676.32
ส28ก
2543

การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้

ปริญญานิพนธ์
ของ
สมศักดิ์ พูนสิน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
มีนาคม 2542
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ประธาน
(ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร.เกสรา สุขสว่าง)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

วันที่ 11 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2542

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีโดยผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ และการให้คำแนะนำปรึกษาเป็นอย่างดียิ่งจาก

ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล	ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
อาจารย์พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์	กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์
ดร.ละเอียด รักษ์เผ่า	กรรมการร่วมสอบปริญญานิพนธ์
ดร.เกสรา สุขสว่าง	กรรมการร่วมสอบปริญญานิพนธ์
คุณสุรเดช เหล่าแสงงาม	กรรมการผู้จัดการ
ห้างหุ้นส่วนจำกัด แสงงามอุตสาหกรรม สมุทรปราการ	
คุณสมศักดิ์ กรณีกิจ	ฝ่ายออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์
ห้างหุ้นส่วนจำกัด แสงงามอุตสาหกรรม สมุทรปราการ	
รตอ.สมเนตร ดัดใจเที่ยง	สถาบันนิติเวช กรมตำรวจ
คุณประสิทธิ์ แก้ววิลัย	รองประธานชุดปฏิบัติการมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี
คุณอำนาจ ณ. นคร	ชุดปฏิบัติงานมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี
คุณจิณณพัต อาชาศรัย	ผู้สนับสนุนฝ่ายข้อมูล

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน และเพื่อนร่วมงาน รวมทั้งผู้ที่ไม่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมด ที่มีส่วนให้ความช่วยเหลือและสนับสนุน จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ. ที่นี้

สมศักดิ์ พูนสิน

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	**1**
	ภูมิหลัง	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	2
	ความสำคัญของการวิจัย	2
	ขอบเขตของการวิจัย	2
	ตัวแปรที่ศึกษา	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
	สมมุติฐานของการวิจัย	5
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	**6**
	ลักษณะการเสียชีวิตและประเพณีพิธีศพของไทย	7
	วัสดุที่ใช้ในการทำโลงศพ	15
	การดำเนินกรรมวิธีการออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกเพื่องานอุตสาหกรรม	43
	คุณสมบัติที่ใช้ทดสอบกับโลงศพกระดาษลูกฟูก	58
	การทดสอบคุณสมบัติ	65
3	**วิธีดำเนินการทดลอง**	**70**
	ขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนา	70
	วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์การทดลอง	73
	สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง	73
	การทดลองทำโลงศพกระดาษลูกฟูก	74
	ประชากรและตัวแปรที่ศึกษา	76
	การวิเคราะห์ข้อมูล	76
4	**ผลการทดลอง**	**81**
	ผลการทดลอง คุณสมบัติทางด้านกายภาพ	89
	ผลการทดลอง คุณสมบัติทางด้านการตกแต่งสวยงาม	91
	ผลการทดลอง ความสะดวกในการใช้งาน	92

บทที่ หน้า

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 95

จุดมุ่งหมายของการทดลอง..... 95

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 95

การดำเนินการทดลอง..... 96

สรุปผล..... 96

ข้อเสนอแนะ..... 98

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย..... 99

บรรณานุกรม..... 100

ภาคผนวก..... 103

ภาคผนวก ก..... 104

ภาคผนวก ข..... 127

ภาคผนวก ค..... 144

ภาคผนวก ง..... 155

ภาคผนวก จ..... 174

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 181

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงสัดส่วนคนไทย 11
2 ส่วนผสมของ PVC ที่ใช้ผลิตเป็นแผ่นฟิล์ม 19
3 แสดงปริมาณความต้องการใช้กระดาษเหนียวและกระดาษแข็งในประเทศไทย
ปี พ.ศ. 2528 - 2537 20
4 แสดงจำนวนชนิดลอนต่าง ๆ ของกระดาษลูกฟูก 24
5 แสดงลักษณะของกล่องกระดาษลูกฟูกที่กำหนดใน Rule.14 40
6 แสดงรายละเอียดมาตรฐานของกระดาษเหนียวสำหรับทำผิวกล่อง 41
7 แสดงรายละเอียดมาตรฐานกระดาษทำลูกฟูก 41
8 แสดงคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่อง 42
9 แสดงข้อกำหนดของเทป 51
10 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพ 77
11 แสดงคุณสมบัติด้านการตกแต่งสวยงาม 78
12 แสดงคุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน 79
13 แสดงเกณฑ์การทดสอบทางด้านกายภาพ 90
14 แสดงวิธีทดสอบกระดาษตามมาตรฐานและเครื่องมือ 91
15 แสดงการทดสอบคุณสมบัติทางด้านการตกแต่งสวยงาม 92
16 แสดงคุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน 93
17 แสดงชนิดของลอนและจำนวนลอนต่อเมตรและความสูงของลอน 110
18 แสดงคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่อง 113
19 แสดงแผนการชักตัวอย่าง 117
20 แสดงคุณลักษณะของกล่องกระดาษลูกฟูกที่กำหนดใน Rule 14 140
21 แสดงคุณลักษณะของกล่องกระดาษลูกฟูก 141
22 แสดงรายละเอียดมาตรฐานกระดาษเหนียวทำผิวกล่อง 147
23 แสดงรายละเอียดมาตรฐานกระดาษทำลูกฟูก 148
24 แสดงชนิดของลอนกระดาษ 153

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แสดงข้อมูลสัดส่วนคนไทย	11
2	แสดงแบบลูกกลิ้ง	18
3	แสดงกรรมวิธีแบบลูกกลิ้ง	18
4	แสดงแผ่นกระดาษลูกฟูกหน้าเดียว	22
5	แสดงแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น	22
6	แสดงแผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น	23
7	แสดงแผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น	23
8	แสดงกล่องลูกฟูกแบบเรกอิวเลอสล๊อตคอนเทนเนอร์	25
9	แสดงกล่องลูกฟูกแบบเซนเทอะซเพเซ๊ลโอเฝอะแล๊ฟสล็อตคอนเทนเนอร์	26
10	แสดงกล่องลูกฟูกแบบฟลูเทลอิชโคฟ ฮาฟ สล็อต บ๊อกซ์	26
11	แสดงประเภทของแผ่นกระดาษลูกฟูก	29
12	แสดงโครงสร้างที่แข็งแรงที่สุด	44
13	แสดงถึงแรงกระทบของกล่อง	45
14	แสดงมิติภายในกล่อง	45
15	แสดงรอยพับของกระดาษ	46
16	แสดงมาตรฐานการประกอบทั่วไป	46
17	แสดงมิติต่าง ๆ ของกล่อง	49
18	แสดงรูปด้านต่าง ๆ ของกล่อง	53
19	แสดงเครื่องมือ Analytical Balance	58
20	แสดงเครื่องมือ Mullen Tester	59
21	แสดงเครื่องมือ Concora Medium Fluter	60
22	แสดงเครื่องมือ Gurley - cobb sizing tester	60
23	แสดงการพิมพ์บนวัสดุแผ่นเรียบ	63
24	แสดงหลักการตีปัญหา	70
25	แสดงการตีปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวความคิด	71
26	แสดงขั้นตอนการทำงานในขั้นการตีปัญหา	71
27	แสดงหลักการของขั้นตอนการกลั่นกรองแบบ	72

ภาพประกอบ **หน้า**

28 แสดงหลักการของขั้นตอนการตกลงใจในการออกแบบ 72
29 แสดงหลักการของการทำงานขั้นสมบูรณ์แบบ 73
30 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 75
31 แสดงวิธีการการตีปัญหา 81
32 แสดงรูปแบบและแนวทางการออกแบบกล่อง 1 83
33 แสดงรูปแบบและแนวทางการออกแบบกล่อง 2 84
34 แสดงรูปแบบและแนวทางการออกแบบกล่อง 3 85
35 แสดงรูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกชั้นนอก 86
36 แสดงรูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกชั้นใน 87
37 แสดงแบบตัวล็อคโลงศพกระดาษลูกฟูก 88
38 แสดงกระบวนการการปฏิบัติต่อผู้เสียชีวิต 94
39 แสดงรูปแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น 106
40 แสดงรูปแผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น 107
41 แสดงรูปแผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น 107
42 แสดงความยาว ความกว้าง และความลึก 108
43 แสดงรูปการต่อโดยใช้ลวดเย็บ 110
44 แสดงรูปการต่อโดยใช้กาวทา 111
45 แสดงรูปการต่อโดยใช้แทบกาว 111
46 แสดงรูปฉลากของกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น 114
47 แสดงรูปฉลากของกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น 114
48 แสดงรูปฉลากของกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น 115
49 แสดงรูปตำแหน่งเครื่องหมายมาตรฐาน 115
50 แสดงรูปที่ยึดของเครื่องมือทดสอบความต้านทานแรงดันทะลุ 119
51 แสดงรูปเครื่องทดสอบแรงทิ่มทะลุ 122
52 แสดงรูปสัญญลักษณ์เพื่อการยกขนสินค้า 123
53 แสดงรูปแผ่นกระดาษลูกฟูก 123
54 แสดงรูปประเภทแผ่นกระดาษลูกฟูก 130
55 แสดงรูปความยาว ความกว้าง และความลึกของกล่อง 132

ภาพประกอบ **หน้า**

56 แสดงรูปการต่อโดยใช้กาวทา 133
57 แสดงรูปการต่อโดยใช้ลวดเย็บ 133
58 แสดงการต่อโดยใช้แถบกาว 134
59 แสดงรูปการใช้แถบกาวจำนวน 6 และ 2 เส้น ปิดฝากล่อง 135
60 แสดงรูปวิะการใช้แถบกาวจำนวน 6 เส้นปิดฝากล่อง 135
61 แสดงรูปการปิดฝากล่องด้วยลวดเย็บ 136
62 แสดงกล่องที่มีปริมาตรเท่ากันแต่มีมิติเท่ากัน 137
63 แสดงรูปการจัดวางสินค้าในกล่อง 137
64 แสดงตรารับรองคุณภาพกล่องกระดาษลูกฟูก 142
65 แสดงขั้นตอนการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ 156
66 แสดงขั้นตอนรูปแบบที่ออกแบบโลงศพกระดาษ 1 157
67 แสดงขั้นตอนรูปแบบที่ออกแบบโลงศพกระดาษ 2 158
68 แสดงขั้นตอนการนำกระดาษเข้าสู่เครื่องไดคัท 159
69 แสดงขั้นตอนการป้อนข้อมูลเพื่อทำการตัดตามรูปแบบที่ออกแบบไว้ 159
70 แสดงขั้นตอนเครื่องไดคัทและการทำงาน 1 160
71 แสดงขั้นตอนเครื่องไดคัทและการทำงาน 2 160
72 แสดงขั้นตอนการนำส่วนที่ตัดออกมาประกอบ 161
73 แสดงขั้นตอนการประกอบส่วนด้านล่างของโลงศพ 1 161
74 แสดงขั้นตอนการประกอบส่วนด้านล่างของโลงศพ 2 162
75 แสดงส่วนด้านล่างของโลงศพที่ประกอบแล้ว 162
76 แสดงส่วนด้านบนของฝาโลงศพกระดาษลูกฟูก 163
77 แสดงการประกอบส่วนฐานล่างของโลงศพกระดาษลูกฟูก 163
78 แสดงโครงสร้างในส่วนที่รองรับน้ำหนักของโลงศพกระดาษลูกฟูก 1 164
79 แสดงโครงสร้างในส่วนที่รองรับน้ำหนักของโลงศพกระดาษลูกฟูก 2 164
80 แสดงการประกอบโครงสร้างของฐานรองรับน้ำหนัก 165
81 แสดงการประกอบฐานโลงศพกระดาษลูกฟูก 1 165
82 แสดงการประกอบฐานโลงศพกระดาษลูกฟูก 2 166
83 แสดงการปิดฝาโลงศพกระดาษลูกฟูก 166
84 แสดงการปิดฝาโลงศพกระดาษลูกฟูกจากตัวล๊อค 1 167

ภาพประกอบ หน้า

85 แสดงการปิดฝาโลงศพกระดาษลูกฟูกจากตัวล๊อค 2..... 167
86 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานของมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 1..... 168
87 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานของมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 2..... 168
88 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานของมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 3..... 169
89 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานของมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 4..... 169
90 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานขอ มูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 5..... 170
91 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 1..... 170
92 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 2..... 171
93 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 3..... 171
94 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 4..... 172
95 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 5..... 172
96 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 6..... 173

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ชั่วชีวิตของคนตั้งแต่เกิดมาจนกระทั่งตายซึ่งเรียกว่าอายุ ย่อมผ่านเหตุการณ์ที่ถือว่าสำคัญเป็นระยะ ๆ มา และในที่สุดก็ถึงพิธีเกี่ยวกับการตายเพื่อให้มีชีวิตอยู่เป็นสุขในโลกหน้า เกิดและตายเป็นของคู่กัน เกิดเป็นของเบื้องต้นและตายเป็นเบื้องปลายแห่งชีวิตของคนแต่ละคน เพราะฉะนั้นเกิดและตายจึงต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มนุษย์ถือว่าเหตุการณ์ทั้งสองนี้เป็นตอนสำคัญเพราะเป็นขั้นต้นและบั้นปลายแห่งชีวิต ต้องประกอบกิจพิธีกรรมตามประเพณี เพื่อประโยชน์แห่งความสุขในโลกนี้และโลกหน้า การเกิด แก่ เจ็บ ตาย เป็นเรื่องธรรมดาของสัตว์โลกทั้งหลาย คนเราทุกคนจะมีวาระสุดท้ายของชีวิต คือ การตาย โดยไม่มีใครสามารถหลบหนีได้ เมื่อผู้ตายไปแล้วคนที่อยู่ข้างหลังก็จัดการทำพิธีต่าง ๆ ให้แก่ผู้เสียชีวิต (เสฐียร โกเศศ. 2518 : 1-2)

ในยุคนี้ลูกหลานของผู้เสียชีวิตจะสามารถดำเนินพิธีกรรมงานศพได้อย่างเร็ว เพียงหลังจากทราบว่าญาติของตนได้เสียชีวิตลงพร้อมกับการติดต่อขอซื้อโลงศพและการปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อความถูกต้อง โลงศพที่ได้รับความนิยมอย่างมากอีกประเภทหนึ่งคือ โลงศพแบบดอกจำปาของชาวจีนที่ทำจากไม้เนื้อแข็ง ที่นิยมต่อมาคือไม้สักซุง แต่เดิมโลงดอกจำปาชั้นดีต้องใช้ไม้หน้ากว้างขุดให้เป็นโลงศพ แต่ในระยะหลังไม้ซุงนั้นหายาก และมีจำนวนน้อยทำให้หันมาใช้วิธีการประกอบเข้าทีละด้าน ซึ่งจะใช้การเข้าชั้นตอกลิ่มแทน การตอกตะปู การสร้างโลงศพแต่ละหลังนั้นไม่ใช่เรื่องง่ายและต้องอาศัยความร่วมมือจากทีมงานหลายสาขา ตั้งแต่การออกแบบ การจัดหาวัสดุ ช่างไม้ ช่างสี และอาจจะมีช่างฝีมืออื่น ๆ ตามที่ต้องการ โดยแต่ละขั้นตอนต้องมีการประสานงานกันเป็นอย่างดีเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและส่วนมากจะไม่มีการสั่งซื้อแบบกระทันหันและไม่นิยมการสั่งซื้อกันแบบล่วงหน้าเป็นเวลานานทำให้ต้องมีการเตรียมความพร้อมตลอดเวลา (เดลินิวส์รายวัน. 8 กันยายน 2538 : 5)

ส่วนโลงศพอีกประเภทหนึ่งได้แก่ โลงศพแบบไทย ซึ่งโลงศพในขณะนี้จะมีทั้งชนิดที่ถูกและแพงตามแต่วัสดุและการทำต่างกันรวมถึงฐานะของญาติผู้เสียชีวิตนั้นด้วย ราคาในปัจจุบันนี้จะมีราคาตั้งแต่ 1,000 บาทขึ้นไป สำหรับโลงศพที่เป็นที่นิยมทั่วไป คือ ลายเทพพนมสีขาว ในการทำโลงศพ 1 โลง ใช้คนทำ 2 คน ในเวลา 2 วัน เริ่มจากตีขึ้นโครงกระดูกงู จากนั้นสร้างแผ่นพื้น

แผ่นข้าง แผ่นหัวท้ายพร้อมกันและนำมาประกอบเข้าด้วยกัน การประกอบโลงศพจะใช้ตะปูตอกแทนการทากาว และจะไม่นิยมใช้วิธีการเข้าลิ่มซึ่งต้องใช้เวลานาน แต่จะมี ข้อดีคือแข็งแรง ทั้งนี้ก็แล้วแต่ลูกค้าจะสั่งทำ ในส่วนของไม้ที่เหลือจะนำเศษไม้มาใช้เป็นส่วนประกอบข้างในโลงศพ สำหรับไม้ที่นำมาทำเป็นโลงศพส่วนมากจะใช้ไม้ตะแบก ไม้ทุเรียน ไม้ตะบาก ไม้สัก และใช้ไม้อัดมาประกอบ จะใช้ประมาณขนาด 122 x 244 ซม. ใช้ 2 แผ่น ต่อ 1 โลงศพ จากการสัมภาษณ์ร้านสุริยาโลงศพ จ.นนทบุรี โดยนายพรเทพ สุริยเสนีย์ ในการช่วยเหลือผู้เสียชีวิตในเหตุการณ์พายุเกย์ทางภาคใต้ มูลนิธิต่าง ๆ สั่งทำโลงศพ โดยใช้กระดาษอัด หรือไม้อัดทาสีขาว (บทสัมภาษณ์ : ร้านสุริยาโลงศพ จ.นนทบุรี 23 สิงหาคม 2538)

จากสภาพเศรษฐกิจและสังคมไทยในปัจจุบัน ประชาชนส่วนใหญ่ยังยากจน ไม้ที่ใช้ทำโลงศพมีราคาสูงและหาได้ยาก รัฐบาลจึงส่งเสริมให้ประชาชนใช้จ่ายอย่างประหยัด การออกแบบและพัฒนาโลงศพชนิดใหม่โดยใช้กระดาษลูกฟูกแทนการใช้ไม้น่าจะเป็นผลดี ทั้งนี้เพราะการทำโลงศพด้วยกระดาษลูกฟูกมีคุณสมบัติดีกว่าทำด้วยไม้ ในด้านราคาประหยัด น้ำหนักเบา แข็งแรง สะดวกต่อการนำออกใช้ ทั้งยังเป็นโลงศพชั่วคราวเพื่อใช้ในงานของมูลนิธิต่าง ๆ ในการบรรจุศพผู้เสียชีวิต ในระยะแรกได้ดี ผู้วิจัยสนใจศึกษาการออกแบบ และพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ เพื่อนำผลการวิจัยไปเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาโลงศพให้เหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ และสังคมไทยยิ่งขึ้นสืบไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดที่สามารถพับได้
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ดังนี้
   - 2.1 ทางด้านกายภาพ
   - 2.2 ทางด้านการตกแต่งสวยงาม
   - 2.3 ทางด้านการใช้งาน

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยได้โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดที่สามารถพับได้ เพื่อเป็นต้นแบบในการผลิตระบบอุตสาหกรรม

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะโลงศพที่ทำด้วยกระดาษลูกฟูกโดยศึกษาด้านคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติด้านการตกแต่ง และความสะดวกต่อการใช้งาน ประกอบด้วย

1.1 โลงศพใช้กระดาษลูกฟูก 7 ชั้น

1.2 ขนาดของโลงศพที่ทำการออกแบบมีความกว้างเป็น 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม.

1.3 โลงศพกระดาษลูกฟูกที่ออกแบบมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าและมีแผ่นกั้นชนิดรวงผึ้ง ที่ช่วยในการรับน้ำหนักในแนวตั้ง

1.4 ผิวกระดาษด้านนอกโลงศพจะเป็นชนิดผิวด้านสามารถเขียนหรือพิมพ์ลวดลายตกแต่งได้ ส่วนด้านในเคลือบผิวกระดาษให้มีความมันวาว

1.5 ภายในโลงศพกระดาษลูกฟูกมีถุงพลาสติกช่วยในการบรรจุผู้เสียชีวิต

1.6 โลงศพใช้กับผู้เสียชีวิตน้ำหนักไม่เกิน 78 กิโลกรัม และสูงไม่เกิน 170 ซม.

1.7 โลงศพกระดาษลูกฟูกใช้สำหรับผู้ที่เสียชีวิต และบรรจุได้ไม่เกิน 3 วัน

2. ประชากร

ได้แก่ โลงศพกระดาษลูกฟูกที่ได้ในระบบอุตสาหกรรมซึ่งมีขนาดกว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม. และสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 78 กิโลกรัม โลงศพกระดาษลูกฟูกที่ออกแบบมาในรูปแบบของกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีอุปกรณ์ช่วยในการประกอบการรับน้ำหนัก คือ แผ่นกั้นรูปแบบรวงผึ้ง ที่ช่วยรับน้ำหนักในแนวตั้ง และถุงพลาสติกที่ช่วยในการบรรจุผู้เสียชีวิตอีก 1 ชั้น ซึ่งจะผลิตจำนวน 7 โลง

3. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1. คุณสมบัติทางกายภาพ
   1.1 น้ำหนักมาตรฐาน (Basic Weight)
   1.2 การดูดซึมน้ำ (Water Absorption)
   1.3 การต้านแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Test of Corrugating Medium)
   1.4 การต้านแรงดันทะลุ (Bursting Streng)
2. คุณสมบัติทางด้านการตกแต่งสวยงาม
3. คุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราว หมายถึง โลงศพกระดาษที่ทำจากกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น สามารถพับได้ และผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

2. กระดาษลูกฟูก หมายถึง กระดาษที่ประกอบด้วยกระดาษลูกฟูกอย่างน้อย 4 แผ่น และประกบด้วยกระดาษทำผิวกล่องอย่างน้อย 3 แผ่น ซึ่งจะนำมาเป็นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น และจะใช้ในการทดลองสำหรับงานวิจัยชุดนี้ หรืออาจเรียกว่าแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น

3. แผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น หมายถึง กระดาษลูกฟูกที่ประกอบด้วย กระดาษทำผิวกล่อง 4 ชั้น และกระดาษทำลูกฟูก 3 ชั้น กระดาษทำลูกฟูกเป็นกระดาษที่นำมาขึ้นลอนแล้วประกอบเป็นชั้นกลางระหว่างกระดาษทำผิวกล่องของแผ่นกระดาษลูกฟูก

4. กระดาษทำผิวกล่อง หมายถึง กระดาษมีผิวเรียบสม่ำเสมอ ซึ่งด้านนอกจะมีผิวเรียบมันซึ่งใช้สำหรับในการพิมพ์และอีกด้านหนึ่งจะมีผิวด้านไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการพิมพ์ได้

5. คุณสมบัติของโลงศพกระดาษลูกฟูก หมายถึง คุณสมบัติทางด้านกายภาพ ด้านการพิมพ์ การตกแต่ง และความสะดวกในการใช้งานดังนี้

5.1 ทางกายภาพ หมายถึง กระดาษลูกฟูกที่มีต่อความต้านทานในการรับน้ำหนักมาตรฐาน การต้านแรงดันทะลุ การต้านแรงกดวงแหวน การต้านแรงกดลอนลูกฟูกของกระดาษทำลูกฟูก การดูดซึมน้ำของกระดาษ ปริมาณความชื้น

5.1.1 น้ำหนักมาตรฐาน หมายถึง น้ำหนักกระดาษเป็นกรัม ต่อพื้นที่กระดาษ 1 ตารางเมตร น้ำหนักมาตรฐานเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่ใช้กำหนดราคา และความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกระดาษนั้นในการที่จะนำมาออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูก

5.1.2 การดูดซึมน้ำ หมายถึง ปริมาณน้ำเป็นกรัมที่แผ่นทดสอบดูดซึมไว้ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ภายในเวลาที่กำหนดให้

5.1.3 การต้านแรงกดลอนลูกฟูก หมายถึง ลอนลูกฟูกยุบลงจนแบน มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) หรือกิโลกรัมแรง (kgt) ผลที่ได้สามารถนำไปคาดคะเนการต้านแรงกดลอนลูกฟูกของแผ่นลูกฟูกภายใต้สภาวะที่ควบคุม

5.1.4 การต้านแรงดันทะลุ หมายถึง ความสามารถของกระดาษหรือแผ่นลูกฟูกที่จะต้านแรงดันที่กระทำบนแผ่นทดสอบด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ จนทำให้แผ่นทดสอบนั้นขาด มีหน่วยเป็นกิโลปาสกาล (kPa) หรือกิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2) การต้านแรงดันทะลุใช้เป็นการทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพกระดาษของโรงงานทำกระดาษ การต้านแรงดันทะลุมีความสัมพันธ์กับการต้านแรงดึงขาดและการต้านแรงฉีกขาด

5.2 คุณสมบัติทางด้านการพิมพ์การตกแต่ง หมายถึง โลงศพกระดาษลูกฟูกที่สามารถนำมาพิมพ์ตกแต่งให้สวยงามได้ตามความต้องการ โดยใช้กรรมวิธีการพิมพ์ทางซิลสกรีน

5.3 คุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน หมายถึง ความสามารถต่อผู้ที่นำโลงศพกระดาษลูกฟูกไปใช้ปฏิบัติต่อผู้ที่เสียชีวิต ทั้งทางด้านขนส่ง ด้านการถอดประกอบเป็นโลงศพกระดาษลูกฟูก

6. ผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน

หมายถึง เจ้าหน้าที่มูลนิธิร่มไทร เขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร จำนวน 3 คน กรรมการผู้จัดการโรงงานผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ห้างหุ้นส่วนจำกัดแสงงามอุตสาหกรรม ฝ่ายออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ห้างหุ้นส่วนแสงงามอุตสาหกรรม จำกัด

สมมติฐานของการวิจัย

1. โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้มีคุณสมบัติทางกายภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ระบุไว้ในมาตรฐานอุตสาหกรรม

2. โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ มีคุณสมบัติด้านการตกแต่งสวยงามได้ในระดับดี

3. โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ มีคุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งานได้ในระดับดี

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะศึกษาเกี่ยวกับวัสดุและคุณสมบัติของกระดาษลูกฟูก และส่วนประกอบอื่น ๆ ที่สามารถนำมาใช้กับงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งจะศึกษาตามขั้นตอน ดังนี้

1. ลักษณะการเสียชีวิตและประเพณีพิธีศพของไทย
2. วัสดุที่ใช้ทำโลงศพ
   - 2.1 ประเภทไม้
   - 2.2 ประเภทกระดาษลูกฟูก
     - 2.2.1 กรรมวิธีการผลิต และกระดาษลูกฟูกชนิดต่าง ๆ
     - 2.2.2 กระดาษลูกฟูกที่มีคุณสมบัติในการใช้งาน
     - 2.2.3 การผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก
3. การดำเนินกรรมวิธีการออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกเพื่องานอุตสาหกรรม
4. คุณสมบัติที่ใช้ทดสอบกับโลงศพกระดาษลูกฟูก
   - 4.1 คุณสมบัติทางกายภาพ
     - 4.1.1 ทางด้านน้ำหนักมาตรฐาน
     - 4.1.2 ทางด้านการดูดซึมน้ำ
     - 4.1.3 ทางด้านการต้านแรงกดลอนลูกฟูก
     - 4.1.4 ทางด้านแรงดันทะลุ
   - 4.2 คุณสมบัติทางด้านการพิมพ์การตกแต่ง
   - 4.3 คุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน
5. การทดสอบคุณสมบัติ

1. ลักษณะการเสียชีวิตและประเพณีพิธีศพของไทย

การเปลี่ยนแปลงหลังการตายของมนุษย์ ซึ่งผลจากข้อมูลจะสามารถนำไปวิเคราะห์หาสัดส่วนโครงสร้างของกระดาษที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยชุดนี้ต่อไป

การตาย คือ การสิ้นสภาพบุคคลตามประมวลกฎหมายแพ่งและพาณิชย์ มาตรา 15 บัญญัติว่า "สภาพบุคคลย่อมเริ่มเมื่อคลอดและรอดเป็นทารก สิ้นสุดลงเมื่อตาย"

พระราชบัญญัติการทะเบียนราษฎร์ พ.ศ. 2499 ให้คำจำกัดความว่า "คนตาย หมายความว่า คนสิ้นชีวิตเท่านั้นฯ"

การเปลี่ยนแปลงหลังตาย

หลังจากตายใหม่ ๆ ศพจะมีลักษณะอุ่นและเย็นลงเรื่อย ๆ จนเท่ากับอุณหภูมิภายนอกที่ศพอยู่ จากอุณหภูมิเดิมประมาณ 1 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง การวัดต้องใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดยาว (Long Chemical Thermometer) ใส่ในทวารหนักประมาณ 1 นาที โดยยังไม่เคลื่อนศพแต่อย่างใด ในกรณีที่ศพอยู่ในท่าที่จะสอดใส่เครื่องมือวัดอุณหภูมิทางทวารได้ลำบากอาจใส่เข้าไปทางบาดแผลที่ผ่านเข้าทางร่างกายได้ โดยถือหลักว่าอุณหภูมิโดยทั่วไปของคนเราจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ดังกล่าวนี้ได้ทั้งจากการตายโดยธรรมชาติและคดีฆาตกรรม เช่น มีเลือดออกทางสมอง ภาวะอักเสบไข้สูง ขาดอากาศหายใจเนื่องจากถูกรัดคอ อุณหภูมิจะสูงกว่าปกติได้ประมาณ 1-2 องศาฟาเรนไฮน์ Rigor Motis คือ การที่ศพตัวแข็งนั้นเกิดจากกล้ามเนื้อแข็งตัวนั่นเอง (Stiffening of the Muscle) เกิดขึ้นมาได้จาก 2 ทฤษฎี

ทฤษฎีแรก ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ A.T.P. โดยอาศัยความรู้ที่ว่ากล้ามเนื้อมัดหนึ่งประกอบด้วยเซลล์เล็ก ๆ ที่มีขอบเขต การเกิดการแข็งตัวในบ้านเราโดยทั่วไปจะเริ่มต้นประมาณ 2 - 4 ชั่วโมง หลังตายจะใช้เวลาประมาณ 6 - 9 ชั่วโมง ที่จะทำให้ร่างกายแข็งตัวนั้นจะเริ่มต้นที่บริเวณกล้ามเนื้อที่มีขนาดค่อนข้างสั้นก่อน โดยเริ่มตั้งแต่

1. ขากรรไกร
2. คอและนิ้วมือ
3. ข้อมือ
4. ข้อศอก
5. หัวไหล่และหัวเข่า

6. ตะโพก

7. ลำตัวและแขนขา

แข็งตัวเต็มที่เมื่อ 9 - 12 ชั่วโมงแล้ว และจะแข็งตัวต่อไปอีกประมาณ 12 ชั่วโมงจึงเข้าสู่ภาวะการอ่อนตัวครั้งที่สอง การอ่อนตัวของศพนั้น จะเริ่มต้นที่ตำแหน่งที่แข็งตัวก่อน คือ ที่ขากรรไกร คอ นิ้วมือ และตำแหน่งอื่นที่แข็งตัวก่อน เช่นเดียวกัน

อนึ่ง การเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 7 ดังกล่าวแล้วจะไม่เป็นเช่นนี้เหมือนกันทุกราย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ดิน ฟ้า อากาศ การเจริญเติบโตของร่างกายของผู้ตาย ตลอดจนอาหารการกินและยาที่รับประทานด้วย จึงใช้กว้าง ๆ ว่า ศพจะเริ่มต้นแข็งที่ใบหน้าก่อน ต่อจากนั้นอีกประมาณ 2 - 3 ชม. จะแข็งที่ไหล่และแขน ในที่สุดขาทั้งสองข้างและแข็งทั่วตัว

ทฤษฎีที่ 2 เกี่ยวกับการแข็งตัวของศพพบกรด 2 ชนิด เพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อทำให้เกิดการรวมตัวของเกลือแลตเตท (Lactaes) และเกลือฟอสเฟท (Phosphates) ในใยกล้ามเนื้อปริมาณของเกลือแลคเตทปริมาณ 10 เท่าของเกลือแลคเตทในใยกล้ามเนื้อขณะมีชีวิตอยู่

Post Mortm Deconposition (การเน่า)

ภายหลังตาย 24 ชั่วโมงแล้ว อาจเกิดการเน่าก่อนเวลานี้ได้บ้าง ถ้าอากาศร้อนจัดมากจะสังเกตได้ชัดเจนที่บริเวณหน้าท้องก่อนที่อื่นโดยเห็นเป็นสีแดง และเขียวคล้ำ ทั้งนี้เพราะลำไส้มีเชื้อแบคทีเรียที่ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนอยู่ภายในที่ทำให้เกิดแก๊สเป็นจำนวนมาก เรียกแบคทีเรียพวกนี้ว่า Anarrobic Gas Rorming Type การเกิดแก๊สของแบคทีเรียดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากลำไส้เข้าสู่เส้นเลือดดำของตับ Portal System จากระบบหลอดเลือดดำของตับ การเน่าจะเข้าไปถึงระบบเส้นเลือดดำใหญ่ทั่วร่างกายทำให้เลือดสลายตัว Haemolysing ผนังหลอดเลือดแตกตัวแก๊สและแบคทีเรียจะเข้าไปอยู่ตามเนื้อ ตอนแรกจะเป็นสีแดงจากแก๊สไข่เน่า ต่อไปจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวจากการเกิด Sulfer Methamoglobin ประกอบกับลำไส้ส่วน Cancam อยู่ตื้นและผนังหน้าท้องมักบาง ลำดับอวัยวะที่เน่าก่อนและหลังดังต่อไปนี้

1. ลำไส้ กระเพาะอาหาร เลือดในตับ เลือดในหัวใจ เลือดทั่วร่างกาย กล้ามเนื้อหัวใจ

2. ทางเดินหายใจ ปอด ตับ

3. ไต กระเพาะปัสสาวะ ลูกอัณฑะ

4. กล้ามเนื้อของแขน ขา

5. มดลูก ต่อมลูกหมาก

ภายหลัง 24 ชั่วโมง หลังการตายจะพบเส้นเลือดดำที่อยู่ด้านนอกของผิวหนังพองคล้ำ ผิวหนังของศพจะเริ่มพอง แก๊สซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียภายในกระเพาะ ลำไส้ จะดันออกมาทำให้ร่างกายพองขึ้น

36 ชั่วโมง ร่างกายพองโตขึ้น ผิวหนังบริเวณหน้าอกพองและลอกหลุดไปเป็นส่วน ประมาณ 5 - 6 แห่ง แห่งละประมาณ 3 x 5 ซม.

48 ชั่วโมง ร่างกายพองโตขึ้นกว่า 36 ชั่วโมง ผิวหนังพองโตและหลุดออกจากร่างกาย มากขึ้น

72 ชั่วโมง ร่างกายพองโตมากขึ้น ลิ้นจุกปาก ดวงตาถลน อวัยวะ เพศ เช่น ลูกอัณฑะ โป่งพองขึ้น

4 วัน หนังกำพร้า (Epidermis) จะพองตัวและลอกหลุดออกไปจากลำตัวเป็นส่วนใหญ่ และหมดไปในบางราย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของบรรยากาศ

7 วัน ผิวหนังเนื้อเยื่อ กล้ามเนื้อบริเวณใบหน้าจะสลายตัวหายไปเผยให้เห็นกระดูก บริเวณใบหน้าและกระโหลก ถ้าศพอยู่ในน้ำ อวัยวะในช่องอก เช่น ช่องท้องจะสลายตัวเพิ่ม มากขึ้น อาจจำอวัยวะในช่องท้องไม่ได้

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายหลังการตาย (Changes in the Blood) ของเลือดและเนื้อเยื่อ ของคนเราจะอยู่ในภาวะเป็นกลางประมาณ PH.7 ภายหลังการตายใหม่ ๆ จากการคั่งของแก๊ส Co ในร่างกายโดยปอดหมุนทำหน้าที่ในการจับออก นอกจากนี้ไกโครเจนในเนื้อตับยังมีการสลายตัว เกิด Glyogenolysis ทำให้เกิดการคั่งของฟอสฟอริคและกรดแลคติกภายหลัง การตาย 24 ชั่วโมง PH ของเลือดและเนื้อเยื่อจะเปลี่ยนไปเป็นต่าง ๆ จากการที่ร่างกายเริ่มผลิตแก๊สแอมโมเนียซึ่งเป็น ผลที่เกิดจากการทำลายโปรตีนมากขึ้นและตรวจพบ NPN. (Non Protein Nitrogen) ซึ่งประมาณ 50 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 CC. ภายใน 12 ชั่วโมง ภายหลังการตาย

การเปลี่ยนแปลงทางด้านน้ำหนักของศพ

จากการสัมภาษณ์ พ.ต.ท.สรยุทธ ปุสสะ หัวหน้าแผนกนิติเวชจากสถาบันนิติเวช โรงพยาบาลตำรวจ (พ.ต.ท.สรยุทธ ปุสสะ เป็นผู้ให้สัมภาษณ์, สมศักดิ์ พูนสิน เป็นผู้สัมภาษณ์ ที่ โรงพยาบาลนิติเวช กรุงเทพมหานคร เมื่อวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2538)

"ลักษณะของสภาพผู้ตายเมื่อเสียชีวิตแล้วจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การตายโดยธรรมชาติ เช่น เจ็บไข้หรือเสียชีวิตจากโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ

2. การตายโดยอุบัติเหตุหรือการคาดคะเนการตายของผู้ตาย เช่น พบลักษณะของการตายมาแล้วเป็นชั่วโมง ๆ หรือตายมาแล้วกี่วัน ในสภาพที่พบเห็น

กรณีการตายของคนที่พบเห็นในกรณีที่ 1 ย่อมจะต้องมีการฉีดยาฟอร์มาลีน หรือแช่แข็งไว้สภาพน้ำหนักในร่างกายแทบจะไม่มีการเกิดขึ้นหรือถ้าจะเพิ่มขึ้นคงจะเพิ่มได้ไม่เกิน 2.5 กิโลกรัม หรืออาจจะลดลงได้ถ้ากรณีที่เป็นผู้ที่พิการทางแขนและขา ฯลฯ

สำหรับในกรณีที่ 2 จากการที่ได้ศึกษามาและได้คลุกคลีกับทางด้านนี้มาโดยประมาณ 17 ปี สภาพของน้ำหนักจะขึ้นอยู่กับสภาพของศพที่พบ เช่น ตายมาแล้ว 5 - 7 วัน สภาพของศพแทบจะไม่มีเหลือให้เห็น หรือสภาพจากศพที่ตายจากการตกน้ำตายมาแล้วลอยขึ้นมาอืด 2 - 3 วัน น้ำหนักก็อาจจะขึ้นมาเกือบ 10 - 12 กิโลกรัม และจากการที่ได้อยู่ในที่แห่งนี้ก็ยังไม่เคยพบเห็นใครทำงานการศึกษาเรื่องน้ำหนักของศพมาก่อน แต่จากสภาพที่ผ่านมาในกรณีของน้ำหนักแทบจะไม่มีผลต่อศพ ถ้าจะเพิ่มได้ก็คงจะไม่เกิน 2.5 - 3 กิโลกรัม หรือถ้าเป็นกรณีที่ศพขึ้นอืดก็คงจะไม่เกิน 10 - 12 กิโลกรัม"

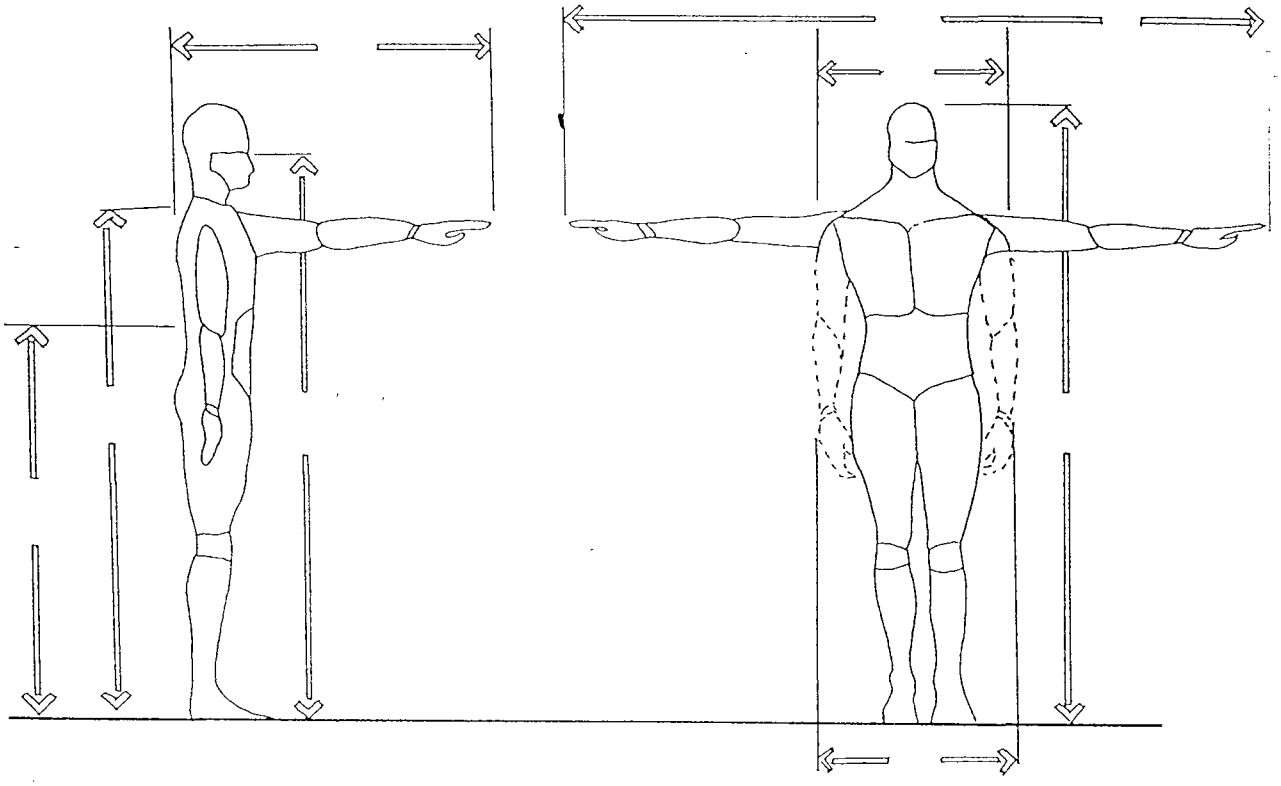
จากการที่ได้สัมภาษณ์ผู้วิจัยเห็นว่าการที่จะปรับปรุงลักษณะโครงสร้างของกระดาษให้มีโครงสร้างที่แข็งแรงและเหมาะสมกับการรับน้ำหนักของคุณสมบัติการรับน้ำหนักกระดาษมาเปรียบเทียบเพื่อให้การวิจัยมีสิ่งที่จะสามารถนำมาเปรียบเทียบอ้างอิงให้มากขึ้น

ขนาดสัดส่วนและมิติต่าง ๆ ของร่างกายที่มีความสัมพันธ์กับการออกแบบ จะพิจารณาสัดส่วนของชายไทยและหญิงไทย ที่มีอายุอยู่ในช่วง 17-60 ปี

ซึ่งช่วงอายุดังกล่าวโดยรวมอยู่ในช่วงโตเต็มวัย จึงจะใช้ข้อมูลค่ามิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายดังนี้

ตาราง 1 แสดงขนาดสัดส่วนคนไทย

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยืน			มิติปรับปรุงของร่างกาย
		ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	
1. ความสูงยืน (SH)	1000	148.30	160.60	173.27	163.10
2. ความสูงระดับสายตา	0.933	138.30	149.63	167.66	152.13
3. ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29	125.14
4. ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07	75.31
5. ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08	146.51
6. ความกว้างระหว่างศอก	0.262	38.85	42.07	45.37	47.87
7. ความกว้างของไหล่	0.253	37.31	40.63	43.83	46.73



ภาพประกอบ 1 แสดงข้อมูลสัดส่วนคนไทย

ประเพณีพิธีศพของไทย

ประเพณีพิธีศพ

ประเพณี

ความหมายของประเพณี

พระยาอนุมานราชธนได้ให้ความหมายของคำว่า ประเพณี ไว้ว่า ประเพณี คือ ความประพฤติที่ชนหมู่หนึ่งอยู่ในที่แห่งหนึ่งถือเป็นแบบแผนกันมาอย่างเดียวกัน และสืบต่อกันมานาน ถ้าใครในหมู่ประพฤติออกนอกแบบก็ผิดประเพณี หรือผิดจารีตประเพณี
(เสฐียรโกเศศ. 2518 : 34.)

ประเพณี หมายถึง สิ่งที่นิยมถือประพฤติปฏิบัติสืบ ๆ กันมาจนเป็นแบบแผน ขนบ-ธรรมเนียมหรือจารีตประเพณี

ประเพณี หมายถึง ความประพฤติสืบต่อกันมาจนเป็นที่ยอมรับของส่วนรวม ซึ่งเรียกว่า เอกนิยม หรือพหุยม เช่น การแต่งงาน การเกิด การตาย การทำบุญ การรื่นเริง การแต่งกาย เป็นต้น หรือประเพณีที่เรานำของชาติอื่นมาปรับปรุงให้เข้ากับความเป็นอยู่ของเรา เพื่อความเหมาะสมกับกาลสมัย

ประเพณี หมายรวมถึง แบบความเชื่อ ความคิด การกระทำ ค่านิยม ทัศนคติ ศีลธรรม-จารีต ระเบียบ แบบแผน และวิธีการกระทำสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนถึงการประกอบพิธีกรรมในโอกาสต่างๆ ที่กระทำกันมาแต่อดีต ลักษณะสำคัญของประเพณีคือ สิ่งปฏิบัติเชื่อถือมานานจนกลายเป็นแบบอย่างความคิดหรือการกระทำที่ได้สืบต่อกันมา และยังมีอิทธิพลอยู่ในปัจจุบัน

ประเพณีของคนในกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดจึงมีลักษณะเฉพาะของคนในกลุ่มนั้น ประพฤติปฏิบัติสืบต่อกันมาจากคนรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่งต่อเนื่องกัน คนในสังคมนั้นจะกระทำเหมือน ๆ กัน ทำร่วมกัน จนกลายเป็นมรดกทางสังคมที่คนเหล่านั้นถือว่าถูกต้องและดีงามแล้ว แต่เป็นความถูกต้องและดีงามของคนในกลุ่มนั้นเท่านั้น เพราะบางทีประเพณีบางอย่างของคนกลุ่มหนึ่ง อาจเป็นสิ่งที่น่ากลัว หรือถือว่าทารุณโหดร้ายของคนทั่วไป เช่น ประเพณีสตรีของคนอินเดียบางกลุ่มที่ให้ภรรยาต้องกระโดดเข้ากองไฟที่เผาศพสามีเพื่อให้ภรรยาได้ตามไปรับใช้สามีในเมืองผี เป็นการแสดงความรักต่อสามีที่ผู้ทำบางคนอาจไม่สมัครใจ เป็นต้น

การตาย

เมื่อมีการตาย ก็จัดพิธีอาบน้ำศพ ตั้งศพจะตั้งที่วัดหรือที่บ้านแล้วแต่สะดวก ระหว่างตั้งศพก็มีสวดกระอภิธรรม จะเป็น 3 วัน 7 วัน แล้วแต่กำลัง ต่อจากนั้นเผาเลยหรือบรรจุศพเก็บไว้ก่อนแล้วเผาภายหลังก็ได้ เรื่องเกี่ยวกับพิธีศพนี้สภาวัฒนธรรมแห่งชาติได้วางระเบียบไว้ดังนี้

1. งานพิธีศพ แบ่งเป็น 2 ประการ คือ

1.1 งานเฉพาะของเจ้าภาพ หมายถึงงานที่เจ้าภาพจัดขึ้นเป็นการภายใน ไม่มีการเชิญแขก เช่น งานอาบน้ำศพ งานทำบุญต่าง ๆ งานเผาศพ (เผาจริง) งานอัฐิ และงานอังคาร

1.2 งานรับแขก หมายถึงงานที่เจ้าภาพเชิญแขกไปในงาน เช่น งานทักษิณอนุสรณ์ งานฝังศพและงานเผาศพ

2. เมื่อมีคนตาย เจ้าภาพจะจัดให้มีการอาบน้ำศพหรือไม่มีก็ได้ เมื่อมีการอาบน้ำศพให้ทำให้เป็นงานเฉพาะของเจ้าภาพ ไม่ให้เชิญแขก คงอาบน้ำกันแต่บรรดาญาติ ผู้ใดไม่ไปอาบน้ำศพ ไม่ถือว่าขาดความเคารพ

3. เมื่อเจ้าภาพจัดการอาบน้ำศพเสร็จแล้ว นำศพลงที่ใส่ศพตั้งไว้

4. เมื่อตั้งศพเรียบร้อยแล้ว ควรกำหนดวันมีงานทักษิณานุสรณ์ โดยจัดให้เป็นงานรับแขกในโอกาสแรกอันจะพึงทำได้

ในงานนี้ให้มีการเคารพศพ เช่น จุดธูปเทียน หรือวางพวงดอกไม้หน้าศพ เป็นเบื้องต้น ถ้าเป็นศพมีเครื่องประกอบเกียรติยศ เช่น เครื่องประโคมหลวงก็ควรได้รับการประโคมในตอนนี้ด้วย ต่อจากนั้นก็ควรนิมนต์พระภิกษุสงฆ์เทศน์และบังสกุลแล้วเสร็จงาน

5. ต่อจากงานทักษิณานุสรณ์ เจ้าภาพจะทำบุญประการใดก็ได้ เป็นงานเฉพาะของเจ้าภาพ ไม่มีการเชิญแขก ผู้ใดไม่ไปในงานนี้ ไม่ถือว่าขาดความเคารพ

การทำบุญ 7 วัน 50 วัน 100 วัน หรือทำบุญทุก ๆ 7 วัน ชนิดการเชิญแขกนั้นเป็นอันไม่มี ถ้าเจ้าภาพจะทำก็ทำเป็นงานเฉพาะของเจ้าภาพ ไม่ต้องเชิญแขก ไม่ต้องมีการไปช่วย ไม่มีการถือว่าขาดอัธยาศัย

6. ถ้าเจ้าภาพจะจัดการฝังศพ ณ ที่ใด จะทำเป็นงานรับแขกก็ได้ โดยออกบัตรแจ้งไปยังแขกที่จะเชิญ กำหนดวันเวลา และที่ฝังศพ และเจ้าภาพจัดการรับแขก ณ ที่นั้น

การเชิญศพ และตามศพไป เป็นธุรกิจเฉพาะของเจ้าภาพ ถ้าเป็นศพที่จะฝังเลยไม่เผาก็ควรได้รับเครื่องประกอบเกียรติยศเวลาฝังทุกประการ

7. เมื่อกำหนดจะเผาที่ใด จึงปฏิบัติจัดเป็นงานรับแขกโดยเจ้าภาพแจ้งให้ผู้ที่จะไปเป็นแขกทราบกำหนดวันเวลา และสถานที่เผาศพ และเจ้าภาพจัดการรับแขก ณ ที่นั้น

การเชิญศพ ตามศพ เป็นธุรกิจเฉพาะของเจ้าภาพ ที่ควรมีขบวนแห่ ก็ควรได้รับเวลาเชิญศพไป

8. ระหว่างศพอยู่ ณ ที่สำหรับทำการเผา เจ้าภาพจะทำบุญประการใดก็ได้ โดยเป็นการเฉพาะของเจ้าภาพ ไม่มีการเชิญแขก

งานรับแขกเฉพาะตามกำหนดการ คือ ตามวัน เวลา ซึ่งแจ้งไปเท่านั้น ได้แก่ การทำบุญ เช่น เทศน์และบังสกุลหรือเฉพาะบังสกุลเท่านั้น แต่ควรใช้ระยะเวลาที่สุด เมื่อทำบุญเสร็จแล้ว จึงมีการเผาศพเริ่มด้วยการวางเครื่องขมาศพและจุดไฟเผาศพ

ถ้าศพใดมีเครื่องประกอบเกียรติยศ เช่น เครื่องประโคมหลวงก็ควรจะได้รับการประโคมในตอนนี้ (เกียรติยศของทหารก็ควรมีในวันนี้)

9. การเผาศพ ที่เรียกว่าเผาจริง งานเก็บกระดูก เลี้ยงพระสามหาบ งานฉลองกระดูก ตลอดจนงานอังคารหรืองานของเจ้าภาพ ไม่มีการเชิญแขก เว้นแต่งานอังคารกับศพที่เผามาจากต่างประเทศ จึงจะปฏิบัติดุจงานเผาศพ

10. ในการไปฌาปนกิจศพแขกผู้ไปในงานนี้ต้องนำเครื่องขมาศพ คือธูปเทียน ดอกไม้เทียน ดอกไม้จันทร์ ของตนเองไปทำการเคารพศพ ขมาศพ

โลงศพที่ใช้ในปัจจุบัน

ตำนานดั้งเดิมจะมีมาอย่างไรนั้น ยังค้นหาไม่พบที่มาอันแน่นอน เป็นแต่อาศัยพงศาวดารประกอบกับการสันนิษฐาน ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปนี้ (แปลก สนธิรักษ์. 2515 : 63.)

โกศที่ใช้กันอยู่เป็นประจำในสมัยทุกวันนี้ มีอยู่ 14 ชนิด สูงต่ำตามบรรดาศักดิ์ สำหรับประกอบศพบ้าง สำหรับพระราชทานแก่ศพเจ้านายบ้าง และแก่ศพผู้มีบรรดาศักดิ์บ้าง ดังนี้ :-

1. พระโกศทองใหญ่
2. พระโกศทองรองทอง (นับเสมอกับพระโกศทองใหญ่นั้นด้วย)
3. พระโกศทองเล็ก
4. พระโกศทองน้อย
5. พระโกศกุดั่นใหญ่
6. พระโกศกุดั่นน้อย
7. พระโกศมณฑปใหญ่
8. พระโกศมณฑปน้อย
9. พระโกศไม้สิบสอง
10. พระโกศลังกา (ซึ่งต่อมาได้มีชื่อเรียกว่าพระโกศพระองค์เจ้า)

11. โกศราชนิกูล
12. โกศเกราะ
13. โกศแปดเหลี่ยม
14. โกศโถ

นอกเหนือจากรายละเอียดที่ได้กล่าวมาแล้ว ตามความเชื่อของแต่ละเชื้อชาติในเรื่องของโลงศพนั้นย่อมจะแตกต่างกันไปด้วย สำหรับของคนไทยนั้นนิยมใช้โลงศพสีขาวลายเทพพนม มีการแบ่งชั้นต่าง ๆ ตามยศถาบรรดาศักดิ์และฐานะของผู้เสียชีวิต ส่วนมากมักทำจากไม้ชนิดต่าง ๆ โดยสนนราคาสำหรับโลกศพแบบไทยจะอยู่ในระดับ 3,000 บาทขึ้นไป หรืออาจจะมากกว่านั้น ตามแต่ตกลงกันให้มีการออกแบบเป็นพิเศษ

โลงศพที่ได้รับความนิยมอย่างมากอีกประเภทหนึ่ง คือ โลงศพแบบดอกจำปาของชาวจีน ที่ทำจากไม้เนื้อแข็งที่นิยมมากคือไม้สักซุง แต่เดิมโลงจำปาชั้นดีต้องใช้ไม้หน้ากว้างมาขุดให้เป็นโลงศพ แต่ในระยะหลังไม้ซุงนั้นหายาก และมีจำนวนน้อยทำให้หันมาใช้วิธีการประกอบเข้าทีละด้าน และไม่ใช้การตอกตะปู แต่จะใช้การเข้าชั้นตอกลิ่มแทน และจะมีราคาสูงมาก

ในการสร้างโลงศพหลังหนึ่งนั้นไม่ใช่เรื่องง่ายและต้องอาศัยความร่วมมือจากทีมงานหลาย ๆ สาขา ตั้งแต่การออกแบบ การจัดหาวัสดุ ช่างไม้ ช่างสี และอาจจะมีช่างมีฝีมืออื่น ๆ มาช่วยตามแต่ต้องการ โดยงานแต่ละขั้นตอนจะมีการประสานงานกันอย่างดีเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และส่วนมากผู้ที่จะสั่งซื้อโลงศพ มักจะมาแบบกระทันหัน และไม่นิยมสั่งก่อนล่วงหน้าเป็นเวลานาน ทำให้การสร้างโลงศพหลังหนึ่งต้องเตรียมความพร้อมตลอดเวลา

2. วัสดุที่ใช้ในการทำโลงศพ

การผลิตไม้อัดในกระบวนการต่าง ๆ และราคาไม้อัดในแต่ละขนาดเพื่อเปรียบเทียบกับกระดาษลูกฟูกที่ได้นำมาใช้ในงานวิจัย กระบวนการผลิตแผ่นพลาสติกเพื่อนำมาประกอบกับโลงศพกระดาษลูกฟูกที่ได้ออกแบบไว้

2.1 ประเภทงานไม้

ไม้อัด (Plywood) เป็นวัสดุก่อสร้างที่มีแผ่นบางใช้ในการก่อสร้างมาก ทั้งภายในและภายนอก เช่น ใช้ในการทำฝา ทำฝ้าเพดาน ทำเครื่องเรือนและเครื่องใช้อื่น ๆ ไม้อัดทำโดยใช้ไม้แผ่นบางมาทากาวประกบกัน โดยกลับเสี้ยนกัน ทำให้มีกำลังดีขึ้น ลำดับขั้นในการทำไม้อัดมีดังนี้
(พงษ์พัน วรสุนทโรทก. 2521 : 72.)

1. ปอก ครั้งแรกนำไม้ท่อนซุงมาตัดหัวท้ายให้ยาวพอเหมาะที่จะเข้าเครื่องจักรสำหรับปอกได้ เมื่อเอาเปลือกออกแล้วก็นำเข้าเครื่องปอกไปตามส่วนกลมของต้นไม้ ออกมาเป็นแผ่นบาง ๆ ขนานกับวงงอกประจำปีของไม้เรียกว่า การตัดแบบเวอร์เนีย (Veneer Cuting) การปอกชนิดนี้จะได้ไม้ออกมาบางและความกว้างของแผ่นไม้ที่ปอกออกมาจะเท่ากับความยาวของท่อนซุงนั้น ๆ

2. ฝาน เมื่อปอกออกมาเป็นแผ่นบางแล้ว นำมาฝานให้ได้ขนาดใกล้เคียงกับแผ่นไม้อัดที่จะทำแผ่น แผ่นไม้อัดที่ผลิตออกมาจำหน่ายโดยมากมีขนาดกว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต ขนานความหนาของไม้ที่ฝานออกประมาณ 8 - 1.5 มิลลิเมตร

3. อบ เมื่อฝานเสร็จเรียบร้อยแล้วนำไม้แผ่นบาง ๆ นี้ไปเข้าเครื่องอบเพื่อไล่ความชื้นออกไปด้วยอุณหภูมิสูง เมื่อเรียบร้อยแล้วส่งออกมาเตรียมงานสำหรับทากาวต่อไป

4. ทากาว ทากาวไม้อัดแล้วนำเข้าเครื่องอัด ไม้ที่เอามาอัดนั้นจะต้องให้เสี้ยนสลับกัน กาวที่ใช้อัดจะเป็นเครื่องบ่งบอกคุณภาพของไม้อัดด้วย ไม้อัดที่ใช้ภายนอกสามารถใช้ในที่ถูกน้ำใช้ทำเรือได้ แต่จะต้องใช้กาวที่มีคุณสมบัติทนน้ำได้ กาวที่ใช้นี้เป็นกาวชนิดฟีมอลฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งมีราคาแพง สำหรับไม้อัดที่ใช้ภายในหรือในที่ที่ไม่ถูกน้ำหรือความชื้น โดยมากใช้กาวชนิดยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea Formaldehyde) ซึ่งราคาถูก ไม้อัดทั่ว ๆ ไปที่ทำออกจำหน่ายชนิดไม่ทนน้ำประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ของไม้อัดทั้งหมดที่ผลิตออกมาจะใช้กาวชนิดนี้ได้ กาวอย่างอื่นที่ใช้ผลิตไม้อัดก็มีพวกเคซีนซึ่งเป็นกาวที่ทำจากน้ำนม เช่น นมวัว กาวพวกโปรตีนจากพืช (Vagetable Protein) ซึ่งเป็นกาวที่ทำจากเมล็ดพืชที่มีโปรตีน เช่น พวกถั่วต่าง ๆ และพวกกาวจากสัตว์ (Animal Glue) ซึ่งเป็นกาวที่ทำจากหนังสัตว์ เขาสัตว์ และกระดูกสัตว์

5. อัด เมื่อทากาวแล้วส่งเข้าเครื่องอัดด้วยแรงอัดประมาณ 150 - 250 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิเวลาอัดประมาณ 220 - 230 องศาฟาเรนไฮต์ แล้วทิ้งไว้จนกว่ากาวแข็งตัวแล้วนำออกมาจากเครื่องอัด การอัดแบบวิธีร้อน (Hot Press) ใช้เวลาเพียง 4 - 5 นาทีเท่านั้น

6. ตัดริม นำมาตัดริมให้เรียบร้อยให้ได้ขนาดมาตรฐาน เช่น ขนาด 4 x 4 ฟุต และ 122 x 244 เซนติเมตร

7. ขัด โดยเอาเข้าเครื่องขัดด้วยกระดาษทรายเพื่อให้ผิวเรียบพร้อมที่จะใช้งานได้

8. นำเข้าคลัง เพื่อเก็บรอการส่งจำหน่ายต่อไป

ไม้อัดที่บริษัทไม้อัดไทยทำออกจำหน่ายนั้นมีทั้งไม้สัก 2 หน้า (ส/ส) สักด้านหนึ่งและยางด้านหนึ่ง (ส/ย) ยางทั้งสองด้าน (ย/ย) ไม้สยา ชุมแพรก แดงน้ำ ตะเคียน จำปา มะม่วง มะปิ่น ยมหอม ยมหิน ความหนานั้นมี 4, 6, 10, 15 และ 20 มิลลิเมตร ส่วนความยาวมีทั้งขนาดที่เป็นฟุต คือ 6, 8 ฟุต และขนาดที่เป็นเซนติเมตร คือ 244 เซนติเมตร ความกว้างมีทั้งขนาดที่เป็นฟุต คือ 3, 4 ฟุต และขนาดที่เป็นเซนติเมตร คือ 122 เซนติเมตร ชนิดที่เรียกมีชนิดพิเศษ ชนิดดี ชนิดกลาง ถ้าเรียกตามประเภทการใช้มีชนิดภายนอกและชนิดภายใน

ในกระบวนการศึกษาข้อมูลของการผลิตแผ่นพลาสติก เพื่อนำมาใช้ประกอบกับโลงศพกระดาษลูกฟูก ได้กล่าวถึงประเภทของพลาสติกต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานที่จะทำประกอบกับการทำโลงศพกระดาษลูกฟูก สำหรับในเนื้อหาของงานพลาสติกแผ่นนั้น ได้ศึกษาประเภทพลาสติกชนิด โพลิไวนีลคลอไรด์ เท่านั้น ซึ่งพลาสติกประเภทนี้ได้นำมาประกอบกับการทำโลงศพกระดาษลูกฟูก และยังมีคุณสมบัติที่เหมาะสม จึงได้เลือกพลาสติกประเภทนี้มาประกอบกับการทำงานในเรื่อง และจึงขอกล่าวในเรื่องกรรมวิธีการผลิตพลาสติก ชนิด โพลิไวนีลคลอไรด์ ชนิดแบบลูกกลิ้ง ดังนี้

กรรมวิธีการผลิตแบบลูกกลิ้ง

กรรมวิธีการผลิตแบบนี้ได้ดัดแปลงมาจากกรรมวิธีการผลิตในอุตสาหกรรมผลิตแผ่นยางธรรมชาติ อุตสาหกรรมอื่น ๆ ที่ได้ดัดแปลงไปใช้ก็มี เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ เสื่อน้ำมัน และโลหะแผ่น

ขั้นการผลิต มีดังนี้ (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2539 : 182.)

1. ใช้เทอร์โมพลาสติกชนิดเหลวหรือผง ผสมกับวัสดุชนิดอื่น เช่น วัสดุทำให้แข็งแรง (Stabilizer) วัสดุช่วยให้ลื่นตัว (Lubricant) และวัสดุช่วยให้อ่อนตัว (Plasticizer) เพื่อต้องการให้อ่อนนุ่ม ฯลฯ แล้วนำเข้าเครื่องผสมและบดผ่านไปยังส่วนให้ความร้อน ทำให้ส่วนผสมหลอมละลาย

2. ส่วนผสมหลอมละลายผ่านลูกกลิ้งทรงกระบอกรีดออกเป็นแผ่น บางชนิดมีลูกกลิ้งคู่ ต่อไปรีดแผ่นที่ออกมาให้มีลวดลายต่าง ๆ ประกอบเข้าไปด้วย

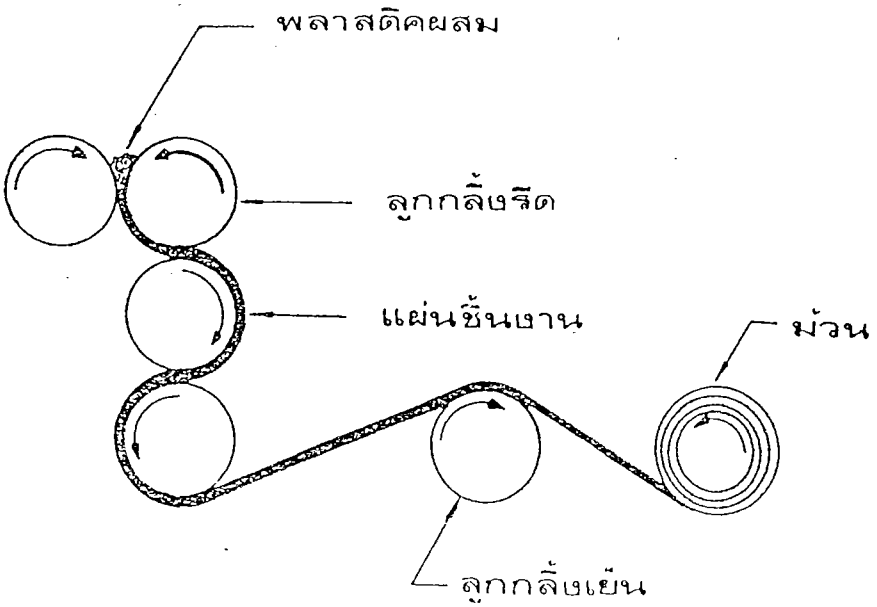
3. แผ่นชิ้นงานที่ได้จะเคลื่อนผ่านลูกกลิ้งเย็น ช่วยให้แข็งตัวคงรูปแล้วเข้าม้วนเก็บต่อไป

ชนิดของพลาสติก

ใช้เทอร์โมพลาสติก พี.วี.ซี. เป็นพลาสติกที่ใช้มากที่สุด

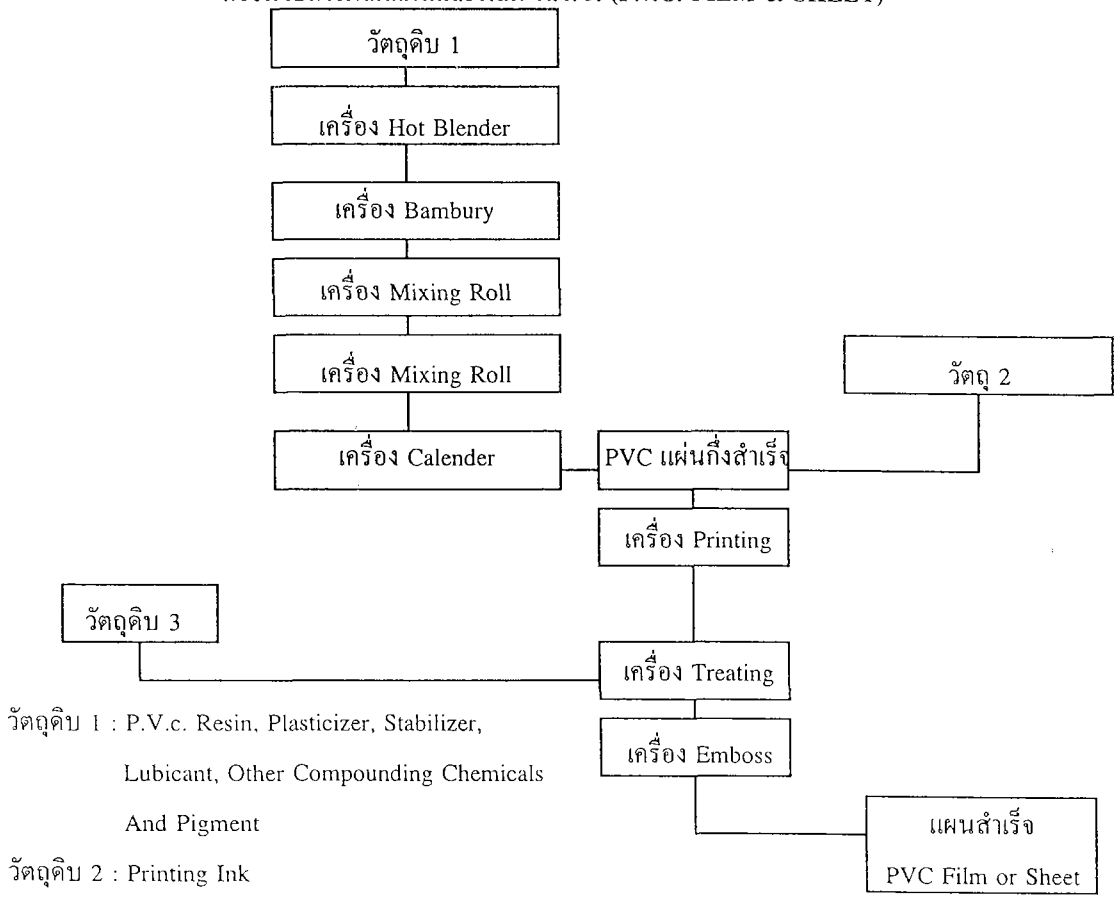
ชนิดของผลิตภัณฑ์

ผ้ายาง พี.วี.ซี. ชนิดต่าง ๆ กระเบื้องยาง ฯลฯ (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2539 : 183.)



ภาพประกอบ 2 แสดงแบบลูกกลิ้ง

กรรมวิธีการผลิตแผ่นและฟิล์ม พี.วี.ซี. (P.v.C. FILM & SHEET)



วัตถุดิบ 1 : P.V.c. Resin, Plasticizer, Stabilizer, Lubicant, Other Compounding Chemicals And Pigment

วัตถุดิบ 2 : Printing Ink

วัตถุดิบ 3 : Surface Treating Agent

ภาพประกอบ 3 แสดงกรรมวิธีแบบลูกกลิ้ง

ขั้นการผลิต

นำวัตถุดิบ 1 ใส่เข้าเครื่อง Hot Blender เพื่อผสมให้เข้ากันแล้วผ่านเข้าเครื่อง Bambury เพื่อผสมด้วยความร้อนและแรงอัดให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน นำวัตถุดิบที่เป็นเนื้อเดียวกันนี้ผ่านเครื่อง Mixing Roll 1 และ 2 เพื่อรีดให้เนื้อ Compound ให้ละเอียดยิ่งขึ้น จึงผ่านไปยังเครื่อง Calender รีดออกเป็นแผ่น P.V.C. ครึ่งสำเร็จรูป จากนั้นจึงผ่าน P.V.C. แผ่นนี้เข้าเครื่องพิมพ์สีใช้

วัตถุดิบ 2 (Printing ink) พิมพ์ตามสีที่ต้องการ แล้วจึงผ่าน พี.วี.ซี. แผ่นนี้ได้เข้าเครื่อง Surface Treating เพื่อเคลือบผิวให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น โดยใช้

วัตถุดิบ 3 Surface Treating Agent สุดท้ายจึงนำแผ่น พี.วี.ซี. ที่ได้เข้าเครื่อง Emboss เพื่อพิมพ์ลายนูนได้เป็น P.V.C. แผ่นสำเร็จ

กระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับการผลิตภัณฑ์ของ Polyvinyl chloride

งานรีด (Calendering)

งานรีดในงานพลาสติก หมายถึง งานขึ้นรูป Thermoplastic โดยให้พลาสติกผ่านลูกรีด 2 ตัว หรือมากกว่าจนได้แผ่นพลาสติกยาวต่อเนื่องกันไม่รู้จบ งานรีดมีบทบาทเป็นพิเศษในการผลิตแผ่นฟิล์ม PVC มีคุณสมบัติที่ดีในการเป็นวัสดุห่อหุ้มได้ดีมาก นอกจากนั้นแล้วยังสามารถทำเป็นแผ่นแข็งหรืออ่อนที่เหมาะสมสำหรับใช้ในสำนักงาน หรือใช้เป็นวัสดุตกแต่งต่าง ๆ

ตามหลักการแล้ว Themoplastic ทุกชนิดที่มีช่วงของเหลวเหนียวกว้างและความหนืดสูงพอเพียงที่จะใช้ในงานรีดได้ทั้งนั้น แต่โดยทั่ว ๆ ไป จะใช้เฉพาะพลาสติกที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เท่านั้น คือ Polyvinyl Chloride PVC ทั้งนี้ เพราะว่า PVC มีคุณสมบัติเหลวเหนียวมากกว่าพลาสติกอื่น ๆ ทั้งหมด เมื่อหลอมละลายเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ และส่วนมากพลาสติกชนิดนี้จะผลิตโดยกรรมวิธีการรีดจากลูกกลิ้ง

ตาราง 2 ส่วนผสมของ PVC ที่ใช้ผลิตเป็นแผ่นฟิล์ม

ส่วนผสม	PVC แข็ง	PVC อ่อน
PVC-S หรือ E	100 ส่วน	100 ส่วน
Softener	-	50 ส่วน
Stabilisor	2 ส่วน	1.5 ส่วน
สารนำร่อง	1.5 ส่วน	0.5 ส่วน
สี	2 ส่วน	2 ส่วน

2.2 ประเภทกระดาษลูกฟูก

กระดาษ เป็นวัสดุที่นิยมใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมภาชนะบรรจุทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้ว และกำลังพัฒนา โดยเฉพาะการนำไปใช้ผลิตภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งภายในประเทศและเพื่อการส่งออก แนวโน้มปริมาณความต้องการใช้กระดาษ เพื่อผลิตภาชนะบรรจุยังจะขยายตัวสูงขึ้นอีกมากในอนาคตในประเทศไทยความต้องการใช้กระดาษโดยเฉพาะคราฟท์และกระดาษแข็งเพื่อผลิตภาชนะบรรจุได้ขยายตัวในอัตราสูงอย่างต่อเนื่อง นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 เป็นต้นมา ดังตารางข้างล่างที่แสดงปริมาณความต้องการใช้กระดาษเหนียวและกระดาษแข็ง ปี พ.ศ. 2528 - 2537 (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเรื่องกล่องกระดาษลูกฟูก. 2538 : 1-4)

ตาราง 3 แสดงปริมาณความต้องการใช้กระดาษเหนียวและกระดาษแข็งในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2528 - 2537

ปี	กระดาษคราฟท์		กระดาษแข็ง (หน่วย : ตัน)	
	ปริมาณการผลิต	ความต้องการใช้	ปริมาณการผลิต	ความต้องการใช้
2528	220,800	223,436	60,635	71,254
2529	257,320	259,274	64,537	60,044
2530	358,857	354,657	70,031	60,975
2531	461,000	458,848	75,793	95,812
2532	518,000	511,700	82,880	121,754
2533	560,000	579,119	86,650	120,288
2534*	-	-	-	-
2535[c]	1,338,000	648,000	331,000	180,000
2536[c]	1,841,000	717,000	331,000	200,000
2537[c]	1,841,000	792,000	331,000	220,000

การที่วัสดุประเภทกระดาษได้รับความนิยมใช้อย่างกว้างขวางเพื่อผลิตเป็นภาชนะบรรจุประเภทต่าง ๆ ได้แก่ กล่อง ถุง ถ้วย ของ และกระป๋องนั้น เนื่องจากกระดาษมีราคาถูก น้ำหนักเบาสะดวกต่อการบรรจุและการขนย้ายเมื่ออยู่ในรูปของภาชนะบรรจุ ไม่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะเพราะทำลายได้ง่าย ใช้แล้วสามารถนำกลับไปสู่กระบวนการผลิตใหม่ได้อีก รวมทั้งสามารถออกแบบกราฟฟิคบนพื้นผิวของกระดาษได้ง่ายและสวยงาม

2.2.1 กรรมวิธีการผลิตและกระดาษลูกฟูกชนิดต่าง ๆ

กระดาษ เป็นผลผลิตของเยื่อ (Pulp) ซึ่งได้จากพืชประเภทที่ให้เยื่อใยยาว และเยื่อใยสั้น พืชที่ให้เยื่อใยยาว ซึ่งเป็นเยื่อที่มีความเหนียวสูงนั้น ที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ พืชพวกไม้สนซึ่งเป็นพืชเมืองหนาว การผลิตกระดาษในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังต้องนำเข้าเยื่อใยยาวจากต่างประเทศมาใช้สำหรับพืชที่ให้เยื่อใยสั้นซึ่งมีความเหนียวต่ำได้จากพืชหลายตัว ที่หาได้จากภายในประเทศและใช้กันมากได้แก่ ชานอ้อย ฟางข้าว หญ้าขจรจบ และปอแก้ว นอกจากเยื่อแล้ววัตถุดิบที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิตกระดาษ ได้แก่ สารเคมีต่าง ๆ เพื่อช่วยให้กระดาษที่ผลิตได้มีความเหนียว และคงทนต่อการใช้งาน

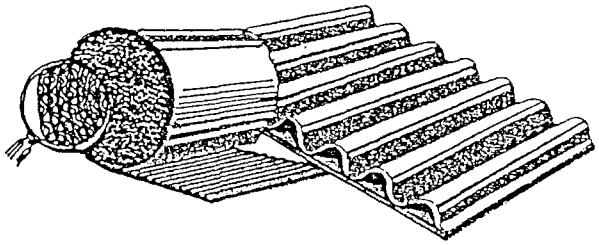
กระดาษมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีคุณสมบัติแตกต่างกัน กระดาษที่นำมาใช้กันมากในอุตสาหกรรมภาชนะบรรจุอาหาร ได้แก่ กระดาษคราฟท์ (Kraft Paper) กระดาษกรีซปูรฟ (Greaseproof Paper) กระดาษกลาสซีน (Glassine Paper) กระดาษพาชเม็นท์ (Parchment Paper) กระดาษเคลือบไข (Waxed Paper) และกระดาษแข็ง (Paperboard)

กระดาษทำลอนลูกฟูก (Fluting Medium or Corrugated Medium) เป็นกระดาษที่ได้นำมาขึ้นลอน เพื่อให้อยู่ระหว่างกระดาษทำผิว กระดาษทำลอนลูกฟูกที่มีคุณภาพดีจะได้จากพืชประเภทที่ให้เยื่อใยสั้น โดยทั่วไปกระดาษทำลอนลูกฟูกมักผลิตจากกระดาษที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ซึ่งมีคุณภาพต่ำกว่าแระดาษทำลอนลูกฟูกที่ผลิตจากเยื่อใหม่ทั้งหมด

กระดาษลูกฟูก (Corrugated Fibreboard) มีโครงสร้างประกอบด้วยกระดาษเหนียวสำหรับทำผิวกล่อง และกระดาษทำลอนลูกฟูก กระดาษลูกฟูกใช้เป็นวัสดุผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกสำหรับบรรจุ ผักผลไม้สด อาหารกระป๋อง และเครื่องดื่ม เพื่อการขนส่ง และจัดจำหน่าย

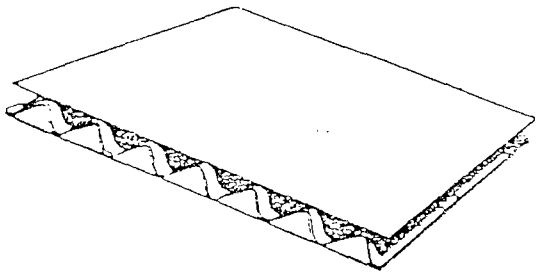
กระดาษลูกฟูกแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด ตามลักษณะโครงสร้าง ได้แก่

แผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น หรือหน้าเดียว (Single - Faced Corrugated Board) ประกอบด้วยกระดาษทำลอนลูกฟูก 1 แผ่น ทากาวแล้วติดกับกระดาษทำผิวกล่อง 1 แผ่น นิยมใช้หุ้มห่อภาชนะบรรจุ เช่น ขวดสุรา เป็นต้น หรือทำเป็นแผ่นรองภายในกล่องเพื่อใช้เป็นวัสดุกันการกระแทก



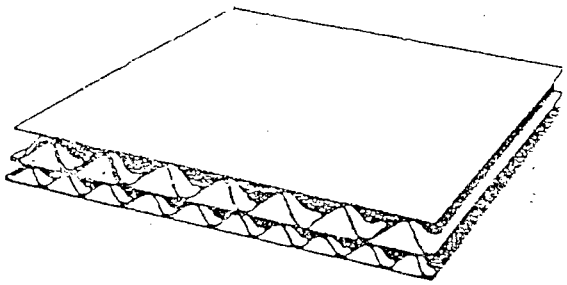
ภาพประกอบ 4 แสดงแผ่นกระดาษลูกฟูกหน้าเดียว

แผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น หรือ 2 หน้า (Single - Wall or Double - Faced Corrugated Board) ประกอบด้วยกระดาษทำลอนลูกฟูก 1 แผ่น ทากาวแล้วติดกับกระดาษทำผิวกล่อง 2 แผ่น ทั้ง 2 ด้านของลอน รวมเป็นกระดาษ 3 ชั้น มักนำไปใช้ทำกล่องกระดาษลูกฟูกบรรจุผลิตภัณฑ์เพื่อการขนส่งภายในประเทศหรือการส่งออกต่างประเทศ เช่น อาหารกระป๋อง เป็นต้น



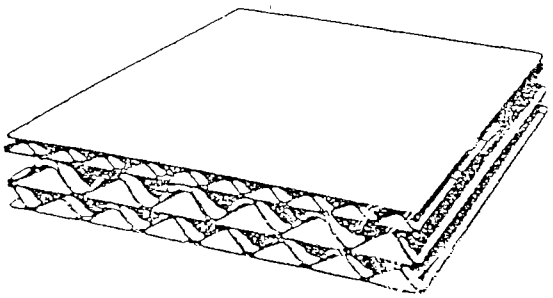
ภาพประกอบ 5 แสดงแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น

แผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น (Double Wall Corrugated Board) ประกอบด้วยกระดาษ 5 ชั้น ชั้นที่ 1 3 และ 5 เป็นกระดาษทำผิวกล่อง ส่วนชั้นที่ 2 และชั้นที่ 4 เป็นกระดาษทำลอนลูกฟูกที่เป็นลอนชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดกันก็ได้ มักนำไปใช้ทำกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ต้องการการป้องกันมาก เช่น ผักผลไม้สด น้ำผลไม้ในขวดแก้ว



ภาพประกอบ 6 แสดงแผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น

แผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น (Triple - Wall Corrugated Board) ประกอบด้วยกระดาษ 7 ชั้น ชั้นที่ 1 3 5 และ 7 เป็นกระดาษทำผิวกล่อง ส่วนชั้นที่ 2 4 และ 6 เป็นกระดาษทำลอนลูกฟูกที่เป็นลอนชนิดเดียวกัน หรือต่างชนิดก็ได้ แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิดนี้ใช้งานได้ไม่กว้างขวางนัก มักทำเป็นกล่องบรรจุสินค้าขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก เพื่อการส่งออก



ภาพประกอบ 7 แสดงแผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น

ลอนที่ใช้ทำกระดาษลูกฟูกมี 4 ชนิด ได้แก่ ลอนเอ (A) บี (B) ซี (C) และอี (E) แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ตามจำนวนลอนต่อความยาว 1 เมตร และความสูงของลอน ลักษณะเฉพาะของลอนแต่ละชนิดมีดังนี้

ตาราง 4 แสดงจำนวนชนิดลอนต่าง ๆ ของกระดาษลูกฟูก

ชนิดของลอน	จำนวนลอนต่อเมตร	ความสูงของลอน (มม.)
เอ	108 $\pm$ 10	4.8
บี	154 $\pm$ 10	2.4
ซี	128 $\pm$ 10	3.6
อี	295 $\pm$ 10	1.2

ลอนเอ เหมาะสำหรับทำกล่องที่ใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักไม่มาก ต้องการป้องกันการกระแทกและต้านทานน้ำหนักของกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ซ้อนกันหลายชั้นขณะขนส่งหรือเก็บรักษา

ลอนบี เหมาะสำหรับทำกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมาก และตัวผลิตภัณฑ์นั้นสามารถช่วยรับน้ำหนักที่ซ้อนกันอยู่ได้ เช่น พวกเครื่องกระป๋อง

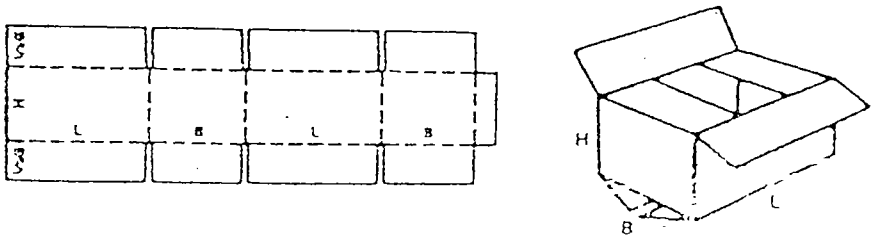
ลอนซี มีคุณสมบัติอยู่ระหว่างลอนเอและบี เหมาะทำกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักปานกลาง สามารถต้านทานต่อการวางซ้อนได้

ลอนอี เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบาและขนาดไม่ใหญ่ มักใช้ทำกล่องขนาดเล็กเพื่อการขายปลีก แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิดลอนอีนี้ส่วนใหญ่จะใช้กระดาษทำผิวกล่องที่ผ่านการฟอกขาว เพื่อประโยชน์การพิมพ์ที่สวยงาม

ในการนำแผ่นกระดาษลูกฟูกมาขึ้นรูปเป็นกล่องนั้นสามารถทำได้หลายรูปแบบ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะบางรูปแบบที่ใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรมภาชนะบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม ได้แก่

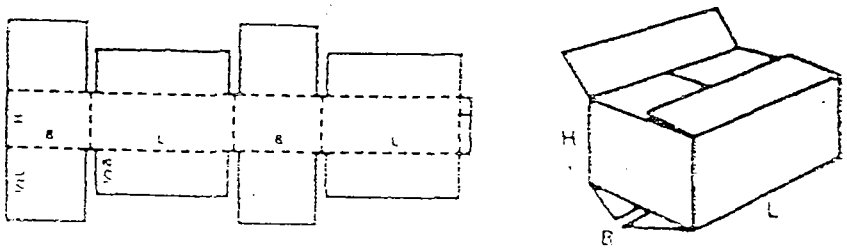
- แบบเรกอิวเลอะ สล็อต คอนเทนเนอร์ (Gegular Slotted Container - RSC) กล่องแบบ RSC นี้ ฝากล่องจะมีความกว้างเท่ากันหมด ฝากล่องแผ่นนอกจะบรรจบกันที่แนวกึ่งกลางของกล่องทางด้านยาวของกล่อง ส่วนฝากล่องแผ่นในไม่พบกัน กล่องแบบนี้ผลิตจากแผ่นกระดาษลูกฟูก 1 แผ่น โดยผ่านการทับเส้น ตัดเซาะร่อง ทำให้สามารถพับเป็นรูปต่าง ๆ ตามที่ได้รับการออกแบบ การส่งกล่องแบบนี้ไปยังผู้ซื้อมักส่งเป็นแผ่นพับแบนราบ เมื่อจะบรรจุผลิตภัณฑ์ก็นำ

มาคลี่ออก พับเป็นกล่องได้ทันที การปิดเปิดกล่องทำได้ง่าย สิ้นเปลืองกระดาษน้อยกว่ากล่องแบบอื่น



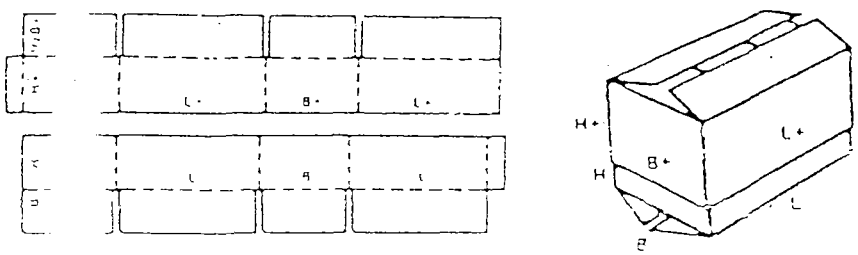
ภาพประกอบ 8 แสดงกล่องลูกฟูกแบบเรกอิวเลอะ สล็อต คอนเทนเนอร์

- กล่องแบบ เซนเทอะ ซเพเซ้ล โอเฝ่อะแล็พ สล็อต คอนเทนเนอร์ (Center Special Overlap Slotted Container, CSOSC) กล่องแบบนี้ ฝากล่องด้านในจะพบกันที่แนวกึ่งกลางตามด้านกว้างของกล่อง ส่วนฝากกล่องแผ่นนอกจะทับกันไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว กล่องแบบนี้ให้การป้องกันผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายในได้ดีกว่ากล่องแบบเรกอิวเลอะ สล็อต คอน เทนเนอร์



ภาพประกอบ 9 แสดงกล่องลูกฟูกแบบ เซนเทอะ ซเพแซ้ล โอเฝอะแล็พ สล็อต คอนเทนเนอร์

- กล่องแบบ ฟูล เทลอิชโคพ ฮาฟ สล็อต บ็อกซ์ (Full Telescope Half Slotted Box. Fthf) ประกอบด้วยกล่อง 2 ชิ้น คือ ตัวกล่องและฝาครอบ ทั้งตัวกล่องและฝาครอบต่างก็เป็นแบบ เรกอิวเลอะ สล็อต (Regular Slot) โดยฝาครอบจะครอบตัวกล่องได้มิดพอดี กล่องแบบนี้ให้ความแข็งแรงในการเรียงซ้อนมากที่สุด และสามารถให้การป้องกันผลิตภัณฑ์ที่บรรจุได้อย่างดี สะดวกในการปิดเปิด มักใช้บรรจุผลิตภัณฑ์โดยเฉพาะผักผลไม้สด



ภาพประกอบ 10 แสดงกล่องลูกฟูกแบบฟูล เทลอิชโคพ ฮาฟ สล็อต บ็อกซ์

2.2.2 กระดาษลูกฟูกที่มีคุณสมบัติในก่ารใช้งาน

แผ่นกระดาษลูกฟูกเป็นวัตถุดิบที่ได้รับความนิยมสูงสำหรับการผลิตเป็นภาชนะบรรจุซึ่งเรียกว่า "กล่องกระดาษลูกฟูก" (Corrugated Fibreboard Boxes) ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีเด่นหลายประการ อาทิ ใช้บรรจุสินค้าได้แทบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นผลิตผลหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ให้ความสะดวกในการเก็บรักษา จัดจำหน่าย และขนส่ง สามารถออกแบบให้มีความแข็งแรงและรูปทรงแตกต่างกันตามความต้องการ กล่องที่ใช้แล้วสามารถนำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ได้ จึงไม่ก่อปัญหามลภาวะ ถึงแม้กล่องกระดาษลูกฟูกจะเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายเพื่อการขนส่งและจัดจำหน่ายก็ตาม แต่ก็ยังปรากฏว่ามีผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอีกจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจถึงคุณสมบัติ และการเลือกใช้กล่องอย่างถ่องแท้ ดังนั้นจึงควรได้มีการศึกษาในเรื่องนี้นับตั้งแต่วัตถุดิบ รูปแบบประเภท และข้อพิจารณาในการเลือกใช้กล่องอย่างถูกวิธีเพื่อให้การใช้งานบรรลุประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่สุด

ปัจจัยพื้นฐานในการใช้กล่องกระดาษลูกฟูกให้เป็นภาชนะบรรจุที่สมบูรณ์มีหลักการดังนี้

- วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกล่องต้องมีคุณภาพดี
- กล่องกระดาษลูกฟูกที่ผลิตได้ในแต่ละชุดควรมีคุณภาพสม่ำเสมอ และได้มาตรฐาน

วัตถุดิบที่สำคัญสำหรับการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ได้แก่

กระดาษทำผิวกล่อง (Outer and Inner Facing Liners)

กระดาษทำผิวกล่อง หมายถึง กระดาษที่ใช้ประกบกับกระดาษลูกฟูก มีผิวเรียบสม่ำเสมอ โดยทั่วไปทำมาจากเส้นใยยาวโดยกรรมวิธีซัลเฟต กระดาษชนิดนี้บางครั้งจะเรียกว่า "Kraftlliner" หรือ "Linerboard" มีสีธรรมชาติเป็นสีน้ำตาล แต่สามารถฟอกให้เป็นสีขาวได้ อย่างไรก็ตามกรรมวิธีการฟอกขาวจะมีผลให้ความเหนียวหรือความแข็งแรงของกระดาษลดลงร้อยละ 5 - 10 ในบางกรณีอาจจะผสมเยื่อกระดาษที่ใช้แล้วลงไปในเยื่อใยยาว ซึ่งเรียกกระดาษทำผิวกล่องชนิดนี้ว่า "Testliner" กล่องกระดาษลูกฟูกที่ทำมาจากกระดาษชนิดนี้จะมีความแข็งแรงต่ำกว่าที่ทำมาจาก Kraftliner โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการใช้กล่องภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชุ่มชื้น

กระดาษทำผิวกล่องมี 3 เกรด แต่ละเกรดมีมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้

(ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2532 : 49)

- เกรด S เรียกย่อ ๆ ว่า KS มีน้ำหนักมาตรฐาน 170 ก.ตร.ม. (g / m^2)

สีขาวคุณภาพสูงเหมาะสำหรับทำกล่องที่ต้องการความสวยงามด้านการพิมพ์

- เกรด A เรียกย่อ ๆ ว่า KA มีน้ำหนักมาตรฐาน 125 150 185 230 ก.ตร.ม. (g / m^2)

สีทองคุณภาพพิเศษ ได้รับเครื่องหมายผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษเหนียว (มอก. 170 - 2529) ประเภทกระดาษทำผิวกล่องที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ เช่น กล่องโทรทัศน์ กล่องเครื่องยนต์

- เกรด I เรียกย่อ ๆ ว่า KI มีน้ำหนักมาตรฐาน 125 150 185 ก.ตร.ม. (g / m^2)

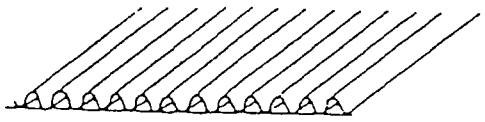
สีน้ำตาลอ่อนคุณภาพรองจากเกรด KA ได้รับเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษเหนียว (มอก.170 - 2529) เหมาะสำหรับทำกล่องที่ต้องการความแข็งแรง เช่น กล่องบรรจุน้ำอัดลม

กระดาษทำลูกฟูก (Corrugating Medium, Facing)

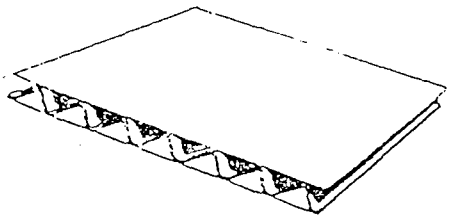
กระดาษทำลูกฟูก หมายถึง กระดาษที่นำมาขึ้นลอนเพื่อให้อยู่ระหว่างกระดาษทำผิวกล่องกระดาษลูกฟูกที่มีคุณภาพดีได้มาจากเส้นใยสั้นของไม้เนื้อแข็ง โดยกรรมวิธีต้มเยื่อแบบกึ่งเคมี โดยทั่วไปกระดาษชนิดนี้มักผลิตมาจากกระดาษที่ใช้แล้ว และมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "Bogus Medium" ซึ่งมีคุณภาพต่ำกว่ากระดาษลูกฟูกที่กล่าวตอนต้น กระดาษทำลูกฟูกที่ผลิตแบ่งออกเป็น 2 เกรดด้วยกันคือ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2532 : 49)

1. กระดาษทำลูกฟูกเกรด A (Corrugating Medium : A Grade ใช้ชื่อย่อ CA) น้ำหนักมาตรฐานที่ผลิตมี 115 125 และ 135 กรัมต่อตารางเมตรและใช้ชื่อย่อตามน้ำหนักมาตรฐานเป็น CA115 CA125 และ CA135 ตามลำดับ

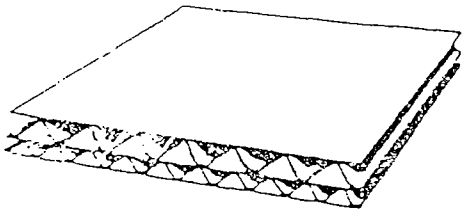
2. กระดาษทำลูกฟูกเกรด B (Corrugating Medium : B Grade ใช้ชื่อย่อ CB) น้ำหนักมาตรฐานที่ผลิตมี 115 และ 125 กรัมต่อตารางเมตรและใช้ชื่อย่อตามน้ำหนักมาตรฐานเป็น CB115 CB125 ตามลำดับ



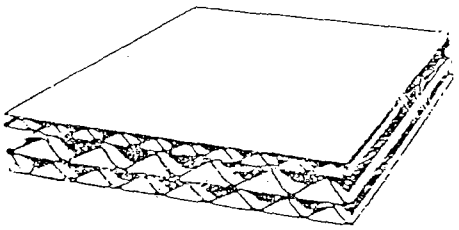
แผ่นกระดาษลูกฟูกหน้าเดียว



แผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น



แผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น



แผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น

ภาพประกอบ 11 แสดงประเภทของแผ่นกระดาษลูกฟูก

ชนิดและแผ่นกระดาษลูกฟูก

ชนิดและแผ่นกระดาษลูกฟูกที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น

1. แผ่นกระดาษลูกฟูก ชนิด 2 ชั้น (Single Faced Corrugated Board)
2. แผ่นกระดาษลูกฟูก ชนิด 3 ชั้น (Single wall or Double Faced)
3. แผ่นกระดาษลูกฟูก ชนิด 5 ชั้น (Double Wall Corrugated Board)
4. แผ่นกระดาษลูกฟูก ชนิด 7 ชั้น (Triple Wall Corrugated Board)

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 2 ชั้น (Single Faced Corrugated Board) โครงสร้างประกอบด้วย กระดาษทำผิวกล่อง 1 ชั้น ปะติดกับกระดาษทำลูกฟูกอีก 1 ชั้น เมื่ออยู่ในรูปของม้วนจะมีความยาวมาตรฐานเท่ากับ 250 Lineal feet และมีความกว้างที่นิยมใช้กันเท่ากับ 36 นิ้ว

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 2 ชั้น แม้ว่าโดยส่วนสำคัญแล้วมีไว้สำหรับห่อของและเป็นสิ่งบรรจุภายในก็ตาม ก็ยังนำไปใช้กันอย่างกว้างขวางในรูปของวัสดุตกแต่งหน้าร้านและสินค้าที่ตั้งแสดงขาย สิ่งของประเภทแก้วและประเภทอื่น ๆ ที่แตกง่ายก็มักใช้กระดาษลูกฟูกชนิด 2 ชั้น

ห่อหุ้มก่อนที่จะบรรจุลงในกล่อง มีการใช้กันมากมายสำหรับร้านค้าปลีก ในการห่อสินค้าเพื่อการขนส่งภายในประเทศและแผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 2 ชั้น ก็ยังสามารถใช้ประโยชน์ได้ทุกลอน

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 3 ชั้น (Single Wall or Double Faced Corrugated Board) โครงสร้างประกอบด้วยกระดาษทำผิวกล่อง 2 ชั้น และกระดาษทำลูกฟูก 1 ชั้น มีการผลิตหลายชนิดและหลายเกรดในรูปของลอนต่าง ๆ ซึ่งแตกต่างกันในด้านความสูงและจำนวนลอนต่าง ๆ ต่อ 1 ชุด

ใช้ทำกล่องที่มีน้ำหนักบรรจุปานกลางทั่วไป รูปร่างโค้งของลอนจะทำให้ความแข็งแรงและความแข็งกระด้างต่อแผ่นกระดาษลูกฟูก และทำหน้าที่เป็นตัวกันการกระทบกระแทกต่อสิ่งใด ๆ ที่จะมาสัมผัส แผ่นลูกฟูกอาจจะถูกพับรอยและทับด้วยมุมฉากโดยปราศจากการลดคุณภาพความแข็งแรงทางวัตถุเลยได้

โดยทั่วไปกระดาษลูกฟูกชนิด 3 ชั้น มักนำไปใช้เป็นภาชนะเพื่อการขนส่งมากกว่า 90% ของกล่องกระดาษลูกฟูกที่ผลิตจากแผ่นกระดาษลูกฟูกชนิดนี้ นอกจากนี้ก็ใช้ทำเป็นส่วนประกอบอื่น ๆ ของกล่อง เช่น แผ่นวางชิดกล่องกันการกระแทก (Liners) แผ่นรอง (Pads) กรอบเสริม (Shell) แผ่นกั้น (Partition) และกล่องไว้ฝา (Tube) เป็นต้น เพื่อการบรรจุภายในสำหรับเครื่องแก้ว สิ่งของอื่น ๆ ที่แตกง่าย ซึ่งต้องการการคุ้มครองและยังช่วยเสริมความแข็งแรงของกล่องได้อีกด้วย

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น (Double Wall Corrugated Board) โครงสร้างประกอบด้วยกระดาษทำผิวกล่อง 3 ชั้น และกระดาษทำลูกฟูก 2 ชั้น สามารถผลิตได้หลายชนิดและหลายเกรด

ใช้ทำกล่องที่มีน้ำหนักมากขึ้น เนื่องจากมีความแข็งแรงกว่าแผ่นลูกฟูก 3 ชั้น กฎข้อบังคับว่าด้วยการบรรทุกขนส่งจึงอนุญาตให้ใช้กล่องกระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น มีขนาดใหญ่ขึ้นและสามารถบรรจุน้ำหนักสุทธิได้มากขึ้น เช่น ใช้บรรจุสินค้าตั้งแต่ ฝาจีบ แบตเตอร์รี่ ลูกปืน ไปจนถึงใบยาสูบ ซึ่งมีน้ำหนักมากและยุ่งยากในการบรรจุ

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น (Triple Wall Corrgated Board) โครงสร้างประกอบด้วยกระดาษทำผิวกล่อง 4 ชั้น และกระดาษทำลูกฟูก 3 ชั้น สามารถผลิตได้หลายชนิดและหลายเกรด แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้นนั้น อาจนำมาใช้ตามลำพังหรือใช้กับไม้เพื่อการบรรจุสิ่งของที่ใหญ่โตและมีน้ำหนักมาก

ชนิดของลอนลูกฟูก

กระดาษลูกฟูกที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีมาตรฐานอยู่ 4 แบบ คือ A, B, C และ E การเลือกขนาดสามารถผลิตได้หลายชนิดและหลายเกรด (สยามคร๊าฟไดเจส. 2530 : 6.)

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้นนั้น อาจนำมาใช้ตามลำพังหรือใช้กับไม้ เพื่อการบรรจุสิ่งของที่ใหญ่โตและมีน้ำหนักมากของกระดาษลูกฟูกขึ้นอยู่กับชนิดและคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ เป็นต้นว่า แตกหักเสียหายยากหรือง่าย ความหนาแน่นเป็นอย่างไร และผลิตภัณฑ์จะช่วยเสริมความแข็งแรงของภาชนะบรรจุได้หรือไม่ ถ้าเป็นแบบไม่ช่วยเสริมความแข็งแรง แรงกดจากด้านบนของกล่องมายังด้านล่างจะมีความสำคัญ

กระดาษลูกฟูก ชนิดลอน A

จำนวนลอนต่อ 1 ชุด	35 - 37	นิ้ว
ความหนาของแผ่นกระดาษลูกฟูก	12/64	นิ้ว
ความสูงของลอน	0.185	นิ้ว
อัตราส่วนระหว่างความยาวของกระดาษ		
ทำลอนต่อกระดาษทำผิวกล่อง	1.58	นิ้ว

คุณสมบัติ สามารถรับแรงกระแทกได้ดี ทนต่อการวางซ้อนหลาย ๆ ชั้น

กระดาษลูกฟูก ชนิดลอน B

จำนวนลอนต่อ 1 ชุด	50 - 62	นิ้ว
ความหนาของแผ่นกระดาษลูกฟูก	6/64	นิ้ว
ความสูงของลอน	0.061	นิ้ว
อัตราส่วนระหว่างความยาวของกระดาษ		
ทำลอนต่อกระดาษทำผิวกล่อง	1.38	นิ้ว

คุณสมบัติ สามารถต้านทานต่อแรงบดได้ดี สามารถพับเป็นกล่องได้ง่าย

กระดาษลูกฟูก ชนิดลอน C

จำนวนลอนต่อ 1 ชุด	42 - 43	นิ้ว
ความหนาของแผ่นกระดาษลูกฟูก	9/64	นิ้ว
ความสูงของลอน	0.138	นิ้ว
อัตราส่วนระหว่างความยาวของกระดาษ		
ทำลอนต่อกระดาษทำผิวกล่อง	1.50	นิ้ว

คุณสมบัติ อยู่ระหว่างกลางของชนิด A และ B จึงทำให้ทนทานต่อการวางป้อนได้ดี และพับเป็นรูปร่างได้ง่ายพอสมควร ดังนั้นถ้าผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักปานกลางควรเลือกใช้กล่องที่ทำจากลอนชนิดนี้

กระดาษลูกฟูก ชนิดลอน E

จำนวนลอนต่อ 1 ชุด	93 - 96 นิ้ว
ความหนาของแผ่นกระดาษลูกฟูก	3/64 นิ้ว
ความสูงของลอน	อัตโนมัติได้ดี

คุณสมบัติ เป็นลอนชนิดพิเศษมักใช้งานชนิดพิเศษ กระดาษที่ทำกระดาษลูกฟูกชนิด E มักเป็นกระดาษที่ดีกว่าชนิดอื่น ๆ สามารถพิมพ์ได้ดีและใช้กับเครื่อง

นอกจากนั้นยังสามารถนำลอนชนิดต่าง ๆ มาประกบกัน เช่น ชนิด AA, AB, BC, BB ฯลฯ

การเลือกใช้ลอนของกระดาษลูกฟูกนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสิ่งของที่จะถูกบรรจุลงกล่อง A Flute เหมาะสำหรับสิ่งของที่ไม่หนักมากและต้องการการป้องกันการกระแทก เช่น พวกของที่แตกง่าย ต้องการความต้านทานน้ำหนักที่ซ้อนกันอยู่ เวลาเก็บในโกดัง B Flute เหมาะสำหรับของที่มีน้ำหนักมากและสามารถรับน้ำหนักที่วางซ้อนกันอยู่ได้ เช่น พวกเครื่องกระป๋อง เพราะมี Crush Resistance สูง ฉีกขาดชำรุดยาก C Flute จะอยู่กึ่งกลางระหว่าง A Flute กับ B Flute เป็นที่นิยม ใช้กันมากที่สุด E Flute มีคุณสมบัติด้านทางการพิมพ์เหมาะกับสินค้าที่ต้องการโชว์ความสวยงามของหีบห่อ

คุณสมบัติของการรับน้ำหนักตามแนวตั้งและตามแนวนอนของแต่ละชนิด

A Flute	วางตามแนวนอนของลูกฟูก รับน้ำหนักได้ 80% ของการวางตามแนวตั้ง
B Flute	วางตามแนวนอนของลูกฟูก รับน้ำหนักได้ 120% ของการวางตามแนวตั้ง
C Flute	วางตามแนวนอนของลูกฟูก รับน้ำหนักได้ 90% ของการวางตามแนวตั้ง
E Flute	วางตามแนวนอนของลูกฟูก รับน้ำหนักได้ 150% ของการวางตามแนวตั้ง

แผ่นกระดาษลูกฟูกอาจมีโครงสร้างได้ต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับเกรด น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษที่ประกอบขึ้นมาและชนิดของแผ่นกระดาษลูกฟูก การแสดงโครงสร้างของแผ่นกระดาษลูกฟูกมักจะใช้สัญญลักษณ์เขียนแสดงชนิด เกรด และน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษสำหรับกระดาษแต่ละชั้นเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 3 ชั้น มีโครงสร้างเป็น KA 125 / CA 125 / KI 125 มีความหมายดังนี้

KA 125 หมายถึง กระดาษทำผิวกล่องชั้นนอกเกรด A มีน้ำหนักมาตรฐาน 125 กรัม / ตรม.

CA 125 หมายถึง กระดาษทำลูกฟูกเกรด A มีน้ำหนักมาตรฐาน 125 กรัม / ตรม.

KI 125 หมายถึง กระดาษทำผิวกล่องด้านในเกรด I มีน้ำหนักมาตรฐาน 125 กรัม / ตรม.

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น มีโครงสร้างเป็น KI 185/3 CA 125/KB 125 มีความหมายดังนี้

KI 185 หมายถึง กระดาษทำผิวกล่องชั้นนอกเกรด I มีน้ำหนักมาตรฐาน 185 กรัม / ตรม.

3CA 125 หมายถึง กระดาษทำลูกฟูกด้านนอก กระดาษทำผิวกล่องชั้นในและกระดาษทำลูกฟูกด้านในเป็นกระดาษลูกฟูกเกรด A และต่างมีน้ำหนักมาตรฐาน 125 กรัม/ตรม.

KB 125 หมายถึง กระดาษทำผิวกล่องด้านในเกรด B มีน้ำหนักมาตรฐาน 125 กรัม / ตรม.

โครงสร้างของแผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้นดังกล่าวอาจเขียนสัญญลักษณ์ที่ชัดเจนได้เป็น KI 185/CA 125/CA 125 CA/125 / KB 125

แผ่นกระดาษลูกฟูกที่มีโครงสร้างประกอบด้วยกระดาษที่มีคุณภาพดีขึ้น และมีน้ำหนักมาตรฐานรวม (Combied Board Basis Weight) สูงขึ้น จะมีความต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strenght) สูงขึ้นด้วยดังรูป

AA หมายถึง แผ่นกระดาษลูกฟูกที่ประกอบด้วยกระดาษทำผิวกล่องเกรด A ทั้งสองด้าน

I หมายถึง แผ่นกระดาษลูกฟูกที่ประกอบด้วยกระดาษทำผิวกล่องเกรด I ทั้งสองด้าน

ประเภทลอนของแผ่นกระดาษลูกฟูก

ลอนที่ใช้ในการทำกระดาษลูกฟูกมี 4 ชนิด คือ ลอนเอ (A) บี (B) ซี (C) และอี (E) ลักษณะเฉพาะของลอนแต่ละชนิดดังแสดงในตารางดังต่อไปนี้

ชนิดของลอน	จำนวนลอนต่อเมตร	ความสูงของลอน (มม.)
เอ	108 ± 10	4.8
บี	154 ± 10	2.4
ซี	128 ± 10	3.6
อี	295 ± 10	1.2

ลอนที่มีการใช้สูงสุด คือ ลอนซี โดยใช้ทดแทนลอนเอ เพิ่มขึ้น เนื่องจากการผลิตลอนซีนั้นใช้กระดาษน้อยกว่าการผลิต ลอนเอ อยู่ประมาณร้อยละ 15 อย่างไรก็ตามหากพิจารณาในด้านความแข็งแรงของกล่องที่เกี่ยวกับการรับน้ำหนักเมื่อเรียงซ้อนแล้ว พบว่าแผ่นกระดาษลูกฟูกที่เป็นลอนเอจะสามารถรับแรงได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ลอนซี (ต่ำกว่าลอนเอร้อยละ 15) และลอนบี (ต่ำกว่าลอนเอร้อยละ 25) ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากแผ่นกระดาษลูกฟูกที่หนากว่าจะสามารถรับแรงกดได้ดีกว่านั่นเอง ในทางตรงกันข้ามหากพิจารณาคุณสมบัติที่เกี่ยวกับการรับแรงกดในแนวระนาบ (ลอนลูกฟูกอยู่ในแนวนอน) ค่าที่ได้จะกลับกัน กล่าวคือ ลอนบีจะให้ค่านี้สูงที่สุด รองลงมาคือ ลอนซี และเอ ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้จึงนิยมใช้แผ่นกระดาษลูกฟูก ลอนบี ในการผลิตกล่องแบบไดคัท (Die Cut Box)

ในกรณีของ ลอนอีซึ่งเป็นลอนขนาดเล็กที่สุดนั้น ไม่นิยมทำเป็นกล่องเพื่อการขนส่ง แต่จะใช้ทำกล่องขนาดเล็กเพื่อการขายปลีก กระดาษทำผิวกล่องมักจะได้รับการฟอกสีเพื่อประโยชน์การพิมพ์ที่สวยงามอันมีผลต่อการส่งเสริมการขาย

แผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น และ 3 ชั้น อาจประกอบด้วยกระดาษลูกฟูกที่เป็นลอนชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ ลอนที่นิยมที่สุดคือ ลอนบีและซี โดยให้ลอนซีอยู่ด้านในและลอนบีอยู่ด้านนอก

การใช้กล่องกระดาษลูกฟูกจะต้องให้อยู่ในหลักเกณฑ์ที่ได้มาตรฐานที่กำหนดไว้ดังนี้คือ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2532 : 50.)

กระดาษทำผิวกล่อง (Linerboard of Facing)

กระดาษเหนียวสีน้ำตาลหรือขาว สำหรับใช้ทำผิวกล่องมีหลายชนิดตามน้ำหนักของกระดาษเป็นกรัม / ตารางเมตร คือ 115 - 125 - 150 - 185 - 230 - 280 - 335 - 335 g/m^2 และคุณภาพของกระดาษทำผิวกล่องมีอยู่ 3 ชนิด A- I-S คุณสมบัติของกระดาษแต่ละชนิดจะต่างกัน **ชนิด A** เป็นกระดาษชั้นดีผิวหน้าเรียบ ไม่ดูดซึมความชื้น ป้องกันละอองไอน้ำได้ดีและความต้านทานแรงดันทะลุสูง **ชนิด I** เป็นกระดาษชั้นรองลงมา ผิวหน้าเรียบดูดซึมความชื้นน้อย แต่ป้องกันละอองไอน้ำได้ไม่มาก ความต้านทานแรงดันทะลุดีปานกลาง ชนิด B เป็นกระดาษคุณภาพต่ำ ผิวหน้าหยาบ ดูดซึมความชื้นมาก ความต้านทานแรงดันทะลุน้อยมาก

กระดาษทำลอนลูกฟูก (Corrugating Medium)

กระดาษสำหรับทำลอนลูกฟูกที่เป็นแกนกลางของแผ่นกระดาษลูกฟูกชนิดต่าง ๆ มีหลายชนิดตามน้ำหนักของกระดาษเป็นกรัม / ตารางเมตร คือ M 70 - M 80 - M 100 g/m^2 ซึ่งเป็น

กระดาษสำหรับใช้ทำลอนลูกฟูกโดยเฉพาะ กระดาษเหล่านี้มีคุณภาพต่ำ ทำจากเยื่อใยสั้น และกระดาษที่ใช้แล้ว แต่คุณสมบัติดีของมันคือขึ้นลอนได้ง่าย รวดเร็ว และติดกาวได้ดี

กระดาษสำหรับทำลอนลูกฟูกอีกชนิดหนึ่ง คือ C 115 - C 125 - C 135 g/m^2 เป็นกระดาษใช้ทำลอนลูกฟูกของกล่องที่ต้องการความแข็งแรงมาก กระดาษชนิดนี้นอกจากใช้ทำลอนลูกฟูกแล้ว ก็มีการนำไปใช้ทำผิวกล่องสำหรับขนส่งภายในประเทศ และถุงกระดาษต่าง ๆ ก็ทำจากกระดาษชนิดนี้มาก

ลอนลูกฟูก (Flute or Corrugtion)

ลอนลูกฟูกที่ใช้กระดาษ M หรือ C ทำเป็นแกนกลางของกระดาษลูกฟูก ที่โค้งเป็นคลื่นมีอยู่ 4 แบบ คือ A-FLUTE B-FLUTE C-FLUTE E-FLUTE ลอนลูกฟูกแบบต่าง ๆ สหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นประเทศต้นแบบ ได้กำหนดลอนลูกฟูกใช้ในครั้งแรก A-FLUTE และ B-FLUTE ภายหลังจึงได้กำหนด C-FLUTE และ E-FLUTE เพิ่มขึ้นอีก เพื่อให้เลือกใช้ผสมลอนได้หลาย ๆ แบบ

ความสำคัญของลอนลูกฟูก แผ่นกระดาษลูกฟูกที่ทำจากผิวกระดาษชนิดเดียวกันแต่ชนิดของลอนลูกฟูกต่างแบบกัน ความแข็งแรงการทับกดด้านตั้งก็จะต่างกัน ลอน A จะรับแรงทับกดได้ดีกว่าลอน C และลอน C ก็จะรับแรงทับกดได้ดีกว่าลอน B ทั้งนี้เนื่องจากความหนาของลอนลูกฟูกเป็นสำคัญ

ขนาดของลอนลูกฟูกแบบต่าง ๆ

A - FLUTE	ความหนาของลอน 4.5 มม.	120 ลอน / เมตร
B - FLUTE	ความหนาของลอน 2.4 มม.	170 ลอน / เมตร
C - FLUTE	ความหนาของลอน 3.6 มม.	140 ลอน / เมตร
E - FLUTE	ความหนาของลอน 1.2 มม.	310 ลอน / เมตร

การผลิตกระดาษลูกฟูก มีกระบวนการที่ไม่ซับซ้อนมากนัก ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นการผลิตแผ่นกระดาษลูกฟูกและการผลิตเป็นกล่องกระดาษสำเร็จรูป กระบวนการเหล่านี้ปัจจุบันสามารถผลิตได้ด้วยเครื่องจักรแทบทั้งหมด และใช้เวลาในการผลิตที่ไม่ยาวนานนัก

วัตถุที่ใช้ในการผลิตโลงศพกระดาษลูกฟูกประกอบด้วย (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2538 : 1-78)

1. กระดาษคราฟท์ เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ชนิดของกระดาษที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ กระดาษทำผิวกล่อง (Kraftliners) ที่ใช้ทำแผ่นเรียบและกระดาษทำลอน (Corrugating Medium) ที่ขดเป็นลอนอยู่ระหว่างแผ่นเรียบของกระดาษลูกฟูก กระดาษคราฟท์ที่ใช้มีหลายชนิด ซึ่งสามารถแบ่งได้โดยใช้เกรดกระดาษและน้ำหนักมาตรฐาน (Basis Weight) การเลือกใช้กระดาษแต่ละชนิดจะมีผลต่อคุณภาพและความแข็งแรงของกล่อง เนื่องจากกระดาษแต่ละชนิดจะมีค่าความต้านทานแรงดันทะลุ (Bursting Strength) และความต้านทานแรงกด (Ring Crush Test) ที่ต่างกัน

2. กาว กาวที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ กาวชนิดแป้งเปียก (Strach Based) ซึ่งใช้ในการประกบกระดาษทำผิวกล่องเข้ากับลอนลูกฟูก และกาวสังเคราะห์ (Latex) ใช้ในการติดลิ้นกาวกล่องสำหรับกล่องกาว

3. ลวดตอก ใช้ในการเชื่อมลิ้นกาวของกล่องประเภทกล่องตอก

4. แม่พิมพ์ ใช้ในการพิมพ์ข้อความหรือรูปภาพลงบนผิวหน้ากล่อง การพิมพ์ลงบนกล่องกระดาษลูกฟูกส่วนมากจะเป็นระบบ Flexography ตั้งแต่ 1 - 3 สี วัตถุดิบหลักที่ใช้ทำแม่พิมพ์เป็นยางชนิดต่าง ๆ ทั้งยางแกะและยางที่ใช้สำหรับหล่อด้วยกระบวนการทางเคมี

5. สีพิมพ์ การพิมพ์กล่องด้วยระบบ Flexo จะใช้สีชนิด Water Based Ink เป็นหลัก

การผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก

การผลิตกล่อง จะมีกระบวนการแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การผลิตแผ่นกระดาษลูกฟูก (Corrugation) เป็นการนำเอากระดาษทำผิวกล่องและกระดาษทำลอนมาประกบโดยใช้เครื่องทำแผ่นลูกฟูก (Corrugator) เป็นแผ่นลูกฟูกชนิด 3 ชั้น (Single Wall) ลอน A B C หรือแผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น ลอน BC AB เพื่อนำไปผลิตเป็นกล่องต่อไป เครื่องทำแผ่นลูกฟูกเป็นเครื่องที่มีการผลิตแบบต่อเนื่อง โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ Single Facer และ Double Facer Section

- Single Facer Section ประกอบด้วยชุดร้อยม้วนกระดาษ 2 ชุด สำหรับใส่กระดาษผิวกล่องด้านใน (Inner Liner) โดยร้อยผ่าน Preheater เพื่อให้ลดความชื้นและช่วยให้กาวแห้งได้เร็ว และอีกชุดหนึ่งจะใส่กระดาษทำลอนและร้อยผ่านชุด Preconditioner โดยมีการพ่นไอน้ำเพื่อช่วยให้กระดาษอ่อนตัวและเป็นลอนได้ดี

จากนั้นกระดาษทำลอนจะผ่านเข้าไปในชุดลูกลอน (Corrugating Roll) เพื่อขดให้เป็นลอนโดยใช้ระบบลมดูดเป็นตัวช่วยให้กระดาษประกบอยู่กับลูกลอน เพื่อให้ได้ขนาดลอนที่สม่ำเสมอ ชนิดของลอนจะถูกกำหนดโดยตัวลูกลอนที่ติดตั้งอยู่ที่ Single Facer จากนั้นกระดาษที่ขดเป็นลอนแล้วจะผ่านไปที่ Glue Alicator Roll เพื่อทากาวที่ยอดลอนและประกบกับกระดาษ Inner Liner ได้เป็นแผ่นลูกฟูกหน้าเดียว (Single Facer) ซึ่งจะส่งขึ้นไปกองไว้บน Bridge Conveyor เพื่อรอส่งเข้าไปที่ชุด Double Facer ต่อไป ในเครื่องทำแผ่นลูกฟูกทั่วไปจะมีชุดทำลอน (Single Facer) อยู่ 2 ชุด เพื่อผลิตเป็นแผ่นลูกฟูกได้ทั้งชนิด 3 ชั้นและ 5 ชั้น

- Double Facer Section ประกอบด้วยชุดร้อยม้วนกระดาษผิวกล่องด้านนอก (Outer Liner) ผ่าน Preheater แล้วทากาวประกบกับแผ่นลูกฟูกหน้าเดียวเป็นแผ่นลูกฟูก จากนั้นจะผ่านเข้าไปที่ชุด Hot Plate เพื่ออบให้กาวแห้งแล้วผ่าน Cooling Section เพื่อระบายอุณหภูมิของแผ่นกระดาษลูกฟูก แผ่นกระดาษลูกฟูกที่ออกมาจากจุดนี้จะเป็นลักษณะต่อเนื่อง มีแนวลอนลูกฟูกตั้งฉากกับแนวเครื่องจักร จากนั้นจะมี Rotary Sheer ทำหน้าที่ตัดขอบกระดาษและ Sliter Scener ทำหน้าที่ตัดแผ่นลูกฟูกตามขนาดหน้ากว้างและทำเส้นพับฝากล่อง จากนั้น Cut Off จะตัดแผ่นลูกฟูกตามความยาวให้เป็นขนาดตามที่ต้องการ แผ่นลูกฟูกที่ทำการตัดแล้วจะถูกส่งไปเรียงซ้อนที่ Stacker เพื่อส่งขายในลักษณะของแผ่นกระดาษลูกฟูกหรือนำไปเข้าในกระบวนการผลิตเป็นกล่องต่อไป

2.2.3 การผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก (Conveting) กระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก สามารถแบ่งออกตามชนิดของกล่องและการเชื่อมรอยต่อ (Manufacturer's Joint) ได้เป็น

1. กล่องแบบเย็บลวด ส่วนมากจะเป็นกล่องขนาดใหญ่บรรจุสินค้าที่มีน้ำหนักมากหรือกล่องที่มีรอยต่อค่อนข้างยาว ทำการติดกาวไม่สะดวก กระบวนการผลิตจะใช้เครื่อง Printer Slotter แล้วนำไปทำการตอกที่เครื่องตอก กระบวนการผลิตมีขั้นตอนคือ

- แผ่นลูกฟูกที่ออกจากเครื่องลูกฟูก ที่มีการทำเส้นทับฝาที่ Slitter Scener จะใส่ไปที่ Feed Unit ของเครื่องพิมพ์ โดยจะป้อนแผ่นลูกฟูกเข้าไปทีละแผ่นเข้าไปยัง Printing Section เพื่อทำการพิมพ์ลงบนกล่อง การพิมพ์จะมีจำนวนตู้สีและแม่พิมพ์ของแต่ละสีแยกออกจากกัน แผ่นลูกฟูกจะผ่านเข้าไปในตู้สีจนครบตามต้องการ กระบวนการพิมพ์ที่ใช้ส่วนมากจะเป็นแบบ Rexograchy โดยใช้หมึกแบบน้ำ (Water Based Ink)

- เมื่อผ่านการพิมพ์แล้วแผ่นลูกฟูกจะถูกส่งต่อไปยัง Slotter - Creaser Unit เพื่อทำเส้นพับแบ่งด้านทั้ง 4 ตัดลิ้นกาวที่ปลายด้านที่ 1 และเซาะร่อง (Slot) เพื่อแบ่งฝากล่องแต่

ละด้าน แผ่นลูกฟูกที่ออกมาจะเป็นลักษณะของแผ่นคลี่แล้วจึงนำไปขึ้นรูปโดยการเย็บลวดบริเวณลิ้นกล่องเพื่อเชื่อมด้านที่ 1 และ 4 เข้าด้วยกัน โดยใช้เครื่องเย็บแบบกึ่งอัตโนมัติหรือแบบอัตโนมัติ

2. กล่องแบบติดกาว เป็นกล่องที่ผลิตได้รวดเร็วและมีการใช้กับสินค้าทั่ว ๆ ไป กระบวนการผลิตจะใช้เครื่อง Flexo Folcer Gluer ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่รวม Printer Slotter และ Folder Gluer เข้าด้วยกัน ในการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกชนิดนี้ แผ่นลูกฟูกจะทำการพิมพ์ทำเส้นพับและเซาะร่องเช่นเดียวกับกระบวนการของ Printer Slotter จากนั้น Folder Gluer จะทำการทากาวและพับประกบรอยต่อด้านที่ 1 และ 4 เข้าด้วยกันเป็นกล่อง จากนั้นจะผ่านเครื่องนับจำนวนแล้วมัดเชือกตามจำนวนที่กำหนดไว้

3. กล่องไดคัท เป็นกล่องที่มีรูปแบบแตกต่างจากกล่องประเภท Slot ใน 2 แบบแรก ขึ้นอยู่กับการออกแบบเพื่อความสวยงาม เช่น กล่องรูปเหลี่ยม หรือเพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน เช่น กล่องขัดล็อค กล่องมีหูหิ้ว การผลิตกล่องชนิดนี้จะมีการทำเพลตตัด (Cutting Die) โดยวาดรูปแบบกล่องลงบนไม้อัด แล้วทำการเลื่อยและฝังใบมีดเป็นรูปแบบตามที่ต้องการ เพลตนี้จะถูกนำเข้าเครื่อง Die Cutter เพื่อปั๊มแผ่นกระดาษลูกฟูกให้เป็นกล่อง (แผ่นคลี่) กล่องบางประเภทจะมีการนำไปเชื่อมรอยต่อโดยการทากาวหรือเย็บลวดก่อนส่งให้ลูกค้า

การผลิตกล่องไดคัทสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามชนิดของเครื่องจักร ได้แก่

- Flatbeb Diecutter เป็นเครื่องจักรขนาดเล็กมีประสิทธิภาพในการผลิตต่ำ สามารถทำงานได้ง่าย เครื่องจักรชนิดนี้กระดาษจะถูกป้อนเข้าไปในเครื่อง แล้วเพลทตัดจะกระทบกับกระดาษแล้วทำการตัดให้เป็นรูปแบบที่ต้องการ

- Platen Diecutter เป็นเครื่องจักรแบบอัตโนมัติที่มีการใช้มาก มีประสิทธิภาพในการผลิตปานกลาง กระดาษจะถูกป้อนเข้าเครื่องโดย Feeder จากนั้นเพลทตัดจะถูกดันลงมาปั๊มลงบนกระดาษ และบางเครื่องจะเป็นระบบกระทุ้งเศษที่ไม่ต้องการออกไป จะได้กล่องสำเร็จออกมาที่ท้ายเครื่อง

- Rotary Diecutter เป็นเครื่องผลิตกล่องไดคัทซึ่งสามารถติดร่วมกับเครื่อง Flexo Printer เพื่อทำการพิมพ์และปั๊มกล่องในขั้นตอนเดียว ทำให้มีความสามารถในการผลิตสูง เพลทตัดที่ใช้กับเครื่องชนิดนี้จะเป็นเพลทแบบโค้งต่างจาก 2 แบบแรก ซึ่งเป็นแบบแบน กล่องที่ผลิตโดยเครื่อง Rotary ส่วนมากจะเป็นกล่องที่มีการเจาะหูหิ้ว เจาะรูระบายอากาศ ฯลฯ

4. ส่วนประกอบของกล่อง เป็นแผ่นกระดาษลูกฟูกที่ใช้ร่วมกับกล่องเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น ไส้ฟันคั่นระหว่างขวด แผ่นรองปิดด้านบนกล่อง แผ่นบุข้าง หรือส่วนประกอบไดคัท การผลิตส่วนประกอบจะใช้เครื่องซอยเพื่อตัดแผ่นลูกฟูกให้ได้ขนาดตามต้องการ

กล่องกระดาษลูกฟูกสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามกรรมวิธีการผลิต คือ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2538 : 1-83.)

กล่องสล็อต (Slot Box) กล่องสล็อตเป็นกล่องที่ผลิตมาจากแผ่นกระดาษ ลูกฟูกที่ได้รับกาวทับเส้นตามแนวยาวของแผ่นกระดาษเพื่อใช้เป็นแกนในการงอพับฝากล่อง จากนั้นก็จะนำไปเข้าเครื่องพิมพ์เซาะร่อง (Printer - Slotter) และทับเส้นต่อไป ในการประกอบเป็นกล่องจำเป็นต้องมีการเชื่อมติดรอยต่อซึ่งเรียกว่า Manufacturers' Joint ส่วนการขึ้นรูปเพื่อการใช้งานนั้นก็ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือเพื่อปิดฝาล่างและฝาบน กล่องประเภทนี้นับว่ามีการใช้ที่กว้างขวางที่สุดในแง่ของการขนส่ง เนื่องจากต้นทุนในการผลิตไม่สูงนัก

กล่องไดคัท (Die Cut Box) กล่องไดคัทได้รับการผลิตขึ้นจากแผ่นแบบแม่พิมพ์ (Die Cut Form) แล้วจึงปั๊มลงแผ่นกระดาษลูกฟูก ด้วยเหตุนี้กล่องทุกใบจึงมีขนาดที่แน่นอน จุดเด่นของกล่องประเภทนี้คือ การขึ้นรูปกล่องและปิดฝาไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์และเครื่องมือใด ๆ คือสามารถพับล็อคลงไปได้ จึงมีความคล่องตัวในการทำงาน นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบให้มีรูปทรงต่าง ๆ ได้ มีความสวยงามเมื่อวางขาย จึงใช้เป็นตัวช่วยโฆษณาสินค้า ณ จุดขายได้ดี อย่างไรก็ตามการลงทุนผลิตกล่องประเภทนี้จะสูงกว่าประเภทแรกเนื่องจากต้องเสียค่าใช้จ่ายของแผ่นแบบแม่พิมพ์ ในประเทศสหรัฐอเมริกาและหลายประเทศในยุโรป นิยมกำหนดคุณภาพของกล่องซึ่งใช้บรรจุสินค้าประเภทนี้ตาม Uniform Freight Clasesification, U.S.A. Railroad Clasesification, rule 41 ซึ่งเรียกย่อๆ ว่า "rule 41" ดังมีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 5 แสดงลักษณะของกล่องกระดาษลูกฟูกที่กำหนดใน Rule. 41

Corrugated Fiberboard	Maximum weight of box and content (1 bs) (Kg)		Maximum inside dimension (Length+Width +Depth of box) (inches) (cm)		Minimum combined weight of liner		Minimum bursing test of combined board	
Single Wall	20	9	40	02	52	254	125	8.8
	40	18	60	152	75	366	175	12.3
	65	29	75	190	84	410	200	14.1
	90	41	90	229	138	674	275	19.3
	120	54	100	254	180	874	350	24.5
Double Wall	65	29	75	190	92	449	200	14.1
	90	41	90	229	110	537	275	19.3
	120	54	100	254	126	615	350	24.5
	140	63	110	279	222	1084	500	35.0
	160	73	120	305	270	1318	600	42.0

ในเรื่องของรูปแบบของกล่องกระดาษลูกฟูกนั้น เนื่องจากมีรูปแบบแตกต่างกันเป็นจำนวนมาก จึงนิยมเรียกชื่อกล่องเป็นตัวเลขเป็นสากลและกำหนดโดย International Fibreoard Case Code ดังมีตัวอย่างซึ่งแสดงเฉพาะรูปแบบที่ใช้กันมาก

คุณภาพที่สำคัญของกระดาษทำผิวกล่องและกระดาษทำผิวกระดาษลูกฟูก ทุกเกรด และน้ำหนักมาตรฐานที่แสดงไว้ดังต่อไปนี้

ตาราง 6 แสดงรายละเอียดมาตรฐานของกระดาษเหนียวสำหรับทำผิวกล่อง

ชนิด	เกรด	อักษรย่อ	น้ำหนักมาตรฐาน	ความต้านทานแรงดันทะลุต่ำ	ความต้านทานแรงกดวงแหวนต่ำสุด	
กระดาษเหนียวสำหรับทำผิวกล่อง	S	KS	170	3.9	(kg/in)	(kg/cm)
					19.37	1.27
	A	KA	125	3.5	13.26	0.87
			150	4.2	18.27	1.20
			185	5.1	22.28	1.47
			230	6.4	28.55	1.87
	I	KI	125	2.6	10.71	0.07
			150	3.1	14.72	0.94
			185	3.8	17.85	1.17

ตาราง 7 แสดงรายละเอียดมาตรฐานกระดาษทำลูกฟูก

ชนิด	เกรด	อักษรย่อ	น้ำหนักมาตรฐาน	ความต้านทานแรงดันทะลุต่ำ	ความต้านทานแรงกดวงแหวนต่ำสุด	
กระดาษทำลูกฟูก	A	CA	105	16.31	(kg/in)	(kg/cm)
					8.67	0.57
			125	19.37	12.24	0.08

ตาราง 8 แสดงคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่อง

ชนิด	น้ำหนักรวมสูงสุด กิโลกรัม	มิติรวมสูงสุด เซนติเมตร	น้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่องต่ำสุด กรัมต่อตารางเมตร	ความต้านทานแรงดันทะลุต่ำ		ความต้านทานทิ่มทะลุต่ำสุด จูล
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น	10	105	265	8.87	870	-
	15	135	325	10.88	1050	-
	20	160	370	12.89	1180	-
	25	175	390	12.75	1250	-
	30	190	420	13.56	1330	-
	35	210	535	15.70	1540	-
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น	35	210	490	15.70	1540	-
	40	225	530	17.71	1750	-
	50	245	590	21.72	2090	-
	55	255	654	23.73	2300	-
	65	280	1,120	33.45	3280	-
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น	70	300	960	-		-

3. การดำเนินกรรมวิธีการออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกเพื่องานอุตสาหกรรม

(พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. 2518 : 8.)

ขั้นตอนการออกแบบ

1. ขั้นการเตรียมงานขั้นแรก (Preliminary Study หรือ Preparation for Design)

1.1 การค้นคว้า (Research)

1.2 การวิเคราะห์ประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ (Objective Anjalsis)

1.3 การศึกษาเรื่องวัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Practical Requirement Materials + Processers)

1.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการประกอบการค้า (Merdcitandising Requirement)

2. ขั้นการออกแบบ (Design)

2.1 การออกแบบสเกตซ์ (Preliminary Design)

2.2 การปรับปรุงแก้ไขแบบ (Design Development)

2.3 การออกแบบขั้นสุดท้าย (Design Refinement หรือ Final Design)

3. ขั้นการเสนอแบบ (Prisentation)

มีรูปแบบการเสนองานต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ข้อมูลค้นคว้าวิจัย (Research + Analysis)

3.2 แบบร่าง (Prelimalary + Analysis)

3.3 แบบภาพเขียนเหมือนจริง (Rendering)

3.4 แบบสุดท้าย (Final Drawing)

3.5 หุ่นจำลองหรือผลิตภัณฑ์ทดสอบ (Mock - up, Prototype)

ในกระบวนการออกแบบโครงสร้าง โดยทั่วไปแล้วต้องอาศัยความรู้และข้อมูลจากหลายๆ ด้าน การอาศัยความช่วยเหลือจากผู้ชำนาญการ (Packaging - Specialists) หลาย ๆ ฝ่ายมาร่วมปรึกษาและพิจารณาตัดสินใจ โดยกระทำหน้าที่เป็นผู้สร้างภาพพจน์ (The Imagery Maker) จากข้อมูลต่าง ๆ ให้ปรากฏเป็นรูปลักษณ์จริง ซึ่งจะต้องมีกระบวนการออกแบบ เป็นลำดับขั้นตอนของการดำเนินงาน นับตั้งแต่ตอนเริ่มต้น จนกระทั่งสิ้นสุดจนได้ผลงานออกมา ดังต่อไปนี้ เช่น

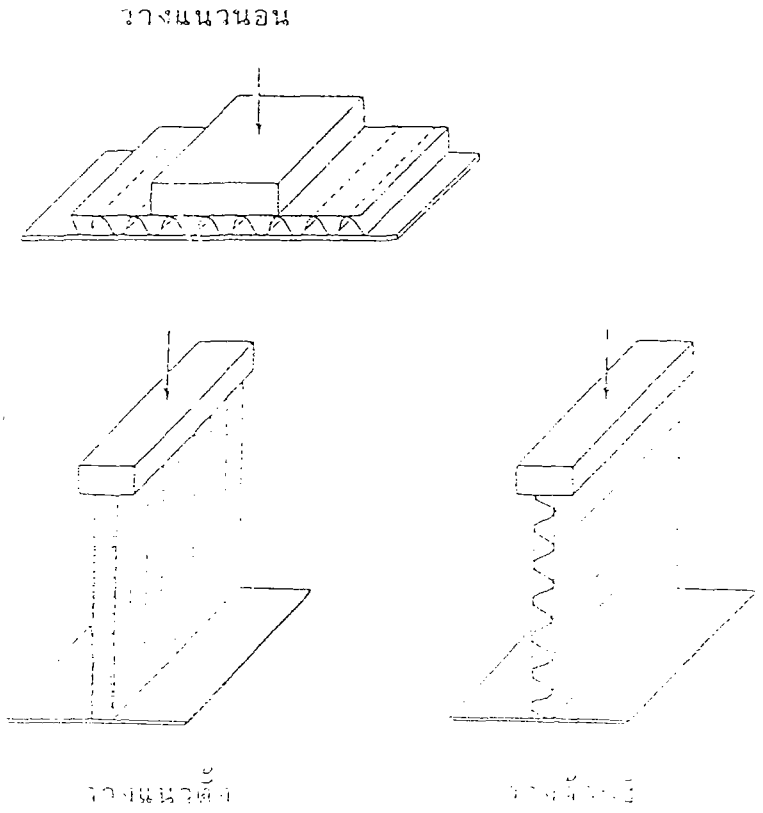
1. กำหนดนโยบายหรือวางแผนกลยุทธศาสตร์ (Policy Formulation or Stratyegic Planning) เช่น ตั้งวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการผลิต เงินทุนงบประมาณ การจัดการและการกำหนดสถานะ (Situation)

2. การศึกษาและการวิจัยเบื้องต้น (Preliminary Research) ได้แก่ การศึกษาข้อมูลหลักการทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและวิศวกรรมทางการผลิต ตลอดจนการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นและเกี่ยวข้องสอดคล้องกันกับการออกแบบโครงสร้าง

เมื่อจะออกแบบโครงสร้างของกล่องกระดาษลูกฟูกจะศึกษาข้อมูลหลาย ๆ ด้านที่เกี่ยวข้องกับวัสดุที่ใช้หรือกรรมวิธีการผลิตตลอดจนข้อควรคำนึงต่าง ๆ เช่น

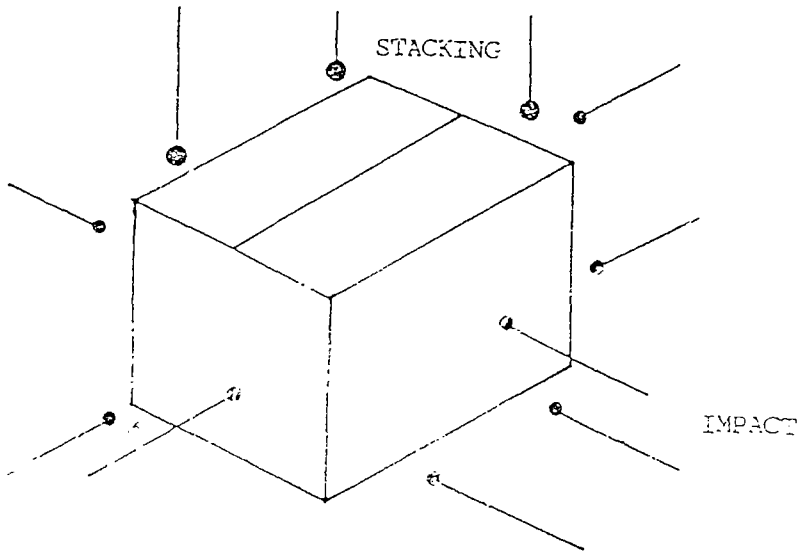
- ศึกษาข้อมูลวัสดุ เช่น คุณภาพของกระดาษทำผิวหน้ากล่อง (Liner - Board) จำนวนชั้นของแรงสามารถที่จะให้ความคุ้มครองตัวผลิตภัณฑ์ได้ดี มีแรงต้านทานการทิ่มทะลุได้ดีและเหมาะสมกับ

- ศึกษาถึงการรับน้ำหนักของลอนลูกฟูกว่าจะวางแนวลอนลูกฟูกอยู่ในลักษณะทิศทางใด จึงจะสามารถรับน้ำหนักได้ดี หรือทำให้ตัวกล่องมีโครงสร้างที่แข็งแรงที่สุด



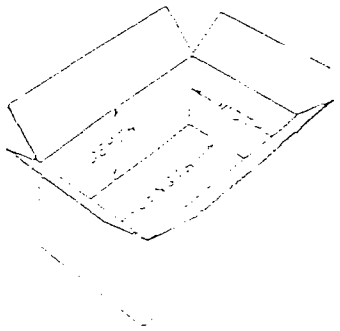
ภาพประกอบ 12 แสดงโครงสร้างที่แข็งแรงที่สุด

- ศึกษาและคำนึงถึงแรงกระทบ (Imract) ที่จะเกิดขึ้นจริงในระหว่างการขนส่งและความแข็งแรงของตัวกล่อง



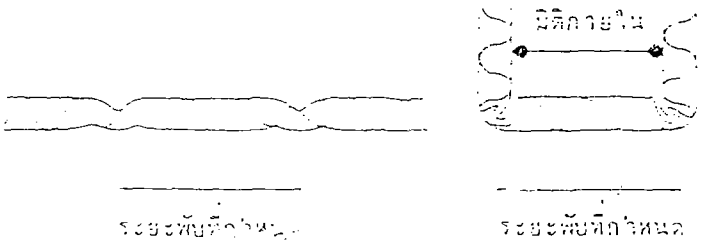
ภาพประกอบ 13 แสดงถึงแรงกระทบของกล่อง

- ศึกษาและคำนึงถึงมิติภายในตัวกล่องที่จะเหมาะสมกับการบรรจุอันได้แก่ ความกว้าง (Width or Breadth) ความสูงหรือความลึก (Height or Depth) และความยาว (Length)



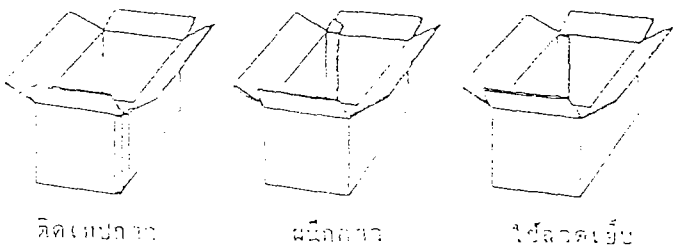
ภาพประกอบ 14 แสดงมิติภายในกล่อง

- ศึกษาถึงกรรมวิธีการผลิต เช่น วิธีการปั๊มรอยพับ - งอ ของแผ่นกระดาษลูกฟูก ทั้งนี้เนื่องจากกระดาษลูกฟูกมีความหนา เมื่อปั๊มรอยเป็นแนวพับบริเวณที่ปั๊มรอยจะถูกบีบเข้าหากันและจะเป็นจุดที่แบ่งกึ่งกลางความหมายของกระดาษ ดังนั้นเมื่อพับ - งอ ตั้งตรงขึ้นระหว่าง 2 จุด จะทำให้มิติภายในตัวกล่องแคบเข้าไปอีกการที่จะกำหนดจุดพับลงไปในแบบ จึงควรต้องคำนึงถึงข้อปลีกย่อยนี้ด้วย



ภาพประกอบ 15 แสดงรอยพับของกระดาษ

- ศึกษาถึงวิธีการประกอบรูปทรงของตัวกล่อง ว่าจะใช้วัสดุร่วมเพื่อการประกอบเป็นรูปทรงอะไรบ้าง เช่น ใช้ผ้าเทปกาวปิดยึดเข้ารูป (Tape Joint) ใช้ทากาว (Glue Joint) ลวดเย็บ (Stitched Joint)



ภาพประกอบ 16 แสดงมาตรฐานการประกอบทั่วไป

ประเภทและโครงสร้างของกระดาษลูกฟูกที่สามารถออกแบบได้ในรูปแบบต่าง ๆ

การออกแบบกล่องกระดาษลูกฟูกให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายในนั้นจะต้องอาศัยทั้งการออกแบบทางด้านโครงสร้าง (Structural Design) และการออกแบบทางด้านกราฟิค (Graphic Design) ในที่นี้จะกล่าวในส่วนของการออกแบบโครงสร้างเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ในด้านของความแข็งแรง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2538 : 1-74.)

3.1.1 ศึกษาสภาวะคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ

3.1.2 ศึกษาระบบการผลิต การบรรจุ การขนส่ง และการเก็บรักษา

3.1.3 กำหนดปริมาณและวิธีการ เพื่อทำการคำนวณขนาด (มิติ) กล่อง

3.1.4 คำนวณความแข็งแรงของกล่องที่ต้องการ เพื่อใช้ในการเลือกชนิดของแผ่นกระดาษลูกฟูกที่ใช้

ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการบรรจุจะต้องคำนึงถึงหัวข้อต่อไปนี้

1. ลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการในการออกแบบจะจำแนกออกเป็น 3 จำพวก ได้แก่

1.1 สินค้าที่ทนต่อแรงกดได้สูง สินค้าเหล่านี้จะไม่มีการยุบตัวเกิดขึ้นเมื่อวางซ้อนกัน ดังนั้นกล่องจึงทำหน้าที่รวมหน่วยสินค้า โดยไม่ให้เกิดความเสียหาย

1.2 สินค้าที่ทนแรงกดได้ปานกลาง ดังนั้นกล่องจึงต้องทำหน้าที่รับแรงกดบางส่วนที่เกิดขึ้น

1.3 สินค้าที่ทนแรงกดได้น้อยหรือไม่ได้เลย ดังนั้นกล่องจะต้องเป็นตัวรับแรงกดทั้งหมดที่เกิดขึ้นเพื่อคุ้มครองสินค้า

2. ระบบการผลิต การบรรจุ การขนส่ง

2.1 การบรรจุ วิธีการบรรจุ (ใช้เครื่อง / แรงคน) ความเร็วในการบรรจุ

2.2 การขนส่ง / ขนถ่าย จำนวนครั้งในการเคลื่อนย้าย

2.3 สภาพแวดล้อมในการขนส่ง

2.4 กฎระเบียบบังคับ จะต้องเป็นไปตามข้อบังคับที่มีการกำหนดขึ้น ทางด้านโครงสร้าง ฯลฯ

3. กำหนดปริมาณและวิธีการบรรจุ

ปริมาณและวิธีการบรรจุ จะต้องสอดคล้องกับระบบการผลิตและการขนส่ง การบรรจุหน่วยใหญ่ แต่ถ้าเป็นกล่องที่มีการออกแบบทางด้านกราฟิคที่มีความสวยงามแล้ว ควรคำนึงถึงขนาดของพื้นที่ที่วางสินค้าเพื่อให้ใช้เนื้อที่อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

4. การออกแบบขนาด (มิติ) ของกล่อง

ขนาด (มิติ) ของกล่อง จะกำหนดโดยด้าน 3 ด้าน ได้แก่ ความยาว ความกว้าง ความสูง โดยกล่องสล็อตด้านกว้างและด้านยาวจะอยู่ด้านที่มีฝาปิดกล่องส่วนด้านสูงจะอยู่ในแนวตั้งฉากกับด้านที่มีฝาปิด

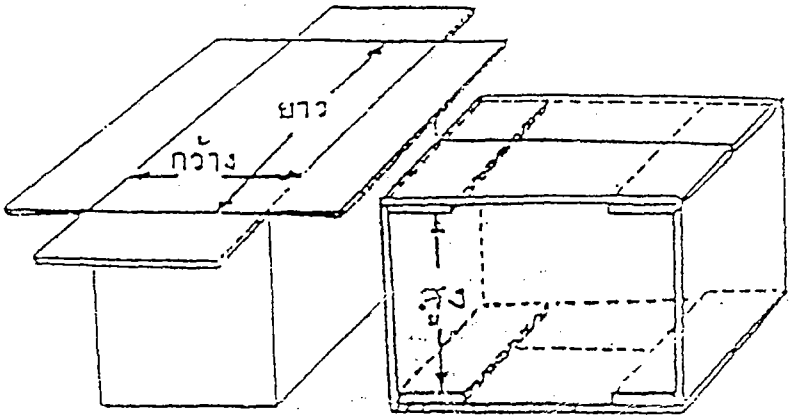
มิติของกล่องสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

- มิติภายใน (Inside Dimension) หมายถึง ปริมาณภายในกล่องที่ถูกครอบครองโดยสินค้าและส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้บรรจุร่วม สามารถคำนวณได้จากสินค้าโดยตรงและไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปลี่ยนชนิดของลอนลูกฟูกที่ใช้ ดังนั้นการส่งผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกจึงควรใช้ค่ามิติภายใน (ยาว x กว้าง x สูง) เป็นตัวกำหนดมาตรฐาน

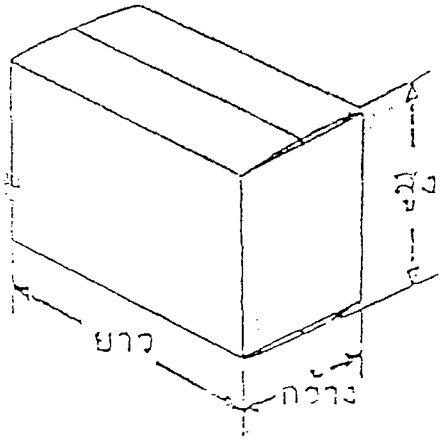
- มิติภายนอก (Cutside Dimension) เป็นขนาดที่วัดจากกล่องข้างนอกที่มีการขึ้นรูปและปิดฝา จะเปลี่ยนแปลงไปตามขนาด (ความหนา) ของลอนลูกฟูก มิติภายนอกนี้ส่วนมากจะใช้เพื่อคำนวณการจัดวางกล่องในกะบะหรือตู้สินค้า

- มิติทับรอย (Scoreline Dimension) เป็นตำแหน่งของเส้นทับรอย (เส้นพับ) บนกล่องซึ่งใช้ในการตั้งตำแหน่งของมีดทับรอยในการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก มิติทับรอยจะขึ้นกับมิติภายในและขนาดของลอนลูกฟูก

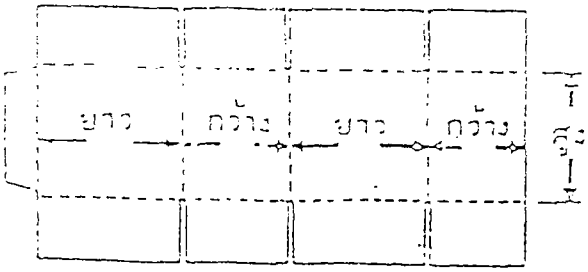
1.INSIDE DIMENSION



2.OUTSIDE DIMENSION



3.SCORELINE DIMENSION



ภาพประกอบ 17 มิติต่าง ๆ ของกล่อง

กล่องสำเร็จรูปที่ได้นี้สามารถทำให้มีความแข็งแรงในการรองรับน้ำหนักบรรจุและรองรับน้ำหนักในการวางซ้อนทับกันแตกต่างกันได้มากมาย โดยจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญ ๆ 4 ประการ คือ

1. ชนิดของแผ่นกระดาษลูกฟูก (Board Typer)
2. คุณภาพกระดาษที่ใช้ทำแผ่นกระดาษลูกฟูก (Paper Quality)
3. โครงสร้างของแผ่นกระดาษลูกฟูก (Board Combination)
4. ชนิดของลอนลูกฟูก (Flute Type)

1. ชนิดของแผ่นกระดาษลูกฟูก โดยทั่วไปที่นิยมใช้กันมี 3 ชนิด คือ

ก. ชนิดของแผ่นกระดาษลูกฟูก ชนิด 2 ชั้น (Single Faced Corrugated Board)

มักเป็นวัสดุกันการกระทบกระแทก เช่น ใช้ห่อหุ้มพวกหลอดไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อป้องกันความเสียหายในระหว่างการบรรจุและขนส่ง

โครงสร้างประกอบด้วยกระดาษทำผิวกล่อง 1 ชั้นและกระดาษทำลูกฟูก อีก 1 ชั้น

ข. แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 3 ชั้น (Single Wall or Double Faced Corrugated Board)

ใช้ทำกล่องที่มีน้ำหนักบรรจุปานกลางทั่ว ๆ ไป และยังใช้ทำเป็นส่วนประกอบอื่น ๆ ของกล่อง เช่น แผ่นรอง แผ่นกั้น เป็นต้นเพื่อช่วยเสริมความแข็งแรงของกล่อง

โครงสร้างประกอบด้วยกระดาษทำผิวกล่อง 2 ชั้น และกระดาษทำลูกฟูก 1 ชั้น

ความแข็งแรงของกล่องขึ้นอยู่กับคุณภาพของกระดาษที่ใช้ ชนิดของลอนลูกฟูก แบบกล่อง และส่วนประกอบอื่นของกล่อง

ค. แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น (Double Wall Corrugated Board)

ใช้ทำกล่องที่มีน้ำหนักบรรจุมากขึ้นสามารถใช้บรรจุสินค้าตั้งแต่ฝาจีบแบตเตอรี่ ลูกปืน ไปจนถึงใบยาสูบซึ่งมีน้ำหนักบรรจุถึง 200 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังใช้ทำเป็นส่วนประกอบอื่น ๆ ซึ่งช่วยเสริมความแข็งแรงให้เหมาะสมขึ้นตามที่ต้องการได้

โครงสร้างประกอบด้วยกระดาษทำผิวกล่อง 3 ชั้น และกระดาษทำลูกฟูก 2 ชั้น สำหรับลอนลูกฟูกมักทำเป็นลอนที่มีขนาดต่างกันเพื่อให้ยืดหยุ่นตัวได้ในการรองรับแรงกระทบกระแทก

ความแข็งแรงของกล่องชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับการเลือกชนิดกระดาษ ชนิดของลอนกระดาษลูกฟูกทั้งสอง แบบกล่องและส่วนประกอบอื่น ๆ ของกล่องเช่นเดียวกัน

ข้อกำหนด (Regulation) สำหรับกล่องกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น 5 ชั้น

- ขนาดความกว้างของรอยต่อ อย่างต่ำ 32 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)
- ความกว้างของรอยต่อแยกตามประเภท

ก. รอยต่อกาว : ติดกาวตลอดแนวรอยต่อ

ข. รอยต่อตอก : ระยะระหว่างตัวลวด < 64 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

ถ้าน้ำหนักกล่องมากกว่า 64 กิโลกรัม ระยะระหว่างตัวลวดต้องไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร

ค. รอยต่อเทป : ความแข็งแรงของเทปกาวที่ใช้ต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะไม่ทำให้ผนัง 2 ด้านของกล่องแยกออกจากกัน

ตาราง 9 แสดงข้อกำหนดของเทป

เทป	น้ำหนักรวม < 30 กก.	น้ำหนักรวม > 30 กก.
- ความกว้าง (Width)	> 2 นิ้ว	> 3 นิ้ว
- น้ำหนัก (Basis Weight)	> 60 / 3,000 ตร. ฟุต	> 150 / ปอนด์ / 3,000 ตร.ฟุต
- แรงดันทะลุ (Bursting Strength)	> 60 PSI	> 150 PSI

คุณสมบัติของรอยต่อ

- คุณสมบัติของรอยต่อเทป : รอยต่อประเภทนี้จะเรียบทั้งด้านในและด้านนอกของกล่อง ความแข็งแรงจะน้อยกว่ากล่องกาวและกล่องตอก การออกแบบการพิมพ์ต้องคำนึงถึงความกว้างของเทปที่แปะอยู่ด้านนอกกล่องด้วย
- คุณสมบัติของรอยต่อตอก : ไม่ใช้ในกล่องที่บรรจุอาหาร ความแข็งแรงน้อยกว่ากล่องกาว
- คุณสมบัติของรอยต่อกาว : ใช้กันอย่างแพร่หลายในทุกอุตสาหกรรม เป็นรอยต่อที่แข็งแรงที่สุด รักษาสภาพแวดล้อมนำกล่องกลับไป Recycle ได้โดยไม่ต้องแยกโลหะหรือถุงพลาสติกออกก่อน

วิธีการออกแบบเพื่อความประหยัด องค์ประกอบที่ควรพิจารณาประกอบการออกแบบ (ศูนย์การบรรจุหีบห่อ. 2532 : 61.)

1. ความยาวของกล่อง อัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงและขนาดของกล่อง กล่องบางชนิดเมื่อออกแบบแล้ว อาจพบว่าจะประหยัดมากหากมีความยาวมาก ๆ แต่สิ่งที่ต้องระวังก็คือ กล่องที่ยาวมาก จะอ่อนตัวมากเมื่อเวลาถูกยกขึ้นและคุณสมบัติในการเรียงซ้อนก็จะต่ำด้วย จึงควรระวังที่จะไม่ออกแบบกล่องให้ยาวมาก ๆ ในเรื่องนี้ไม่มีกฎแน่นอนตายตัวว่ากล่องควรจะยาวสูงสุดได้เท่าไร ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาเอาเองว่าของที่บรรจุนั้นหนักมากน้อยแค่ไหนและต้องการคุณสมบัติในการวางเรียงซ้อนมากแค่ไหน ของหนักและต้องการการวางเรียงซ้อนมาก ๆ ไม่ควรให้ยาวมากถ้ากระทำได้ และอาจจำเป็นที่จะต้องทดลองบรรจุสินค้าเพื่อความแน่ใจ

อัตราส่วนของความกว้างต่อความสูงก็เป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณาอย่างมาก ๆ ดังได้เคยกล่าวมาบ้างแล้วข้างต้น เพราะกล่องที่สูงและมีฐานแคบ ๆ (กว้างน้อย) จะโค่นล้มง่าย การทรงตัวไม่ดีซึ่งเรื่องนี้เป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะในปัจจุบันการเคลื่อนย้ายสินค้ากระทำด้วยเครื่องจักรมากขึ้น ซึ่งมักกระทำด้วยความรวดเร็ว หากฐานแคบและสูงมาก ๆ การโค่นล้มจะเกิดได้ง่ายมาก

2. จำนวนของการบรรจุ สินค้าหลาย ๆ ชนิด ถูกบังคับให้มีจำนวนการบรรจุตามความประสงค์ของผู้ขอให้ออกแบบหรือตามความนิยม ในการออกแบบจึงต้องทราบจำนวนการบรรจุที่แน่นอนเสียก่อนว่า จำนวนการบรรจุจะเป็นเท่าไรได้บ้าง แล้วจึงเริ่มทำการออกแบบ

3. การวางตัวของสินค้า ผู้ออกแบบควรจะทราบก่อนออกแบบว่ากล่องกระดาษลูกฟูกนั้นสามารถวางตัวสินค้าอย่างใดได้บ้าง บางอย่างวางตั้งไว้เท่านั้นวางนอนไม่ได้ บางอย่างจะวางตั้งหรือวางนอนก็ได้ การทราบถึงลักษณะการวางจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการออกแบบได้เป็นอย่างมาก

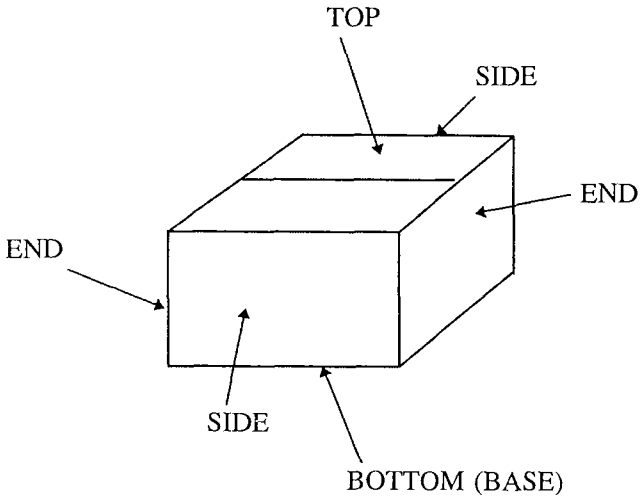
4. ลักษณะการบรรจุใส่กล่อง บางชนิดทำการบรรจุด้วยเครื่องจักร ดังนั้นจึงเป็นข้อจำเป็น ข้อจำกัดในตัวเลยว่าด้านฝาเปิดของกล่องควรจะมีขนาดเท่าไร ตามการบรรจุ

5. การใช้กระบะไม้และรถบรรทุก การเก็บรักษาสินค้าและการขนถ่ายสินค้าในปัจจุบันใช้กระบะไม้เป็นส่วนใหญ่เพราะขนถ่ายได้ครั้งละมาก ๆ เมื่อจะทำการออกแบบกล่องกระดาษลูกฟูกให้ควรจะทราบด้วยว่าเขาจะขนถ่ายสินค้าบนกระบะไม้หรือไม่ หากจะใช้กับกระบะไม้ด้วยต้องออกแบบกล่องให้มีขนาดพอเหมาะที่จะวางบนกระบะได้อย่างเหมาะสม ไม่ยื่นล้ำออกมานอกกระบะหรือใช้หน้าของกระบะไม่เต็มที่

นิยามของคำต่าง ๆ ที่จะใช้ในการออกแบบ

ด้านต่าง ๆ ของตัวกล่อง

Top	คือ ฝาเปิดปิดด้านบนของกล่อง
Bottom	คือ ฝาเปิดปิดด้านล่างของกล่อง
Side	คือ ด้านข้างของกล่องตามความยาว
End	คือ ด้านข้างของกล่องตามความกว้าง



ภาพประกอบ 18 แสดงรูปด้านต่าง ๆ ของกล่อง

ด้านต่าง ๆ ของสินค้าที่บรรจุภายใน

Base	คือ ฐานที่นิยมตั้งสินค้าโดยปกติ ซึ่งมันเป็นด้านเปิดปิดของสินค้า
Face	คือ ด้านที่มีพื้นที่มากที่สุด เพื่อการบอกถึงตัวสินค้า
Side	คือ ด้านข้างที่แคบกว่าของสินค้า

สัญญลักษณ์ที่ใช้บอกขนาดของกล่องกระดาษลูกฟูกและตัวสินค้า

L	คือ ด้านที่ยาวกว่าของฝากเปิดปิดของกล่องกระดาษลูกฟูก
W	คือ ด้านที่สั้นกว่าของฝากเปิดปิดของกล่องกระดาษลูกฟูก
D	คือ ด้านที่สูงของตัวกล่องกระดาษลูกฟูก
I	คือ ด้านที่ยาวกว่าของฝาเปิดปิดของตัวสินค้า
W	คือ ด้านที่สั้นกว่าของฝาเปิดปิดของตัวสินค้า
D	คือ ด้านสูงของตัวสินค้า

ความสอดคล้องระหว่างหีบบรรจุกับระบบการขนย้าย

หีบบรรจุอาจจะต้องได้รับการออกแบบเป็นพิเศษเพื่อให้ใช้กับเครื่องมือที่ใช้ในการบรรจุและวิธีการขนย้าย หีบบรรจุต้องมีขนาดที่จะเอื้ออำนวยให้การขนส่งเป็นหน่วยใหญ่ดำเนินการไปได้ ต้องเลือกใช้วัสดุที่ใช้ในการทำหีบบรรจุให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด (ศูนย์การบรรจุหีบห่อ. 2532 : 63.)

1. **ภาชนะที่เป็นไม้**

ก) **ข้อดี**

- ทนทานต่อความเปียกชื้นและเปียกน้ำได้
- สามารถออกแบบได้ตามความต้องการในด้านการถ่ายเทอากาศ
- ความแข็งแรงดี หรือดีมาก สามารถวางซ้อนกันได้

ข) **ข้อเสีย**

- ลักษณะด้านไม้แข็ง หยาบ และบางครั้งอาจจะมีส่วนแหลมคมออกมาจึงจำเป็นต้องมีการบุด้านใน

2. **ภาชนะที่เป็นพลาสติก**

ก) **ข้อดี**

- แข็งแรง วางซ้อนกันได้
- กันน้ำและความชื้น
- ภายในประเทศและหมุนเวียนใช้ได้หลายครั้ง

ข) **ข้อเสีย**

- ราคาแพง จึงจำเป็นต้องใช้หลาย ๆ ครั้ง
- ไม่เหมาะกับของขนาดเล็ก
- ไม่สามารถกันการกระทบกระแทกได้

3. **กล่องกระดาษลูกฟูก**

ก) **ข้อดี**

- ผิวกล่องเรียบ จะไม่ทำความเสียหายแก่ผลิตผล
- แผ่นลูกฟูกจะช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตผลถูกกระทบกระแทก
- มีหลายขนาดและหลายแบบ

- สามารถพิมพ์ตราหรือเครื่องหมายที่ดึงดูดความสนใจตลอดจนรายละเอียดต่าง ๆ
- เหมาะสำหรับการขนย้าย โดยใช้รถยก
- สะดวกในการขนส่งในรูปแบบแผ่น ประหยัดเนื้อที่
- สามารถใช้เครื่องจักรในการขึ้นรูปหรือปิดกล่อง
- หลังจากใช้แล้วสามารถนำไปเข้ากระบวนการผลิตใหม่ได้

ข) ข้อเสีย

- การถ่ายเทอาหารมีน้อย เฉพาะตามช่องที่เจาะที่กล่องเท่านั้น (ยกเว้นกล่องที่เปิดฝา)
- ความชื้นอาจจะทำให้กล่องไม่แข็งแรงเท่าที่ควร จึงต้องระวังในการวางซ้อนกล่องด้วย
- ต้องระวังในการเก็บรักษาและขนย้าย

ระบบการวัดเพื่อการออกแบบ (Measurment for Design)

ร่างกายมนุษย์นั้นมีสัดส่วน ซึ่งได้ทำการค้นคว้าวิจัยไว้แล้วเพื่อเป็นความรู้ ข้อมูลและเป็นมาตรฐานสัดส่วนที่สามารถจะนำไปใช้ในการออกแบบทุกชนิด นอกจากความกว้าง ความสูง และความหนาของร่างกายแล้ว รูปร่างและขนาดยังมีผลต่อการจัดวางเพื่อการออกแบบ (ประลอง พีรานนท์. 2530 : 71.)

มิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

1.	ความสูงยืน Stature	150 - 170 ซม.
2.	ความสูงพื้นถึงข้อศอก Elbow Height	85 - 108 ซม.
3.	ความกว้างของหน้าอก Chest Breadth	26 - 31 ซม.
4.	ระยะจากข้อศอกถึงปลายนิ้ว Fore Arm Hand Length	37 - 43 ซม.
5.	ระยะจากข้อศอกถึงระดับที่นั่ง Elbow Height	20 - 25 ซม.
6.	ระยะจากไหล่ถึงระดับที่นั่ง Shoulder Heigh (Sitting)	57 - 65 ซม.
7.	ความกว้างของไหล่ Shoulder Breadth	40 - 50 ซม.
8.	ระยะจากไหล่ถึงข้อศอก Shoulder to Elbow Length	
9.	ความหนาของหน้าอก Chest Depth	16 - 19.5 ซม.
10.	ความยาวของช่วงแขน ระยะจากหลังถึงปลายนิ้วมือ Arm Reach	74 - 81 ซม.
11.	ความหนาของส่วนท้อง Waist Depth (Standing)	14.5 - 18 ซม.

12. ความกว้างระหว่างข้อศอก Elbow to Elbow Breadth 35 - 40 ซม.
13. ความกว้างสะโพก Guo Breadtg 28 - 31 ซม.
14. ความกว้างสะโพก (นั่ง) Kip Breadth (Sitting) 30 - 33 ซม.
15. ระยะจากก้นถึง Pobis, Buttock Depth 17 - 22 ซม.
16. ระยะก้นถึงปลายเท้า Buttock Leg Length 93 - 110 ซม.
17. ความหนาของต้นขา Thigh Height (Sitting) 13 - 15 ซม.
18. ระยะจากหัวนิ้วมือถึงระดับพื้น Knugkle Height (Standing) 65 - 95 ซม.
19. ระยะจากก้นถึงเข่า Buttock Knee Length 50 - 60 ซม.
20. ระยะจากก้นถึงข้อพับน่อง Buttock Politeal Length 40 - 50 ซม.
21. ความกว้างระหว่างเข่าทั้งสอง Knee to Knee Bread
22. ระยะระหว่างเขาถึงระดับพื้น Knee Height (Sitting)
23. ระยะข้อพับน่องถึงระดับพื้น Politeal Height (Sitting)
24. ระดับศีรษะถึงช่วงแขน Clawling & Kneeling Positions
25. ระยะนอนราบจากปลายนิ้วมือถึงปลายนิ้วเท้าและระดับศีรษะถึงพื้น

ในการดำเนินกรรมวิธีการออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกชนิดพับได้นี้ มีการดำเนินการออกแบบตามขอบเขตของการวิจัยไว้โดยได้กำหนดมาตรฐานในการทำโลงศพกระดาษลูกฟูกไว้ดังนี้

1. สร้างโลงศพกระดาษลูกฟูกโดยใช้กระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น

2. ขนาดและสัดส่วนของโลงศพจะมีขนาดกว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม. และสามารถรับน้ำหนักของผู้เสียชีวิตได้ไม่เกิน 78 กิโลกรัม

3. การออกแบบจะสร้างเป็นรูปแบบของกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า และมีการนำถุงพลาสติกมาช่วยรองรับอีก 1 ชั้น

4. ด้านในโลงศพมีลักษณะการเคลือบกระดาษไว้และด้านนอกโลงศพเป็นแบบด้านแสดงให้เห็นถึงผิวกระดาษ

5. การรับน้ำหนักมีกระดาษลักษณะคล้ายรวงผึ้ง ช่วยรองรับน้ำหนักโลงศพอีกชั้นเพื่อช่วยรับน้ำหนักในแนวตั้งของลอนกระดาษลูกฟูก

6. การปฏิบัติงานจะใช้วิธีประกอบเข้าด้วยกัน แสดงลักษณะการทำงานคล้าย ๆ กับการประกอบกล่องบรรจุภัณฑ์ ซึ่งการผลิตออกมาจะเป็นลักษณะการไดคัทกระดาษลูกฟูก

7. การใช้งานจะเจาะจงเฉพาะผู้เสียชีวิตจากอุบัติเหตุทันทีและผู้เสียชีวิตทันทีเท่านั้น ไม่เจาะจงผู้ที่เสียชีวิตมาแล้วหลายวัน

การออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกนั้นได้ออกแบบโดยใช้หลักการออกแบบและหลักการออกแบบโลงศพไม้มาเป็นพื้นฐานในการออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูก โดยเปรียบเทียบกับการออกแบบโลงศพไม้ดังนี้

1. การออกแบบโลงศพไม้ 1 โลงมีกรรมวิธีการทำคือ ต้องมีการกำหนดน้ำหนักของผู้เสียชีวิตไว้ก่อน ซึ่งมีมาตรฐานในการกำหนดดังนี้

การกำหนดอัตราเพิ่มน้ำหนักของผู้เสียชีวิตไว้ดังนี้

- น้ำหนักไม่เกิน 50 กก. ขนาดความกว้างของโลงเท่ากับ 46 ซม.
- น้ำหนักไม่เกิน 46-66 กก. ขนาดความกว้างของโลงเท่ากับ 51 ซม.
- น้ำหนักไม่เกิน 65-78 กก. ขนาดความกว้างของโลงเท่ากับ 56 ซม.

ทั้งนี้ น้ำหนักต่าง ๆ จะเพิ่มตามอัตราส่วนของน้ำหนักผู้เสียชีวิตขึ้นไป เช่น สมมุติน้ำหนักผู้เสียชีวิต 100 กก. จะเพิ่มเป็นสัดส่วนใน 1 เท่าของโลง และส่วนใหญ่จะใช้ไม้อัดซึ่งมีความหนา 3 - 4 มิลลิเมตร

ในการทำโลงศพไม้ 1 โลง จะเริ่มจากตีโครงของโลงตามขนาดสัดส่วนที่ได้กำหนดไว้ก่อน และเริ่มสร้างแผ่นพื้น แผ่นข้าง แผ่นด้านหัว และท้ายโลงพร้อมกัน และจะประกอบให้เสร็จเข้าด้วยกัน การประกอบจะใช้ตะปูตอกหรือทากาวอัดไม้บางส่วน และในปัจจุบันไม่นิยมใช้การตอกเข้าลิ่มแทนถึงแม้จะมีความแข็งแรงดี แต่จะเป็นการเสียเวลาในการทำมักไม่ค่อยนิยมทำ แต่จะทำเฉพาะกรณีถ้ามีลูกค้าสั่งทำ ส่วนไม้ที่เหลือจากการทำจะนำมาเป็นส่วนประกอบภายในโลงในบางส่วน การประกอบการทำโลงศพไม้จะใช้แรงงานคนในการทำ 1 คน จะเสร็จเฉพาะการตีโครงโลงศพ 1 วัน และประกอบฝาประกบทั้ง 4 ด้าน รวมทั้งตกแต่งไม้เสร็จเรียบร้อยอีก 1 วัน โดยจะใช้ไม้อัดขนาด 48 x 96 นิ้ว 2 แผ่น หนา 3 - 4 มิลลิเมตร ต่อการทำโลงศพไม้ 1 โลง และโลงศพไม้ที่นิยมสั่งซื้อกันมากคือโลงศพลายเทพพนมสีขาวทอง

2. การออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกชนิดพับเก็บได้มีหลักการออกแบบโดยได้ยึดแนวทางการกำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ และมีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

2.1 ขั้นตอนการออกแบบสเกตซ์ (Preliminary Design)

2.2 การปรับปรุงแก้ไขแบบ (Design Development)

2.3 การออกแบบขั้นสุดท้าย (Design Refinement)

4. คุณสมบัติที่ใช้ทดสอบกับโลงศพกระดาษลูกฟูก

การวิเคราะห์คุณสมบัติของกระดาษ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการออกแบบโครงสร้าง ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพเพื่อประโยชน์ในการลดความเสียหาย ลดต้นทุน รวมทั้งการตรวจสอบข้อกำหนดในการซื้อขาย (ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย. 2529 : 1.)

เนื่องจากกระดาษมีคุณสมบัติที่แปรเปลี่ยนตามสภาวะอากาศแวดล้อม ดังนั้นในการวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการปรับสภาวะ (Conditioning) ชิ้นทดสอบให้สมดุลย์กับสภาวะทดสอบมาตรฐานเสมอ สภาวะดังกล่าวจะแตกต่างกันไปตามภูมิอากาศของแต่ละประเทศ

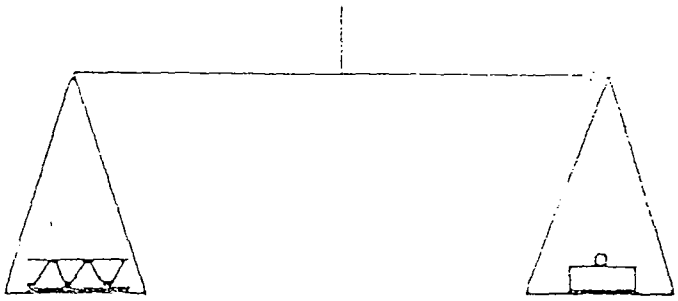
4.1.1 น้ำหนักมาตรฐาน (Basis Weight หรือ Grammage) หมายถึง น้ำหนักกระดาษเป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร (g/m^2) ในประเทศสหรัฐอเมริกานิยมใช้หน่วยเป็นปอนด์ต่อพื้นที่ 1,000 ตารางฟุต ซึ่งใช้ย่อว่า MSP คุณสมบัตินี้ใช้กำหนดราคาซื้อขายได้และมีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นและความแข็งแรงของกระดาษนั้น วิธีการทดสอบอาศัยมาตรฐาน ISO 536, ASTM D646 และ TAPPI T410

มาตรฐาน : ISO 536

TAPPI T 410

ASTM D 646

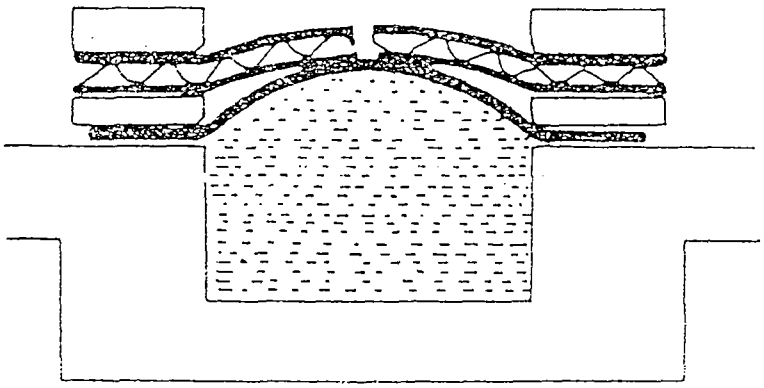
FEFCO Testing Method No. 2



ภาพประกอบ 19 แสดงเครื่องมือ : Analytical Balance

4.1.2 ความต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength) หมายถึง ความสามารถของกระดาษ ที่จะต้านแรงดันที่กระทำบนชิ้นทดสอบด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ จนทำให้ชิ้นทดสอบนั้นขาดหรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถของกระดาษที่จะต้านทานแรงดันที่กระทำลง

บนกระดาษ จนในที่สุดกระดาษจะถูกแรงดันให้ยืดตัวออกจนทะลุ นอกจากนี้ยังเป็นคุณภาพที่สัมพันธ์ต่อความสามารถในการรองรับน้ำหนักที่ถ่วงลงบนผนังด้านล่างของกล่องเมื่อมีการเคลื่อนย้ายโดยใช้คน มีหน่วยเป็นกิโลปาสกาล (kPa) หรือกิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2) คุณสมบัตินี้มีความสัมพันธ์กับการต้านแรงดึงขาด และการต้านแรงฉีกขาด ค่า Bursting Strength บ่งถึงความเหนียวของกระดาษในการต้านแรงดันทะลุ และมีความสำคัญกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เช่น กล่องกระดาษลูกฟูก มาตรฐานที่ใช้ได้แก่ มอก. 550, ISO 2759, ASTM D 774, ASTM D 2738, TAPPI T 403 และ TAPPI T 810



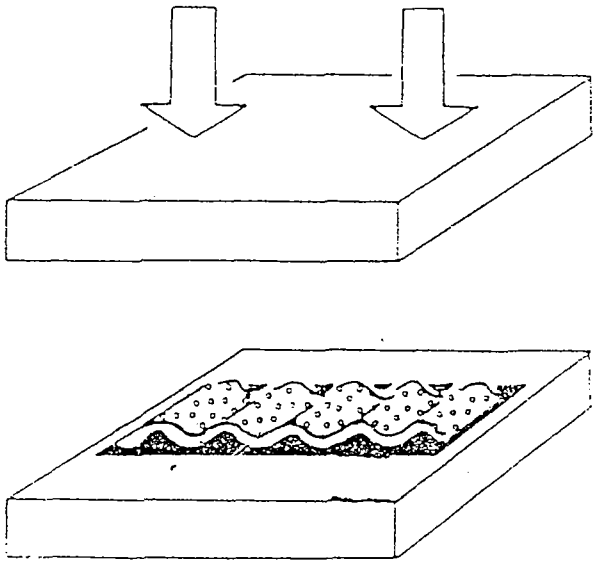
ภาพประกอบ 20 แสดงเครื่องมือที่ใช้ทดสอบคือ Mullen Tester

4.1.3 การต้านแรงกดลอนลูกฟูกของกระดาษทำลูกฟูก (Flat Crush Resistance of Courrugating Medium) อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า "Concora Crush" หมายถึง ความสามารถของกระดาษที่จะต้านแรงกดบนลอนลูกฟูกจนลอนลูกฟูกนั้นยุบลงจนแบน มีหน่วยเป็นนิวตัน หรือกิโลกรัม แรงกระดาษที่มีค่า Concora Crush Test สูง เมื่อนำมาทำลอนลูกฟูกจะให้ค่า Flat Crush ของแผ่นลูกฟูกสูง คือ แผ่นลูกฟูกแข็งขึ้น วิธีการทดสอบใช้มาตรฐาน มอก.321 ASTM D 2806

มาตรฐาน : TAPPI T 809

ASTM D 2806

มอก. 321 (ข้อ 7.4)



ภาพประกอบ 21 แสดงเครื่องมือ : Concora medium fluter

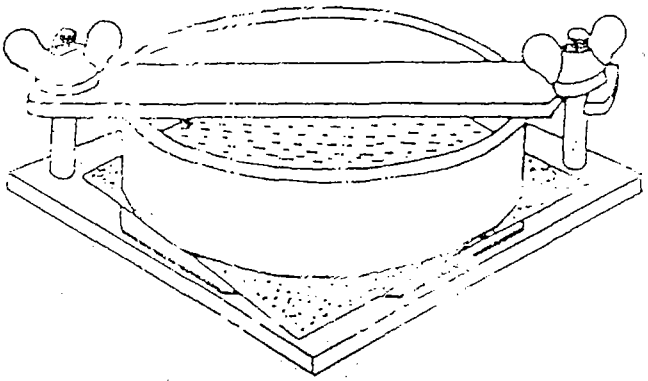
4.1.4 การดูดซึมน้ำ (Water absorption)

การดูดซึมน้ำของกระดาษ หมายถึงปริมาณน้ำเป็นกรัมที่แผ่นทดสอบดูดซึมไว้ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ภายในเวลาที่กำหนดให้, เป็นการทดสอบว่าของเหลว เช่น น้ำ, กาวเหลว, หมึกพิมพ์ สามารถซึมผ่านเข้าไปในเนื้อกระดาษได้ดีเพียงไร

มาตรฐาน : ISO 535

TAPPI T 441

FEFCO Testing Meghod No. 7



ภาพประกอบ 22 แสดงเครื่องมือ : Gurley - cobb sizing tester

4.2 คุณสมบัติทางด้านการพิมพ์การตกแต่ง

ในการพิมพ์เป็นระบบการพิมพ์ที่ง่ายที่สุด ซึ่งความเข้าใจที่ว่าง่ายสำหรับในกรณีนี้จะหมายถึง ผู้พิมพ์ที่ไม่ได้เน้นถึงคุณภาพของลวดลายหรือภาพที่พิมพ์ออกมาว่าจะมีความคมชัดสวยงามและสมบูรณ์เพียงใด กล่าวคือ การพิมพ์ที่ดีนั้น ผู้พิมพ์จำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ถึงเทคนิคและอุปกรณ์ที่จะอำนวยความสะดวกในการพิมพ์ ตลอดจนวิธีการที่จะใช้งานให้ถูกต้อง เพื่อให้ได้ภาพที่สมบูรณ์แบบ การเตรียมพร้อมที่ดีของผู้พิมพ์ก็เป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ได้ผลงานที่ดีตามมาด้วย (นงเยาว์ จิระกรานนท์. 2535 : 198.)

อุปกรณ์สำคัญที่จำเป็นต้องเตรียมให้พร้อม และตรวจสอบให้เรียบร้อย ควรจะมีดังต่อไปนี้

- แม่พิมพ์ที่ทำขึ้นมา โดยวิธีใดวิธีหนึ่งนั้นได้มีความสมบูรณ์แล้วหรือยังมีความบกพร่องที่จะต้องแก้ไขอีกหรือไม่
- ยางปาดที่ใช้จะต้องมีความนิ่ม ความแข็ง และรูปทรงตามความเหมาะสมกับชิ้นงาน
- โต๊ะพิมพ์ที่จะใช้พิมพ์งานสมบูรณ์พร้อม หรือถ้าเป็นเครื่องพิมพ์ควรตรวจดูระบบไฟเครื่องลมดูดให้อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้
- เลือกชนิดของหมึกพิมพ์ให้ถูกต้องกับงาน และควรจะได้ผ่านการทดสอบกับสิ่งพิมพ์จนมั่นใจว่าสามารถใช้งานได้ดี แล้วจึงนำหมึกพิมพ์มาผสมให้ได้เฉดสีที่ต้องการ แล้วนำมาผสมน้ำมันในปริมาณที่พอเหมาะ เตรียมไว้ให้เรียบร้อยพร้อมที่จะนำไปพิมพ์ได้ทันที
- คัดเลือกวัสดุที่จะพิมพ์ให้มีคุณภาพ และสภาพดี พร้อมที่จะนำมาพิมพ์ได้ และจัดนับเตรียมจำนวนของสิ่งพิมพ์ให้ถูกต้องตามความต้องการด้วย

การพิมพ์กระดาษ หรือวัสดุแผ่นเรียบที่มีลักษณะอ่อนและนิ่ม และสามารถถูกยึดด้วยแรงดูดหรือแรงกดแล้ว โดยส่วนมากมักจะมีหลักเกณฑ์ และวิธีการพิมพ์ที่คล้ายคลึงกัน การพิมพ์วัสดุประเภทนี้ นอกจากจะมีการเตรียมขั้นมูลฐานเป็นอันดับแรกแล้ว ควรจะคำนึงถึงหลักการปลีกย่อยอื่น ๆ อีกหลายประเภทที่จะนำมาถึงผลงานที่มีคุณภาพดังนี้

4.2.1 วัสดุยึดสิ่งพิมพ์

ปัญหาที่มักจะพบเห็นในขณะที่ปาดหมึกพิมพ์ผ่านบล็อคสกรีนลงไปบนสิ่งพิมพ์นั้น จะเห็นได้ว่าสิ่งพิมพ์มักจะลอยติดขึ้นมาพร้อมกับแม่พิมพ์ที่ยกขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องหาวัสดุมายึดสิ่งพิมพ์นั้นไว้ชั่วคราว วัสดุที่ใช้ คือ

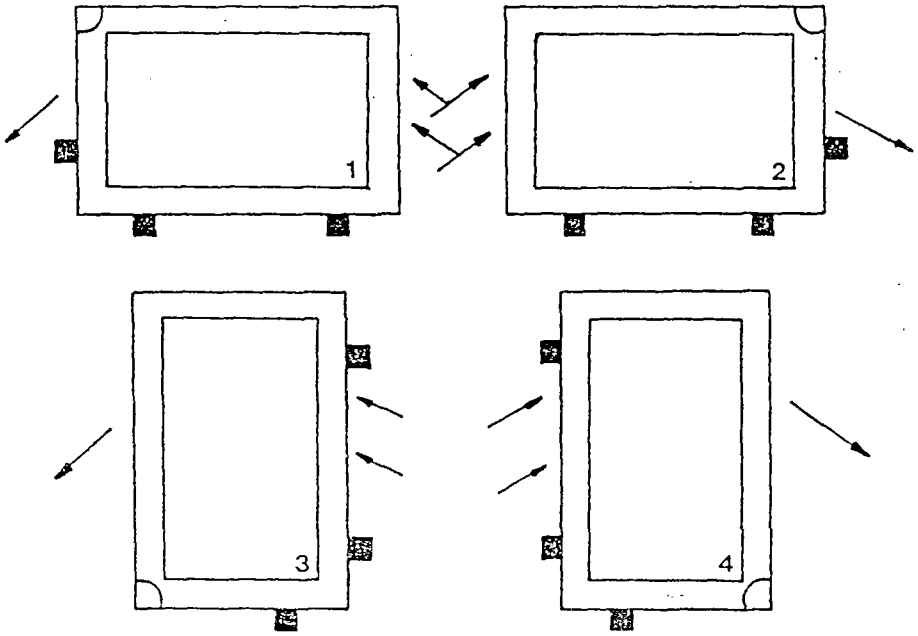
1. กาวทาโต๊ะ ซึ่งจะหาซื้อได้ตามร้านจำหน่ายอุปกรณ์ซิลค์สกรีนทั่วไป เป็นกาวที่มีคุณสมบัติเหนียวพอประมาณ และไม่แห้งเร็วจนเกินไป โดยมีทั้งชนิดทาและแบบพ่น

2. ใช้กาวด้านหลังของแผ่นสติกเกอร์ โดยใช้น้ำมันล้างหรือน้ำมันผสมละลายกาวออกแล้วนำไปทาลงบนโต๊ะพิมพ์ หรือแท่นพิมพ์

3. ใช้แผ่นสติกเกอร์ที่ไม่ใช้แล้วตัดให้มีขนาดเท่ากับสิ่งพิมพ์ แล้ววางลงบนโต๊ะพิมพ์ ใช้เทปติดโดยให้ด้านที่มีเนื้อกาวหงายขึ้น ด้านกระดาษติดกับโต๊ะพิมพ์ ใช้ผ้าชุบน้ำมันผสมมาแตะกาวให้ความหนืดออกไปบ้าง จนเห็นว่าความหนืดของกาวมีพอประมาณ ที่จะดึงดูดสิ่งพิมพ์นั้นไว้ได้

4. ใช้ลมดูดจากเครื่องพิมพ์ ในกรณีที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์แบบอัตโนมัติ หรือกึ่งอัตโนมัติแบบเรียบ ส่วนมากมักจะมีแท่นพิมพ์ที่เป็นหลัก และเจาะรูไว้เพื่อให้เครื่องลมดูดที่ติดด้านล่างของโต๊ะพิมพ์สามารถดูดลมผ่านเข้าไปทำให้สิ่งพิมพ์ที่อยู่ด้านบนถูกดูดติดกับแท่นพิมพ์เวลาพิมพ์และจะปล่อยลมออกก็ต่อเมื่อได้ยกแท่นพิมพ์ขึ้นในกรณีที่สิ่งพิมพ์มีพื้นที่น้อยกว่าพื้นที่ของลมดูดจะต้องหากระดาษมาปิดในบริเวณที่เป็นช่องว่างระหว่างสิ่งพิมพ์กับลมดูดนั้นเสีย ซึ่งการทำเช่นนี้จะทำให้มีลมดูดมากขึ้น และมีแรงยึดเกาะสิ่งพิมพ์มากเช่นกัน

ในการพิมพ์วัสดุแผ่นเรียบดังกล่าว ถ้าเป็นการพิมพ์โดยเครื่องพิมพ์แบบกึ่งอัตโนมัติ เครื่องพิมพ์ส่วนมากมักจะนับด้านยาวเข้าหาผู้พิมพ์ ซึ่งจะใช้คนทำงาน 2 คน ผู้ป้อนเข้าจะอยู่หน้าเครื่องพิมพ์ ตามรูปที่ 1 วางกองสิ่งพิมพ์ไว้ทางด้านขวามือ จุดตั้งฉากจะอยู่ชิดตัวผู้พิมพ์ 2 จุด และซ้ายใกล้ผู้พิมพ์ 1 จุด เวลาป้อนให้งอสิ่งพิมพ์ขึ้น ทางมุมซ้ายด้านในเล็กน้อย เพื่อที่เวลาเอาออกจะได้ง่ายขึ้นและรวดเร็ว สำหรับรูปที่ 2 ก็เหมือนกับรูปที่ 1 แต่ตำแหน่งของสิ่งพิมพ์เข้าและออกตลอดจนจุดตั้งฉาก จะอยู่ตรงกันข้ามกับรูปที่ 1



ภาพประกอบ 23 แสดงการพิมพ์บนวัสดุแผ่นเรียบ

ส่วนการพิมพ์แบบธรรมดา โดยไม่ใช่เครื่องจะต้องใช้คนทำงาน 3 คน ตามรูปที่ 3 ผู้พิมพ์จะอยู่กลางหน้าแม่พิมพ์ ผู้ที่ป้อนสิ่งพิมพ์จะอยู่ด้านขวา ผู้นำสิ่งพิมพ์ออกจะอยู่ด้านซ้าย การตั้งฉากจะตั้งที่ขวามือในสุดและนอกสุด และอีกจุดหนึ่งอยู่ใกล้ผู้พิมพ์ขวาสุด ตำแหน่งที่เอาสิ่งพิมพ์ออกจะอยู่มุมซ้ายนอกสุดในทำนองเดียวกัน รูปที่ 4 ก็จะตรงกันข้ามกับรูปที่ 3

4.2.2 วิธีปาดหมึก

สิ่งที่เราจำเป็นต้องศึกษาเป็นลำดับแรก คือความหนาของหมึกที่ต้องการให้ปรากฏบนสิ่งพิมพ์ว่าจะมีมากน้อยแค่ไหน และยางปาดที่ใช้ซึ่งก็ทราบกันดีแล้วว่า รูปทรงของยางปาด ถ้ายิ่งแหลมเท่าไรก็จะทำให้หมึกออกน้อยเท่านั้น ในทางตรงข้ามถ้ายิ่งมนหมึกก็จะออกมายิ่งขึ้น

โดยปกติในการพิมพ์ หรือปาดหมึกนี้ ถ้าใช้ยางปาดที่มีรูปทรงตัววี ควรตั้งระดับของยางปาดให้ทำมุมกับสิ่งพิมพ์ประมาณ 85 - 90 ° และหากเป็นยางปาดที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยม ให้ตั้งระดับทำมุมประมาณ 45 ° (สามารถดูรายละเอียดได้จากในเรื่องของยางปาด) นอกจากนี้ถ้าต้องการให้หมึกพิมพ์ออกมากขึ้น ก็ให้วางระดับยางปาดทำมุมต่ำลงจากเดิมอีก สำหรับการปาดหมึกกลับไปอีกครั้ง ก็เพื่อที่จะเก็บหมึกกลับเข้าไปและยังเป็นการป้องกันมิให้แม่พิมพ์เกิดการอุดตันได้ง่ายอีกด้วย ทั้งยังจะทำให้หมึกเป็นชั้นเงาที่สุดก่อนที่จะพิมพ์ครั้งต่อไป

4.2.3 การเก็บสิ่งพิมพ์

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการพิมพ์ คือ การทำให้สิ่งพิมพ์แห้งอาจจะกระทำได้โดยการตากหรือเข้าเตาอบ จากนั้นเก็บสิ่งพิมพ์ให้เข้าที่เพื่อเตรียมการส่งไปบรรจุหรือขั้นตอนการตบแต่งต่อไป จากสิ่งนี้เองที่ทำให้ผู้มีอาชีพในการพิมพ์มักจะพบอยู่เสมอ ซึ่งบางครั้งก็กลายเป็นปัญหาถึงขั้นจะต้องมีการถกเถียงกันระหว่างผู้พิมพ์กับผู้จำหน่ายหมึก หรือผู้พิมพ์ผู้กับสั่งพิมพ์งาน ปัญหาเหล่านี้เกิดจากการเก็บสิ่งพิมพ์อย่างไม่ถูกต้อง ทำให้มีรอยขีดข่วน หรือมีสีเลอะเทอะ

การเริ่มต้นของการตากนั้น ผู้ตากจะต้องวางเรียงสิ่งพิมพ์ด้วยความระมัดระวังและเป็นระเบียบ ตามลำดับการพิมพ์ก่อนและหลัง เพื่อจะได้รู้ว่าแถวไหนที่ตากก่อนหรือหลัง ในกรณีที่ไม่มีสถานที่กว้างพอก็ควรจะใช้ตระแกรงตาก การตากนี้ก็จะเริ่มตากจากชั้นล่างสุดไล่ขึ้นมา (ดูรูปจากเรื่องเครื่องอบแห้ง) แต่ถ้าเป็นภาชนะบรรจุก็อาจจะต้องใช้วิธีตากโดยการเรียงเช่นเดียวกัน หรือเพื่อความสะดวกรวดเร็วขึ้นก็ควรจะเข้าเตาอบ สิ่งสำคัญที่ควรระวังให้มาก คือ การเปรอะเปื้อนจากการวางทับกัน ชนกัน หรือขณะตากเกิดมีฝุ่นละออง สิ่งสกปรกจากสภาพแวดล้อมปลิวไปเกาะติด จึงเป็นปัญหาที่ผู้พิมพ์จะต้องสังเกตและพยายามแก้ไขความสกปรกเหล่านี้ให้หมดไปก่อนที่จะนำไปตากหรืออบ

ควรจะตรวจสอบดูให้มั่นใจเสียก่อนว่าสิ่งพิมพ์นั้นแห้งสนิทจริง ๆ แล้ว จึงค่อยเริ่มเก็บโดยเรียงตามลำดับจากแถวที่ตากก่อน สำหรับการเก็บสิ่งพิมพ์ที่ออกจากเตาอบก็ควรวางผึ่งทิ้งไว้ให้เย็นเสียก่อน แล้วจึงวางเรียงลงในกล่องโดยพยายามอย่าให้ด้านที่พิมพ์ชนติดกัน และถ้าเป็นไปได้ก็ควรจะใช้กระดาษคั่นเป็นล็อค ๆ ไป บางโรงงานถึงกับมีการสวมถุงพลาสติกทีละใบก่อนที่จะนำส่ง ซึ่งสามารถช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นได้ดีมาก แต่อาจเป็นการสิ้นเปลืองเวลาและแรงงานมากขึ้น

สิ่งพิมพ์ที่จะต้องให้ความระวังระวังในการเก็บมากที่สุด คือ พลาสติกประเภทพีวีซี ที่อาจจะมีปัญหาเรื่อง Migration คือ การซึมของ Plasticizer ออกมาจากพลาสติกทำให้หมึกละลายและหนืด จึงเป็นเหตุให้สิ่งพิมพ์จะติดกันอีก แม้ว่าจะแห้งแล้วก็ตามดังนั้นการเก็บสิ่งพิมพ์เหล่านี้จะต้องระวังไม่วางทับกันมากจนเกินไป และไม่วางซ้อนกันเป็นเวลานานหลาย ๆ วันควรจะรีบนำไปปั๊มทำเป็นกล่อง หรือเย็บให้เป็นรูปร่างตามต้องการ

4.2.4 การตบแต่งสิ่งพิมพ์

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า วัสดุต่าง ๆ ที่พิมพ์เสร็จจะถูกนำไปทำให้แห้งโดยวิธีการต่าง ๆ และเมื่อแห้งดีแล้ว วัสดุเหล่านี้อาจจะต้องนำไปตบแต่งอีกครั้งหนึ่ง ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ใช้เครื่องตัด หรือไดคัท ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดดังนี้

เครื่องตัด (The Cutting Amachine) ในการพิมพ์กระดาษหรือสติกเกอร์ เวลาพิมพ์ควรจะเหลือทิ้งขอบไว้เล็กน้อย เพื่อช่วยให้การพิมพ์สะดวกขึ้น เมื่อพิมพ์แล้วจึงต้องตัดส่วนที่เป็นขอบทิ้งไปเพื่อให้แลดูสวยงาม สำหรับการตัดที่มีจำนวนมาก ๆ เราจำเป็นต้องใช้เครื่องตัดขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถตัดกระดาษได้ครั้งละ 200 - 300 แผ่น ซึ่งจะมีความแม่นยำมีมาก แต่ราคาค่อนข้างแพง ส่วนงานที่มีจำนวนไม่มาก เราขอแนะนำเครื่องมือที่มีราคาไม่แพงจนเกินไป แต่จะตัดได้ทีละแผ่น เรียกว่า Rotatrim Cutter เครื่องตัดชนิดนี้จะมีส่วนช่วยงานได้ดีมาก โดยเฉพาะก่อนการพิมพ์ สามารถตัดสติกเกอร์หรือพลาสติกพีวีซี ที่มาเป็นม้วน ๆ ได้หรือจะใช้ตบแต่งหลังการพิมพ์ก็ได้ เครื่องตัดชนิดนี้มีขนาดตั้งแต่ 12, 24, 36 ถึง 48 นิ้ว และวิธีการใช้งานก็ง่ายและสะดวกมาก โดยการสอดสิ่งที่จะตัดเข้าไปใต้ระดับมีดและสอดเข้าจนชิดแป้นให้ได้ความกว้างตามที่ต้องการพิมพ์ ซึ่งจะมีสเกลเป็นเซนติเมตรกำหนดไว้ใช้มือลากหัวมีดตัดไปจนสุดแผ่น

ไดคัท (Die-Cutting) ในการพิมพ์สติกเกอร์ ส่วนมากจะพยายามจัดวางรูปให้ได้เต็มพื้นที่ โดยวางรูปที่จะพิมพ์ชิดกันให้มากเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อที่จะให้ได้จำนวนชิ้นงานมากที่สุด เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วจะนำไปเข้าเครื่อง Die Cut ซึ่งตัวใบมีดจะทำด้วยเหล็กแข็ง และมีแท่นไม้สำหรับรองรับใบมีด ในการทำ Die Cut นี้ จะนำไดอะแกรมที่พิมพ์นั้นไปวางลงบนแท่นไม้ และต้องระบุด้วยว่า ส่วนไหนที่จะตัดให้สติกเกอร์ขาดทั้งแผ่น และส่วนไหนต้องการตัดเฉพาะส่วนที่เป็นสิ่งพิมพ์ ไม่ให้แผ่นกระดาษที่รองอยู่ด้านล่างขาดไปด้วย ใบมีดที่จะตอกลงบนแท่นไม้จะต้องงอโค้งให้ได้สัดส่วนกับรูปที่ต้องการ เมื่อได้แท่นมีดตัดแล้ว จึงนำไปเข้าเครื่อง Die Cut และตั้งความเร็วของเครื่องให้ตรงกับความเร็วที่จะสอดใส่แผ่นสติกเกอร์ลงไป พร้อมทั้งตัดให้ตรงฉากที่กำหนดไว้ด้วย ผู้ที่ใช้เครื่องชนิดนี้จำเป็นต้องมีประสบการณ์มากเพียงพอ ซึ่งความชำนาญในการทำงาน และความระมัดระวังจะสามารถทำให้ได้งานที่รวดเร็ว ปราศจากอุบัติเหตุอันอาจจะเกิดขึ้นจากมีดตัดได้

เมื่อได้ทราบถึงขั้นตอนโดยละเอียดเกี่ยวกับเรื่องการพิมพ์แล้ว ต่อไปนี้ก็จะสามารถเริ่มต้นลงมือปฏิบัติได้ โดยที่จะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์ที่จะพิมพ์ให้พร้อม คือ

- หัวจับแม่พิมพ์ 2 ตัว หรือแท่นพิมพ์ชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือเครื่องพิมพ์แบบอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ
- แม่พิมพ์ที่ตรวจสอบแล้ว และมีความสมบูรณ์แบบ

- กาวทาโต๊ะ (กาวกันเคลื่อน) จะเลือกใช้ชนิดใดก็ได้ สุดแล้วแต่ความต้องการ (ตามที่ได้กล่าวไว้ในเรื่องวัสดุยึดสิ่งพิมพ์)
- ยางปาดมีทั้งความแข็ง ความนิ่ม และรูปทรง ที่เหมาะสมกับลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการพิมพ์
- หมึกพิมพ์ที่เติมน้ำมันผสมในปริมาณที่พอเหมาะไว้เรียบร้อยแล้ว
- น้ำมันล้างแม่พิมพ์ ยางปาด และวัสดุต่าง ๆ ที่เปื้อนสี

4.2.5 วิธีการพิมพ์

ในขั้นตอนแรก จะต้องนำหัวจับแม่พิมพ์มายึดติดกับโต๊ะพิมพ์ โดยตั้งระยะให้ห่างกันตามขนาดของแม่พิมพ์สกรีน นำแม่พิมพ์โดยหงายทางด้านยางปาดขึ้นใส่เข้ากับหัวจับแล้วหมุนยึดให้แน่นทั้ง 2 ตัว หรือจะเป็นการใส่เข้ากับแท่นพิมพ์ หรือจะเป็นเครื่องพิมพ์เลยก็ได้ เลือกใช้กาวกันเคลื่อน (กาวทาโต๊ะ) ชนิดหนึ่งชนิดใดทาบาง ๆ บริเวณแท่นพิมพ์ให้พอดีกับขนาดของสิ่งพิมพ์ปล่อยทิ้งไว้ สักครู่เพื่อให้กาวแห้ง ตัดเทปใสมาพันให้เป็นสี่เหลี่ยม 2 - 3 ชิ้น โดยหันด้านเนื้อกาวมาข้างนอก ติดเทปบนวัสดุแผ่นเรียบที่ต้องการจะพิมพ์แล้ววางทาบลงบนแม่พิมพ์สกรีนทางด้านพิมพ์ (Printing Side) เพื่อหาตำแหน่งที่ต้องการจะพิมพ์และเมื่อได้ตำแหน่งที่ถูกต้องแล้วจึงกดเทปนั้นให้แนบติดกับผ้าสกรีน จากนั้น จึงกดแม่พิมพ์ทางด้านยางปาด (Squeegee Side) ให้วัสดุแผ่นเรียบที่ติดอยู่ก่อนนั้นแนบติดกับโต๊ะพิมพ์ หรือแท่นพิมพ์ที่ทากาวกันเคลื่อน (กาวทาโต๊ะ) ไว้แล้ว ซึ่งกาวนี้ จะเป็นตัวดึงเอาวัสดุแผ่นเรียบให้หลุดจากแม่พิมพ์มาติดอยู่กับแท่นพิมพ์ ถ้าในกรณีที่ใช้เครื่องพิมพ์พิมพ์แล้ว ให้ใช้ลมดูดเป็นการยึดสิ่งพิมพ์นั้นไว้แทนกาวโดยเปิดสวิตซ์ลมดูดที่เครื่องพิมพ์

การตั้งระดับแรงจาก (Off-contact Distance) และการตั้งฉาก (Setting the Register) เพื่อหาตำแหน่งการป้อนสิ่งพิมพ์ให้ปฏิบัติตามวิธีที่กล่าวไว้ในตอนต้น

เมื่อตั้งแม่พิมพ์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปให้เทหมึกพิมพ์ที่เตรียมไว้ลงในแม่พิมพ์เหนือลายที่จะพิมพ์ ใช้มือยกแม่พิมพ์ให้สูงขึ้นจากเดิมเล็กน้อยและใช้มืออีกข้างหนึ่งจับยางปาด ปาดหมึกผ่านไปยังด้านล่างของลาย ทั้งนี้ เพื่อที่จะให้หมึกพิมพ์ไปปกคลุมอยู่ในส่วนของลายพร้อมที่จะผ่านผ้าสกรีนลงสู่วัสดุสิ่งพิมพ์เมื่อเกิดแรงกดจากยางปาด ปาดหมึกพิมพ์นั้นอีกครั้งทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ในขณะที่ผู้ป้อนสิ่งพิมพ์ได้ป้อนสิ่งพิมพ์เข้าแท่นเรียบร้อย และผู้นำสิ่งพิมพ์ออกก็จะนำวัสดุที่พิมพ์แล้วออกอีกด้านหนึ่ง แล้วนำไปตากบนหิ้งตาก หรือผ่านเตาอบ หรือเครื่องอบ UV ทั้งนี้ก็สุดแล้วแต่จะเลือกวิธีการใดวิธีการหนึ่ง ที่จะนำมาใช้หรืออาจจะส่งต่อไปให้ผู้อื่นทำแทน ถ้าหิ้งตาก หรือเตาอบอยู่ไกลออกไป

4.3 คุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน

4.3.1 การพับเก็บ หมายถึง รูปแบบของโลงศพกระดาษลูกฟูกที่ได้ทำการผลิตออกมาในรูปแบบของไดคัท และมีส่วนประกอบต่าง ๆ ในการที่สามารถนำออกมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้ที่จะนำไปปฏิบัติงานสามารถนำออกมาประกอบได้อย่างรวดเร็วเปรียบได้กับกล่องกระดาษต่าง ๆ ที่ใช้งานจะนำออกมาประกอบโดยง่าย และทำตามรูปแบบของเครื่องไดคัทที่ได้ออกแบบในการทำไว้

ในการพับเก็บของโลงศพกระดาษลูกฟูกนี้จะมีส่วนประกอบในการทำการประกอบไว้จัดเป็น 1 ชุด ต่อ 1 โลง กระดาษลูกฟูกซึ่งจะก่อให้เกิดความสะดวกต่อการนำไปใช้งานได้ดี

4.3.2 การนำออกใช้ หมายถึง การปฏิบัติต่อการนำเอาโลงศพกระดาษลูกฟูกออกมาใช้งานในขณะที่ประสบเหตุการณ์จริง สามารถประกอบได้โดยสะดวก และไม่ก่อให้เกิดความยุ่งยากต่อผู้นำไปปฏิบัติงาน สามารถนำพาหรือเก็บนำโดยมีความพร้อมอยู่ตลอดเวลาที่จะปฏิบัติงาน ในการนำโลงศพออกมาใช้งานสามารถประกอบการใช้งานได้ด้วยบุคคลเพียงคนเดียว

4.3.3 การขนส่ง หมายถึง การขนส่งที่จะนำโลงศพกระดาษลูกฟูกที่บรรจุผู้เสียชีวิตแล้วนำส่งกลับภูมิลำเนาหรือสถานที่ต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกปลอดภัยและแข็งแรงสามารถใช้แรงคนยกได้ 2 - 4 คน โดยได้ทำการออกแบบไว้เพื่อจุดประสงค์การใช้งานเป็นส่วนสำคัญต่อผู้ที่นำไปใช้งานในเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

เพื่อให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการขนส่งดังกล่าวข้างต้น จึงมีการแนะนำและกำหนดขนาดของหีบห่อที่เหมาะสมต่อการใช้พื้นที่ระวางขนส่งขึ้น ขนาดของหีบห่อที่เหมาะสมต่อการขนถ่ายด้วยแรงคนนั้น จะต้องไม่ใหญ่เกินไปจนยากต่อการยกขนจากหลักของ Human Engineering ถือว่าขนาดหีบห่อที่เหมาะสม ต่อร่างกายของมนุษย์คือ ความยาวระหว่าง 40 - 70 ซม. และความกว้างระหว่าง 30 - 50 ซม. ส่วนความสูงนั้นไม่เกินความกว้างของหีบห่อ

น้ำหนักบรรจุที่เหมาะสมก็เป็นส่วนสำคัญต่อการขนถ่ายอย่างมีประสิทธิภาพ ได้มีการศึกษาในเรื่องนี้ และพบว่าหีบห่อที่เหมาะสมซึ่งจะทำให้คนงานสามารถขนถ่ายได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เมื่อยล้าเกินไปนั้น ควรจะมีน้ำหนักประมาณร้อยละ 40 ของน้ำหนักคนงานที่ขนถ่ายหีบห่อนั้น

การออกแบบกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อใช้ในการขนส่ง คำนึงถึงโครงสร้างรูปทรง ความแข็งแรงให้ป้องกันคุ้มครองสิ่งที่บรรจุและการประหยัดเป็นสำคัญ และการออกแบบกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อใช้ในการขนส่งต่างประเทศ จะต้องให้เป็นไปตามข้อกำหนดหรือใกล้เคียงกับมาตรฐานด้วย

การออกแบบกล่องให้ทำหน้าที่โดยสมบูรณ์ และให้ได้รับประโยชน์มากที่สุดในการใช้งานต้องพิจารณาในหลาย ๆ ด้าน เริ่มจากตัวสินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้นก่อน ข้อมูลต่าง ๆ อย่างละเอียด เช่น น้ำหนัก ขนาดของผลิตภัณฑ์ การบรรจุใช้แรงงานคนหรือเครื่องจักร สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่บรรจุขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระป๋อง หรือกล่องพับ เหล่านี้จะช่วยเสริมความแข็งแรงให้กล่องได้ อาจจะพิจารณาแผ่นเสริมข้างหรือกล่องพับ ถ้าไม่พิจารณาข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้แล้วอาจจะใช้กล่องดีเกินความจำเป็นหรืออาจจะได้กล่องที่ไม่สมบูรณ์ ในขั้นต่อไปก็หาทางเลือกโครงสร้างรูปทรงของกล่องในหลาย ๆ รูปแบบ ถ้าไม่จำเป็นแล้วไม่ควรจะออกแบบกล่องที่มีความยาวมาก ยิ่งมีความยาวมากเท่าไรกลางกล่องก็เป็นจุดอ่อน หรือกล่องที่สูงมากเมื่อเรียงซ้อนทับหลาย ๆ ชั้นจะไม่ทรงตัว กล่องที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะดีกว่ากล่องที่มีความยาวและสูง

วัตถุประสงค์สำคัญอยู่ 3 ประการคือ

1. เพื่อรองรับและรวบรวมผลิตผลให้เป็นหน่วยเดียวกัน เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการขนถ่าย ขนส่ง และการตรวจสอบคุณภาพอื่น ๆ
2. เพื่อคุ้มครองไม่ให้เสียหายในระหว่างการขนถ่าย ขนส่ง และการเก็บรักษา
3. เพื่อบอกรายละเอียดของผลิตผล ทำให้ผลิตผลเป็นที่น่าสนใจ และได้รับความเชื่อถือจากผู้บริโภค

5. การทดสอบคุณสมบัติ

น้ำหนักมาตรฐาน

น้ำหนักมาตรฐาน หมายถึง น้ำหนักกระดาษเป็นกรัมต่อพื้นที่กระดาษ 1 ตารางเมตร น้ำหนักมาตรฐานเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่ใช้กำหนดราคาซื้อขายและสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกระดาษนั้น

มาตรฐาน : ISO 536

TAPPI T 410

ASTM D 646

เครื่องมือ : Analytical Balance

การต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength)

การต้านแรงดันทะลุ หมายถึง ความสามารถของกระดาษหรือแผ่นลูกฟูกที่จะต้านแรงดันที่กระทำบนแผ่นทดสอบด้วยอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ จนทำให้แผ่นทดสอบนั้นขาด มีหน่วยเป็นกิโลปาลกาล (kPa) หรือกิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2) การต้านแรงดันทะลุใช้เป็นการทดสอบเพื่อควบคุมคุณภาพกระดาษของโรงงานทำกระดาษ การต้านแรงดันทะลุ มีความสัมพันธ์กับการต้านแรงดึงขาดและการต้านแรงฉีกขาด และเป็นคุณสมบัติที่กำหนดใน Rule 41

มาตรฐาน : ISO 2759

TAPPI T 810

ASTM D 2738

เครื่องมือ : Mullen Tester, Capacity 57.5 kg/cm^2 (5640 kPa)

ความต้านแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Resistance)

ความต้านแรงกดลอนลูกฟูก หมายถึง ความสามารถของลูกฟูกในแผ่นกระดาษลูกฟูกที่จะต้านแรงกดบนลอนลูกฟูกในแนวราบจนลอนเสียรูป มีหน่วยเป็นความดัน คือ กิโลปาสกาล (kPa) คำนี้มีความสัมพันธ์กับความหนาของแผ่นกระดาษลูกฟูก และความสามารถในการป้องกันการกระแทก (Cushioning Ability)

มาตรฐาน : ISO 3035

ASTM D 1225

TAPPI + 808

เครื่องมือ : Crush Tester

การดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

การดูดซึมน้ำของกระดาษ หมายถึง ปริมาณน้ำเป็นกรัมที่แผ่นทดสอบดูดซึมไว้ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ภายในเวลาที่กำหนดให้ เป็นการทดสอบว่าของเหลว เช่น น้ำ กาวเหลว หมึกพิมพ์ สามารถซึมผ่านเข้าไปในเนื้อกระดาษได้ดีเพียงไร

มาตรฐาน : ISO 535

TAPPI T 441

เครื่องมือ : Gurley-Cobb Sizing Tester Inside Areas 100 sq.cm

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

การดำเนินการออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวพับได้ มีขั้นตอนการดำเนินการศึกษา ดังนี้

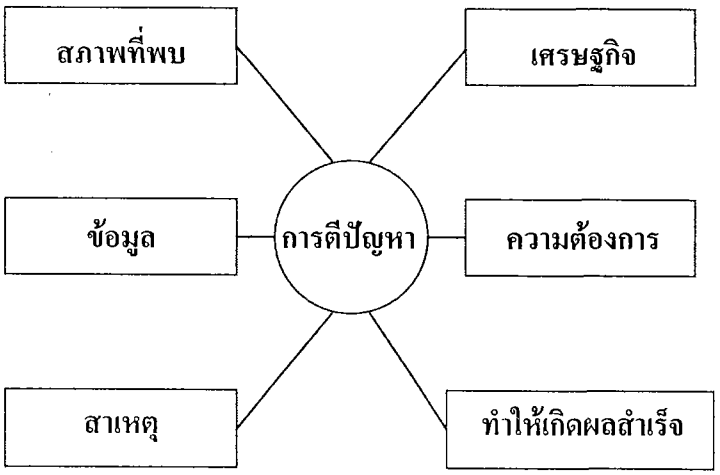
1. ขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนา
2. วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์การทดลอง
3. สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง
4. การทดลองทำโลงศพกระดาษลูกฟูก
5. ประชากรและตัวแปรที่ศึกษา
6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนา

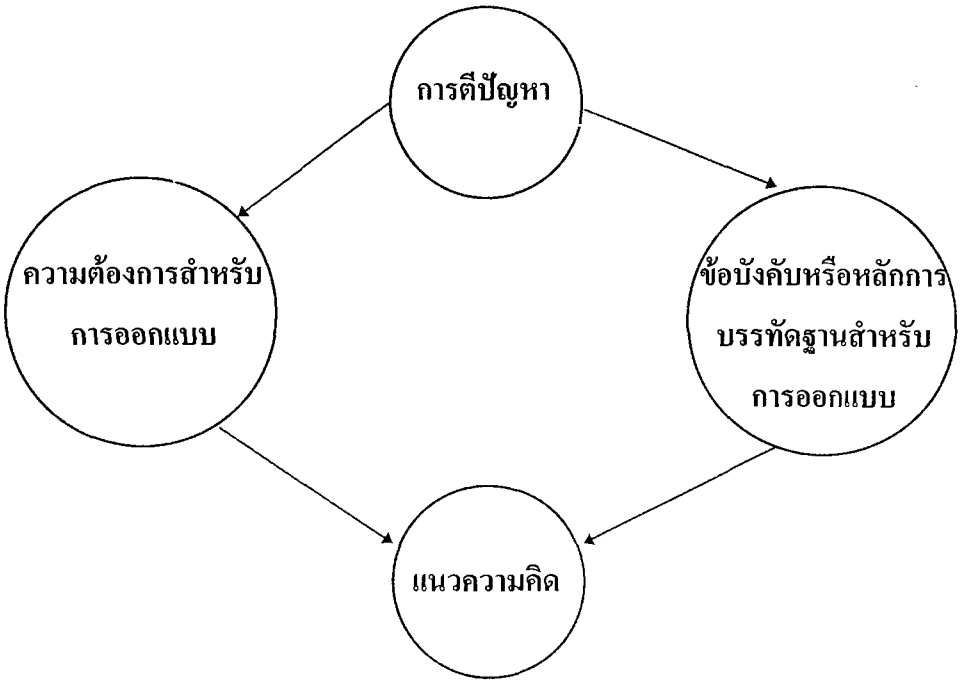
ขั้นตอนพื้นฐานในการออกแบบมีดังนี้

1. การตีปัญหา (Problem Identification)

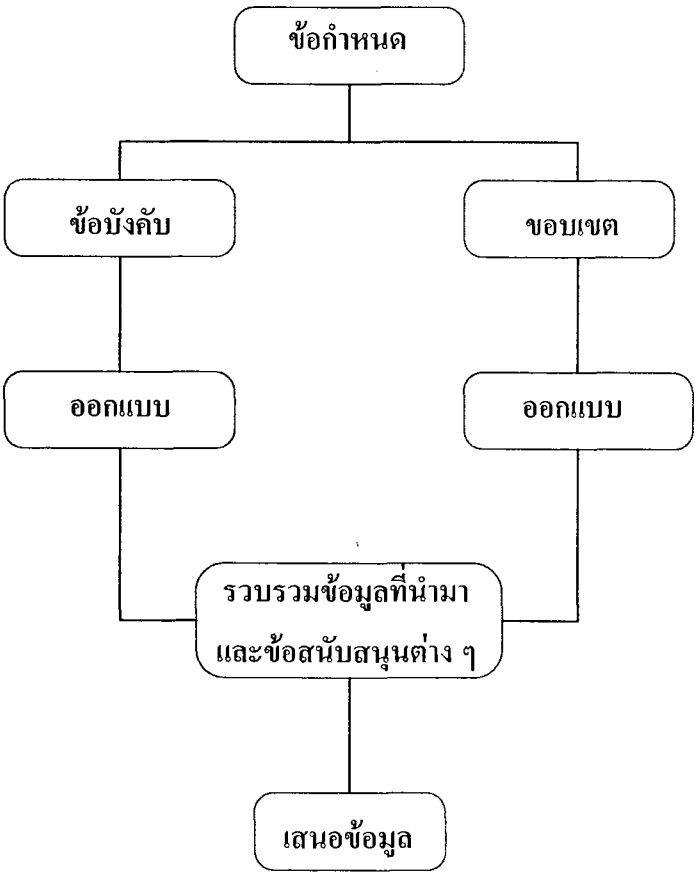
มีวิธีการดำเนินการดังนี้



ภาพประกอบ 24 แสดงหลักการตีปัญหา



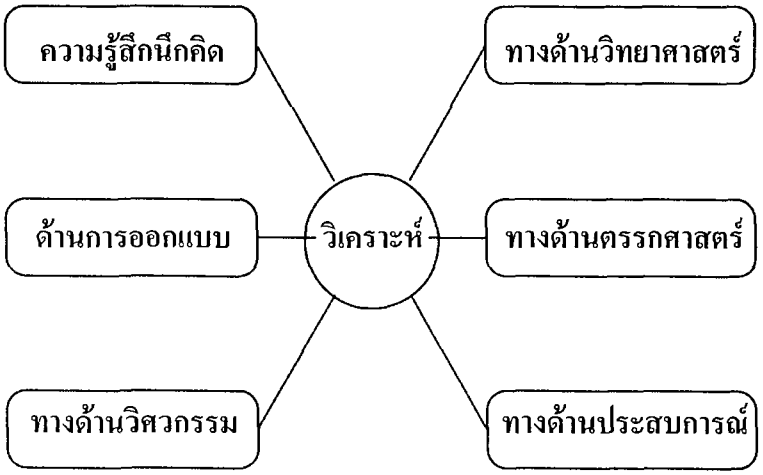
ภาพประกอบ 25 แสดงการตีปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวความคิด



ภาพประกอบ 26 แสดงขั้นตอนการทำงานในขั้น Problem Identifiation

2. การกลั่นกรองการออกแบบ (Design Refinement)

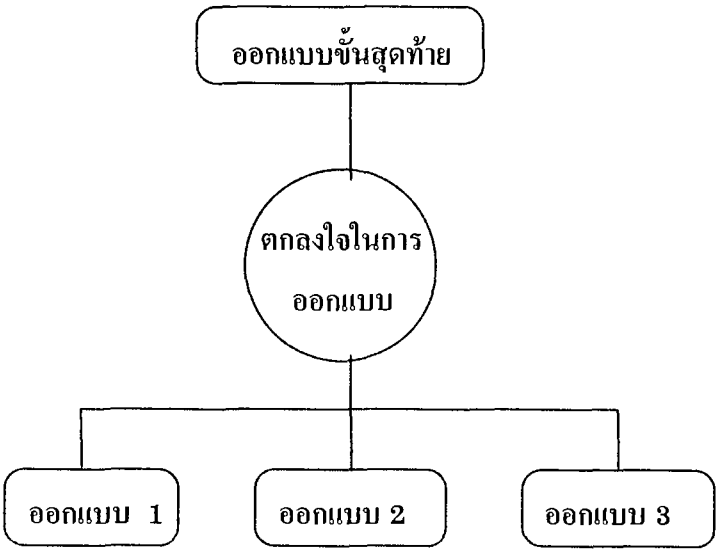
ในขั้นตอน Design Refinement ใช้เครื่องมือเขียนแบบ เริ่มต้นการเขียนแบบแปลนเข้าสเกลโดยความละเอียดทุกตารางมิลลิเมตร เพื่อที่จะให้ได้มาซึ่งภาพแบบแปลนที่มีสัดส่วน (Dimensions) ถูกต้องตรงความเป็นจริง



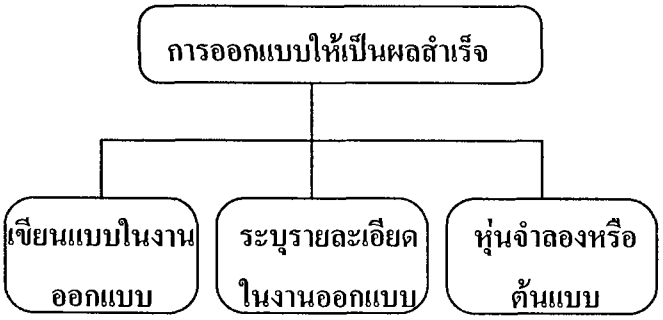
ภาพประกอบ 27 แสดงหลักการของขั้นตอนการกลั่นกรองแบบ

3. การตกลงใจในการออกแบบ (Design Decision)

ตัดสินใจเลือกเอาแบบที่ดีที่สุดแบบที่ตรงตาม Concept มากที่สุดมาเพียงแบบเดียว เพื่อนำไปเขียนแบบสั่งงานให้โรงงานผลิตเป็นของจริงออกมา



ภาพประกอบ 28 แสดงหลักการของขั้นตอนการตกลงใจในการออกแบบ



ภาพประกอบ 29 แสดงหลักการของการทำงานขั้นสมบูรณ์แบบ

2. วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์การทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ ดังนี้

1. เครื่องผลิตกระดาษลูกฟูก
2. เครื่องชุดทำลอนลูกฟูก
3. เครื่องไดคัทตัดกระดาษ
4. กระดาษลูกฟูกชนิด 3 ชั้น
5. กระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น
6. กระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น
7. ถุงพลาสติกประกอบโลงศพกระดาษลูกฟูก
8. แผ่นกระดาษลายไม้
9. มีดตัดรายละเอียดกระดาษลูกฟูก
10. กระดาษคราฟท์
11. กาว
12. ลวดตอก
13. แม่พิมพ์
14. เทปแปะกระดาษ

3. สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

สถานที่จะทำการทดลองมีดังต่อไปนี้

1. ภาควิชาศิลปหัตถกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร ใช้เป็นสถานที่จัดเตรียมการดำเนินการออกแบบและทำการทดลองสร้างโลงศพกระดาษลูกฟูก

2. ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เป็นสถานที่สำคัญทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

3. บริษัทแสงงามอุตสาหกรรม จำกัด เป็นสถานที่สำหรับใช้วิเคราะห์คุณสมบัติด้านความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2541 ถึงเดือนธันวาคม 2541

4. การทดลองทำโลงศพกระดาษลูกฟูก

ในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบรูปทรงตามขนาดของโลงศพกระดาษลูกฟูกที่ได้ทำการออกแบบไว้ตามขอบเขตของการวิจัย

2. สร้างแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น ในสัดส่วน กว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม.

3. สร้างส่วนประกอบเพิ่มเติม เช่น ถุงพลาสติกประกอบโลงศพกระดาษลูกฟูก และสร้างแบบล๊อคตามจุดต่าง ๆ ของโลงศพ เพื่อให้เกิดความแข็งแรง

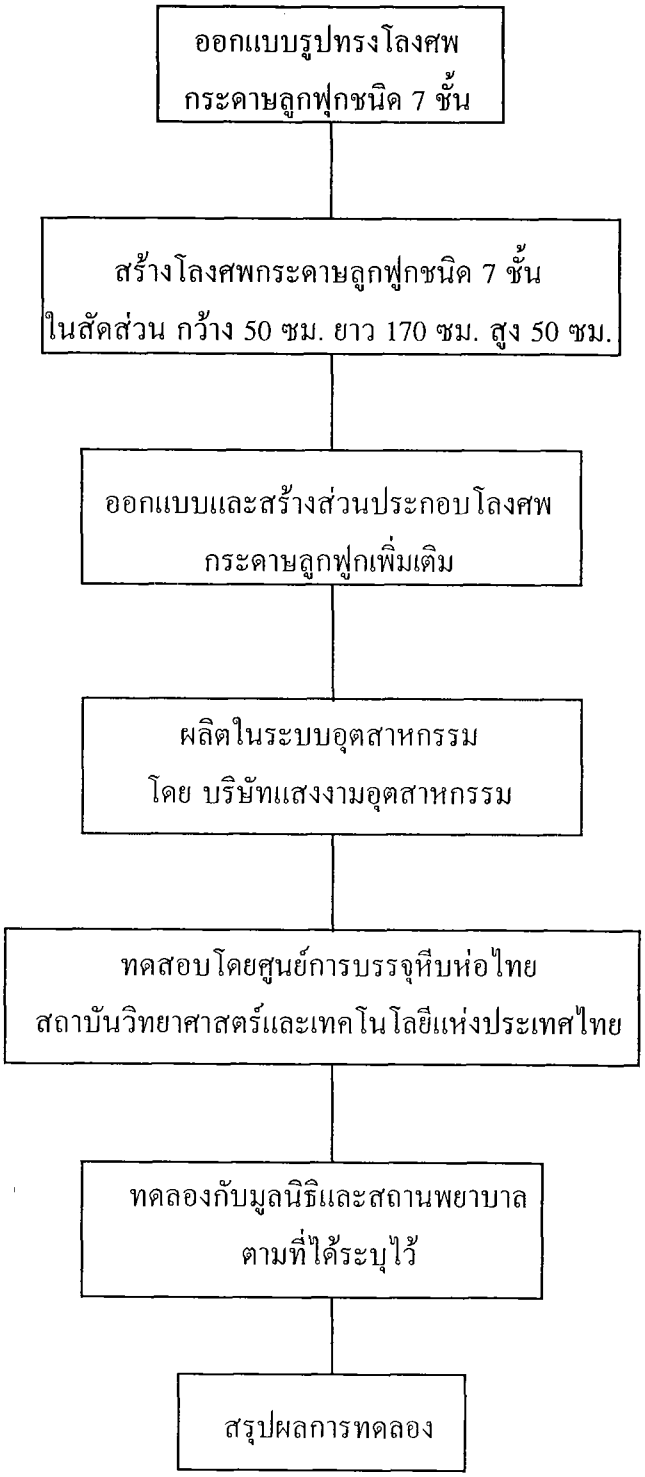
4. นำไปทดสอบกับศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งจะทำการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพ

5. ทดสอบทางด้านการตกแต่งให้สวยงาม

6. ทดสอบการประกอบ การนำออกมาใช้งานและความสะดวกต่อการใช้งาน

7. ทดสอบโลงศพกระดาษลูกฟูกโดยการนำไปทดลองกับมูลนิธิและสถานพยาบาลต่าง ๆ ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้สรุปดังนี้



ภาพประกอบ 30 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

5. ประชากรและตัวแปรที่จะศึกษา

5.1 ประชากรได้แก่ โลงศพกระดาษลูกฟูกที่ผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งมีขนาดกว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม. และสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 78 กก. และออกแบบมาในรูปแบบของกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า จำนวน 7 โลงโดยจะมีราคา 1,000 บาท ต่อ 1 โลง

5.2 ตัวแปรที่ศึกษาได้แก่ โลงศพกระดาษลูกฟูกชนิดพับเก็บได้

5.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพทั้ง 4 ด้าน

5.2.2 คุณสมบัติทางด้านการตกแต่งสวยงาม

5.2.3 คุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับเก็บได้ นำไปทดสอบคุณสมบัติดังนี้คือ

6.1 คุณสมบัติด้านกายภาพ

6.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพด้านน้ำหนักมาตรฐาน

6.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพด้านแรงดันทะลุ

6.1.3 คุณสมบัติทางกายภาพด้านการต้านแรงกดลอนลูกฟูก

6.1.4 คุณสมบัติทางกายภาพด้านการดูดซึมน้ำ

6.2 และคุณสมบัติทางด้านการตกแต่งสวยงาม

6.3 คุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน

ตามมาตรฐานสำนักงานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แล้วนำมาทดสอบตามกระบวนการต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ โดยทดสอบจากห้องปฏิบัติการ ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และทดลองการนำโลงศพกระดาษลูกฟูกใช้โดยมูลนิธิและสถานพยาบาลต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจะนำเสนอผลการทดลองดังตารางนี้

ตาราง 10 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพ

รายละเอียด	$\overline{X}$	แปลความ
1. ทดสอบทางด้าน น้ำหนักมาตรฐาน (กก. / ตร.ซม.) อุณหภูมิ - 12°ซ - 70°ซ		
2. ทดสอบทางด้าน การดูดซึมน้ำ (กก. / ตร.ซม.) อุณหภูมิ - 12°ซ - 70°ซ		
3. ทดสอบทางด้านความ ต้านทานต่อแรงกดลอน ลูกฟูก (กก. / ตร.ซม.) อุณหภูมิ - 12°ซ - 70°ซ		
4. ทดสอบทางด้านความ ต้านทานต่อแรงดันทะลุ (กก. / ตร.ซม.) อุณหภูมิ - 12°ซ - 70°ซ		
รวม		

ตาราง 11 แสดงคุณสมบัติด้านการตกแต่งสวยงาม

รายละเอียด	$\bar{X}$	แปลความ	เกณฑ์กำหนด
1. ด้านการพิมพ์สกรีน 2. ด้านการตัดตกแต่งรูปแบบเพิ่มเติมตามความพอใจผู้ใช้งาน 3. ด้านการเขียนหรือระบายสีลงกระดาษลูกฟูก			โลงศพกระดาษลูกฟูกใช้ชนิด 7 ชั้น มีรูปแบบในลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดสัดส่วนความกว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม. สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 78 กก. และสูงไม่เกิน 170 ซม สามารถคงสภาพรูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกได้ 3 วัน
รวม			

ตาราง 12 แสดงคุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน

รายละเอียด	$\bar{X}$	แปลความ	เกณฑ์กำหนด
1. รูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกที่ออกแบบ 2. การนำออกมาใช้งานของเจ้าหน้าที่ 3. ความแข็งแรงต่อการใช้งานโลงศพกระดาษลูกฟูก 4. ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายขนส่ง 5. ความสวยงาม			โลงศพกระดาษลูกฟูกใช้ชนิด 7 ชั้น มีรูปแบบในลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดสัดส่วนความกว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม. สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 78 กก. และสูงไม่เกิน 170 ซม. สามารถคงสภาพรูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกได้ 3 วัน
รวม			

นำแบบทดสอบและการประเมินผลมาดำเนินการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการใช้งานของโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับเก็บได้ ด้วยวิธีทางสถิติ ดังนี้

1. ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านที่ได้กำหนดไว้ เพื่อทดสอบเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพทั้ง 4 ด้าน และคุณสมบัติทางด้านการพิมพ์การตกแต่งความสะดวกในการใช้งาน
2. นำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต
3. กำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ยตค่าง ๆ ดังต่อไปนี้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง	**แปลความหมาย**
4.50 - 5.00	ดีมาก
3.50 - 4.49	ดี
2.50 - 3.49	พอใช้
1.50 - 2.49	ต้องปรับปรุง
1.00 - 1.49	ใช้ไม่ได้

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล กระทำดังนี้

เสนอเป็นการบรรยายเกี่ยวกับสมรรถนะประสิทธิภาพการใช้งานทั้ง 4 ด้าน คือ คุณสมบัติทางกายภาพด้านน้ำหนักมาตรฐาน คุณสมบัติทางกายภาพด้านแรงดันทะลุ คุณสมบัติทางกายภาพด้านการต้านแรงกดลอนลูกฟูก คุณสมบัติทางกายภาพด้านการดูดซึมน้ำ และคุณสมบัติทางด้านการตกแต่งสวยงาม ความสะดวกในการใช้งาน ตารางแปลความหมายเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นการประเมินหาประสิทธิภาพการใช้งานของโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้จากผู้เชี่ยวชาญงานทางด้านกระดาษลูกฟูกและการทำโลงศพ

บทที่ 4

ผลการทดลอง

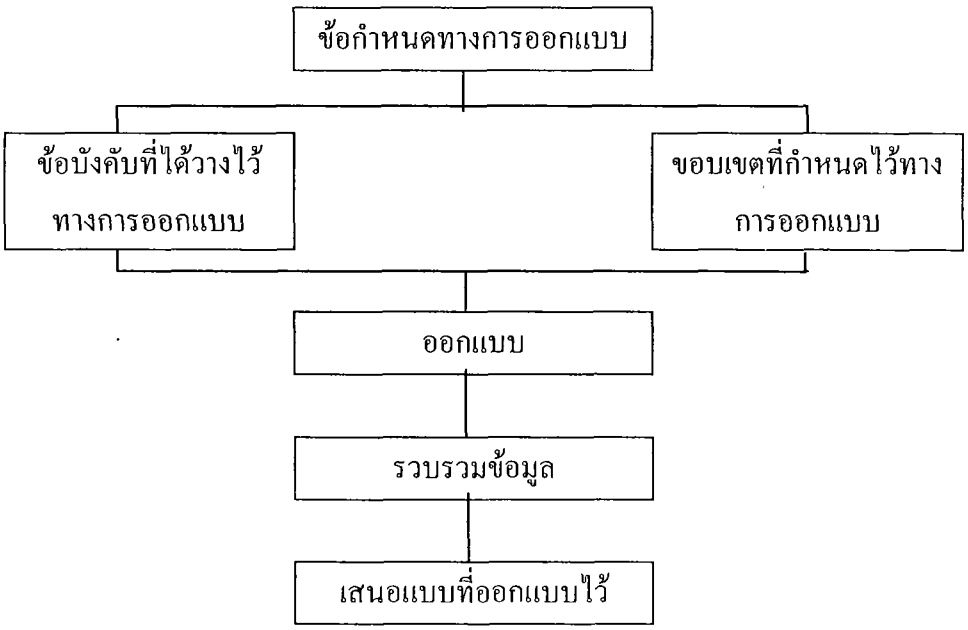
การทดลองทำการออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบรูปทรงตามขนาดโลงศพกระดาษลูกฟูกที่ได้ออกแบบ
2. สร้างแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น ในสัดส่วนกว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม.
3. สร้างส่วนประกอบโลงศพกระดาษลูกฟูกเพื่อให้เกิดความแข็งแรง
4. นำไปทดสอบกับศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งทำการทดสอบทางด้านกายภาพ
5. ทดสอบทางด้านการตกแต่งสวยงาม
6. ทดสอบคุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน
7. ทดสอบโลงศพกระดาษลูกฟูกโดยมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี เป็นผู้ทดลอง

1. ออกแบบรูปทรงตามขนาดโลงศพกระดาษลูกฟูกที่ได้ออกแบบและกำหนดสัดส่วน

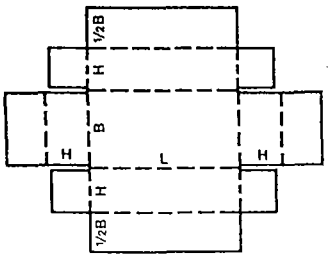
การดำเนินการทางการออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกได้ออกแบบโดยใช้ขั้นตอนพื้นฐานในการออกแบบดังนี้

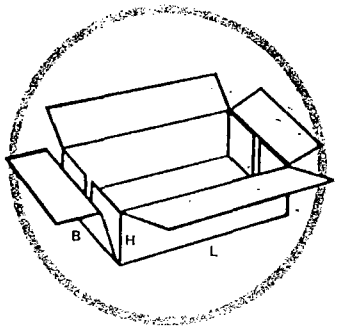
1.1 การตีปัญหา (Problem Identification) มีวิธีดำเนินการตามแผนดังนี้

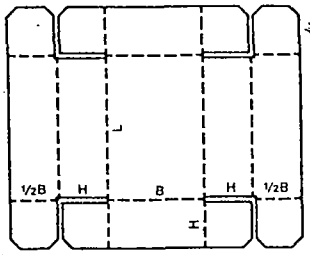


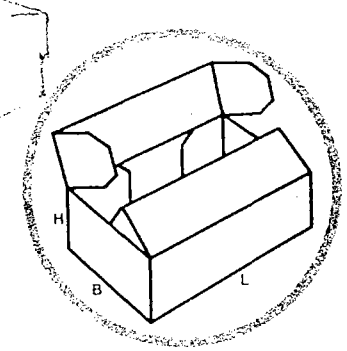
ภาพประกอบ 31 แสดงวิธีการตีปัญหา

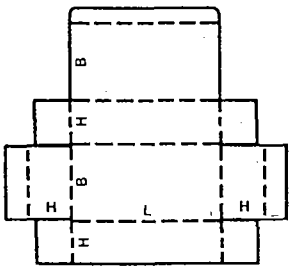
จากแผนผังการตีปัญหาทางการออกแบบ ซึ่งรวมไปถึง 2ข้อ จากการทดลองคือ การออกแบบรูปทรงโลงศพกระดาษลูกฟูก และสร้างโลงศพกระดาษลูกฟูกตามขนาดสัดส่วนที่กำหนดไว้ คือ กว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม. การออกแบบรูปทรงโลงศพกระดาษลูกฟูกได้ดำเนินแบบและกำหนดขนาดสัดส่วนที่ได้ออกแบบไว้

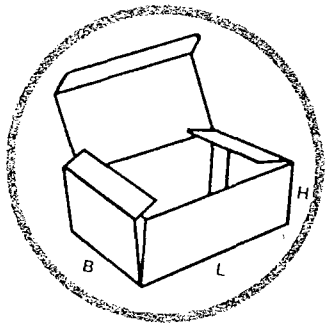


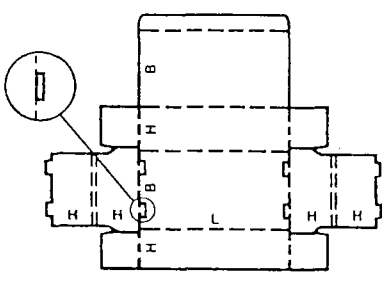


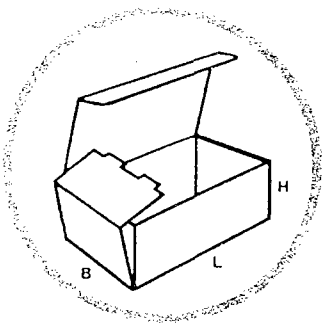


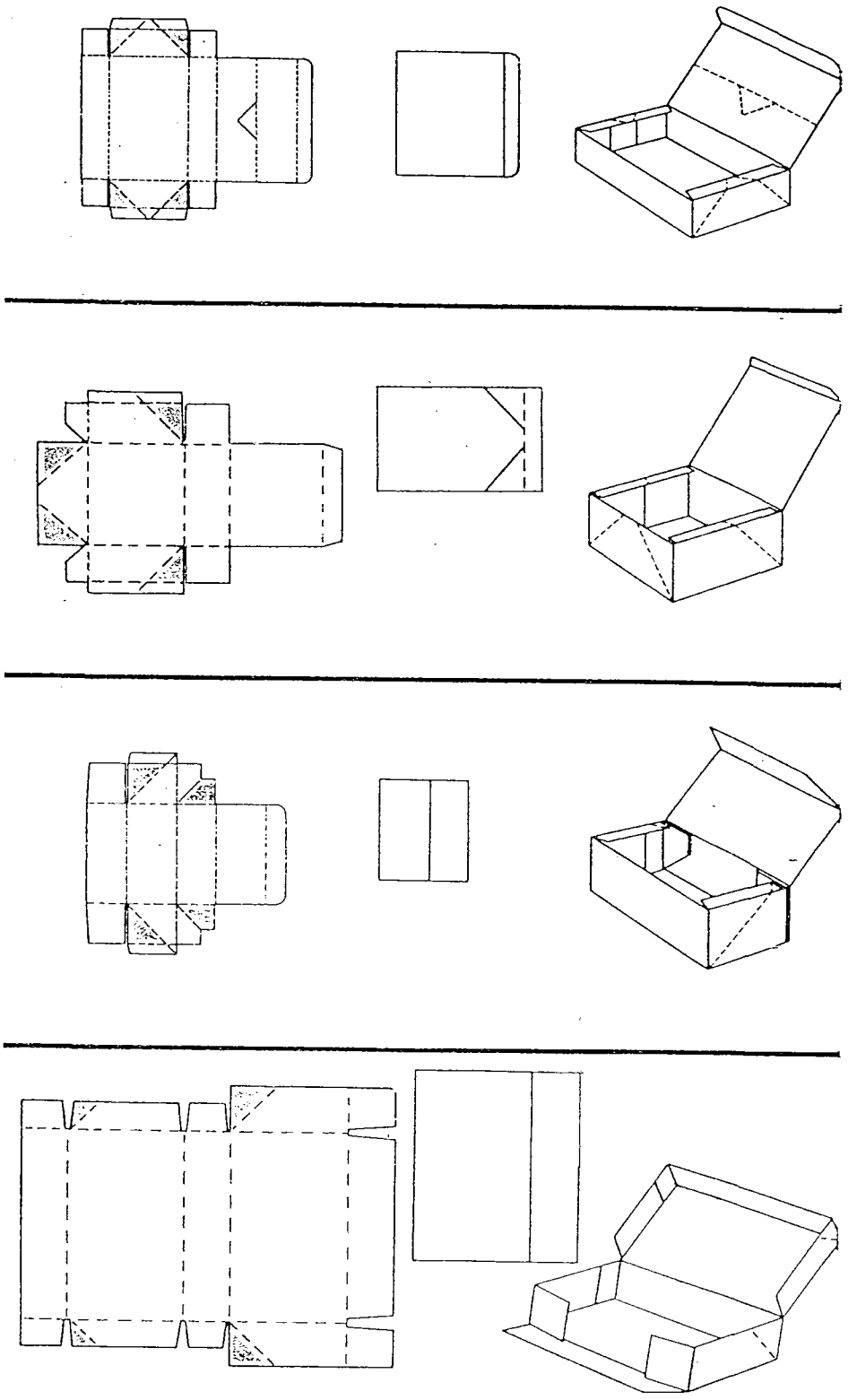




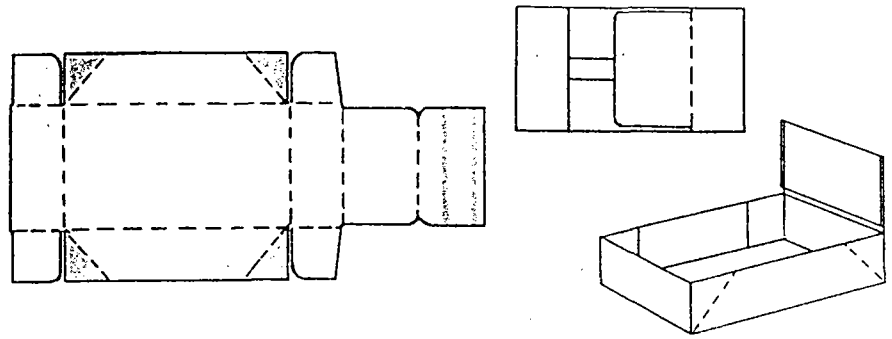


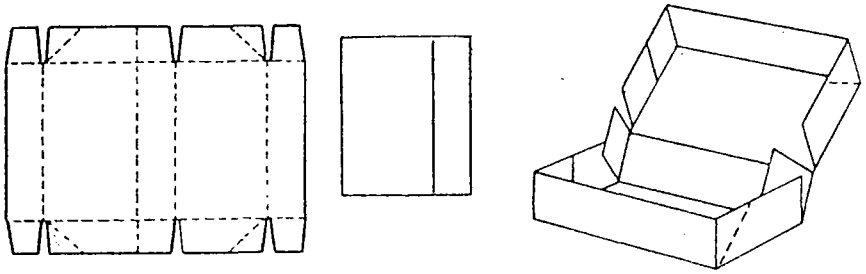


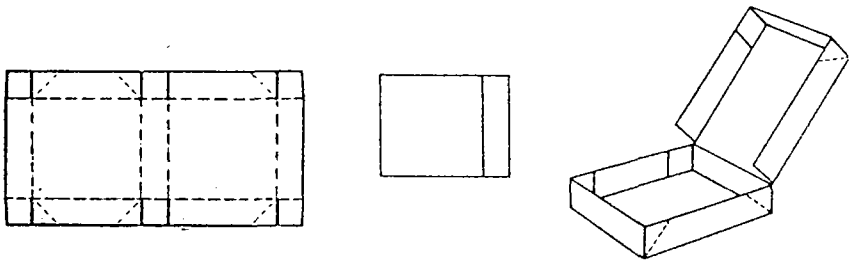


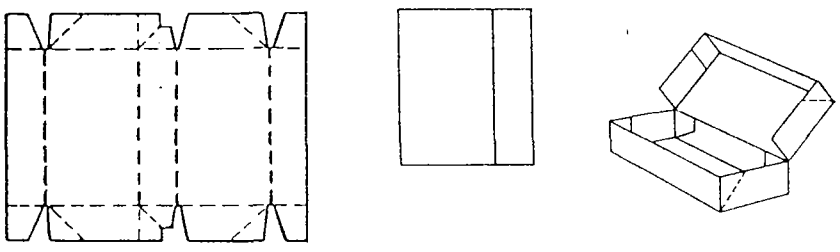


ภาพประกอบ 32 แสดงรูปแบบและแนวทางการออกแบบ 1

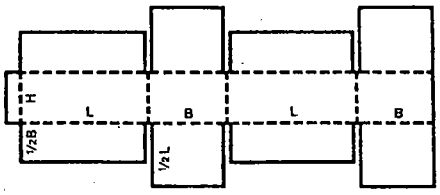


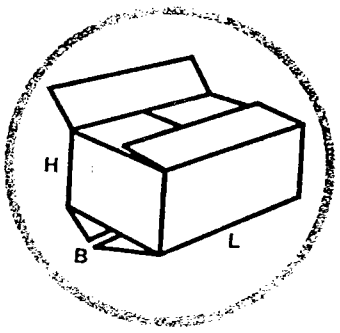


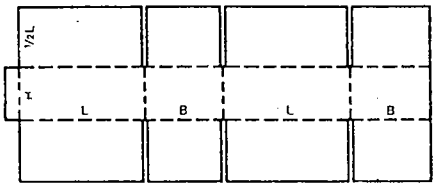


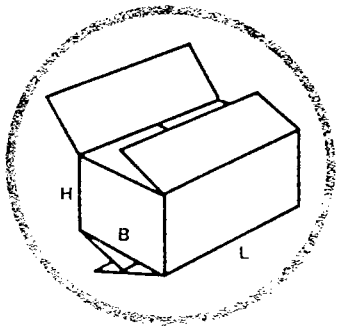


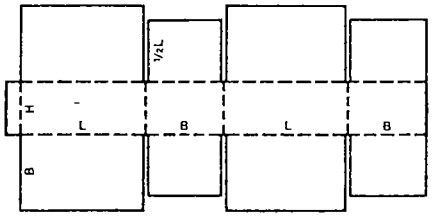
ภาพประกอบ 33 แสดงรูปแบบและแนวทางการออกแบบ 2

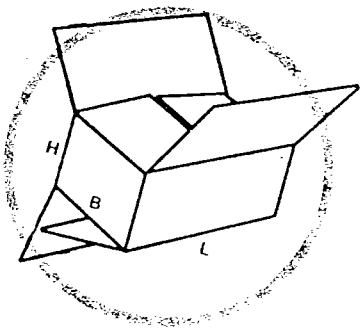


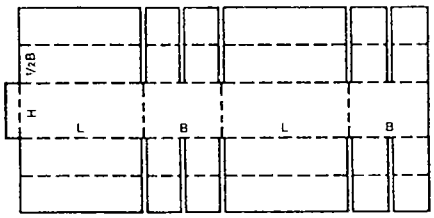


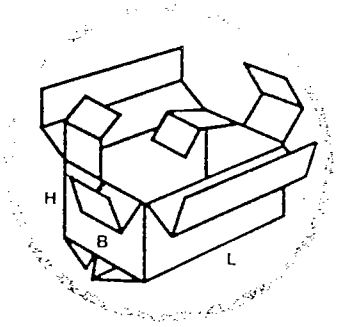




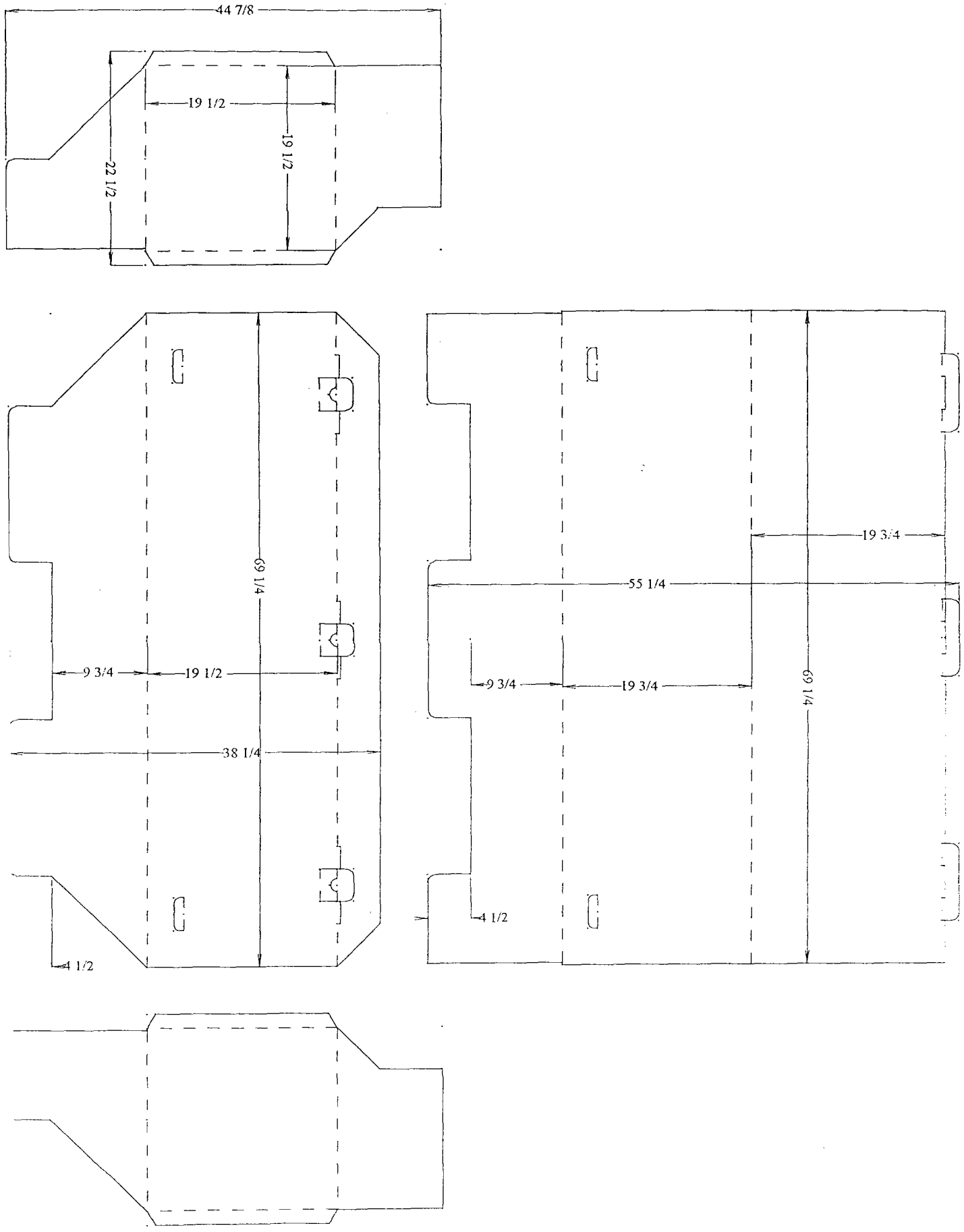




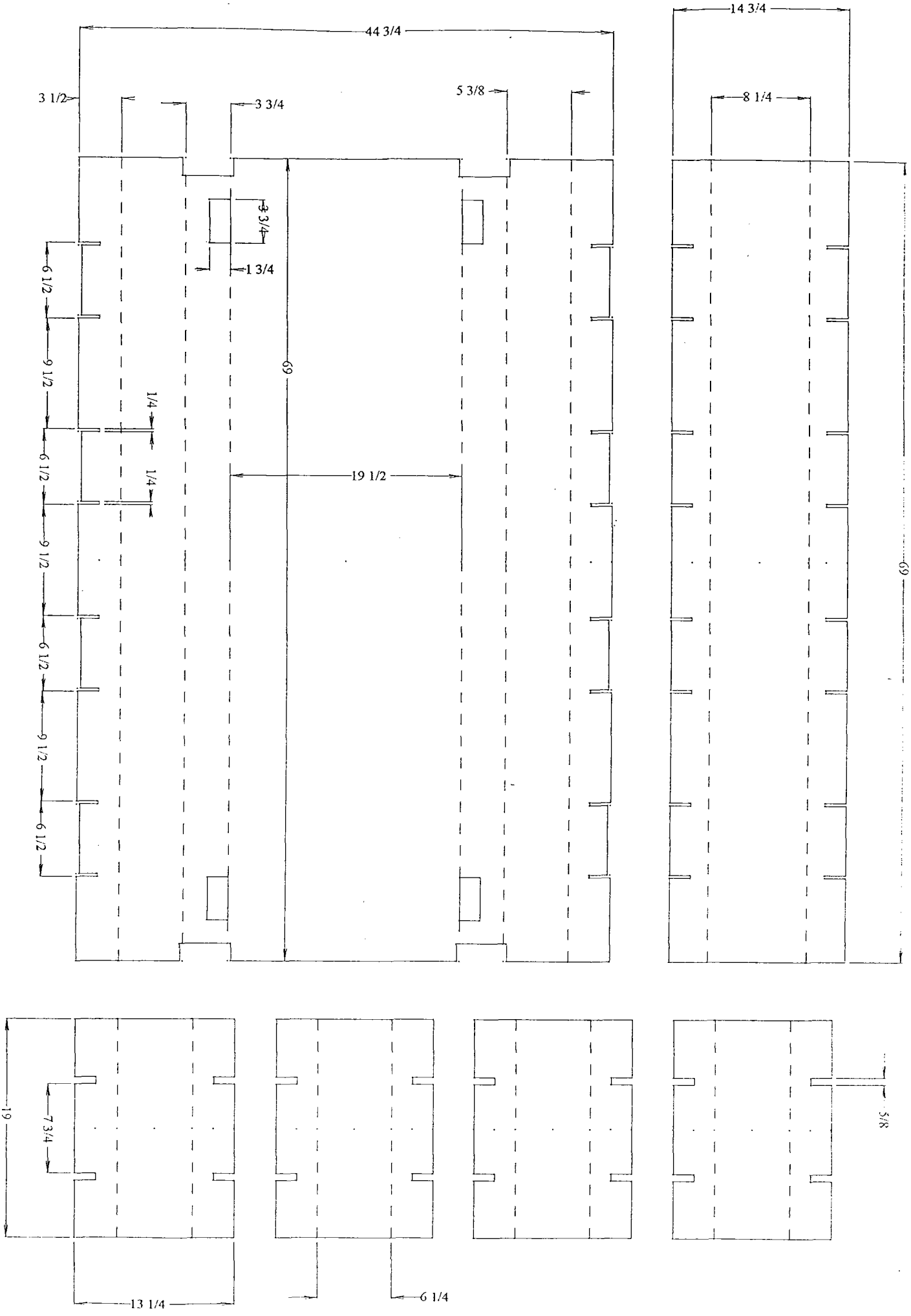




ภาพประกอบ 34 แสดงรูปแบบและแนวทางการออกแบบ 3

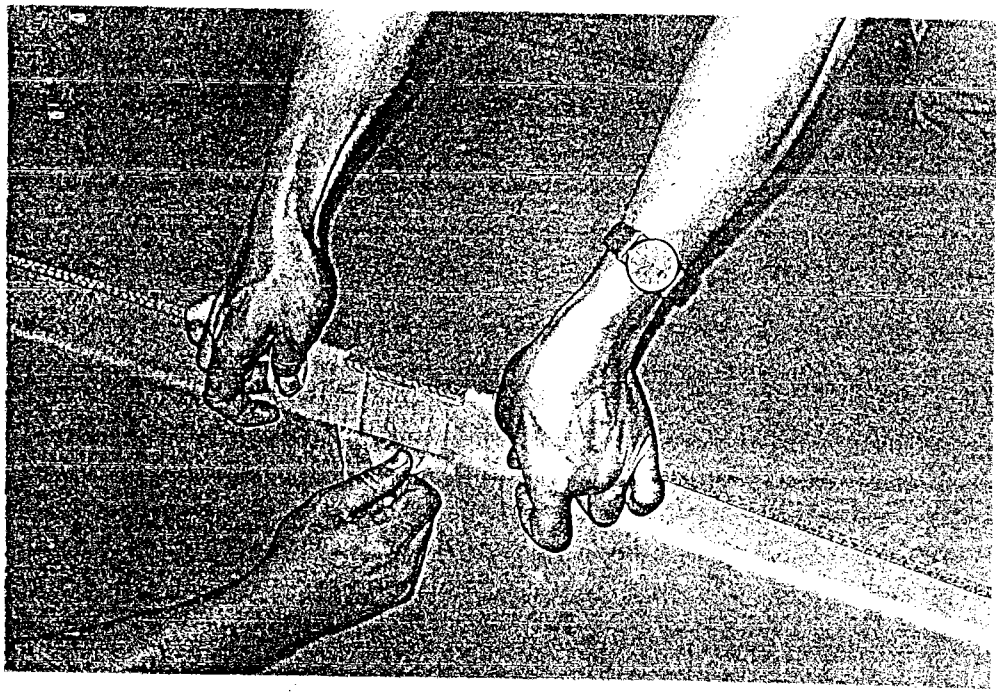


ภาพประกอบ 35 แสดงรูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกชั้นนอกที่ออกแบบ 1


44 3/4
14 3/4
3 1/2
3 3/4
5 3/8
8 1/4
3 3/4
1 3/4
6 1/2
9 1/2
1/4
1/4
6 1/2
9 1/2
6 1/2
9 1/2
6 1/2
69
19 1/2
69
19
7 3/4
13 1/4
6 1/4
5/8

ผลการทดลองการออกแบบในข้อที่ 1 และ 2 ได้รูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกในสัดส่วน กว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม.

3. สร้างส่วนประกอบภายในโลงศพกระดาษลูกฟูก และออกแบบตัวล๊อคตามจุดต่าง ๆ ในโลงศพกระดาษลูกฟูก ได้สรุปรูปแบบที่เหมาะสมมา 1 รูปแบบ



ภาพประกอบ 37 แสดงแบบตัวล๊อคโลงศพกระดาษลูกฟูก

4. นำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

4.1 ผลการทดสอบคุณสมบัติด้านทางกายภาพ

4.1.1 ผลการทดลองเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพด้านน้ำหนักมาตรฐาน ซึ่งเป็นการทดสอบ โดยการนำกระดาษที่ใช้ทำโลงศพกระดาษลูกฟูก ไปทดสอบกับเครื่องมือวิเคราะห์ความสมดุลย์ของพื้นที่กระดาษ (Analytical Balance) โดยตัดมาทำการวิเคราะห์ ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร โดยผ่านการแช่น้ำ และอบในอุณหภูมิช่วงลบ 20 องศาเซลเซียส ถึง 70 องศาเซลเซียส ซึ่งน้ำหนักมาตรฐานเป็นคุณสมบัติในส่วนหนึ่งที่ใช้กำหนดราคาซื้อขาย และความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกระดาษ

ในการทดสอบจะทดสอบเกี่ยวกับกระดาษซึ่งได้นำมาตัดในพื้นที่ 1 ตารางเมตร และนำไปผ่านกรรมวิธีทดสอบในอุณหภูมิที่กำหนด ซึ่งสามารถนำมาใช้มาได้ และมีความสัมพันธ์กับกระดาษที่นำมาทำโลงศพกระดาษลูกฟูกได้เป็นอย่างดี

4.1.2 ผลการทดสอบเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพด้านการดูดซึมน้ำ ซึ่งเป็นการทดสอบโดยบ่งบอกถึงคุณสมบัติของกระดาษลูกฟูกที่ใช้ทำโลงศพ และมีผลต่อคุณภาพของแผ่นลูกฟูกโดยทดสอบกับน้ำที่ดูดซึมกระดาษไว้ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ภายในเวลาที่กำหนดให้และทดสอบของเหลว หมึกพิมพ์

การทดสอบทางด้านคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ ซึ่งบ่งบอกถึงคุณสมบัติของกระดาษลูกฟูกที่จะดูดซึมน้ำได้ในอุณหภูมิที่กำหนด สามารถนำมาใช้งานได้ในการทำโลงศพกระดาษลูกฟูก

4.1.3 ผลการทดลองเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพด้านความต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก ซึ่งการทดสอบชุดนี้เป็นการทดสอบกับลอนลูกฟูกในแนวตั้ง จนลอนลูกฟูกยุบลงภายใต้สภาวะที่ควบคุม

การทดสอบคุณสมบัติทางด้านการต้านทานแรงกดลอนลูกฟูก สามารถนำมาใช้งานได้ ในการทำโลงศพกระดาษลูกฟูก และทนทานในอุณหภูมิที่กำหนดไว้

4.1.4 ผลการทดลองเกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพด้านความต้านทานต่อแรงดันทะลุ ซึ่งเป็นการทดสอบโดยการทดสอบกับกระดาษลูกฟูก ที่สามารถต้านแรงดันที่กระทำลงบนแผ่นกระดาษที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนฉีกขาดในอุณหภูมิที่กำหนดให้ และยังมีความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการรองรับน้ำหนักที่ลงบนผนังด้านล่างของโลงศพกระดาษเมื่อมีการเคลื่อนย้ายด้วยแรงคน

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านความต้านทานแรงดันทะลุ ซึ่งความสามารถของกระดาษที่ใช้ทำโลงศพกระดาษลูกฟูก สามารถทนต่อแรงดันทะลุได้ในอุณหภูมิที่กำหนดไว้ ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงเกณฑ์การทดสอบทางด้านกายภาพ

รายละเอียด	$\overline{X}$	แปลความ
1. ทดสอบทางด้านน้ำหนักมาตรฐาน (กก./ตร.ซม.) อุณหภูมิ - 20°ซ. - 70°ซ.	4.50	ดีมาก
2. ทดสอบทางด้านการดูดซึมน้ำ (กก./ตร.ซม.) อุณหภูมิ - 20°ซ. - 70°ซ.	4.00	ดี
3. ทดสอบทางด้านความต้านทานต่อแรงกดลอนลูกฟูก (กก./ตร.ซม.) อุณหภูมิ - 20°ซ. - 70°ซ.	4.30	ดี
4. ทดสอบทางด้านความต้านทานต่อแรงดันทะลุ (กก./ตร.ซม.) อุณหภูมิ - 20°ซ. - 70°ซ.	4.40	ดี
รวม	4.30	ดี

จากตาราง 13 สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบคุณสมบัติการทดสอบทางด้านกายภาพโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ตามรายละเอียดดังนี้

ทดสอบทางด้านน้ำหนักมาตรฐาน โดยทดสอบกับเครื่องมือวิเคราะห์ความสมดุลย์ของพื้นที่กระดาษในอุณหภูมิที่กำหนด ข้อมูลจากตาราง 13 แสดงว่า คุณสมบัติทางกายภาพด้านน้ำหนักมาตรฐาน อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.50

ทดสอบทางด้านการดูดซึมน้ำ โดยการทดสอบภายในอุณหภูมิที่กำหนดและทดสอบกับของเหลว หมึกพิมพ์ ข้อมูลจากตาราง 13 แสดงว่า คุณสมบัติทางด้านการดูดซึมน้ำ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.00

ทดสอบทางด้านความต้านทานต่อแรงกดลอนลูกฟูก ซึ่งทดสอบกระดาษลูกฟูกในแนวตั้งจนลอนลูกฟูกยุบตัวลงมาในช่วงอุณหภูมิที่กำหนดไว้ จากตาราง 13 แสดงว่า คุณสมบัติทางด้านความต้านทานต่อแรงกดลอนลูกฟูก อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.30

ทดสอบทางด้านความต้านทานต่อแรงดันทะลุ ซึ่งทดสอบความต้านทานแรงดันทะลุที่กระทำลงบนแผ่นกระดาษลูกฟูกที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนฉีกขาดในอุณหภูมิที่กำหนด จากตาราง 13 แสดงว่า คุณสมบัติทางด้านความต้านทานต่อแรงดันทะลุ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยทั้งหมดนั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย จึงสามารถสรุปได้ว่า เกณฑ์การทดสอบทางด้านกายภาพทั้ง 4 ด้านของโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้นั้น อยู่ในระดับดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.30

ตาราง 14 แสดงวิธีทดสอบกระดาษตามมาตรฐานและเครื่องมือ

คุณสมบัติ	เครื่อง มือ	ISO	SCAN	BS	DIN	ASTM	TAPPI	CPPA	APPITA
1.น้ำหนัก	Grammage tester	536	P.6	3432	53104	D646	T410	D.3	P405
2.ความต้านทานการซึมน้ำ	Cobb tester	535	P12	2644	53132	D2045	T441	*F.2	P411
3.ความต้านทานต่อแรงกดดัน	Compression Tester	2872				D642	T804		
4.ความต้านทานต่อแรงดันทะลุ	Bursting Strength tester	2758	P.24	3137		D774	T403	D.8	P403

5. ทดสอบทางด้านการตกแต่งสวยงาม

ผลการทดสอบ เป็นการทดสอบคุณสมบัติทางด้านการตกแต่งสวยงาม จากการทดลองการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก โดยนำมาสร้างเป็นโลงศพนั้นลักษณะการพิมพ์การตกแต่งสามารถตกแต่งได้ทุกรูปแบบทุกกระบวนการตามความต้องการของผู้บริโภค แต่ทั้งนี้จะมีราคาเพิ่มขึ้นต่อชิ้นงานตามความยากง่ายของกระบวนการนั้น ๆ โลงศพกระดาษลูกฟูกสามารถตกแต่งได้ทุกวิธีการ เช่น วิธีการพิมพ์โดยวิธีซิลค์สกรีน และตามความต้องการได้เป็นอย่างดี

ตาราง 15 แสดงการทดสอบคุณสมบัติด้านการตกแต่งสวยงาม

รายละเอียด	$\bar{X}$	แปลความ	เกณฑ์กำหนด
1. ด้านการพิมพ์ซิลค์สกรีน	4.60	ดีมาก	โลงศพกระดาษลูกฟูกใช้ชนิด 7 ชั้น มีรูปแบบในลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดสัดส่วนความกว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม. สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 78 กก. และสูงไม่เกิน 170 ซม. สามารถคงสภาพรูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกได้ 3 วัน
2. ด้านการตัดตกแต่งรูปแบบเพิ่มเติมตามความพอใจผู้ใช้งาน	4.40	ดี	
3. ด้านการเขียนหรือระบายสีลงกระดาษลูกฟูก	4.30	ดี	
รวม	4.43	ดี	

จากตาราง 15 การทดสอบคุณสมบัติด้านการตกแต่งสวยงาม โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบตามรายละเอียดดังนี้

ทดสอบด้านการพิมพ์ซิลค์สกรีน ข้อมูลจากตาราง 15 แสดงว่า กระบวนการพิมพ์ซิลค์สกรีน อยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60

ทดสอบด้านการตัดตกแต่งรูปแบบเพิ่มเติมตามความพอใจผู้ใช้งาน ข้อมูลจากตาราง 15 แสดงว่า การตัดตกแต่งรูปแบบเพิ่มเติมตามความพอใจผู้ใช้งาน อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40

ทดสอบด้านการเขียนหรือระบายสีลงกระดาษลูกฟูก ข้อมูลจากตาราง 15 แสดงว่า การระบายสีลงกระดาษลูกฟูก อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.30

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยทั้งหมดนั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ย จึงสามารถสรุปได้ว่า เกณฑ์การทดสอบคุณสมบัติด้านการตกแต่งสวยงาม โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ อยู่ในระดับดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.43

6. ทดสอบคุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน

ผลการทดสอบ เป็นการทดสอบความสะดวกในการใช้งาน จากการทดลองกับมูลนิธิที่นำไปใช้งานสามารถแสดงได้ในตาราง 16

ตาราง 16 แสดงคุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน

รายละเอียด	$\bar{X}$	แปลความ	เกณฑ์กำหนด
1. รูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกที่ออกแบบ	4.40	ดี	โลงศพกระดาษลูกฟูกใช้ชนิด 7 ชั้น มีรูปแบบในลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาดสัดส่วนความกว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม. สามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 78 กก. และสูงไม่เกิน 170 ซม. สามารถคงสภาพรูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกได้ 3 วัน
2. การนำออกมาใช้งานของเจ้าหน้าที่	4.30	ดี	
3. ความแข็งแรงต่อการใช้งานโลงศพกระดาษลูกฟูก	4.50	ดี	
4. ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ขนส่ง	4.20	ดี	
5. ความสวยงาม	4.10	ดี	
รวม	4.30	ดี	

จากตาราง 16 เป็นการทดสอบการใช้งานกับเจ้าหน้าที่มูลนิธิร่มไทร มีนบุรี พบว่าการใช้งานในการรับน้ำหนักของผู้เสียชีวิต สามารถรับน้ำหนักได้ดีในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ มีความแข็งแรงต่อการใช้งานได้เป็นอย่างดี

จากตาราง 16 การทดสอบคุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ เป็นการทดสอบการใช้งานโดยเจ้าหน้าที่มูลนิธิร่มไทร มีนบุรี กรุงเทพมหานคร พบว่าการใช้งานสามารถรับน้ำหนักได้ดี มีความแข็งแรงต่อการใช้งานได้ และสามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบตามรายละเอียดดังนี้

ทดสอบด้านรูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกที่ออกแบบ ข้อมูลจากตาราง 16 แสงดว่ารูปแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40

ทดสอบด้านการนำออกมาใช้งานของเจ้าหน้าที่ ข้อมูลจากตาราง 16 แสดงว่า การนำออกมาใช้งานของเจ้าหน้าที่ อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.30

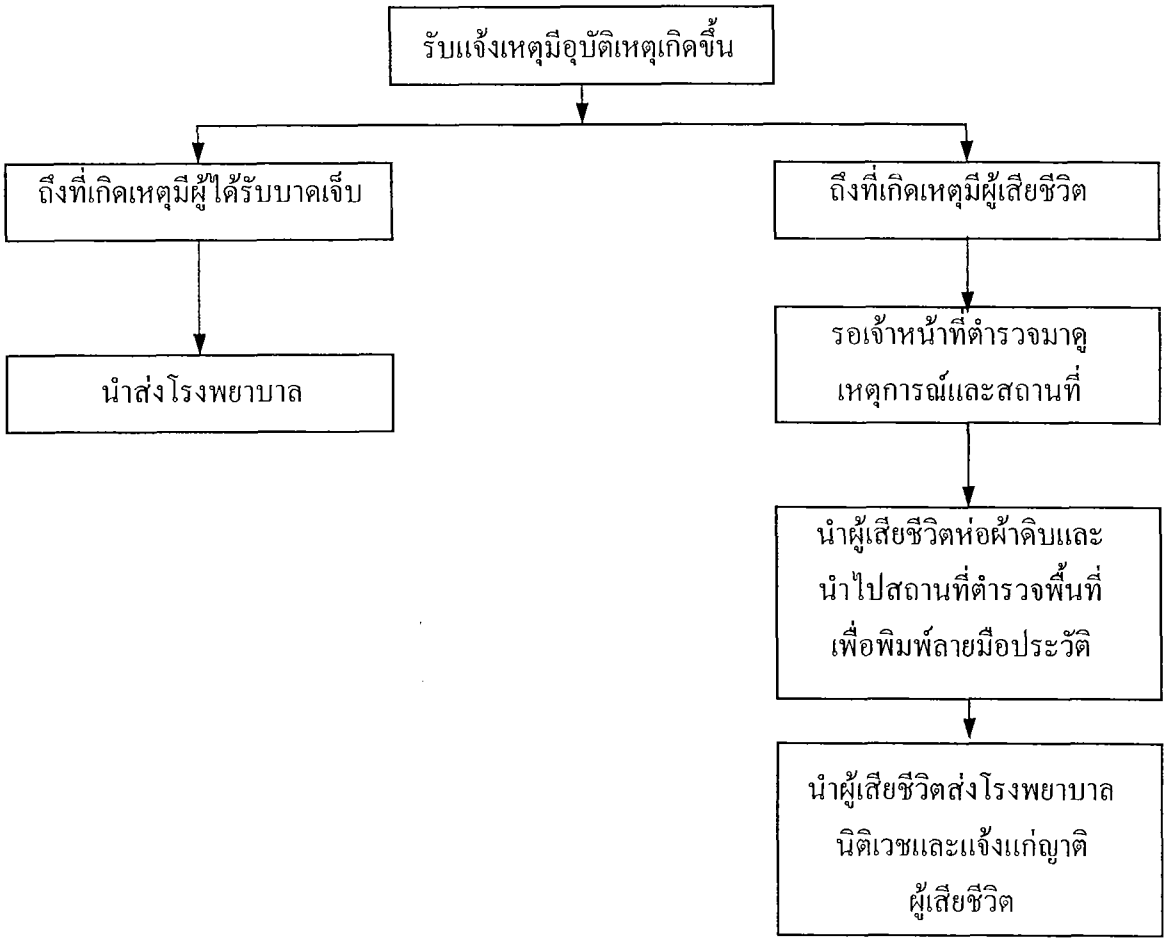
ทดสอบความแข็งแรงต่อการใช้งานโลงศพกระดาษลูกฟูก ข้อมูลจากตาราง 16 แสดงว่าความแข็งแรงต่อการใช้งาน อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.50

ทดสอบความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ขนส่ง ข้อมูลจากตาราง 16 แสดงว่า การเคลื่อนย้ายขนส่ง อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 4.20

เมื่อทราบค่าเฉลี่ยในแต่ละหัวข้อแล้ว นำค่าเฉลี่ยเหล่านั้นไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยรวม เพื่อหาความสะดวกในการใช้งาน จึงสามารถสรุปได้ว่า ความสะดวกในการใช้งาน อยู่ในระดับดี คือมีค่าเฉลี่ย 4.30

7. ทดสอบโลงศพกระดาษลูกฟูกโดยการนำไปทดลองกับมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี

จากการนำโลงศพกระดาษลูกฟูกไปทดลองกับมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี เจ้าหน้าที่ผู้ทำการทดสอบ คือ คุณประสิทธิ์ แก้ววิลัย รองประธานชุดปฏิบัติการมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี และคุณอำนาจ ณ นคร โลงศพกระดาษลูกฟูกสามารถรับน้ำหนักได้ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือไม่เกิน 78 กก. และสามารถทนต่อสภาพการรับน้ำหนักได้ 3 วัน ในกระบวนการการปฏิบัติงาน มูลนิธิร่มไทร มีนบุรี มีการปฏิบัติงานดังนี้



ภาพประกอบ 38 กระบวนการปฏิบัติต่อผู้เสียชีวิต

ในกระบวนการปฏิบัติงานจากมูนิธิโลงศพจะมีการบริจาคให้แก่ผู้ยากไร้หรือนำศพบรรจุลงในโลงศพและนำส่งภูมิลำเนาของผู้เสียชีวิตในกระบวนการสุดท้ายเท่านั้น

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยการออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้

จุดมุ่งหมายของการทดลอง

เพื่อออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดที่สามารถพับได้ ซึ่งการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ มีดังนี้
   1..1 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านน้ำหนักมาตรฐาน
   1.2 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านแรงดันทะลุ
   1.3 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านการต้านแรงกดลอนลูกฟูก
   1.4 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพด้านการดูดซึมน้ำ
2. ทดสอบคุณสมบัติทางด้านการพิมพ์การตกแต่ง
3. ทดสอบความสะดวกในการใช้งาน

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือดังนี้

1. เครื่องผลิตกระดาษลูกฟูก
2. เครื่องชุดทำลอนลูกฟูก
3. เครื่องไดคัทตัดกระดาษ
4. กระดาษลูกฟูกชนิด 3 ชั้น
5. กระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น
6. กระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น
7. ถุงพลาสติกประกอบโลงศพกระดาษลูกฟูก
8. แผ่นกระดาษลายไม้
9. มีดตัดรายละเอียดกระดาษลูกฟูก
10. กระดาษคราฟท์
11. กาว

12. ลวดตอก

13. แม่พิมพ์

14. เทปแปะกระดาษ

การดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนดังนี้คือ

1. ออกแบบรูปทรงตามขนาดของโลงศพกระดาษลูกฟูกที่ได้ทำการออกแบบไว้ตามขอบเขตของการวิจัย

2. สร้างแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น ในสัดส่วน กว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง 50 ซม.

3. สร้างส่วนประกอบเพิ่มเติมโลงศพกระดาษลูกฟูก เพื่อให้เกิดความแข็งแรง

4. นำไปทดสอบกับศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งจะทำการทดสอบคุณสมบัติทางด้านกายภาพ

5. ทดสอบทางด้านการตกแต่งสวยงาม

6. ทดสอบคุณสมบัติด้านความสะดวกในการใช้งาน

7. ทดสอบโลงศพกระดาษลูกฟูกโดยมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี เป็นผู้ทดลอง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองผู้วิจัยได้กล่าวถึงโดยละเอียดไปแล้วในบทที่ 4 เพื่อให้เกิดความเข้าใจชัดเจนเกี่ยวกับผลการทดลอง ผู้วิจัยจึงได้นำผลของการวิจัยมานำเสนอเป็นหัวข้อ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยดังนี้

1. การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ สามารถนำไปใช้งานได้จริง และมาตรฐานโลงศพกระดาษลูกฟูกตรงตามเกณฑ์กำหนดที่ระบุไว้ในมาตรฐานอุตสาหกรรม

2. การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ มีคุณสมบัติทางด้านกายภาพทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านน้ำหนักมาตรฐาน ด้านการดูดซึมน้ำ ด้านการต้านแรงกดลอนลูกฟูก ด้านการต้านทานแรงดันทะลุ อยู่ในระดับดี

3. การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ มีคุณสมบัติทางด้านการตกแต่งสวยงาม สามารถดำเนินการทำได้ทุกกระบวนการพิมพ์การตกแต่ง อยู่ในระดับดี

4. การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ มีคุณสมบัติทางด้านความสะดวกในการใช้งาน ต่อการปฏิบัติงานได้ อยู่ในระดับดี

อภิปรายผล

จากการทดลองทำการออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ การอภิปรายผลมีดังนี้

การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนองานวิจัยชุดนี้ เพราะการออกแบบโดยนำกระดาษลูกฟูกมาทำเป็นโลงศพ จะต้องศึกษาการออกแบบโครงสร้างและการออกแบบทางด้านความสวยงาม ความสะดวกในการใช้งาน เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้นำไปใช้ในการปฏิบัติงาน เนื่องจากกระดาษลูกฟูกมีข้อดีต่าง ๆ หลายประการ เช่น

- สามารถออกแบบได้ทั้งโครงสร้างต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสินค้าและวัตถุประสงค์ในการใช้งานนั้น ๆ
- ต้นทุนการผลิตต่ำ
- สามารถนำมาเข้ากระบวนการหมุนเวียนได้
- การผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากนัก สามารถผลิตได้ด้วยเครื่องจักรแทบทั้งหมดและใช้เวลาในการผลิตที่ไม่ยาวนานนัก

จากการวิจัยในครั้งนี้ปรากฏผลว่า การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ จากการทดสอบพบว่า คุณสมบัติทางด้านกายภาพนั้นควรมีการทดสอบเกี่ยวกับกระดาษลูกฟูกที่ใช้ทำโลงศพให้เพิ่มมากขึ้น เช่น การฉีกขาด การหักงอ การเก็บรักษา และอื่น ๆ ตามที่มาตรฐานอุตสาหกรรมกำหนดไว้ แต่การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพไว้ 4 ด้าน จึงต้องมีการปรับปรุง

ด้านความสวยงามนั้นโลงศพกระดาษลูกฟูกสามารถทำการตกแต่งได้อย่างมากมาย และสามารถสร้างความพึงพอใจต่อผู้ที่จะซื้อแทนการใช้โลงไม้ และทางด้านความสะดวกในการใช้งาน ผู้วิจัยได้ออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกโดยสามารถใช้การปฏิบัติงานในการขนส่งให้สะดวกโดยใช้กำลังคนเพียง 2 คนเท่านั้น

จากข้อมูลในบางส่วนของกระดาษลูกฟูกที่ได้สรุปมานั้นการผลิตในการทำโลงศพกระดาษลูกฟูกมีขั้นตอนในการผลิตที่ไม่ซับซ้อนเหมือนกับโลงศพที่ทำจากไม้ กล่าวคือโลงศพไม้มีราคาที่สูง และการสร้างโลงศพ 1 โลงนั้นต้องมีการตัดไม้ การตกแต่ง การออกแบบจัดหาวัสดุอื่น ๆ มาประกอบ และต้องใช้เวลาในการทำประมาณ 2 วัน ซึ่งจะแตกต่างจากโลงศพกระดาษลูกฟูกมาก จากการที่ได้ศึกษาเรื่องนี้จึงมีข้อเปรียบเทียบระหว่างโลงศพไม้กับโลงศพกระดาษลูกฟูกซึ่งจากสภาพสังคมคาดว่าในอนาคตต้องมีสิ่งหนึ่งที่สามารถใช้แทนโลงศพไม้ได้ดี และราคาถูก

การผลิตไม่ยุ่งยากตอบสนองต่อผู้บริโภคได้อย่างเต็มที่ ผู้วิจัยจึงเห็นว่ากระดาษมีความเป็นไปได้มากที่จะสามารถใช้แทนไม้ได้ดีจึงได้ศึกษาในเรื่องนี้

สำหรับวัสดุที่นำมาสร้างโลงศพกระดาษลูกฟูกเห็นว่ากระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น และ 7 ชั้นสามารถนำมาสร้างโลงศพกระดาษลูกฟูกได้ดี แต่ในกระบวนการผลิตในแต่ละโรงงานจะมีการผลิตกันเพียง 5 ชั้นเท่านั้น แต่มีบางโรงงานผลิต 7 ชั้นขึ้นมาก็มี เช่น ห้างหุ้นส่วนจำกัดแสงงามอุตสาหกรรม ในการสร้างแบบโดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ นั้นมีขั้นตอนที่ไม่ยากนักเพราะเป็นการผลิตในระบบอุตสาหกรรม สำหรับส่วนของโครงสร้างการรับน้ำหนักนั้นโลงกระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น และ 7 ชั้น จะมีการรับน้ำหนักได้มาก ส่วนที่สมควรพัฒนาคือโครงสร้างการออกแบบที่มีส่วนประกอบไม่มาก และกระทัดรัด กล่าวได้ว่า ถ้ามีการทดลองและวิจัยโดยมีผู้สนับสนุนในงบประมาณก็จะสามารถพัฒนางานโลงศพกระดาษลูกฟูกต่อไปได้ และสามารถใช้ทดแทนโลงศพไม้ได้

ข้อเสนอแนะ

1. การทำโลงศพกระดาษลูกฟูกสามารถใช้กระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น และกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น โลงศพกระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น สมควรที่จะนำมาใช้สำหรับผู้มีน้ำหนักไม่เกิน 85 กก. หรือในขนาดสัดส่วนของเด็กที่มีความสูงไม่เกิน 155 ซม. สำหรับโลงศพกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น สามารถรับน้ำหนักได้มาก ควรที่จะเหมาะสำหรับผู้ที่มีน้ำหนัก 85 กก. ขึ้นไป

2. ลักษณะโครงสร้างควรมีการออกแบบให้ดีและใช้วัสดุในการประกอบให้น้อยกว่าที่ออกแบบไว้เพราะกระดาษลูกฟูกสามารถออกแบบการใช้งานได้ดี

3. การผลิตสามารถตกแต่งให้สวยงามได้ตามความต้องการในส่วนของราคานั้นแตกต่างกันไปตามความยากง่ายของการผลิต

4. การทำโลงศพกระดาษลูกฟูก ควรมีการทำโลงศพกระดาษลูกฟูกไว้ ให้มีขนาดที่เหมาะสมกับเด็กจนถึงผู้ใหญ่ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน ขนาดสัดส่วนของคนไทย

5. การออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกควรมีการออกแบบให้สามารถพับเก็บได้ในขณะที่ยังไม่นำออกมาใช้งาน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรมีการผลิตกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น เพื่อใช้งานนี้โดยเฉพาะในระบบอุตสาหกรรม

2. วัสดุอุปกรณ์ในการประกอบการรองรับน้ำหนักในส่วนฐานโลงศพกระดาษลูกฟูก ควรใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา แต่สามารถรับน้ำหนักได้ดี ทนทานต่อการรองรับต่าง ๆ ได้มาแทนหรือเป็นส่วนประกอบการทำโลงศพกระดาษลูกฟูก

3. การออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกควรมีวิธีการนำไปปฏิบัติงานทางด้านอุบัติเหตุต่าง ๆ เพิ่มเติมในชุดเดียวกับโลงศพกระดาษลูกฟูก หรือมีคู่มือการใช้งานในลักษณะให้อย่างเหมาะสม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมศิลปากร องค์การค้าคุรุสภาและมูลนิธิเสฐียรโกเศศ - นาคะประทีป. **100 ปี พระยาอนุมานราชธน รวมเรื่องเกี่ยวกับวัฒนธรรม.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2531.

_____.**100 ปี พระยาอนุมานราชธน รวมเรื่องประเพณีเบ็ดเตล็ด.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2531.

ฉวีวรรณ วรรณประเสริฐ และคณะ. **ประเพณีที่ช่วยส่งเสริมการผสมผสานทางสังคมระหว่างชาวไทยพุทธกับชาวไทยมุสลิม.** ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2524.

ดนต์ รัตนทัศนีย์. แบบเรียน ERGONOMIC. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ม.ป.ป.

ประลอง พีรานนท์. กายภาพเชิงกล (ERGONOMICS). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตย-กรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ม.ป.ป.

ปรีดา กลั่นแก้ว. กระดาษ (PAPER). สหวิทยาลัยพุทธชินราช วิทยาลัยครูนครสวรรค์ พฤษภาคม 2531.

ประเพณีโบราณไทย และพิธี 12 เดือน พิธีมงคลต่าง ๆ. กรุงเทพฯ : สำนำพิมพ์บรรณาคาร, 2515.

แปลก สนธิรักษ์. **พิธีกรรมและประเพณี.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2515.

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. 2525.

พงษ์พัน วรสุนทโรสก. วัสดุก่อสร้าง (ฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม). บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, พ.ศ. 2521.

พลาสติกวิศวกรรม. พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ KBN. 975-89233-6-3. พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2538 จำนวน 1000 เล่ม บริษัทพาณิชพระนคร (2535) จก.

พลาสติก. พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ สถ.บ. , M.B.D. พิมพ์ครั้งที่ 8. มิตรนราการพิมพ์, ม.ป.ป.

วราภรณ์ จิวชัยศักดิ์. **สถานภาพการศึกษาเรื่องประเพณีไทย - ประเพณีเกี่ยวกับชีวิต.** กรุงเทพฯ สถาบันไทยศึกษา ฝ่ายวิจัยจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย, 2534.

วิรุณ ตั้งเจริญ. การออกแบบ. พิมพ์ครั้งแรก. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วิฒวลอาร์ต, 2526.

ฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย. ข้อมูลสัดส่วนคนไทย. สำนักพิมพ์วัฒนาพาณิช, 2527.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. **หลักการทดสอบวัสดุและภาชนะบรรจุ.** กรุงเทพฯ : มีนาคม, 2529.

_____.**คู่มือการใช้กระดาษเพื่อการหีบห่อ.** กรุงเทพฯ : กุมภาพันธ์, 2532.

สาคร คันธโชติ. การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, บ.ป.ป.

สาคร คันธโชติ. วัสดุผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2529.

สังเขต นาคไพจิตร. หลักการออกแบบ. เอกสารประกอบการเรียนการสอน (ศ. 340 หลักการออกแบบ). พิมพ์ครั้งแรก. กรุงเทพฯ : ปรีดาการพิมพ์ มหาสารคาม, 2530.

เสน่ห์ ธนารัตนสฤษดิ์. **STUDY DRAWING.** กรุงเทพฯ : หจก. บูรพาศิลป์การพิมพ์, 2525.

เสฐียรโกเศศ. **ประเพณีเนื่องในการเกิดและตาย.** กรุงเทพฯ : สมาคมสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2518.

_____. **ชาติ - ศาสนา - วัฒนธรรม.** กรุงเทพฯ ; สำนักพิมพ์บรรณาการ, 2515.

สำนักงานคณะกรรมการ การวัฒนธรรมแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ. **คู่โฉมใหม่ของวัฒนธรรมกับการพัฒนา.** กรุงเทพฯ : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้ง กรุ๊ฟ จำกัด, 2532.

เทคโนโลยีพลาสติก. "รศ. บรรเลง ศรนิล" โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี. (ไทย-ญี่ปุ่น)

เทคโนโลยีโพริเมอร์ "ผศ.ดร. กัญจนา ตระกูลคู" พิมพ์ครั้งที่ 1 พิมพ์ที่บริษัทคราฟแมนเพรส จำกัด.

เทคโนโลยีอัดพลาสติกและการออกแบบเชิงวิเคราะห์. สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกและโลหะการ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มีนาคม 2534 พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม มีนาคม 2534 พิมพ์ที่ หจก. ภาพพิมพ์

เอกสารประกอบการสัมมนา เรื่อง "**การบรรจุหีบห่อเพื่อการขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพ.**" จัดโดย ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, 2530.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กล่องกระดาษลูกฟูก

กล่องกระดาษลูกฟูก

ปัจจุบันประเทศไทยมีการส่งสินค้าออกไปจำหน่ายในต่างประเทศมากขึ้น สินค้าเหล่านี้จำเป็นต้องบรรจุในภาชนะที่เหมาะสม และมีคุณภาพดีพอที่จะป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดระหว่างการขนส่ง การขนถ่ายและการเก็บรักษา

กล่องกระดาษลูกฟูกเป็นภาชนะบรรจุสินค้าเพื่อการส่งออก ที่มีผู้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะสามารถเก็บรักษาสินค้าระหว่างการขนส่งให้คงสภาพเดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด ประกอบกับขณะนี้มีการทำกล่องกระดาษลูกฟูกเพื่อการส่งออกขึ้นได้เองภายในประเทศ เพื่อเป็นการส่งเสริมผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมประเภทนี้จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกล่องกระดาษลูกฟูกขึ้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิด มิติ และคุณลักษณะที่ต้องการตาม

Uniform Freight Classification, U.S.A. Railroad

Classification-Rule 41

และการทดสอบตาม

ISO 2759-1974	Board - Determination of Bursting Strength
ISO 3039 - 1975	Corrugated Fibreboard-Determination of the Grammage of the Component Papers After Separation
TAPPI T 803 05 -67	Puncture and Stiffness Test of Container Board

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้วเห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิด มิติ วัสดุและการทำคุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่าง และเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบกล่องกระดาษลูกฟูก

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะกล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้ขนส่งผลิตภัณฑ์เพียงครั้งเดียว และไม่ครอบคลุมถึงกล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้ขนส่งผลิตภัณฑ์ที่เป็นวัตถุ

อันตราย เช่น เคมีภัณฑ์ วัตถุระเบิด หรือผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหาในการเก็บรักษา เช่น ผักสด ผลไม้สด หรือสิ่งที่มีชีวิต

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

2.1 กล่องกระดาษลูกฟูก ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า "กล่อง" หมายถึง ภาชนะบรรจุคงรูป มีฝาปิด ทำขึ้นด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก

2.2 แผ่นกระดาษลูกฟูก (Corrugated Fibreboard) หมายถึง กระดาษที่ประกอบด้วยกระดาษลูกฟูกอย่างน้อย 1 แผ่น ประกบด้วยกระดาษทำผิวกล่องอย่างน้อย 2 แผ่น

2.3 กระดาษทำผิวกล่อง (Linerboard or Facing) หมายถึง กระดาษที่ใช้ประกบกระดาษลูกฟูกมีผิวเรียบสม่ำเสมอ ติดกาวได้ดี และเหมาะแก่การพิมพ์

2.4 กระดาษลูกฟูก (Corrugated Medium) หมายถึง กระดาษทำลูกฟูกที่ขึ้นลอนแล้วประกอบเป็นชั้นกลางระหว่างกระดาษทำผิวกล่องของแผ่นกระดาษลูกฟูก

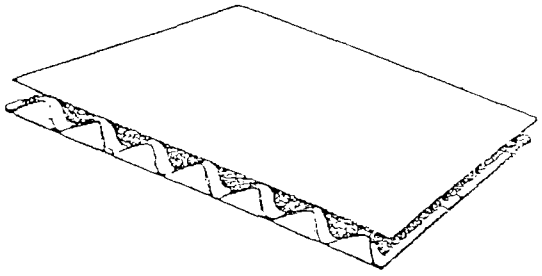
2.5 กระดาษทำลูกฟูก (Corrugating Medium) หมายถึง กระดาษที่นำมาขึ้นลอนเป็นกระดาษลูกฟูก

2.6 ลอน (Flute or Corrugation) หมายถึง ส่วนโค้งขึ้นลงเป็นคลื่นของกระดาษลูกฟูก

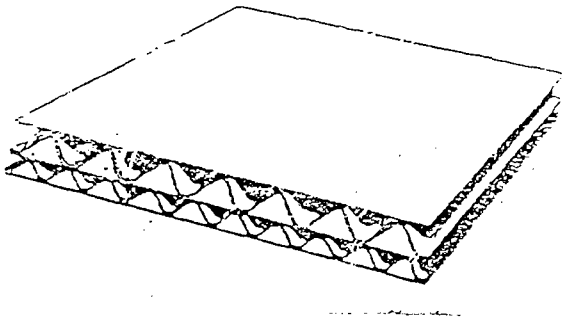
2.7 แผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น (Single Wall) หมายถึง แผ่นกระดาษลูกฟูกที่ประกอบด้วยกระดาษลูกฟูก 1 แผ่น ทากาวแล้วปิดทับด้วยกระดาษทำผิวกล่องทั้ง 2 ด้านดังรูป 39

2.8 แผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น (Double Wall) หมายถึง แผ่นกระดาษลูกฟูกที่ประกอบด้วยกระดาษลูกฟูก 2 แผ่น และกระดาษทำผิวกล่อง 3 แผ่น ดังรูป 40

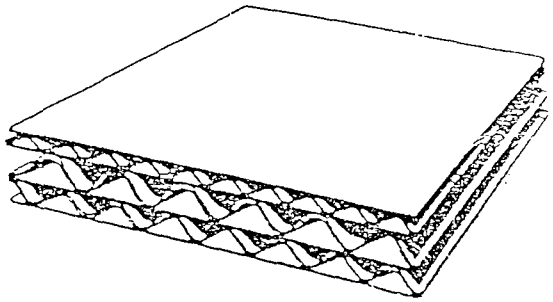
2.9 แผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น (Triple Wall) หมายถึง แผ่นกระดาษลูกฟูกที่ประกอบด้วยกระดาษลูกฟูก 3 แผ่น และกระดาษทำผิวกล่อง 4 แผ่น ดังรูป 41



ภาพประกอบ 39 แผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น



ภาพประกอบ 40 แผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น



ภาพประกอบ 41 แผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น

2.10 น้ำหนักมาตรฐานของกระดาษ หมายถึง น้ำหนักกระดาษเป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

2.11 น้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่อง (Combine Weight Facing) หมายถึง ผลรวมเฉพาะน้ำหนักของกระดาษทำผิวกล่องเป็นกรัมต่อพื้นที่แผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ตารางเมตร เท่านั้น ไม่รวมน้ำหนักอื่น เช่น น้ำหนักของสารที่นำมาเคลือบ หรือน้ำหนักของกาว

2.12 น้ำหนักสูงสุด (Gross Weight Limit) หมายถึง น้ำหนักรวมของสิ่งที่จะบรรจุกับกล่องสูงสุดที่กำหนดให้ใช้ได้

2.13 มิติรวม (Size) หมายถึง ผลรวมของความยาว ความกว้าง และความลึกของกล่อง

2.14 ความยาว หมายถึง ระยะภายในด้านยาวของปากกล่อง ดังรูปที่ 42

2.15 ความกว้าง หมายถึง ระยะภายในด้านกว้างของปากกล่อง ดังรูปที่ 42

2.16 ความลึก หมายถึง ระยะภายในวัดตั้งฉากจากปากกล่องถึงก้นกล่อง ดังรูปที่ 42

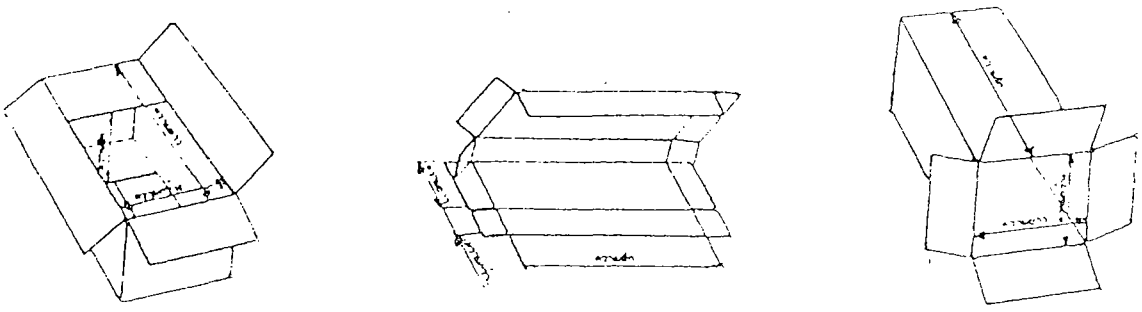
2.17 ความหนา หมายถึง ระยะตั้งฉากระหว่างด้านขนานของผิวหน้าทั้งสองของแผ่นกระดาษลูกฟูก

2.18 รอยต่อ หมายถึง ส่วนของกล่องตรงที่ริมของแผ่นกระดาษลูกฟูกต่อกัน จะเป็นแบบต่อชนหรือแบบต่อเกยกันก็ได้

2.19 รอยพับ หมายถึง รอยพับของแผ่นกระดาษลูกฟูกตามแนวตั้งฉากลูกฟูก หรือตามแนวขนานลูกฟูก

2.20 ความต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength) หมายถึง ความดันกระทำเป็นมุมฉากและกระจายอย่างสม่ำเสมอ ต่อพื้นผิวชั้นทดสอบที่พอดีทำให้ชิ้นทดสอบแตกทะลุภายใต้สภาวะที่กำหนด

2.21 ความต้านแรงทิ่มทะลุ (Puncture Resistance) หมายถึง พลังงานที่ทำให้ตัวทิ่มทะลุทิ่มผ่านชิ้นทดสอบ ภายใต้สภาวะที่กำหนด



ภาพประกอบ 42 ความยาว ความกว้าง และความลึก

3. ชนิด

3.1 กล่อง แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

3.1.1 ชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น

3.1.2 ชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น

3.1.3 ชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น

4. มิติ

4.1 ความยาว ความกว้าง และความลึกของกล่อง ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย แต่มิติรวมต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 17

5. วัสดุและการทำ

5.1 วัสดุ

5.1.1 กระดาษทำผิวกล่อง ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระดาษเหนียว มาตรฐานเลขที่ มอก. 170

5.1.2 กระดาษทำลูกฟูก ควรเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระดาษทำลูกฟูก มาตรฐานเลขที่ มอก. 321

5.1.3 แผ่นกระดาษลูกฟูกที่ใช้ อาจเป็นแผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น แผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น หรือแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้นก็ได้ แผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น และแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น อาจประกอบขึ้นจากกระดาษลูกฟูกที่เป็นลอนชนิดเดียวกันหรือลอนต่างชนิดกันก็ได้ โดยชนิดของลอนจำนวนลอนต่อเมตร และความสูงของลอนเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1

5.1.4 ลวดเย็บ มีขนาดภาคตัดขวางไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร x 0.7 มิลลิเมตร

5.1.5 แถบกาว ทำด้วยกระดาษเหนียวหรือวัสดุอื่นที่มีความเหนียวและแข็งแรง เมื่อใช้ทาบติดกับกล่องต้องติดได้ดีและไม่ล่อนหลุด ถึงแม้กล่องฉีกขาด

5.1.6 กาว เป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อทาลงบนกระดาษต้องเรียบ ทำให้กระดาษติดกันได้แน่นและไม่ล่อนหลุด แม้ว่ากระดาษจะเกิดการฉีกขาด

ตาราง 17 ชนิดของลอน จำนวนลอนต่อเมตร และความสูงของลอน

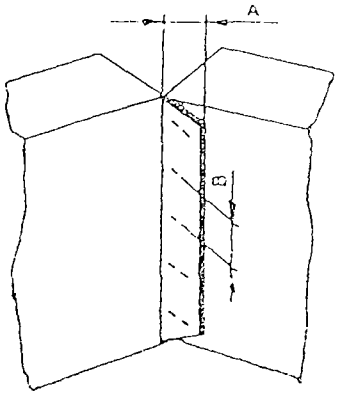
(ข้อ 5.1.3)

ชนิดของลอน	จำนวนลอนต่อเมตร	ความสูงของลอน มิลลิเมตร
A	120 ± 5	4.5 ± 0.25
B	170 ± 5	2.4 ± 0.25
C	140 ± 5	3.6 ± 0.25
E	310 ± 10	1.2 ± 0.25

5.2 การทำ

5.2.1 การต่อแผ่นกระดาษลูกฟูกเพื่อประกอบกล่อง ทำได้ดังนี้

5.2.1.1 ใช้ลวดเย็บแผ่นกระดาษลูกฟูก โดยมีระยะเกยไม่น้อยกว่า 32 มิลลิเมตร และลวดเย็บที่ยึดรอยต่อแต่ละรอยของกล่อง ชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น และ 2 ชั้น ต้องห่างกันไม่เกิน 60 มิลลิเมตร และสำหรับกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น ต้องห่างกันไม่เกิน 40 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 43



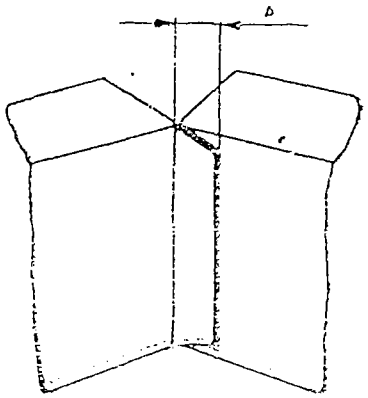
A ≥ 32 มิลลิเมตร

B ≤ 60 มิลลิเมตร สำหรับกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น และ 2 ชั้น

B ≤ 40 มิลลิเมตร สำหรับกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น

ภาพประกอบ 43 การต่อโดยใช้ลวดเย็บ

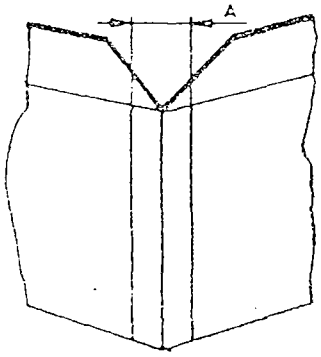
5.1.1.2 ใช้กาวทาแผ่นกระดาษลูกฟูก โดยมีระยะเกยไม่น้อยกว่า 32 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 44



A > 32 มิลลิเมตร

ภาพประกอบ 44 การต่อโดยใช้กาวทา

5.2.1.3 ใช้แถบกาวปิดประมาณกึ่งกลางตลอดแนวรอยต่อ โดยแถบกาวต้องกว้างไม่น้อยกว่า 48 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 45



A > 48 มิลลิเมตร

ภาพประกอบ 45 การต่อโดยใช้แถบกาว

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

กล่องต้องเรียบร้อย ไม่มีข้อบกพร่องที่มีผลเสียต่อความแข็งแรงของกล่องดังต่อไปนี้

6.1.1 อสมมาตร

6.1.2 รอยหักในแนวขวางลอนลูกฟูกที่ยาวเกินครึ่งหนึ่งของความยาวด้านนั้น

6.1.3 กระดาษทำผิวกล่อง ฉีกขาดเกินร้อยละ 10 ของด้านนั้น

6.1.4 แผ่นกระดาษลูกฟูกฉีกขาด

การตรวจสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

6.2 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่อง ให้เป็นไปตามตาราง 18

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่กล่องทุกกล่อง อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ เป็นรูปวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 ถึง 75 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 46 รูปที่ 47 และรูปที่ 48 ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

(1) ชนิด

(2) มิติรวมสูงสุด (ในกรณีที่เพิ่มมิติรวมให้ระบุมิติรวมจริง)

(3) น้ำหนักรวมสูงสุด (ในกรณีที่เพิ่มมิติรวม ให้ระบุน้ำหนักรวมสูงสุดที่ใช้งานได้)

(4) น้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่อง

(5) ความต้านทางแรงดันทะลุ หรือความต้านแรงทิ่มทะลุ (แล้วแต่กรณี)

(6) วัน เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ (ให้ระบุที่ฝากล่องด้านใน)

(7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า

(8) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

ตาราง 18 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่อง

ชนิด	น้ำหนักรวมสูงสุด กิโลกรัม	น้ำหนักรวมสูงสุด เซนติเมตร	น้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่องต่ำสุด กรัมต่อตารางเมตร	ความต้านแรงดันทะลุต่ำสุด กิโลปาสกาล	ความต้านแรงทิ่มทะลุต่ำสุด จูล
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น	10	105	265	870	-
	15	135	325	1 050	-
	20	160	370	1 180	-
	25	175	390	1 250	-
	30	190	420	1 330	-
	35	210	535	1 540	-
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น	35	210	490	1 540	-
	40	225	530	1 750	-
	50	245	590	2 090	-
	55	255	645	2 300	-
	65	280	1 120	3 280	-
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น	70	300	960	-	21.0

หมายเหตุ มิติรวมอาจมีค่ามากกว่าที่กำหนดในตารางที่ 2 ได้ไม่เกินที่คำนวณได้จากสูตร

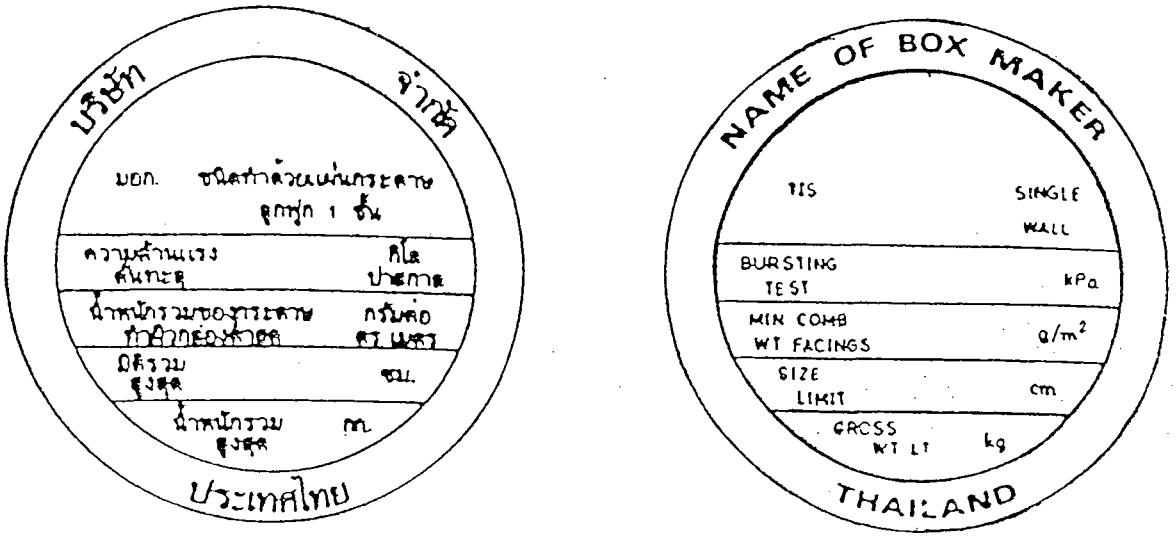
$$\text{มิติรวมที่เพิ่มขึ้น เซนติเมตร} = {}^{1}/_{2}\,\frac{(A-B)}{A} \times D$$

เมื่อ A คือ นำหนักรวมสูงสูดที่กำหนดในตารางที่ 2 เป็นกิโลกรัม

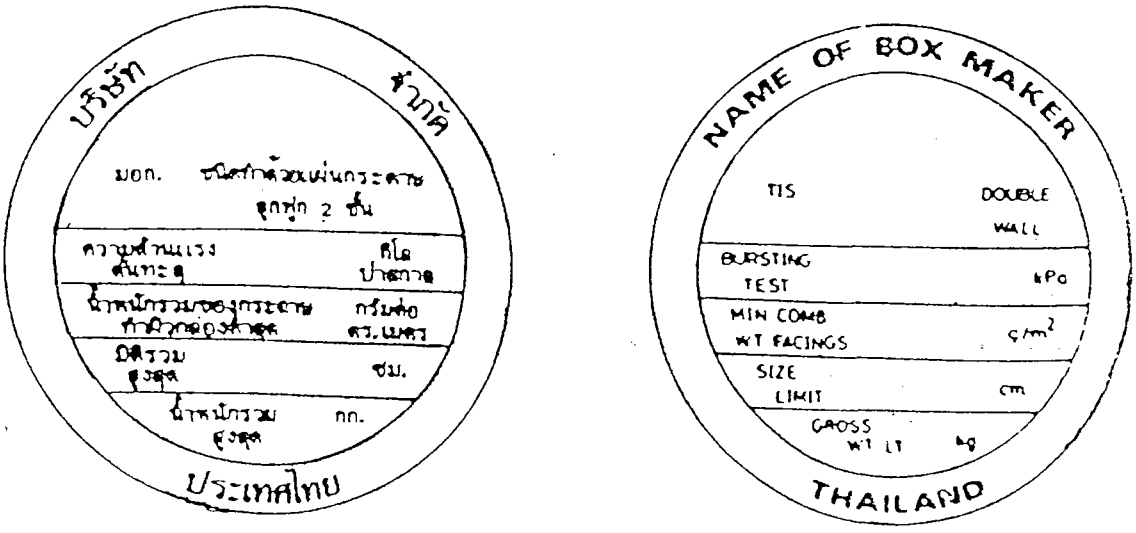
B คือ น้ำหนักรวมสูงสุดที่ใช้งานได้เป็นกิโลกรัม

D คือ มิติรวมสูงสุดตามตารางที่ 2 เป็นเซนติเมตร

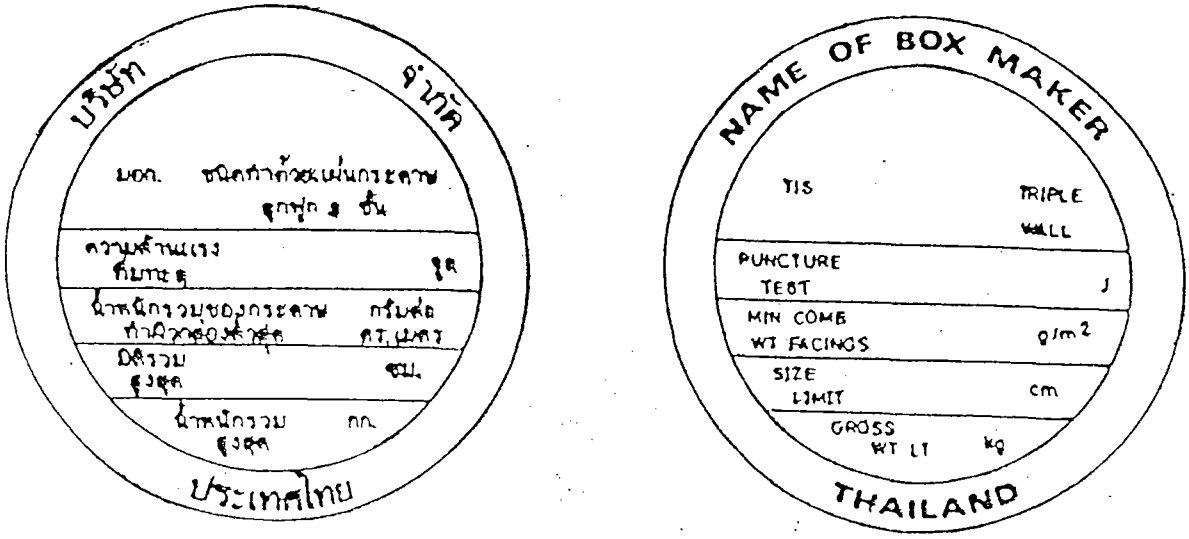
7.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว และต้องแสดง ณ ตำแหน่งดังแสดงไว้ในรูปที่ 49



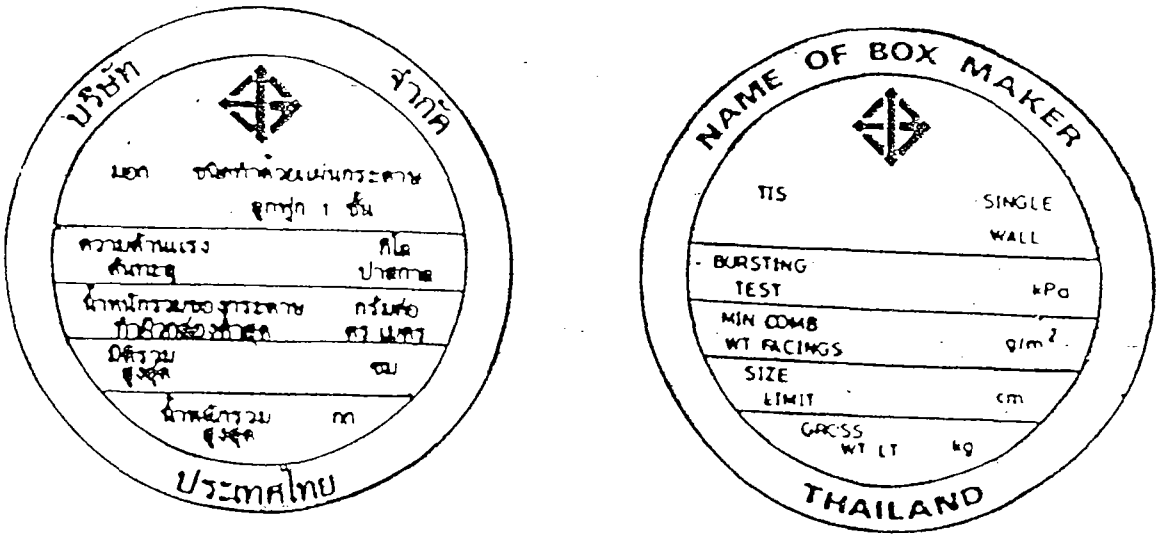
ภาพประกอบ 46 ฉลากของกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น



ภาพประกอบ 47 ฉลากของกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น



ภาพประกอบ 48 ฉลากของกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น



ภาพประกอบ 49 รูปแสดงตำแหน่งเครื่องหมายมาตรฐาน

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 ความหมายของคำที่ใช้ มีดังต่อไปนี้

8.1.1 รุ่น หมายถึง กล่องชนิดเดียวกัน มีผู้ทำและวิธีทำเดียวกัน ทำในคราวเดียวกัน หรือที่มีการซื้อขายหรือส่งมอบกันในแต่ละครั้ง

8.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.2.1 การชักตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบลักษณะทั่วไป

8.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างกล่องโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามขนาดตัวอย่างในตารางที่ 3 สดมภ์ที่ 2

8.2.1.2 เมื่อตรวจสอบตัวอย่างทั้งหมดแล้ว จะมีข้อบกพร่องรวมกันได้ไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับในตารางที่ 21 สดมภ์ที่ 3 จึงจะถือว่ากล่องรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.2.2 การชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบมิติรวม และระยะเกยของแผ่นกระดาษลูกฟูก หรือความกว้างของแถบกาวแล้วแต่กรณี

8.2.2.1 ให้สุ่มหรือใช้ตัวอย่างกล่องในชุดเดียวกับตัวอย่าง ที่ใช้ตรวจสอบลักษณะทั่วไป ถ้าจำนวนตัวอย่างไม่พอ ให้สุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้ขนาดตัวอย่างตามตารางที่ 21 สดมภ์ที่ 4

8.2.2.2 เมื่อทดสอบแล้ว จะมีผลิตภัณฑ์บกพร่องในแต่ละรายการได้ไม่เกินเลขจำนวนที่ยอมรับในตารางที่ 19 สดมภ์ที่ 5 จึงจะถือว่ากล่องรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

8.2.3 การชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ

8.2.3.1 ให้ชักตัวอย่างกล่องโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน ตามขนาดตัวอย่างในตารางที่ 21 สดมภ์ที่ 6 โดยให้ตัวอย่างแต่ละชุดที่สุ่มมามีพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่า 2 ตารางเมตร และพื้นที่นั้นต้องไม่มีรอยพิมพ์ หรือรอยเสียหายใด ๆ เพื่อนำไปเตรียมตัวอย่าง เพื่อการทดสอบคุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ทุกรายการ

8.2.3.2 เมื่อทดสอบตัวอย่างทั้งหมดแล้ว ผลการทดสอบตัวอย่างในแต่ละรายการ ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกชุดตัวอย่างจึงจะถือว่ากล่องรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตาราง 19 แผนการชักตัวอย่าง

ขนาดรุ่นกล่อง	ลักษณะทั่วไป		มิติและระยะเกยของแผ่นกระดาษลูกฟูกหรือความกว้างของแถบกาว		คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ
	ขนาดตัวอย่างกล่อง	เลขจำนวนที่ยอมรับ	ขนาดตัวอย่างกล่อง	เลขจำนวนที่ยอมรับ	ขนาดตัวอย่างชุด
ไม่เกิน 1 200	5	1	3	0	1
1 201 ถึง 10 000	8	2	13	1	2
10 001 ถึง 35 000	13	3	20	2	3
เกิน 35 000	20	5	32	3	4

8.2.4 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างกล่องต้องเป็นไปตามข้อ 8.2.1.2 ข้อ 8.2.2.2 และ 8.2.3.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่ากล่องรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

9. การทดสอบ

9.1 ภาวะทดสอบ

ให้เก็บตัวอย่างกล่อง (ยกเว้นตัวอย่างที่จะนำไปทดสอบตามข้อ 9.2 และข้อ 9.3) ไว้ที่อุณหภูมิ 72 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ร้อยละ 65 $\pm$ 2 จนกระทั่งตัวอย่างอยู่ในภาวะสมดุล

9.2 ระยะเกย และความกว้างของแถบกาว

9.2.1 วิธีวัด

ให้ใช้เครื่องวัดที่มีความละเอียด 1 มิลลิเมตร

9.2.2 การรายงานผล

ให้รายงานระยะเกย หรือความกว้างของแถบกาวเป็นมิลลิเมตร

9.3 มิติรวม

9.3.1 วิธีทดสอบ

ให้วัดมิติของตัวอย่างกล่องจากด้านในแต่ละด้าน ด้วยเครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร

9.3.2 วิธีคำนวณ

มิติรวม เซนติเมตร = ความยาว + ความกว้าง + ความลึก

9.3.3 การรายงานผล

ให้รายงานมิติรวมของตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง โดยมีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

9.4 น้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่อง

9.4.1 เครื่องมือ

9.4.1.1 อ่างน้ำ ที่มีขนาดใหญ่พอที่จะแช่แผ่นลูกฟูกได้ทั้งชิ้น

9.4.1.2 ตู้อบ ที่สามารถปรับอุณหภูมิและควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 105 $\pm$ 3 องศาเซลเซียส

9.4.1.3 เครื่องตัดกระดาษที่ตัดกระดาษได้พื้นที่ที่ต้องการ โดยตลอดเคลื่อนได้ไม่เกินร้อยละ 0.3

9.4.1.4 เครื่องชั่ง ที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.01 กรัม

9.4.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างกล่องกระดาษลูกฟูกทั้งหมดที่สุ่มมาแต่ละชุดทำเป็นชิ้นทดสอบจำนวน 5 ชิ้น ให้มีพื้นที่ชิ้นละ 100 ตารางเซนติเมตร โดยตัดเป็นวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 113 $\pm$ 0.5 มิลลิเมตร หรือเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดกว้างยาวด้านละ 100 มิลลิเมตร ชิ้นทดลองแต่ละชิ้นต้องไม่มีรอยตำหนิ รอยพิมพ์ หรือการเคลือบที่ผิวมาก่อน

9.4.3 วิธีทดสอบ

นำชิ้นทดสอบแช่ในอ่างน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิประมาณ 65 $\pm$ 5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งกระดาษของชิ้นทดลองแต่ละชั้นแยกออกจากกันได้เองหรือเมื่อค่อย ๆ ดึงก็แยกออกได้ง่าย การแยกกระดาษแต่ละชั้นต้องระมัดระวังไม่ให้เส้นใยหลุดออกจากผิวกระดาษ นำกระดาษทำผิวกล่องทุกชิ้นมาล้างกาวออกจากผิวให้หมดในขณะที่เปียก แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 $\pm$ 13 องศาเซลเซียส เก็บไว้ที่ภาวะทดสอบจนกระทั่งตัวอย่างอยู่ในภาวะสมดุล แล้วนำไปชั่งให้ทราบค่าที่แน่นอนถึง 0.01 กรัม

9.4.4 การรายงานผล

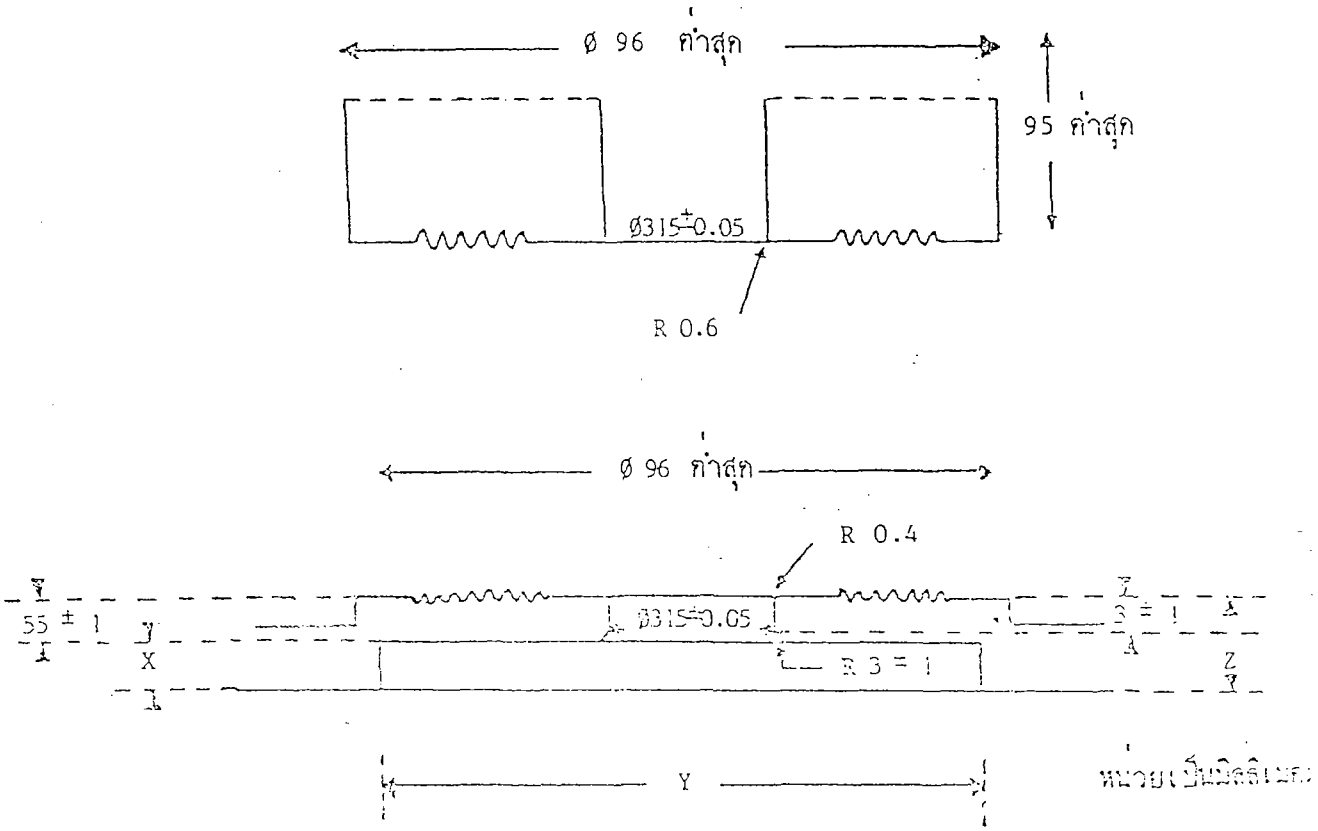
ให้รายงานค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่องแต่ละชุดเป็นกรัมต่อตารางเมตร โดยมีเลขนัยสำคัญ 3 ตัว

9.5 ความต้านแรงดันทะลุ

9.5.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดสอบความต้านแรงดันทะลุ (Burst Tester) มีส่วนประกอบดังนี้

9.5.1.1 ที่ยึด ที่สามารถยึดชิ้นทดลองได้แน่นและสม่ำเสมอ ระหว่างวงแหวน 2 วงที่ทำจากเหล็กกล้า อยู่ในระนาบเดียวกันและขนานกัน ประกอบด้วย (ดูรูปที่ 50)



หมายเหตุ ขนาด xy และ z ขึ้นกับขนาดของเครื่องมือและไดอะแฟรมยางที่ใช้

ภาพประกอบ 50 ที่ยึดของเครื่องทดสอบความต้านแรงดันทะลุ

(1) แหวนบน (Upper Clamping Ring) มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 95 มิลลิเมตร หนาไม่น้อยกว่า 9.5 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของช่องวงกลมมีขนาด 31.5 ± 0.05 มิลลิเมตร ขอบด้านล่างของแหวนบนด้านที่สัมผัสกับชิ้นทดสอบ บริเวณช่องวงกลมต้องลบมุมให้มน มีรัศมีความโค้งประมาณ 0.6 มิลลิเมตร และพื้นผิวล่างของแหวนบนมีร่องตัววี (V) เพื่อกันชิ้นทดสอบลื่นขณะทดสอบ

(2) แหวนล่าง (Lower Clamping Ring) มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 96 มิลลิเมตร หนา 5.5 ± 1 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของช่องวงกลมมีขนาด 31.5 ± 0.05 มิลลิเมตร ขอบด้านบนของแหวนล่างที่สัมผัสกับชิ้นทดสอบมีรัศมีความโค้งประมาณ 0.4 มิลลิเมตร พื้นผิวบนของแหวนล่างมีร่องตัววี และขอบด้านล่างของแหวนล่างที่สัมผัสกับไดอะแฟรมยาว (Rubber Diaphragm) ต้องลบมุมให้มน มีรัศมีความโค้ง 3 ± 1 มิลลิเมตร

9.5.1.2 ไดอะแฟรมยางเป็นรูปวงกลม อยู่ใต้แหวนล่าง ผิวหน้าของไดอะแฟรมยางอยู่ต่ำกว่าขอบบนของแหวนล่าง ประมาณ 5.5 มิลลิเมตร ไดอะแฟรมต้องทำด้วยวัสดุและวิธีการที่เหมาะสม และเมื่อนำมาใช้งานแล้วจะต้องโป่งขึ้นเหนือหน้าบนของแหวนล่างเมื่อใช้ความดันดังต่อไปนี้

(1) ระยะความโป่ง 10 มิลลิเมตร เมื่อใช้ความดันระหว่าง 170 กิโล-ปาสกาล ถึง 220 กิโลปาสกาล

(2) ระยะความโป่ง 18 มิลลิเมตร เมื่อใช้ความดันระหว่าง 250 กิโล-ปาสกาล ถึง 350 กิโลปาสกาล

9.5.1.3 ความดันไฮดรอลิกที่ใช้ในการทดสอบ ได้จากการอัดของเหลวที่เหมาะสม เช่น กลีเซอรีนบริสุทธิ์เข้าสู่ส่วนที่อยู่ใต้ไดอะแฟรมยางในอัตรา 170 ± 15 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ด้วยลูกสูบขับด้วยมอเตอร์ และในระบบไฮดรอลิกนี้ต้องไม่มีฟองอากาศอยู่เลย

9.5.2 การสอบเทียบมาตรวัด

สอบเทียบมาตรวัดก่อนนำมาใช้ และหลังจากนั้นเป็นครั้งคราวตามความจำเป็นเพื่อให้ทราบความถูกต้องของมาตรวัด ในการสอบเทียบมาตรวัดนี้ให้ใช้เครื่องสอบเทียบแบบตุ้มน้ำหนัก (deadweight tester) ชนิดลูกสูบ

9.5.3 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างกล่องทั้งหมดที่สุ่มมาแต่ละชุด ทำเป็นชิ้นทดสอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดกว้างยาวด้านละ 15 เซนติเมตร จำนวน 20 ชิ้น ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นต้องไม่มีรอยตำหนิและแนวรอยพับของกล่อง และให้ทำเครื่องหมายแสดงผิวด้านนอกหรือด้านในของกล่องไว้ที่ชิ้นทดสอบแต่ละชิ้นด้วย

9.5.4 วิธีทดสอบ

วางชิ้นทดสอบระหว่างแหวนบนกับแหวนล่าง ให้ริมของชิ้นทดสอบเลยออกมานอกแหวนอย่างน้อย 2.5 เซนติเมตร ยึดชิ้นทดสอบให้แน่นเพื่อป้องกันการหลุดเลื่อนระหว่างทดสอบ เพิ่มความดันที่กระทำบนชิ้นทดสอบด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ จนชิ้นทดสอบแตก บันทึกค่าความดันสูงสุดที่อ่านได้บนมาตรวัด แล้วปล่อยเข็มบนมาตรวัดกลับไปที่ศูนย์ ให้ยกเลิกค่าที่ได้เมื่อ

ชิ้นทดสอบเคลื่อน หรือมีเสียงแตก 2 ครั้ง ชิ้นทดสอบ 1 ชิ้น จะใช้ทดสอบได้เพียง 1 ครั้ง และต้องทดสอบให้ได้ผลรวมทั้งหมด 20 ครั้ง โดยให้ผิวด้านนอกของกล่องอยู่ข้างบน 10 ครั้งและข้างล่าง 10 ครั้ง ในการวางชิ้นทดสอบควรวางให้แนวของลอนลูกฟูกอยู่ในทิศทางต่างกัน

9.5.5 การรายงานผล

ให้รายงานค่าเฉลี่ยความต้านแรงดันทะลุของตัวอย่าง แต่ละชุดเป็นกิโลปาสกาลโดยมีเลขนัยสำคัญไม่เกิน 3 ตัว

9.6 ความต้านแรงทิ่มทะลุ

9.6.1 เครื่องมือ

เครื่องมือทดสอบแรงทิ่มทะลุ (Puncture Tester) มีส่วนประกอบดังนี้ (ดูรูปที่ 51)

9.6.1.1 ลูกตุ้ม (Pendulum) ซึ่งมีก้านโค้ง (Puncture Arm) เป็นรูปอาร์ก 90 องศา ติดอยู่

9.6.1.2 ตัวทิ่มทะลุ (Puncture Point) เป็นพีระมิดสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งสูง 2.5 เซนติเมตร ขอบฐานแหลม แต่ยอดมน รัศมีความโค้ง 1.57 $\pm$ 0.05 มิลลิเมตร ติดอยู่ที่ปลายก้านโค้ง

9.6.1.3 ปลอดฐานตัวทิ่มทะลุ (Puncture Point Collar) เป็นปลอดป้องกันการเสียดทานระหว่างชิ้นทดสอบกับก้านโค้ง

9.6.1.4 สลักไก (Trigger) สำหรับยึดและปล่อยลูกตุ้ม

9.6.1.5 ที่ยึด (Clamping Jaw) สำหรับยึดชิ้นทดสอบให้แน่นอยู่ในแนวนอนด้วยแรงสปริง

9.6.1.6 เข็มชี้และสเกล เพื่อบอกค่าของความต้านแรงทิ่มทะลุ

9.6.1.7 ตุ้มน้ำหนัก เมื่อนำมาติดกับก้านโค้ง จะให้ค่าที่ผ่านได้ที่สเกลไม่น้อยกว่า 1 300 หน่วยพลังงาน เมื่อลูกตุ้มอยู่ในแนวนอน 1 หน่วยพลังงาน = 0.305 กิโลกรัมเซนติเมตร หรือ 0.029 จูล

9.6.1.8 แผ่นกำหนดพื้นที่ (Loose Plate) เป็นแผ่นที่สอดเข้าไประหว่างที่ยึดบนชิ้นทดสอบ เพื่อกำหนดพื้นที่การทิ่มทะลุของชิ้นทดสอบ

9.6.1.9 หมุดเกลียวปรับ สำหรับปรับสเกลของเข็มชี้

9.6.2 การปรับตั้งเครื่องมือ

ตั้งเครื่องมือให้อยู่บนพื้นเรียบสม่ำเสมอ ในระยะสูงพอเหมาะ และตรึงเครื่องมือให้ยึดแน่นอยู่กับที่ เพื่อรักษาระดับให้อยู่ในแนวนอนการปรับเครื่องมือให้ปรับตั้งสิ่งต่อ

ไปนี้ ความเสียดทานของลูกตุ้ม การอ่านค่าศูนย์ ความเสียดทานของเข็มชี้ ปลอกฐาน ตัวทิ่มทะลุ แรงกดของที่ยึด ศูนย์ถ่วง แผ่นกำหนดพื้นที่ และตัวทิ่มทะลุ

9.6.3 การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างกล่องทั้งหมดที่สุ่มมาแต่ละชุด ทำเป็นชิ้นทดสอบรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดกว้างยาวด้านละ 30 เซนติเมตร จำนวน 8 ชิ้น โดยให้พื้นที่การทิ่มทะลุของชิ้นทดสอบห่างจากขอบของชิ้นทดสอบ หรือแนวรอยพับหรือพื้นที่ที่เสียหายอย่างน้อย 9.5 เซนติเมตร

9.6.4 วิธีทดสอบ

จัดปลอดฐานตัวทิ่มทะลุให้ครอบฐานของตัวทิ่มทะลุ ตั้งเข็มชี้ให้มีค่าสูงกว่าค่าที่คาดว่าจะอ่านได้ประมาณ 2.5 เซนติเมตร ยึดชิ้นทดสอบแล้วปล่อยลูกตุ้มโดยเลื่อนสลักไกไปทางซ้าย หลังจากที่ชิ้นทดสอบถูกทิ่มทะลุแล้วให้บันทึกค่าที่อ่านได้จากสเกลที่เหมาะสม ถ้าค่าที่อ่านได้อยู่ในช่วงสูงหรือต่ำของสเกลให้ทดสอบซ้ำอีกครั้ง โดยเปลี่ยนไปใช้สเกลอื่นแทนชิ้นทดสอบ 1 ชิ้นจะใช้ทดสอบได้เพียง 1 ครั้งเท่านั้น โดยวางชิ้นทดสอบ 4 แบบ แบบละ 2 ชิ้น ดังนี้

9.6.4.1 วางในแนวขนาน ให้ผิวด้านนอกของแผ่นกระดาษลูกฟูกคว่ำลง

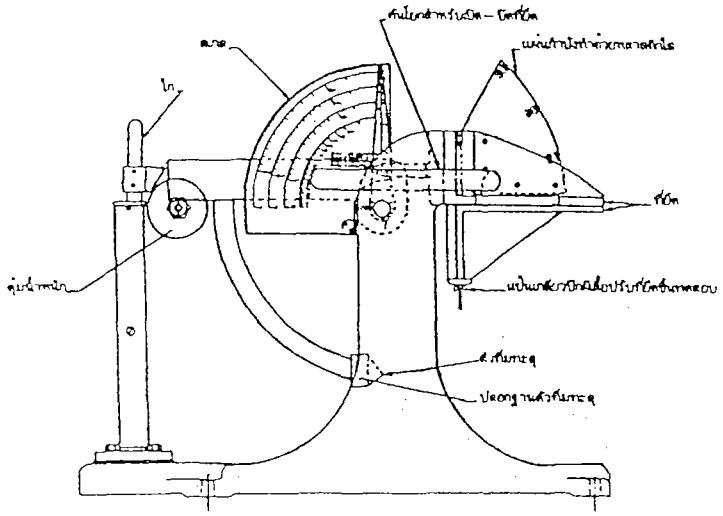
9.6.4.2 วางในแนวขนาน ให้ผิวด้านในของแผ่นกระดาษลูกฟูกคว่ำลง

9.6.4.3 วางในแนวตั้งฉาก ให้ผิวด้านนอกของแผ่นกระดาษลูกฟูกคว่ำลง

9.6.4.4 วางในแนวตั้งฉาก ให้ผิวด้านในของแผ่นกระดาษลูกฟูกคว่ำลง

หมายเหตุ วางในแนวขนาน หมายถึง วางชิ้นทดสอบให้แนวของลอนลูกฟูกขนานกับก้านโค้ง

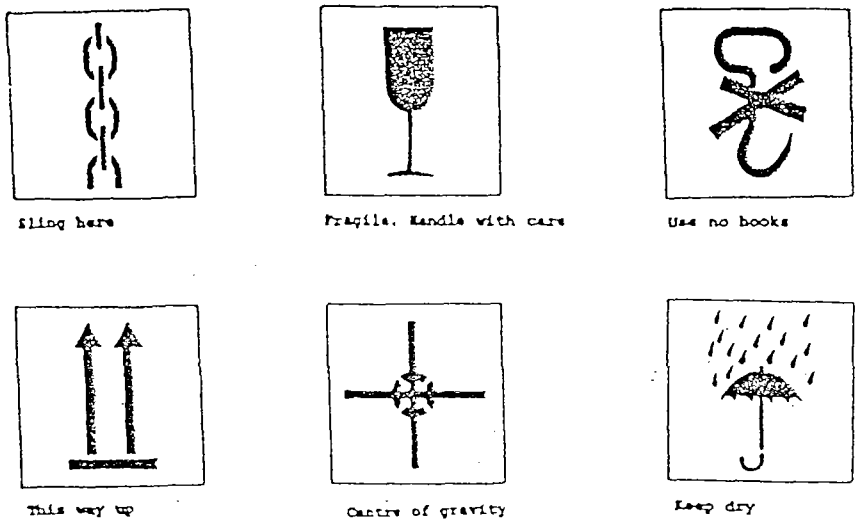
วางในแนวตั้งฉาก หมายถึง วางชิ้นทดสอบให้แนวของลอนลูกฟูกตั้งฉากกับก้านโค้ง



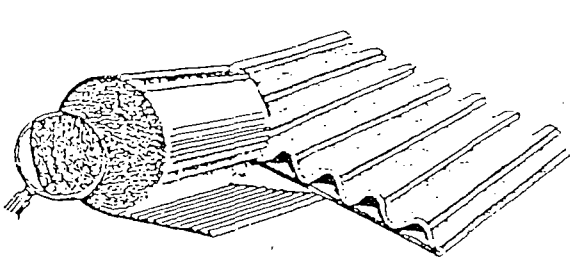
ภาพประกอบ 51 เครื่องทดสอบแรงทิ่มทะลุ

9.6.5 การรายงานผล

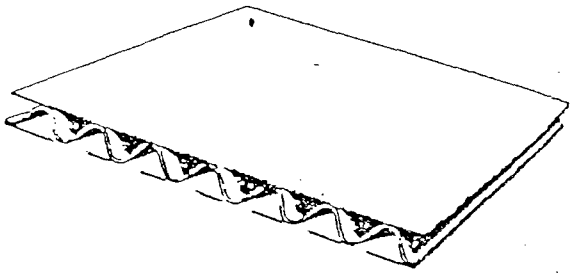
ให้รายงานค่าเฉลี่ยของความต้านแรงทิ่มทะลุของตัวอย่างแต่ละชุดเป็นจูล โดยมีเลขนัยสำคัญไม่เกิน 3 ตัว



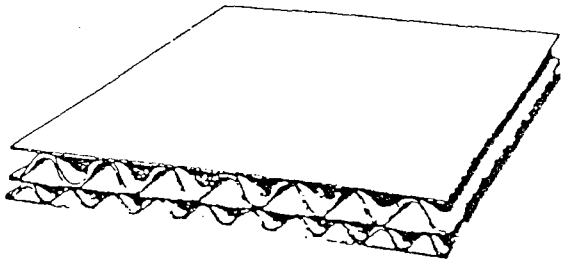
ภาพประกอบ 52 สัญญลักษณ์เพื่อการยกขนสินค้า

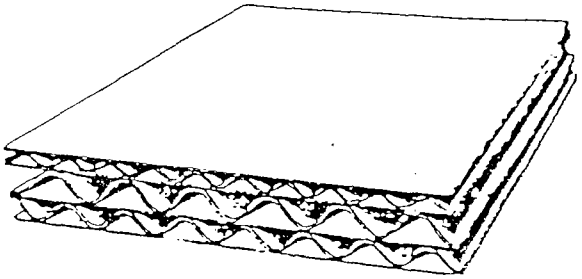


แผ่นกระดาษลูกฟูกหน้าเดียว



แผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น





ภาพประกอบ 53 แผ่นกระดาษลูกฟูก

เครื่องหมายระวัง

จำเป็นสำหรับหีบห่อเพื่อขนส่งต่างประเทศ เครื่องหมายเป็นรูปสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่สื่อความหมายกันได้ทั่ว ๆ ไปหรือจะมีอักษรกำกับใต้สัญลักษณ์นั้นก็จะเข้าใจกันได้มากขึ้น (รูปที่ 48)

เหล็กพืดสำหรับรัดหีบห่อ

เพื่อช่วยเสริมให้หีบห่อแข็งแรงมากขึ้น เหล็กพืดที่ใช้รัดหีบห่อมีหลายชนิดและหลายขนาด ชนิดธรรมดามักจะเกิดสนิมได้เร็ว ชนิดอาบสารเคลือบไม่เกิดสนิม ขนาดที่นิยมใช้กันมาก คือ ขนาด $^{3}/_{4}$ นิ้ว และขนาด 1 $^{1}/_{4}$ นิ้ว หีบไม้บางชนิดที่ไม่สามารถจะใช้เหล็กพืดรัดได้ ใช้เหล็กครอบตามมุมทั้ง 4 และใช้เหล็กฉากยึดข้างหีบเป็นช่วง ๆ ก็ได้

กล่องกระดาษลูกฟูก

การบรรจุสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ นิยมใช้กล่องกระดาษลูกฟูกกันอย่างแพร่หลาย เพราะกล่องกระดาษลูกฟูกเป็นภาชนะบรรจุอย่างเดียวที่ราคาถูกกว่าภาชนะบรรจุสินค้าที่ทำจากวัสดุอื่น การใช้ก็สะดวกรวดเร็ว จะสำรองเก็บจำนวนมาก ๆ ได้โดยไม่เปลืองที่เก็บ และกล่องกระดาษลูกฟูกก็ใช้บรรจุของได้เกือบทุกชนิด แต่การใช้กล่องกระดาษลูกฟูกจะต้องให้อยู่ในหลักเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนดไว้

เอกสารนี้เรียบเรียงขึ้น เพื่อให้ผู้ที่จะศึกษาหาความรู้ในเบื้องต้นเกี่ยวกับกล่องกระดาษลูกฟูกซึ่งเป็นการบอกเล่าถึงวัสดุที่นำมาใช้เป็นโครงสร้างของกล่อง และขั้นตอนในการผลิตในบ้านเราเท่านั้นอย่าได้นำเอกสารนี้เป็นตำราหรือวิชาการ

กระดาษทำผิวกล่อง (Linerboard of Facing)

กระดาษเหนียวสีน้ำตาลหรือขาว สำหรับใช้ทำผิวกล่องมีหลายชนิด ตามน้ำหนักของกระดาษ เป็นกรัม/ตารางเมตร คือ 115 - 125 - 150 - 185 - 230 - 280 - 335 g/m^2 และคุณภาพของกระดาษทำผิวกล่องมีอยู่ 3 ชนิด A - I - B คุณสมบัติของกระดาษแต่ละชนิดจะต่างกัน **ชนิด A** เป็นกระดาษชั้นดีผิวหน้าเรียบ ไม่ดูดซึมความชื้น ป้องกันละอองไอน้ำได้ดีและความต้านทานแรงดันทะลุสูง **ชนิด I** เป็นกระดาษชั้นรองลงมา ผิวหน้าเรียบ ดูดซึมความชื้นน้อย แต่ป้องกันละอองไอน้ำได้ไม่มาก ความต้านทานแรงดันทะลุดีปานกลาง **ชนิด B** เป็นกระดาษคุณภาพต่ำ ผิวหน้าหยาบ ดูดซึมความชื้นมาก ความต้านทานแรงดันทะลุน้อยมาก

กระดาษทำลอนลูกฟูก (Corrugating Medium)

กระดาษสำหรับทำลอนลูกฟูกที่เป็นแกนกลางของแผ่นกระดาษลูกฟูกชนิดต่าง ๆ มีหลายชนิดตามน้ำหนักของกระดาษเป็นกรัม/ตารางเมตร คือ M70 - M80 - M100 g/m^2 ซึ่งเป็นกระดาษสำหรับใช้ทำลอนลูกฟูกโดยเฉพาะ กระดาษเหล่านี้คุณภาพต่ำ ทำจากเยื่อใยสั้น และกระดาษที่ใช้แล้ว แต่คุณสมบัติดีของมันคือลอนได้ง่าย รวดเร็ว และติดกาวได้ดี

กระดาษสำหรับทำลอนลูกฟูกอีกชนิดหนึ่ง คือ C115 - C125 - C135 g/m^2 เป็นกระดาษใช้ทำลอนลูกฟูกของกล่องที่ต้องการความแข็งแรงมาก กระดาษชนิดนี้นอกจากใช้ทำลอนลูกฟูกแล้ว ก็มีการนำไปใช้ทำผิวกล่องสำหรับขนส่งภายในประเทศ และถุงกระดาษต่าง ๆ ก็ทำจากกระดาษชนิดนี้มาก

ลอนลูกฟูก (Flute or Corrugation)

ลอนลูกฟูกที่ใช้กระดาษ M หรือ C ทำเป็นแกนกลางของแผ่นลูกฟูก ที่โค้งเป็นคลื่นมีอยู่ 4 แบบ คือ A-Flute B-Flute C-Flute E-Flute ลอนลูกฟูกแบบต่าง ๆ สหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นประเทศต้นแบบได้กำหนดลอนลูกฟูกใช้ในครั้งแรก A-Flute และ B-Flute ภายหลังจึงได้กำหนด C-Flute และ E-Flute เพิ่มขึ้นอีก เพื่อให้เลือกใช้ผสมลอนได้หลาย ๆ แบบ

ความสำคัญของลอนลูกฟูก แผ่นกระดาษลูกฟูกที่ทำจากผิวกระดาษชนิดเดียวกันแต่ชนิดของลอนลูกฟูกต่างแบบกัน ความแข็งแรงการทับกดด้านตั้งก็จะต่างกัน ลอน A จะรับแรงทับกดได้ดีกว่าลอน C และลอน C ก็จะรับแรงทับกดได้ดีกว่าลอน B ทั้งนี้เนื่องจากความหนาของลอนลูกฟูกเป็นสำคัญ

ขนาดของลอนลูกฟูกแบบต่าง ๆ

A-Flute	ความหนาของลอน 4.5 มม.	120 ลอน/เมตร
B-Flute	ความหนาของลอน 2.4 มม.	170 ลอน/เมตร
C-Flute	ความหนาของลอน 3.6 มม.	140 ลอน/เมตร
E-Flute	ความหนาของลอน 1.2 มม.	310 ลอน/เมตร

กระดาษลูกฟูกหน้าเดียว (Corrugated Board, Single Face)

กระดาษลูกฟูกหน้าเดียว (รูปที่ 54) ที่ใช้เป็นโครงสร้างของแผ่นกระดาษลูกฟูกชนิดต่าง ๆ มีกระดาษที่เป็นลอนแล้ว 1 แผ่น และกระดาษหน้าเรียบเป็นผิวหน้า 1 แผ่น การผลิตมีทุกชนิดของกระดาษที่ใช้ทำผิวหน้า น้ำหนักของกระดาษตั้งแต่ 115 - 335 กรัม/เมตร เมื่อผลิตแล้วจะเป็น

ม้วนเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 36 ถึง 40 นิ้ว หน้ากว้างของกระดาษลูกฟูกมีตั้งแต่ 36 - 48 - 54 - 60 นิ้ว มีบางโรงงานที่สามารถผลิตได้หน้ากว้าง 72 - 84 นิ้ว กระดาษลูกฟูกหน้าเดียวนี้นอกจากใช้เป็นโครงสร้างของแผ่นกระดาษลูกฟูกชนิดต่าง ๆ แล้ว ยังได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีกมาก

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 1 ชั้น (Corrugated Board, Single Wall)

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 3 ชั้น (รูปที่ 54) ทำขึ้นจากกระดาษลูกฟูกหน้าเดียว 1 แผ่น และกระดาษหน้าเรียบ 1 แผ่น การผลิตมีหลายชนิดของน้ำหนักกระดาษ 125 - 280 กรัม/เมตร และคุณภาพของกระดาษส่วนใหญ่จะใช้ **ชนิด I** มากกว่า **ชนิด A** หรือ **ชนิด B** ลอนลูกฟูกจะเป็น **A-Flute** มากกว่า **C-Flute** ทั้งนี้เนื่องจากบางโรงงานยังไม่มีเครื่องผลิต **C-Flute** การผสมของกระดาษใช้ทำผิวหน้า มีการผสมกันหลายชนิดของน้ำหนักกระดาษหลายรูปแบบ เช่น **150/125 150/150 185/150 185/185 230/185 230/230 280/230 280/280 335/280 335/335** แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 1 ชั้นนี้นอกจากใช้ทำกล่องบรรจุสินค้าแล้ว อุปกรณ์เสริมภายในกล่องก็ทำจากแผ่นกระดาษชนิดนี้ เช่น Partition - Liner Pad - Ture - Diecut

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 2 ชั้น (Corrugated Bard, Double Wall)

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 5 ชั้น (รูปที่ 54) ทำขึ้นจากกระดาษลูกฟูกหน้าเดียว 2 แผ่น และกระดาษหน้าเรียบ 1 แผ่น การผลิตมีหลายชนิดของน้ำหนักกระดาษ 125 - 280 กรัม/เมตร และคุณภาพของกระดาษใช้ **ชนิด A และ I** เป็นส่วนใหญ่ ลอนลูกฟูกเป็นการผสมกัน **A + B** หรือ **C + B** การผสมของกระดาษทำผิว ทำได้หลายรูปแบบ เช่น **185/150/150 185/150/185 185/185/185 230/185/185 230/185/230 230/230/230 280/230/230 280/230/280**

แผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น (Corrugated Board, Triple Wall)

แผ่นกระดาษลูกฟูกชนิด 7 ชั้น (รูปที่ 53) ทำขึ้นจากกระดาษลูกฟูกหน้าเดียว 3 แผ่น และกระดาษหน้าเรียบ 1 แผ่น การผลิตมีหลายชนิดของน้ำหนักกระดาษ 185 - 335 กรัม/เมตร และคุณภาพของกระดาษใช้ทำผิวจะเป็น ชนิด A และชนิด I ลอนลูกฟูกจะเป็นการผสมลอน B + A + B หรือ B + C + B การผสมของกระดาษที่ใช้ทำผิวได้หลายรูปแบบ เช่น **230/185/185/230 280/230/230/230 280/230/230/280 335/230/230/230**

ภาคผนวก ข.

กล่องกระดาษลูกฟูก

กล่องกระดาษลูกฟูก

(Corrugated Fibreboard Boxes)

1. บทนำ

แผ่นกระดาษลูกฟูกเป็นวัตถุดิบที่ได้รับความนิยมสูงสุดสำหรับการผลิตเป็นภาชนะบรรจุ ซึ่งเรียกว่า "กล่องกระดาษลูกฟูก" ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีเด่นหลายประการ อาทิ ใช้บรรจุสินค้าได้แทบทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นผลิตผลสดหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ให้ความสะดวกในการเก็บรักษา จัดจำหน่าย และขนส่ง สามารถออกแบบให้มีความแข็งแรงและรูปทรงแตกต่างกันตามความต้องการ กล่องที่ใช้แล้วสามารถนำกลับเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ได้ จึงไม่ก่อปัญหามลภาวะ เป็นต้น

ถึงแม้กล่องกระดาษลูกฟูกจะเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายเพื่อการขนส่งและจัดจำหน่าย ก็ตาม แต่ก็ยังปรากฏว่ามีผู้ประกอบการอุตสาหกรรมอีกจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจถึงคุณสมบัติ และการเลือกใช้กล่องอย่างถ่องแท้ ดังนั้นจึงควรได้มีการศึกษาในเรื่องนี้นับตั้งแต่วัตถุดิบ รูปแบบ ประเภท และข้อพิจารณาในการเลือกใช้กล่องอย่างถูกวิธี เพื่อให้การใช้งานบรรลุประโยชน์สูงสุด และคุ้มค่าทางเศรษฐกิจที่สุด

ปัจจัยพื้นฐานในการใช้กล่องกระดาษลูกฟูกให้เป็นภาชนะบรรจุที่สมบูรณ์มีหลักการดังนี้

- วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกล่องต้องมีคุณภาพดี
- กล่องกระดาษลูกฟูกที่ผลิตได้ในแต่ละชุดควรมีคุณภาพสม่ำเสมอ และได้มาตรฐาน
- ข้อกำหนดในการสั่งซื้อกล่องควรได้รับการพัฒนาขึ้นภายใต้สภาวะการใช้งานอย่างถูกต้องและเหมาะสม ตลอดจนมีการประสานงานอย่างใกล้ชิดระหว่างผู้ใช้ ฝ่ายจัดซื้อและผู้ผลิต

2. วัตถุดิบใช้ในการผลิต

วัตถุดิบที่สำคัญสำหรับการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก ได้แก่

กระดาษทำผิวกล่อง (Outer And Inner Facing, Liners)

กระดาษทำผิวกล่อง หมายถึง กระดาษที่ใช้ประกับกระดาษลูกฟูก มีผิวเรียบสม่ำเสมอ โดยทั่วไปทำมาจากเส้นใยยาว โดยกรรมวิธีซัลเฟต กระดาษชนิดนี้บางครั้งจะเรียกว่า "kraftliner" หรือ "linerboard" มีสีธรรมชาติเป็นสีน้ำตาล แต่สามารถฟอกให้เป็นสีขาวได้ อย่างไรก็ตาม กรรมวิธีการฟอกขาวจะมีผลให้ความเหนียวหรือความแข็งแรงของกระดาษลดลงร้อยละ 5 - 10 ใน

บางกรณีอาจจะผสมเยื่อกระดาษที่ใช้แล้วลงไปในเยื่อใยยาว ซึ่งเรียกกระดาษทำผิวกล่องชนิดนี้ว่า "test-liner" กล่องกระดาษลูกฟูกที่ทำมาจากกระดาษชนิดนี้จะมีความแข็งแรงต่ำกว่าที่ทำมาจาก kraftliner โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการใช้กล่องภายใต้สภาวะอากาศแบบร้อนชุ่มชื้น

กระดาษลูกฟูก (Corrugating Medium, Facing)

กระดาษลูกฟูก หมายถึง กระดาษที่นำมาขึ้นลอนเพื่อให้อยู่ระหว่างกระดาษทำผิว กล่องกระดาษลูกฟูกที่มีคุณภาพดีได้มาจากเส้นใยสั้นของไม้เนื้อแข็ง โดยกรรมวิธีต้มเยื่อแบบกึ่งเคมี โดยทั่วไปกระดาษชนิดนี้มักผลิตมาจากกระดาษที่ใช้แล้ว และมีชื่อเรียกอีกข้อหนึ่งว่า "bogus medium" ซึ่งมีคุณภาพต่ำกว่ากระดาษลูกฟูกที่กล่าวตอนต้น

กาว

กาวเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการยึดติดชั้นของกระดาษเข้าด้วยกัน หากกาวมีคุณภาพไม่เหมาะสมจะทำให้แผ่นกระดาษลูกฟูกขาดความแข็งแรง ล่อนหลุดได้ง่าย กาวที่นิยมในอดีตคือ โซเดียมซิลิเกต แต่ในปัจจุบันจะนิยมกาวที่ทำมาจากแป้งชนิดต่าง ๆ เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด เป็นต้น นอกจากนี้ในตัวกาวเองยังได้รับการเติมสารเคมีอื่น ๆ เพื่อปรับคุณสมบัติให้สามารถทนทานต่อความชื้นในอากาศได้ดีขึ้น

ประเภทของแผ่นกระดาษลูกฟูก

แผ่นกระดาษลูกฟูกสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท (รูปที่ 55) ตามลักษณะโครงสร้างดังนี้

แผ่นกระดาษลูกฟูกหน้าเดียว (Single-Faced Board)

แต่กระดาษลูกฟูกหน้าเดียวประกอบด้วยกระดาษทำผิวกล่อง 1 แผ่น ติดกับกระดาษลูกฟูกอีก 1 แผ่น ไม่นำไปทำเป็นกล่องเพื่อการขนส่ง แต่นิยมใช้ห่อสินค้า หรือทำเป็นแผ่นรองภายในกล่องเพื่อเป็นวัสดุกันกระแทก

แผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น (Single Wall, Double-Faced Board)

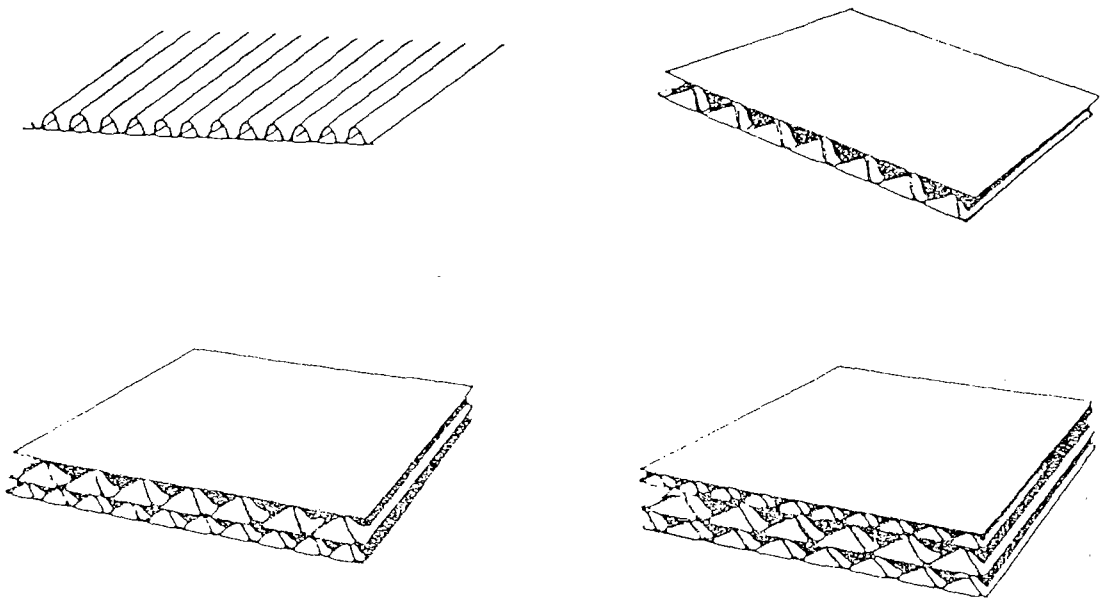
แผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น ประกอบด้วยกระดาษลูกฟูก 1 แผ่น ทากาวแล้วปิดทับด้วยกระดาษทำผิวกล่องทั้ง 2 ด้าน รวมเป็นกระดาษ 3 ชั้น ด้วยเหตุนี้ในทางการค้า จึงมักเรียกกระดาษประเภทนี้ว่าแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น นิยมนำไปทำเป็นกล่องมากที่สุด ซึ่งมีการใช้มาถึงร้อยละ 70 ของปริมาณกล่องทั้งหมด

แผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น (Double Wall Board)

แผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้นประกอบด้วยกระดาษลูกฟูก 2 แผ่น และกระดาษทำผิวกล่อง 3 แผ่น รวมกันเป็นกระดาษ 5 ชั้น ในทางการค้าจะเรียกกระดาษประเภทนี้ว่า แผ่นกระดาษลูกฟูก 5 ชั้น มักทำเป็นกล่องขนาดใหญ่หรือใช้บรรจุสินค้าที่มีน้ำหนักมาก ซึ่งใช้ขนส่งในระยะทางไกล เช่น กล่องเพื่อการส่งออก เป็นต้น

แผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น (Triple Wall Board)

แผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้นประกอบด้วย กระดาษลูกฟูก 3 แผ่น และกระดาษทำผิวกล่อง 4 แผ่น รวมกันเป็นกระดาษ 7 ชั้น ในทางการค้าจะเรียกระดาษประเภทนี้ว่า แผ่นกระดาษลูกฟูก 7 ชั้น มีการใช้ไม่กว้างขวางเท่าใดนัก มักใช้กับการบรรจุสินค้าที่มีมวลใหญ่ ๆ เพื่อการขนส่งในระยะทางไกล



ภาพประกอบ 54 ประเภทของแผ่นกระดาษลูกฟูก

ลอนที่ใช้ในการทำกระดาษลูกฟูกมี 4 ชนิด คือ ลอนเอ (A) บี (B) ซี (C) และอี (E) ลักษณะเฉพาะของลอนแต่ละชนิดดังแสดงในตารางดังต่อไปนี้

ชนิดของลอน	จำนวนลอนต่อเมตร	ความสูงของลอน (มม.)
เอ	120 ± 5	4.5 ± 0.25
บี	170 ± 5	2.4 ± 0.25
ซี	140 ± 5	3.6 ± 0.25
อี	310 ± 5	1.2 ± 0.25

ลอนที่มีการใช้สูงสุดคือ ลอนซี โดยใช้ทดแทนลอนเอเพิ่มขึ้น เนื่องจากการผลิตลอนซีนั้นใช้กระดาษน้อยกว่าการผลิตลอนเออยู่ประมาณร้อยละ 15 อย่างไรก็ตามหากพิจารณาในด้านความแข็งแรงของกล่องที่เกี่ยวกับการรับน้ำหนักเมื่อเรียงซ้อนแล้ว พบว่าแผ่นกระดาษลูกฟูกที่เป็นลอนเอจะสามารถรับแรงได้ดีที่สุด รองลงมาคือลอนซี (ต่ำกว่าลอนเอร้อยละ 15) และลอนบี (ต่ำกว่าลอนเอร้อยละ 25) ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากแผ่นกระดาษลูกฟูกที่หนากว่าจะสามารถรับแรงกดได้ดีกว่านั่นเอง ในทางตรงกันข้าม หากพิจารณาคุณสมบัติที่เกี่ยวกับการรับแรงกดในแนวระนาบ (ลอนลูกฟูกอยู่ในแนวนอน) ค่าที่ได้จะกลับกัน กล่าวคือลอนบีจะให้ค่านี้สูงที่สุด รองลงมาคือลอนซีและเอตามลำดับ ด้วยเหตุนี้จึงนิยมใช้แผ่นกระดาษลูกฟูกลอนบีในการผลิตกล่องแบบดายคัท (Dic Cut Box)

ในกรณีของลอนอีซึ่งเป็นลอนขนาดเล็กที่สุดนั้น ไม่นิยมทำเป็นกล่องเพื่อการขนส่ง แต่จะใช้ทำกล่องขนาดเล็กเพื่อการขายปลีก กระดาษทำผิวกล่องมักจะได้รับการฟอกสีเพื่อประโยชน์การพิมพ์ที่สวยงาม อันมีผลต่อการส่งเสริมการขาย

แผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น และ 3 ชั้น อาจประกอบด้วยกระดาษลูกฟูกที่เป็นลอนชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ ลอนที่นิยมที่สุดคือลอนบีและซี โดยให้ลอนซีอยู่ด้านในและลอนบีอยู่ด้านนอก

ประเภทของกล่องกระดาษลูกฟูก

กล่องกระดาษลูกฟูกสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ตามกรรมวิธีการผลิตคือ

กล่องสล็อต (Slot Box)

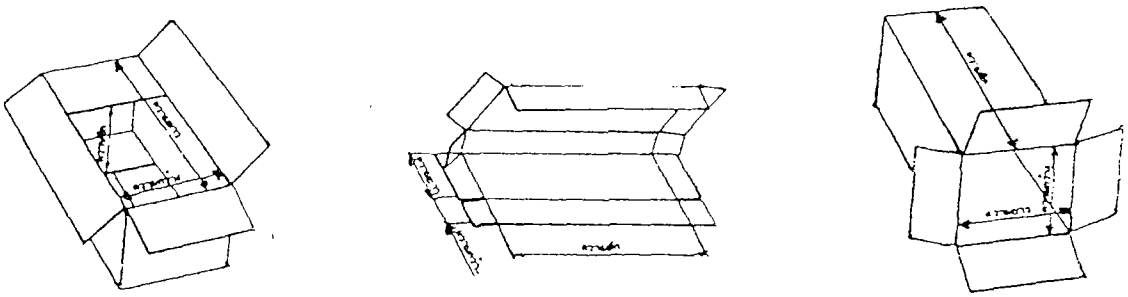
กล่องสล็อตเป็นกล่องที่ผลิตมาจากแผ่นกระดาษลูกฟูกที่ได้รับการทับเส้นตามแนวยาวของแผ่นกระดาษเพื่อใช้เป็นแกนในการงอพับฝากล่อง จากนั้นจะนำไปเข้าเครื่องพิมพ์เซาะร่อง (Printer-Slotter) และทับเส้นต่อไป ในการประกอบเป็นกล่องจำเป็นต้องมีการเชื่อมติดรอยต่อซึ่งเรียกว่า Manufacturers' Joint ส่วนการขึ้นรูปเพื่อการใช้งานนั้นก็ต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือเพื่อ

ปิดฝาล่างและฝาบน กล่องประเภทนี้นับว่ามีการใช้ที่กว้างขวางที่สุดในแง่ของการขนส่ง เนื่องจากต้นทุนในการผลิตไม่สูงนัก

กล่องไดคัท (Die Cut Box) กล่องไดคัทได้รับการผลิตขึ้นจากแผ่นแบบแม่พิมพ์ (Dis Cut Form) แล้วจึงปั๊มลงแผ่นกระดาษลูกฟูก ด้วยเหตุนี้กล่องทุกใบจึงมีขนาดที่แน่นอน จุดเด่นของกล่องประเภทนี้คือ การขึ้นรูปกล่องและปิดฝาไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ และเครื่องมือใด ๆ คือ สามารถพับล็อคลงไปได้ จึงมีความคล่องตัวในการทำงาน นอกจากนี้ยังสามารถออกแบบให้มีรูปทรงต่าง ๆ ได้ มีความสวยงามเมื่อวางขาย จึงใช้เป็นตัวช่วยโฆษณาสินค้า ณ จุดขายได้ดี อย่างไรก็ตามการลงทุนผลิตกล่องประเภทนี้จะสูงกว่าประเภทแรกเนื่องจากต้องเสียค่าใช้จ่ายของแผ่นแบบแม่พิมพ์นั่นเอง

มิติของกล่องกระดาษลูกฟูก

มิติหรือขนาดของกล่องกระดาษลูกฟูกนิยมกำหนดเป็น ความยาว + ความกว้าง ความลึก (ความสูง) หรือ L x W x H หรือ L x B x H โดยวัดที่ด้านในของกล่อง ความยาว และความกว้างจะหมายถึง ด้านยาวและด้านกว้างของปากกล่องเสมอ ส่วนความลึกจะหมายถึงระยะตั้งฉากจากปากกล่องถึงก้นกล่อง (รูปที่ 55) ผู้ใช้กล่องควรให้ความสำคัญและระมัดระวังในการกำหนดมิติของกล่องให้ถูกต้อง มิฉะนั้นอาจก่อความผิดพลาดหรือเข้าใจผิดให้กับผู้ผลิตได้ปกติในการผลิตกล่องผู้ใช้กล่องมักยอมให้มิติคลาดเคลื่อนได้บ้าง หากต้องการกล่องที่มีขนาดเฉพาะแน่นอนจริง ๆ ผู้ใช้กล่องควรนำสินค้าให้แก่ผู้ผลิตเพื่อการออกแบบและทดลองบรรจุด้วย



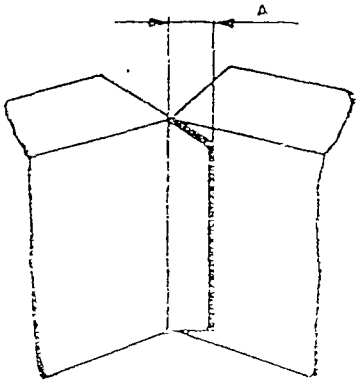
ภาพประกอบ 55 ความยาว ความกว้างและความลึกของกล่อง

รอยต่อ (Manufacturers Joint)

รอยต่อของกล่องหมายถึง ส่วนของกล่องตรงที่ริมของแผ่นกระดาษลูกฟูกต่อกันเพื่อประกอบเป็นตัวกล่อง ซึ่งสามารถทำได้ 3 วิธีคือ

การใช้กาวทา

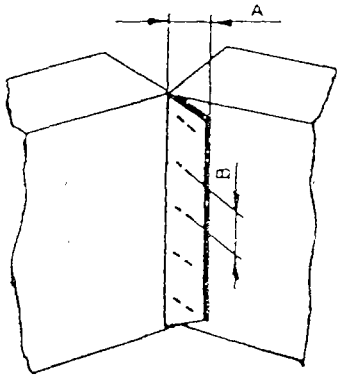
(รูปที่ 56) เป็นวิธีนิยมที่สุดเพราะสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง มีความรวดเร็ว ระยะเกยไม่ควรต่ำกว่า 32 มม. กาวที่ใช้ต้องเป็นเนื้อเดียวกัน ติดกระดาษได้แน่น



ภาพประกอบ 56 การต่อโดยใช้กาวทา

การใช้ลวดเย็บ

(รูปที่ 57) เป็นวิธีที่นิยมรองลงมา มักใช้กับกล่องที่มีขนาดใหญ่ ให้ความแข็งแรงดี ระยะเกยไม่ควรต่ำกว่า 32 มม. ขนาดภาคตัดขวางของลวดเย็บไม่ต่ำกว่า 2 x 0.6 มม. ถ้ากล่องเป็นแผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น และ 2 ชั้น ควรมีระยะห่างของลวดเย็บไม่เกิน 60 มม. แต่ถ้ากล่องเป็นแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น ระยะห่างของลวดเย็บไม่ควรเกิน 40 มม.



A $\geq$ 32 มม.

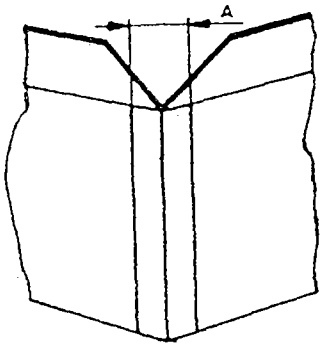
B $\leq$ 60 มม. สำหรับกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกผูก 1 ชั้น และ 2 ชั้น

B $\leq$ 40 มม. สำหรับกล่องชนิดทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 3 ชั้น

ภาพประกอบ 57 การต่อโดยใช้ลวดเย็บ

การใช้แถบกาว

(รูปที่ 58) เป็นวิธีที่ไม่ค่อยนิยมนัก เนื่องจากความไม่สะดวกในการผลิตแถบกาวที่ใช้ปิดต้องมีความเหนียว เมื่อทาบติดกับกล่องแล้วต้องไม่ล่อนหลุด ความกว้างของแถบกาวไม่ควรน้อยกว่า 48 มม.



$A \geq$ 48 มม.

ภาพประกอบ 58 การต่อโดยใช้แถบกาว

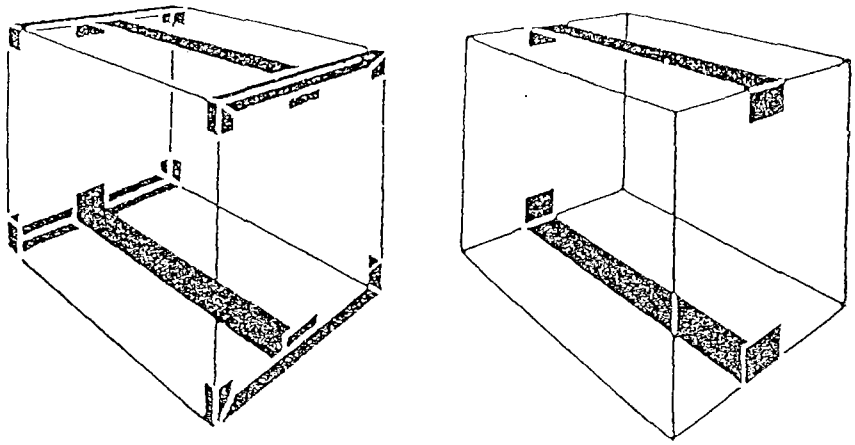
การปิดฝากล่อง

การปิดฝากล่องกระดาษลูกฟูกให้แน่นหนาและแข็งแรงทำได้ 3 วิธีดังนี้

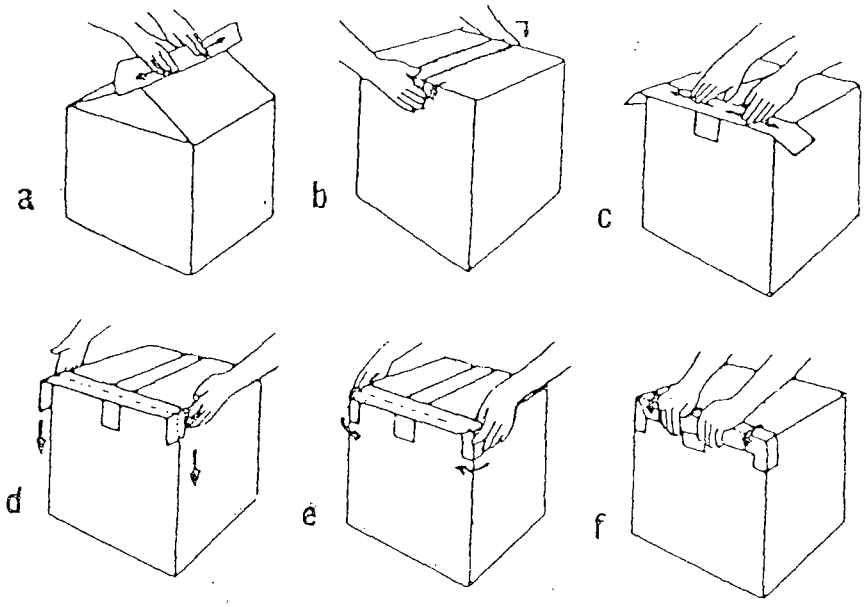
การใช้กาวทา เป็นวิธีที่เสียค่าใช้จ่ายต่ำ และให้ความแข็งแรงดี แต่ใช้แรงงานมาก จึงเหมาะกับประเทศที่กำลังพัฒนา ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือกล่องที่ปิดฝาด้วยวิธีนี้จะเปิดออกได้ยาก ด้วยเหตุนี้จึงมักเว้นช่องว่างที่ฝากล่องเล็กน้อยเพื่อให้เปิดได้ง่ายขึ้น และช่องว่างนี้เองที่เป็นตำแหน่งให้ฝุ่นละอองจากภายนอกเล็ดลอดเข้าไปในกล่องได้ หากต้องการป้องกันฝุ่นละอองก็ควรปิดช่องว่างดังกล่าวด้วยแถบกาว

การใช้แถบกาว แถบกาวที่ใช้กับการปิดฝากล่องมี 3 ชนิดคือ กระดาษกาวแบบธรรมดา กระดาษกาวแบบเสริมความแข็งแรง และแถบกาวพลาสติก ในการติด 2 ชนิดแรกจำเป็นต้องใช้น้ำ และมีความเหนียวต่ำกว่าชนิดที่ 3 ในกรณีที่กล่องเป็นประเภทสล็อตกระดาษกาวแบบธรรมดาควรมีความกว้างไม่ต่ำกว่า 50 มม. และใช้ 2 หรือ 6 เส้นก็ได้ แต่ถ้าเป็นกระดาษกาวแบบเสริมความแข็งแรง ควรมีความกว้างของกระดาษกาวไม่ต่ำกว่า 75 มม. และใช้ 2 เส้น ให้ส่วนที่เลยลงมาจากขอบล่างของกล่องมากกว่า 60 มม.

การใช้แถบกาวปิดฝากล่องนี้จัดได้ว่าเป็นวิธีที่สามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้ดี นอกจากนี้ตัวแถบกาวเองยังสามารถพิมพ์ข้อความหรือรูปภาพได้ จึงใช้ประโยชน์ในการโฆษณาได้ กล่องที่ปิดฝาด้วยวิธีนี้จะเปิดออกได้ง่ายและปิดซ้ำใหม่ได้ ข้อเสียของวิธีนี้อยู่ที่ต้องพิถีพิถันในการเลือกคุณภาพของแถบกาวและความยุ่งยากในการปิด (รูปที่ 55, 56)



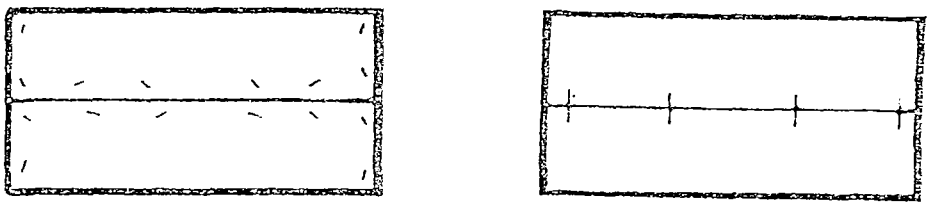
ภาพประกอบ 59 การใช้แถบกาวจำนวน 6 และ 2 เส้น ปิดฝากล่อง



ภาพประกอบ 60 วิธีการใช้แถบกาวจำนวน 6 เส้นปิดฝากล่อง

การใช้ลวดเย็บ โดยทั่วไปนิยมใช้กับการปิดฝากล่องล่างเท่านั้น ลักษณะการเย็บควรทำที่บริเวณกึ่งกลางและริมกล่องเพื่อให้ฝาบนและฝาล่างติดกัน ระยะห่างของลวดไม่ควรเกิน 60 มม. หากลวดเย็บมีขนาดใหญ่ เช่น มีความกว่าง 30 มม. ก็สามารถเย็บค่อมรอยชนของฝาตรงกึ่งกลางกล่องได้ โดยให้ระยะห่างของลวดไม่เกิน 127 มม. (รูปที่ 61)

การปิดฝากล่องด้วยวิธีนี้นับว่ารวดเร็วและเสียค่าใช้จ่ายต่ำ มีความแข็งแรงไม่ว่าจะใช้กล่องภายใต้สภาวะอากาศอย่างไร ข้อเสียของวิธีนี้คือไม่สวยงาม อาจทำให้สินค้าเป็นรอยขีดข่วนได้ รวมทั้งไม่สามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้อย่างสมบูรณ์



ภาพประกอบ 61 การปิดฝากล่องด้วยลวดเย็บ

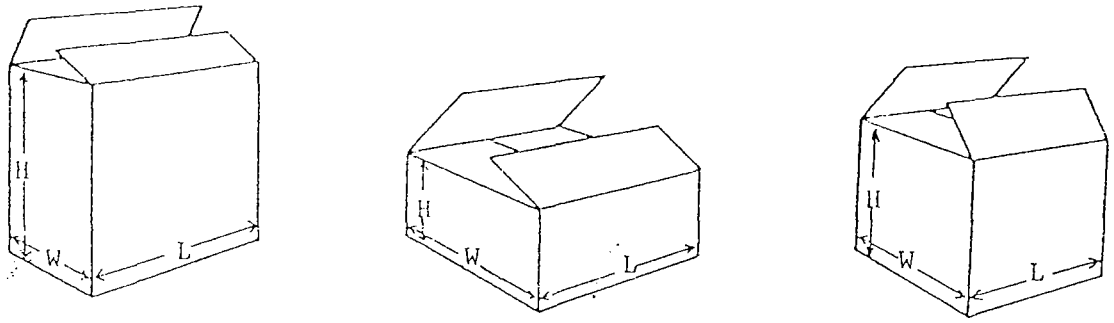
การใช้สายรัด วัสดุที่ทำสายรัด 2 ชนิด คือ พลาสติกและเหล็ก โดยทั่วไปการใช้สายรัดมิได้เป็นวิธีปิดฝากล่องที่ดี แต่มักนิยมใช้เพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับกล่องที่ปิดฝาเรียบร้อยแล้วด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังได้กล่าวมาแล้ว

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้กล่องอย่างประหยัด

การใช้กล่องกระดาษลูกฟูกอย่างประหยัดที่สุดจำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในขั้นตอนต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการปกป้องคุ้มครองสินค้า การอำนวยความสะดวกต่อการลำเลียงขนส่งและเก็บรักษา การวางแสดงบนชั้นวางขาย และการอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้สินค้า ข้อควรพิจารณาในเรื่องนี้มีดังนี้

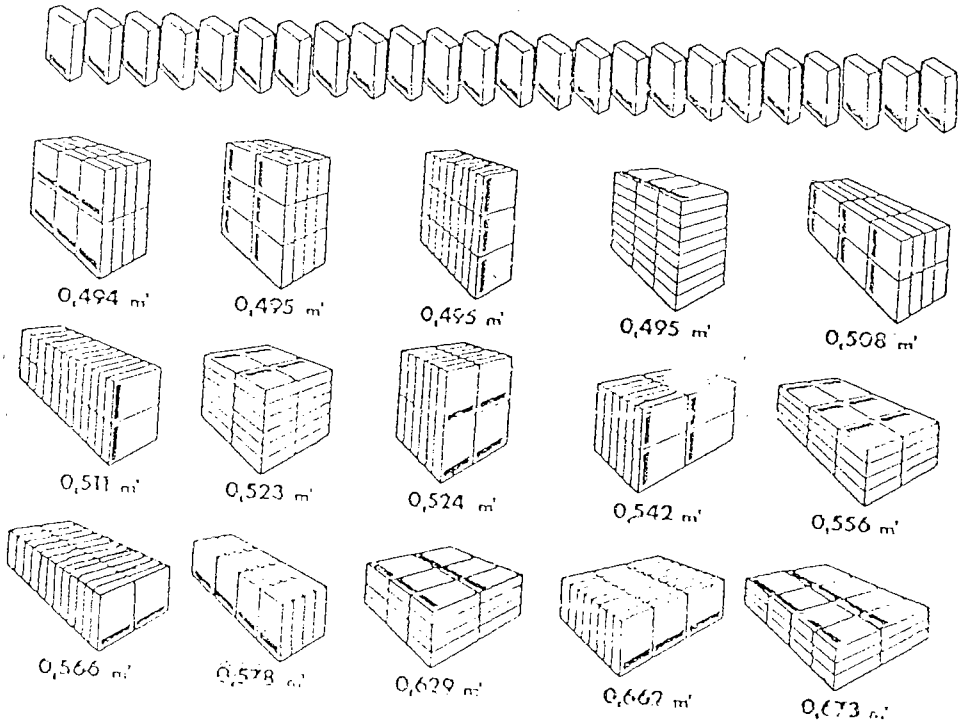
รูปทรงและแบบของกล่อง

แบบของกล่องที่ประหยัดที่สุดในแง่ของการสิ้นเปลืองวัสดุที่ใช้คือแบบ Regular Slotted Container (RSC 0201) ซึ่งมีอัตราส่วนของความยาว : ความกว้าง : ความลึก เท่ากับ 2 : 1 : 2 รูปที่ 62 แสดงกล่องกระดาษลูกฟูก 3 รูปทรงที่มีปริมาตรบรรจุเท่ากัน ภาพซ้ายมือจะไม่มีการสูญเสียของแผ่นกระดาษลูกฟูกเลย ในขณะที่ภาพกลางและขวามือมีความสูญเสียร้อยละ 30 และ 12 ตามลำดับ เนื่องจากการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกค่าใช้จ่ายร้อยละ 70 ของทั้งหมดจะเป็นค่าแผ่นกระดาษลูกฟูก ดังนั้น การเลือกรูปทรงและแบบของกล่องที่ใช้เนื้อที่ของแผ่นกระดาษลูกฟูกต่ำสุด และไม่มีความสูญเสียเลยย่อมส่งผลให้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้



ภาพประกอบ 62 กล่องที่มีปริมาตรเท่ากัน แต่มีมิติต่างกัน

แบบและลักษณะการจัดวางสินค้าในกล่อง สินค้าจำนวนหนึ่งสามารถได้รับการจัดวางเรียงในกล่องได้หลายแบบ ทำให้กล่องมีขนาดและรูปทรงแตกต่างกัน ดังตัวอย่างในรูปที่ 62 สินค้าเป็นกล่องกระดาษแข็งขนาด 11 x 4 x 15 ซม. จำนวน 24 กล่อง สามารถจัดวางในกล่องได้ 15 แบบ ซึ่งใช้เนื้อที่ของแผ่นกระดาษลูกฟูกแตกต่างกันตั้งแต่ 0.494 ถึง 0.673 ตร.ม.



ภาพประกอบ 63 การจัดวางสินค้าในกล่อง

เสถียรภาพของกล่องและความสะดวกในการลำเลียง เนื่องจากรูปทรงของกล่องแตกต่างกัน มีผลให้เสถียรภาพในระหว่างการใช้งานแตกต่างกันไปด้วย กล่าวคือกล่องที่มีฐานใหญ่แต่เตี้ย จะมีเสถียรภาพดี ในกรณีที่ลำเลียงด้วยแรงงานคน รูปร่าง และน้ำหนักของกล่องจะมีอิทธิพลต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น เช่น กล่องที่ใหญ่เกินไปและมีน้ำหนักสูง ผู้ลำเลียงมักจะโยนกระแทกเป็นต้น ขนาดและน้ำหนักกล่องที่เหมาะสมต่อการลำเลียงด้วยแรงงานคนได้มีข้อแนะนำไว้ดังนี้

ขนาดกล่อง	ความยาว 40 - 70 ซม.
	ความกว้าง 30 - 50 ซม.
	ความลึก (ความสูง) เท่ากับความกว้างหรือมากกว่าเล็กน้อย
น้ำหนัก	ไม่เกินร้อยละ 40 ของน้ำหนักผู้ทำการขนย้าย

การลำเลียงกล่องด้วยการใช้แท่นรองรับสินค้าเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นทุกที ดังนั้นจึงควรพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น กล่องควรมีขนาดที่สามารถใช้เนื้อที่บนแท่นได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และมีความมั่นคงไม่โค่นล้มง่าย เป็นต้น ในเรื่องนี้ควรศึกษาขนาดมาตรฐานของแท่นรองรับสินค้าควบคู่ไปกับวิธีการขนส่งหน่วยใหญ่บนแท่นรองรับสินค้า (Unionization, Pallatization) ด้วย

การใช้กล่องกระดาษลูกฟูกให้ประหยัดที่สุดควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่ต่ำสุดต่อชิ้น หรือต่อหน่วยน้ำหนักของสินค้าในทุก ๆ ขั้นตอนของการใช้งาน ในกรณีที่บางขั้นตอนมีค่าใช้จ่ายไม่แตกต่างกันมากนัก ไม่ว่าจะเป็นกล่องที่มีขนาด รูปทรง หรือน้ำหนักเท่าใด ก็ไม่จำเป็นต้องนำมาพิจารณา หรืออาจใช้วิธีให้คะแนนตามความเหมาะสม เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกกล่องที่เหมาะสมที่สุด ในบางครั้งกล่องที่เลือกใช้อาจไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่ำสุดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับข้อจำกัดต่าง ๆ อาทิ ขนาดหน้ากว้างของแผ่นกระดาษลูกฟูกที่สามารถจัดหาได้ ความสูงของกล่องที่สามารถเรียงซ้อนได้ เป็นต้น

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของกล่อง

การออกแบบกล่องกระดาษลูกฟูกให้มีความแข็งแรงสามารถคุ้มครองสินค้าได้ รวมทั้งรองรับน้ำหนักบรรจุและน้ำหนักในการวางซ้อนได้นั้น ขึ้นกับองค์ประกอบที่สำคัญคือ ชนิดของแผ่นกระดาษลูกฟูก คุณภาพของกระดาษที่ใช้ โครงสร้างของแผ่นกระดาษลูกฟูก ชนิดของลอน และขนาดของกล่อง อย่างไรก็ตามความแข็งแรงดังกล่าวจะลดลงในระหว่างการใช้งาน เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

ความชื้นในอากาศ เนื่องจากกระดาษเป็นวัสดุที่มีปริมาณความชื้นเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณความชื้นในอากาศ ดังนั้น เมื่ออากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น ปริมาณความชื้นในกระดาษก็สูงขึ้นตามไปด้วย และมีผลให้ความแข็งแรงของกล่องลดลง ดังผลจากการศึกษาในเรื่องนี้ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อความชื้นในอากาศเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 50 เป็น 35 ค่าการต้านแรงกดของกล่องกระดาษลูกฟูกจะลดลงจากเดิมถึงร้อยละ 60

ระยะเวลาในการเก็บกล่อง เมื่อระยะเวลาในการเก็บกล่องนานขึ้น จะมีผลให้ค่าการต้านแรงกดของกล่องลดลง ดังตัวอย่างที่มีการศึกษาไว้ว่าหลังจากเก็บรักษากล่องที่บรรจุสินค้าแล้วเป็นเวลานาน 30 วัน ทำให้ค่าการต้านแรงกดของกล่องลดลงร้อยละ 20

ลักษณะการวางซ้อนกล่อง ลักษณะการวางซ้อนกล่องแบบเรียงขนาน จะมีผลให้กล่องแข็งแรงกว่าการวางซ้อนกล่องแบบโชว์ และการใช้แท่นรองรับสินค้าจะให้ความแข็งแรงดีกว่าการไม่ใช้แท่นดังตัวเลขที่เป็นผลจากการศึกษาต่อไปนี้

ลักษณะของการเรียงซ้อน	**ค่าการต้านแรงกดของกล่องที่ลดลง**
วางบนแท่นรองรับสินค้า, เรียงซ้อนขนานกัน	15
วางบนแท่นรองรับสินค้า, เรียงซ้อนไขว้กัน	40
ไม่วางบนแท่นรองรับสินค้า, เรียงซ้อนขนานกัน	25
ไม่วางบนแท่นรองรับสินค้า, เรียงซ้อนไขว้กัน	50

จำนวนครั้งในการเคลื่อนย้าย ถ้าจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายกล่องมากจะทำให้ความแข็งแรงของกล่องในการรับแรงกดลดลงมาก มีการศึกษาที่รายงานไว้ว่าถ้าเคลื่อนย้ายกล่อง 2 ครั้ง ค่าการต้านแรงกดของกล่องจะลดลงร้อยละ 5 แต่หากเคลื่อนย้าย 10 ครั้ง จะลดลงถึงร้อยละ 36

ปัจจัยอื่น ๆ ได้แก่การดูแลรักษากล่องเปล่า ความระมัดระวังในการเคลื่อนย้าย วิธีการจัดกล่องในยานพาหนะ เป็นต้น ข้อควรระมัดระวังในเรื่องนี้ เช่น ควรวางกล่องเปล่าไว้บนแท่นรองรับสินค้า อย่าวางบนพื้นโดยตรง ควรขนย้ายด้วยเครื่องยก อย่าลากไปตามพื้นและไม่ควรยืนหรือนั่งลงบนกล่อง การเคลื่อนย้ายกล่องที่บรรจุสินค้าแล้วก็ควรทำด้วยความระมัดระวังไม่กระแทกหรือโยน การขนส่งไม่ว่าจะใช้ยานพาหนะใด ๆ ควรจัดเรียงกล่องให้แน่นพอดี ไม่ให้มีช่องว่างซึ่งจะทำให้กล่องเคลื่อนที่กระทบกระแทกกัน เป็นต้น

การกำหนดคุณภาพของกล่อง

ในการกำหนดคุณภาพของกล่องสำหรับการใช้งานหรือเพื่อการสั่งซื้อ ผู้ใช้ควรรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง นับตั้งแต่ความต้องการของตลาดหรือลูกค้า คุณลักษณะเฉพาะของสินค้าที่จะบรรจุ สภาพการลำเลียงขนส่งและเก็บรักษา จนถึงขอบขีดความสามารถในการผลิตกล่องของโรงงานภายในประเทศ คุณภาพของกล่องอาจกำหนดขึ้นเป็น 2 แนวทางขึ้นกับคุณลักษณะของสินค้าเป็นหลักดังต่อไปนี้

สินค้าที่บรรจุสามารถรับแรงกดได้ เช่น อาหารกระป๋อง ขวดแก้ว เป็นต้น กล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้ไม่ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงในการเรียงซ้อน แต่ต้องคำนึงถึงความเหนียวของกระดาษเพื่อให้สามารถหุ้มห่อสินค้าให้เป็นหน่วยเดียวกันจนถึงปลายทางในสภาพที่เรียบร้อย คุณภาพของกล่องต้องประกอบด้วยมิติรวม (ผลรวมของความยาว ความกว้าง และความลึก ซึ่งวัดภายในกล่อง) น้ำหนักมาตรฐานรวมของกระดาษทำผิวกล่อง ความต้านแรงดันทะลุ และความต้านแรงทิ่มทะลุ ค่าเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักบรรจุ

ในประเทศสหรัฐอเมริกาและหลายประเทศในยุโรป นิยมกำหนดคุณภาพของกล่องซึ่งใช้บรรจุสินค้าประเภทนี้ตาม Uniform Freight Classification, U.S.A. Railroad Classification, Rule 41 ซึ่งเรียกย่อ ๆ ว่า "Rule 41" ดังมีรายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 20

ตาราง 20 คุณลักษณะของกล่องกระดาษลูกฟูกที่กำหนดใน Rule 41

Corrugated Fibreboard	Maximum weight of box and contents		Maximum inside dimensions (Length + Width + Depth of box)		Minimum combined weight of liners		Minimum Bursting test of combined board	
	(lbs)	(kg)	(inches)	(cm)	(lbs/ 1000 sq.ft.)	(g/m^2)	(lbs/ sq.in.)	(kgf/cm^2)
Single Wall	20	9	40	102	52	254	125	8.8
	40	18	60	152	75	366	175	12.3
	65	29	75	190	84	410	200	14.1
	90	41	90	229	138	674	275	19.3
	120	54	100	254	180	874	350	24.5

ตาราง 20 (ต่อ)

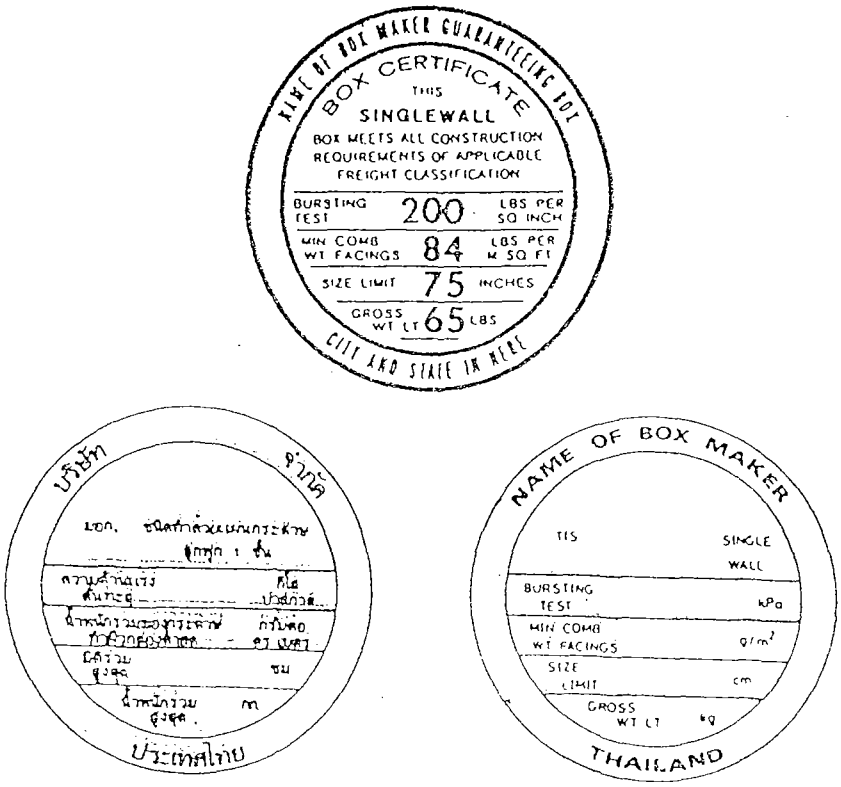
Corrugated Fibreboard	Maximum weight of box and contents		Maximum inside dimensions (Length + Width + Depth of box)		Minimum combined weight of liners		Minimum Bursting test of combined board	
Double Wall	65	29	75	190	92	449	200	14.1
	90	41	90	229	110	537	275	19.3
	120	54	100	254	126	615	350	24.5
	140	63	110	279	222	1084	500	35.0
	160	73	120	305	270	1318	600	42.0

สำหรับประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้จัดทำมาตรฐานเรื่องกล่องกระดาษลูกฟูกขึ้น (มอก. 550 - 2528) เช่นเดียวกัน ดังตารางที่ 24

ตาราง 21 คุณลักษณะของกล่องกระดาษลูกฟูกที่กำหนดใน มอก.550-2528

ชนิด	น้ำหนักรวมสูงสุด กิโลกรัม	น้ำหนักรวมสูงสุด เซนติเมตร	น้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่องต่ำสุด กรัมต่อตารางเมตร	ความต้านแรงดันทะลุต่ำสุด กิโลปาสกาล	ความต้านแรงทิ่มทะลุต่ำสุด จูล
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 1 ชั้น	10	105	265	870	-
	15	135	325	1 050	-
	20	160	370	1 180	-
	25	175	390	1 250	-
	30	190	420	1 330	-
	35	210	535	1 540	-
ทำด้วยแผ่นกระดาษลูกฟูก 2 ชั้น	35	210	490	1 540	-
	40	225	530	1 750	-
	50	245	590	2 090	-
	55	255	645	2 300	-
	65	280	1 120	3 280	-
ทำด้วยแผ่กนระดาษลูกฟูก 3 ชั้น	70	300	960	-	21.0

กล่องกระดาษลูกฟูกดังกล่าว หากได้รับการตรวจสอบว่าได้คุณภาพตามข้อกำหนดของ Rule 41 หรือของ มอก. 550-2528 ผู้ผลิตกล่องมักจะพิมพ์ตรารับรองคุณภาพเป็นวงกลมและแจ้งรายละเอียดไว้ (ดังรูปที่ 65) เพื่อสร้างความมั่นใจและประกันคุณภาพให้แก่ลูกค้า



ภาพประกอบ 64 ตรารับรองคุณภาพกล่องกระดาษลูกฟูก

สินค้าที่บรรจุไม่สามารถรับแรงกดได้เลยหรือได้เพียงเล็กน้อย เช่น สินค้าที่บรรจุอยู่ในกล่องกระดาษแข็ง ถุงพลาสติก ภาชนะพลาสติก ผักผลไม้สด เป็นต้น กล่องกระดาษลูกฟูกต้องทำหน้าที่ในการรับน้ำหนักหรือแรงที่กดทับเมื่อเรียงซ้อนได้ดี เพื่อป้องกันสินค้าบุบหรือยุบเสียหาย ในกรณีนี้คุณภาพของกล่องต้องได้รับการกำหนดในค่าของการต้านแรงกดเพิ่มขึ้นอีกประการหนึ่ง นอกเหนือไปจากมิติของกล่องและคุณภาพของกระดาษที่ใช้ และค่าการต้านแรงกดของกล่องจะเป็นเท่าไรก็ขึ้นกับความสูงของกล่องที่สามารถเรียงซ้อนได้ รวมทั้งสภาพการลำเลียงขนส่ง และปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของกล่องดังได้กล่าวแล้วในข้อ 7.9

ถ้าสินค้าเป็นผักผลไม้สดซึ่งยังมีชีวิต มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีระ (หายใจ คายน้ำ ฯลฯ) กล่องกระดาษลูกฟูกที่ใช้บรรจุนอกจากจะต้องคำนึงถึงคุณภาพดังกล่าวแล้ว การออกแบบกล่องให้

มีช่องระบายอากาศที่เหมาะสมกับผลิตผล และการเลือกใช้แผ่นกระดาษลูกฟูกที่มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำเป็นสิ่งจำเป็นที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

การวิเคราะห์คุณสมบัติ

การวิเคราะห์คุณสมบัติของแผ่นกระดาษลูกฟูกมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการออกแบบโครงสร้างของการหีบห่อ ตลอดจนการปรับปรุงคุณภาพกล่อง ไม่ว่าจะเพื่อการลดต้นทุนหรือลดความเสียหายก็ตาม นอกจากนี้ยังอำนายประโยชน์ในการตรวจสอบข้อกำหนดในการซื้อขายอีกด้วย คุณสมบัติที่สำคัญอาจจำแนกได้เป็น 2 ประเภทหลักคือ

คุณสมบัติของแผ่นกระดาษลูกฟูก

- น้ำหนักมาตรฐาน (Basis Weight)
- ความต้านแรงดันทะลุ (Bursting Strength)
- ความต้านแรงทิ่มทะลุ (Puncture Resistance)
- การต้านแรงกดตามแนวตั้ง (Edgewise Crush Resistance)
- การต้านแรงกดลอนลูกฟูก (Flat Crush Resistance)
- การดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

คุณสมบัติในด้านความแข็งแรงของกล่องกระดาษลูกฟูก (Performance Test)

- การต้านแรงกด (Compression Strength)
- การต้านแรงสั่นสะเทือน (Vibration Resistance)
- การต้านแรงกระแทกเมื่อตก (Drop Resistance)
- การต้านแรงกระแทกบนพื้นเอียง (Incline Impact Resistance)
- การคาดคะเนความเสียหายของกล่องและสินค้าโดยใช้กล่องหกเหลี่ยมที่หมุนได้ (Hexagonal Revolving Drum Test)

ภาคผนวก ค.

การเลือกใช้กระดาษทำกล่องลูกฟูก

การเลือกใช้กระดาษทำกล่องลูกฟูก

กระดาษทำกล่องลูกฟูกของสยามคราฟท์มีหลายเกรด แต่ละเกรดยังแบ่งเป็นน้ำหนักมาตรฐานกระดาษต่าง ๆ ทำให้มีคุณภาพกระดาษหลายระดับให้เลือกใช้ ถ้าเลือกใช้กระดาษทำกล่องได้เหมาะสมจะไม่สิ้นเปลืองจากการใช้กล่องคุณภาพดีเกินความจำเป็น และไม่ต้องประสบปัญหาสินค้าเสียหายเนื่องจากกล่องลูกฟูกมีคุณภาพต่ำเกินไป

เอกสารฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้แนวทางการเลือกใช้กระดาษของสยามคราฟท์ทำกล่องลูกฟูกให้เหมาะสมกับสินค้าของท่าน และปกป้องคุ้มครองสินค้าของท่านไปตลอดถึงปลายทางด้วย หากท่านให้ความสนใจติดตามประเมินผลการเลือกกระดาษทำกล่องที่ใช้ต่อ ๆ ไปจะเป็นข้อมูลช่วยให้การเลือกกระดาษของสยามคราฟท์ทำกล่องลูกฟูกที่ใช้งานได้เหมาะสมยิ่ง ๆ ขึ้นตลอดไป

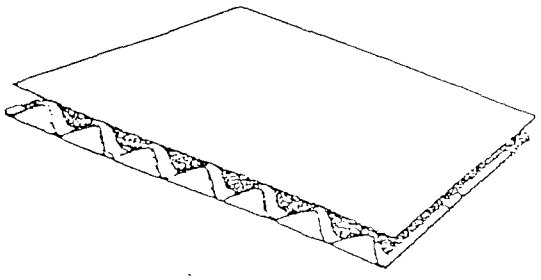
การเลือกใช้กระดาษของสยามคราฟท์ทำกล่องลูกฟูก ควรดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาว่ากล่องลูกฟูกมีกี่ชนิด แต่ละชนิดมีส่วนประกอบอะไรบ้าง
2. ศึกษาว่ากระดาษทำกล่องลูกฟูกของสยามคราฟท์มีกี่ชนิด กี่เกรด อะไรบ้าง และคุณภาพเป็นอย่างไร
3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพกระดาษกับคุณภาพกล่องลูกฟูกว่าคุณภาพใดของกระดาษมีความสัมพันธ์กับคุณภาพใดของกล่องลูกฟูก มีความสัมพันธ์กันอย่างไร และจะใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้อย่างไร
4. ศึกษาว่ามีเหตุปัจจัยอะไรบ้างที่ทำให้คุณภาพกล่องลูกฟูกลดลงระหว่างการใช้งาน
5. ประเมินจากสภาพการใช้งานจริงของกล่องว่าต้องการใช้กล่องลูกฟูกที่มีคุณภาพใดสูงหรือต่ำเพียงไร
6. ประมาณจากคุณภาพกล่องที่ต้องการว่าควรจะเลือกใช้กระดาษอะไร คุณภาพเท่าไรจึงจะให้คุณภาพกล่องสอดคล้องตามที่ประเมินไว้

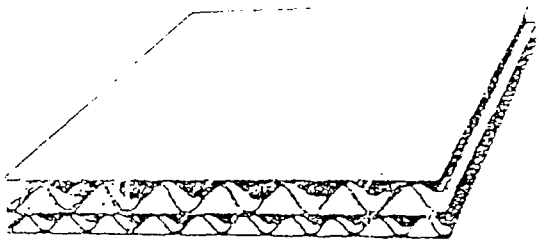
เรื่องต่าง ๆ ที่กล่าวถึงข้างต้นนี้ ศึกษาในรายละเอียดได้จากหัวข้อต่อ ๆ ไป

ลอนลูกฟูกที่ใช้โดยทั่วไปมี 3 ชนิด คือ

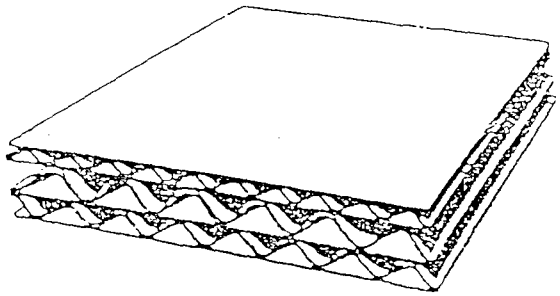
1. กล่องลูกฟูกชนิด 3 ชั้น ดังรูป



2. กล่องลูกฟูกชนิด 5 ชั้น ดังรูป



3. กล่องลูกฟูกชนิด 7 ชั้น ดังรูป



กระดาษทำกล่องลูกฟูกของสยามคราฟท์มี 2 ชนิด คือ

- กระดาษทำผิวกล่อง (Kraft Linerboard)
- กระดาษทำลูกฟูก (Corrugating Medium)

กระดาษทำผิวกล่องมี 3 เกรด แต่ละเกรดมีน้ำหนักมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้

- เกรด S เรียกย่อ ๆ ว่า KS มีน้ำหนักมาตรฐาน 170 ก./ตร.ม. (g/m^2)
- เกรด A เรียกย่อ ๆ ว่า KA มีน้ำหนักมาตรฐาน 125 150 185 230 ก./ตร.ม. (g/m^2)
- เกรด I เรียกย่อ ๆ ว่า KI มีน้ำหนักมาตรฐาน 125 150 185 ก./ตร.ม. (g/m^2)

กระดาษทำลูกฟูก มี 1 เกรด และมีน้ำหนักมาตรฐานต่าง ๆ ดังนี้

- เกรด A เรียกย่อ ๆ ว่า CA มีน้ำหนักมาตรฐาน 105 115 125 ก./ตร.ม. (g/m^2)

คุณภาพกระดาษที่มีความสำคัญต่อคุณภาพกล่องมีดังนี้

1. ความต้านทานแรงดันทะลุ (Bursting Strength)

เป็นความสามารถของกระดาษที่จะต้านทานแรงดันที่กระทำบนกระดาษจนในที่สุดกระดาษจะถูกแรงดันให้ยืดตัวออกจนทะลุ

ดังนั้น ความต้านทานแรงดันทะลุจึงเป็นคุณภาพกล่องที่ต้องการสำหรับสินค้าที่ทำให้เกิดแรงดันจากภายในออกมาภายนอกกล่องเป็นบริเวณพื้นที่เล็ก ๆ เช่น สินค้าที่มีลักษณะเป็นเม็ด เกล็ด ก้อน เส้น เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นคุณภาพที่สัมพันธ์ต่อความสามารถในการรองรับน้ำหนักบรรจุของสินค้าที่ถ่วงลงบนผนังด้านล่างของกล่องเมื่อมีการเคลื่อนย้ายโดยใช้คน

2. ความต้านทานแรงกดวงแหวน (Ring Crush หรือ Ring Crush Test)

เป็นความสามารถของกระดาษที่จะต้านทานแรงกดในระนาบเดียวกับกระดาษ ซึ่งกดจนกระดาษหักยุบตัวลง

ความต้านแรงกดวงแหวนของกระดาษในแนวขวางเครื่องจักร (Ring Crush CD) เป็นคุณภาพกระดาษที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความสามารถในการต้านทานแรงกดกล่อง (Box Compression Strength/Test) ซึ่งเป็นคุณภาพที่จำเป็นต่อการกองเก็บเคลื่อนย้ายและขนส่งสินค้าบรรจุกล่องลูกฟูก

สินค้าที่ทนต่อแรงกดไม่ได้หรือทนแรงกดได้น้อย จำเป็นต้องใช้กล่องที่ทนต่อแรงกดได้มากตามสภาพการใช้งาน กล่องที่ทนต่อแรงกดได้มากก็ต้องประกอบด้วยกระดาษที่มีความต้านทานแรงกดวงแหวนที่สูงในระดับที่ต้องการเช่นเดียวกัน

คุณภาพที่สำคัญของกระดาษทำผิวกล่อง และกระดาษทำลูกฟูก ทุกเกรดและน้ำหนักมาตรฐานอยู่ในตารางที่ 25 และ 26 ตามที่แสดงข้างล่างนี้

ตาราง 22 รายละเอียดมาตรฐานของกระดาษเหนียวสำหรับทำผิวกล่อง

Standard Specification Of Kraft Linerboard

ชนิด TYPE	เกรด GRADE	อักษรย่อ ABBR	น้ำหนักมาตรฐาน Basis Weight (gsm)	ความต้านทานแรงดันทะลุ Min. Bursting Strength (kg/cm^2)	ความต้านทานแรงกดวงแหวนต่ำสุด Min. Ring Crush C.D.	
					(kg/6 in.)	(kg/cm)
กระดาษเหนียวสำหรับทำผิวกล่อง Kraft Linerboard	S	KS	170	3.8	18.3	0.90
	A	KA	125	3.5	13.0	0.85
			150	4.2	15.5	1.02
			185	5.1	19.0	1.25
			230	6.4	26.5	1.74
	I	KI	125	2.6	9.0	0.59
			150	3.1	11.5	0.75
			152	3.8	15.0	0.98

ตาราง 23 รายละเอียดมาตรฐานกระดาษทำลูกฟูก

Standard Specification of Corrugating Medium

ชนิด TYPE	เกรด GRADE	อักษรย่อ ABBR	น้ำหนักมาตรฐาน Basis Weight (gsm)	ความต้านทานแรงดันทะลุ Min. Concora Crush (kg/cm^2)	ความต้านทานแรงกดวงแหวนต่ำสุด Min. Ring Crush C.D.	
					(kg/6in.)	(kg/cm)
กระดาษทำลูกฟูก	A	CA	105	16.0	8.0	0.52
Corrugating Medium			115	17.4	8.8	0.58
			125	18.9	9.5	0.62

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าท่านต้องการใช้กล่องบรรจุสินค้าชนิดหนึ่งซึ่งบรรจุกระป๋องมีน้ำหนักรวมทั้งกล่องประมาณ 14.7 กิโลกรัม ขนาดภายในของกล่องยาว 40 ซม. กว้าง 30 ซม. และสูง 35 ซม. กล่องที่จะใช้ควรมีคุณภาพอย่างไร

วิธีประเมิน

ในกรณีนี้ น้ำหนักรวมของสินค้าและกล่อง คือ 14.7 กก.

มิติภายในรวมของกล่องที่ต้องการใช้คือ 40 + 30 + 35 = 105 ซม.

จากตารางที่ 5 คุณลักษณะที่ต้องการอื่น ๆ ของกล่องข้างต้น น้ำหนักรวมสูงสุด 15 กก. มิติรวมสูงสุด 135 ซม. (กรณีนี้ไม่เกินที่กำหนดไว้) ต้องใช้กล่องที่มีน้ำหนักรวมของกระดาษทำผิวกล่องต่ำสุด 325 กรัมต่อตารางเมตร โดยต้องมีค่าความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 1050 กิโลปาสกาล หรือ 10.7 กก. ต่อ ตร.ซม.

2. ถ้าสินค้าที่บรรจุกล่องเป็นสินค้าที่ทนต่อแรงกดได้น้อย มีความจำเป็นต้องให้กล่องลูกฟูกช่วยรองรับแรงกดจากการวางซ้อนเพื่อป้องกันไม่ให้สินค้าถูกทับเสียหายจากน้ำหนักสินค้าที่ทับอยู่เหนือขึ้นไปทั้งหมดในกรณีนี้ผู้ใช้กล่องลูกฟูกต้องทราบว่ากล่องจะประสบกับสภาวะแวดล้อมระหว่างการใช้งานอย่างไรบ้างตั้งแต่ได้รับกล่องจากผู้ผลิต จะช่วยให้สามารถประเมินผลของสภาวะแวดล้อมที่มีต่อกล่องลูกฟูกและประเมินความต้านทานแรงกดของกล่องที่จะใช้ได้ใกล้เคียงขึ้น ในการประเมินนี้ต้องอาศัยการคำนวณช่วยโดยทำตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 พิจารณาจากสินค้าที่บรรจุกล่องว่าเป็นสินค้าที่ทนต่อแรงกดได้หรือไม่ ถ้าได้พิจารณาต่อไปว่าจะสามารถรับแรงกดได้เท่าใดโดยที่สินค้ายังไม่ยุบเสียหาย เช่น ขวดพลาสติกแข็ง

ทนต่อแรงกดได้ส่วนหนึ่งโดยที่ยังไม่เกิดการยุบเสียหายหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปทรง แต่ถ้าใช้แรงกดมากขึ้นไปอีก จะทำให้ขวดยุบเสียหายได้

2.2 พิจารณาถึงเหตุปัจจัยต่าง ๆ ที่ให้คุณภาพกล่องลดลงว่าแต่ละเหตุปัจจัยทำให้ความต้านทานแรงกดของกล่องลดลงเท่าไร โดยประเมินจากข้อมูลในหัวข้อ "เหตุปัจจัยที่ทำให้คุณภาพกล่องลดลง"

2.3 คำนวณหาความต้านทานแรงกดกล่องที่ต้องการโดยแทนค่าในสูตรคำนวณดังนี้ :-

$$BCT.f_{RH}.f_T.f_H.f_S + P.f_p = (N-1)W$$

โดยที่ BCT = Box Compression Test./Strength
หรือความต้านทานแรงกดกล่องมีหน่วยเป็น กก.

f_{RH} = สัดส่วนของความต้านทานแรงกดกล่องที่เหลือเมื่อกล่องเข้าไปอยู่ในสภาวะอากาศที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่าง ๆ

f_T = สัดส่วนของความต้านทานแรงกดกล่องที่เหลือเมื่อกล่องบรรจุสินค้าถูกกองเก็บไว้ในระยะเวลาต่าง ๆ

f_H = สัดส่วนของความต้านทานแรงกดกล่องที่เหลือเมื่อกล่องบรรจุสินค้าถูกเคลื่อนย้าย

f_S = สัดส่วนความต้านทานแรงกดกล่องที่เหลือเมื่อกล่องบรรจุสินค้าถูกกองเก็บในลักษณะต่าง ๆ

P = แรงกดสูงสุดที่สินค้ารองรับได้ก่อนยุบเสียหายมีหน่วยเป็น กก.

f_P = สัดส่วนของความต้านทานแรงกดที่สินค้ารองรับได้โดยไม่ยุบเสียหาย

N = จำนวนชั้นของกล่องที่วางซ้อนกัน

W = น้ำหนักรวมของสินค้าและกล่อง มีหน่วยเป็น กก.

ตัวอย่างที่ 2 สินค้าชนิดหนึ่งบรรจุในกล่องลูกฟูกขนาดยาว 50 ซม. กว้าง 25 ซม. และสูง 40 ซม. มีน้ำหนักรวม 13.5 กก. ถูกนำไปกองเก็บโดยวางเรียงซ้อนกับสูง 15 ชั้น การกองเก็บจะวางกล่องสินค้าซ้อนกันขึ้นไปในแนวดิ่งแบบ Column Stacking โดยวางบนกะบะ สินค้าจะถูกกองเก็บไว้เป็นเวลา 30 วัน ก่อนจะถูกกระจายออกไปสู่ผู้ใช้ ระหว่างช่วงการบรรจุจนกล่องถูกส่งไปถึงผู้ใช้ มีการเคลื่อนย้ายรวม 5 ครั้ง สภาวะอากาศในโกดังเก็บสินค้าตลอดปีจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด 80 % ตัวสินค้าเองบรรจุอยู่ในขวดพลาสติกที่ทนแรงกดได้สูงสุด 120 กก. ก่อนยุบ

เสียหาย แต่สามารถทนแรงกดได้ 60 กก. โดยขวดยังไม่เปลี่ยนรูปและสินค้าไม่เสียหาย อยากทราบว่าจะต้องใช้กล่องที่ทนต่อแรงกดอย่างน้อยเท่าไร จึงจะใช้งานได้โดยกล่องไม่ยุบเสียหาย

วิธีการประเมิน

1. สินค้าที่บรรจุในกล่องลูกฟูก บรรจุในขวดพลาสติกซึ่งทนต่อแรงกดได้สูงสุด 120 กก. P = 120 กก. แต่ขวดพลาสติกดังกล่าวทนต่อแรง 60 กก. ได้โดยยังไม่เกิดความเสียหาย $f_P = \frac{60}{120} = 0.50$

2. เหตุปัจจัยที่ทำให้ความต้านทานแรงกดกล่องลดลง ได้แก่

2.1 กล่องบรรจุสินค้าถูกกองเก็บแบบ Column Stacking วางบนกะบะ

% BCT ที่เหลือคือ 75 % f_S = 0.75

2.2 สินค้าจะถูกกองเก็บไว้ 30 วัน ก่อนถูกกระจายไปสู่ผู้ใช้ (จากรูปที่ 2)

% BCT ที่เหลือ คือ 72 % f_T = 0.72

2.3 ก่อนที่สินค้าจะถูกกระจายไปสู่ผู้ใช้ มีการเคลื่อนย้ายรวม 5 ครั้ง

% BCT ที่เหลือคือ 80 % f_H = 0.80

2.4 ในโกดังเก็บสินค้าจะมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงสุด 80 %

% BCT ที่เหลือ คือ 85 % F_{RH} = 0.85

3. จากสูตรคำนวณ BCT. $f_{RH}.f_T.f_H.f_S.\ Pf_P$ = (N-1)W

N = จำนวนชั้นของกล่องที่วางซ้อนกัน = 15 ชั้น

W = น้ำหนักรวมของสินค้าและกล่อง = 13 : 5 กก.

แทนค่า BCT (0.85) (0.72) (0.80) (0.75) + 120 (0.5) = (15-1) (13.5)

BCT = 351 กก.

ดังนั้น กล่องลูกฟูกที่จะใช้นี้ต้องทนต่อแรงกดได้อย่างต่ำ = 351 กก.

เมื่อประเมินคุณภาพกล่องที่ต้องการสำหรับใช้งานได้แล้ว ก็จะเลือกองค์ประกอบของกระดาษที่ใช้ทำกล่องได้โดยใช้ข้อมูลคุณภาพ กระดาษทำผิวกล่อง และกระดาษทำลูกฟูกจากตารางที่ 25 และตารางที่ 26 เป็นข้อมูลในการประมาณเลือกกระดาษที่ให้คุณภาพกล่องตามที่ต้องการได้ดังนี้ :-

1. การเลือกกระดาษที่ให้ความต้านทานแรงดันทะลุ (Burst) ของกล่องตามต้องการทำได้ดังนี้

1.1 ถ้าเลือกใช้กล่องลูกฟูก 3 ชั้น Single Wall Corrugated Box) ความต้านทานแรงดันทะลุของกล่องประมาณได้จากผลรวมของความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษที่ใช้ทำเป็นผิวด้านนอกและด้านในของกล่อง

1.2 ถ้าเลือกใช้กล่องลูกฟูก 5 ชั้น หรือ 7 ชั้น (Double/Tripple Wall Corrugated Box) ความต้านทานแรงดันทะลุของกล่องประมาณได้จากผลรวมความต้านทานแรงดันทะลุของกระดาษแผ่นเรียบที่ใช้เป็นองค์ประกอบของกล่องทุกชั้น

ตัวอย่างที่ 3 จากตัวอย่างที่ 1 กล่องลูกฟูกที่ต้องการใช้ต้องมีความต้านทานแรงดันทะลุไม่ต่ำกว่า 10.7 กก. ต่อ ตร.ซม. ควรเลือกใช้กระดาษเป็นองค์ประกอบอย่างไรสำหรับกล่องลูกฟูก 3 ชั้นที่จะใช้

วิธีประมาณ จากข้อมูลคุณภาพกระดาษในตารางที่ 1 จะมีองค์ประกอบของกระดาษที่เป็นไปได้ซึ่งให้ค่าความต้านทานแรงดันทะลุใกล้เคียงหรือสูงกว่าระดับที่ต้องการดังนี้ :-

KA 230/CA 125/KA 230 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 12.8 กก. ต่อ ซม.

KA 230/CA 125/KA 185 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 11.5 กก. ต่อ ซม.

KA 230/CA 125/KA 150 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 10.6 กก. ต่อ ซม.

KA 230/CA 125/KA 125 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 9.9 กก. ต่อ ซม.

KA 230/CA 125/KI 185 มีความต้านทานแรงดันทะลุต่ำสุด 10.2 กก. ต่อ ซม.

* เป็นวิธีเขียนแสดงองค์ประกอบกระดาษแต่ละชั้น โดยแสดงชนิดเกรด และน้ำหนักมาตรฐานของกระดาษตั้งแต่ชั้นนอกสุดถึงชั้นในสุด และใช้เครื่องหมาย / ขีดคั่นองค์ประกอบกระดาษแต่ละชั้นให้เห็นแยกกันชัดเจนขึ้น

ในการเลือกองค์ประกอบกระดาษทำกล่อง (Board Combination) ที่จะใช้ควรพิจารณาหาค้านราคาของทุกองค์ประกอบกระดาษที่เป็นไปได้ประกอบด้วย ในกรณีนี้ถ้าทุกองค์ประกอบกระดาษมีราคาเท่ากัน ควรเลือก KA 230/CA 125/KA 185 ซึ่งให้ค่าความต้านทานแรงดันทะลุใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการมากที่สุด ในกรณีของกล่องลูกฟูกที่ใช้งานทั่ว ๆ ไป มักเลือกใช้กระดาษทำลูกฟูกเป็น CA 125 แต่ถ้าพบว่าในการใช้งานบางอย่างโดยเฉพาะ CA 125 มีความแข็งแรงไม่เพียงพอแล้ว ควรปรึกษาผู้ผลิตกล่องเพื่อใช้กระดาษทำลูกฟูกที่หนาขึ้นและแข็งแรงขึ้น หรือถ้าเห็นว่าไม่จำเป็นต้องใช้กระดาษทำลูกฟูกที่แข็งแรงมาก ขนาด CA 125 ก็เลือกใช้ CA 115 แทนได้

2. การเลือกกระดาษที่ให้ความต้านทานแรงกดกล่องตามต้องการทำได้ดังนี้

2.1 คำนวณหาความต้านทานแรงกดวงแหวนรวมของกระดาษ ทำผิวกล่องรวมทุกชั้น จากสูตรคำนวณต่อไปนี้

$$BCT = 5.87\ K\ [\text{ผลรวม } RCT_L + \text{ผลรวม (C) } (RCT_M)]\ \sqrt{ZH}$$

โดยที่

BCT = Box Compression Test/Strength หรือความต้านทานแรงกดกล่องมีหน่วยเป็น กก.

K = ค่าคงที่สำหรับขนาดลอนลูกฟูกต่าง ๆ

ผลรวม RCT_L = ผลรวมของค่า RCT-CD (Ring Crush Test-Cross Direction) หรือความต้านทานแรงกดวงแหวนแนวขวางเครื่องจักรของกระดาษทำผิวกล่อง (Liner Board) ทุกชั้น หรือกระดาษแผ่นเรียบที่เป็นองค์ประกอบกล่องทุกชั้น มีหน่วยเป็น กก./ซม.

C = อัตราส่วนความยาวของกระดาษที่ทำลอนลูกฟูกเทียบกับความยาวของกระดาษทำผิวกล่องที่ใช้ทำแผ่นลูกฟูกยาว 1 หน่วยตามแนวเครื่องจักร อัตราส่วนนี้จะมีค่าแตกต่างกันตามขนาดของลอนลูกฟูกที่ใช้ (รายละเอียดดังตารางที่ 27)

RCT_M = ค่า RCT-CD หรือความต้านทานแรงกดวงแหวนแนวขวางเครื่องจักรของกระดาษทำลูกฟูกที่ถูกนำไปคัดเป็นลอนลูกฟูกทุกชั้นมีหน่วยเป็น กก./ซม.

ผลรวม (C) (RCTM) = ผลรวมของผลคูณระหว่าง C และ RCT_M

Z = 2 (ขนาดยาวกล่อง + ขนาดกว้างกล่อง).....ขนาดภายในของกล่อง

H = ความหนาของแผ่นลูกฟูก (ใช้ข้อมูลจากการวัดความหนาของแผ่นลูกฟูกเป็นการประมาณในการคำนวณไปก่อน เนื่องจากยังไม่ทราบว่าจะเลือกใช้กระดาษอะไรบ้าง)

2.1.1 กรณีที่เลือกใช้กล่องลูกฟูก 3 ชั้น คำนวณหาผลรวมความต้านทรงแรงกดวงแหวนของกระดาษทำผิวกล่อง 2 ชั้น โดยสมมุติกระดาษทำลูกฟูกที่ใช้ 1 ชั้น รวมถึงขนาดของลอนลูกฟูกที่จะเลือกใช้ด้วย

2.1.2 กรณีที่เลือกใช้กล่องลูกฟูก 5 ชั้น คำนวณหาความต้านทานแรงกดวงแหวนของกระดาษทำผิวกล่อง 3 ชั้น โดยสมมุติกระดาษทำลูกฟูกที่ใช้ 2 ชั้น รวมถึงขนาดของลอนลูกฟูกที่จะเลือกใช้ทั้ง 2 ลอนด้วย

ตาราง 24 แสดงชนิดของลอนกระดาษ

ชนิดของลอน	ค่าของ K	ค่าของ C	ความสูงประมาณของลอน (ซม.)
A	1.10	1.58	0.47
C	1.15	1.50	0.35
B	1.20	1.38	0.25
B,A	1.20	2.96	
B,C	1.20	2.88	

2.2 เลือกกระดาษทำผิวกล่องที่ให้ความต้านทานแรงกดวงแหวนแนวขวางเครื่องจักร (RCT-CD) ใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ

ตัวอย่างที่ 4 จากตัวอย่างที่ 2 กล่องลูกฟูกที่ต้องการใช้ต้องมีความต้านทานแรงกดกล่องไม่ต่ำกว่า 351 กก. ควรเลือกใช้กระดาษเป็นองค์ประกอบอย่างไร ถ้าจะเลือกใช้กล่องลูกฟูก 5 ชั้น ลอน B, C ซึ่งมีขนาดภายในยาว 50 ซม. กว้าง 25 ซม. และสูง 4 ซม.

วิธีการคำนวณ

1. คำนวณหาผลรวม RCT-CD ของกระดาษผิวกล่องทุกชั้น โดยเลือกใช้ CA125 เป็นกระดาษทำลูกฟูกทั้ง 2 ชั้น โดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

BCT = 5.87 K [ผลรวม RCT_L + (C) (RCT_M)] $\sqrt{ZH}$

BCT = ความต้านทานแรงกดกล่องต่ำสุดที่ต้องการ = 351 กก.

K = 1.20 ตามตารางที่ 6 สำหรับลอน B, C

C = 2.88 ตามตารางที่ 6 สำหรับลอน B, C

RCT_M = ความต้านทานแรงกดวงแหวนของกระดาษ CA125

= 9.5 กก./6 นิ้ว = 0.62กก./ซม.

Z = 2 (ขนาดยาวกล่อง + ขนาดกว้างกล่อง)

= 2 (50 + 25) = 150 ซม.

H = ความหนาของแผ่นลูกฟูก 5 ชั้น ลอน B, C ประมาณ = 0.65 ซม.

แทนค่า

351 = 5.87 (1.20) [ผลรวม RCT_L + (2.88) (0.62)] $\sqrt{(150)(0.65)}$

351 = 69.5539 [ผลรวม RCT_L + 1.7586]

ผลรวม RCT_L = 3.26 กก./ซม.

โดยทั่วไปกระดาษแผ่นเรียบชั้นกลางมักจะใช้กระดาษทำลูกฟูกแทนกระดาษทำผิวกล่อง ในกรณีนี้จะเลือกใช้กระดาษ CA 125 ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงกดวงแหวน 0.62 กก./ซม.

ดังนั้น ผลรวม RCTL ของกระดาษผิวกล่องอีก 2 ชั้นที่ต้องการ = 3.26 - 0.62

= 2.64 กก./ซม.

2. เลือกกระดาษทำผิวกล่องที่ให้ค่าความต้านทานแรงกดวงแหวนรวมใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ กระดาษผิวกล่องที่ควรเลือกเป็นองค์ประกอบมีดังนี้

KA230/3CA 125/KI 185 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.72 กก./ซม.

KA230/3CA 125/KI 150 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.49 กก./ซม.

KA230/3CA 125/KA 150 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.76 กก./ซม.

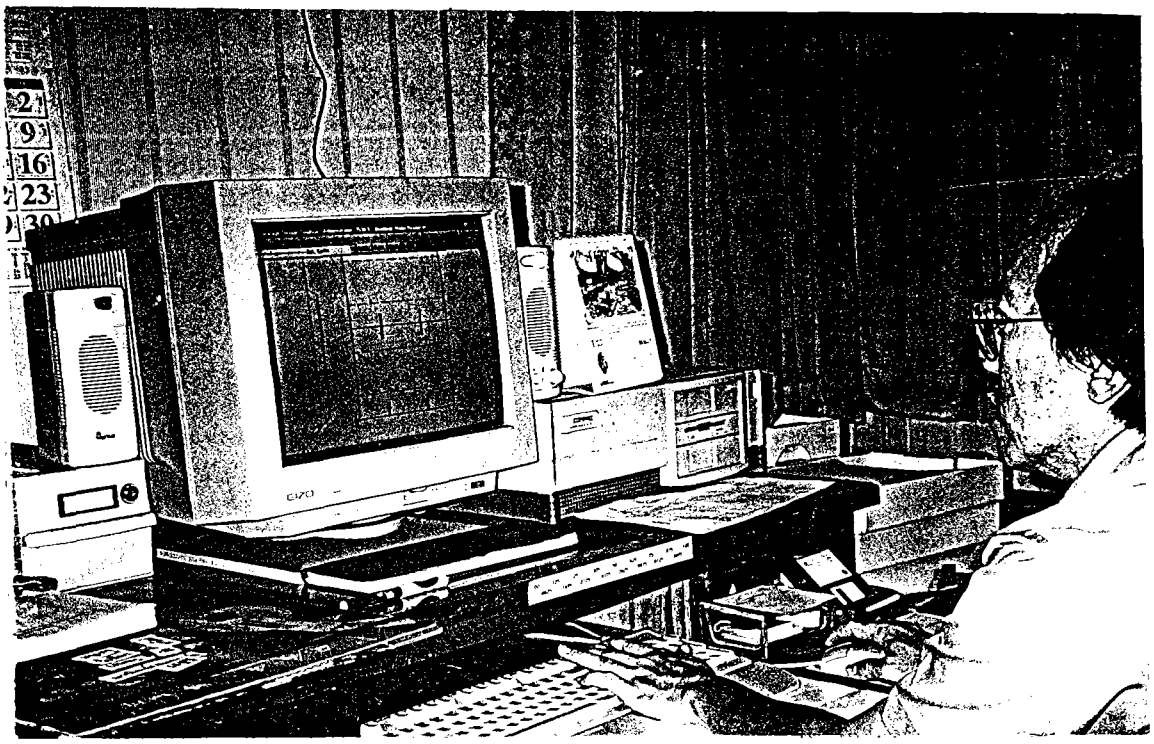
KA230/3CA 125/KI 125 มีผลรวม RCT_L ของกระดาษผิวกล่อง 2 ชั้น = 2.59 กก./ซม.

เป็นวิธีเขียนแสดงองค์ประกอบกระดาษของแผ่นลูกฟูก 5 ชั้น ที่มีกระดาษทำลูกฟูกทั้ง 2 ชั้น และกระดาษทำผิวกล่องชั้นกลางเป็นกระดาษชนิดเดียวกัน แต่อาจเขียนแสดงองค์ประกอบกระดาษทุกชั้นได้ดังเช่น KA230/CA 125/CA 125/CA 125/KI 185

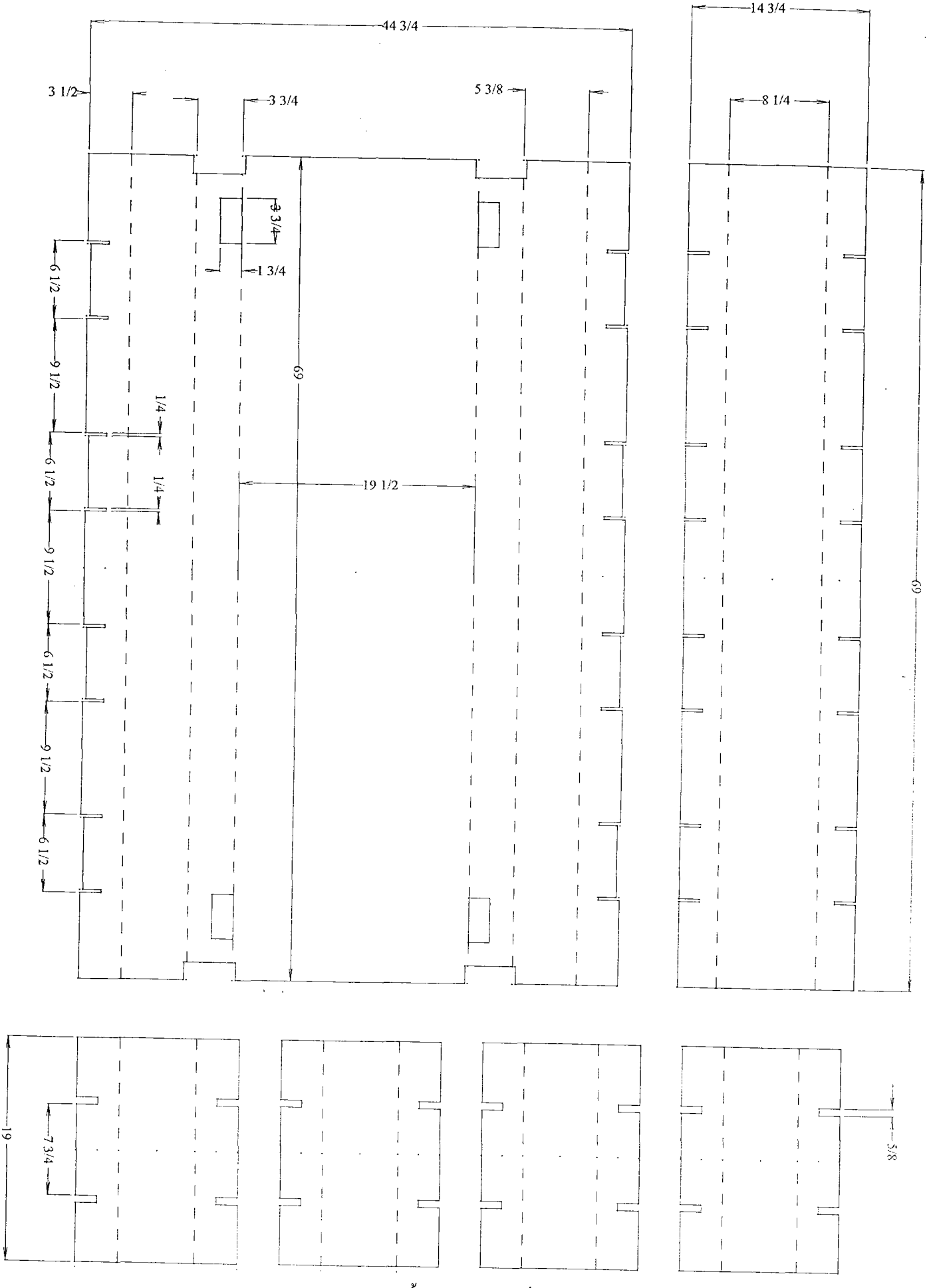
ในการเลือกองค์ประกอบกระดาษทำกล่องที่จะใช้ ควรพิจารณาทางด้านราคาประกอบด้วย ในกรณีนี้ถ้าทุกองค์ประกอบกระดาษมีราคาเท่ากันแล้ว ควรเลือก KA 230/3CA 125/ KI 185 ซึ่งให้ค่าความต้านทานแรงกดกล่องสูงกว่าค่าที่ต้องการเป็นอันดับแรก

ภาคผนวก ง.

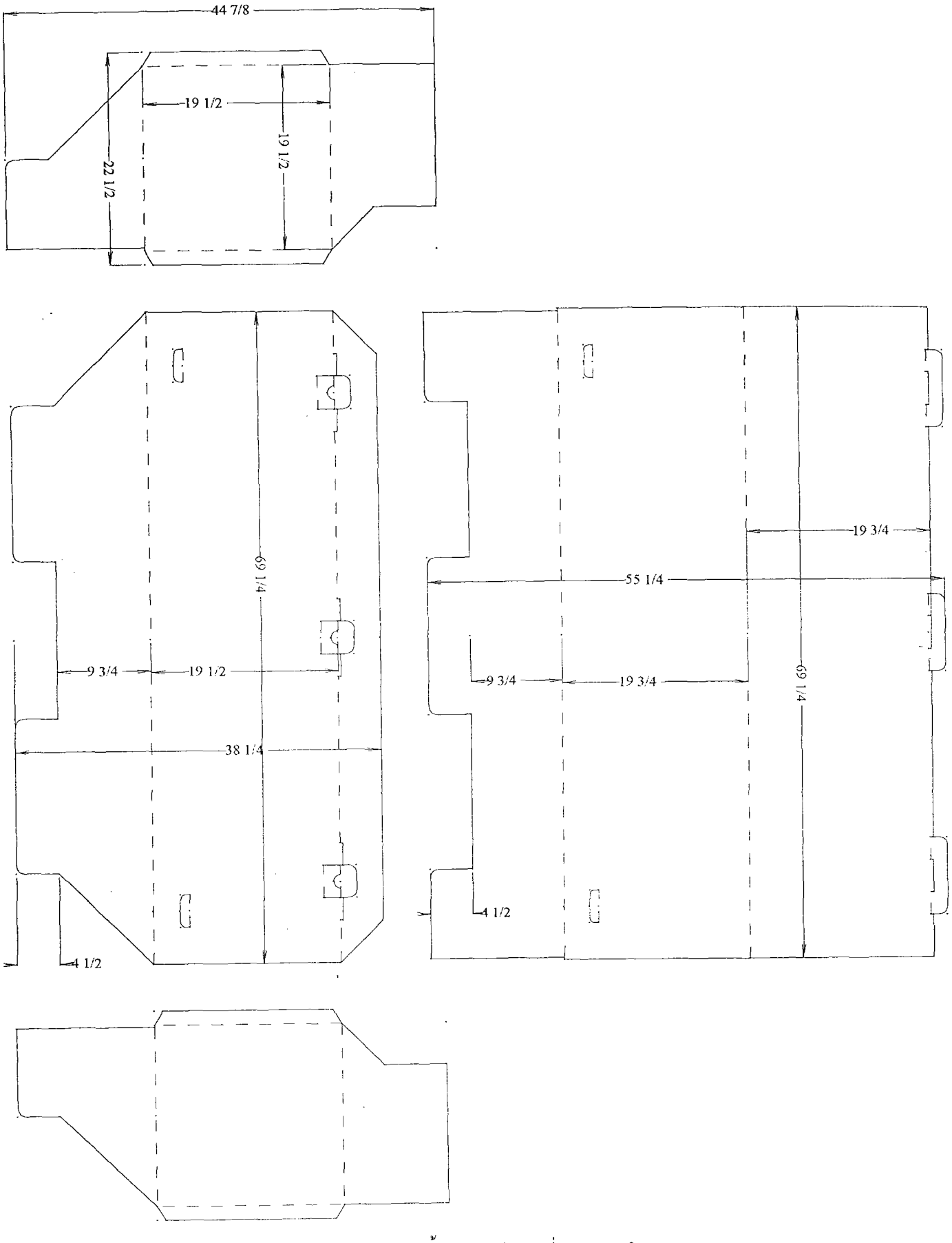
ขั้นตอนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก
และขั้นตอนการดำเนินการทดลอง



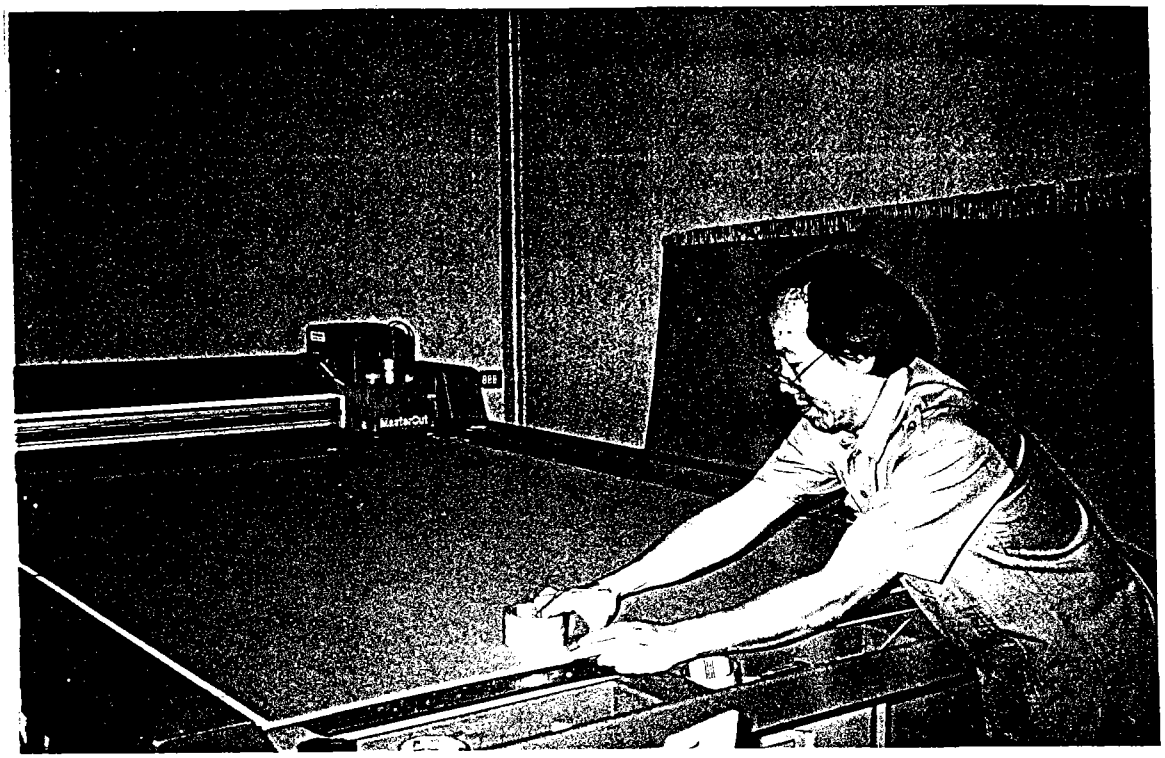
ภาพประกอบ 65 แสดงขั้นตอนการออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์



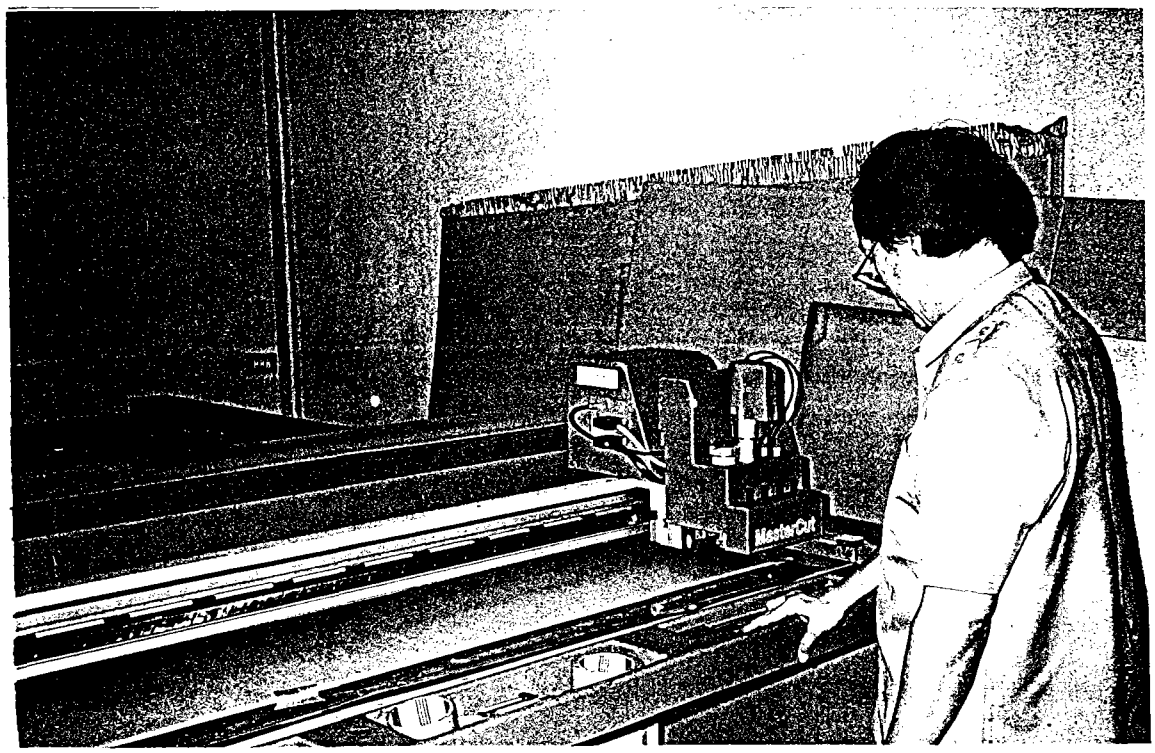
ภาพประกอบ 66 แสดงขั้นตอนรูปแบบที่ออกแบบโลงศพกระดาษ 1



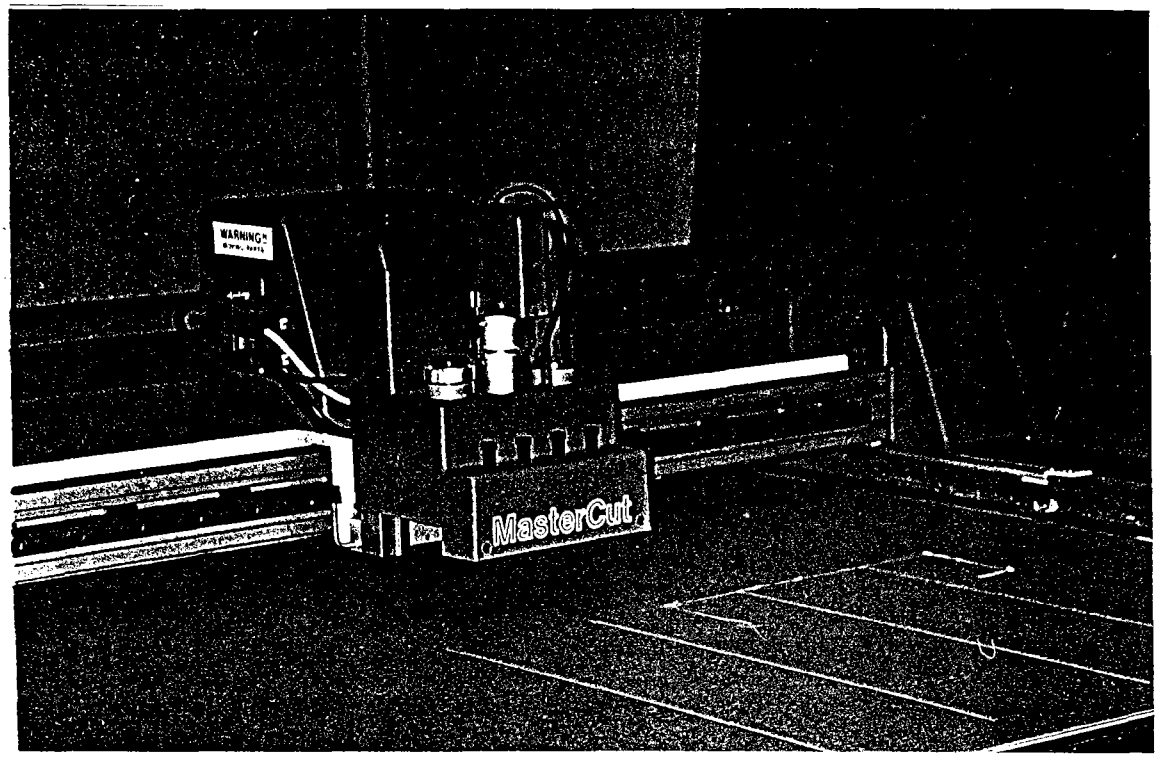
ภาพประกอบ 67 แสดงขั้นตอนรูปแบบที่ออกแบบโลงศพกระดาษ 2



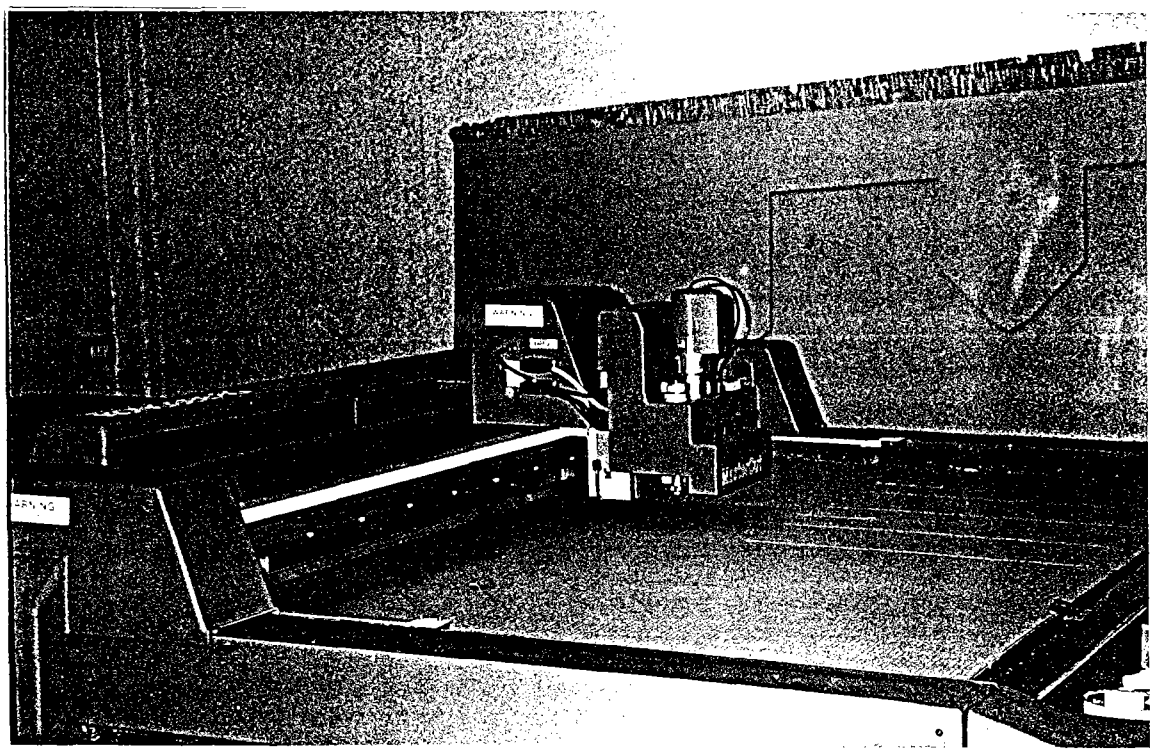
ภาพประกอบ 68 แสดงขั้นตอนการนำกระดาษเข้าสู่เครื่องไดคัท



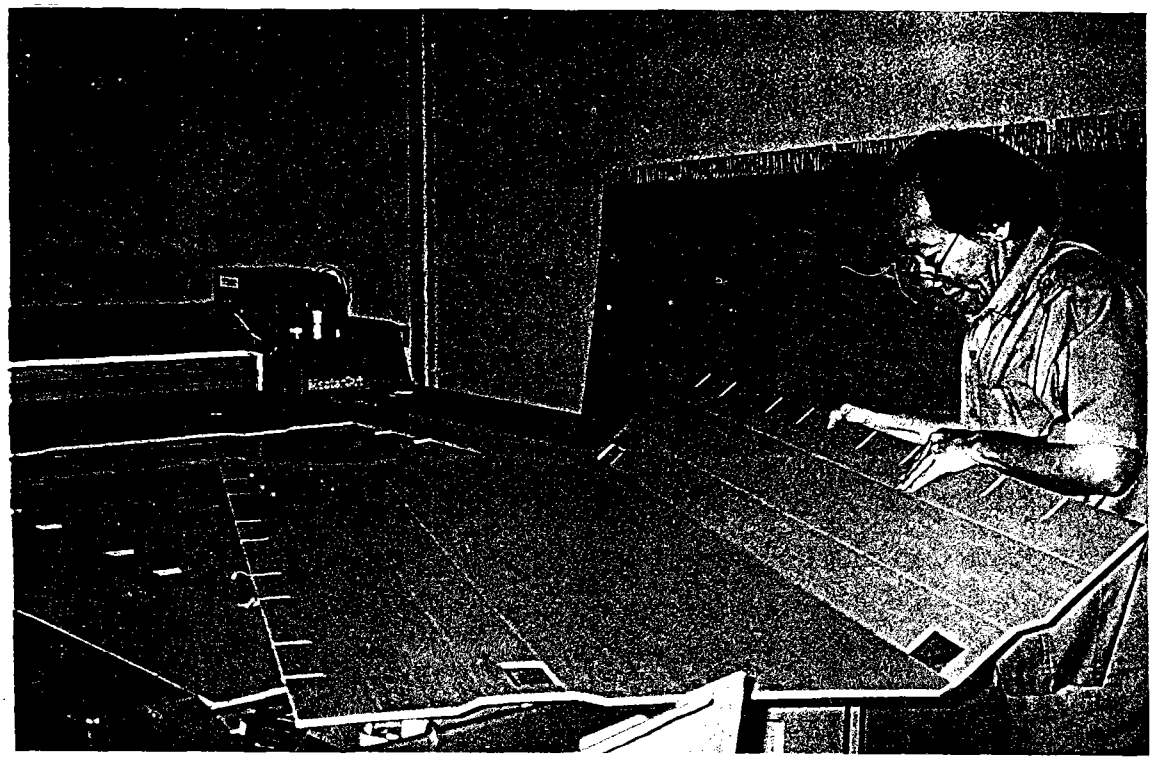
ภาพประกอบ 69 แสดงขั้นตอนการป้อนข้อมูลเพื่อทำการตัดตามรูปแบบที่ออกแบบไว้



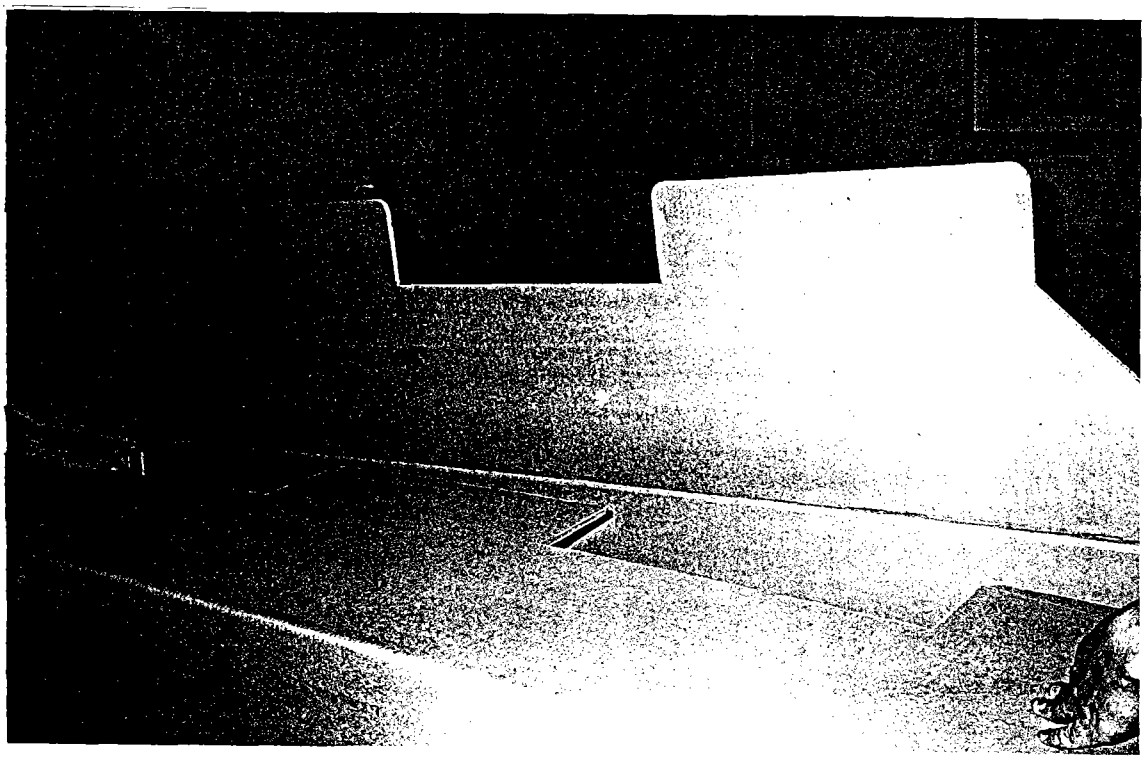
ภาพประกอบ 70 แสดงขั้นตอนเครื่องไดคัทและการทำงาน 1



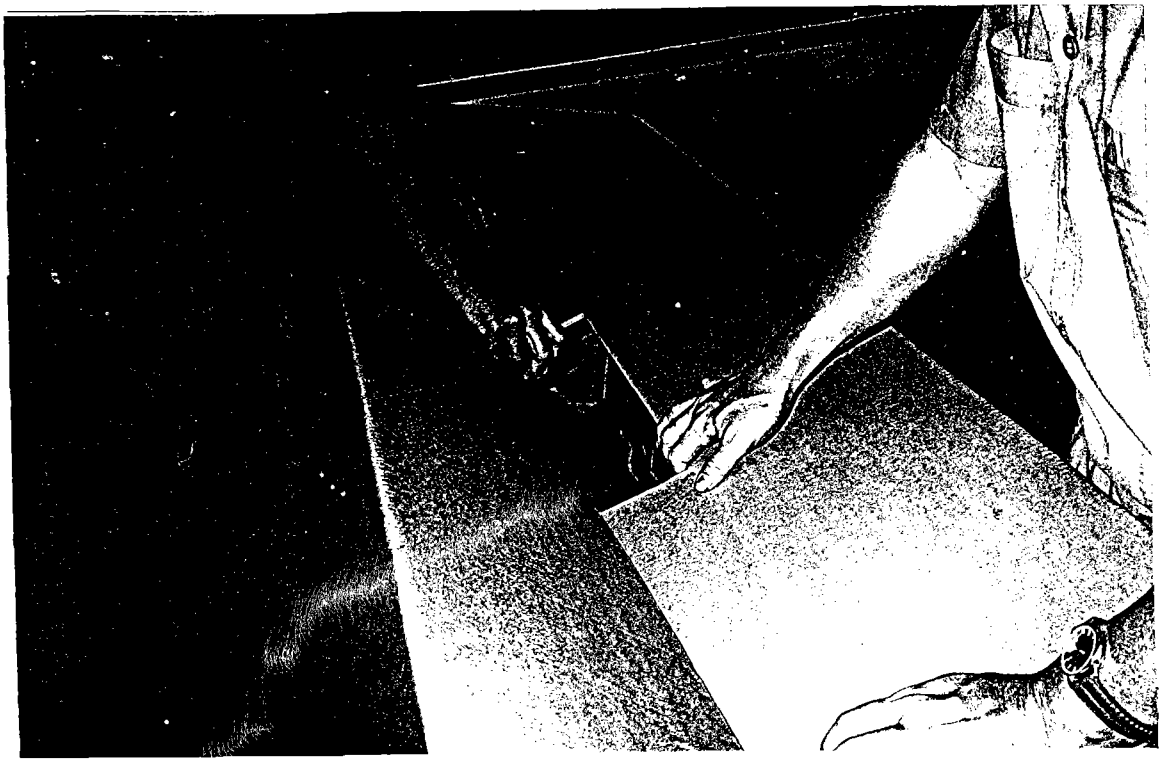
ภาพประกอบ 71 แสดงขั้นตอนเครื่องไดคัทและการทำงาน 2



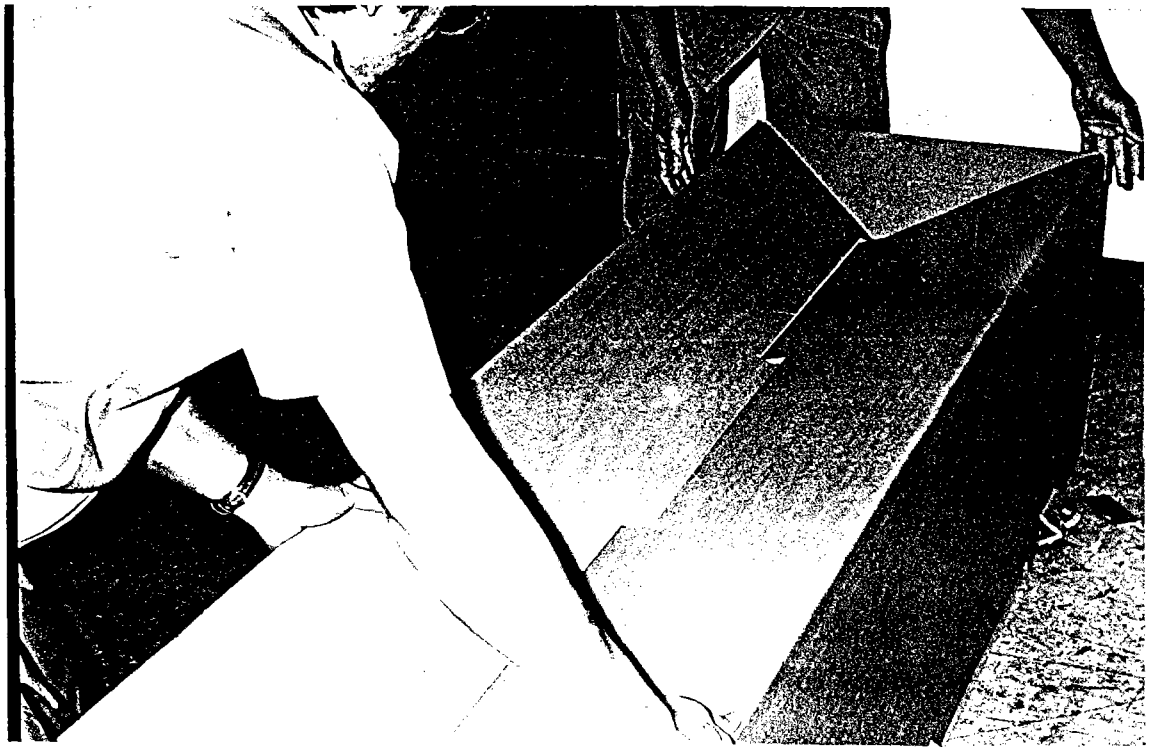
ภาพประกอบ 72 แสดงขั้นตอนการนำส่วนที่ตัดออกมาประกอบ



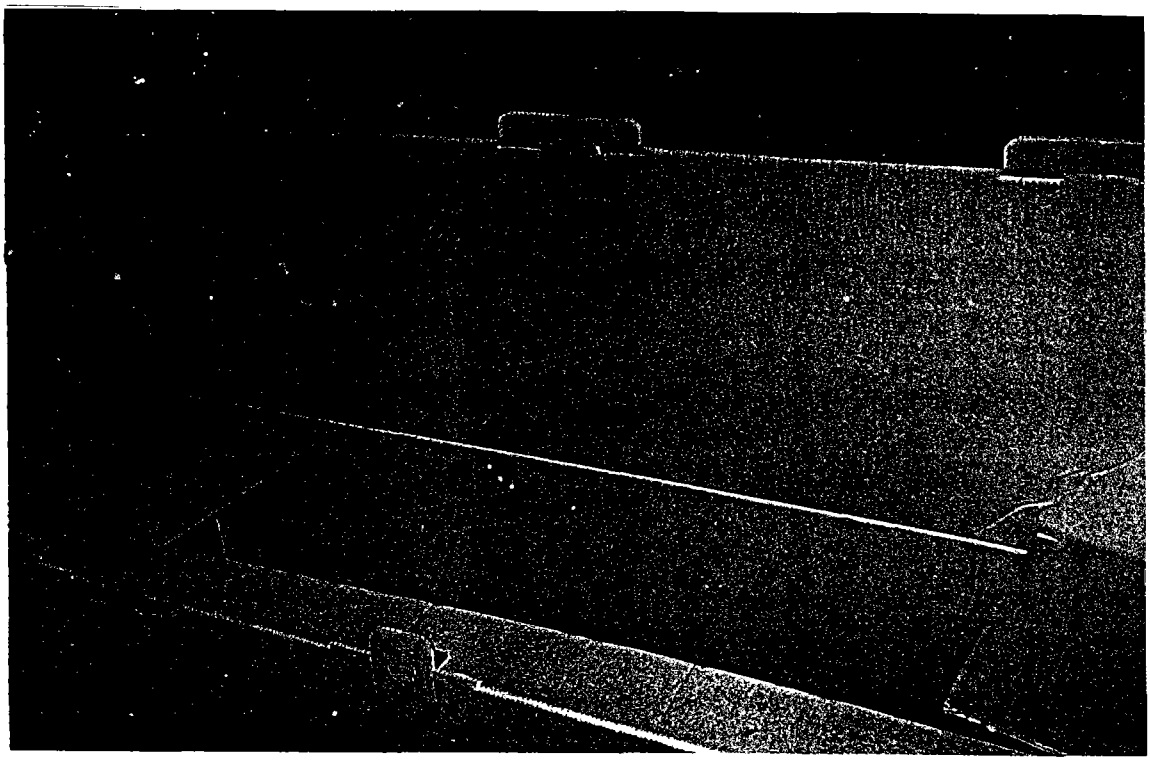
ภาพประกอบ 73 แสดงขั้นตอนการประกอบส่วนด้านล่างของโลงศพ 1



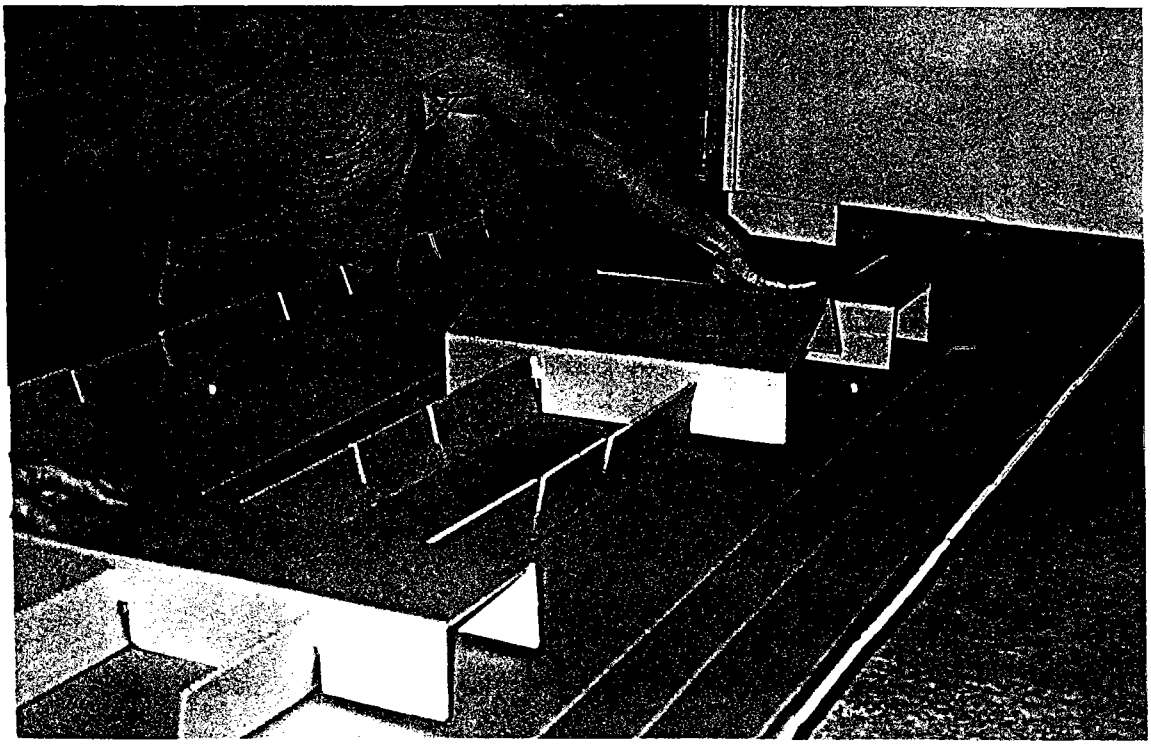
ภาพประกอบ 74 แสดงขั้นตอนการประกอบส่วนด้านล่างของโลงศพ 2



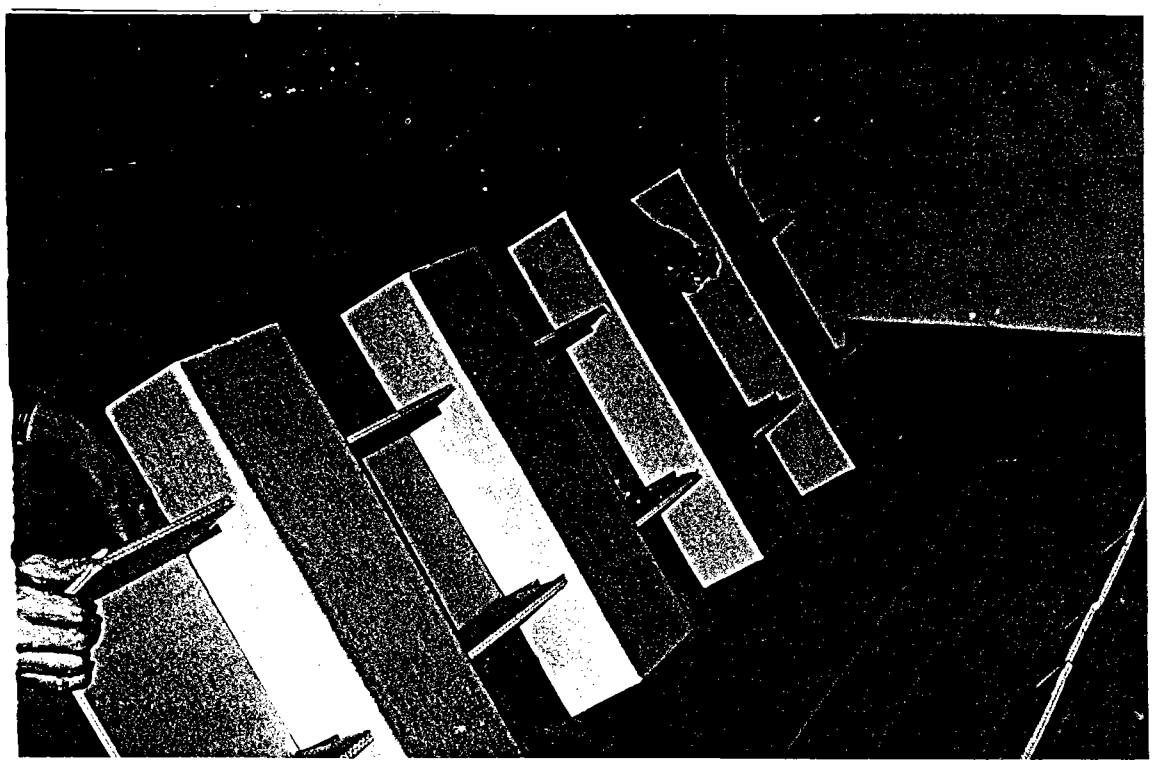
ภาพประกอบ 75 แสดงส่วนด้านล่างของโลงศพที่ประกอบแล้ว



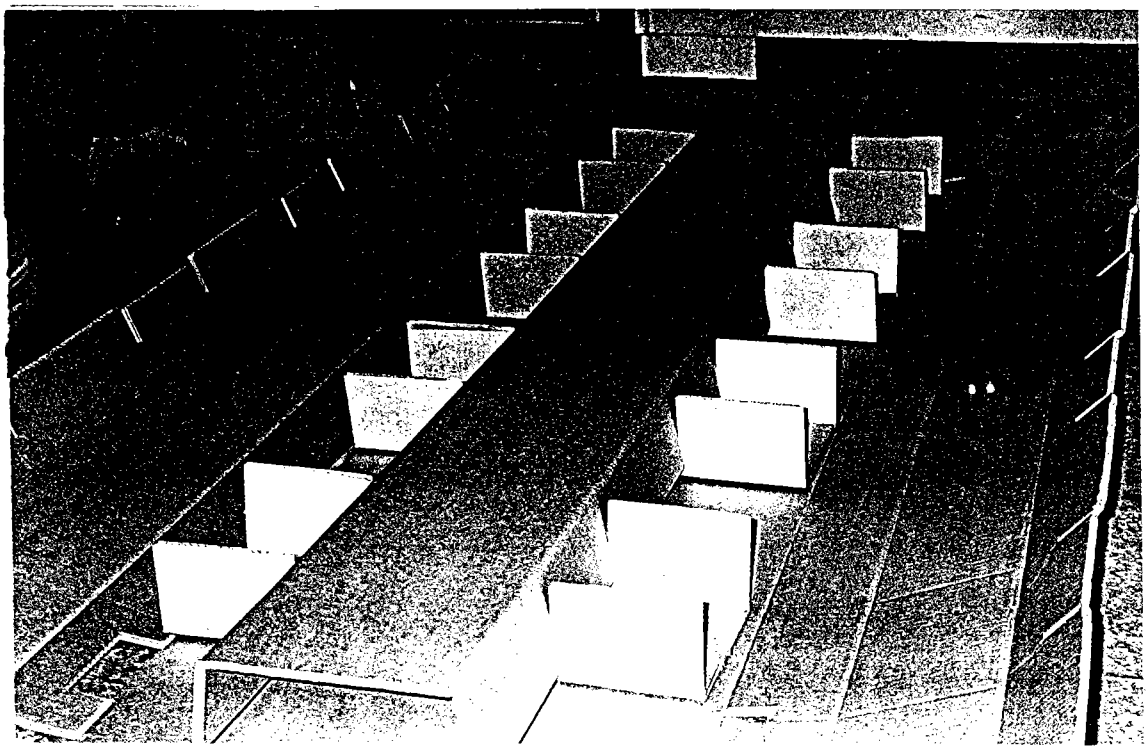
ภาพประกอบ 76 แสดงส่วนด้านบนของฝาโลงศพกระดาษลูกฟูก



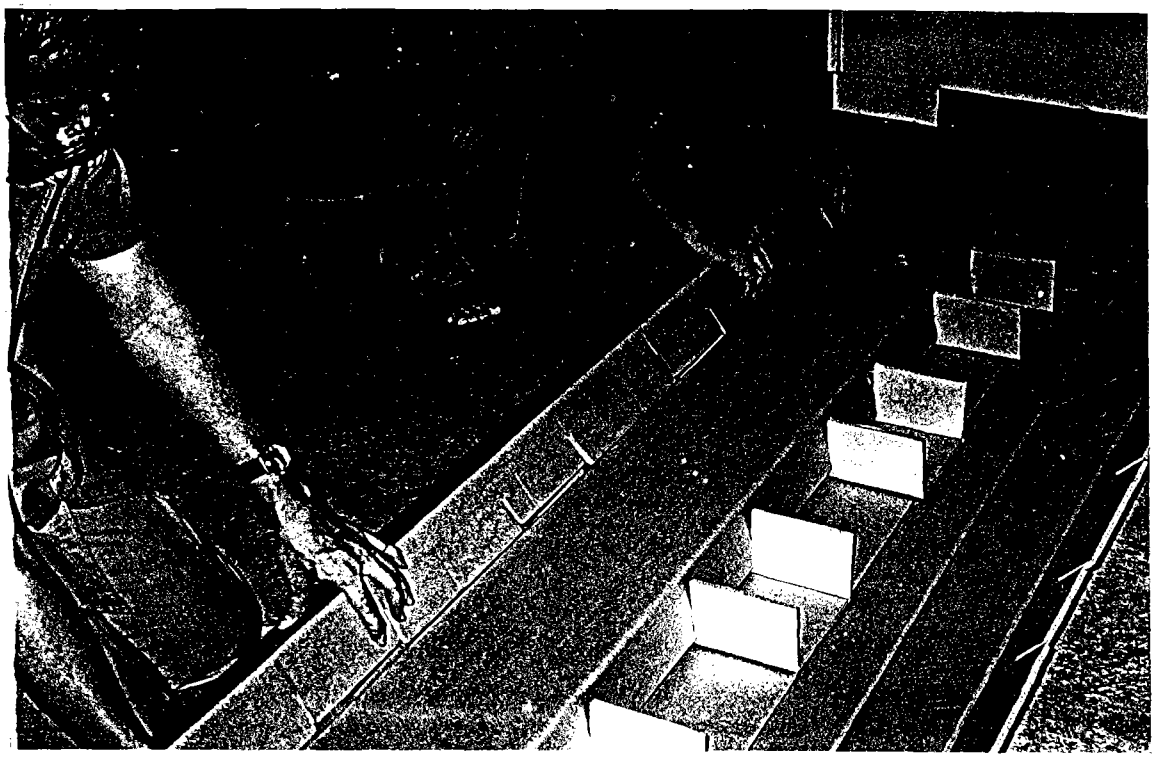
ภาพประกอบ 77 แสดงการประกอบส่วนฐานล่างของโลงศพกระดาษลูกฟูก



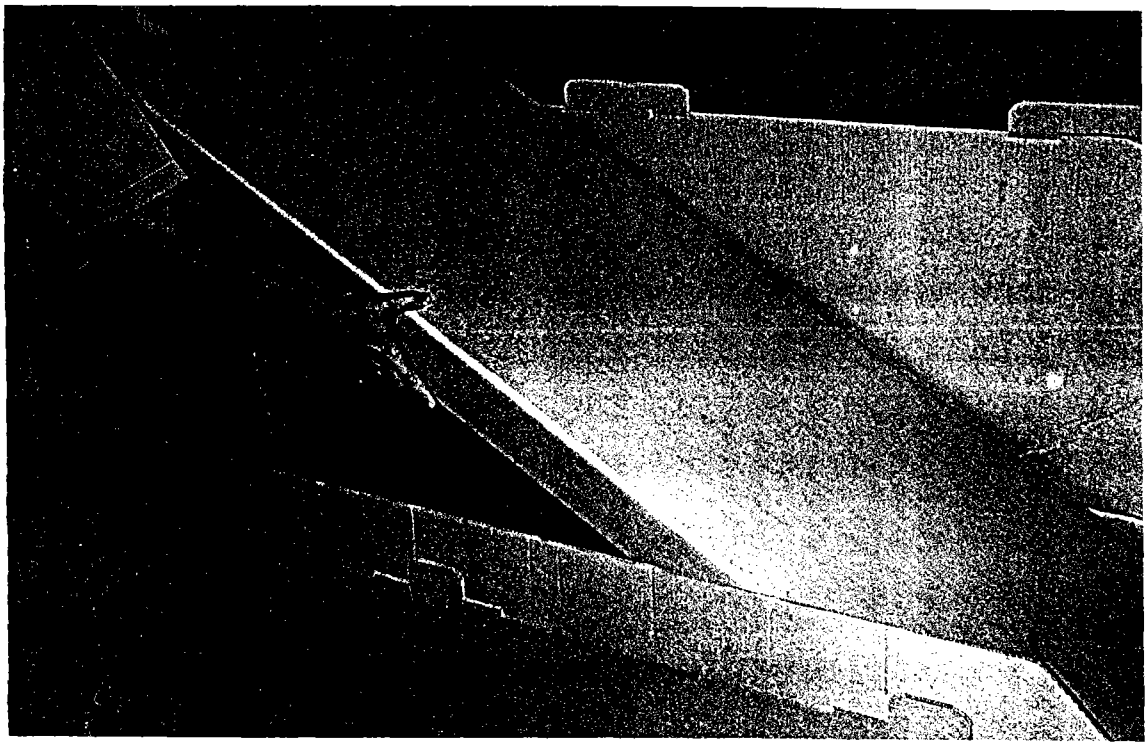
ภาพประกอบ 78 แสดงโครงสร้างในส่วนที่รองรับน้ำหนักของโลงศพกระดาษลูกฟูก 1



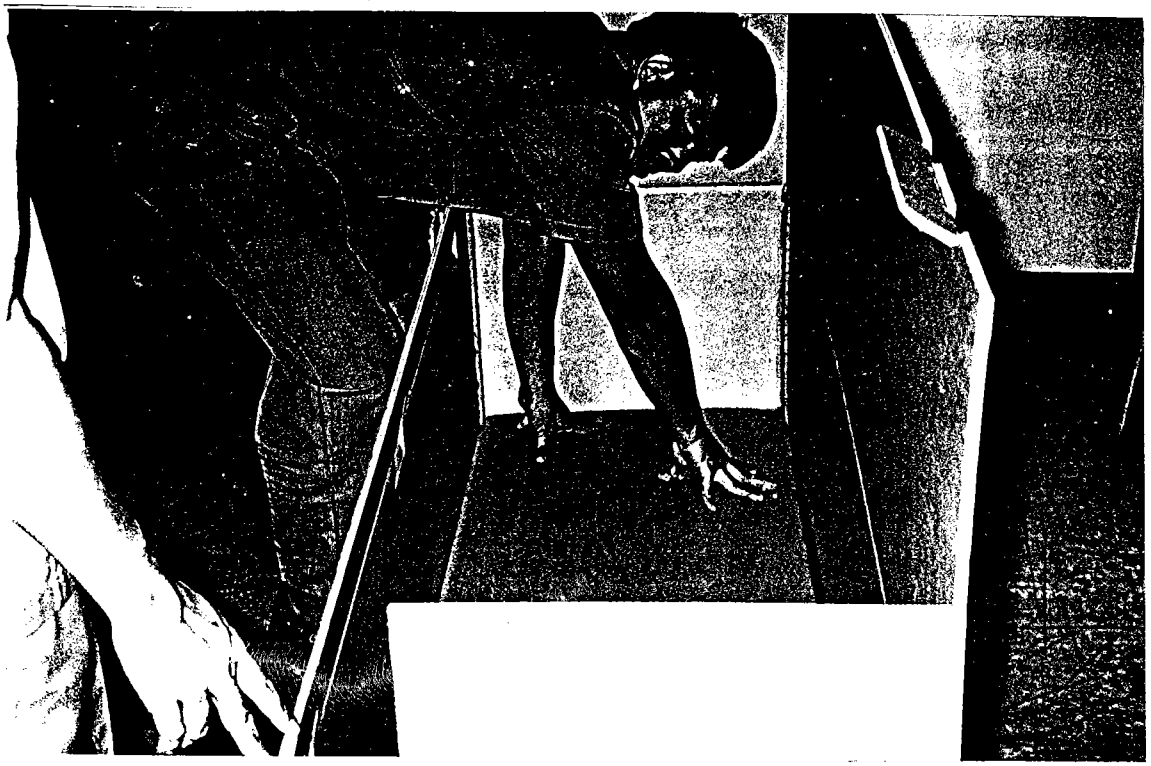
ภาพประกอบ 79 แสดงโครงสร้างในส่วนที่รองรับน้ำหนักของโลงศพกระดาษลูกฟูก 2



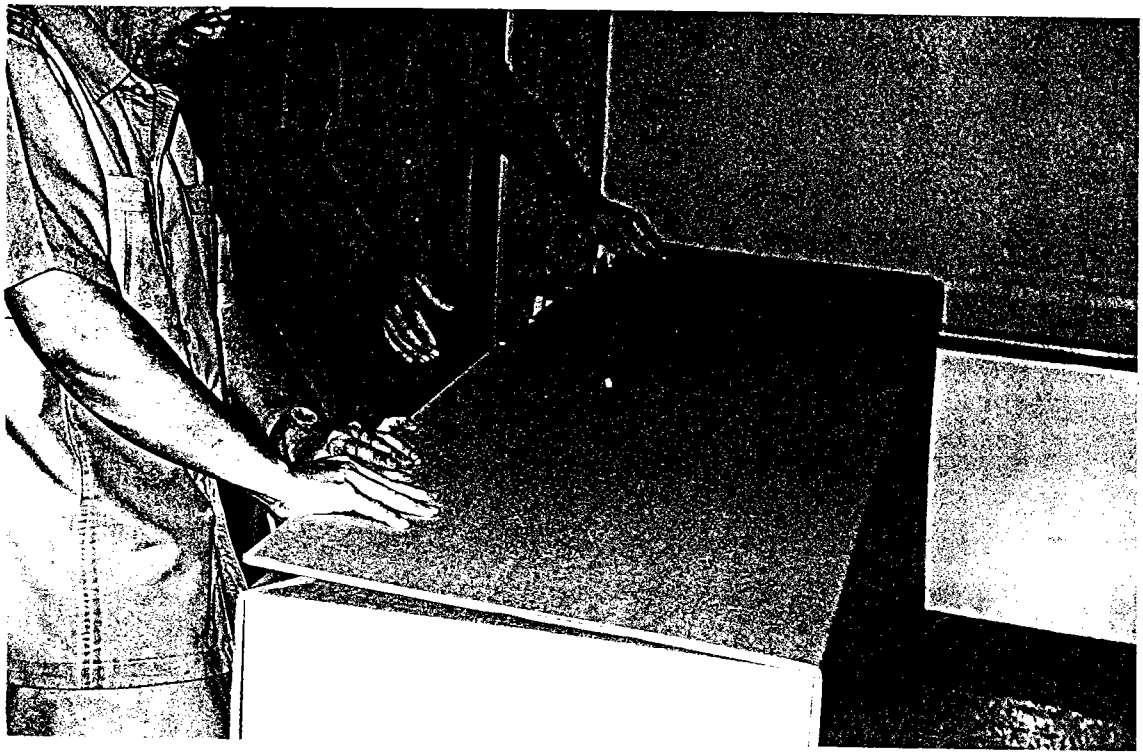
ภาพประกอบ 80 แสดงการประกอบโครงสร้างของฐานรองรับน้ำหนัก



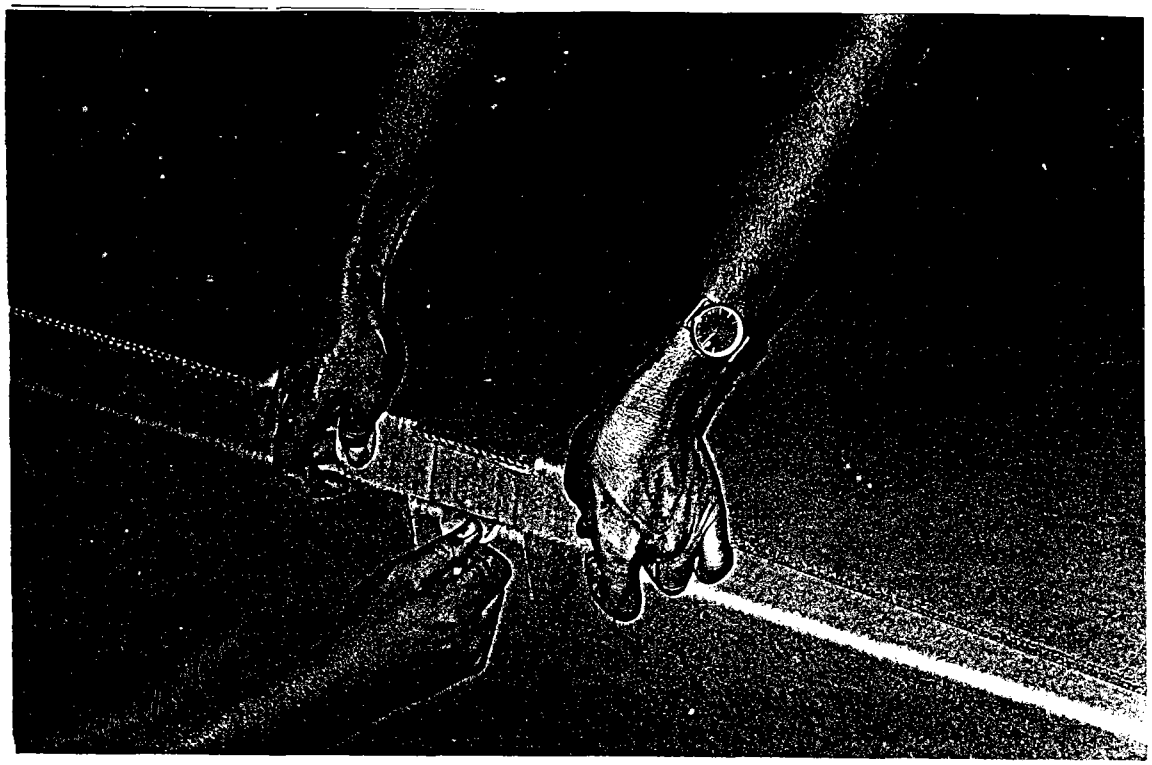
ภาพประกอบ 81 แสดงการประกอบฐานโลงศพกระดาษลูกฟูก 1



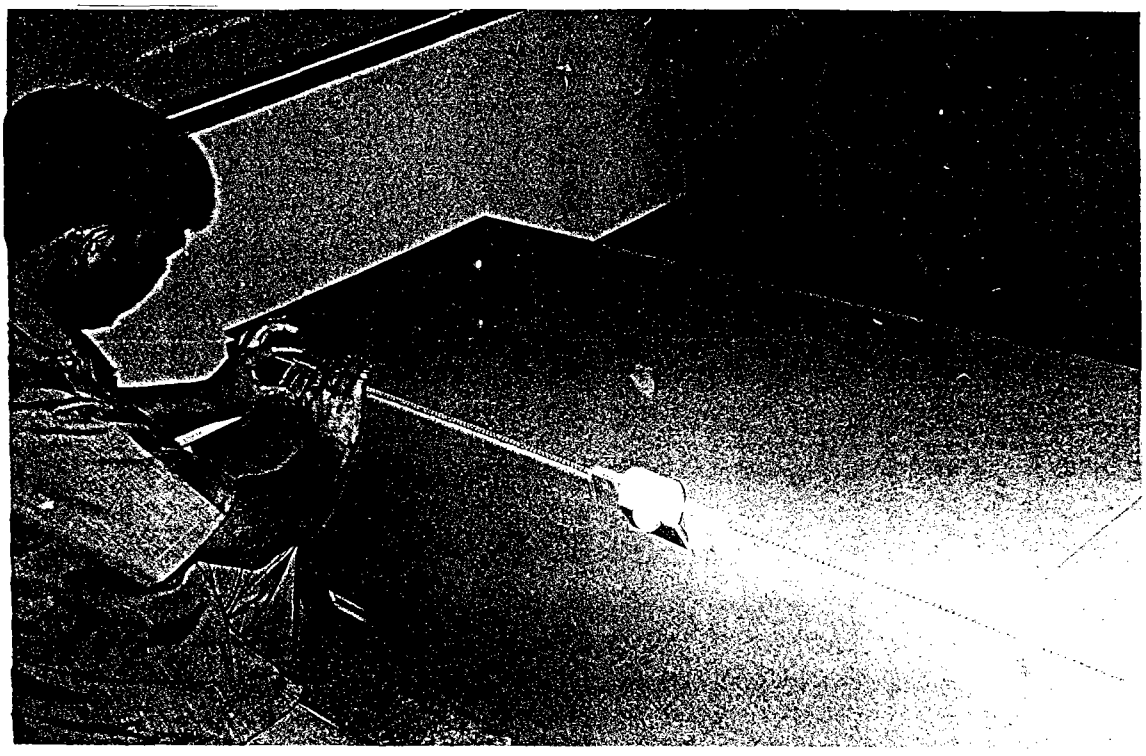
ภาพประกอบ 82 แสดงการประกอบฐานโลงศพกระดาษลูกฟูก 2



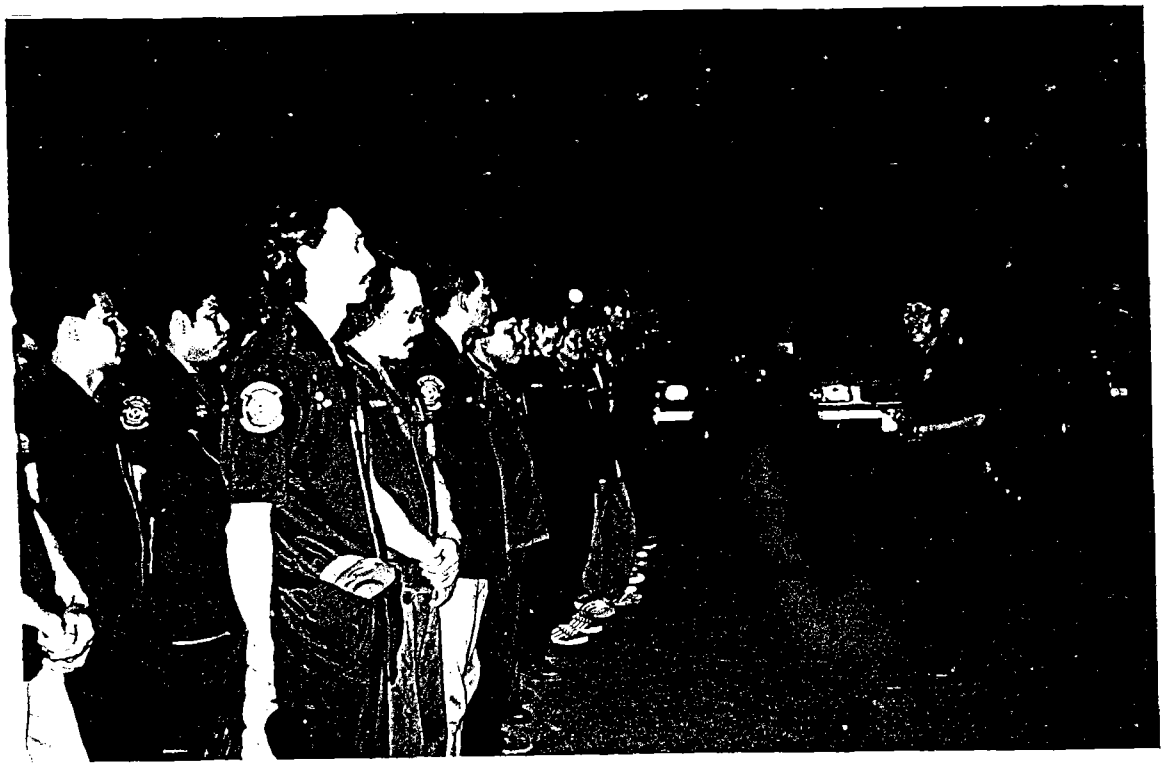
ภาพประกอบ 83 แสดงการปิดฝาโลงศพกระดาษลูกฟูก



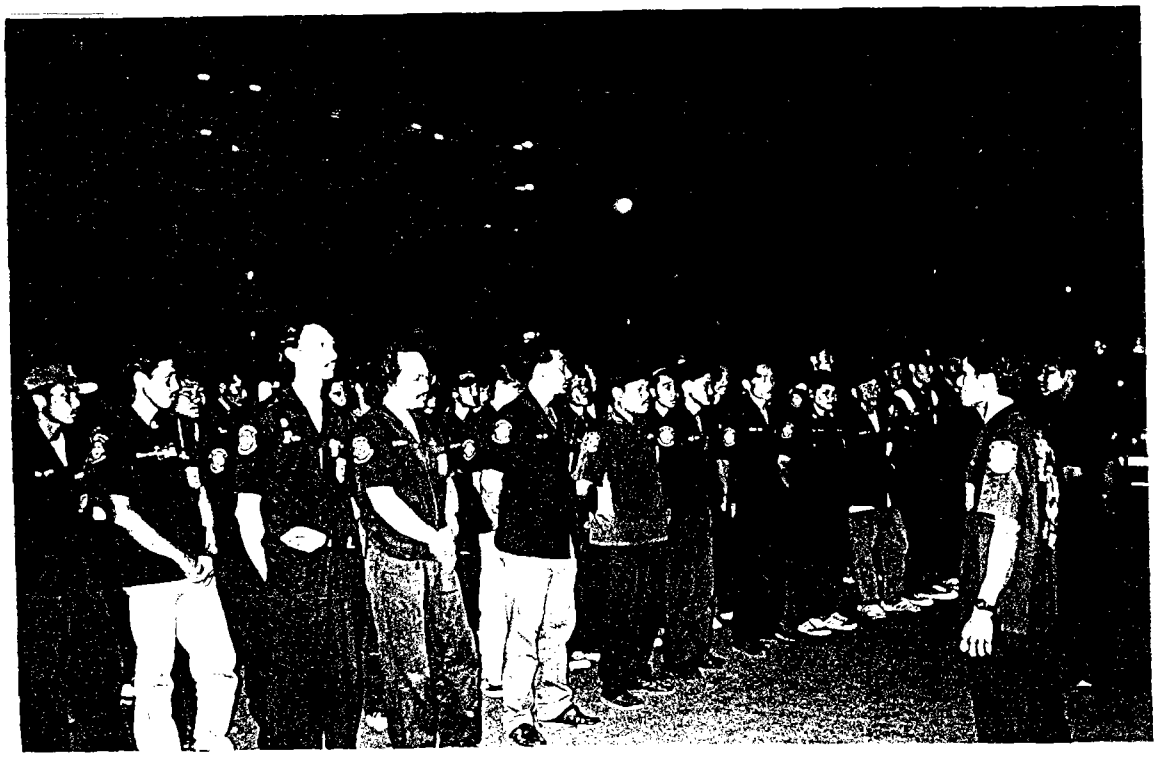
ภาพประกอบ 84 แสดงการปิดฝาโลงศพกระดาษลูกฟูกจากตัวล๊อค 1



ภาพประกอบที่ 85 แสดงการปิดฝาโลงศพกระดาษลูกฟูกจากตัวล๊อค 2

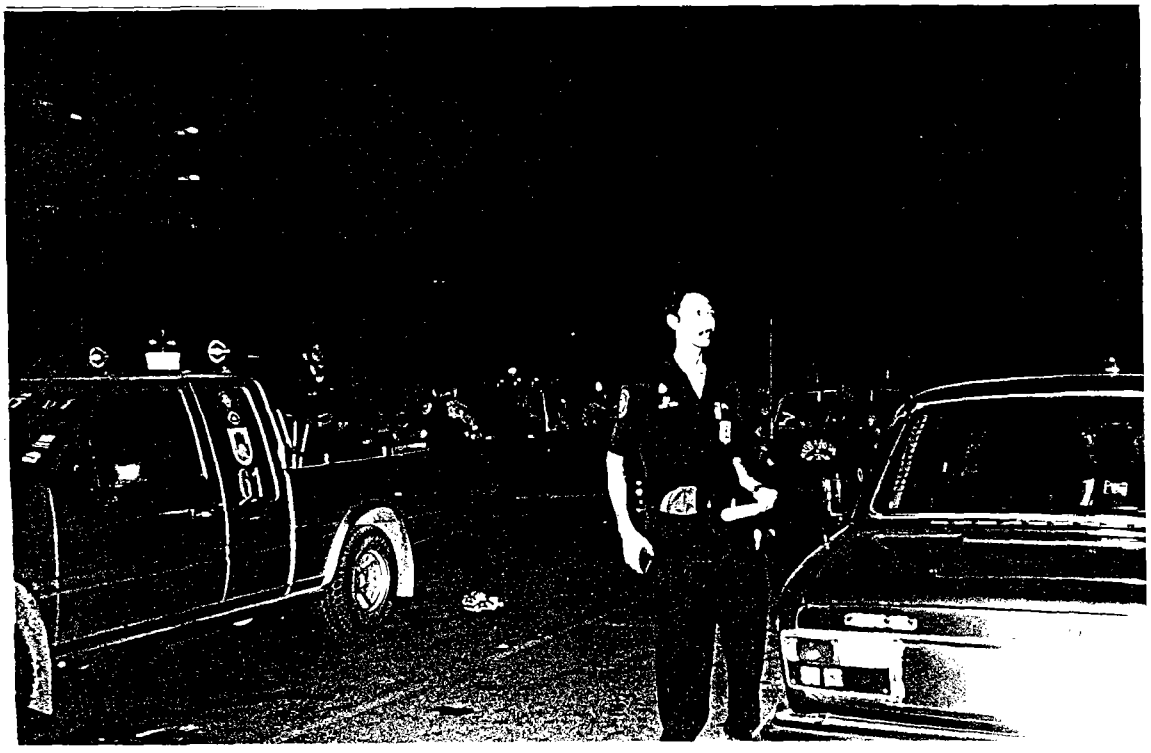


ภาพประกอบ 86 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานของมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 1

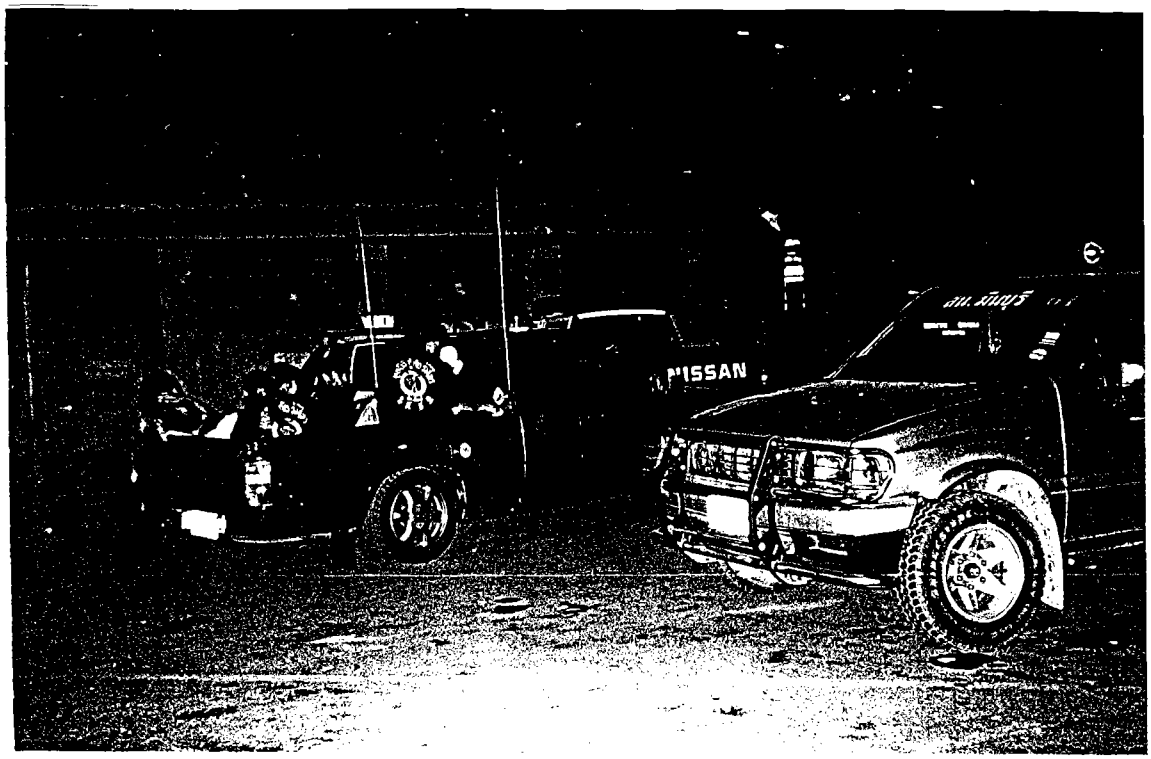


ภาพประกอบ 87 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานของมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 2

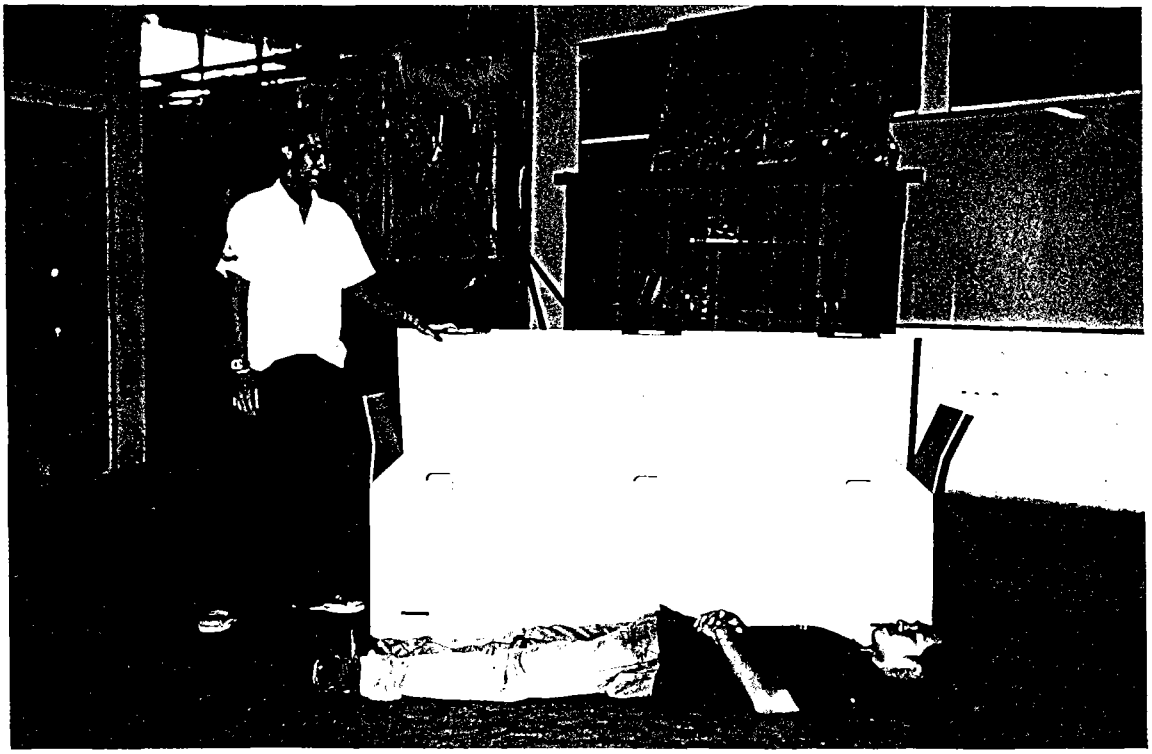
ภาพประกอบ 88 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานของมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 3



ภาพประกอบ 89 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานของมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 4

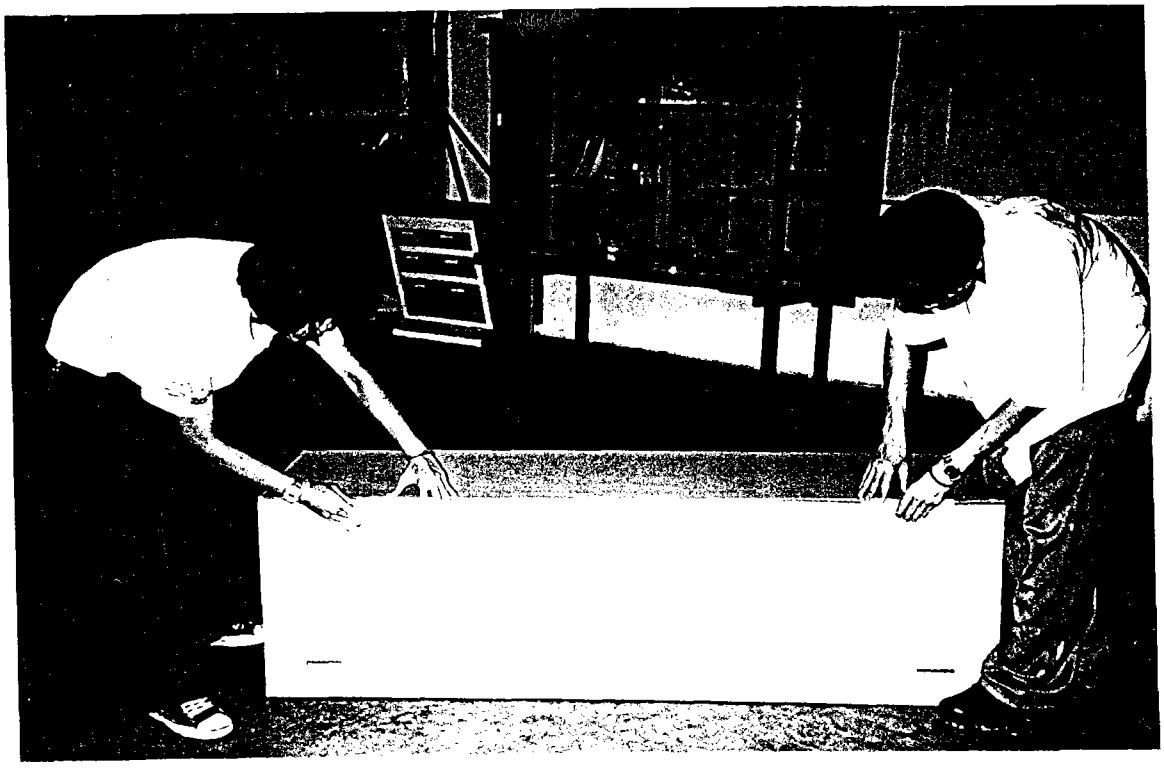


ภาพประกอบ 90 แสดงขั้นตอนการปล่อยแถวปฏิบัติงานของมูลนิธิร่มไทร มีนบุรี 5

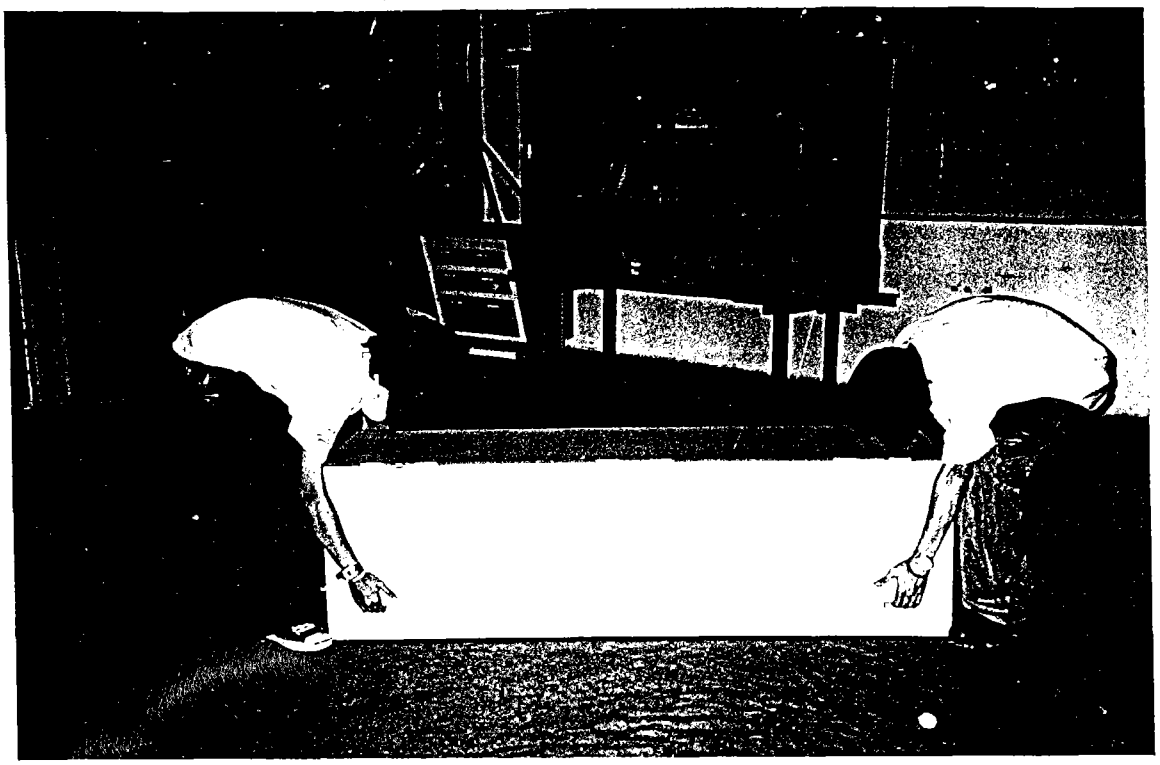


ภาพประกอบ 91 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 1

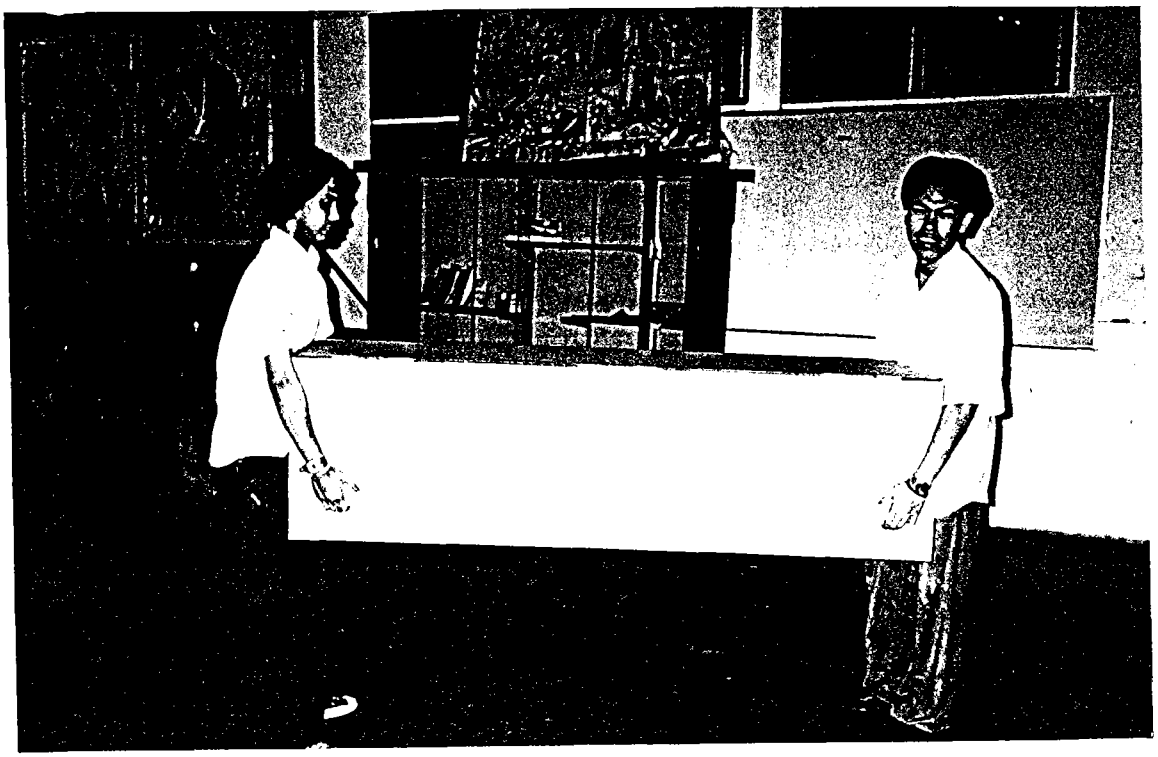
ภาพประกอบ 92 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 2



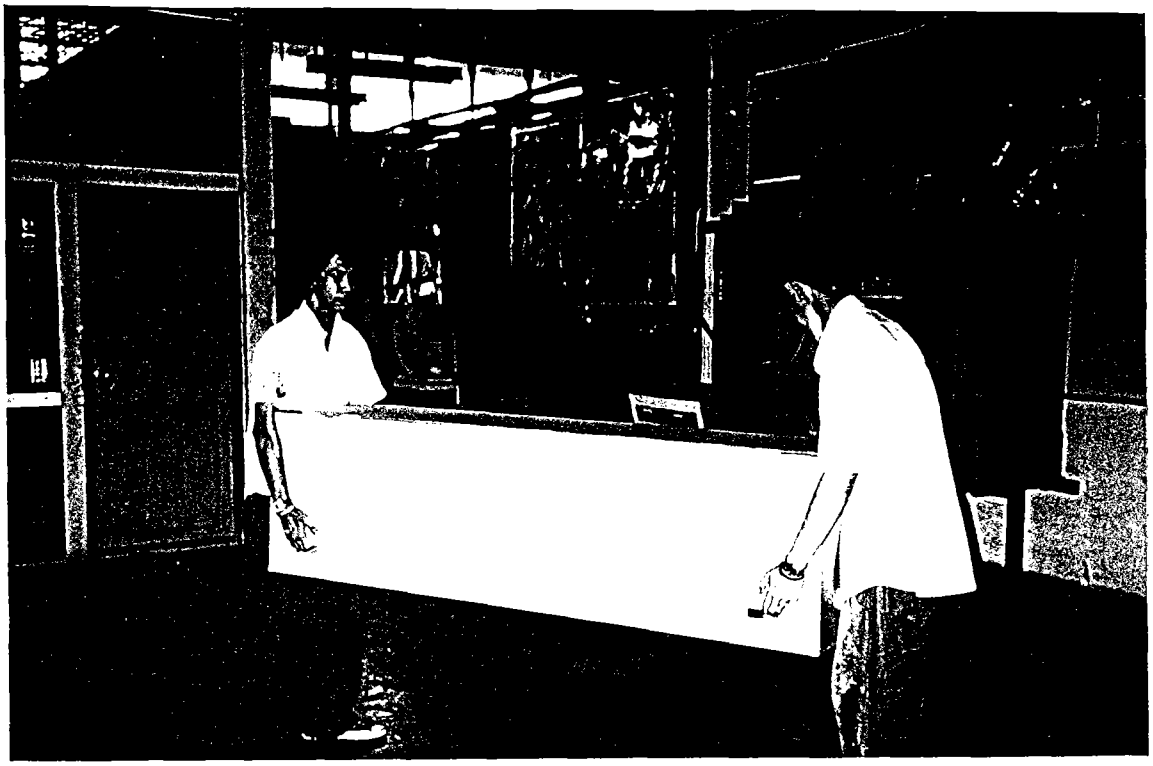
ภาพประกอบ 93 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 3



ภาพประกอบ 94 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 4



ภาพประกอบ 95 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 5



ภาพประกอบ 96 แสดงขั้นตอนการทดลองยกใส่โลงทดสอบน้ำหนัก 6

ภาคผนวก จ.

หนังสือขอความอนุเคราะห์

ที่ ทม 1007/ 0114

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 มกราคม 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน กรรมการผู้จัดการห้างหุ้นส่วน จำกัด แสงงามอุตสาหกรรม

เนื่องด้วย นายสมศักดิ์ พูนสิน นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับเก็บได้" โดยมี ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล และ อาจารย์พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสมศักดิ์ พูนสิน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร./โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1007/0123

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 มกราคม 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน หัวหน้าฝ่ายออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ห้างหุ้นส่วน จำกัด แสงงามอุตสาหกรรม

เนื่องด้วย นายสมศักดิ์ พูนสิน นิสิตปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กำลังดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับเก็บได้" โดยมี ดร.อุบวิทย์ สุวคันธกุล และ อาจารย์พิชิต เสี่ยมพิพัฒน์ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญท่าน และ นายธานินทร์ เสี่ยมเพ็ชรรัตน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายสมศักดิ์ พูนสิน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร./โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1007/ ๒๑๑๑

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๖ กุมภาพันธ์ 2542

เรื่อง ขอเชิญเป็นกรรมการสอบปากเปล่า

เรียน อธิการบดีมหาวิทยาลัยรังสิต

ตามที่ นายสมศักดิ์ พูนสิน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ได้ทำปริญญานิพนธ์เรื่อง "การออกแบบโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับเก็บได้" ได้รับอนุมัติให้สอบปากเปล่า ในวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 09.00 น. ณ ห้อง สบ 513 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (บางเขน)

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยพิจารณาเห็นว่า ดร.เกสรา สุขสว่าง อาจารย์คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต เป็นผู้ทรงคุณวุฒิและมีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญเป็นกรรมการสอบปากเปล่าเกี่ยวกับปริญญานิพนธ์ของนิสิตผู้นี้ ตามวัน เวลา และสถานที่ดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ และโปรดแจ้งให้ ดร.เกสรา สุขสว่าง ทราบด้วย จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ศธ 1544/ 1912

สถาบันราชภัฏพระนคร
ถนนแจ้งวัฒนะ บางเขน
กรุงเทพมหานคร 10220

16 กันยายน 2541

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้ข้อมูลการศึกษาเรื่องกระดาษลูกฟูก
เรียน ผู้ช่วยผู้จัดการห้างหุ้นส่วนจำกัด แสงงาม อุตสาหกรรม

ด้วยนายสมศักดิ์ พูนสิน อาจารย์ 1 ระดับ 3 โปรแกรมวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร ได้มีความสนใจในกระดาษลูกฟูก ซึ่งทางห้างหุ้นส่วนจำกัด แสงงาม อุตสาหกรรม ของท่านมีผลงานและชื่อเสียงเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง และในการนี้ นายสมศักดิ์ พูนสิน ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำกระดาษลูกฟูกมาทำเป็นโลงศพ ซึ่งเป็นหัวข้อในการทำวิทยานิพนธ์ ในระดับปริญญาโท ฉะนั้น เพื่อให้สามารถได้เรียนรู้และมีประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานเมื่อสำเร็จการศึกษา

ทางสถาบันฯ ได้พิจารณาเห็นว่าหน่วยงานที่อยู่ในความควบคุมดูแลและรับผิดชอบของท่านมีข้อมูลและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการที่ทันสมัย ดังนั้นจึงใคร่ขออนุญาตให้ นายสมศักดิ์ พูนสิน ได้เข้าศึกษาหาข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์และขอขอบพระคุณล่วงหน้ามา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์เปรื่อง กิจรัตน์ภร)
อธิการบดีสถาบันราชภัฏพระนคร

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมฯ
โทร. 986-1261
โทรสาร. 986-1261

ที่ ศธ 1544/2913

สถาบันราชภัฏพระนคร
ถนนแจ้งวัฒนะ บางเขน
กรุงเทพมหานคร 10220

16 กันยายน 2541

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน ผู้ช่วยผู้จัดการห้างหุ้นส่วนจำกัด แสงงาม อุตสาหกรรม
สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงปริญญานิพนธ์ 1 ชุด

เนื่องจาก นายสมศักดิ์ พูนสิน นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "โลงศพกระดาษลูกฟูก" และได้เป็นอาจารย์ประจำสถาบันราชภัฏพระนคร และได้มีคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ คือ

อาจารย์พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ ประธาน
ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล กรรมการ

ทางสถาบันฯ จึงมีความประสงค์ขอเชิญ คุณสุรเดช เหล่าแสงงาม เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้

ทางสถาบันหวังว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์เปรื่อง กิจรัตน์ภร)
อธิการบดีสถาบันราชภัฏพระนคร

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมฯ
โทร. 986-1261
โทรสาร. 986-1261

ตัวอย่าง

วท.

ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย (ศบท.)

คำขอบริการ

คำขอบริการที่...../..... รหัส...../.....

วันที่ 11 เดือน มกราคม พ.ศ. 2542.

ข้าพเจ้า นายสมศักดิ์ พูนสิน. ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 3.

ในนาม สถาบันราชภัฏพระนคร. ประเภทกิจการ.....

สถานที่ติดต่อ เลขที่..... ถนน แจ้งวัฒนะ แขวง/ตำบล วัดพระศรีมหาธาตุ.

เขต/อำเภอ บางเขน. จังหวัด กรุงเทพมหานคร. รหัสไปรษณีย์ 10200.

โทรศัพท์ 986-1261. โทรสาร 986-1261. มีความประสงค์ขอรับบริการงานบริการทดสอบ

เพื่อ ศึกษาค้นคว้างานวิจัย ในระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประเภทและรหัสตัวอย่าง	จำนวน	รายละเอียดที่ขอรับบริการ
กล่องกระดาษลูกฟูก ชนิด 7 ชั้น ลักษณะและขนาด กว้าง 50 ซม. ยาว 175 ซม. สูง. 50 ซม.	1 ชุด.	1. ทางด้านเส้นผ่านศูนย์กลางฐาน. 2. ทางด้านการดูดซึมน้ำ. 3. ทางด้านปริมาณความชื้น 4. ทางด้านการต้านแรงกดของลูกฟูก ในแนวตั้ง. 5. ทางด้านการต้านทานแรงกระแทก.

หมายเหตุ : เป็นงานวิจัย เรื่อง "การออกแบบและพัฒนาโครงสร้างกระดาษลูกฟูกแบบชั้นรางชนิดพับเก็บได้" โดยใช้กระดาษลูกฟูก 7 ชั้นทดลองทำ.

- ต้องการรายงานผลเป็นภาษา ☑ ไทย ☐ อังกฤษ
- ข้าพเจ้ายินดีชำระค่าบริการ ตามระเบียบของ วท.
- ตัวอย่างที่นำมาขอบริการ ☑ ไม่ขอรับคืน ☐ ขอรับคืน ภายใน 30 วัน หลังจากรับใบรายงานผล
- หลังจากการทดสอบ/วิเคราะห์แล้ว หากตัวอย่างชำรุดเสียหายหรือขัดข้อง ข้าพเจ้ายินดีรับคืนโดยไม่คิดค่าเสียหายจาก วท.

กำหนดเสร็จ 20 มกราคม 2542. ค่าบริการโดยประมาณ.....บาท

ลงชื่อ..... ลงชื่อ.....

(นายสมศักดิ์ พูนสิน.) (.)

ผู้ขอรับบริการ ผู้รับคำขอบริการ

โทรศัพท์: 5795515, 5790160 ต่อ 3101, 3102 โทรสาร: 5797573 วันที่ .....

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

๑๙๖ พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๙๐๐ โทร (๖๖)(๐)๒๕๗๙๑๒๑-๓๐,๕๗๙๕๕๑๕,๕๗๙๐๑๖๐,๕๗๙๘๕๓๓

โทรสาร (๖๖)๒๕๖๙๗๗, ๕๗๙๕๓๙ เทเล็กซ์ ๒๑๓๗๒ TISTR TH

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นายสมศักดิ์ พูนสิน

วัน เดือน ปีเกิด 20 พฤศจิกายน 2509

สถานที่เกิด อ.เมือง จ.พะเยา

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 86 ซ.ทองหล่อ ถ.วิภาวดีรังสิต จตุจักร กรุงเทพมหานคร

ตำแหน่งหน้าที่การงาน อาจารย์ 1 ระดับ 3

สถานที่ทำงานปัจจุบัน ภาควิชาศิลปหัตถกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร

ประวัติการศึกษา

ปีที่สำเร็จการศึกษา	คุณวุฒิทางการศึกษา	ชื่อสถานศึกษา
2522 - 2527	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนพะเยาพิทยาคม
2528 - 2530	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพฯ	ไทยวิจิตรศิลปอาชีวะ
2531 - 2532	ระดับอนุปริญญา	วิทยาลัยครูสวนดุสิต
2533 - 2534	ระดับปริญญาตรี	วิทยาลัยครูสวนดุสิต

ประวัติการทำงาน

ปี พ.ศ. 2534 - 2538	อาจารย์อัตราจ้าง วิทยาลัยครูสวนดุสิต
ปี พ.ศ. 2539	ผู้จัดการฝ่ายออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์
	บริษัท อิมาร์เฟล็กซ์ อินดัสเตรียล จำกัด กรุงเทพมหานคร
ปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 3 ประจำภาควิชา ศิลปหัตถกรรม
	โปรแกรมวิชา ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
	สถาบันราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร

การออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้

บทคัดย่อ

ของ

สมศักดิ์ พูนสิน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มีนาคม 2542

การวิจัยนี้มีจุดหมายเพื่อออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับได้ เพื่อเป็นต้นแบบในการผลิตระบบอุตสาหกรรม โดยเป็นการออกแบบและพัฒนาโลงศพกระดาษลูกฟูก ซึ่งนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านน้ำหนักมาตรฐาน ด้านแรงดันทะลุ ด้านการต้านแรงกดลอนลูกฟูก ด้านการดูดซึมน้ำ และการตกแต่งสวยงาม ความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งปรากฏผลการประเมินดังนี้

โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับเก็บได้ มีคุณสมบัติการทดสอบทางด้านกายภาพทั้ง 4 ด้าน ตรงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม อยู่ในระดับดี

โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับเก็บได้ มีคุณสมบัติทางด้านการตกแต่งสวยงาม อยู่ในระดับดี

โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับเก็บได้ มีคุณสมบัติทางด้านความสะดวกในการใช้งาน อยู่ในระดับดี

จึงสามารถสรุปได้ว่า โลงศพกระดาษลูกฟูกแบบชั่วคราวชนิดพับเก็บได้ สามารถทดสอบได้ตามเกณฑ์ที่ได้วางไว้ และสามารถผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรม

THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF TEMPORARY FOLDING CORRUGATED BOARD COFFIN

AN ABSTRACT

BY

SOMSAK POONSIN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the

Master of Education degree in Industrial Education

at Srinakharinwirot University

March 1999

The study is purposelly aimed to design and develop a temporary folding corrugated board coffin as a model in a manufacturing industrial system. The designed and developed temporary folding corrugated board coffin has been physically tested in four aspects : barsting strength and water absurption together with a beautiful decoration and convenient appliance The results are as followings.

The temporary folding corrugated board coffin has all four physical aspacts by testing qualitions based on the industrial standard at a good level.

The temporary folding corrugated board coffin has a beautiful decorative qualification at a good level.

The temporary folding corrugation board coffin has a convenient appliance qualification at a good level.

Conclusively the temporary folding corrugated board coffin has pleasantly passed the specified criteria and can be manufactured in a industrial system.