

การศึกษาลักษณะของการเผาหินเพอร์ไลต์และคุณสมบัติ
ของสารเพอร์ไลต์เขาฝาละมี จังหวัดลพบุรี

ปริญญาโท

ของ

นายณัฐพร จักรวิเชียร



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มีนาคม 2538

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาลักษณะของการเผาหินเพอร์ไลต์และคุณสมบัติ
ของสารเพอร์ไลต์เขาฝาละมี จังหวัดลพบุรี

บทคัดย่อ

ของ

นายณัฐพร จักรวิเชียร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

มีนาคม 2538

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาลักษณะของการเผาหินเปอร์ไลต์และคุณสมบัติของสารเปอร์ไลต์ เขาเผละมี จังหวัดลพบุรี โดยวิธีการเผาหินเปอร์ไลต์ใช้อุณหภูมิและขนาดของหินเปอร์ไลต์ต่างกัน เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของสารเปอร์ไลต์ ช่วงเวลาที่ใช้เผาและอนุภาคของโครงสร้าง กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มแบบเจาะจงจากแหล่งหินเปอร์ไลต์ในบริเวณทางด้านตะวันตกของกลุ่มหินภูเขาไฟลำนารายณ์ บริเวณเขาเผละมีจำนวน 300 กิโลกรัม วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ หินภูเขาไฟเนื้อแก้วเปอร์ไลต์ เครื่องมือย่อยขนาด ตะแกรงร่อนขนาด เตาเผาแก๊สทางความร้อนขึ้น แก๊สเหลว ออกซิเจน เครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในเตาเผา เครื่องชั่งน้ำหนัก อุปกรณ์สำหรับตวง (ลิตร) ถ้วยตวง ถ้วยรูปพร้อมอุปกรณ์

ผลการวิจัยพบว่า

หินภูเขาไฟเนื้อแก้วเปอร์ไลต์ มีอัตราการขยายตัวที่ดีที่สุด คือ หินเปอร์ไลต์ขนาด 3 มิลลิเมตร อุณหภูมิที่ใช้เผา 880 องศาเซลเซียส และสารเปอร์ไลต์ที่ได้มีคุณสมบัติทางกายภาพ คือ มีสีขาว (ขาวปนเทา) มีจุดอ่อนตัวที่ 1040 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลวที่ 1060 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่น 0.00725 กรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร เป็นสารที่มีความเป็นกลาง มีค่า $\alpha = 7$ เป็นสารเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมี และช่วงเวลาที่ใช้เผา 5 วินาที

A STUDY ON THE CHARACTERISTICS AND METHOD OF HEATING
TO EXPAND PERLITE PHALAMEE MOUNTAIN LOPBURI PROVINCE

AN ABSTRACT

BY

NATTAPORN CHUGWICHEAN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the Master
of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University

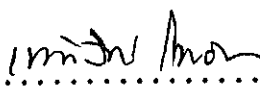
March 1995

The objectives of this research were to study the characteristics and the methods of heating to expand the perlite rocks of Phalamee Mountain in Lopburi Province. The method of study used was expanding the perlite rocks in different degrees of temperature and different particle sizes. The purposes of the experiment were to find the physical properties of perlite from the particular time of heating including the right particle size of substance. The random sampling, 300 kilograms of perlite rock came from volcanic rocks in the western part of Lamnarai District, a part of Phalamee Mountain area, by using the purposive random sampling method. The materials and tools used were the particular perlite rock, a jaws crusher, sieves, an updraft kiln, gas, oxygen, pyrometric cones, a scale, a container (one litre size) and a camera with necessary accessories.

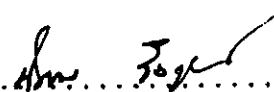
The result of the experiment was that 3 millimeters of perlite rock heated with 880 degree celsius has got the best rate of expanding. The physical characteristics of the perlite gained from the experiment is rather white and has 1040 degree celsius of the softening point, 1060 degree celsius of the melting point and 0.00725 gram per square millimeter of the density. Additionally, it is an inert gas and has got the value of neutral substance at 7. The period of its expanding took 5 seconds for the experiment.

คณะกรรมการควบคุม และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอก
อุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

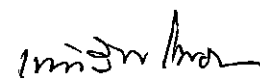
..........ประธาน

(อาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา)

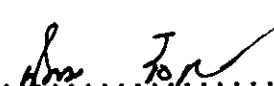
..........กรรมการ

(นายนิคม จิงอยู่สุข)

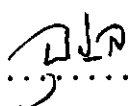
คณะกรรมการสอบ

..........ประธาน

(อาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา)

..........กรรมการ

(นายนิคม จิงอยู่สุข)

..........กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ดร.อุปวิทย์ สู้คันธกุล)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..........คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริภา นุลสุวรรณ)

วันที่ 10 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2538

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จด้วยความเมตตากรุณาเต็มใจให้คำปรึกษาแนะนำอย่างดียิ่งจาก อาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา ประธานกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ นายนิคม จึงอยู่สุข กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์และอาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สู้คันธกุล ที่กรุณาร่วมเป็นกรรมการสอบ พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่หน่วยต่าง ๆ ที่อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน ทำให้การวิจัยดำเนินอย่างราบรื่น และยังมีบุคคลอื่นอีกที่มีส่วนช่วยให้การสนับสนุน และให้กำลังใจในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขออมระลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ครู-อาจารย์ ญาติพี่น้องที่ให้ความรู้ให้กำลังใจและกำลังใจทรัพย์ สนับสนุนการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด อันพระคุณนี้หาที่เปรียบมิได้

ณัฐพร จักรวิเชียร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
คำนำ.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	7
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับภูเขาไฟ.....	8
หินภูเขาไฟเนื้อแก้วเพอร์ไลต์.....	14
แหล่งหินเพอร์ไลต์.....	19
การสำรวจปริมาณของหินเพอร์ไลต์.....	26
ปริมาณสำรองและมูลค่าแร่.....	26
การประเมินค่าของชั้นแร่.....	27
ลักษณะเฉพาะและคุณสมบัติทางกายภาพของเพอร์ไลต์.....	29
เตาแก้ว.....	30
การผลิตเพอร์ไลต์.....	32
สรุป.....	35

3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	36
	ศึกษาแหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง.....	36
	จัดทำวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	38
	สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง.....	38
	การดำเนินการวิจัย.....	39
	การตรวจสอบการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์.....	40
	ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์.....	42
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	44
4	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
	การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ.....	51
	ช่วงเวลาที่ใช้ในการเผา.....	53
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	55
	สรุปคุณสมบัติทางกายภาพหินเพอร์ไลต์จากการทดลอง.....	54
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	56
	ความสำคัญของการวิจัย.....	56
	กลุ่มตัวอย่าง.....	56
	สรุปผล.....	57
	การอภิปรายผล.....	57
	ข้อเสนอแนะ.....	59
	ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	61

บทที่	หน้า
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	65
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	69

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงการจำแนกประเภทหินชั้นภูเขาไฟ.....	13
2	แสดงส่วนประกอบทางเคมีของหินเพอร์ไลต์.....	16
3	แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของคอนกรีต.....	18
4	แสดงวัสดุค้างและร้อยละการค้างของแต่ละขนาด อุนหภูมิและช่วงเวลา....	42
5	แสดงค่ามาตรฐานคุณสมบัติทางกายภาพของเพอร์ไลต์.....	45
6	แสดงอัตราการขยายตัวที่ดีที่สุดของหินเพอร์ไลต์.....	46
7	แสดงอัตราการขยายตัวที่ต่ำสุดของหินเพอร์ไลต์.....	48
8	แสดงวัสดุค้างและร้อยละการค้างที่อุณหภูมิ 840 องศาเซลเซียส.....	49
9	แสดงวัสดุค้างและร้อยละการค้างที่อุณหภูมิ 880 องศาเซลเซียส.....	50
10	แสดงถึงจุดอ่อนตัวและจุดหลอมเหลวของสารเพอร์ไลต์.....	51
11	แสดงการทดสอบการทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น.....	53
12	แสดงค่ามาตรฐานคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์.....	54
13	แสดงค่าที่ได้จากการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์.....	55

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	แสดงลักษณะเกรียวเชือกของหินลาวาปาโฮยโฮย.....	11
2	แสดงหินลาวาแบบอาอา.....	11
3	แสดงบอมป์ภูเขาไฟรูปร่างต่าง ๆ และบล็อกภูเขาไฟ.....	12
4	แสดงลักษณะของหินภูเขาไฟเนื้อแก้วเพอร์ไลต์.....	14
5	แสดงลักษณะเนื้อหินเพอร์ไลต์.....	15
6	แสดงตำแหน่งที่ตั้งที่ 701-703 ตัดกับเส้นกริดนอนที่ 1690-1692.....	21
7	แสดงลักษณะรูปร่างของเขาดาละมี.....	23
8	แสดงชนิดและการลำดับชั้นหินที่เขาดาละมี.....	25
9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในหินภูเขาไฟเนื้อแก้วกับความถ่วงจำเพาะ และค่าดัชนีหักเหแสง.....	28
10	แสดงลักษณะความร้อนขึ้นในเตาแก๊ส.....	31
11	แสดงลักษณะของเตาแก๊สทรงกลมวางตัวในแนวตั้ง.....	31
12	แสดงกระบวนการผลิตเพอร์ไลต์.....	32
13	แสดงการเผาหินเพอร์ไลต์ให้ขยายตัว.....	34
14	แสดงตำแหน่งการลุ่มตัวอย่างหินเพอร์ไลต์.....	37
15	แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	41

บทที่ 1

บทนำ

คำนำ

หินเพอร์ไลต์ (Perlite Rocks) เป็นหินภูเขาไฟเนื้อแก้ว ที่มีลักษณะแตกเป็นวง ๆ ซ้อนกันคล้ายกลีบหัวหอม และเมื่อถูกเผาในอุณหภูมิที่เหมาะสมโดยใช้เวลาที่รวดเร็วจะขยายตัวทันที เกิดเปลี่ยนสภาพเป็นสารที่มีน้ำหนักเบา มีความพรุนสูง สารที่เกิดจากการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์นี้เรียกว่า สารเพอร์ไลต์ (Perlite) (นิคม จิงอยู่สุข. 2531 : 133)

ปัจจุบันประเทศอุตสาหกรรมที่พัฒนาแล้ว ได้นำเอาหินเพอร์ไลต์ ที่เปลี่ยนสภาพจากเดิมไปใช้ในงานด้านต่าง ๆ หลายประการ เช่น นำไปใช้เป็นวัสดุก่อสร้างเพื่อประโยชน์ในการลดน้ำหนักของสิ่งก่อสร้าง ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องโครงสร้างอาคารและพลังงาน และยังช่วยเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและความเย็นอีกทั้งยังสามารถทำเป็นผนังป้องกันเสียงได้ ทั้งนี้เนื่องจาก สารเพอร์ไลต์ มีคุณสมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) และส่วนประกอบทางเคมี (Chemical Composition) ที่ดี กล่าวคือ มีน้ำหนักเบา มีความหนาแน่นต่ำ ไม่เป็นตัวนำความร้อนเป็นสารทนไฟป้องกันเสียง มีความสามารถดูดซึมน้ำเป็นสารที่มีความเป็นกลาง และเป็นสารเฉื่อย (Chesterman. 1975 : 950) คุณสมบัติด้านเคมีของสารเพอร์ไลต์นี้ มีการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ (Ceramics) ใช้ผสมในเนื้อดินปั้น (Bodies) และน้ำเคลือบ (Glazes) หรือใช้เป็นตัวช่วยลดจุดหลอมเหลว (Flux) ที่อุณหภูมิสูง และใช้แทนหินฟันม้า (Feldspar) ก็ได้ (Singer. 1960 : 108) นอกจากนี้ ยังนำไปใช้ประโยชน์ในงานด้านเกษตรกรรม เป็นตัวช่วยปรับสภาพดินเพื่อให้ดินร่วน และใช้ผสมในอาหารสัตว์เพื่อช่วยในการย่อยอาหาร

จากคุณสมบัติ และประโยชน์ของสารเพอร์ไลต์ดังกล่าวมา จึงมีผู้ประกอบการ
อุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย ได้สั่งซื้อเพอร์ไลต์จากต่างประเทศเข้ามาเป็น
วัตถุดิบในการประกอบการ ในช่วงปี 2534 เป็นจำนวน 95 ตัน คิดเป็นจำนวนเงิน
275,415 บาท (กรมศุลกากร. 2534) ทั้งนี้ เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีผู้ประกอบการ
ด้านการผลิตสารเพอร์ไลต์ขึ้น ทำให้ยังคงมีการนำเข้าสารเพอร์ไลต์จากต่างประเทศ เป็นผล
ทำให้ประเทศไทยต้องเสียเปรียบดุลการค้าให้กับต่างประเทศ การเสียเปรียบดุลการค้านี้
จะลดลงได้บ้าง ถ้าหากมีการนำหินเพอร์ไลต์ที่สำรวจพบ และมีอยู่ในประเทศ ผลิตเพอร์ไลต์
ขึ้นใช้โดยอาศัยเทคนิค และกรรมวิธีทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัวตามที่ต่างประเทศปฏิบัติกันอยู่
แต่มีการนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะการณ

กรรมวิธีผลิตเพอร์ไลต์นี้ เบอร์เนส (Bernes. 1961 : 180-183) ได้เสนอไว้
ดังนี้ นำหินเพอร์ไลต์ที่ได้จากแหล่งนำไปย่อยโดยเครื่องย่อย (Jaws Crusher) ให้ได้ขนาด
ตามที่จะใช้เข้าอบแห้งแบบหมุน (Rotary Dryer) เพื่อลดความชื้นลงให้เหลือค่าร้อยละ 1
หลังจากนั้น หินเพอร์ไลต์จะถูกนำไปย่อยอีกครั้งหนึ่ง ให้มีขนาดเล็กลงตามมาตรฐานที่
ต้องการจะนำไปใช้งาน หลังจากที่ได้แต่งหินเพอร์ไลต์แล้ว นำไปเข้าเครื่องเผาเพื่อจะทำให้หิน
เพอร์ไลต์ขยายตัว ซึ่งจะต้องใช้ความร้อนมากกว่า 760 องศาเซลเซียส (1,392 องศา
ฟาเรนไฮต์) หินก็มีสภาพอ่อนตัว น้ำที่อยู่ในเนื้อแก้วถูกขับออกมาอย่างรวดเร็วในสภาพที่เป็นไอน้ำ ทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัวทันที

จากคุณลักษณะของสารเพอร์ไลต์ มีคุณสมบัติที่เป็นวัตถุดิบที่สำคัญ ในงานอุตสาหกรรม
หลายประเภทหาวัตถุดิบที่จะมีคุณสมบัติ และราคาเท่าเทียมกันมาทดแทนได้ยากในการนำไปใช้
ประโยชน์ได้นั้น เป็นแรงจูงใจให้ผู้วิจัย ทดลองกรรมวิธีผลิตสารเพอร์ไลต์ขึ้น โดยการนำหิน
เพอร์ไลต์จากแหล่งในประเทศ เผาในเตาแก๊สทรงกลมชนิดทางความร้อนขึ้นจำทำให้ได้สาร
เพอร์ไลต์มีคุณสมบัติที่ดีทั้งทางด้านกายภาพ และทางเคมี

สำหรับแหล่งหินเพอร์ไลต์ จากรายงานการสำรวจธรณีวิทยา พบว่า มีอยู่บริเวณ
กลุ่มหินภูเขาไฟตอนกลางของประเทศ โดยเฉพาะกลุ่มหินภูเขาไฟลำนารายณ์ อำเภอสระโบสถ์
จังหวัดลพบุรี มีหินเพอร์ไลต์ปริมาณมาก และสามารถจะพัฒนานำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้าน

อุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ (นิคม จึงอยู่สุข และธนาวุฒิ ศิรินาวัน. 2525 : 80)

ผลการวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่องานด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ และเมื่อสามารถนำหินเพอร์ไลต์จากแหล่งในประเทศขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้แล้ว ย่อมจะลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และช่วยส่งเสริมให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างใหม่ ๆ ซึ่งทำให้เกิดการประหยัด นอกจากนี้ในงานด้านเกษตรกรรมซึ่งเป็นอาชีพของประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ก็จะสามารถนำเอาสารเพอร์ไลต์ไปพัฒนาใช้ในการปรับปรุงสภาพดินให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูก และนำไปผสมในอาหารสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ปีกได้อีกด้วย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของ สารเพอร์ไลต์ตามมาตรฐานสถาบันเพอร์ไลต์ ของสหรัฐอเมริกา โดยวิธีการเผาหินเพอร์ไลต์ใช้อุณหภูมิและขนาดของหินเพอร์ไลต์ต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

ได้สารเพอร์ไลต์ที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาทดลอง ในด้านปฏิบัติการ เช่น งานภาคอุตสาหกรรมด้านงานก่อสร้าง งานเซรามิกส์ และงานเกษตร

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การทดลองในครั้งนี้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดขอบเขตของการทดลองครั้งนี้ไว้ดังนี้ คือ

1. วัตถุประสงค์ในการทดลอง คือ หินเพอร์ไลต์ ในบริเวณทางด้านตะวันตกของกลุ่มหินภูเขาไฟล้านารายณ์ บริเวณเขาเผละมี บ้านมหาโพธิ์ อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี

2. กลุ่มตัวอย่าง ในการทดลองครั้งนี้ ได้กลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มแบบเจาะจง (purposive random sampling) จากแหล่งหินเพอร์ไลต์ ในบริเวณทางด้านตะวันตกของกลุ่มหินภูเขาไฟลำน้ำรายณ์ บริเวณเขาฝาละมี อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี จำนวน 300 กิโลกรัม

3. ตัวแปรที่จะศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

3.1.1 อุณหภูมิ แบ่งเป็น 10 ระดับอุณหภูมิ คือ 680, 720, 760, 800, 840, 880, 920, 960, 1,000 และ 1,040 องศาเซลเซียส

3.1.2 ขนาดของหินเพอร์ไลต์ 5 ขนาด คือ 3, 6, 9, 13 และ 16 มิลลิเมตร

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

3.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์ 6 ด้าน คือ

1. สี (colour)
2. จุดอ่อนตัว (softening point)
3. จุดหลอมละลาย (fusion point)
4. ความหนาแน่น (bulk density)
5. ความเป็นกรดและด่าง (pH of water slurry)
6. การทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น (solubility)

3.2.2 ช่วงเวลาที่ใช้เผา

ข้อตกลงเบื้องต้น

ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นทำให้มีอิทธิพลต่อกรรมวิธีการผลิต ดังนี้ คือ

1. เตาเผาที่ใช้ทำการทดลอง ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยกำหนดให้เตาเผาแก๊สชนิดทางความร้อนขึ้น ทรงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางภายในห้องเผา 0.30 เมตร ยาว 1.00 เมตร
2. ทดลองเผาหินเพอร์ไลต์ให้ขยายตัว ด้วยความร้อนที่ได้จากเปลวไฟแก๊สที่ใช้ในการหุงต้ม และใช้ออกซิเจนช่วยในการเผาไหม้
3. วัดอุณหภูมิของเตาเผาด้วยไฟโรมิเตอร์ (pyrometer)
4. หินเพอร์ไลต์ในการทดลองครั้งนี้ จากเขาเผละมี จังหวัดลพบุรี ชนิดสีเขียว บริเวณเส้นชั้นความสูง 120 เมตร ถึง 140 เมตร
5. ทดลองเผาหินเพอร์ไลต์ต่อเนื่องกันแต่ละขนาด ต่ออุณหภูมิ
6. อุณหภูมิที่ใช้ ตั้งแต่ 680-1,040 องศาเซลเซียส (1,246-1,905 องศาฟาเรนไฮต์)
7. ขนาดของหินเพอร์ไลต์ที่ใช้วิจัยครั้งนี้ แบ่งเป็น 5 ขนาด คือ 3, 6, 9, 13 และ 16 มิลลิเมตร
8. ตะแกรงร่อนคัดขนาดหินเพอร์ไลต์ใช้ขนาด 3, 6, 9, 13 และ 16 มิลลิเมตร
9. ตะแกรงร่อนสารเพอร์ไลต์หลังการเผาใช้ขนาด 8, 10, 12, 24, 36, 52 และ 64 มิลลิเมตร
10. ใช้ไฟโรเมตริกโคน (pyrometric cone) มาตรฐานออร์ตัน (orton standard pyrometric cone)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หินภูเขาไฟเนื้อแก้ว หมายถึง หินประเภทหนึ่ง เนื้อหินเป็นแก้วเกือบทั้งหมด เนื้อแก้วเกิดจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วจากหินหลอมละลาย
2. หินเพอร์ไลต์ หมายถึง หินภูเขาไฟเนื้อแก้วจากเขาเผละมี บ้านมหาโพธิ์ อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี

3. สารเพอร์ไลต์ หมายถึง หินเพอร์ไลต์ที่ขยายตัวแล้ว โดยการเผาที่อุณหภูมิที่พอเหมาะ น้ำที่อยู่ในเนื้อหินระเหยหนีไป ทำให้เนื้อหินพองตัวขึ้นจากเดิม 4-20 เท่าของปริมาตรเดิม ภายในเนื้อของสารเพอร์ไลต์จะเป็นรูพรุนมีน้ำหนักเบาลอยน้ำได้

4. แคลไซด์ (Calcline) หมายถึง การเผาช่วงแรกในการไล่น้ำที่อยู่บริเวณรอบ ๆ และระหว่างอนุภาคของโครงสร้างโมเลกุลให้ระเหยไป

5. ไซโคลน (Cyclone) หมายถึง ลักษณะการหมุนเป็นเกลียว ลอยตัวขึ้นของเปลวไฟที่เกิดขึ้นภายในบริเวณห้องเผา

6. อุณหภูมิ หมายถึง ค่าระดับความร้อนที่เกิดขึ้นภายในเตาเผาแก๊สชนิดทางความร้อนชั้นทรงกลม ค่าระดับความร้อนวัดได้โดยใช้ไฟโรมิเตอร์

7. ช่วงเวลา หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่หินเพอร์ไลต์เริ่มเข้าสู่เตาเผาจนกระทั่งออกมาเป็นสารเพอร์ไลต์

8. ออกซิเดชัน (oxidation) หมายถึง บรรยากาศการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ไม่มีเขม่าควัน เนื่องจากมีออกซิเจน (oxyen) เป็นตัวช่วยในการเผาไหม้

9. ส่วนประกอบทางเคมี หมายถึง ส่วนประกอบทางเคมีของหินเพอร์ไลต์ในรูปของออกไซด์ (oxide) ของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ในเนื้อหินเพอร์ไลต์

10. คุณสมบัติทางกายภาพ หมายถึง คุณสมบัติเฉพาะตัวของสารเพอร์ไลต์ ซึ่งประกอบด้วย สี ความถ่วงจำเพาะ จุดอ่อนตัว จุดหลอมตัว ความเป็นกรดต่าง การทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น

11. เตาที่ใช้ในการทดลอง หมายถึง เตาแก๊สชนิดทางความร้อนชั้นทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในห้องเผา 0.30 เมตร ยาว 1.00 เมตร เผาความร้อนได้มากกว่า 1,200 องศาเซลเซียส

บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร ตำราและงานวิจัย ตลอดจนข้อมูลที่ได้จากสถาบันและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและละเอียดที่สุด เนื่องจากระบบวิธีการผลิตเพอร์ไลต์ยังไม่มีผู้ใดได้ทำการทดลองการผลิตด้วยกรรมวิธีนี้ ดังนั้นเพื่อให้งานวิจัยในครั้งนี้ บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาเอกสารตำราและงานวิจัย โดยแยกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับภูเขาไฟ
 - 1.1 ชนิดของภูเขาไฟ
 - 1.2 ผลกระทบทางภูเขาไฟ
2. หินภูเขาไฟเนื้อแก้วเพอร์ไลต์
 - 2.1 คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของหินเพอร์ไลต์
 - 2.2 คุณสมบัติทางเคมีของหินเพอร์ไลต์
 - 2.3 คุณภาพของสารเพอร์ไลต์
 - 2.4 การนำไปใช้ประโยชน์
3. แหล่งหินเพอร์ไลต์
 - 3.1 ลักษณะภูมิประเทศ
 - 3.2 ตำแหน่งที่ตั้ง
 - 3.3 ธรณีวิทยาทั่วไป
4. การสำรวจปริมาณของหินเพอร์ไลต์
5. ปริมาณสำรองและมูลค่าแร่
6. การประเมินค่าของชั้นแร่

7. ลักษณะเฉพาะของคุณสมบัติทางกายภาพของเพอร์ไลต์
8. เตาแก๊ส
9. การผลิตสารเพอร์ไลต์
10. สรุป

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับภูเขาไฟ

ภูเขาไฟ คือ ภูเขาหรือบริเวณที่เกิดขึ้นจากลาวาและหินชั้นภูเขาไฟ โดยการปะทุของหินหนืดหรือก๊าซหรือทั้งสองสิ่ง แทรกดันออกมาสู่บริเวณผิวของเปลือกโลก ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ และทางเคมีภายในเปลือกโลกชั้น เมื่อออกมาสู่ผิวโลก อุณหภูมิ และความดันของหินหนืดจะลดลงหินที่เย็นตัวอย่างรวดเร็ว จึงมีเนื้อละเอียด บางชนิดมีฟองอากาศปนอยู่ในหินหนืด และเมื่อเย็นตัวลงจึงมีลักษณะพ่นคล้ายฟองน้ำ (อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2519 : 72)

ชาญ ดันติสฤต (2529 : 34) ได้อธิบายถึงลักษณะของภูเขาไฟว่า ภูเขาไฟโดยทั่ว ๆ ไปจะมีรูปร่างคล้ายกรวย (cone-shaped) มีแอ่งที่ยอด แอ่งนี้จะมีลักษณะค่อนข้างกลม และมีผนังที่ชัน และมีหลุมภูเขาไฟ (crater) หลุมภูเขาไฟมักจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 300 เมตร และอาจจะเกิดอยู่บนยอดภูเขาไฟ หรือเกิดตามบริเวณลาดเอียงของภูเขาไฟ

1.1 ชนิดของภูเขาไฟ ลัลนา ปริญญาปริวัฒน์ (2526 : 24) ได้แบ่งชนิดของภูเขาไฟออกเป็น 3 แบบ ตามวัตถุที่มาสะสมกันรอบ ๆ ปล่องภูเขาไฟ ดังนี้ คือ

1.1.1 ภูเขาไฟแบบรูปโล่ (shield volcanoes) ภูเขาไฟชนิดนี้มีรูปร่างคล้ายโล่ เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟที่ไม่รุนแรง

1.1.2 ภูเขาไฟแบบซับซ้อน (composite volcanoes) วัตถุที่ประกอบเป็นภูเขาไฟชนิดนี้ประกอบด้วยเศษหินภูเขาไฟ (pyroclastic material) และธารลาวา (lava flow)

1.1.3 ภูเขาไฟแบบกรวยมูลภูเขาไฟ (cinder cones) เกิดจากการระเบิดอย่างรุนแรงของภูเขาไฟ วัตถุที่ประกอบเป็นภูเขาไฟชนิดนี้ คือ เศษหินภูเขาไฟและพวกมูลภูเขาไฟ

ส่วน อภิลิทธิ เอี่ยมหน่อ (2519 : 73) ได้แบ่งชนิดของภูเขาไฟตามรูปร่างที่เกิดขึ้น 4 ชนิด คือ

1. ชนิดบะซอลต์โคนส์ (basalt cones) เกิดจากธารลาวาเหลวมากของลาวาบะซอลต์พวกเป็นเบสิก ทำให้เกิดคล้ายกับเป็นที่ราบสูง ชนิดนี้ไม่พบบ่อยนัก
2. ชนิดโล่ (shield volcanoes) เช่น หมู่เกาะฮาวายอี มีลักษณะคล้ายโล่ เกิดจากธารลาวาที่เหลว และไหลกระจายออกไปรอบ ๆ ด้าน
3. ชนิดซินเดอร์ โคนส์ (cinder cones) เป็นภูเขาไฟที่ขณะเกิดมีการปะทุรุนแรง และมีด้านข้างสูงชันที่เกิดจากการสะสมของธารลาวาที่ขึ้น
4. ชนิดสตราโต (strato volcanoes) เป็นภูเขาไฟที่มีด้านข้างสูงชันมากมีการปะทุอย่างรุนแรง สลับกับการไหลของธารลาวาและมีการจัดเรียงชั้นหินดี ภูเขาไฟมีการปะทุแล้วหยุดไปชั่วระยะหนึ่ง แล้วจึงจะปะทุใหม่อีก มีการเกิดไค้และซีลล์มาก

1.2 ผลกระทบทางภูเขาไฟ เมื่อภูเขาไฟเกิดการปะทุระเบิด สิ่งทีภูเขาไฟพ่นออกมาได้แก่ ก๊าซ ของเหลว ซึ่งเป็นลาวา และของแข็งที่เป็นสิ่งตกจมภูเขาไฟ ซึ่งแยกออกเป็นลำดับดังนี้

1.2.1 ก๊าซในลาวา (volcanic gases) จากการศึกษาเกี่ยวกับก๊าซในลาวาที่ภูเขาไฟกิลัว พบว่า เกือบร้อยละ 70 ของปริมาณก๊าซทั้งหมด จะเป็นไอน้ำ ปริมาณของก๊าซที่รองลงมา ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน ก๊าซกำมะถัน นอกจากนี้ยังมีคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรเจน และคลอรีนบ้างเล็กน้อย (ชาญ ดันติสุกฤต. 2527 : 38)

ธงชัย พึ่งรัศมี (2531 : 47) ได้อธิบายถึงความสำคัญของก๊าซต่าง ๆ เหล่านี้ว่า มีผลสำคัญ คือ

1. ก่อให้เกิดความดันซึ่งจะผลักดันให้มีการระเบิด และเมื่อก๊าซถูกพ่นขึ้นมาแล้วมันจะทำให้ลาวากระจายออกเสมือนน้ำพุรวมทั้งเศษหินขนาดต่าง ๆ
2. เกิดโพรงอากาศในลาวาทำให้หินมีเนื้อพรุนตัว เช่น กะกรันกูเขาไฟ (scoria) และหินพัมมิช (pumice)
3. ก๊าซที่ถูกปลดปล่อยออกมาได้ผิวดิน อาจทำปฏิกิริยากับหินที่ก๊าซนั้นผ่านมาทำให้ได้แร่ใหม่เกิดขึ้น
4. ที่พื้นผิวโลก ก๊าซจะรวมตัวเป็นกัมมะถัน โลหะคลอไรด์หรือซัลไฟด์ของปรอท สารหนู พลวง เหล็ก และสารประกอบอื่น ๆ
5. ก๊าซร้อนอาจเล็ดรอดไปอยู่ที่พุก๊าซ (fumaroles) พุก๊าซกัมมะถัน (solfataras) และพุน้ำร้อน (hot springs) ซึ่งจะคงอยู่นานหลังจากการปะทุของลาวาลิ้นสุดลง ปรากฏการณ์เหล่านี้มักเกิดในภูมิประเทศของภูเขาไฟ แต่ก็ไม่จำเป็นเสมอไปเพราะพุก๊าซนั้น เป็นช่องทางปลดปล่อยพลังดันจากภายในโลก เพื่อมิให้ถึงขีดปะทุในประเทศไทยมีพุก๊าซหลายแห่ง เช่น ที่อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และ อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย เป็นต้น นอกจากก๊าซแล้ว สิ่งที่เป็นผลิตรกรรมของภูเขาไฟ คือ ลาวา

1.2.2 ลาวา (lavas) ลาวาเป็นหินหลอมเหลว หรือแมกมา (magma) ที่ไหลขึ้นมาบนผิวโลก มักมีลักษณะเป็นธารน้ำ หรือลำน้ำของหินที่หลอมเหลวเคลื่อนลงจากลาดของภูเขาไฟ มีส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น เป็นหินพวกบะซอลต์ (Basalt) หินพวกแอนดีไซต์ (Andisite) หรือหินพวกไรโอไลต์ (Rhyolite) และนอกจากนี้ ส่วนประกอบของลาวาขึ้นอยู่กับชนิดของหินที่ถูกหลอม (source rock) ปริมาณการหลอมเป็นบางส่วน (degree of partial melting) ความลึกที่เกิดการหลอม (depth of partial melting) ปริมาณและชนิดของหินที่ถูกหลอม (source rock) ปริมาณการหลอมเป็นบางส่วน (degree of partial melting) ความลึกที่เกิดการหลอม (depth of partial melting) ปริมาณ และชนิดของผลึกที่ตกผลึกก่อน แล้วแยกตัวออกไปจากหินหนืด (fractionation) และชนิดของหินที่หินหนืดเคลื่อนที่ผ่านขึ้นมาโดยทั่ว ๆ ไป เราสามารถแบ่งชนิดของลาวาตามปริมาณของซิลิกาที่มีอยู่ในหินออกเป็น 3 พวก คือ พวกแอซิด (acid)

พวกกึ่งกลางระหว่างแอซิดกับเบสิก (intermediate) และพวกเบสิก (basic) แอซิดลาวา (acid lava) จะมีปริมาณของซิลิกามากกว่าร้อยละ 70 ลาวาที่อยู่กึ่งกลางระหว่างแอซิดกับเบสิก (intermediate lava) จะมีปริมาณซิลิการ้อยละ 50-70 ส่วนพวกเบสิกลาวา (basic lava) จะมีปริมาณซิลิกาน้อยกว่าร้อยละ 50

โดยทั่ว ๆ ไปผิวของลาวาจะมีอยู่ 2 แบบ ได้แก่ พวกโฮยโฮย (pahoehoe type) กับแบบอาอา (aa type) ผิวของลาวาแบบพาโฮยโฮยจะมีลักษณะเรียบ คล้ายกับคลื่นและอาจมีวนคล้ายกับเกลียวเชือก (ropy) ส่วนผิวของลาวาแบบอาอา จะมีลักษณะเป็นก้อนผิวขรุขระแหลมคม เนื้อแข็งแกร่งและฟูเหมือนเนื้อขนมปังเนื่องจากการขยายตัวของก๊าซและไอน้ำที่ปนอยู่ (ชาญ ดันติสุภฤต. 2527 : 37 ; อ้างอิงมาจาก Maconald. 1972) ดังแสดงใน

ภาพประกอบ 1 ภาพประกอบ 2 และภาพประกอบ 3

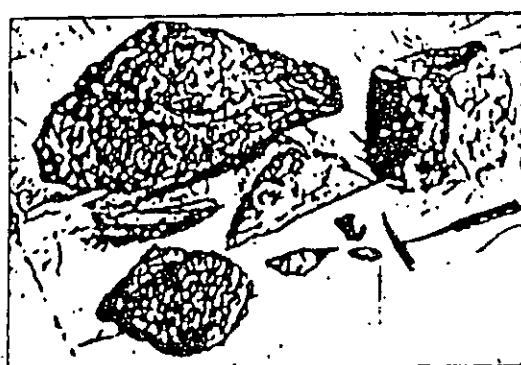


ภาพประกอบ 1 แสดงลักษณะเกลียวเชือกของหินลาวาพาโฮยโฮย



ภาพประกอบ 2 หินลาวาแบบอาอา

1.2.3 สิ่งตกจมภูเขาไฟ (pyroclastics) คือ เศษของแข็งที่ถูกพ่นออกจากปล่องภูเขาไฟแล้วตกลงพื้นดิน มีทั้งเศษหิน แร่ และแก้วภูเขาไฟที่มีขนาดต่าง ๆ ส่วนมากเป็นชิ้นของลาวาที่เย็นตัวในอากาศ มักเต็มไปด้วยโพรงอากาศ และชิ้นส่วนของหินลาวาหรือหินก้อนที่ในปล่อง สิ่งตกจมภูเขาไฟเรียกตามขนาดของชิ้นส่วนของแร่หรือหิน ซึ่งอาจตกลงมาสะสมตัวกันโดยตรงจากอากาศ หรือมีน้ำ และลมพัดพาไปสะสมตัว เมื่อกลายเป็นหินเรียก หินชั้นภูเขาไฟ (pyroclastic rocks) มีรูปร่างแตกต่างกันออกไป ดังภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 บอมปภูเขาไฟรูปร่างต่าง ๆ และบอลลีภูเขาไฟ

หินชั้นภูเขาไฟ จะมีขนาด และลักษณะแตกต่างกันไป เศษหินที่มีขนาดเล็กที่สุดเรียกว่าฝุ่นภูเขาไฟ (volcanic dust) เมื่อมันถูกพ่นขึ้นไปในอากาศมันจะลอยอยู่ในอากาศเป็นระยะเวลานานและจะเคลื่อนที่ไปในระยะทางที่ไกล เศษหินที่ตกลงมาทับถมกันตามหุบภูเขาไฟหรือบริเวณที่ใกล้กับหุบภูเขาไฟจะมีขนาดใหญ่กว่าฝุ่นภูเขาไฟ เศษหินพวกนี้ ได้แก่

ธุลีภูเขาไฟ (volcanic ash) หมายถึง เศษหินพวกนี้จะมีลักษณะเป็นเหลี่ยมที่แหลมจะประกอบด้วยแก้ว ขนาดของเศษเหล่านี้เล็กกว่ามูลภูเขาไฟ (cinders)

มูลภูเขาไฟ (cinders) หมายถึง มูลภูเขาไฟมีลักษณะคล้ายกับธุลีภูเขาไฟ แต่จะมีขนาด 0.5-2.5 เซนติเมตร

ลาพิลลี (lapilli) หมายถึง เศษหินที่มีขนาดเท่ากับถั่ววอลนัท

บล็อก (blocks) หมายถึง เศษหินที่มีลักษณะเป็นเหลี่ยมและมีขนาดใหญ่ เกิดจากการแตกของหินที่อยู่ตลปล่องภูเขาไฟ

บอมบ์ (bombs) หมายถึง เศษหินที่มีลักษณะมน เกิดจากการแข็งตัวของลาวาที่แตกกระเซ็นในอากาศ

พัมมิช (pumice) หมายถึง เศษหินที่มีรูพรุนมากจนมีลักษณะคล้ายกับรังผึ้ง ผังของรูพรุนจะประกอบไปด้วยแก้ว เศษหินเหล่านี้เกิดจากการแข็งตัวของลาวาที่มีฟองอากาศมาก ในขณะที่ลาวาถูกพ่นออกมา

เศษหินที่ตกลงมาทับถมกันตามหุบเขาไฟ หรือบริเวณที่ใกล้กับหุบเขาไฟ จะมีขนาดรูปร่างลักษณะแตกต่างกันออกไปและมีการจำแนกประเภทของหินชั้นภูเขาไฟ (ธงชัย พึ่งวิเศษ, 2531 : 49) ดังตารางที่ 1

ตาราง 1 แสดงการจำแนกประเภทหินชั้นภูเขาไฟ

ขนาด	ลักษณะ	เศษหิน	หิน
>32 มม.	มน	บอมบ์ภูเขาไฟ *	หินกรวดภูเขาไฟ
		(bombs)	(agglomerate)
	เหลี่ยม-กึ่งเหลี่ยม	บล็อกภูเขาไฟ**	หินกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ
		(blocks)	(volcanic breccial)
4-32 มม.		มูลภูเขาไฟ	หินทัฟฟ์ขนาดมูลภูเขาไฟ
		(lapilli)	(lapilli tuff)
<4 มม.		ธุลีภูเขาไฟ	หินทัฟฟ์
		(ash)	(tuff)

* บอมบ์ภูเขาไฟมีรูปร่างแสดงว่าอยู่ในสภาพของเหลว ขณะที่ถูกพ่นขึ้นไป

** บล็อกภูเขาไฟมีสภาพเป็นของแข็ง ในขณะที่ปะทุ

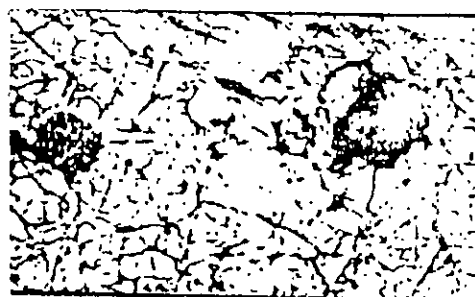
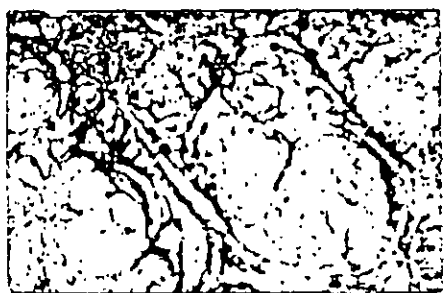
2. หินภูเขาไฟเนื้อแก้วเพอร์ไลต์

หินเพอร์ไลต์ เป็นหินแก้วภูเขาไฟที่ประกอบด้วย แร่ซิลิกาค่อนข้างสูง (ประมาณร้อยละ 70 หรือมากกว่านั้น) และมีน้ำรวมอยู่ด้วยประมาณร้อยละ 2-3 เมื่อถูกทำให้ร้อนที่อุณหภูมิถึงจุดเริ่มหลอมตัวหินเพอร์ไลต์จะขยายตัวออกได้ตั้งแต่ 4 ถึง 20 เท่าของปริมาตรเดิม เปลี่ยนสีจาก เพเป็นสีขาวที่มันหึ่งเบา มีความพรุนตัวสูง และมีลักษณะคล้ายหินนมมอส สารที่ได้จากการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์นี้ เรียกว่า เพอร์ไลต์ ลักษณะของหินภูเขาไฟ เนื้อแก้วเพอร์ไลต์ ดังแสดงในภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงลักษณะของหินภูเขาไฟเนื้อแก้วเพอร์ไลต์ (ภาพถ่ายจากแหล่งหิน
เขาฝาละมี บ้านมหาโพธิ์ อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี ถ่ายเมื่อ 23 ตุลาคม
พ.ศ. 2535)

2.1 คุณสมบัติทางกายภาพของหินเพอร์ไลต์ หินเพอร์ไลต์ส่วนใหญ่เนื้อหินมีลักษณะเป็นแก้ว มักจะมีรอยแตกเป็นวง ๆ ซ้อนกันคล้ายกลีบหัวหอม รอยแตกนี้อาจจะมองเห็นด้วยตา หรืออาจจะต้องอาศัยดูด้วยแว่นขยาย หรือใช้กล้องจุลทรรศน์ โดยทั่วไปจะมีสีเทาอ่อน แต่อาจจะพบสีดำ สีน้ำตาล หรือสีเขียวได้ และในเนื้อหินมักจะมีผลึกแร่ควอร์ตซ์ แร่เฟลสปาร์ แร่ไบโอไทต์ แร่ฮอร์นเบลนด์ และมีชิ้นส่วนของเศษหินชนิดอื่นฝังตัวอยู่ ดังแสดงในภาพประกอบ 5 (ภาพย่อย ก. และภาพย่อย ข.)



ภาพย่อย ก. ขนาดความกว้างของรูป 3 มม. ภาพย่อย ข. ขนาดความกว้างของรูป 1.2 มม. ภาพประกอบ 5 แสดงลักษณะเนื้อหินเพอร์ไลต์ ซึ่งมีรอยแตกเป็นวง ๆ ซ้อนกันคล้ายหัวหอม ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์

เชสเตอร์แมน (Chesterman. 1975 : 95) ได้ระบุคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของหินเพอร์ไลต์ (chesterman. 1975 : 95) และสรุปผลไว้ ดังนี้

ความแข็งตามมาตรฐานของโมห์ (Mohs' scale) ระหว่าง 5.5-7.0

ความถ่วงจำเพาะ 2.3-2.8

จุดหลอมตัว 760-1300 องศาเซลเซียส (1,392-2,382 องศาฟาเรนไฮต์)

ค่าดัชนีหักเหแสง 1,490-1,610

2.2 คุณสมบัติทางเคมีของหินเพอร์ไลต์ หินเพอร์ไลต์เป็นหินภูเขาไฟเนื้อแก้วที่มีส่วนประกอบของออกไซด์ของธาตุซิลิกาค่อนข้างสูง ประมาณร้อยละ 70 หรือมากกว่า มีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ ร้อยละ 2-5 ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารเคมีอื่น ๆ ได้ง่ายนัก จัดอยู่ในจำพวกสารเฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมี

เนื้อแก้วของหินเพอร์ไลต์ จะมีการเปลี่ยนสภาพแก้วเป็นผลึก (devitrification) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง หินเพอร์ไลต์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้น จะต้องไม่เปลี่ยนสภาพแก้วเป็นผลึก ซึ่งจะพบได้ในหินภูเขาไฟยุคใหม่ประมาณยุคเทอร์เชียรีขึ้นมา หรือน้อยกว่า 65 ล้านปี

ส่วนประกอบทางเคมีของหินเพอร์ไลต์ ในรูปของออกไซด์ของธาตุต่าง ๆ ซึ่งแสดงค่าเฉลี่ยของหินเพอร์ไลต์ของโลก (Chesterman, 1975 : 95) ดูได้จากตาราง 2

ตาราง 2 ส่วนประกอบทางเคมีของหินเพอร์ไลต์

สารประกอบ	ค่าเฉลี่ยหินเพอร์ไลต์ (ของโลก) ร้อยละ/น้ำหนัก
ซิลิกอนออกไซด์ (SiO_2)	71.0-75.0
อลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3)	12.5-18.0
เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	0.5-01.5
เฟอร์รออกไซด์ (FeO)	0.0-00.1
แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)	0.1-00.5
แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	0.5-02.0
โซเดียมออกไซด์ (Na_2O)	2.9-04.0
โปแตสเซียมออกไซด์ (K_2O)	4.0-05.0
น้ำ (H_2O (comb))	3.0-05.0

2.3 คุณสมบัติของเพอร์ไลต์ นิคม จิงอู่สฺซุ (2531 : 134-135) ได้สรุปถึงคุณสมบัติของเพอร์ไลต์ไว้ ดังนี้

1. มีน้ำหนักเบา มีความหนาแน่นต่ำ โดยทั่วไปจะมีค่าความหนาแน่นประมาณ 30-300 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
2. มีค่าการนำความร้อน (K) ต่ำ เช่น เพอร์ไลต์ที่ยังไม่ถูกอัดแน่น (ความหนาแน่นประมาณ 70 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) มีค่าการนำความร้อนเพียง 0.265 ส่วน เพอร์ไลต์ ที่มีการอัดแน่น มีค่าการนำความร้อน 1.25
3. เป็นสารทนไฟ ซึ่งจะจะไม่หลอมละลายเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 1,200 องศาเซลเซียส
4. คลื่นเสียงผ่านทะลุไปได้น้อย จึงใช้ป้องกันเสียง
5. เป็นสารที่มีความเป็นกลาง มีค่า pH = 7
6. เป็นสารเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมี

2.4 การนำไปใช้ประโยชน์ เพอร์ไลต์ที่ขยายตัวแล้ว จะถูกนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้หลายอย่าง นิคม จึงอยู่สุข และคนอื่น ๆ (2531 : 135) ได้สรุป ถึงคุณประโยชน์ของสารเพอร์ไลต์ไว้ ดังนี้

มีการนำเพอร์ไลต์ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้หลายอย่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทั้งทางฟิสิกส์ และทางเคมีของเพอร์ไลต์ เพอร์ไลต์ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในงานด้านก่อสร้าง เพื่อประโยชน์ในการลดน้ำหนักของสิ่งก่อสร้าง และยังช่วยเป็นฉนวนป้องกันความร้อนและความเย็น และยังสามารถเป็นฉนวนป้องกันเสียงได้ นอกจากนี้ ได้มีการนำไปใช้ในงานด้านต่าง ๆ ตลอดจนงานทางด้านเกษตร และงานด้านอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น

1. ด้านอุตสาหกรรมก่อสร้าง คุณสมบัติของเพอร์ไลต์ที่ไม่เป็นตัวนำความร้อน คลื่นเสียงผ่านทะลุไม่ได้ มีความหนาแน่นต่ำ และเป็นวัสดุทนไฟ เมื่อนำเพอร์ไลต์ไปผสมกับปูนซีเมนต์ จะทำให้ได้คุณภาพที่ดีกว่าปูนซีเมนต์ที่ผสมแบบธรรมดา เมื่อนำไปฉาบผนังตึกและเพดาน จะทำให้ปูนสามารถยึดติดผนังได้ดี แห้งเร็ว และไม่เกิดรอยร้าว เนื่องจากมีความยืดหยุ่นได้ดี และยังเป็นฉนวนป้องกันความร้อนอีกด้วย

นอกจากนี้ เมื่อนำเพอร์ไลต์ไปผสมกับพอร์ตแลนด์ซีเมนต์ในการทำคอนกรีตใช้ในงานก่อสร้างต่าง ๆ จะทำให้ลดน้ำหนักของสิ่งก่อสร้างนั้นลงได้ และยังทำหน้าที่เป็นฉนวน

ป้องกันความร้อน และป้องกันการสะท้อนของเสียงได้เป็นอย่างดี คอนกรีตที่ใช้เพอร์ไลต์ผสม จะมีความหนาแน่นต่ำถึง 320 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และถ้ามีความหนาประมาณ 2 นิ้ว จะมีประสิทธิภาพในการเป็นฉนวนได้เท่ากับแผ่นฉนวนมาตรฐาน แต่มีความแข็งแรงและคงทน กว่าแผ่นฉนวนมาตรฐานมาก ได้มีการทดลองและเปรียบเทียบคุณสมบัติของคอนกรีต ที่ผสมด้วย เพอร์ไลต์ กับปูนซีเมนต์แบบธรรมดา โดยบริษัทผลิตเพอร์ไลต์ของประเทศญี่ปุ่น ดังแสดง ในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของคอนกรีต

แห้ง โดยอากาศ		
	Air Dry Unit	การนำความร้อน
	Volume Weight	Thermal Conductivity
	(Kg/1)	(Kcal/mh C)
คอนกรีตผสมเพอร์ไลต์	1.20-1.60	0.27-0.36
ปูนผสมทราย	2.01	1.24

ในเรื่องการนำเพอร์ไลต์ไปใช้ในงานก่อสร้าง ภิภพ สุนทรสมัย (2530 : 103) ได้ให้ความรู้เพิ่มเติมว่า

เพอร์ไลต์ให้แทนมวลรวมได้ในงานโครงสร้างคอนกรีต ทำให้น้ำหนักลงประมาณ 1/3 ของคอนกรีตปกติ ซึ่งกำลังก็ไม่ลดลงไปเลย นอกจากเบาแล้วยังเป็นฉนวนได้เป็นอย่างดี และยังช่วยดูดซึมเสียง (sound absorption) อีกด้วย แต่การใช้เครื่องเขย่า (vibrator) ควรหลีกเลี่ยง เพราะเมล็ดของมวลที่เบาจะลอยขึ้นบนผิว ทำให้ยากในการตบแต่งผิว และคอนกรีตจะไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ เพอร์ไลต์เป็นมวลน้ำหนักเบา ซึ่งนำมาใช้กับงานโครงสร้างหลังคา และพื้น

จากเหตุผลข้างต้น ได้มีการนำเพอร์ไลต์ไปใช้ในงานด้านก่อสร้างกันมาก เช่น ใช้ทำคอนกรีตบนชั้นดาดฟ้า หรือทำหลังคา ทำพื้นชั้นต่าง ๆ ของตึกที่มีความสูงมาก และยังใช้ผสมปูนฉาบผนังตึก เนื่องจากเมื่อใช้คอนกรีตที่ผสมเพอร์ไลต์ จะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการทำฐานรากของตึก (foundation) และจะช่วยประหยัดเหล็กเส้นที่จะใช้ทำโครงสร้างได้อีกทาง นอกจากนี้แล้ว ยังจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า ที่จะนำไปใช้กับเครื่องปรับอากาศภายในตึกที่สร้างด้วยคอนกรีตเพอร์ไลต์ เพราะเป็นฉนวนป้องกันความร้อนในตัวเองอยู่แล้ว

จะเห็นได้ว่า เพอร์ไลต์นั้นมีประโยชน์อย่างมากมายต่อสิ่งก่อสร้างสำหรับประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณที่มีอากาศร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนำไปใช้ในการก่อสร้างตึกสูง ๆ ในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีปัญหาเกี่ยวกับการอเนกตัวของพื้นดิน และยังจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำฐานรากของตึกได้มาก

2. เป็นฉนวน ห้องที่ต้องการรักษาอุณหภูมิทั้งความเย็นหรือความร้อนเป็นพิเศษ ได้มีการใช้เพอร์ไลต์อัดเข้าไปในช่องว่างระหว่างผนังของห้อง ซึ่งมักจะใช้เพอร์ไลต์ที่มีความหนาแน่นกว่า 64 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เช่น ห้องที่ใช้เก็บเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องการอุณหภูมิในห้องต่ำ

3. เป็นเครื่องกรอง เนื่องจากเพอร์ไลต์มีปริมาณออกไซด์ของธาตุซิลิกาสูง อาจมีมากกว่าร้อยละ 70 มีคุณสมบัติเป็นตัวดูดซับที่ดี และยังเป็นสารเฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมีในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ จากคุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำเพอร์ไลต์ไปใช้เป็นตัวกรอง และตัวดูดซับที่ดี เช่น การใช้เพอร์ไลต์เป็นเครื่องกรองในการกรองน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ใช้กรองน้ำผลไม้ในโรงงานผลิตน้ำผลไม้ และในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย

3. แหล่งหินเพอร์ไลต์

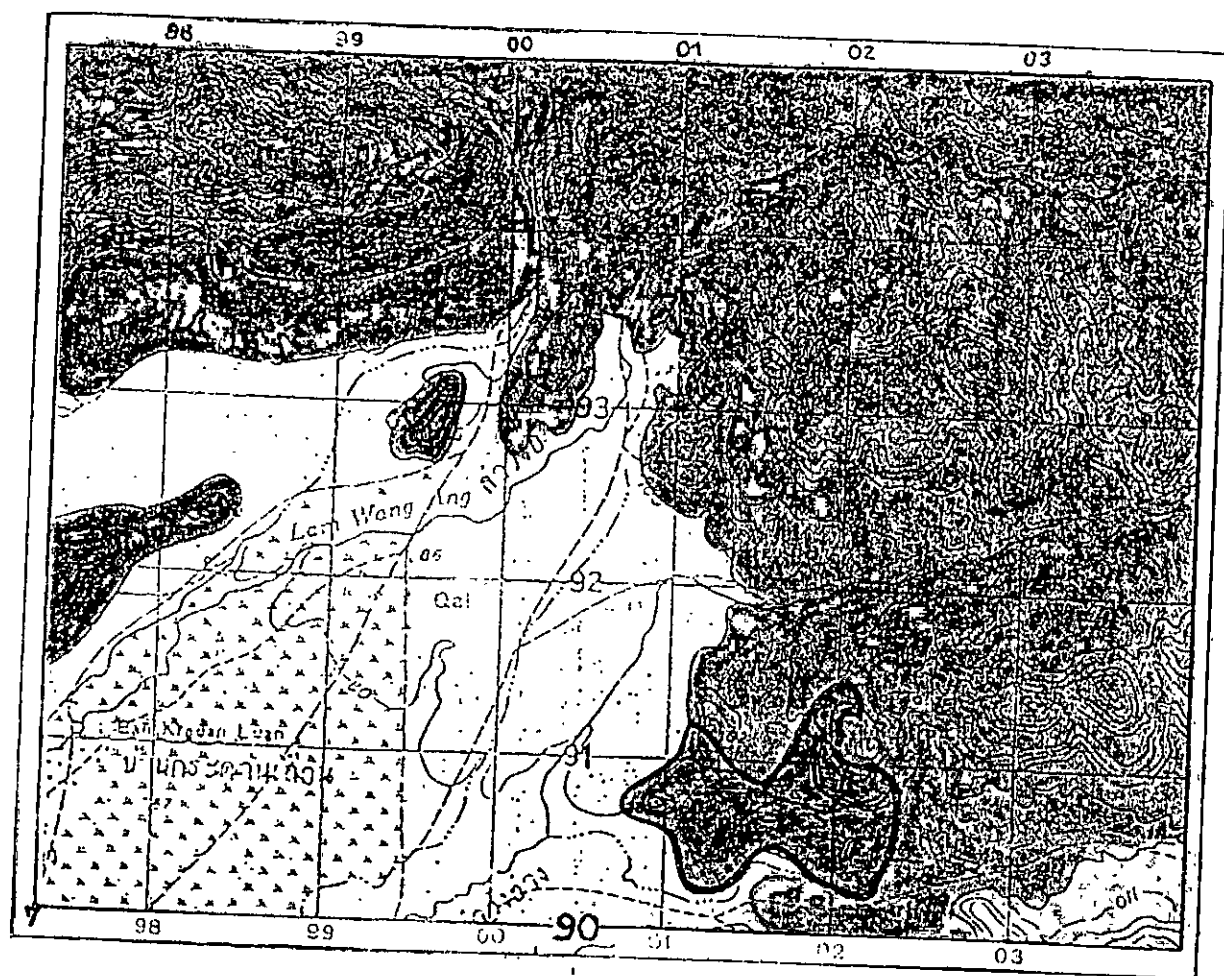
ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ประเทศไทยเมื่อประมาณ 70 ล้านปีที่แล้วนั้น มีภูเขาไฟปะทุขึ้นมาหลายแห่ง รายงานการสำรวจธรณีวิทยา (2530 : หน้า 11) ได้ทำการสำรวจธรณีวิทยาระหว่างอำเภอชัยบาดาล (5239 III) ระหว่างบ้านเพนียด (5139 II) ระหว่างบ้านมหาโพธิ์

(5139 I) และระหว่างกิ่งอำเภอศรีเทพ (5239 IV) พบว่า มีการระเบิดของหินภูเขาไฟอย่างรุนแรงในบริเวณกลุ่มหินภูเขาไฟที่พบว่าคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของหินภูเขาไฟลำนารายณ์ โดยเกิดแบบธารลาวา (lava flow) และเศษหินภูเขาไฟที่พ่นออกมา พกหินเถ้าถ่านภูเขาไฟ การวางตัวของหินภูเขาไฟพวกไรโอไลต์นี้ ล่างสุดจะเป็นพวกเศษหินภูเขาไฟชนิดหินเถ้าถ่านภูเขาไฟวางตัวอยู่บนหินบะซอลต์ และมักจะพบชั้นหินเพอร์ไลต์ ปิดทับชั้นบนสุด จะเป็นพวกไรโอไลต์ไหลปิดทับหินภูเขาไฟพวกนี้ไว้ และคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ ของเทือกเขาหินภูเขาไฟลำนารายณ์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแหล่งหินเพอร์ไลต์ของเทือกเขาหินภูเขาไฟลำนารายณ์ เฉพาะบริเวณบ้านมหาโพธิ์ อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี จากการสำรวจภาคสนามพร้อมกับศึกษาเอกสารการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งหินอุตสาหกรรมเพอร์ไลต์ คำขอประทานบัตรที่ 97/2532 ซึ่งสรุปได้ดังนี้ คือ

3.1 ลักษณะภูมิประเทศ บริเวณที่พบหินเพอร์ไลต์ จะพบอยู่ตรงขอบด้านตะวันออกของพืดเขากว้างใหญ่ มีพื้นที่หลายตารางกิโลเมตร แหล่งหินมีลักษณะปรากฏตัวเป็นหย่อมภูเขาไฟ ซึ่งแผ่ตัวต่อเนื่องไปทางทิศตะวันตก พื้นที่ส่วนใหญ่แห้งแล้งไม่เหมาะแก่การกสิกรรม เนื่องจากดินจัดเป็นผลจากการชะล้างหน้าดิน ยังผลต่อการอุ้มน้ำของดินด้วย

3.2 ตำแหน่งที่ตั้ง แหล่งหินเพอร์ไลต์เขาฝาละมี ยอดสูงสุด 235 เมตรจากระดับน้ำทะเล อยู่ในแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 ระหว่างบ้านมหาโพธิ์ (5139 I) ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ้านมหาโพธิ์ อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี เป็นระยะทางประมาณ 4 กิโลเมตร เขาฝาละมีมีอยู่ระหว่างเส้นกริดตั้งที่ 701-703 ตัดกับเส้นกริดนอนที่ 1690-1692 ตำแหน่งที่ตั้งดังแสดงในภาพประกอบ 6



มาตราส่วน 1 : 35,700

คำอธิบาย

- | | |
|---|--|
|  ตะกอนน้ำพา |  ดินทกัฟฟ์ |
|  (กรวด ทราย ดิน) |  ดินเพอร์ไลต์ |
|  ดินไรโอไรท์ | |
|  ดินบะซอลต์ | |

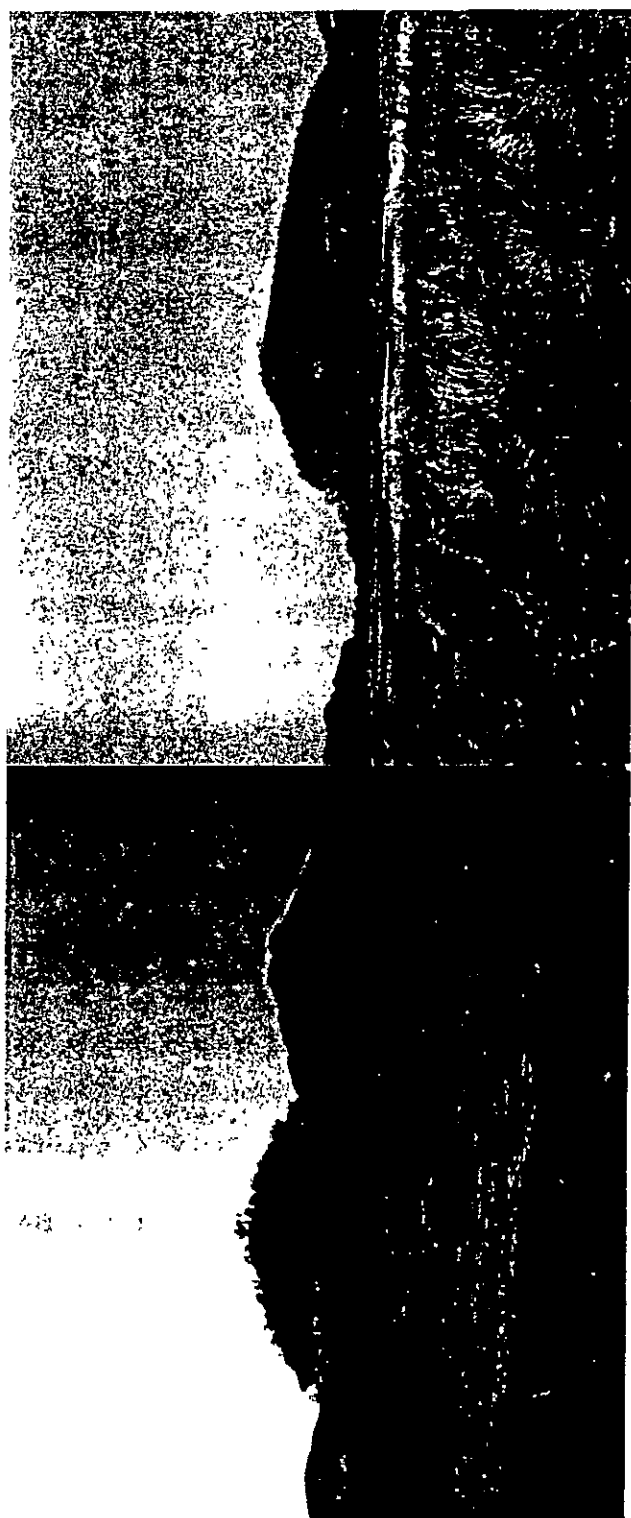
ภาพประกอบ 6 แสดงตำแหน่งที่ตั้งที่ 701-703 ตัดกับเส้นกริดนอนที่ 1690-1692

(แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณที่สำรวจ กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. ราวาง 5139-1)

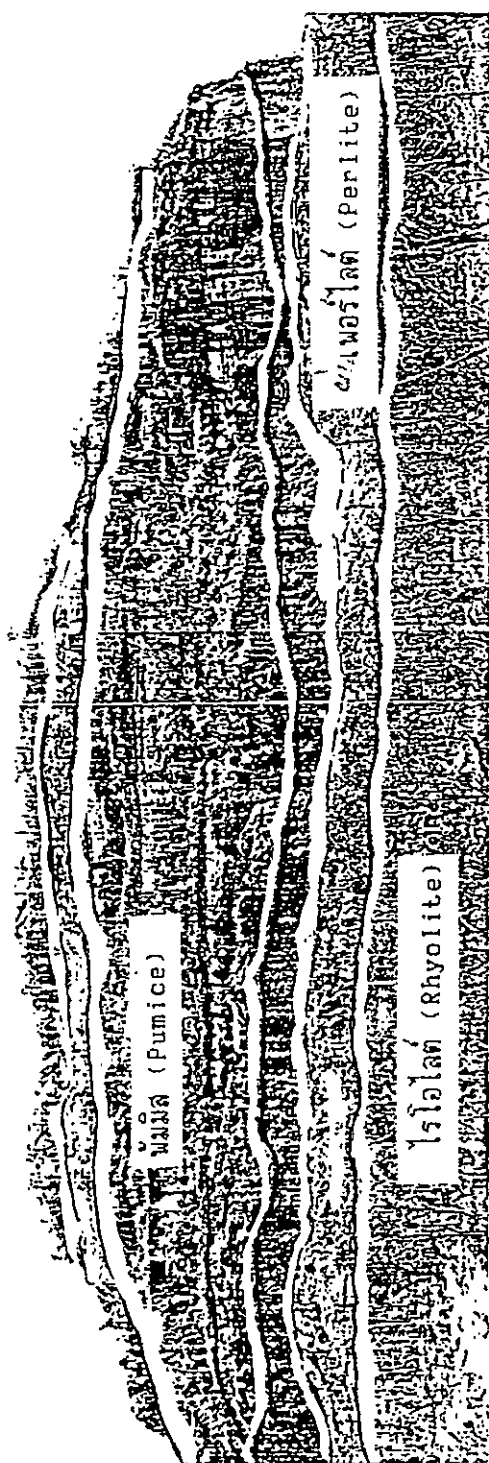
3.3 ธรณีวิทยาทั่วไป สภาพทางธรณีวิทยาทั่วไป บริเวณที่พบว่า มีหินเพอร์ไลต์ อยู่ จะประกอบไปด้วยหินภูเขาไฟทั้งหมด เกิดขึ้นในช่วงอายุประมาณ 65 ล้านปี หินหลาย ชนิดวางตัวทับซ้อนกันอยู่ในแนวราบ ลูกเขาโดด ๆ ที่โผล่อยู่ และล้อมรอบด้วยที่ราบจึงสามารถ ติดตามชั้นหินแต่ละชนิดได้โดยรอบ จากลักษณะหินที่พบว่า มีทั้งหินไรโอไลต์ และเพอร์ไลต์ปะปน กัน ถูกปิดทับด้วยหินแอกโกรเมอเรต (agglomerate) และพัมมิเซียสทัฟฟ์ (pumiceous tuff) แล้วจึงพบเพอร์ไลต์และไรโอไลต์อีกชั้นหนึ่ง กับในบางที่บนสุดจะมีหินบะซอลต์ปิดทับอีกที จึงอาจสรุปได้ว่า อย่างน้อยที่สุดมีการไหลของลาวา 2-3 ครั้ง และมีการระเบิดที่รุนแรง อย่างน้อย 1 ครั้ง กล่าวคือ ไรโอไลต์และเพอร์ไลต์ชั้นล่าง จะหมายถึง การไหลของลาวา ครั้งแรกซึ่งติดตามด้วยการระเบิดอย่างรุนแรงของเศษหินภูเขาไฟ (pyroclastics) แล้วจึง มีลาวาไหลมาปิดทับอีกครั้ง คือ เพอร์ไลต์ และไรโอไลต์ชั้นบน ส่วนหินบะซอลต์หลังสุดอาจ หมายถึงการไหลของลาวาครั้งสุดท้าย ลักษณะรูปร่างของเขาฝาละมีดังแสดงในภาพประกอบ 7 (ภาพย่อย ก. และ ภาพย่อย ข.) และการวางตัวของชั้นหินแต่ละชนิด ดังแสดง ในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 7 ภาพย่อย ก. แสดงลักษณะรูปร่างของเขาดาละมี (ถ่ายจากสถานที่จริง
ด้านทิศตะวันตกของเขาดาละมี บ้านมหาโพธิ์ อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดสมุทร
ถ่ายเมื่อวันที่ 23 ตุลาคม พ.ศ. 2535)



ภาพประกอบ 7 ภาพย่อย ข. แสดงบริเวณแพทของเขาดาละมี (ถ่ายจากสถานีจริงบริเวณ
ทางทิศตะวันตกของกลุ่มภูเขาไฟลำธารายน์ ถ่ายเมื่อวันที่ 23 ตุลาคม พ.ศ. 2535)



ภาพประกอบ 8 แสดงชนิดและการลำดับชั้นหินที่เขาดาละมี (แปลงจากลำห้วยประหานบัตร
ที่ 97/2532)

จากการสำรวจภาคสนาม และจากการศึกษาเอกสารทางธรณีวิทยาเกี่ยวกับตำแหน่งที่ตั้งธรณีวิทยาทั่วไป และธรณีวิทยาแหล่งแร่ สรุปได้ว่า

หินเพอร์ไลต์เกิดร่วมกับหินไรโอไลต์ และหินเถ้าถ่านภูเขาไฟ โดยเกิดลักษณะแบบลาวา และเกิดแบบพอง หินเพอร์ไลต์โผล่ให้เห็นเป็นชั้นหนาตามบริเวณขอบของหินภูเขาไฟลำธารายนต์ โดยเฉพาะขอบด้านตะวันตก หินเพอร์ไลต์ที่พบมีสีดำ สีน้ำตาล สีเขียวเข้มไปจนถึงสีเขียวอ่อน เนื้อหินมีลักษณะเนื้อแก้วและมีผลึกของเฟลด์สปาร์ ประมาณร้อยละ 2-10 และผลึกแร่ไบโตไทต์ประมาณร้อยละ 1-2 หินเพอร์ไลต์โผล่เป็นชั้นหนาดังแต่ 1-20 เมตร วางตัวในแนวค่อนข้างจะอยู่ในแนวราบ ส่วนใหญ่ที่พบ พบว่า หินเพอร์ไลต์วางตัวอยู่บนหินเถ้าถ่านภูเขาไฟและถูกปิดทับโดยหินไรโอไลต์

4. การสำรวจปริมาณของหินเพอร์ไลต์

นิคม จิงฮุยซู่ และคนอื่น ๆ (2531 : 138) ได้เสนอแนววิธีสำรวจหาปริมาณของหินเพอร์ไลต์ไว้ ดังนี้

การสำรวจหาปริมาณของหินเพอร์ไลต์นั้น ใช้วิธีการสำรวจที่ไม่ยุ่งยาก และซับซ้อน เนื่องจากหินเพอร์ไลต์มักจะโผล่ให้เห็นได้ง่าย สำหรับหินเพอร์ไลต์ที่ถูกปิดทับโดยชั้นที่หนาของหินภูเขาไฟชนิดต่าง ๆ มักจะไม่คุ้มค่าในการลงทำเหมือง เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการที่จะเปิดหน้าเหมือง

ขั้นตอนในการสำรวจ หลังจากที่ทำทราบบริเวณพื้นที่ที่หินเพอร์ไลต์โผล่ให้เห็น มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องเจาะหัวเพชร (diamond drilling) เพื่อที่จะหาความหนาของชั้นหินเพอร์ไลต์

5. ปริมาณสำรองและมูลค่าแร่

จากบริเวณเขาฝาละมีทั้งลูกดังกบล่าวแล้ว คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 181 ไร่ ปริมาณ

หินเพอร์ไลต์ชั้นบน และชั้นล่าง มีปริมาณสำรองทั้งหมด 5,626,960 ตัน มูลค่าแร่วัดตามราคาประกาศ 700 บาทต่อตัน คิดเป็นมูลค่าได้ 3,938,872,000 บาท (รายงานการสำรวจธรณีวิทยาแหล่งหินอุตสาหกรรมเพอร์ไลต์ คำขอประทานบัตรที่ 97/2532 : 11)

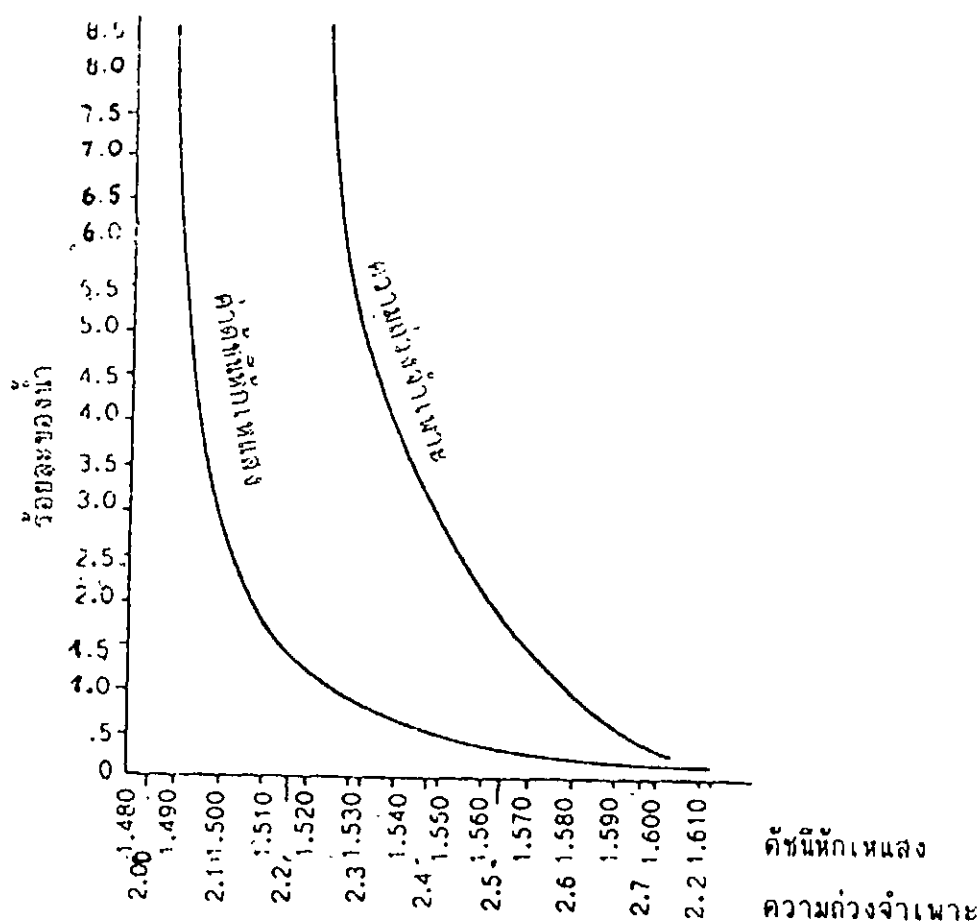
6. การประเมินค่าของชั้นแร่

หินเพอร์ไลต์ที่จะนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมได้ดังนี้ จำเป็นต้องประเมินค่าของชั้นแร่ของหินเสียก่อน วิธีประเมินค่าของหินเพอร์ไลต์ใช้วิธีทดสอบในการขยายตัวโดยยึดถืออุณหภูมิที่ทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัวโดยแบ่งหินเพอร์ไลต์เป็น 2 เกรด คือ หินเพอร์ไลต์ที่ขยายตัวที่อุณหภูมิประมาณ 760-1,000 องศาเซลเซียส (1,392-1,832 องศาฟาเรนไฮต์) จัดเป็นพวกหินเพอร์ไลต์-อุณหภูมิต่ำ ถ้าต้องใช้ความร้อนสูงกว่านี้ถึงจะขยายตัวจัดเป็นพวกหินเพอร์ไลต์อุณหภูมิสูง

หินเพอร์ไลต์ที่มีคุณสมบัติได้มาตรฐานในการนำไปใช้งานด้านต่าง ๆ คือ ต้องเป็นพวกที่มีความหนาแน่นต่ำ และต้องไม่ผลึกของแร่และชั้นเศษหินที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อหิน ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ขยายตัวมีปริมาตรมากกว่าร้อยละ 2

การขยายตัวของหินเพอร์ไลต์ ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำที่อยู่ในเนื้อแก้ว (combined water) เป็นส่วนสำคัญ จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะ ดัชนีหักเหแสง และปริมาณของน้ำในเนื้อแก้วของหินเพอร์ไลต์ พบว่า เมื่อค่าความถ่วงจำเพาะ และดัชนีหักเหแสงต่ำ ปริมาณของน้ำในเนื้อแก้วจะสูง หินเพอร์ไลต์ชนิดนี้จะขยายตัวได้ดี ดังภาพ

ประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำในหินภูเขาไฟเนื้อแก้วกับความถ่วงจำเพาะ และค่าดัชนีหักเหแสง (นิคม จิงอยู่สุข. 2531 : 139)

นอกจากปริมาณของน้ำที่อยู่ในเนื้อแก้วแล้ว สิ่งที่มีความสำคัญและเป็นเงื่อนไขในการทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัว คือ

เชสเตอร์แมน (Chesterman. 1975 : 931) ได้ระบุลักษณะเฉพาะที่เป็นเงื่อนไขต่อการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์ คือ

1. ขนาดของหินเพอร์ไลต์ที่จะทำการเผา
2. อุณหภูมิที่เหมาะสมในการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์
3. ช่วงเวลาที่ปริมาณของน้ำระเหยออกก่อนการขยายตัว

7. ลักษณะเฉพาะและคุณสมบัติทางกายภาพของเพอร์ไลต์

7.1 ลักษณะเฉพาะของหินเพอร์ไลต์ที่ขยายตัวแล้ว

หินเพอร์ไลต์เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิระหว่าง 760-1,000 องศาเซลเซียส จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างไปจากรูปเดิม ดังนี้

1. ขยายตัวออกจากเดิมอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปจะขยายตัว 4-20 เท่า ของปริมาตรเดิม
2. มีลักษณะคล้าย ๆ กับข้าวโพดคั่ว
3. พองตัวมีรูพรุนเล็กมาก คล้ายฟองน้ำ
4. น้ำหนักเบาลอยน้ำได้ น้ำหนักเฉลี่ย 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
5. มีสีขาว

7.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเพอร์ไลต์

เพอร์ไลต์ชื่อทางเคมีเรียกว่า อลูมิโนซิลิเกต (Alumino Silicate) เมื่อเผาแล้วจะขยายตัวเปลี่ยนเป็นสารที่มีน้ำหนักเบา ก่อนที่จะนำเพอร์ไลต์ไปใช้เป็นวัสดุฉนวน จำเป็นต้องศึกษาลักษณะเฉพาะของคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางกายภาพด้านต่าง ๆ ของเพอร์ไลต์ได้มีการวิเคราะห์ และกำหนดเป็นเกณฑ์มาตรฐานทั่ว ๆ ไปไว้ดังนี้ คือ

เกณฑ์มาตรฐานคุณสมบัติทางกายภาพของเพอร์ไลต์

1. สี (colour) ขาว
2. จุดอ่อนตัว (softening point) 890-1,100 องศาเซลเซียส (1,631-2,015 องศาฟาเรนไฮต์)
3. จุดหลอมละลาย (fusion point) 1,280-1,350 องศาเซลเซียส (2,345-2,473 องศาฟาเรนไฮต์)
4. ความหนาแน่น (bulk density) 32-400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
5. ความเป็นกรดต่าง (pH, of water slurry) 6.5-8.5

6. การทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น ๆ (Solubility) เพอร์ไลต์ ถ้านำไปทดสอบทำปฏิกิริยาเคมีกับสารต่าง ๆ โดยการนำไปต้มในด่าง (alkali) และในกรด (HF_1) เข้มข้น จะมีผลดังนี้คือ

ละลายระดับปานกลาง (น้อยกว่าร้อยละ 10) ใน N NaOH

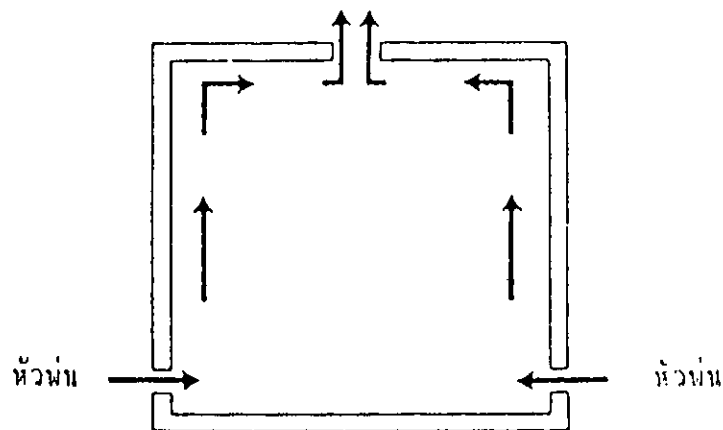
ละลายระดับปานกลาง (น้อยกว่าร้อยละ 3) ในกรดกัดแก้ว (1N)

ละลายได้น้อยมาก (น้อยกว่าร้อยละ 1) ในน้ำ หรือกรดเจือจาง (Perlite Institute. 1990 : 1)

8. เตาแก๊ส

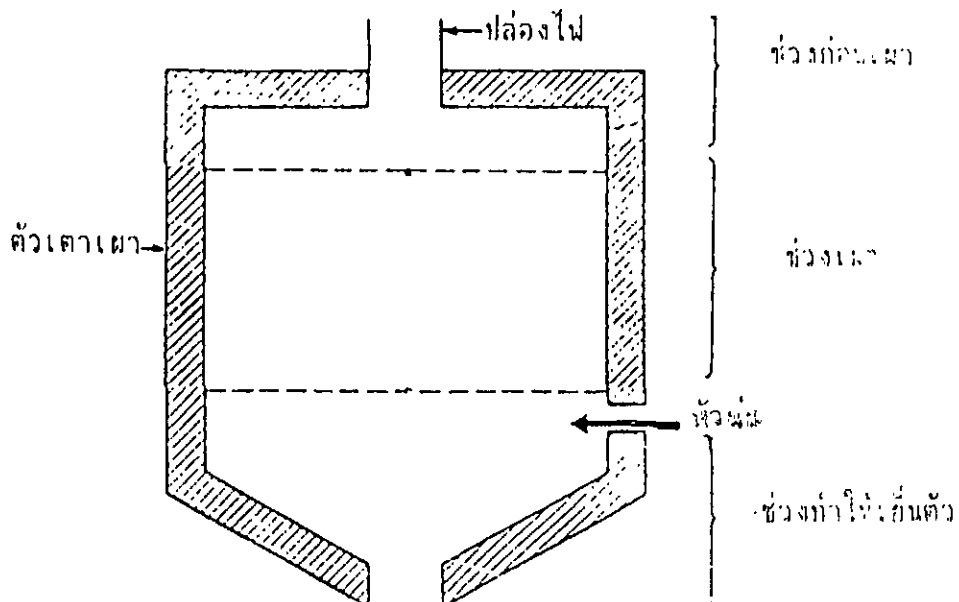
เตาชนิดใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง เป็นเตาเผาที่อุณหภูมิสูง สามารถเผาแบบออกซิเดชัน (oxidation) และรีดักชัน (reduction) ได้ เตาแก๊สปัจจุบันนับว่าเป็นเตาที่กำลังนิยมเป็นเตาที่ค่อนข้างสะอาด เผาให้อุณหภูมิสูง (high temperature) มีความสะดวกต่อการใช้งาน ประหยัดเชื้อเพลิง ปลอดภัย การสร้างเตาแก๊ส จะต้องใช้อิฐเบา (Insulating Bricks) ในการก่อเตาชนิดที่มีความทนไฟสูงเพราะจะช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้ดี เตาแก๊สที่ใช้อยู่ทั่วไปมีอยู่ 2 แบบคือ เตาแก๊สชนิดทางความร้อนขึ้น (updraft kiln) และเตาแก๊สชนิดทางความร้อนลง (downdraft kiln) (ทวี พรหมพฤษ. 2525 : 33)

เตาแก๊สทางลมร้อนขึ้น การสร้างเตาแก๊สทางลมร้อนขึ้น นิยมออกแบบเตาเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดเปิดหน้า (front loading) และชนิดเปิดบน (top loading) เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนขึ้น เป็นเตาที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก และเหมาะสำหรับงานทดลองงานวิจัยต่าง ๆ ได้ดี (ทวี พรหมพฤษ. 2525 : 33) และการระบายความร้อนขึ้น คือ การที่อากาศภายในเตาได้รับความร้อนแล้วขยายตัวลอยตัวขึ้นเป็นแนวตั้งขึ้นไปตอนบนของหลังคา เชื้อเพลิงที่ใช้ในเตาชนิดทางลมร้อนขึ้น อาจใช้แก๊สธรรมชาติ น้ำมัน ถ่านหินหรือไม้ แต่ที่นิยมในปัจจุบันจะใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (Boobs. 1980 : 79) ลักษณะความร้อนขึ้นดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 แสดงลักษณะทางความร้อนขึ้นในเตาแก๊ส

จากหลักการของเตาแก๊สชนิดทางความร้อนขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในการที่จะ
ทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัว โดยกำหนดให้เตาเป็นเตาทรงกลม วางตัวในแนวตั้ง (vertical
kiln) และทำให้หินเกิดการขยายตัว (expansion) ตามลักษณะรูปแบบดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 แสดงลักษณะของเตาแก๊สทรงกลมวางตัวในแนวตั้ง

เซลล์ที่แข็งค้างอยู่เหมือนเป็นเปลือกหุ้มคล้ายแก้ว (vitreous shell) เป็นลักษณะที่ป้องกันน้ำได้

รูปร่างของแต่ละเมล็ดของมวลตั้งแต่เล็กจนโตถึง $3/4$ นิ้ว ทำการร่อนให้มีขนาดตามความต้องการ ชนิดละเอียดมีขนาด 0 ถึง $3/16$ นิ้ว ชนิดกลาง $3/16$ นิ้ว ถึง $3/8$ นิ้ว และชนิดหยาบ $3/8$ นิ้ว ถึง $3/4$ นิ้ว มวลชนิดละเอียดมีน้ำหนักประมาณ 1,600 ปอนด์ต่อลูกบาศก์หลา ชนิดกลาง 1,200 ปอนด์ต่อลูกบาศก์หลา และชนิดหยาบหนัก 1,000 ปอนด์ต่อลูกบาศก์หลา เป็นต้น

จากกรรมวิธีการผลิตเพอร์ไลต์ของ เบอร์เนส (Bernes. R.E.) ที่เสนอไว้แล้วข้างต้นแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนในการผลิตเพอร์ไลต์ การลงทุนในการผลิตต้องใช้ต้นทุนในการผลิตสูง ด้วยเหตุนี้ เพื่อให้เหมาะสมต่อการศึกษาค้นคว้าหาหนทางเพอร์ไลต์ให้ขยายตัวในครั้งนี้อย่างจริงจังจึงคิดวิธีการที่จะทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัวได้ด้วยวิธีการที่ไม่ซับซ้อน และการลงทุนเหมาะสมต่อการผลิต ดังนี้คือ

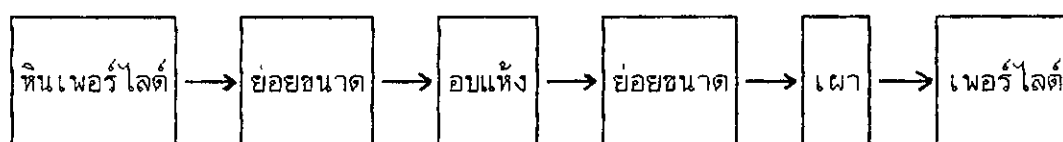
กรรมวิธีการผลิตเพอร์ไลต์ตามแนวทางของผู้วิจัย

เริ่มจากนำหินเพอร์ไลต์ที่ได้จากแหล่งจะถูกนำไปย่อยโดยเครื่องย่อยให้ได้ขนาดที่สัมพันธ์กับบดหมึกที่ใช้เพื่อการขยายตัว (expansion) หลังจากแต่งหินให้ได้ขนาดตามต้องการแล้ว จะถูกนำไปเข้าเครื่องเผาที่จะทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัว เครื่องเผาที่ใช้จะใช้เตาแก๊สชนิดทางความร้อนขึ้น บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชั่น เพอร์ไลต์ที่ได้จะนำไปคัดขนาดด้วยเครื่องคัดขนาด เพื่อแยกขนาดเพอร์ไลต์ตามที่ต้องการจะใช้งาน กรรมวิธีดังกล่าวจะได้เพอร์ไลต์ตามต้องการ และมีคุณสมบัติทางด้านกายภาพตรงตามมาตรฐานของสถาบันเพอร์ไลต์ของสหรัฐอเมริกา กรรมวิธีการผลิตเพอร์ไลต์ได้แสดงรายละเอียดในภาพประกอบ 13

9. การผลิตเพอร์ไลต์

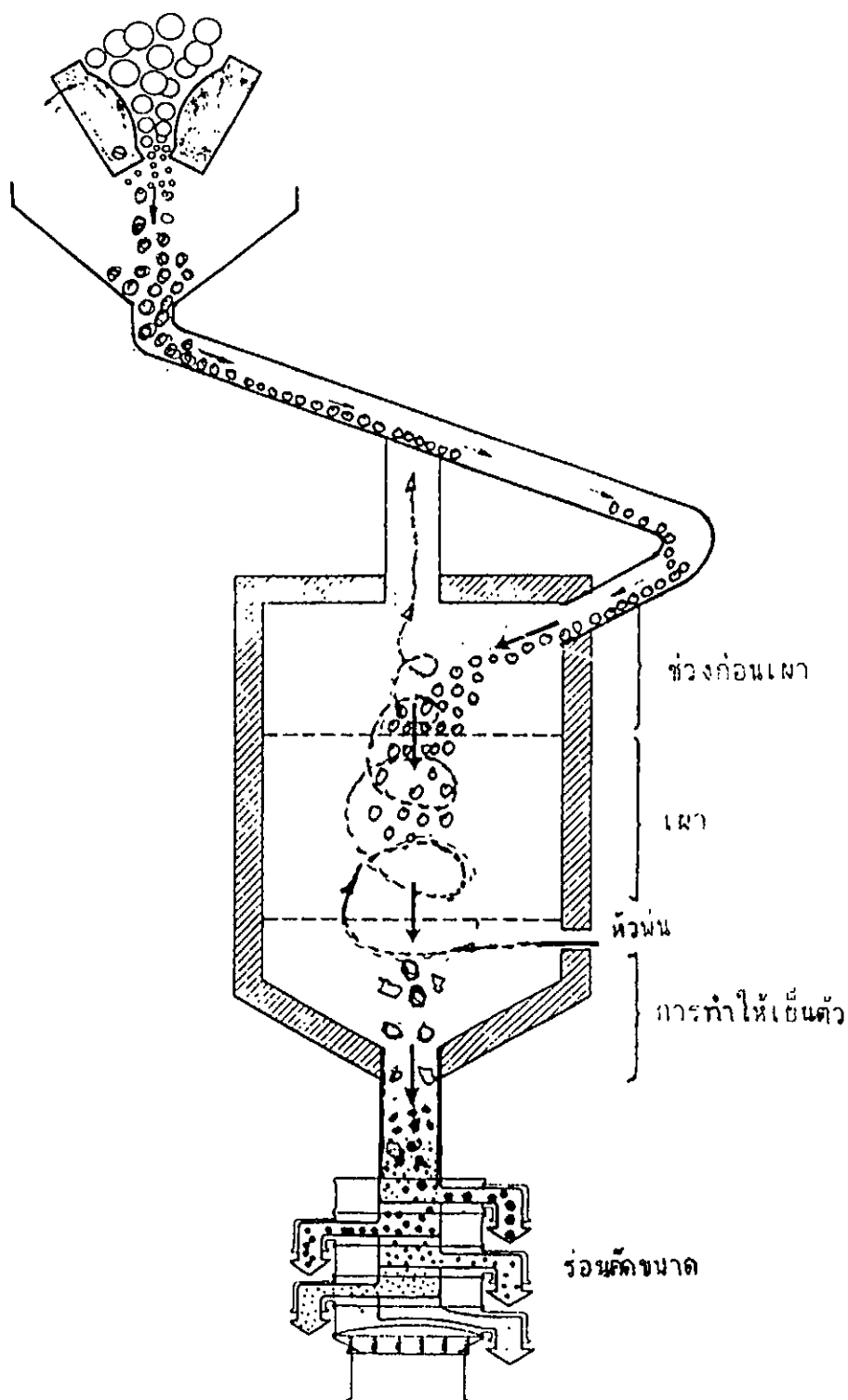
หินเพอร์ไลต์ที่ได้จากแหล่งจะถูกนำไปย่อย โดยเครื่องย่อยให้ได้ขนาดเล็กกว่า 16 มม. หรือ $5/8$ นิ้ว แล้วจะถูกนำไปอบแห้งแบบหมุน เพื่อลดความชื้นลงให้น้อยกว่าร้อยละ 1 หลังจากนั้น หินเพอร์ไลต์จะถูกนำไปย่อยให้มีขนาดเล็กลง ตามขนาดมาตรฐานที่ต้องการจะนำไปใช้งาน เช่น ถ้าจะนำไปใช้ในการผสมปูนซีเมนต์ เพื่อใช้ในงานฉาบผิวต้องใช้น้ำขนาดประมาณ 16 เมช (mesh) ถึง +100 เมช ถ้าจะใช้ผสมทำคอนกรีตต้องใช้น้ำขนาดใหญ่ขึ้น คือขนาดประมาณ 4 เมช ถึง +100 เมช

หลังจากที่แต่งหินเพอร์ไลต์ได้ขนาดที่ต้องการแล้ว นำไปเข้าเครื่องเผาที่จะทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัว ซึ่งจะต้องใช้ความร้อนมากกว่า 760 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิถึงจุดที่หินเพอร์ไลต์จะขยายตัว (ประมาณ 760-1,000 องศาเซลเซียส) เนื้อแก้วจะเริ่มอ่อนตัวทำให้น้ำที่อยู่ในเนื้อแก้วออกไปอย่างรวดเร็วในสถานะที่เป็นไอ ทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัวทันที (Bernes, 1967 : 180-183) กระบวนการผลิตเพอร์ไลต์ ดังแสดงรายละเอียดในภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 แสดงกระบวนการผลิตเพอร์ไลต์

ภิกขุ สุนทรสมัย (2530 : 103) ได้ให้ความรู้เรื่องหินพองตัว (Expanded shale) ไว้ดังนี้ หินพองตัวเป็นมวลรวมน้ำหนักเบา (Light weight-aggregate) เท่าที่ทราบกันก็คือ เฮอคิวไลต์ (heculite) หรือ ฮายไดต์ (haydite) ทำการผลิตโดยผ่านการบดหินอ่อนที่แตกง่ายขนาดเล็ก (shale) แล้วเอาเข้าเตาเผาด้วยความร้อนประมาณ 1,092 องศาเซลเซียส (2,000 องศาฟาเรนไฮต์) แก๊สที่เกิดขึ้นจะทำให้หินพองตัวเกิดฟองอากาศเป็นจำนวนมาก ๆ เซลในมวลนั้น เมื่อวัสดุเย็นตัวลงจะกลายเป็นปึก ผิวของ



ภาพประกอบ 13 แสดงการเผาหินเพอร์ไลต์ให้ขยายตัว

10. สรุป

หินเพอร์ไลต์ เป็นหินภูเขาไฟอายุอ่อน มีคุณสมบัติเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในงานอุตสาหกรรมหลายประเภท หาวัตถุอื่นที่จะได้คุณสมบัติและราคาเท่าเทียมกันมาทดแทนได้ยาก ในการนำไปใช้ประโยชน์ ด้านหนึ่งหินเพอร์ไลต์นำไปใช้ในงานเป็นวัสดุก่อสร้างด้วย น้ำหนักเบา และมีคุณสมบัติเป็นฉนวน จึงทำให้การใช้เพอร์ไลต์ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องโครงสร้างอาคาร และพลังงานกับอีกด้านหนึ่งจะนำไปใช้ช่วยเพิ่มผลผลิต และลดค่าใช้จ่ายในงานด้านการเกษตรกรรมรวมทั้งใช้เป็นสารกรองที่หาวัตถุอื่นมาทดแทนได้ยาก ตลอดงานทางด้านอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ปัญหาประการหนึ่ง คือ ยังไม่ได้มีการนำเอาหินเพอร์ไลต์จากแหล่งที่สำรวจพบมาใช้ให้เกิดประโยชน์

ด้วยเหตุดังกล่าว เป็นแรงจูงใจให้ผู้วิจัยศึกษาการเผาหินเพอร์ไลต์ เพื่อให้ได้สารเพอร์ไลต์ โดยการนำหินเพอร์ไลต์จากแหล่งในประเทศ เผาในเตาแก๊สทรงกลม ชนิดทางความร้อนขึ้น โดยควบคุมอุณหภูมิ ขนาด และช่วงเวลาที่ใช้เผาแบบรีดักชัน จะทำให้ได้เพอร์ไลต์มีคุณสมบัติที่ดีทางด้านกายภาพ

ดังนั้น เมื่อสามารถนำหินเพอร์ไลต์จากแหล่งในประเทศขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้แล้ว ย่อมจะลดการพึ่งพาจากแหล่งนอกประเทศ และช่วยส่งเสริมให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างใหม่ ๆ ซึ่งทำให้เกิดการประหยัด นอกจากนั้นในงานด้านการเกษตร ซึ่งเป็นอาชีพของประชากรส่วนใหญ่ของประเทศก็จะสามารถนำเอาสารเพอร์ไลต์ไปพัฒนาใช้ด้านเกษตรกรรม เช่น ด้านการปรับสภาพดินให้เหมาะสมต่อการเพาะปลูก

บทที่ 3

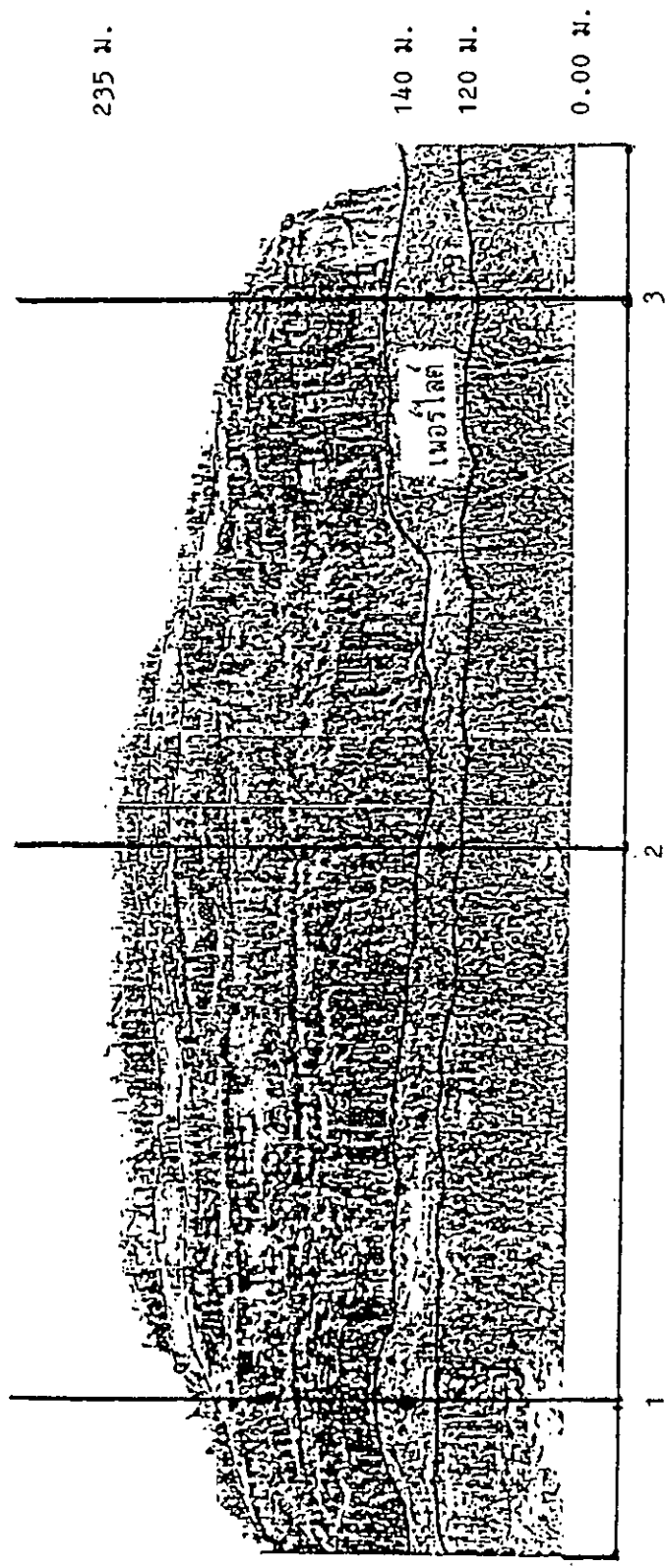
วิธีดำเนินการ

การดำเนินการศึกษาทดลองการผลิตเพอร์ไลต์ เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้ บรรลุผลตามจุดมุ่งหมาย ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาแหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง
2. จัดทำวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง
4. การดำเนินการวิจัย
5. การตรวจสอบการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์
6. ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารเพอร์ไลต์
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาแหล่งข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยในครั้งนี้ ประชากร คือ หินภูเขาไฟเนื้อแก้วเพอร์ไลต์ ในบริเวณด้านตะวันตกของกลุ่มภูเขาไฟลำนารายณ์ โดยใช้วิธีสุ่มแบบเจาะจง จากแหล่งหินเพอร์ไลต์ที่โผล่พ้นดินให้เห็นชัดเจนบริเวณเขาฝาละมี ตำบลบ้านมหาโพธิ์ อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี เก็บตัวอย่างจากตำแหน่งเส้นชั้นความสูงที่ 120 เมตร ถึง 140 เมตร จำนวน 300 กิโลกรัม ดังแสดงในภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 แสดงตำแหน่งการสำรวจตัวอย่างหินเพอร์ไลต์แบบเจาะทั้ง 3 จุด บริเวณ
เขาฝาละมี ตำบลบ้านมหาโพธิ์ อำเภอสระโบสถ์ จังหวัดลพบุรี

2. จัดทำวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือดังนี้ คือ

1. หินภูเขาไฟเนื้อแก้วเพอร์ไลต์
2. เครื่องมือย่อยขนาด
3. ตะแกรงร่อนขนาด
4. เตาเผาแก๊สทางความร้อน
5. แก๊สเหลว
6. ออกซิเจน
7. เครื่องมือวัดอุณหภูมิภายในเตาเผา
8. เครื่องชั่งน้ำหนัก
9. อุปกรณ์สำหรับตวง (ลิตร)
10. กล้องถ่ายรูปพร้อมอุปกรณ์

3. สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง

สถานที่ทำการทดลองครั้งนี้คือ

1. กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม ตรวจสอบแร่และหิน
2. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสถาบันราชภัฏเชียงใหม่ ตรวจสอบความเป็นกรดและด่าง และการทำปฏิกิริยาเคมี
3. ห้องปฏิบัติการภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา คณะอุตสาหกรรมศึกษา สถาบันราชภัฏพระนคร ทำการทดสอบจุดอ่อนตัวและจุดหลอมละลายของสารเพอร์ไลต์
4. ห้องปฏิบัติการภาควิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวิทยาลัยครูเชียงใหม่ ทำการเผาหินเพอร์ไลต์ให้ขยายตัว

ระยะเวลาที่ทำการทดลอง การทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตั้งแต่ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2535 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536

4. การดำเนินการวิจัย

ในการทดลองครั้งนี้ สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

1. นำหินเพอร์ไลต์ที่ได้จากแหล่งเข้าเครื่องย่อยขนาด คัดขนาดให้ได้ขนาด 5 ขนาด ตามกำหนด คือ 3, 6, 9, 13 และ 16 มิลลิเมตร
2. ทำการชั่งน้ำหนักหินเพอร์ไลต์คัดขนาดแล้ว ขนาดละ 30 กิโลกรัม และหาปริมาตรของหินเพอร์ไลต์แต่ละขนาด
3. วัดค่าความชื้นของหินเพอร์ไลต์แต่ละขนาดก่อนเข้าเตาเผา
4. นำหินเพอร์ไลต์ขนาด 3 มิลลิเมตร ครั้งละ จำนวน 3 กิโลกรัม เข้าสู่อุปกรณ์ลำเลียงก่อนส่งเข้าเตาเผา
5. การเผาในช่วงแรก เป็นการแคลไซด์เพื่อลดความชื้น โดยใช้ความร้อนจากปล่องไฟ
6. หินเพอร์ไลต์ที่ผ่านการแคลไซด์ จะเข้าสู่เตาเผาแก๊สทรงกลม ชนิดทางความร้อน ช่วงแรกเป็นการอุ่น (preheat)
7. การทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัวโดยการที่หินเคลื่อนตัวอย่างต่อเนื่องกัน ผ่านเปลวไฟแบบไฮโคลนภายในเตาเผา และบรรยากาศการเผาแบบออกซิเตชัน อุณหภูมิในเตาเผา 680-1,040 องศาเซลเซียส (1,246-1,905 องศาฟาเรนไฮต์) ตามลำดับ
8. การทำให้เพอร์ไลต์เย็นตัวลง (Cooling)
9. ทำการคัดขนาดของเพอร์ไลต์โดยผ่านตะแกรงร่อน เพื่อตรวจสอบการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์
10. หินเพอร์ไลต์ ขนาด 6, 9, 13 และ 16 มิลลิเมตร ทำการทดลองเหมือน

กับหินเพอร์ไลต์ ขนาด 3 มิลลิเมตร โดยเริ่มต้นที่ชั้นตอนที่ 4 ถึง ชั้นตอนที่ 9 ตามลำดับ

11. ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเพอร์ไลต์ที่มีอัตราการขยายตัวมากที่สุด นำไปทดสอบที่ห้องปฏิบัติการทางวิชาการที่มีมาตรฐาน

12. สรุปผลการทดลองกรรมวิธีการเผาหินเพอร์ไลต์ให้ได้สารเพอร์ไลต์

5. การตรวจสอบการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์

หินเพอร์ไลต์ที่จะนำไปเป็นวัตถุดิบในงานอุตสาหกรรมด้านต่าง ๆ จะต้องเป็นหินที่ขยายตัว (expanded) ที่ดี ดังนั้นการตรวจสอบการขยายตัวจึงเป็นสิ่งจำเป็น

การตรวจสอบอัตราการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์

เครื่องมือ

1. ตะแกรง (sieves) ที่ใช้สำหรับห้องทดลอง (laboratory) เรียงซ้อนกันไว้ตามขนาดรูรอด 64, 52, 36, 24, 12, 10, 8 มิลลิเมตร ตามลำดับ

2. แยกสารเพอร์ไลต์แต่ละขนาดและอุณหภูมิผ่านตะแกรงร้อนที่เตรียมไว้

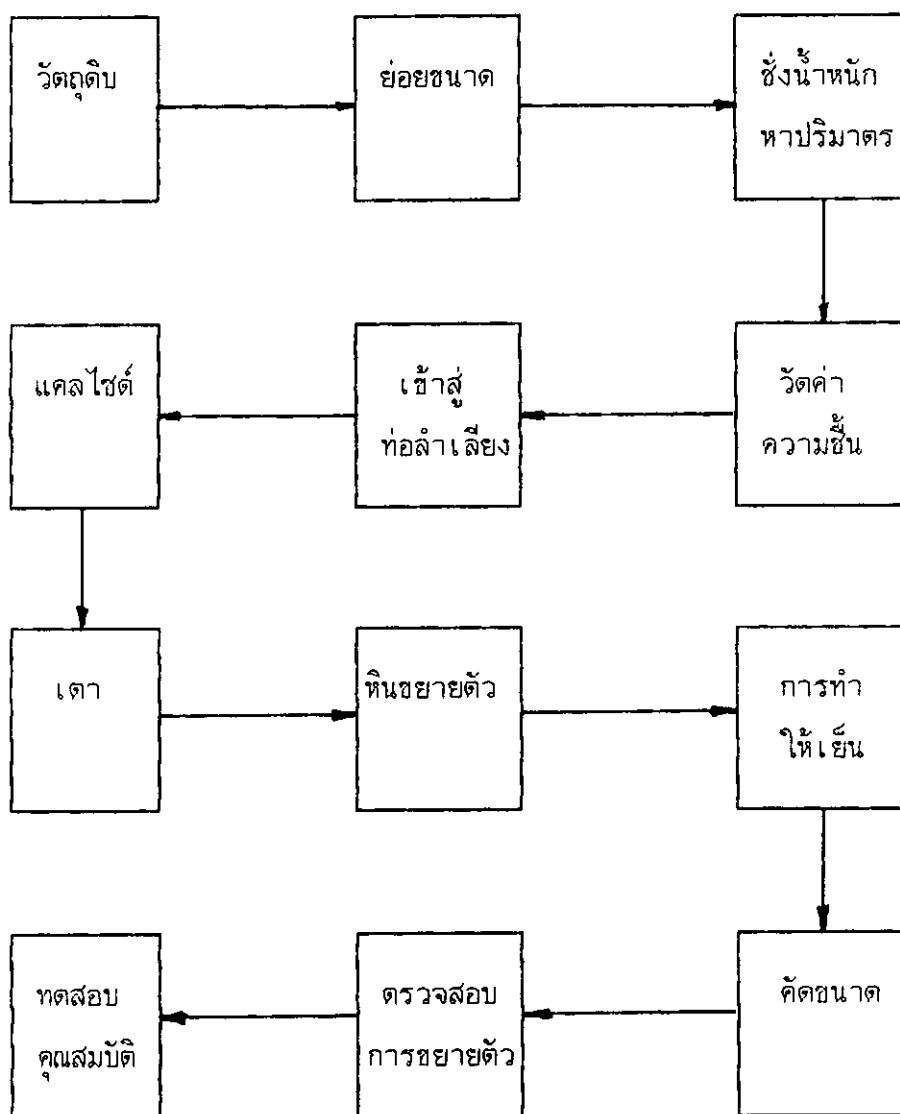
3. จดบันทึกน้ำหนักกลอดผ่านจากตะแกรงแต่ละชั้น นำไปหักจากจำนวนวัสดุที่นำมาทดลองทั้งหมด บันทึกผล

4. ผลลัพธ์ที่ได้ทำให้ทราบขนาดของวัสดุ

5. หาร้อยละที่วัสดุค้างแต่ละชั้น

รายงานผล

รายงานผลอัตราการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์ดังตาราง 4



ภาพประกอบ 15 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ตาราง 4 แสดงวัสดุค้ำและร้อย และการค้ำของแต่ละขนาด อุณหภูมิ และช่วงเวลา

ขนาดวัสดุ (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศา C)	จำนวน (กรัม)	เบอร์ตะแกรง (มิลลิเมตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	จำนวนค้ำ (กรัม)	จำนวนไม้ขยายตัว ร้อยละ	ร้อยละ
3	680		64				
			52				
			36				
			24				
			12				
			10				
			8				

6. ทำการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์

คุณภาพของเพอร์ไลต์ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ ได้นั้น จำเป็นจะต้องทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทั้งทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์ ได้แก่ สี (colour) จุดอ่อนตัว (softening point) จุดหลอมละลาย (fusion point) ความหนาแน่น (bulk density) ความเป็นกรดและด่าง (pH) การทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอื่น (solubility) ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการขยายตัว

การทดสอบจุดอ่อนตัวและจุดหลอมละลาย

เครื่องมือ

1. ไพรอเมตริกโคน หมายเลข 04, 05 และหมายเลข 06 ตามมาตรฐานออร์ตัน
2. ไพรอมิเตอร์
3. เตาเผาแก๊สอุณหภูมิสูง

วิธีทดสอบ

1. อัดแท่งเพอร์ไลต์เป็นรูปปริมาติดยอดแหลม โดยใช้กาว c.m.e เป็นตัวช่วยจับยึด
2. นำเข้าเตาเผาโดยวางขึ้นทดลองให้ตรงกับช่องดูไฟ
3. วางโคนหมายเลข 04 ขึ้นทดลอง หมายเลข 05 และหมายเลข 06 ตามลำดับ
4. ทำการเผาหินเพอร์ไลต์ และสังเกตการเปลี่ยนแปลง
5. ตรวจจุดจุดอ่อนตัว และจุดหลอมละลาย โดยการสังเกตการเปลี่ยนรูปของไพรอเมตริกโคน และอ่านค่าอุณหภูมิที่ไพรอมิเตอร์

รายงานผล

รายงานค่าเฉลี่ยของจุดอ่อนตัว และจุดหลอมละลาย

การทดสอบความหนาแน่น

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม
2. กระบอกตวงมาตรฐาน (ลูกบาศก์เซนติเมตร)
3. เครื่องอบแห้ง (อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส)

วิธีทดสอบ

1. ใส่ น้ำ ในกระบอกตวง 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ใส่สารเพอร์ไลต์แทนที่น้ำจนกว่าระดับน้ำสูงขึ้นถึง 11 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. นำสารเพอร์ไลต์ในกระบอกตวงนำไปอบแห้ง
4. ชั่งน้ำหนักของสารเพอร์ไลต์หลังจากอบแห้งแล้วบันทึกผลไว้
5. นำผลจากการชั่งไปคำนวณ

วิธีคำนวณ

การหาความหนาแน่นหาได้จากสูตร

$$\text{สูตรความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล (กรัม)}}{\text{ปริมาตร (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)}}$$

รายงานผล

รายงานค่าความหนาแน่นของชิ้นทดสอบ และค่าเฉลี่ย

การทดสอบความเป็นกรดต่าง

การทดสอบการทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น

การหาช่วงเวลา

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เพอร์ไลต์ที่ผลิตได้จากการทดลองที่มีอัตรา
การขยายตัวดีที่สุด นำไปทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพที่หน่วยงานที่ได้มาตรฐาน คุณสมบัติทาง
กายภาพ ได้แก่ สี จุดอ่อนตัว จุดหลอมละลาย ความหนาแน่น ความเป็นกรดต่าง การทำ
ปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น

ผลสรุปที่ได้จากการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการของหน่วยงานที่ได้มาตรฐาน ผู้วิจัยจะนำผล
เสนอดังตาราง 5 และภาพประกอบ 16 ดังนี้

ตาราง 5 ค่ามาตรฐานคุณสมบัติทางกายภาพของเพอร์ไลต์ที่ได้รับรองมาตรฐานทางวิชาการ

สี	จุดอ่อนตัว	จุดหลอมละลาย	ความหนาแน่น	ความเป็นกรดต่าง	การทำปฏิกิริยา
(colour)	(softening)	(fusion point)	(bulk density)	(ph)	เคมีกับสารอื่น
องศา C	องศา C	กิโลกรัม/ ลูกบาศก์เมตร			
<u>ค่ามาตรฐาน</u>					
ขาว 890-1,100	1,280-1,350	32-400	7	น้อย	
<u>ค่าที่ได้จากการทดลอง</u>					
-	-	-	-	-	-

7.2 การวิเคราะห์การขยายตัวของหินเพอร์ไลต์ อัตราการขยายตัวที่ดีที่สุดของหินเพอร์ไลต์ ผู้วิจัยจะนำผลเสนอ ดังตาราง 6

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหินเพอร์ไลต์ที่ได้จากแหล่งเข้าเครื่องย่อยขนาด คัดขนาดออกเป็น 5 ขนาด และได้ตรวจสอบอัตราการขยายตัว ในอุณหภูมิที่แตกต่างกันได้ ดังนี้ ขนาดของหินเพอร์ไลต์ขนาด 3 มิลลิเมตรเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 680, 720, 760, 800 920, 960, 1,000 และ 1,040 องศาเซลเซียส ไม่มีการขยายตัว แต่ที่อุณหภูมิ 840 องศาเซลเซียสมีอัตราการขยายตัวคิดเป็นร้อยละ 65 ของน้ำหนัก 3,000 กรัม และที่อุณหภูมิ 880 องศาเซลเซียสมีอัตราการขยายตัวคิดเป็นร้อยละ 70 ของน้ำหนัก 3,000 กรัม สำหรับ หินเพอร์ไลต์ขนาด 6, 9, 13, 16 มิลลิเมตรจากการทดลองเมื่อผ่านอุณหภูมิ 680, 720, 760, 800, 840, 880, 920, 960, 1,000 และ 1,040 องศาเซลเซียส ไม่มีการ ขยายตัว ผลการทดลองดังแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงอัตราการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์ (ร้อยละโดยน้ำหนัก)

ขนาด (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)									
	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040
3	-	-	-	-	65	70	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

จากการทดลองหาการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์ 5 ขนาด คือ 3, 6, 9, 13 และ 16 มิลลิเมตร ผู้วิจัยพบว่าหินเพอร์ไลต์ขนาด 3 มิลลิเมตร มีอัตราการขยายตัวที่อุณหภูมิ 840 และ 880 องศาเซลเซียส สำหรับหินเพอร์ไลต์ขนาดอื่น ๆ ไม่ปรากฏผลว่าขยายตัว ผู้วิจัยจึงนำหินเพอร์ไลต์ ขนาด 3 มิลลิเมตรไม่ศึกษาต่อไปว่ามีการขยายตัวในอัตราส่วนเท่าใด ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 8 แสดงวัสดุค้ำและร้อยละการค้ำที่อุณหภูมิ 840 องศาเซลเซียส

ขนาดวัสดุ (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศา c)	จำนวน (กรัม)	เบอร์ตะแกรง (มิลลิเมตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	จำนวนค้ำ		จำนวนไม่ขยายตัว ร้อยละ
					กรัม	ร้อยละ	
3	840	3000	64	5	-	-	35
			52		-	-	
			36		-	-	
			24		1250	41.67	
			12		458	15.27	
			10		172	5.73	
			8		70	2.33	

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าขนาดของหินเพอร์ไลต์ ขนาด 3 มิลลิเมตร เกิดการขยายตัวมีปริมาณค่อนข้างสูง และมีการขยายตัวทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 65 จุดที่ขยายตัวมากที่สุด เมื่อค้ำเบอร์ของตะแกรงเบอร์ 24 มีการขยายตัวร้อยละ 41-67

ตาราง 9 แสดงวัสดุค้ำและร้อยละการค้ำที่อุณหภูมิ 880 องศาเซลเซียส

ขนาดวัสดุ (มิลลิเมตร)	อุณหภูมิ (องศา c)	จำนวน (กรัม)	เบอร์ตะแกรง (มิลลิเมตร)	ช่วงเวลา (วินาที)	จำนวนค้ำ		จำนวนไม่ขยายตัว ร้อยละ
					กรัม	ร้อยละ	
3	880	3000	64	5	-	-	30
			52		-	-	
			36		1325	44.17	
			24		650	21.67	
			12		125	4.16	
			10		-	-	
			8		-	-	

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าขนาดของหินเพอร์ไลต์ ขนาด 3 มิลลิเมตร เกิดการขยายตัวมีปริมาณสูง และมีการขยายตัวทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 70 จุดที่ขยายตัวมากที่สุด เมื่อค้ำของตะแกรงเบอร์ 36 มีการขยายตัวร้อยละ 44.17

จากความสัมพันธ์ของตาราง 8 และ 9 จะเห็นได้ว่าวัสดุขนาด 3 มิลลิเมตรที่อุณหภูมิ 880 องศาเซลเซียส มีอัตราการขยายตัวดีกว่าวัสดุขนาด 3 มิลลิเมตรที่อุณหภูมิ 840 องศาเซลเซียส ผู้วิจัยจึงนำไปศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์ต่อไป

การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

จากผลการตรวจสอบการขยายตัวของหินเพอร์ไลต์พบว่าวัสดุขนาด 3 มิลลิเมตร เเผที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีอัตราการขยายตัวสูงร้อยละ 65 (ดังตารางที่ 7) ผู้วิจัย จึงนำไปทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ดังต่อไปนี้

1. จุดอ่อนตัวและจุดหลอมละลาย

ในการทดสอบจุดอ่อนตัวและจุดหลอมละลายในครั้งนี้ได้ผลจากการทดลองดังนี้

ตาราง 10 แสดงอุณหภูมิจุดอ่อนตัวและจุดหลอมละลายของสารเพอร์ไลต์

หมายเลขไพโรเมตริกโคน	จุดอ่อนตัว	จุดหลอมละลาย
05 (1000 องศาเซลเซียส)	-	-
06 (1040 องศาเซลเซียส)	จุดอ่อนตัว	-
04 (1060 องศาเซลเซียส)	-	หลอมละลาย

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่า เมื่อนำเอกสารเพอร์ไลต์ไปทดสอบจุดอ่อนตัวในเตาเผาเซรามิกส์ชนิดใช้กระแสไฟฟ้า และใช้ไพโรเมตริกโคน เป็นเครื่องมือในการวัดระดับของอุณหภูมิภายในเตาเผา การสังเกต จากช่องดูไฟพบว่า เมื่อไพโรเมตริกโคน หมายเลข 06 เริ่มงอตัว สารเพอร์ไลต์จะมีการอ่อนตัวลง และในขณะนั้นไพโรเมตริกโคน หมายเลข 06 จมลง ไพโรเมตริกหมายเลข 04 งอตัวลง สารเพอร์ไลต์จะเกิดการหลอมละลาย

2. การทดสอบความหนาแน่น

จากการทดสอบหาความหนาแน่นของสารเพอร์ไลต์จากขนาด 3 มิลลิเมตร

ได้ค่า ความหนาแน่นจากวิธีทดสอบต่อไปนี้คือ

$$\text{จากสูตรความหนาแน่น} = \frac{\text{มวล (กรัม)}}{\text{ปริมาตร (ลูกบาศก์มิลลิเมตร)}}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่าสูตร} &= \frac{7.25}{1000} \\ &= 0.00725 \text{ กรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร} \end{aligned}$$

3. ความเป็นกรดเบส

การหาความเป็นกรดเบสของสารเพอร์ไลต์ ผู้วิจัยได้นำเอาสารเพอร์ไลต์ไปละลายในน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 1 : 1 และใช้มาตรฐานความเป็นกรดเบส (pH meter) วัดได้ค่าความเป็นกรดเบส อยู่ระหว่าง 6.5-7.5

4. การทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น

การทดสอบการทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น ผู้วิจัยได้นำเอาเพอร์ไลต์ที่มีอัตราการขยายตัวดีที่สุด โดยการนำไปต้มในด่าง (alkali) และในกรด (HF) เข้มข้น ได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 11 การทดสอบการทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น

ข้อสาร	คุณสมบัติ	ผลปฏิกิริยาทางเคมีที่ได้
โซเดียมไฮดรอกไซด์	ด่าง	ละลายน้อยกว่าร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก
กรดกำมะถัน	กรด	ละลายน้อยกว่าร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก
น้ำกลั่น	กลาง	ละลายน้อยกว่าร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก

จากตาราง 11 ผู้วิจัยได้นำสารเปอร์ไลต์ 1 กรัม ไปละลายในต่าง โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร สังเกตผลการทดลองไม่มีฟองแก๊ส สีไม่เปลี่ยนแปลง นำสารเปอร์ไลต์วางไว้ให้แห้งในอุณหภูมิห้อง นำไปชั่งน้ำหนัก น้ำหนักหายไปน้อยกว่าร้อยละ 10 และเมื่อนำไปละลายในกรดกำมะถัน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร สังเกตผลการทดลองไม่มีฟองแก๊ส สีไม่เปลี่ยนแปลง และเมื่อนำสารเปอร์ไลต์ไปชั่งน้ำหนักหายไปน้อยกว่าร้อยละ 3 และเมื่อนำไปละลายในน้ำกลั่นละลายไปเพียงร้อยละ 1

ช่วงเวลาที่ใช้เผา

การหาช่วงเวลาที่ใช้เผาทินเปอร์ไลต์ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจับเวลาจากนาฬิกา โดยเริ่มจับเวลาตั้งแต่หินเปอร์ไลต์เริ่มเข้าสู่ปากของเตาเผา ผ่านกระบวนการแคลไซต์ เขาสู่ภายในเตาเผา ช่วงก่อนเผา ช่วงเผา และผ่านเปลวไฟ จนถึงสารเปอร์ไลต์ตกลงสู่ตะแกรงใช้เวลารวมทั้งสิ้น 5 วินาที เป็นเวลาที่หินขนาด 3 มิลลิเมตรขยายตัว สำหรับขนาด 6, 9, 13, 16 มิลลิเมตร ไม่ปรากฏว่าขยายตัวในช่วงอุณหภูมิช่วง 680-1,040 องศาเซลเซียส

สรุปคุณสมบัติทางกายภาพหินเพอร์ไลต์จากการทดลอง

ตาราง 12 ค่ามาตรฐานคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์

สี (colour)	จุดอ่อนตัว (softening) องศา C	จุดหลอมละลาย (fusion point) องศา C	ความหนาแน่น (bulk density)	ความเป็นกรดต่าง (ph)	การทำปฏิกิริยา เคมีกับสารอื่น
<u>ค่ามาตรฐาน</u> ขาว	890-1,100	1,280-1,350	32-400 (Kg/m ³)	7	น้อย

จากตาราง 12 เป็นค่ามาตรฐานคุณสมบัติทางกายภาพของเพอร์ไลต์ (Perlite Institute. 1990 : 1) ได้วิเคราะห์ไว้ดังนี้ สารเพอร์ไลต์มีสีขาว จุดอ่อนตัว 890-1,100 องศาเซลเซียส จุดหลอมละลาย 1,280-1,350 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 32-400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเป็นกรดต่าง 7 และการทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่นมีน้อย

จากการทดลองพบว่า หินเพอร์ไลต์ที่นำมาทดลองในครั้งนี้เมื่อขยายตัวแล้วจะให้สีขาว มีจุดอ่อนตัวที่ 1,040 องศาเซลเซียส จุดหลอมละลายที่ 1,060 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 0.00725 กรัมต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ความเป็นกรดต่าง 6.5-7.5 และมีการทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่นน้อย ผลดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ค่าที่ได้จากการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์

สี	จุดอ่อนตัว	จุดหลอมละลาย	ความหนาแน่น	ความเป็นกรดต่าง	การทำปฏิกิริยาเคมี กับสารอื่น
ขาว	1,040	1,060	0.00725 (g/mm ³)	6.5-7.5	น้อย

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นบทที่กล่าวถึงสาระสำคัญของการวิจัยโดยสรุป ผลการวิจัยโดยสรุป ผลการวิจัย อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป เพื่อเป็นข้อมูลที่จะได้สารเพอร์ไลต์ที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์ตามมาตรฐานสถาบันเพอร์ไลต์ของสหรัฐอเมริกา โดยการเผาหินเพอร์ไลต์ใช้อุณหภูมิและขนาดของหินเพอร์ไลต์ต่างกัน

ความสำคัญของการวิจัย

ได้สารเพอร์ไลต์ที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาทดลองในด้านปฏิบัติการ เช่น งานด้านอุตสาหกรรม งานก่อสร้าง งานเซรามิกส์ และงานด้านเกษตรกรรม

กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ได้กลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive random sampling) จากแหล่งหินเพอร์ไลต์ ในบริเวณทางด้านตะวันตกของกลุ่มหินกลุ่มหินภูเขาไฟ ลำนารายณ์ บริเวณเขาฝาละมี จังหวัดลพบุรี จำนวน 300 กิโลกรัม

สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาลักษณะของการเผาหินเพอร์ไลต์ และคุณสมบัติของสารเพอร์ไลต์ อุณหภูมิ และขนาดของหินเพอร์ไลต์ต่างกันพบว่า ขนาดของหินเพอร์ไลต์ ที่มีขนาด 3 มิลลิเมตร มีอัตราการขยายตัวที่อุณหภูมิ 840 และ 880 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับหินเพอร์ไลต์ขนาด 6, 9, 13 และ 16 มิลลิเมตร ไม่มีการขยายตัว

ในการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์ พบว่า สารเพอร์ไลต์ที่ได้ มีสีขาวและขาวปนเทา มีจุดอ่อนตัวที่อุณหภูมิ 1040 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลวละลายที่อุณหภูมิ 1060 องศาเซลเซียส ค่าความหนาแน่น 0.00725 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าความเป็นกรดและด่างอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 7.5 การทำปฏิกิริยาเคมีกับสารที่เป็นกรดและด่าง น้อยมาก ส่วนการทำปฏิกิริยาเคมีกับสารที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง มีการทำปฏิกิริยาเคมีที่น้อยมาก และช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเผาหินเพอร์ไลต์ขนาด 3 มิลลิเมตรในครั้งนี้ ใช้เวลา 5 วินาที

การอภิปรายผล

จากผลการศึกษาลักษณะของการเผาหินเพอร์ไลต์ และคุณสมบัติของสารเพอร์ไลต์ ในครั้งนี้ พบว่าขนาดของหินเพอร์ไลต์ขนาด 3 มิลลิเมตร มีอัตราการขยายตัวดีกว่าหินเพอร์ไลต์ที่มีขนาด 6, 9, 13 และ 16 มิลลิเมตร ทั้งนี้เป็นเพราะหินเพอร์ไลต์ที่นำมาทำการศึกษามีขนาดเล็ก ทำให้มีผิวสัมผัสกับเปลวไฟได้มาก และทั่วถึงเป็นผลทำให้หินเกิดการขยายตัวที่ดี ประกอบกับเวลาของการนำวัสดุเข้าเตาเผาสัมพันธ์กับขนาด สำหรับขนาดของหินเพอร์ไลต์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 3 มิลลิเมตร ไม่เกิดการขยายตัวทั้งนี้อาจเป็นเพราะขนาดของหินเพอร์ไลต์ได้รับความร้อนจากเปลวไฟไม่ทั่วถึง จึงเป็นผลทำให้ไม่เกิดการขยายตัว

ผลการศึกษาในครั้งนี้อาจคล้อยกับ เบอเนส (Bernes.1961:180-183) ได้กล่าวไว้ว่าหลังจากที่แต่งหินเพอร์ไลต์ได้ขนาดตามที่ต้องการแล้ว นำไปเข้าเครื่องเผาที่จะทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัว ซึ่งจะต้องใช้ความร้อนมากกว่า 760 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิถึงจุดที่หินเพอร์ไลต์จะขยายตัว (ประมาณ 760-1000 องศาเซลเซียส) เนื้อแก้วจะเริ่มอ่อนตัวทำให้น้ำที่อยู่ในเนื้อแก้วออกไปอย่างรวดเร็วในสภาพที่เป็นไอ ทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัวทันที

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์เมื่อพิจารณา เฉพาะคุณสมบัติแต่ละอย่างนำไปสู่การอภิปราย ดังนี้

สี คุณสมบัติทางกายภาพของสีของสารเพอร์ไลต์ที่ขยายตัวมีสีขาวและขาวปนเทา คือ ถ้าขยายตัวเต็มที่ให้เป็นสีขาว ส่วนของหินที่ขยายตัวไม่เต็มที่ให้เป็นสีขาวปนเทา ซึ่งตรงกับค่ามาตรฐาน

จุดอ่อนตัวและจุดหลอมละลาย สารเพอร์ไลต์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ จุดอ่อนตัวที่อุณหภูมิ 1040 องศาเซลเซียส และเริ่มหลอมละลายที่อุณหภูมิ 1060 องศาเซลเซียส จึงจัดว่าเป็นวัสดุทนไฟปานกลางชนิดหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ นิคม จึงอยู่สุข (2531 : 134-135) ได้สรุปถึงคุณภาพของสารเพอร์ไลต์ไว้ว่า เพอร์ไลต์เป็นสารทนไฟจะไม่หลอมละลายเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 1200 องศาเซลเซียส

ความหนาแน่น สารเพอร์ไลต์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ มีความพรุนตัวสูง เป็นผลทำให้มีน้ำหนักเบา ทั้งนี้เป็นเพราะหินเพอร์ไลต์เป็นหินภูเขาไฟเนื้อแก้วมีน้ำเป็นส่วนประกอบร้อยละ 2-5 ในขณะที่เพอร์ไลต์ถูกไฟเผา น้ำที่อยู่ในเนื้อหินระเหยกลายเป็นไอ ทำให้สารเพอร์ไลต์ที่ได้มีความพรุนตัวสูง เป็นผลให้มีความหนาแน่นต่ำ

ความเป็นกรดและด่าง จากผลของการศึกษาสารเพอร์ไลต์จำทำปฏิกิริยากับกรดและด่างอยู่ที่ระดับปานกลาง (Ph 6.5-7) ทั้งนี้เป็นเพราะ หินเพอร์ไลต์โดยทั่วไปมีซิลิกอนออกไซด์ (SiO_2) เป็นสารประกอบสูงถึง 71.10-75.10 ร้อยละโดยน้ำหนัก และซิลิกอนออกไซด์เป็นสารที่เป็นกลาง และทำปฏิกิริยาระหว่างกรด และด่างน้อยมาก

จึงเป็นเหตุให้สารเพอร์ไลต์มีคุณสมบัติดังกล่าวด้วย

การทำปฏิกิริยาเคมีกับสารอื่น สารเพอร์ไลต์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้นำไปทดสอบการทำปฏิกิริยาเคมีโดยนำสารเพอร์ไลต์ไปต้มในด่างอัลคาไลต์ (alkali) และในกรดกัดแก้วแบบเข้มข้น (HF) พบว่าละลายในด่างได้น้อยกว่าร้อยละ 10 และละลายในกรดได้น้อยกว่าร้อยละ 3 และละลายในน้ำได้น้อยมาก แสดงให้เห็นว่า สารเพอร์ไลต์มีการทำปฏิกิริยาเคมี กับสารอื่น ๆ ได้น้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับ นิคม จึงอยู่สุข (2531 : 134 - 135) ได้สรุปถึงคุณสมบัติของเพอร์ไลต์ว่าเพอร์ไลต์เป็นสารเฉื่อยไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมี

ช่วงเวลาที่ใช้เผา การศึกษาการเผาหินเพอร์ไลต์ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เตาเผา แก๊สชนิดทางความร้อนชั้นทรงกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในห้องเผา 0.30 เมตร ยาว 1.00 เมตร จากระยะความสูงของเตา มีผลต่อช่วงเวลาที่ใช้เผา เพราะหินเพอร์ไลต์ที่คัดขนาดได้แล้ว เมื่อจับระยะเวลาตั้งแต่หินเพอร์ไลต์ใช้เวลา 5 วินาที ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างเร็ว สำหรับการทดลองในครั้งนี้ เป็นผลให้ขนาดของหินเพอร์ไลต์ขนาด 6, 9, 13 และ 16 มิลลิเมตร ไม่เกิดการขยายตัว ทั้งนี้เป็นเพราะเวลาที่หินเพอร์ไลต์ผ่านเปลวไฟไว้เกิดไปเป็นผลให้หินเพอร์ไลต์ได้รับความร้อนไม่ทั่วทั้งอนุภาค จึงทำให้ไม่ขยายตัวสำหรับหินเพอร์ไลต์ขนาด 3 มิลลิเมตร เป็นขนาดเล็กมีพื้นผิวสัมผัสดีมาก ทำให้ได้รับความร้อนจากเปลวไฟได้ดี และสม่ำเสมอจึงทำให้เพอร์ไลต์ขนาดดังกล่าวขยายตัวได้ดี

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้รู้ว่า หินเพอร์ไลต์สามารถทำให้เกิดการขยายตัวและได้สารเพอร์ไลต์ที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการศึกษาทดลองในด้านปฏิบัติการดังต่อไปนี้

1. งานภาคอุตสาหกรรมด้านงานก่อสร้าง

สารเพอร์ไลต์สามารถนำไปใช้งานภาคอุตสาหกรรมด้านงานก่อสร้างด้านต่าง ๆ ได้ดี เช่น ใช้ทำเป็นฉนวน ห้องที่ต้องการรักษาอุณหภูมิทั้งความเย็นหรือความร้อน

เป็นพิเศษ ได้โดยการนำหินเพอร์ไลต์อัดเข้าไปในช่องว่างระหว่างผนังของห้องที่ก่ออิฐ ซึ่งมักจะใช้สารเพอร์ไลต์ที่มีความหนาแน่นต่ำ เช่น ห้องที่ใช้เก็บเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องการอุณหภูมิภายในห้องต่ำ

ในปัจจุบันมีการก่อสร้างอาคารสูงเป็นจำนวนมาก เนื่องจากพื้นที่ที่จะทำการก่อสร้างมีจำกัด และราคาสูง การก่อสร้างอาคารสูงดังกล่าววัสดุที่นำมาใช้ประกอบอาคารควรมีน้ำหนักเบา สารเพอร์ไลต์นี้สามารถนำไปใช้ทำคอนกรีตบนตาตหน้า ทำพื้นชั้นต่าง ๆ ของตึกที่มีความสูงมาก โดยการนำเอาสารเพอร์ไลต์ไปผสมกับปูนซีเมนต์ลาดบนผนังตึก ทำให้ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำฐานรากของตึกได้ดีมาก

2. งานเซรามิกส์

จากคุณสมบัติทางกายภาพของสารเพอร์ไลต์มีความหนาแน่นต่ำ ความพรุนตัวสูง น้ำหนักเบา เป็นสารทนไฟ ปริมาณ ออกไซด์ของธาตุ ซิลิกาสูง เป็นสารเฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมีในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ จากคุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำเอาสารเพอร์ไลต์ ไปใช้เป็นตัวกรองและตัวดูดซึมที่ดี เช่น การใช้เพอร์ไลต์เป็นเครื่องกรองน้ำดื่ม เครื่องกรองในการกรองน้ำในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ใช้กรองน้ำผลไม้ในโรงงานผลิตน้ำผลไม้ และในโรงงานอุตสาหกรรมน้ำตาลทราย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปส่วนผสมในการทำอิฐทนไฟ และผสมทำน้ำยาเคลือบเครื่องปั้นดินเผาได้

3. งานเกษตร

จากคุณสมบัติทางกายภาพ ของสารเพอร์ไลต์ในด้านความหนาแน่นต่ำ มีความพรุนตัวสูง สามารถนำไปใช้เป็นตัวช่วยอุ้มน้ำใต้ดิน โดยใช้เป็นวัสดุรองกันหลุม หรือรองพื้นก่อนการเพาะปลูกพืช ชนิดต่าง ๆ ได้ เป็นการช่วยให้ประหยัดน้ำ นอกจากนี้ยังทำให้ดินร่วน อ็อกซิเจนสามารถแทรกพื้นดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการทำให้หินเพอร์ไลต์ขยายตัว โดยการใช้เตาเผาชนิดอื่น ๆ ว่าได้ผลเพียงใด
2. ควรนำหินเพอร์ไลต์จากแหล่งอื่น ๆ มาทำการศึกษาทดลองให้ขยายตัว
3. ควรมีการนำสารเพอร์ไลต์ที่ได้ไปวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพ เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค
4. ควรจะนำสารเพอร์ไลต์ที่ขยายตัวแล้วจากการทดลอง ไปใช้ประโยชน์ต่อไป
5. ควรมีการปรับปรุงเตาเผาให้มีขนาดความสูงของห้องเผาเพิ่มขึ้นเพื่อให้หินเพอร์ไลต์สัมผัสกับเปลวไฟได้นานขึ้น

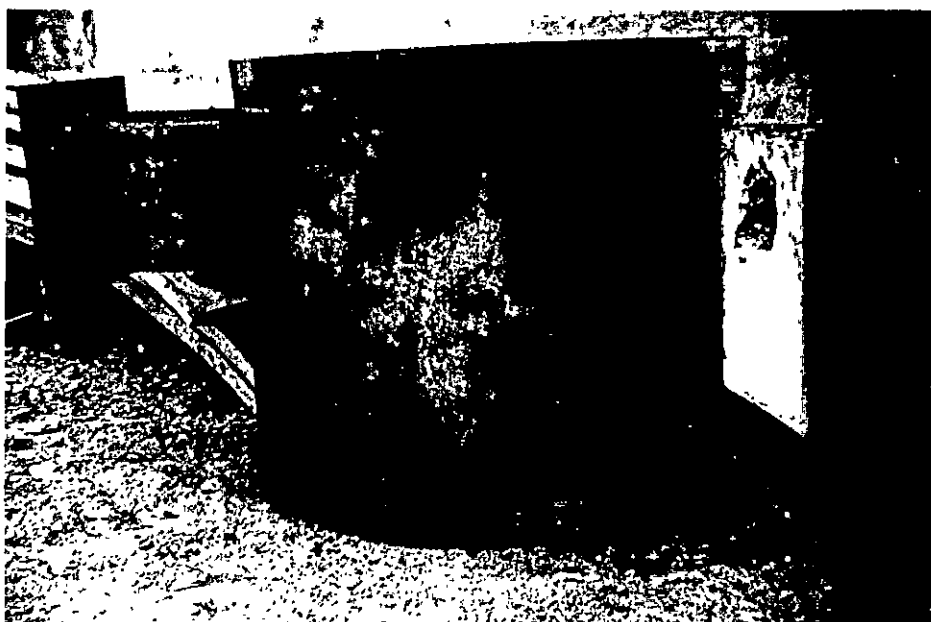
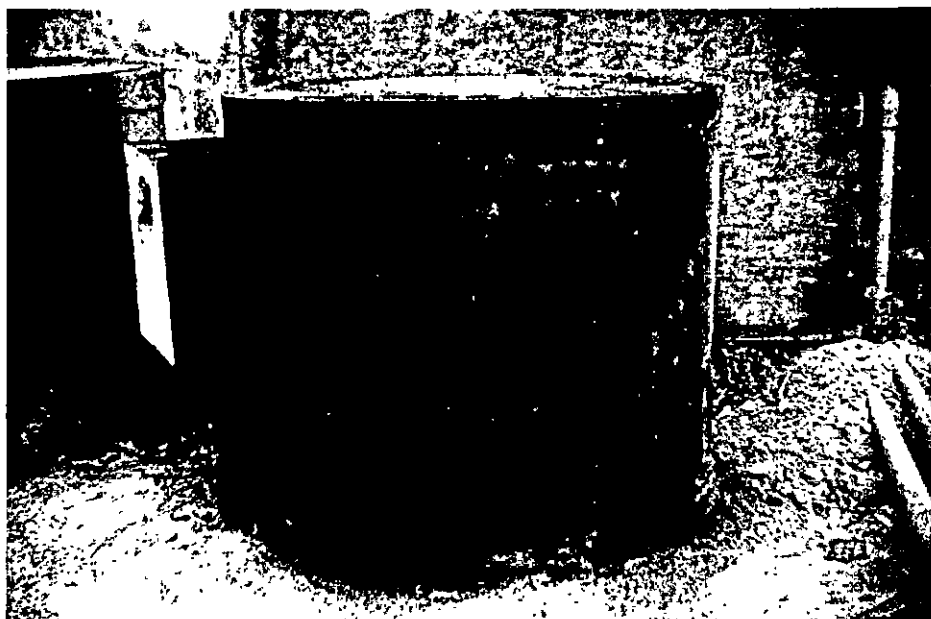
บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- ชาญ ดันติสุกฤต และคนอื่น ๆ. ธรณีวิทยาเล่ม 1. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2527.
- ธรณีวิทยา, กอง. "คำขอประธานบัตรที่ 97/2532," ใน รายงานการสำรวจธรณีวิทยา
แหล่งหินอุตสาหกรรมเพอร์ไลต์. หน้า 1-11. กรุงเทพฯ : กองธรณีวิทยา กรม
ทรัพยากรธรณี, 2532.
- _____. "แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่สำรวจระหว่าง 5139 1," ใน รายงานการสำรวจธรณี
วิทยาแหล่งหินอุตสาหกรรมเพอร์ไลต์. หน้า 4. กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี,
2532.
- ทวี พรหมพฤกษ์. เตาและการเผา. กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์, 2525.
- ธงชัย นังรัมย์. ธรณีวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์บุรพา, 2531.
- นิคม จิงอยู่สุข. "ประโยชน์ของหินภูเขาไฟเนื้อแก้วเพอร์ลิตในงานอุตสาหกรรม," ใน
การประชุมเหมืองแร่. หน้า 133-140. กรุงเทพฯ : กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากร
ธรณี, 2530.
- ภิภพ สุนทรสมัย. วัสดุวิศวกรรมการก่อสร้าง. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี
ไทย-ญี่ปุ่น, 2530.
- ลลนา ปริญญาปริวัฒน์. ธรณีวิทยากายภาพ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2526.
- ศุลกากร, กรม. การค้าระหว่างประเทศของไทย. กรุงเทพฯ : กรมศุลกากร กระทรวง
การคลัง, 2534.
- อภิลิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. ธรณีวิทยา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2519.
- Barnes, R.E. Perlite Industry. New York : Trans SME/AIME, Vol.,
1961.

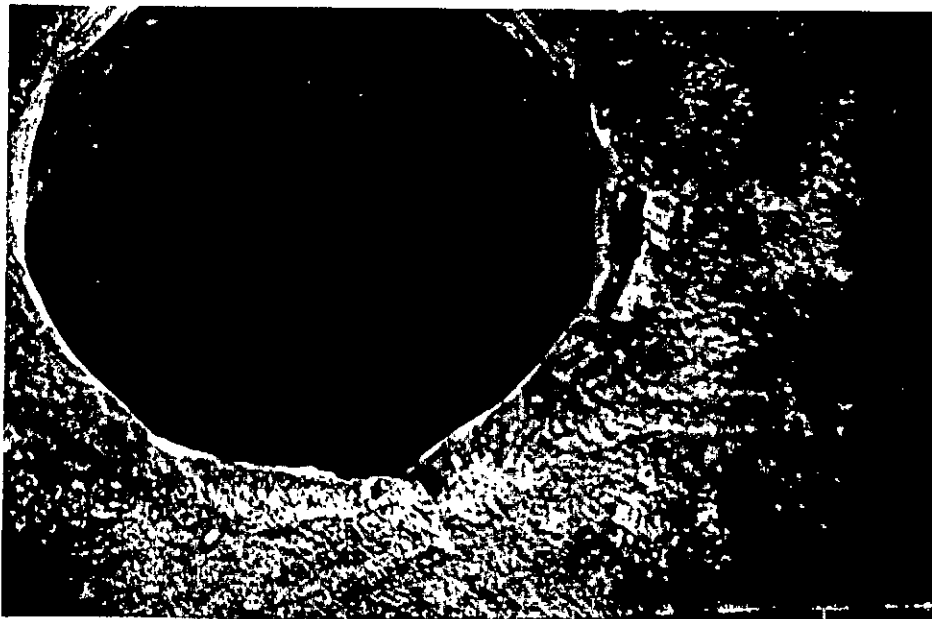
- Chesterman, C.W. Industrial Mineral and Rock. New York : American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc., 1975.
- Hunting, M.T. Perlite and Orther Volcanic Glass Occurrence in Washington. Woshington : Dir. of Mines and Geology, 1949.
- Perlite Institute. Expanded Perlite. Chicago : Classic Laboratories Ltd., 1990.
- Singer, Sonija S. Industrial Ceramics. New York : Chemical-Publishing, 1960.
- Stafford, Eugene C. Modern Industrial Ceramics. New York : Bobbs-merrill Company, Inc., 1980.

ภาคผนวก

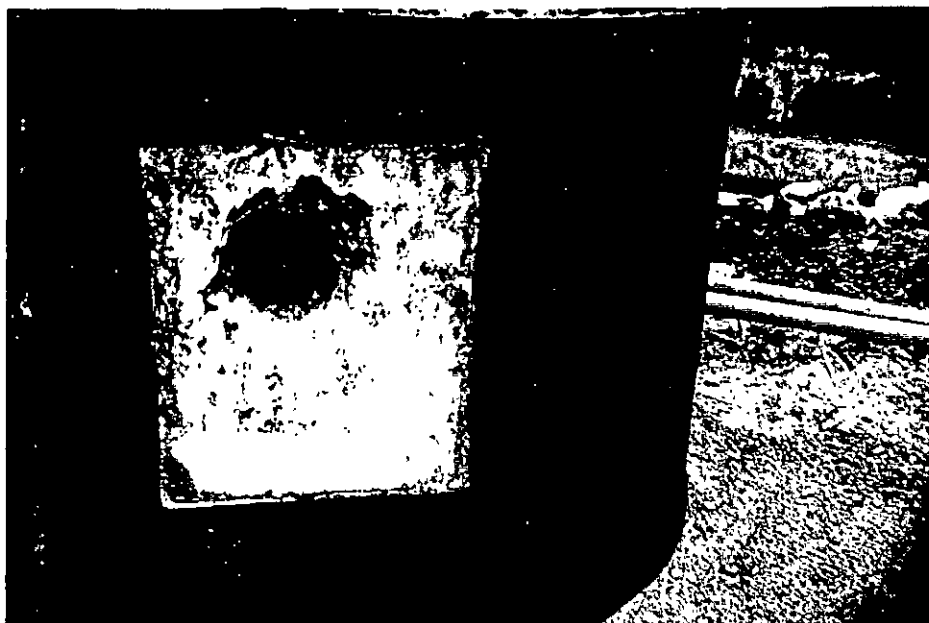


ภาพแสดงด้านข้างของเตาเผาชนิดความร้อนขึ้น ชนิดใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงขนาดความสูง

1.00 เมตร



ภาพแสดงความกว้างของห้องเผา และภายในห้อง



ภาพแสดงทางเข้าของเปลวไฟจากแก๊สบริเวณด้านข้างเตาเผา

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นายณัฐพร ชื่อสกุล จักรวิเชียร

เกิดวันที่ 15 เดือน สิงหาคม พุทธศักราช 2502

สถานที่เกิด ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร

สถานที่อยู่ปัจจุบัน สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง
จังหวัดเชียงใหม่

เริ่มรับราชการ 24 มกราคม 2528 วิทยาลัยครูเชียงใหม่

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 5

สถานที่ทำงานปัจจุบัน สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2524

ค.บ. (อุตสาหกรรมศิลป์)

จากวิทยาลัยครูพระนคร กรุงเทพมหานคร

พ.ศ. 2538

กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร