

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland cement) (1)

ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการพัฒนาประเทศ ในปัจจุบันนี้นอกจากมีโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ขึ้นจำหน่ายในประเทศ และตั้งยังส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศแล้ว ยังอาจมีปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ที่มียูสง เขามาจากต่างประเทศอีกด้วย ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยในการก่อสร้าง และเพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับโรงงานผู้ผลิตในการควบคุมคุณภาพและสำหรับผู้ใช้ โค้ทราบประเภท และขอขยายที่จะนำปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ไปใช้ ตลอดจนเป็นแนวทางสำหรับการตกลงซื้อขาย จึงมีการกำหนดมาตรฐานเกณฑ์คุณภาพขึ้นดังนี้

1.1.1 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland cement) หมายถึง ผงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเป็นผลึกที่เกิดจากการเผาส่วนผสมต่าง ๆ จนรวมตัวผสมกันสุกพอดี มีส่วนประกอบเคมีที่สำคัญคือ ไฮดรอกไซด์ คัลเซียมซิลิเกต (hydraulic calcium silicates)

1.1.2 ปูนซีเมนต์ไฮดรอลิก (hydraulic cement) หมายถึง ปูนซีเมนต์ที่สามารถก่อตัวและแข็งตัวในน้ำได้ เนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับส่วนผสมของปูนซีเมนต์นั้น

1.1.3 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทต่าง ๆ ตามเกณฑ์คุณภาพดังนี้

1.1.3.1 ประเภทหนึ่ง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ธรรมดาสำหรับใช้ในการทำคอนกรีต หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่ไม่ต้องการคุณภาพพิเศษกว่าธรรมดา และสำหรับใช้ในการก่อสร้างตามปกติทั่วไป

1.1.3.2 ประเภทสอง ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์สำหรับใช้ในการทำคอนกรีต หรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมใดที่เกิดความร้อนและ تنشล์ เฟตไคปานกลาง

1.1.3.3 ประเภทสาม ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทเกิดแรงสูงเร็ว (high early strength Portland cement) ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทเกิดแรงสูงเร็วกว่าประเภทหนึ่ง

1.1.3.4 ประเภทสี่ ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภทเกิดความร้อนต่ำ

1.1.3.5 ประเภทห้า ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ประเภททนซัลเฟตได้สูง

1.1.4 สิ่งที่น่ามาผสมเพิ่มในปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ น้ำหรือคัลเซียมซัลเฟต (calcium sulphate) หรือทั้งสองอย่างอาจนำมาผสมเพิ่มเข้าไปได้ในปริมาณที่จะไม่ทำให้มีซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (sulphur trioxide) และการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา (loss on ignition) มากเกินกว่ากำหนดในตารางที่ 1.1

1.1.5 เกณฑ์กำหนดคุณสมบัติทางเคมี

1.1.5.1 ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์แต่ละประเภทตามที่กล่าวในข้อ 1.1.3 ต้องมีเกณฑ์กำหนดคุณสมบัติของการทางเคมี ตามที่กำหนดในตารางที่ 1.1

1.1.5.2 ถ้านำปูนซีเมนต์ไปผสมคอนกรีตที่มีวัสดุผสมไวคอตางจะต้องระบุน้ำความต้องการปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ที่มีค่าไม่มากกว่าร้อยละ 0.60 โดยคำนวณจากจำนวนร้อยละของโซเดียมออกไซด์ (Na_2O) บวกกับ 0.658 เท่าของจำนวนร้อยละของโพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O)

ตารางที่ 1.1 เกณฑ์กำหนดคุณสมบัติทางเคมีของปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ (1)

	ประเภท หนึ่ง	ประเภท สอง	ประเภท สาม	ประเภท สี่	ประเภท ห้า
1. ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ต่ำสุด ร้อยละ		21.0			
2. อลูมินัมออกไซด์ (Al_2O_3) สูงสุด ร้อยละ		6.0			

	ประเภท หนึ่ง	ประเภท สอง	ประเภท สาม	ประเภท สี่	ประเภท ห้า
3. เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) สูงสุด รอยละ		6.0		6.5	
4. แมกเนเซียมออกไซด์ (MgO) สูงสุด รอยละ	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
5. ซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) สูงสุด รอยละ					
5.1 เมื่อมี $3CaO \cdot Al_2O_3$ รอยละ 8 หรือน้อยกว่า	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3
5.2 เมื่อมี $3CaO \cdot Al_2O_3$ มากกว่า รอยละ 8	3.5		4.5		
6. การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการเผา (loss on ignition) สูงสุด รอยละ	3.0	3.0	3.0	2.5	3.0
7. กากที่ไม่ละลายในกรด ค้าง (insoluble residue) สูงสุด รอยละ	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
8. ไตรซิลิเกต (3CaO.SiO ₂) สูงสุด รอยละ				35.0	
9. ไดซิลิเกต (2CaO.SiO ₂) ทำสุด รอยละ				40.0	

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

	ประเภท หนึ่ง	ประเภท สอง	ประเภท สาม	ประ เภท สี่	ประ เภท ห้า
10. ไตรกัลเชื่อมอลูมิเนต ($3CaO \cdot Al_2O_3$) สูงสุด ร้อยละ		8.0	15.2	7.0	5.0
11. ผลบวกของไตรกัลเชื่อม- ซิลิเกตและไตรกัลเชื่อม- อลูมิเนต สูงสุด ร้อยละ		58.0			
12. เทตระกัลเชื่อมอลูมิโน- เฟอร์ไรต์ บวกสองเท- ไตรกัลเชื่อมอลูมิเนต $[4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 +$ $2(3CaO \cdot Al_2O_3)]$ หรือ สารละลายแข็ง $[4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 +$ $2CaO \cdot Fe_2O_3]$ แลวแต กรณี สูงสุด ร้อยละ					20.0

1.1.6 เกณฑ์กำหนดคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์แต่ละประเภท
ในหัวข้อ 1.1.3 ต้องมีเกณฑ์กำหนดคุณสมบัติของทางฟิสิกส์ถูกต้องตามตาราง
ที่ 1.2 ทุกประการ.

ตารางที่ 1.2 เกณฑ์กำหนดคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (1)

	ประเภท หนึ่ง	ประเภท สอง	ประเภท สาม	ประเภท สี่	ประเภท ห้า
1. ความละเอียด (fineness) พื้นผิวจำเพาะ (specific surface) ตารางเซนติ- เมตรต่อกรัม					
1.1 ทดสอบด้วยเทอร์บิดิ- มิเตอร์ (turbidimeter test Wagner) ค่าเฉลี่ย ค่าสุดตารางเซนติเมตร ต่อกรัม	1600	1600		1600	1600
ค่าค่าสุดสำหรับตัวอย่างใด ตัวอย่างหนึ่ง ตารางเซนติ- เมตรต่อกรัม	1500	1500		1500	1500
1.2 ทดสอบด้วยแอร์เพอมี- อะบิลิตี (air permeabi- lity test, Blaine) ค่าเฉลี่ยค่าสุด ตารางเซน- ติเมตรต่อกรัม	2800	2800		2800	2800
ค่าค่าสุดสำหรับตัวอย่างใด ตัวอย่างหนึ่ง ตารางเซนติ- เมตรต่อกรัม	2600	2600		2600	2600

	ประเภท หนึ่ง	ประเภท สอง	ประเภท สาม	ประเภท สี่	ประเภท ห้า
2. ความยู่ตัว (soundness) การขยายตัวโดยวิธีอัตโนมัติ- คลอว์ (autoclave expansion) สูงสุดร้อยละ	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
3. ระยะเวลาการก่ตัว (time of setting) (ให้เลือกทดสอบใด)					
3.1 ทดสอบแบบกิลล์โมร์ (Gillmore test) การก่ตัวระยะต้น (initial set) ไม่น้อยกว่า-นาที	60	60	60	60	60
การก่ตัวระยะปลาย (final set) ไม่น้อยกว่า-ชั่วโมง	10	10	10	10	10
3.2 ทดสอบแบบไวแคต (Vicat test) การเริ่มก่ตัว ไม่น้อยกว่า-นาที	45	45	45	45	45

ตารางที่ 1.2 (ต่อ)

	ประเภท หนึ่ง	ประเภท สอง	ประเภท สาม	ประเภท สี่	ประเภท ห้า
<p>4. ปริมาณอากาศในmortar (air content of mortar) เมื่อเตรียมและทดสอบตามวิธีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์-ปอร์ตแลนด์ เล่ม 13 โดยปริมาตรสูงสุดไม่มากกว่าร้อยละ</p>	12	12	12	12	12
<p>5. แรงอัด (Compressive strength) แรงอัดของก้อนลูกบาศก์mortar (mortar cube) ซึ่งประกอบด้วยปูนซีเมนต์ 1 ส่วนและทรายมาตรฐานที่ร่อนโคตามขนาด(graded standard sand) 2.75 ส่วนโดยน้ำหนัก เตรียมและทดสอบตามวิธีในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์-ปอร์ตแลนด์ เล่ม 12 กองเพาท์กับหรือมากกว่าค่าคงที่ กำหนดตามเกณฑ์อายุข้างล่างนี้</p>					

	ประเภท หนึ่ง	ประเภท สอง	ประเภท สาม	ประเภท สี่	ประเภท ห้า
1 วันในอากาศขึ้น } กิโลกรัมแรง คอตาราง เซนติเมตร			120		
1 วันในอากาศขึ้น } กิโลกรัมแรง คอตาราง	85	70	210		
2 วันในน้ำ } เซนติเมตร					
1 วันในอากาศขึ้น } กิโลกรัมแรง คอตาราง	150	130		55	105
6 วันในน้ำ } เซนติเมตร					
1 วันในอากาศขึ้น } กิโลกรัมแรง คอตาราง	245	245		140	210
27 วันในน้ำ } เซนติเมตร					
6. ความร้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างซีเมนต์กับน้ำ (heat of hydration)					
7 วัน สูงสุด คาลอรีตอกรัม		70		60	
28 วัน สูงสุด คาลอรีตอกรัม		80		70	
7. การกอตัวผิดปกติ (false set) ระยะจบสุดท้าย (final Penetration)ต่ำสุด รอยละ	50	50	50	50	50
8. การขยายตัวเนื่องจากซัลเฟต (sulphate expansion)					
14 วัน สูงสุด รอยละ					0.045

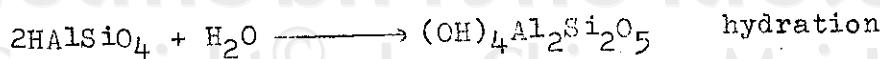
1.2 ดินขาว (China clay) , ดินดำ (Ball clay)

วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกนั้นบางอย่างได้มาจากสินแร่ตามธรรมชาติ เช่น ดินเหนียว (clays) หินฟันมา (feldspar) หินควอทซ์ (quartz) และทราย นอกจากนี้วัตถุดิบบางอย่างได้จากการสกัดสินแร่ธรรมชาติ และนำมาทำให้บริสุทธิ์ด้วยกระบวนการทางเคมี เช่น อลูมินัม ซึ่งได้จากแบริกไซต์ (bauxite) เป็นต้น และสารอินทรีย์บางชนิดที่ใช้เป็นตัวช่วยในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์สมัยใหม่ต้องการวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์สูง เพราะถ้ามีสิ่งสกปรกเพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจน้อยกว่า 1 % ก็มีอิทธิพลต่อโครงสร้างซึ่งเชื่อมโยงถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ภาย (2)

ดินเหนียว เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาชนะรองรับอาหาร กระเบื้องและดิน ๆ ดินมีหลายชนิดแตกต่างกันในเรื่องสีหรือแตกต่างในเรื่องของโครงสร้าง รวมทั้งต่างกันด้วยคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ความเหนียวต่างกัน ดินอาจจำแนกได้ 2 ชนิด

1. ดินขาว
2. ดินดำ

1.2.1 ดินขาว (Kaolin, china clay) หมายถึง ดินมีสีขาวหรือสีจาง ๆ ขบวนการเกิดดินขาว (kaolinization) มีขั้นตอน ดังนี้



จะได้ Kaolin คือ $(OH)_4Al_2Si_2O_5$ ส่วน $KAlSi_3O_8$ คือ Potash feldspar

ส่วนประกอบทางเคมีของดินขาว ผลิตภัณฑ์บริสุทธิ์ของดินขาวมีส่วนประกอบ

ทางเคมีเป็น $(OH)_4Al_2Si_2O_5$ หรือ $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ หรือ 39.8 % Al_2O_3 ,

46.3 % SiO_2 และ 13 % H_2O

คุณสมบัติของดินขาว การทราบคุณสมบัติทางกายภาพของแร่ดินขาวจะช่วยให้สามารถทำนายเนื้อดินปั้น ซึ่งมีแร่ดินเหล่านั้นผสมอยู่ได้พอสมควร เช่น ขนาดมีความสำคัญทางความเหนียว และการหคั่วเมื่อแห้ง ความแข็งแรงเมื่อแห้ง ผลิตภัณฑ์จะแข็งแรงมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับดินขาวที่เขาไปช่วย คุณสมบัติหลังจากการเผาแร่ดินขาวมีการหคั่วสูงหลังจากการเผาจึงไม่ควรที่จะใช้ดินขาวตัวนี้ในการทำเครื่องปั้น คือ แร่ดินขาวจะหคั่วประมาณ 20 %

1.2.2 ดินคำ (Ball clay)

ดินขาว เป็นดินที่ไรมากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ แต่ก็มีดินอีกชนิดหนึ่งมีความสำคัญเช่นกัน คือ ดินคำ ดินคำมีความเหนียวมากกว่าและทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผามีความแข็งแรงมากกว่าดินขาว ดินคำให้ความหมายเป็นดินที่มีสีคำ มีแหล่งสะสมในที่ลุ่ม มีเม็ดละเอียด มีอินทรีย์สารเจือปน มีความเหนียวดี ให้ความแข็งแรงมากกว่าดินขาว เมื่อเผาแล้วมีสีขาวจาง ๆ

ในการทำผลิตภัณฑ์ของเอาดินคำมาใช้มีข้อดีอยู่ 4 ประการ คือ.-

1. ช่วยเพิ่มความสามารถในการขึ้นรูปของเนื้อดินปั้น
2. ทำให้ผลิตภัณฑ์ก่อนเผามีความแข็งแรงขึ้น
3. ช่วยทำให้น้ำดินที่ใช้ในการเทแบบมีการไหลตัวได้ดีขึ้น
4. ดินคำบางชนิดมีความสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างมวลสาร

(fluxing ability) ในเนื้อดินนั้นขณะเผาเป็นผลทำให้เนื้อดินเป็นเนื้อเดียวกันตลอด

แต่การนำดินคำมาใช้อุตสาหกรรมเซรามิกส์มีข้อเสีย คือ.-

1. ดินคำมีสิ่งสกปรก เช่น Fe_2O_3 และ TiO_2 ซึ่งเป็นตัวทำให้ความขาวของเนื้อผลิตภัณฑ์เสียไป

2. ทำให้ความโปร่งของผลิตภัณฑ์ลดลง

3. ดินคำมีส่วนประกอบไมแนอน ฉะนั้นทำให้เกิดความยุ่งยากในการ

ควบคุมนำดินสำหรับเทแบบ

ธรรมชาติของดินคำสวนใหญ่ประกอบด้วย kaolinite และแร่ที่พบเสมอ เช่น quartz, mica และ Iron sulphide ดินคำที่ลักษณะพิเศษคือ มันมีสารอินทรีย์ปนอยู่มาก สารอินทรีย์ที่ประกอบอยู่คล้ายลิกไนท์มาก

ส่วนประกอบทางเคมีของดินคำจะต่างกันออกไปตามแหล่งที่มีนสะสมอยู่ ซึ่งมีส่วนประกอบโดยประมาณดังนี้. -

SiO₂ อยู่ระหว่าง 40 - 60 %

Al₂O₃ อยู่ระหว่าง 30 %

อยู่ระหว่าง 10 % และมี TiO₂, Fe₂O₃

CaO, MgO, K₂O, Na₂O อยู่เล็กน้อยและยังมีสารอินทรีย์และแร่อื่น ๆ ปนอยู่มาก

1.3 เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีเทคนิคในการวิเคราะห์หลายวิธี เช่น gravimetric analysis โดยอาศัยการตกตะกอนแล้วนำสารที่ได้นั้นมาชั่งหาปริมาณ, atomic absorption spectrophotometry อาศัยการวัดค่า absorbance แล้วนำไปเทียบกับ calibration curve หาปริมาณของสารใด ๆ สำหรับวิธี Enthalpimetric Titration อาศัยวัดการเปลี่ยนแปลงความร้อนของปฏิกิริยาซึ่งจะแปรผันโดยตรงกับปริมาณสารที่จะวิเคราะห์โดยเทียบจาก calibration curve

1.4 วัสดุประสงค์, ขอบเขตและวิธีการดำเนินการวิจัย มีดังนี้

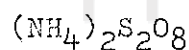
1.4.1 ได้คิดแปลงวงจร wheatstone bridge ให้เข้ากับ 10 กิโลโอม thermistor สำหรับใช้ในงานวิจัยนี้

1.4.2 ทดลองวัดความสามารถ (limitation) ความถูกต้อง (accuracy) และความแม่นยำ (precision) ของเครื่องมือที่ได้จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารที่กำหนดให้ ได้แก่ กลุ่มธาตุ transitions เป็นต้น

1.4.3 ทดลองหาปริมาณของส่วนประกอบทางเคมีบางอย่างในปูนซีเมนต์และดินขาว โดย

ก) หาปริมาณของ Al₂O₃ ในรูป K₃AlF₆

ข) หาปริมาณของเหล็กทั้งหมด (total Fe) โดย oxidation ด้วย



ค) หาปริมาณ CaO ในรูป Ca(COO)₂

ง) หาปริมาณ MgO ในรูป MgNH₄PO₄·6H₂O

1.4.4 รวบรวมผลที่ได้ทั้งหมด