บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายประเภท ซึ่งในกระบวนการผลิตนั้นมักก่อให้เกิดของเสียที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ เช่น อาร์เซนิก (As) แบเรียม (Ba) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) ซีลีเนียม (Se) และเงิน (Ag) เป็นต้น ซึ่งยากต่อการจัดการของเสียหลายชนิดจากอุตสาหกรรมที่มีปริมาณโลหะหนักปนอยู่สูงได้รับการจัดประเภทให้เป็นของเสียอันตราย โดยปกติเมื่อมีของเสียอันตรายเหล่านี้เกิดขึ้นทางผู้ผลิตของเสียจะต้องทำการส่งไปฝังยังหลุมฝังกลบเฉพาะสำหรับฝังของเสียอันตราย (Secure landfill) อย่างไรก็ดี เนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับเนื้อที่ของหลุมฝังกลบที่ลดลงในแต่ละวัน รวมถึงกากอุตสาหกรรมเหล่านั้นยังอยู่ในรูปที่ไม่คงตัวซึ่งรอเวลาที่จะออกมาสู่สิ่งแวดล้อม ดังนั้นการจัดการทางด้านของเสียอันตรายจึงเป็นงานที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ซึ่งในการที่จะลดปริมาณของเสียอันตรายที่จะนำมาฝังกลบและการนำพลังงานจากของเสียเหล่านี้กลับมาใช้ใหม่ โดยการนำของเสียอันตรายที่มีโลหะหนักผสมอยู่มาเผาเพื่อนำพลังงานความร้อนที่ได้ไปใช้ประโยชน์ จึงอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการจัดการปัญหาด้านของเสีย อย่างไรก็ตามการเผายังไม่ใช่กระบวนการบำบัดของเสียในขั้นตอนสุดท้าย โดยของเสียชนิดใหม่ที่มีโลหะหนักความเข้มข้นสูงจะเกิดขึ้นแทนที่จากกระบวนการนี้ และยังต้องการกระบวนการกำจัดขั้นสุดท้าย เช่น การทำให้เป็นของแข็ง (Solidification) และการทำให้เสถียร (Stabilization) ร่วมกันก่อนส่งไปยังหลุมฝังกลบที่ได้มาตรฐานหรือหลุมฝังกลบของเสียอันตราย ซึ่งทำให้การจัดการของเสียมีความยุ่งยากมากขึ้นกว่าเดิม

เมื่อไม่นานที่ผ่านมาได้มีแนวความคิดเกี่ยวกับการนำภาคอุตสาหกรรมมาร่วมแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยการใช้กากจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นวัสดุร่วมในการผลิตปูนซีเมนต์ซึ่งดูเหมือนจะเป็นไปได้ ทั้งทางด้านการพิทักษ์สิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และเป็นเครื่องกระตุ้นทางด้านผลกำไร โดยวิธีการเผาแบบมีวัสดุเผาร่วมนั้นจะเป็นการใช้ประโยชน์จากของเสียอันตรายในรูปของวัตถุดิบหรือเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ ทั้งนี้กากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทมีปริมาณของ ซิลิเกท แคลเซียม และอลูมินาอยู่มาก ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของซีเมนต์ ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางถึงศักยภาพในการนำของเสียเหล่านี้มาใช้เป็นวัตถุดิบร่วมในการผลิตปูนซีเมนต์ (Singh, Upadhayay, และPrasad, 1996;

Arjunan, Silsbee, และRoy, 1999; Monshi และAsgarani, 1999; Singh และGarg, 2000; Chang และChiang, 2003) ดังวัตถุประสงค์ที่กล่าวมาแล้วในข้างต้นทำให้เกิดการแก้ปัญหา ทั้งการบำบัดของเสียและปัญหาการหมดไปของทรัพยากรธรรมชาติในเวลาเดียวกัน อันที่จริงแล้วการใช้กากจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นเชื้อเพลิงและวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์นั้นมีใช้อยู่ในหลายๆประเทศ เพราะว่านอกจากจะเป็นการจัดการที่ดีเกี่ยวกับของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมแล้วยังเป็นผลกำไรซึ่งได้จากการลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่นำมาใช้ใหม่ไม่ได้ โดยที่อุณหภูมิสูงและเวลาสัมผัสนานพอสมควรนั้นคาดว่าจะทำลายองค์ประกอบของสารอินทรีย์อย่างสิ้นเชิง โดยทั่วไปที่ประมาณ 1,450 องศาเซลเซียส และเวลาสัมผัสประมาณ 20-30 นาที ในขณะที่ส่วนประกอบที่เป็นโลหะหนักซึ่งไม่สามารถเผาไหม้ได้นั้น คาดว่าจะผสมอยู่ในบางส่วนของทั้งผงฝุ่นซีเมนต์ (Cement Kiln Dust: CKD) หรือรวมอยู่ในเม็ดปูน (Cement clinker) หรือแม้กระทั่งอยู่ในผลิตภัณฑ์สุดท้ายของซีเมนต์ (Trezza และScian, 2000) ดังนั้นการนำกากจากโรงงานอุตสาหกรรมมาเผาร่วมกับเชื้อเพลิงหรือวัตถุดิบในการผลิตปูนซีเมนต์นั้นจึงสามารถพิจารณาว่าเป็นการกำจัดขั้นสุดท้าย เนื่องจากไม่มีความต้องการที่จะทำการปรับเสถียร และการหล่อแข็งต่ออีก

ถึงแม้ว่าจะมีประโยชน์อยู่หลายประการดังที่กล่าวมาข้างต้นนั้น แต่การใช้กากจากโรงงานอุตสาหกรรมมาเป็นวัสดุร่วมในกระบวนการผลิตนั้น ทำให้เกิดประเด็นข้อสงสัยเกี่ยวข้องกับความเป็นไปได้ของความเสี่ยงเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของสาธารณชน เนื่องจากยังขาดข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับการทำความเข้าใจในเรื่องของการกระจายตัวและความเสถียรของโลหะหนักในปูนซีเมนต์ พฤติกรรมของอนุภาคเล็กๆจากการสร้างผลึกในเม็ดปูนซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการประเมินเกี่ยวกับผลประโยชน์และความเสี่ยงจากการเผากากอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการยากที่จะศึกษาเกี่ยวกับการแพร่กระจายของโลหะหนักในกากอุตสาหกรรมในรูปทั่วไป เนื่องจากโลหะแต่ละชนิดมีพฤติกรรมที่ต่างกันภายใต้อุณหภูมิสูง อย่างไรก็ดีเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าอนุภาคของเสียอันตรายที่ใช้เป็นวัตถุดิบหรือเชื้อเพลิงในกระบวนการผลิตนั้นมีผลต่อค่าทางจลน์ (Kinetic) ของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเตาเผา ความหนืดในระยะที่เป็นของเหลว การตกผลึกในช่วงที่แตกต่างกันและสมดุลของระบบ รวมไปถึงการสร้างโครงสร้างระดับจุลภาค (Butt และTimashev, 1976 อ้างถึงใน Andrade, Maringolo และKihara, 2003) ผลเหล่านี้อาจทำให้คุณสมบัติที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ได้เสื่อมลงไปในด้านของวัสดุศาสตร์และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเข้าใจที่ผิดของประชาชนเกี่ยวกับความเสี่ยงทางด้านสุขภาพอนามัยจากการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับโลหะหนักและในที่สุดจะทำให้เกิดผลกระทบในแง่ลบทางด้านเศรษฐกิจของบริษัทผู้ผลิตปูนซีเมนต์ที่นำเอาของเสียอันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรมมาเป็นเชื้อเพลิงร่วมหรือนำมาเป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิต จากเหตุผลที่กล่าวมานั้นจึงต้องมีการแสดงความรับผิดชอบของผู้ผลิตปูนซีเมนต์ที่จะให้คำตอบที่ถูกต้อง โดยขึ้นกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์แก่สาธารณชน

การวิจัยที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นเป็นการรวมของการทดลองระดับมหภาค (Macroscopic) และจุลภาค (Microscopic) เพื่อที่จะตอบคำถามดังต่อไปนี้ เช่น โลหะหนักกระจายตัวอยู่ในเม็ดปูนและผงฝุ่นปูนอย่างไร โลหะหนักที่อยู่ในปูนซีเมนต์นั้นมีความเสถียรหรือไม่อย่างไร โลหะหนักนั้นส่งผลทางด้านลบและรบกวนคุณสมบัติของสิ่งปลูกสร้างที่ทำมาจากปูนซีเมนต์ที่มีโลหะหนักผสมอยู่ สิ่งปลูกสร้างนั้นจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่อย่างไรหลังจากที่ทุบทำลายไปแล้ว มีผลกระทบต่อสุขภาพหรือไม่อย่างไรจากการใช้ประโยชน์จากสิ่งปลูกสร้างที่ใช้ปูนซีเมนต์ที่มีโลหะหนักผสมอยู่ เพื่อที่จะตอบคำถามสุดท้ายการใช้ประโยชน์จากปูนซีเมนต์ที่ใช้กากอุตสาหกรรมเป็นส่วนในกระบวนการผลิตมาทำเป็นภาชนะบรรจุน้ำดื่มจึงได้รับการพิจารณาเพื่อเป็นกรณีศึกษา

จุดมุ่งหมายในการทำการวิจัยในครั้งนี้ก็เพื่อที่จะทำให้เกิดความรู้และความเข้าใจทั้งต่อการวิจัย การพัฒนาจุดยืน และมุมมองความเสี่ยงในการจัดการ จากการวิจัยและพัฒนาจุดยืน ถึงแม้ว่าบางงานวิจัยจะได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการกระจายตัวของโลหะหนักในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ แต่การวิจัยเหล่านั้นส่วนใหญ่จะเป็นการสังเคราะห์โดยการเติมสารประกอบของโลหะบริสุทธิ์ในปริมาณที่มากเกินกว่าที่สารประกอบนั้นมีอยู่จริงในของเสียอุตสาหกรรมซึ่งนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหรือเชื้อเพลิงร่วมในสถานการณ์จริงและเป็นการมุ่งประเด็นไปที่ปริมาณร้อยละของโลหะหนักที่รวมอยู่ในซีเมนต์ซึ่งไม่ได้อธิบายเกี่ยวกับกลไกการเก็บกักของโลหะหนักในซีเมนต์รวมถึงความเสถียรของโลหะแต่ละชนิดในซีเมนต์และผงฝุ่นปูน ดังเหตุผลที่กล่าวมานั้นการวิจัยนี้จึงไม่ได้เป็นเพียงแต่การศึกษากับของเสียอันตรายจริงเท่านั้น แต่ยังเป็นความพยายามที่จะแสดงพฤติกรรมของโลหะหนักที่รวมอยู่ในซีเมนต์ตลอดทั้งวัฏจักร นอกจากนั้นในแง่ของความเสี่ยงต่อการจัดการการวิจัยคาดหวังว่าจะได้ให้แง่มุมที่เป็นประโยชน์ต่อความเชื่อมั่น และไว้วางใจของสาธารณชนซึ่งเป็นพลังหลักที่มีผลต่อความยั่งยืน และความสำเร็จของการทำธุรกิจ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษากลไกการชะละลายของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในถัง/ภาชนะสำหรับกักเก็บน้ำดื่มที่ผลิตโดยใช้ปูนซีเมนต์ที่ได้จากกระบวนการการเผาร่วมของกากอุตสาหกรรม

2. ศึกษาและเปรียบเทียบการยึดติดและความเสถียรของโลหะหนักในโครงสร้างก่อน และหลังการชะละลายที่เวลาสัมผัสต่างๆ

3. เปรียบเทียบปริมาณค่าโลหะหนักที่ชะละลายออกมากับมาตรฐานน้ำดื่มเพื่อให้เข้าใจถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้กากอุตสาหกรรมในการผลิตปูนซีเมนต์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นกลุ่มงานวิจัยซึ่งได้รับความร่วมมือจากบริษัทปูนซีเมนต์นครหลวงจำกัด (มหาชน) ประกอบด้วยงานวิจัย 3 งานได้แก่

1.ลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพของโลหะหนักในปูนซีเมนต์ ดำเนินงานวิจัยโดย นางสาวรุจยา บุญญานุวัตร

2.ลักษณะทางกายภาพและชนิดของโลหะหนักในมอร์ตาร์ที่ผลิตจากปูนซีเมนต์ที่ใช้กากอุตสาหกรรมเป็นวัตถุดิบและเชื้อเพลิงทดแทนในการผลิต ดำเนินงานวิจัยโดย นางสาวฤทัยรัตน์ แพรอด

และการศึกษากลไกการชะละลายของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่ในถัง/ภาชนะสำหรับกักเก็บน้ำดื่มซึ่งทำจากปูนซีเมนต์ที่ได้จากกระบวนการเผาร่วมของกากอุตสาหกรรม จากบริษัทปูนซีเมนต์นครหลวง จำกัด(มหาชน) โรงงานสระบุรี ซึ่งมีขอบเขตของงานวิจัยดังนี้

1.ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองเป็นปูนเม็ดที่ได้จากกระบวนการผลิตปกติของโรงงานก่อนนำไปบดและผสมยิปซั่มในภายหลัง การเก็บตัวอย่างดำเนินการในช่วง เดือนกันยายน 2547 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2548 จำนวน 30 กะ (Batch) ตัวอย่างดังกล่าวจะนำมาทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบหาความแตกต่างของกลไกการชะละลาย รวมทั้งหาปริมาณของโลหะหนักที่ชะละลายออกมาที่เวลาต่าง ๆ และการเปลี่ยนแปลงในระดับอนุภาค

2.การทดสอบการชะละลายนั้นกระทำโดยการจำลองสภาพอัตราส่วนระหว่างสารชะละลายต่อพื้นที่ผิวสัมผัสจริง (Liquid to surface ratio) มาสร้างเป็นสภาพการชะละลายจำลอง โดยมีค่าอัตราส่วนระหว่างสารชะละลายต่อพื้นที่ผิวสัมผัสที่ 8 20 30 และ 40 เซนติเมตร^3 ต่อ เซนติเมตร^2

3.สารชะละลายที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วย น้ำปราศจากไอออน (Deionized water) น้ำประปา (Tap water) และน้ำฝนกรดสังเคราะห์ (Synthetic acid rainwater)

4.ระยะเวลาในการทดสอบนั้นกระทำตามวิธีการทดสอบของ EA NEN 7375:2004 (Determination of the leaching of the inorganic components with the diffusion test) (EA NEN 7375, 2004)

5.เพื่อประโยชน์ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระดับโครงสร้างของระบบ (Microstructure) ในช่วงเวลาการทดสอบจึงเลือกใช้ซีเมนต์เพสต์มาใช้ทดสอบการชะละลายเพื่อเป็นการจำกัดความแปรปรวนที่อาจเกิดขึ้น

หอสมุดกลาง ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบกลไกการชะละลายของโลหะหนักแต่ละชนิดซึ่งทำให้เข้าใจถึงธรรมชาติของโละหนักชนิดนั้นๆเมื่ออยู่ในสภาวะที่นำไปสู่การชะละลาย

2. ทราบการเปลี่ยนแปลงในระดับโครงสร้างของปูนซีเมนต์ที่ระยะเวลาการชะละลายต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาสาเหตุที่ทำให้เกิดการชะละลายของโลหะหนักชนิดต่างๆ

3. เป็นแนวทางในการทำนายผลการชะละลายในระยะยาวที่จะเกิดขึ้นได้

4. ทราบปริมาณและชนิดของโลหะหนักที่ชะละลายออกมา และระดับความปนเปื้อนเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำดื่ม