ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ สภาพไวปฏิกิริยาพอซโซลานิกของเถ้าหนักจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

ผู้เขียน นายธวัชชัย เอี่ยมสิน

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมีอุตสาหกรรม)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกศรินทร์ พิมรักษา

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาสภาพไวปฏิกิริยาพอซโซลานิกของเถ้าหนักจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ซึ่งการเกิดปฏิกิริยาพอซโซลานิกจะเกิดขึ้นเมื่อองค์ประกอบของซิลิกา อะลูมินา หรือ เหล็ก ที่มีอยู่ในวัสดุพอซโซลาน(เถ้าหนัก)มีการชะละลายออกมา ทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไอออน ได้เป็นสารเชื่อมประสาน เช่น ชนิดแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต สารที่นำมาใช้เป็นตัวให้องค์ประกอบของแคลเซียม คือ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ และแคลเซียมคาร์บอเนต(จากเถ้าไม้) ในการศึกษาการเกิดสภาพไวปฏิกิริยาพอซโซลานิกของอิฐ ทำการศึกษาอิทธิพลของ เถ้าหนักต่อปริมาณไลม์ในรูปของอัตราส่วนของ CaO/SiO_2 วิธีการบ่ม และการกระตุ้นด้วยสารตัวเติมที่มีผลต่อสมบัติเชิงกล องค์ประกอบทางแร่ และโครงสร้างทางจุลภาคของอิฐแบบไม่เผา โดยศึกษาจากอัตราส่วนของแคลเซียมต่อซิลิกา (CaO/SiO_2) เท่ากับ 1.0, 2.0 และ 4.0 และ 1.0, 2.0 และ 3.0 เมื่อใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์และเถ้าไม้ ตามลำดับ วิธีการบ่มด้วยไฮโดรเทอร์มอลที่อุณหภูมิ 130±5 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 0.14 MPa และวิธีการบ่มด้วยเตาอบความชื้นสูงที่อุณหภูมิ 70 และ 100 องศาเซลเซียส และยังทำการบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 28 และ 90 วัน เป็นสภาวะในการบ่มตัวอย่างอิฐ และมีการใช้สารประกอบที่ให้ซัลเฟต เพื่อเร่งให้เกิดการชะละลายของอะลูมินาในเถ้าหนัก และกระตุ้นด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์ เพื่อเร่งให้เกิดสภาพไวปฏิกิริยาพอซโซลานิก โดยใช้ค่าการทนต่อแรงกดอัด และการเกิดสารเชื่อมประสานของแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (C-S-H) เป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพไวปฏิกิริยาพอซโซลานิก โดยอิฐ-ไลม์ จะถูกเตรียมให้มีขนาด 6 x 10 x 4 ตารางเซนติเมตร โดยใช้อัตราส่วนของน้ำต่อของแข็งเท่ากับ 0.25 อิฐ-ไลม์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการบ่มด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอล เมื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียมไฮดรอกไซด์ หรืออัตราส่วนแคลเซียมต่อซิลิกา พบว่าจะให้ค่าการทนต่อแรงกดอัดอยู่ในช่วง 13.6 – 20.9 MPa สำหรับการใช้แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารให้ความเป็นเบส เมื่ออัตราส่วนแคลเซียมต่อซิลิกาเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าการทนต่อแรงกดอัดเพิ่มขึ้นด้วย อยู่ในช่วง 5.9 – 6.3 MPa และจากองค์ประกอบทางแร่ที่ตรวจพบด้วย XRD พบสารประกอบใหม่ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาพอซโซลานิก คือ แอนดราไดต์ แคลเซียมซิลิเกต และแอลไบต์แคลไซด์ จากโครงสร้างทางจุลภาคปรากฏผลึกคล้ายกับตาข่ายซึ่งจะเกิดอยู่ในรูปของแอนดราไดต์ และลักษณะผลึกกลุ่มก้อนสีขาวจากการ EDS พบว่าน่าจะเป็นองค์ประกอบของผลึก C-S-H และพบว่าเมื่ออัตราส่วนของ CaO/SiO_2 เพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลึกของ C-S-H ลดน้อยลง และจากเทคนิค FTIR และ DTA&TGA สามารถบ่งบอกถึงการมีอยู่ของ C-S-H ถึงแม้ว่าเทคนิค XRD ไม่สามารถตรวจพบได้ก็ตาม เมื่อใช้ CaO/SiO_2 เท่ากับ 1 และกระตุ้นด้วยการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ และสารประกอบซัลเฟต พบว่าการกระตุ้นด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะมีค่าการทนต่อแรงกดอัดในช่วง 13.8 – 35.8 MPa และที่ความเข้มข้น 5 โมลลาร์ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะให้ค่าความแข็งแรงสูงที่สุด สำหรับการใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวกระตุ้น มีผลให้ค่าการทนต่อแรงกดอัดอยู่ในช่วง 15.3 – 22.6 MPa และที่ความเข้มข้น 5 โมลลาร์ ของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จะให้ค่าความแข็งแรงสูงที่สุด และเมื่อใช้สารประกอบซัลเฟต พบว่าให้ค่าการทนต่อแรงกดอัดอยู่ในช่วง 12.5 – 15.7 MPa โดยค่าที่มากที่สุดอยู่ที่การกระตุ้นด้วยสารประกอบซัลเฟต จากเอฟจีดียิปซัมร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก และพบว่าการกระตุ้นด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะส่งให้ให้เถ้าหนักมีสภาพไวต่อปฏิกิริยาปอซโซลานิกได้มากที่สุด และการเติมสารประกอบซัลเฟตไม่ได้ส่งผลให้เกิดสภาพไวปฏิกิริยาพอซโซลานิกได้เพิ่มขึ้น ที่สภาวะการบ่มภายใต้ความชื้นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ให้ค่าการทนต่อแรงกดอัดอยู่ในช่วง 10.0 – 13.7 MPa จากองค์ประกอบทางแร่พบสารประกอบใหม่คือ แอลไบต์แคลไซด์ และจากโครงสร้างทางจุลภาคพบผลึกของ C-S-H ได้เช่นกัน อิฐ-ไลม์ ที่ภายใต้สภาวะความชื้นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 28 วัน จะให้ค่าการทนต่อแรงกดอัดอยู่ในช่วง 11.8 – 19.2 MPa โดยมีค่าความแข็งแรงใกล้เคียงกันกับอิฐที่บ่มในหม้ออัดความดัน จากองค์ประกอบทางแร่ และโครงสร้างทางจุลภาคจะพบเหมือนกับการบ่มด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอล การบ่มด้วยวิธีไฮโดรเทอร์มอลทำให้สภาพไวปฏิกิริยาพอซโซลานิกเพิ่มขึ้นได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Pozzolanic Reactivity of Bottom Ash from the Mae Moh Power Plant

Author Mr. Thawatchai Iamsin

Degree Master of Science (Industrial Chemistry)

Thesis Advisor Asst. Prof. Dr. Kedsarin Pimraksa

Abstract

This research studied the pozzolanic reactivity of bottom ash from Mae Moh Power Plant. Pozzolanic reaction takes place when silica, alumina and iron contained bottom ash dissolved, react with calcium ions resulting in binding materials such as calcium silicate hydrate (C-S-H). $Ca(OH)_2$ and $CaCO_3$ (from wood ash) were used as pozzolanic reaction inducers to produce solidified bricks in this study. Various factors viz. Lime contents (CaO/SiO_2 ratio), curing methods and activation additives affecting to mechanical properties, mineralogical compositions and microstructures of unfired bricks were studied. The ratios of CaO/SiO_2 (Ca/Si) were varied as 1.0, 2.0 and 4.0, and 1.0, 2.0 and 3.0 when $Ca(OH)_2$ and wood ash were used, respectively. Hydrothermal process at 130±5 ^oC (0.14 MPa of pressure), oven curing method at 70 and 100 ^oC under moist atmosphere and cured in moist ambient temperature at 28 and 90 days was used to cure green lime bricks. Sulfate compound from FGD-gypsum was used to activate the dissolution stage of alumina contained bottom ash. NaOH and KOH were also used to activate a pozzolanic reactivity. Compressive strength value and C-S-H phase development are used to indicate the pozzolanic reactivity. Lime bricks were shaped into rectangular bar with dimension of 6 x 10 x 4 cm^3 with water to solid ratio of 0.25. The autoclaved $Ca(OH)_2$ bricks with an increase in calcium hydroxide content or Ca/Si ratio result in a decrease in mechanical strength. The value of compressive strength was in the range of 13.6-20.9 MPa. An increase in Ca/Si ratio enhanced the mechanical strength for autoclaved $CaCO_3$ bricks. New phases developed after the pozzolanic reaction were andradite, calcium silicate and albite-calcite confirmed by XRD. The morphology of the new phases were net-like particles in the form of andradite phase and white bulky solid in the form of C-S-H, analyzed by EDS. An increase in CaO/SiO_2 ratio decreased the crystallized particle amount of C-S-H. FTIR and DTA&TGA analysis can detect the existence of C-S-H which could not be detected by XRD. Using NaOH activation with a Ca/Si of 1, the compressive strength of the autoclaved brick was in the range of 13.8-35.8 MPa. The highest compressive strength was obtained at 5 M NaOH activation. For KOH, an increase in the concentration enhanced the strength which was in the range of 15.3-22.6 MPa. The maximum value of strength was obtained at 5 M KOH activation. The autoclaved bricks with sulfate compound activation gave the compressive strength in the range of

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

12.5-15.7 MPa. Addition of 5 wt% FGD-gypsum ($CaSO_4$. $2H_2O$) results in the highest compressive strength among the sulfate activated lime bricks. Sulphate compound addition could not increase the pozzolanic reactivity. Curing in moist oven at 70 ^oC gave the compressive strength in the range of 10.0-13.7 MPa. New phases obtained from the curing were albite-calcite and crystallized particles such C-S-H similar to the autoclaved brick. Lime-brick stored at room temperature under moist condition for 28 days gave the equivalent value of strength to 6 h autoclaved brick. New phases were similar to those obtained from the autoclaved bricks. Hydrothermal process also increased the pozzolanic reactivity of lime-bottom ash bricks.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved