199540

งานวิจัยนี้ศึกษาการสังเคราะห์ซีเมนต์เบไลต์โดยใช้วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม คือ เถ้าลอย เถ้าหนัก เอฟจีดียิปซัม ฟอสโฟยิปซัม ตะกอนจาโรไซท์ และเถ้าแกลบ เป็นวัตถุดิบตั้งต้นในการสังเคราะห์ ซึ่งศึกษาการสังเคราะห์ 2 วิธี คือการสังเคราะห์แบบเผาหรือเรียกว่า clinkerization และการสังเคราะห์แบบไฮโดรเทอร์มอล

การสังเคราะห์แบบเผาได้ศึกษาปัจจัยต่างๆ อันได้แก่ อุณหภูมิการสังเคราะห์ ชนิดของไอออน แหล่งให้ซิลิกา และอัตราส่วนโดยโมลของแคลเซียมออกไซด์ต่อซิลิกา ซึ่งทุกระบบของการสังเคราะห์ที่ทำการศึกษา เฟสหลักที่พบ คือ gehlenite ($Ca_2Al_2SiO_7, C_2AS$) ซึ่งเป็นเฟสที่ไม่ต้องการ เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติไฮดรอลิก และสามารถพบเบไลต์เฟสเล็กน้อยผสมอยู่กับ gehlenite ในระบบที่มีซัลเฟตไอออน และระบบที่มีอัตราส่วนโมลแคลเซียมออกไซด์ต่อซิลิกาที่มากขึ้น จากผลการทดลอง พบว่า เมื่อใช้วัตถุดิบผสมระหว่างแคลเซียมคาร์บอเนต เถ้าลอย ที่มีปริมาณซัลเฟตไอออนอยู่เท่ากับ 19.8 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราส่วนโมลของแคลเซียมออกไซด์ต่อซิลิกาเท่ากับ 2 และเผาที่ 1200 องศาเซลเซียส ได้ปูนเม็ดที่มีเฟสหลัก คือ gehlenite และพบ larnite ($\beta - Ca_2SiO_4, \beta - C_2S$) เล็กน้อย ซีเมนต์เบไลต์ที่สังเคราะห์ได้มีค่าความถ่วงจำเพาะ พื้นที่ผิวจำเพาะโดยวิธีแอร์เพอร์มิอะบิลิตี และปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยา เท่ากับ 3.07, 4,700 ตารางเซนติเมตรต่อกรัม และ 0.17 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และค่าความแข็งแรงต่อการกดอัดที่ 28 วัน และ 45 วันของซีเมนต์เบไลต์มอร์ต้าร์มีค่าเท่ากับ 28 และ 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ

การสังเคราะห์แบบไฮโดรเทอร์มอลได้ศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และผลของอุณหภูมิในการแคลไซน์ ผลการทดลอง พบว่า เมื่อใช้สารละลายผสมระหว่างแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เถ้าลอย และน้ำ โดยมีอัตราส่วนโมลของแคลเซียมออกไซด์ต่อซิลิกา เท่ากับ 2 สังเคราะห์ในหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส ความดัน 1 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เฟสที่พบในสารประกอบหลังการไฮโดรเทอร์มอล (ก่อนแคลไซน์) คือ katoite ($Ca_3Al_2SiH_8O_{12}, C_3ASH_8$) และเฟสนี้จะเปลี่ยนเป็นเบไลต์เฟส ($\alpha' - Ca_2SiO_4$, $\alpha' - C_2S$) และ mayenite ($Ca_{12}Al_{14}O_{33}, C_{12}A_7$) เมื่อแคลไซน์ที่ 750 องศาเซลเซียส ซีเมนต์เบไลต์ที่สังเคราะห์ได้มีค่าความถ่วงจำเพาะ พื้นที่ผิวจำเพาะโดยวิธีแอร์เพอร์มิอะบิลิตี และปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่เหลือ เท่ากับ 2.53, 15,400 ตารางเซนติเมตรต่อกรัม และ 6.9 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และซีเมนต์เบไลต์มอร์ต้าร์มีค่าความแข็งแรงต่อการกดอัดที่ 28 วันเท่ากับ 93 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

เมื่อเปรียบเทียบซีเมนต์เบไลต์ที่สังเคราะห์ได้จากทั้ง 2 วิธี พบว่า การสังเคราะห์โดยวิธีไฮโดรเทอร์มอลเป็นวิธีที่เหมาะสมมากกว่าวิธีการเผา เนื่องจากให้สมบัติทางไฮดรอลิกที่ดีกว่า และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าในแง่อุณหภูมิในการสังเคราะห์ที่ต่ำกว่า ไม่มีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่าสู่บรรยากาศ

In this research, a high belite cement is synthesized by using industrial by products such fly ash, bottom ash, FGD-gypsum, phospho-gypsum, jarosite slag and rice husk ash as starting materials. The synthesis methods used are firing so called "clinkerization" and hydrothermal processes assisted by calcination.

The studied parameters in clinkerization process are firing temperatures, types of dopant, sources of silica and molar ratios of calcium/silicon. All studied systems inevitably provide gehlenite ($Ca_2Al_2SiO_7, C_2AS$) which is undesirable due to its non-hydraulic properties. A small amount of belite phase mixed with gehlenite can be generated when sulfate ions and higher Ca/Si are used. The clinker prepared from the mixture of calcium carbonate and fly ash with calcium sulfate dopant content of 19.8%, Ca/Si ratio of 2 and fired at 1200°C composes of gehlenite as a main phase and larnite ($\beta - Ca_2SiO_4, \beta - C_2S$) as a minor phase. Specific gravity, specific surface area (Blaine) and free lime content of the clinker are 3.07, 4,700 $cm^2/g$, 0.17%, respectively. The compressive strength at 28 and 45 days of the gehlenite bearing belite cement mortars are 28 and 40 $kg/cm^2$, respectively.

The synthesis of hydrothermal process is studied by using different NaOH concentration and different temperatures of calcination. The synthesized powder prepared from the mixture of calcium hydroxide, fly ash and water with a Ca/Si ratio of 2 and autoclaved at 130°C under pressure of 1 $kg/cm^2$ contains katoite ($Ca_3Al_2SiH_8O_{12}, C_3ASH_8$) as a hydrothermal product. By calcination at 750°C katoite is transformed into belite phases which exist in $\alpha' - Ca_2SiO_4$ and mayenite ($Ca_{12}Al_{14}O_{33}, C_{12}A_7$). Specific gravity, specific surface area (Blaine) and free lime content are 2.53, 15,400 $cm^2/g$ and 6.9%, respectively. The compressive strength at 28 days of high belite cement mortar is 93 $kg/cm^2$.

The results show that hydrothermal process assisted by calcination is more promising in comparison to clinkerization process for belite cement synthesis. As belite cement synthesized using hydrothermal process is more hydraulic and more friendly environmental due to lower synthesis temperature and no sulfur dioxide ($SO_2$) and less carbon dioxide ($CO_2$) emissions.