การวิจัยและพัฒนาวัสดุทางเลือกเพื่อเสริม หรือทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์

Research and Development on Alternative Material to Portland Cement

ดร.วีรชัย สุนทรรังสรรค์[1]

บทคัดย่อ:

อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์เป็นอุตสาหกรรมที่เจริญเติบโตควบคู่ไปกับการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศกำลังพัฒนาเนื่องจากปูนซีเมนต์เป็นวัสดุพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้างสาธารณูปโภคหลักที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคม การเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์แม้จะก่อให้เกิดการสร้างงาน และรายได้ให้แก่ประเทศไทยปีละนับแสนล้านบาท [1] แต่ก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของประเทศอย่างมากมายทั้งทางตรง และทางอ้อม แนวทางหนึ่งซึ่งสามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแต่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการก่อสร้างสาธารณูปโภคที่จำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ คือการวิจัย และพัฒนาวัสดุอื่นซึ่งมีคุณสมบัติ หรือสมรรถนะ (Property or performance) เทียบเท่า หรือเหนือกว่ามาใช้เสริม หรือเป็นวัสดุทางเลือกใหม่สำหรับการก่อสร้าง

ประเทศในกลุ่มยุโรปตะวันออก สแกนดิเนเวีย และอดีตสหภาพโซเวียต รู้จักการนำขี้เถ้า หรือเถ้าบิน (Ash or fly ash) มาผสมกับสารละลายด่าง (Alkaline solution) เป็นวัสดุที่มีลักษณะเป็นตัวประสาน (binder) สำหรับใช้งานลักษณะเดียวกับปูนซีเมนต์มานานแล้ว แต่อย่างไรก็ตาม ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างขี้เถ้า หรือเถ้าบินกับสารละลายด่างยังไม่มีการศึกษาอย่างเป็นระบบจนกระทั่งถึงปลายทศวรรษที่ 1970 จึงมีการศึกษาวิจัย และตั้งชื่อสำหรับใช้เรียกวัสดุดังกล่าวว่า Geopolymer นับจากนั้นจึงเริ่มมีการศึกษาปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดวัสดุ Geopolymer ตลอดจนการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะระหว่างปูนซีเมนต์และวัสดุ Geopolymer อย่างเป็นระบบ และต่อเนื่อง ผลการศึกษาวิจัยแสดงให้เห็นว่าวัสดุ Geopolymer มีศักยภาพที่จะเป็นทางเลือกเสริม หรือทดแทนปูนซีเมนต์ได้ดี

Abstract:

Portland cement industry is crucial to both economic and social development of developing country. Portland cement plays the major role to the construction of basic infrastructures needed for both economic and social development. Despite the expansion of cement industry increases employments as well as US$ billions annual incomes to the country it also increases huge amount of both direct and indirect impacts to the environment. Research and development on alternative material to Portland cement believes to be an appropriate approach for mitigating environmental impacts without undermining economic and social development.

A mixture of ash or fly ash and alkaline solution as a material with binding property, i.e. similar to Portland cement, is made and used among people in Eastern Europe, Scandinavia and the former Union Soviet Socialist Republics

[1] ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และพลังงาน
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

(USSR) for century. Nevertheless, the exact chemical reaction between ash or fly ash and alkaline solution is not known until the last three decades. A systematic study in 1970 revealed the exact reaction between ash or fly ash and alkaline solution and later the term 'geopolymer' was given to such a material. Recent studies indicate that geopolymer has potential to be alternative binder to Portland cement.

1. บทนำ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ คือ หินปูนธรรมชาติ (Lime stone; $CaCO_3$) ซึ่งได้จากการระเบิดภูเขาหินปูน แล้วนำหินที่ได้มาย่อยขนาดให้เล็กลงเพื่อนำไปใช้ผลิตปูนซีเมนต์ การระเบิดภูเขาเป็นการทำลายระบบนิเวศวิทยา และภูมิทัศน์ (Ecology and landscape) อย่างถาวร เนื่องจากภูเขาเกิดขึ้นจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกซึ่งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ต้องใช้เวลานับล้านปี การระเบิดภูเขาเป็นการทำลายถิ่นอาศัยทางธรรมชาติ (Natural habitat) ของพืช และสัตว์ นอกจากนี้การระเบิด และการย่อยขนาดหินปูนของโรงโม่หินยังก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียงและทางอากาศซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยของประชากร และระบบนิเวศน์ของพืช และสัตว์ที่อยู่ใกล้เคียง

ในส่วนของกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์โดยเฉพาะขั้นตอนที่เรียกว่า De-carbonation ซึ่งเป็นขั้นตอนการกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากองค์ประกอบทางธรรมชาติของหินปูนดังแสดงในสมการ

$$5\ CaCO_3 + 2\ SiO_2 \longrightarrow 3\ CaO.SiO_2 + 2\ CaO.SiO_2 + 5\ CO_2$$

ก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแง่ที่เป็นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases group) สู่บรรยากาศ การผลิตปูนซีเมนต์ 1 ตันจะก่อให้เกิด CO_2 จากขั้นตอน De-carbonation ประมาณ 1 ตัน นอกจากนี้การผลิตปูนซีเมนต์ถูกจัดให้เป็นกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานมากเป็นอันดับสองรองจากการผลิตอะลูมิเนียม [1] โดยที่กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ของไทยใช้พลังงาน 2.72×10^6 จูลส์ ต่อตัน [2] หรือเทียบเท่าน้ำมันเตา 85 ลิตร ต่อตัน หรือเทียบเท่าปิโตรเลียมโค๊ก (Petroleum Coke) 62 กิโลกรัม ต่อตัน (คิดค่าประสิทธิภาพในการเผาไหม้ของเตาเผาเป็น 80 %) การใช้พลังงานในกระบวนการผลิตมากจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรง และทางอ้อม เนื่องจากพลังงานที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ส่วนใหญ่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่แปรสภาพจากซากพืช และสัตว์ดึกดำบรรพ์ หรือเชื้อเพลิงฟอสซิล (Fossil fuel) เช่น ถ่านหิน และน้ำมัน ซึ่งก่อให้เกิดก๊าซ CO_2 โดยตรง มีการประเมินกันว่าปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เกิดจากอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ทั่วโลกมีมากกว่า 1,350 ล้านตัน/ปี หรือ มากกว่า 7% ของปริมาณก๊าซ CO_2 ทั้งหมดที่ปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศของโลกในแต่ละปี [1] นอกจากนี้การดำเนินการเพื่อให้ได้เชื้อเพลิงมาใช้ เช่น การขุดเจาะบ่อน้ำมัน การทำเหมืองถ่านหิน ตลอดจนการขนส่งเชื้อเพลิงเหล่านี้ก็ล้วนแต่ทำให้เกิดก๊าซ CO_2 ทั้งสิ้น จากเหตุผลดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิด และความพยายามที่จะพัฒนาวัสดุอื่นเพื่อใช้เสริม หรือเป็นวัสดุทางเลือกใหม่สำหรับการก่อสร้างซึ่งจะช่วยลดปริมาณก๊าซ CO_2 จากกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ได้ทางหนึ่ง

2. Geopolymer วัสดุทางเลือกเพื่อเสริม หรือทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์

ในระหว่างทศวรรษที่ 1970 Davidovits ได้ทำการศึกษาวัสดุชนิดหนึ่งซึ่งเป็นของผสมระหว่าง ขี้เถ้าหรือเถ้าบินที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลกับสารละลายด่าง วัสดุที่ได้จะมีคุณสมบัติเป็นตัวประสาน (binder) ที่สามารถใช้เสริม หรือทดแทนปูนซีเมนต์ได้ ต่อมาในปี 1978 Davidovits ได้ตั้งชื่อวัสดุดังกล่าวว่า Geopolymer

โดยทั่วไปขี้เถ้า หรือเถ้าลอยมีสองประเภท คือ

1. ประเภทที่มีซิลิกอน และแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก

2. ประเภทที่มีซิลิกอนและอะลูมิเนียมเป็นองค์ประกอบหลัก

การผลิต Geopolymer จากเถ้าลอยประเภทที่ 1 ต้องใช้สารละลายด่างที่มีความเข้มข้นต่ำ หรือปานกลางเป็นตัวผสม วัสดุที่ได้จะมีแคลเซียมซิลิเกตไฮเดรต (Calcium silicate hydrate, C-S-H) เป็นองค์ประกอบหลักวัสดุประเภทนี้เป็นที่รู้จัก และใช้งานกันในประเทศแถบยุโรปตะวันออก สแกนดิเนเวีย และอดีตสหภาพโซเวียตมานานแล้ว

การผลิต Geopolymer จากเถ้าลอยประเภทที่ 2 ต้องใช้สารละลายด่างที่มีความเข้มข้นสูงเป็นส่วนผสมเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาแบบโพลิเมอไรเซชัน (Polymerization) โดยที่ silica ion และ aluminium ion จะถูกละลายแล้วรวมตัวเป็น -Si-O-Si-O-Si-O-AlNa-O- หรือ Sol-gel alumino silicates [3] ปฏิกิริยาที่ทำให้เกิด Sol-gel alumino silicates มีความซับซ้อน และการศึกษาวิจัยเพื่อการนำวัสดุ Geopolymer จากเถ้าลอยประเภทที่ 2 ไปใช้งานยังมีไม่มากนัก

3. แนวทางการวิจัย และพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์จากวัสดุ Geopolymer

ผลการศึกษาในต่างประเทศได้แสดงให้เห็นคุณสมบัติทางกายภาพที่น่าสนใจของวัสดุ Geopolymer ดังต่อไปนี้

- ทนแรงกด (Compressed strength) และแรงดึง (Tensile strength) ได้ดี
- มีการหดตัว (Shrinkage) น้อยกว่าปูนซีเมนต์
- ทนการกัดกร่อนของสารเคมีโดยเฉพาะอย่างยิ่งการกัดกร่อนของกรดได้ดี
- ไม่ติดไฟ ไม่ก่อให้เกิดไอ/ควันพิษ (Toxic fume) และไม่เกิดการแตกตัว/ระเบิด (Explosion) เมื่อเกิดไฟไหม้แต่จะหลอมละลายที่อุณหภูมิสูงกว่า 1,000 องศาเซลเซียส
- สามารถใช้งานร่วมกับโครงเหล็กได้เช่นเดียวกับปูนซิเมนต์
- มีค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) การนำความร้อน (Thermal conductivity) และการนำเสียง (Acoustic conductivity) ต่ำ
- มีความทนทานต่อรังสี Ultraviolet

จากคุณสมบัติดังกล่าวจะเห็นได้ว่าวัสดุ Geopolymer มีคุณสมบัติที่เหมาะจะนำมาใช้ในการก่อสร้าง ดังนั้นการวิจัย และพัฒนาวัสดุก่อสร้างและวัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานจากวัสดุ Geopolymer จึงเป็นแนวทางการวิจัย และพัฒนาที่มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง

4. ผลกระทบของการวิจัย และพัฒนาวัสดุ Geopolymer

การวิจัย และพัฒนาวัสดุ Geopolymer จากขี้เถ้า/เถ้าลอย เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลกระทบทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.1 ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ

ประเทศไทยมีการผลิตปูนซีเมนต์ทั้งสิ้นกว่า 30 ล้านตัน/ปี (เฉพาะในเครือบริษัทปูนซีเมนต์ไทยมีผลผลิตทั้งสิ้นกว่า 23 ล้านตันในปี 2002 [5]) นอกจากนี้แนวโน้มการใช้พลังงานความร้อนในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ในปัจจุบันเปลี่ยนจากน้ำมันเตาและก๊าซธรรมชาติมาเป็นปิโตรเลียมโค้ก[1] (Petroleum Coke) และเชื้อเพลิงทางเลือก (Alternative fuel) เช่น ชีวมวล ยางรถยนต์ใช้แล้ว และกากตะกอนจากบ่อบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงทางเลือกมีเพียง 5% ของเชื้อเพลิงทั้งหมดที่ใช้ [5] มีการประมาณกันว่าพลังงานความร้อนที่ใช้ในกระบวนการผลิตปูนซิเมนต์ของประเทศไทยมีปริมาณเทียบเท่าปิโตรเลียมโค้กมากกว่า 2.9 ล้านตัน /ปี นอกจากพลังงานความร้อนแล้วการผลิตปูนซีเมนต์ยังต้องอาศัยพลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิต โดยที่การผลิตปูนซีเมนต์ 1 ตัน ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า 98 กิโลวัตต์-ชั่วโมง [5] ดังนั้นจึงสามารถประเมินได้ว่าอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ของไทยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในกระบวนการผลิตมากกว่า 2,490 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง / ปี

การพัฒนาวัสดุ Geopolymer เพื่อเป็นวัสดุทางเลือกเสริมความต้องการใช้ปูนซีเมนต์ในการก่อสร้างอาจจะไม่สามารถลดความต้องการใช้งาน หรือการผลิตปูนซีเมนต์ภายในประเทศได้อย่างมากมาย แต่เมื่อ

[1] ปิโตรเลียมโค้ก (Petrleum Coke) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพลอยได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ [5]

พิจารณาจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตปูนซีเมนต์ดังกล่าวข้างต้นจะพบว่าหากวัสดุGeopolymer สามารถลดความต้องการใช้งาน หรือการผลิตปูนซีเมนต์ลงได้แม้เพียง 1% ก็จะสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงปิโตรเลียมโค๊กได้ 29,000 ตัน/ปี และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 24.9 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ซึ่งเป็นการช่วยลดการสูญเสียเงินตราของประเทศจากการนำเข้าปิโตรเลียมโค๊ก และเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่นๆ ซึ่งใช้ในการผลิตปูนซิเมนต์ และการผลิตไฟฟ้าได้ปีละนับร้อยนับพันล้านบาท

นอกจากนี้โรงไฟฟ้าถ่านหินและอุตสาหกรรมผลิตเหล็ก อุตสาหกรรมผลิตกระจกและ ฯลฯ ซึ่งแต่เดิมต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดการ/กำจัดขี้เถ้าและเถ้าลอยในส่วนของค่าที่ดินสำหรับใช้เป็นสถานที่ฝังกลบ และค่าขนส่งขี้เถ้า และเถ้าลอยจากโรงงานไปยังสถานที่ฝังกลบคิดเป็นเงินนับล้านบาทในแต่ละปี การวิจัยและพัฒนาเพื่อนำขี้เถ้า และเถ้าลอยมาใช้ผลิตวัสดุ Geopolymer จะทำให้ผู้ประกอบการลดค่าใช้จ่ายในการจัดการ/กำจัดขี้เถ้า และเถ้าลอยจากกระบวนการผลิตของตน นอกจากนี้ผู้ประกอบการยังสามารถสร้างรายได้จากการขายขี้เถ้า และเถ้าลอย หรือรายได้จากการขายวัสดุ Geopolymer ที่ผลิตจากโรงงานของตนเอง

กล่าวโดยสรุป การวิจัย และพัฒนาวัสดุ Geopolymer เพื่อนำมาใช้เสริม หรือทดแทนการใช้ปูนซิเมนต์จะส่งผลกระทบด้านเศรษฐกิจในประเด็นหลักดังต่อไปนี้

- ลดการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลอันเป็นผลสืบเนื่องจากการลดปริมาณการผลิตปูนซีเมนต์
- ลดค่าใช้จ่ายในการจัดการ/กำจัดขี้เถ้า หรือเถ้าลอยจากโรงไฟฟ้าถ่านหิน และอุตสาหกรรมบางประเภท
- สร้างมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือทิ้งทางอุตสาหกรรม

4.2 ผลกระทบด้านสังคม

วิธีการจัดการ หรือกำจัดขี้เถ้า/เถ้าลอยที่นิยมกันในหมู่ผู้ประกอบการ คือ การนำไปฝังกลบในพื้นที่ที่เตรียมไว้ซึ่งอาจอยู่ภายใน หรือภายนอกสถานประกอบการ วิธีดังกล่าวอาจก่อให้เกิดกรณีพิพาทระหว่างชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่ฝังกลบกับผู้ประกอบการเนื่องจากกระบวนการฝังกลบอาจไม่ถูกต้อง ตามข้อบังคับซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมตลอดจนสุขอนามัยของประชากรภายในชุมชนใกล้เคียง เช่น มีปริมาณฝุ่นเพิ่มมากขึ้นจนทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ โรคภูมิแพ้ หรือการปนเปื้อนของขี้เถ้า/เถ้าลอยลงในแหล่งน้ำผิวดิน หรือแหล่งน้ำใต้ดิน เป็นสาเหตุให้เกิดโรค หรือเป็นอันตรายต่อ คน ปศุสัตว์/สัตว์เลี้ยง ตลอดจนพืชพันธุ์ ธัญญาหาร ที่เพาะปลูก เป็นต้น การวิจัย และพัฒนาวัสดุ Geopolymer เพื่อใช้เสริม หรือทดแทนการใช้ปูนซีเมนต์ จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวโดยการลดปริมาณขี้เถ้า/เถ้าลอยที่ต้องกำจัดให้เหลือน้อยลง หรือหมดไป

นอกจากนี้การวิจัย และพัฒนาดังกล่าวยังมีส่วนช่วยแก้ปัญหาความยากจนของชุมชนทั้งนี้เนื่องจากการซื้อขายขี้เถ้า และเถ้าลอย หรือการสร้างโรงงานผลิตวัสดุ Geopolymer เป็นการสร้างงาน สร้างรายได้เสริมให้แก่ชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงได้ส่วนหนึ่ง

กล่าวโดยสรุป การวิจัย และพัฒนาวัสดุ Geopolymer เพื่อนำมาใช้เสริม หรือทดแทนการใช้ปูนซิเมนต์จะส่งผลกระทบด้านสังคมในประเด็นหลักดังต่อไปนี้

- ลดปัญหาสภาวะแวดล้อม (เป็นผลสืบเนื่องจากการกำจัดวัสดุเหลือทิ้งทางอุตสาหกรรม) ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อ สภาพความเป็นอยู่ และสุขอนามัยของประชากร ปศุสัตว์/สัตว์เลี้ยง และพืช
- การสร้างงานจากอุตสาหกรรมผลิตวัสดุ Geopolymer ในถิ่นที่เป็นแหล่งกำเนิดของขี้เถ้า/เถ้าลอย

4.3 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

อุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ไม่เพียงแต่ทำลายระบบนิเวศวิทยา และภูมิทัศน์ (Ecology and landscape) อย่างถาวร หากยังก่อให้เกิดมลพิษทั้ง

ในรูปของฝุ่น ก๊าซพิษ (เช่น SO_2 และ NO_2) ตลอดจนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่เป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจกซึ่งก่อให้เกิดความแปรปรวนของภูมิอากาศของโลก (Global Climate Changes) การผลิตปูนซีเมนต์ 1 ตันจะก่อให้เกิดมลภาวะต่างๆ ดังต่อไปนี้ :

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	จำนวน 1	ตัน (จากกระบวนการ De-carbonation) [1]
	จำนวน 0.06[2]	ตัน (จากการใช้พลังงานไฟฟ้า)
	จำนวน 0.19[3]	ตัน (จากการใช้ปิโตรเลียมโค้ก)
ฝุ่น	จำนวน 0.104	ตัน [5]
ก๊าซ NO_x	จำนวน 1.383	ตัน [5]
ก๊าซ SO_2	จำนวน 0.152	ตัน [5]

เนื่องจากประเทศไทยมีการผลิตปูนซีเมนต์มากกว่า 30 ล้านตัน/ปี ดังนั้นอุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์จะก่อให้เกิด CO_2, NO_x, SO_2 และฝุ่นจำนวน 37.5, 41.5, 4.6 และ 3.1 ล้านตัน/ปี ตามลำดับ

ปริมาณของมลพิษดังกล่าวจะถูกปลดปล่อยให้กระจายอยู่ในบรรยากาศของประเทศไทย และประเทศใกล้เคียง นอกจากนี้มลพิษที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นตามการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ในอนาคต ดังนั้นการวิจัย และพัฒนาวัสดุ Geopolymer สำหรับใช้เสริมความต้องการปูนซีเมนต์จึงเป็นการช่วยลดปริมาณมลพิษจากกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ซึ่งถือเป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศได้อีกทางหนึ่ง

5. สรุป

การวิจัย และพัฒนาวัสดุ Geopolymer เป็นทางเลือกเสริมความต้องการปูนซิเมนต์เพื่อการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคภายในประเทศแม้จะช่วยลดความต้องการใช้หรือการผลิตปูนซีเมนต์ลงในปริมาณไม่มาก (เช่น 1% ของปริมาณความต้องการปูนซีเมนต์ภายในประเทศ) แต่ก็สามารถลดปริมาณการนำเข้าเชื้อเพลิงฟอสซิลสำหรับอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ และการผลิตไฟฟ้าลงได้ปีละนับพันล้านบาท นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ให้แก่ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องทุกระดับตลอดจนชุมชนที่อยู่ใกล้เคียง

ผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวัสดุ Geopolymer ที่ได้รับการเผยแพร่ต่างให้ข้อสรุปในแนวทางเดียวกันว่าการวิจัย และพัฒนาวัสดุ Geopolymer เพื่อเป็นวัสดุเสริม หรือเป็นวัสดุทางเลือกในการก่อสร้าง หรือการผลิตวัสดุก่อสร้างเป็นการช่วยลดปริมาณก๊าซ CO_2 จากกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ และการนำขี้เถ้า หรือเถ้าลอยมาใช้ผลิตวัสดุ Geopolymer เป็นการลดปัญหาการจัดการของเหลือทิ้ง หรือขยะ [2] [3] [4] นอกจากนี้คุณสมบัติของ Geopolymer ที่มีค่าการนำความร้อนต่ำยังช่วยให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานโดยเมื่อนำไปผลิตเป็นวัสดุก่อสร้างจะสามารถลดการนำความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบปรับอากาศ

ดังนั้นอาจนับได้ว่าการวิจัย และพัฒนาวัสดุ Geopolymer เป็นทางเลือกเสริมความต้องการใช้ปูนซีเมนต์ ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมของประเทศอย่างบูรณาการ

---

[2] คำนวณจากค่า Default conversion factor: 0.000618 tone CO2/kWh สำหรับการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทยซึ่งประเมินโดย The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

[3] คำนวณจากค่า Default conversion factor: 3.09 tone CO2/tone fuel สำหรับเชื้อเพลิงปิโตรเลียมโค้กซึ่งประเมินโดย The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)

เอกสารอ้างอิง

[1] Hardjito, W.S.E, Sumajouw, D.M.J., Rangan, B.V. 2004, Cementless Fly Ash-Based Geopolyemer Concrete : From Waste to Benefit, Paper, Workshop on Fly Ash, December 2004, India.

[2] SCG 2003, Sustainability Report 2003, The Siam Cement Group, Bangkok.

[3] Gourly, J.T. 2003, Geopolymers; Opportunities for Environmentally Friendly Construction materials, A keynote paper at Materials 2003 Conference, Adaptive Materials for a Modern Society, Institute of Materials Engineerings Australia, 1-3 October, Sydney.

[4] GI 1997, A New Way to Reduce Global Warming, The Geopolymer Institute, http://www.geopolymer.org, June 30.

[5] SCI 2002, Environmental Report 2002, The Siam Cement Industry Co., Ltd., Bangkok

ประวัติผู้เขียนบทความ

ชื่อ-สกุล: นายวีรชัย สุนทรรังสรรค์

การศึกษา:

วท.บ (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยรามคำแหง

วท.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Ph.D. (Energy Planning), University of Melbourne, Australia

ตำแหน่ง: นักวิชาการ 7

ฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยา และพลังงาน (ฝวพ.)

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)

196 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กทม. 10900

โทร. 02 5791121-30 ต่อ 2102

โทรสาร. 02 5796517

E-mail: wirachai@tistr.or.th

สาขางานวิจัยที่สนใจ:

- เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์พลังงานทดแทนประเภทชีวมวล
- เทคโนโลยีสะอาด และกระบวนการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก
- เทคโนโลยีการแปรรูปของเหลือทิ้งทางการเกษตร เกษตรอุตสาหกรรม อุตสาหกรรม และขยะชุมชนเป็นแหล่งพลังงาน