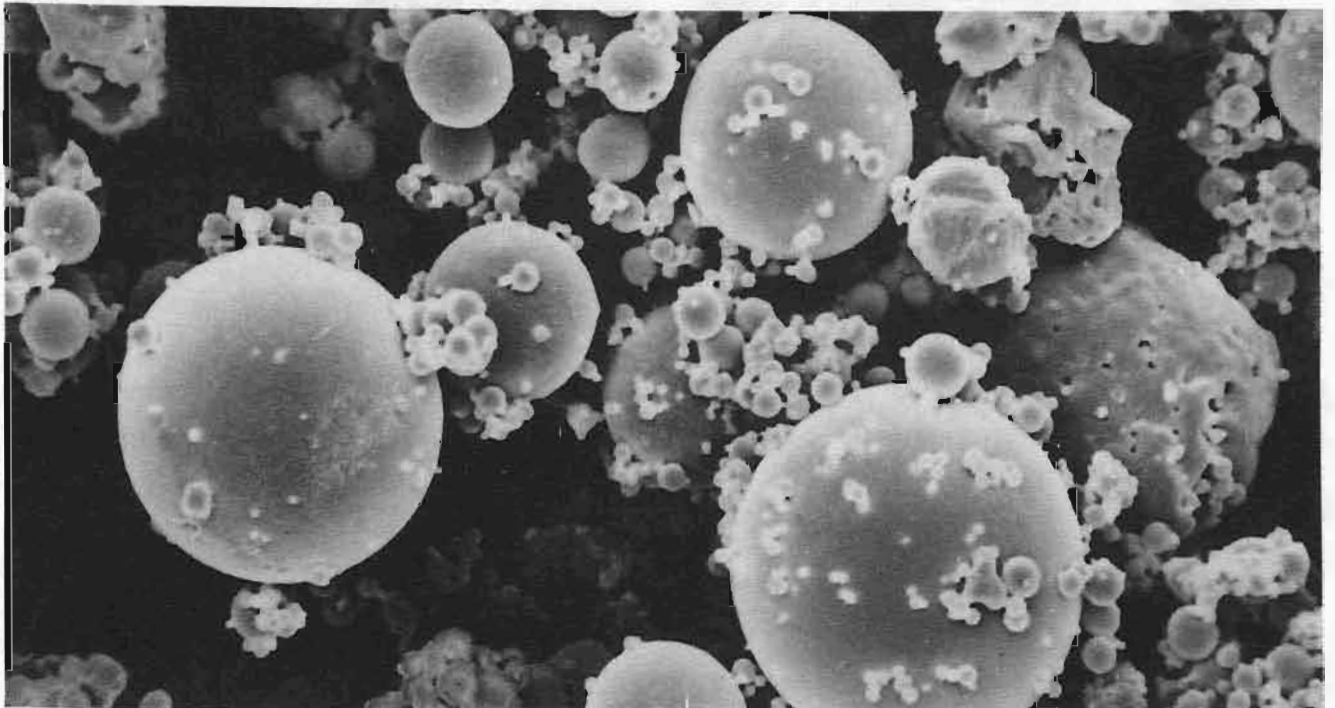




ศักยภาพการนำเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะไปใช้ประโยชน์



อนุภาคเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะขยาย 1,000 เท่า ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นทรงกลมและเล็กกว่า 40 ไมครอน

บทนำ

ในปัจจุบันโรงไฟฟ้าแม่เมาะของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ใช้ถ่านลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าประมาณวันละ 40,000 ตัน ขณะนี้ถ่านดังกล่าวได้รับการควบคุมปริมาณเหล็ก ซิลิกา แคลเซียม ซัลเฟอร์ และองค์ประกอบอื่นอีกบางอย่างให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหามลภาวะและป้องกันการก่อตัวของ slag ไปจับอุปกรณ์ boiler ซึ่งหากไม่ควบคุมจะก่อความเสียหายแก่ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าได้เป็นอย่างมาก ผลพลอยได้จากการควบคุมนี้ ทำให้ได้เถ้าลอยลิกไนต์ที่มีคุณภาพค่อนข้างสม่ำเสมอประมาณวันละ 6,000 ตัน และมีปริมาณ SO_3 ไม่เกิน 5 % ตามเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐาน ASTM C618 ดังนั้นในขณะนี้เถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะ จึงได้รับการยอมรับจากหน่วยงาน

ก่อสร้างโรงไฟฟ้าแม่เมาะให้นำไปใช้งานร่วมกับซีเมนต์เพื่อเป็นวัสดุเชื่อมประสาน (cementitious material) อย่างกว้างขวางทั้งในงานก่อสร้างของ กฟผ. ที่แม่เมาะ ตลอดไปจนถึงงานก่อสร้างเขื่อนคอนกรีตอัดที่ปากมูล ในรอบ 8 ปีที่ผ่านมา งานก่อสร้างต่างๆ ได้สัมฤทธิ์ผลเป็นอย่างดี ทั้งงานปรับปรุงคุณภาพคอนกรีต งานปรับปรุงคุณภาพดิน และงานที่ใช้แทนวัสดุก่อสร้างงานดินโดยตรง นอกจากนั้นเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะยังมีศักยภาพที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในงานอื่นนอกเหนือไปจากงานก่อสร้างที่ได้กระทำไปแล้วอีกหลายประการ ซึ่งบทความนี้จะได้นำเสนอตัวอย่างที่ได้นำเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะไปใช้ประโยชน์แล้ว ตลอดจนแนวทางที่สามารถนำเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะไปใช้ประโยชน์อื่นๆ โดยสังเขปดังต่อไปนี้



ใช้เถ้าลอยลิกไนต์ผสมน้ำจนเหลวเทลงบดรองชุดเพื่อรองรับ และยึดท่อระบายน้ำ ตลอดจนบ่อพักให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ

ทฤษฎีพื้นฐานเมื่อพิจารณาเถ้าลอยในฐานะสารเชื่อมประสาน

เมื่อผสมเถ้าลอยกับน้ำอย่างพอเหมาะ CaO ที่มีอยู่บ้างในเถ้าลอยจะทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดเป็นสาร $Ca(OH)_2$ และต่อไปจะเกิดปฏิกิริยา pozzolanic ระหว่าง $Ca(OH)_2$ กับ SiO_2 และ Al_2O_3 ที่มีอยู่มากในเนื้อเถ้าลอย กลายเป็น calcium silicate hydrate กับ calcium aluminate hydrate ซึ่งต่างมีคุณสมบัติเป็นสารเชื่อมประสาน ความแข็งตัวของสารเชื่อมประสานจะเพิ่มขึ้นตามอายุนับตั้งแต่เริ่มปฏิกิริยา pozzolanic ไปนานนับปี เถ้าลอยลิกไนต์ที่แข็งตัวโดยผ่านขบวนการ



ใช้เถ้าลอยลิกไนต์ผสมน้ำเทเหลวเทลาดบ่อเก็บกักน้ำทิ้งซีเถ้าที่หลังโรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 1-3 เพื่อกั้นน้ำรั่วซึมออกจากบ่อ ลาดขอบบ่อจะทนการกัดเซาะของน้ำผิวดินได้ดีกว่าบ่อดินทั่วไป

การเคมีเซนนี้มีความคงทน ไม่สูญเสียความแข็งแรงเมื่อเปียกน้ำ ดังนั้น จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้างได้อเนกประการ

1. การทำให้เถ้าลอยแข็งตัวแล้วนำไปใช้เป็นวัสดุก่อสร้างงานดิน

1.1 ใช้เถ้าลอยผสมน้ำให้มีความชื้นพอเหมาะสำหรับการบดอัดซึ่งมีค่าประมาณ 15-20% แล้วบดอัดด้วยเครื่องจักรบดอัดงานดินทำเป็นชั้นรองพื้นทางและชั้นพื้นทาง ทดแทนชั้นดินลูกรัง และชั้นหินคลุกในงานทำถนน ซึ่งวัสดุดั้งเดิมที่ใช้เหล่านั้นมักสูญเสียความแข็งแรง เมื่อเปียกน้ำตัวอย่างที่นำไปใช้งานเช่น งานทำถนนรอบบริเวณก่อสร้างโรงไฟฟ้าแม่เมาะ งานปรับปรุงแก้ไขถนนที่ชำรุดเสียหายในเหมืองแม่เมาะ งานบดอัดทำลานรองรับสถานีไฟฟ้าแรงสูงแม่เมาะ 3 หน้าโรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 12-13 เถ้าลอยที่บดอัดจะมีกำลังต้านรับแรงกดที่อายุ 6 เดือนเกินกว่า 80 กก./ตร.ซม. และมีค่า CBR ที่อายุ 7 วัน สูงเกินกว่า 100% ในขณะที่ dry density มีค่าประมาณ 1.6-1.7 ตัน/ลบ.ม.

1.2 ใช้เถ้าลอยผสมน้ำเทเหลวโดยมีความชื้นประมาณ 40-50% แต่เพื่อให้มั่นใจว่าวัสดุจะแข็งตัวอย่างแน่นอน ควรเติมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ชนิดที่ 1 เข้าไปผสมอย่างน้อยประมาณ 5% โดยน้ำหนักของเถ้าลอย เพื่อให้ $Ca(OH)_2$ ส่วนเกินจากปฏิกิริยา hydration ของซีเมนต์เกิดขึ้นมากพอที่



ใช้เถ้าลอยลิกไนต์ผสมซีเมนต์ 5% ผสมน้ำจนข้นเหมือนครีม แล้วเททับบนดินที่บดอัดได้ระดับแล้ว เพื่อก่อสร้างถนนชั่วคราวสำหรับขนส่งในฤดูฝน

จะทำปฏิกิริยากับ SiO_2 และ Al_2O_3 ในถ้ำลอย เพื่อให้เกิดสารเชื่อมประสานขึ้นอย่างแน่นอนในระดับหนึ่ง ถ้ำลอยที่แข็งตัวแล้วนี้ ส่วนใหญ่จะมีกำลังต้านรับแรงกด (unconfined compressive strength) ที่อายุ 28 วัน ไม่ต่ำกว่า 40 กก./ตร.ซม. และ dry density มีค่าประมาณ 1.4-1.6 ตัน/ลบ.ม. มีคุณภาพดีเกินพอที่จะใช้เป็นชั้นรองพื้นทาง ชั้นพื้นทาง หรือเป็นวัสดุถมกลับ (backfill) ในซอกหรือร่องแคบๆ ที่ยาก จะทำให้แน่นได้ด้วยวิธีบดอัด ตัวอย่างงานที่ได้กระทำไปแล้ว เช่น งานทำถนนชั่วคราวปิดทับชั้นดินที่อ่อนและลื่นในฤดูฝน เพื่อใช้ในงานก่อสร้างโรงไฟฟ้าแม่เมาะหน่วยที่ 12-13 งานซ่อมแซมฐานรากอุปกรณ์ไฟฟ้า และฐานรากรับท่อระบายน้ำ ซึ่งทรุดตัวอย่างหนักในบริเวณที่เป็นดินถมหลวมหนา 7-9 เมตร ในสถานีไฟฟ้าแรงสูงแม่เมาะ 3 งานซ่อมคลองส่งน้ำซึ่งเกิดจากการทรุดตัวของดินถมปิดคลองโดยใช้ถ้ำลอยเหลวกรอกเต็ม



ถนนคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีถ้ำลอยลิกไนต์เป็นส่วนผสมทดแทนซีเมนต์ 30% วางอยู่บนชั้นรองพื้นทางที่ทำด้วยถ้ำลอยลิกไนต์ผสมซีเมนต์ 5% และผสมน้ำเทเหลวเพื่อใช้ทดแทนชั้นดินถูกรังบดอัด

ช่องว่างใต้แผงคอนกรีตคาดคลองส่งน้ำจากเขื่อนแม่ขาม หรือคาดบ่อน้ำเพื่อลดการรั่วซึมในงานคาดบ่อทั้งน้ำซีเมนต์หลังโรงไฟฟ้าแม่เมาะ หน่วยที่ 1-3 และงานคาดผิวปิดโหล่คลองส่งน้ำเพื่อกันน้ำไม่ให้ไหลซึมลงไปใต้แผงคอนกรีตคาดคลอง

1.3 ใช้ถ้ำลอยผสมเป็นสารเชื่อมประสานเพิ่มความแข็งแรงให้ดิน/กรวด/ทราย และใช้ขบวนการบดอัดเพื่อปรับปรุงคุณภาพวัสดุเหล่านั้นให้มีเนื้อแน่นและแข็งแรงยิ่งขึ้น แม้เมื่อเปียกน้ำวัสดุที่ปรับปรุงคุณภาพแล้วนี้จะรักษาความแข็งแรงไว้ได้ในระดับหนึ่ง ตัวอย่างงานที่เคยนำวิธีการนี้ไปใช้คือ งาน



ใช้ถ้ำลอยลิกไนต์ผสมน้ำจนเหลวแล้วเทรอกกลงไปในโพรงดินที่เกิดจากการยุบตัวของดินถมใต้บึงคลองส่งน้ำ เพื่อหยุดยั้งความวิบัติของคลองส่งน้ำ

ก่อสร้างชั้นรองพื้นทางและชั้นพื้นทางถนนทดลองข้าง โรงผสมคอนกรีตที่โครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าแม่เมาะ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างถ้ำลอยกับวัสดุดินประมาณ 1 : 2 โดยน้ำหนักในกรณีที่ใช้กับดินเหนียวเนื้อละเอียด และ 1 : 3 โดยน้ำหนักในกรณีที่ใช้กับทรายและดินปนกรวด ถ้ามีปริมาณดินเหนียวปนอยู่มากก็ควรใช้ปริมาณถ้ำลอยผสมเข้าไปมากขึ้นตามส่วน ผสมน้ำพอเหมาะสำหรับการบดอัด (w_{opt}) วัสดุที่บดอัดเสร็จแล้วมีค่า CBR ที่อายุ 7 วัน สูงกว่า 30%, 50% และ 80% สำหรับดินเหนียว ทราย และดินปนกรวดตามลำดับ และพบว่าในระยะยาวเกิน 1 ปี ค่า CBR ของวัสดุผสมเหล่านี้สูงกว่า 100% ทั้งสิ้น

1.4 ทำวัสดุคลุมผิวดินเชิงลาดเพื่อป้องกันการกัดเซาะ (slope protection) โดยใช้วิธีการทำแผ่นคลุมดินด้วยวิธีการของการทำแผ่น ferro cement หนาประมาณ 3-4 ซม. คลุมผิวเชิงลาดดินตัด (cut slope) หรือเชิงลาดดินถม (fill slope) เพื่อป้องกันน้ำกัดเซาะผิวดินในการทำงานอาจใช้เหล็กเสริมขนาด 6 มม. วางเป็นตาตะแกรงบนผิวดินในระยะห่างประมาณ 25 ซม. โดยมีลวดตาข่าย (wire mesh) เรียงซ้อนยึด กับตะแกรงเหล็กเสริมทั้ง 2 หน้า อย่างน้อยหน้าละชั้นให้ลวดตาข่ายและเหล็กเสริมเป็นโครงให้วัสดุผสมจับยึดเพื่อไม่ให้เกิดการยัดหดแตกร้าวได้โดยง่าย การยัดตะแกรงเหล็กเข้ากับผิวดินสามารถทำได้โดยใช้ตะขอเหล็กยาวประมาณ 50 ซม. ตอกเกี่ยวยึดตะแกรงเหล็กติดกับดินทุกๆ ตารางเมตร วัสดุผสมที่จะเท



ใช้เถ้าลอยลิกไนต์+ซีเมนต์ 5% ผสมน้ำจนชื้น แล้วเทราดปิดไหล่คลองสงน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำผิวดินซึมลงไปทำให้ดินไหล่คลองเสียความแข็งแรง

ลงไปปกคลุมผิวดินอาจใช้ทรายผสม สารเชื่อมประสานในอัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนัก ต่อไปผสมน้ำพหุขนาดขนาดปูนทรายส่วนที่เป็นสารเชื่อมประสานสามารถใช้เถ้าลอยผสมปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ในอัตราส่วนประมาณ 1:1 ถึง 4:1 โดยน้ำหนัก ถ้าต้องการความแข็งแรงในช่วงต้นมาก ให้ใช้ส่วนผสมที่มีปูนซีเมนต์มากขึ้น

2. ใช้เถ้าลอยเป็นส่วนผสมทดแทนซีเมนต์ในงานคอนกรีต

2.1 ใช้เถ้าลอยผสมทดแทนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ประมาณ 30-35% โดยน้ำหนักของสารเชื่อมประสานในงานผสมคอนกรีตเพื่อก่อสร้างงานคอนกรีตเสริมเหล็กทั่วไป ถนนคอนกรีต หรือลานคอนกรีตสำหรับจอดพักเครื่องจักร ก่อสร้างหรือลานกองพัสดุหนัก คอนกรีตที่ได้จะมีกำลังต้านรับแรงกดที่อายุ 28 วัน ไม่ต่ำกว่าคอนกรีตที่ใช้ซีเมนต์อย่างเดียวในปริมาณที่ดัดเทียมกันเป็นสารเชื่อมประสาน และในระยะ 90 วันความแข็งแรงของคอนกรีตที่มีเถ้าลอยเป็นส่วนผสมจะสูงขึ้นกว่าคอนกรีตที่ไม่มีเถ้าลอยเป็นส่วนผสมอีกไม่น้อยกว่า 20%

2.2 ใช้เถ้าลอยผสมทดแทนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ได้ประมาณ 70% โดยน้ำหนักของสารเชื่อมประสานในงานผสมคอนกรีตหยาบ (lean concrete) สำหรับปรับพื้นกันหลุมขุดก่อนผูกเหล็กเพื่อเทฐานรากคอนกรีตเสริมเหล็ก แต่ควรผสมชั้น ๆ และต้องทิ้งระยะเวลาให้คอนกรีตหยาบที่ผสมเถ้าลอยมีเวลาแข็งตัวอย่างน้อย 1 วัน จึงจะทำงานต่อไปได้สะดวก

2.3 ในงานคอนกรีตบดอัด (Roller Compacted Con-

crete, RCC) ที่คอนกรีตไม่จำเป็นต้องมีกำลังสูงในเวลาสั้น ๆ เช่น งานคอนกรีตบดอัดเพื่อทำตัวเชื่อมปากมูลต้องการได้คอนกรีตที่มีกำลังต้านรับแรงกดที่อายุ 91 วัน เพียง 102 กก./ตร.ซม. เท่านั้น ในงานผสมคอนกรีตได้ใช้เถ้าลอยผสมทดแทนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ถึง 68% โดยใช้เถ้าลอยลิกไนต์ 124 กก./ลบ.ม. และซีเมนต์เพียง 58 กก./ลบ.ม. ของคอนกรีตผสมเป็นคอนกรีตที่ไม่มีการยุบตัว (no-slump concrete) สำหรับใช้ในงานคอนกรีตบดอัด (Roller-Compacted Concrete, RCC) ซึ่งได้ใช้ water cementitious ratio (w/p) 0.66 ผลที่ได้พบว่ามีกำลังต้านรับแรงกดพัฒนาขึ้นไปสูงถึง 96, 169 และ 198 กก./ตร.ซม. ที่อายุ 28 วัน, 91 วัน และ 365 วัน ตามลำดับ

ในกรณีที่ต้องการให้คอนกรีตบดอัดมีความแข็งแรงสูงซึ่งในขณะที่อายุยังน้อยเช่น งานทำผิวจราจรของถนนคอนกรีต (Roller Compacted Concrete Pavement, RCCP) ซึ่งต้องการคอนกรีตที่มีกำลังต้านรับแรงกดที่อายุ 7 วัน สูงกว่า 250 กก./ตร.ซม. กฟผ. เคยใช้สารเชื่อมประสานมากขึ้นถึงระดับ 365 กก./ลบ.ม.ของคอนกรีต ซึ่งในกรณีนี้ได้ใช้เถ้าลอยประมาณ 50% โดยน้ำหนักของสารเชื่อมประสาน ใช้ค่า w/p ประมาณ 0.30-0.32 และใช้น้ำยาลดน้ำ (water reducing agent) ประมาณ 0.5-0.7 ลิตร/ลบ.ม. ของคอนกรีต



ใช้รถบดล้อเหล็กขนาด 10 ตัน บดอัดเถ้าลอยซึ่งผสมน้ำประมาณ 15-20% เป็นชั้นรองพื้นทางทดแทนชั้นดินลูกรังของถนนภายในโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

2.4 ในงานเทคอนกรีตเหลวที่สามารถไหลเข้าแบบได้เองโดยไม่ต้องใช้การสั่นสะเทือนเข้าช่วย (Self-Compacting High



บดอัดเข้าลอยผสมน้ำประมาณ 15-20% หนาชั้นละ 15-20 ซม. ทำเป็นชั้นหนาต่อเนื่องกันไม่น้อยกว่า 1.5 ม. ในพื้นที่ ประมาณ 30,000 ตร.ม. เพื่อรองรับฐานรากอุปกรณ์ไฟฟ้า ทั้งหมดของสถานีไฟฟ้าแรงสูงแม่เมาะ 3

Performance Concrete) กฟผ. เคยใช้เถ้าลอยผสมทดแทน ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ประมาณ 50-55% โดย น้ำหนักของสารเชื่อมประสานซึ่งมีปริมาณรวม 525-600 กก./ ลบ.ม. ของคอนกรีต ได้ผสม admixture ประเภทน้ำยาลดน้ำ และน้ำยาช่วยให้ไหลลื่นเป็นพิเศษ (superplasticizer) ประมาณ 1.5-2% โดยน้ำหนักของสารเชื่อมประสาน โดยใช้ค่า w/p ประมาณ 0.28-0.30 ผสมได้คอนกรีตเหลวที่ชั้นไม่มีการแยกตัว (segregation) ไม่มีการเยิ้มตัว (bleeding) แต่มีคุณสมบัติที่



การลำเลียงคอนกรีตมาบดอัดปิดลำนน้ำในช่วงสุดท้ายโดยใช้ เครื่องจักรบดอัดเพียงชุดเดียว ทำงานบดอัดเขื่อนปากมูล ซึ่งเป็นเขื่อนคอนกรีตขนาด 45,000 ลบ.ม. ได้เสร็จภายใน เวลาเพียง 4 เดือน (ธ.ค. 2536-มี.ค. 2537)

ใช้รถบดล้อเหล็กหนัก 10 ตัน บดอัด no slump concrete ที่มีเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะเป็นส่วนผสมทดแทนซีเมนต์ 68% ในงานก่อสร้างเขื่อนคอนกรีตบดอัด (RCC dam) ในส่วน ปีกฝั่งซ้ายที่โครงการก่อสร้างเขื่อนปากมูล

ลื่นไหลได้ง่าย (flow diameter-60-70 cm.) และให้คอนกรีต ที่มีกำลังต้านรับแรงกดที่อายุ 28 วัน ในระดับ 370-390 กก./ ตร. ซม.

2.5 ใช้เถ้าลอยผสมทดแทนซีเมนต์ประมาณ 20% โดย น้ำหนักเป็นสารเชื่อมประสานในการหล่อคอนกรีตบล็อกโปร่ง ที่ใช้ก่อผนัง และคอนกรีตบล็อกที่บดที่ใช้เป็นตัวหนอนในงาน ปูพื้นทาง

3. ศักยภาพของเถ้าลอยลิกไนต์ในการนำไปใช้ประโยชน์ ด้านอื่น

3.1 ใช้คุณสมบัติเถ้าลอยลิกไนต์ซึ่งผสมร่วมกับซีเมนต์ แล้วก่อรูปเป็นก้อนแข็ง (solidification) ไปช่วยจับยึดอนุภาค โลหะหนักจากตะกอนของเสีย (waste) การใช้อัตราส่วนโดย น้ำหนักระหว่างเถ้าลอยต่อซีเมนต์ 1:1 จะก่อเป็นสารแข็งตัวที่มีคุณสมบัติจับยึดโลหะหนักได้ดีกว่าการใช้ซีเมนต์ล้วนๆ เป็น ตัวจับยึดและเห็นได้ชัดในการจับยึดสารโครเมียมเมื่อเถ้าลอย แข็งตัวแล้วจะรักษาความคงตัว (stability) และดูดซับโลหะหนัก ไว้ได้ดี ไม่ปล่อยสารพิษจากกากของเสียให้แพร่กระจายไปสู่ สิ่งแวดล้อม (บุญมิตร คิณิมา, 2538)

3.2 ใช้เถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะมาละลายในกรดเกลือ เพื่อ ผลิตเป็นสารช่วยเร่งการตกตะกอน (coagulant) โดยสารนี้จะ ช่วยลดแรงผลักระหว่างอนุภาคของสารแขวนลอยในน้ำ (suspended matter) และอนุภาค colloid ที่ก่อความขุ่นในน้ำลงได้

ทำให้อนุภาคเหล่านั้นจับรวมตัวกันและตกตะกอนลงมาจึงทำให้น้ำใสขึ้น สารที่ผลิตขึ้นนี้สามารถนำมาใช้แทนสารส้ม และ ferric chloride ซึ่งใช้กันอยู่ตามปกติในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนทุกแห่ง การใช้สารที่ผลิตจากถ้ำลอยลิกไนต์ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้ประมาณ 48% เมื่อเทียบกับการใช้น้ำยา ferric chloride (วารสาร วิศวกรรม กิจ และคณะ, 2537)

3.3 การทดลองในแคนาดาและอินเดียในระยะ 4-5 ปีที่ผ่านมาพบว่า ถ้ำลอยลิกไนต์ไปผสมกับกากตะกอนน้ำเสียในสัดส่วนที่พอเหมาะจะมีคุณค่าเป็นสารอาหารสำหรับพืช (plantnutrients) สามารถช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิดให้เร็วขึ้นกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีทั่วไปประมาณ 1 เท่าตัว สาร



รถบรรทุกเท้ายเท no slump concrete ที่มีถ้ำลอยลิกไนต์เป็นส่วนผสมทดแทนซีเมนต์ 50% ลงในรถ paver ซึ่งจะปล่อยคอนกรีตสต่อออกมาทางท้ายรถ โดยมีความหนาสม่ำเสมอขึ้นก่อนบดอัดประมาณ 11 ซม.

ผสมนี้จึงเหมาะกับการใช้ในงานปลูกป่าและในงานเร่งการเจริญเติบโตของพืชที่ไม่ได้นำผลมารับประทาน แนวทางจัดการกับของเหลือทิ้ง (waste) ทั้ง 2 ประเภทเช่นนี้เป็นวิถีทางจัดการกับปัญหาหมอกเกาะที่อานวยประโยชน์ในเชิงบวกให้กับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี (Michael A. Powell, 1993)

3.4 ใช้เป็นสารผสมเพิ่มเพื่อลดช่องว่าง (filler) ในงาน asphaltic concrete ทำให้ประหยัดเนื้อยางแอสฟัลท์ที่จะใช้ในการทำผิวจราจร (asphaltic pavement) ได้ดียิ่งกว่า filler ชนิดอื่น เพราะถ้ำลอยส่วนใหญ่มีขนาดเล็กในระดับฝุ่นละอองผิวเรียบแข็ง ไม่มีรูพรุนจึงไม่ดูดซับน้ำอย่างมาก และมีสัณฐานกลม มี surface area ไม่สูงจึงต้องการปริมาณยางแอสฟัลท์เพื่อเคลือบผิวอนุภาคให้ทั่วในจำนวนไม่มาก การผสมเข้ากับ



งานบดอัดถนนคอนกรีตไม่เสริมเหล็ก (Roller Compacted Concrete Pavement, RCCP) ครั้งแรกในประเทศไทย ใช้รถบดล้อเหล็กและรถบดล้อยางตามปกติ

เนื้อยางแอสฟัลท์สามารถทำได้ง่ายเนื่องจากมีพฤติกรรมเหมือน ball bearing จึงช่วยให้วัสดุผสมมีคุณสมบัติไหลลื่นดี (flowability) และบดอัดได้ง่าย (compactability) นอกจากนี้ส่วนผสมที่ใช้ถ้ำลอยลิกไนต์หลังการบดอัดจะมีเนื้อแน่นและผิวหน้าที่แข็งแรงมากกว่าปกติ จึงช่วยยืดอายุการใช้งานของผิวจราจรให้นานยิ่งขึ้นอีกด้วย

บทสรุป

ในปัจจุบันถ้ำลอยลิกไนต์แม่เมาะมีคุณสมบัติค่อนข้างสม่ำเสมอและส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานคอนกรีตได้ดี ถ้ำลอยลิกไนต์มีคุณสมบัติเชื่อมประสานที่นอกจากจะสามารถใช้ทดแทนซีเมนต์ได้บางส่วนในงานคอนกรีตทั่วไปแล้วยังสามารถเพิ่มคุณภาพคอนกรีตให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิมในงานคอนกรีตที่ต้องการคุณสมบัติพิเศษบางประเภทอีกด้วย ดังนั้นถ้ำลอยลิกไนต์แม่เมาะจึงมีศักยภาพสูงที่จะนำมาใช้ประโยชน์สำหรับงานก่อสร้างได้อย่างกว้างขวาง และมีแนวโน้มที่สามารถพัฒนาไปใช้ในงานอื่นๆ ได้อีกมากมาย การนำถ้ำลอยลิกไนต์มาใช้ประโยชน์ในงานต่างๆ หากได้อาศัยหลักวิชาการและอาศัยเทคนิคที่เหมาะสม นอกจากผู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงจะได้ผลงานที่มีคุณภาพดี ปลอดภัย และคงทนกว่าเดิมแล้ว คงจะช่วยให้เจ้าของโครงการและผู้ก่อสร้างประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้อีกด้วย ยิ่งไปกว่านั้นหากถ้ำลอยลิกไนต์แม่เมาะได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐและภาคเอกชน โดยต่างช่วยกันนำไปใช้งานมากขึ้นเท่าไรประเทศชาติ

ก็จะได้ประโยชน์ในแง่ลดภาระการจัดการด้านขจัดมลภาวะมากขึ้นเท่านั้น

นอกจากนี้ยังนับเป็นการช่วยกันพลิกผันท่าของเหลือทิ้งที่ไร้ค่าให้กลายเป็นของมีประโยชน์แก่บ้านเมืองของเรา ในขณะเดียวกันยังสามารถประหยัดพลังงานส่วนหนึ่งของชาติที่ปกติจะต้องเสียไปในกระบวนการผลิตซีเมนต์ขึ้นมาใช้ ซึ่งจะเป็นการช่วยบรรเทาการเพิ่มความร้อนให้แก่โลก (global warming) ลงได้อีกด้วย การนำเถ้าลอยลิกไนต์มาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้นอย่างรอบคอบ จึงนับเป็นประโยชน์อย่างยิ่งทั้งต่อผู้ใช้งานโดยตรงต่อความเป็นอยู่ที่ดีของประชาชนโดยรวมต่อเศรษฐกิจของประเทศชาติ และต่อการรักษาสิ่งแวดล้อมที่ดีของโลกให้มีอายุยืนยาวออกไปเป็นที่สุด

เอกสารอ้างอิง

1. สมชัย กกกำแหง, การนำเถ้าลอยลิกไนต์มาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุก่อสร้างงานดิน, เอกสารประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ว.ส.ท. ประจำปี 2535, กรุงเทพฯ, 2535.
2. สมชัย กกกำแหง, การนำเถ้าลอยลิกไนต์ไปใช้ในงานก่อสร้างของ กฟผ., เอกสารประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ว.ส.ท. ประจำปี 2536, กรุงเทพฯ, 2536.
3. สมชัย กกกำแหง, การใช้เถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะเป็นส่วนผสมสำคัญในงานก่อสร้างเขื่อนคอนกรีตบดอัดที่



หล่อคอนกรีต HPC เข้าแบบตัวอักษร EGAT ที่มีช่องต่อเนื่องคดเคี้ยว และหล่อเข้าแบบจำลองเสา คสล. ในส่วนที่มีคานตัด 2 ทิศทางและมีเหล็กเสริมหนาแน่น โดยเทคอนกรีต HPC ลงที่จุดยอดของแบบเพียงตำแหน่งเดียวแล้วปล่อยให้คอนกรีตไหลเข้าเต็มแบบเองโดยไม่ใช้การสั่นสะเทือนเข้าช่วย

ปากมูล, เอกสารประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ว.ส.ท. ประจำปี 2537, กรุงเทพฯ, 2537.

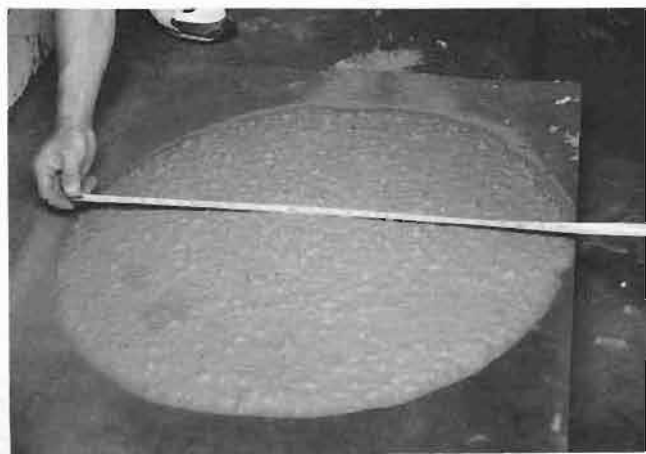
4. สมชัย กกกำแหง, การทดลองนำเถ้าลอยลิกไนต์แม่เมาะมาใช้ในงานคอนกรีตที่โครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าแม่เมาะ.

5. นฤมิตร คินีมาน, การทำตะกอนโลหะหนักจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียซีไอดีให้เป็นก้อนด้วยปูนซีเมนต์และเถ้าลอยลิกไนต์, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

6. วราภรณ์ คุณวานากิจ และคณะ, สารตกตะกอน WS-F, ผลงานสิ่งประดิษฐ์หรือประดิษฐ์ซึ่งได้รับรางวัลดีเลิศของ กฟผ. ประจำปี 2537.

7. Michael A. Powell, The Use of Fly Ash in Land Restoration and Forestration, Report to EGAT, 1993.

8. Pozzolanic Technical Bulletin, Fly Ash For Asphaltic Concrete, No.26, 1983.



Self-Compacting High Performance Concrete (SC-HPC) ที่สามารถไหลเข้าแบบได้ดีโดยไม่ต้องอาศัยการสั่นสะเทือนเข้าช่วย มีเถ้าลอยลิกไนต์เป็นส่วนผสมประมาณ 50% flow diameter ประมาณ 60-70 ซม. และไม่เกิดการ bleeding หรือ segregation ในคอนกรีตสด

