บรรณาธิการปริทัศน์/Editorial Corner

การประยุกต์วัสดุรีไซเคิลสำหรับงานก่อสร้างถนนที่ยั่งยืนในประเทศไทย
Utilization of Recycled Materials for Sustainable Road Construction in Thailand

สุขสันติ์ หอพิบูลสุข*
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
อภิชาติ สุดดีพงษ์
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและโครงสร้างพื้นฐาน สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Suksun Horpibulsuk*
School of Civil Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand
Apichat Suddeepong
School of Civil and Infrastructure Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: suksun@g.sut.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2021.11.015
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

ถนน คือ ระบบโครงข่ายจราจรหลักที่ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายคนและสินค้าไปทั่วประเทศ ถนนจึงมีส่วนสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน และส่งเสริมการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ การก่อสร้างถนนเพื่อขยายโครงข่ายจราจรให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ของประเทศตามนโยบายพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของรัฐบาล ส่งผลให้ความต้องการมวลรวมคุณภาพดีจากธรรมชาติสำหรับใช้เป็นวัสดุก่อสร้างถนนเพิ่มมากขึ้น วัสดุดังกล่าวจึงมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องและหาได้ยากขึ้น ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนการก่อสร้างถนนที่เพิ่มสูงขึ้นตามค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัสดุจากแหล่งที่อยู่ห่างไกลที่เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุนี้ จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่หน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างถนนจะต้องหาแนวทางร่วมกันในการจัดหาวัสดุทางเลือกชนิดอื่น ที่มีสมบัติเหมาะสมต่อการก่อสร้างถนนมาใช้ทดแทนวัสดุธรรมชาติที่อาจประสบปัญหาขาดแคลนในอนาคต

ขยะทั้งแบบของแข็ง และของเหลวที่เกิดขึ้นในแต่ละวันมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั่วโลก [1] ขยะของแข็งส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการก่อสร้าง โรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และครัวเรือน ใน พ.ศ. 2559 ขยะของแข็งที่เกิดขึ้นทั่วโลกมีปริมาณถึง 2.01 พันล้านตัน และคาดว่าจะเพิ่มขึ้นถึง 3.4 พันล้านตัน ใน พ.ศ. 2593 [2] ขยะของแข็ง เช่น เศษแอสฟัลต์คอนกรีต เศษคอนกรีต เศษอิฐ ตะกรันเหล็ก (ผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมการผลิตเหล็ก) และเศษแก้ว เป็นขยะที่มีประโยชน์ และสามารถรีไซเคิลได้ [3] เฉพาะประเทศไทย เศษแอสฟัลต์คอนกรีตมีปริมาณมากถึง 10 ล้านตันต่อปี [4] เศษคอนกรีตมีปริมาณ 0.29 ถึง 0.38 ล้านตันต่อปี [5] ตะกรันเหล็กมีปริมาณ 0.22 ถึง 0.35 ล้านตันต่อปี [5] และเศษแก้วมีปริมาณ 0.045 ถึง 0.076 ล้านตันต่อปี [5] หลายทศวรรษที่ผ่านมา การศึกษาโดยนักวิจัยทั่วโลกได้ชี้ให้เห็นถึงศักยภาพของวัสดุรีไซเคิลชนิดต่างๆ ต่อการใช้งานเป็นวัสดุก่อสร้างถนน ผิวทาง ทางเท้า และงานด้านวิศวกรรมโยธาอื่นๆ อาทิ เศษแอสฟัลต์คอนกรีต [6]–[8] เศษคอนกรีต [9]–[11] เศษอิฐ [12], [13] และเศษแก้ว [14]–[19] ในปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกได้ส่งเสริมและมีนโยบายให้ใช้

การอ้างอิงบทความ: สุขสันติ์ หอพิบูลสุข และ อภิชาติ สุดดีพงษ์, "การประยุกต์วัสดุรีไซเคิลสำหรับงานก่อสร้างถนนที่ยั่งยืนในประเทศไทย," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 32, ฉบับที่ 3, หน้า 517–520, ก.ค.–ก.ย. 2565.

ตารางที่ 1 การใช้ประโยชน์จากวัสดุรีไซเคิลชนิดต่างๆ เป็นวัสดุก่อสร้างถนนในประเทศออสเตรเลีย [21]

การใช้ประโยชน์	วัสดุรีไซเคิล				
	เศษแอสฟัลต์คอนกรีต	เศษคอนกรีต	เศษอิฐ	เศษแก้ว	ตะกรันเหล็ก
วัสดุมวลรวมไม่ปรับปรุงคุณภาพ	✓	✓	✓	✓	
วัสดุมวลรวมปรับปรุงคุณภาพ	✓	✓	✓	✓	
ผิวทางแอสฟัลต์คอนกรีต	✓			✓	✓
ผิวทางคอนกรีต					✓

วัสดุรีไซเคิลในการก่อสร้างถนน เช่น ประเทศออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา และหลายประเทศในยุโรป [20], [21] ขณะที่ประเทศไทยยังมีการใช้ประโยชน์จากวัสดุรีไซเคิลในการก่อสร้างถนนอย่างจำกัด ซึ่งใช้เพียงกับงานการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้งานใหม่ (Pavement Recycling) เพื่อเป็นชั้นพื้นทางหรือรองพื้นทางในงานบูรณะปรับปรุงถนนเดิมเท่านั้น [22] ตารางที่ 1 แสดงการใช้ประโยชน์จากวัสดุรีไซเคิลชนิดต่างๆ ที่มีปริมาณมากในประเทศไทย และสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างถนนได้จริง ดังเช่นในประเทศออสเตรเลีย [21]

การประยุกต์ใช้วัสดุรีไซเคิลในการก่อสร้างถนนทดแทนวัสดุดั้งเดิมจากธรรมชาติในเทศไทยจำเป็นต้องสนับสนุนให้เกิดการปรับเปลี่ยนแนวคิดทางธุรกิจก่อสร้างถนน จากระบบเศรษฐกิจเส้นตรง (Linear Economy) ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการใช้ทรัพยากร การผลิต และทิ้ง (Take-Make-Dispose) ไปสู่ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ที่ใช้โมเดลธุรกิจที่สนับสนุนวัสดุทดแทน/วัสดุหมุนเวียน (Circular Supplies Model) ที่มุ่งเน้นการนำวัสดุจากการรีไซเคิล และวัสดุที่สามารถรีไซเคิลได้ทั้งหมดมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการก่อสร้างถนนเพื่อลดการใช้ทรัพยากรในการผลิตและลดการเกิดของเสีย [23] อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนจากระบบเศรษฐกิจเส้นตรงไปสู่ระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนที่ใช้วัสดุรีไซเคิลในงานก่อสร้างถนนทดแทนวัสดุจากธรรมชาติได้อย่างเป็นรูปธรรม ยังมีอุปสรรคบางประการที่ส่งผลต่อความน่าสนใจในการลงทุน เช่น อุปสรรคด้านการหาแหล่งทุน ความรู้และเทคโนโลยีที่มีจำกัด ปริมาณวัสดุที่ไม่เพียงพอ การตลาด และข้อกำหนดต่างๆ [23]

ใน พ.ศ. 2564 ผู้เขียนและคณะร่วมกับบริษัท ทูเก็ตเตอร์ แอสโซซิเอทส์ จำกัด และหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) จัดทำโครงการ “นวัตกรรมการประยุกต์ใช้วัสดุรีไซเคิลสำหรับงานก่อสร้างถนน และการพัฒนาโรงงานต้นแบบ” ผลลัพธ์ของโครงการจะได้เครื่องจักรต้นแบบที่สามารถผลิตมวลรวมจากวัสดุรีไซเคิลที่มีมาตรฐานตามข้อกำหนดของกรมทางหลวงและกรมทางหลวงชนบท รวมถึงถนนนำร่องที่ก่อสร้างจากวัสดุรีไซเคิลที่ผลิตจากเครื่องจักรต้นแบบ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการสนับสนุนให้เกิดธุรกิจก่อสร้างถนนแนวใหม่ตามโมเดลธุรกิจที่สนับสนุนวัสดุทดแทน/วัสดุหมุนเวียน ที่สามารถลดการใช้วัสดุจากธรรมชาติและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม

เอกสารอ้างอิง

[1] D. O. Olukanni, O. O. Akinyinka, A. N. Ede, and I. I. Akinwumi, “Appraisal of municipal solid waste management, its effect and resource potential in a semi-urban city: A case study,” *Journal of South African Business Research*, pp. 1–13, 2014.

[2] S. Kaza, L. Yao, P. Bhada-Tata, and F. Van Woerden, *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank Publications, 2018.

[3] D. D. Adegoke, T. O. Ogundairo, D. O. Olukanni, and O. M. Olofinnade, “Application of recycled

waste materials for highway construction: Prospect and challenges," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1378, no. 2, pp. 1–12, 2019.

[4] S. Deengam, A. Suksan, and J. Suebsuk, "Unconfined compressive strength of cement-stabilized soil and reclaimed asphalt pavement," in *the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology*, 2013, pp. 21–26.

[5] Department of Primary Industries and Mines. (2012). Volume of 100 industrial wastes from 2008–2011. Department of Primary Industries and Mines. Bangkok, Thailand. [Online] (in Thai). Available: http://recycle.dpim.go.th/wastelist/download.php.

[6] R. Taha, A. Al-Harthy, K. Al-Shamsi, and M. Al-Zubeidi, "Cement stabilization of reclaimed asphalt pavement aggregate for road bases and subbases," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 14, no. 3, pp. 239–245, 2002.

[7] L. R. Hoyos, A.J. Puppala, and C.A. Ordonez, "Characterization of cement fiber-treated reclaimed asphalt pavement aggregates: Preliminary investigation," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 23, no. 7, pp. 977–989, 2011.

[8] A. J. Puppala, L. R. Hoyos, and A. K. Potturi, "Resilient moduli response of moderately cement-treated reclaimed asphalt pavement aggregates," *Journal of Materials in Civil Engineering, ASCE*, vol. 23, no. 7, pp. 990–998, 2011.

[9] C. S. Poon and D. Chan, "Feasible use of recycled concrete aggregates and crushed clay brick as unbound road sub-base," *Construction and Building Materials*, vol. 20, no. 8, pp. 578–585, 2006.

[10] A. M. Azam and D. A. Cameron, "Geotechnical properties of blends of recycled clay masonry and recycled concrete aggregates in unbound pavement construction," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 25, no. 6, pp. 788–798, 2012.

[11] A. Gabr and D. Cameron, "Properties of recycled concrete aggregate for unbound pavement construction," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 24, no. 6, pp. 754–764, 2012.

[12] T. Aatheesan, A. Arulrajah, M. W. Bo, B. Vuong, and J. Wilson, "Crushed brick blends with crushed rock for pavement systems," in *Proceedings of the Institution of Civil Engineers (UK), Waste and Resource Management*, vol. 163, no. 1, 2010, pp. 29–35.

[13] A. Arulrajah, J. Piratheepan, M. W. Bo, and N. Sivakugan, "Geotechnical characteristics of recycled crushed brick blends for pavement sub-base applications," *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 49, no. 7, pp. 796–811, 2012.

[14] J. Wartman, D. Grubb, and A. Nasim, "Select engineering characteristics of crushed glass," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 16, no. 6, pp. 526–539, 2004.

[15] T. L. Landris, "Recycled glass and dredged materials," US Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS., Report ERDC TN-DOER-T8, 2007.

[16] M. M. Y. Ali, A. Arulrajah, M. M. Disfani, and J. Piratheepan, "Suitability of using recycled glass-crushed rock blends for pavement subbase applications," in *Geo-Frontiers 2011*

Conference on Geotechnical and Foundation Design, 2011, pp. 1325–1334.

[17] M. M. Disfania, A. Arulrajah, M. W. Bob, and N. Sivakugan, "Environmental risks of using recycled crushed glass in road applications," *Journal of Cleaner Production*, vol. 20, no. 1, pp. 170–179, 2012.

[18] M. A. Imteaz, M. M. Y. Ali, and A. Arulrajah, "Possible environmental impacts of recycled glass used as a pavement base material," *Waste Management and Research*, vol. 30, no. 9, pp. 917–921, 2012.

[19] A. Arulrajah, M. M. Y. Ali, M. M. Disfani, and J. Piratheepan, "Geotechnical performance of recycled glass-waste rock blends in footpath bases," *ASCE Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 25, no. 5, pp. 653–661, 2013.

[20] V. E. Schimmoller, K. Holtz, T. T. Eighmy, C. Wiles, M. Smith, G. Malasheskie, G. J. Rohrbach, S. Schaftlein, G. Helms, R. D. Campbell, C. H. V. Deusen, B. Ford, and J. A. Almborg, *Recycled Materials in European Highway Environments: Uses, Technologies, and Policies*. Washington, DC, USA: DIANE Publishing, 2000.

[21] The State of Queensland Department of Transport and Main Roads, *Use of Recycled Materials in Road Construction.* Brisbane, Queensland: Queensland Department of Transport and Main Roads Library Services, TN193, 2020.

[22] *Pavement Recycling*, Department of Highways, Standard No. DH-S 213/2543, 2000 (in Thai).

[23] D. A. Vermunt, S. O. Negro, P. A. Verweij, D. V. Kuppens, and M. P. Hekkert, "Exploring barriers to implementing different circular business models," *Journal of Cleaner Production*, vol. 222, pp. 891–902, 2019.

ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข
กองบรรณาธิการ

อาจารย์ ดร.อภิชาติ สุดดีพงษ์
นักวิจัย