

“คอนกรีต” วัสดุก่อสร้างที่ยั่งยืนหรือไม่?

“Concrete” Sustainable Construction Material or Not?

ปิติ สุคนธ์สุขกุล

ประธานกรรมการวิชาการกลุ่ม 4 สมาคมคอนกรีตแห่งประเทศไทย

รองศาสตราจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทคัดย่อ

แนวทางการก่อสร้างที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมเริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้นเรื่อยๆต่อผู้ที่เกี่ยวข้องในวงการก่อสร้าง ตั้งแต่การออกแบบ ก่อสร้าง ใช้งาน ซ่อมแซม และทำลายทิ้ง ในขั้นตอนการออกแบบและก่อสร้างนั้น การเลือกวัสดุก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมก็ถือเป็นหนึ่งในหัวใจหลักที่ควรต้องทำการพิจารณา หากผู้ที่เคยได้มีศึกษามาตรฐานการออกแบบก่อสร้างอาคารสีเขียวหลายๆมาตรฐาน จะพบว่าหมวดวัสดุก่อสร้างก็เป็นหมวดหลักหมวดหนึ่งที่มีผลต่อการรับรองอาคารนั้นๆ

ในส่วนของวัสดุสำหรับงานโครงสร้างอาคารหรือบ้านนั้น มีวัสดุให้เลือกไม่มากนัก หลักๆก็จะเป็น คอนกรีต ไม้ หรือ เหล็ก เป็นต้น อย่างนั้นก็ตามยังคงมีคำถามตามมาเสมอว่า วัสดุอะไรเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมมากกว่ากัน ในบทความนี้จะกล่าวกว้างๆ ถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความยั่งยืนว่าควรจะต้องประกอบไปด้วยปัจจัยใดบ้าง แล้วในแต่ละปัจจัยเหล่านั้น คอนกรีตเป็นอย่างไร เมื่อเทียบกับวัสดุอื่น (ถ้ามีข้อมูล) ในช่วงสรุปผู้อ่านคงต้องเป็นผู้ตอบเองว่าสายตาของท่านนั้นคอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่ยั่งยืนที่ท่านเลือกหรือไม่

Abstract

Nowadays sustainable or green construction begins to play an important role to those who involved in construction industry starting from designing, construction, operating, repairing and demolishing. In the design and construction stage, selecting sustainability construction material is one of the key factors that needed to be considered. If we take a look closer into several green standards, we often found that selecting construction material is one of the key standards which could affect the outcome of the certifying results.

For the structural materials, there are not many materials to choose from for example, concrete, timber and steel. However, there is always a question when it comes to selecting green material whether which one is more sustainable than which one. In this manuscript, the factors related to sustainability are discussed. How does concrete perform in each category as compared to other materials? At the end, it is up to the readers to draw a conclusion whether or not concrete is a sustainable material of your choice.

บทนำ

วัสดุก่อสร้างสำหรับงานโครงสร้างที่ใช้กันหลักๆ ทั่วโลก ประกอบไปด้วย ไม้ เหล็ก และ คอนกรีต ท่ามกลางกระแสเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่ได้รับการตอบรับจากหลายๆ ฝ่าย ผู้ที่มีอาชีพในแวดวงก่อสร้างอาจจะประสบปัญหาในการตัดสินใจเลือกว่าวัสดุชนิดใดเป็นวัสดุที่มีความเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมและมีความยั่งยืนที่สุด การตัดสินใจว่าวัสดุใดเป็นวัสดุที่ยั่งยืนก็ขึ้นอยู่กับว่าข้อมูลข่าวสารที่มีนั้นมียังน้อยเพียงใด ถ้ามองในแง่ของการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพียงอย่างเดียว ตัวเลือกอาจจะเป็นตัวหนึ่ง ถ้ามองในแง่ของการนำกลับมาใช้ใหม่ ก็อาจจะเลือกอีกตัวหนึ่ง ในฐานะที่ผมได้มีโอกาสได้ทำงานร่วมกับทั้งกับทาง

RILEM (Task Force 3.8 และ 3.9) และ Asian Concrete Federation (Sustainability Forum) และมีโอกาสได้เข้าร่วมประชุม Cement Sustainability Initiative (CSI/WBCSD) ซึ่ง 2 ใน 3 ของเวทีเหล่านี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจะแสดงให้เห็นว่าคอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างของทั้งอดีต ปัจจุบัน และ อนาคต และมีความเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม หากมีการใช้งานอย่างถูกวิธี ซึ่งหลายครั้ง ผลสรุปจากการวิพากษ์บนเวทีเหล่านี้ คำมักจะนำไปในลักษณะที่ว่า “ใช่ คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่ยั่งยืน” แต่เหตุใดผลสำรวจเบื้องต้นของ CSI เกี่ยว Sustainable Construction Materials ที่ทำการสำรวจทั่วโลกเท่าที่ทราบกลับออกไปในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับที่คิดกัน สาเหตุอย่างหนึ่งก็คือ เรื่องของข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับคอนกรีตและสิ่งแวดล้อมที่ออกไปสู่มือผู้บริโภคอาจจะไม่เพียงพอ ข้อมูลในการตัดสินใจของผู้ใช้งานมีไม่เพียงพอหรือใช้ข้อมูลเพียงด้านเดียวในการตัดสินใจ ทำให้ผลการสำรวจออกมาไม่แม่นยำเท่าที่ควร

ในบทความนี้จะกล่าวถึงปัจจัยที่ผู้ที่อยู่ในแวดวงก่อสร้างควรจะต้องนำไปพิจารณา เมื่อมีเรื่องของความยั่งยืนเข้ามาเกี่ยวข้อง ก่อนที่ตัดสินใจเลือกวัสดุหรือวัสดุก่อสร้างชนิดใดมาใช้ในโครงการของท่าน แต่เมื่ออ่านจบแล้ว การนำปัจจัยต่างๆมาใช้ในการตัดสินใจเลือกวัสดุก็เป็นขึ้นกับแต่ละคนว่าจะนำปัจจัยใดมาคิดบ้าง บางท่านอาจจะสนใจเฉพาะเรื่องคาร์บอนไดออกไซด์ก็อาจจะเลือกวัสดุหนึ่ง บางท่านก็อาจจะนำเรื่องของการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่มาพิจารณาคำด้วยก็ได้

1. การวัดความยั่งยืน (Measuring Sustainability)

โดยทั่วไป วิธีการวัดความยั่งยืนของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ชนิดใดชนิดหนึ่ง ผลของมันมักจะสื่อให้เห็นถึงการวัดถึงผลกระทบ (ส่วนมากจะเป็นด้านลบ) ของสิ่งเหล่านั้นต่อ

สภาพแวดล้อมหรือระบบนิเวศน์ ซึ่งการวัดความยั่งยืนสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่นำมาพิจารณา เริ่มตั้งแต่วิธีที่ง่ายๆธรรมดาไปจนถึงที่มีวิธีที่มีความซับซ้อนมาก ยกตัวอย่างเช่น พลังงานสะสม (Embodied Energy) ความคงทน (Durability) ระดับของการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycling Level) รวมถึงการศึกษาวงจรชีวิต (Life Cycle Assessment) เป็นต้น

1.1 ค่าพลังงานสะสม (Embodied Energy)

ค่าพลังงานสะสม แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ค่าพลังงานสะสมตั้งต้น (Initial Embodied Energy) และ ค่าพลังงานสะสมระหว่างการใช้งาน (Recurring Embodied Energy)

พลังงานสะสมตั้งต้น เป็นการวัดค่าพลังงานจากแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป (Non-Renewable Energy) ที่ใช้ไปในระหว่างการผลิตวัสดุนั้นขึ้นมา อาจจะเริ่มต้นตั้งแต่การสำรวจ ขุดเจาะ ตัด ข่อย เสาหรือหลอม เป็นต้น

ส่วนค่าพลังงานสะสมระหว่างใช้งานก็เป็นวัดค่าพลังงานที่ใช้แล้วหมดไป ที่ถูกใช้ในระหว่างการใช้งานผลิตภัณฑ์นั้นๆ ไปจนถึงสิ้นสุดชีวิตของมัน ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานปกติ การซ่อมแซม ปรับปรุง

วิธีการวัดค่าพลังงานสะสมนั้นค่อนข้างที่จะซับซ้อน ต้องมีการเก็บข้อมูลทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นอยู่ในรูปของหน่วยพลังงานต่อหน่วยการใช้งานของวัสดุนั้น ยกตัวอย่างเช่น เมกะจูลส์ต่อกิโลกรัม หรือ ลูกบาศก์เมตร เป็นต้น

ซึ่งพลังงานสะสมเหล่านี้ สามารถนำไปสัมพันธ์กับค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้ เช่น ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) การหดตัวของทรัพยากรธรรมชาติ (Resources Depletion) การเสื่อมของสภาพแวดล้อม (Environmental Degradation) เป็นต้น ในส่วนของวัสดุก่อสร้าง ค่าพลังงานสะสมตั้งแต่ เริ่มไปจนออกจากประตูโรงงาน (Cradle to Gate)[1] เป็นไปดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าพลังงานสะสมของวัสดุก่อสร้าง (Cradle to Gate)

Material	Energy MJ/kg	Carbon kgCO ² /kg	Density kg/m ³
Concrete (1:1.5:3)	1.11	0.159	2400
Concrete with 25% PFA RC40	0.97	0.132	
Concrete with 50% GGBS RC40	0.88	0.101	
Cement mortar (1:3)	1.33	0.208	
Steel (general - average recycled content)	20.1	1.37	7800
Steel (section - average recycled content)	21.5	1.42	7800
Stainless steel	56.7	6.15	7850
Timber (general - excludes sequestration)	10	0.72	480-720

Source: Inventory of Carbon & Energy (ICE) Sustainable Energy Research Team (SERT),
University of Bath, 2011

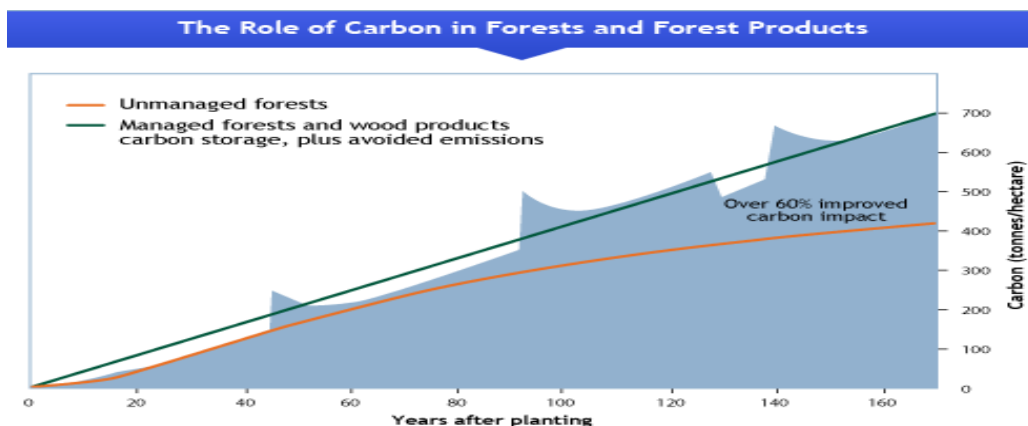
โดยจะพบว่าค่าพลังงานสะสมในการผลิตคอนกรีตนั้นต่ำกว่าทั้งของเหล็กและไม้แปรรูปค่อนข้างมาก หลายคนอาจจะสงสัยในส่วนของไม้ว่ากระบวนการผลิตไม่น่าจะมีต้นทุนด้านพลังงานที่สูงแต่ทำไมพลังงานสะสมถึงสูงกว่าคอนกรีต ซึ่งไม้แปรรูปในที่นี้เป็นไม้แปรรูปที่มีกระบวนการปรับปรุงคุณภาพเข้ามาช่วย เช่น การอบแห้ง การอัดน้ำยา การตัด หรือการอัดกาวด้วยความร้อนสูงเช่นในกรณีของไม้แปรรูปประเภท Parallel Strand Lumber, Glued Laminated Lumber เป็นต้น

1.2 การกักเก็บคาร์บอน (Carbon Storage)

การกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนหนึ่งของการลดปัญหาการสภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่าไม้ยืนต้น (ที่ไม่ได้ถูกตัด) เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่ใหญ่ที่สุดในโลก การตัดไม้เพื่อนำมาใช้งานจึงเป็นผลเสียอย่างมากต่อการแก้ปัญหาโลกร้อน อย่างไรก็ตาม ไม้หลักจากถูกตัดออกมาแล้ว ความสามารถในการดูดซับคาร์บอนจะหมดไป จะคงเหลืออยู่แต่ปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในเนื้อไม้ตั้งแต่เริ่มไปจนถึงวันที่ถูกตัด (ซึ่งจะคงอยู่ตลอดไป จนกว่าไม้นั้นจะถูกเผา)

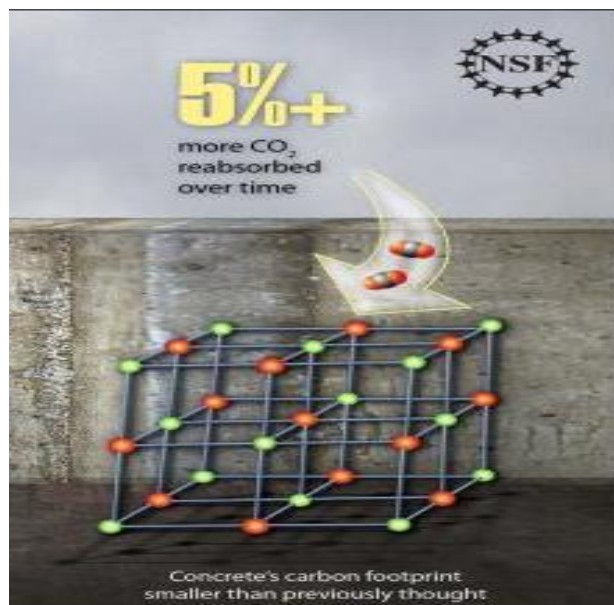
มีผู้ประกอบการไม้หลายแห่งในต่างประเทศที่มีการบริหารจัดการป่าไม้อย่างดี (เน้น) เช่น ประเทศแคนาดา ที่มีการปลูกป่าทดแทนอย่างต่อเนื่อง ได้นำการสะสมที่เกิดจากไม้ใหม่และไม้เก่ามาคิดอย่างต่อเนื่องเสมือนว่าไม้นั้นไม่ได้ถูกตัดไปแปรรูปเลย ค่าการกักเก็บคาร์บอนก็จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังแสดงในรูปที่ 1 [2]

แต่ถ้าการบริหารจัดการป่าไม้ไม่ดีหรือไม่มีการบริหารเลย ประสิทธิภาพการกักเก็บแน่นอนย่อมต้องลดลงตามปริมาณไม้ที่ถูกตัดไป



รูปที่ 1 การกักเก็บคาร์บอนในไม้และผลิตภัณฑ์ไม้ (Source: BC Forestry Climate Change Working Group, Tackle Climate Change-Use Wood, BC, Canada, 2008)

ลองมาดูในกรณีของคอนกรีตดูบ้าง นักวิจัยด้านคอนกรีตส่วนมากจะทราบคืออยู่แล้วว่าคอนกรีตนั้นมีองค์ประกอบของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 25% ซึ่งแคลเซียมพวกนี้พร้อมที่จะปฏิกิริยากับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ (แปลงสภาพเป็น CaCO_3) ซึ่งกระบวนการนี้เกิดอย่างต่อเนื่องและซ้ำๆ มีบทความที่สนับสนุนในเรื่องความสามารถของคอนกรีตในการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์กลับมาซ้ำๆตลอดอายุการใช้งานว่าอยู่ประมาณ 5% ของที่ถูกปล่อยออกไปในกระบวนการผลิต [3,4] รูปที่ 2



รูปที่ 2 การดูดซับคาร์บอนในคอนกรีต [3,4]

1.3 ปริมาณการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycling Content)

ปริมาณการนำกลับมาใช้ใหม่นั้น เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างวัสดุทั้งสามชนิด จะพบว่า เหล็กมาเป็นอันดับที่ 1 ในการหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ข้อมูลจาก American Institute of Steel Construction (AISC) แสดงให้เห็นว่าสัดส่วนการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ของเหล็กในอุตสาหกรรมต่างๆมีตัวเลขสูงถึง 104% ดังแสดงในตารางที่ 2

โดยพบว่าอัตราการหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ของเหล็กเสริมในงานก่อสร้างนั้น อยู่ที่ประมาณ 65% เหตุผลหลักที่ผลักดันให้อุตสาหกรรมเหล็กมีการพัฒนาเทคโนโลยีการนำกลับมาใช้ใหม่มีความก้าวหน้ามากกว่าวัสดุประเภท น่าจะมาจากการลดลงของแร่เหล็กในธรรมชาติอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้แร่เหล็กเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป

ตารางที่ 2 อัตราการนำกลับมาใช้ใหม่ของเหล็ก

Industry	Recycling Rate (%)
Automobiles	104
Cans and containers	64
Appliances	90
Structural Steel from buildings	98
Reinforcing Steel from construction	65

Source:

AISC

<http://www.aisc.org/content.aspx?id=3808>

ในส่วนของไม้ นั้น การหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ไม่ได้กลับมาอยู่ในรูปของไม้แปรรูปทั้งหมด แต่อาจจะพบในรูปของผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ปุ๋ย เศษไม้คลุมดิน หรือเศษไม้สำหรับเป็นเชื้อเพลิง โดยข้อมูลจาก Wood Recycling Association ไม้ที่นำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่จะอยู่ที่ประมาณ 47.6% (2.19 ล้านตัน จาก 4.6 ล้านตัน) โดยการนำกลับมาใช้ใหม่จะอยู่รูปของผลิตภัณฑ์ต่างๆดังแสดงในตารางที่ 3

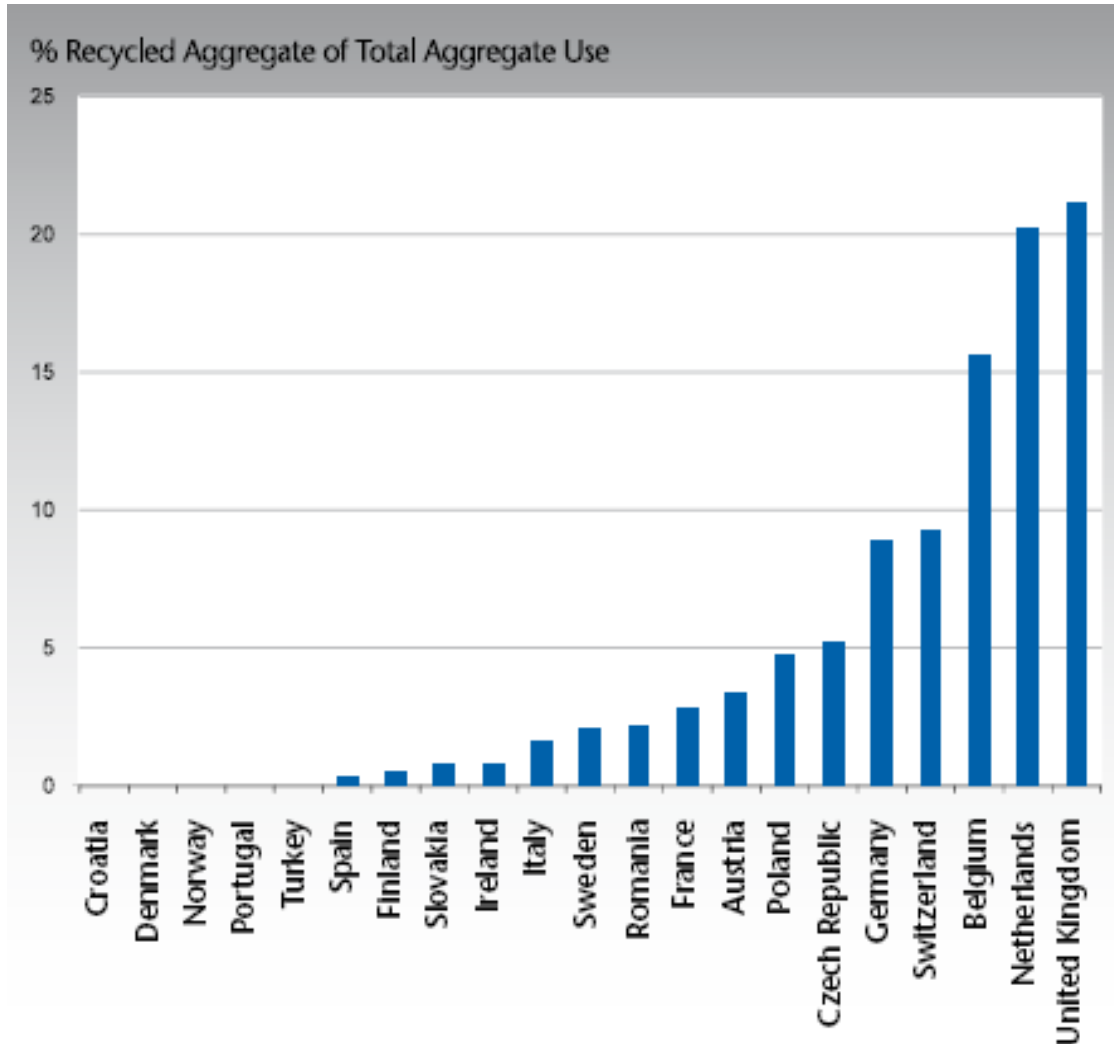
ตารางที่ 3 ผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ได้จากการนำไม้กลับมาใช้ใหม่

Type	Quantity (x1000 tones)
Panel Board	905
Animal/Poultry Bedding	316
Equine Surfaces	62
Mulches, Soil Conditioners	70
Pathways & Covering	13
Biomass/Energy	471

Source: Wood Recyclers' Association

ไม้ซึ่งนับจะเป็นทรัพยากรธรรมชาติแบบหมุนเวียนที่ใช้แล้วสามารถปลูกทดแทนได้ แต่ต้องใช้ระยะเวลาานกว่าที่จะนำกลับมาใช้ได้อีก ในประเทศที่มีการบริหารจัดการป่าไม้ที่ดีนั้น ป่าไม้สามารถถูกปลูกและนำมาทดแทนกับที่ตัดไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในประเทศกำลังพัฒนาส่วนมาก การบริหารจัดการป่าไม้มักจะไม่มีประสิทธิภาพ การลดลงของทรัพยากรธรรมชาติป่าไม้อย่างรวดเร็วถือเป็นหนึ่งในแรงขับเคลื่อนที่สำคัญของการนำไม้กลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่

ในกรณีของคอนกรีต การหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ส่วนมากจะอยู่ในรูปของมวลรวม โดยการนำคอนกรีตที่ใช้แล้วมาย่อยให้มีขนาดเล็กและใช้เป็นมวลรวม ประเทศที่มีการใช้มวลรวมที่ทำจากเศษคอนกรีตส่วนมากจะอยู่ในยุโรป และ อเมริกา โดยมีอัตราการใช้อยู่ที่ประมาณ 5-8% โดยเฉลี่ย รูปที่ 3



Source: UEPG 2005 and 2006 statistics published 2008

รูปที่ 3 อัตราการทดแทนมวลรวมธรรมชาติด้วยมวลรวมจากการย่อยคอนกรีตเก่า

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่าการนำคอนกรีตกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่นั้นมีอัตราที่ต่ำมาก ทั้งนี้ สาเหตุไม่น่าจะมาจากเรื่องเทคโนโลยี แต่หลักๆน่าจะเป็นเรื่องของราคาและคุณภาพของมวลรวมหมุนเวียน มวลรวมธรรมชาตินั้นมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำมาก และมีแหล่งทรัพยากรธรรมชาติอย่างมากมาย ทำให้มวลรวมหมุนเวียนไม่สามารถแข่งขันได้ในแง่ของราคา นอกจากนี้ยังรวมถึงเรื่องของคุณภาพที่ค่อนข้างมีความแปรปรวนสูง ทำให้มวลรวม

หมุนเวียนประสบปัญหาไม่สามารถนำมาใช้กับงานคอนกรีตกำลังสูงที่มีความจำเป็นต้องใช้มวลรวมที่มีกำลังสูง

1.4 ความคงทน (Durability)

ความคงทนเป็นปัจจัยสำคัญอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องพิจารณาเมื่อกล่าวถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืน การที่โครงสร้างหรืออาคารมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ส่งผลดีถึงแวดล้อมในแง่ของการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติลง แต่อย่างไรก็ตาม การพิจารณาเรื่องความคงทนควรจะต้องมีการพิจารณาถึงเรื่องของประสิทธิภาพการใช้งานที่อายุของโครงสร้างนั้นเช่นกัน การที่วัสดุใดมีอายุการใช้งานได้ยาวนานแต่ต้องใช้พลังงานหรือทรัพยากรอื่นๆ ในการดูแลรักษาจำนวนมากย่อมไม่เป็นผลดีเช่นกัน

การจะเปรียบเทียบความคงทนระหว่างวัสดุทั้งสามชนิดต้องพิจารณาในหลายแง่มุม ทั้งในแง่สถานที่ตั้งอาคาร สภาพภูมิอากาศที่เกี่ยวข้อง การใช้งานและบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี รวมถึงหัวข้อความคงทนที่ต้องพิจารณาด้วย

คอนกรีตเป็นที่ทราบกันว่าเป็นวัสดุที่ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้ดี เนื่องจากมีความทึบน้ำสูง ทำให้น้ำซึมผ่านได้ยาก ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำและอากาศ (ไม่เกิดสนิม) มีอัตราการเสื่อมสภาพทางชีวภาพที่ช้า ความสามารถในการนำอุณหภูมิต่ำ การเป็นวัสดุที่เฉื่อย (ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสภาพแวดล้อม) รวมถึงการมีความแข็งแรง ทนทานและต้านทานการสึกหรอภายใต้แรงกระทำที่ดี

สรุป

บทความนี้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่างๆ เพื่อให้ผู้อ่านได้ใช้ประกอบการตัดสินใจเลือกวัสดุที่เป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมได้อย่างถูกต้องและครอบคลุม ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกหลายอันที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของจำนวนหน้า แต่จะได้เขียนถึงต่อไปในโอกาสข้างหน้า

เอกสารอ้างอิง

1. Inventory of Carbon & Energy (ICE) Sustainable Energy Research Team (SERT), University of Bath, 2011
2. BC Forestry Climate Change Working Group, Tackle Climate Change-Use Wood, BC, Canada, 2008
3. Science Daily, How Solid Is Concrete's Carbon Footprint?, National Science Foundation 2009;
4. Liv Haselbach, Concrete as a Carbon Sink, Portland Cement Association, 2011
5. Wood Recyclers' Association, Waste Wood to Market Statistics 2010
6. CSI-WBCSD, Recycling Concrete: Executive Summary, 2009