

STEEL CONSTRUCTION TODAY & TOMORROW

(No. 46 December 2015)

A Joint Publication of the Japan Iron and Steel Federation and
Japanese Society of Steel Construction

Thai Version

หนังสือ Steel Construction Today & Tomorrow เวอร์ชัน
ภาษาอังกฤษ จะมีการจัดพิมพ์ปีละ 3 ครั้ง และจะมีการกระจายไปยัง
ผู้บริหาร และบุคลากรของบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรม และองค์กรต่างๆ ทั่ว
โลก วัตถุประสงค์ของหนังสือนี้ คือการนำเสนอถึงมาตรฐานและข้อกำหนดที่
เกี่ยวข้องกับการโครงสร้างเหล็ก ตัวอย่างโครงการก่อสร้างยุคใหม่ เทคโนโลยี
งานก่อสร้างอันทันสมัย และหัวข้ออื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างอาคาร
และงานวิศวกรรมโยธา

เพื่อให้ผู้อ่านชาวไทย ได้เข้าใจบทความในหนังสือนี้ได้ดียิ่งขึ้น ก็ได้มีการ
ดำเนินการจัดเตรียมเวอร์ชันภาษาไทย เพื่อแนบไปกับหนังสือเวอร์ชัน
ภาษาอังกฤษ ในส่วนของรูปถ่าย ภาพและตาราง จะแสดงในเวอร์ชัน
ภาษาไทยเฉพาะชื่อภาพและชื่อตาราง ซึ่งควรต้องดูเวอร์ชันภาษาอังกฤษ
ประกอบไปด้วยเพื่อความสมบูรณ์ชัดเจนของเนื้อหา นอกจากนี้หากต้องการ
อ้างอิงรายละเอียดในเชิงเทคนิค ก็โปรดอ้างอิงจากหนังสือเวอร์ชัน
ภาษาอังกฤษเป็นหลัก

ฉบับที่ 46 เดือนธันวาคม 2015: สารบัญ

หัวข้อพิเศษ: การประเมินวัฏจักรชีวิตและการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์เหล็ก การสำรวจถึงรูปแบบการประเมินวัฏจักรชีวิตสำหรับเหล็กใน อุตสาหกรรม ก่อสร้าง_____	1
ตัวอย่างและบทบาทหน้าที่ในอนาคตต่อการประเมินวัฏจักรชีวิตของ ประเทศไทย_____	2
กระบวนการในการประเมินวัฏจักรชีวิตโดยการพิจารณาผลจากการรี ไซเคิลผลิตภัณฑ์เหล็ก_____	5
สต็อกวัสดุและอัตราการรีไซเคิลเมื่อสิ้นอายุของเหล็ก_____	9
ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เหล็กในงานก่อสร้างเพื่อสนับสนุนสังคมที่เป็น มิตรต่อสิ่งแวดล้อม_____	13
เทคโนโลยีงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย_____	17
กิจกรรมของ JISF_____	Back Cover

Pagination applies to English-version No. 46 issue.

ฉบับภาษาไทย: ©The Japan Iron and Steel Federation 2015

The Japan Iron and Steel Federation

3-2-10 Nihonbashi-Kayabacho, Chuo-ku, Tokyo 103-0025, Japan

โทรสาร: 81-3-3667-0245

โทรศัพท์ : 81-3-3669-4815

ที่อยู่อีเมล: sunpou@jisf.or.jp

เว็บไซต์: <http://www.jisf.or.jp>

หัวข้อพิเศษ: การประเมินวัฏจักรชีวิตและการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์เหล็ก

(หน้า 1)

การสำรวจถึงรูปแบบการประเมินวัฏจักรชีวิตสำหรับ เหล็กในอุตสาหกรรม ก่อสร้าง

ประธาน คณะกรรมการงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กที่เป็นมิตรต่อ
สิ่งแวดล้อม สมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

ในประเทศญี่ปุ่น การประเมินวัฏจักรชีวิต (ซึ่งเป็นวิธีในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ตลอดอายุช่วงของการใช้งาน) ยังอยู่ในช่วงของการศึกษา และการนำเสนอสำหรับโครงการก่อสร้างภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับระเบียบในการจัดซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (อันเป็นมาตรการที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดการจัดซื้อผลิตภัณฑ์และการให้บริการที่เป็นมิตรต่อ สิ่งแวดล้อมโดยหน่วยงานของรัฐ)

พร้อมกันนี้คณะกรรมการที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กที่เน้นความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของสมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย ได้ริเริ่มวางกระบวนการที่ใช้สำหรับการประเมินซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะของผลิตภัณฑ์เหล็กที่ช่วยรักษาสภาพแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่นการพิจารณาการนำ เตาหลอมทรงสูงหรือ Blast Furnace (BF) และเตาหลอมด้วยไฟฟ้าหรือ Electric Arc Furnace (EAF) มาประกอบการพิจารณาถึงผลกระทบต่อการรีไซเคิลเหล็ก หรือการพิจารณาผลกระทบจากการใช้เหล็กประสิทธิภาพสูงต่อการประเมินสมรรถนะทางด้านการรักษาสภาพแวดล้อมของผลิตภัณฑ์เหล็ก นอกจากนี้ คณะกรรมการยังได้สนับสนุนกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดการใช้งานผลิตภัณฑ์เหล็กที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในงานก่อสร้าง และพร้อมกันนี้เพื่อช่วยสนับสนุนให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากยิ่งขึ้นในการเสริมสร้างความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากการนำเหล็กไปใช้ในงานก่อสร้าง คณะกรรมการฯ ก็ได้มีการจัด “สัมมนาโครงสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม” เพื่อมุ่งเน้นให้เกิดความเข้าใจกับกลุ่มบุคลากรที่เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง

ส่วนหนึ่งของการสนับสนุนกิจกรรมดังกล่าว ในปี 2010 ที่ผ่านมา สมาคมก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กแห่งประเทศไทย ก็ได้จัดตั้ง “คณะทำงานเพื่อตรวจสอบการประเมินวัฏจักรชีวิตของงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก” ซึ่งประกอบไปด้วยผู้ที่เกี่ยวข้องในแวดวงการศึกษาผู้ผลิตเหล็กและเหล็กกล้าตลอดจนผู้ใช้ผลิตภัณฑ์เหล็ก คณะทำงานชุดดังกล่าวนี้ทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลและศึกษาแนวทางในการประเมินวัฏจักรชีวิตในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้าง และศึกษาถึงกระบวนการในการนำรูปแบบ

การประเมินวัฏจักรชีวิตตลอดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์เหล็ก ซึ่งในปี 2014 คณะทำงานก็ได้รวบรวมและจัดทำบทสรุปของการศึกษาออกมา

บทสรุปของคณะทำงานชุดดังกล่าวได้ถูกนำเสนอในการสัมมนา โครงสร้างเหล็กเขียวครั้งที่ 4 ภายใต้ ชื่อหัวข้อ "ข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาระบบมาตรฐานภาคชุมชนและวัฏจักรชีวิต ตลอดอายุการใช้งาน - การรีไซเคิล ผลิตภัณฑ์เหล็กสำหรับงานก่อสร้าง" ซึ่งจัดโดยคณะกรรมการการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กเพื่อรักษาสภาพแวดล้อม ในวันที่ 27 พฤศจิกายน 2014

นิตยสาร Steel Construction Today & Tomorrow ฉบับที่ 46 ฉบับนี้ ได้นำเสนอถึงบทสรุปจากส่วนหนึ่งของรายงานที่ได้มีการนำเสนอไว้ในงานสัมมนาโครงสร้างเหล็กเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้มีการนำเสนอถึงกระบวนการในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนโดยอุตสาหกรรมเหล็กแห่งประเทศไทยซึ่งเป็นการเริ่มต้นที่สำคัญในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมของโลกอย่างยั่งยืนสืบไป

รายชื่อหัวข้อการสัมมนา และผู้บรรยาย ในงานสัมมนา โครงสร้างเหล็กเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 4

รูป: งานสัมมนา โครงสร้างเหล็กเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 4 เดือนพฤศจิกายน 2014

A List of Lecture Themes and Lecturers at 4th Green Steel Seminar

Keynote lecture: Recent Trends and Future Directions Involved in LCA	Matsunori Nara, Dr. Eng. Professor, Department of Computer and Media Engineering, Tokyo University of Science, Suwa
Methods to Treat Structural Steel Members Left Behind	Dr. Yoshikazu Shinohara Group Leader, Eco-energy Group, National Institute for Materials Science
Introduction of LCA Approaches to Take Account of Recycling Effects of Steel Products and Simulation Examples	Tomohisa Hirakawa Vice Chairman, Committee on Environment-friendly Steel for Construction, The Japan Iron and Steel Federation
Assessment Approaches for Environmental Influence Caused by Use of Steel Products	Dr. Minoru Fujii Senior Researcher, Eco-city Systems Research Program Project Leader, Environmental Urban Systems Section, Center for Social and Environmental Systems Research, National Institute for Environmental Studies



Fourth Green Steel Seminar held in November 2014

(หน้า 2 - 4)

ตัวอย่างและบทบาทหน้าที่ในอนาคตต่อการประเมินวัฏจักรชีวิตของประเทศญี่ปุ่น

โดย Matsunori Nara, Dr. Eng.

ศาสตราจารย์ Department of Computer and Media Engineering,
Tokyo University of Science, Suwa

ภาพรวมของการประเมินวัฏจักรชีวิต

การจัดทำมาตรฐานในการประเมินวัฏจักรชีวิตตลอดอายุการใช้งานได้เริ่มขึ้นในปี 1993 นำโดยมาตรฐาน ISO หรือ International organization for standardization ซึ่งในปี 1997 ISO ได้ออกมาตรฐาน ISO14040: หลักการและกรอบการประเมินวัฏจักรชีวิต ISO14041: วัตถุประสงค์ นิยาม และการวิเคราะห์ข้อมูลผลิตภัณฑ์ และ ISO14049: ตัวอย่างของการนำมาตรฐาน ISO14041 ไปใช้งาน

สำหรับประเทศญี่ปุ่น สมาคมการประเมินวัฏจักรชีวิตแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นหน่วยงานร่วมระหว่างอุตสาหกรรม ภาครัฐ และภาคการศึกษา ได้เริ่มดำเนินการในปี 1995 เพื่อส่งเสริมการศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิต ในปี 2007 สมาคมการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กแห่งประเทศไทยได้เริ่มศึกษาถึงการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล็กและการก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็ก และจากมาตรการการส่งเสริมการจัดซื้อจัดจ้างงานบริการและผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของภาครัฐ (โดยกระทรวงสิ่งแวดล้อม) ปี 2009 กระทรวงที่ดิน ระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน การขนส่ง และการท่องเที่ยว หรือ Ministry of land infrastructure transport and tourism (MLIT) ได้มีการศึกษาถึงการนำการประเมินวัฏจักรชีวิต มาใช้กับงานภาครัฐ โดยในขณะนี้ได้มีการศึกษาในเชิงทฤษฎีและกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการประเมินวัฏจักรชีวิตเป็นจำนวนมาก แต่ณปัจจุบันก็ยังมุ่งเน้นไปในขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลขั้นพื้นฐาน (inventory data) อยู่

สำหรับอุตสาหกรรมก่อสร้างในปัจจุบัน ลักษณะของการจัดการจะเป็นรูปแบบที่มีบริษัทหลายบริษัทเข้ามาเกี่ยวข้องในงานก่อสร้างซึ่งทำให้เป็นการยากต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐาน หรือ inventory data แต่อย่างไรก็ตามปัญหาดังกล่าวนี้นี้ก็ได้ถูกแก้ไขผ่านงานวิจัยร่วมระหว่าง สถาบันเพื่อการจัดการที่ดินและระบบสาธารณูปโภคแห่งชาติของ MLIT และ สมาคมวิศวกรโยธาแห่งประเทศญี่ปุ่น (Japanese society of civil engineers) อันส่งผลให้การวิเคราะห์ข้อมูล inventory (ข้อมูลวัฏจักรชีวิตตลอดอายุการใช้งาน LCI: Life cycle inventory) ของการก่อสร้างภาครัฐมีความเป็นไปได้มากยิ่งขึ้น LCI เป็นรูปแบบที่ต้องพิจารณาร่วมกันระหว่าง

inventory data ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกเตรียมขึ้นมาจาก ข้อมูลการผลิตและการใช้งานของผลิตภัณฑ์ซึ่งเก็บรวบรวมโดยภาคผู้อุตสาหกรรม และข้อมูลในอดีตที่มีการเก็บรวบรวมกันมา อันส่งผลให้การคำนวณผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างสามารถดำเนินการได้ด้วยการพิจารณาอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณการนำไปใช้ โดยเป็นตัวแปรหลักสำหรับการประเมินดังกล่าว

สิ่งที่ต้องดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตที่สัมพันธ์กับการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์เหล็ก

ปัญหาอุปสรรคที่สำคัญประการหนึ่ง ที่ยังคงหลงเหลืออยู่คือการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานก่อสร้าง โดยประเด็นที่สำคัญคือ ขอบเขตและข้อจำกัดของการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิต ที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาช่วงหนึ่งของการนำวัสดุไปใช้ในการผลิต และการนำไปใช้ในงานก่อสร้าง โดยสิ่งสำคัญที่ควรต้องพิจารณาดำเนินการเป็นลำดับแรกก็คือ ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมไปถึงการประเมินถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในด้านอื่นๆ (ที่เกี่ยวข้องกับการได้รับและเสียประโยชน์ทางด้านการผลิต และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ตลอดจนตัวแปรที่ยังไม่ได้พัฒนาให้เป็นหนึ่งเดียวกัน) ตลอดจนด้านที่ไม่สามารถประเมินผลกระทบต่ออันเกิดขึ้นจากการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์เหล็กและวัสดุที่ใช้ในงานก่อสร้างอื่นๆ ที่ซ้ำไปซ้ำมา (repeated recycling)

สิ่งที่กล่าวมานี้เป็นสิ่งที่ปรากฏพบเห็นอยู่โดยทั่วไปว่า ผลิตภัณฑ์เหล็กหลังจากที่ได้ถูกนำมาใช้งานจนสิ้นอายุ ก็จะถูกนำไปรีไซเคิลแล้วแล้วซ้ำเล่า อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์เหล็กซึ่งมีคุณสมบัติที่แตกต่างจากวัสดุประเภทอื่นๆ ซึ่งก็คือคุณสมบัติที่สามารถนำกลับไปใช้ได้ใหม่อันมีส่วนช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมาก ก็เป็นสิ่งที่ควรจะนำมาถ่วงถึงเป็นพิเศษหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ในขณะที่วัสดุประเภทอื่นๆ นั้นสามารถนำไปรีไซเคิลเพื่อไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ (recycling in cascading flow) แต่สำหรับเหล็กและโลหะอีกเป็นจำนวนมากนั้นสามารถนำไปรีไซเคิลเป็นวัสดุประเภทเดิม (horizontal recycling) ได้

จุดเด่นที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการรีไซเคิลเหล็กที่เหนือกว่าโลหะประเภทอื่นๆ คือการที่เราสามารถแยกเหล็กออกจากวัสดุอื่นๆ ด้วยการนำแม่เหล็ก เข้ามาใช้ในกระบวนการคัดแยก ซึ่งทำให้การรีไซเคิลเหล็กนั้นสามารถดำเนินการได้โดยง่ายอันแตกต่างจากการรีไซเคิลโลหะประเภทอื่นๆ ที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนมากกว่า

สำหรับในส่วนของการก่อสร้าง ผลิตภัณฑ์เหล็กจะถูกนำไปใช้ประกอบเป็นโครงสร้างเหล็ก และในหลายหลายครั้งก็มักจะมีการนำไปใช้ร่วมกับคอนกรีตที่เรียกกันว่าโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก (RC structure) อย่างไรก็ตามแม้กระทั่งสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก เหล็กและคอนกรีตที่ถูกนำมาใช้งานร่วมกันก็สามารถแยกออกจากกันได้โดยไม่ยากเย็นนัก และในปัจจุบันเมื่ออายุการใช้งานของโครงสร้างดังกล่าวสิ้นสุดลง เหล็กจะถือได้ว่าเป็นโลหะที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ง่ายกว่าโลหะประเภทอื่นๆ

ในปัจจุบันยังไม่พบว่ามีกระบวนการที่สามารถประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วยการนำผลิตภัณฑ์เหล็กไปใช้ในงานก่อสร้างได้อย่างสมบูรณ์แบบ ครอบคลุมที่แสดงถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหรือกระทั่ง labeling program อื่นๆ รวมไปถึงมาตรการให้การสนับสนุนการจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐสำหรับผลิตภัณฑ์และงานให้บริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ก็เป็นส่วนสนับสนุนที่ช่วยให้มีการนำผลิตภัณฑ์เหล่านี้นำไปใช้ในงานก่อสร้างเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอันเป็นเป้าหมายที่สำคัญที่ช่วยสร้างสังคมสีเขียวขึ้นในอนาคต

อย่างไรก็ตามเทคนิคในการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันยังไม่สามารถประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการรีไซเคิลที่เข้าไปซ้ำมาหลายรอบได้ กล่าวคือ ยังไม่สามารถจำแนกถึงความแตกต่างระหว่างวัสดุที่สามารถรีไซเคิลได้เพียงครั้งเดียว และวัสดุที่สามารถรีไซเคิลได้หลายครั้ง แม้ว่าคนส่วนใหญ่ก็จะเข้าใจได้ว่าการที่สามารถรีไซเคิลได้หลายๆ รอบก็จะช่วยลดผลกระทบต่อกระบวนการแหล่งที่มาตามธรรมชาติของวัสดุ ซึ่งก็หวังเป็นอย่างยิ่งว่าในอนาคตนั้นการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจะถูกพัฒนาไปในทิศทางที่จะช่วยประเมินผลกระทบจากการรีไซเคิลวัสดุได้หลายๆ รอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในทางกลับกันหากต้องการที่จะส่งเสริมการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้น ก็จำเป็นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อยืนยันถึงความสามารถในการรีไซเคิลได้อย่างโดดเด่นของผลิตภัณฑ์เหล็ก ตลอดจนการสร้างความตระหนักให้เกิดขึ้นกับสังคมต่อแง่มุมด้านการรีไซเคิลของผลิตภัณฑ์เหล็ก แม้ว่าอุตสาหกรรมการถลุงเหล็กและการผลิตเหล็กกล้าของประเทศญี่ปุ่นจะถือได้ว่าเป็นเลิศในด้านการควบคุมมลพิษอันก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็มีได้หมายความว่าความพยายามหรือมาตรการต่างๆ เพื่อที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในกระบวนการการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าจะสมบูรณ์ถึงที่สุดแล้ว เพราะในความเป็นจริง ยังมีอีกหลายสิ่งหลายกระบวนการที่สามารถดำเนินการเพื่อให้เกิดพัฒนาการในด้านการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องได้

ขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพตามทิศทางดังกล่าวนี้คือการมุ่งเน้นการผลิตเพื่อลดการปลดปล่อยมลพิษ ไปจนถึงขั้นที่ไม่ปลดปล่อยมลพิษออกไปเลย ในขณะที่เดียวกันก็ยังใช้ทรัพยากรและพลังงานให้น้อยที่สุด การพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพน้ำเสียตลอดจนแก๊สที่ปลดปล่อยออกมาจากการผลิต รวมไปถึงการผลิตที่ก่อให้เกิดของเสียจากการผลิตให้น้อยที่สุด สำหรับการใช้ทรัพยากรที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ หรือพลังงานที่ใช้แล้วหมดไปไม่สามารถสร้างขึ้นได้ใหม่จะไม่ได้แปรผันโดยตรงต่อการเสื่อมลงของสภาพแวดล้อม หรือส่งผลให้เกิดความไม่ยั่งยืนของอุตสาหกรรมในอนาคต แต่อย่างไรก็ดีเราก็คควรตระหนักว่าการใช้ทรัพยากรที่ไม่สามารถสร้างขึ้นได้ใหม่นั้นก็จะกระทบต่อสภาพแวดล้อมในอนาคตได้

กรณีศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของการก่อสร้างสะพาน

กรณีศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตตลอดอายุการใช้งานของการก่อสร้างสะพาน ได้เริ่มดำเนินการกับสะพาน Showa ซึ่งเป็นสะพานบนเส้นทางหลวงสาย 122 ข้าม แม่น้ำ Tone การประเมินวัฏจักรชีวิตได้ดำเนินการตามเทคนิคที่ได้ถูกนำเสนอไว้ใน "การพัฒนาเทคโนโลยีการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตของระบบสาธารณูปโภค (Development of Environmental Impact Assessment Technology for Life Cycles of Social Infrastructure)" ของสถาบันเพื่อการบริหารจัดการที่ดินและระบบสาธารณูปโภคแห่งชาติ (National Institute for land and infrastructure management, NILIM) สังกัดกระทรวงที่ดิน ระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน การขนส่ง และการท่องเที่ยว เป้าหมายหลักของการศึกษาในครั้งนี้คือเพื่อต้องการประเมินวัฏจักรชีวิตตลอดอายุการใช้งานของโครงสร้างจริงโดยใช้เทคนิคของ NILIM และ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามช่วงอายุการใช้งานช่วงต่างๆ ตลอดอายุการใช้งานของสะพานเหล็ก

การทดลองคำนวณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มีการดำเนินการใน 2 กรณี (1) วัฏจักรชีวิตของการใช้งานที่สอดคล้องกับประวัติการซ่อมแซมของสะพานจริงๆ (2) วัฏจักรชีวิตตลอดการใช้งานที่สะท้อนกลับเงื่อนไขทางสังคมและระดับของเทคโนโลยีในขณะนั้น ในกรณีแรกปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และถูกคำนวณขึ้นภายใต้ข้อเท็จจริงของการใช้งานสะพาน (ที่ 44 ปี) ส่วนในกรณีที่ 2 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถูกคำนวณภายใต้สมมุติฐานว่าการก่อสร้างสะพานที่คล้ายคลึงกันโดยมีเป้าหมายให้ใช้งานที่ 200 ปี (มีการสร้างใหม่ภายหลังจากที่ได้ก่อสร้างในตอนแรกไป 100 ปี) ภาพที่ 1 แสดงถึงการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สำหรับกรณีศึกษาที่ 1 ภาพที่ 2 เป็นกรณีศึกษาที่ 2

ผลการเปรียบเทียบปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในทุกช่วงของการใช้งานสะพานเหล็กได้แสดงให้เห็นว่า ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมในช่วงการออกแบบ/การก่อสร้าง และการทบทวน/การทำลาย/การสร้างใหม่คิดเป็นราว 90% ของปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดการใช้งานของทั้งสองกรณี บทสรุป ดังกล่าวได้บ่งชี้ว่าการคัดเลือกวัสดุและวิธีที่ใช้ในการก่อสร้างเป็นปัจจัยสำคัญต่อผลการประเมินวัฏจักรชีวิตตลอดอายุการใช้งาน นอกจากนี้แม้ว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงของการบำรุงรักษามีปริมาณที่ต่ำสำหรับกรณีศึกษาทั้งสองกรณี แต่การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของช่วงการทบทวน/การทำลายและการสร้างใหม่จะมีค่าประมาณ 25% ของปริมาณการปลดปล่อยในช่วงออกแบบก่อสร้าง แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการทบทวน/การทำลายและการสร้างใหม่จะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเป็นอย่างมาก

เพื่อที่จะลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดวัฏจักรชีวิตการใช้งานของโครงสร้าง เราจำเป็นต้องให้ความสำคัญไม่เฉพาะการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานก่อสร้างแต่ยังรวมถึงการพิจารณา กระบวนการที่ใช้ในการหรือทำลายและพิจารณาถึงความสามารถในการรีไซเคิลของวัสดุที่เหลือจากการรื้อทำลายดังกล่าวนี้ด้วย

ทิศทางการประเมินวัฏจักรชีวิตใช้งานในอนาคต

ค่อนข้างชัดเจนว่าในอนาคต สมรรถนะของวัสดุต่อการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจะถูกประเมินในมิติของ "ความยั่งยืน (sustainability)" พื้นฐานของการประเมินความยั่งยืนควรต้องพิจารณาถึงการใช้ทรัพยากรที่ไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่รวมไปจนถึงวัสดุที่หายาก และแผนในระยะยาวที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในช่วงต่างๆ ตลอดจนการคาดการณ์ถึงสภาพการเปลี่ยนแปลงของสถานะแวดล้อมในอนาคต ซึ่งการประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หลักควรต้องพิจารณาปัจจัยดังกล่าวที่ว่านี้ควบคู่ไปด้วย

นอกจากนี้มีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณา ความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ของการใช้งานผลิตภัณฑ์ เพราะโดยทั่วไปแล้วก็ได้พิจารณาสมรรถนะของผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง ในแง่ของการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแต่เพียงอย่างเดียว เพราะก็ต้องพิจารณาถึงความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวเมื่อเทียบกับราคาที่จ่ายไปอีกด้วย การประเมินถึงสมรรถนะด้านการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ สามารถดำเนินการได้โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ที่เรียกว่า material flow cost analysis (MFCA) ซึ่งมีเป้าหมายที่จะลดการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่ไม่คุ้มค่า ยกตัวอย่างเช่นของเสียหรือเศษที่เหลือ ซึ่งเรียกว่า negative product

ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้างต้นว่าเพื่อให้สามารถประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่การดำเนินกิจกรรมทางธุรกิจต่างๆ จะต้องมีความโปร่งใสสามารถตรวจสอบได้ ซึ่งส่งผลให้ผลการประเมิน มีหลักการอันสามารถที่จะพิสูจน์ได้ในเชิงวิทยาศาสตร์และง่ายต่อความเข้าใจของทุกๆ ฝ่าย อันจะส่งผลดีต่อการนำข้อคิดเห็นของทุกภาคส่วนมาปรับปรุงกระบวนการวิธีการพิจารณาให้รัดกุมมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้การประเมินวัฏจักรชีวิตตลอดอายุการใช้งานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผู้ใช้มีความเชื่อมั่นและเข้าใจต่อตัวเลขที่ประเมินออกมาได้ดียิ่งขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น MFCA ซึ่งครอบคลุมถึงข้อมูลวัฏจักรชีวิตตลอดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ ยังสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์หลัก ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ควรต้องสามารถอธิบายในภาพของ ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ตลอดวัฏจักรชีวิตการใช้งานผลิตภัณฑ์ หรืออีกนัยหนึ่ง คุณสมบัติเด่นที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์หลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่เหล็กลำสามารถนำไปรีไซเคิลซ้ำไปซ้ำมาได้หลายครั้งก็ส่งผลต่อต้นทุนที่ลดลง ซึ่งความโดดเด่นทางด้านการรีไซเคิลนี้ ควรต้องแสดงให้เห็นเด่นชัดว่าเป็นข้อดีที่เหนือกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น โดยเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวนี้ได้ ก็มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องสร้างเทคนิคการประเมินวัฏจักรชีวิตที่สามารถประเมินสมรรถนะในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์หลักได้อย่างเหมาะสม และเทคนิคการประเมินดังกล่าวควรต้องได้รับการยอมรับให้เป็นมาตรฐานทั้งในมาตรฐานอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น (JIS) และมาตรฐานไอเอสโอ (ISO) และยังจำเป็นต้องเผยแพร่ผลการศึกษาดังกล่าวนี้ให้ถึงการใช้งานเทคนิคดังกล่าวนี้อย่างต่อเนื่องต่อไป

ภาพที่ 1 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดอายุการใช้งานของสะพาน Showa ที่ 44 ปี (กรณี 1)

ภาพที่ 2 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดอายุการใช้งานของสะพานตัวอย่างที่ 200 ปี (กรณี 2)

ภาพที่ 3 กรอบการดำเนินการเพื่อการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม การศึกษาด้านทุน และการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบต่อสังคม

Fig. 1 CO₂ Emissions in 44-year Life Cycle at Old Showa Bridge (Case 1)

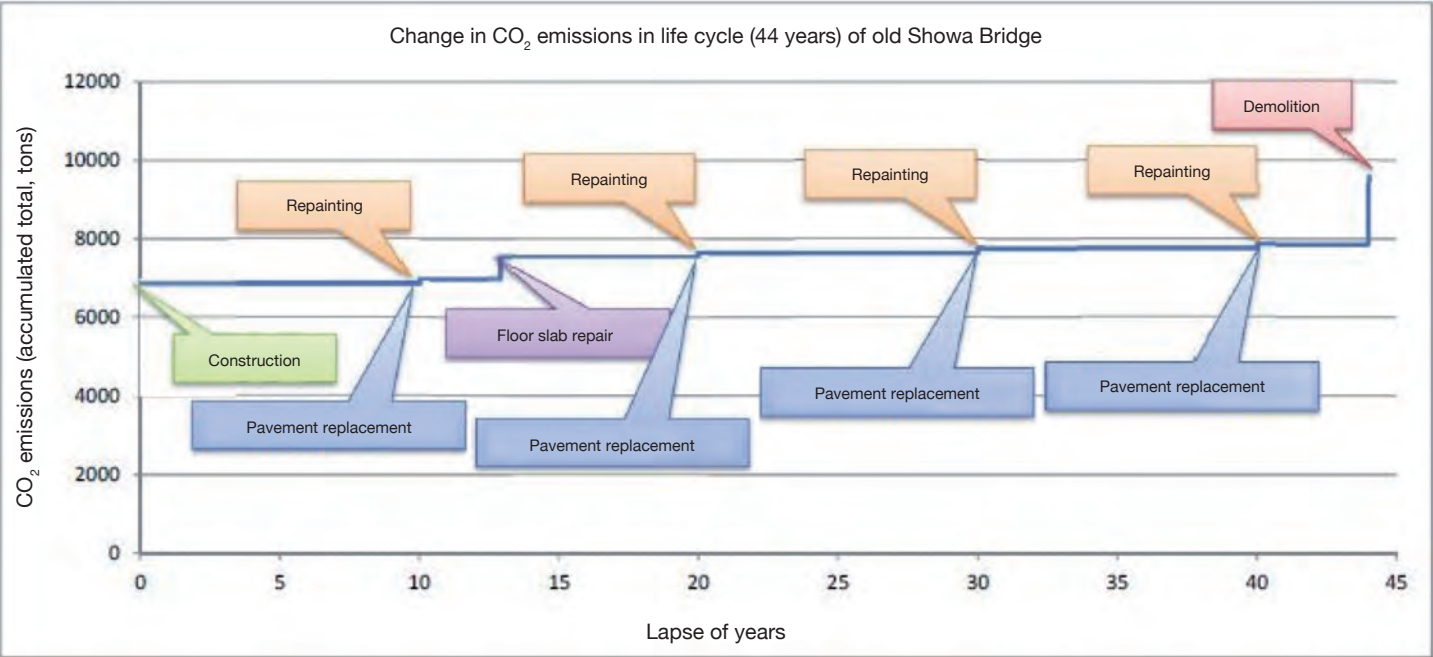


Fig. 2 CO₂ Emissions in 200-year Life Cycle at Model Bridge (Case 2)

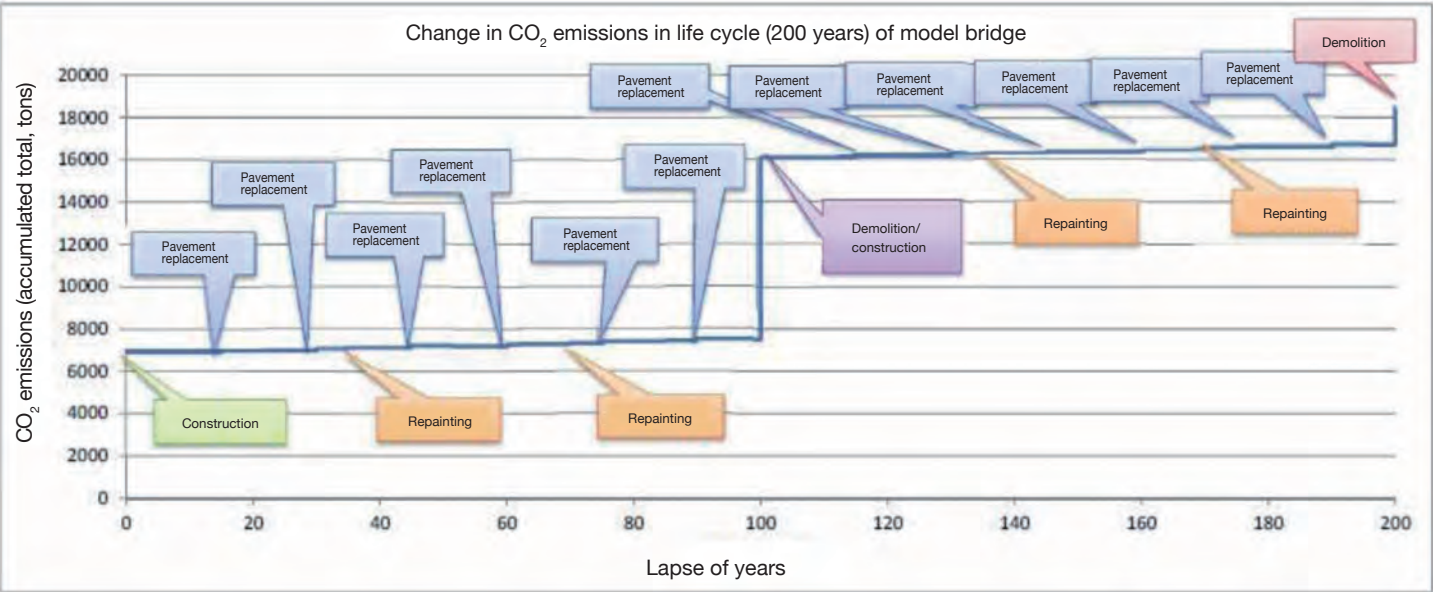


Fig. 3 Ratio and Tonnage of CO₂ Emissions in 44-year Life Cycle by Life Stage at Old Showa Bridge (Case 1)

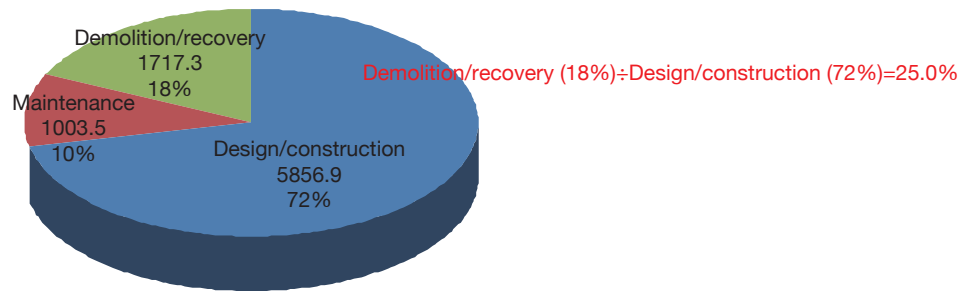


Fig. 4 Ratio and Tonnage of CO₂ Emissions in 200-year Life Cycle by Life Stage at Model Bridge (Case 2)

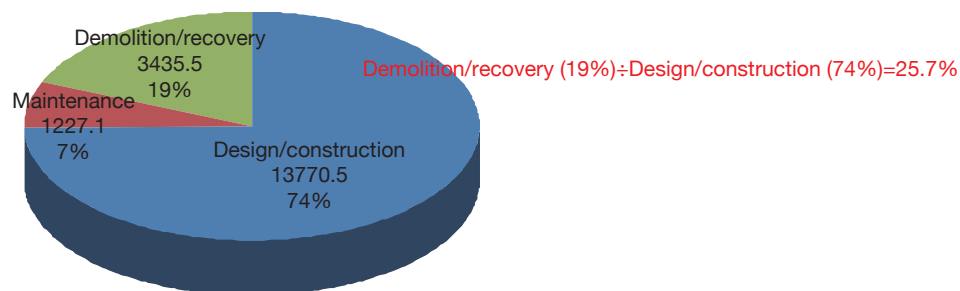
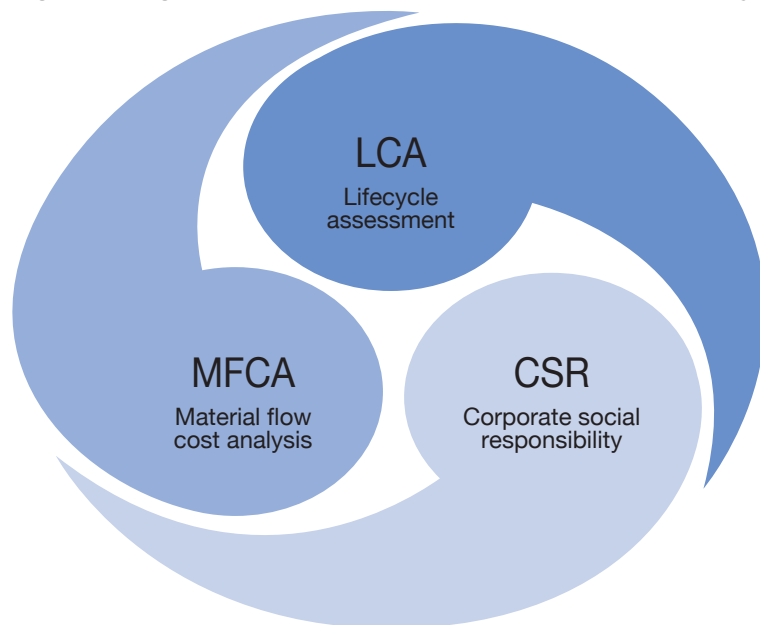


Fig. 5 Striking a Balance between Environment, Cost and Society



กระบวนการในการประเมินวัฏจักรชีวิตโดยการพิจารณา ผลจากการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์เหล็ก

โดย Tomohisa Hirakawa

รองประธานคณะกรรมการงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กที่เป็นมิตรต่อ
สิ่งแวดล้อม สมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย (JISF)

วิธีการในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
ของผลิตภัณฑ์เหล็ก (LCI assessment) ได้มีการนำเสนอไว้ในบทความของ
สมาคมเหล็กโลก World Steel Association กระบวนการในการประเมิน
ดังกล่าวนี้ได้อธิบายถึงความแตกต่างของระบบการรีไซเคิลไว้ 2 ประเภทได้
อย่างเด่นชัดคือ กระบวนการรีไซเคิลแบบเปิด หรือ open recycling และ
กระบวนการรีไซเคิลแบบปิด หรือ closed (horizontal) recycling

กระบวนการรีไซเคิลแบบเปิดหมายถึง กระบวนการรีไซเคิลที่วัสดุที่ถูก
นำไปรีไซเคิลนั้นได้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ หรือคุณสมบัติทาง
กายภาพของวัสดุที่ถูกนำไปรีไซเคิลดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงไป ในทาง
กลับกัน กระบวนการรีไซเคิลแบบปิดก็หมายถึงกระบวนการรีไซเคิลที่
คุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุที่ถูกนำไปรีไซเคิลไม่มีการเปลี่ยนแปลงและ
ผลิตภัณฑ์ที่ถูกนำไปรีไซเคิลนั้นสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในกระบวนการ
หรือรูปแบบการใช้งานในรูปแบบเดิม

ยกตัวอย่างเช่น วัสดุหรือผลิตภัณฑ์เหล็ก ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนของโครง
อาคารเหล็ก หรือเหล็กที่เสริมในคอนกรีตก็สามารถที่จะนำมารีไซเคิลและ
นำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กชนิดใหม่ได้ คุณสมบัติทางกายภาพพื้นฐาน
ของผลิตภัณฑ์เหล็กที่ถูกรีไซเคิลที่กล่าวถึงนี้ก็ได้มีลักษณะที่เปลี่ยนแปลง
ไป โดยผลิตภัณฑ์ที่ถูกรีไซเคิลดังกล่าวก็ยังสามารถนำไปใช้ในงานก่อสร้าง
รูปแบบเดิม หรืออาจกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์เหล็กนั้น เหมาะแก่การนำไปรี
ไซเคิลแบบที่เรียกว่า horizontal recycling (ดังตารางที่ 1)

โดยคุณค่าหรือคุณภาพของวัสดุที่ถูกใช้ในกระบวนการการผลิตเหล็ก
ซึ่งเหมาะแก่การ horizontal recycling ก็จะไม่ด้อยลง แม้ว่าจะถูกนำไปรี
ไซเคิลซ้ำไปซ้ำมาหลายหลายครั้ง ดังที่ปรากฏเห็นว่าการใช้เหล็กก็ได้มีอยู่
ทั่วไปในสังคมปัจจุบันแต่เหล็กก็ไม่เคยถูกทิ้งเป็นเศษขยะ ด้วยเหตุที่เหล็ก
สามารถนำไปรีไซเคิลใหม่ได้ ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการหมุนเวียนของ
ผลิตภัณฑ์เหล็กในประเทศญี่ปุ่น

หลักการในการประเมินข้อมูลวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ที่มีการพิจารณาผล
จากการรีไซเคิล

แม้ว่าการประเมินข้อมูลวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ได้มีรูปแบบการประเมิน
มากมายหลายวิธี แต่ Worldsteel ได้เสนอการประเมินโดยวิธีซึ่งอ้างอิงกับ
“วิธีการพิจารณาเมื่อสิ้นอายุ หรือ End of Life (EoL) Approach” วิธีนี้อยู่
บนสมมติฐานที่ว่าผลิตภัณฑ์เหล็กนั้นมีความเหมาะสมสำหรับการนำไป รี
ไซเคิลแบบ horizontal recycling หรือไม่ กล่าวคือก๊าซเรือนกระจกที่ถูก
ปลดปล่อยออกมาโดยโรงงานผู้ผลิตเหล็ก จะถูกส่งต่อไปยังผลิตภัณฑ์ในรุ่น
ถัดไป อันเป็นการเกี่ยผลกระทบต่องานสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในช่วงการผลิต
ขั้นต้นไปยังช่วงอื่นๆ หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อทำการประเมินผลกระทบต่อ
สิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์เหล็ก วิธีนี้จะเป็นวิธีที่ค่อนข้างครอบคลุม ซึ่งช่วย
ลดความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตจากสินแร่เหล็ก (เหล็กที่ได้จาก
เตาหลอมทรงสูง) และผลิตภัณฑ์ที่ถูกผลิตโดยการหลอมเศษเหล็ก (เหล็ก
จากเตาหลอมไฟฟ้า) ภาพที่ 2 แสดงถึงหลักการในการคำนวณของ
Worldsteel ดังกล่าวข้างต้น

**ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตจากเตาหลอมทรงสูงและ
กระบวนการผลิตจากเตาอาร์คไฟฟ้าในกระบวนการผลิตเหล็กและ
เหล็กกล้า**

กระบวนการผลิตจากเตาหลอมทรงสูง (BF) และกระบวนการผลิตจาก
เตาอาร์คไฟฟ้า (EAF) ทั้งสองวิธี เป็นวิธีที่ใช้ในการผลิตเหล็กและการผลิต
เหล็กกล้า กระบวนการ BF เป็นกระบวนการที่มีการนำเหล็กดิบ (pig iron)
ซึ่งผลิตขึ้นมาจากการเผาสินแร่เหล็ก ซึ่งนำเหล็กที่ได้จะถูกนำไปปรับปรุง
คุณภาพใน Basic Oxygen Furnace (BOF) ในกระบวนการผลิตเหล็กกล้า
ต่อไป แต่สำหรับกระบวนการ EAF เป็นกระบวนการที่มีการนำเศษเหล็กมา
หลอมซ้ำในเตาอาร์คไฟฟ้า หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นการนำเศษเหล็กมา
เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นเหล็กใหม่

ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการ BF และ EAF โดย
จากรูปสินแร่เหล็กไม่ได้เป็นเพียงวัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบของการผลิตด้วยวิธี
BF เท่านั้น ในขณะที่วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยวิธี EAF ก็ได้ถูก
จำกัดอยู่เฉพาะเศษเหล็กอีกเช่นเดียวกัน ตัวอย่างเช่น การผลิตเหล็กด้วยวิธี
BF ก็มีการนำเศษเหล็ก มาใช้เป็นปกติอยู่แล้ว (โดยปกติราว 10 ถึง 20%
ของปริมาณวัตถุดิบที่นำมาใช้) และในทำนองเดียวกันก็มีการนำ
เหล็กดิบมาใช้ในการผลิตโดยวิธี EAF (ดูรูปที่ 3) ซึ่งหมายความว่า ทั้งวิธี
BF และ EAF สามารถนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กและเหล็กกล้าได้

วิธีการในการคำนวณข้อมูลวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เมื่อสิ้นอายุการใช้งาน
ซึ่งมีการพิจารณาผลจากการรีไซเคิลร่วมด้วย

- External scrap LCI

ในการคำนวณค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน (LCI @ EoL) ค่า LCI ของเศษเหล็กที่มีการนำเข้ามาใช้จากภายนอก (external scrap) มักจะก่อให้เกิดความสับสนจากที่มีค่ากล่าวไว้ว่า "ผลิตภัณฑ์เหล็ก Y กิโลกรัมจะถูกผลิตขึ้นจากเศษเหล็กที่นำมาจากภายนอกหนัก 1 กิโลกรัม ด้วยกระบวนการ EAF และ ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของเศษเหล็ก หรือ scrap LCI จะพิจารณาจากค่า LCI ของผลิตภัณฑ์เหล็กหนัก Y กิโลกรัม ที่ผลิตขึ้น โดยวิธี BF" ทั้งนี้ Y แสดงถึงประสิทธิภาพในการผลิต (yield) ของกระบวนการผลิตโดยวิธี EAF ทั้งนี้หาก บัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล็กที่ผลิตขึ้นด้วยกระบวนการผลิตโดยวิธี EAF (ในทางทฤษฎี สมมุติปริมาณการใช้เศษเหล็กจากภายนอกที่ 100%) มีค่าเท่ากับ Xre และ ค่า บัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล็กที่ผลิตขึ้นด้วยกระบวนการผลิตโดยวิธี BF (ในทางทฤษฎีสมมุติปริมาณการใช้เศษเหล็กที่ 0%) มีค่าเท่ากับ Xpr จะได้ว่าค่า scrap LCI มีค่าเท่ากับ

$$\text{Scrap LCI} = \text{Xpr} * Y - \text{Xre} * Y = (\text{Xpr} - \text{Xre}) * Y \quad (1)$$

● สมการที่ใช้คำนวณค่า LCI @ EoL

ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล็กเมื่อสิ้นอายุการใช้งานสามารถพิจารณาได้จาก ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล็ก หรือ LCI (ให้มีค่าเท่ากับ X) ซึ่งไม่ได้พิจารณาผลของการรีไซเคิล ไปหักออกจาก ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของเศษเหล็ก (scrap LCI) ที่ไปคูณกับ อัตราการแปรสภาพเศษเหล็กจากภายนอก หรือ external scrap recovery rate (RR) และ ไปรวมกับ ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของเศษเหล็ก (scrap LCI) ที่ไปคูณกับสัดส่วนการนำเศษเหล็กไปใช้ใหม่ หรือ steel scrap application ratio (S) ซึ่งจะได้สมการดังแสดงด้านล่าง โดยนิยามของแต่ละตัวแปรที่ใช้ในสมการ แสดงไว้ในตารางที่ 2

$$\text{LCI @ EoL} = X - \text{RR} * \text{Scrap LCI} + S * \text{Scrap LCI} \quad (2)$$

$$\text{จาก (1): Scrap LCI} = (\text{Xpr} - \text{Xre}).Y$$

$$\text{LCI @ EoL} = X - (\text{RR} - S) * (\text{Xpr} - \text{Xre}).Y \quad (3)$$

● ตัวอย่างการคำนวณค่า LCI @ EoL

สมมติกรณีของเหล็กแผ่นปกติทั่วไป การคำนวณหาค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของแผ่นเหล็กเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน LCI @ EoL สามารถหาได้จากการพิจารณาค่าดังตารางที่ 3 ตัวแปรต่างๆ ได้แสดงไว้ดังสมการข้างต้น ผลการคำนวณได้ค่า LCI @ EoL ที่เท่ากับ 0.76 (หน่วย กิโลกรัมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อ กิโลกรัมเหล็ก) เมื่อเปรียบเทียบค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล็กซึ่งไม่ได้พิจารณาผลของการรีไซเคิล หรือ LCI (ซึ่งใช้สัญลักษณ์ X) กับ ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของ

ผลิตภัณฑ์เหล็กจากกระบวนการ BF เมื่อสิ้นอายุการใช้งาน (Xpr) จะมีค่า 0.76/1.97 ซึ่งลดลงถึงราว 62% ในขณะที่ หากนำค่า X ไปเปรียบเทียบกับ ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล็กที่ผลิตด้วยวิธี EAF เมื่อสิ้นอายุ (Xre) จะพบว่า มีค่าเพิ่มขึ้น 0.76/0.66 หรือ เพิ่มขึ้น 62% ผลการคำนวณที่แสดงนี้สามารถพิจารณาได้ว่า หากพิจารณาภาพรวมต่อการเกิดก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตผลิตภัณฑ์เหล็กรุ่นต่อมา (next generation product) ด้วยวิธี BF หรือ EAF ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมก็แทบจะไม่แตกต่างกันมากนัก

การคำนวณค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตที่โดยรวมผลของความสามารถในการรีไซเคิลที่ดีเยี่ยมของผลิตภัณฑ์เหล็ก

ในงานวิศวกรรมโยธา และงานก่อสร้างอาคาร การคำนวณค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตที่ใช้ในปัจจุบัน ได้นำเข้ามาใช้เพื่อประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ผลิตภัณฑ์เหล็ก เริ่มต้นตั้งแต่การนำวัตถุดิบที่ต้องใช้ในการผลิตไปจนถึงการผลิตและการขนส่งออกจากโรงงาน (ตั้งแต่เริ่มต้นวงจรไปจนกระทั่งถึงการขนส่ง) ซึ่งเป็นไปตามกระบวนการต่างๆ ดังภาพที่ 4 ด้วยเหตุที่วิธีการประเมินดังที่แสดงนี้ ไม่ได้พิจารณา ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของเหล็กตลอดช่วงการใช้งาน จึงมีความจำเป็นที่ต้องนำผลกระทบจากการรีไซเคิล (เช่น การรีไซเคิลเมื่อสิ้นอายุ) มาพิจารณาร่วมด้วย

ในปัจจุบันสมาคมเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย (JISF) ด้วยความร่วมมือกับ สมาคมเหล็กโลก (World Steel Association) ได้ร่วมกันส่งเสริมให้มีการนำวิธีการคำนวณค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิต (LCI) ที่มีการพิจารณาผลกระทบจากการรีไซเคิล จัดทำออกมาเป็นมาตรฐาน ISO นอกจากนี้ ก็ได้มีการจัดทำ ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิต สำหรับผลิตภัณฑ์เหล็กบางประเภท โดยอ้างอิงข้อมูลการผลิตที่ได้เก็บรวบรวมมาจากผู้ผลิตหลายรายที่เข้าร่วมโครงการ เพื่อให้สามารถคำนวณได้โดยง่าย ทั้งนี้ ค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตที่ใช้ในการคำนวณก็จะมีการตีพิมพ์ออกสู่สาธารณะในเดือนมีนาคม 2016

เราจะยินดีมากหากบทความฉบับนี้ จะมีประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจต่อ จุดเด่นด้านการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์เหล็ก และการคำนวณค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตที่ได้มีการนำจุดเด่นด้านการรีไซเคิลผลิตภัณฑ์เหล็กมาประกอบการพิจารณาได้อย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 1 ความแตกต่างของความสามารถในการรีไซเคิลของวัสดุ

ภาพที่ 1 ข้อมูลที่ JISF ได้กระจายสู่สาธารณะในประเทศไทย (ปี 2010)
ภาพที่ 2 หลักในการคำนวณวัฏจักรชีวิตเมื่อสิ้นอายุ (World Steel 2011)
ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการผลิตด้วยวิธี BF และ EAF

ตารางที่ 2 นิยามของตัวแปรต่างๆ ในสมการการคำนวณค่า LCI @ EoL

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการคำนวณ LCI @ EoL

ภาพที่ 4 กรอบการคำนวณค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เหล็ก

(คำบรรยายใต้ภาพ)

ปริมาณผลิตภัณฑ์เหล็กเกือบทั้งหมดที่นำมาใช้ในงานต่างๆ มากมาย ได้ถูกนำกลับมาเป็นเศษเหล็ก ซึ่งเป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กจำนวนมาก

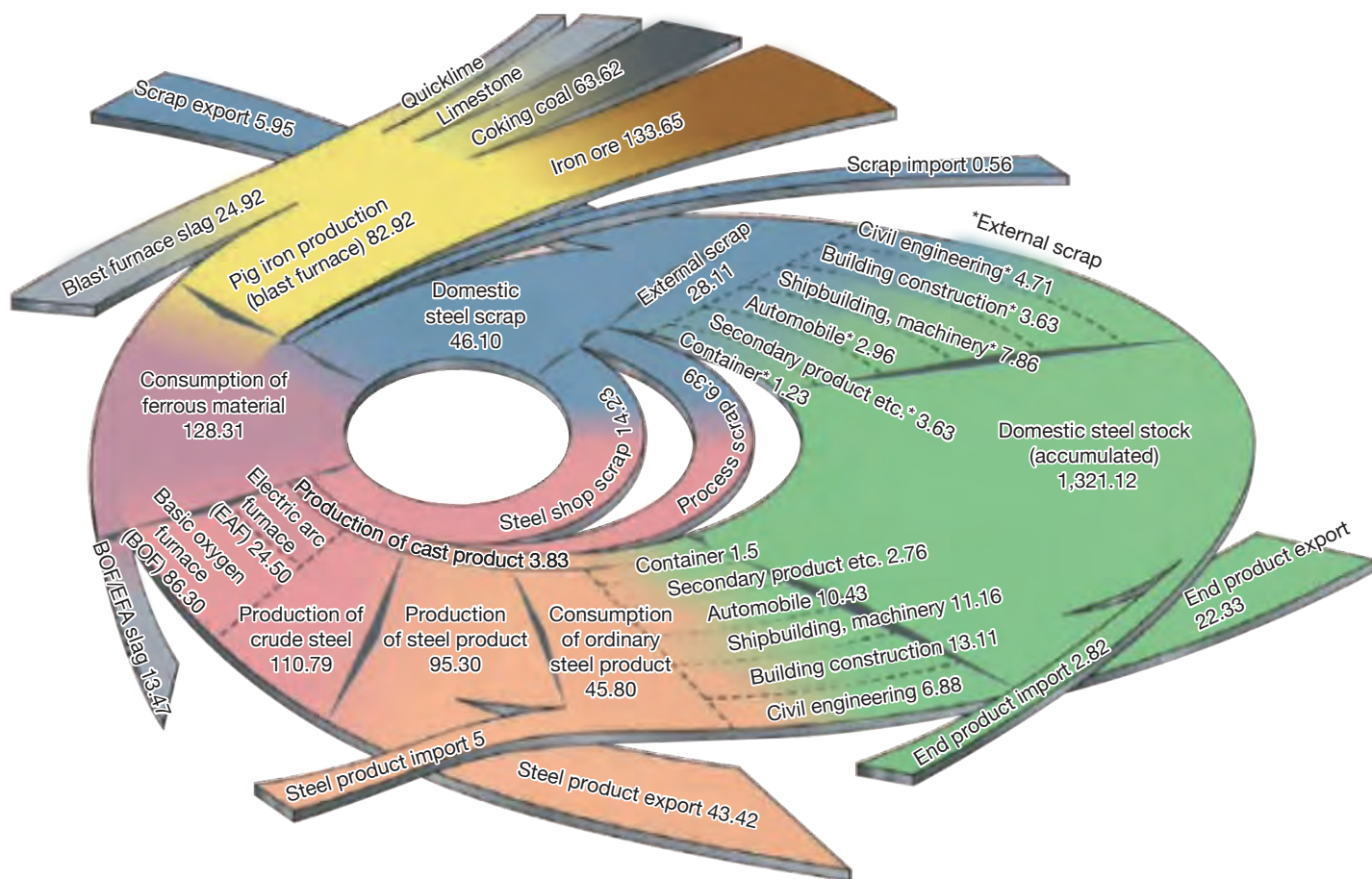
ในกระบวนการรีไซเคิล ผลิตภัณฑ์เหล็กสามารถนำกลับมาจากกองขยะได้ โดยง่ายจากการใช้แรงดูดจากแม่เหล็ก ซึ่งเศษเหล็กนี้ก็เป็นวัตถุดิบสำหรับการบวนการผลิตเหล็กกล้าที่ใช้ EAF

ปริมาณเศษเหล็กทั้งหมด (ถูกนำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เหล็ก) สามารถนำกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Table 1 Difference in Recycling by Material

Material recycling	Horizontal recycling	Of recycling systems, the horizontal recycling denotes the process in which a material after recycling is used for the application similar to that before recycling. Ex.: Steel frame, reinforcing bar (structure) → Steel frame, reinforcing bar (structure)
	Cascade recycling (Down cycle)	Of recycling systems, the cascade recycling denotes the process in which a material after recycling is used for the application different from that before recycling. Ex.: Concrete (structure) → Concrete (roadbed material)
Thermal recycling		In thermal recycling, scrap, wastes and other materials are incinerated to recover thermal energy, or called the thermal recovery system. (Distinguished from material recycling) Ex.: Lumber, plywood → Fuel source

Fig. 1 Circulation of Iron and Steel Products in Japan (FY2010)



(unit: million tons)

Source: The Japan Iron and Steel Federation

Fig. 2 Concept of End-of-Life Approach (worldsteel 2011)

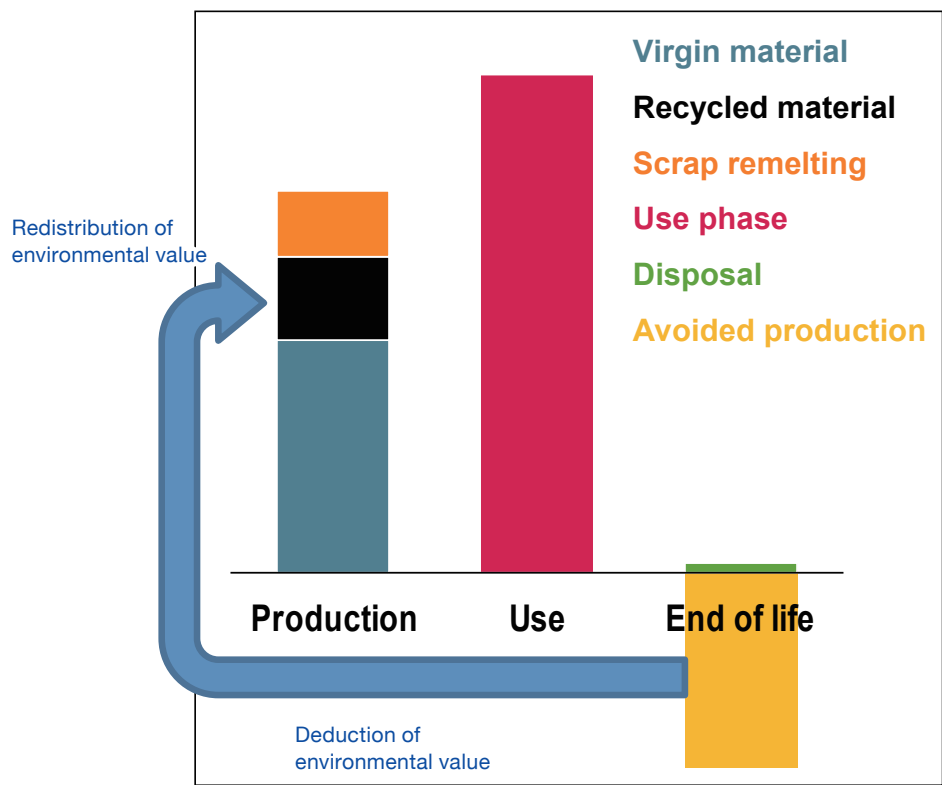


Fig. 3 Relation between Blast Furnace Method and Electric Arc Furnace Method

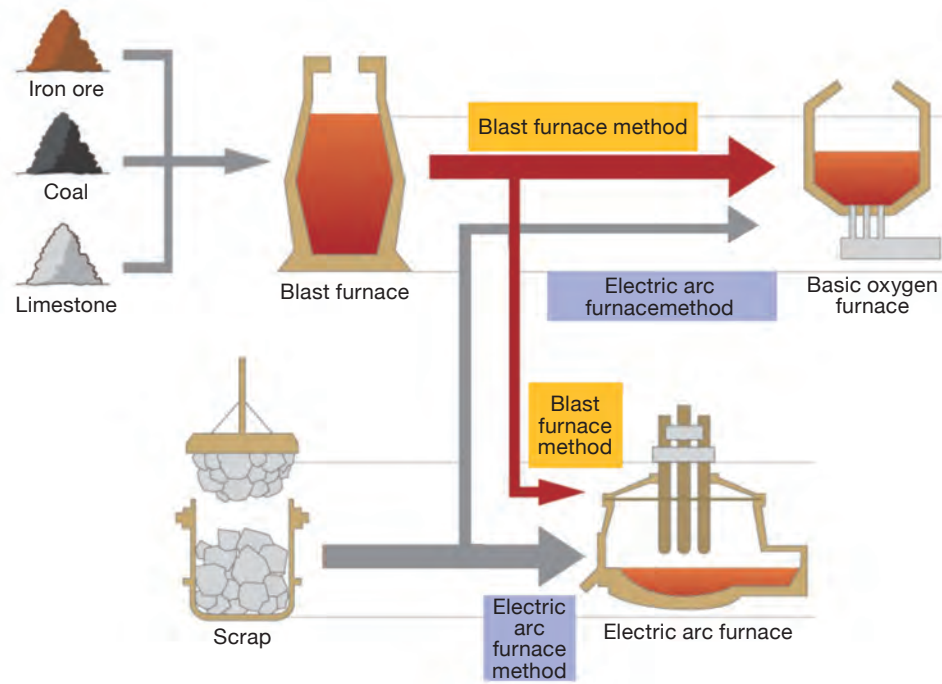


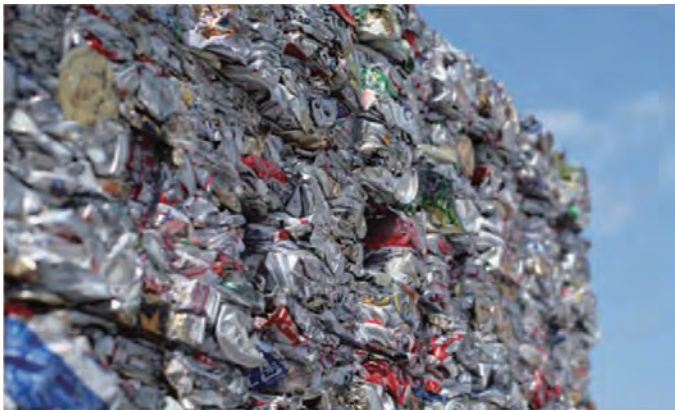
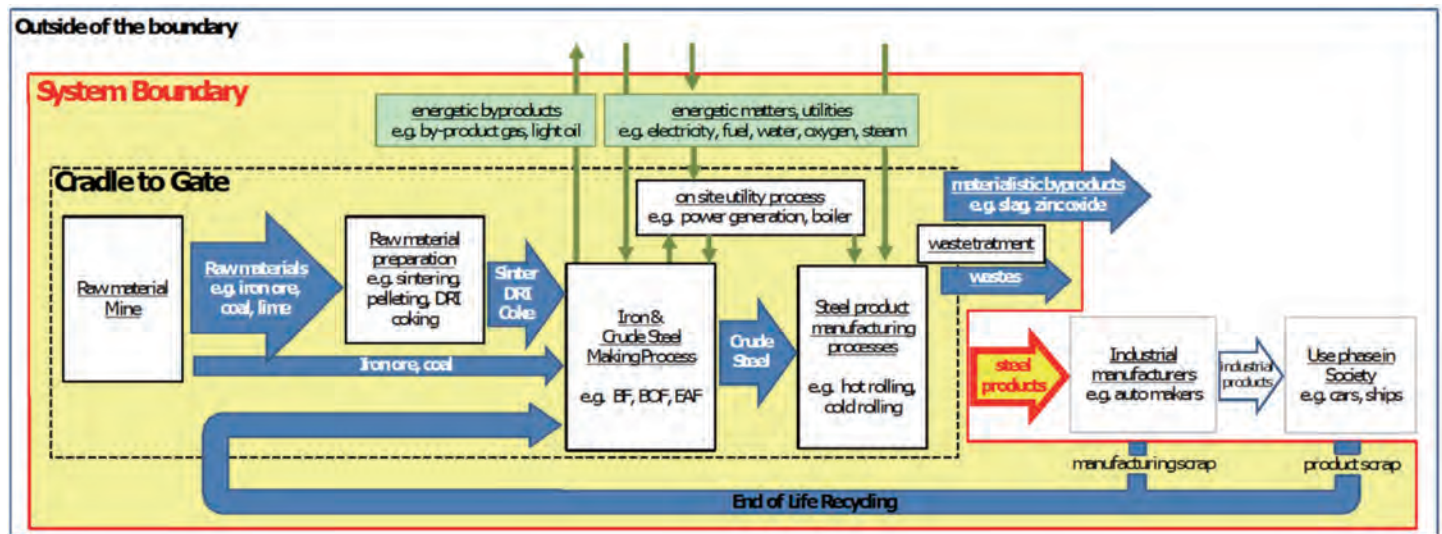
Table 2 Definition of Respective Elements in LCI_{EoL} Equation

Element in equation	Definition
LCI_{EoL}	Steel product LCI (kg-CO ₂ /kg) that takes account of recycling effect; System boundary for LCI calculation of steel products is set to cover product life stages from raw material procurement, production and shipment to external scrap recovery, intermediate treatment, recycling process and scrap LCI; EoL: End of life
Scrap LCI	LCI of external scrap (kg-CO ₂ /kg); External scrap denotes steel scrap recovered from end-of-life end-use product and does not include process scrap and steel shop scrap
X	Steel product LCI (kg-CO ₂ /kg) that does not take account of recycling effect; System boundary for LCI calculation of steel products is set to cover product life stages from raw material procurement to production and shipment (cradle to gate)
X _{pr}	LCI (kg-CO ₂ /kg) of steel product produced by blast furnace method: On the premise of 0% in scrap application rate
X _{re}	LCI (kg-CO ₂ /kg) of steel product produced by electric arc furnace method: On the premise of 100% in scrap application rate
RR	RR (recycling rate) in calculation equation for LCI_{EoL} proposed by worldsteel; In its report, RR is shown using the ratio (kg/kg) of the external scrap recovery amount (kg/y) to the external scrap generation potential (kg/y); RR does not cover yielding in steelmaking employing recovered external steel scrap
Y	Production efficiency in electric arc furnace steelmaking (yield kg/kg); Ratio of steel production to external scrap input (more than 1 kg of external scrap is required to produce 1 kg of steel)
S	Application rate of external steel scrap used in iron- and steelmaking process (kg/kg); The equation does not target process scrap and steel shop scrap

Table 3 Example of Trial Calculation of LCI_{EoL}

	X	RR	X _{pr}	X _{re}	Y	S	LCI_{EoL}
Steelworks I (Blast furnace method image)	1.97	0.88	2.04	0.47	0.93	0.05	0.76
Steelworks II (Electric arc furnace method image)	0.66					0.95	0.76

Fig. 4 System Boundary for LCI Calculation of Steel Products with EoL Recycling



An entire amount of steel scrap (recovered used steel products) is effectively reused as the material in iron and steelmaking process.



In the recycling process, steel products are easily recovered by use of magnetic force as the scrap, which is used again as the material in electric arc furnace steelmaking.



Nearly an entire amount of steel products applied in respective purposes are recovered as the scrap, which is then used to make renewed steel products.

สต็อกวัสดุและอัตราการรีไซเคิลเมื่อสิ้นอายุของเหล็ก

โดย Ph.D. Ichiro Daigo

Department of Materials Engineering, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

ตัวเลขสต็อกเหล็กทางบัญชี

ในปัจจุบันมากกว่า 1,500 ล้านตันของเหล็กดิบ (crude steel) ได้ถูกผลิตออกมาสำหรับการใช้งานทั่วทั้งโลก ในงานประเภทต่างๆ เช่น งานสะพาน งานอาคาร งานก่อสร้างสูง งานในอุตสาหกรรมรถยนต์ และงานอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล ในช่วงราว ทศวรรษ 1850 ได้มีการคิดค้นกระบวนการผลิตเหล็กกล้าที่เรียกว่า Bessemer ซึ่งช่วยให้ต้นทุนการผลิตเหล็กดิบมีค่าลดต่ำลงจากการผลิตจำนวนมาก ตลอดระยะเวลา 160 ปีที่ผ่านมาผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ถูกผลิตขึ้นจากเหล็กดิบที่วานี้ได้ เพิ่มจำนวนขึ้นและก็ได้ถูกเปลี่ยนรูปกลายเป็นสต็อกวัสดุจำนวนมาก ด้วยเหตุที่เหล็กกล้านี้สามารถนำไปรีไซเคิลได้ง่าย สต็อกเหล็กกล้าก็มีศักยภาพที่จะถูกแปรรูปหลังจากการใช้งานสิ้นสุดลงไปเป็นผลิตภัณฑ์เหล็กรูปแบบอื่น

ในช่วงต้นของ ได้มีการนำเสนอถึงหลักการและแนวคิดของสต็อกวัสดุซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เหล็ก ผลิตภัณฑ์เหล็กได้เพิ่มจำนวนมากขึ้นจากการนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างในรูปแบบของงานก่อสร้างหลากหลายประเภทดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้อย่างจะถูกนำไปใช้งานกระทั่งไม่สามารถนำไปใช้ต่อได้ (สิ้นอายุ) แม้ว่าจะยังถูกนำไปใช้งานอยู่ แต่ก็ยังเรียกผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหล่านี้ ว่า in-use stock ดังรูปที่ 1

หากถามว่าวัสดุสต็อกเหล็กประเภทอื่นๆ อีกหรือไม่ นักนิเวศวิทยาได้มีการเสนอประเภทของสต็อกอีก 2 ประเภทคือ obsolete stock ซึ่งเป็นสต็อกผลิตภัณฑ์ที่ถูกใช้งานจนกระทั่งถึงอายุที่ระบุไว้ และไม่นำไปใช้งานต่อ แต่ก็ยังคงปรากฏให้เห็นอยู่ สต็อกอีกประเภทเรียกว่า hibernating stock ซึ่งเป็นซบเซตของ obsolete stock โดยเป็นสต็อกที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้ในอนาคต คล้ายกับสัตว์ที่ตื่นขึ้นจากการจำศีลในช่วงฤดูใบไม้ผลิ

ภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสต็อกเหล็กสะสมในประเทศญี่ปุ่น โดยจะเห็นว่าสต็อกของวัสดุที่ใช้ในระบบสาธารณูปโภคจะไม่พบเป็นวัสดุประเภทอื่นยกเว้นเหล็ก เหล็กจึงเป็นวัสดุที่พิเศษกว่าวัสดุประเภทอื่น และยังพบว่าสต็อกเหล็กในปัจจุบันสำหรับงานระบบสาธารณูปโภคก็จะถูกนำไปใช้งานก่อนอายุการใช้งาน (ดังรูปที่ 2)

รูปที่ 1 สต็อกเหล็กที่ยังมีการใช้งานอยู่ (in-use stock)

ภาพที่ 1 สต็อกเหล็กในประเทศญี่ปุ่นในช่วงระหว่างปี 1980 ถึง 2000

รูปที่ 2 เชื้อเพลิงที่ถูกแยกส่วนที่ใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับการพิจารณาสต็อกงานระบบสาธารณูปโภค

การไหลของวัสดุและการวิเคราะห์สต็อก

โดยทั่วไป มีวิธีการ 2 วิธีที่ใช้ในการประเมินค่าสต็อกเหล็ก วิธีการแรกเป็นวิธีล่างขึ้นบน (bottom up method) ซึ่งจะพิจารณาผลิตภัณฑ์เหล็กที่ปรากฏอยู่ทุกชนิด วิธีการที่ 2 เป็นวิธีบนลงล่าง (top down method) ซึ่งจะคำนวณผลต่างระหว่างวัสดุเข้าและส่วนที่ต้องทิ้งไป (เรียกว่า net addition to stock) สต็อกเลขดังภาพที่ 1 พิจารณาด้วยวิธีบนลงล่าง

ความยากในการคำนวณคือการหาปริมาณของส่วนที่ต้องทิ้ง ในการประมาณการเพื่อหาปริมาณสต็อกเหล็กทั้งหมด โดยสต็อกประเภท in-use และ obsolete นั้น เราพิจารณาว่าปริมาณของเศษเหล็กที่ถูกนำกลับมาใช้ นั้นเป็นปริมาณของ ส่วนที่ต้องทิ้ง ในทางกลับกันการประมาณการหาสต็อกประเภท in-use มีความจำเป็นที่จะต้องนับปริมาณของผลิตภัณฑ์เหล็กที่มีการนำไปใช้งานจนเลยอายุการใช้งานที่กำหนดไว้และถูกปล่อยทิ้งไว้ ซึ่งอาจเรียกเหล็กประเภทนี้ได้ว่า ส่วนที่จะไปเป็นเศษเหล็กในอนาคต (steel scrap generation potential) ปริมาณการไหลของวัสดุดังแสดงในรูปที่ 2 ทางขวามือ เป็นปริมาณสต็อกเหล็กทั้งหมดที่ถูกทิ้งไว้ ส่วนปริมาณการไหลในรูปที่ 2 ทางซ้ายมือเป็นปริมาณสต็อกที่เรียกว่า in-use stock

แม้ว่าการคำนวณหาสต็อกประเภท in-use stock จะทำได้ค่อนข้างยากในทางปฏิบัติ แต่สต็อกประเภทดังกล่าวก็สามารถหาได้โดยวิธีการที่เรียกว่า dynamic analysis โดยสำหรับวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวนี้ ส่วนที่จะไปเป็นเศษเหล็กในอนาคต (steel scrap generation potential) ในแต่ละปี จะถูกคำนวณโดยการพิจารณาถึงข้อมูลการกระจายตัว (distribution) ของอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์จำแนกตามประเภทการใช้งาน (ภาพที่ 3) และปริมาณเหล็กที่นำมาใช้ในแต่ละปีในอดีต

ภาพที่ 2 แสดงเส้นทาง ของผลิตภัณฑ์เหล็กที่ถูกทิ้งเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน (ซึ่งเท่ากับปริมาณเศษเหล็กที่จะถูกนำไปรีไซเคิล) นอกเหนือจากปริมาณของเศษเหล็กที่นำเข้ามาและส่งออกตลอดจนผลิตภัณฑ์เหล็กที่ถูกใช้งานในปัจจุบัน โดยยังพบว่ามีความสูญเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการรีไซเคิลเหล็ก ในขณะที่บางส่วนก็ถูกรีไซเคิลนำกลับไปใช้ซ้ำต่อไป ทั้งนี้ยังมีผลิตภัณฑ์เหล็กบางประเภทที่จะยังคงไม่ถูกนำมารีไซเคิล ตัวอย่างเช่นเข็มพืดเหล็ก (steel sheet piles) ซึ่งยังคงเหลือทิ้งไว้เป็นส่วนหนึ่งของฐานรากอาคารฝังตัวอยู่ในดินภายหลังจากที่ไซ่ทำงานได้ถูกหรือทิ้งเรียบร้อยแล้ว รวมไปถึงแผงกันเหล็กที่ถูกติดตั้งไว้ภายนอกของอุโมงค์ใต้ดินที่ถูกปิดที่ไม่ได้มีการใช้งานอีกต่อไป (รูปที่ 3)

ภาพที่ 2 material flow ของเหล็กเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน

ภาพที่ 3 อายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์เหล็ก พร้อมขอบเขตการกระจายตัวของอายุการใช้งาน

รูปที่ 3 รวบรวมตกที่เกิดความเสียหาย บนถนนที่ถูกปิดตัวไม่ใช้งาน ซึ่งเป็นตัวอย่างของกรณีสต็อกเหล็กประเภท hibernating

การนำเศษเหล็กกลับมาใช้ ซึ่งมีมากเกินกว่าปริมาณที่เคยบันทึกได้

ค่า RR หรือ อัตราการรีไซเคิลเมื่อสิ้นอายุ จะมีค่าแปรเปลี่ยนไปได้จากผลของการรีไซเคิล ด้วยเหตุที่มีค่านิยามมากมายที่นำมาใช้ในการหาอัตราการรีไซเคิล และอัตราการรีไซเคิลเมื่อสิ้นอายุ ก็เป็นค่าที่แยกออกมาให้เห็นความแตกต่าง โดยอัตราการรีไซเคิลเมื่อสิ้นอายุของสต็อกเหล็กจะถูกนิยามไว้ว่า เป็นสัดส่วนระหว่าง ปริมาณเศษเหล็กที่ถูกนำกลับขึ้นมา หรือ recovered steel scrap เทียบกับ ปริมาณเศษเหล็กที่ถูกบันทึกไว้ว่าสามารถนำไปรีไซเคิลได้ จากรุ่นสุ่ม (จนไม่ถูกรีไซเคิลอีก) เรียกว่า steel scrap generation potential ซึ่งค่าดังกล่าวได้ถูกอธิบายไว้ข้างต้น

ภาพที่ 4 (a) แสดงการเปรียบเทียบระหว่าง ค่าปริมาณเศษเหล็กที่ถูกบันทึกไว้ว่าสามารถนำไปรีไซเคิลได้จากรุ่นสุ่ม (จนไม่ถูกรีไซเคิลอีก) และ ปริมาณเศษเหล็กที่ถูกนำกลับขึ้นมา ในประเทศญี่ปุ่น ตั้งแต่ปี 1987 จนถึงปี 2010 จากภาพจะเห็นว่าในปี 2007 และ 2008 จะเป็นปีที่ ปริมาณเศษเหล็กที่ถูกนำกลับขึ้นมา (จากที่สิ้นอายุใช้งานไปแล้ว) มีค่ามากกว่า ปริมาณเศษเหล็กที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้จากรุ่นสุ่ม อย่างไรก็ดี ค่าปริมาณเศษเหล็กที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้จากรุ่นสุ่มนี้ เป็นค่าประมาณการที่เป็นค่าพิสัยด้วยเหตุที่ค่าดังกล่าวนี้เป็นค่าที่ผันแปรไปตามอายุการใช้งานที่ขึ้นกับประเภทการนำไปใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งค่าต่ำสุดและสูงสุดในรอบพิสัยนี้ ได้แสดงไว้ในภาพ 4 (b) และ 4 (c) ตามลำดับ ซึ่งแม้ว่าจะมีการพิจารณาถึงความไม่แน่นอน (uncertainty) เข้ามาร่วมด้วย แต่ก็สรุปได้ว่า ปริมาณเศษเหล็กที่ถูกนำกลับขึ้นมา (จากที่สิ้นอายุใช้งานไปแล้ว) มีค่ามากกว่า ปริมาณเศษเหล็กที่สามารถนำไปรีไซเคิลได้จากรุ่นสุ่ม

ในช่วงปี 2007 ถึง 2008 สิ่งที่น่าประหลาดคือ ราคาของปัจจัยการผลิต และ ปริมาณความต้องการผลิตภัณฑ์เหล็ก มีค่าสูง อันส่งผลให้อัตราการนำเหล็กกลับคืนมามีค่าที่สูง ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เหล็กบางประเภทก็สิ้นสุดอายุการใช้งานมาหลายปี แต่ผลิตภัณฑ์เหล็กที่สิ้นอายุที่ถูกทิ้งไว้ก่อนหน้านี้ ก็เพิ่งจะถูกนำกลับขึ้นมาเป็นเศษเหล็กในช่วงเวลานี้อย่าง

เหตุผลดังกล่าว ถือเป็นสาเหตุที่สามารถยอมรับกันได้สำหรับเหตุการณ์ในช่วงปี 2007 ถึง 2008 โดยในช่วงก่อนหน้านี้ กรณีพื้นที่ทางไกลซึ่งผลิตภัณฑ์เหล็กได้สิ้นอายุการใช้งาน และค่าใช้จ่ายในการนำกลับคืนมารีไซเคิล (recovery cost) มีค่าสูง ผลิตภัณฑ์เหล็กเหล่านี้มักจะถูกลอยทิ้งไว้

หากว่าไม่ส่งผลต่อข้อกำหนดหรือเหตุผลด้านความปลอดภัย ตลอดจนความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ที่จะได้รับการขายเศษเหล็ก แต่ต่อมาในช่วงปี 2007 ถึง 2008 ราคาเศษเหล็กมีค่าสูง ผลิตภัณฑ์เหล็กที่สิ้นอายุที่ถูกปล่อยทิ้งไว้ ซึ่งเรียกว่า hibernating stock ก็จะถูกนำกลับขึ้นมา อันส่งผลต่อตัวเลขดังที่ปรากฏในปี 2007 และ 2008

ภาพที่ 4 การเปรียบเทียบระหว่าง ปริมาณเศษเหล็กที่ถูกบันทึกไว้ว่าสามารถนำไปรีไซเคิลได้จากรุ่นสุ่ม (จนไม่ถูกรีไซเคิลอีก) หรือ Steel Scrap Generation Potentials และปริมาณเศษเหล็กที่ถูกนำกลับขึ้นมา หรือ Recovered Steel Scrap

เหล็กกล้าที่มีความสามารถสูงในการนำกลับขึ้นมา

จากผลการศึกษาในปัจจุบัน ก็ทำให้ได้มีข้อมูลใหม่ๆ เพิ่มเติม โดยพบว่า อัตราการรีไซเคิลของผลิตภัณฑ์เหล็กเมื่อสิ้นอายุการใช้งานในประเทศญี่ปุ่น มีค่าสูงตลอดช่วง 20 ปีที่ผ่านมา โดยมีค่ามากกว่า 80% (ภาพที่ 5) นอกจากนี้ ยังพบว่า อัตราการนำกลับขึ้นมามีค่าความผันผวนค่อนข้างมาก ตั้งแต่ระดับ 80% ถึง 110% ขึ้นกับราคาเศษเหล็ก และความต้องการในแต่ละปี จากความผันผวนที่เกิดขึ้นนี้ อาจสรุปได้ว่า ค่า RR ซึ่งเป็นตัวแปรตัวหนึ่งใน วิธีการพิจารณาค่าบัญชีรายการวัฏจักรชีวิต (LCI methodology) ซึ่งเกี่ยวข้องกับผลกระทบจากการรีไซเคิล ไม่ควรจะประมาณการด้วยข้อมูลในปีย่อยๆ ปีเดียว โดยควรพิจารณาด้วยค่าเฉลี่ยจากข้อมูลหลายๆ ปี โดยในภาพที่ 6 ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณการนำเศษเหล็กกลับขึ้นมารีไซเคิลนี้ จะขึ้นกับราคาและปริมาณความต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เศษเหล็กคุณภาพต่ำ

ในช่วงเวลาที่ราคาเศษเหล็กมีมูลค่าสูงขึ้น ก็พบว่าประเด็นสำคัญสองประเด็นคือ หนึ่ง สต็อกเหล็กประเภท hibernating นั้นสามารถจะนำกลับคืนมาได้ และ สอง ปริมาณสต็อกเหล็กประเภท hibernating ที่ถูกนำกลับคืนมานี้ ไม่สามารถจะพิจารณาได้ว่า เป็นส่วนหนึ่งของปริมาณที่นำกลับขึ้นมาโดยรวมทั้งหมด (อ้างอิง ภาพที่ 7) ซึ่งจากประเด็นที่กล่าวมาข้างต้น สต็อกเหล็กที่ยังไม่ได้ถูกนำกลับคืนมาก็ไม่ได้แปลว่าสต็อกเหล็กเหล่านี้จะไม่สามารถนำกลับคืนมาได้ในภายหลัง ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า トラบเท่าที่สต็อกเหล็กยังคงเป็นส่วนหนึ่งของบัญชีรายการผลิตภัณฑ์ ก็ยังมีความเป็นไปได้ว่าสต็อกเหล็กเหล่านี้ จะถูกใช้เป็นปัจจัยการผลิตเหล็กในอนาคต

จากที่นำเสนอไปนี้ พบว่ามีเหตุผลต่างๆ มากมายที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถที่สูงของผลิตภัณฑ์เหล็กในการรีไซเคิล ทั้งความง่ายในการแยกเหล็กออกจากวัสดุอื่นด้วยการใช้แม่เหล็ก ความเป็นไปได้ในการแยกวัตถุดิบเพื่อนำมากระบวนการในการผลิตเหล็กกล้า โดยไม่ต้องใช้การอิเล็กทรอนิกส์

โตรโลซิส นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์เหล็กยังคงเป็นผู้นำ ในแง่ของความสามารถในการนำกลับคืนมา รวมไปถึงการนำผลิตภัณฑ์ที่สิ้นอายุกลับมาสร้างประโยชน์ขึ้นได้เมื่อเวลาผ่านไป

ภาพที่ 5 อัตราการรีไซเคิลของเหล็กเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน ในประเทศญี่ปุ่น
ภาพที่ 6 ปริมาณของเศษเหล็กขนาดใหญ่ที่ถูกนำกลับคืนมา โดยสัมพันธ์กับค่าอัตราการนำกลับคืนมาเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน (EoL-RR)

ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ของสต็อกเหล็กประเภท Hibernating ในกระบวนการนำกลับคืนมา



Photo 1 In-use stock of steel

Fig. 1 Steel Stock in Japan during 1980 to 2000

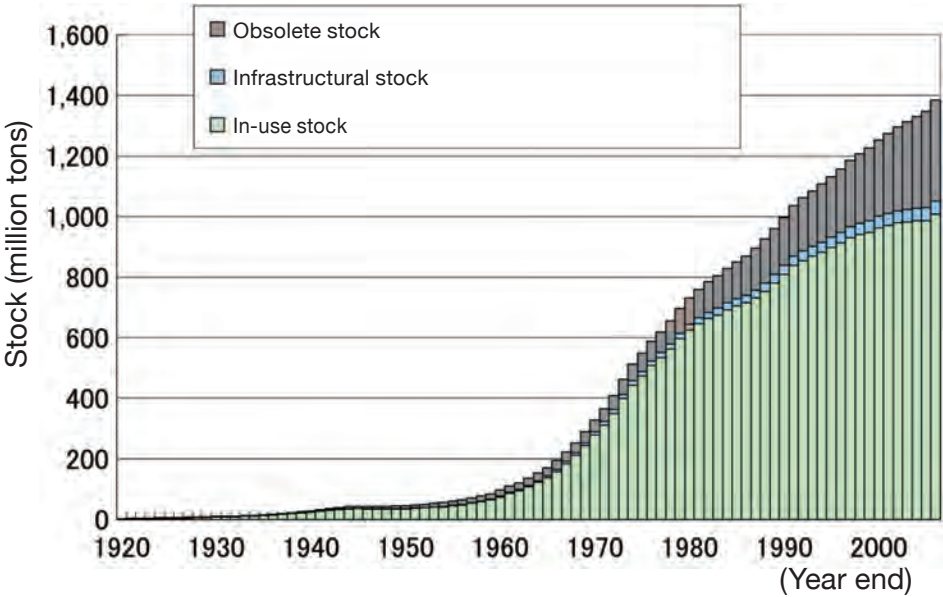


Fig. 2 Material Flows of Steel after Discarding as End-of-life Products

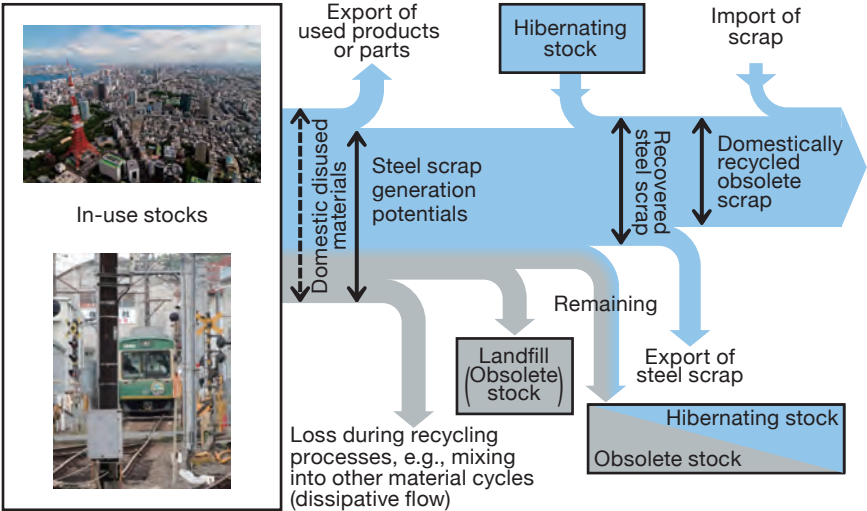


Fig. 3 Lifetime of End-use Products with a Range of Uncertainty
 (Regarding buildings and automobiles, actual lifetimes for them can be obtained by statistics.)

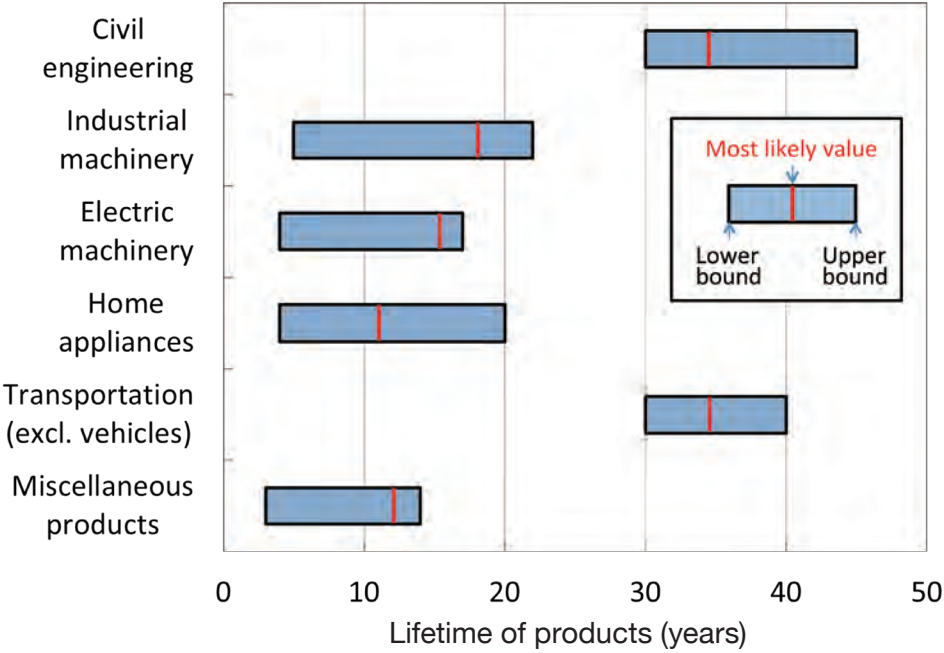


Photo 2 Slit dam as a case of infrastructural stock



Photo 3 Crush barriers on a disused road as a case of hibernating stock

Fig. 4 Comparison between the Steel Scrap Generation Potentials and the Recovered Steel Scrap

(in the cases of the most likely value (a), the maximum value (b), and the minimum value (c))

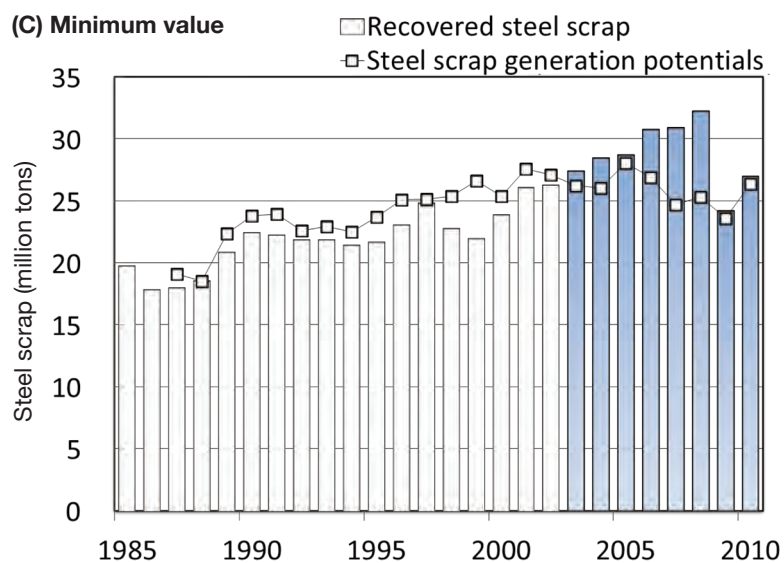
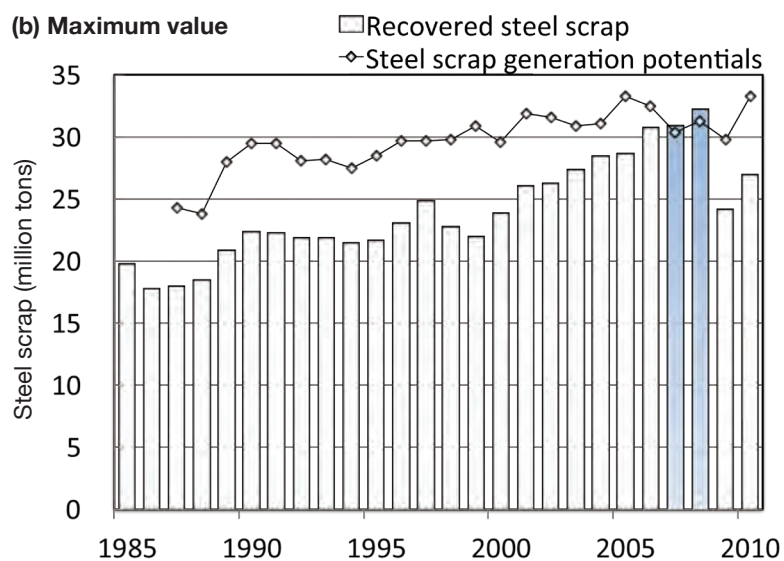
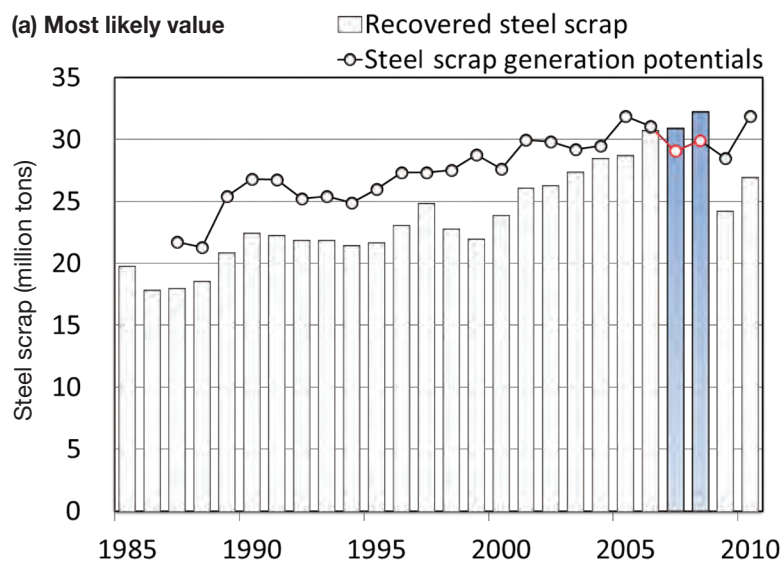


Fig. 5 End-of-life Recycling Rate of Steel in Japan

(The upper and lower bounds show a range of uncertainty.)

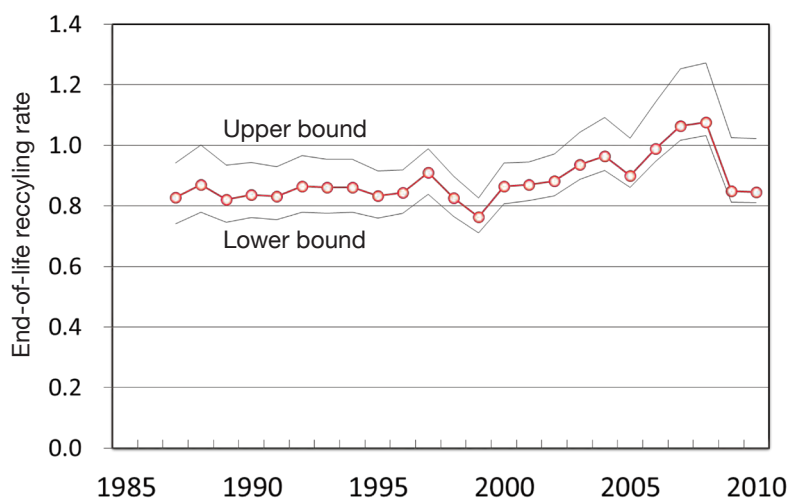


Fig. 6 Amount of Heavy Scrap Recovered by Category relative to its EoL-RR

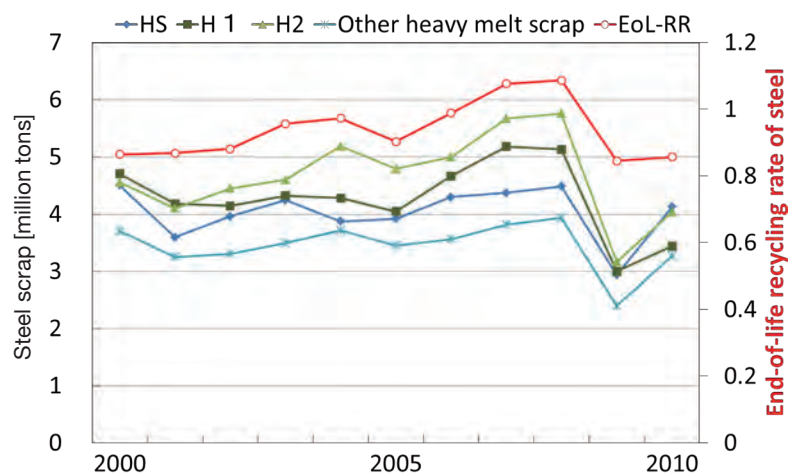
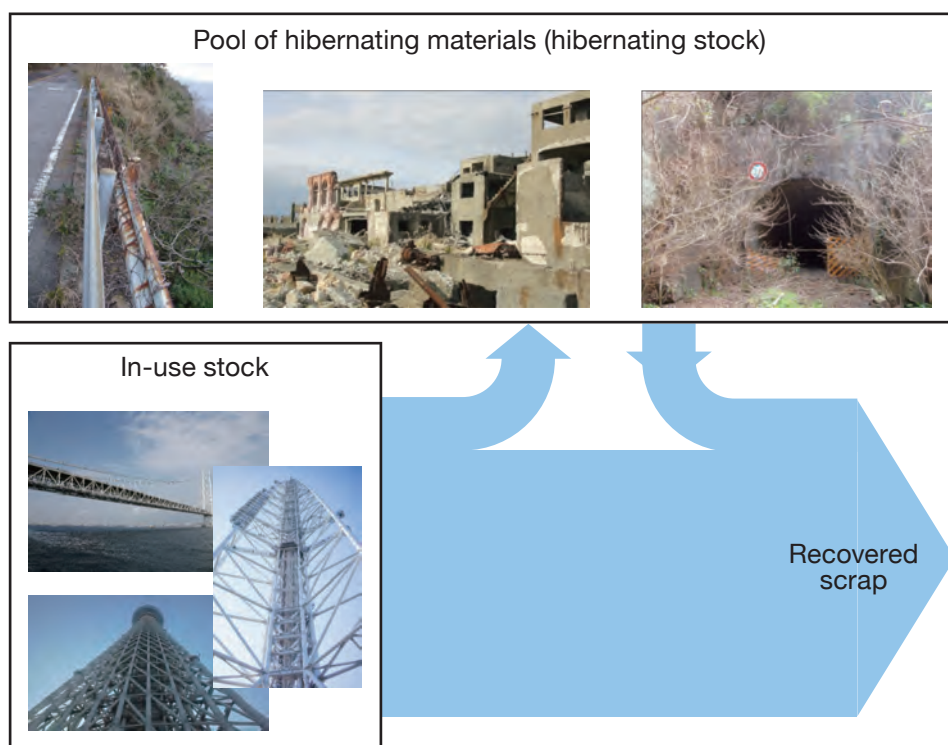


Fig. 7 Schematic Illustration of the Role of Hibernating Stock in Recovery Mechanisms



ประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เหล็กในงานก่อสร้างเพื่อสนับสนุนสังคมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

โดย Shinji Kitano

ประธาน คณะกรรมการงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

เหล็ก: สมรรถนะสูง คุ่มค่า และสามารถนำไปรีไซเคิลได้

เหล็กเป็นโลหะที่ทุกคนรู้จักดี 90% ของผลิตภัณฑ์ที่เป็นโลหะจะมีการนำเหล็กไปใช้ในกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์จำนวนมากได้ถูกผลิตขึ้นจากเหล็กและใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวัน เลขเป็นส่วนประกอบถึงราว 30% ของน้ำหนักรวมของโลกใบนี้ซึ่งถือเป็นทรัพยากรที่อุดมสมบูรณ์มากที่สุด นอกจากนี้เพราะว่าเหล็กมีคุณสมบัติที่ดึงดูดกับแม่เหล็ก ดังนั้นเด็กจึงสามารถถูกแยกออกจากวัสดุประเภทอื่นได้โดยง่ายและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้เมื่อสิ้นสุดอายุการใช้งาน

ถึงแม้ว่าจะมีผลิตภัณฑ์จำนวนมากได้ถูกนำมาใช้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งแต่เหล็กก็เป็นวัสดุที่มีอยู่ในปริมาณที่มากซึ่งมีจุดเด่นทั้งด้านสมรรถนะ และด้านความคุ้มค่าด้วยเหตุที่เหล็กสามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้ใหม่หลายหลายครั้ง

อุตสาหกรรมเหล็กของประเทศญี่ปุ่นได้มีการพัฒนาและทำการตลาดผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจำนวนมาก บทความนี้จะนำเสนอถึงการนำผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ ในกลุ่มอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์เหล็กสำหรับงานก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มาช่วยให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ดีของโลก

BF และ EAF method ในการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า

ผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าถูกผลิตขึ้นจากเหล็กกล้า 2 ประเภท ประเภทแรกผลิตขึ้นจาก Basic Oxygen Furnace วิธีนี้จะถูกผลิตขึ้นจากเหล็กดิบที่ผลิตจากโดยมีสินแร่เหล็กและถ่านหินเป็นปัจจัยการผลิตหลัก ประเภทที่ 2 เป็นเหล็กกล้าที่ผลิตขึ้นจาก Electric Arc Furnace โดยมีเศษเหล็กเป็นปัจจัยการผลิตหลัก

สำหรับการผลิตเหล็กด้วยวิธี Basic Oxygen Furnace นั้น กระบวนการเริ่มต้นคือการนำเหล็กที่หลอมเหลวหรือ pig iron ซึ่งได้จากการผลิตจากเตาหลอมทรงสูง (Blast Furnace) โดยมีการใช้ถ่านหินเพื่อให้เกิดปฏิกิริยารีดักชัน และหลังจากนั้นก็จะมีการปรับปรุงคุณภาพของเหล็กที่หลอมเหลวดังกล่าวในเตา Basic Oxygen Furnace เพื่อให้กลายเป็นเหล็กเกรดสูงต่อไป แต่สำหรับกระบวนการผลิตเหล็กโดยใช้ Electric Arc

Furnace จะเริ่มต้นจากการนำเศษเหล็กที่ซื้อมาจากตลาดภายในประเทศมาหลอมเหลวและปรับปรุงคุณภาพในเตาดังกล่าวเพื่อผลิตเหล็กกล้าชนิดทั่วไปและชนิดพิเศษ ตามความต้องการต่อไป

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาอุตสาหกรรมเหล็กได้ทำการผลิตเหล็กกล้ามากมายหลายชนิดป้อนสู่ผู้ประกอบการในแต่ละกลุ่มอุตสาหกรรมด้วยวิธีการในการผลิต ไม่ว่าจะเป็น BF หรือ EAF method ที่เหมาะสมกับการใช้งาน ตามพิกัดของโรงงานผู้ผลิต (ดังภาพที่ 1)

ด้วยผลกระทบจากการพัฒนาเขตเศรษฐกิจในประเทศที่กำลังเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอย่างเช่นประเทศจีนและประเทศอินเดีย ปริมาณความต้องการในการใช้เหล็กมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทั้งในระยะกลางและในระยะยาว ในช่วงทศวรรษที่ 1990 ตัวเลขของการผลิตเหล็กอยู่ในช่วงที่เป็นช่วงเปลี่ยนแปลงชนิดปริมาณการผลิตเฉลี่ยราว 700,000,000 ตันต่อปี และเมื่อก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ปริมาณการผลิตได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในเขตประเทศที่มีการเจริญเติบโตโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศจีนซึ่งส่งผลให้ปริมาณการผลิตเหล็กได้เพิ่มสูงเกินกว่า 1,600,000,000 ตันในปี 2014

ในช่วงที่ปริมาณการผลิตเหล็กเพิ่มสูงขึ้นนั้นมีข้อสังเกตที่น่าสนใจคือ อัตราการผลิตเหล็กด้วยวิธีการใช้ Basic Oxygen Furnace สูงมากกว่าการผลิตเหล็กด้วยวิธีการใช้ Electric Arc Furnace (ดังภาพที่ 2) สาเหตุสำคัญเป็นเพราะปริมาณเศษเหล็กซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตเหล็กด้วยการใช้ Electric Arc Furnace ไม่ได้มีจำนวนมากพอยกเว้นเสียแต่จะมีเศษเหล็กที่ได้จากการหรือถอนโครงสร้างระบบสาธารณูปโภค ไม่ว่าจะเป็นการกระจายปริมาณเศษเหล็กจากประเทศที่พัฒนาแล้วไปสู่ประเทศที่กำลังพัฒนา แต่ปริมาณเศษเหล็กที่ได้ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการในการผลิตของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งแน่นอนว่าการพึ่งพิงการผลิตเหล็กด้วยการใช้ Electric Arc Furnace ย่อมไม่สามารถกระทำได้ในทางปฏิบัติ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเตรียมการผลิตเหล็กโดยการใช้ Blast Furnace - Basic Oxygen Furnace เพื่อรองรับต่อปริมาณความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นต่อไป

ในกระบวนการผลิตโดยการใช้ Electric Arc Furnace ด้วยเหตุที่เศษเหล็กจะถูกหลอมให้ละลายโดยใช้ไฟฟ้าจึงเป็นเหตุให้ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิตด้วยการใช้ Electric Arc Furnace จะน้อยกว่าการผลิตด้วยการใช้ Blast Furnace ในการถลุงสินแร่เหล็กกับถ่านหิน แต่อย่างไรก็ดีผลิตภัณฑ์เหล็กที่ผลิตขึ้นจาก Blast Furnace ก็จะกลายเป็น obsolete scrap ซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตของกระบวนการผลิตโดยการใช้ Electric Arc Furnace ซึ่งหากพิจารณากันในระยะยาวแล้วผลิตภัณฑ์เหล็กทุกชนิดที่ถูกผลิตออกมาไม่ว่าจะผลิตขึ้นจาก Blast Furnace หรือ Electric Arc Furnace ก็จะถูกหมุนเวียนใช้กันอยู่ในวงจรผลิตภัณฑ์ ซึ่งด้วยการหมุนเวียนในวงจรผลิตภัณฑ์ของทั้งเหล็กและ

เหล็กกล้าอันเนื่องมาจากความสามารถในการรีไซเคิลได้เข้าไปซ้ำมาหลายหลายครั้งก็ส่งผลให้เกิดการประหยัดทั้งพลังงานและทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต

แม้ว่าในประเทศญี่ปุ่นจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าจาก Blast Furnace ไปเป็น Electric Arc Furnace การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวก็ไม่ได้ส่งผลให้เกิดการลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ชั้นบรรยากาศของโลกทั้งนี้เพราะว่าในการที่จะสร้างสมดุล ระหว่างปริมาณการลดเศษเหล็กที่ถูกขนส่งออกจากประเทศญี่ปุ่น ก็จะมีการเพิ่มปริมาณขึ้นของเหล็กที่ถูกผลิตขึ้นในประเทศอื่นๆจากการใช้ Blast Furnace หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า สิ่งที่เราเรียกว่า carbon leakage จะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการที่มีการเพิ่มปริมาณการผลิตในประเทศอื่นๆโดยการใช้ Blast Furnace ที่มีประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงาน จะก่อให้เกิดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศของโลกที่เพิ่มสูงขึ้นในเวลาเดียวกัน

ภาพที่ 1 กระบวนการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า

ภาพที่ 2 ปริมาณการผลิตเหล็กดิบของโลก

ภาพที่ 3 หลักการของการรีไซเคิลเหล็ก

ก้าวแรกของอุตสาหกรรมเหล็กในการป้องกันปัญหาภาวะโลกร้อน

- การป้องกันปัญหาภาวะโลกร้อนในกระบวนการการผลิตเหล็กและเหล็กกล้า

อุตสาหกรรมเหล็กของประเทศญี่ปุ่นได้มีมาตรการสนับสนุน ส่งเสริมกระบวนการการผลิตเหล็กและเหล็กกล้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มาตรการต่างๆในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมอย่างบูรณาการที่ได้มีการสนับสนุนส่งเสริมประกอบไปด้วยกระบวนการในการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่ทันสมัย การใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์เหล็กให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การอนุรักษ์บำรุง คุณภาพของน้ำและอากาศ ตลอดจนการส่งเสริมให้มีการปลูกป่าในกลุ่มผู้ผลิตเหล็ก

สิ่งหนึ่งที่เราควรกล่าวถึงเป็นพิเศษคือมาตรการในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ พลังงานจำนวนมากที่เกิดขึ้นในทุกขั้นตอนการผลิตเหล็กจะถูกกักเก็บเพื่อนำมาใช้ใหม่ ก๊าซที่เกิดขึ้นที่เตาเผาถ่านหินและที่ Blast Furnace และ Basic Oxygen Furnace จะถูกเก็บและนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์ชนิดต่างๆ

นอกจากนี้พลังงานบางประเภทยังถูกเก็บและนำมาใช้ใหม่ตัวอย่างเช่น แร่ดินที่ถูกใช้ในกระบวนการอัดความดันของ Blast Furnace จะถูกเก็บไว้โดยการใช้ Top pressure Recovery Turbine (TRT) เพื่อนำไปใช้ในการ

ผลิตกระแสไฟฟ้า และความร้อนที่เหลือที่เกิดขึ้นที่เตาเผาถ่านหินจะถูกเก็บโดยใช้อุปกรณ์ที่ชื่อว่า Coke Dry Quenching equipment (CDQ) ภาพที่ 4 แสดงถึงเทคโนโลยีที่สำคัญที่ช่วยในการประหยัดพลังงาน ซึ่งได้มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศญี่ปุ่น ผลที่เกิดขึ้นจากความพยายามในการพัฒนาและปรับปรุงเทคโนโลยีดังกล่าว ส่งผลให้อุตสาหกรรมเหล็กของประเทศญี่ปุ่นให้กลายเป็นอุตสาหกรรมที่ได้ชื่อว่ามีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานที่ดีมากที่สุดแห่งหนึ่งของโลกดังแสดงในภาพที่ 5

อุตสาหกรรมเหล็กของประเทศญี่ปุ่นไม่ได้มุ่งเน้นเฉพาะการลดผลกระทบจากภาวะโลกร้อน แต่ยังได้มีการดำเนินการถ่ายทอดความรู้ที่ได้รับและประสบการณ์จากการพัฒนาเทคโนโลยีดังกล่าวไปสู่ ประเทศต่างๆทั่วโลก

ภาพที่ 4 เทคโนโลยีในการประหยัดพลังงานและรักษาทรัพยากรที่สำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล็ก

ภาพที่ 5 การเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยในอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศต่างๆ

- ผลกระทบจากการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ของการนำผลิตภัณฑ์เหล็กไปใช้ในขั้นตอนต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เหล็กได้มีการนำไปใช้ในแอปพลิเคชันต่างๆมากมาย ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการขนส่งทั้งคนและสิ่งของ โดยมีมาตรการในการประหยัดพลังงานซึ่งช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่ชั้นบรรยากาศ

ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถูกจำกัดลงจากการใช้ผลิตภัณฑ์เหล็กสมรรถนะสูงที่พัฒนาขึ้นโดยอุตสาหกรรมเหล็กของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีปริมาณอยู่ราว 9,760,000 ตันในปี 2013 และผลิตภัณฑ์เหล็กดังกล่าวนี้ก็ยังถูกผลิตเพื่อส่งจำหน่ายไปยังประเทศต่างๆส่งผลให้ปริมาณการผลิตเหล็กสมรรถนะสูงมีปริมาณถึงราว 15,820,000 ตัน (ภาพที่ 6) หนึ่งในผลิตภัณฑ์เหล็กที่เป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้เทคโนโลยีประหยัดพลังงานคือเหล็กแผ่นกำลังสูงสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ รถยนต์ที่มีน้ำหนักเบาอันเนื่องมาจากการนำเหล็กกล้ากำลังสูงเข้ามาช่วยจะส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานเป็นอย่างมาก การนำเหล็กกล้ากำลังสูงมาใช้ในอุตสาหกรรมต่อเรือก็ส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานเป็นอย่างมาก เช่นเดียวกัน เล็กบางประเภทได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตหม้อแปลงซึ่งสามารถช่วยลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า รวมไปถึงฟอยล์เหล็กกล้า

กำลังสูงกันความร้อนซึ่งสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าให้มากยิ่งขึ้น

ภาพที่ 6 ผลกระทบต่อการลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการนำเหล็กไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์ 5 ประเภทหลัก (ประมาณการปี 2013)

ผลิตภัณฑ์เหล็กสำหรับงานก่อสร้างที่ช่วยอนุรักษ์สภาพแวดล้อมของโลก

● ผลิตภัณฑ์เหล็กสำหรับงานก่อสร้างที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การใช้เหล็กกล้ากำลังสูงในงานก่อสร้างนอกจากการลดปริมาณการใช้เหล็กให้น้อยลงแล้ว ยังช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในทางอื่นๆอีกเช่น การลด ปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้าง การสงวนรักษาทรัพยากร และการยืดอายุการใช้งานของโครงสร้างอาคารและอุปกรณ์ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- การลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้าง

ด้วยเหตุที่ผลิตภัณฑ์เหล็กสามารถ นำไปรีไซเคิลใหม่ได้ จึงไม่ค่อยมีใครนำเหล็กไปทิ้งเป็นขยะ ข้อดีที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำบัดขยะที่เหลือทิ้งจากการก่อสร้างแต่ยังช่วยยืดอายุของแหล่งที่ทิ้งขยะให้สามารถให้บริการได้ยาวนานยิ่งขึ้น

- การอนุรักษ์ทรัพยากร

เหล็กได้ชื่อว่าเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสูงสุดผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นจากเหล็กสามารถถอดประกอบได้โดยง่าย และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ซ้ำไปซ้ำมาได้หลายครั้ง ตัวอย่างเช่น มีกรณีของสะพานสำหรับใช้เป็นทางรถไฟ ซึ่งภายหลังจากที่มีการนำไปใช้ในสถานที่แห่งหนึ่งมาระยะหนึ่ง สะพานดังกล่าวนี้ก็ถูกแยกส่วนและขนย้ายเพื่อนำไปใช้ในสถานที่อื่น ๆ อีกถึง 3 แห่ง (ภาพที่ 7)

- การยืดอายุการใช้งานของโครงสร้างอาคาร

อาคารโครงสร้างเหล็กสามารถก่อสร้างให้มีช่วงความยาวที่มากและไม่ต้องมีผนังเพื่อต้านทานแรงจากแผ่นดินไหว ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับการขยายและต่อเติมอาคาร นอกจากนี้อาคารโครงสร้างเหล็กยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานและยังมีความยืดหยุ่นที่สามารถจะปรับเปลี่ยนการใช้งานภายในตัวอาคารได้โดยง่าย

● ผลิตภัณฑ์เหล็กสำหรับงานก่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่สอดคล้องกับธรรมชาติ

หากพิจารณาถึงความแข็งแรงความสะดวกในการก่อสร้างและคุณสมบัติเด่นประการอื่นของเหล็ก มีผลิตภัณฑ์เหล็กสำหรับงานก่อสร้างอีก

มากมายที่ได้ถูกพัฒนาใช้งานซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติ ในโครงการก่อสร้างหลายโครงการที่เน้นจุดเด่นของการใกล้ชิดกับธรรมชาติ เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่โครงการจะต้องออกแบบให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมและมีส่วนประกอบต่างๆที่ช่วยอนุรักษ์สภาพแวดล้อม ผลิตภัณฑ์เหล็กสำหรับงานก่อสร้างมากมายได้ถูกพัฒนาขึ้นพบว่าได้มีส่วนช่วยลดผลกระทบต่อการทำลายสภาพแวดล้อม และยังช่วยรักษาสภาพแวดล้อมในมิติต่างๆมากมายหลายมิติ และนอกจากนี้ภายหลังจากที่สิ้นสุดอายุการใช้งาน ผลิตภัณฑ์เหล็กดังกล่าวนี้ก็ยังสามารถนำมารีไซเคิลใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยกตัวอย่างเช่น

- เสาค้ำเหล็กมีรูน้ำผ่าน

การนำเสาค้ำเหล็กไปใช้พร้อมกับการเจาะรูระบายน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการกักกัน การไหลของน้ำในทิศทางเดิม จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาและสภาพแวดล้อมโดยรอบ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าหากได้มีการเตรียมรูเจาะขนาด 0.4% ของพื้นที่เสาค้ำทั้งหมด จะสามารถลดการไหลของน้ำในทิศทางเดิมได้ถึงราว 80% (รูปที่ 8)

- เข็มพืดเหล็กกันดินติดตั้งสำหรับปลูกพืช

สำหรับปลูกพืชที่สามารถใส่ดินลงไปได้นั้น เป็นส่วนประกอบที่สำคัญสำหรับการปลูกพืชขึ้นต้นหลายประเภท บาทสำหรับปลูกพืชจะถูกติดตั้งไว้กับเข็มพืดเหล็กเพื่อสร้างทัศนียภาพสีเขียวบริเวณขอบริมตลิ่งโดยที่ไม่ทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานของโครงสร้างลดน้อยลง

- เชื้อเพลิงเหล็กกันทราย

เชื้อเพลิงเหล็กกันทราย ที่ยอมให้น้ำและดินโคลนดินตะกอนไหลผ่านได้นี้ ใช้สำหรับการดักทรายและเศษวัสดุหรือเศษไม้ที่พัดมาพร้อมกับน้ำท่วมขนาดใหญ่ ทั้งนี้ในช่วงเวลาปกติ เชื้อเพลิงเหล็กกันทรายก็ไม่ได้ส่งผลต่อการไหลของน้ำ อันจะทำให้หน้าและดินตะกอนสามารถไหลผ่านได้โดยง่ายส่งผลให้เกิดการรักษาระบบนิเวศให้เป็นไปตามปกติ ดังนั้น เชื้อเพลิงเหล็กกันทราย จะทำหน้าที่หลักๆ ในช่วงที่เกิดภัยธรรมชาติในขณะที่ไม่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสภาพแวดล้อมในช่วงเวลาปกติ (ภาพที่ 10)

- เชื้อเพลิงเหล็กกันน้ำกันทราย

การก่อสร้างประเภทนี้ได้มีการนำหินและทรายที่อยู่ใกล้สถานที่ก่อสร้างเชื่อมมาเป็นวัสดุสำหรับการก่อสร้าง (ได้ตรามาตรฐานการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่เกินกว่า 70%) ซึ่งส่งผลให้เกิดผลเสียต่อระบบนิเวศวิทยาโดยรอบ นอกจากนี้ยังช่วยลดปริมาณวัสดุเหลือทิ้งรอบรอบบริเวณที่ก่อสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณทรายจำนวนมากที่ต้องขนย้ายเพื่อนำไปทิ้งอันเป็นการช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอันมาก (ดังภาพ 11)

ภาพที่ 7 กรณีศึกษาของการถูกทำลายและการนำโครงสร้างเหล็กกลับมาใช้ใหม่

ภาพที่ 8 เสาค้ำเหล็กมีรูน้ำผ่าน

ภาพที่ 9 เชื่อมเหล็กกันดินติดตั้งป่าสำหรับปลูกพืช

ภาพที่ 10 เชื่อมเหล็กกันทราย

ภาพที่ 11 เชื่อมเหล็กกันน้ำกันทราย

ความพยายามของกลุ่มอุตสาหกรรมเหล็ก ในการแก้ไขปัญหา

สภาพแวดล้อมของโลก

มาตรการในการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมของโลกจะทวีความสำคัญยิ่งขึ้นเรื่อยๆ ในทุกกลุ่มอุตสาหกรรมในอนาคต ในการนี้ชาวกัมพูชาของประเทศไทยก็มีความจำเป็นที่จะต้องส่งเสริมมาตรการต่างๆ ไม่เฉพาะมาตรการการประหยัดพลังงานและทรัพยากรในกระบวนการการผลิตเท่านั้นแต่ยังคงต้องส่งเสริมการพัฒนาการใช้ผลิตภัณฑ์เหล็กสมรรถนะสูงและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีเป้าหมายที่สำคัญที่สุดคืองานสนับสนุนมาตรการในการป้องกันปัญหาภาวะโลกร้อนและสร้างสังคมที่มุ่งเน้นให้เกิดการนำทรัพยากรกลับมาใช้ใหม่ให้ได้มากที่สุด

Fig. 1 Iron- and Steelmaking Process

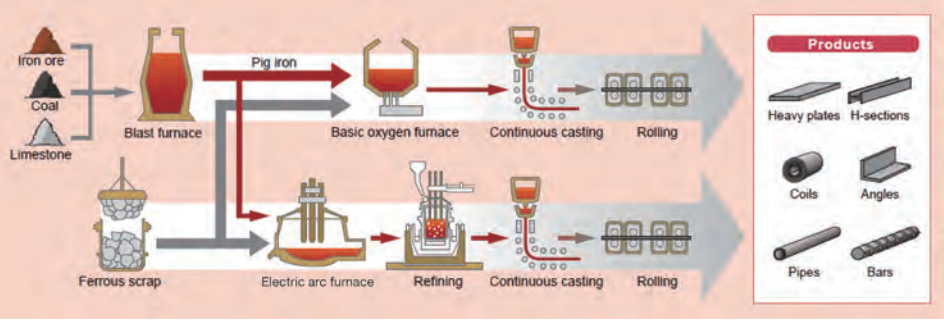


Fig. 2 Crude Steel Production in the World

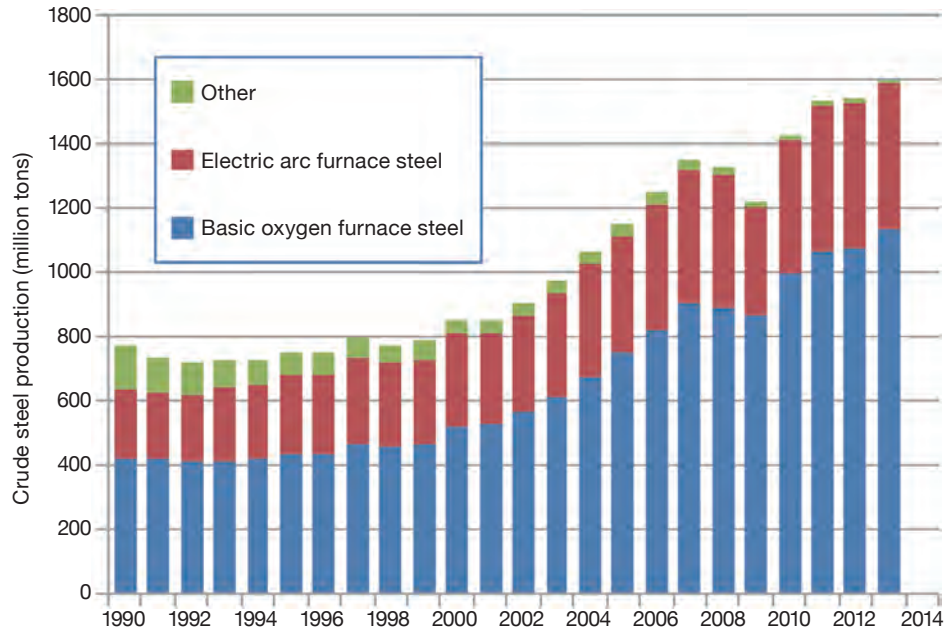
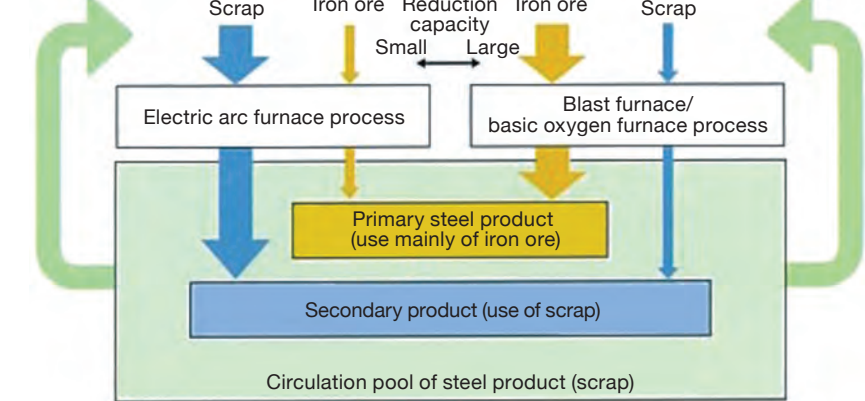


Fig. 3 Concept of Steel Recycling



Source : LCA Methodology Report (worldsteel, 2011)

Fig. 4 Major Energy- and Resources-saving Technologies Applied in Steelworks

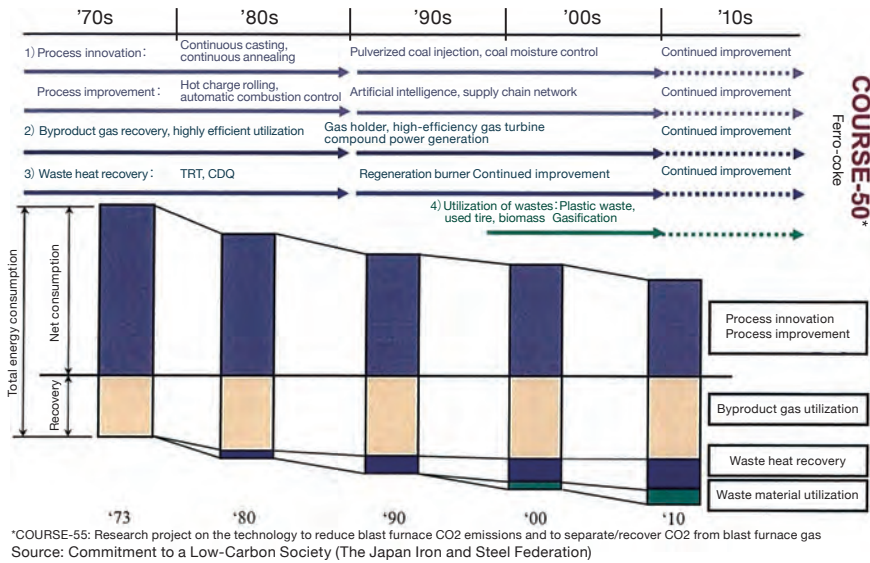


Fig. 5 International Comparison of Unit Energy Consumption in the Steel Industry

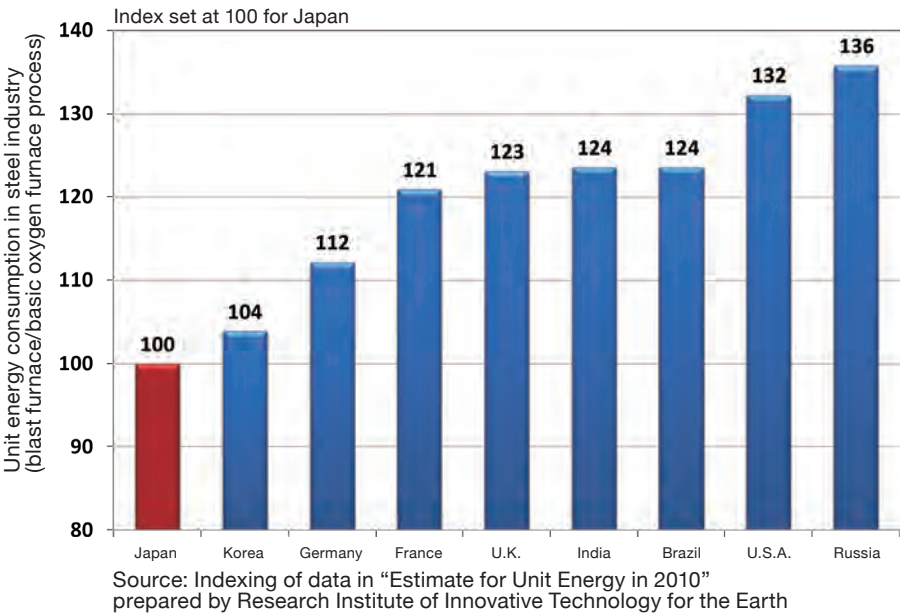
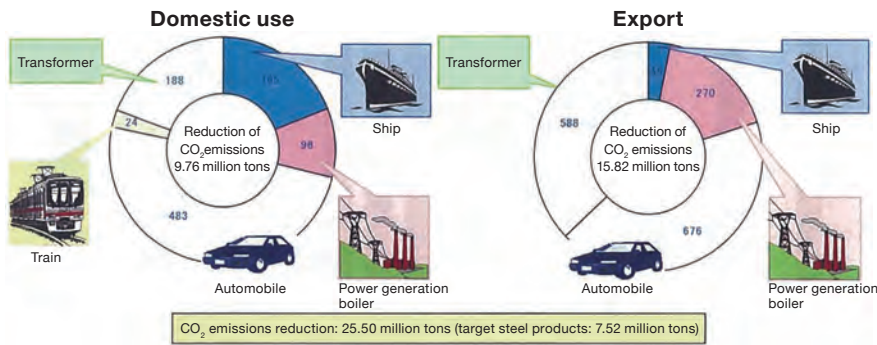


Fig. 6 Effects of CO₂ Emissions Reduction Attained in Five Major End Products (Estimates for 2013)



Source: The Institute of Energy Economics, Japan
 *Five steel products of automotive steel sheet, oriented electrical steel sheet, shipbuilding steel plate, boiler tube and stainless steel plate;
 3.677 million tons in domestic use and 3.845 million tons for export in FY2013, totaling to 7.522 million tons
 *Start of assessment for CO₂ emissions reduction: Domestic use from FY1990, export (automobile sheet and shipbuilding plate) from FY2003, boiler tube from FY1998, and electrical sheet from FY1996

Fig. 7 Case of Demolition and Reuse of Steel Structure (Tonegawa Bridge on Joban Line)

The eight-span Tonegawa Bridge on the Joban Line in Ibaragi Prefecture, constructed in 1916, was dismantled to three sections, each of which is currently reused as the railway bridge in three locations: Aganogawa Bridge spanning Agano River in Niigata Prefecture, Shogawa bridge spanning Sho River in Toyama Prefecture, and Daini-Takahara Bridge spanning Daini-Takahara River in Gifu Prefecture.

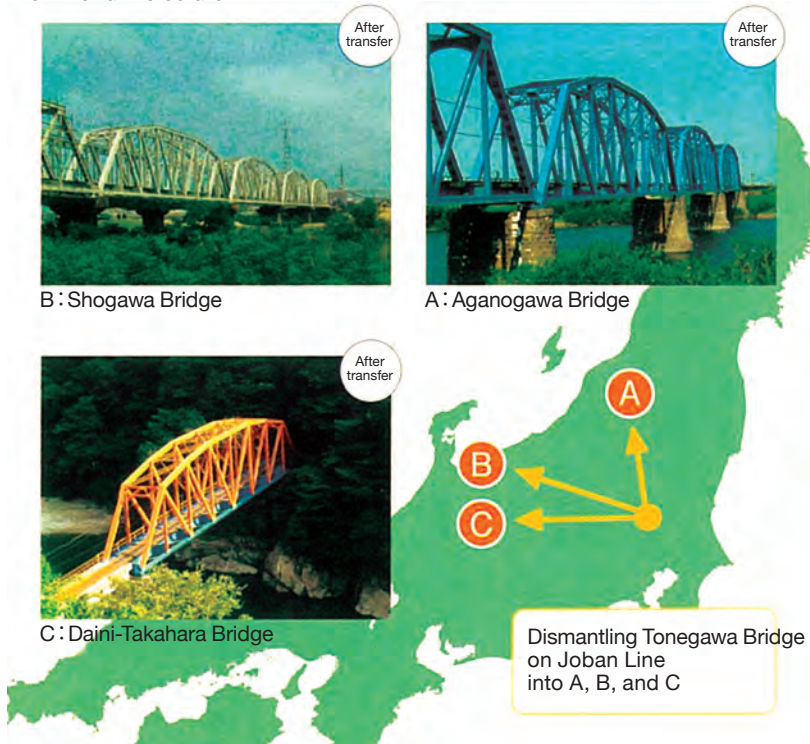


Fig. 8 Water-permeable Steel Piling

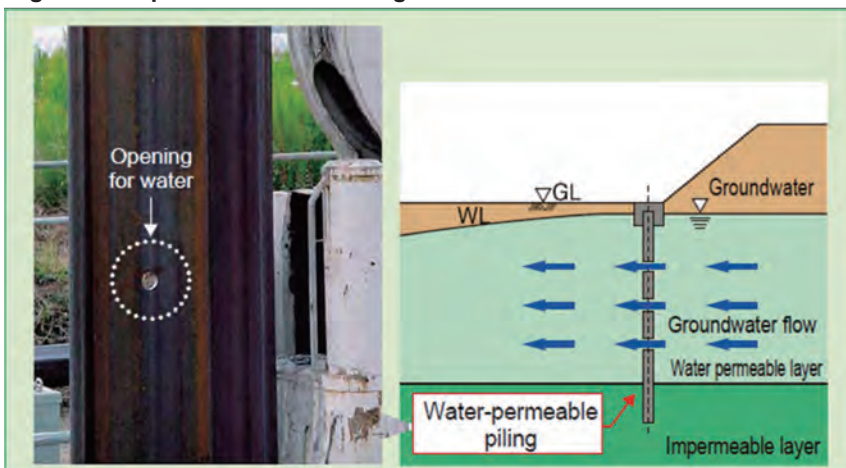


Fig. 9 Steel Pile Embankment Using Planting Fin

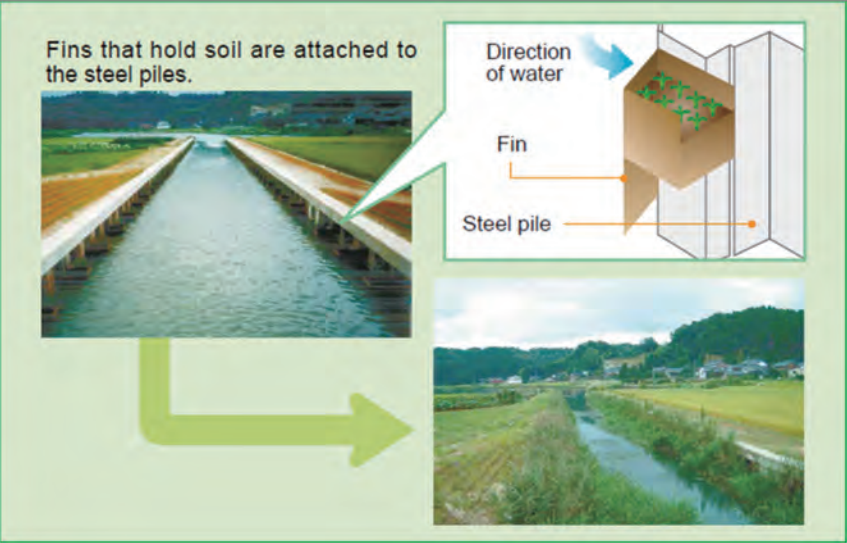


Fig. 10 Water-permeable Steel Dam to Prevent Sand Buildup



Fig. 11 Impermeable Steel Dam to Block Sand



เทคโนโลยีงานก่อสร้างด้วยโครงสร้างเหล็กในประเทศไทย

ในปี 2014 จากการร้องขอโดย กระทรวงที่ดิน ระบบสาธารณูปโภคพื้นฐาน การขนส่ง และการท่องเที่ยวของประเทศไทย สมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าของประเทศไทย ก็ได้รวบรวมลิสต์ของเทคโนโลยีในงานก่อสร้างอาคารและระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานด้วยโครงสร้างเหล็กของประเทศไทย ซึ่งนับรวมเทคโนโลยีต่างๆได้ 27 ประเภท โดยผู้ที่สนใจก็สามารถนำเทคโนโลยีและวัสดุรวมไปถึงผลิตภัณฑ์เหล็กไปใช้สำหรับงานก่อสร้างหลากหลายประเภทในต่างประเทศต่อไป

ลิสต์ดังกล่าวได้แสดงในเว็บไซต์ของสมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย (<http://www.jisf.or.jp/en/activity/sctt/index.html>)

ตัวอย่างที่ปรากฏในลิสต์ดังกล่าวได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

เหล็กกล้ากำลังสูงสำหรับงานอาคาร (SA440 H-SA700) และ H-SA700

เหล็กกล้ากำลังสูงสำหรับงานก่อสร้างอาคาร (SA440 H-SA700) และ H-SA700 (กำลังรับแรงดึง 780 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร) เป็นเหล็กกล้ากำลังสูงที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สำหรับงานก่อสร้างอาคาร การใช้เหล็กกล้ากำลังสูงทั้งสองประเภทย่อมช่วยให้สามารถลดขนาดโครงสร้างและลดน้ำหนักของอาคารโดยรวมลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงสร้างขนาดใหญ่และขนาดใหญ่พิเศษ เช่น เสาอาคารสูง เหล็กทั้งสองประเภทยังมีประสิทธิภาพในการลดน้ำหนักของโรงงาน และชิ้นส่วนองอาคารขนาดใหญ่อื่นๆ

ตาราง เปรียบเทียบขนาดชิ้นส่วนระหว่าง SN490B SA440 และ H-SA700 ภาพ การลดปริมาณเหล็กโดยการใช้ SA440 และ H-SA700

เหล็กท่อนไฟ

ในสภาพอุณหภูมิที่สูง เหล็กท่อนไฟให้คุณสมบัติทางด้านกำลังที่สูงกว่าเหล็กโครงสร้างเกรดปกติทั่วไป โดยผู้ผลิตให้การรับรองหน่วยแรงที่จุดครากของเหล็กท่อนไฟ ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ถึงราว 2 ใน 3 ของเหล็กเกรดปกติทั่วไปที่อุณหภูมิใช้งานปกติ การนำเหล็กท่อนไฟเข้ามาใช้ในงานก่อสร้างจะสามารถลดการใช้วัสดุกันไฟโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับโครงสร้างอาคารจอดรถหลายชั้นและอาคารประเภทอื่นๆ อีกมาก ซึ่งส่งผลดีต่องานก่อสร้างอาคารทั้งในแง่ของค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้างที่ลดต่ำลงระยะเวลาในงานก่อสร้างที่น้อยลงและสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดียิ่งขึ้น

ภาพ: สมรรถนะการใช้งานที่อุณหภูมิสูงของเหล็กท่อนไฟ

รูป: การนำเลขท่อนไฟไปใช้กับอาคารจอดรถหลายชั้น

เชื่อมเหล็กที่ใช้สำหรับการควบคุมป้องกันเศษซากวัสดุที่พัฒนาพร้อมกับการไหลของน้ำ

เชื่อมเหล็กประเภทนี้ถูกสร้างขึ้นโดยการนำท่อเหล็กมาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการดูดซับแรงกระแทกที่ดีเยี่ยม โครงสร้างประเภทนี้เป็นสิ่งที่สะท้อนถึงความเอาใจใส่ต่อสภาพแวดล้อมโดยเป็นการออกแบบให้ลดการรบกวนกับพฤติกรรมการไหลของน้ำในแม่น้ำตามปกติ อันเป็นการลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศ อย่างไรก็ตามในกรณีที่มีเศษวัสดุพัฒนาพร้อมกับกระแสน้ำ เชื่อมดังกล่าวก็สามารถช่วยป้องกันเศษวัสดุไม่ให้ถูกพัดไปยังท้ายน้ำได้

รูป เชื่อมเหล็กในสภาวะการใช้งานปกติและในสภาวะที่มีเศษวัสดุพัฒนาตามกระแสน้ำ

เหล็กกล้าทนการกัดกร่อนสำหรับงานก่อสร้างสะพาน

เหล็กกล้าทนการกัดกร่อน ได้ถูกออกแบบให้มีชั้นสนิมป้องกันบนพื้นผิว โดยการเติมองค์ประกอบ เช่น ทองแดง นิกเกิล และโครเมียม ชั้นสนิมที่ช่วยป้องกันดังกล่าวนี้ จะมีลักษณะการฟอร์มตัวที่แน่นอนและเป็นเนื้อเดียวกัน อันช่วยลดอัตราการเกิดการกัดกร่อนของเนื้อเหล็กเนื่องจากสนิมตามธรรมชาติ คุณสมบัติดังกล่าวนี้จะช่วยให้เหล็กกล้าทนการกัดกร่อนมีอายุการใช้งานที่ยาวนานโดยไม่ต้องทำการทาสีซ้ำซ้ำใหม่อีกครั้ง

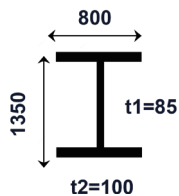
ภาพ ต้นทุนของสะพานที่ใช้เหล็กกล้าทนการกัดกร่อนตลอดวัฏจักรอายุการใช้งาน

High-strength Steel for Buildings (SA440, H-SA 700)

SA440 (tensile strength: 590 N/mm²-grade steel) and H-SA700 (tensile strength: 780 N/mm²-grade steel) are high-strength steels developed for building construction. Use of these high-strength steels permits downsizing and weight reduction, especially for

large-size and extra-heavy sections of steel frames, e.g. steel framing columns for high-rise buildings. These steel materials are also effective in reducing the weight of roof trusses and other heavy members.

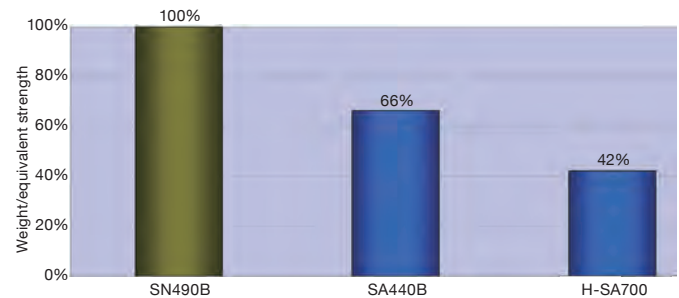
Dimension of Conventional SN490B



Reduced Sectional Dimension of SA440 and H-SA700 due to Higher Strength

	SN490B	SA440	H-SA700
Fy (N/mm ²)	295	440	700
Web Thickness t1 (mm)	85	65	40
Flange Thickness t2 (mm)	100	50	35
Section Area (cm ²)	2578	1711	1085

Reduction of Steel Weight Attained by Use of High-strength SA440 and H-SA700



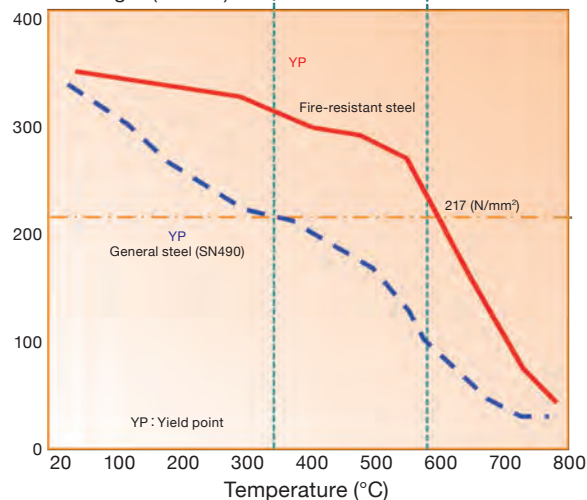
Fire-resistant Steel

Fire-resistant steel exhibits higher strength at high temperatures than do conventional steel building materials. It is guaranteed that at 600°C the proof stress of this material is at least two-thirds the proof stress specified at room temperature. Fire-resistant steel al-

lows the reduced use or elimination of fire protection in the construction of multistory parking facilities and other buildings. This means that such advantages as lower cost, a shorter construction period, and a better working environment can be expected.

High-temperature Performance of Fire-resistant Steel at Elevated Temperatures

Yield strength (N/mm²)



Example of application of fire-resistant steel in multi-story car park

Steel Slit Dams for Controlling Debris Flow

This is a permeable steel slit dam built by joining together steel tubes that have outstanding shock absorption. This structure shows particular concern for the environment, as it is designed not to disturb normal river flow, thus allowing the unimpeded passage of water and inoffensive earth and sand. However, once a debris flow occurs, any offensive matter is certain to be captured.

Control of Debris Flow by Steel Slit Dam

Normal condition :



Water and harmless sediments flow down under normal conditions.



In case of debris flood :



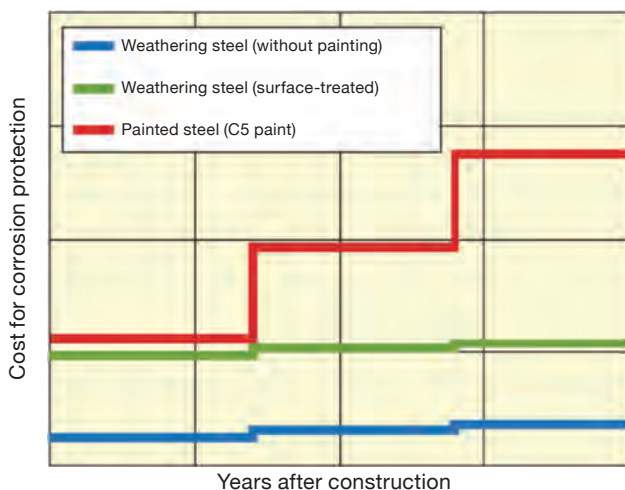
Shift-type structures is designed considering the ecosystem, which does not disrupt river flow.

Weathering Steel for Bridges

Weathering steel forms protective rust on every surface due to the addition of such elements as Cu, Ni, and Cr. This protective coating of rust is tight and homogeneous, and is characterized by an

extremely slow rate of corrosion. This property allows weathering steel to serve a long time without surface painting. This leads to reduced maintenance costs for steel bridges.

Image of Lifecycle Cost Reduction in Weathering Steel Bridges



Application of weathering steel bridge in remote mountainous area

(ปกหลัง)

กิจกรรมของสมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย

งานสัมมนาในประเทศไทย

สมาพันธ์เหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทยในความร่วมมือของสถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทยได้จัดงานสัมมนา 2 ครั้งในเดือนตุลาคม 2015 ที่กรุงเทพมหานคร งานสัมมนาทั้งสองครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการความร่วมมือระหว่างรัฐบาลทั้งสองประเทศภายใต้กรอบความตกลงหุ้นส่วนทางเศรษฐกิจไทยญี่ปุ่นหรือ JTEPA

งานสัมมนาครั้งแรกเป็นงานสัมมนาเกี่ยวกับสะพานเหล็กซึ่งจัดขึ้นในวันที่ 13 และ 14 ตุลาคม โดยมีผู้เชี่ยวชาญมาร่วมบรรยายจำนวนทั้งสิ้น 4 ท่าน และ 2 ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมาให้การบรรยายในหัวข้อ "ภาพรวมและประโยชน์ของสะพานโครงสร้างเหล็ก" และ "ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสะพานแขวน" งานสัมมนาครั้งที่ 2 ได้ถูกจัดขึ้นในวันที่ 15 ตุลาคมโดยเป็นงานสัมมนาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและการประหยัดพลังงานซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญชาวญี่ปุ่นมาร่วมบรรยาย จำนวน 2 ท่าน

งานสัมมนาทั้งสองครั้งประสบความสำเร็จอย่างสูงโดยมีจำนวนผู้เข้าร่วมสัมมนาเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีโครงการความร่วมมืออื่นๆที่กำลังอยู่ในขั้นเตรียมการเช่นงานสัมมนาด้านโครงสร้างเหล็กที่จะจัดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น และโครงการ ฝึกงานสำหรับวิศวกรไทย

ภาพ: งานสัมมนาเรื่องสะพานช่วงเหล็กที่จัดขึ้นในกรุงเทพมหานคร

ผลการสำรวจที่จัดทำขึ้นโดย Steel Construction

Today & Tomorrow

ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2014 ไปจนถึงเดือนมิถุนายน 2015 ผู้อ่านนิตยสาร Steel Construction Today & Tomorrow ในต่างประเทศได้ให้ความร่วมมือในการร่วมทำแบบสำรวจซึ่งได้มีการรายงานไว้ในนิตยสารฉบับที่ 42 ถึง 44

อันดับแรกเราต้องขอแสดงความขอบคุณอย่างสุดซึ้งถึงความอนุเคราะห์จากผู้อ่านนิตยสารของเราที่ได้ช่วยตอบแบบสอบถามดังกล่าวนี้มีข้อมูลมากมายที่เป็นประโยชน์ที่เราได้รับซึ่งบางส่วนได้ถูกนำเสนอด้านล่าง

จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามมีจำนวนทั้งสิ้น 58 ท่านโดยส่วนใหญ่เป็นผู้อ่านในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 97% ของผู้ตอบแบบสอบถามกล่าวว่าข้อมูลที่ได้รับเป็นประโยชน์ต่อการทำงานในปัจจุบัน 88% ของผู้ตอบแบบสอบถามมีประสบการณ์การทำงานกับโครงสร้างเหล็ก และเป็นที่ชัดเจนว่าเหล็กโครงสร้างรูปพรรณได้ถูกนำไปใช้มากที่สุดในงานโครงสร้างเหล็กโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ในขณะเดียวกันสาเหตุสำคัญที่โครงสร้างเหล็กไม่ได้ถูกเลือกใช้คือมูลค่างานก่อสร้างที่สูง รองลงมาเป็น ประเด็นเรื่องความประสงค์ของลูกค้า และสำหรับหัวข้อที่ผู้อ่านสนใจติดตามในอนาคตนั้น งานสะพานมาเป็นลำดับที่ 1 ตามมาด้วยงานก่อสร้างทางด่วน ลำดับที่ 3 เป็นเรื่องการป้องกันการเกิดสนิม ลำดับที่ 4 เป็นเรื่องการป้องกันแผ่นดินไหว และลำดับสุดท้ายเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานรถไฟ

ผลการสำรวจดังกล่าวนี้จะเป็นสิ่งสำคัญในการจัดเตรียมเนื้อหาเพื่อให้สะท้อนกับความต้องการของผู้อ่านเป็นสำคัญ

Seminar on steel bridges



Mr. Nattapon Ratanamalee (ISIT)



Mr. Nuttapon Suttitam (ISIT)



Mr. Toru Watabiki (JFE Engineering Corporation)



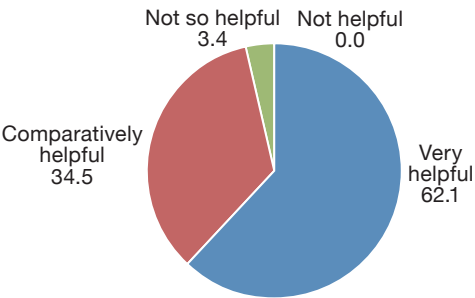
Mr. Hiroyuki Okada (Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation)

Seminar on the environment and energy conservation



(from left to right) JISF staff, Mr. Noriji Numata (JFE Steel Corporation), Mr. Songwoot Graiparpong (ISIT), Mr. Teruo Furuyama (Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation)

Usefulness of Steel Construction Today & Tomorrow for your current work (%)



Is the steel structure used in your current work? (%)

