การศึกษาแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย

นาย ธัชชัย จันทร์รัชชกูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GUIDELINES FOR DEMOLITION MATERIALS MANAGEMENT IN THAILAND

Mr. Thatchai Chanrachakul

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering

Department of Civil Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย
โดย	นายธัชชัย จันทร์รัชชกูล
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ธงทอง)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ธัชชัย จันทร์รัชชกูล : การศึกษาแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย. (GUIDELINES FOR DEMOLITION MATERIALS MANAGEMENT IN THAILAND) อ. ที่ปรึกษา: อ.ดร.นพดล จอกแก้ว, 153 หน้า

ในปัจจุบันการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของงานก่อสร้างเนื่องจาก อาคารเดิมมีการเสื่อมสภาพหรือต้องการสร้างสิ่งปลูกสร้างใหม่ทดแทน ซึ่งปัจจุบันในประเทศไทยยังมีแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ไม่หลากหลาย โดยจากการศึกษาพบว่าในต่างประเทศมีแนวทางการจัดการที่หลากหลายกว่า ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่แนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศสามารถนำมาใช้ได้กับในประเทศไทย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย โดยการศึกษาวิธีการจัดการวัสดุที่มีอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบันอย่างละเอียดและศึกษาวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนในต่างประเทศ หลังจากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบเพื่อให้ได้วิธีการจัดการที่แตกต่างและนำวิธีการจัดการเหล่านั้นทดลองใช้กับกรณีของประเทศไทย ซึ่งในการศึกษานี้ได้ศึกษาวัสดุในส่วนของส่วนประกอบของงานอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ได้แก่ คอนกรีต เหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ ไม้ส่วนโครงสร้าง ประตูและหน้าต่าง และวัสดุมุงหลังคา

จากการศึกษาโดยการเปรียบเทียบพบว่าในต่างประเทศมีการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการจัดการในแนวทางดังกล่าว ดังนั้นจึงมีการทดลองนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาบดย่อยเป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีตโดยพิจารณาจากอัตราผลผลิต และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น รวมถึงคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบจากเศษคอนกรีตที่บดย่อย ซึ่งใช้วิธีการบดย่อยโดย แรงงานคน การส่งโรงโม่หิน และใช้เครื่องบดย่อยขนาดเล็ก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในส่วนของการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนนำกลับมาใช้ใหม่ โดยการศึกษาในส่วนของค่าใช้จ่ายและคุณสมบัติไม้

ผลจากการวิจัยพบว่าการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาบดย่อยเพื่อใช้เป็นมวลรวมหยาบโดยใช้แรงงานคนมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก เนื่องจากมีอัตราผลผลิตที่ต่ำเมื่อเทียบกับการใช้หินก่อสร้างสำหรับผสมคอนกรีต โดยจากการศึกษาคุณสมบัติของคอนกรีตพบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบจากเศษคอนกรีตต่ำกว่าคอนกรีตที่ใช้หินก่อสร้างเป็นมวลรวมหยาบ ในขณะที่ใช้การบดย่อยเศษคอนกรีตโดยส่งโรงโม่หินพบว่าอาจมีต้นทุนที่สูง เนื่องจากต้องมีการขนส่งเศษคอนกรีตจากหน่วยงานก่อสร้างไปยังโรงโม่หิน แต่ถ้าใช้เครื่องย่อยหินขนาดเล็กเข้ามาช่วยในการบดย่อยเศษคอนกรีตพบว่าสามารถทำให้ต้นทุนในการบดย่อยเศษคอนกรีตลดลงเมื่อเทียบกับการบดย่อยโดยการใช้แรงงานคน แต่ต้นทุนใกล้เคียงกับการใช้หินก่อสร้าง ในขณะที่การนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่พบว่ามีต้นทุนที่ต่ำกว่าไม้ก่อสร้างใหม่ในกรณีของไม้เนื้อแข็ง ในขณะที่ไม้เนื้ออ่อนมีต้นทุนที่สูงกว่า โดยไม้มีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้

ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2550	

4770307021 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEY WORD : DEMOLITION MATERIAL / DEMOLITION

THATCHAI CHANRACHAKUL: GUIDELINES FOR DEMOLITION MATERIALS MANAGEMENT IN THAILAND. THESIS ADVISOR: NOPPADON JOKKAW, Ph.D., 153 pp.

Nowadays, the demolition of buildings has become a part of the construction projects due to several factors e.g., deterioration of existing buildings and replacement of new construction project. In Thailand, the management of demolition materials is limited while in some other countries, various methods have been implemented to manage successfully the demolition materials.

The purposes of this research are to study the methods of demolition materials management currently implemented in Thailand and other countries, compare among several methods in order to identify the feasible methods that could possibly be applied in Thailand and experiment those methods. In this research, materials which are the main structures of buildings such as concrete, reinforcing steel, steel structure, wood, and roofing materials have been studied.

In other countries, the demolition concrete has been used as concrete's coarse aggregate but this method has not been applied in Thailand. Thus, this method had been studied and experimented by considering productivity rate of demolition concrete crushing, costs of crushing and properties of mixed concrete generating from crushed demolition concrete coarse aggregate. The crushing methods of demolition concrete used in this research include crushing by manpower, crushing plant and small crusher machine. Moreover, this research also studies the costs and properties in reusing demolition wood.

The results of the study show that the cost of crushing demolition concrete by using manpower is very high because the productivity rate of crushing is lower than using stone as coarse aggregate. Furthermore, the strength of concrete generated by using crushed demolition concrete as coarse aggregate is lower than normal concrete generated by using stone. On the other hand, instead of using manpower, crushing the demolition concrete by delivering to crushing plant also have high processing cost due to high transportation costs. However, the small crusher machine can improve the productivity rate of crushing process and save cost when comparing with manpower. Moreover, wood from demolition can be reused effectively as construction wood and cost of hard wood from demolition is lower than construction wood but for soft wood, it is more expensive than construction wood.

Department : Civil Engineering Student's Signature: .....

Field of Study : Civil Engineering Advisor's Signature: .....

Academic Year : 2007

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ ความร่วมมือ และกำลังใจจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยดูแลการทำงานวิจัยอย่างใกล้ชิด ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมให้กำลังใจในการทำงาน ตลอดจนขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร. วิสุทธิ์ ช่อวิเชียร ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิง คุณะวัฒน์สถิตย์ กรรมการ รองศาสตราจารย์ ดร. ธนิต ธงทอง และ อาจารย์ ดร. วัชระ เพียรสุภาพ กรรมการ ที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ในการสำรวจและเก็บข้อมูลเพื่อทำวิทยานิพนธ์นั้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณหน่วยงานต่างๆที่ผู้วิจัยเข้าสำรวจข้อมูลที่อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยมีความสำนึกในพระคุณของคณาจารย์ทุกท่าน คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ บิดามารดา ญาติพี่น้องของผู้ทำวิจัย ที่ได้เอาใจใส่ดูแลและให้ความอนุเคราะห์แก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....จ
กิตติกรรมประกาศ .....ฉ
สารบัญ .....ช
สารบัญตาราง .....ฌ
สารบัญภาพ .....ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3
1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย 4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 นิยามวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 6
2.2 การจำแนกวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 6
2.3 วิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 7
2.4 แนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีมาในอดีต 10
2.5 การนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาใช้เป็นมวลรวมหยาบ สำหรับผสมคอนกรีต 21
2.6 บทสรุป 23

บทที่ 3 การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศ 24
3.1 วิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในทวีปยุโรป 24
3.2 วิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในทวีปอเมริกาเหนือ 28
3.3 วิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในทวีปเอเชีย 31

หน้า

3.4 บทสรุป 36

บทที่ 4 การศึกษาการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย 37
4.1 การจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 37
4.2 การจัดการเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 43
4.3 การจัดการเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 47
4.4 การจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 50
4.5 การจัดการประตูและหน้าต่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 57
4.6 การจัดการวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 60
4.7 การเปรียบเทียบวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 64
4.8 บทสรุป 77

บทที่ 5 การทดลองใช้วิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย 78
5.1 การทดลองนำเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสำหรับใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับ
ผสมคอนกรีตในประเทศไทย 78
5.2 การศึกษาการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาใช้ใหม่ 127
5.3 บทสรุป 133

บทที่ 6 สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ 134
6.1 สรุปผลงานวิจัย 134
6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย 135
6.3 ข้อเสนอแนะ 136

รายการอ้างอิง 137

ภาคผนวก 140
ภาคผนวก ก 141
ภาคผนวก ข 146

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 153

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ชนิดของเศษสิ่งก่อสร้างและวิธีการจัดการที่ใช้กันทั่วไปในประเทศไทย 12
ตารางที่ 2.2 ตัวคูณประกอบเพื่อประมาณค่าในแบบจำลอง 18
ตารางที่ 3.1 วิธีการจัดการวัสดุโดยแบ่งแยกตามประเภทวัสดุ 29
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยและในต่างประเทศ 75
ตารางที่ 5.1 อัตราผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการบดย่อยคานคอนกรีตเพื่อให้ได้เหล็กเสริมคอนกรีตโดยใช้แรงงานคน 82
ตารางที่ 5.2 อัตราผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการทุบย่อยเศษคอนกรีตเพื่อทำเป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีต 88
ตารางที่ 5.3 ข้อมูลทั่วไปของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) 93
ตารางที่ 5.4 ค่าซ่อมบำรุงของเครื่องจักรแต่ละประเภท 94
ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงต้นทุนการจัดซื้อของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) 95
ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงมูลค่าซากของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) 96
ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงต้นทุนการจัดซื้อ (Ownership Cost) ของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) 96
ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงต้นทุนค่าดำเนินการ (Operation Cost) ของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) 97
ตารางที่ 5.9 ราคาเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) 98
ตารางที่ 5.10 ค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้เครื่องย่อยหิน (Jaw Crusher) 103
ตารางที่ 5.11 ตารางเปรียบเทียบต้นทุนวัสดุมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต 105
ตารางที่ 5.12 ขนาดและลักษณะของก้อนตัวอย่างต่อกำลังรับแรงอัด 110
ตารางที่ 5.13 อัตราส่วนความสูงต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่อกำลังรับแรงอัด 110
ตารางที่ 5.14 อัตราการกดต่อกำลังรับแรงอัด 111
ตารางที่ 5.15 ปริมาณน้ำเพื่อให้ได้ค่ายุบตัวตามต้องการ 114
ตารางที่ 5.16 ปริมาณส่วนละเอียดเมื่อใช้หินขนาดใหญ่สุดแตกต่างกัน 116

หน้า

ตารางที่ 5.17 กำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมแบบปกติ และกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 123
ตารางที่ 5.18 ค่าใช้จ่ายในการย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้แรงงานคนจากแหล่งต่างๆ 125
ตารางที่ 5.19 กำลังอัดของคอนกรีตจากการใช้เศษคอนกรีตจากหน่วยงานอื่นเป็นมวลรวมหยาบโดยเปรียบเทียบกับการทำการทดลอง 126
ตารางที่ 5.20 ตารางเปรียบเทียบราคาไม้เนื้อแข็งที่ความยาวไม่เกิน 5 เมตร 130
ตารางที่ 5.21 ตารางเปรียบเทียบราคาไม้เนื้อแข็งที่ความยาวเกิน 5 เมตร 131
ตารางที่ 5.22 ตารางเปรียบเทียบราคาไม้เนื้ออ่อนที่ความยาวไม่เกิน 5 เมตร 132
ตารางที่ 5.23 ตารางเปรียบเทียบราคาไม้เนื้ออ่อนที่ความยาวเกิน 5 เมตร 132

ตารางที่ ก.1 ลักษณะทั่วไปของหน่วยงานที่ทำการเก็บข้อมูล 142
ตารางที่ ก.2 การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างของหน่วยงานก่อสร้างที่ได้ทำการเก็บข้อมูล 144
ตารางที่ ข.1 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 1 147
ตารางที่ ข.2 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 2 149
ตารางที่ ข.3 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 3 150
ตารางที่ ข.4 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 4 151
ตารางที่ ข.5 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 5 152

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 10
รูปที่ 2.2 แนวทางการจัดการวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 13
รูปที่ 2.3 แผนภูมิแสดงปริมาณของวัสดุประเภทต่างๆของประเทศเยอรมัน 20
รูปที่ 2.4 แผนภูมิแสดงปริมาณของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่จัดการด้วย
วิธีรีไซเคิลและฝังกลบ 20
รูปที่ 2.5 แผนภูมิแสดงการจัดการวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศอังกฤษ 21
รูปที่ 2.6 การใช้ประโยชน์จากวัสดุที่ได้จากการรีไซเคิลเศษคอนกรีต 22
รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการรีไซเคิลเศษคอนกรีต 23
รูปที่ 3.1 เครื่องบดอัดคอนกรีตชนิด “RUBLLE MASTER” RM66 25
รูปที่ 3.2 เครื่องคัดแยกขนาดคอนกรีตชนิด “ROLLER SCREEN” 25
รูปที่ 3.3 การนำไม้มาเผาให้พลังงาน 26
รูปที่ 3.4 แผ่นไม้อัดที่ผลิตจากเศษไม้ 27
รูปที่ 3.5 เครื่องย่อยเศษไม้แบบต่างๆ 27
รูปที่ 3.6 เครื่องแปรรูปไม้ 28
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศสหรัฐอเมริกา 28
รูปที่ 3.8 แผนภูมิระหว่างมูลค่าของวัสดุกับเวลาวัฏจักรของวัสดุ..... 32
รูปที่ 3.9 แผนภูมิระหว่างมูลค่าของวัสดุกับเวลาวัฏจักรของวัสดุที่มีการนำกลับไปใช้ใหม่ และ
การนำกลับไปรีไซเคิล 33
รูปที่ 3.10 มวลรวมหยาบผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) ที่ได้จากคอนกรีต 34
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างวัสดุที่รื้อถอนได้โดยไม่กระทบกับโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง 38
รูปที่ 4.2 โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือผนังอิฐบล็อกฉาบคอนกรีตซึ่งถูกรื้อถอน 38
รูปที่ 4.3 การรื้อถอนโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างโดยใช้เครื่องจักร.....39
รูปที่ 4.4 การย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อแยก
เหล็กเสริมคอนกรีต 39
รูปที่ 4.5 การกองเก็บเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการขนย้าย 40
รูปที่ 4.6 การขนย้ายเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในเวลากลางคืน 41

หน้า

รูปที่ 4.7 การจัดเก็บเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ณ ลานพักเศษคอนกรีต 41
รูปที่ 4.8 การนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาทำถนนชั่วคราว 42
รูปที่ 4.9 ถนนชั่วคราวในสถานที่ก่อสร้างโดยถมจากเศษคอนกรีตที่เกิดจากการ
รื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 42
รูปที่ 4.10 แนวทางในการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 43
รูปที่ 4.11 การแยกเหล็กเสริมคอนกรีตออกจากเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอน
สิ่งก่อสร้าง 44
รูปที่ 4.12 การกองเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการขนย้าย 44
รูปที่ 4.13 การบีบอัดกองเหล็กเสริมคอนกรีตเพื่อง่ายต่อการขนย้าย 45
รูปที่ 4.14 การขนย้ายเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 45
รูปที่ 4.15 การใช้แผ่นวัสดุคลุมรถบรรทุกก่อนขนย้ายเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจาก
การรื้อถอน 46
รูปที่ 4.16 การชั่งน้ำหนักรถบรรทุกก่อนส่งโรงงานหลอมเหล็ก 46
รูปที่ 4.17 การนำเหล็กเข้าเตาหลอมและการหลอมเหล็ก 47
รูปที่ 4.18 เหล็กที่ได้จากการหลอมเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ 47
รูปที่ 4.19 การกองเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 48
รูปที่ 4.20 การขนย้ายเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 49
รูปที่ 4.21 การกองเก็บเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอ
การนำกลับมาใช้ใหม่ 49
รูปที่ 4.22 แนวทางในการจัดการวัสดุประเภทเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง..... 50
รูปที่ 4.23 กองไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยที่ยังมีตะปูติดอยู่ 51
รูปที่ 4.24 การรื้อถอนโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างส่วนที่เป็นไม้ 51
รูปที่ 4.25 การกองไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อเตรียมการขนย้าย 52
รูปที่ 4.26 การขนย้ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างขึ้นรถเพื่อนำไปที่โรงไม้ 52
รูปที่ 4.27 การขนย้ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อจัดเก็บในโกดัง 53
รูปที่ 4.28 การกองเก็บไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการตกแต่ง 53
รูปที่ 4.29 การตกแต่งไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยการตัดปลายไม้ 54
รูปที่ 4.30 การตกแต่งไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยการไสไม้ 54
รูปที่ 4.31 การกองเก็บไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการจำหน่าย 55

หน้า

รูปที่ 4.32 ไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างก่อนนำมาแปรรูปเป็นวัสดุใช้สอย 56
รูปที่ 4.33 เครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 56
รูปที่ 4.34 หน้าต่างที่ได้จากการแปรรูปไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 57
รูปที่ 4.35 เฟอร์นิเจอร์ที่ได้จากการแปรรูปไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 57
รูปที่ 4.36 การกองเก็บประตูที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อเตรียมการขนย้าย 58
รูปที่ 4.37 การขนประตูที่ทำจากไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างขึ้นรถเพื่อนำไปจัดเก็บ ... 59
รูปที่ 4.38 การกองเก็บประตูที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการจำหน่าย 59
รูปที่ 4.39 การกองเก็บหน้าต่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการจำหน่าย 60
รูปที่ 4.40 แนวทางในการจัดการวัสดุประเภทไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 61
รูปที่ 4.41 การขนย้ายวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างลงมากองไว้ด้านล่าง ... 62
รูปที่ 4.42 การกองวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการขนย้าย 62
รูปที่ 4.43 การขนย้ายวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 63
รูปที่ 4.44 การกองเก็บวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการจำหน่าย 63
รูปที่ 4.45 แนวทางในการจัดการวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง 64
รูปที่ 4.46 ขั้นตอนการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศ
เยอรมันและในประเทศไทย 66
รูปที่ 4.47 ขั้นตอนการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศ
สหรัฐอเมริกาและในประเทศไทย 67
รูปที่ 4.48 ขั้นตอนการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศ
ญี่ปุ่นและในประเทศไทย 68
รูปที่ 4.49 ขั้นตอนการจัดการเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศอังกฤษ
และในประเทศไทย 69
รูปที่ 4.50 ขั้นตอนการจัดการเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศสหรัฐอเมริกา
และในประเทศไทย 70
รูปที่ 4.51 ขั้นตอนการจัดการเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศญี่ปุ่น
และในประเทศไทย 71
รูปที่ 4.52 ขั้นตอนการจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศเยอรมัน
และในประเทศไทย 72

หน้า

รูปที่ 4.53 ขั้นตอนการจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศสหรัฐอเมริกา และในประเทศไทย 73
รูปที่ 4.54 ขั้นตอนการจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศญี่ปุ่น และในประเทศไทย 74
รูปที่ 5.1 ขั้นตอนในการทดลองเพื่อใช้เศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเป็น มวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต 80
รูปที่ 5.2 การทุบย่อยคานคอนกรีตโดยใช้คนงาน 1 คน 83
รูปที่ 5.3 การทุบย่อยคานคอนกรีตโดยใช้คนงาน 2 คน 83
รูปที่ 5.4 การทุบย่อยคานคอนกรีตโดยใช้คนงาน 3 คน 84
รูปที่ 5.5 การทุบย่อยคานคอนกรีตโดยใช้คนงาน 4 คน 84
รูปที่ 5.6 เหล็กเสริมคอนกรีตที่ได้จากการทุบย่อยคานคอนกรีต 85
รูปที่ 5.7 การชั่งน้ำหนักเศษคานคอนกรีตที่เกิดจากการทุบย่อย 85
รูปที่ 5.8 การทุบย่อยเศษคอนกรีตทำโดยใช้ค้อนขนาดใหญ่ 86
รูปที่ 5.9 เศษคอนกรีตที่ได้จากการทุบย่อยในขั้นตอนที่ 1 86
รูปที่ 5.10 การทุบย่อยเศษคอนกรีตในช่วงแรกโดยใช้ค้อนขนาดเล็ก 87
รูปที่ 5.11 เศษคอนกรีตที่สามารถใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต 87
รูปที่ 5.12 ตะแกรงคัดดิน (Grizzly Bar) 89
รูปที่ 5.13 เครื่องบดหินประเภท Jaw Crusher 90
รูปที่ 5.14 เครื่องบดหินประเภท Impact Crusher 90
รูปที่ 5.15 เครื่องบดหินประเภท Cone Crusher 91
รูปที่ 5.16 กระบวนการย่อย และผสมหิน 92
รูปที่ 5.17 ขั้นตอนการบดย่อยหินโดยใช้เครื่องจักรช่วยในการป้อนเศษคอนกรีต 100
รูปที่ 5.18 แผนภูมิแสดงค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้เครื่องบดย่อย ขนาดเล็ก 104
รูปที่ 5.19 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนการใช้มวลรวมหยาบผสมคอนกรีตจากหิน ก่อสร้างและเศษคอนกรีตจากการรื้อถอน 106
รูปที่ 5.20 ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังของคอนกรีต 112
รูปที่ 5.21 ขั้นตอนในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต 113

หน้า

รูปที่ 5.22 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ และค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต 114
รูปที่ 5.23 มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างผ่านตะแกรงขนาด 1” 116
รูปที่ 5.24 การนำมวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) แช่น้ำตามขั้นตอนที่กำหนด..... 116
รูปที่ 5.25 อัตราส่วนผสมที่ได้จากการออกแบบ 117
รูปที่ 5.26 การทำความสะอาดเครื่องผสมคอนกรีตก่อนทำการผสมคอนกรีต 117
รูปที่ 5.27 คอนกรีตที่ได้จากการผสม 118
รูปที่ 5.28 การเตรียมแบบหล่อที่ใช้สำหรับหล่อก้อนตัวอย่างคอนกรีต 118
รูปที่ 5.29 การใช้เครื่องจี้คอนกรีต (Vibrator) เพื่อทำให้ก้อนตัวอย่างแน่นปราศจากช่องว่าง . 119
รูปที่ 5.30 การปาดเรียบผิวหน้าก้อนตัวอย่าง 119
รูปที่ 5.31 การถอดแบบหล่อก้อนตัวอย่างคอนกรีต 120
รูปที่ 5.32 การทำสัญลักษณ์ก้อนตัวอย่างในแต่ละอัตราส่วนผสม (Mix Design) 120
รูปที่ 5.33 การบ่มคอนกรีต 121
รูปที่ 5.34 ก้อนตัวอย่างรูปทรงกระบอกที่หุ้มหัว และไม่หุ้มหัว 121
รูปที่ 5.35 การหุ้มหัว (Cap) หัวก้อนตัวอย่างเพื่อให้ผิวหน้าเรียบก่อนการทดสอบ 122
รูปที่ 5.36 การนำก้อนตัวอย่างเข้าเครื่องทดสอบเพื่อทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต 122
รูปที่ 5.37 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตทั้งสองอัตราส่วนผสม (Mix Design) ... 124
รูปที่ 5.38 แผนภูมิแสดงกำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 14 วันจากหน่วยงานอื่นเปรียบเทียบกับการทดลอง 127
รูปที่ 5.39 ขั้นตอนในการศึกษาเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย และคุณภาพของไม้ใหม่ และไม้ที่ได้จากการรื้อถอน 129

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเป็นส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดปริมาณของเสียขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อชุมชน จากการศึกษาและการประมาณปริมาณของของเสียที่เกิดจากการก่อสร้างและการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (Construction and Demolition) ในต่างประเทศมีปริมาณของเสีย ดังนี้

- 15-30% ของปริมาณของเสียทั้งหมดในประเทศคูเวต (Kartam, 2004)
- 20-30% ของปริมาณของเสียทั้งหมดในประเทศอียิปต์ (Al-Anasary, 2004)
- 20-35% ของปริมาณของเสียทั้งหมดในประเทศสหรัฐอเมริกา (CDM, 2004)
- 38% ของปริมาณของเสียทั้งหมดในประเทศอเมริกา (Dolan, 1999)

ซึ่งสามารถบอกได้ว่าปริมาณของเสียจากการก่อสร้าง และรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นมีปริมาณประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น ซึ่งในประเทศไทยนั้นอาจมีปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่ได้กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของปริมาณของเสียอาจกล่าวได้ว่าส่วนหนึ่งมาจากปริมาณของเสียจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ดังนั้นถ้ามีแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ดีอาจทำให้ปริมาณของเสียจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างลดลง

ในปัจจุบันมีการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมากขึ้นเนื่องมาจากสิ่งก่อสร้างในอดีตมีการเสื่อมสภาพ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สินเมื่อสิ่งก่อสร้างหมดอายุการใช้งาน ซึ่งต้องเข้าสู่กระบวนการรื้อถอน โดยในเมืองใหญ่มีลักษณะสำคัญประการหนึ่ง คือ ต้องการสิ่งก่อสร้างเพื่อให้ได้ผลตอบแทนจากที่ดินให้สูงขึ้น เช่น สร้างอาคารที่อยู่ในบริเวณเขตชุมชนหรือในย่านธุรกิจ ดังนั้นเพื่อความคุ้มค่าสำหรับลงทุนในที่ดิน จึงจำเป็นต้องรื้ออาคารเก่าเพื่อสร้างอาคารใหม่ทดแทน หรืออาจมีเหตุผลจากการวิบัติของอาคารอันเนื่องมาจากอัคคีภัย วาตะภัย แผ่นดินไหว ดินถล่ม ทำให้โครงสร้างเกิดความเสียหายเป็นเหตุให้มีการรื้อถอน นอกจากนี้อาจเกิดจากความต้องการในการดัดแปลงหรือเปลี่ยนวัตถุประสงค์การใช้งานของอาคารทำให้มีการรื้อถอนบางส่วนของอาคาร ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า งานรื้อถอนอาคารอาจเป็นงานเบื้องต้นของการก่อสร้างอาคารในเขตชุมชนเมืองในอนาคต (สุนทร ลัภกิตโร, 2531) อย่างไรก็ตามการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างแต่ละครั้งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านต่างๆ หลายด้าน เช่น ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสังคม เป็นต้น

สำหรับแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยนั้นยังไม่มีมาตรฐานที่ชัดเจน โดยอาจใช้มาตรฐานการจัดการวัสดุที่เกิดจากการก่อสร้างของกรมควบคุม

มลพิษซึ่งเป็นเพียงแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยมองในภาพรวมของการจัดการโดยทั่วไป และเน้นความสำคัญไปที่ปัญหาในมุมมองสาธารณะเป็นหลัก ซึ่งมีสองแนวทางในการจัดการ คือ การขายวัสดุ และการฝังกลบ แต่ยังขาดมุมมองของการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในมุมมองของเจ้าของงาน และมุมมองของผู้รับเหมางานรื้อถอน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีความคุ้มค่า และมีผลประโยชน์มากที่สุด

ในกระบวนการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยนั้น ผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการประมูลงานจากเจ้าของงานแล้วทำการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ประมูลได้ โดยที่วัสดุทั้งหมดที่เกิดจากการรื้อถอนตกเป็นกรรมสิทธิ์ของผู้รับเหมายกเว้นในบางกรณีอาจเป็นของเจ้าของงาน และในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นผู้รับเหมาอาจนำไปขายต่อ โดยในการขายวัสดุนั้นถ้าเป็นวัสดุที่สามารถขายได้ทันที และมีผู้รับซื้อจำนวนมาก เช่น เศษคอนกรีต เหล็ก ไม้ เป็นต้น ผู้รับเหมาอาจทำการเปิดประมูลให้ผู้รับซื้อทำการประมูลวัสดุ โดยการประมูลเหมารวมทั้งอาคาร เช่น งานเหล็กรูปพรรณทำการประมูลโดยคิดปริมาณจากเหล็กรูปพรรณที่มีอยู่ทั้งหมดของอาคาร เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นพบว่าแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยนั้นมีแนวทางไม่มากนัก คือ อาจทำการขายวัสดุ หรือทำการฝังกลบ โดยที่ในการขายวัสดุนั้นวัสดุที่ทำการขายได้ในทันทีอาจมีเพียง เหล็ก ไม้ และเศษคอนกรีต เท่านั้น ในขณะที่วัสดุอื่นอาจต้องใช้เวลาในการขายจึงทำให้ต้องมีพื้นที่หรือโกดังเพื่อใช้ในการเก็บรักษาวัสดุก่อนทำการขาย ซึ่งถ้าสามารถมีแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มากกว่าการขายอาจช่วยให้มีทางเลือกในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนโดยไม่ต้องใช้พื้นที่ในการเก็บวัสดุ อีกทั้งการมีแนวทางเลือกในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างยังสามารถช่วยให้ผู้รับเหมามีทางเลือกในการจัดการวัสดุแต่ละชนิดได้ โดยอาจให้ประโยชน์ หรือเสียผลประโยชน์แตกต่างกันในแต่ละแนวทางของการจัดการ ดังนั้นการมีแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพิ่มขึ้นสามารถช่วยให้ผู้รับเหมางานรื้อถอนได้ประโยชน์มากขึ้น

ในขณะที่การฝังกลบ เป็นการกำจัดวัสดุโดยการนำไปฝังกลบในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกตามหลักวิชาการทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม วิศวกรรม สถาปัตยกรรม และการยินยอมจากประชาชน จากนั้นจึงทำการออกแบบและก่อสร้าง โดยมีการวางมาตรการป้องกันผลกระทบที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังต้องมีรูปแบบการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล อาจใช้วิธีขุดให้ลึกลงไปในชั้นดินหรือการถมให้สูงขึ้นจากระดับพื้นดิน หรืออาจจะใช้ผสมสองวิธี ขึ้นอยู่กันสภาพภูมิประเทศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2547) โดยการฝังกลบเป็นวิธีการที่ใช้เทคโนโลยีค่อนข้างต่ำดังนั้นเจ้าหน้าที่ควบคุมจึงไม่จำเป็นต้องมีความชำนาญมาก แต่สามารถ

กำจัดวัสดุได้ทั้งหมด ซึ่งข้อดีของวิธีนี้ คือ มีการลงทุน และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ แต่มีข้อเสีย คือ มีผลกระทบต่อน้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน และอากาศ และยังใช้ที่ดินมาก

สำหรับแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนในต่างประเทศนั้น อาจเป็นแนวทางในการจัดการที่แตกต่างกับในประเทศไทยในหลายด้าน เนื่องจากความแตกต่างในด้านประเภทของวัสดุก่อสร้าง โครงสร้างค่าใช้จ่ายในการขนส่งวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอน การให้ความสำคัญกับสิ่งแวดล้อม ข้อกำหนดและกฎหมายเกี่ยวกับการจัดการของเสีย หรือแม้กระทั่งทางด้านสังคม เป็นต้น

ดังนั้นความเป็นมาและเหตุผลข้างต้นจึงเป็นมูลเหตุที่นำไปสู่ความต้องการในการศึกษาแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อศึกษาวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสำหรับประเทศไทย
2) เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีในประเทศไทย และต่างประเทศ
3) นำวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ยังไม่มีในประเทศไทยมาทำการทดลองเพื่อนำเสนอเป็นแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสำหรับผู้รับเหมางานรื้อถอนในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาถึงปัญหาในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ได้แก่ งานอาคาร โดยทำการศึกษาโครงการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานคร และเขตปริมณฑล เนื่องจากการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในเขตกรุงเทพมหานคร และเขตปริมณฑลมีปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกแนวทางหลายปัจจัย เช่น การขนส่งวัสดุเพื่อนำไปจัดการ เป็นต้น

วัสดุที่ทำการศึกษาเป็นวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของสิ่งก่อสร้างที่ทำการรื้อถอน ได้แก่ งานโครงสร้าง เช่น คอนกรีต เหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ ไม้โครงสร้างอาคาร และงานสถาปัตยกรรม เช่น ประตูและหน้าต่าง วัสดุมุงหลังคา เป็นต้น โดยในการศึกษาวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของงานอาคารวัสดุที่ทำการศึกษาไม่รวมเครื่องใช้ที่มิได้เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างอาคาร เช่น เฟอร์นิเจอร์ วัสดุลอยตัว เป็นต้น

การศึกษาแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างศึกษาวิธีการจัดการในมุมมองของผู้ที่ทำการรื้อถอนเป็นหลัก โดยพิจารณาการจัดการวัสดุที่เกิดขึ้นภายหลังจากทำการรื้อถอนจนทราบผลลัพธ์สุดท้ายของการจัดการวัสดุในแต่ละประเภท

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับปริมาณของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง การจำแนกประเภทของวัสดุ และแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศ รวมถึงทำการสัมภาษณ์เบื้องต้นจากผู้รับเหมางานรื้อถอนจำนวน 20 หน่วยงาน เกี่ยวกับวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย
2) ศึกษาวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศ ได้แก่ เศษคอนกรีต วัสดุประเภทเหล็ก วัสดุประเภทไม้ และวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างแต่ละประเภทที่มีในต่างประเทศ โดยพิจารณาตามลักษณะที่ตั้งของแต่ละประเทศ ได้แก่ ทวีปอเมริกา ทวีปยุโรป และทวีปเอเชีย โดยทำการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา
3) ศึกษารายละเอียดของวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในแต่ละประเภทของวัสดุจากการสัมภาษณ์ผู้ที่รับซื้อวัสดุจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้าง โดยเริ่มตั้งแต่ภายหลังการรื้อถอนจนทราบผลลัพธ์สุดท้ายของการจัดการวัสดุนั้น ซึ่งแบ่งประเภทวัสดุออกเป็น 2 ส่วน คือ
    3.1) งานโครงสร้าง ได้แก่ เศษคอนกรีต เหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ และไม้โครงสร้างอาคาร
    3.2) งานสถาปัตยกรรม ได้แก่ ประตูและหน้าต่าง และวัสดุมุงหลังคา
4) เปรียบเทียบวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่เกิดขึ้นในประเทศไทย กับวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีในต่างประเทศ โดยทำการเปรียบเทียบแยกตามประเภทของวัสดุ และแยกตามประเทศที่ทำการศึกษา เพื่อศึกษาว่าสามารถใช้วิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในแนวทางเดียวกับที่ต่างประเทศใช้ได้หรือไม่
5) นำวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีในต่างประเทศแต่ยังไม่มีในประเทศไทยมาทำการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นมาใช้ในประเทศไทย ได้แก่ การนำเศษคอนกรีตที่

เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมารีไซเคิลใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ

5.1) ค่าใช้จ่าย (Cost) ในการบดย่อยเศษคอนกรีตเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต โดยแบ่งออกเป็น 3 วิธี คือ

- ใช้แรงงานคนในการบดย่อย ซึ่งศึกษาโดยทำการทดลองบดย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้แรงงานจำนวน 4 คน
- นำเศษคอนกรีตส่งโรงโม่หิน โดยศึกษาจากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโรงโม่หิน
- ใช้เครื่องย่อยหินขนาดเล็กในการบดย่อย ซึ่งศึกษาจากการวิเคราะห์ต้นทุนของเครื่องจักรที่นำมาใช้ในการบดย่อยเศษคอนกรีต

5.2) คุณสมบัติ (Properties) ได้แก่ การศึกษากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยมวลรวมหยาบที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตเปรียบเทียบกับกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ได้จากการใช้มวลรวมหยาบโดยทั่วไป

6) ทำการศึกษาการนำไม้โครงสร้างอาคารที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ

6.1) ค่าใช้จ่าย (Cost) ในการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่ โดยทำการเปรียบเทียบราคาของไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจากตัวแทนจำหน่ายจำนวน 5 ร้านค้ากับราคากลางของไม้ก่อสร้างทั่วไป

6.2) คุณภาพ (Quality) ของไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่นำกลับมาใช้ใหม่ โดยศึกษาจากการสัมภาษณ์ตัวแทนจำหน่ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง และผู้ที่มีความต้องการใช้ไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

7) สรุปผลการศึกษาและการวิจัยและให้ข้อเสนอแนะเพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยในปัจจุบัน

8) จัดทำรายงานการวิจัย และนำเสนอผลงานการศึกษาและวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1) ทราบถึงวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย
2) ทราบถึงความแตกต่างของวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย และต่างประเทศ
3) ใช้เป็นแนวทางให้ผู้รับเหมางานรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยนำไปประยุกต์เป็นเครื่องมือในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิยามของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จากการศึกษาของ Manitoba Conservation (2002) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ให้คำแนะนำในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้ให้คำนิยามของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอน หมายถึง วัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนของ ตึก สะพาน ถนน และสิ่งก่อสร้างอื่นๆ โดยที่วัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนส่วนใหญ่ของสิ่งก่อสร้างประกอบด้วย ไม้ คอนกรีต โลหะ ผนังไม้ ยางมะตอย และอื่นๆ ส่วนประกอบรองลงมาได้แก่ แผ่นไม้ เศษหิน อิฐ กระเบื้อง แก้ว พลาสติก ดิน และวัสดุที่เกิดจากการปรับพื้นที่สถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

Dolan (1999) ได้ให้คำจำกัดความของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างว่าเป็นวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของสิ่งก่อสร้าง ที่เป็นผลมาจากการรื้อถอนของ ถนน บ้าน อาคารพาณิชย์ และสิ่งก่อสร้างอื่นๆ

ในขณะที่ CDM (2004) ซึ่งเป็นบริษัทผู้รับทำการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีการจัดทำข้อกำหนด (Specification) ในขั้นตอนการเตรียมสัญญารื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อเป็นแนวทางสำหรับวิศวกรในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้ให้นิยามวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างว่า เป็นวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของสิ่งก่อสร้าง หรือวัสดุจากการปรับปรุงสถานที่ก่อสร้าง ที่เป็นผลมาจากกระบวนการรื้อถอน

2.2 การจำแนกวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

Vanderley (2004) ได้ทำการจำแนกวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศบราซิลออกเป็น 4 ประเภท คือ

1) วัสดุที่สามารถนำกลับไปรีไซเคิลเป็นมวลรวมหยาบในการผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) เช่น เศษคอนกรีต เป็นต้น
2) วัสดุที่สามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้ เช่น เหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ แก้ว พลาสติก และไม้ เป็นต้น
3) วัสดุที่ไม่สามารถนำกลับไปรีไซเคิลในประเทศบราซิลได้เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเทคโนโลยี เช่น แผ่นยิปซัม เป็นต้น
4) วัสดุที่มีอันตราย เช่นวัสดุที่มีสารประกอบไฮโดรคาร์บอเนต หรือมีส่วนประกอบที่มีสารซัลเฟต เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Kartam (2004) และ Fatta (2003) ได้จำแนกวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศคูเวตออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) วัสดุที่เกิดจากการขุดเพื่อรื้อถอนสิ่งก่อสร้างรวมถึง ดิน ทราย กรวด ดินเหนียว และวัสดุอื่น ๆ ที่เกิดจากการขุด
2) วัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนถนนซึ่งวัสดุเหล่านี้อาจเป็นวัสดุประเภท แอสฟัลท์ หรือวัสดุที่เป็นส่วนประกอบของถนน เช่น ทราย กรวด และเหล็กเสริม
3) วัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนอาคาร ได้แก่ เศษคอนกรีต เศษอิฐ เหล็กเสริมคอนกรีต ยิปซัม เป็นต้น ซึ่งวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนอาคารนั้นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ อายุ ชนิด รูปร่าง และการใช้งานและขนาดของอาคารที่ทำการรื้อถอน

จากการศึกษาของ CDM (2004) ได้ทำการจำแนกวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยแบ่งตามประเภทของวัสดุไว้ดังนี้

1) เศษแอสฟัลท์ จากการรื้อถอนถนน
2) เศษคอนกรีตจากการรื้อถอนอาคาร คิดเป็นประมาณ 20-30% ของปริมาตรเศษวัสดุทั้งหมดที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
3) วัสดุประเภทเหล็ก จัดเป็นวัสดุที่ง่ายต่อการรีไซเคิล โดยสามารถนำไปหลอมใหม่เป็นเหล็กเสริมคอนกรีต หรือเหล็กรูปพรรณ เป็นต้น ซึ่งคิดเป็นประมาณ 10-30% ของปริมาตรเศษวัสดุทั้งหมดที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
4) ไม้จากโครงสร้างอาคาร ในการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่นั้นหากเป็นไม้ขนาดเล็ก จะนำไปใช้สำหรับทำไม้แบบ ทำค้ำยัน แต่ถ้าเป็นไม้ที่มีขนาดใหญ่จะนำไปใช้ในการทำเสาเข็มและโครงหลังคา เป็นต้น ซึ่งคิดเป็นประมาณ 10-30% ของปริมาตรเศษวัสดุทั้งหมดที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
5) ยิปซัมบอร์ด เป็นวัสดุที่ยากต่อการนำไปรีไซเคิล โดยที่ส่วนใหญ่ได้มาจากการรื้อถอนหลังคา และผนังกั้นบางชนิด
6) อุปกรณ์ตกแต่งภายในอาคาร เช่น ประตู หน้าต่าง นิยมนำไป รีไซเคิล

2.3 วิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จากการศึกษาพบว่า Al-Ansary (2001) ได้แบ่งวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่นิยมใช้โดยทั่วไปออกเป็น 5 วิธี ดังนี้

2.3.1 **การลดปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง** (Reduce Technique)

เป็นเทคนิคที่มุ่งที่ลดปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างก่อนการเกิดเป็นปัญหาในภายหลัง โดยที่การลดวัสดุที่เกิดขึ้นนั้นสามารถทำได้ทั้งในขั้นตอนการวางแผนงานรื้อถอนโดยเจ้าของงานและวิศวกร ในขั้นตอนการยื่นประมูลงาน และในขั้นตอนการรื้อถอน ซึ่งในสองขั้นตอนสุดท้ายนั้นสามารถทำด้วยกันทั้งสองฝ่าย คือ ทั้งเจ้าของงานและผู้รับเหมางานรื้อถอน

การลดปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) ส่วนของการวางแผน ทำโดยการให้เจ้าของงานเลือกวัสดุที่ต้องการรื้อถอนหรืออาจยังใช้งานได้ออกก่อน (Selective Demolition)
2) ส่วนการประมูลและร่างสัญญารื้อถอนสิ่งก่อสร้างซึ่งสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ส่วนของเจ้าของงาน ซึ่งเป็นแนวทางการทำงานที่เจ้าของงานต้องรับผิดชอบในระหว่างการประมูลและการเตรียมการรื้อถอน ดังนี้

(ก) แต่งตั้งวิศวกรเพื่อเป็นที่ปรึกษาในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

(ข) เลือกผู้รับเหมาที่มีประสบการณ์ด้านความปลอดภัยสูงและมีอัตราการนำวัสดุกลับมาใช้ประโยชน์สูงแทนที่เลือกจากผู้รับเหมาที่มีราคาต่ำสุด

(ค) วางแผนการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างรวมอยู่ในสัญญา

ส่วนของผู้รับเหมา เป็นแนวทางการทำงานที่ผู้รับเหมางานรื้อถอนต้องรับผิดชอบในระหว่างการประมูลและการเตรียมการรื้อถอน ดังนี้

(ก) ทำการประมาณระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

(ข) จัดลำดับการทำงานในการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

(ค) สำรวจและแยกประเภทของวัสดุที่สามารถ ลด นำกลับมาใช้ใหม่ หรือรีไซเคิล ตามชนิดและปริมาณ

(ง) ประมาณปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่อาจต้องนำไปทิ้ง

3) ส่วนของการดำเนินการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนของเจ้าของงาน เป็นแนวทางการทำงานที่เจ้าของงานต้องรับผิดชอบในระหว่างการดำเนินการรื้อถอน ดังนี้

(ก) ตรวจสอบให้ผู้รับเหมาทำตามแผนการจัดการวัสดุที่เกิดขึ้นตามที่ได้ทำตามที่ตั้งแผนงานไว้

(ข) ติดตามแผนการจัดการวัสดุที่เกิดขึ้นของผู้รับเหมา

(ค) ประเมินคุณสมบัติของผู้รับเหมา

ส่วนของผู้รับเหมา เป็นแนวทางการทำงานที่ผู้รับเหมางานรื้อถอนต้องรับผิดชอบในระหว่างการดำเนินการรื้อถอน ดังนี้

(ก) หลังจากได้รับหนังสือให้เริ่มทำงานจากเจ้าของงาน ผู้รับเหมาต้องส่งรายละเอียดของแผนการจัดการวัสดุให้กับเจ้าของงาน

(ข) วางแผนการลำดับการทำงานเพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด

2.3.2 **การนำกลับมาใช้ใหม่** (Reuse Technique)

การนำกลับมาใช้ใหม่ คือ เทคนิคที่นำวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปใช้ใหม่กับงานประเภทเดิม หรืองานที่มีคุณภาพต่ำกว่า ซึ่งผู้รับเหมางานรื้อถอนสามารถทำได้ในขั้นตอนการรื้อถอน โดยการเก็บรวบรวมและแยกประเภทวัสดุอย่างมีระเบียบ และมีการจัดทำเอกสารเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปพิจารณาว่าการจัดการวัสดุที่ใช้อยู่มีประสิทธิภาพมากเพียงไร

2.3.3 **การรีไซเคิล** (Recycle Technique)

การรีไซเคิล คือ การนำวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตวัสดุที่ใช้ในงานประเภทอื่น ซึ่งที่ผู้รับเหมางานรื้อถอนสามารถทำได้ในขั้นตอนการรื้อถอน โดยจัดตั้งทีมขึ้นมาเพื่อทำการจัดการวัสดุที่ต้องการรีไซเคิล โดยที่วัสดุนั้นเป็นวัสดุที่ไม่สามารถลดปริมาณ หรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยที่ต้องมีคุณภาพเพียงพอที่ใช้รีไซเคิลได้ตามมาตรฐานของประเทศนั้น และมีการแยกประเภทวัสดุรีไซเคิล และเก็บรักษาเพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพ

2.3.4 **การผลิตพลังงานทดแทน** (Recover Technique)

เป็นเทคนิคที่ผลิตพลังงานจากวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ไม่สามารถลด นำกลับมาใช้ใหม่ หรือรีไซเคิลได้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สามารถทำได้ในระหว่างการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยที่ผู้รับเหมาสามารถใช้เทคนิคที่หลากหลายในการผลิตพลังงาน เช่น การเผาวัสดุเพื่อนำพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นไปใช้เป็นพลังงานสำหรับทำงานประเภทอื่น

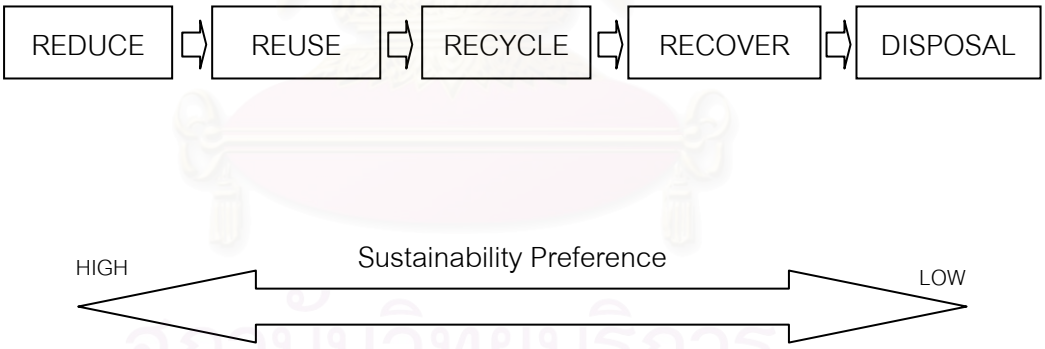
2.3.5 การฝังกลบ (Disposal)

การฝังกลบ คือ การนำวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปฝังกลบในสถานที่ที่มีการควบคุมป้องกัน โดยที่ผู้รับเหมางานรื้อถอนต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดการวัสดุที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ไปฝังกลบ

2.4 แนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีมาในอดีต

แนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีอยู่ในปัจจุบันมีหลากหลายแนวทาง ดังนี้

Al-Anasary (2004) จัดทำแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยทำการแบ่งออกเป็น 5 ระดับโดยเรียงลำดับตามความสำคัญจากมากไปหาน้อย คือ การลดปริมาณ การนำกลับมาใช้ใหม่ การรีไซเคิล การชดเชยพลังงาน และการกำจัดทิ้ง โดยทำการพิจารณาเพื่อลดปริมาณวัสดุก่อน ซึ่งหากไม่สามารถทำได้จึงพิจารณาการนำกลับมาใช้ใหม่ในลำดับต่อมา ซึ่งหากยังไม่สามารถทำได้อีกก็จะพิจารณาแนวทางถัดไปตามลำดับความสำคัญ ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างของ Al-Anasary (2004)

ปัจจุบันกรุงเทพมหานครประสบปัญหาการนำเศษวัสดุก่อสร้าง และวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปทิ้งตามที่สาธารณะ หรือพื้นที่ว่างของเอกชน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการรักษาความสะอาด และความเป็นระเบียบเรียบร้อยของเมือง ดังนั้นเพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว กรุงเทพมหานครจึงได้กำหนดมาตรการต่างๆ ทั้งในระยะสั้นและระยะยาวในการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างและวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ดังต่อไปนี้ (จิรานุวัฒน์ จันทร์จร, 2545)

1) มาตรการระยะสั้น ได้แก่

ก. ให้ผู้รับเหมาก่อสร้างที่รับจ้างงานก่อสร้างของกรุงเทพมหานครจัดทำแผนกำจัดเศษวัสดุจากการก่อสร้างหรือการรื้อถอนอาคาร ให้แก่กรุงเทพมหานครทราบ โดยถือเป็นเงื่อนไขสัญญาจ้าง

ข. ให้เอกชนที่มาขออนุญาติปลูกสร้างอาคาร ต้องส่งแผนกำจัดเศษวัสดุจากการก่อสร้างหรือการรื้อถอนอาคาร ให้แก่กรุงเทพมหานครทราบ ก่อนลงมือก่อสร้าง

ค. ใช้พระราชบัญญัติการรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 ลงโทษตามกฎหมาย

2) มาตรการระยะยาว ได้แก่

ก. ผลักดันให้มีกฎหมายกำหนดให้วัสดุก่อสร้างเป็นมูลฝอย หรือขยะพิเศษที่ผู้ประกอบการจะต้องรับผิดชอบในการกำจัด

ข. ศึกษาเตรียมการจัดตั้งศูนย์กำจัดเศษวัสดุก่อสร้าง หรือมูลฝอยจากการก่อสร้าง และรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

ค. พิจารณาจัดหาสถานที่เพื่อใช้ฝังเศษวัสดุประเภทนี้ หรือมีระบบกำจัดที่เหมาะสมที่สุด โดยที่ท้องถิ่นไม่ต้องมีค่าใช้จ่าย เพียงแต่เป็นผู้ตรวจสอบและควบคุมไม่ให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และผลเสียต่อชุมชน

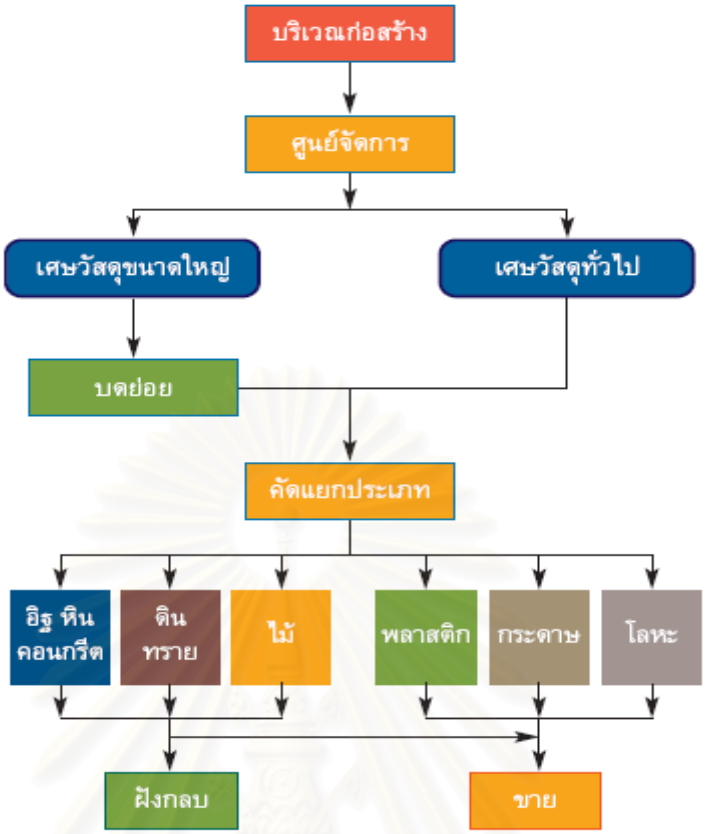
และจากการศึกษาของจิรานุวัฒน์ จันทร์จร (2545) พบว่าการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

กรมควบคุมมลพิษ (2547) กล่าวว่าองค์ประกอบของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างประกอบด้วย เศษอิฐ หิน ดิน ทราย คอนกรีต เศษไม้ โลหะต่างๆ เหล็ก กระป๋อง ตลอดจนกระดาษและพลาสติก โดยแนวทางการจัดการวัสดุเหล่านี้ ควรมีการคัดแยกวัสดุที่ยังสามารถนำกลับไปใช้ได้ โดยก่อนการคัดแยกวัสดุอาจจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการคัดแยก เช่น อุปกรณ์บดวัสดุที่มีขนาดใหญ่ และวัสดุที่แข็ง เช่น เศษคานคอนกรีต เศษหัวเสาเข็ม เป็นต้น และส่วนที่เหลือจึงนำไปกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสม อาทิ ฝังกลบ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ซึ่งกรมควบคุมมลพิษได้มีการจัดทำแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างดังนี้

ตารางที่ 2.1 ชนิดของเศษสิ่งก่อสร้างและวิธีการจัดการที่ใช้กันทั่วไปในประเทศไทย (ที่มา: จิรานุวัฒน์ จันทร์จร, 2545)

ชนิดของเศษสิ่งก่อสร้าง	วิธีการจัดการ	ผลกระทบจากการจัดการ
1. เศษไม้	- ขายให้แก่อุตสาหกรรมที่ต้องการใช้ไม้ไปทำฟืน - กำจัดเศษไม้เองด้วยการเผาเพื่อลดปริมาณขยะในสำนักงานสนาม - นำไปรวมกับเศษอิฐ หิน ดิน ทราย แล้วจ้างเอกชนขนไปทิ้งในที่รกร้าง - ให้คนงานและชาวบ้านนำไปทำฟืนใช้ในครัวเรือน	- ขาดโอกาสในการใช้ไม้ที่สามารถนำไปใช้ในงานอื่นได้อีก - ปริมาณควันจากการเผาเศษไม้จะมีมากทำให้อากาศเป็นพิษ - การนำไปทิ้งโดยไม่มีการจัดการที่ดีอาจทำให้มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม
2. เศษเหล็ก และอลูมิเนียม	- ขายให้ร้านรับซื้อของเก่าโดยมีอัตราราคาดังนี้ เหล็กรูปตัวC 2-3 บาท/กก. เหล็กกลม 2-3 บาท/กก. เหล็กข้ออ้อย 4 บาท/กก. อลูมิเนียม 20-25 บาท/กก.	- ขาดโอกาสในการใช้เศษโลหะที่สามารถนำไปใช้งานอื่นได้อีก
3. เศษอิฐ หิน ดิน กรวด ทราย กระเบื้อง และคอนกรีต	- กองรวมกันไว้เมื่อมีปริมาณมากพอจ้างเอกชนนำไปทิ้ง - นำไปปรับพื้นที่	- การนำไปทิ้งโดยไม่มีการจัดการที่ดีอาจทำให้มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.2 แนวทางการจัดการวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

1) กำหนดให้ผู้รับเหมางานรื้อถอนสิ่งก่อสร้างต่างๆ ทำแผนการจัดการกับวัสดุที่เกิดขึ้นและแจ้งให้ท้องถิ่นทราบ พร้อมกับการขออนุญาตปลูกสร้างและรื้อถอนสิ่งก่อสร้างซึ่งจะต้องไม่ก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ประชาชนทั่วไป หรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หรือขัดต่อกฎหมาย โดยต้องกำหนดประเภท ปริมาณ ขั้นตอนวิธีการดำเนินการ ระยะเวลา วิธีการกำจัด และสถานที่กำจัด
2) ท้องถิ่นจัดให้มีระบบการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยพิจารณาจัดหาสถานที่ และคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสม โดยไม่ต้องเพิ่มภาระค่าใช้จ่าย พร้อมทั้งกำหนดอัตราค่าบริการในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
3) ในการขนย้ายวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปทิ้งหรือกำจัดต้องดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ก่อให้เกิดเหตุรำคาญ ตกหล่น ปลิวหรือฟุ้งกระจาย และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
4) การใช้มาตรการทางด้านกฎหมายในการลงโทษผู้ที่ลักลอบทิ้งเศษวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในบริเวณที่ว่างของเอกชนหรือที่สาธารณะ

5) สนับสนุนให้เอกชนเป็นผู้บริการเก็บขนและกำจัดวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

Manitoba Conservation (2002) ได้จัดทำแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง คือ

1) วัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ต้องการจัดการด้วยการนำไปถมสถานที่ สามารถนำไปถมที่ได้เฉพาะวัสดุที่ได้รับอนุญาต
2) การกำจัดวัสดุที่เหลืออยู่ต้องได้รับการอนุมัติก่อนถึงจะทำการกำจัดทิ้งได้ (ออกโดยหน่วยงานภายใต้ข้อกำหนดของการกำจัดของเสียที่มีผลต่อดิน (Waste Disposal Grounds Regulation))
3) แยกส่วนที่เป็นวัสดุอันตรายออก
4) วัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่นำไปกำจัดอาจไม่ได้รับการอนุญาตให้ทิ้งนอกจากสามารถแสดงได้ว่าไม่ส่งผลต่อสถานที่ที่กำจัดวัสดุนั้น
5) ไม่อนุญาตให้เผา นอกจากวัสดุที่นำมากำจัดมีลักษณะตรงตามข้อกำหนดของการกำจัดของเสียที่มีผลต่อดิน
6) ยื่นข้อเสนอที่ Manitoba Conservation เพื่อขอให้ออกใบอนุมัติให้ทำการกำจัดวัสดุได้
7) ต้องมีใบอนุญาตสิ่งแวดล้อมในการทำงาน
8) หากต้องการเก็บวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไว้ชั่วคราวต้องระบุระยะเวลาที่เก็บได้

CDM (2004) ได้ทำการแบ่งประเภทของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ต้องการนำมาจัดทำแนวทางในการจัดการออกเป็น 4 ประเภท คือ ไม้ โลหะ คอนกรีต และวัสดุอื่น แล้วประมาณปริมาณของวัสดุแต่ละชนิดโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของทั้งหมด จากนั้นแยกว่าในแต่ละชนิดสามารถนำไปจัดการอย่างไร มีวิธีควบคุมอย่างไร และรายละเอียดของสถานที่ที่นำไปจัดการ จากนั้นคิดราคาเปรียบเทียบระหว่างมีการจัดการวัสดุกับนำไปทิ้งอย่างเดียวว่ามีกำไรหรือขาดทุนเท่าไร

ในระหว่างการรื้อถอนนั้นก็จะมีการทำการรายงานความคืบหน้าของการรื้อถอนโดยดูว่าปริมาณของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีจริงมีเท่าไร แล้วรื้อถอนออกมาเท่าไรแล้ว

Petesen (2004) ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ของ Golder Associates และเป็นทีมงานที่ทำการพัฒนาเครื่องมือในการวางแผนจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อช่วยในการบอกวิธีในการจัดการวัสดุที่เกิดขึ้น ซึ่งเครื่องมือนี้สร้างจากโปรแกรมฐานข้อมูล (Microsoft Access) โดยที่

โปรแกรมนี้มีตัวชี้วัดเชิงปริมาณของพลังงานที่ใช้ ระยะทางที่ใช้รถบรรทุก ปริมาณของวัสดุ และค่าใช้จ่าย

โปรแกรมดังกล่าวนี้สามารถแยกประเภทของวัสดุออกเป็น 4 ประเภท คือ คอนกรีตคุณภาพสูง คอนกรีตคุณภาพต่ำ อิฐ และส่วนผสมระหว่างคอนกรีตและอิฐ

โดยการใช้งานของโปรแกรมเริ่มจากการประมาณปริมาณของวัสดุที่เกิดขึ้นจากนั้นใส่ข้อมูลต่อไปนี้ คือ

1) สถานที่ต่างๆ ที่มีอยู่ในแผนงานว่ามีที่ใดบ้างและแต่ละที่ทำอะไรบ้างรวมถึงปริมาณของเสียโดยที่กระบวนการัดการสามารถแบ่งได้ดังนี้
   (ก) การรื้อถอน คือ การก่อให้เกิดวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างหรือวัตถุดิบในการรีไซเคิล
   (ข) การรีไซเคิล คือ กรรมวิธีในการผลิตวัสดุ
   (ค) การใช้วัสดุ คือ การนำวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปใช้ในงานก่อสร้างอื่น
   (ง) การควบคุม
   (จ) การจัดเก็บ คือ การจัดเก็บวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
   (ฉ) การนำไปทิ้ง
2) วิธีที่ใช้ในการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
3) เครื่องมือที่ใช้ แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ
   (ก) เครื่องมือที่ใช้ในการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
   (ข) เครื่องมือที่ใช้ในการย่อยวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
   (ค) เครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
   (ง) เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่งวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

เมื่อใส่ข้อมูลที่มีแล้วโปรแกรมจะทำการรวบรวมข้อมูลและแบ่งออกเป็นหลายเหตุการณ์เพื่อที่จะนำมาแสดงเป็นแผนภูมิของแต่ละตัวชี้วัดของแต่ละเหตุการณ์เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

Klang (2003) ได้ทำการจัดทำแบบจำลองที่แสดงให้เห็นถึงผลกระทบโดยรวมของวิธีที่ใช้ในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยเน้นที่การรีไซเคิลและการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งแบบจำลองนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงผลกระทบในด้านดีและเสียของการจัดการวัสดุนั้นๆ โดยศึกษาในผลกระทบด้านที่สำคัญ 3 ด้าน และมีตัวชี้วัดเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล โดยผลกระทบที่ศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1) ด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำการศึกษาถึงการใช้พลังงานในการจัดการวัสดุที่เกิดขึ้นและการแพร่กระจายของสารที่เกิดจากการจัดการวัสดุ ซึ่งข้อมูล

เหล่านี้ ได้มาจากกรมทางหลวงประเทศสวีเดน (Swedish National Road Administration)

2) ด้านสังคม ได้จากการทำแบบสอบถามของคนงานที่เกี่ยวข้องในกรณีศึกษา โดยในแบบสอบถามประกอบด้วย ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม 8 ข้อ ซึ่งตอบในรูปแบบของการให้คะแนน ระหว่าง 5-1 นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามต้องตอบคำถามที่ต้องการประเมินการทำงาน โดยแบ่งคำตอบเป็น 4 ระดับ ตามความพอใจ โดยคำตอบที่ได้ถูกประเมินออกมาเป็น 3 กลุ่มตามสีดังนี้
   (ก) สีแดง หมายถึง ไม่เหมาะสมที่จะทำการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในแนวทางนั้น
   (ข) สีเหลือง หมายถึง สามารถทำได้แต่ต้องมีการติดตามการทำงานอย่างใกล้ชิด
   (ค) สีเขียว หมายถึง ยอมรับได้
3) ด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการรีไซเคิลกับการใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยศึกษาว่า ในการรีไซเคิลมีวิธีการอย่างไร และเกิดค่าใช้จ่ายเท่าไร

Vanderley (2004) ได้จัดทำแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศบราซิลไว้ ดังนี้

1) ป้องกันการทิ้งวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอย่างผิดกฎหมายโดยการจัดการให้มีระบบสถานีรองรับวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอย่างถูกต้องโดยมีสถานีย่อยสองประเภทแบ่งตามขนาดของรถที่นำวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาทิ้งที่รับเศษวัสดุ คือ รถขนาดเล็กเท่านั้น และทั้งรถขนาดเล็กและขนาดใหญ่ โดยถ้าเป็นของเอกชนมีการเก็บค่าบริการ แต่ถ้าให้บริการโดยรัฐบาล ไม่มีการเรียกเก็บค่าบริการ อย่างไรก็ตามค่าใช้จ่ายในการขนย้ายวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจากสถานที่รื้อถอนสิ่งปลูกสร้างประหยัดกว่าการขนวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ถูกทิ้งอย่างผิดกฎหมาย
2) ทำการแยกชนิดของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ต้องการนำไปรีไซเคิล โดยแยกออกเป็นวัสดุรีไซเคิลประเภท A หรือประเภทอื่นๆ โดยที่วัสดุประเภท A คือ วัสดุที่ต้องการนำไปรีไซเคิลเป็นมวลรวมผสมคอนกรีต (Aggregate) เท่านั้น

3) มีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง เช่น เลือกทำการรื้อถอนโดยการเลือกวัสดุที่ต้องการ หรือยังใช้งานได้ออกก่อน (Selective Demolition) เพื่อนำวัสดุที่ยังใช้งานได้กลับมาใช้ใหม่
4) มีการจัดการในการลดปริมาณวัสดุในสถานที่ทำการก่อสร้าง เช่น มีการทำถังเก็บวัสดุแบบแยกประเภทของวัสดุ
5) มีการเตรียมการให้มีการใช้มวลรวมผสมคอนกรีต (Aggregate) ที่มาจากวัสดุรีไซเคิลประเภท A
6) มีการจัดการวัสดุประเภทยิปซัม เนื่องจากในวัสดุประเภทนี้มีปริมาณซัลเฟตที่สูง ซึ่งอาจเป็นอันตรายในการรีไซเคิลได้
7) นำวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปทิ้ง ในกรณีที่มวลรวมผสมคอนกรีต (Aggregate) จากธรรมชาติมีราคาถูก เพราะในประเทศบราซิลสามารถทิ้งได้เฉพาะวัสดุในประเภท A เท่านั้น
8) มีการเรียกเก็บภาษีในการนำวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปทิ้งในที่ว่าง
9) มีการจัดมาตรฐานในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง เช่น การนำวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปถมที่ สถานีเก็บวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างและการนำวัสดุรีไซเคิลไปใช้เป็นมวลรวมผสมคอนกรีต (Aggregate) เป็นต้น
10) มีการทำวิจัยในเรื่องวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างให้มากกว่านี้

Wang (2004) ได้ทำการจัดทำแบบจำลอง ซึ่งแบบจำลองนี้สร้างขึ้นมาโดยใช้โปรแกรมตารางคำนวณ (Microsoft Excel) ซึ่งโปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นมาเพื่อช่วยในการตัดสินใจในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) การประมาณปริมาณของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยทำการประมาณจากข้อมูลในอดีต ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งในการรื้อถอนสามารถคิดเต็มอัตราส่วน แต่ในการก่อสร้างคิดเพียง 10%
2) การประมาณค่าใช้จ่ายในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ซึ่งจะมีการคำนวณค่าใช้จ่ายและรายรับที่ได้รวมถึงค่าแรงงานและค่าเครื่องจักรที่ใช้โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ
    2.1) กระบวนการในการเก็บรวบรวมวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง
        (ก) ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าขนส่ง ค่าเก็บรวบรวม และค่าเครื่องจักร เป็นต้น

(ข) รายรับ เช่น ส่วนลดจากค่าขนส่งในการทิ้งขยะ

2.2) กระบวนการในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

(ก) ค่าใช้จ่าย เช่น ค่าขนส่ง ค่าแรงงาน และค่าเครื่องจักร เป็นต้น

(ข) รายรับ เช่น ค่าขายวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ผ่านการรีไซเคิล

ตารางที่ 2.2 ตัวคูณประกอบเพื่อประมาณค่าในแบบจำลอง (ที่มา: Wang, 2004)

	อาคารที่พักอาศัย 1 ชั้น (1,600 ต.ร. ฟุต)	อาคารที่พักอาศัย 2 ชั้น (2,000 ต.ร. ฟุต)	อาคารที่พักอาศัย 3 ชั้น (20,000 ต.ร. ฟุต)
ไม้ (ชิ้น/ต.ร. ฟุต)	3.21	3.18	0.63
ไม้อัด (ต.ร. ฟุต/ต.ร. ฟุต)	3.27	3.01	N/A
ไม้ผนัง (ต.ร. ฟุต/ต.ร. ฟุต)	3.29	5.57	1.52
พรม (ต.ร. ฟุต/ต.ร. ฟุต)	0.80	0.80	0.60

Kartam (2004) ได้กล่าวถึงแนวทางที่ใช้ในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง โดยการแบ่งแยกแนวทางในการจัดการวัสดุ โดยแบ่งตามความสำคัญได้ ดังนี้

1) การลดปริมาณวัสดุ
2) การนำกลับมาใช้ใหม่
3) การรีไซเคิล
4) การเผาเพื่อให้พลังงาน
5) การทิ้งอย่างปลอดภัย

โดยที่หลักการทั่ว ๆ ไปของการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ทำการลดปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง และการชดเชยพลังงานจากวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างให้มากที่สุด
2) เป็นความรับผิดชอบของผู้ที่ทำการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในการกำจัดวัสดุที่เกิดขึ้นอย่างปลอดภัย และถูกกฎหมาย
3) จำเป็นต้องรู้ส่วนประกอบของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่อยู่ในการควบคุม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4) ให้ความระวังอย่างมากกับวัสดุอันตราย

5) มีการกำหนดวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างอย่างละเอียด

ประเทศต่างๆในทวีปยุโรปได้รวมกลุ่มกันเป็นสหภาพยุโรปและได้กำหนดนโยบายร่วมกันทั้งด้านเศรษฐกิจ การเมือง สังคม และสิ่งแวดล้อม ในส่วนของการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นประเทศที่เป็นสมาชิกของสหภาพยุโรปได้ร่วมกันออกกฎระเบียบเพื่อควบคุมปริมาณของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1970 โดยให้แต่ละประเทศที่เป็นสมาชิกของสหภาพยุโรปดำเนินการตาม โดยมีองค์กรด้านสิ่งแวดล้อม (European Environment Agency) ทำหน้าที่ตรวจสอบและรายงานผลต่อคณะกรรมการของสหภาพยุโรป (The European Commission)

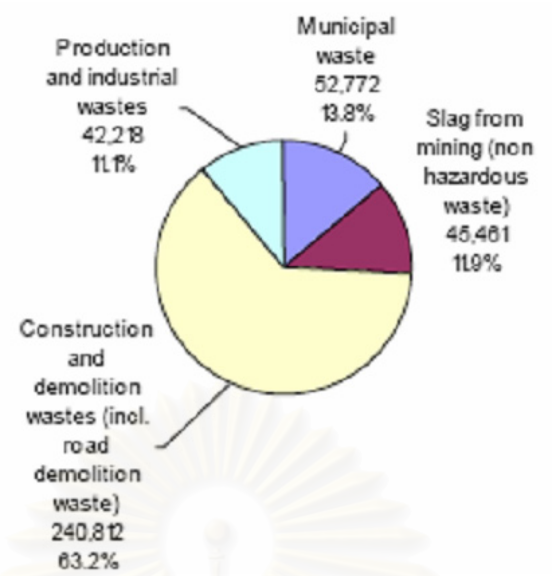
ในประเทศเยอรมันซึ่งเป็นสมาชิกของสหภาพยุโรป รัฐบาลได้แบ่งหน้าที่ในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างให้เป็นของผู้ปกครองท้องถิ่นของรัฐแต่ละรัฐโดยทำหน้าที่ออกกฎหมายควบคุม กำหนดแผนการดำเนินงานต่างๆในด้านการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดโดยรัฐบาลและสหภาพยุโรป สำหรับประเทศเยอรมันมีหน่วยงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อนำไปเทียบกับมาตรฐานที่กำหนด เพื่อให้รู้ว่าวัสดุชนิดใดมีคุณภาพเพียงพอที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนั้นคือ

1) หน่วยงานที่ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเมื่อนำไปเทียบกับวัสดุใหม่ โดยหน่วยงานนี้มีชื่อว่า Laendersarbeitgminscnaft Abfall (LAGA)

2) หน่วยงานที่ทำหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพของวัสดุ ว่าวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างประเภทนี้อยู่ในมาตรฐานไหนของ LAGA ซึ่งมีชื่อว่า The German institute for Quality Assurance and Labelling

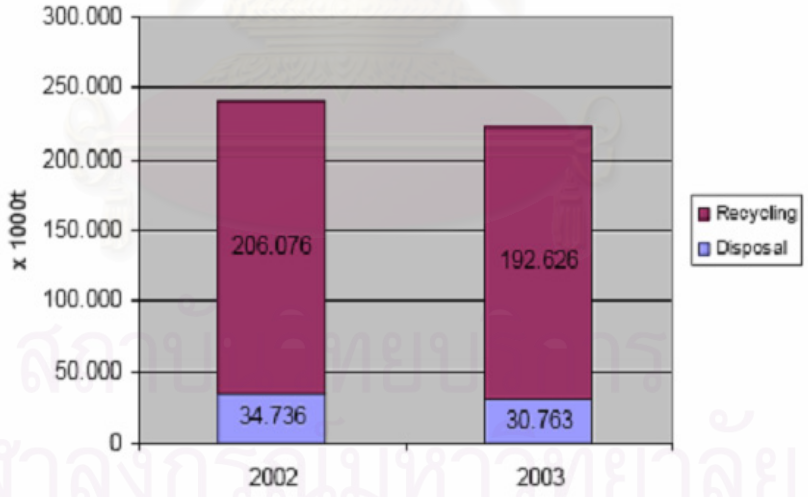
จากการเก็บข้อมูลของปี 2002 พบว่าประเทศเยอรมันมีปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างประมาณ 381.3 ล้านตัน คิดเป็น 63.2% ของปริมาณทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.3 แผนภูมิแสดงปริมาณของวัสดุประเภทต่างๆของประเทศเยอรมัน (ที่มา: Weisleder, 2006)

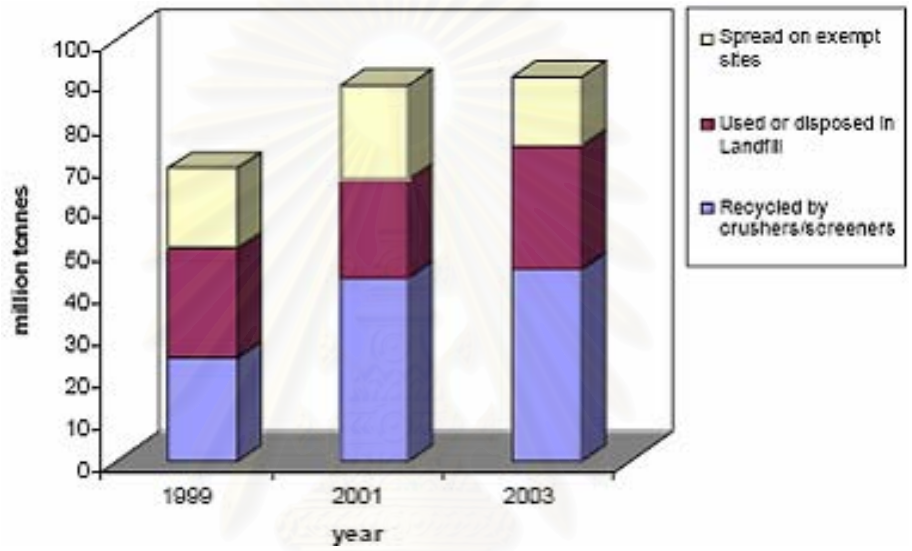
โดยที่ 85.6% ของปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ได้ถูกนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) หรือนำไปรีไซเคิล (Recycle) ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนภูมิแสดงปริมาณของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่จัดการด้วยวิธีรีไซเคิลและฝังกลบ (ที่มา: Weisleder, 2006)

สำหรับประเทศอังกฤษซึ่งเป็นสมาชิกของสหภาพยุโรปเช่นเดียวกับประเทศเยอรมัน ได้มีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเหมือนกับประเทศอื่นๆ ในสหภาพยุโรปแต่จะมีปริมาณของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่แตกต่างกัน คือ ในปี ค.ศ.2003 ประเทศอังกฤษ

มีปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างทั้งหมด 90.93 ล้านตัน หรือ 50% ของปริมาณทั้งหมด ซึ่งถูกนำกลับไปรีไซเคิล (Recycle) ในขณะที่ 18% นำไปทิ้งไว้บริเวณว่างเปล่าทั่วไป ส่วนที่เหลือนำไปใช้ในการถมที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 โดยที่จากแผนภูมิพบว่าปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ถูกนำมารีไซเคิล (Recycle) มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี จาก 35% ในปี ค.ศ.1999 เป็น 50% ในปี ค.ศ.2003 ในขณะที่ปริมาณของวัสดุที่นำไปทิ้งน้อยลง คือจาก 37% ลดลงเป็น 32%



รูปที่ 2.5 แผนภูมิแสดงการจัดการวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศอังกฤษ
(ที่มา: Weisleder, 2006)

2.5 การนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต

จากการศึกษาของธัชวีย์ ลีละวัฒน์ (2546) พบว่าในประเทศเดนมาร์กมีการนำคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต โดยทำการศึกษากระบวนการทำงานในเมืองโคเปนเฮเกน และเมืองอัลบอร์ก ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

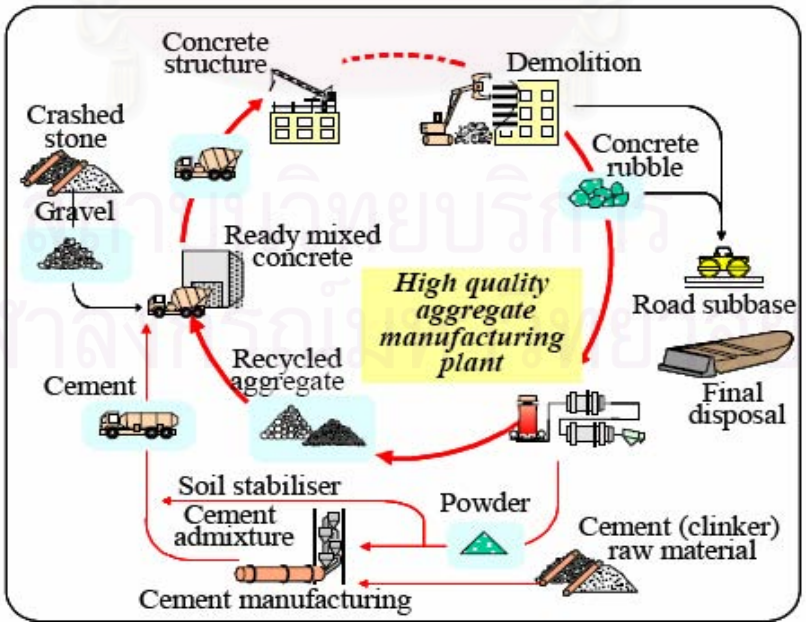
เมืองโคเปนเฮเกน เริ่มจากการชั่งน้ำหนักรถบรรทุกที่ขนย้ายเศษคอนกรีตเพื่อบันทึกปริมาณของวัสดุที่ขนย้ายเข้ามาจากนั้นเศษคอนกรีตที่มีขนาดใหญ่ต้องนำมาย่อยให้มีขนาดเล็กลงจนสามารถผ่านเข้าเครื่องบดย่อยได้จากนั้นเริ่มเข้าสู่กระบวนการผลิตมวลรวมที่นำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งกระบวนการผลิตมวลรวมที่นำกลับมาใช้ใหม่ประกอบด้วยการบดย่อย และคัดแยกขนาด

ซึ่งคล้ายกับกระบวนการผลิตมวลรวมทั่วไป แต่มีการติดตั้งสายพานแยกเหล็กเพิ่มเติม ส่วนเศษคอนกรีตที่มีการปนเปื้อนกระบวนการผลิตมวลรวมที่นำกลับมาใช้ใหม่ต้องใช้แรงงานคนเพื่อคัดแยกส่วนที่ปนเปื้อนออกไป และเนื่องจากเป็นการผลิตปริมาณมากดังนั้นราคาของผลิตภัณฑ์มวลรวมที่นำกลับมาใช้ใหม่จึงอยู่ที่ประมาณครึ่งหนึ่งของราคามวลรวมปกติ

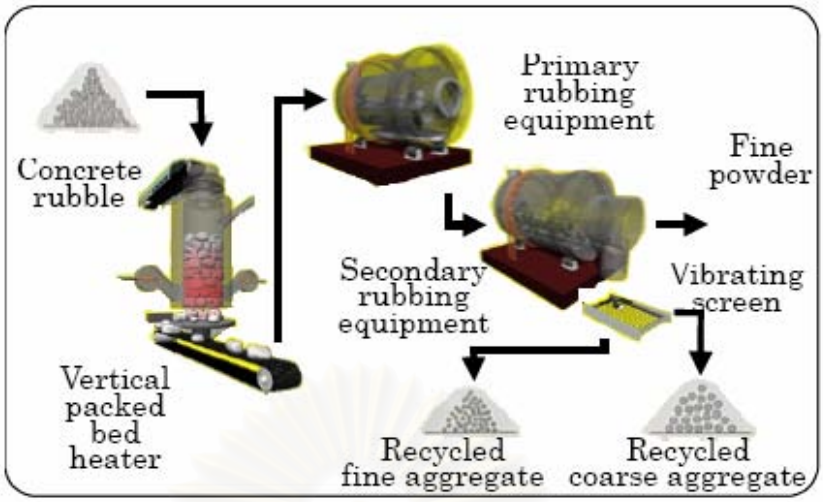
ที่เมืองอัลบอร์ก กระบวนการผลิตมวลรวมที่นำกลับมาใช้ใหม่มีกระบวนการคล้ายกับที่เมืองโคเปนเฮเกนแต่เครื่องบดย่อย และเครื่องคัดแยกขนาดมีขนาดเล็กกว่า เนื่องจากเป็นการผลิตปริมาณไม่มากดังนั้นราคาของผลิตภัณฑ์มวลรวมที่นำกลับมาใช้ใหม่จึงขึ้นอยู่กับการต่อรองกับผู้ซื้อ

Shima (2005) ได้ทำการศึกษาการนำเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตโดยใช้กระบวนการ “Heating and Rubbing Method (HRM)” ในการรีไซเคิลเศษคอนกรีต ซึ่งภายใต้กระบวนการนี้มวลรวมที่ได้สามารถนำไปใช้งานเป็นมวลรวมสำหรับคอนกรีตผสมเสร็จ (Ready Mixed Concrete) ในขณะที่ส่วนที่เป็นผงจากส่วนที่เป็นซีเมนต์เพสต์สามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมเพิ่มของคอนกรีต (Concrete Admixture) หรือใช้ในการปรับปรุงสภาพดิน (Soil Stabilizer)

จากการศึกษาพบว่ากระบวนการ HRM มีขั้นตอนเริ่มต้นจากการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 300°C จากนั้นนำมาบดย่อยเพื่อแยกออกเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ ส่วนที่เป็นซีเมนต์เพสต์ ส่วนที่เป็นมวลรวมหยาบ ส่วนที่เป็นมวลรวมละเอียด ซึ่งขั้นตอนการทำงานสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.6 และรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 การใช้ประโยชน์จากวัสดุที่ได้จากการรีไซเคิลเศษคอนกรีต (ที่มา: Shima, 2005)



รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการรีไซเคิลเศษคอนกรีต (ที่มา: Shima, 2005)

2.6 บทสรุป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าสามารถจำแนกวิธีการจัดการวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไว้โดยสรุปแล้วแบ่งได้เป็น 5 วิธีคือ

1. การลดปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (Reduce Technique)
2. การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse Technique)
3. การรีไซเคิล (Recycle Technique)
4. การนำมาผลิตพลังงานทดแทน (Recover Technique)
5. การฝังกลบ (Disposal)

ซึ่งปัจจุบันนี้พบว่าประเทศไทยก็มีการนำมาใช้ในกระบวนการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง โดยใช้วิธีการฝังกลบและการลดปริมาณวัสดุจากการก่อสร้าง แต่ยังไม่เป็นที่ได้รับความนิยมมากเท่าใดนัก โดยเฉพาะในวิธีการรีไซเคิล การนำกลับไปใช้ใหม่ และการผลิตพลังงานทดแทน สาเหตุหนึ่งที่วิธีการเหล่านี้ไม่เป็นที่นิยม เพราะหากนำกระบวนการเหล่านั้นมาปฏิบัติอาจไม่คุ้มค่ากับการลงทุน ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากความไม่พร้อมของโรงงานหรือแหล่งรองรับวัสดุ รวมทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับกระบวนการวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ยังไม่มีความพร้อมเท่าที่ควร ซึ่งในอนาคตหากมีการนำกระบวนการเหล่านี้มาพัฒนาใช้ในประเทศไทยอาจเป็นวิธีการที่ช่วยทำให้การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

บทที่ 3

การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาวิธี และขั้นตอนในการจัดการกับวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศนั้นทำการศึกษาจากเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยการศึกษาคลอบคลุมบางประเทศใน 3 ทวีป คือ ทวีปยุโรป ทวีปอเมริกาเหนือ และทวีปเอเชีย โดยสาเหตุที่ทำการศึกษาการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างบางประเทศในทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือเนื่องจากเป็นประเทศที่มีเทคโนโลยีในการจัดการวัสดุที่ก้าวหน้าทำให้มีความน่าจะเป็นในการนำวิธีการจัดการของประเทศต่างๆ มาประยุกต์ใช้ได้กับการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย

ในขณะที่การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในทวีปเอเชียนั้นในด้านความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอาจไม่ก้าวหน้ามากเท่าในทวีปยุโรป หรือทวีปอเมริกาเหนือ แต่ในทางกลับกันวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีความใกล้เคียงกับในประเทศไทย ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้ทำการศึกษาการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในบางประเทศของทวีปเอเชีย

3.1 การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในทวีปยุโรป

3.1.1 การจัดการวัสดุประเภทคอนกรีต

ในขั้นตอนแรกพิจารณาว่ามีเศษคอนกรีตชนิดใดที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ (Reuse) เช่น บล็อกคอนกรีต ซึ่งต้องให้ความระมัดระวังไม่ให้บล็อกเสียหายในระหว่างการรื้อถอนเพื่อสามารถนำไปใช้ก่อใหม่ได้ทันที ในขณะที่ขั้นตอนต่อไปอาจนำเศษคอนกรีตที่เหลือมาผ่านขั้นตอนการบดให้มีขนาดเล็กลงเพื่อนำไปรีไซเคิล (Recycle) เป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) โดยที่ขั้นตอน และเครื่องจักรที่ใช้ในการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นอาจแตกต่างกันได้ ดังนี้

1) กรณีนำเศษคอนกรีตที่บดแล้วถมเป็นถนนหรือถมสถานที่โดยเศษคอนกรีตที่บดย่อยสามารถนำไปบดอัดเพื่อทำเป็น base หรือ sub-base ของถนนได้โดยมีอุปกรณ์ในการบดย่อยดังแสดงในรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

2) กรณีเศษคอนกรีตทำเป็นส่วนผสมของคอนกรีตโดยเศษของคอนกรีตที่บดย่อยสามารถใช้ทดแทนมวลรวมหยาบในการผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) ได้แต่คุณภาพของคอนกรีตที่ผสมนั้นอาจต่ำกว่าการผสมคอนกรีตด้วยมวลรวมผสมคอนกรีตโดยทั่วไป

รูปที่ 3.1 เครื่องบดอัดคอนกรีตชนิด “RUBLLE MASTER” RM66 (ที่มา: Weisleder, 2006)

3) กรณีใช้เป็นวัสดุระบายน้ำโดยเศษคอนกรีตที่ผ่านการคัดขนาดมาอย่างดีโดยเครื่องคัดแยกขนาด สามารถใช้เป็นวัสดุระบายน้ำได้เช่นเดียวกับการใช้ หิน ทราย แต่มีข้อควรระวังคือ คอนกรีตเมื่อสัมผัสกับน้ำจะทำให้น้ำมีความเป็นเบสเพิ่มขึ้น

รูปที่ 3.2 เครื่องคัดแยกขนาดคอนกรีตชนิด ROLLER SCREEN (ที่มา: Weisleder, 2006)

4) กรณีใช้เสริมกำลังรับแรงเฉือนของดิน โดยการทดลองในประเทศอังกฤษเพื่อทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดินปกติ และดินที่มีการเสริมกำลังด้วยเศษวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง การทดสอบแบ่งเป็น 3 สถานะ คือ สถานะแห้ง เปียก และผสมกับดินเหนียว จากการเปรียบเทียบผลทดสอบระหว่างดินที่เสริมกำลังด้วยเศษวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง กับดินที่เสริมด้วยหินย่อย ปรากฏว่าดินที่เสริมกำลังด้วยเศษวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีกำลังรับแรงเฉือนที่ต่ำกว่าดินที่เสริมด้วยหินย่อย แต่กำลังรับแรงเฉือนยังมีค่าสูงกว่าดินปกติ (Touahamia, 2002)

3.1.2 การจัดการวัสดุประเภทเหล็ก

การจัดการเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้น The Steel Construction Institute (2003) ได้กล่าวถึงการจัดการเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนอาคารว่าเหล็กเสริมคอนกรีตถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ 94% โดย 10% นำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) และ 84% นำกลับไปรีไซเคิล (Recycle) ทั้งนี้เป็นเพราะเหล็กเป็นวัสดุที่เหมาะสำหรับการรีไซเคิล เนื่องจากคุณสมบัติของเหล็กยังคงไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อผ่านกระบวนการรีไซเคิล โดยที่ขั้นตอนการรีไซเคิลเริ่มจากการแยกเหล็กออกจากโครงสร้างส่วนอื่น ซึ่งอาจแยกโดยใช้เครื่องแยกที่เป็นแม่เหล็ก หรือใช้แรงงานคนในการแยก หลังจากนั้นทำการตัดภายในบริเวณรื้อถอน เพื่อให้ง่ายต่อการขนย้าย จากนั้นจะนำไปส่งเข้าโรงหลอมเพื่อเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลต่อไป

3.1.3 การจัดการวัสดุประเภทไม้

ในขั้นตอนแรกของการจัดการวัสดุจากการรื้อถอนประเภทไม้ คือ ทำการพิจารณาว่าสามารถนำไม้กลับไปใช้ใหม่ (Reuse) โดยตรงหรือไม่ ซึ่งโดยส่วนมากในอาคารไม้เก่าอาจมีไม้ที่มีมูลค่าสูง ส่วนไม้ที่มีขนาดใหญ่สามารถดัดแปลงทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ได้ หลังจากนั้นนำเศษไม้ที่ไม่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้เลย ไปผ่านขบวนการต่างๆเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไปดังนี้

1) การนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งไม้เกือบทุกชนิดมีคุณสมบัติให้ความร้อนสูงเมื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ แต่ไม้ที่ทำเป็นเชื้อเพลิงได้ดีต้องมีดิน และวัสดุอื่นๆ ผสมในอัตราส่วนที่น้อย และมีความชื้นต่ำ

รูปที่ 3.3 การนำไม้มาเผาเพื่อให้พลังงาน (ที่มา: Weisleder, 2006)

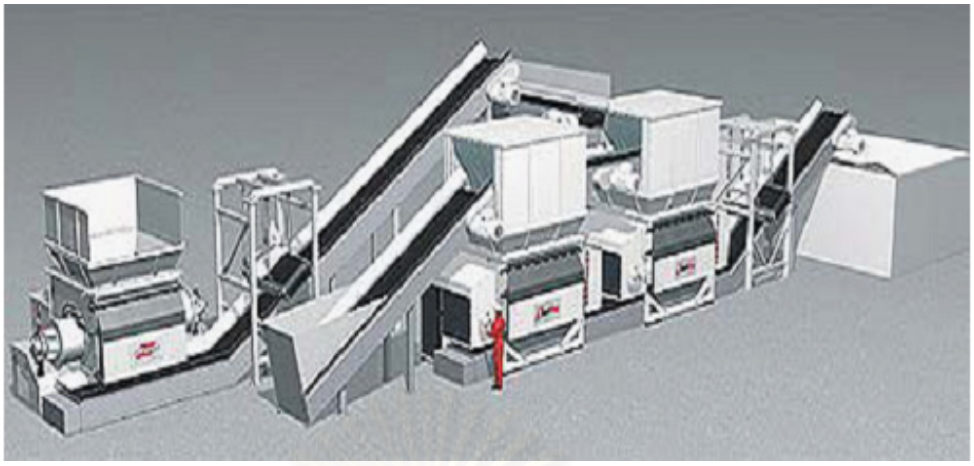
2) การย่อยเศษไม้ให้มีขนาดเล็ก เพื่อผสมกับตัวประสานสำหรับทำเป็นไม้อัดหรือบอร์ดชนิดต่าง ดังแสดงในรูปที่ 3.4 โดยใช้เครื่องจักรดังแสดงในรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.4 แผ่นไม้อัดที่ผลิตจากเศษไม้ (ที่มา: Weisleder, 2006)

3) การย่อยเศษไม้เพื่อใช้เป็นวัสดุปูรองเป็นที่นอนสำหรับเลี้ยงสัตว์ เนื่องจากไม้มีคุณสมบัติในการดูดความชื้น และรองรับแรงกระแทกได้ดี

รูปที่ 3.5 เครื่องย่อยเศษไม้แบบต่างๆ (ที่มา: Weisleder, 2006)

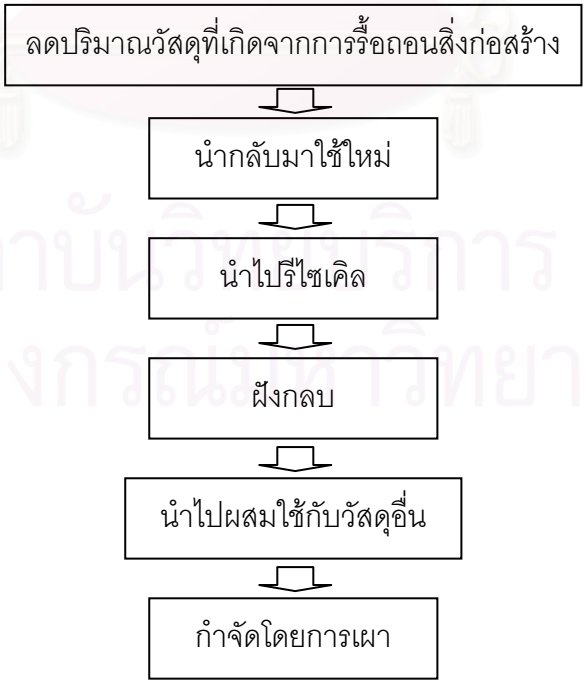
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.6 เครื่องแปรรูปไม้ (ที่มา: Weisleder, 2006)

3.2 การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในทวีปอเมริกาเหนือ

ประเทศสหรัฐอเมริกามีปริมาณของเศษวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างประมาณ 20%-35% ของปริมาณของเสียที่เป็นของแข็งทั้งหมด โดยมีแนวทางในการจัดการ คือ ลดปริมาณวัสดุที่ต้องนำไปทำลายให้เหลือน้อยที่สุดเพื่อเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่าย และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในขั้นตอนของการจัดการนั้นให้ความสำคัญต่อการลดปริมาณวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นจึงพิจารณาถึงการนำกลับไปใช้ใหม่ การรีไซเคิล การผสมใช้กับวัสดุอื่น ขั้นสุดท้ายจึงพิจารณาถึงการฝังกลบ และการเผาทำลาย ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศสหรัฐอเมริกา

ในขณะที่องค์กรสิ่งแวดล้อมของประเทศแคนาดา (Saskatchewan Environment, 2003) ได้นำเสนอวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยแบ่งตามประเภทของงานและประเภทของวัสดุที่เกิดขึ้นสำหรับงานรื้อถอนประเภทต่างๆ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 วิธีการจัดการวัสดุโดยแบ่งแยกตามประเภทวัสดุ (ที่มา: Saskatchewan Environment, 2003)

ประเภทของงาน	ประเภทของวัสดุ	วิธีการจัดการวัสดุ
งานรื้อถอนถนน	แอสฟัลส์	- บดและผสมเป็นแอสฟัลส์ใหม่ - ทำเป็นชั้นรองผิวถนน - นำไปถมสถานที่
	คอนกรีต (ไม่มีเหล็กเสริม)	- ทำเป็นชั้นรองผิวถนน - ทำเป็นมวลรวมผสมคอนกรีต - ทำเป็นบล็อกคอนกรีต - นำไปถมสถานที่
	คอนกรีต (มีเหล็กเสริม)	- นำไปถมสถานที่
	เหล็กเสริม โลหะ	- นำกลับไปใช้ใหม่ - ขนส่งไปยังโรงหลอมเหล็ก
	วัสดุถม (กรวด ทราย)	- นำไปถมสถานที่ - นำไปถมปิดหน้าดิน
งานรื้อถอนอาคาร	อิฐ กระเบื้อง และบล็อกต่างๆ	- นำกลับไปใช้ใหม่
	ประตู หน้าต่าง	- ขายเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่
	เศษอิฐ คอนกรีตบล็อก	- ทำเป็นชั้นรองผิวถนน
	กระจกหน้าต่างที่แตก และเศษแก้ว	- นำไปรีไซเคิล
	คานไม้ที่แตกหักไม่สมบูรณ์	- ขายเพื่อนำไปใช้ใหม่ - หมักเป็นปุ๋ย - ทำเชื้อเพลิง
	เหล็กเสริม หรือส่วนคานเหล็กที่ไม่สมบูรณ์	- ขนส่งไปยังโรงหลอมเหล็ก

ตารางที่ 3.1 วิธีการจัดการวัสดุโดยแบ่งแยกตามประเภทวัสดุ (ที่มา: Saskatchewan Environment, 2003) (ต่อ)

ประเภทของงาน	ประเภทของวัสดุ	วิธีการจัดการวัสดุ
งานรื้อถอนอาคาร	กรอบประตู ประตูอลูมิเนียม	- ขาย - นำไปรีไซเคิล
	เศษวัสดุที่ไม่สามารถคัดแยกได้	- นำไปฝังกลบ
	วัสดุที่มีส่วนผสมของวัสดุอันตราย	- นำไปฝังกลบยังสถานที่ที่มีการป้องกันเท่านั้น

ในการแบ่งประเภทของวัสดุเหลือใช้จากการรื้อถอนของประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดามีการแบ่งลักษณะคล้ายกับประเทศไทย โดยมีการแบ่งลักษณะดังนี้

3.2.1 การจัดการวัสดุประเภทคอนกรีต

รัฐบาลของประเทศสหรัฐอเมริกาให้การสนับสนุนการนำคอนกรีตกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ โดยการออกกฎข้อบังคับสำหรับผู้รับเหมาที่ต้องการก่อสร้างโครงการของรัฐผ่านทางโครงการขนาดใหญ่ที่รัฐเป็นผู้ดำเนินการ เช่น เมืองลอสแองเจิลลิส (Los Angeles) กำหนดไว้ว่าฐานรากของถนนที่ก่อสร้างในเขตเมืองต้องใช้เศษคอนกรีตทำทั้งหมด เมืองเปาโล อัลโต (Paolo Alto) กำหนดไว้ว่าเศษคอนกรีตที่เกิดขึ้นต้องผ่านการรีไซเคิลทั้งหมด

ในการนำคอนกรีตไปรีไซเคิลสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1) การถมทำชั้นรองพื้นทางของถนน หรือใช้เป็นไหล่ทางสำหรับถนน ซึ่งในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดให้เศษคอนกรีตนั้นต้องผ่านการตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปใช้งาน เช่น ในรัฐแคลิฟอร์เนีย หน้าที่ในการตรวจสอบคุณภาพเป็นของกรมการขนส่งแห่งรัฐแคลิฟอร์เนีย (California Department of Transportation) เป็นต้น
2) คอนกรีตที่ผ่านการบดย่อยให้มีขนาดที่สามารถใช้เป็นผิวทางสำหรับถนนชั่วคราว
3) การถมเป็นฐานรากของตัวอาคาร
4) การถมเพื่อปรับระดับของพื้นที่

3.2.2 การจัดการวัสดุประเภทเหล็ก

เหล็กเป็นวัสดุที่ง่ายต่อการนำไปรีไซเคิล ในสหรัฐอเมริกามีวิธีการรีไซเคิลรูปแบบเดียวซึ่งเหมือนกับประเทศไทยแต่อาจมีความแตกต่างในเรื่องความทันสมัยของเครื่องมือ และคุณภาพของเหล็กที่ได้มีคุณภาพดีกว่า เป็นต้น

3.2.3 การจัดการวัสดุประเภทไม้

ในรัฐแคลิฟอร์เนีย มีปริมาณวัสดุจากการรื้อถอนทั้งหมด 3.8 ล้านตัน โดย 3.35 ล้านตันผ่านกระบวนการเพื่อนำกลับไปใช้ใหม่ ส่วนที่เหลือนำไปใช้ถมพื้นที่ ซึ่งการนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่มีดังนี้

1) กรณีไม้ขนาดใหญ่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านการตกแต่งผิวเพียงเล็กน้อย แล้วตัดให้มีขนาดตามความต้องการ แต่การนำไม้กลับมาใช้เป็นส่วนประกอบของโครงสร้าง ไม้ต้องได้รับการตรวจสอบคุณภาพจาก American Lumber Standards (ALS) เสียก่อน
2) การนำเศษไม้ย่อยให้มีขนาดเล็กและผสมกับตัวประสานเพื่อทำเป็นไม้อัด
3) การใช้เป็นเชื้อเพลิง โดยวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด

โดยที่ไม้ที่นำมาใช้ทั้ง 3 วิธีนั้นต้องเป็นไม้ที่ไม่มีสารพิษเจือปน สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกานั้นมีหน่วยงานที่ชื่อว่า Department of Toxic Substance Control (DTSC) ทำหน้าที่ดูแลสำหรับไม้ที่มีสารพิษเจือปนนั้นรวมไปถึงไม้ที่ถูกทาสีก่อนปี ค.ศ. 1960 เพราะสีที่ใช้ทานั้นมีสารตะกั่วเจือปนอยู่

3.3 การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในทวีปเอเชีย

จากการศึกษาของ Ling et al. (2000) พบว่าประเทศญี่ปุ่นถือว่าอุตสาหกรรมการก่อสร้างเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมมากที่สุด ทั้งจากสิ่งที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นละออง วัสดุเหลือใช้จากการก่อสร้าง และวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ซึ่งได้มีการศึกษาเพื่อช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมการก่อสร้าง

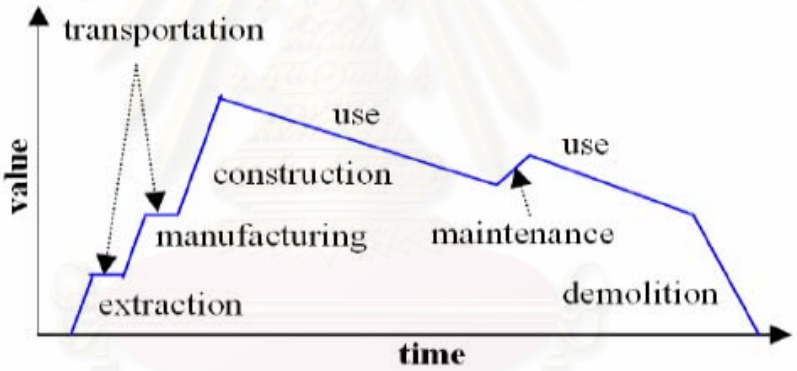
Mills et al. (1999) ได้แบ่งวิธีในการจัดการกับวัสดุที่เกิดการก่อสร้าง และวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง รวมถึงวัสดุอื่นๆที่จัดเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Waste) อันเนื่องจากงานก่อสร้างของประเทศญี่ปุ่นไว้เป็น 3 วิธีหลักๆ ดังนี้ คือ

- การลดปริมาณของวัสดุรื้อถอน (Waste Minimization)

- การนำวัสดุรื้อถอนกลับไปใช้ใหม่และการนำกลับไปรีไซเคิล (Waste Reuse and Recycle or R&R)
- การกำจัดวัสดุรื้อถอนด้วยเทคนิคต่างๆ (Waste Disposal Techniques)

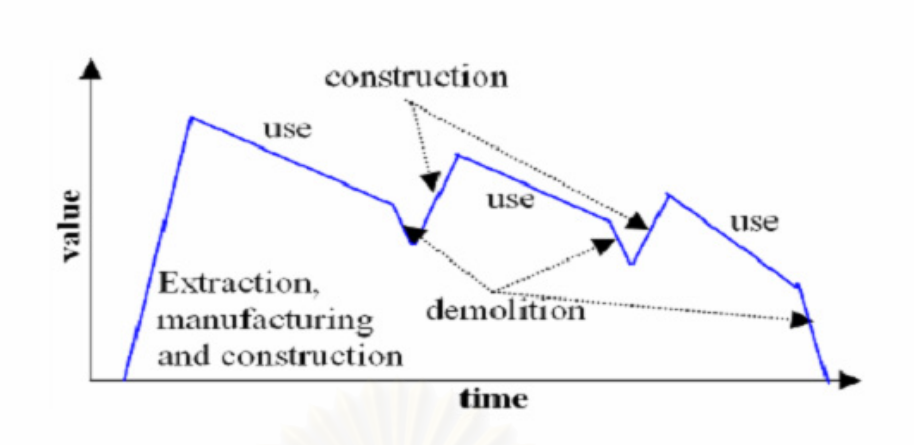
ในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง วิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือการนำวัสดุกลับไปใช้ใหม่และการนำกลับไปรีไซเคิล (R&R) เนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถทำได้โดยง่ายในสถานที่ทำการรื้อถอน เพียงทำการคัดเลือกวัสดุ แยกประเภทและชนิดของวัสดุ โดยเลือกวัสดุที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ กับวัสดุที่ต้องนำกลับไปทำการรีไซเคิลก่อน โดยวิธี R&R

Itoh and Liu (2006) ได้แบ่งลำดับของวัสดุเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงก่อนการก่อสร้าง (Pre-construction) ช่วงก่อสร้าง (Construction) และช่วงหลังการก่อสร้าง (Post-construction) โดยเรียกว่าวัฏจักรของวัสดุ (Life Cycle of Material) และได้ทำการเปรียบเทียบมูลค่าของวัสดุ (Values) กับเวลาวัฏจักรของวัสดุ (Life Cycle of Material) ดังแสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แผนภูมิระหว่างมูลค่าของวัสดุกับเวลาวัฏจักรของวัสดุ (ที่มา: Itoh and Liu, 2006)

จากแผนภูมิพบว่ามูลค่าของวัสดุเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนการก่อสร้าง (Pre-construction) เป็นช่วงก่อสร้าง (Construction) โดยมูลค่าของวัสดุลดลงหลังจากที่มีการก่อสร้างแล้ว และมูลค่าของวัสดุสามารถหมดไปเมื่อกลายไปเป็นเศษวัสดุซึ่ง Itoh and Liu (2006) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับงานก่อสร้างและงานรื้อถอนที่มีการนำวิธีการ R&R เข้ามาใช้ในงานก่อสร้างด้วย ซึ่งสามารถแสดงการเปรียบเทียบมูลค่าของวัสดุ (Values) กับเวลาวัฏจักรของวัสดุ (Life Cycle of Material) ได้ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แผนภูมิระหว่างมูลค่าของวัสดุกับเวลาวัฏจักรของวัสดุที่มีการนำกลับไปใช้ใหม่ และการนำกลับไปรีไซเคิล (ที่มา: Itoh and Liu, 2006)

จากแผนภูมิพบว่ามูลค่าของวัสดุมีมูลค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมถึงแม้กลายเป็นเศษวัสดุไปแล้ว การนำวัสดุกลับไปใช้ใหม่ และการนำกลับไปรีไซเคิล (R&R) จึงเป็นวิธีการที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุก่อสร้าง เนื่องจากเมื่อใช้วิธีการนำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิลกับวัสดุก่อสร้างสามารถช่วยให้วัสดุที่เกิดจากการก่อสร้างหรือการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น รวมถึงเป็นการเพิ่มระยะเวลาของวัฏจักรของวัสดุ ให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น หรือมีอายุอยู่ในวัฏจักรของวัสดุยาวนานขึ้น

Poon et al. (2001) ได้สรุปถึงวิธีการรีไซเคิลและการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle and Reuse) ที่ใช้ในประเทศญี่ปุ่นว่าเป็นการช่วยลดปริมาณวัสดุที่ถูกนำไปถมสถานที่ เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นมีพื้นที่ในการใช้สอยน้อย ซึ่งการเสียพื้นที่เพื่อใช้ในการถมวัสดุที่เหลือใช้จากการก่อสร้างจึงเป็นการสิ้นเปลืองพื้นที่ไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นวิธีการจัดการกับวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนด้วยวิธี R&R จึงเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการจัดการกับวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

3.3.1 การจัดการวัสดุประเภทคอนกรีต

จากการศึกษาพบว่า การจัดการกับคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีวิธีการจัดการที่ใช้เป็นวิธีการหลัก คือ การนำไปใช้ในการถมสถานที่ โดยใช้ในการถมเพื่อเตรียมพื้นที่ก่อสร้างอาคาร ถมเพื่อเป็นการปรับสภาพพื้นที่ และใช้เศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างใช้ในการถมเพื่อเตรียมการก่อสร้างถนน โดยคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในบางแห่งอาจมีการทำการคัดแยกขนาดก่อน โดยเฉพาะการคัดแยกเศษคอนกรีตที่มีขนาดใหญ่

เพื่อทำการบดย่อยให้เศษคอนกรีตเหล่านั้นมีขนาดเล็กลงโดยเฉพาะกรณีที่ต้องการใช้ในการถมที่ต้องการความแน่นของพื้นมาก

นอกจากการใช้เศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปใช้ในการถมสถานที่แล้ว มหาวิทยาลัยโอซาก้า ประเทศญี่ปุ่นได้มีการทำการศึกษาเพื่อนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปใช้ในการทำเป็นวัสดุผสมคอนกรีตใหม่ โดยใช้เป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) โดยกระบวนการเริ่มจากการบดย่อยและคัดกรองเศษคอนกรีตเพื่อให้ได้มวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตดังรูปที่ 3.10 ซึ่งการที่มีการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนมาบดย่อยเป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีตเนื่องจากในประเทศญี่ปุ่นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีตมีราคาสูง และหาได้ยาก จึงมีความจำเป็นในการศึกษาเพื่อใช้ประโยชน์เศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

รูปที่ 3.10 มวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) ที่ได้จากคอนกรีต (ที่มา: Itoh and Liu, 2006)

จากการศึกษาของ Haung et al. (2003) พบว่าการจัดการวัสดุคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไต้หวัน มีการใช้เครื่องจักรในการช่วยแบ่งแยกความละเอียดของวัสดุคอนกรีตที่เกิดจากการก่อสร้าง และได้แบ่งวัสดุประเภทคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกเป็น 3 ขนาด คือ คอนกรีตที่มีความละเอียดมาก สามารถนำไปใช้เป็นมวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) หรือ ชั้นรองผิวถนน (Subbase) ในการก่อสร้างครั้งใหม่ ส่วนวัสดุคอนกรีตที่มีความละเอียดปานกลาง สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุในการก่อสร้างถนนโดยก่อนการใช้งานต้องแยกส่วนประกอบที่ไม่บริสุทธิ์ออกก่อนโดยที่หากมีความละเอียดสูงกว่าปกติแต่ไม่ละเอียด

เท่าชนิดแรก สามารถนำไปถมสถานที่เพื่อเตรียมการก่อสร้าง สำหรับวัสดุคอนกรีตที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่อาจนำไปทำการฝังกลบได้

3.3.2 การจัดการวัสดุประเภทเหล็ก

จากการศึกษาของ Itoh and Liu (2006) พบว่า การจัดการกับวัสดุประเภทเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง สามารถจัดแยกเหล็กที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- เหล็กรูปพรรณ และ
- เหล็กเสริมคอนกรีต รวมถึงเหล็กอื่นๆที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

โดยวิธีการจัดการวัสดุประเภทเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างทั้งเหล็กรูปพรรณ เหล็กเสริมคอนกรีต รวมถึงเหล็กอื่นๆที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง พบว่า มีวิธีการจัดการอยู่ 3 วิธี คือ

1) การนำกลับมาใช้ใหม่ทำโดยคัดเลือกเหล็กที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้และคัดแยกเพื่อรอการจำหน่ายให้กับผู้ที่ต้องการนำกลับไปใช้ใหม่ โดยเหล็กที่มีการนำกลับไปใช้ใหม่มักเป็นเหล็กรูปพรรณ
2) การรีไซเคิลโดยการนำเหล็กที่ไม่สามาถนำกลับไปใช้ใหม่ได้จำหน่ายให้กับโรงหลอมเหล็กเพื่อหลอมแปรรูปเป็นเหล็กที่สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้
3) การฝังกลบ วิธีการนี้มักใช้เป็นวิธีการจัดการกับเหล็กเสริมคอนกรีต เนื่องจากไม่สามารถคัดแยกเหล็กออกมาจากโครงสร้างในคอนกรีตได้ ซึ่งหากทำการคัดแยกเหล็กเหล่านี้ออกมาจากโครงสร้างอาจไม่คุ้มค่ากับค่าแรงในการคัดแยก จึงนำไปฝังกลบพร้อมกับเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

3.3.3 การจัดการวัสดุประเภทไม้

จากการศึกษาของ Horie (2002) พบว่า ไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศญี่ปุ่นมีมากถึง 110,000 ตันในปี ค.ศ. 2000 โดยที่ 35% ของไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนี้เป็นไม้ที่เกิดจากงานรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในเมืองฮอกไกโด โดยวิธีการจัดการกับไม้โดยทั่วไปมีวิธีการหลัก คือ นำไม้ที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับไปใช้ใหม่ หรือมีการนำไม้ไปทำการแปรสภาพก่อนนำกลับไปใช้ใหม่ เช่น นำไปแต่งผิวหรือประกอบใหม่เป็นเครื่องเรือนหรือเฟอร์นิเจอร์ เช่น เก้าอี้ โต๊ะ เป็นต้น โดยทำการคัดแยกไม้ที่ยังมีคุณภาพพอใช้ได้กลับไปใช้ใหม่ ส่วนไม้ที่ไม่สามารถนำกลับไปใช้ในงานก่อสร้างได้ มีวิธีการจัดการที่แตกต่างกัน ดังนี้

การนำไม้ที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างแปรรูปเป็นกระดาษสมุดหรือหนังสือ การนำไม้ที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างแปรรูปเป็นกระดานไม้อัด การนำไม้ที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างส่งโรงงานทำกระดาษแข็ง กระดาษสี การนำไม้ที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปบดย่อยใช้ในการทำปุ๋ย หรือใช้ทำเป็นวัสดุรองสำหรับเลี้ยงสัตว์

3.4 บทสรุป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการศึกษาวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศพบว่ามีขั้นตอนและวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยแบ่งวัสดุได้เป็น 3 ประเภท สรุปได้ดังต่อไปนี้

วิธีการจัดการกับคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้หลายวิธี คือ การนำไปฝังกลบ การนำไปใช้ในการทำถนนเป็นชั้นผิวรองถนน (Subbase) นอกจากนี้ยังมีการนำเศษคอนกรีตไปทำการคัดแยกขนาด เพื่อนำคอนกรีตไปใช้ในการทำเป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) รวมถึงการนำคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างผสมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้ดินด้วย

วิธีการจัดการกับเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง โดยการนำเหล็กกลับไปใช้งานใหม่ ซึ่งโดยส่วนมากเป็นเหล็กรูปพรรณ การนำไปรีไซเคิลโดยการหลอมใหม่ ส่วนเหล็กเสริมที่อยู่กับคอนกรีตสามารถนำไปถมที่พร้อมกับคอนกรีต เนื่องจากต้นทุนค่าแรงในการคัดแยกเหล็กในต่างประเทศมีสูง จึงนำเหล็กเสริมคอนกรีตทำการฝังกลบหรือถมสถานที่ โดยไม่จำเป็นต้องทำการคัดแยกเหล็กออก

วิธีการจัดการกับวัสดุประเภทไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยแบ่งไม้เป็น 2 ประเภทคือ ไม้ที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้และเศษไม้ ในส่วนของเศษไม้มีวิธีการจัดการ คือ การนำไปใช้ในการผลิตปุ๋ย นำไปผลิตกระดาษ หรือไม้อัด ใช้ทำเชื้อเพลิง เช่น เผาทำเป็นถ่าน และนำไปใช้เป็นที่ปูรองพื้นสำหรับสัตว์ เนื่องจากมีความสามารถในการดูดความชื้นและรับแรงกระแทก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การศึกษาการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย

ในการทำวิจัยนี้ทำการศึกษาเพื่อเสนอแนะแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย ซึ่งจำเป็นต้องทำการศึกษาถึงวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในปัจจุบันทั้งในประเทศไทย และวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีในต่างประเทศ โดยการสัมภาษณ์ผู้รับเหมางานรื้อถอนเพื่อให้ทราบวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง รวมถึงศึกษาบทความ และเอกสารทางวิชาการเพื่อให้ทราบวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศ และปัจจัยที่มีผลในการตัดสินใจเลือกวิธีการ ในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษามาทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อเสนอแนะในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างต่อไป

ในส่วนของวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในปัจจุบันนั้นได้ทำการสัมภาษณ์ผู้รับเหมางานรื้อถอนเพื่อให้ทราบถึงวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ในกรณีที่ผู้รับเหมางานรื้อถอนมีวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยการขายวัสดุนั้น ได้ทำการสัมภาษณ์ผู้รับซื้อวัสดุดังกล่าวเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอน และกระบวนการจัดการ รวมถึงผลลัพธ์สุดท้ายของการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในทุกขั้นตอน โดยทำการรวบรวมข้อมูลจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจากหน่วยงานที่ทำการรื้อถอนทั้งหมด 20 หน่วยงาน

4.1 การจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จากการสัมภาษณ์ผู้รับซื้อ และสำรวจกระบวนการรื้อถอนจากจำนวน 20 หน่วยงานพบว่าการจัดการกับเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีความคล้ายคลึงกัน คือ นำเศษคอนกรีตไปถมรองพื้นทางเพื่อทำถนนหรือนำไปถมรองสถานที่เพื่อเตรียมทำการก่อสร้างโดยเศษคอนกรีตอยู่ชั้นล่างและนำดิน หรือลูกรังถมทับอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งกระบวนการการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสามารถสรุปได้ ดังนี้

4.1.1 ขั้นตอนการรื้อถอน

ในขั้นตอนการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นโดยส่วนมากเริ่มจากการรื้อถอนวัสดุที่สามารถรื้อถอนได้โดยไม่กระทบกับโครงสร้างของอาคารออกก่อน เช่น งานระบบไฟดังแสดงในรูป

ที่ 4.1 โดยเหลือเฉพาะโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือผนังอิฐบล็อกฉาบคอนกรีตดังแสดงในรูปที่ 4.2 จากนั้นจึงทำการรื้อสิ่งก่อสร้างด้วยการใช้รถตักดินติดหัวเจาะ (Excavator) ในการรื้อทำลายโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง ซึ่งในขั้นตอนนี้เศษคอนกรีตที่ได้ยังมีขนาดใหญ่ และมีเหล็กเสริมคอนกรีตติดอยู่ ดังนั้นจึงต้องใช้แรงงานคนเข้ามาช่วยในการนำเหล็กเสริมคอนกรีตออกจากเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง เมื่อแยกเหล็กเสริมคอนกรีตออกจากเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเรียบร้อยจึงรวบรวมเศษคอนกรีตที่ได้เพื่อเตรียมการขนย้ายออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ถึงรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างวัสดุที่รื้อถอนได้โดยไม่กระทบกับโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง

รูปที่ 4.2 โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก หรือผนังอิฐบล็อกฉาบคอนกรีตซึ่งถูกรื้อถอน

รูปที่ 4.3 การรื้อถอนโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างโดยใช้เครื่องจักร

รูปที่ 4.4 การย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อแยกเหล็กเสริมคอนกรีต

รูปที่ 4.5 การกองเก็บเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการขนย้าย

4.1.2 ขั้นตอนการขนย้ายและการนำไปใช้

ในขั้นตอนการขนย้ายเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้น โดยส่วนมากต้องทำการขนย้ายให้เสร็จภายใน 1-2 วันโดยรถบรรทุกซึ่งสามารถขนย้ายได้ในช่วงเวลา 9.00 น.-15.00 น. ในช่วงกลางวัน ส่วนในเวลากลางคืนสามารถขนย้ายได้ตั้งแต่ 20.00 น. เป็นต้นไป ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักมีการขนย้ายในช่วงกลางคืนเนื่องจากในช่วงกลางคืนมีช่วงเวลาในการขนย้ายนานกว่าการจราจรมีความหนาแน่นน้อยกว่าสามารถกำหนดเวลาในการเดินทางได้แน่นอนกว่าทำให้สามารถวางแผนและควบคุมงบประมาณในการขนย้ายได้ถูกต้องมากขึ้น หลังจากนั้นรถบรรทุกจะนำไปส่งยังสถานที่ที่กำหนดโดยสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1) การจัดเก็บ ณ ลานพักเศษคอนกรีต

โดยผู้รับเหมาที่ทำการรื้อถอนนั้น อาจเป็นเจ้าของสถานที่พักเศษคอนกรีตและเป็นผู้ทำการขนย้ายเศษคอนกรีตไปยังสถานที่พักเศษคอนกรีตดังแสดงในรูปที่ 4.7 เพื่อรอผู้มาซื้อเศษคอนกรีตไปใช้ประโยชน์ต่อไป แต่หากผู้รับเหมาที่ทำการรื้อถอนไม่มีสถานที่พักคอนกรีตเป็นของตัวเอง ผู้รับเหมาที่ทำการรื้อถอนอาจติดต่อผู้รับเหมารายอื่นที่มีสถานที่พักเศษคอนกรีตเป็นของตัวเองมาทำการขนออกไปไว้ยังสถานที่พักเศษคอนกรีตของผู้รับเหมาถมที่นั้น

ซึ่งไม่ว่าผู้รับเหมางานรื้อถอนอาจเก็บเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไว้ในสถานที่พักคอนกรีต หรือติดต่อผู้รับเหมารายอื่นที่มีสถานที่พักเศษคอนกรีตให้มา

รับซื้อ ขั้นตอนต่อไปในการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง คือ เมื่อมีผู้มาติดต่อขอซื้อเศษคอนกรีตที่ทำการกองเก็บไว้ ผู้รับเหมางานรื้อถอน หรือผู้รับเหมางานถมสถานที่ (ผู้ที่ทำการกองเก็บเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไว้) ต้องทำการขนย้ายเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากลานกองเก็บเศษคอนกรีตเพื่อนำไปถมสถานที่ตามที่ผู้ติดต่อขอซื้อต้องการ

รูปที่ 4.6 การขนย้ายเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในเวลากลางคืน

รูปที่ 4.7 การจัดเก็บเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ณ ลานพักเศษคอนกรีต

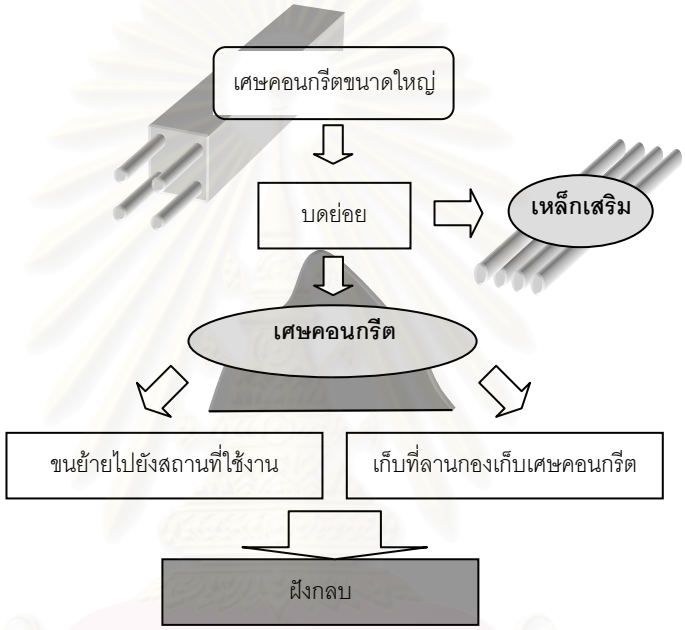
2) การใช้ประโยชน์เศษคอนกรีตโดยตรง

กรณีไม่มีลานพักเศษคอนกรีต เศษคอนกรีตต้องจัดเก็บอยู่บริเวณที่ทำการรื้อถอน หลังจากผู้รับเหมาหาสถานที่ที่ต้องการเศษคอนกรีตไปถมที่ดินหรือทำเป็นชั้นรองผิวถนนได้ สามารถขนเศษคอนกรีตไปใช้ได้โดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.8 การนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาทำถนนชั่วคราว

รูปที่ 4.9 ถนนชั่วคราวในสถานที่ก่อสร้างโดยถมจากเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปแนวทางการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในปัจจุบัน คือ การใช้เศษคอนกรีตที่ได้เพื่อถมสถานที่เตรียมการก่อสร้าง (การถมสถานที่ด้วยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นเป็นการถมสถานที่โดยการใช้เศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างถมไว้ด้านล่างและนำดิน หรือดินลูกรังมาถมกลบทับด้านบน) หรือนำไปถมเป็นชั้นรองผิวถนน (Road Subbase) โดยมีรายละเอียดของการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างดังที่ได้กล่าวมา ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนภาพเส้นทางของการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่ไม่คำนึงถึงความเป็นเจ้าของเศษคอนกรีตได้ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แนวทางในการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (จากการสำรวจ)

4.2 การจัดการเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จากการศึกษาสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างจำนวน 20 หน่วยงาน พบว่าแนวทางการจัดการเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในปัจจุบันนั้น ผู้รับเหมางานรื้อถอนมีแนวทางในการจัดการที่เหมือนกัน คือ การนำเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างส่งโรงงานหลอมเหล็กเพื่อหลอมเป็นเหล็กใหม่ หรือการรีไซเคิล เช่น เหล็กรูปพรรณ และเหล็กเสริมคอนกรีต เป็นต้น และพบว่าขั้นตอนในการจัดการเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเริ่มตั้งแต่จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจนถึงขั้นตอนในการส่งโรงงานหลอมเหล็กมีดังนี้

ในขั้นตอนแรกภายหลังจากแยกเหล็กเสริมคอนกรีตออกจากเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเรียบร้อยแล้วนำเหล็กเสริมคอนกรีตที่ได้มาทำการกองรวมกันเพื่อเตรียมการขนย้าย จากนั้นผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการติดต่อผู้ที่มารับซื้อเหล็กจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างให้

ทำการขนย้ายออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยระหว่างการขนย้ายเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างขึ้นรถบรรทุกต้องใช้รถตักดิน (Excavator) กดอัดกองเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อให้เหล็กเสริมคอนกรีตที่ได้มายึดติดกัน และง่ายต่อการขนย้าย ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ถึงรูปที่ 4.14

รูปที่ 4.11 การแยกเหล็กเสริมคอนกรีตออกจากเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

รูปที่ 4.12 การกองเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการขนย้าย

รูปที่ 4.13 การบีบอัดกองเหล็กเสริมคอนกรีตเพื่อง่ายต่อการขนย้าย

รูปที่ 4.14 การขนย้ายเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

โดยทั่วไปเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสามารถขนย้ายได้เพียงหนึ่งเที่ยวต่อวันเท่านั้นเนื่องจากผู้รับเหมาที่มารับซื้อเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นนำเหล็กเสริมคอนกรีตที่ได้ไปส่งที่โรงงานหลอมเหล็กทันทีโดยไม่มีการกองเก็บ ซึ่งโรงงานหลอมเหล็กโดยส่วนมากอยู่รอบนอกของกรุงเทพมหานครทำให้ใช้เวลานานในการขนส่ง

รวมถึงการที่รถบรรทุกที่ใช้ทำการขนย้ายสามารถวิ่งได้ในช่วงเวลา 9.00น.-15.00 น. ในตอนกลางวันเท่านั้นทำให้สามารถขนส่งเหล็กเสริมคอนกรีตที่ได้มาได้แค่เที่ยวเดียวเท่านั้น

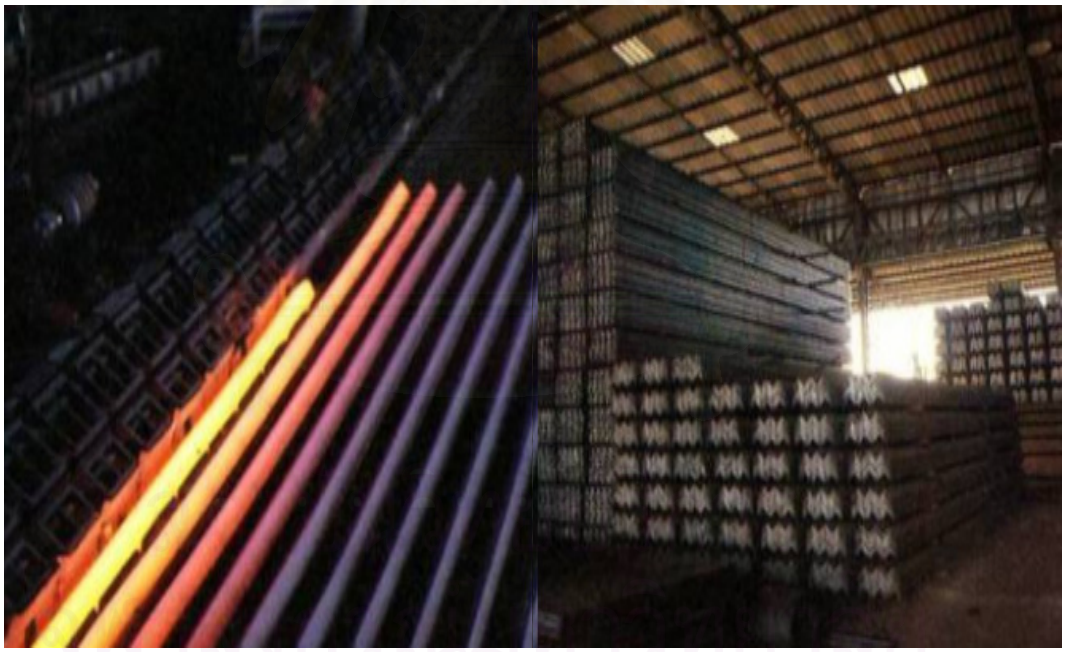
ในการจำหน่ายเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างต้องทำการชั่งน้ำหนักก่อนเพื่อให้ทราบน้ำหนักของเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจากนั้นจึงนำไปส่งที่โรงงานหลอมเหล็กเพื่อหลอมเหล็กเสริมคอนกรีตต่อไป

ขั้นตอนในการจัดการเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.15 ถึง รูปที่ 4.18

รูปที่ 4.15 การใช้แผ่นวัสดุคลุมรถบรรทุกก่อนขนย้ายเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอน

รูปที่ 4.16 การชั่งน้ำหนักเหล็กเสริมคอนกรีตก่อนส่งโรงงานหลอมเหล็ก

รูปที่ 4.17 การนำเหล็กเข้าเตาหลอมและการหลอมเหล็ก



รูปที่ 4.18 เหล็กที่ได้จากการหลอมเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

4.3 การจัดการเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จากการศึกษาสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างจำนวน 20 หน่วยงาน สามารถสรุปแนวทางการจัดการเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยในปัจจุบันพบว่าแนวทางในการจัดการมีความคล้ายคลึงกัน คือ การนำเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในส่วนที่ไม่สมบูรณ์

หรือมีขนาดเล็กส่งเข้าโรงงานหลอมเหล็กเพื่อรีไซเคิล ในขณะที่เหล็กรูปพรรณที่มีความสมบูรณ์สูงถูกนำกลับมาใช้ใหม่ โดยจากการสำรวจสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างพบว่าขั้นตอนในการจัดการเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเริ่มตั้งแต่จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจนถึงขั้นตอนในการกองเก็บเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้ โดยทำการรื้อถอนส่วนของโครงสร้างสิ่งก่อสร้างที่เป็นเหล็กรูปพรรณออกจากสิ่งก่อสร้างโดยการใช้เครื่องมือตัดบริเวณรอยต่อของโครงสร้างส่วนที่เป็นเหล็กรูปพรรณ และนำเหล็กรูปพรรณที่ได้มาทำการกองรวมกันไว้เพื่อเตรียมการขนย้าย จากนั้นผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการติดต่อผู้รับซื้อเหล็กให้ทำการขนย้ายออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ซึ่งผู้ที่มารับซื้อเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างทำการขนย้ายเหล็กรูปพรรณดังกล่าวนำไปกองเก็บไว้ที่โกดังเพื่อรอให้มีผู้มาติดต่อขอซื้อเหล็กรูปพรรณดังกล่าวไปใช้งานต่อไป โดยในส่วนของเหล็กรูปพรรณส่วนที่ไม่สามารถจำหน่ายได้ หรือส่วนที่มีขนาดเล็กสามารถส่งเข้าโรงงานหลอมเหล็กโดยเป็นวิธีการเดียวกับเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

ซึ่งขั้นตอนในการจัดการเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.19 ถึง รูปที่ 4.21

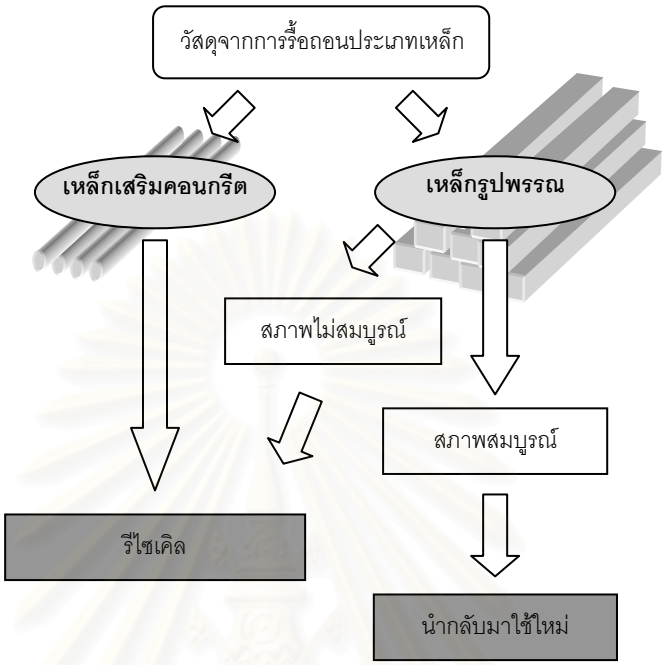
รูปที่ 4.19 การกองเก็บเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

รูปที่ 4.20 การขนย้ายเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

รูปที่ 4.21 การกองเก็บเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการนำไปใช้ใหม่

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างประเภทเหล็กปัจจุบันมีแนวทางในการจัดการโดยแบ่งเป็นเหล็กเสริมคอนกรีต และเหล็กรูปพรรณ คือ เหล็กเสริมคอนกรีตสามารถนำมารีไซเคิลโดยการส่งโรงงานหลอมเหล็ก ในขณะที่เหล็กรูปพรรณบางส่วนสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทันที ซึ่งบางส่วนอาจนำไปรีไซเคิลโดยการส่ง

โรงงานหลอมเหล็ก โดยที่สามารถสรุปเป็นแผนภาพเส้นทางของการจัดการเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 แนวทางในการจัดการวัสดุประเภทเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (จากการสำรวจ)

4.4 การจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จากการสำรวจสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างจำนวน 20 หน่วยงาน พบว่าผู้รับเหมางานรื้อถอนมีแนวทางในการจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างหลายแนวทาง แต่ทุกแนวทางมีขั้นตอนในการนำไม้ออกจากโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างที่เหมือนกัน คือ การใช้แรงงานคนในการรื้อถอนไม้ออกมาจากสิ่งก่อสร้าง โดยไม่มีการถอนตะปูออกจากไม้ จากนั้นนำมากองรวมกันเพื่อรอการขนย้ายออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างดังแสดงในรูปที่ 4.23 ถึงรูปที่ 4.25 หลังจากขนย้ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากสถานที่รื้อถอนแล้วสามารถแบ่งวิธีการจัดการได้ ดังนี้

4.4.1 การนำกลับมาใช้ใหม่

การจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างด้วยวิธีนี้ คือ การนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่อาจใช้ในสภาพเดิม หรือนำมาตกแต่งใหม่ ซึ่งสามารถแบ่งความเป็นเจ้าของของไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้ ดังนี้

รูปที่ 4.23 กองไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยที่ยังมีตะปูติดอยู่

1) ผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการรื้อไม้ออกมาจากสิ่งก่อสร้างและส่งคืนให้เป็นกรรมสิทธิ์ของเจ้าของสิ่งก่อสร้างนั้นเพื่อเตรียมนำไปใช้ในงานก่อสร้างใหม่ต่อไป

รูปที่ 4.24 การรื้อถอนโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างส่วนที่เป็นไม้

รูปที่ 4.25 การกองไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อเตรียมการขนย้าย

2) ในกรณีที่ผู้รับเหมางานรื้อถอนมีโรงจำหน่ายไม้เป็นของตนเอง ผู้รับเหมางานรื้อถอนสามารถทำการขนย้ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปเก็บไว้ที่โกดังเพื่อรอการจำหน่ายดังแสดงในรูปที่ 4.26 ถึงรูปที่ 4.28

รูปที่ 4.26 การขนย้ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างขึ้นรถเพื่อรอการจำหน่าย

รูปที่ 4.27 การขนย้ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อจัดเก็บในโกดัง

รูปที่ 4.28 การกองเก็บไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการตกแต่ง

3) หลังจากผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการรื้อไม้ออกมาจากสิ่งก่อสร้าง ผู้รับซื้อไม้ทำการขนย้ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากสถานที่รื้อถอนไปเก็บไว้ที่โกดังไม้เพื่อรอการจำหน่ายต่อ

จากที่กล่าวมาข้างต้นในกรณีที่ผู้รับเหมางานรื้อถอนส่งคืนไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างให้กับเจ้าของสิ่งก่อสร้างนั้นการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้

ใหม่มักนำกลับมาใช้ในสภาพเดิมโดยไม่มีการตกแต่ง ส่วนในกรณีที่มีการขนย้ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปเก็บไว้ที่โกดังเก็บไม้ ส่วนใหญ่ต้องมีการตกแต่งไม้ โดยการถอนตะปูออกจากไม้ ตัดปลายไม้เพื่อตกแต่ง และไสผิวนอกของไม้ออกดังแสดงในรูปที่ 4.29 และรูปที่ 4.30 ซึ่งจากกระบวนการตกแต่งไม้นี้เจ้าของโรงไม้สามารถนำตะปูไปจำหน่ายเพื่อหลอมเป็นเหล็กรีไซเคิล ส่วนเศษไม้ที่ได้จากการตัดปลาย และขี้เลื่อยจากการไสไม้ สามารถจำหน่ายเพื่อทำฟืนหรือเผาเป็นถ่านและทำปุ๋ย

รูปที่ 4.29 การตกแต่งไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยการตัดปลายไม้

รูปที่ 4.30 การตกแต่งไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยการไสไม้

โดยมูลค่าของไม้ที่ได้จากการรื้อถอนขึ้นอยู่กับสภาพและความยาวของไม้ และจำหน่ายเช่นเดียวกับไม้ใหม่ สำหรับไม้ที่มีความยาวไม่เกิน 1 เมตรอาจถูกขายเพื่อนำไปใช้เป็นไม้แบบในงานก่อสร้าง ส่วนไม้ที่มีความยาวเกินกว่า 1 เมตร โดยส่วนมากมักนำไปใช้ในการก่อสร้างอาคารทั่วไป ซึ่งข้อดีของไม้ที่ได้จากการรื้อถอน คือ เป็นไม้เก่ามีสภาพคงตัวเมื่อนำไปใช้ในงานก่อสร้างไม่เกิดการบิดงอ หรือแตก

รูปที่ 4.31 การกองเก็บไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างภายหลังการตกแต่งเพื่อรอการจำหน่าย

4.4.2 การรีไซเคิล

วิธีการจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยการรีไซเคิล ทำโดยการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างแปรรูปเป็นวัสดุประเภทอื่นที่ใช้ในงานก่อสร้าง เช่น ประตู หน้าต่าง หรืองานอื่น เช่น เฟอร์นิเจอร์ โดยที่ขั้นตอนและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปรรูปไม้นั้นอาจเปลี่ยนแปลงตามประเภทของวัสดุที่ต้องการแปรรูป ดังแสดงในรูปที่ 4.32 ถึงรูปที่ 4.36

รูปที่ 4.32 ไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างก่อนนำมาแปรรูปเป็นวัสดุใช้สอย

รูปที่ 4.33 เครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.34 หน้าต่างที่ได้จากการแปรรูปไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

รูปที่ 4.35 เฟอร์นิเจอร์ที่ได้จากการแปรรูปไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (บางส่วน)

4.5 การจัดการประตูและหน้าต่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

ในการจัดการวัสดุประเภทประตู และหน้าต่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นจากการสำรวจสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างจำนวน 20 หน่วยงาน พบว่ามีแนวทางในการจัดการเพียงแนวทางเดียว คือ นำกลับไปใช้ใหม่ในสภาพเดิม โดยเริ่มจากการรื้อถอนประตู และหน้าต่างออก

จากสิ่งก่อสร้างโดยใช้แรงงานคนในการรื้อถอนแล้วนำมากองรวมไว้เพื่อรอขนย้ายออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างพร้อมกันกับไม้ดังแสดงในรูปที่ 4.37 ซึ่งในขั้นตอนการขนย้ายนี้สามารถแบ่งความเป็นเจ้าของของประตู และหน้าต่างที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้ ดังนี้

1) ผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการรื้อประตู และหน้าต่างที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากสิ่งก่อสร้างและส่งคืนให้เป็นกรรมสิทธิ์ของเจ้าของสิ่งก่อสร้างนั้นเพื่อเตรียมนำไปใช้ในงานก่อสร้างใหม่ต่อไป

รูปที่ 4.36 การกองเก็บประตูที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อเตรียมการขนย้าย

2) ในกรณีที่ผู้รับเหมางานรื้อถอนมีโกดังจัดเก็บไม้เป็นของตนเอง ผู้รับเหมางานรื้อถอนสามารถทำการขนย้ายประตูและหน้าต่างที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อจัดเก็บไว้ที่โกดังเพื่อรอการจำหน่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.37 และรูปที่ 4.38

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.37 การขนย้ายประตูและหน้าต่างไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อนำไปจัดเก็บ

3) หลังจากผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการรื้อประตูและหน้าต่างไม้ออกมาจากสิ่งก่อสร้าง ผู้รับซื้อไม้ทำการขนย้ายประตูและหน้าต่างไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากสถานที่รื้อถอนไปเก็บไว้ที่โกดังไม้เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

รูปที่ 4.38 การกองเก็บประตูที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการจำหน่าย

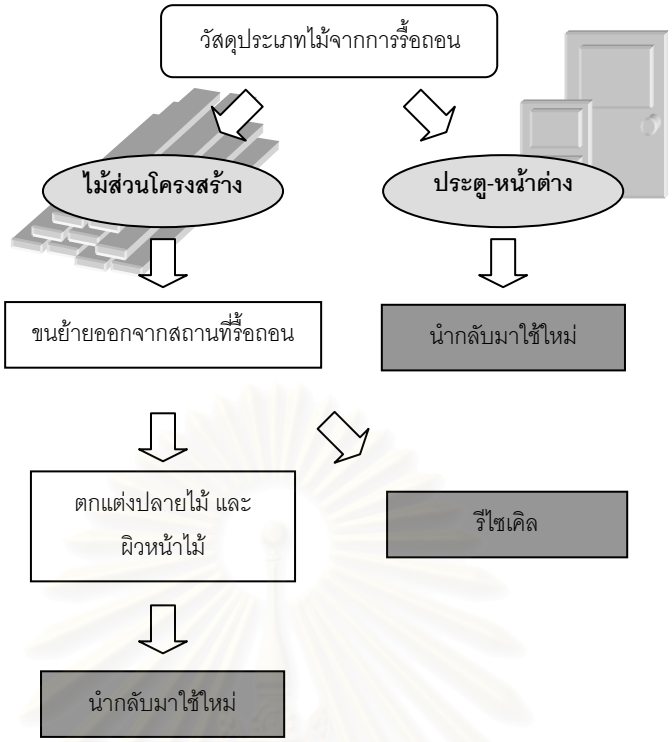
รูปที่ 4.39 การกองเก็บหน้าต่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการจำหน่าย

ในการจำหน่ายประตูและหน้าต่างที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นผู้ที่ต้องการนำไปใช้ต้องพิจารณาขนาดตามความต้องการ เนื่องจากประตูและหน้าต่างที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างถูกจำหน่ายในสภาพเดิมโดยไม่มีการตกแต่ง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าประตูและหน้าต่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างปัจจุบันมีแนวทางในการจัดการเพียงแนวทางเดียว คือ การนำกลับมาใช้ใหม่ในสภาพเดิมดังแสดงในรูปที่ 4.40

4.6 การจัดการวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จากการสำรวจพบว่าแนวทางการจัดการวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นสามารถแบ่งออกได้ตามสภาพของวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง คือ ในกรณีเป็นวัสดุมุงหลังคาที่มีสภาพสมบูรณ์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่วนวัสดุมุงหลังคาชิ้นที่แตกหักหรือมีสภาพไม่สมบูรณ์นั้นผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการทุบทำลายพร้อมกับโครงสร้างของสิ่งก่อสร้าง และกองรวมไว้กับเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อเตรียมขนย้ายออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้าง เพื่อนำไปถมสถานที่เตรียมการก่อสร้างต่อไป



รูปที่ 4.40 แนวทางในการจัดการวัสดุประเภทไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (จากการสำรวจ)

สำหรับขั้นตอนในการรื้อถอนวัสดุมุงหลังคานั้นใช้เพียงแต่แรงงานคนเท่านั้น โดยทำการรื้อถอนทีละแผ่นอย่างระมัดระวังสำหรับการนำกลับไปใช้ใหม่ ซึ่งการนำวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่ส่วนมากใช้ในสภาพเดิม และหลังจากรื้อถอนเสร็จแล้วจึงวางซ้อนกันจำนวนหนึ่งแล้วผูกเชือกหย่อนลงจากหลังคาและกองรวมกันไว้เตรียมขนย้ายออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

การขนย้ายวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสามารถแบ่งความเป็นเจ้าของของวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้ ดังนี้

1) ผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการรื้อวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกมาและส่งคืนให้เป็นกรรมสิทธิ์ของเจ้าของสิ่งก่อสร้างนั้นเพื่อเตรียมนำกลับไปใช้ในงานก่อสร้างใหม่
2) ในกรณีที่ผู้รับเหมางานรื้อถอนมีโกดังจัดเก็บเป็นของตนเอง ผู้รับเหมางานรื้อถอนสามารถทำการขนย้ายวัสดุมุงหลังคาที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อจัดเก็บไว้ที่โกดังเพื่อรอการจำหน่าย

3) หลังจากผู้รับเหมางานรื้อถอนทำการรื้อวัสดุมุงหลังคาออกมาจากสิ่งก่อสร้าง ผู้รับซื้อทำการขนย้ายวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากสถานที่รื้อถอนไปเก็บไว้ที่โกดังเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

ขั้นตอนในการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.41 ถึง รูปที่ 4.44

รูปที่ 4.41 การขนย้ายวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างลงมากองไว้ด้านล่าง

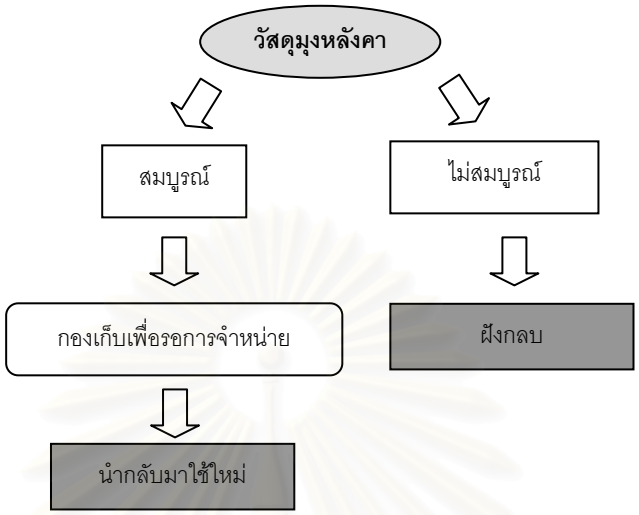
รูปที่ 4.42 การกองวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการขนย้าย

รูปที่ 4.43 การขนย้ายวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

รูปที่ 4.44 การกองเก็บวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อรอการจำหน่าย

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างปัจจุบันมีแนวทางในการจัดการอยู่ 2 แนวทางแบ่งตามสภาพของวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง คือ วัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีสภาพไม่สมบูรณ์อาจถูกนำไปถมสถานที่เตรียมการก่อสร้างพร้อมเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง ส่วนวัสดุ

มุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีสภาพสมบูรณ์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ในสภาพเดิมดังแสดงในรูปที่ 4.45



รูปที่ 4.45 แนวทางในการจัดการวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง (จากการสำรวจ)

4.7 การเปรียบเทียบวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

จากการศึกษาโดยทำการเปรียบเทียบการจัดการวัสดุจากการรื้อถอนของประเทศไทยซึ่งได้จากการสำรวจจากสภาพความเป็นจริง และของต่างประเทศโดยการศึกษาจากเอกสารและแหล่งข้อมูลต่างๆ สามารถแสดงผลการเปรียบเทียบได้ ดังนี้

4.7.1 การจัดการวัสดุประเภทคอนกรีต

จากการศึกษาพบว่าในต่างประเทศมีวิธีการจัดการกับคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างได้หลายวิธี คือ การนำไปฝังกลบ การนำไปใช้ในการทำถนนเป็นชั้นผิวรองถนน (Road Subbase) นอกจากนี้ยังมีการนำเศษคอนกรีตไปทำการคัดแยกขนาด เพื่อนำคอนกรีตไปใช้ในการทำเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) รวมถึงการนำคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปถมที่เพิ่มความแข็งแรงให้ดินด้วย ในขณะที่วิธีการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย มีแนวทางในการจัดการส่วนใหญ่ คือ การนำเศษคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนี้ไปใช้ในการถมสถานที่ หรือใช้ในการทำถนนเป็นชั้นผิวรองถนน (Road Subbase) โดยคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างส่วนใหญ่ยังมีเหล็กเสริม ซึ่งใช้เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างติดอยู่ โดยต้องทำการคัดแยกเหล็กเสริมออกจากคอนกรีตก่อนทำการขนย้ายเศษคอนกรีตออกจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้าง โดยในการขน

ย้ายเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างออกจากบริเวณที่มีการรื้อถอน สามารถแยกได้เป็น 2 ทาง คือ การนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปถมสถานที่ที่ต้องการถมโดยตรง หรือพักไว้ที่ลานกองเก็บเศษคอนกรีต ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกวิธีการนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการใช้เศษคอนกรีต ดังแสดงในรูปที่ 4.46 ถึงรูปที่ 4.48

4.7.2 เหล็กเสริมคอนกรีต

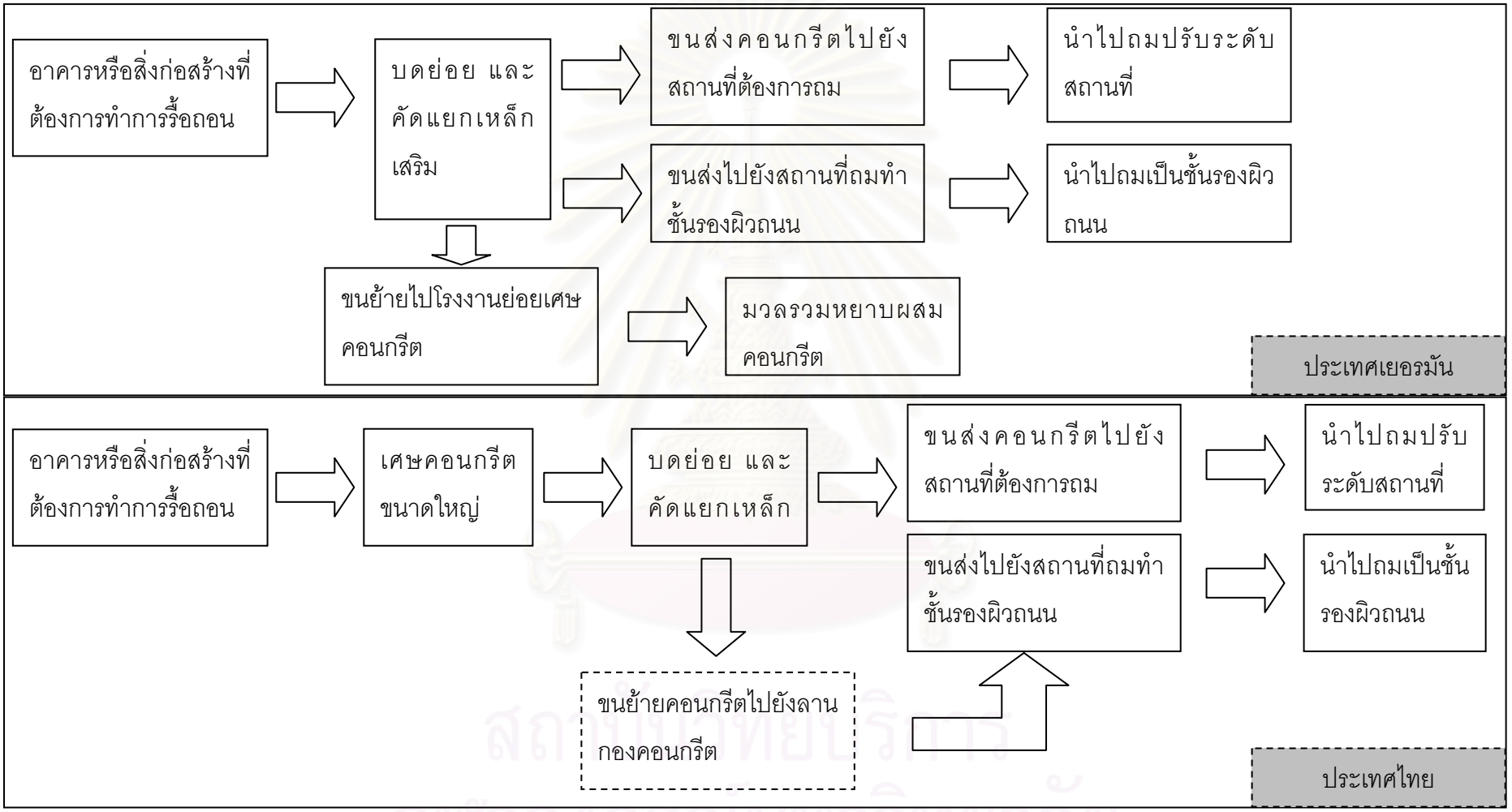
จากการศึกษาพบว่าต่างประเทศมีวิธีการจัดการกับเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเช่นเดียวกับการจัดการในประเทศไทย คือ การรีไซเคิลกลับมาใช้ แต่อาจมีข้อแตกต่าง เนื่องจากในต่างประเทศนั้นส่วนของเหล็กเสริมคอนกรีตที่ติดอยู่กับคอนกรีตอาจนำไปถมที่พร้อมกับคอนกรีต เนื่องจากค่าแรงงานในการคัดแยกเหล็กออกจากคอนกรีตมีราคาสูง จึงนำเหล็กที่ติดกับคอนกรีตไปทำการฝังกลบหรือถมสถานที่ โดยไม่ทำการคัดแยกเหล็กออก ในขณะที่ประเทศไทยมีความต้องการแยกเหล็กเสริมออกจากคอนกรีตมาให้หมดเนื่องจากค่าแรงงานในการคัดแยกต่ำกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.49 ถึงรูปที่ 4.51

4.7.3 เหล็กรูปพรรณ

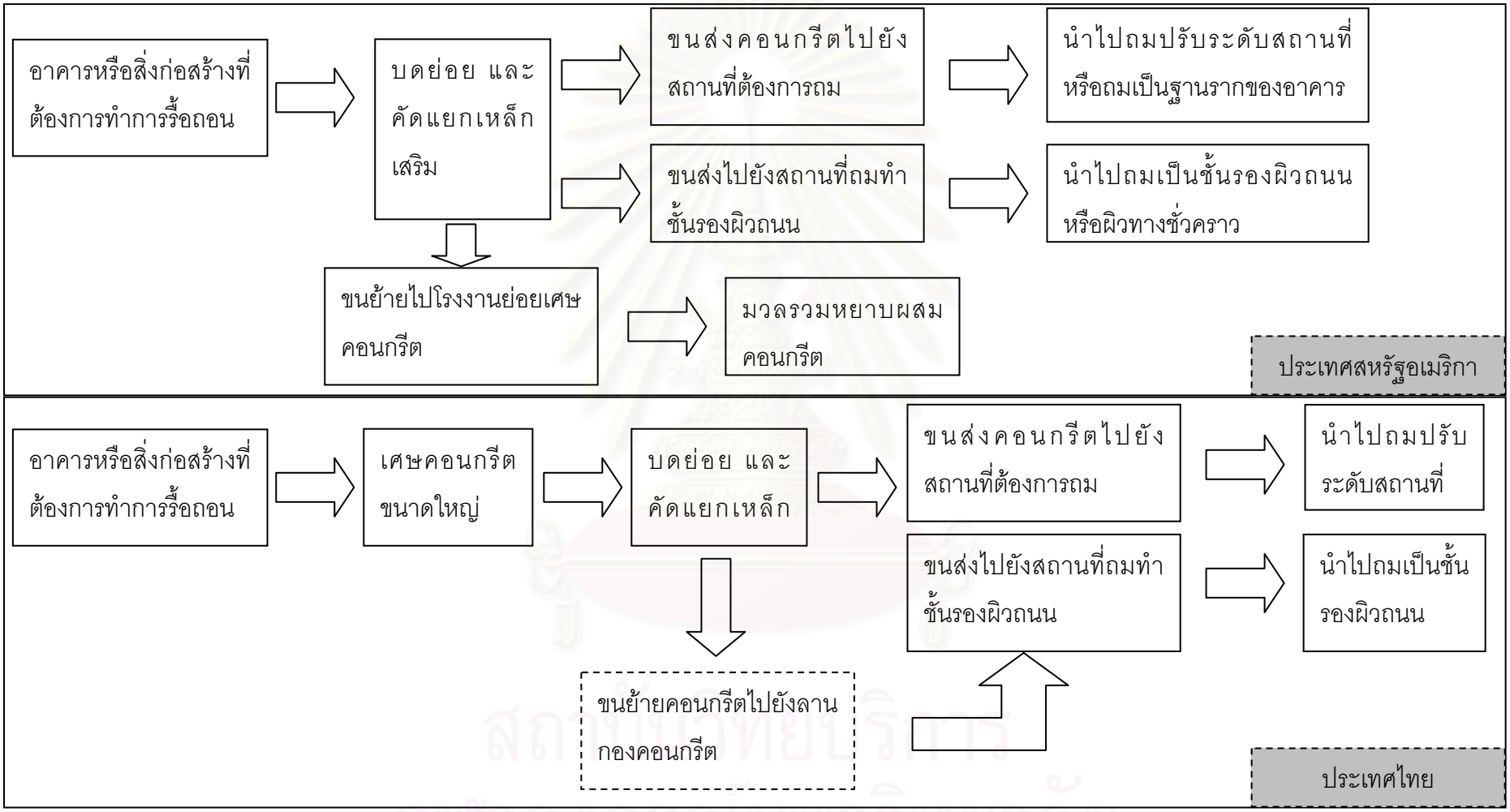
จากการศึกษาพบว่าในต่างประเทศมีวิธีการจัดการกับเหล็กรูปพรรณที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเช่นเดียวกับการจัดการในประเทศไทย คือ การนำเหล็กรูปพรรณไปรีไซเคิล (Recycle) และการนำเหล็กรูปพรรณกลับไปใช้ใหม่โดยตรง (Reuse) ในกรณีที่เหล็กรูปพรรณยังมีสภาพที่พอนำกลับไปใช้ใหม่ได้

4.7.4 วัสดุประเภทไม้

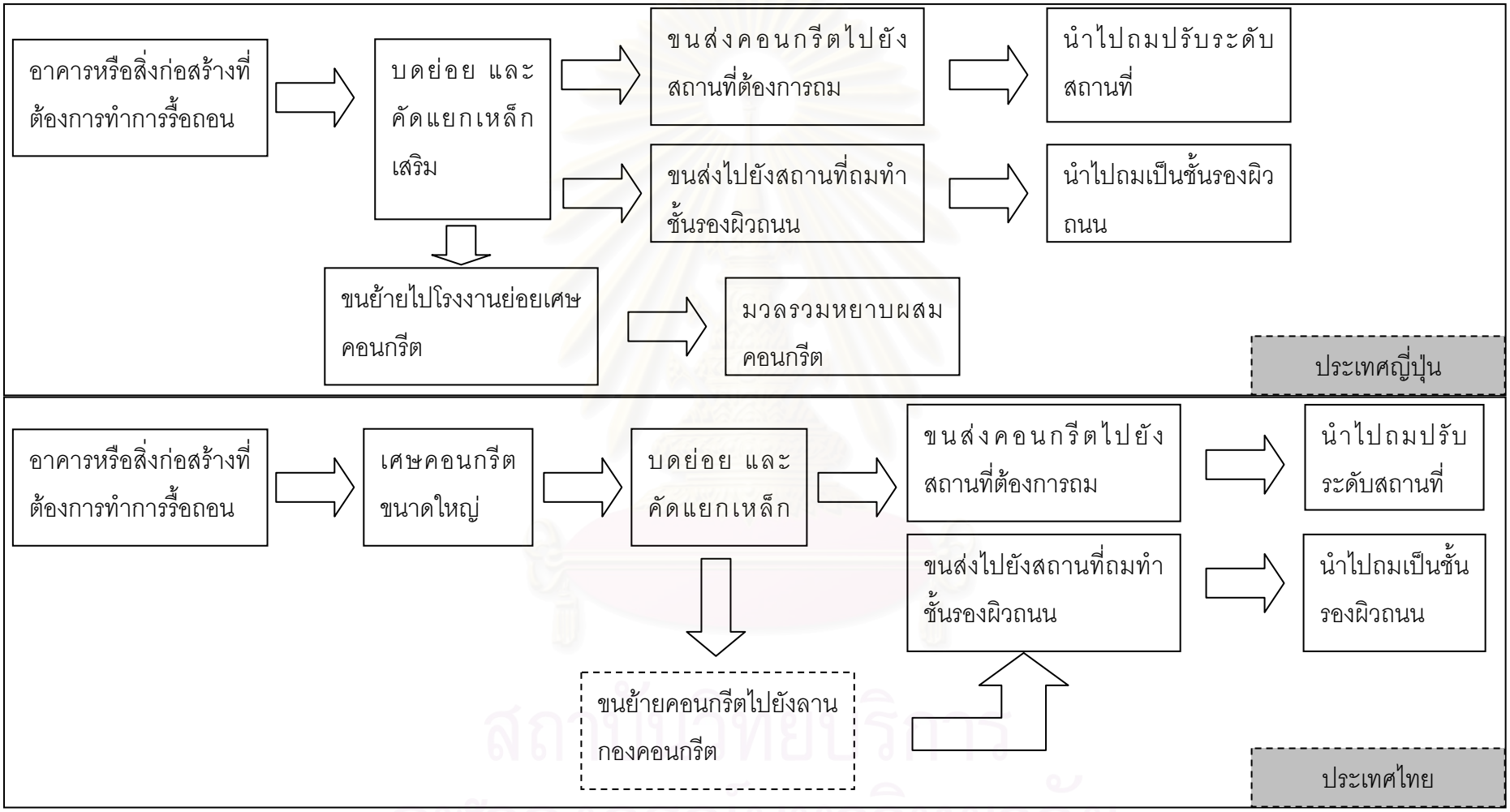
จากการศึกษาพบว่าในต่างประเทศมีวิธีการจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยแบ่งไม้เป็น 2 ประเภทคือ ไม้ที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้และเศษไม้ ในส่วนของเศษไม้มีวิธีการจัดการที่หลากหลาย คือ การนำไปใช้ทำปุ๋ย นำไปส่งโรงงานผลิตกระดาษ นำไปใช้ทำเชื้อเพลิงให้พลังงาน นำไปเผาทำถ่าน นำไปผสมทำเป็นไม้อัด นำไปใช้เป็นที่ปูรองที่นอนสำหรับสัตว์เลี้ยงเพราะไม้มีคุณสมบัติในการดูดความชื้นและรองรับแรงกระแทกได้ดี เป็นต้น ซึ่งในประเทศไทยนั้นก็มีวิธีการจัดการที่คล้ายคลึงกันเพียงแต่ว่าไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยนั้นสามารถนำมาแปรรูปเป็นวัสดุตกแต่งได้ เช่น ตู้เก็บของ วงกบประตูและหน้าต่าง ฯลฯ ดังแสดงในรูปที่ 4.52 ถึงรูปที่ 4.54



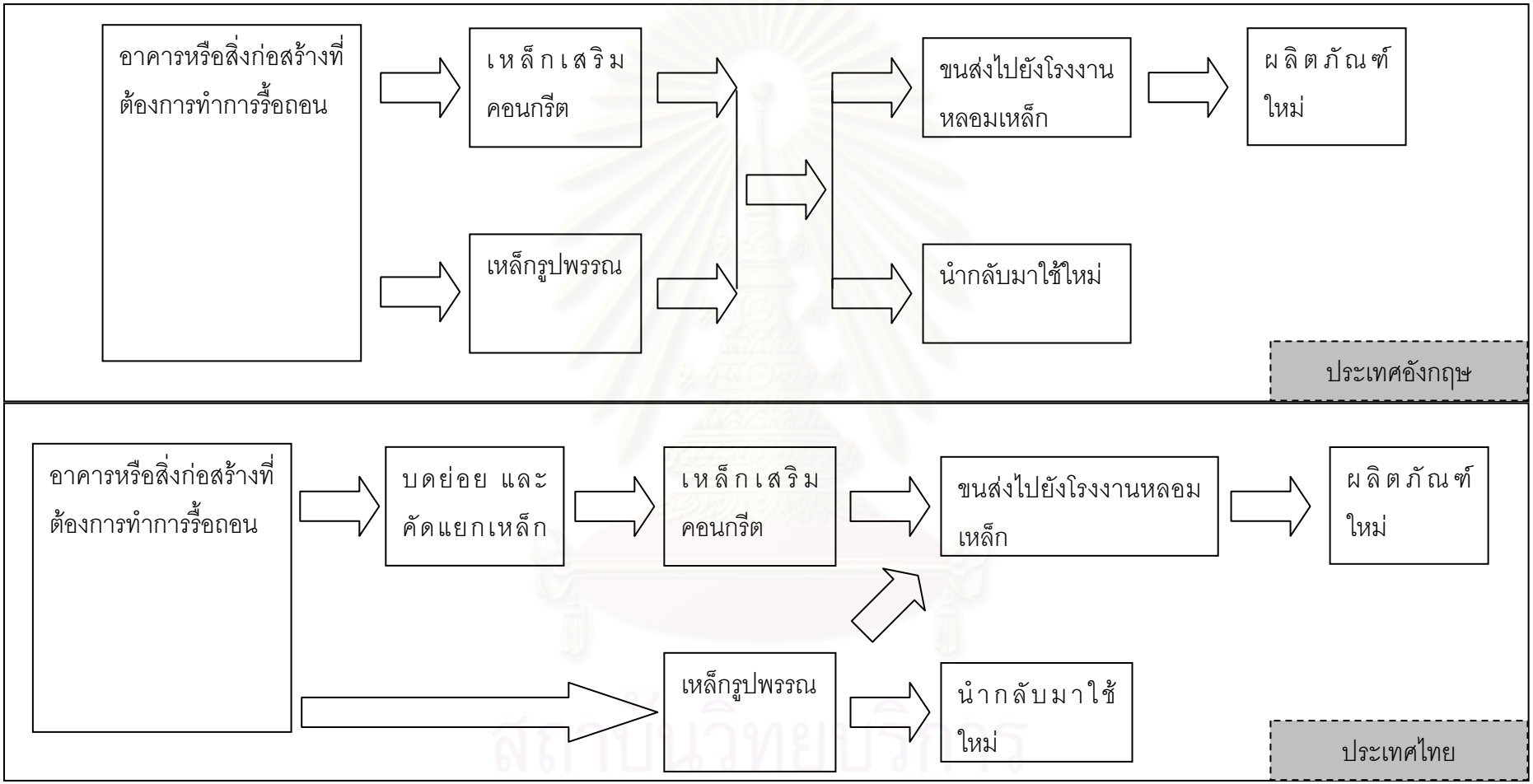
รูปที่ 4.46 ขั้นตอนการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศเยอรมันและในประเทศไทย



รูปที่ 4.47 ขั้นตอนการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศสหรัฐอเมริกาและในประเทศไทย

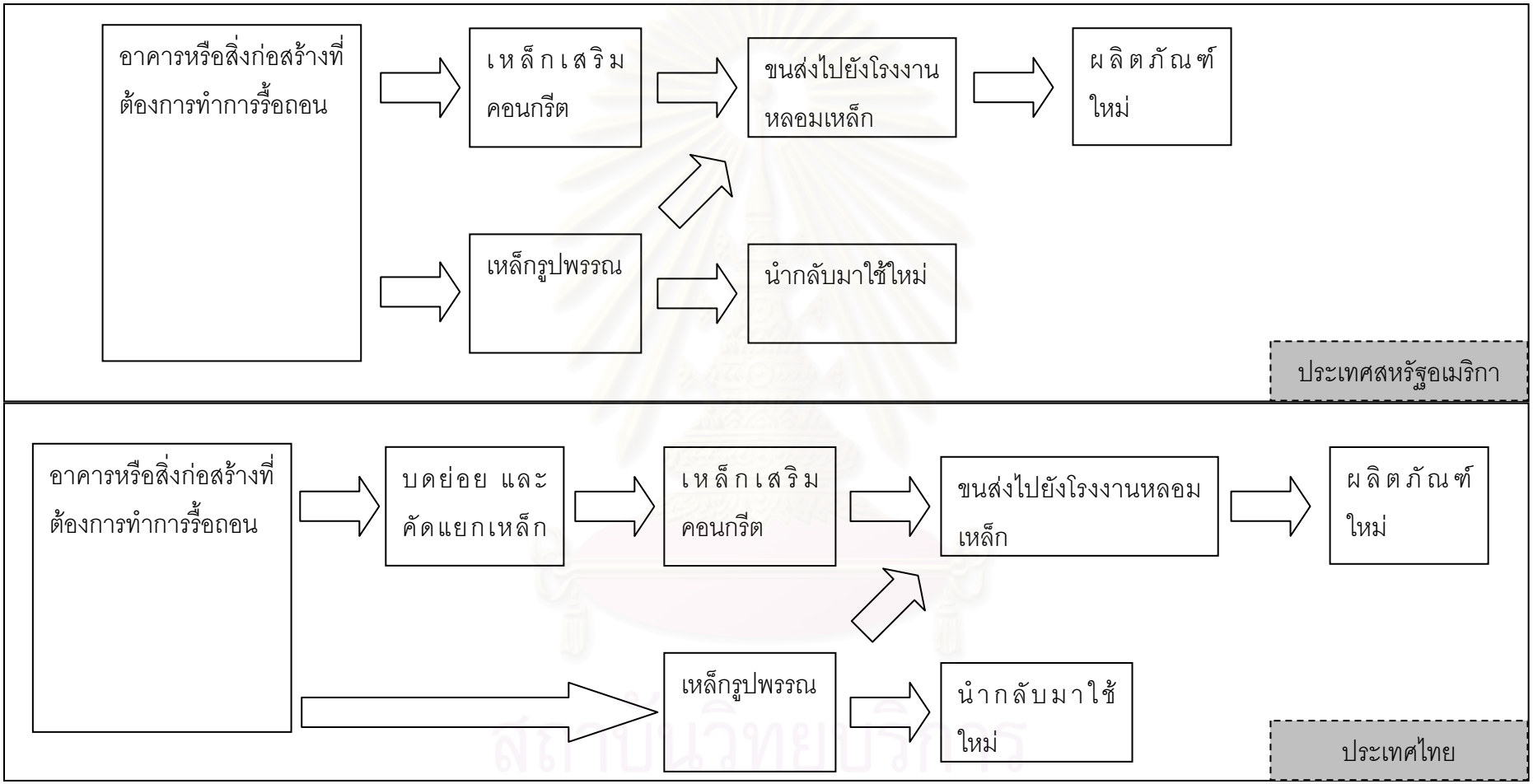


รูปที่ 4.48 ขั้นตอนการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศญี่ปุ่นและในประเทศไทย

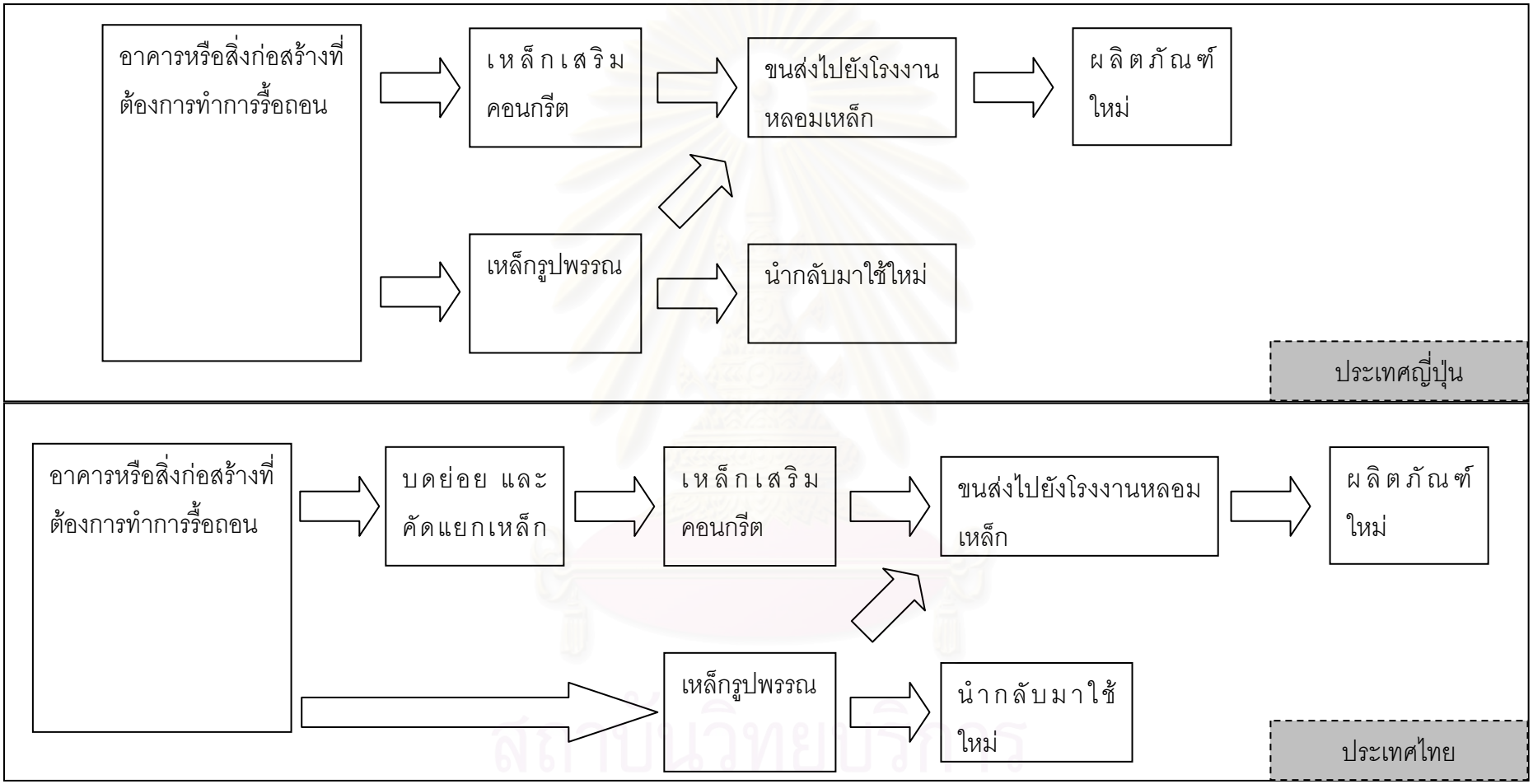


รูปที่ 4.49 ขั้นตอนการจัดการเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศอังกฤษและในประเทศไทย

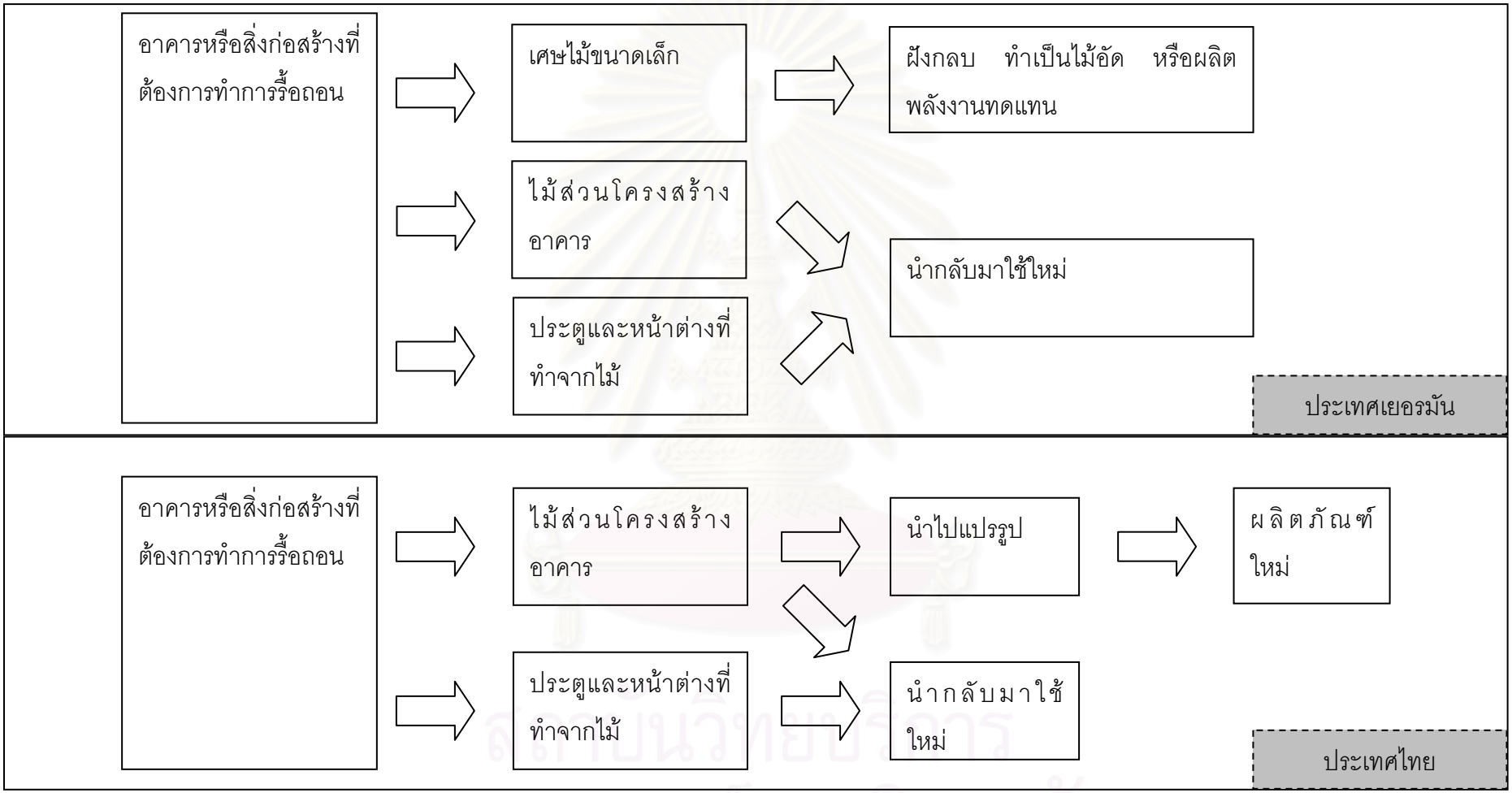
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



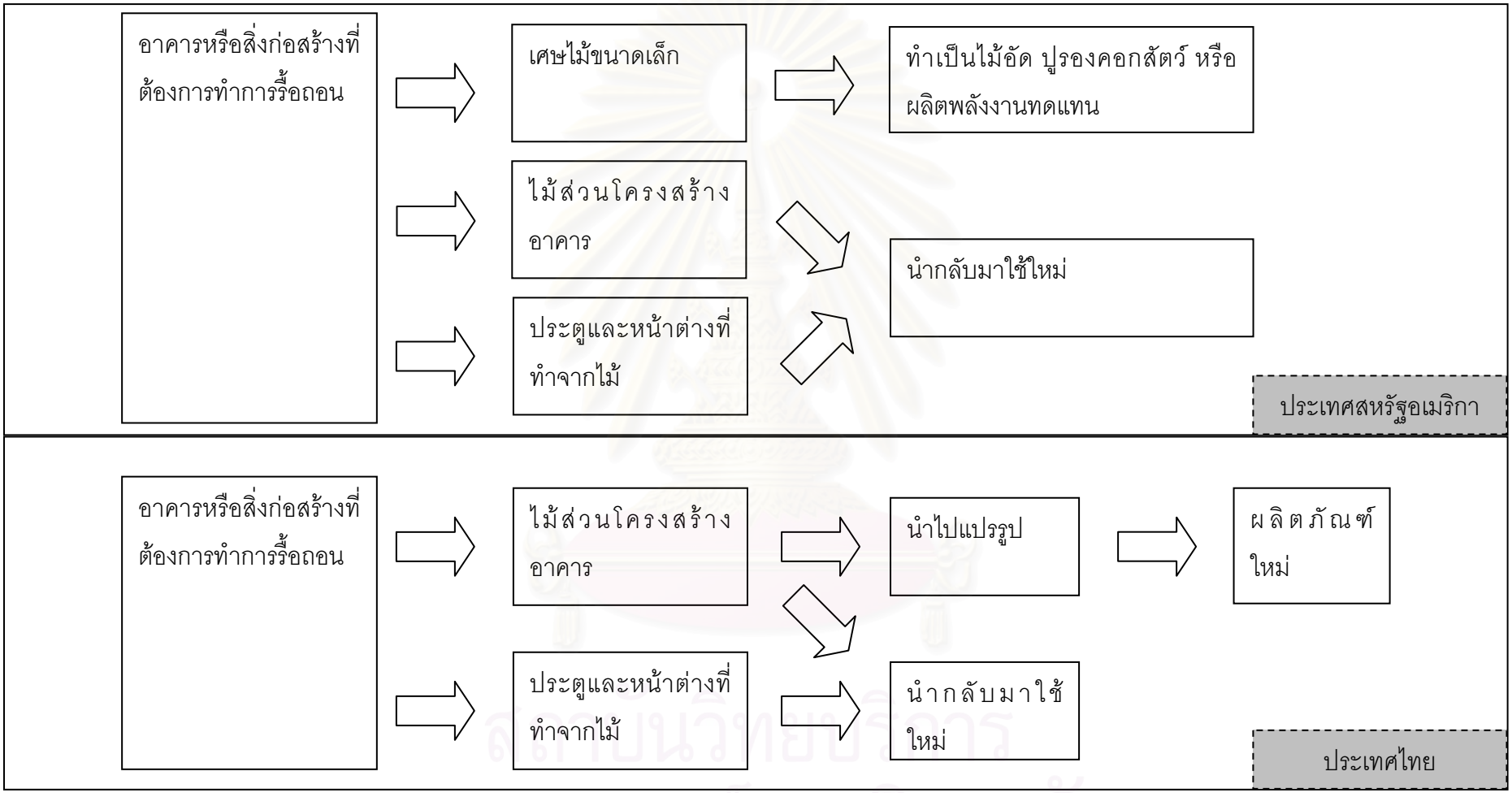
รูปที่ 4.50 ขั้นตอนการจัดการเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศสหรัฐอเมริกาและในประเทศไทย



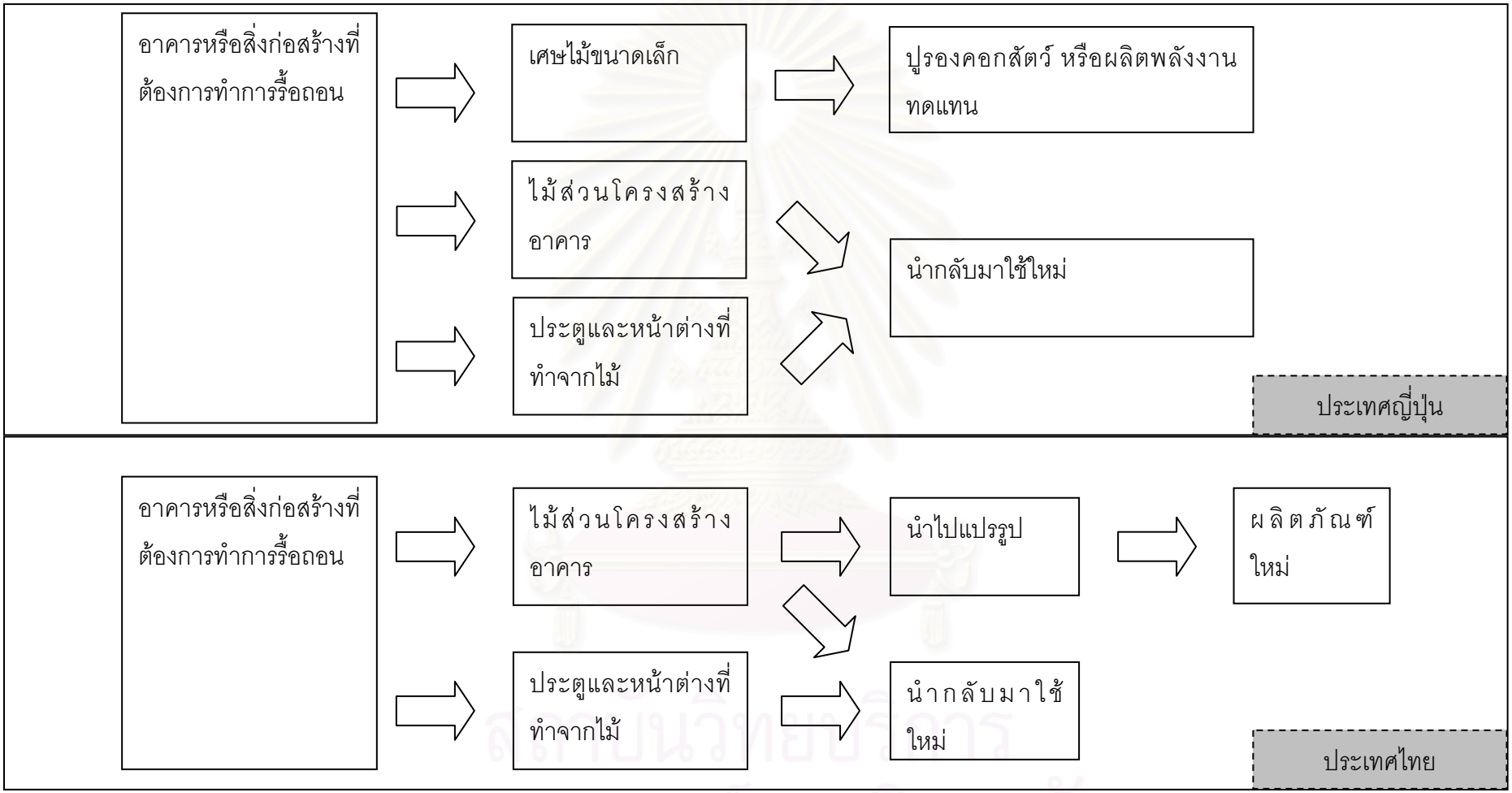
รูปที่ 4.51 ขั้นตอนการจัดการเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศญี่ปุ่นและในประเทศไทย



รูปที่ 4.52 ขั้นตอนการจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศเยอรมันและในประเทศไทย



รูปที่ 4.53 ขั้นตอนการจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศสหรัฐอเมริกาและในประเทศไทย



รูปที่ 4.54 ขั้นตอนการจัดการไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศญี่ปุ่นและในประเทศไทย

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยและในต่างประเทศ

ประเทศ	แนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนแต่ละประเภท			
	เศษคอนกรีต	**เหล็กเสริมคอนกรีต**	**เหล็กรูปพรรณ**	**ไม้**
ประเทศไทย	- ถมปรับระดับสถานที่ - ถมเป็นชั้นรองผิวถนน	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่ - นำกลับมาใช้ใหม่	- นำกลับมาใช้ใหม่ - แปรรูปเป็นวัสดุใช้สอย
ประเทศเยอรมัน	- รีไซเคิลเป็นผลิตภัณฑ์มวลรวม - ถมเป็นชั้นรองผิวถนน - ใช้เป็นวัสดุระบายน้ำ	-	-	- นำกลับมาใช้ใหม่
ประเทศอังกฤษ	- ใช้เสริมกำลังรับแรงเฉือนของดิน	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่ (84%) - นำกลับมาใช้ใหม่ (10%)	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่ - นำกลับมาใช้ใหม่	-
ประเทศอเมริกา	- รีไซเคิลเป็นผลิตภัณฑ์มวลรวม - ถมปรับระดับสถานที่ - ถมเป็นชั้นรองผิวถนน	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่ - นำกลับมาใช้ใหม่	- นำกลับมาใช้ใหม่
ประเทศแคนาดา	- ถมปรับระดับสถานที่ - ถมเป็นชั้นรองผิวถนน	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่ - นำกลับมาใช้ใหม่	- นำกลับมาใช้ใหม่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยและในต่างประเทศ (ต่อ)

ประเทศ	แนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนแต่ละประเภท			
	เศษคอนกรีต	**เหล็กเสริมคอนกรีต**	**เหล็กรูปพรรณ**	**ไม้**
ประเทศญี่ปุ่น	- รีไซเคิลเป็นผลิตภัณฑ์มวลรวม - ถมเป็นชั้นรองผิวถนน	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่	- รีไซเคิลโดยการนำกลับมาหลอมใหม่ - นำกลับมาใช้ใหม่	- นำกลับมาใช้ใหม่
ประเทศไต้หวัน	- รีไซเคิลเป็นผลิตภัณฑ์มวลรวม - ถมปรับระดับสถานที่ - ถมเป็นชั้นรองผิวถนน	-	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.7.5 วัสดุประเภทประตูและหน้าต่างที่ทำจากไม้

จากการศึกษาพบว่าต่างประเทศมีวิธีการจัดการกับวัสดุประเภทประตูและหน้าต่างที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเช่นเดียวกับการจัดการในประเทศไทย คือ การนำประตูและหน้าต่างที่ยังมีสภาพที่สามารถใช้งานได้อยู่นำกลับไปใช้ใหม่

จากการศึกษาโดยการเปรียบเทียบวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างระหว่างประเทศไทยและต่างประเทศดังแสดงในตารางที่ 4.1

4.8 บทสรุป

จากการศึกษาโดยการสัมภาษณ์ และสำรวจวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างพบว่าประเทศไทยมีขั้นตอนและวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างโดยแบ่งตามประเภทวัสดุ คือ วิธีการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย มีแนวทางในการจัดการส่วนใหญ่ คือ การนำเศษคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนี้ไปใช้ในการถมสถานที่ หรือใช้ในการก่อสร้างถนนโดยเป็นชั้นผิวรองถนน (Subbase) โดยคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างส่วนใหญ่มีเหล็กเสริมซึ่งต้องทำการคัดแยกเหล็กออกจากคอนกรีตก่อนทำการขนย้ายเศษคอนกรีตออกจากสถานที่รื้อถอน โดยการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างไปถมสถานที่โดยตรง หรือพักไว้ที่ลานกองเก็บเศษคอนกรีตขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

สำหรับเหล็กเสริมคอนกรีตจากการสำรวจสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างในปัจจุบันพบว่ามีแนวทางในการจัดการแนวทางเดียว คือ การนำเหล็กเสริมคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนหลอมเป็นเหล็กใหม่ (Recycle) ในส่วนของเหล็กรูปพรรณพบว่ามีแนวทางในการจัดการ โดยการหลอมเพื่อทำเป็นเหล็กใหม่ (Recycle) และการนำเหล็กรูปพรรณกลับไปใช้ใหม่ (Reuse) ในกรณีที่เหล็กรูปพรรณยังมีสภาพที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้

กรณีของไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนโครงสร้างของสิ่งก่อสร้างมีแนวทางการจัดการ คือ นำไม้ที่ได้มาใช้ใหม่ (Reuse) โดยอาจนำมาใช้ในสภาพเดิมหรือนำมาตกแต่งก่อนนำมาใช้ใหม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของไม้ สำหรับแนวทางที่สอง คือ การรีไซเคิล (Recycle) ไม้โดยแปรรูปเป็นส่วนประกอบในการทำเป็นวัสดุใช้สอย

สำหรับประตูและหน้าต่างที่ทำจากไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีแนวทางการจัดการ คือ การนำประตูและหน้าต่างที่ยังสามารถใช้งานได้อยู่นำกลับไปใช้ใหม่ (Reuse) และในการจัดการวัสดุมุงหลังคาที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีแนวทางการจัดการ คือ การนำวัสดุมุง

หลังคาดังกล่าวที่ยังสามารถใช้งานได้อยู่นำกลับไปใช้ใหม่ (Reuse) ส่วนที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทำการบดย่อยเพื่อใช้ถมสถานที่

ซึ่งจากการเปรียบเทียบแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างระหว่างประเทศไทย และต่างประเทศพบว่า แนวทางการจัดการเหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ ไม้ และประตูและหน้าต่างมีแนวทางการจัดการที่คล้ายคลึงกัน ในขณะที่แนวทางการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีแนวทางแตกต่างกันโดยในต่างประเทศมีการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่เป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีต ซึ่งควรมีการศึกษาลงในรายละเอียดในกรณีที่ต้องการนำวัสดุประเภทคอนกรีตเพื่อใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตเพื่อให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการนำมาใช้สำหรับประเทศไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

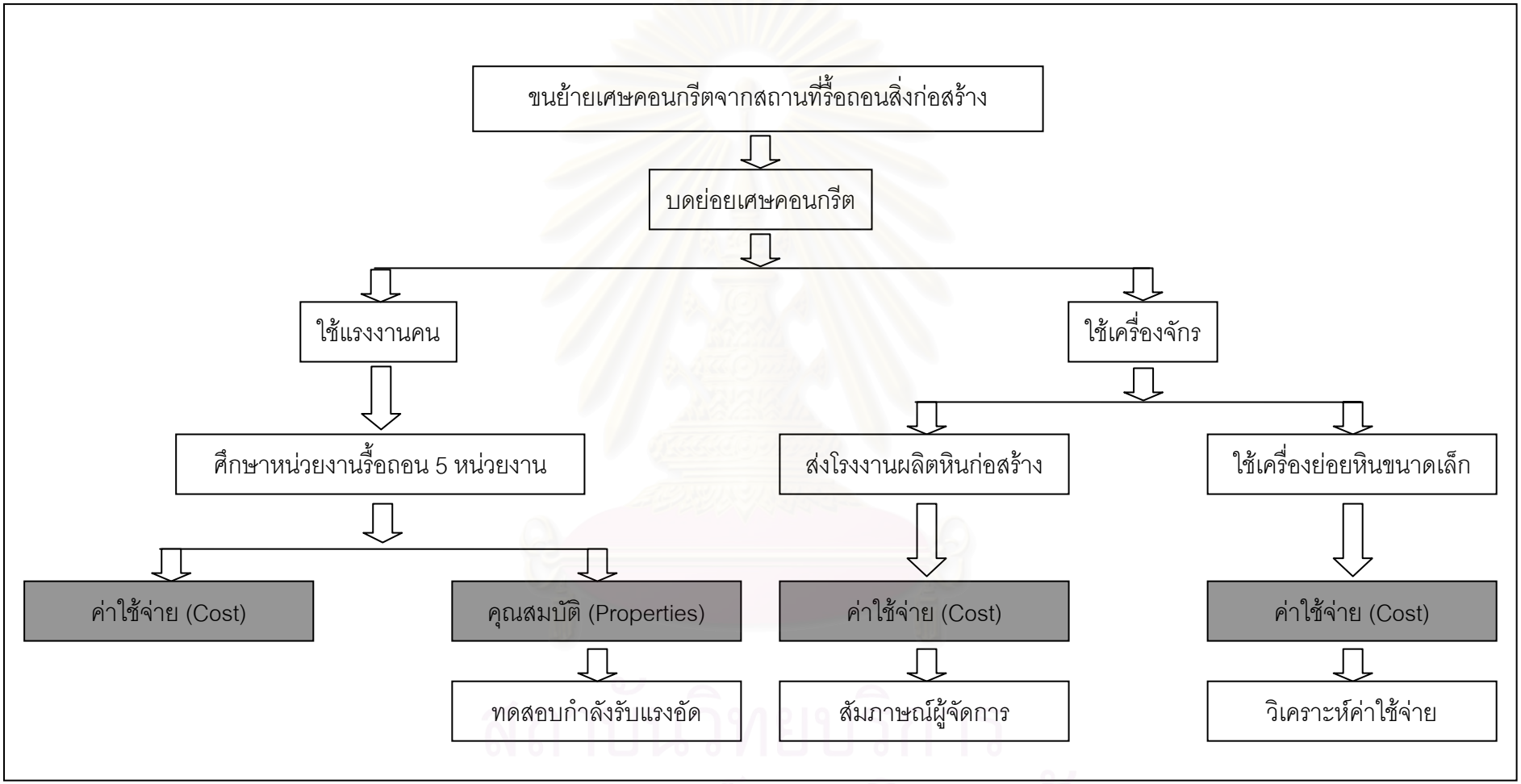
การทดลองใช้วิธีการจัดการวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างระหว่างประเทศไทย และต่างประเทศพบว่า วัสดุประเภทคอนกรีตมีแนวทางการจัดการบางแนวทางที่แตกต่างกัน ได้แก่ การนำคอนกรีตกลับมาใช้เป็นมวลรวมสำหรับผสมคอนกรีตซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการจัดการตามแนวทางดังกล่าว นอกจากนี้วัสดุประเภทไม้อาจมีวิธีการจัดการที่เหมือนกับต่างประเทศแต่เนื่องจากอาจมีประเภทของไม้ซึ่งแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาในรายละเอียดของวิธีการจัดการวัสดุทั้งสองประเภทดังกล่าว

5.1 การทดลองนำเศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสำหรับใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตในประเทศไทย

ในการวิจัยนี้ได้ทำการทดลองนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาทำการทดลองบดย่อยโดยพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งานจาก 2 ส่วนหลัก คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นและคุณสมบัติของกำลังรับแรงอัดโดยการเปรียบเทียบระหว่างคอนกรีตที่ผสมโดยใช้เศษคอนกรีตที่บดย่อยและมวลรวมหยาบทั่วไป ซึ่งในการทดลองมีขั้นตอน คือ การบดย่อยเศษคอนกรีต และการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต ซึ่งแนวทางการบดย่อยคอนกรีตสามารถแบ่งออกเป็น 3 กรณี คือ การบดย่อยโดยใช้แรงงานคน การบดย่อยโดยส่งโรงงานผลิตหินก่อสร้าง และการบดย่อยโดยเครื่องย่อยหินขนาดเล็ก โดยที่การบดย่อยโดยใช้แรงงานคนนั้นเป็นข้อมูลที่ได้จากการทดลองบดย่อยเศษคอนกรีต ในขณะที่การบดย่อยโดยการส่งโรงงานผลิตหินก่อสร้างเป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้จัดการโรงงานและการสำรวจกระบวนการทำงาน และการบดย่อยโดยใช้เครื่องย่อยหินขนาดเล็กเป็นข้อมูลจากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของค่าใช้จ่ายในการทำงานจากข้อมูลที่มีอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 5.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 ขั้นตอนในการทดลองเพื่อใช้เศษคอนกรีตจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต

5.1.1 การบดย่อยเศษคอนกรีต

กรณีที่ 1 การบดย่อยโดยใช้แรงงานคน

การทดลองเพื่อบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยใช้แรงงานคนในการบดย่อยคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจำนวน 8 คาน จากอาคารเดียวกันโดยเริ่มพิจารณาตั้งแต่ขั้นตอนการบดย่อยคานคอนกรีตเพื่อนำเหล็กเสริมคอนกรีตออกจนถึงการบดย่อยเศษคอนกรีตที่ได้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตเพื่อให้ได้อัตราผลผลิต (Productivity Rate) ซึ่งสามารถนำมาคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อนำมาทำมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต โดยเป็นค่าใช้จ่ายต่อน้ำหนักของเศษคอนกรีตที่บดย่อยออกมาได้ (บาท/ตัน) ซึ่งผู้วิจัยได้มีการชั่งน้ำหนักในทุกขั้นตอนของการทดลอง โดยขั้นตอนในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1) การบดย่อยเพื่อแยกเหล็กเสริมคอนกรีตออกจากคานคอนกรีต

ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการทุบคานคอนกรีตเพื่อแยกเหล็กเสริมคอนกรีตออก โดยอัตราผลผลิตที่ได้มาในขั้นตอนนี้สามารถนำมาคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ แต่ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้อาจไม่นำมาคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) เนื่องจากในการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นผู้รับเหมางานรื้อถอนมีการทุบย่อยคอนกรีตเพื่อแยกเหล็กเสริมออกมาตั้งแต่สถานที่รื้อถอน โดยที่ในขั้นตอนนี้มีการทดลองเปลี่ยนแปลงจำนวนคนงานที่ใช้ในการทุบย่อยคานคอนกรีตเพื่อเปรียบเทียบอัตราผลผลิต โดยใช้คนงาน 1 คน 2 คน 3 คน และ 4 คน จากคนงานกลุ่มเดียวกันซึ่งการวัดอัตราผลผลิตวัดเป็นอัตราส่วนน้ำหนักของคอนกรีตที่ทำการทุบย่อยต่อเวลา โดยน้ำหนักของคานคอนกรีตสามารถทำโดยการชั่งน้ำหนักเศษคอนกรีตที่ทุบ ดังแสดงในรูปที่ 5.2 ถึงรูปที่ 5.7 โดยที่ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.1 อัตราผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการบดย่อยคานคอนกรีตเพื่อให้ได้เหล็กเสริมคอนกรีตโดยใช้แรงงานคน

	หมายเลขคานคอนกรีตที่ทำการบดย่อย							
	1	2	3	4	5	6	7	8
จำนวนคนงานที่ใช้ (คน)	1	1	2	2	3	3	4	4
หน้าตัดของคาน (ซม.xซม.)	20x40	20x40	20x40	20x40	20x40	20x40	20x40	20x40
ความยาวของคาน (ซม.)	77	78	164	77	162	157	184	165
เวลาที่ใช้ในการทุบย่อย (นาที)	6	9	17	8	12	12	5	8
น้ำหนักของคอนกรีต (กิโลกรัม) จากการคำนวณ	148	150	315	148	311	301	353	317
น้ำหนักของคอนกรีต (กิโลกรัม) ที่ได้จริง	67	96	225.5	128	261	238	286	184
น้ำหนักของเหล็กเสริม (กิโลกรัม)	3	3	18	15	12	15	20.5	11
อัตราผลผลิต (กิโลกรัม/นาที)	11.2	10.7	13.3	16.0	21.8	19.8	35.8	36.8
ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม/นาที)	11.0		14.7		20.8		36.3	
ค่าใช้จ่าย (บาท/ตัน)	37	39	63	52	57	63	47	45
ค่าเฉลี่ย (บาท/ตัน)	38		58		60		46	

หมายเหตุ: อัตราค่าจ้างแรงงาน 200 บาท/คน/วัน (ค่าแรงขั้นต่ำในพื้นที่กรุงเทพมหานคร)

1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.2 การทุบย่อยคานคอนกรีตโดยใช้คนงาน 1 คน

รูปที่ 5.3 การทุบย่อยคานคอนกรีตโดยใช้คนงาน 2 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.4 การทุบย่อยคานคอนกรีตโดยใช้คนงาน 3 คน

รูปที่ 5.5 การทุบย่อยคานคอนกรีตโดยใช้คนงาน 4 คน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.6 เหล็กเสริมคอนกรีตที่ได้จากการทุบย่อยคานคอนกรีต

รูปที่ 5.7 การชั่งน้ำหนักเศษคานคอนกรีตที่เกิดจากการทุบย่อย

2) หลังจากทุบย่อยแยกเหล็กเสริมคอนกรีตออกจากคานคอนกรีตจำนวน 8 คาน ในขั้นตอนต่อไปผู้วิจัยได้ทำการแยกเศษคอนกรีตที่ได้ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อทำการทุบย่อยเศษคอนกรีตต่อเพื่อให้ได้ขนาดที่เล็กพอที่สามารถนำไปใช้งานเป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีตได้ ซึ่งขั้นตอนในการทุบย่อยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกใช้คนงานจำนวน 4 คน โดยใช้ค้อนขนาด

ใหญ่ในการทุบย่อยจากนั้นต้องใช้ค้อนขนาดเล็กในการทุบเพื่อให้ได้ขนาดที่ต้องการ คือ ไม่เกิน 1 นิ้ว เนื่องจากการบดย่อยเศษคอนกรีตให้ได้ขนาดไม่เกิน 1 นิ้วนั้น ซึ่งหากใช้ค้อนขนาดใหญ่อาจทำให้เศษคอนกรีตที่นำมาบดย่อยมีการกระจายออกด้านข้างทำให้ไม่สามารถควบคุมการทดลองได้ โดยการทดลองในขั้นตอนนี้สามารถแสดงในรูปที่ 5.8 ถึงรูปที่ 5.11 โดยที่ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.2

รูปที่ 5.8 การทุบย่อยเศษคอนกรีตทำโดยใช้ค้อนขนาดใหญ่

รูปที่ 5.9 เศษคอนกรีตที่ได้จากการทุบย่อยในขั้นตอนที่ 1

รูปที่ 5.10 การทุบย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้ค้อนขนาดเล็ก

รูปที่ 5.11 เศษคอนกรีตที่สามารถใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต

ตารางที่ 5.2 อัตราผลผลิตและค่าใช้จ่ายในการทุบย่อยเศษคอนกรีตเพื่อทำเป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีต

	ตัวอย่างที่ 1	**ตัวอย่างที่ 2**
คานหมายเลข	1,3,5,7	2,4,6,8
จำนวนคนงานที่ใช้ (คน)	4	4
น้ำหนักของเศษคอนกรีต (กิโลกรัม)	646	839.5
เวลาที่ใช้ทุบย่อยช่วงแรก (นาที)	40	53
อัตราผลผลิตช่วงแรก (กิโลกรัม/นาที)	16.2	15.8
ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม/นาที)	16.0	
ค่าใช้จ่าย (บาท/ตัน)	103	105
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย (บาท/ตัน)	104	
เวลาที่ใช้ทุบย่อยช่วงที่สอง (นาที)	605	900
อัตราผลผลิตช่วงที่สอง (กิโลกรัม/นาที)	1.1	0.9
อัตราผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัม/นาที)	1.0	
ค่าใช้จ่าย (บาท/ตัน)	1,515	1,852
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย (บาท/ตัน)	1,684	
ค่าใช้จ่ายรวมในการบดย่อย (บาท/ตัน)	1,788	

หมายเหตุ: อัตราค่าแรงคนงาน 200 บาท/คน/วัน (ค่าแรงขั้นต่ำในพื้นที่กรุงเทพมหานคร)
1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง

จากตารางที่ 5.2 พบว่าค่าใช้จ่ายในการใช้แรงงานคนในการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพื่อนำมาทำเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) นั้นมีค่าสูงมาก คือ ประมาณ 1,788 บาท/ตัน ในขณะที่ราคามวลรวมหยาบผสม

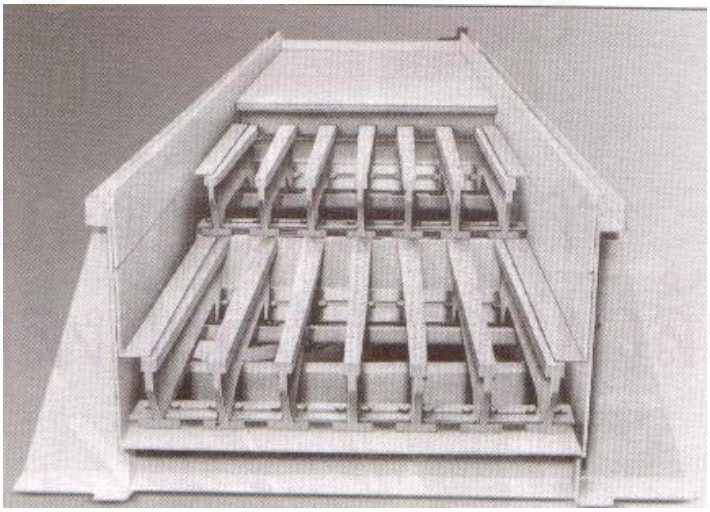
คอนกรีต (Coarse Aggregate) หรือหินที่ใช้ในการผสมคอนกรีตนั้นมีราคาประมาณ 160 บาท/ตัน ซึ่งถ้าได้มีการนำเศษคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนใช้เป็นวัสดุมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต โดยการบดย่อยด้วยแรงงานคน พบว่ายังไม่คุ้มค่าในการจัดการด้วยวิธีดังกล่าว

ดังนั้นควรมีการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยในการบดย่อยเศษคอนกรีต ซึ่งอาจมีต้นทุนที่ต่ำลงในการวิจัยนี้จึงมีการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาบดย่อยโดยการใช้กระบวนการบดย่อยหินโดยแยกออกเป็น 2 กรณี คือ การนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างส่งโรงงานผลิตหินก่อสร้าง ซึ่งเหมาะสำหรับเศษคอนกรีตในปริมาณมาก และในกรณีที่ใช้เครื่องย่อยหินขนาดเล็กเพื่อทำการบดย่อย

กรณีที่ 2 การบดย่อยโดยโรงงานผลิตหินก่อสร้าง

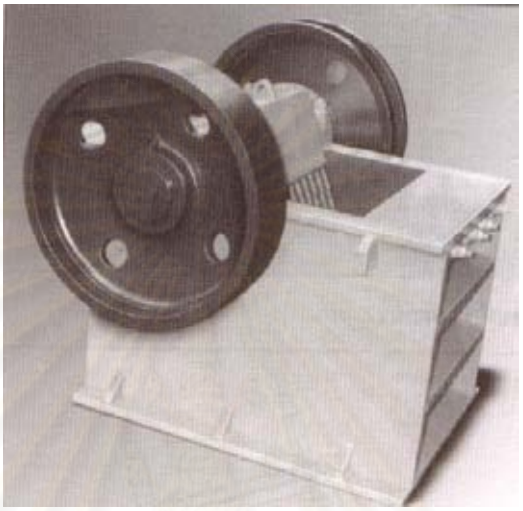
ขั้นตอนในการผลิตหินสามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การผลิตหินใหญ่ และการบดย่อยหิน ซึ่งในปัจจุบันการผลิตหินใหญ่ต้องได้รับประทานบัตรเหมืองแร่ชนิดหินก่อสร้างจากกรมทรัพยากรธรณี โดยการย่อยหินเพื่อคัดขนาด และส่วนคละตามมาตรฐานที่กำหนด ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) การคัดแยกดิน โดยหินใหญ่ที่ขนย้ายมาจากเหมืองหินอาจมีเศษดินปะปนค่อนข้างมากจำเป็นต้องนำมาคัดแยกโดยร่อนผ่านตะแกรงคัดดิน (Grizzly Bar) เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกออก ตะแกรงคัดดินมีช่องเปิดกว้างประมาณ 4”-6” เพื่อให้เศษดินหลุดออกดังแสดงในรูปที่ 5.12

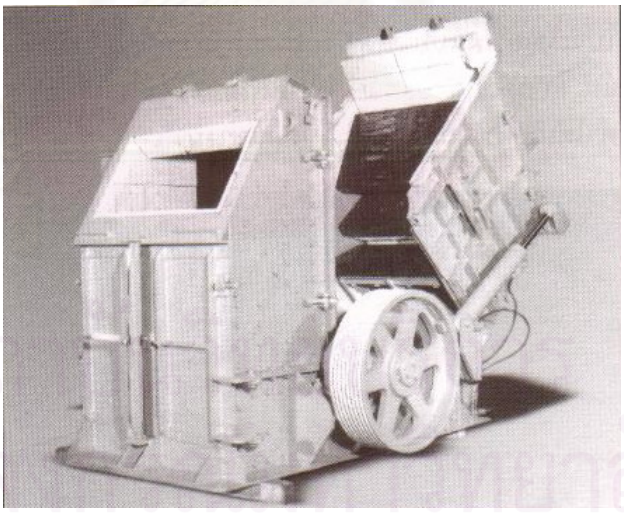


รูปที่ 5.12 ตะแกรงคัดดิน (Grizzly Bar) (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

2) การย่อยหินขั้นที่ 1 (Primary Stage) เป็นการย่อยหินก้อนใหญ่ให้เหลือขนาดประมาณ 600-900 มม. เพื่อความสะดวกในการย่อยขั้นต่อไป เครื่องย่อยหินขั้นที่ 1 (Primary Crusher) โดยทั่วไปใช้เครื่องแบบ Jaw Crusher ดังแสดงในรูปที่ 5.13 หรือ Impact Crusher ดังแสดงในรูปที่ 5.14 แต่ Impact Crusher อาจทำให้เกิดฝุ่นในการย่อยค่อนข้างมาก



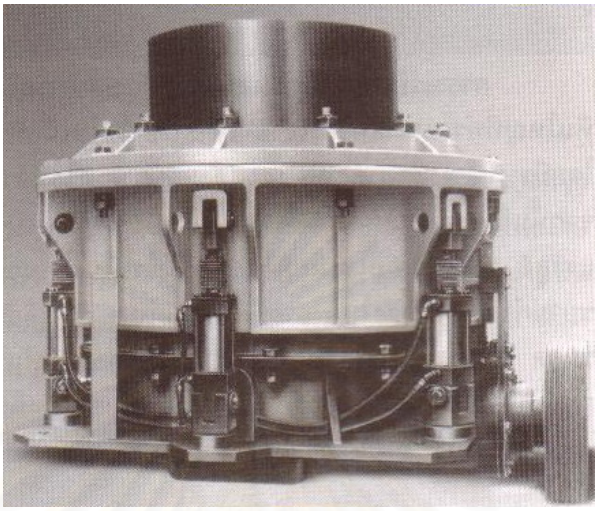
รูปที่ 5.13 เครื่องบดหินประเภท Jaw Crusher (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)



รูปที่ 5.14 เครื่องบดหินประเภท Impact Crusher (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

3) การย่อยหินขั้นที่ 2 (Secondary Stage) เป็นการย่อยหินลำดับถัดไปโดยการย่อยหินจากการย่อยหินขั้นที่ 1 ให้มีขนาดเล็กลง โดยมีขนาดใหญ่ได้ไม่เกินขนาดใหญ่ที่สุดที่ต้องการ โดยปกติหินที่ได้จากการย่อยขั้นนี้มีขนาดลดหลั่นกันไป จาก 50 มม. จนถึงหินฝุ่น เครื่องย่อยหินขั้นที่ 2

(Secondary Crusher) มีใช้กันหลายแบบ เช่น Jaw Crusher ,Impact Crusher หรือ Cone Crusher โดยที่ Cone Crusher มีประสิทธิภาพในการผลิตดีกว่าแบบอื่น

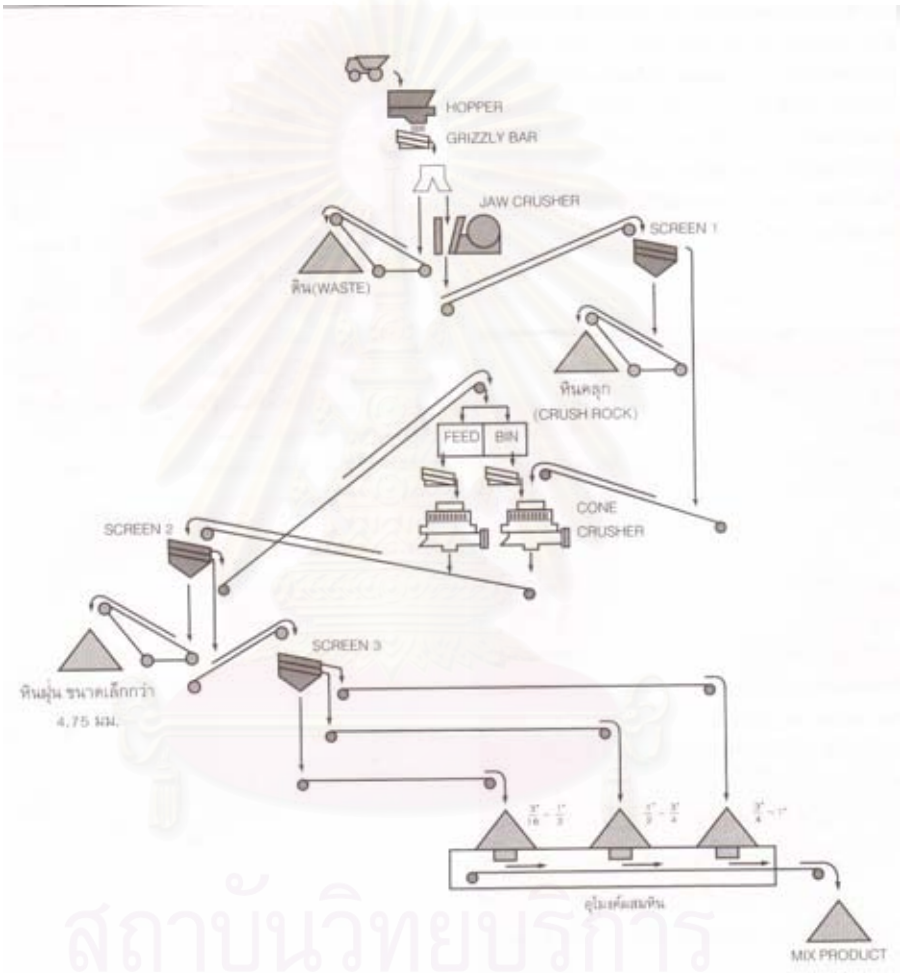


รูปที่ 5.15 แสดงเครื่องบดหินประเภท Cone Crusher (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

4) การย่อยหินขั้นที่ 3 (Tertiary Stage) โดยปกติการย่อยหินขั้นที่ 2 สามารถลดขนาดหินลงได้ตามความต้องการ แต่สำหรับโรงงานที่ต้องการกำลังผลิตมากจำเป็นต้องมีการย่อยหินขั้นที่ 3 เนื่องจากการย่อยหินขั้นที่ 2 มีหินที่มีขนาดใหญ่เกินความต้องการอยู่ประมาณ 20-30% หากไม่มีการย่อยหินขั้นที่ 3 ต้องนำหินส่วนเกินกลับเข้าเครื่องย่อยขั้นที่ 2 อีกครั้งซึ่งทำให้กำลังการผลิตลดลง เครื่องย่อยหินขั้นที่ 3 (Tertiary Crusher) มีแบบที่ใช้กันอยู่เหมือนเครื่องย่อยหินขั้นที่ 2 แต่มีขนาดเล็กกว่า
5) การคัดแยกหิน (Screening) เนื่องจากหินจากเครื่องย่อยมีขนาดไม่เท่ากันอยู่ ดังนั้นต้องทำการคัดแยกด้วยตะแกรงร่อนหิน (Vibrating Screen) ซึ่งเป็นชุดตะแกรงวางเรียงซ้อนกัน 3-4 ชั้นโดยทั่วไปตะแกรงที่มีขนาดช่องเปิด 1” 3/4” 1/2” 3/8” และ 3/16” เรียงลำดับจากบนมาล่าง
6) การคัดแยกหินออกจากตะแกรงทำโดยใช้สายพานลำเลียงหินแยกเป็นกองตามขนาดตะแกรงชั้นต่าง ๆ เนื่องจากหินแต่ละกองมีขนาดตายตัวไม่มีขนาดอื่นปนดังนั้นในการผสมคอนกรีตจำเป็นต้องนำหินมาผสมกันให้ได้ขนาดคละตามมาตรฐาน ASTM C 33 ด้วยวิธีการต่าง ๆ ซึ่งวิธีการผสมหินที่ดีที่สุด คือ การใช้อุโมงค์ผสมหิน โดยการนำหินที่ได้จาก

ตะแกรงร่อนมากองแยกบนอุโมงค์ที่มีสายพานลำเลียงอยู่ข้างใต้แล้วใช้คอมพิวเตอร์คำนวณการเปิดประตูระบายหินใต้กองแต่ละกองลงสู่สายพานด้านล่าง ตามสัดส่วนที่เหมาะสม ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.16

จากการเก็บข้อมูลที่โรงงานบดย่อยหินสามารถสรุปค่าใช้จ่ายในการบดย่อยหินตั้งแต่เริ่มต้น พบว่าค่าใช้จ่ายในการบดย่อยหินให้ได้ขนาดที่ต้องการ ประมาณ 43 บาท/ตัน



รูปที่ 5.16 กระบวนการย่อย และผสมหิน (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

จากค่าใช้จ่ายข้างต้นพบว่าหากสามารถนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาบดย่อยที่โรงงานบดย่อยหินนั้นสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตได้เป็นอย่างมากทั้งนี้ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับระยะทางในการขนย้ายเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมายังโรงงานบดย่อยหินเป็นส่วนสำคัญ โดยค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตมีค่าประมาณ 43 บาท/ตัน (ไม่รวมค่าขนส่ง) ซึ่งในกรณีนี้พบว่าหากสถานที่รื้อถอน

สิ่งก่อสร้างอยู่ไกลจากโรงงานผลิตหินนั้นอาจไม่คุ้มค่าในการทำ เนื่องจากในการขนย้ายเศษคอนกรีตไปยังโรงงานผลิตหินมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

กรณีที่ 3 การบดย่อยคอนกรีตโดยเครื่องย่อยหินขนาดเล็ก

ในกรณีศึกษานี้ผู้วิจัยพิจารณาจากการบดย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้เครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) และพิจารณาเฉพาะรุ่นที่สามารถบดย่อยหินได้ในขนาด 1 นิ้ว (25 มม.) ดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ข้อมูลทั่วไปของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher)

รุ่นของเครื่องจักร	**ขนาดปากโม่ (มม.xมม.)**	**ขนาดใหญ่สุดที่บดย่อยได้ (มม.)**	**ขนาดของหินที่ได้ (มม.)**	**กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์)**	**อัตราผลผลิต (กิโลกรัม/ชั่วโมง)**
PE 150x250	150x250	125	10-40	5.5	0.6-3
PE 250x400	250x400	210	20-60	15	3-13
PEX 150x750	150x750	120	18-48	15	5-16
PEX 250x400	250x400	225	10-40	15	6-30
PEX 250x1000	250x1000	210	25-60	30	10-32
PEX 250x1200	250x1200	210	25-60	37	13-38

ที่มา: www.huwashi.com

ในการคิดค่าใช้จ่ายสำหรับการบดย่อยเศษคอนกรีตเป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีตในกรณีต้นทุนค่าใช้จ่ายประกอบด้วยต้นทุนการจัดซื้อ (Ownership Cost) และต้นทุนค่าดำเนินการ (Operation Cost) ซึ่งต้นทุนการจัดซื้อเครื่องจักรประกอบด้วย ค่าเครื่องจักร ค่าระวางสินค้า ค่าภาษีนำเข้าเครื่องจักร และค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% ส่วนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้า ค่าแรงงานป้อนคอนกรีต และค่าแรงงานคัดแยกคอนกรีต เนื่องจากเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) นั้นจำเป็นต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศดังนั้นต้นทุนของเครื่องจักรจึงดังแสดงในตารางที่ 5.4 และตารางที่ 5.5 และจากตารางที่ 5.3 พบว่าเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) รุ่น PE 150x250 และรุ่น PE 250x400 มีอัตราผลผลิตและน้ำหนักที่ไม่มากนักดังนั้นเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) ทั้ง 2 รุ่นนี้สามารถขนย้ายเพื่อนำไปใช้งานได้สะดวก

โดยข้อมูลเบื้องต้นของเครื่องจักรที่ใช้ในการประมาณค่าใช้จ่ายของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) รุ่น PE 150x250 และรุ่น PE 250x400 มีดังนี้

- อายุการใช้งาน 5 ปี (โดยไม่ต้องทำการเปลี่ยนอะไหล่)
- ประมาณค่าเสื่อมราคาโดยคิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight Line)
- การใช้งานประมาณ 1,000 ชั่วโมงต่อปี (จากการตั้งสมมติฐาน)
- ค่าไฟฟ้าคิดตามอัตราโรงงานขนาดกลางของการไฟฟ้านครหลวง
- เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5.4 พบว่าค่าซ่อมบำรุงเครื่องจักรขนาดใหญ่ต่ำที่สุดประมาณ 50% ของค่าเสื่อมราคา และเนื่องจากเครื่องย่อยหินเป็นเครื่องจักรที่มีกลไกการทำงานไม่ซับซ้อนอีกทั้งอะไหล่ยังมีราคาต่ำกว่าเครื่องจักรขนาดใหญ่ดังนั้นจึงประมาณค่าบำรุงรักษา 30% ของราคาเครื่องจักร ต่อปี
- จากตารางที่ 5.6 จากการประมาณราคาเมื่อนำเครื่องจักรไปจำหน่ายพบว่ามีมูลค่าซาก (Salvage Value) 26% ของต้นทุนเครื่องจักร ดังนั้นจึงประมาณมูลค่าซาก (Salvage Value) 30% ของราคาเครื่องจักร
- ใช้แรงงาน 2 คนในการป้อนเศษคอนกรีตเข้าเครื่องย่อย และ 2 คนสำหรับการแยกมวลรวมที่ได้สำหรับเครื่องย่อยหินรุ่น PE 150x250 และใช้แรงงาน 4 คนในการป้อนเศษคอนกรีตเข้าเครื่องย่อย และ 2 คนสำหรับการแยกผลิตภัณฑ์มวลรวมที่ได้สำหรับเครื่องย่อยหินรุ่น PE 250x400

ตารางที่ 5.4 ค่าซ่อมบำรุงขอเครื่องจักรแต่ละประเภท (ที่มา: Peurifoy, 2002)

เครื่องจักร	**ค่าซ่อมบำรุง (%ของค่าเสื่อมราคา)**
Crawler-mounted Excavator	80-95%
Wheel-mounted Excavator	80-85%
Crawler Crane	55%
Wheel-mounted Crane	50%

ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงต้นทุนการจัดซื้อของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher)

ต้นทุน	เครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher)					
	PE 150x250	PE 250x400	PEX 150x750	PEX 250x1000	PEX 250x1200	PEX 250x400
ค่าเครื่องจักร (บาท)	24,167	125,000	96,833	290,000	591,667	132,500
ค่าระวางสินค้า (บาท) *	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450	3,450
ค่าขนส่งจากท่าเรือ (บาท) *	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
รวม (บาท)	29,617	130,450	102,283	295,450	597,117	137,950
ค่าภาษีนำเข้า 5% (บาท) **	1,481	6,523	5,114	14,773	29,856	6,898
รวม (บาท)	31,098	136,973	107,397	310,223	626,973	144,848
ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% (บาท) **	2,177	9,588	7,518	21,716	43,888	10,139
รวม (บาท)	33,275	146,561	114,915	331,939	670,861	154,987
มูลค่าซาก 30% (บาท)	9,983	43,968	34,475	99,582	201,258	46,496
คงเหลือต้นทุนเครื่องจักร (บาท)	23,742	102,593	80,440	232,357	469,603	108,491

หมายเหตุ: * ที่มาบริษัทไทยเดินเรือทะเล จำกัด

** ที่มากรมศุลกากร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.6 ตารางแสดงมูลค่าซากของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher)

ต้นทุน	เครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher)					
	PE 150x250	PE 250x400	PEX 150x750	PEX 250x1000	PEX 250x1200	PEX 250x400
ต้นทุนเครื่องจักร (บาท)	23,742	102,593	80,440	232,357	469,603	108,491
น้ำหนักของเครื่องจักร (กิโลกรัม)	810	2,800	3,500	6,500	7,700	2,800
ราคาจำหน่ายเหล็กรูปพรรณ (บาท/กิโลกรัม)	9	9	9	9	9	9
มูลค่าซากของเครื่องจักร (บาท)	7,290	25,200	31,500	58,500	69,300	25,200
มูลค่าซากของเครื่องจักร (%ของต้นทุน)	31	25	39	25	15	23
เฉลี่ยมูลค่าซากของเครื่องจักร (%ของต้นทุน)	26					

ตารางที่ 5.7 ตารางแสดงต้นทุนการจัดซื้อ (Ownership Cost) ของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher)

ต้นทุน	เครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher)					
	PE 150x250	PE 250x400	PEX 150x750	PEX 250x1000	PEX 250x1200	PEX 250x400
ต้นทุนเครื่องจักรจากค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)	4,749	20,519	16,088	46,471	93,921	21,698
ต้นทุนกระบะใส่เศษคอนกรีต (บาท/ปี)	-	-	7,339	7,339	7,339	7,339
ค่าโครงเหล็ก (บาท/ปี)	-	-	33,134	33,134	33,134	33,134
รวม (บาท/ปี)	4,749	20,519	56,561	86,944	134,394	62,171

ตารางที่ 5.8 ตารางแสดงต้นทุนค่าดำเนินการ (Operation Cost) ของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher)

ต้นทุน	**เครื่องย่อยหินแบบจอว์** (Jaw Crusher)					
	PE 150x250	PE 250x400	PEX 150x750	PEX 250x1000	PEX 250x1200	PEX 250x400
ค่าเช่ารถตักดิน (Excavator) (บาท/ปี)	-	-	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
ค่าบำรุงรักษา (บาท/ปี)	1,425	6,156	4,826	13,941	28,176	6,509
ค่าพลังงาน (บาท/ปี)	24,061	65,622	65,622	161,865	131,244	65,622
ค่าแรงคนงาน (บาท/ปี)	100,000	150,000	-	-	-	-
รวม (บาท/ปี)	**125,486**	**221,778**	**1,070,448**	**1,145,185**	**1,190,041**	**1,072,131**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.9 ราคาเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher)

รุ่นของเครื่องจักร	ราคา			
	แหล่งจำหน่ายที่ 1 * (บาท)	แหล่งจำหน่ายที่ 2 ** (บาท)	แหล่งจำหน่ายที่ 3 *** (บาท)	เฉลี่ย (บาท)
PE 150x250	22,500	22,500	27,500	24,167
PE 250x400	130,000	130,000	115,000	125,000
PEX 150x750	99,000	99,000	92,500	96,833
PEX 250x400	140,000	140,000	127,500	132,500
PEX 250x1000	290,000	290,000	290,000	290,000
PEX 250x1200	600,000	600,000	575,000	591,667

ที่มา: * www.ltyq.com, ** www.hndfsy.com, *** www.bangmoji.com

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงตัวอย่างการคิดค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตโดยใช้เครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) รุ่น PEX 150x750 ได้ ดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ (ดังแสดงในตารางที่ 5.7)

ค่าเครื่องจักร (ดังแสดงในตารางที่ 5.9)	125,000	บาท
ค่าระวางสินค้า	3,450	บาท
ค่าขนส่งจากท่าเรือ	2,000	บาท
รวม	130,450	บาท
ค่าอากรนำเข้า 5%	6,523	บาท
รวม	136,973	บาท
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	9,588	บาท
รวม	146,561	บาท
หักค่าซาก 30%	43,968	บาท
รวมต้นทุนในการจัดซื้อ	102,593	บาท

1.1) ค่าเสื่อมราคา

คิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรงดังนั้นต้นทุนของเครื่องจักร คือ 102,593/5

	20,519	บาท/ปี
รวม	25,519	**บาท/ปี**

2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (ดังแสดงในตารางที่ 5.8)

2.1) ค่าพลังงานของการไฟฟ้านครหลวง

ค่าความต้องการไฟฟ้า (196.26 บาท/กิโลวัตต์)

เครื่องจักรใช้ไฟฟ้า 15 กิโลวัตต์	2,944	บาท/เดือน
	35,328	บาท/ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า (1.7034 บาท/หน่วย)

1 ปีเครื่องจักรใช้งาน 1,000 ชั่วโมง ดังนั้นใช้พลังงานไฟฟ้า 15x1,000 เท่ากับ

15,000 หน่วย	25,551	บาท/ปี
ค่าไฟฟ้าผันแปร 15,000x0.03	450	บาท/ปี
รวม	61,329	บาท/ปี
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	4,293	บาท/ปี
รวม	**65,622**	**บาท/ปี**

2.2) ค่าบำรุงรักษา

ค่าบำรุงรักษา 30% ของมูลค่าเครื่องจักร	6,156	บาท/ปี

2.3) ค่าแรงในการทำงาน

แรงงานค่าแรง	200	บาท/วัน/คน
	25	บาท/ชั่วโมง/คน
	25,000	บาท/ปี/คน
ใช้คนงาน 6 คน ดังนั้นค่าแรง คือ	150,000	บาท/ปี
รวม	**150,000**	**บาท/ปี**

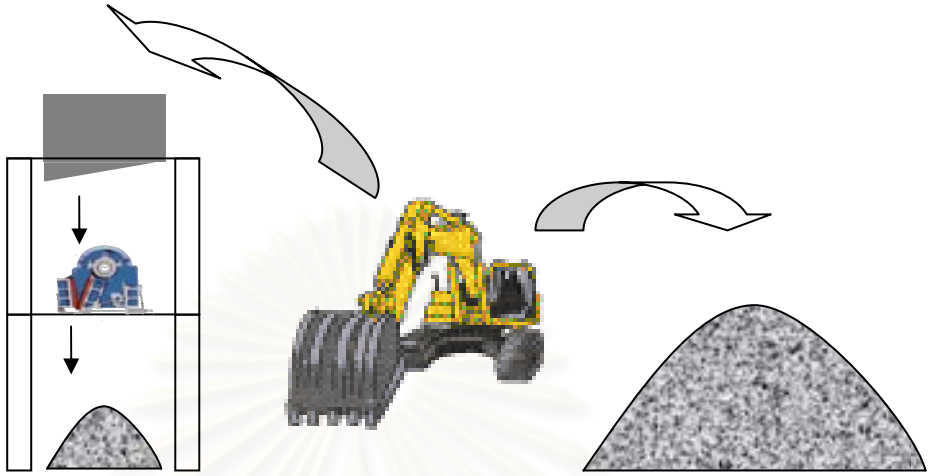
ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีต คือ 242,297 บาท/ปี

อัตราผลผลิตที่ได้จากเครื่องย่อยหินรุ่น PE 250x400 คือ 4.0 ตัน/ชั่วโมง หรือ 4,000 ตัน/ปี (ชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร 1,000 ชั่วโมง/ปี)

ดังนั้นสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตได้เท่ากับ 61 บาท/ตัน

จากตารางที่ 5.3 พบว่าเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) รุ่น PEX 150x750, PEX 250x400, PEX 250x1000 และ PEX 250x1200 นั้นมีอัตราผลผลิต

(Productivity) ที่ค่อนข้างสูงจึงไม่สามารถใช้แรงงานคนในการป้อนเศษคอนกรีตเข้าเครื่องย่อยหินได้ ดังนั้นต้องมีการนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยโดยมีขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 ขั้นตอนการบดย่อยหินโดยใช้เครื่องจักรช่วยในการป้อนเศษคอนกรีต

จากรูปที่ 5.17 ในการบดย่อยเศษคอนกรีตนั้นเริ่มโดยใช้รถตักในการตักเศษคอนกรีตใส่ในกระบะที่เตรียมไว้ในชั้นบนของโครงเหล็ก โดยที่กระบะมีพื้นลาดลงเพื่อให้เศษคอนกรีตสามารถไหลลงเครื่องย่อยหินได้ ซึ่งกระบวนการนี้สามารถทำให้เครื่องย่อยหินสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสามารถแสดงตัวอย่างการคิดค่าใช้จ่ายของเครื่องย่อยหินแบบจอว์ (Jaw Crusher) รุ่น PEX 250x1000 ได้ดังนี้

1) ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ (ดังแสดงในตารางที่ 5.7)

ค่าเครื่องจักร (ดังแสดงในตารางที่ 5.9)	290,000	บาท
ค่าระวางสินค้า	3,450	บาท
ค่าขนส่งจากท่าเรือ	2,000	บาท
รวม	295,450	บาท
ค่าอากรนำเข้า 5%	14,773	บาท
รวม	310,223	บาท
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	21,716	บาท
รวม	331,939	บาท
หักค่าซาก 30%	99,582	บาท
รวมต้นทุนของเครื่องจักร	232,357	บาท

1.1) ค่าเสื่อมราคา

คิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรงดังนั้นต้นทุนของเครื่องจักร คือ 232,357/5

	46,471	บาท/ปี

1.2) ต้นทุนกระบะใส่คอนกรีต

น้ำหนักเหล็ก 895 กิโลกรัม

ค่าเหล็ก 26 บาท/กิโลกรัม	23,270	บาท
ค่าขึ้นรูปเหล็ก 15 บาท/กิโลกรัม	13,425	บาท
รวม	36,695	บาท
รวม	7,339	**บาท/ปี**

1.3) ต้นทุนโครงสร้างเหล็ก

เหล็กหน้าตัด 400x400x12x12 มิลลิเมตร ยาว 24 เมตร น้ำหนักเหล็กรวม 6,372 กิโลกรัม

ค่าเหล็ก 26 บาท/กิโลกรัม	165,672	บาท
รวม	33,134	**บาท/ปี**

2) ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ (ดังแสดงในตารางที่ 5.8)

2.1) ค่าเช่ารถตักดิน (จากการสัมภาษณ์ผู้ทำการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง)

ค่าเช่า	1,000	บาท/ชั่วโมง
รวม	1,000,000	**บาท/ปี**

2.2) ค่าบำรุงรักษา

ค่าบำรุงรักษา 30% ของมูลค่าเครื่องจักร	13,941	บาท/ปี

2.3) ค่าพลังงานของการไฟฟ้านครหลวง (ตารางที่ ผ.2)

ค่าความต้องการไฟฟ้า (196.26 บาท/กิโลวัตต์)

เครื่องจักรใช้ไฟฟ้า 30 กิโลวัตต์	5,888	บาท/เดือน
	70,656	บาท/ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า (1.7034 บาท/หน่วย)

1 ปีเครื่องจักรใช้งาน 1,000 ชั่วโมง ดังนั้นใช้พลังงานไฟฟ้า 30x1,000 เท่ากับ 30,000 หน่วย 51,102 บาท/ปี

ค่าไฟฟ้าผันแปร 30,000x0.03	900	บาท/ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รวม	122,658	บาท/ปี
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%	8,586	บาท/ปี
รวม	**131,244**	**บาท/ปี**

ดังนั้นต้นทุนค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีต คือ 1,232,129 บาท/ปี

อัตราผลผลิตที่ได้จากเครื่องย่อยหินรุ่น PEX 250x1000 คือ 10.0 ตัน/ชั่วโมง หรือ 10,000 ตัน/ปี (ชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร 1,000 ชั่วโมง/ปี)

ดังนั้นสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตได้เท่ากับ 123 บาท/ตัน

ซึ่งจากการศึกษาสามารถเปรียบเทียบต้นทุนในการบดย่อยคอนกรีตโดยใช้เครื่องบดย่อยแบบต่างๆ ได้ดังแสดงในรูปที่ 5.18

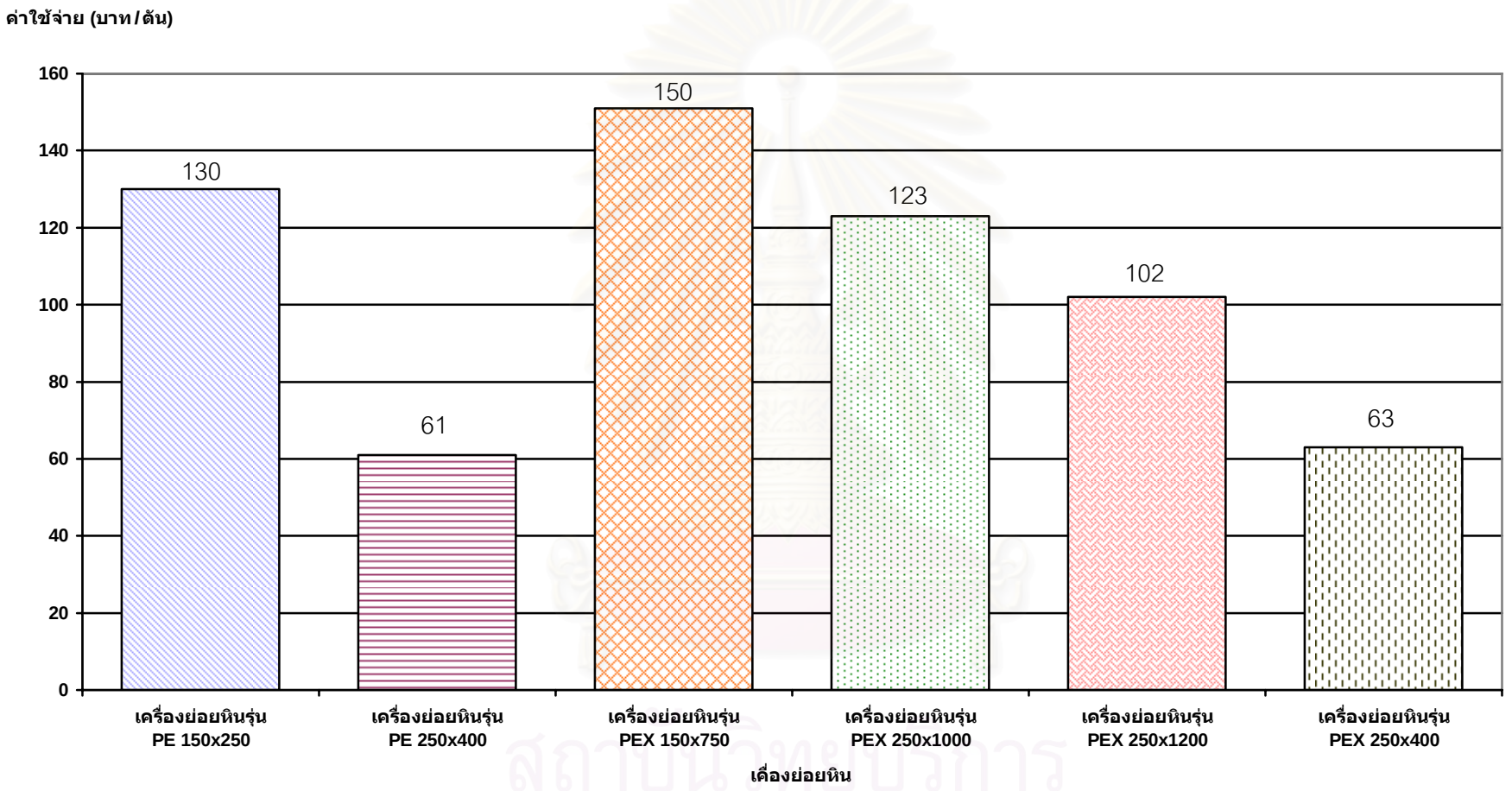
จากตารางที่ 5.10 และรูปที่ 5.18 พบว่าในการบดย่อยเศษคอนกรีตหากต้องการนำเครื่องย่อยหินไปใช้ที่สถานที่ทำงานควรใช้เครื่องย่อยหินจอว์ (Jaw Crusher) รุ่น PE 250x400 เนื่องจากสามารถทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุดในการใช้เครื่องย่อยหิน ในขณะที่หากต้องการผลิตในปริมาณมากและไม่ขนย้ายไปที่อื่นควรใช้เครื่องย่อยหินจอว์ (Jaw Crusher) รุ่น PEX 250x400 เนื่องจากเครื่องย่อยหินรุ่นนี้มีอัตราผลผลิต (Productivity Rate) ที่สูงและยังมีค่าใช้จ่ายต่ำ โดยปากโม่ของเครื่องย่อยหินจอว์ (Jaw Crusher) ทั้ง 6 รุ่นที่นำมาพิจารณาสามารถบดย่อยหินได้ขนาดใหญ่ที่สุดเพียงแค่ 225 มม. เท่านั้น ดังนั้นในขั้นตอนการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจำเป็นต้องทำการบดย่อยในเบื้องต้นให้ได้เศษคอนกรีตที่มีขนาดไม่ใหญ่มากก่อน และเมื่อเปรียบเทียบกับราคาหินก่อสร้างพบว่าการบดย่อยเศษคอนกรีตเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต (Coarse Aggregate) มีราคาต่ำกว่าราคาขายของหินก่อสร้างทั่วไปค่อนข้างมาก

เมื่อทำการเปรียบเทียบต้นทุนการบดย่อยคอนกรีตเพื่อพิจารณาใช้เป็นวัสดุมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตในประเทศไทยพบว่าการใช้แรงงานคนในการบดย่อยมีต้นทุนที่ค่อนข้างสูงมาก การบดย่อยโดยส่งโรงโม่หินอาจไม่คุ้มซึ่งขึ้นอยู่กับค่าขนส่ง สำหรับในกรณีของการใช้เครื่องบดย่อยหินขนาดเล็กน่าจะมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งาน เนื่องจากต้นทุนต่ำกว่า ดังแสดงในตารางที่ 5.11 และรูปที่ 5.19

ตารางที่ 5.10 ค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้เครื่องย่อยหิน (Jaw Crusher)

ต้นทุน	**เครื่องย่อยหินแบบจอว์** (Jaw Crusher)					
	PE 150x250	PE 250x400	PEX 150x750	PEX 250x1000	PEX 250x1200	PEX 250x400
ต้นทุนเครื่องจักร (บาท/ปี)	4,749	20,519	16,088	46,471	93,921	21,698
ต้นทุนกระบะใส่เศษคอนกรีต (บาท/ปี)	-	-	7,339	7,339	7,339	7,339
ค่าโครงเหล็ก (บาท/ปี)	-	-	33,134	33,134	33,134	33,134
ค่าเช่ารถตักดิน (Backhoe) (บาท/ปี)	-	-	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร (บาท/ปี)	1,425	6,156	4,826	13,941	28,176	6,509
ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)	24,061	65,622	65,622	131,244	161,865	65,622
ค่าแรงคนงาน (บาท/ปี)	100,000	150,000	-	-	-	-
รวม (บาท/ปี)	130,235	242,297	1,127,009	1,232,129	1,324,435	1,134,302
อัตราผลผลิต (ตัน/ชั่วโมง)	1.0	4.0	7.5	10.0	13.0	18.0
ค่าใช้จ่ายในการบดย่อย (บาท/ตัน)	130	61	150	123	102	63

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.18 แผนภูมิแสดงค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้เครื่องบดย่อยขนาดเล็ก

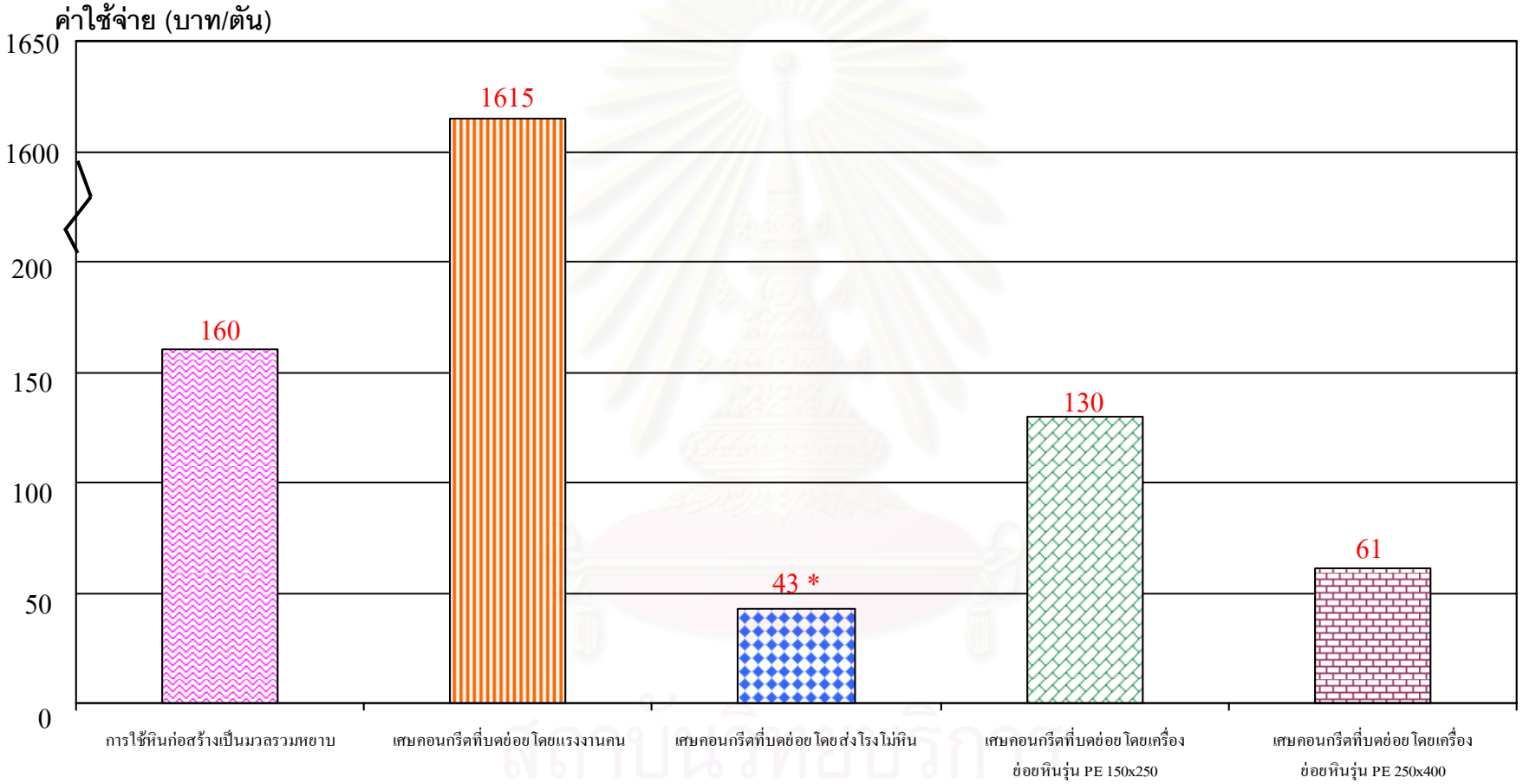
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.11 ตารางเปรียบเทียบต้นทุนวัสดุมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต

	หินก่อสร้าง	**บดย่อยโดยแรงงานคน**	**บดย่อยโดยส่งโรงโม่หิน**	**บดย่อยโดยเครื่องย่อยหินขนาดเล็ก**					
				PE 150x250	PE 250x400	PEX 150x750	PEX 250x400	PEX 250x1000	PEX 250x1200
ต้นทุน (บาท)	160	1,614	43 *	130	61	150	63	123	102

หมายเหตุ : * ไม่รวมค่าขนส่ง 6 บาท/กิโลเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หมายเหตุ: * เป็นค่าใช้จ่ายที่ยังไม่รวมค่าใช้จ่ายในการขนย้ายเศษคอนกรีตเพื่อนำไปบดย่อย

รูปที่ 5.19 แผนภูมิแสดงการเปรียบเทียบต้นทุนการใช้มวลรวมหยาบผสมคอนกรีตจากหินก่อสร้างและเศษคอนกรีตจากการรื้อถอน

5.1.2 การทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต

กำลังอัดของคอนกรีตขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ 3 ประการ คือ (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

1) กำลังของมอร์ต้ามีบทบาทอย่างมากต่อกำลังอัดของคอนกรีต โดยกำลังของมอร์ต้านี้ขึ้นอยู่กับความพรุนภายในเนื้อมอร์ต้า อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ และ Degree of Hydration แต่ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังและความพรุนถูกควบคุมด้วยอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ ดังนั้นสรุปได้ว่ากำลังของมอร์ต้าขึ้นอยู่อย่างมากกับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ การเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติมวลรวม เช่น การเปลี่ยนแปลงขนาดคละ ปริมาณ กำลัง ลักษณะผิว ขนาดใหญ่สุด การดูดซึม และแร่ธาตุต่าง ๆ ส่งผลต่อกำลังคอนกรีตไม่มากนัก การเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงกำลังดึงน้อยกว่ากำลังอัดโดยอัตราส่วนของกำลังดึงต่อกำลังอัดของคอนกรีตเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์เพิ่มขึ้น
2) กำลัง และโมดูลัสยืดหยุ่นของมวลรวม ซึ่งกำลังของมอร์ต้าที่กำหนดให้ความสามารถต้านแรงของคอนกรีตซึ่งขึ้นอยู่กับกำลังของหิน และแรงยึดเหนี่ยวของมวลรวมกับมอร์ต้า แต่โดยทั่วไปกำลังของมวลรวมสูงเป็นหลายเท่าของกำลังมอร์ต้า ดังนั้นแรงยึดเหนี่ยวจะเป็นตัวควบคุมการแตกของคอนกรีต สำหรับอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ที่กำหนดให้ กำลังอัดของคอนกรีตจะลดลงเมื่อใช้หินขนาดใหญ่ขึ้น เพราะหินขนาดใหญ่ก่อให้เกิดน้ำใต้หินมากขึ้นทำให้แรงยึดเหนี่ยวของมวลรวมกับมอร์ต้าลดลง ขนาดของมวลรวมมีผลต่อกำลังของคอนกรีตที่มีสัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่ำหรือปานกลางมากกว่าที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์สูง การเพิ่มปริมาณมวลรวมในส่วนผสมเป็นการเพิ่มกำลังอัดรวมทั้งถ้าใช้หินที่มีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงจะทำให้กำลังของคอนกรีตดีขึ้น
3) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างมวลรวมกับมอร์ต้า ซึ่งแรงยึดเหนี่ยวขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ เช่น รูปร่าง ลักษณะผิวของมวลรวม และลักษณะทางเคมี คือ ปฏิกิริยาเคมีระหว่างปูนซีเมนต์กับแร่ธาตุต่าง ๆ ในเนื้อมวลรวม นอกจากนี้ทิศทางในการหล่อ และทิศทางในการให้น้ำหนักจะมีผลต่อกำลังเช่นกัน โดยมีผลต่อกำลังดึงมากกว่ากำลังอัดเนื่องจากเกิดช่องว่างทำให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างมวลรวมหยาบกับมอร์ต้าต่ำลง

ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังของคอนกรีตนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ปัจจัยด้วยกัน คือ คุณสมบัติของวัสดุผสม การผสมคอนกรีต การบ่มคอนกรีต และการทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 5.20

คุณสมบัติของวัสดุผสม

1) ปูนซีเมนต์เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลที่สำคัญมากทั้งนี้เพราะว่าปูนซีเมนต์แต่ละประเภทก่อให้เกิดกำลังของคอนกรีตที่ต่างกันขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของปูนซีเมนต์ นอกจากนี้แม้ว่าเป็นปูนซีเมนต์ประเภทเดียวกันแต่มีความละเอียดต่างกันแล้วอัตราการเพิ่มกำลังของคอนกรีตก็ต่างกันด้วย คือ ปูนซีเมนต์ที่มีความละเอียดมากทำให้กำลังสูงโดยเฉพาะหลังจากที่แข็งตัวแล้วไม่นาน
2) มวลรวม มวลรวมมีผลต่อกำลังของคอนกรีตเพียงเล็กน้อย เพราะมวลรวมที่ใช้อยู่ทั่วไปมักมีความแข็งแรงมากกว่าซีเมนต์เพสต์ อย่างไรก็ดีมวลรวมหยาบที่เป็นหินย่อยซึ่งมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมมุมหรือผิวหยาบอาจทำให้กำลังอัดของคอนกรีตดีกว่ากรวดที่มีผิวเรียบ ขนาดใหญ่สุดของมวลรวมก็มีผลต่อกำลังของคอนกรีตเช่นกันเพราะคอนกรีตที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดใหญ่จะต้องการปริมาณน้ำน้อยกว่ามวลรวมขนาดเล็กสำหรับคอนกรีตที่มีความสามารถในการเทเท่ากัน ดังนั้นคอนกรีตที่ใช้มวลรวมขนาดใหญ่จึงมักให้กำลังดีกว่า ส่วนขนาดคละของมวลรวมจะมีผลต่อกำลังของคอนกรีต คือ การมีส่วนละเอียดมากเกินไปทำให้ต้องการน้ำมากกว่ามวลรวมที่มีส่วนคละที่ดีเพื่อให้คอนกรีตมีความสามารถในการเทเท่ากันอีกทั้งยังก่อให้เกิดฟองอากาศแทรกตัวอยู่ในเนื้อคอนกรีตเป็นจำนวนมากกว่าส่งผลให้กำลังอัดของคอนกรีตมีค่าต่ำลงได้
3) น้ำมีผลต่อกำลังอัดของคอนกรีตตามความใส และปริมาณของสารเคมีหรือเกลือแร่ที่ผสมอยู่ น้ำที่มีเกลือคลอไรด์ผสมอยู่อาจทำให้อัตราการเพิ่มกำลังของคอนกรีตในระยะแรกสูง น้ำขุ่นหรือน้ำที่มีสารแขวนลอยปะปนอยู่อาจทำให้กำลังของคอนกรีตต่ำลง

การผสมคอนกรีต

1) การชั่งตวงส่วนผสม หากใช้การตวงโดยปริมาตรอาจมีโอกาสผิดพลาดมากกว่าการชั่งตวงส่วนผสมโดยน้ำหนัก ซึ่งหากอัตราส่วนผสมผิดไปทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเปลี่ยนแปลงได้ โดยเฉพาะอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์

2) การผสมคอนกรีตต้องผสมวัสดุทำคอนกรีตให้รวมเป็นเนื้อเดียวกันให้มากที่สุด เพื่อให้น้ำมีโอกาสทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ได้อย่างทั่วถึง และเพื่อให้ซีเมนต์เพสต์กระจายแทรกตัวอยู่ในช่องว่างระหว่างมวลรวมได้เต็มที่ ดังนั้นการผสมคอนกรีตหากกระทำได้อย่างไม่ทั่วถึงจะมีผลทำให้กำลังของคอนกรีตมีค่าไม่คงที่ได้

3) การเทคอนกรีตเข้าแบบหล่อ และการอัดแน่น มีผลต่อกำลังของคอนกรีต เนื่องจากหากคอนกรีตเกิดแยกตัวในขณะลำเลียงหรือเทจะมีผลทำให้กำลังของคอนกรีตมีค่าไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้การทำให้คอนกรีตแน่นตัวหากทำได้ไม่เต็มที่ทำให้เกิดรูโพรงขึ้นในเนื้อคอนกรีตมีผลทำให้กำลังของคอนกรีตมีค่าลดลง หรือหากใช้วิธีทำให้คอนกรีตแน่นตัวที่ไม่เหมาะสมก็สามารถทำให้เกิดการแยกตัวขึ้นในเนื้อคอนกรีตได้ส่งผลให้กำลังของคอนกรีตมีค่าไม่สม่ำเสมอ

การบ่มคอนกรีต

1) ความชื้น มีอิทธิพลต่อกำลังของคอนกรีต เนื่องจากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นระหว่างการรวมกันระหว่างปูนซีเมนต์และน้ำนั้นค่อยเป็นค่อยไป นับตั้งแต่ปูนซีเมนต์เริ่มผสมกับน้ำเป็นซีเมนต์เพสต์ และซีเมนต์เพสต์มีกำลังเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ถ้ามีความชื้นอยู่ตลอดเวลา ถ้าซีเมนต์เพสต์ในคอนกรีตไม่มีความชื้นอยู่คอนกรีตไม่มีการเพิ่มกำลังอีกต่อไป ดังนั้นจึงมักบ่มคอนกรีตจนถึงอายุ 28 วัน

2) ถ้าอุณหภูมิสูงในขณะบ่มทำให้อัตราการเพิ่มกำลังของคอนกรีตถูกเร่งให้เร็วขึ้นทำให้คอนกรีตมีกำลังสูงกว่าคอนกรีตที่ได้รับการบ่มที่อุณหภูมิต่ำกว่า

การทดสอบ การควบคุมคุณภาพคอนกรีตสำหรับโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กจะทำโดยการนำก้อนตัวอย่างมาทดสอบกำลัง ดังนั้นจึงพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่อการทดสอบตัวอย่าง ดังนี้

1) ขนาดและลักษณะของก้อนตัวอย่างทดสอบ การใช้ก้อนตัวอย่างทดสอบที่ต่างขนาดและต่างลักษณะกันจะมีผลทำให้ค่ากำลังของคอนกรีตเกิดความแตกต่าง นอกจากนี้ความสูงของก้อนตัวอย่างมีผลต่อกำลังของคอนกรีตเช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 5.12 และตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.12 ขนาดและลักษณะก้อนตัวอย่างต่อกำลังรับแรงอัด (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

ขนาดตัวอย่างรูปทรงลูกบาศก์ (ซม.)	กำลังอัดสัมพัทธ์	ขนาดตัวอย่างรูปทรงกระบอก (ซม.)		กำลังอัดสัมพัทธ์
		เส้นผ่านศูนย์กลาง	ส่วนสูง	
7.5	106	5	10	109
10	104	7.5	15	106
15	100	15	30	100
20	95	20	40	97
25	92	30	60	91
		45	90	87
		60	120	84

2) วิธีการทำก้อนตัวอย่าง โดยการทำคอนกรีตให้แน่นโดยการกระทุ้งเหล็กทำให้ค่ากำลังที่ต่ำกว่าคอนกรีตที่ได้รับการทำให้แน่นด้วยเครื่องเขย่า

3) ในขณะที่ทำการทดสอบหากก้อนตัวอย่างทดสอบมีความชื้นก็ให้ค่าที่ต่ำกว่าก้อนตัวอย่างทดสอบที่แห้งกว่า เพราะการขยายตัวของซีเมนต์เพสต์อันเนื่องมาจากการดูดซึมน้ำอาจส่งผลให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างซีเมนต์เพสต์กับมวลรวมลดลง

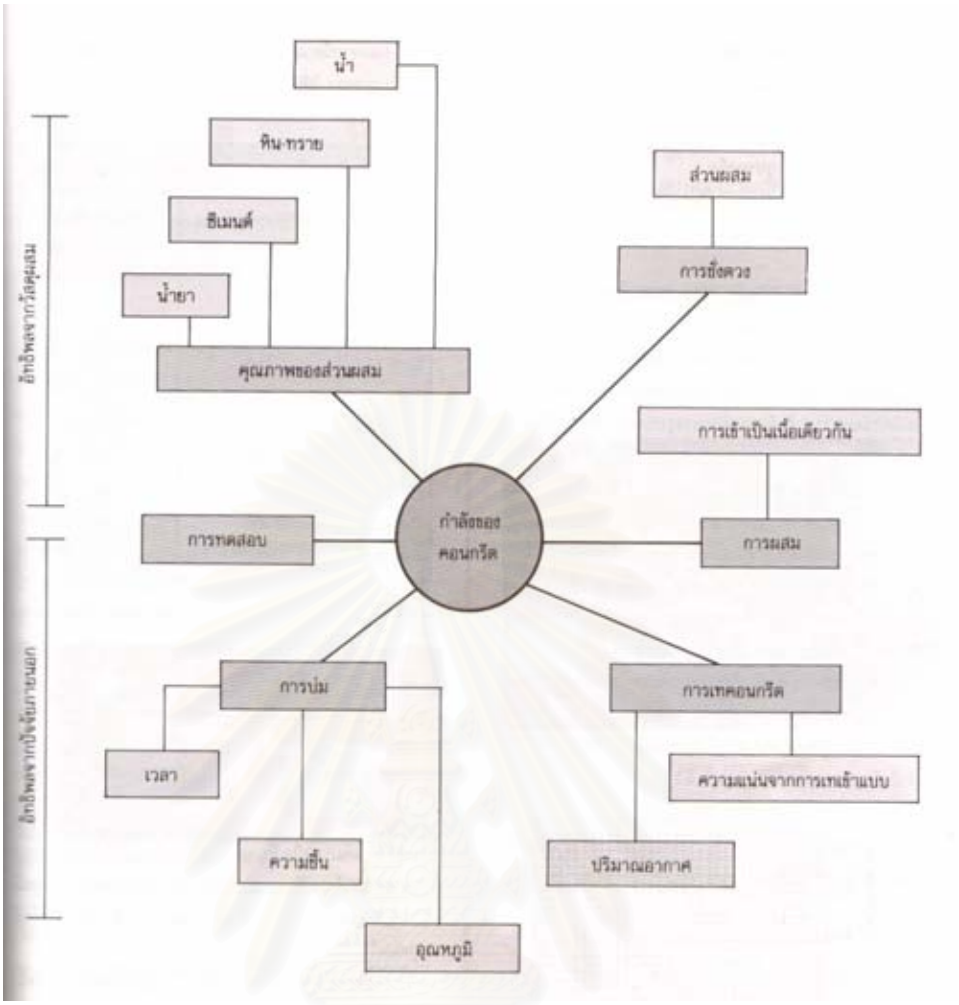
ตารางที่ 5.13 อัตราส่วนความสูงต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่อกำลังรับแรงอัด (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

สัดส่วนความสูงต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (L/D)	ค่าปรับแก้ของกำลัง
2.00	1.00
1.75	0.98
1.50	0.97
1.25	0.94
1.00	0.91

ตารางที่ 5.14 อัตราการกดต่อกำลังรับแรงอัด (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

อัตราการกด				เปอร์เซ็นต์ของกำลังเทียบกับอัตราการทดสอบมาตรฐาน
นาที	ชั่วโมง	วัน	ปี	
2				100
10				95
30				92
60	1			90
	4	0.17		88
		100		78
		365	1	77
			3	73
			30	69

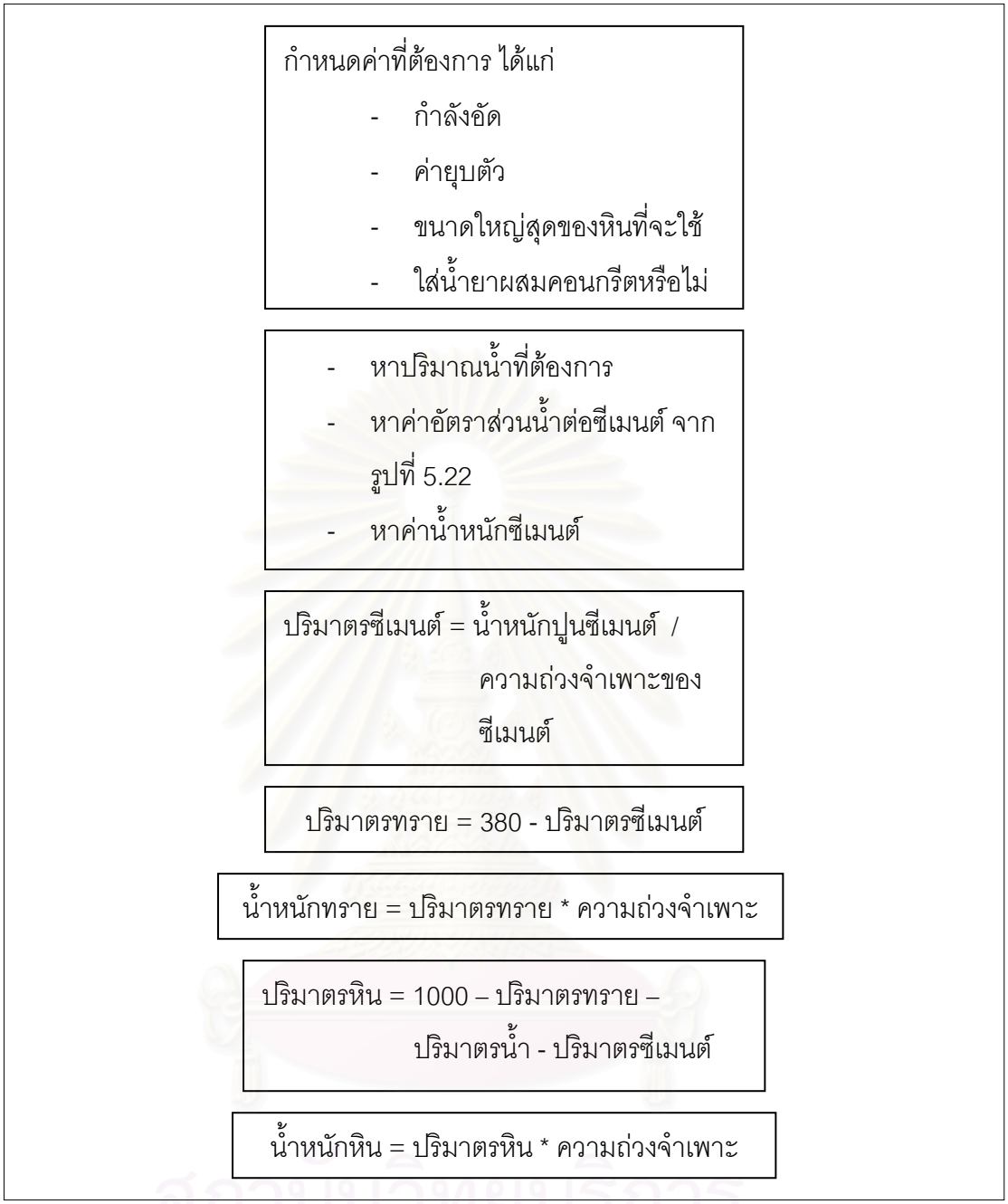
4) ในการทดสอบกำลังอัดถ้าใช้อัตราการกดสูงอาจทำให้กำลังของคอนกรีตสูงตามไปด้วยจึงควรใช้อัตราการกดที่มาตรฐานกำหนดดังแสดงในตารางที่ 5.14
5) น้ำหนักที่กดอย่างสม่ำเสมอตลอดพื้นที่หน้าตัดของก้อนตัวอย่างสามารถทำให้เกิดกำลังอัดที่ถูกต้องโดย
   - ก้อนตัวอย่างต้องอยู่ตรงจุดกึ่งกลาง และแกนของก้อนตัวอย่างต้องอยู่ในแนวดิ่ง
   - แผ่นรองกดต้องอยู่ในแนวตั้งฉากกับแกนของก้อนตัวอย่าง
   - แผ่นรองกดต้องเคลื่อนตัวได้เล็กน้อย
   - แผ่นรองกดต้องเรียบเป็นระนาบ
   - วัสดุที่นำมาหุ้มหัว (Cap) ก้อนตัวอย่างควรเลือกวัสดุที่มีกำลังและโมดูลัสยืดหยุ่นใกล้เคียงกับของคอนกรีต



รูปที่ 5.20 ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังของคอนกรีต (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

การออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตที่เหมาะสำหรับประเทศไทยเป็นการออกแบบที่นำมาตรฐานการออกแบบของประเทศสหรัฐอเมริกา และของประเทศอังกฤษมาประยุกต์ให้เข้ากับสภาพของวัตถุดิบที่มีในประเทศไทย โดยขั้นตอนในการออกแบบมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 5.21



รูปที่ 5.21 ขั้นตอนในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

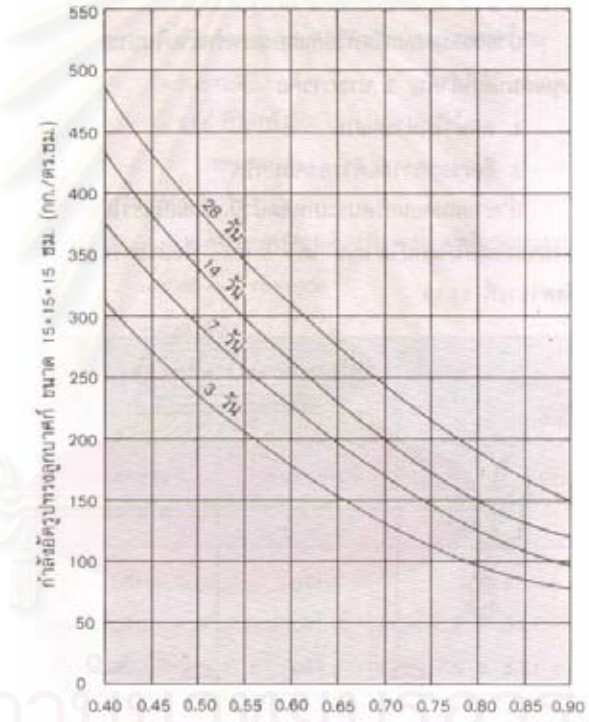
ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบคุณสมบัติของคอนกรีต ดังนี้

- กำลังอัดคอนกรีตทรงกระบอกที่ 240 กก./ตร.ซม.
- ค่ายุบตัว10 ± 2.5 ซม.
- ใช้หินขนาด 1” - #4
- ไม่ใส่น้ำยาผสมคอนกรีต

ตารางที่ 5.15 ปริมาณน้ำเพื่อให้ได้ค่ายุบตัวตามต้องการ (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

ค่ายุบตัว (ซม.)	**ปริมาณน้ำต่อ 1 ลบ.ม. คอนกรีต**	
	หินย่อยขนาด 1" - #4	**หินย่อยขนาด 3/4" - #4**
7.5 ± 2.5	180	190
10 ± 2.5	190	200
12.5 ± 2.5	200	210

ปริมาณน้ำที่ใช้ และน้ำหนักซีเมนต์ โดยหาจากตารางที่ 5.15 ค่ายุบตัว10 ± 2.5 ซม. ใช้หินขนาด 1" - #4 ดังนั้นได้ปริมาณน้ำที่ใช้ 190 ลิตร/ลบ.ม.



รูปที่ 5.22 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ และค่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีต (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์จากรูปที่ 5.22 ได้ค่า W/C 0.63 ดังนั้นน้ำหนักซีเมนต์ คือ 190/0.63 = 302 กก. หรือ 96 ลิตร

ตารางที่ 5.16 ปริมาณส่วนละเอียดเมื่อใช้หินขนาดใหญ่สุดแตกต่างกัน (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

ขนาดหิน	ปริมาตรซีเมนต์ + ปริมาตรทราย
1" - #4	38% โดยปริมาตร หรือ 380 ลิตร
3/4" - #4	40% โดยปริมาตร หรือ 400 ลิตร

จากตารางที่ 5.16 ใช้หินขนาด 1" - #4 ปริมาตรซีเมนต์ + ปริมาตรทราย = 38% หรือ 380 ลิตร ดังนั้นปริมาตรทราย = 380 – 96 = 284 ลิตร

น้ำหนักทราย = ปริมาตรทราย * ความถ่วงจำเพาะ = 284*2.65 = 753 กก.

ปริมาตรหิน = 1000 – ปริมาตรทราย – ปริมาตรน้ำ – ปริมาตรซีเมนต์ = 1000-96-190-284 = 430 ลิตร

น้ำหนักหิน = ปริมาตรหิน * ความถ่วงจำเพาะ = 430*2.70 = 1,161 กก.

ดังนั้นได้อัตราส่วนผสมของคอนกรีต 1 ลบ.ม. ดังนี้

ซีเมนต์	302	กก.
น้ำ	190	ลิตร
หิน	753	กก.
ทราย	1,161	กก.

การผสมคอนกรีต

ในการทดลองผสมคอนกรีตเพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมแบบปกติโดยใช้มวลรวมหยาบที่มีขนาดไม่เกิน 1" และกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีขนาดไม่เกิน 1" เช่นเดียวกับมวลรวมหยาบที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นต้องนำมาทำการร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1" ในขณะที่อัตราส่วนผสมอื่น ๆ เหมือนกันทุกประการ และทำการหล่อก้อนตัวอย่างทั้งหมด 12 ก้อน/อัตราส่วนผสม (Mix Design) เพื่อทำการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตที่ 7 วัน 14 วัน 28 วัน และ 56 วัน โดยทำการทดสอบครั้งละ 3 ตัวอย่าง โดยใช้แบบหล่อตัวอย่างทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. สูง 20 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 5.23 ถึงรูปที่ 5.36

รูปที่ 5.23 มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างผ่านตะแกรงขนาด 1”

รูปที่ 5.24 การนำมวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) แช่น้ำตามขั้นตอนที่กำหนด

รูปที่ 5.25 อัตราส่วนผสมที่ได้จากการออกแบบ

รูปที่ 5.26 การทำความสะอาดเครื่องผสมคอนกรีตก่อนทำการผสมคอนกรีต

ในขั้นตอนการผสมนั้นก่อนทำการผสมคอนกรีตผู้วิจัยได้ทำการแช่มวลรวมหยาบที่ใช้ผสมคอนกรีตทั้งแบบปกติ และที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตประมาณ 1-2 ชั่วโมง ก่อนทิ้งไว้ให้ผิวด้านนอกแห้งเพื่อให้มวลรวมหยาบที่ใช้ผสมคอนกรีตเกิดสภาพอิ่มน้ำจากนั้นจึงนำมวลรวมหยาบ ทราย ปูนซีเมนต์ และน้ำมาชั่งน้ำหนักเพื่อให้ได้ตามที่ออกแบบส่วนผสมไว้

ในขั้นตอนการหล่อก้อนตัวอย่างนั้นสามารถสรุปได้ ดังนี้

1) ทำความสะอาดแบบหล่อตัวอย่างแล้วทาน้ำมันที่ผิวภายในของแบบหล่อ
2) ตักคอนกรีตใส่แบบ โดยแบ่งเป็น 3 ชั้นเท่า ๆ กันและแต่ละชั้นมีการใช้เครื่องจี้คอนกรีต (Vibrator) เพื่อทำให้ก้อนตัวอย่างเกิดการอัดแน่น
3) ปาดผิวหน้าก้อนตัวอย่างให้เรียบ

รูปที่ 5.27 คอนกรีตที่ได้จากการผสม

รูปที่ 5.28 การเตรียมแบบหล่อที่ใช้สำหรับหล่อก้อนตัวอย่างคอนกรีต

รูปที่ 5.29 การใช้เครื่องจี้คอนกรีต (Vibrator) เพื่อทำให้ก้อนตัวอย่างแน่นปราศจากช่องว่าง

รูปที่ 5.30 การปาดเรียบผิวหน้าก้อนตัวอย่าง

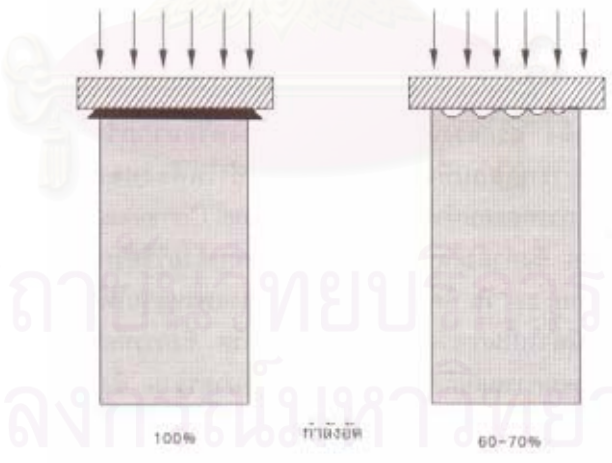
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.31 การถอดแบบหล่อก้อนตัวอย่างคอนกรีต

รูปที่ 5.32 การทำสัญลักษณ์ก้อนตัวอย่างในแต่ละอัตราส่วนผสม (Mix Design)

รูปที่ 5.33 การบ่มคอนกรีต

ในการทดสอบก้อนตัวอย่างนั้นผิวด้านบนของก้อนตัวอย่างรูปทรงกระบอกมักไม่เรียบทำให้ผลการทดสอบผิดพลาดได้ ดังนั้นก่อนการทดสอบต้องทำการหุ้มหัว (Cap) ก้อนตัวอย่างทั้งสองด้านด้วยกำมะถันเสียก่อน



รูปที่ 5.34 ก้อนตัวอย่างรูปทรงกระบอกที่หุ้มหัว และไม่หุ้มหัว (ที่มา: ชัชวาล เศรษฐบุตร, 2543)

รูปที่ 5.35 การหุ้มหัว (Cap) ก้อนตัวอย่างเพื่อให้ผิวหน้าเรียบก่อนการทดสอบ

รูปที่ 5.36 การนำก้อนตัวอย่างเข้าเครื่องทดสอบเพื่อทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

ผลที่ได้จากการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) แบบปกติ และกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง พบว่ากำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) แบบปกติมีค่าสูงกว่ากำลังอัดของ

คอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างดังแสดงในตารางที่ 5.17

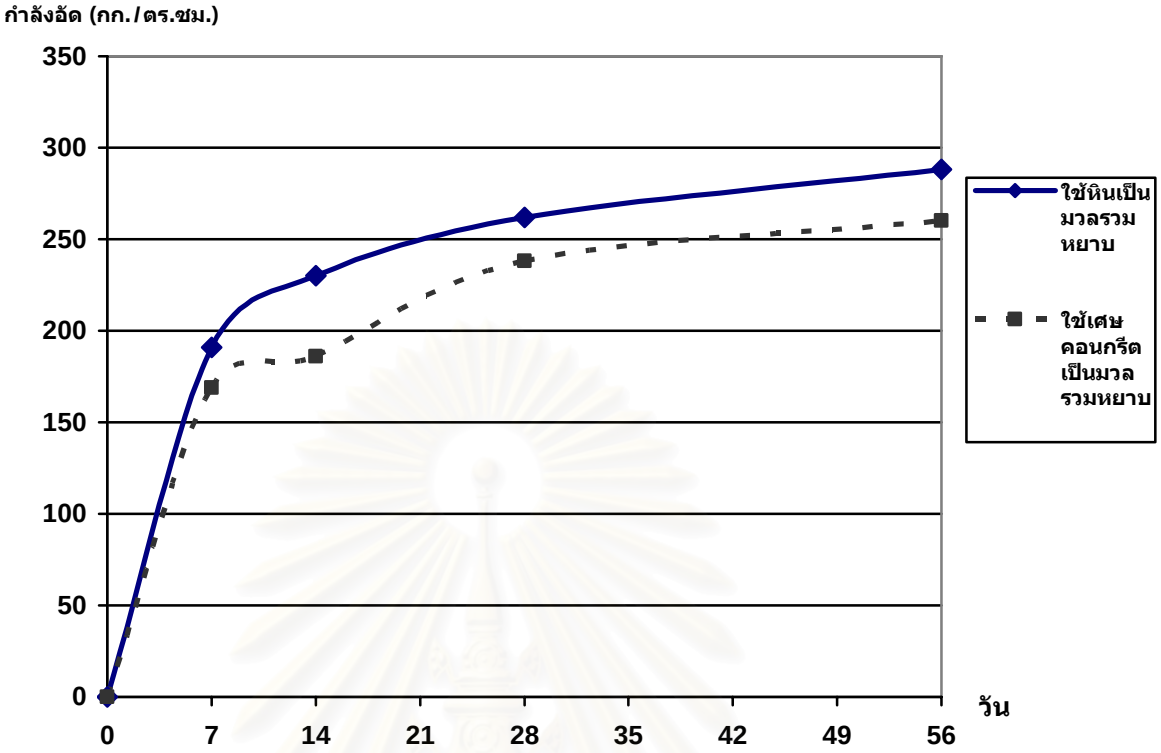
ตารางที่ 5.17 กำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมแบบปกติ และกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) ที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

เวลา	ก้อนตัวอย่างที่	กำลังอัดของก้อนตัวอย่าง	
		อัตราส่วนผสม D1 (กก./ตร.ซม.)	อัตราส่วนผสม N1 (กก./ตร.ซม.)
7 วัน	1	169	195
	2	182	195
	3	156	182
		169*	**191***
14 วัน	1	182	221
	2	182	234
	3	195	234
		186*	**230***
28 วัน	1	240	260
	2	234	266
	3	240	260
		238*	**262***
56 วัน	1	266	286
	2	253	286
	3	260	292
		260*	**288***

หมายเหตุ: D1 คือ คอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบจากการบดย่อยเศษคอนกรีต

N1 คือ คอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบทั่วไป

* คือ ค่าเฉลี่ยของกำลังรับแรงอัดของคอนกรีต



รูปที่ 5.37 แผนภูมิเปรียบเทียบกำลังอัดของคอนกรีตทั้งสองอัตราส่วนผสม (Mix Design)

จากตารางที่ 5.17 และรูปที่ 5.37 พบว่าในด้านของกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบจากการบดย่อยเศษคอนกรีตนั้นมีกำลังรับแรงอัดที่ผ่านเกณฑ์ที่ออกแบบไว้โดยมีกำลังรับแรงอัดต่ำกว่าคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบแบบปกติเล็กน้อย

เนื่องจากการทำกรณีศึกษาในส่วนนี้ของงานวิจัยเป็นการทำโดยใช้เศษคอนกรีตจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพียงแห่งเดียว ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมโดยการนำเศษคอนกรีตจากแหล่งต่างๆ โดยสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้างเพิ่ม 4 หน่วยงาน และเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต และกำลังอัดของคอนกรีตที่ผสมจากมวลรวมหยาบที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีต

ตารางที่ 5.18 ค่าใช้จ่ายในการย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้แรงงานคนจากแหล่งต่างๆ

	กรณีศึกษา	**คอนกรีตจากหน่วยงานที่ 1**	**คอนกรีตจากหน่วยงานที่ 2**	**คอนกรีตจากหน่วยงานที่ 3**	**คอนกรีตจากหน่วยงานที่ 4**
จำนวนคนงานที่ใช้ (คน)	4	4	4	4	4
น้ำหนักของเศษคอนกรีต (กิโลกรัม)		127	110	102	104
เวลาที่ใช้ทุบย่อยช่วงแรก (นาที)		6	5	4	5
อัตราผลผลิตช่วงแรก (กิโลกรัม/นาที)	16.0	21.2	22.0	25.5	20.8
ค่าใช้จ่าย (บาท/ตัน)		79	76	65	80
เฉลี่ย (บาท/ตัน)	104	75			
เวลาที่ใช้ทุบย่อยช่วงที่สอง (นาที)		112	90	93	88
อัตราผลผลิตช่วงที่สอง (กิโลกรัม/นาที)	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2
ค่าใช้จ่าย (บาท/ตัน)		1,515	1,389	1,515	1,389
ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย (บาท/ตัน)	1,684	1,452			
ค่าใช้จ่ายรวมในการบดย่อย (บาท/ตัน)	1,788	1,527			

หมายเหตุ: อัตราค่าแรงคนงาน 200 บาท/คน/วัน (ค่าแรงขั้นต่ำในพื้นที่กรุงเทพมหานคร)
1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง

จากตารางที่ 5.18 พบว่าอัตราผลผลิตที่ได้ทั้งในการบดย่อยช่วงแรก และการบดย่อยช่วงที่สองมีค่ามากกว่าที่ได้จากการทำกรณีศึกษาทำให้ค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตที่ได้จากการทดลองมีค่ามากกว่าที่ได้จากการทำกรณีศึกษา และพบว่าสาเหตุที่ทำให้อัตราผลผลิต (Productivity Rate) ในการบดย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้แรงงานคนในการบดย่อยมีความไม่แน่นอนสูงถึงแม้ว่าใช้แรงงานชุดเดียวกันในการบดย่อยก็ตามอาจมีสาเหตุมาจากการที่แรงงานมี

การเรียนรู้ถึงวิธีการทำงานของแรงงานที่มาทำการทดลอง อีกทั้งกำลังของเศษคอนกรีตที่นำมาทดลองก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทดลอง

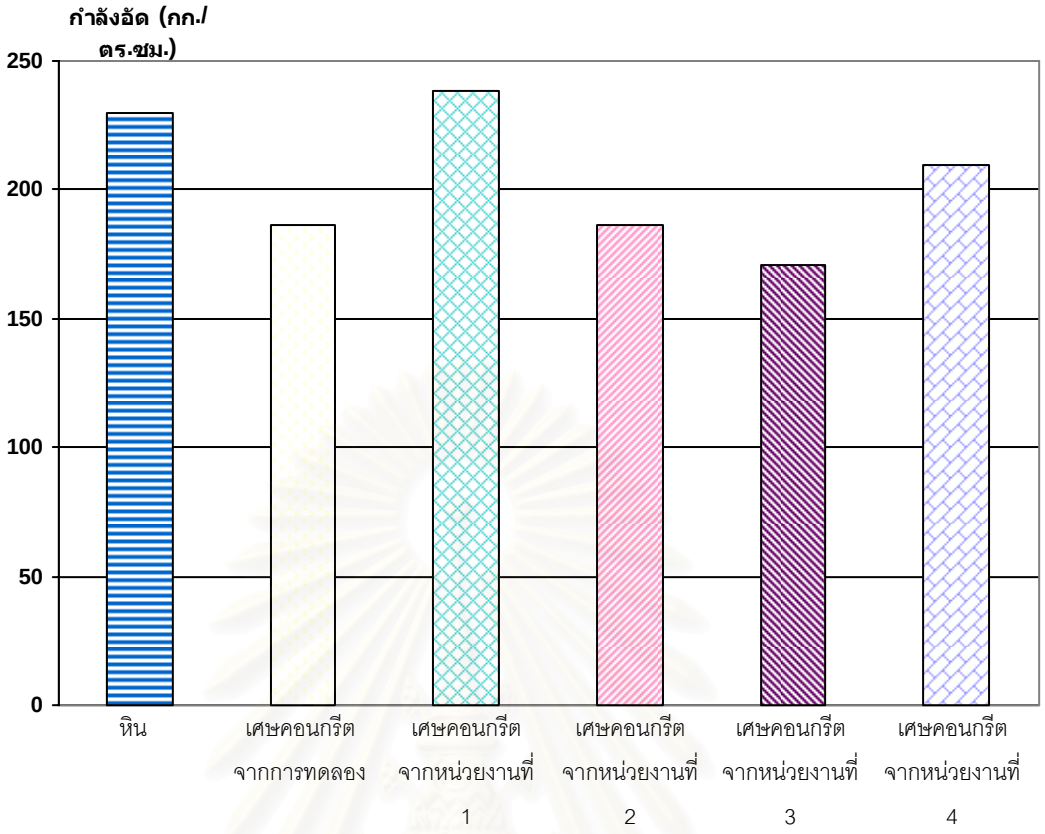
ตารางที่ 5.19 กำลังอัดของคอนกรีตจากการใช้เศษคอนกรีตจากหน่วยงานอื่นเป็นมวลรวมหยาบโดยเปรียบเทียบกับการทำการทดลอง

ก้อนตัวอย่าง	กำลังอัดของคอนกรีตที่ 14 วัน (กก./ตร.ซม.)					
	จากการทดลองโดยใช้มวลรวมหยาบผสมคอนกรีต		ใช้เศษคอนกรีตจากหน่วยงานที่ 1	ใช้เศษคอนกรีตจากหน่วยงานที่ 2	ใช้เศษคอนกรีตจากหน่วยงานที่ 3	ใช้เศษคอนกรีตจากหน่วยงานที่ 4
	หินก่อสร้าง	เศษคอนกรีต				
ก้อนตัวอย่างที่ 1			253	182	143	208
ก้อนตัวอย่างที่ 2			234	175	182	214
ก้อนตัวอย่างที่ 3			227	201	188	208
ค่าเฉลี่ย	**230**	**186**	**238**	**186**	**171**	**210**

หมายเหตุ: จากการออกแบบส่วนผสมที่ 240 กก./ตร.ซม. ที่ 28 วัน

จากตารางที่ 5.19 และรูปที่ 5.38 พบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่อายุ 14 วัน ของคอนกรีตที่ได้จากการใช้คอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนจากทั้ง 4 หน่วยงาน และจากการทำกรณีศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่ออกแบบไว้

เนื่องจากการทดลองนี้ไม่ได้มีการทดสอบกำลังของเศษคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนซึ่งอาจมีผลต่อกำลังของคอนกรีต ดังนั้นในการนำคอนกรีตซึ่งมีส่วนผสมจากคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างควรทำการทดสอบกำลังของคอนกรีตก่อนนำไปบดย่อยเพื่อผสมคอนกรีต นอกจากนี้ในการนำคอนกรีตที่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบจากเศษคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนไปใช้งานในเบื้องต้นอาจนำไปใช้ในงานที่ต้องการกำลังของคอนกรีตไม่สูงโดยเฉพาะงานโครงสร้างชั่วคราว เช่น ใช้เป็นคอนกรีตหยาบ (Lean Concrete) ลานคอนกรีตสำหรับเก็บวัสดุก่อสร้าง เป็นต้น



รูปที่ 5.38 แผนภูมิแสดงกำลังอัดของคอนกรีตที่อายุ 14 วัน
จากหน่วยงานอื่นเปรียบเทียบกับการทดลอง

5.2 การศึกษาการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาใช้ใหม่

เนื่องจากคุณสมบัติของไม้ที่นำมาใช้ในงานก่อสร้างนั้นเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิประเทศที่ต้นไม้เติบโต ดังนั้นคุณสมบัติของไม้ในประเทศไทย และในต่างประเทศจึงมีความแตกต่างกัน ซึ่งเป็นเหตุผลที่งานวิจัยนี้ได้มีการทำกรณีศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการใช้ไม้ก่อสร้างทั่วไป และไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง โดยทำการเปรียบเทียบกันทั้งในด้านของค่าใช้จ่ายและด้านคุณภาพของไม้ที่นำมาใช้งาน ดังแสดงในรูปที่ 5.39 ซึ่งทางด้านค่าใช้จ่ายของไม้เป็นการเปรียบเทียบนั้นสามารถแบ่งออกเป็นไม้เนื้อแข็ง และไม้เนื้ออ่อนที่มีความยาวไม่เกิน 5 เมตร และไม้ที่มีความยาวเกินกว่า 5 เมตร

5.2.1 ด้านต้นทุนค่าใช้จ่าย

ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบราคาของไม้ก่อสร้างทั่วไปโดยเปรียบเทียบจากราคาจำหน่ายของไม้เนื่องจากในการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของไม้ที่ได้จากการรื้อถอน

สิ่งก่อสร้างนั้นมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ของต้นทุนเนื่องจากมีความไม่แน่นอนที่สูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ราคาจำหน่ายของไม้ โดยใช้ราคากลางของกระทรวงพาณิชย์เปรียบเทียบกับ ราคาจำหน่ายไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจำนวน 5 ร้านค้า เพื่อทำการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในส่วนของวัสดุสำหรับการก่อสร้าง โดยในการเปรียบเทียบนั้นแบ่งออกเป็นไม้เนื้อแข็ง และไม้เนื้ออ่อน ซึ่งในการเปรียบเทียบนั้นไม้ก่อสร้างความหนา 1 นิ้ว สามารถเปรียบเทียบกับไม้เก่าได้ที่ขนาด 1 นิ้ว และ 1 1/2 นิ้ว เนื่องจากในการจำหน่ายไม้เก่านั้นผู้จำหน่ายอาจมีความจำเป็นต้องจำหน่ายไม้ 1 1/2 นิ้ว ในราคาไม้ 1 นิ้ว เนื่องจากไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นในการนำกลับมาใช้ใหม่ต้องทำการไสเพื่อแต่งไม้อีกครั้งหนึ่งทำให้ความหนาของไม้ลดลงจากที่เป็นอยู่ โดยผลการเปรียบเทียบไม้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.20 ถึงตารางที่ 5.23

จากตารางที่ 5.20 และตารางที่ 5.21 พบว่าไม้เนื้อแข็ง เช่น ไม้สักที่นำกลับมาใช้ใหม่มีราคาถูกกว่าไม้สักทั่วไป เช่นเดียวกันกับไม้มะค่าที่ไม้ที่นำกลับมาใช้ใหม่มีราคาถูกกว่าไม้มะค่าทั่วไป เนื่องจากโดยทั่วไปไม้มะค่ามีราคาสูงกว่าไม้แดงค่อนข้างมาก แต่ร้านค้าไม้เก่านั้นจำหน่ายไม้มะค่าในราคาเดียวกันกับไม้แดง และในส่วนของไม้เต็ง และไม้แดงพบว่าไม้ที่มีความหนา 1 นิ้ว ไม้เก่ามีราคาเท่ากันหรือสูงกว่าในขณะที่ไม้ที่มีความหนา 2 นิ้วมีราคาถูกกว่าเนื่องมาจากไม้ที่มีความหนา 2 นิ้วนั้นสำหรับร้านค้าไม้เก่าเป็นไม้ที่ขายได้ค่อนข้างยากดังนั้นเจ้าของมีความต้องการใช้งานน้อยกว่า

จากตารางที่ 5.22 และตารางที่ 5.23 พบว่าไม้เนื้ออ่อน เช่น ไม้ยางที่นำกลับมาใช้ใหม่มีราคาสูงกว่าไม้ยางทั่วไปเนื่องจากไม้ยางซึ่งทั่วไปเป็นไม้ยางจากประเทศมาเลเซีย เนื่องจากไม้ยางไทยในปัจจุบันมีน้อย ในขณะที่ไม้ที่ร้านค้าไม้เก่าจำหน่ายนั้นเป็นไม้ยางไทยที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง เนื่องจากอาคารที่ทำการรื้อถอนนั้นเป็นอาคารที่ก่อสร้างมานานซึ่งเป็นการก่อสร้างในช่วงเวลาที่ไม้ยางไทยยังมีอยู่มาก

5.2.2 ด้านคุณภาพไม้ที่นำมาใช้งาน

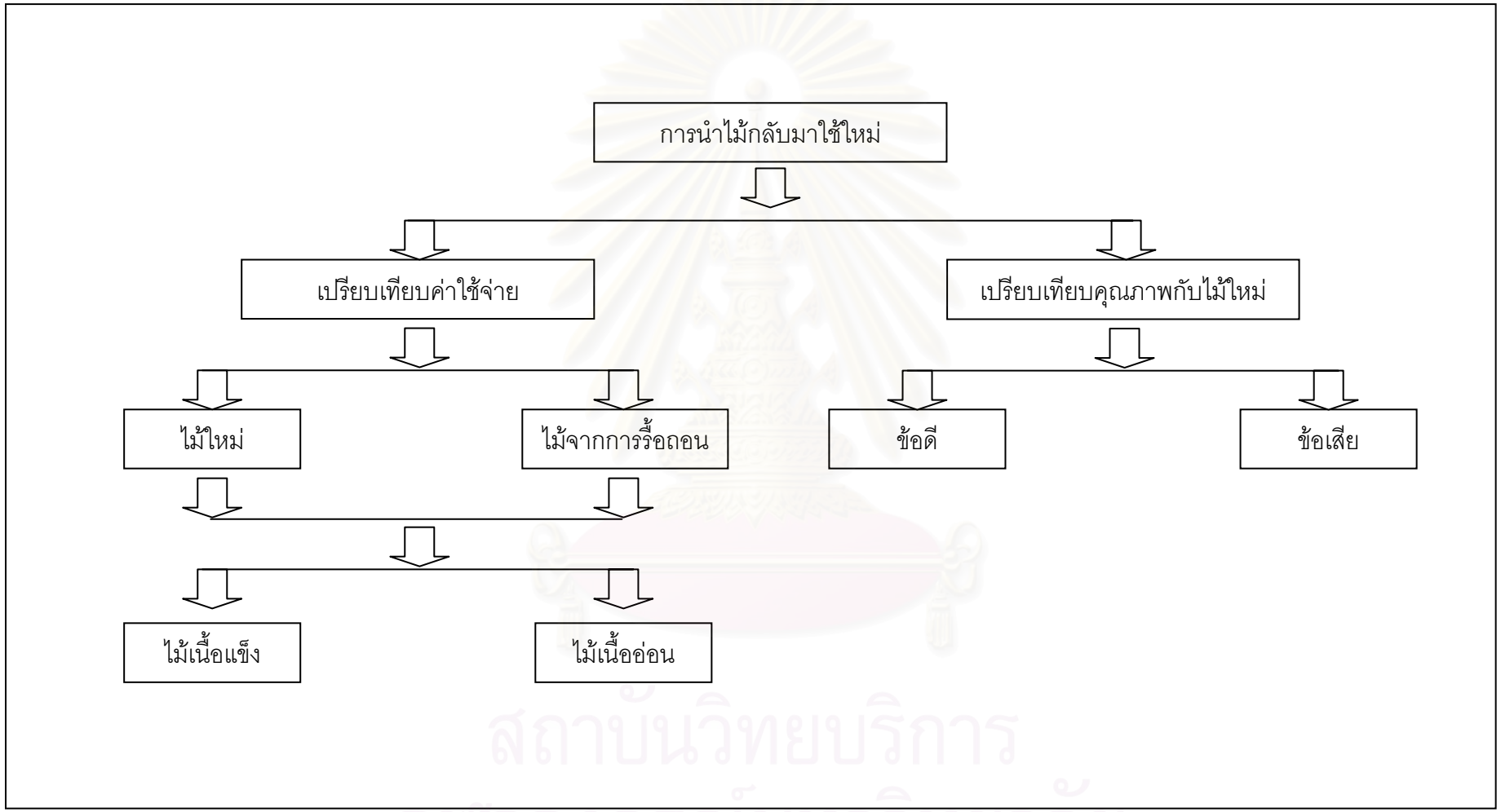
จากการศึกษาเปรียบเทียบด้านคุณภาพของไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่นำกลับมาใช้ใหม่นั้นเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ก่อสร้างทั่วไปพบว่ามีข้อดี และข้อเสีย ดังนี้

ข้อดี

มีความอยู่ตัวไม่แตกง่าย เนื่องจากผ่านการรับน้ำหนักมาแล้ว ในขณะที่ความแข็งแรงก็ไม่ต่างจากไม้ใหม่มาก และโดยส่วนมากมีราคาต่ำกว่าไม้ใหม่

ข้อเสีย

อาจมีตำหนิ ขนาดความหนาของไม้ที่ลดลงจากขนาดปกติเนื่องจากไม้ที่นำกลับมาใช้ใหม่นั้นต้องผ่านการแต่งผิวหน้า ขาดการบำรุงรักษา



รูปที่ 5.39 ขั้นตอนในการศึกษาเปรียบเทียบค่าใช้จ่าย และคุณภาพของไม้ใหม่ และไม้ที่ได้จากการรื้อถอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.20 ตารางเปรียบเทียบราคาไม้เนื้อแข็งที่ความยาวไม่เกิน 5 เมตร

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคาไม้ใหม่ (บาท/ลบ.ฟุต)	ราคาไม้ที่ได้จากการรื้อถอน (บาท/ลบ.ฟุต)*									
			ร้านค้าที่ 1		ร้านค้าที่ 2		ร้านค้าที่ 3		ร้านค้าที่ 4		ร้านค้าที่ 5	
ไม้สัก	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	1,455	1,155	79%	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 10 นิ้ว	1,850	1,300	70%	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 12 นิ้ว	2,000	1,800	90%	-	-	-	-	-	-	-	-
ไม้เต็ง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	720	720	100%	-	-	790	110%	720	100%	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	775	650	84%	-	-	705	91%	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	775	650	84%	-	-	650	84%	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 8 นิ้ว	775	675	87%	-	-	705	91%	-	-	-	-
ไม้แดง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	975	-	-	650	67%	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	850	650	76%	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	975	720	74%	-	-	-	-	-	-	-	-
ไม้มะค่า	ขนาด 1 นิ้ว x 4 นิ้ว	1,615	865	54%	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	1,615	1,010	63%	650	40%	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	1,810	650	36%	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	1,810	720	40%	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: * % หมายถึง % ของราคาจำหน่ายของไม้ที่ได้จากการรื้อถอนเปรียบเทียบกับราคาจำหน่ายของไม้ก่อสร้างทั่วไป

ตารางที่ 5.21 ตารางเปรียบเทียบราคาไม้เนื้อแข็งที่ความยาวเกินกว่า 5 เมตร

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคาไม้ใหม่ (บาท/ลบ.ฟุต)	ราคาไม้ที่ได้จากการรื้อถอน (บาท/ลบ.ฟุต)*									
			ร้านค้าที่ 1		ร้านค้าที่ 2		ร้านค้าที่ 3		ร้านค้าที่ 4		ร้านค้าที่ 5	
ไม้สัก	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	-	1,875	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 10 นิ้ว	-	1,515	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 12 นิ้ว	-	3,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ไม้เต็ง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	800	865	108%	-	-	940	118%	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	885	760	86%	-	-	710	80%	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	885	720	81%	-	-	720	81%	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 8 นิ้ว	885	730	82%	-	-	760	86%	-	-	-	-
ไม้แดง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	1,120	-	-	795	71%	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	1,060	760	72%	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	1,060	790	75%	-	-	-	-	-	-	-	-
ไม้มะค่า	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	2,485	790	32%	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: * % หมายถึง % ของราคาจำหน่ายของไม้ที่ได้จากการรื้อถอนเปรียบเทียบกับราคาจำหน่ายของไม้ก่อสร้างทั่วไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.22 ตารางเปรียบเทียบราคาไม้เนื้ออ่อนที่ความยาวไม่เกิน 5 เมตร

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคาไม้ใหม่ (บาท/ลบ.ฟุต)	ราคาไม้ที่ได้จากการรื้อถอน (บาท/ลบ.ฟุต)*									
			ร้านค้าที่ 1		ร้านค้าที่ 2		ร้านค้าที่ 3		ร้านค้าที่ 4		ร้านค้าที่ 5	
ไม้ยาง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	385	580	151%	-	-	650	169%	625	162%	720	187%
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	385	540	140%	-	-	540	140%	-	-	685	178%
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	320	480	150%	-	-	480	150%	480	150%	480	150%
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	355	540	152%	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: * % หมายถึง % ของราคาจำหน่ายของไม้ที่ได้จากการรื้อถอนเปรียบเทียบกับราคาจำหน่ายของไม้ก่อสร้างทั่วไป

ตารางที่ 5.23 ตารางเปรียบเทียบราคาไม้เนื้ออ่อนที่ความยาวเกินกว่า 5 เมตร

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคาไม้ใหม่ (บาท/ลบ.ฟุต)	ราคาไม้ที่ได้จากการรื้อถอน (บาท/ลบ.ฟุต)*									
			ร้านค้าที่ 1		ร้านค้าที่ 2		ร้านค้าที่ 3		ร้านค้าที่ 4		ร้านค้าที่ 5	
ไม้ยาง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	425	720	169%	-	-	795	187%	-	-	820	193%
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	425	650	153%	-	-	650	153%	-	-	760	179%
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	350	670	191%	-	-	675	193%	675	193%	670	191%
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	390	650	167%	-	-	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: * % หมายถึง % ของราคาจำหน่ายของไม้ที่ได้จากการรื้อถอนเปรียบเทียบกับราคาจำหน่ายของไม้ก่อสร้างทั่วไป

5.3 บทสรุป

จากการทดลองนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาทำเป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตนั้นพบว่าหากใช้แรงงานคนในการบดย่อยอาจทำให้มีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าการใช้มวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตแบบปกติค่อนข้างมาก ดังนั้นหากมีการใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยในการบดย่อยอาจทำให้ค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตต่ำกว่าต้นทุนของหินที่นำมาใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต และผลจากการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตพบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมจากมวลรวมหยาบจากการบดย่อยเศษคอนกรีตมีกำลังรับแรงอัดที่ต่ำกว่าคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตแบบปกติเล็กน้อยแต่ใกล้เคียงกับที่ออกแบบไว้ และเนื่องจากการทดลองนี้ไม่ได้มีการทดสอบกำลังของเศษคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนซึ่งอาจมีผลต่อกำลังของคอนกรีต ดังนั้นในการนำคอนกรีตซึ่งมีส่วนผสมจากคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างควรทำการทดสอบกำลังของคอนกรีตก่อนนำไปบดย่อยเพื่อผสมคอนกรีตนอกจากนี้ในการนำคอนกรีตที่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบเป็นคอนกรีตที่ได้จากการรื้อถอนไปใช้งานในเบื้องต้นอาจนำไปใช้ในงานที่ต้องการกำลังของคอนกรีตไม่สูงโดยเฉพาะงานโครงสร้างชั่วคราว เช่น ใช้เป็นคอนกรีตหยาบ (Lean Concrete) ลานคอนกรีตสำหรับเก็บวัสดุก่อสร้าง ในขณะที่การทำกรณีศึกษาการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมาใช้ใหม่นั้นพบว่าค่าใช้จ่ายมีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับประเภทไม้ ขนาดไม้ และความต้องการไม้ที่มีอยู่ ซึ่งโดยทั่วไปราคาไม้ที่ได้จากการรื้อถอนที่นำกลับมาใช้ใหม่อยู่ที่ประมาณ 80% ของไม้ก่อสร้าง โดยที่คุณภาพของไม้เก่าสามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย โดยเปรียบเทียบกับแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างของต่างประเทศ เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย โดยทดลองใช้วัสดุที่มีความเป็นไปได้ในการใช้วิธีการจัดการวัสดุจากต่างประเทศ ซึ่งผู้รับเหมางานรื้อถอนสิ่งก่อสร้างสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากในประเทศไทยนั้นแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนั้นมีอยู่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับในต่างประเทศ

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภทของวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง วิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง และแนวทางในการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศ จากนั้นทำการศึกษาวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีในประเทศไทยในปัจจุบันโดยการสำรวจวิธีการจัดการ โดยแบ่งเป็นวัสดุประเภทต่างๆ อันได้แก่ คอนกรีต เหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ ไม้ เป็นต้น จากนั้นนำแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่มีในประเทศไทยมาเปรียบเทียบกับแนวทางที่มีในต่างประเทศเพื่อให้ได้แนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างที่แตกต่างกัน จากนั้นนำแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในต่างประเทศเป็นแนวทางเพื่อทดลองใช้สำหรับประเทศไทย

โดยผลจากการศึกษาแนวทางการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างในประเทศไทยเปรียบเทียบกับในต่างประเทศพบว่าแนวทางการจัดการเหล็กเสริมคอนกรีต เหล็กรูปพรรณ ไม้ และประตูและหน้าต่างมีแนวทางการจัดการที่คล้ายคลึงกัน ในขณะที่แนวทางการจัดการเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างมีแนวทางแตกต่างกันโดยในต่างประเทศมีการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่เป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีต ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีการใช้อย่างแพร่หลาย ดังนั้นจึงจัดทำการทดลองการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างบดย่อยเป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีตเพื่อศึกษาด้านต้นทุนค่าใช้จ่ายในการนำมาใช้งานเมื่อใช้วิธีการบดย่อยแบบต่างๆ ได้แก่ ใช้แรงงานคน การบดย่อยโดยส่งโรงโม่หิน และการบดย่อยโดยเครื่องบดย่อยขนาดเล็ก และศึกษากำลังของคอนกรีตเมื่อใช้คอนกรีตที่เกิด

จากการรื้อถอนเป็นมวลรวมหยาบ นอกจากนี้ยังได้ทำกรณีศึกษาการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้ใหม่โดยทำการเปรียบเทียบทางด้านค่าใช้จ่าย และคุณภาพกับการใช้ไม้ก่อสร้างปกติ โดยในการเปรียบเทียบทางด้านค่าใช้จ่ายนั้นเปรียบเทียบแยกประเภทระหว่างไม้เนื้อแข็ง และไม้เนื้ออ่อน อีกทั้งยังแบ่งตามขนาดความยาวของไม้ คือ ไม้ที่มีความยาวไม่เกิน 5 เมตร และไม้ที่มีความยาวเกินกว่า 5 เมตร

ผลจากการทดลองในการนำเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างกลับมาใช้งานเป็นมวลรวมหยาบผสมคอนกรีตนั้นในด้านของคุณสมบัติทางด้านกำลังรับแรงอัดพบว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบแบบปกติมีค่าสูงกว่ากำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเล็กน้อย โดยที่กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบทั้งสองประเภทสามารถบรรลุถึงค่ากำลังรับแรงอัดที่ออกแบบไว้ดังแสดงในตารางที่ 5.19 ในขณะที่การวิเคราะห์ทางด้านค่าใช้จ่ายมวลรวมหยาบที่ได้จากการบดย่อยเศษคอนกรีตนั้นพบว่ามีค่าใช้จ่ายสูงกว่ามวลรวมหยาบแบบปกติในกรณีที่ใช้แรงงานคนในการบดย่อย แต่เมื่อใช้เครื่องย่อยหินขนาดเล็กในการบดย่อยสามารถทำให้ค่าใช้จ่ายลงต่ำกว่าราคาจำหน่ายของมวลรวมหยาบแบบปกติ และในกรณีที่บดย่อยโดยการส่งโรงโม่หินพบว่าในส่วนของค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเพียงอย่างเดียวนั้นต่ำกว่าราคาจำหน่ายของมวลรวมหยาบแบบปกติแต่การบดย่อยโดยการส่งโรงโม่หินอาจมีค่าใช้จ่ายในส่วนของการขนย้ายเศษคอนกรีตเพื่อนำไปบดย่อยซึ่งอาจไม่คุ้มค่าในการบดย่อย

จากการทำกรณีศึกษาของการนำไม้ที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างนำกลับมาใช้ใหม่พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบราคาจำหน่ายของไม้ที่ได้จากการรื้อถอนที่นำกลับมาใช้ใหม่และราคาจำหน่ายของไม้ก่อสร้างทั่วไปของกระทรวงพาณิชย์ พบว่าราคาของไม้เนื้อแข็งที่นำกลับมาใช้ใหม่มีราคาต่ำกว่าไม้ก่อสร้างทั่วไปดังแสดงในตารางที่ 5.20 และตารางที่ 5.21 ซึ่งเฉลี่ยประมาณ 70 – 80% ในขณะที่ไม้เนื้ออ่อน คือ ไม้ยางที่นำกลับมาใช้ใหม่นั้นมีราคาสูงกว่าไม้ก่อสร้างทั่วไป เนื่องจากไม้ยางที่จำหน่ายในปัจจุบันเป็นไม้ยางจากประเทศมาเลเซีย ซึ่งมีความแข็งแรงน้อยกว่าไม้ที่ได้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างจึงเป็นเหตุผลให้ไม้ยางที่นำกลับมาใช้ใหม่มีราคาสูงกว่าไม้ยางทั่วไปดังแสดงในตารางที่ 5.22 และตารางที่ 5.23 ในขณะที่ทางด้านคุณภาพของไม้ที่ได้จากการรื้อถอนที่นำกลับมาใช้ใหม่นั้นพบว่ามีข้อดี คือ มีความคงตัวไม่บิดงอ แต่มีข้อเสีย คือ ขนาดไม่คงที่ขาดการบำรุงรักษา และอาจมีตำหนิ

6.2 ข้อจำกัดงานวิจัย

ในการทดลองนำเศษคอนกรีตมาใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีต มีข้อจำกัดในด้านค่าใช้จ่ายในการทดลอง ดังนั้นในส่วนของการคำนวณค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีต

การบดย่อยเศษคอนกรีตโดยใช้เครื่องย่อยหินขนาดเล็กเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากต้นทุนเบื้องต้นของเครื่องจักรเท่านั้น ดังนั้นอาจจำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลองใช้งานเครื่องจักรจริง นอกจากนี้การทดสอบคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบจากการบดย่อยเศษคอนกรีตมีการทดสอบเพียงกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตจากจำนวนตัวอย่างจำนวนน้อย ดังนั้นผลงานวิจัยนี้จึงเป็นเพียงแนวทางเบื้องต้นในการช่วยผู้รับเหมางานรื้อถอนสิ่งก่อสร้างตัดสินใจเลือกวิธีการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างเท่านั้น ซึ่งในการประยุกต์ใช้งานจริงในเบื้องต้นควรใช้กับงานที่ไม่ต้องการกำลังของคอนกรีตมาก เช่น ใช้สำหรับคอนกรีตหยาบ หรืองานก่อสร้างงานชั่วคราว เช่น ถนนชั่วคราวในหน่วยงานก่อสร้าง นอกจากนี้ก่อนใช้งานเศษคอนกรีตเพื่อใช้เป็นมวลรวมหยาบควรมีการทดสอบกำลังของเศษคอนกรีตก่อนซึ่งควรสูงกว่าคอนกรีตที่ได้ออกแบบกำลังไว้

6.3 **ข้อเสนอแนะของงานวิจัย**

จากข้อจำกัดต่างๆ ของงานวิจัยดังที่ได้กล่าวมาพบว่าควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายในการบดย่อยเศษคอนกรีตเพื่อใช้เป็นมวลรวมหยาบสำหรับผสมคอนกรีตโดยใช้เครื่องจักรเข้ามาช่วยโดยทดลองใช้งานจริง และควรทำการวิจัยคุณสมบัติของคอนกรีตที่ผสมโดยใช้มวลรวมหยาบจากการบดย่อยเศษคอนกรีตในด้านอื่นๆ นอกจากกำลังรับแรงอัด เพื่อนำไปประกอบการพิจารณาการจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างต่อไป นอกจากนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการจัดการวัสดุจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างประเภทอื่นเพื่อให้ได้วิธีการจัดการที่หลากหลายมากขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม. 2547. การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร คู่มือสำหรับผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

กรมศุลกากร. 2549. พิกัดอัตราศุลกากร และอัตราอากรขาเข้าปัจจุบัน.

จิรานุวัฒน์ จันทร์จร. 2545. การศึกษาแนวทางการจัดการเศษสิ่งก่อสร้างในประเทศไทย. หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชัชวาล เศรษฐบุตร. 2543. คอนกรีตเทคโนโลยี. พิมพ์ครั้งที่ 8: ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง

ชัชวาล เศรษฐบุตร. 2543. คู่มือการทดสอบ หิน ทราย และคอนกรีต. พิมพ์ครั้งที่ 3: ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง

ธัชวีร์ ลีละวัฒน์. 2546. การนำเอาวัสดุเหลือใช้จากการก่อสร้างและทุบทำลายมาใช้ใหม่แทนที่มวลรวมจากธรรมชาติในประเทศเดนมาร์ก. โยธาสาร. 5: 34-38

สุนทร ลัภกิตโร. 2531. การวิวัฒนาการและความเหมาะสมของการรื้อถอนอาคารคอนกรีต. วารสารข่าวช่าง. 16, 191

สำนักดัชนีเศรษฐกิจการค้า กรมการค้าภายใน กระทรวงพาณิชย์. 2550. ราคากลางวัสดุก่อสร้างกรุงเทพมหานคร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Al-Anasary, M. S., et al. 2004. Sustainable Guidelines for Managing Demolition Waste in Egypt. The Use of Recycled Materials in Buildings and Structures. 331-340.

Asari, M., et al. 2004. Waste Wood Recycling as Animal Bedding and Development of Bio-Monitoring Tool Using the CALUX Assay. Environment International. 30: 639-649.

CDM. 2004. Demolition Waste Management Plan Specification: Guide For Engineers.

Corinaldesi, V., et al. 2005. Reuse of Ground Waste Glass as Aggregate for Mortars. Waste Management. 25: 197-201.

Department of Environmental Engineering Sciences. 1999. Recommended Management Practices for the Removal of Hazardous Materials from Buildings Prior to Demolition.

Dolan, P. J., et al. 1999. Concepts for Reuse and Recycling of Construction and Demolition Waste. US Army Corps of Engineers.

Futaki, M. 2000. The State of Deconstruction in Japan. CIB Report.

Haung, W. L., et al. 2002. Recycling of Construction and Demolition Waste via a Mechanical Sorting Process. Resources, Conservation and Recycling. 37: 23-37.

Horie H. 2002. Potential use of waste wood from demolition and deforestation as animal litter. Journal of Hokkaido Forest Products Research Institute.

Itoh, Y. and Liu, C. 2006. Promoting the Reuse and Recycling of Building Demolition Materials. World Transactions on Engineering and Technology Education. 5: 195-200.

Kartam, N., et al. 2004. Environmental Management of Construction and Demolition Waste in Kuwait. Waste Management. 24: 1049-1059.

Klang, A., et al. 2003. Sustainable Management of Demolition Waste-an Integrated Model for the Evaluation of Environmental, Economic and Social Aspects. Resources, Conservation and Recycling. 38: 317-334.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ling, F.Y.Y. and Lim, M.C.H. 2000. Implementation of a Waste Management Plan for Construction Projects in Singapore. Architectural Science Review. 45: 78-81.

Manitoba Conservation. 2002. Guideline for Construction and Demolition Waste Management.

Mills, T., et al. 1999. A Cost-effective Waste Management Plan. Cost Engineering. 41: 35-43.

Petersen, M., et al. 2004. Strategic Demolition Waste Management Tool for Sustainable Land Development. Global Symposium on Recycling. 1: 203-214.

Poon, C.S., et al. 2001. A Guide for Managing and Minimizing Building and Demolition Waste. Hong Kong Polytechnic University.

Saskatchewan Environment. 2003. Construction/Demolition Waste Recycling and Disposal.

Shima H., et al. 2005. An Advanced Concrete Recycling Technology and its Applicability Assessment Through Input-output Analysis. Journal of Advanced Concrete Technology. 3: 53-67.

The Steel Construction Institute. 2003. Achieving Sustainable Construction: Guidance for Clients and Their Professional Advisers.

The Tree Council. 2004. Tree TLC campaign.

Touahamia, M., et al. 2002. Shear Strength of Reinforced-recycled Material. Construction and Building Materials. 16: 331-339.

Vanderley, M. J., et al. 2004. Strategies for Innovation in Construction Demolition Waste Management in Brazil. The CIB World Building Congress 2004.

Voronova, V. 2006. Construction and Demolition Waste Management in UK. Optimising the Sustainable Use and Management of Construction Waste.

Wang, J., et al. 2004. A System Analysis Tool for Construction and Demolition Waste Mamagement. Waste Management. 24: 989-997.

Weisleder, S. 2006. Construction and Demolition Waste Management in Germany.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลจากสถานที่รื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 ลักษณะทั่วไปของหน่วยงานที่ทำการเก็บข้อมูล

หน่วยงาน	ประเภทของอาคาร	ขนาดของอาคาร	ลักษณะของอาคาร	วิธีการรื้อถอน	ระยะเวลาในการรื้อถอน
1	อาคารพาณิชย์	4 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	1 เดือน
2	โรงภาพยนตร์	2 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	3 เดือน
3	อาคารเรียน	5 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	1 เดือน
4	ร้านอาหาร	3 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	3 เดือน
5	อาคารเรียน	4 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	1 เดือน
6	อาคารพาณิชย์	2 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	1 เดือน
7	อาคารเรียน	5 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	3 เดือน
8	อาคารสำนักงาน	2 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	1 เดือน
9	อาคารเรียน	2 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคน	3 เดือน
10	อาคารเรียน	4 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	3 เดือน
11	โรงภาพยนตร์	3 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	1 เดือน
12	อาคารสำนักงาน	ชั้นเดียว	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	3 เดือน
13	อาคารเรียน	ชั้นเดียว	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	1 เดือน
14	อุโบสถ	ชั้นเดียว	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	2 เดือน
15	บ้านพักอาศัย	ชั้นเดียว	อาคารไม้	แรงงานคน	14 วัน

ตารางที่ ก.1 ลักษณะทั่วไปของหน่วยงานที่ทำการเก็บข้อมูล (ต่อ)

หน่วยงาน	ประเภทของอาคาร	ขนาดของอาคาร	ลักษณะของอาคาร	วิธีการรื้อถอน	ระยะเวลาในการรื้อถอน
16	อาคารเรียน	5 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	3 เดือน
17	อาคารพาณิชย์	2 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	1 เดือน
18	อาคารพาณิชย์	4 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	3 เดือน
19	โรงแรม	ชั้นเดียว	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคนและเครื่องจักร	1 เดือน
20	อาคารพาณิชย์	2 ชั้น	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก	แรงงานคน	1 เดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.2 การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างของหน่วยงานก่อสร้างที่ได้ทำการเก็บข้อมูล

หน่วยงาน	ประเภทของวัสดุ					
	เศษคอนกรีต	เหล็กเสริมคอนกรีต	เหล็กรูปพรรณ	ไม้โครงสร้างอาคาร	ประตูและหน้าต่าง	วัสดุมุงหลังคา
1	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
2	ฝังกลบ	รีไซเคิล	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่	-	-
3	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
4	ฝังกลบ	รีไซเคิล	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่	-
5	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
6	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่
7	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
8	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
9	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
10	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
11	ฝังกลบ	รีไซเคิล	นำกลับมาใช้ใหม่	รีไซเคิล	นำกลับมาใช้ใหม่	-
12	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
13	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่

ตารางที่ ก.2 การจัดการวัสดุที่เกิดจากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้างของหน่วยงานก่อสร้างที่ได้ทำการเก็บข้อมูล (ต่อ)

หน่วยงาน	ประเภทของวัสดุ					
	เศษคอนกรีต	เหล็กเสริมคอนกรีต	เหล็กรูปพรรณ	ไม้โครงสร้างอาคาร	ประตูและหน้าต่าง	วัสดุมุงหลังคา
14	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่
15	-	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่
16	ฝังกลบ	รีไซเคิล	นำกลับมาใช้ใหม่	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
17	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
18	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
19	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	-
20	ฝังกลบ	รีไซเคิล	-	-	นำกลับมาใช้ใหม่	นำกลับมาใช้ใหม่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลจากการสำรวจร้านจำหน่ายไม้จากการรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.1 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 1

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคา (บาท/เมตร)	ราคา (บาท/ลบ.ฟ.)
ไม้สัก	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	160	1,155
	ขนาด 2 นิ้ว x 10 นิ้ว	600	1,300
	ขนาด 2 นิ้ว x 12 นิ้ว	1,000	1,800
ไม้ตะเคียน ไม้เต็ง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	100	720
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	160	865
	ขนาด 1 นิ้ว x 10 นิ้ว	300	1,300
	ขนาด 1 นิ้ว x 12 นิ้ว	400	1,440
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	70	675
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว	100	720
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 6 นิ้ว	160	770
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 8 นิ้ว	240	865
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	120	650
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	180	650
	ขนาด 2 นิ้ว x 8 นิ้ว	250	675
ไม้แดง ไม้มะค่า	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	140	1,010
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	260	1,405
	ขนาด 1 นิ้ว x 10 นิ้ว	360	1,560
	ขนาด 1 นิ้ว x 12 นิ้ว	400	1,440
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	80	770
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว	120	865
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 6 นิ้ว	200	960
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 8 นิ้ว	300	1,080
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	120	650
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	200	720
	ขนาด 2 นิ้ว x 8 นิ้ว	300	810
ไม้ยาง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	80	580
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	100	540

ตารางที่ ข.1 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 1 (ต่อ)

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคา (บาท/เมตร)	ราคา (บาท/ลบ.ฟ.)
ไม้ยาง	ขนาด 1 นิ้ว x 10 นิ้ว	140	605
	ขนาด 1 นิ้ว x 12 นิ้ว	160	580
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	50	480
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว	80	575
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 6 นิ้ว	120	575
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	100	540

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.2 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 2

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคา (บาท/เมตร)	ราคา (บาท/ลบ.ฟ.)
ไม้ตะเคียน ไม้เต็ง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	70	505
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	100	540
	ขนาด 1 นิ้ว x 10 นิ้ว	120	520
	ขนาด 1 นิ้ว x 12 นิ้ว	140	505
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	40	385
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว	60	430
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 6 นิ้ว	100	480
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 8 นิ้ว	140	505
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	90	490
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	120	430
	ขนาด 2 นิ้ว x 8 นิ้ว	160	430
ไม้แดง ไม้มะค่า	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	90	650
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	160	865
ไม้ยาง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	60	430
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	80	430
	ขนาด 1 นิ้ว x 10 นิ้ว	100	430
	ขนาด 1 นิ้ว x 12 นิ้ว	120	430
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	30	290
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว	60	430
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 6 นิ้ว	80	385
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 8 นิ้ว	110	400
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	70	380
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	90	325
	ขนาด 2 นิ้ว x 8 นิ้ว	120	325

ตารางที่ ข.3 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 3

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคา (บาท/เมตร)	ราคา (บาท/ลบ.ฟ.)
ไม้ตะเคียน ไม้เต็ง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	110	790
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	130	700
	ขนาด 1 นิ้ว x 10 นิ้ว	160	695
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 6 นิ้ว	150	720
	ขนาด 2 นิ้ว x 4 นิ้ว	130	705
	ขนาด 2 นิ้ว x 6 นิ้ว	180	650
	ขนาด 2 นิ้ว x 8 นิ้ว	260	705
ไม้แดง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	180	1,300
ไม้ยาง	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	90	650
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	100	540
	ขนาด 1 นิ้ว x 10 นิ้ว	130	565
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	50	480
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว	90	650
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 6 นิ้ว	130	625

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.4 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 4

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคา (บาท/เมตร)	ราคา (บาท/ลบ.ฟ.)
ไม้เต็ง	ขนาด 1 นิ้ว x 5 นิ้ว	120	690
	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	150	720
	ขนาด 1 นิ้ว x 7 นิ้ว	170	700
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	240	865
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	70	670
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว	90	650
ไม้ยาง	ขนาด 1 นิ้ว x 5 นิ้ว	100	580
	ขนาด 1 นิ้ว x 6 นิ้ว	130	625
	ขนาด 1 นิ้ว x 7 นิ้ว	150	620
	ขนาด 1 นิ้ว x 8 นิ้ว	220	795
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว	50	480
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว	70	505

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.5 ราคาไม้ก่อสร้างที่ผ่านการใช้งานและถูกนำกลับมาใช้ใหม่ของร้านค้าที่ 5

ประเภทไม้	ขนาดไม้	ราคา (บาท/เมตร)	ราคา (บาท/ลบ.ฟ.)
ไม้ยาง	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว ยาว 3- 5 เมตร	50	480
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 3 นิ้ว ยาว 5 เมตรขึ้นไป	70	670
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว ยาว 3- 5 เมตร	90	650
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 4 นิ้ว ยาว 5 เมตรขึ้นไป	110	790
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 6 นิ้ว ยาว 3- 5 เมตร	150	720
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 6 นิ้ว ยาว 5 เมตรขึ้นไป	170	820
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 8 นิ้ว ยาว 3- 5 เมตร	190	685
	ขนาด 1 1/2 นิ้ว x 8 นิ้ว ยาว 5 เมตรขึ้นไป	210	760

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธัชชัย จันทร์รัชชกูล เกิดเมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2525 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จากภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมก่อสร้างและการบริหาร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย