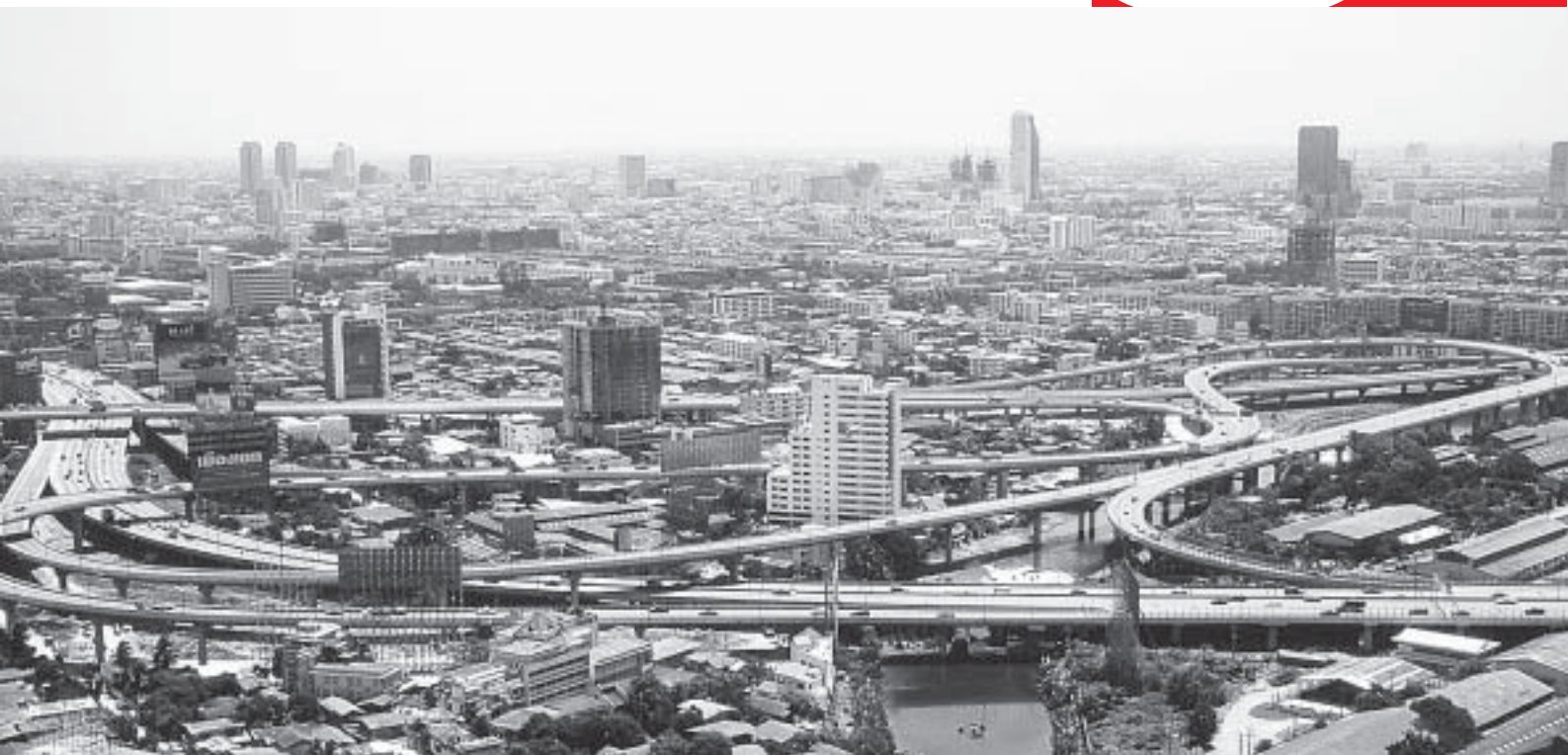


# คอนกรีตวัสดุสำหรับโครงสร้าง

บทที่

# 8



รูปที่ 8-1 คอนกรีตเป็นวัสดุสำหรับโครงสร้างที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

## บทคัดย่อ

คอนกรีต คือ วัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสม

คอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสมพื้นฐาน 2 ส่วน คือ

1. ซีเมนต์เพสต์ ได้แก่ ปูนซีเมนต์, น้ำ, และสารผสมเพิ่ม
2. มวลรวม ได้แก่ มวลรวมละเอียด หรือทราย, และมวลรวมหยาบ หรือ หินหรือกรวด

การทำคอนกรีตที่ดี จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้และความเข้าใจทางด้านคอนกรีตเทคโนโลยีขั้นพื้นฐาน ซึ่งจะช่วยให้สามารถเลือกใช้วัสดุผสมคอนกรีตได้อย่างเหมาะสม, เลือกใช้ส่วนผสมคอนกรีตได้อย่างถูกต้อง, รวมทั้งการควบคุมกระบวนการผลิตคอนกรีตที่ดีทุกขั้นตอน ทั้งนี้เพื่อจะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติดีสม่ำเสมอ, สามารถทนในแบบหล่อที่มีรูปร่างตามต้องการได้, มีความแข็งแรงและความคงทน, และที่สำคัญคือ ทำให้มีต้นทุนหรือราคาที่เหมาะสมอีกด้วย



## 8.1 คอนกรีตคืออะไร



รูปที่ 8-2 คอนกรีตสดที่ดี ควรมีความชื้นเพียงพอเหมาะกับการใช้งานมีเนื้อสม่ำเสมอ และไม่แยกตัว

คอนกรีต (Concrete) คือ วัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสม อาทิเช่น สามารถหล่อขึ้นรูปร่างตามที่ต้องการได้, มีความคงทนสูง, ไม่ติดไฟ, สามารถเทหล่อได้ในสถานที่ก่อสร้าง, ตกแต่งผิวให้สวยงามได้, และที่สำคัญคือ มีราคาไม่แพง โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับราคาเหล็กรูปพรรณ

โดยทั่วไป คอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสมพื้นฐาน 2 ส่วน คือ

1. ซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) ได้แก่ ปูนซีเมนต์, น้ำ, และสารผสมเพิ่ม
2. มวลรวม (Aggregates) ได้แก่ มวลรวมละเอียด หรือทราย, และมวลรวมหยาบหรือหิน หรือกรวด

เมื่อนำส่วนผสมต่าง ๆ เหล่านี้มาผสมกัน จะได้คอนกรีตที่คงสภาพเหลวอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง พอที่จะนำไปเทลงในแบบหล่อที่มีรูปร่างตามต้องการได้ เรียกคอนกรีตในสภาพนี้ว่า “คอนกรีตสด (Fresh Concrete)” หลังจากนั้นคอนกรีตจะเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งในเวลาต่อมา โดยจะมีกำลังหรือความแข็งแรงมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น และเมื่อมีคุณสมบัติผ่านข้อกำหนดงานคอนกรีตตามที่ยกแบบไว้ จึงจะสามารถเปิดใช้งานรับน้ำหนักได้ต่อไป เรียกคอนกรีตภายหลังจากเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งแล้วนี้ว่า “คอนกรีตแข็งตัวแล้ว (Hardened Concrete)”



รูปที่ 8-3 คอนกรีตแข็งตัวแล้วที่ดี ควรมีความแข็งแรงและความคงทนสูง

## 8.2 ประวัติคอนกรีต

คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่ใช้กันมาเป็นเวลาช้านาน จากหลักฐานพบว่ามีการใช้คอนกรีต ทำพื้นกระเบื้องของชาวประมงและพวกนักล่าสัตว์สมัยยุคหิน บริเวณริมฝั่งแม่น้ำดานูบ ตั้งแต่ 7,600 ปีที่ผ่านมา หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาคอนกรีตอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 8-4 การใช้ Lime มอรัลาร์สร้างปิรามิดที่อียิปต์ เมื่อประมาณ 4,600 ปีที่ผ่านมา 9

ปี	เหตุการณ์
5,100 ปี ก่อนพุทธกาล (5,600 ปี ก่อนคริสต์ศักราช)	• ใช้คอนกรีตเป็นกระเบื้อง บริเวณริมฝั่งแม่น้ำดานูบ
2,000 ปี ก่อนพุทธกาล (2,500 ปี ก่อนคริสต์ศักราช)	• ได้มีการพัฒนาการยึดเกาะก้อนหิน โดยการใช้ปูนขาว (Lime) ผสมกับน้ำ สำหรับการก่อสร้างปิรามิดในประเทศอียิปต์ • มีการใช้คอนกรีตบางประเภทในประเทศแถบอเมริกาใต้
500 ปี ก่อนพุทธกาล ถึงประมาณปี พ.ศ. 1000 (1,000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ถึงประมาณปี ค.ศ. 500)	• ชาวกรีกได้พัฒนาคอนกรีตขึ้นและพวกโรมันได้พัฒนาคอนกรีตต่อไป จนได้คอนกรีตที่มีคุณภาพดีสำหรับการก่อสร้างต่างๆ เช่น โคลิเซียม และ หอวงโกซขนาดใหญ่ (Dome of the Pantheon) ในประเทศอิตาลี เป็นต้น
หลังประมาณปี พ.ศ. 1000 (หลังประมาณปี ค.ศ. 500)	• สิ้นสุดยุคโรมัน ก็สิ้นสุดการใช้คอนกรีตเช่นกัน



รูปที่ 8-5 สะพานสำหรับการส่งน้ำในสมัยโรมัน 7



รูปที่ 8-6 โคลีเซียมในประเทศอิตาลี 8



รูปที่ 8-7 Dome of the Pantheon 8



รูปที่ 8-8 Eddystone Lighthouse หรือ ประภาคารของ Smeaton 10

ปี	เหตุการณ์
พ.ศ. 2299 (ค.ศ. 1756)	<ul style="list-style-type: none"> <li>John Smeaton ได้ใช้หินปูนที่มีส่วนผสมของดินเหนียว แล้วนำมาเผา จากนั้นนำวัสดุที่ได้ไปใช้ในงานก่อสร้างประภาคาร Eddystone Lighthouse บริเวณช่องแคบอังกฤษ ซึ่งก่อสร้างแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2302 (ค.ศ. 1759)</li> <li>การค้นพบของ Smeaton นี้ ทำให้เกิดการพัฒนาปูนซีเมนต์และคอนกรีตอย่างรวดเร็ว</li> </ul>
พ.ศ. 2367 (ค.ศ. 1824)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Joseph Aspdin ชาวอังกฤษได้จดลิขสิทธิ์กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ โดยการเผาให้ความร้อนแก่หินปูนและดินเหนียวแล้วนำมาบดให้ละเอียด</li> <li>ปูนซีเมนต์ที่ได้มีชื่อว่า “ปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์ (Portland Cement)” เพราะมีสีเหมือนหินบนเกาะพอร์ตแลนด์ในประเทศอังกฤษ</li> <li>Joseph Aspdin ได้จัดตั้งหอบ้าปูนซีเมนต์ที่ Wakefield และนำปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้มาใช้ในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ลอดแม่น้ำเทมส์ ในปี พ.ศ. 2371 (ค.ศ. 1828)</li> <li>Aspdin ได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งปูนซีเมนต์พอร์ตแลนด์สมัยใหม่</li> </ul>
พ.ศ. 2378 (ค.ศ. 1835)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ได้มีการก่อสร้างบ้านคอนกรีตหลังแรกของโลกขึ้นในเมือง Kent ประเทศอังกฤษ มีลักษณะเป็นบ้าน 2 ชั้น</li> </ul>
พ.ศ. 2397 (ค.ศ. 1854)	<ul style="list-style-type: none"> <li>William Wilkinson ช่างก่อสร้างชาวเมือง Newcastle ได้จดลิขสิทธิ์ระบบคอนกรีตเสริมเหล็ก</li> </ul>
พ.ศ. 2398 (ค.ศ. 1855)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jean Loius Lambot ได้สร้างเรือคอนกรีต (Ferro Cement) ลำแรกของโลก โดยใช้คอนกรีตหุ้มบนเหล็กเสริมที่ขึ้นรูปไว้</li> </ul>
พ.ศ. 2410 (ค.ศ. 1867)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Joseph Monier วิศวกรชาวฝรั่งเศสได้ทำคอนกรีตเสริมเหล็ก</li> </ul>
พ.ศ. 2423 (ค.ศ. 1880)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ได้ค้นพบวิธีเผาปูนซีเมนต์โดย Rotary Kiln</li> </ul>
พ.ศ. 2456 (ค.ศ. 1913)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ได้มีการจัดตั้งโรงงานคอนกรีตผสมเสร็จแห่งแรก</li> </ul>
พ.ศ. 2460 (ค.ศ. 1917)	<ul style="list-style-type: none"> <li>D. Abrahams ได้พบว่ากำลังอัดของคอนกรีตขึ้นอยู่กับอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ หรือ “W/C Ratio Law”</li> </ul>



รูปที่ 8-9 ลักษณะหม้อเผาปูนซีเมนต์ในสมัยต้น ๆ 6 7



รูปที่ 8-10 อุโมงค์คอนกรีตลอดแม่น้ำเทมส์ 6



รูปที่ 8-11 คอนกรีตปั๊ม



รูปที่ 8-12 เหล็กรูปพรรณใช้สำหรับงานก่อสร้างโครงสร้างเหล็ก

ปี	เหตุการณ์
พ.ศ. 2463-2493 (ค.ศ. 1920 - 1950)	• พัฒนาข้อกำหนดของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทต่างๆ เช่น ปูนซีเมนต์แข็งตัวเร็ว, ปูนซีเมนต์ทนซัลเฟต, ปูนซีเมนต์ลดความร้อน, และปูนซีเมนต์ผสม เป็นต้น
พ.ศ. 2468 (ค.ศ. 1925)	• ได้พบวิธีการอัดคอนกรีตให้แน่นด้วยเครื่องจี้บยา (Vibrator) และมีการใช้คอนกรีตกับงานก่อสร้างทุกประเภท
พ.ศ. 2471 (ค.ศ. 1928)	• ค้นพบการใช้คอนกรีตเบา (Lightweight Concrete)
พ.ศ. 2473 (ค.ศ. 1930)	• Eugene Freysinnet ได้ค้นพบโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง (Prestressed Concrete)
พ.ศ. 2481 (ค.ศ. 1938)	• ได้ค้นพบ Air Entraining Admixture ซึ่งเหมาะสำหรับผสมในคอนกรีตที่ใช้ในงานในที่อุณหภูมิต่ำมาก
ตั้งแต่ พ.ศ. 2488 (ค.ศ. 1945)	• ขยายการใช้คอนกรีตสำเร็จรูปมากยิ่งขึ้น
ตั้งแต่ พ.ศ. 2496 (ค.ศ. 1953)	• มีการใช้น้ำยาผสมคอนกรีต
ตั้งแต่ พ.ศ. 2503 (ค.ศ. 1960)	• เริ่มใช้คอนกรีตบ่ม
ตั้งแต่ พ.ศ. 2525 (ค.ศ. 1982)	• ได้เกิดปัญหาเรื่องความคงทนของคอนกรีต และเริ่มมีการศึกษาในเรื่องนี้อย่างจริงจัง

### 8.3 คอนกรีตกับเหล็กรูปพรรณ

คอนกรีตและเหล็กรูปพรรณเป็นวัสดุพื้นฐานที่ใช้สำหรับงานโครงสร้าง วัสดุทั้งสองชนิด บางครั้งจะใช้รวมกัน แต่บางครั้งก็กลายเป็นวัสดุคู่แข่งซึ่งกันและกันเพราะวัสดุทั้งสองชนิดนี้สามารถทดแทนกันได้ แต่ก็มีข้อแตกต่างกัน ที่สำคัญคือ การผลิตเหล็กรูปพรรณทำในโรงงานที่มีการควบคุมอย่างใกล้ชิด คุณสมบัติต่าง ๆ จะถูกตรวจสอบอย่างละเอียดใน

ห้องปฏิบัติการ และมีใบรับรองคุณภาพจากโรงงานผู้ผลิต ดังนั้นผู้ออกแบบเพียงแต่กำหนดขนาดหน้าตัดของเหล็กให้เป็นไปตามมาตรฐานทั่วไปที่ใช้ และผู้ควบคุมการก่อสร้างก็มีหน้าที่ควบคุมให้การเชื่อม การต่อชิ้นส่วนโครงสร้างต่าง ๆ เป็นไปตามข้อกำหนด

สำหรับหน่วยงานก่อสร้างที่ใช้คอนกรีตนั้น รูปการณ์จะแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง เพราะแม้ว่าคุณภาพของปูนซีเมนต์จะถูกควบคุมจากโรงงานผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด เช่นเดียวกับการควบคุมการผลิตเหล็ก แต่วัสดุในโครงสร้างคือ คอนกรีต ไม่ใช่ปูนซีเมนต์ การหล่อชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตต่าง ๆ จะกระทำ ณ หน่วยงานก่อสร้าง ดังนั้นคุณภาพของคอนกรีตจะขึ้นอยู่กับวัสดุองค์ประกอบ, ส่วนผสม, การผสม, การลำเลียง, การเทและการอัดแน่น, การแต่งผิวหน้า, การบ่ม, รวมไปถึงการถอดแบบหล่อ จะเห็นได้ชัดเจนว่าความสำคัญของการควบคุมคุณภาพคือข้อแตกต่างระหว่างวิธีการผลิตเหล็กกับคอนกรีต คุณสมบัติที่สำคัญของคอนกรีตและเหล็ก แสดงไว้ใน ตารางที่ 8-1

วัสดุ	ความหนาแน่น (กก./ลบ.ม.)	กำลังดึง (กก./ตร.ซม.)	โมดูลัสยืดหยุ่น (E) ส.ป.ส. (กก./ตร.ซม.)	การขยายตัว ( $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	การนำความร้อน (W/m.k)
• คอนกรีต	2,300 - 2,400	30	$2.5 \times 10^5$	10	3
• เหล็ก					
- ท่อไป	7,800	3,000	$2.1 \times 10^6$	12	50
- กำลังสูง	7,800	10,000	$2.1 \times 10^6$	11	45

ตารางที่ 8-1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของคอนกรีตกับเหล็ก

## 8.4 หน้ากึ่งและคุณสมบัติของส่วนผสม

### 1. ซีเมนต์เพสต์

หน้าที่ของซีเมนต์เพสต์มีดังนี้	คุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ขึ้นอยู่กับ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• เสริมช่องว่างระหว่างมวลรวม</li> <li>• หล่อลื่นคอนกรีตสดขณะเทหล่อ</li> <li>• ให้กำลังแก่คอนกรีตเมื่อคอนกรีตแข็งตัว รวมทั้งป้องกันการซึมผ่านของน้ำ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• คุณภาพของปูนซีเมนต์</li> <li>• อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์</li> <li>• ความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับปูนซีเมนต์หรือที่เรียกว่า “ปฏิกิริยาไฮเดรชัน”</li> </ul>

### 2. มวลรวม

มวลรวมผสมคอนกรีต แบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ มวลรวมละเอียด (หรือทราย), และมวลรวมหยาบ (หรือหินหรือกรวด)

หน้าที่ของมวลรวมมีดังนี้	คุณสมบัติของมวลรวมที่สำคัญ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• เป็นตัวแทรกประสานที่กระจายอยู่ทั่วซีเมนต์เพสต์และมีราคาถูกกว่าปูนซีเมนต์</li> <li>• ช่วยให้คอนกรีตมีความคงทน ปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลงมาก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• มีความแข็งแรง</li> <li>• การเปลี่ยนแปลงปริมาตรต่ำ</li> <li>• คงทนต่อปฏิกิริยาเคมี</li> <li>• มีความต้านทานต่อแรงกระแทกและการเสียดสี</li> </ul>



### 3. น้ำ

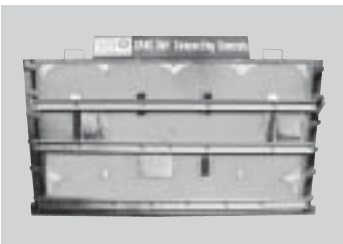
หน้าที่หลักของน้ำสำหรับงานคอนกรีตมี 3 ประการ คือ	หน้าที่หลักของน้ำในฐานะที่ใช้ผสมทำคอนกรีตยังแบ่งได้อีก 3 ประการ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้ล้างวัสดุมวลรวมต่าง ๆ</li> <li>• ใช้ผสมทำคอนกรีต</li> <li>• ใช้บ่มคอนกรีต</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ก่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันกับปูนซีเมนต์</li> <li>• ทำหน้าที่หล่อลื่นเพื่อให้คอนกรีตอยู่ในสภาพเหลวสามารถเทได้</li> <li>• เคลือบมวลรวม (หินหรือกรวด และทราย) ให้เปียก เพื่อให้ซีเมนต์เพสต์สามารถเข้าเกาะได้โดยรอบ</li> </ul>

### 4. สารผสมเพิ่ม

หน้าที่สำคัญของสารผสมเพิ่ม คือ ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีตสดหรือคอนกรีตแข็งตัวแล้วในด้านต่าง ๆ เช่น เวลาการก่อตัว, ความสามารถเทได้, กำลังอัด, และความคงทน เป็นต้น

## 8.5 ข้อดีและข้อเสียของคอนกรีต

คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่นิยมใช้กันอย่างมากเนื่องมาจากความสามารถในการนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง แต่การนำคอนกรีตไปใช้งานก็ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดบางประการด้วยดังใน ตารางที่ 8-2 ซึ่งได้สรุปข้อดีเปรียบและข้อเสียเปรียบของคอนกรีตไว้



รูปที่ 8-13 คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างที่สามารถหล่อขึ้นรูปร่างตามที่ต้องการได้

ข้อดีเปรียบ	ข้อเสียเปรียบ
1) สามารถหล่อขึ้นรูปร่างตามที่ต้องการได้	1) ความสามารถรับแรงดึงต่ำ
2) ราคาถูก	2) มีความยึดตัวต่ำ
3) มีความคงทนสูง	3) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร
4) ทนไฟได้ดี, ไม่ไหม้ไฟ	4) มีอัตราส่วนกำลังต่อน้ำหนักต่ำ
5) สามารถเทหล่อได้ในสถานที่ก่อสร้าง	
6) สามารถทำให้ผิวสวยงามได้	

ตารางที่ 8-2 ข้อดีเปรียบและข้อเสียเปรียบของคอนกรีต

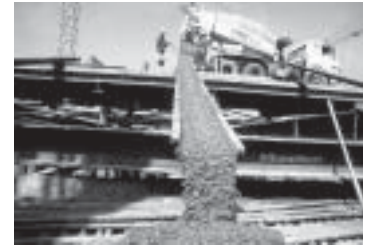
## 8.6 คอนกรีตที่ติดกับคอนกรีตที่ไม่ติด

คอนกรีตที่ดี คือ คอนกรีตที่มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมทั้งในสภาพที่เป็นคอนกรีตสดและคอนกรีตแข็งตัวแล้วเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานตามต้องการ และมีต้นทุนหรือราคาที่เหมาะสม

ในสภาพคอนกรีตสด (ภายหลังจากผสม, การลำเลียงคอนกรีตจากเครื่องผสมไปยังจุดเท, การเทลงแบบหล่อและการอัดแน่น, และการแต่งผิวหน้า) ควรมีความชื้นเหลวเหมาะสมกับการเทและการอัดแน่นคอนกรีต โดยไม่ต้องใช้พลังงานจากเครื่องจักรหรือแรงงานคนมากนัก มีเนื้อคอนกรีตสม่ำเสมอ มีการยึดเกาะกันอย่างพอเพียง ไม่มีการแยกตัวขององค์ประกอบต่าง ๆ ในคอนกรีต (เช่น การแยกตัวของหินหรือกรวดกับน้ำปูน) และไม่เกิดการเยิ้มขึ้นมาของน้ำและน้ำยาผสมคอนกรีตมากเกินไป

ในสภาพคอนกรีตแข็งตัวแล้ว ควรมีความแข็งแรงและความคงทน สามารถรับน้ำหนักหรือมีกำลังอัดตามที่ออกแบบไว้ได้อย่างปลอดภัยตลอดช่วงอายุการใช้งาน และควรมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่ดีอีกด้วย เช่น ความหนาแน่น, กำลังตัด, กำลังดึง, การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง, ความตึงน้ำ, ความต้านทานต่อแรงกระแทกและการเสียดสี, และความคงทนต่อการกัดกร่อนจากสารซัลเฟต เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้งานในลักษณะต่าง ๆ นอกจากนี้ บางโครงสร้างยังต้องการผิวคอนกรีตที่เรียบและมีช่องว่างอากาศที่ผิวน้อยที่สุดอีกด้วย

**คอนกรีตที่ไม่ดี** คือ คอนกรีตที่มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างไม่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งาน โดยทั่วไปคอนกรีตที่ไม่ดีมักมีความชื้นเหลวไม่เหมาะสมกับการใช้งาน และเมื่อแข็งตัวแล้วอาจมีรูโพรงหรือไม่เป็นเนื้อเดียวกันทั้งโครงสร้าง



รูปที่ 8-14 การเทคอนกรีตอย่างถูกวิธีเป็นหนึ่งขั้นตอนสำคัญในการทำคอนกรีตที่ดี



รูปที่ 8-15 คอนกรีตที่ไม่ดี ในสภาพที่เป็นคอนกรีตสดเกิดการแยกตัวระหว่างมอร์ตาร์กับมวลรวมหยาบ

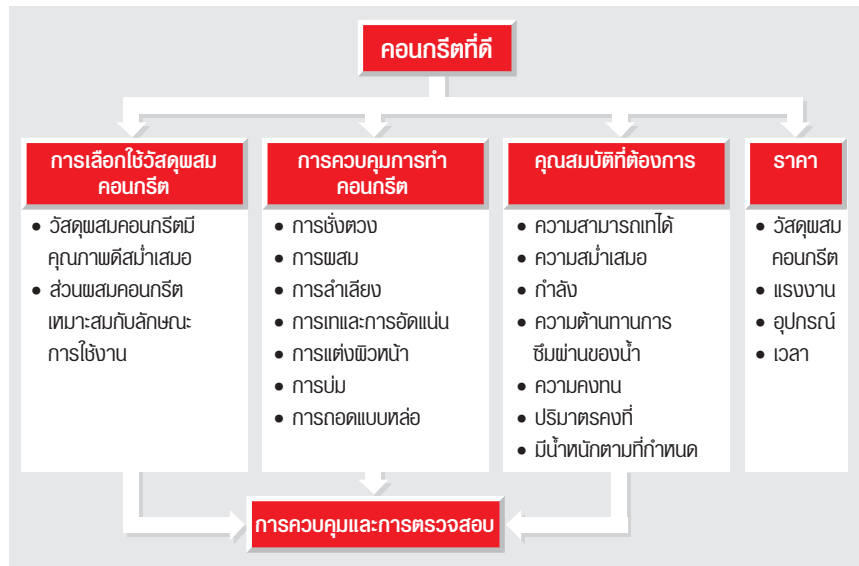
## 8.7 ปัจจัยในการทำคอนกรีตที่ดี

การทำคอนกรีตที่ดีนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้และความเข้าใจทางด้านคอนกรีตเทคโนโลยีขั้นพื้นฐาน ซึ่งจะช่วยให้สามารถเลือกวัสดุผสมคอนกรีตได้อย่างเหมาะสม, เลือกใช้ส่วนผสมคอนกรีตได้อย่างถูกต้อง, รวมทั้งการควบคุมกระบวนการผลิตคอนกรีตที่ดีทุกขั้นตอน ทั้งนี้เพื่อจะทำให้ได้คอนกรีตที่มีคุณสมบัติดีสม่ำเสมอ, สามารถเทลงในแบบหล่อที่มีรูปร่างตามต้องการได้, มีความแข็งแรงและความคงทน, และที่สำคัญคือ ทำให้มีต้นทุนหรือราคาที่เหมาะสมอีกด้วย

กระบวนการทำคอนกรีตโดยทั่วไปอาจเรียงลำดับขั้นตอนได้ดัง **ตารางที่ 8-3**

ขั้นตอนที่ 1	การเลือกใช้วัสดุผสมคอนกรีตที่เหมาะสม
ขั้นตอนที่ 2	การเลือกใช้ส่วนผสมคอนกรีตอย่างถูกต้อง
ขั้นตอนที่ 3	การชั่งตวงวัสดุผสมคอนกรีตอย่างแม่นยำ
ขั้นตอนที่ 4	การผสมคอนกรีตให้ป็นเนื้อสม่ำเสมอ
ขั้นตอนที่ 5	การลำเลียงคอนกรีตจากเครื่องผสมไปยังจุดเทอย่างระมัดระวัง
ขั้นตอนที่ 6	การเทคอนกรีตอย่างถูกวิธี
ขั้นตอนที่ 7	การอัดแน่นคอนกรีตที่ดี
ขั้นตอนที่ 8	การแต่งผิวหน้าคอนกรีตอย่างถูกต้อง
ขั้นตอนที่ 9	การบ่มคอนกรีตอย่างต่อเนื่อง
ขั้นตอนที่ 10	การถอดแบบหล่อคอนกรีตตามเวลาที่เหมาะสม

ตาราง 8-3 10 ขั้นตอนในการทำคอนกรีตที่ดี



รูปที่ 8-16 ปัจจัยในการทำคอนกรีตที่ดี

### 8.8 คอนกรีตเทคโนโลยีสมัยใหม่

ในปัจจุบัน ความก้าวหน้าของคอนกรีตเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ได้แก่

- เทคโนโลยีด้านการลดต้นทุนวัสดุและการก่อสร้าง
- เทคโนโลยีด้านความคงทนของคอนกรีต
- เทคโนโลยีด้านความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ประเทศที่พัฒนาแล้วได้ให้ความสำคัญกับคุณสมบัติต่าง ๆ ของคอนกรีตที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานอย่างจริงจัง มีการใช้ข้อกำหนดมาตรฐานที่ทันสมัยซึ่งกำหนดคุณสมบัติหรือสมรรถนะของคอนกรีตที่ต้องการสำหรับแต่ละสภาพการใช้งาน (Standard Performance Specification) (เช่น ความต้านทานของคอนกรีตต่อการซึมผ่านของคลอไรด์, การหดตัวของคอนกรีต, และการคายความร้อนจากปฏิกิริยาไฮเดรชันของคอนกรีต เป็นต้น) แทนที่ข้อกำหนดมาตรฐานเดิมที่มีการกำหนดส่วนผสมหรือองค์ประกอบของวัสดุ (Standard Prescriptive) (เช่น การกำหนดปริมาณปูนซีเมนต์ในส่วนผสม เป็นต้น) และยังมีการพัฒนาวิธีการออกแบบปฏิภาคส่วนผสมคอนกรีตไปสู่วิธีการออกแบบตามสมรรถนะของคอนกรีตที่ต้องการ (Performance Based Design for Concrete Mixture)

ในส่วนของประเทศไทยในปัจจุบันนั้น ความก้าวหน้าของคอนกรีตเทคโนโลยีเป็นผลมาจาก

1. การนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ : มีการประยุกต์ใช้เทคนิควิธีการก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพสูงจากต่างประเทศ และมีการนำเอาเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ทันสมัยมาใช้



รูปที่ 8-17 โรงงานคอนกรีตผสมเสร็จแบบแนวตั้ง มีการเก็บวัตถุดิบไว้ในไซโล จึงช่วยป้องกันปัญหาฝุ่นละอองในอากาศ ถือเป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่มีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม



2. การศึกษาวิจัยและพัฒนาภายในประเทศ : ในปัจจุบันมีอาจารย์และนักวิจัยจำนวนมากภายในประเทศทั้งจากภาครัฐและภาคเอกชน ที่ให้ความสนใจในการศึกษาวิจัยและพัฒนาคอนกรีตเทคโนโลยีในระดับสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเรื่อยมา ซึ่งการทำวิจัยและพัฒนาถือเป็นเรื่องที่มีความสำคัญในการนำพาอุตสาหกรรมคอนกรีตของประเทศไทยให้เกิดประสิทธิผลคุ้มค่าในเชิงเศรษฐกิจ

ตัวอย่างของคอนกรีตสมัยใหม่ในประเทศไทยที่ได้รับการออกแบบตามสมรรถนะ เช่น คอนกรีตกำลังสูง, คอนกรีตความร้อนต่ำ, คอนกรีตกันซึม, คอนกรีตทนน้ำเค็ม-ดินเค็ม, คอนกรีตทนซัลเฟต, คอนกรีตบดอัด, และคอนกรีตไหลเข้าแบบง่าย เป็นต้น



รูปที่ 8-18 การก่อสร้างอาคารสูงในประเทศไทยโดยใช้คอนกรีตกำลังสูง

## เอกสารอ้างอิง

- 1 ชัชวาลย์ เศรษฐบุต, “คอนกรีตเทคโนโลยี (Concrete Technology)”, คอนกรีตผสมเสร็จซีแพค, บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด, 2537.
- 2 บริษัทปูนซิเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด, “10 ขั้นตอนในการทำคอนกรีตที่ดี ตอนที่ 1”, 2546.
- 3 บริษัทปูนซิเมนต์ไทยอุตสาหกรรม จำกัด, “10 ขั้นตอนในการทำคอนกรีตที่ดี ตอนที่ 2”, 2546.
- 4 พิภพ สุนทรสมัย, “วัสดุวิศวกรรมก่อสร้าง”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2546.
- 5 เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ, “การพัฒนาที่ยั่งยืนในงานคอนกรีตของไทย”, การประชุมวิชาการคอนกรีตแห่งชาติ ครั้งที่ 1, พฤษภาคม 2546.
- 6 A. J. Francis, “The Cement Industry 1796 - 1914 : A History”, 1977.
- 7 Carlo Gorla, “Cemento Storia Tecnologia Applicazioni”.
- 8 Leonardo B. Dal Maso, “Rome of the Caesars”.
- 9 Nigel Hawkes, “Structures : Man-Made Wonders of the World”, The Reader’s Digest Association Limited, 1991 .
- 10 [www.cyberheritage.co.uk](http://www.cyberheritage.co.uk)