เอกสารความรู้ประกอบการใช้งาน
แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง
(Hollow Core Slab)

คำนำ

วงการอุตสาหกรรมการก่อสร้างในปัจจุบัน ได้นำเทคโนโลยีการก่อสร้างด้วยการใช้แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปมาใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากความสะดวกรวดเร็วในการติดตั้งใช้งาน การใช้แรงงานคนที่น้อยลง และมีส่วนช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้างของโครงการลงได้เป็นอย่างมาก ปัจจุบันจึงมีการผลิตแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปหลากหลายรูปแบบ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานลักษณะต่าง ๆ เช่น บ้านพักอาศัย โรงงาน ห้างสรรพสินค้า อาคารจอดรถ เป็นต้น พัฒนาการทางเทคโนโลยีการก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทย จึงมีการพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง

บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด (ซีแพค) เป็นบริษัทในเครือซิเมนต์ไทย (SCG) เป็นรายแรกที่ดำเนินธุรกิจคอนกรีตผสมเสร็จและคอนกรีตสำเร็จรูปในประเทศไทยมาตั้งแต่ พ.ศ. 2495 ด้วยประสบการณ์อันยาวนานกว่า 50 ปี ถือได้ว่าบริษัทเป็นผู้นำทางด้านคอนกรีตที่ได้มาตรฐานที่สุดในประเทศไทย ถึงวันนี้ ซีแพคมีผลิตภัณฑ์มากมายหลายชนิด เหมาะสมกับการใช้งานแต่ละประเภท รวมถึงผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูป CPAC ได้แก่ พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงชนิดกลวง (Hollow Core), พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงชนิดตัน (Plank), เสาเข็ม, ท่อคอนกรีต, บล็อกคอนกรีต และระบบพื้นโพสเทนชั่น (Post-tension)

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูป CPAC มีเครือข่ายการให้บริการครอบคลุมทั่วทั้งประเทศ โดยมีโรงงานกระจายอยู่ทั่วประเทศ 3 แห่ง ได้แก่ โรงงานลาดกระบัง จ.กรุงเทพฯ โรงงานหนองแค จ.สระบุรี และโรงงานสารภี จ.เชียงใหม่ นอกจากนี้ยังมีโรงงาน Franchise คอนกรีตสำเร็จรูปกระจายอยู่ทั่วภูมิภาคอีกด้วย ผลิตภัณฑ์คอนกรีตสำเร็จรูป CPAC พร้อมให้บริการโดยทีมวิศวกรที่มีประสบการณ์ยาวนาน ทั้งงานบริการก่อนการขายและหลังการขาย การออกแบบ การคำนวณราคา การขนส่งสินค้า รวมถึงการติดตั้งอย่างถูกหลักวิศวกรรม

เรามุ่งมั่นที่จะผลิตสินค้าให้ตรงตามความต้องการของลูกค้าและได้มาตรฐาน พร้อมทั้งพัฒนาสินค้าและบริการให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

กิจการคอนกรีตสำเร็จรูป
บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง จำกัด

สารบัญ

1. นิยามและความหมายของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง 1
(Definition of hollow core slab)

2. คุณสมบัติของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง 1
(Properties of hollow core slab)

3. ชนิดของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง CPAC 2
(Types of CPAC hollow core slab)

4. ข้อกำหนดทั่วไปของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงแบบกลวง 4
(General specification for hollow core slab)

5. การเลือกใช้งานของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงแบบกลวง 5
(Selection of hollow core slab)

6. การขนส่งและการกองเก็บแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง 7
(Transportation and stock keeping for hollow core slab)

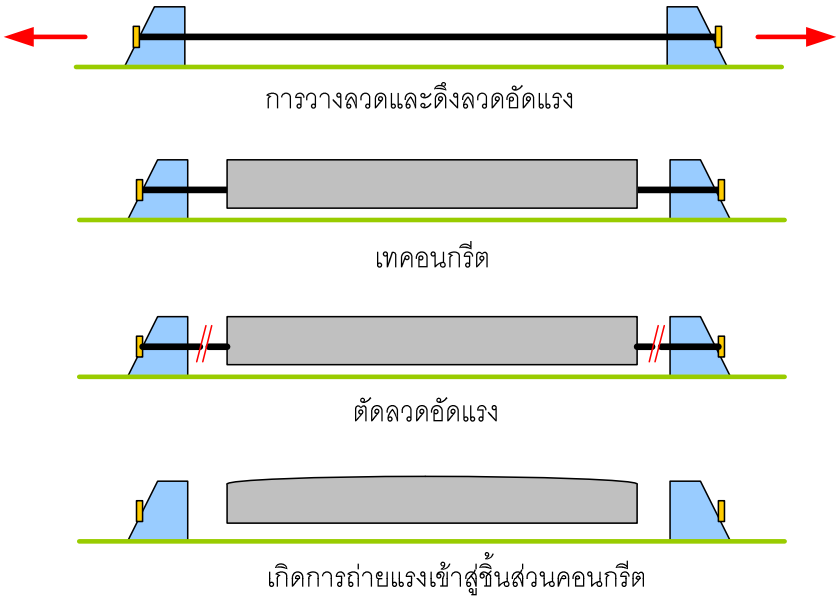
7. ขั้นตอนการติดตั้งใช้งานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง 9
(Installation for hollow core slab)

8. ปัญหาและแนวทางป้องกันที่อาจเกิดขึ้นในงานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง 17
(Problem solving for hollow core slab)

9. ข้อควรระวังในการใช้งานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง 26
(Warning Label for hollow core slab)

1.นิยามและความหมายของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง (Definition of hollow core slab)

แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง (Hollow core slab) คือ แผ่นพื้นคอนกรีตแบบกลวงที่ถูกทำการอัดแรงด้วยลวดแรงดึงสูง (PC Wire or PC Strand) แทนเหล็กเสริมปกติ ซึ่งอยู่ในระบบอัดแรงก่อน (Pre-Tensioned) ทำการผลิตจากคอนกรีตแบบแห้ง (No Slump Concrete) มีรูกลวงซึ่งทำให้แผ่นพื้นมีน้ำหนักที่เบากว่าพื้นที่ทำการเทในที่เมื่อเทียบกับความหนาที่เท่ากัน แผ่นพื้นมีความกว้างมาตรฐานทั่วไปอยู่ที่ 30, 60 และ 120 cm ความหนามาตรฐานอยู่ระหว่าง 6 ถึง 50 cm ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ผลิต เหมาะสำหรับงานก่อสร้างอาคารต่างๆ เช่น บ้านพักอาศัย คอนโดมิเนียม อาคารสำนักงาน หรือโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ โดยทั้งนี้ต้องเลือกขนาดให้เหมาะสมกับการใช้งาน



รูปที่ 1 แสดงวิธีการอัดแรงแบบ Pre-Tensioned หรือ Pre-Stressed

2. คุณสมบัติของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง (Properties of hollow core slab)

แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงแบบกลวง เป็นแผ่นพื้นสำเร็จรูปที่เหมาะสำหรับงานโครงสร้างพื้นอาคาร ที่พักอาศัยทั่วไป มีคุณสมบัติเด่นดังต่อไปนี้

- น้ำหนักเบา เนื่องจากเป็นแผ่นพื้นแบบกลวง จึงมีน้ำหนักเบา ช่วยประหยัดโครงสร้างอื่นๆได้มาก เช่น คาน เสา ฐานราก เสาเข็ม
- ผิวเรียบทำให้ไม่จำเป็นต้องฉาบปูนหรือติดตั้งฝ้าเพดาน

- ช่วงยาวสามารถใช้งานในความยาวต่างๆ กันได้
- สามารถเลือกใช้ได้หลากหลายขนาดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับงาน
- สะดวกและประหยัด เนื่องจากไม่ต้องใช้ค้ำยันชั่วคราวในการก่อสร้าง จึงประหยัดทั้งเวลาและแรงงาน (ยกเว้นความหนา 6 ซม.)
- ได้มาตรฐานทุกแผ่น ด้วยการควบคุมการผลิตทุกขั้นตอน และกรรมวิธีการผลิตที่มีประสิทธิภาพ จึงทำให้หน้าตัดของแผ่นพื้นมีรูปทรงที่แน่นอน

3. ชนิดของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง CPAC (Types of CPAC hollow core slab)

แผ่นพื้นสำเร็จรูปแบบกลวงซีแพค(CPAC Hollow Core) มีหลากหลายขนาดทั้งความหนาและความกว้าง มีความหนาตั้งแต่ 6-30 ซม. ความกว้าง 30 ,60 และ 120 ซม. เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมของการใช้งาน ดังรูปภาพดังต่อไปนี้

แผ่นพื้นขนาดความหนา 6 ซม. (HC.6 cm.) ขนาดความกว้าง 30 และ 60 ซม.

HC.6x30cm

HC.6x60cm

แผ่นพื้นขนาดความหนา 8 ซม. (HC.8 cm.) ขนาดความกว้าง 30 และ 60 ซม.

HC.8x30cm

HC.8x60cm

แผ่นพื้นขนาดความหนา 10 ซม. (HC.10 cm.) ขนาดความกว้าง 60 และ 120 ซม.

HC.10x60cm

HC.10x120cm

แผ่นพื้นขนาดความหนา 12 ซม. (HC.12 cm.) ขนาดความกว้าง 60 และ 120 ซม.

HC.12x60cm

HC.12x120cm

แผ่นพื้นขนาดความหนา 15 ซม. (HC.15 cm.) ขนาดความกว้าง 60 และ 120ซม.

HC.15x60cm

HC.15x120cm

แผ่นพื้นขนาดความหนา 20 ซม. (HC.20 cm.) ขนาดความกว้าง 120 ซม.

HC.20x120cm

แผ่นพื้นขนาดความหนา 25 ซม. (HC.25 cm.) ขนาดความกว้าง 120 ซม.

HC.25x120cm

แผ่นพื้นขนาดความหนา 30 ซม. (HC.30 cm.) ขนาดความกว้าง 120 ซม.

HC.30x120cm

4. ข้อกำหนดทั่วไปของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงแบบกลวง (General Specification for Hollow core Slab)

ตารางแสดงข้อกำหนดทั่วไปของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงแบบกลวง CPAC

ข้อกำหนด	ขนาดความกว้าง 30 , 60 ซม.	ขนาดความกว้าง 120 ซม.
กำลังอัดประลัยของคอนกรีตที่อายุ 28 วัน (Cylinder/Cube)	ไม่ต่ำกว่า 350 / 400 ksc	ไม่ต่ำกว่า 350 / 400 ksc
กำลังอัดประลัยของคอนกรีตขณะถ่ายแรง (Cylinder/Cube)	ไม่ต่ำกว่า 250 / 300 ksc	ไม่ต่ำกว่า 250 / 300 ksc
กำลังอัดประลัยของคอนกรีตทับหน้า (Cylinder)	ไม่ต่ำกว่า 210 ksc	ไม่ต่ำกว่า 240 ksc
ลวดเหล็กแรงดึงสูง (PC WIRE)	มาตรฐาน มอก.95-2540	-
ลวดเหล็กตีเกลียวแรงดึงสูง (PC STRAND)	มาตรฐาน มอก.420-2540	มาตรฐาน มอก.420-2540

การคำนวณความแข็งแรงของแผ่นพื้นเป็นไปตามมาตรฐาน Building Code Requirement for Reinforced Concrete (ACI 318-95)

5. การเลือกใช้งานของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงแบบกลวง (Selection of hollow core slab)

การเลือกขนาดความหนาของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น จะขึ้นอยู่กับความยาวช่วงเสา (Clear span) และน้ำหนักบรรทุกจร (Live Load) ที่กำหนดให้กระทำบนโครงสร้างพื้น โดยน้ำหนักบรรทุกจร หมายถึง น้ำหนักบรรทุกที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและตำแหน่ง เป็นน้ำหนักบรรทุกที่อาจจะถูกเคลื่อนย้ายได้ เช่น เฟอร์นิเจอร์ น้ำหนักจากผู้พักอาศัย เป็นต้น จากเทศบัญญัติกรุงเทพมหานครกำหนดน้ำหนักบรรทุกจรสำหรับประเภทการใช้งานอาคารต่างๆไว้ตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางน้ำหนักบรรทุกจรตามเทศบัญญัติของกรุงเทพมหานคร

ประเภทและส่วนต่างๆของอาคาร	หน่วยน้ำหนักบรรทุก (กก./ตร.ม.)
1. หลังคา	30
2. กันสาดหรือหลังคาคอนกรีต	100
3. ที่พักอาศัย โรงเรียนอนุบาล ห้องน้ำ ห้องส้วม	150
4. ห้องแถว ตึกแถวที่ใช้พักอาศัย อาคารชุด หอพัก โรงแรม และห้องคนไข้พิเศษของโรงพยาบาล	200
5. สำนักงาน ธนาคาร	250
6. (ก) อาคารพาณิชย์ ส่วนของห้องแถว ตึกแถวที่ใช้เพื่อการพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย โรงเรียน และโรงพยาบาล	300
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารชุด หอพัก โรงแรม สำนักงาน และธนาคาร	300
7. (ก) ตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคารห้องประชุม ห้องอ่านหนังสือในห้องสมุดหรือหอสมุด ที่จอดหรือเก็บรถยนต์นั่งหรือรถจักรยานยนต์	400
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของอาคารพาณิชย์ มหาวิทยาลัย วิทยาลัย และโรงเรียน	400

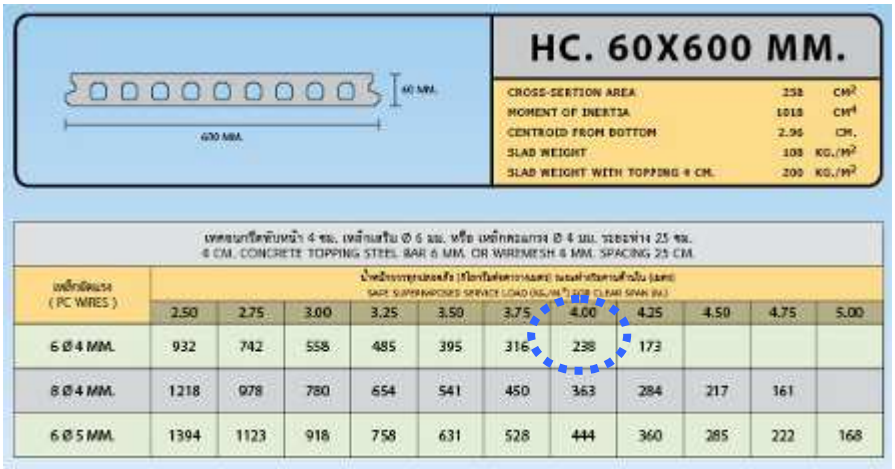
8. (ก) คลังสินค้า โรงกีฬา พิพิธภัณฑ์ อัฒจันทร์ โรงงานอุตสาหกรรม โรงพิมพ์ ห้องเก็บเอกสารและพัสดุ	500
(ข) ห้องโถง บันได ช่องทางเดินของตลาด อาคารสรรพสินค้า หอประชุม โรงมหรสพ ภัตตาคาร ห้องสมุด และหอสมุด	500
9. ห้องเก็บหนังสือของห้องสมุดหรือหอสมุด	600
10. ที่จอดหรือเก็บรถบรรทุกเปล่า	800

หลังจากทำการกำหนดค่าน้ำหนักบรรทุกจรที่เหมาะสมกับการใช้งานแล้วนั้น สิ่งที่ต้องทราบต่อไปในการเลือกใช้งานแผ่นพื้นสำเร็จรูป ก็คือ ความยาวประสิทธิผลของแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ดังนั้น ในการคำนวณหาความยาวประสิทธิผล (Clear Span) ของแผ่นพื้นจะสามารถหาได้ดังนี้

ความยาวประสิทธิผล(Clear Span) = ความยาวของแผ่นพื้น – (2x7.5 or 10 ซม.)

รูปที่ 2 แสดงวิธีการคำนวณหาความยาวประสิทธิผล (Clear Span)

เมื่อทราบน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อโครงสร้าง และความยาวแผ่นพื้น ก็จะสามารถเลือกขนาดความหนาพื้นได้จากตารางรับน้ำหนักบรรทุกที่ได้ทำการออกแบบไว้ เช่น หอพัก มีความยามประสิทธิผล = 4.00 ม. น้ำหนักบรรทุกจร = 200 กก/ตร.ม. ตามเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร จะใช้แผ่นพื้นสำเร็จรูปความหนาเท่ากับ 6 ซม. กว้าง 0.60 ม. ตามตารางข้างล่างเป็นต้น



HC. 60X600 MM.

CROSS-SECTION AREA	258	CM²
MOMENT OF INERTIA	1018	CM⁴
CENTROID FROM BOTTOM	2.96	CM.
SLAB WEIGHT	108	KG./M²
SLAB WEIGHT WITH TOPPING 4 CM.	200	KG./M²

4 CM. CONCRETE TOPPING STEEL BAR 6 MM. OR WIREMESH 6 MM. SPACING 25 CM.

เหล็กอัดแรง (PC WIRES)	SAFE SUPERIMPOSED SERVICE LOAD (KG./M²) FOR CLEAR SPAN (M.)										
	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
6 Ø 4 MM.	932	742	558	485	395	316	238	173			
8 Ø 4 MM.	1218	978	780	654	541	450	363	284	217	161	
6 Ø 5 MM.	1394	1123	918	758	631	528	444	360	285	222	168

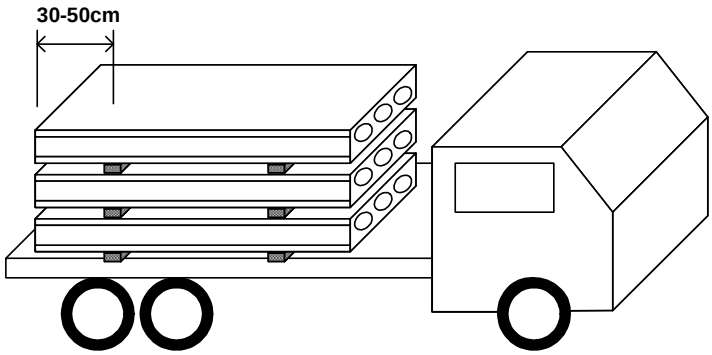
6. การขนส่งและการกองเก็บแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง

(Transportation and stock keeping for hollow core slab)

การขนส่งและการกองเก็บแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง(Hollow core slab) เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญขั้นตอนหนึ่งที่ต้องกระทำให้ถูกต้อง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียของสินค้าในขณะทำการขนส่งและการกองเก็บ ซึ่งมีข้อแนะนำดังต่อไปนี้

6.1 ข้อแนะนำการขนส่งสินค้าแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core Slab)

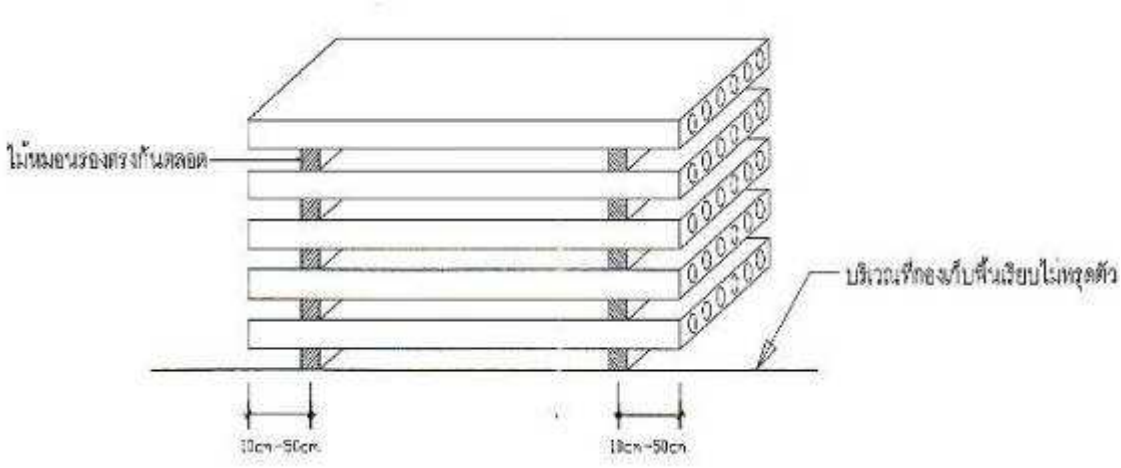
- รถที่ใช้ในการขนส่งแผ่นพื้นต้องอยู่ในสภาพดีและพื้นสำหรับทำการบรรทุกต้องเรียบไม่ผุหรือบิดงอ
- ต้องมีสายรัดสินค้า และ ผ้าใบคลุมสินค้า ในขณะทำการขนส่ง
- ควรวางไม้หมอนให้เป็นแนวตรงกัน และควรมีระยะห่างจากปลายพื้นทั้งสองด้านข้างละประมาณ 30-50cm (ตามรูปด้านล่าง)
- ควรหลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีสภาพผิวถนนชำรุด เสียหาย ซึ่งอาจส่งผลกระทบกับสินค้าได้



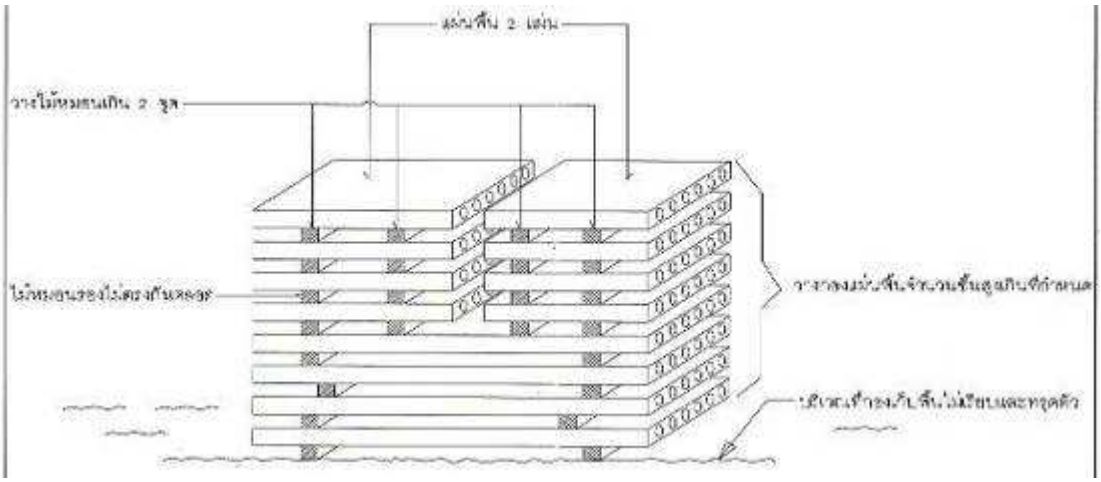
รูปที่ 3 แสดงวิธีการขนส่งแผ่นพื้นที่ถูกต้อง

6.2 ข้อแนะนำการกองเก็บสินค้าแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core Slab)

- สถานที่กองเก็บต้องเรียบไม่ทรุดตัว
- ควรวางไม้หมอนให้เป็นแนวตรงกัน และควรมีระยะห่างจากปลายพื้นทั้งสองด้านข้างละประมาณ 30-50cm (ตามรูปด้านล่าง)



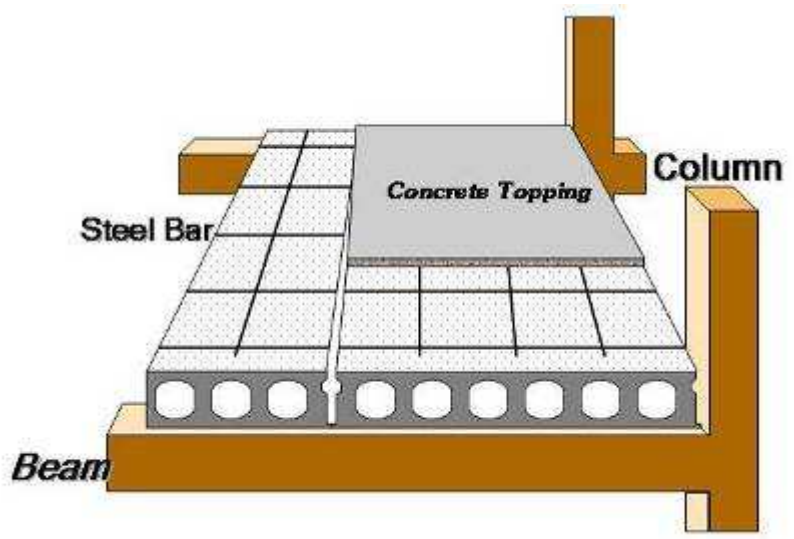
รูปที่ 4 แสดงวิธีการกองเก็บแผ่นพื้นที่ถูกต้อง



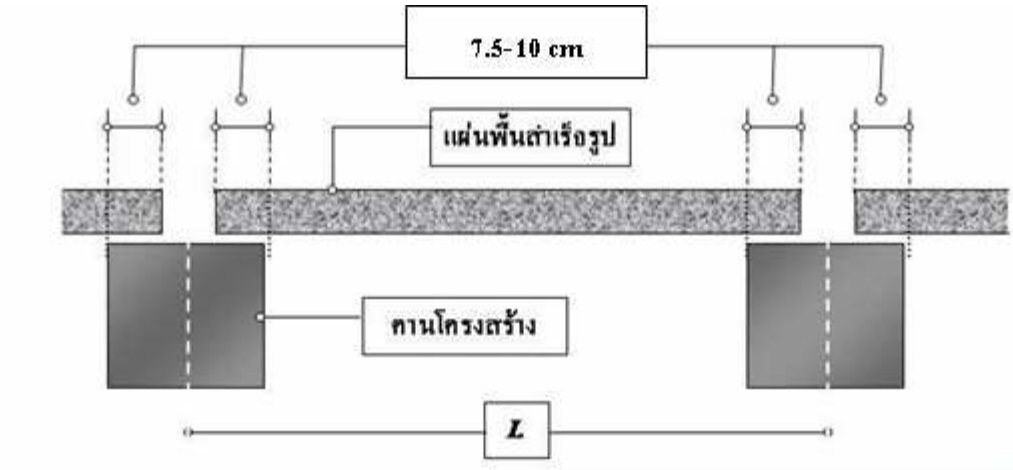
รูปที่ 5 แสดงวิธีลักษณะกองเก็บแผ่นพื้นที่ไม่ถูกต้อง

7. การติดตั้งใช้งานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง (Installation for hollow core slab)

โดยทั่วไปการติดตั้งใช้งานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปจะต้องกระทำหลังจากหน้างานทำการก่อสร้างคานโครงสร้างของตัวอาคาร และมีการปรับระดับหลังคานให้มีความเรียบที่พอเหมาะที่จะทำการติดตั้งแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรง การติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จรูปส่วนมากจะใช้เครนในการยกแผ่นพื้นขึ้นในการติดตั้ง สำหรับขั้นตอนในการติดตั้งเบื้องต้นของแผ่นพื้นจะประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 6 แสดงลักษณะการติดตั้งแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงแบบกลวง



รูปที่ 7 แสดงระยะการวางแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปอัดแรงบนคานโครงสร้าง

7.1 ตรวจเช็ครายการสินค้าที่รถขนส่ง

เมื่อรถขนส่งไปถึงหน้างานต้องมีการตรวจสอบแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงว่าตรงตามเอกสารบรรทุกสินค้า เช่น ประเภทสินค้า ลวดเสริม ความกว้าง ความยาว จำนวนแผ่น

รูปที่ 8 รถบรรทุกสินค้าจัดส่งสินค้าที่หน่วยงานก่อสร้าง

7.2 ตั้งเครนบริเวณที่เตรียมไว้ (กรณีใช้รถเครน)

นำรถเครนตั้งบริเวณที่กำหนดไว้ตั้งแต่เบื้องต้น ทั้งนี้ต้องตรวจสภาพดินว่าแข็งแรง อัดแน่น ไม่ทรุดตัว

รูปที่ 9 รถเครนที่ติดตั้งบริเวณหน่วยงานก่อสร้าง

7.3 นำรถขนส่งไปจอดบริเวณที่รถเครน/Tower crane

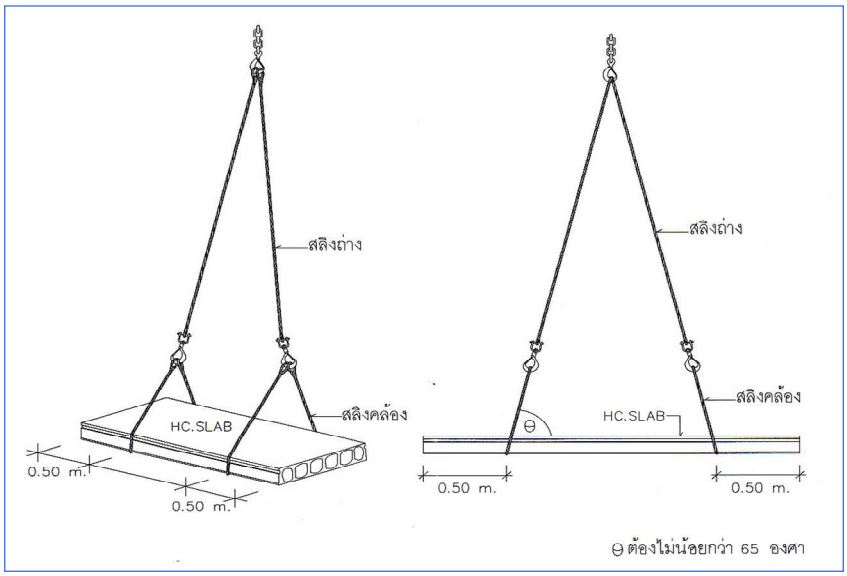
นำรถขนส่งจอดบริเวณที่กำหนด โดยระยะห่างที่เหมาะสมต้องสามารถยกแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง ขึ้นจากรถขนส่งได้โดยสะดวก

รูปที่ 10 รูปแสดงตำแหน่งของรถขนส่งที่เหมาะสมกับการใช้เครน

7.4 ยกแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดกลวงขึ้นจากรถขนส่ง

ใช้สลิงคล้องแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง ด้าน หัว-ท้าย เข้ามาข้างละไม่เกิน 20–50 ซม. โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ

รูปที่ 11 แสดงการคล้องสลิงเพื่อยกแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงชนิดกลวง



รูปที่ 12 แสดงลักษณะการคล้องสลิงเพื่อยกแผ่นพื้นฯ ที่ถูกต้อง

7.5 วางแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรง ตาม Shop Drawing

โดยที่แผ่นพื้นควรวางพาดบน คานโครงสร้าง ไม่น้อยกว่าข้างละ 3 นิ้ว (7.5 ซม) คานที่จะทำการวางแผ่นพื้นต้องเรียบไม่ขุรขระ ทำการจัดแนว หัวแผ่น และ ตามยาวแผ่นพื้นคอนกรีตอัดแรงให้ตรง (ถ้าระยะนั่งบนคานน้อยกว่าที่แนะนำควรปรึกษาวิศวกร)

รูปที่ 13 แสดงการตรวจ Shop drawing ก่อนทำการติดตั้ง

รูปที่ 14 แสดงการวางแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

รูปที่ 15 แสดงการวางแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow Core บนหลังคาน

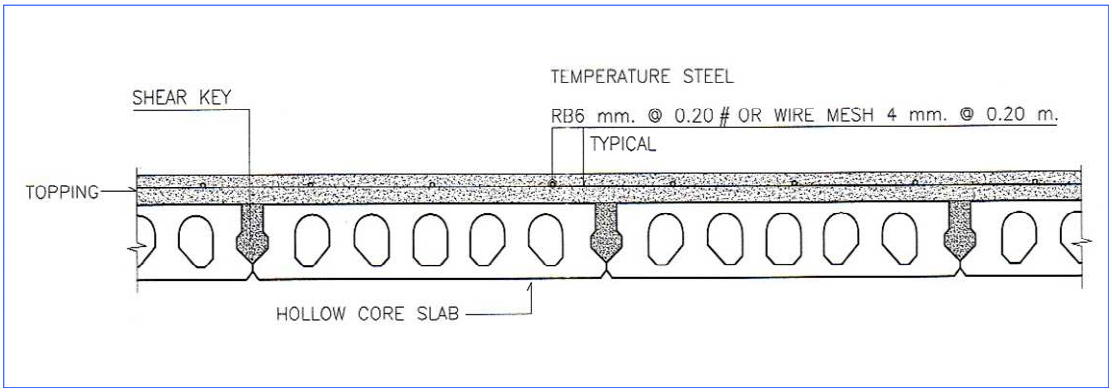
7.6 ตรวจสอบคุณภาพงานติดตั้ง

หลังจากที่ดำเนินการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ควรทำการตรวจงานติดตั้งตาม Shop drawing อีกครั้ง เพื่อความถูกต้อง โดยตรวจตามใบตรวจคุณภาพงานติดตั้งที่มีของเอกสารระบบคุณภาพ

รูปที่ 16 พนักงานทำการตรวจงานติดตั้ง

7.7 ทำการยาร่อง Shear Key ระหว่างรอยต่อระหว่างแผ่น

หลังจากดำเนินการติดตั้ง และตรวจสอบตาม Shop drawing เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่มีความสำคัญในระบบการใช้งานพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง (Hollow Core Slab) คือ การยาร่องรอยต่อ Shear key ระหว่างแผ่น เพื่อคุณสมบัติในการถ่ายแรงระหว่างแผ่นพื้น โดยจะทำการยาร่องแนวรอยต่อระหว่างแผ่นพื้นด้วยปูนทราย ก่อนที่จะดำเนินการเทคอนกรีตทับหน้าในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 17 แสดงการยาร่อง Shear key

รูปที่ 18 แสดงการยาร่อง Shear key ในระบบพื้นคอนกรีต Hollow Core

7.8 การวางเหล็กเสริมป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีตทับหน้า

สำหรับปริมาณเหล็กเสริมป้องกันการแตกร้าว(Temperature Steel) ของคอนกรีตทับหน้า โดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับความหนาของคอนกรีตทับหน้าและเกรดของเหล็กเสริมที่ใช้ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานACI ที่กำหนดไว้ ดังต่อไปนี้

- 0.0018xBxT สำหรับ เหล็กข้ออ้อย (SD 40)
- 0.0020xBxT สำหรับ เหล็กข้ออ้อย (SD 30)
- 0.0025xBxT สำหรับ เหล็กกลมผิวเรียบ (SD 24)

โดยที่ B = ความกว้างของคอนกรีตทับหน้า และ T = ความหนาของคอนกรีตทับหน้า

รูปที่ 19 แสดงการวางเหล็กเสริมตะแกรงป้องกันการแตกร้าว

7.9 การเทคอนกรีตทับหน้า

หลังจากการวางเหล็กเสริมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายในการติดตั้งแผ่นพื้นสำเร็จรูป Hollow Core คือ การเทคอนกรีตทับหน้า เพื่อทำให้ระบบพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปสามารถรับน้ำหนักได้ตามที่ทำการออกแบบไว้ โดยทั่วไป จะใช้กำลังอัดของคอนกรีตทับหน้าอยู่ระหว่าง 180 -240 ksc (Cylinder)

รูปที่ 20 แสดงการเทคอนกรีตทับหน้า และการปรับแต่งผิวหน้า

8. ปัญหาและแนวทางป้องกันที่อาจเกิดขึ้นในงานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง

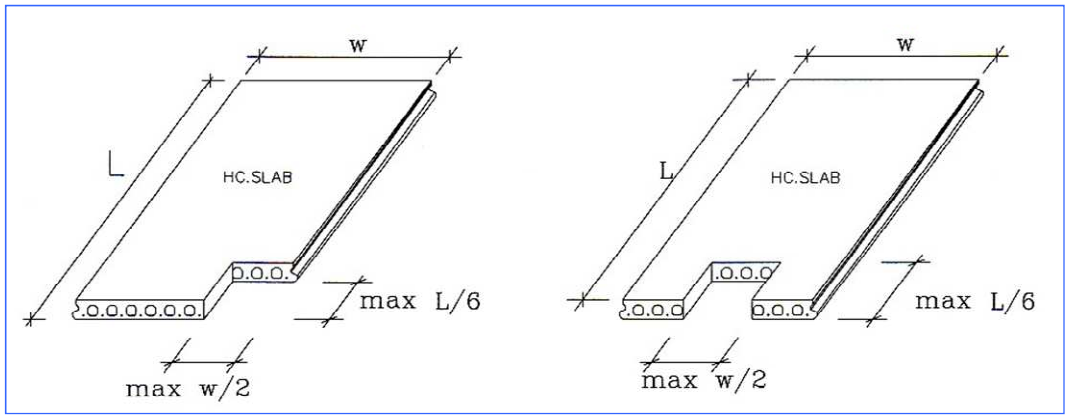
(Problem solving for hollow core slab)

สำหรับหัวข้อนี้เป็นส่วนที่ทางบริษัทฯ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow Core รวมถึงข้อสอบถามต่างๆ จากผู้ใช้งาน เพื่อนำมาเสนอแนะแนวทางการป้องกัน และแก้ไขอย่างถูกต้อง โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

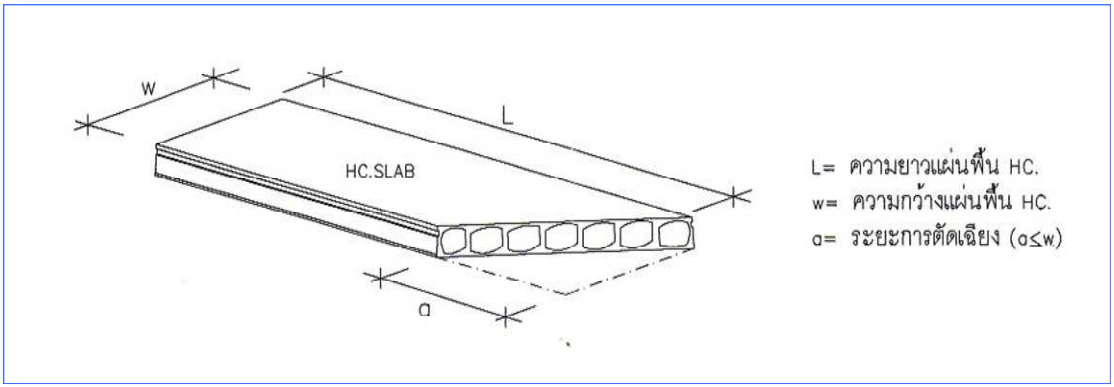
- ข้อแนะนำการตัดบากแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core)
- ข้อแนะนำในการเสริมหูช้างในการรับแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core)
- ข้อแนะนำในการเสริมเหล็กพื้นหล่อในที่สำหรับงานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป
- ข้อแนะนำการเจาะ ช่องเปิดแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core)
- ข้อแนะนำในการป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีตทับหน้า (Concrete Topping)

8. 1 ข้อแนะนำการตัดบากแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core)

การตัดบากแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปเป็นสิ่งที่ต้องพบเสมอ เมื่อมีการใช้งานแผ่นพื้นสำเร็จรูป เพื่อให้แผ่นพื้นสามารถทำการวางได้อย่างเต็มพื้นที่ และ เพื่อเป็นการหลบมุมของแนวเสา โดยทั่วไปการตัดบากสามารถกระทำได้ตามข้อกำหนดแต่ต้องปรึกษากับวิศวกรผู้ออกแบบเพราะจะมีผลต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของแผ่นพื้นฯ



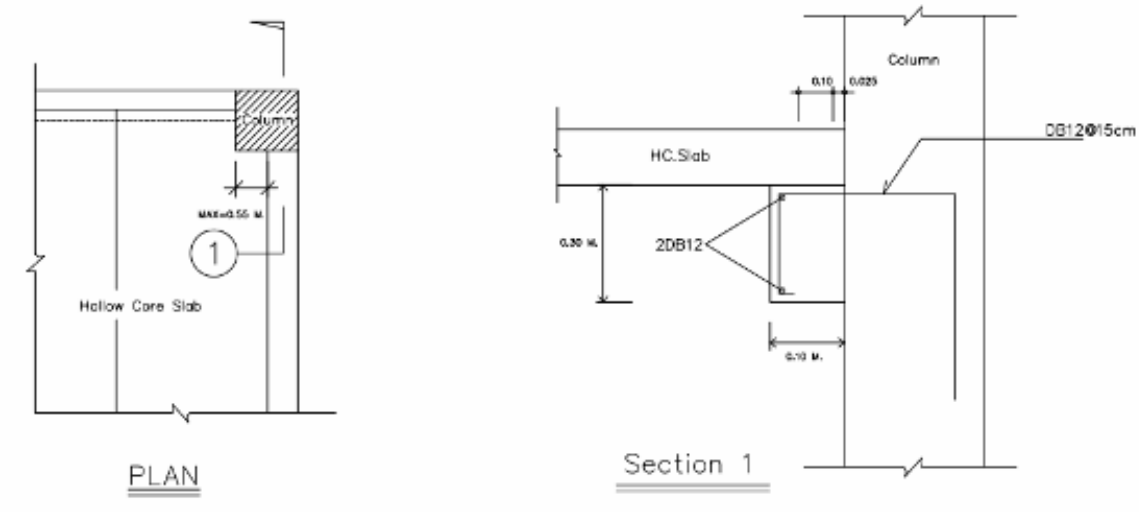
รูปที่ 21แสดงการข้อกำหนดการตัดบากแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป



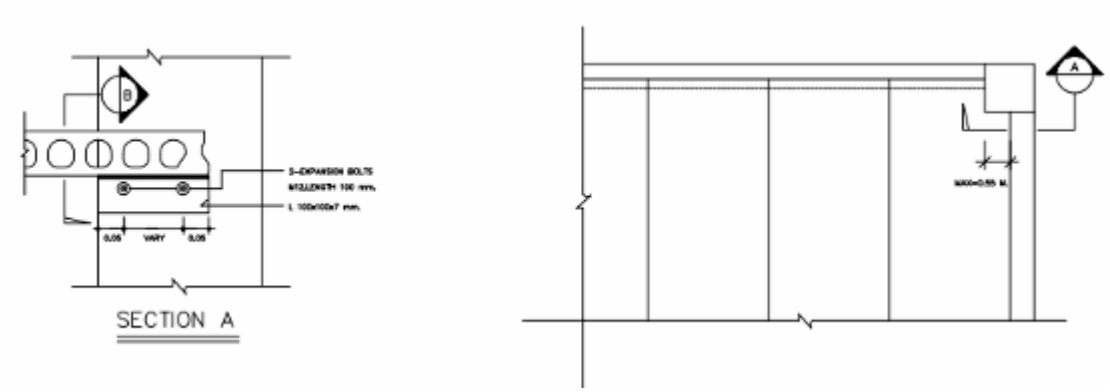
รูปที่ 22 แสดงการข้อกำหนดการตัดบากแผ่นเฉียง

8. 2 ข้อแนะนำในการเสริมหูช้างในการรับแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core)

การเสริมหูช้างสำหรับการใช้งานแผ่นพื้นสำเร็จรูปนั้น เพื่อใช้ในการรับน้ำหนักแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปในส่วนที่ถูกตัดหรือบากไป โดยทั่วไปนิยมทำเป็นคอนกรีต หรืออาจจะทำการติดตั้งเหล็กเสริมในภายหลัง ทั้งนี้ขนาดของหูช้างและจำนวนของเหล็กเสริมนั้นขึ้นอยู่กับคำแนะนำของวิศวกรผู้ออกแบบ



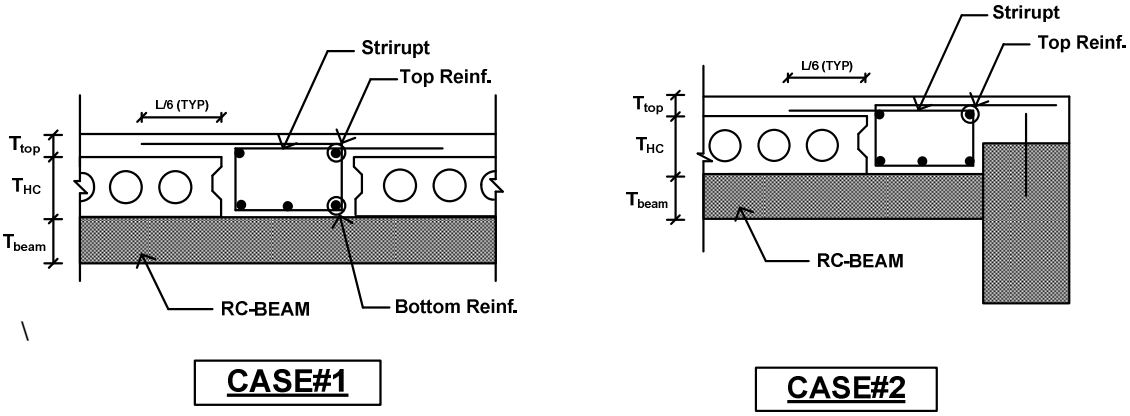
รูปที่ 23 แสดงตัวอย่างรายละเอียดการเสริมเหล็กหูช้างคอนกรีต



รูปที่ 24 แสดงตัวอย่างรายละเอียดการทำเหล็กหูช้างแบบโดยใช้เหล็ก

8. 3 ข้อแนะนำในการเสริมเหล็กพื้นหล่อในที่สำหรับงานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

สำหรับพื้นคอนกรีตหล่อในที่ในการใช้งานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปนั้น จะกระทำเมื่อไม่สามารถจัดวางตำแหน่งแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปใน Shop drawing ได้อย่างลงตัว ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป หรือ คานโครงสร้าง ซึ่งการออกแบบพื้นเทในที่นั้นจะต้องคำนึงถึงน้ำหนักบรรทุกที่ใช้งาน (Live load) ที่ใช้สำหรับอาคารนั้นๆ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบเหล็กเสริมให้เพียงพอกับการใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับคำแนะนำของวิศวกรผู้ออกแบบ

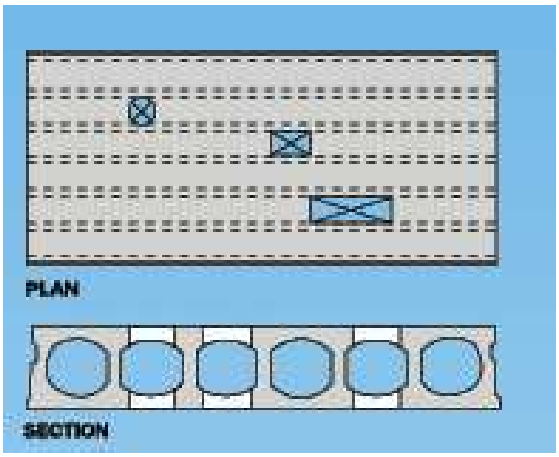


รูปที่ 25 แสดงตัวอย่างรายละเอียดการเสริมเหล็กสำหรับพื้นหล่อในที่

8. 4 ข้อแนะนำการเจาะ ช่องเปิดแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core)

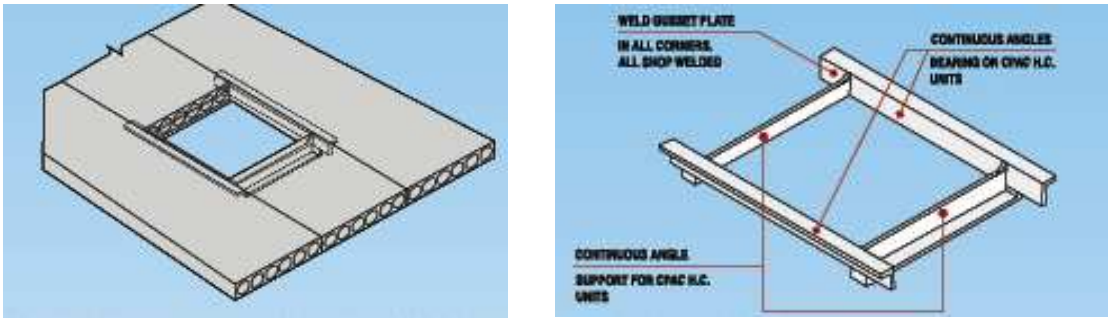
การเจาะแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow core เพื่อทำช่องเปิดสามารถกระทำได้ในแผ่นพื้นฯ โดยมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

- ช่องเปิดขนาดเล็ก สามารถกระทำได้โดยทำการเจาะเป็นช่องเปิดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 150 mm ตรงบริเวณรูกลวงและไม่ควรมีช่องว่างเปิดมากกว่า 3 ช่องในหน้าตัดของแผ่นพื้นเดียวกัน



รูปที่ 26 แสดงตัวอย่างรายละเอียดช่องเปิดขนาดเล็ก

- ช่องเปิดขนาดใหญ่ คือ ช่องเปิดชนิดเต็มแผ่นกว้าง 1200 มม. สามารถกระทำได้โดยใช้ Steel Connection รายละเอียดการใช้งานควรปรึกษาวิศวกรผู้ออกแบบ



รูปที่ 27 แสดงตัวอย่างรายละเอียดช่องเปิดขนาดใหญ่

8.5 ข้อแนะนำในการป้องกันการแตกร้าวของคอนกรีตทับหน้า (Concrete Topping)

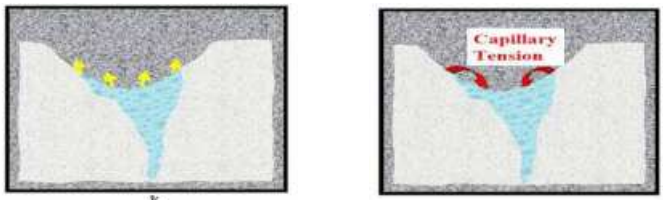
สำหรับการแตกร้าวของคอนกรีตทับหน้าในการใช้งานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow Core นั้น จากข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมจากแหล่งอ้างอิงต่างๆ รวมถึงข้อมูลจากหน้างานก่อสร้างจริง พบว่า การแตกร้าวของคอนกรีตทับหน้าในงานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow Core นั้น สามารถเกิดได้จากหลายสาเหตุ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

8.5.1 รอยร้าวที่มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน

แนวรอยร้าวจะเกิดขึ้นอย่างไม่มีทิศทางที่แน่นอนมีสาเหตุจากการหดตัวแบบแห้ง (Drying Shrinkage) ซึ่งเกิดจากสาเหตุสำคัญหลักๆ ดังต่อไปนี้

8.5.1.1 การสูญเสียน้ำภายในคอนกรีต (Capillary Water Loss)

การสูญเสียน้ำในคอนกรีตทำให้คอนกรีตเกิดการหดตัว โดยกลไกในการหดตัวของคอนกรีตนั้นเกิดจากน้ำที่เติมเต็มอยู่ในช่องว่างของคอนกรีต (Capillary Pore) เกิดระเหยออก เนื่องจากสภาวะแวดล้อมที่รุนแรง เช่น อุณหภูมิที่สูง หรือความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำ ทำให้เกิดปรากฏการณ์แรงตึงผิวในช่องว่าง Capillary ที่เกิดขึ้น (Capillary Surface Tension) จึงทำให้คอนกรีตโดยรอบช่องว่าง Capillary นั้น เกิดการอัดตัวเข้ามา เนื่องจากการรักษาสมดุลของแรง เป็นสาเหตุที่ทำให้คอนกรีตเกิดการหดตัวนั่นเอง

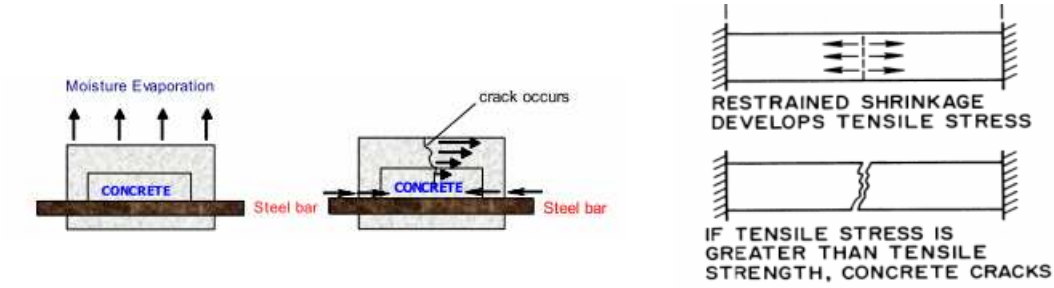


รูปที่ 28 แสดงการระเหยของน้ำในช่องว่าง Capillary และ แรงดึงที่ทำให้คอนกรีตหดตัว

8.5.1.2 การเกิดการยึดรั้ง (Restraint)

โดยปกติแล้วการเกิดการหดตัวเพียงอย่างเดียวนั้น ไม่สามารถทำให้คอนกรีตเกิดการแตกร้าวได้ เนื่องจากถ้าคอนกรีตเกิดการหดตัวแบบอิสระจะไม่มีการเกิดแรงดึงภายในเกิดขึ้น จึงไม่มีการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัว แต่ในการใช้งานจริง เป็นไปไม่ได้เลยที่คอนกรีตจะไม่มีการยึดรั้งเกิดขึ้น การยึดรั้งของโครงสร้างคอนกรีตแบ่งเป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ การยึดรั้งภายใน (Internal Restraint) และ การยึดรั้งภายนอก (External Restraint) สำหรับการยึดรั้งภายในเกิดจากการหดตัวไม่เท่ากันของคอนกรีต เช่น คอนกรีตที่มีความหนามากๆ อัตราการสูญเสียน้ำที่ผิวนอกกับภายในไม่เท่ากัน เป็นสาเหตุให้คอนกรีตเกิดการยึดรั้งภายในขึ้น ทำให้เกิดแรงดึงในคอนกรีต และ ส่งผลให้เกิดการแตกร้าวในที่สุด ในส่วนของการยึดรั้งภายนอกนั้น สาเหตุเกิดจากการหดตัวของโครงสร้าง

คอนกรีต แล้วมีการยึดหรือค้ำไว้ด้วยโครงสร้างคอนกรีตอื่น หรือโครงสร้างประเภทอื่น เช่น เหล็กรูปพรรณ โดยลักษณะการยึดรั้งประเภทนี้ ได้แก่ กำแพงคอนกรีตที่อยู่ระหว่างเสา หรือ พื้นคอนกรีตที่อยู่ระหว่างคานขนาดใหญ่ เป็นต้น ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้คอนกรีตเกิดการแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวแบบแห้งได้เช่นกัน



รูปที่ 29 แสดงกลไกการแตกร้าวจากการยึดรั้งภายใน

รูปที่ 30 แสดงการเกิด Drying Shrinkage บนแผ่นพื้น HollowCore

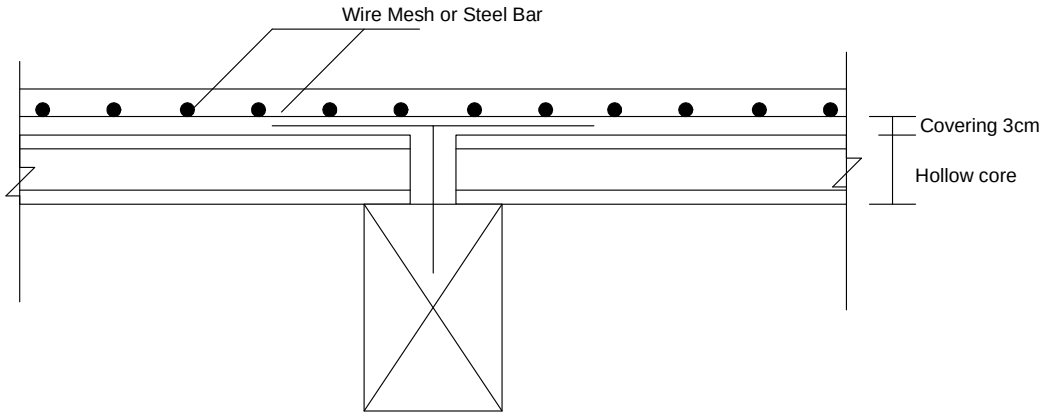
8.5.1.3 การป้องกันการแตกร้าวเนื่องมาจากการหดตัวแบบแห้ง

8.5.1.3.1 การออกแบบคอนกรีตที่เหมาะสม ควรควบคุมค่าการยุบตัวของคอนกรีตก่อนการเทไม่ให้เกินค่ากำหนดที่ทำการออกแบบไว้ เพราะปริมาณน้ำส่วนเกิน (Excess water) จะเป็นสาเหตุทำให้คอนกรีตเกิดการหดตัวมาก

8.5.1.3.2 ทำให้ผิวพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core) เปียกชุ่มก่อนเท การทำให้แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow Core เปียกชุ่มก่อนเท เพื่อไม่ให้แผ่นพื้น Hollow Core ดูดน้ำจากคอนกรีตทับหน้ามากจนเกินไป ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้คอนกรีตทับหน้าเกิดการหดตัว และแตกร้าวในที่สุด

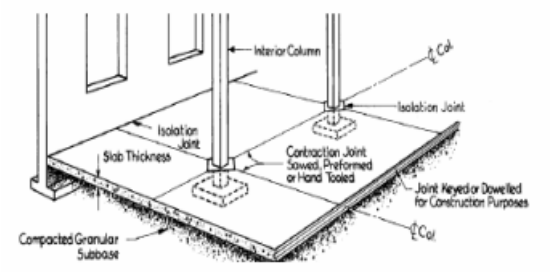
8.5.1.3.2 ทำให้ผิวพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป (Hollow Core) เปียกชุ่มก่อนเท การทำให้แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow Core เปียกชุ่มก่อนเท เพื่อไม่ให้แผ่นพื้น Hollow Core ดูดน้ำจากคอนกรีตทับหน้ามากจนเกินไป ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้คอนกรีตทับหน้าเกิดการหดตัว และแตกร้าวในที่สุด

8.5.1.3.3 การเสริมเหล็กตะแกรงทำหน้าที่รับแรงดึงป้องกันการหดตัวของคอนกรีต การออกแบบเหล็กเสริมที่เหมาะสมกับการหดตัวของคอนกรีตนั้น จะช่วยรับ Tensile Stress อันเนื่องมาจากการหดตัวของคอนกรีตได้ โดยต้องระวังเรื่องระดับของเหล็กตะแกรงจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม คือ Covering ประมาณ 3 ซม. ถ้าระดับของเหล็กเสริมมีระยะ Covering ต่ำกว่า 3 ซม. ทำให้การทำหน้าที่ช่วงรับแรงดึงของเหล็กเสริมลดลง



รูปที่ 31 แสดงตัวอย่างรายละเอียดการวางเหล็กเสริมกันแตกร้าว

8.5.1.3.4 การแบ่งรอยต่อ (Joint) การตัดแบ่งรอยต่อเป็นการควบคุมการแตกร้าวที่ดีอีกวิธีหนึ่งของการทำงานคอนกรีต เนื่องจากรอยต่อนั้นจะลดค่าการยึดรั้งของคอนกรีต ซึ่งการทำรอยต่อขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมนั้น สามารถอ้างอิงได้จาก ACI-224.3R-95 หรือสามารถปรึกษาวิธีการแบ่งรอยต่อได้จากวิศวกรซีแพค



รูปที่32 แสดงตัวอย่างการแบ่งรอยต่อ(Joint)

8.5.1.3.5 การบ่มคอนกรีต (Curing) การบ่มคอนกรีตเป็นการป้องกันการสูญเสียความชื้นภายในคอนกรีตออกสู่บรรยกาศ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของคอนกรีตหดตัว การบ่มคอนกรีตด้วยความชื้นเป็นวิธีการที่ดีที่สุดโดยอาจจะใช้กระสอบชุบน้ำไปวางทับหรือหุ้มคอนกรีตที่ต้องการจะบ่ม และอาจจะ Spray น้ำช่วยเพิ่มเมื่อเห็นว่าความชื้นมีความสูญเสียไป ควรบ่มความชื้นคอนกรีตควรบ่มอย่างน้อย 7 วัน

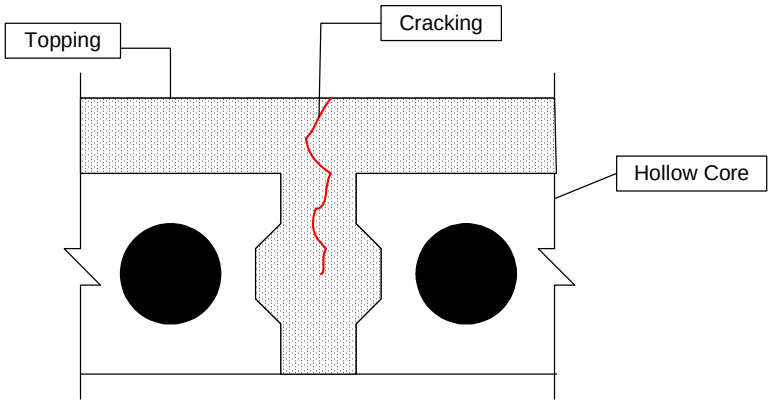
รูปที่ 33 แสดงการบ่มคอนกรีตด้วยกระสอบชุบน้ำ

8.5.2 รอยร้าวที่มีรูปแบบที่แน่นอน

สำหรับรอยร้าวที่มีรูปแบบที่แน่นอน (Pattern) ในคอนกรีตทับหน้างานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow Core นั้น ส่วนมากจะเกิดขึ้นจากสาเหตุหลักๆ ดังต่อไปนี้

8.5.2.1 รอยร้าวที่เกิดขึ้นตามแนวรอยต่อระหว่างแผ่นพื้น (ตามแนวคานรอง)

สำหรับรอยร้าวบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นพื้นนั้น เกิดจากสาเหตุที่คอนกรีตเติมลงรอยต่อไม่ทั่งถึง และอาจเกิดจากความแตกต่างในแนวดิ่งของแผ่นพื้น Hollow Core ที่ติดกัน ซึ่งตามมาตรฐาน ACI 117-90 “Standard Specification for tolerances for concrete construction materials” กำหนดไว้ว่าไม่ควรเกิน 18 มม.ซึ่งถ้าแตกต่างเกินกว่านี้อาจเป็นสาเหตุของการแตกร้าวของคอนกรีตทับหน้าได้



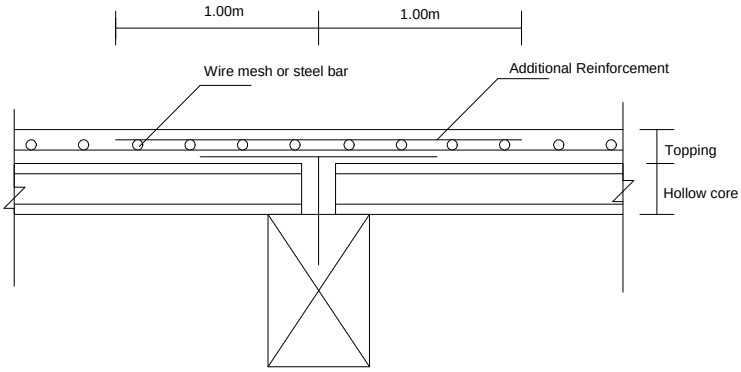
รูปที่ 34 แสดงจุดที่เกิดการแตกร้าวเนื่องจากคอนกรีตลงไม่ทั่วถึง

8.5.2.1.1 การป้องกันรอยร้าวที่เกิดขึ้นตามแนวรอยต่อระหว่างแผ่นพื้น

- ทำการยาร่อง Shear Key แนวรอยต่อระหว่างแผ่นเพื่อให้แผ่นพื้นสามารถกระจายน้ำหนักไปทั่วทั้งระบบพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow Core
- ควบคุมความแตกต่างระดับในแนวดิ่งของแผ่นพื้น Hollow Core ที่ติดกันไม่ให้เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

8.5.2.2 รอยร้าวที่เกิดขึ้นตามแนวรอยต่อของแผ่นพื้นเนื่องมาจากการแอ่นตัวของแผ่นพื้น (ตามแนวคานหลัก)

เกิดจากการรับแรงดึงที่บริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นพื้นเนื่องมาจากการแอ่นตัวของแผ่นพื้นเมื่อมีน้ำหนักมากระทำ การออกแบบความต่อเนื่องที่รอยต่อเพื่อต้านโมเมนต์ลบที่เกิดขึ้นบริเวณผิวของรอยต่อพื้นบนจุดรองรับไม่ถูกต้องหรือเพียงพอ จะทำให้เกิดรอยร้าวเกิดขึ้น ทั้งนี้รอยแตกร้าวอาจมีผลมาจากผลกระทบรองต่างๆ เช่น การหดตัว, การคืบของคอนกรีต, การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ซึ่งล้วนแต่มีผลทำให้เกิดแรงดึงในคอนกรีตทั้งสิ้น



รูปที่ 35 แสดงการเสริมเหล็กรับโมเมนต์ลบ

9. ข้อควรระวังในการใช้งานแผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูปแบบกลวง (Warning Label for hollow Core slab)

เพื่อการใช้งานอย่างถูกต้องและ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป Hollow Core

9.1 การยกย้าย

- สลิงต้องสามารถรับน้ำหนักแผ่นได้
- สลิงยกในแนวดิ่งหรือเอียงได้ไม่เกิน 25 องศา จากแนวดิ่ง และต้องยก 2 ด้าน พร้อมกันเสมอ
- ระยะคล้องสลิงถึงปลายแผ่น 25-30 ซม. และห้ามเกิน 50 ซม.
- ตำแหน่งลวดอัดแรงอยู่ด้านล่างเสมอ
- ห้ามบุคคลอยู่ใต้แผ่นขณะทำการยกย้าย เพื่อป้องกันอันตรายจากการตกหล่นของแผ่นพื้น

9.2 การกองเก็บ

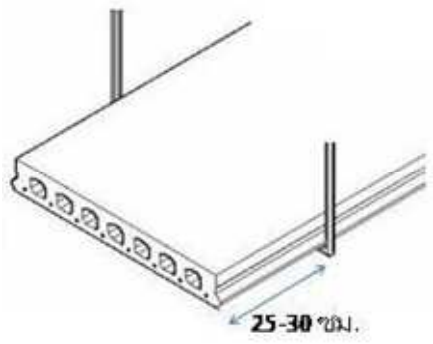
- พื้นที่กองเก็บควรได้ระดับและมั่นคง
- หมอนรอง 2 จุดที่ปลายแผ่น 2 ด้านและห่างจากปลายแผ่นไม่เกิน 50 ซม. และหมอนรองด้านล่างสุดควรมีขนาดใหญ่
- ตำแหน่งไม้หมอนแต่ละชั้นต้องตรงเป็นแนวเดียวกัน
- ความสูงของกองสินค้าขนาด 6-8 ซม. ไม่ควรเกิน 10 ชั้น สินค้าขนาด 10-15 ซม.ไม่ควรเกิน 7 ชั้น และสินค้าขนาด 20-30 ซม.ไม่ควรเกิน 5 ชั้น

9.3 การติดตั้ง

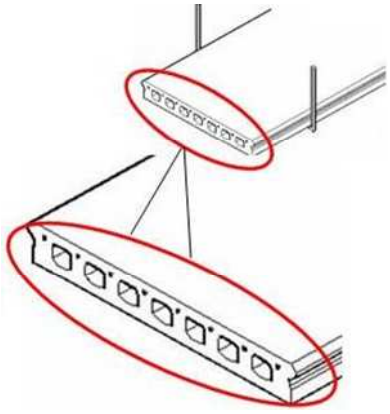
- สลิงต้องสามารถรับน้ำหนักแผ่นได้
- ระยะนั่งคานไม่น้อยกว่า 7.5 ซม. หรือตามที่วิศวกรออกแบบ
- กรณีแผ่นขนาดความหนา 6 ซม. ยาวเกิน 3 ม. ต้องมีค้ำยันชั่วคราว ตามแนวกึ่งกลางความยาวแผ่นก่อนกระทำการใดๆ บนแผ่นพื้น
- ไม่ควรทิ้งแผ่นพื้นไว้นานไว้เกิน 7 วัน หลังจากทำการขนส่งถึงหน้างาน เพราะจะทำให้แผ่นมีอาการโก่งขึ้นมากเกินกว่าจากการคำนวณ (โดยเฉพาะแผ่นที่มีความยาวมากกว่า 5 ม.)

รูปที่ 36 แสดงการยกแผ่นพื้นคอนกรีตฯที่ถูกต้อง

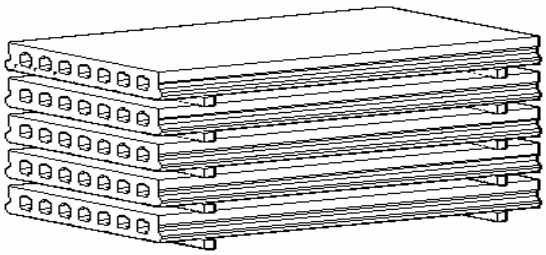
รูปที่ 37 แสดงการยกแผ่นพื้นคอนกรีตฯที่**ไม่ถูกต้อง**



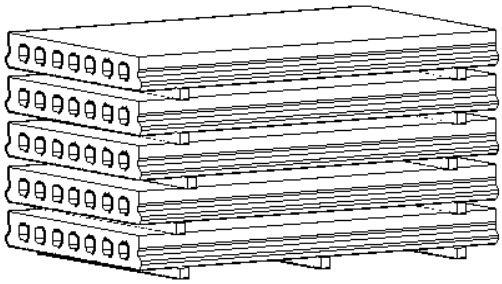
รูปที่ 38 แสดงการยกแผ่นพื้นฯในทิศทางที่ถูกต้อง



รูปที่ 39 แสดงการยกแผ่นพื้นฯในทิศทางที่**ไม่ถูกต้อง**



รูปที่ 40 แสดงการกองเก็บแผ่นพื้นฯที่ถูกต้อง



รูปที่ 41 แสดงการกองเก็บแผ่นพื้นฯที่**ไม่ถูกต้อง**

เอกสารอ้างอิง (Reference)

1) ACI 224R-01 Control of Cracking in Concrete Structures
2) ACI 223-98 Standard Practice for the Use of Shrinkage Compensating Concrete
3) Performance of Shrinkage Reducing Admixture, Neal S.Berke, Michael P.Dallarire, Bret T. Simpson
4) ACI 224.3R-95 Joint in Concrete Construction
5) Cracking in Concrete and Use of Expansive Concrete in Construction Seminar, 23 August 2007
6) การวิเคราะห์สาเหตุและวิธีแก้ไขคอนกรีต Topping บนแผ่นพื้น Hollow Core แตกร้าว ,เขียนและเรียบเรียงโดย ชนินทร์ ธรรมาภิรมย์ และ วรพงษ์ พนาวสุ
7) Control Drying Shrinkage Crack in Concrete, เรียบเรียงโดย ศักรินทร์ เหลืองกำจร วิศวกรนวัตกรรมคอนกรีตและบริการ