

วัสดุธรรมชาติ สามารถปลูกทดแทนได้ ระยะเวลา  
ขึ้นอยู่กับพันธุ์ไม้แต่ละชนิด

คุณสมบัติของไม้

- มีความแข็งแรงกว่าวัตถุอื่นในน้ำหนักที่เท่ากัน
- ทำงานง่าย
- ฉนวนความร้อนที่ดี แต่ติดไฟ
- ยึดหยุ่น รับแรงแผ่นดินไหวได้
- หาซื้อง่าย ไม่แพง
- ปรับปรุงคุณภาพได้ เช่น ออบน้ำยากันไฟ

ชนิดของไม้แปรรูป

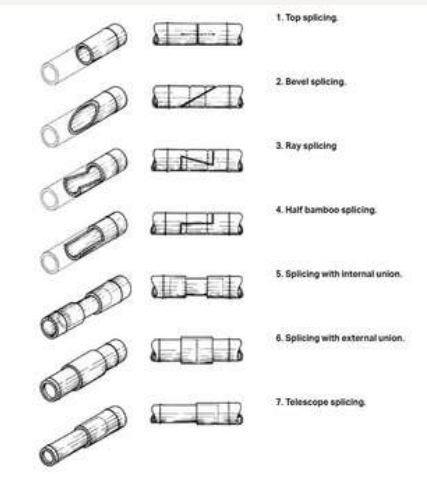
- ไม้เนื้ออ่อน  
ต่ำกว่า 600 กิโลกรัม/ตร.ซม.  
(จำปา, ยางพารา, ไม้สนและไม้มะพร้าว)
- ไม้เนื้อแข็งปานกลาง  
ความแข็งแรง 600 – 1,000 กิโลกรัม/ตร.ซม.  
(ไม้เบญจพรรณ ไม้กระบาก ไม้ยาง ไม้เหียง ไม้กาเปอร์)
- ไม้เนื้อแข็งมาก  
สูงกว่า 1,000 กิโลกรัม/ตร.ซม.  
(ไม้เต็งใน, เต็งนอก, ประดู่, มะค่า, ตะเคียน, แดง)

สถาปัตยกรรม

สถาปัตยกรรมพื้นถิ่น

- สะท้อนวิถีชีวิต ภูมิปัญญา และวัฒนธรรม
- ตามลักษณะของพื้นที่ : เรือนพื้นถิ่นภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ กลาง ใต้
  - ตามลักษณะการใช้งาน

สถาปัตยกรรมไม้ไฟ



สถาปัตยกรรมทั่วไป

ที่เน้นความสะดวก ตอบโจทย์การใช้ชีวิตปัจจุบัน เรียบง่าย ประหยัด

สถาปัตยกรรมสมัยใหม่

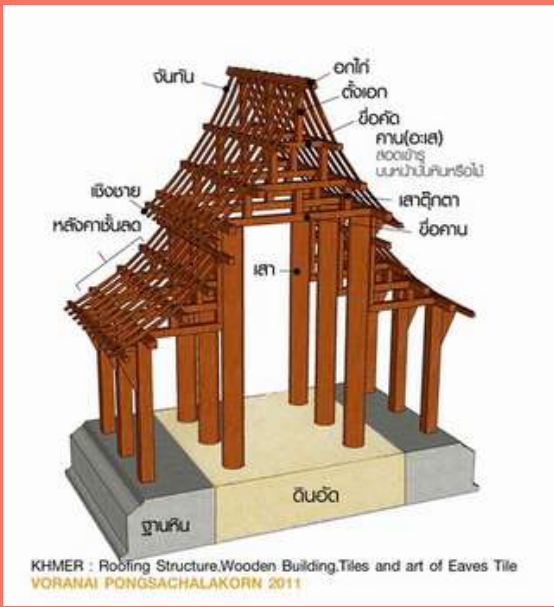
นำวัสดุไม้มาใช้สร้างอาคารและบรรยากาศ สื่อสารความหมายระหว่างสภาพแวดล้อม  
กับผู้ใช้งาน

สถาปัตยกรรมร่วมสมัย

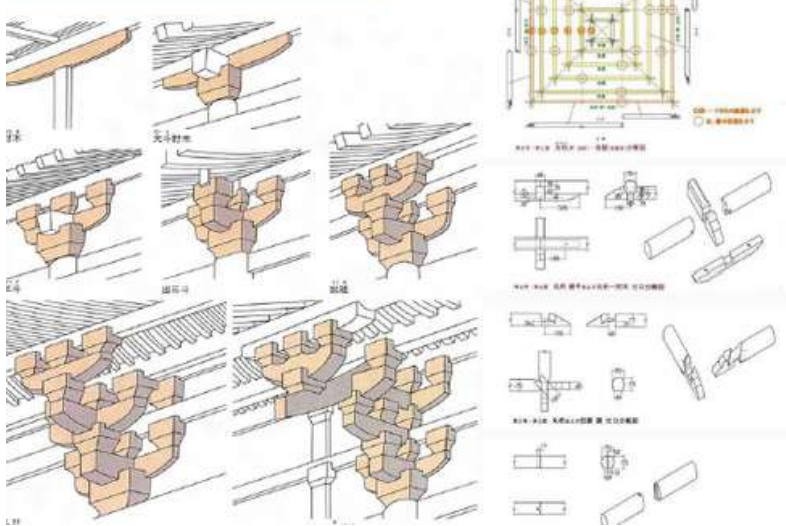
- โครงสร้างหลัก
- องค์ประกอบตกแต่งอาคาร



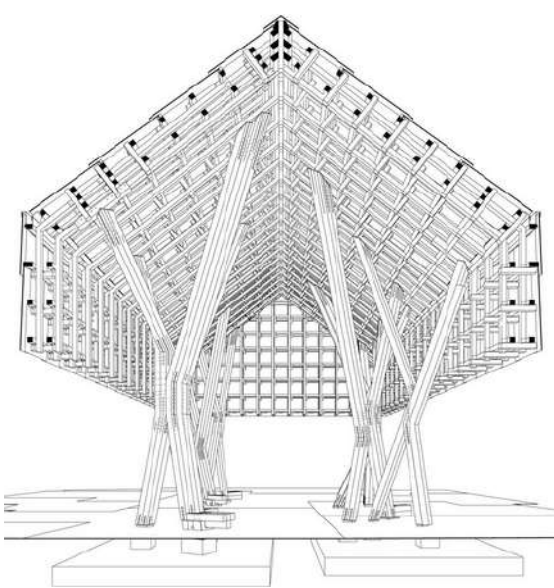
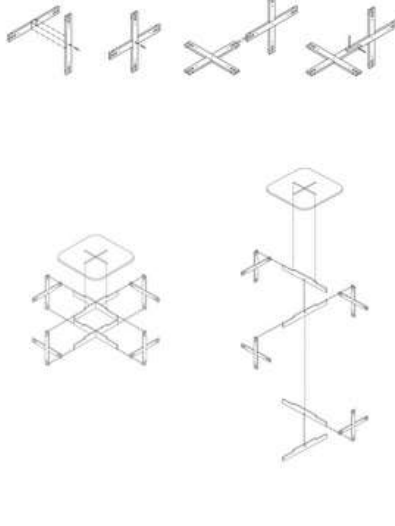
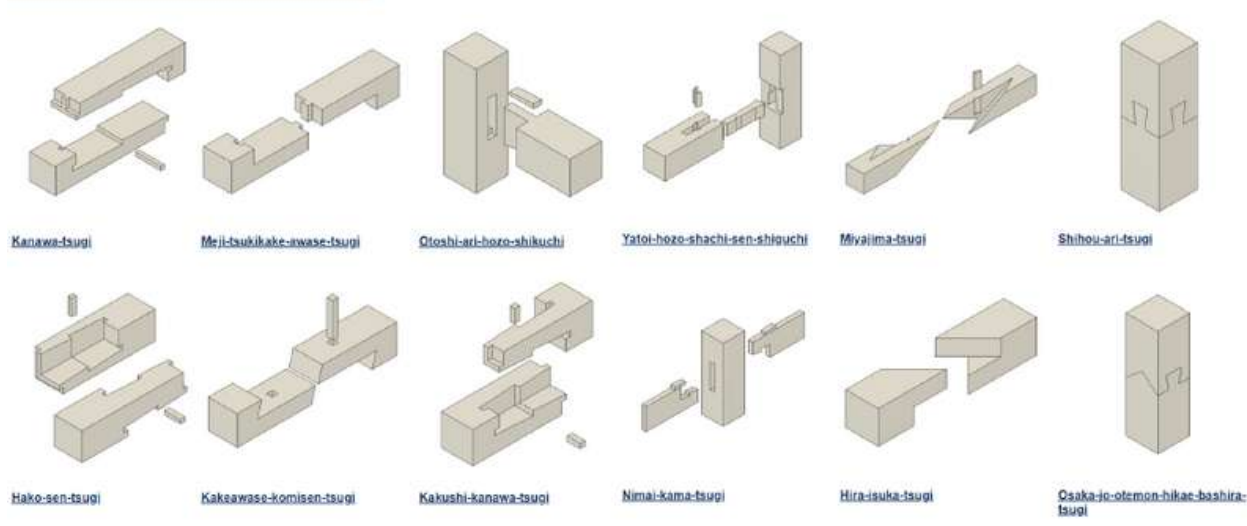
การเข้าไม้ในเรือนไทย/สถาปัตยกรรมไทย



ญี่ปุ่น



Twitter: @TheJoinery\_jp



ข้อดี

- สวยงาม (ลายไม้)
- สร้างและนำมาใช้ใหม่ง่าย
- อัตราส่วนของกำลังต่อน้ำหนักที่สูง
- ฉนวนกันความร้อนที่ดีเยี่ยม
- ทนทาน – ถ้าออกแบบ ก่อสร้าง และดูแลรักษาเหมาะสม

ข้อเสีย

- สมบัติของวัสดุที่ไม่แน่นอน – เปลี่ยนตามชนิดไม้จากส่วนหนึ่งของต้นไม้ไปยังอีกส่วนหนึ่ง และจากที่ที่ต้นไม้โต
- ตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อม – อ่อนนุ่มและความชื้น
- มีพฤติกรรมที่ขึ้นอยู่กับเวลา
- ฟูร่อนง่าย - ถ้าไม่ได้รับการดูแลรักษาที่ดี



ปูนซีเมนต์ + วัสดุผสม + น้ำ

สัดส่วน ปูนซีเมนต์: ทราย : หิน

เสาและโครงสร้าง 1 : 1.5 : 3

พื้น คาน 1 : 2 : 4

ถนน ฐานราก 1 : 2.5 : 4

คุณสมบัติ

- รับแรงอัดสูง
- รับแรงดึงต่ำ (ประมาณ 10% ของแรงอัด) ต้องเพิ่มเหล็กเส้นเพื่อช่วยรับแรงดึง
- ความสามารถในการรับแรงขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสม
- ใช้ระยะเวลาในการแข็งตัวนาน (28 วัน)
- มีการหดตัว

การหดตัว

- การหดตัวแบบแห้ง
  - เกิดจากการที่คอนกรีตอยู่ในที่แห้ง ช่องว่างและโพรงอากาศในคอนกรีตความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า ทำให้ผิวสัมผัสอากาศเสียความชื้น เกิดการหดตัว
  - การหดตัวที่เกิดขึ้น บางส่วนไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ แม้ว่าจะทำให้คอนกรีตเปื่อยขึ้นอีกครั้ง
  - อัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานสูง ช่องว่างคาปิลลารีและปริมาณน้ำอิสระมาก น้ำระเหยมาก ทำให้มีการหดตัวแบบแห้งสูง
- การหดตัวทางเคมี
  - เกิดจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน ร่วมกับการหดตัวที่เกิดจากการสูญเสียความชื้นในช่องว่างคาปิลลารี
  - เกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหากคอนกรีตมีอัตราส่วนน้ำต่อวัสดุประสานต่ำ (ต่ำกว่า 0.4)

Capillary Pores : ช่องว่างน้ำที่เหลือจากปฏิกิริยาไฮเดรชัน  
o ใหญ่กว่า 50 nm มีผลต่อกำลังและการซึมผ่านของคอนกรีต  
o เล็กกว่า 50 nm ส่งผลต่อการหดตัวของคอนกรีต

สาเหตุที่ทำให้คอนกรีตหดตัว

- การแตกร้าวเนื่องจากการหดตัวของคอนกรีต การหดตัวแบบแห้งจากอุณหภูมิสูง
- อากาศความชื้นต่ำ คอนกรีตเสียความชื้นมากและเร็ว
- อัตราส่วนของน้ำต่อซีเมนต์มา พรุนขนาดเล็กจำนวนมาก โอกาสหดตัวสูง
- การออกแบบคำนึงถึงแต่กำลังรับแรงแต่ไม่ได้คำนึงถึงการหดตัวแบบแห้ง

วิธีป้องกัน

- คุมอัตราส่วนการผสมน้ำต่อซีเมนต์ไม่เกิน 0.4
- คุมการสูญเสียความชื้นในช่วงระยะเวลาการบ่มโดยเฉพาะช่วง 7 วันแรก
- เทคโนโลยี คอนกรีตขยายตัว กันการแตกร้าว
- การสร้างผลึกของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Ca(OH)2) ในซีเมนต์เพสต์ ก่อให้เกิดการขยายตัว

โครงสร้างอาคารคอนกรีต

พื้น

- Slab on ground

เทแยกจากคาน น้ำหนักลงพื้นดินเลย ไม่มีน้ำหนักเพิ่มที่คาน

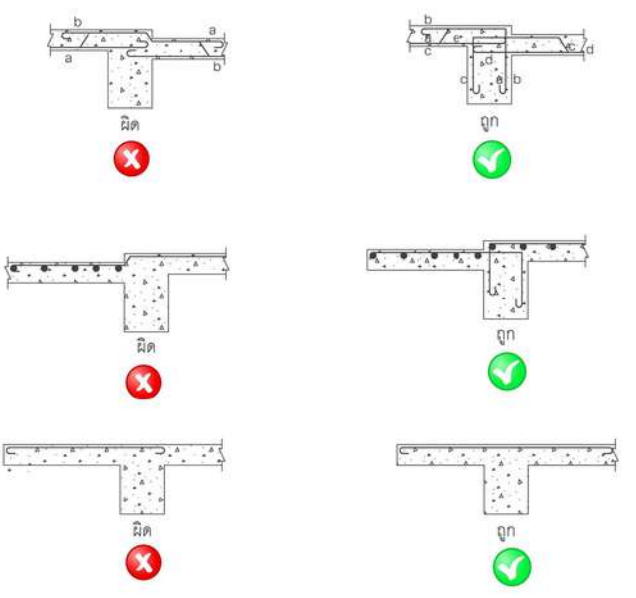
รูปแบบทั่วไป ขนาดไม่เกิน 6x6 เมตร

- เทบนทรายหยาบบดอัดแน่น
- เสริมเหล็ก Ast
- ไม่ถ่ายน้ำหนักลงคาน
- กรุดตัวได้



รอยต่อระหว่างพื้นกับคานของ slab on ground ต้องแยกกัน

- Slab on beam



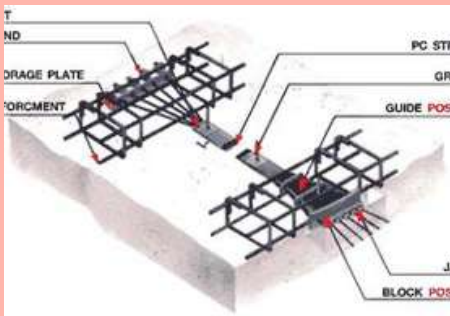
- พื้น ค.ส.ล. หล่อติดกับคาน น้ำหนักลงบนคาน ไม่ร้าว แต่เพิ่มโหลดให้คาน แข็งแรง มั่นคง
- พื้นสำเร็จรูปวางระหว่างคาน
- เท TOPPING
- เลือกใช้ตามการรับน้ำหนัก
- พื้นชั้น 1 ไม่นิยมใช้พื้นสำเร็จเพราะขึ้น
- ก่อสร้างง่าย รวดเร็ว
- การเจาะพื้น/รื้อซึม
- ถูกรออกแบบให้มีการโคงตัวไว้ก่อน

- Pre-Cast

หล่อมาตั้งขึ้นจากโรงงาน หล่อรวมโครงสร้าง

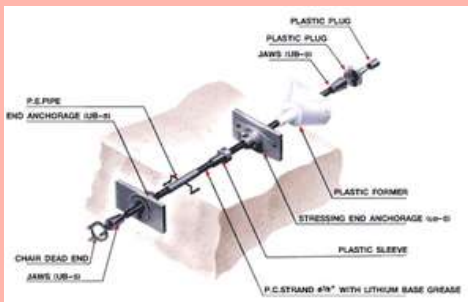
- รับแรงแบบ LOAD BEARING
- รอยต่อของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นขึ้นอยู่กับทางบริษัทที่ผลิตหล่อใหญ่ขนาดไหนก็ได้
- ส่วนใหญ่หน้ากว้างอยู่ที่ประมาณ 4-6 เมตร แต่ถ้ายาวเกิน 12 เมตร จะไม่สามารถใส่รถบรรทุกได้
- CANTILEVERไม่ได้ เพราะรอยต่อไม่ได้ออกแบบไว้เพื่อการรับแรง

- Post Tension



1. BONDED SYSTEM

มีการยึดเหนี่ยวระหว่าง PC STRAND กับพื้นคอนกรีต ห่อหุ้มท่อเหล็กที่ขึ้นเป็นลอน ช่วยยึดเหนี่ยว เมื่อทำการอัดแรงต้องอัดน้ำปูนเพื่อยึด PS STRAND กับท่อเหล็ก ใช้กับอาคารที่พักอาศัย ห้างสรรพสินค้า สำนักงาน และโรงงานขนาดใหญ่ เช่น โชโล สะพาน

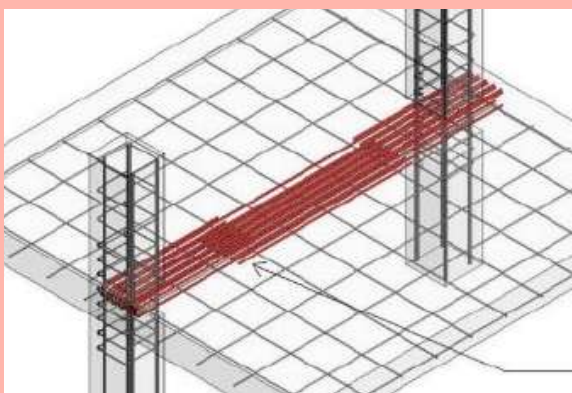


2. UNBONDED SYSTEM

ไม่ยึดระหว่าง PC STRAND กับพื้นคอนกรีต ยึดที่บริเวณหัว ANCHORAGE ปลายพื้น 2 ข้าง ใช้กับอาคารจอดรถ อาคารขนาดเล็กที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน ประหยัด ขั้นตอนทำงานน้อย ไม่เป็นที่นิยม

พื้นชนิด FLAT PLATE ใช้ได้กับช่วง SPAN 4-12 เมตร

- ช่วง SPAN 6-9 เมตร ค่าก่อสร้างประหยัด ยาวกว่า 10 เมตร ควรใช้ DROP PANEL
- ช่วง SPAN ภายในที่มีขนาดเท่าๆ กัน จะให้ความประหยัดกว่า SPAN ต่างกัน
- ช่วงเสาเข็มที่เหมาะสมและประหยัด = 0.75 – 0.8L
- ช่วงคานยื่นปลายอิสระที่เหมาะสมและประหยัด = 0.25 – 0.3L
- ความหนาของแผ่นพื้น อยู่ประมาณ 1/40 – 1/45 เท่าของความยาวช่วง SPAN



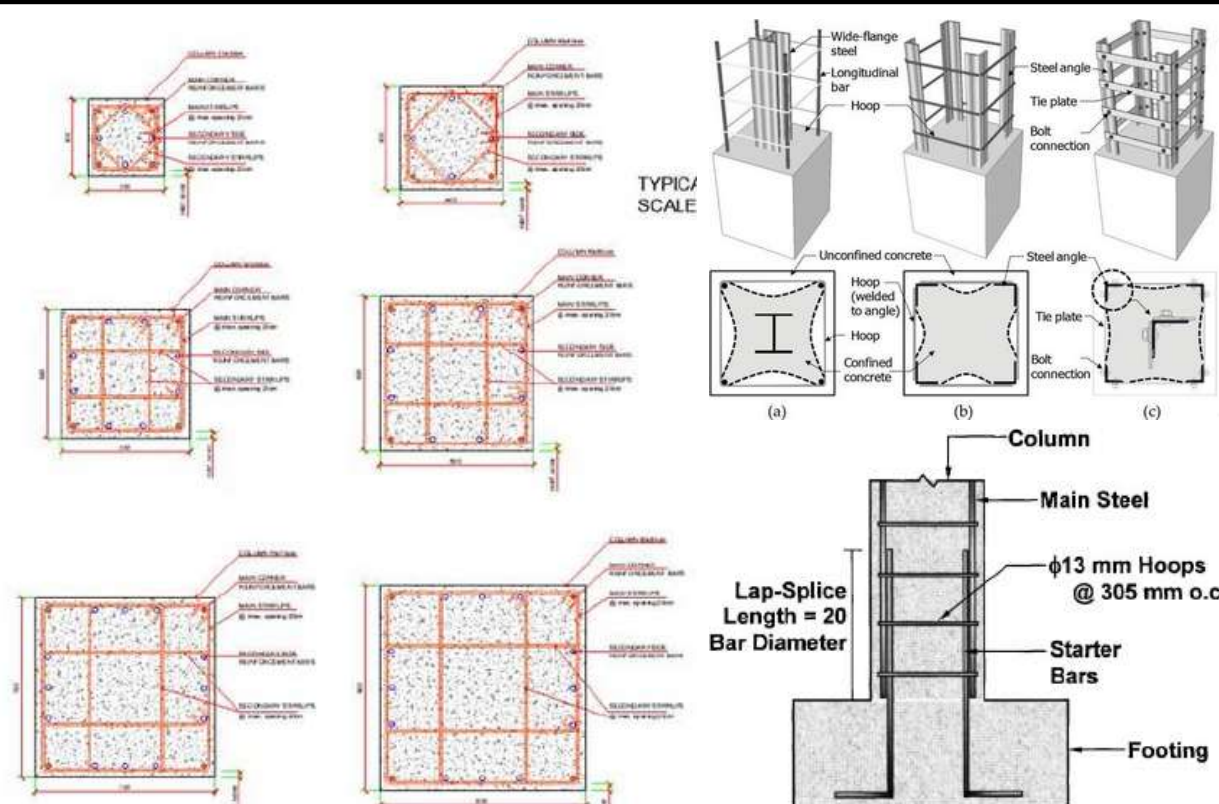
บริเวณหัวเสาเป็นหน้าตัดวิกฤติ ระวัง  
-การเจาะช่องเปิดใกล้เสา  
- การลดระดับพื้นบริเวณเสา  
- การกำหนดให้พื้นอมเสาน้อยเกินไป

การเสริมเหล็กแผ่นพื้นไร้คานแถบกลาง  
การเสริม SHEAR STIRRUP, COLUMN CAPITAL  
หรือการใช้คานคอนกรีตเสริมเหล็กช่วยรับแรง

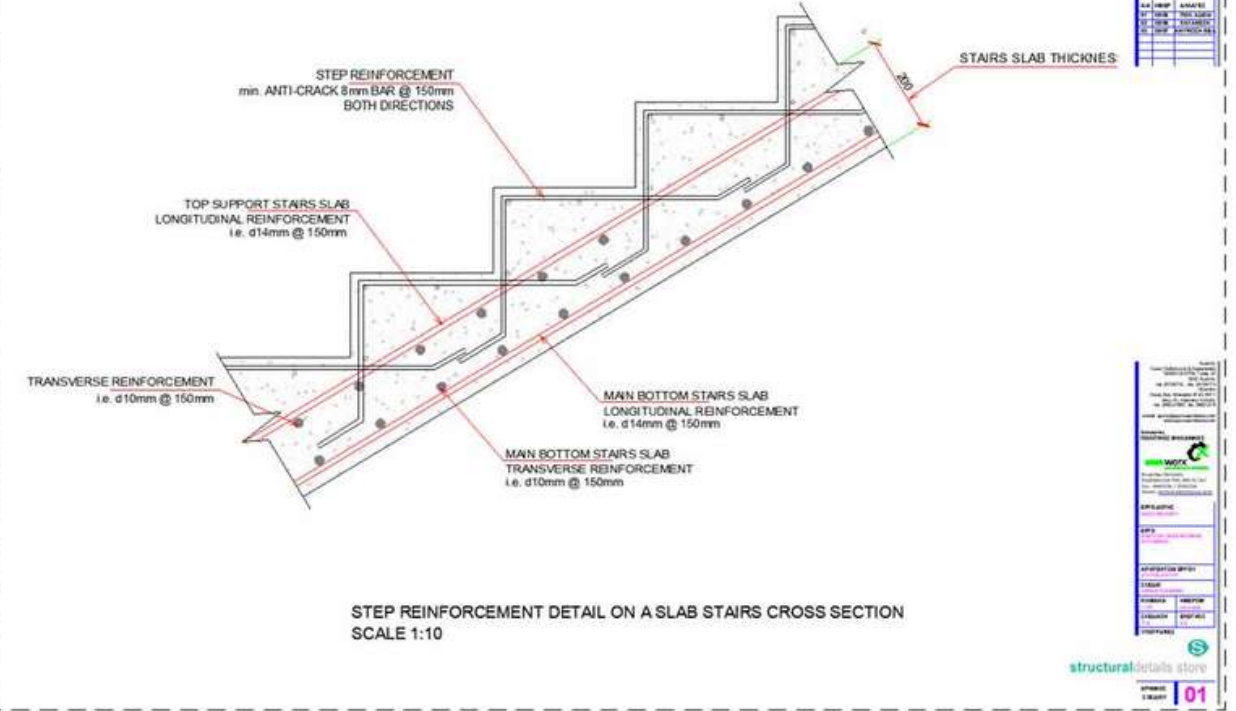


## โครงสร้างอาคารคอนกรีต

### เสา



### บันได



### ผนัง

#### ผนังก่อ

- อิฐมอญ
- อิฐ อปท อิฐประดับ
- อิฐบล็อกประสาน
- คอนกรีตบล็อก
- อิฐช่องลม และบล็อกช่องลม

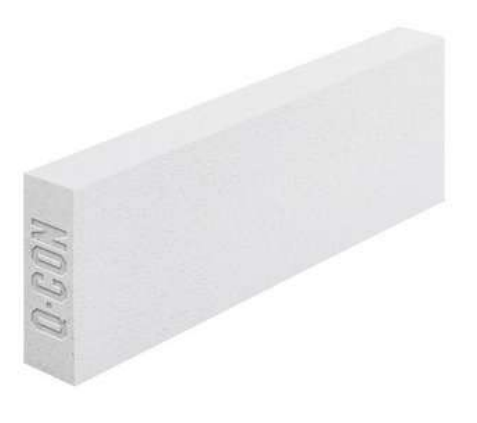
- อิฐมอญ หรือ อิฐแดง ผลิตจากดินเหนียวผสมแกลบ หรือวัสดุอื่น ผสมน้ำ เเผาด้วยเตาจนสุก โดยทั่วไปมีขนาดความกว้าง 5.5 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร และหนา 3 เซนติเมตร ก่อด้วยปูนก่อ โดย ก่อบนคานหรือบนพื้นที่รับน้ำหนักได้
- ก่อแบบแนวต่อสลับแนวเพื่อความแข็งแรง
- การก่อผนังใหญ่มีเสาเอ็นและคานทับหลัง ระยะไม่ควรเกิน 2 - 4 เมตร
- แนวต่อผนังกับเสาต้องเสียบเหล็กทุกระยะ 0.30 – 0.40 เมตร
- เหล็กหนวดกึ่งควรยาว 0.30 – 0.60 เมตร

- อิฐบล็อกประสาน : ทำจาก ดิน ผสมซีเมนต์ น้ำ ไม่ผ่านการเผา
- แข็งแรงมาก ใช้เป็นกำแพงรับน้ำหนักได้
- ไม่ต้องแช่น้ำก่อนนำมาก่อ
- ต้องใช้ลวดเหล็กเสียบในช่องทุกระยะ 0.30 – 0.60 เมตร แล้วกรอกปูน ทุกช่อง เพื่อให้แข็งแรง



#### • อิฐมวลเบา

- เบา กันความร้อน เสียง กันไฟ ประหยัดพลังงาน ค่าก่อสร้างง่าย เร็ว มีมิติเที่ยงตรง การใช้งานยาวนานเท่าโครงสร้างคอนกรีต (50 ปี)



#### • อิฐประดับ โชว์แนว

- ใช้คุณสมบัติสูงมากในการเผา ทำให้มีคุณสมบัติแข็งแรงและดูดซึมน้ำน้อยกว่าอิฐมอญทั่วไป ลักษณะคล้ายกระเบื้องดินเผา ปูโชว์แนวได้ ทนต่อสภาพอากาศ



#### • อิฐบล็อก หรือ คอนกรีตบล็อก : หินบด ผสมซีเมนต์ และน้ำ ไม่ต้องเผา

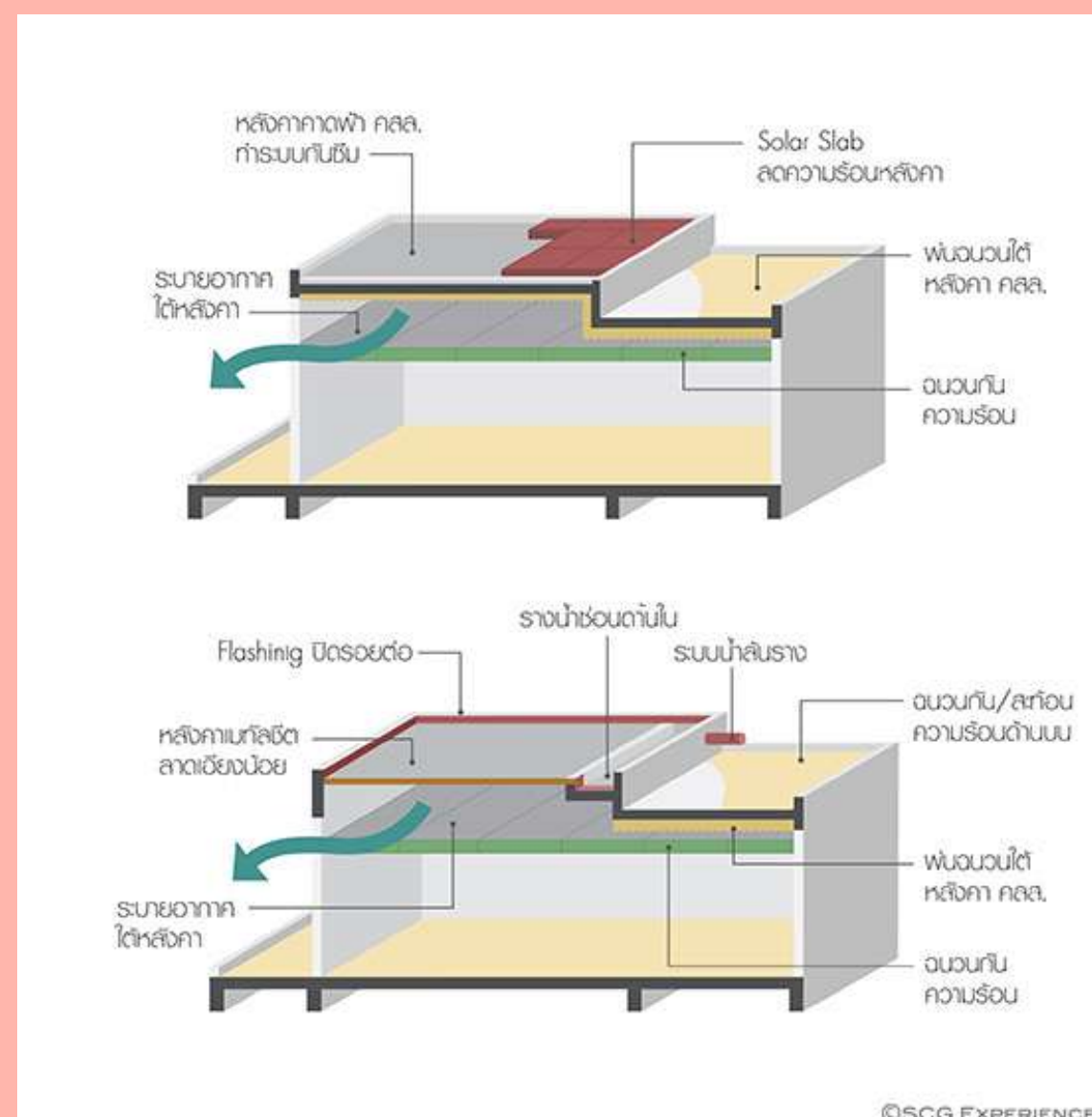
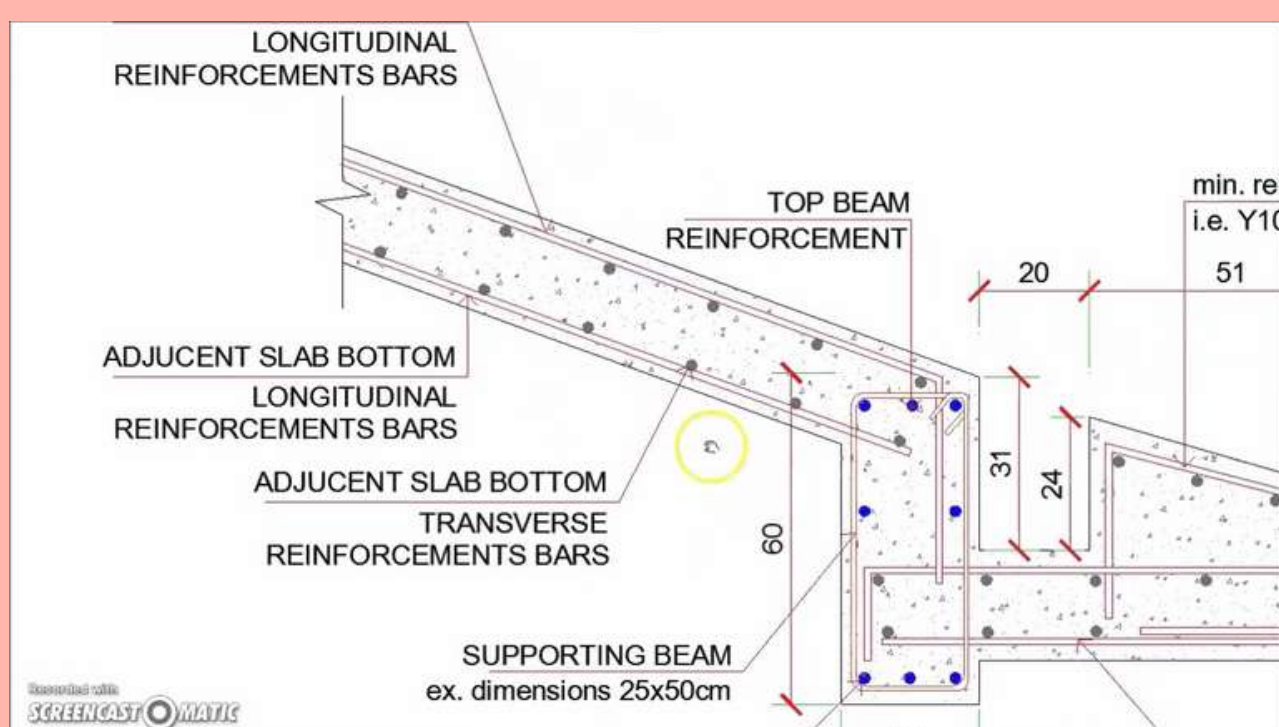
- รูปทรงมาก เป็นกำแพงรับน้ำหนักไม่ได้
- ห้ามแช่น้ำ เพราะปูนละลายยึดเกาะไม่ดี
- อาจใช้เหล็กเส้นกลมช่วยเสริมแรง แต่ควรมีการเสริมทั้งแนวตั้งและแนวราบ ทุกระยะ 0.30 – 0.60 เมตร โดยเหล็กเสริมแนวตั้งไม่ควรสูงเกิน 1.2 เมตร เพื่อให้สะดวกในการทำงาน



### หลังคา

โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อในที่ ส่องผ่านและดูดซับความร้อนได้ดี จึงควรมีระบบป้องกันความร้อน เช่น โซลาร์สแลบ

- ติดตั้งฉนวนกันความร้อนเหนือฝ้าเพดาน
- ฉีดพ่นฉนวนใต้โครงสร้างหลังคา
- ฉีดพ่นฉนวนที่พื้นผิวด้านบนของดาดฟ้า





- มีความยืดหยุ่น สามารถรับแรงสั่นสะเทือนได้
- ตอบโจทย์โครงสร้างในรูปแบบแปลกใหม่
- โค้งดัดได้
- ควบคุมมาตรฐานการก่อสร้างได้ง่าย
- ส่งผลกระทบต่อที่ต้งน้อย

- ความทนทานต่อการใช้งานและสภาพแวดล้อม
- ความแข็งแรงสูง
- ยืดหยุ่น (elasticity)
- รับแรงดึงได้สูง
- นำไฟฟ้าและนำความร้อน

- สภาพยืดหยุ่น (elasticity) เปลี่ยนรูปร่างแล้วคืนกลับสู่สภาพปกติ เมื่อไม่มีแรงมากระทำ
- สภาพพลาสติก (plasticity) เปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวร พื้นผิวภายนอกไม่แตกหักหรือฉีกขาด

**ความเค้น (Stress)** เป็นแรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุที่มีต่อแรงภายนอกที่กระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่

**ความเครียด (Strain)** เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุเมื่อได้รับแรงภายนอกกระทำ คือ อัตราส่วนของรูปร่างที่เปลี่ยนไปต่อรูปร่างเดิม มี 2 ลักษณะ คือ แบบเส้นตรง (แรงกด แรงดึง) และแบบเดือย

**การดึงเป็นเส้น (Ductile)** เป็นคุณสมบัติของวัสดุที่สามารถทำให้เพิ่มความยาว ขึ้นรูป ดึงออกมาเป็นเส้นโดยไม่ขาด หรือ ความยืดเหนียวของของแข็ง เหล็กที่มีคุณสมบัติเหล่านี้จะมีคุณสมบัติความยืดหยุ่นแบบพลาสติก ที่เป็นการแปรรูปอย่างถาวรสามารถคืนสภาพเดิมได้ยาก ตัวอย่างของเหล็กและโลหะแปรรูปที่มีคุณสมบัตินี้ คือ ตะกั่ว และทองแดง เป็นต้น

- ประเภทของงานและชนิดของเหล็ก
- การประมาณกำลังรับแรงของโครงสร้างเหล็กภายใต้แรงประเภทต่างๆ (นิยมใช้ AISC หรือมาตรฐานเทียบเท่า เช่น มาตรฐาน วสท.)
- พิจารณาการวิบัติ หรือสภาวะจำกัดที่อาจเกิดขึ้นกับองค์ประกอบนั้นๆ
- ขนาด ทั้งเรื่องความยาว และความกว้างหน้าตัด
- น้ำหนัก
- การออกแบบจุดต่อ
- มีเครื่องหมาย มอก. รับรองมาตรฐาน
- ไม่มีสนิม หรือน้ำมันเคลือบสี
- เรียบเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แตกเป็นเส้นและไม่หยวบ

## การออกแบบจุดต่อ

วิธีแบบฉีกขาด (Bolt Shear Rupture) ภายใต้แรงดึงหรือแรงเฉือน และมักจะ  
มีกำลังรับแรงน้อยลงหากต้องรับแรงเยื้องศูนย์กลาง

แรงที่ตอกทำให้ลำตัวของหมุดขยายตัวออกจนอัดแน่นรูชิ้นงานที่เจาะไว้ และส่วนปลายบานออกเป็นหัวหมุดจึงทำให้มีชิ้นงานไว้แน่น

<u>ข้อดี</u>	<u>ข้อเสีย</u>
<p>แข็งแรงสูง</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ชิ้นงานที่จะเชื่อมต่อกันไม่ได้รับความร้อน</li> <li>• ทำให้คุณสมบัติของเหล็กไม่เปลี่ยนแปลง</li> <li>• ชิ้นงานไม่บิดงอเสียรูปทรง</li> <li>• เหมาะกับงานโครงสร้างขนาดใหญ่</li> <li>• รับแรงสั่นสะเทือนและแรงกระแทกได้</li> </ul>	<p>รอยต่อแบบถาวร แก่ยาก</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ยุ่งยาก</li> <li>• ต้องใช้หมุดจำนวนมาก</li> <li>• ต้องควบคุมแรงให้สม่ำเสมอ</li> <li>• แพง</li> </ul>

วิธีแบบฉีกขาด (Bolt Shear Rupture) ภายใต้แรงดึงหรือแรงเฉือน และมีจะ  
มีกำลังรับแรงน้อยลงหากต้องรับแรงเยื้องศูนย์กลาง

การวิบัติของหน้าตัดแบบ Whitmore แรงถอน หรือ Prying Action ที่อาจเกิดกับสลักเกลียวรับแรงดึงเมื่อแผ่นเหล็กมีความหนาแน่น หรือกำลังรับแรงของคานที่ตัดปีกบนและ/หรือปีกล่างออก (Coped Section)

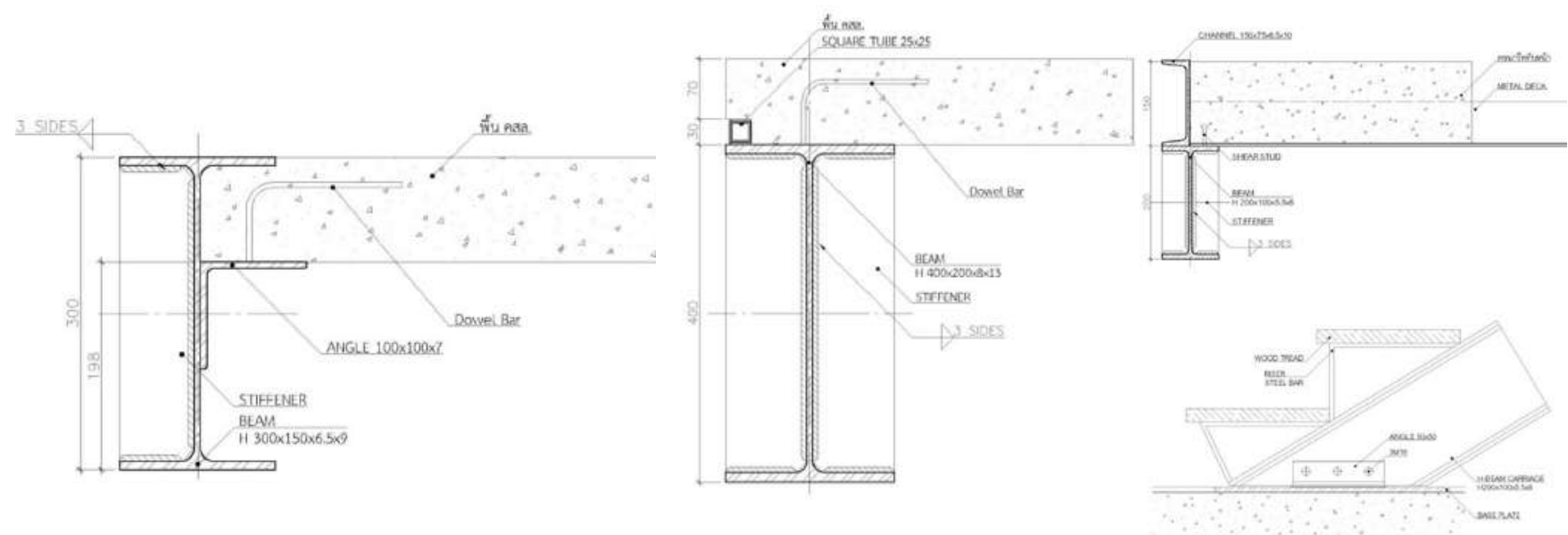
ข้อดี	ข้อเสีย
<p>ใช้กับโครงสร้างสำเร็จรูป งานถอดประกอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ติดตั้งง่าย</li> <li>มีสลักเกลียวและแหวนรองให้เลือก</li> <li>ให้ความรู้สึกมั่นคงแข็งแรง</li> </ul>	<p>แข็งแรงน้อยกว่าหมุดย้ำ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>หากโครงสร้างมีการสั่นสะเทือน อาจทำให้สลักคลาย (แก้ได้ด้วยสลักเกลียวชนิดพิเศษ)</li> <li>ใช้ความแม่นยำสูง เจาะแล้วเกลี่ยาก</li> <li>อุปกรณ์ประกอบที่ใช้จับยึดมีส่วนยื่น</li> </ul>

มีการวิบัติแบบฉีกขาด (Weld Shear Rupture) ไม่ว่ารอยเชื่อมจะรับแรง  
ประเภทใด และรับแรงได้น้อยลงเช่นกันหากต้องรับแรงเยื้องศูนย์กลาง

ตรวจสอบความแข็งแรงของ Base Metal ด้วย เพื่อให้มั่นใจว่า Base Metal มีความแข็งแรงไม่น้อยกว่าตัวรอยเชื่อม

<u>ข้อดี</u>	<u>ข้อเสีย</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• รอยต่อแบบยึดแน่น แข็งแรงมาก</li> <li>• ประกอบง่าย ประหยัด</li> <li>• รอยต่อเรียบ</li> <li>• ประณีต</li> <li>• เชื่อมรอยต่อได้ แม้อยู่ที่เข้าถึงยาก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เป็นรอยต่อถาวร</li> <li>• ใช้ไฟฟ้าในเชื่อม</li> <li>• มีแสงรบกวนระหว่างการเชื่อม</li> <li>• รอยเชื่อมเกิดสนิมได้</li> </ul>

องค์อาคารที่ต้องเจาะรู องค์อาคารที่มีรูเจาะอาจเกิดการวิบัติด้วยการคราก (Yielding) การฉีกขาด (Rupture) การวิบัติที่ผสมผสานกันระหว่างแรงดึงและแรงเฉือน (Block Shear) หรือการวิบัติที่รูเจาะ (Bearing/Tear-out)





วัสดุต่างชนิดมีการยึดหดต่างกัน

- วัสดุมีธรรมชาติของการรับกำลังต่างกัน เช่น
- คอนกรีตรับแรงอัดดี รับแรงดึงไม่ดี
- ไม้รับแรงอัดดีจากกับเสี้ยนได้ดี
- เหล็กรับแรงได้ดีทั้งแรงอัด แรงดึง แต่มีจุดอ่อนที่ความร้อนทำให้เกิดการแตกร้าวความสามารถในการรับแรงเปลี่ยนไป

ไม้ : ความชื้นเพิ่มขึ้น

- ความแข็งแรงของไม้ลดลง
- ความทนทานต่อแมลง และเห็ดราแย่ง
- ค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าลดลง
- ค่าการติดกาวแย่ง
- การนำความร้อนมากขึ้น

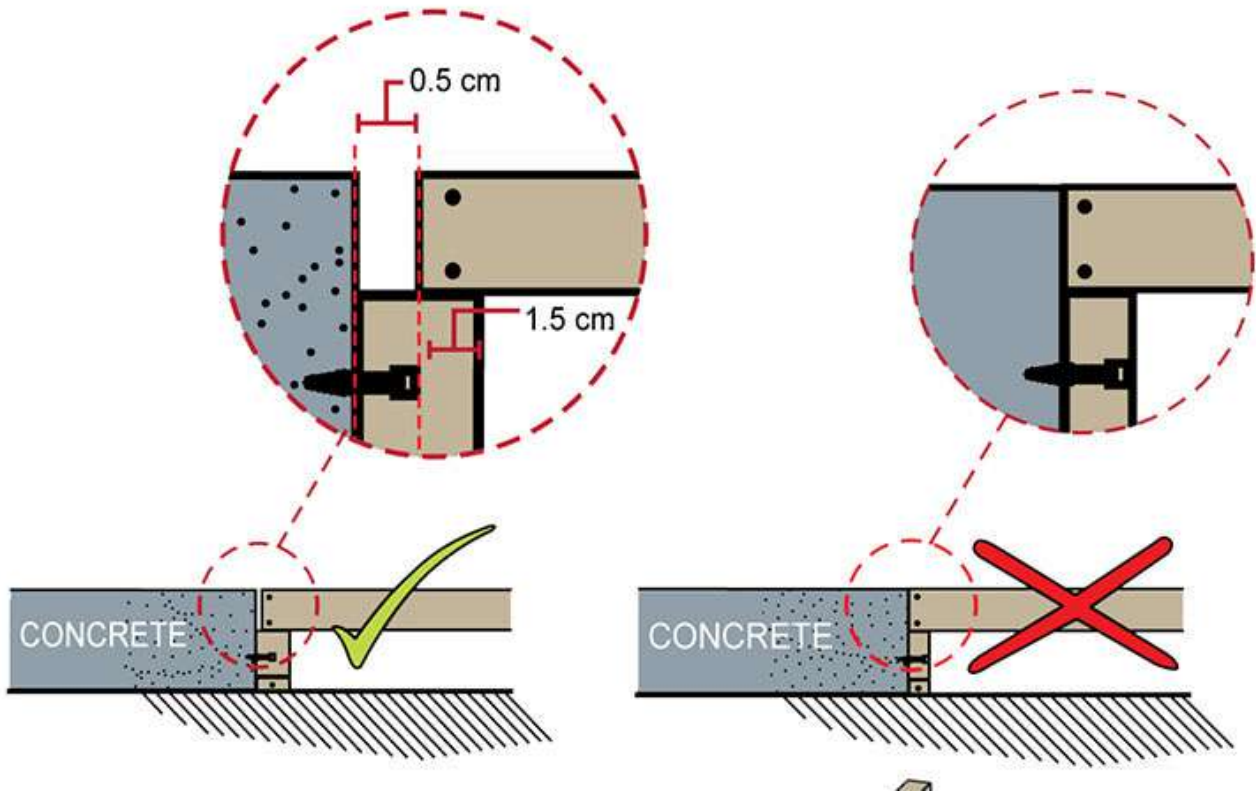
การหดตัว พองตัวขึ้นอยู่กับทิศทางตามลักษณะโครงสร้างของเนื้อไม้ (แนวรัศมี, แนวสัมผัส และตามยาว)

คอนกรีต

- รับแรงอัดสูง
- รับแรงดึงได้ต่ำ (ประมาณ 10% ของแรงอัด)
- ต้องเพิ่มเหล็กเส้นเพื่อช่วยรับแรงดึง
- ความสามารถในการรับแรงขึ้นอยู่กับอัตราส่วนผสม
- ใช้ระยะเวลาในการแข็งตัวนาน (28 วัน)
- มีการหดตัว

โลหะ

- อุณหภูมิและสภาพแวดล้อม ทำให้ความยาวของโลหะมีการยืดตัว 3-6 มิลลิเมตร ส่งผลต่อการเชื่อมรอยต่ออาคาร
- หากมีการเชื่อมโลหะทั้งทางตั้งและนอน โลหะจะยืดตัว 2 ทาง
- โลหะที่ขยายตัวทำให้รอยต่อมีการบิดงอหรือโค้งตัวได้
- วัสดุต่างชนิดเชื่อมกัน เกิดการขยายปริมาตรแตกต่างกัน
- จุดยึดรอยต่อควรมีช่องว่างที่วัสดุสามารถยึดหดได้ตามการคำนวณ โดยไม่เสียการรับแรง



ไม้ : เหล็ก

ไม้ : ยึดตัวด้านสกัดมากกว่าด้านยาว รับแรงอัดและแรงดึงได้ดี ขึ้นอยู่กับขนาดหน้าตัด และลักษณะการรับแรงของเสี้ยนไม้

เหล็ก : ขยายยึดตัวทุกทิศทาง ตามปริมาตร ด้านยาวยึดตัวมากกว่าด้านสกัด

การสร้างรอยต่อควรพิจารณาให้เหมาะสมกับการรับแรง สามารถรับแรงอัดแรงดึงได้ดี ขึ้นอยู่กับพื้นที่หน้าตัด โดยรับแรงอัดได้มากกว่า 2,000 กก./ตร.ซม. และรับแรงดึงได้มากกว่า 1,000 กก./ตร.ซม. ก่อนจะเสียกำลัง

รอยต่อ

เจาะร่องเสียบเหล็กไว้ในเนื้อไม้แล้วยึดวัสดุสองชนิดด้วยสกรูจากภายนอกให้แข็งแรง



ยึดตงไม้บนคานเหล็กสามารถใช้ตัวยึดไม้หรือเหล็กจากยึดคานและตงไม้ให้อยู่ในระดับเดียวกันได้ ด้วยการใช้**พุกฝังสำเร็จรูป**

ไม้ : คอนกรีต

ไม้ : ยึดตัวด้านสกัดมากกว่าด้านยาว รับแรงอัดและแรงดึงได้ดี ขึ้นอยู่กับขนาดหน้าตัด และลักษณะการรับแรงของเสี้ยนไม้

คอนกรีตเสริมเหล็ก : หดตัวทุกทิศทางในระหว่างการขึ้นรูป แต่จะขยายตัวเมื่อโดนความร้อนในระหว่างการใช้งาน เป็นวัสดุที่เมื่อมีการขึ้นรูปแล้วจะปรับเปลี่ยนลักษณะการรับแรงได้ยากในบริเวณที่มีการรับแรงดึงจะออกแบบให้มีเหล็กเสริมมาก

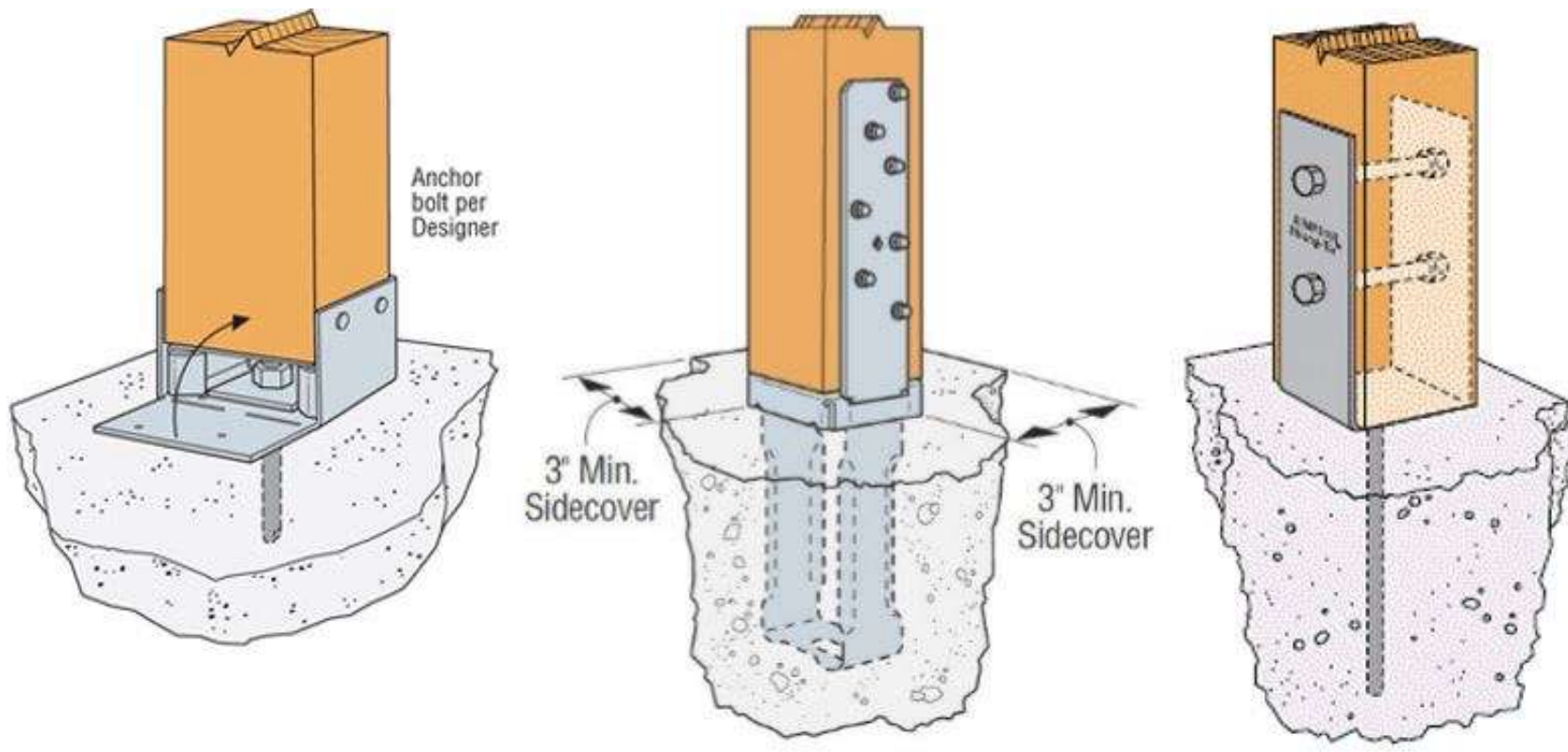
รอยต่อ : ไม่สามารถเชื่อมต่อกันได้โดยตรง

ใช้**สกรูสำหรับงานปูน**เพื่อยึดติด และ**เหล็กประทับ**เพื่อช่วยยึดไม้และคอนกรีต หากเจาะยึดคอนกรีตด้วยสกรูจะต้องมีการ**ฝังพุก**เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานในการยึดเกาะเสมอ



อเสคอนกรีตเสริมเหล็กหรือเสาคอนกรีตเสริมเหล็กที่มีหูช้างสำหรับวางอเสไม้

ออกแบบบ้ำคอนกรีตเพื่อรองรับหน้าตัดไม้ได้เต็มพื้นที่ แล้วใช้สกรูเพื่อให้ง่ายต่อการยึดเกาะ รอยต่อมีความแข็งแรงมากขึ้น



ปัญหาของรอยต่อจากวัสดุหลายชนิด

- วัสดุที่มีการยึด หด ไม่เท่ากัน ทำให้เกิดสนิมที่รอยต่อง่าย และมีการรั่วซึม
- สำหรับโครงสร้างเหล็ก หากไม่ทาสีกันสนิมในรอยต่อเหล็กจะทำให้ขึ้นสนิมง่าย เสียกำลังรับแรง
- การใช้วัสดุไม้ไม่ควรให้โดยฝนและแดดโดยตรงเนื่องจากจะผุและเสื่อมสภาพง่าย
- คอนกรีตเสริมเหล็ก มีแต่การหดตัว ข้อดีคือการเสื่อมสภาพต่ำ แต่มีจุดอ่อนคือรอยต่อ

ข้อควรระวัง

- การเปลี่ยนรูปของวัสดุ จากสภาพและเหตุต่างๆ เช่น ความแข็งตัวของขนาดน้ำหนักบรรทุก วิธีการบรรทุก น้ำหนัก ความยาวของวัสดุ ขนาดหน้าตัด อุณหภูมิ การเปียกน้ำ การสั่นสะเทือน
- ความอิสระจากแรงบางอย่าง
- การเปลี่ยนแปลงของรูปด้านและรูปหน้าตัด
- ความไม่เข้าใจของสถาปนิกต่อพฤติกรรมของวัสดุเมื่อรับน้ำหนัก
- การดึง การอัด การเฉือน การดัดการบิด
- ความไม่เข้าใจของสถาปนิกต่อความแข็งแรงปลอดภัยของวัสดุ



- กำแพงกระจกขนาดใหญ่
- ป้องกันการซึมผ่านของอากาศและน้ำ
  - รองรับกำลังน้ำหนักบรรทุกที่ตายตัวของตัวเอง
  - ยึดแขวนเข้ากับโครงสร้างของอาคารบริเวณหน้าคาน
  - ติดตั้งแผ่นกระจกเข้ากับโครงเหล็กหรืออะลูมิเนียม

ประเภทของ CURTAIN WALL

- ตามประเภทการติดตั้งได้เป็น 3 รูปแบบ ดังนี้
- แบบธรรมดา (CONVENTIONAL SYSTEM)
  - แบบ 2 - SIDED
  - แบบ 4 - SIDED



ประเภทกระจก

- กระจกลามิเนต (LAMINATED GLASS)
- กระจกอีทสเตรงค์เท่น (HEATSTRENGTHENED GLASS)

คุณสมบัติเด่น CURTAIN WALL – GLASS WALL

- การก่อสร้างทำได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย
- ผนังมีน้ำหนักเบา ช่วยประหยัดราคาโครงสร้าง
- ให้ความสวยงามทันสมัย ช่วยสร้างอัตลักษณ์เด่นให้กับตัวอาคาร
- ดูแลทำความสะอาดได้ง่าย ด้วยการใช้น้ำกระเชาฉีดน้ำในการเลื่อนขึ้นลงสำหรับทำความสะอาด เช่น ตึกสูงทั่วไป
- สามารถรับแรงดันลมในที่สูง และดูดซับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวได้
- ป้องกันการซึมผ่านของอากาศ และน้ำ
- เมื่อซิลิโคน ซีล เกิดรอยร้าว จะสามารถสังเกตเห็น และแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ง่าย และถูกจุด
- ให้ความปลอดโปร่ง แสงสว่างผ่านได้อย่างเหมาะสม สามารถมองเห็นทัศนียภาพภายนอกได้ชัดเจน

ข้อควรระวัง

การรั่วซึม การถ่ายเทความร้อน ซิลิโคน ซีล หรือ ยานวจะมียอายุจำกัด ต้องมีการเปลี่ยนตามอายุการใช้งาน

GLASS WALL

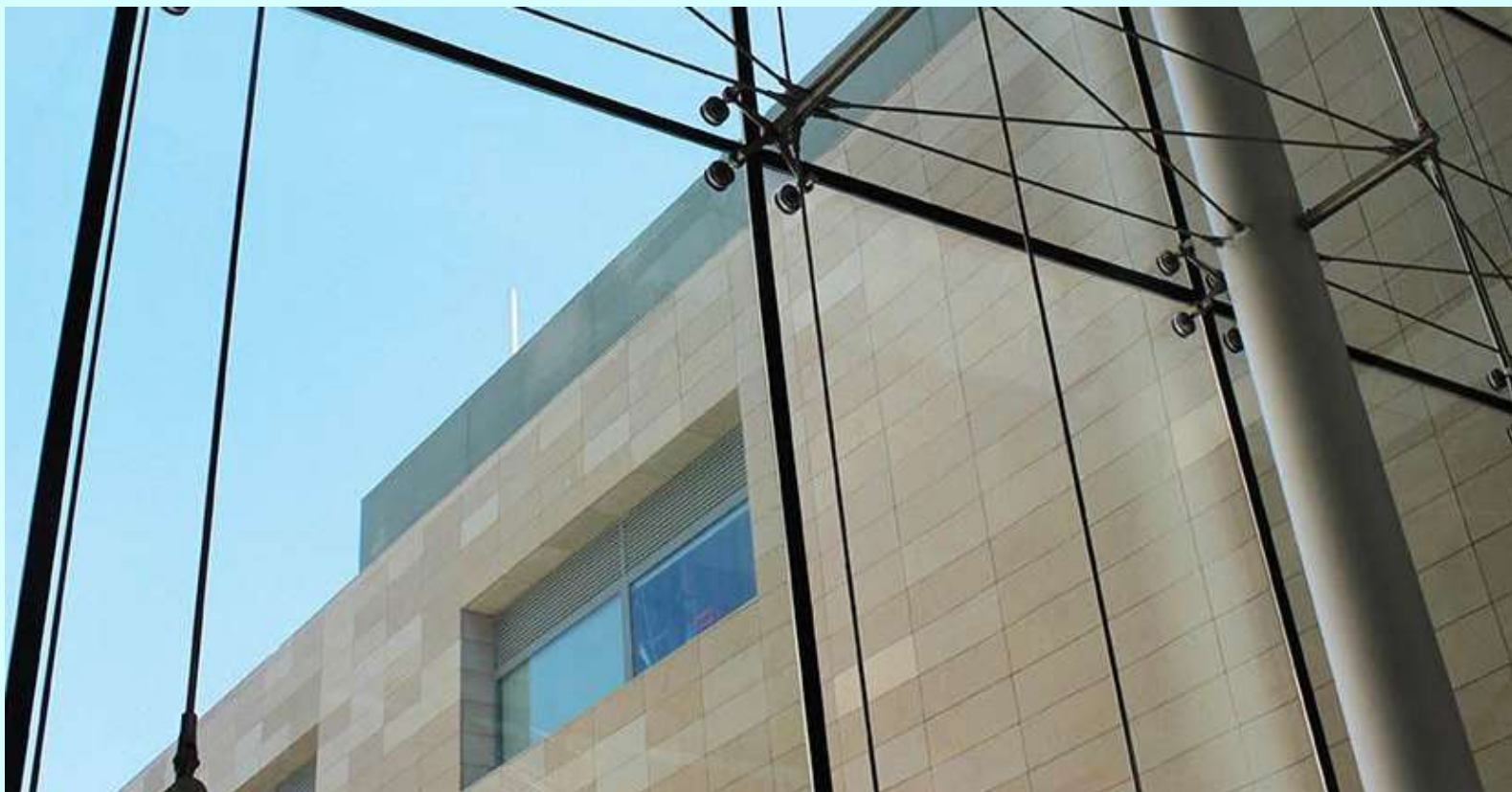
- ผนังกระจก มีโครงสร้างรับน้ำหนักของตัวเอง
- ประกอบด้วยระบบกระจกและระบบโครงสร้าง
- ทำหน้าที่ห่อหุ้มตัวอาคาร
- ทำให้พื้นที่ภายในกับภายนอกอาคารมีความเชื่อมต่อกัน
- ให้มุมมองโปร่งโล่ง

ประเภท

- โครงสันกระจก (GLASS RIB SYSTEM)
- โครงสร้างเหล็ก (STEEL STRUCTURE SYSTEM)
- โครงสานเหล็กรับแรงดึง (TENSION ROD SYSTEM)
- โครงเคเบิลซึง (CABLE NET SYSTEM)

ทางเดียว

สองทาง





- สถาปัตยกรรมที่เน้นการใช้งานเชิงฟังก์ชัน มีความเป็นทางการ  
FACADE จะออกมาเรียบง่าย PATTERN การออกแบบที่ไม่ซับซ้อนมากนัก เช่น อาคารสำนักงาน อาคารทางศาสนา หรือ อาคารราชการส่วนใหญ่
- สถาปัตยกรรมที่เน้นการใช้งานเชิงพาณิชย์ / อาคารสาธารณะ  
เรียบง่ายกลางๆ ไปจนถึงระดับที่หวือหวาน่าตื่นตาตื่นใจ สร้างอัตลักษณ์ ICONIC BUILDING เช่น อาคารสำนักงาน ออฟฟิศ โรงแรม ศูนย์การค้า สนามกีฬาขนาดใหญ่ หรือ อาคารสูงระฟ้า ฯลฯ
- สถาปัตยกรรมที่พักอาศัย  
เรียบง่ายไปจนถึงระดับกลางๆ ไม่หวือหวา คำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้งาน สะดวกต่อการดูแล เช่น บ้าน ทาวน์เฮ้าส์หรือ คอนโดมิเนียม

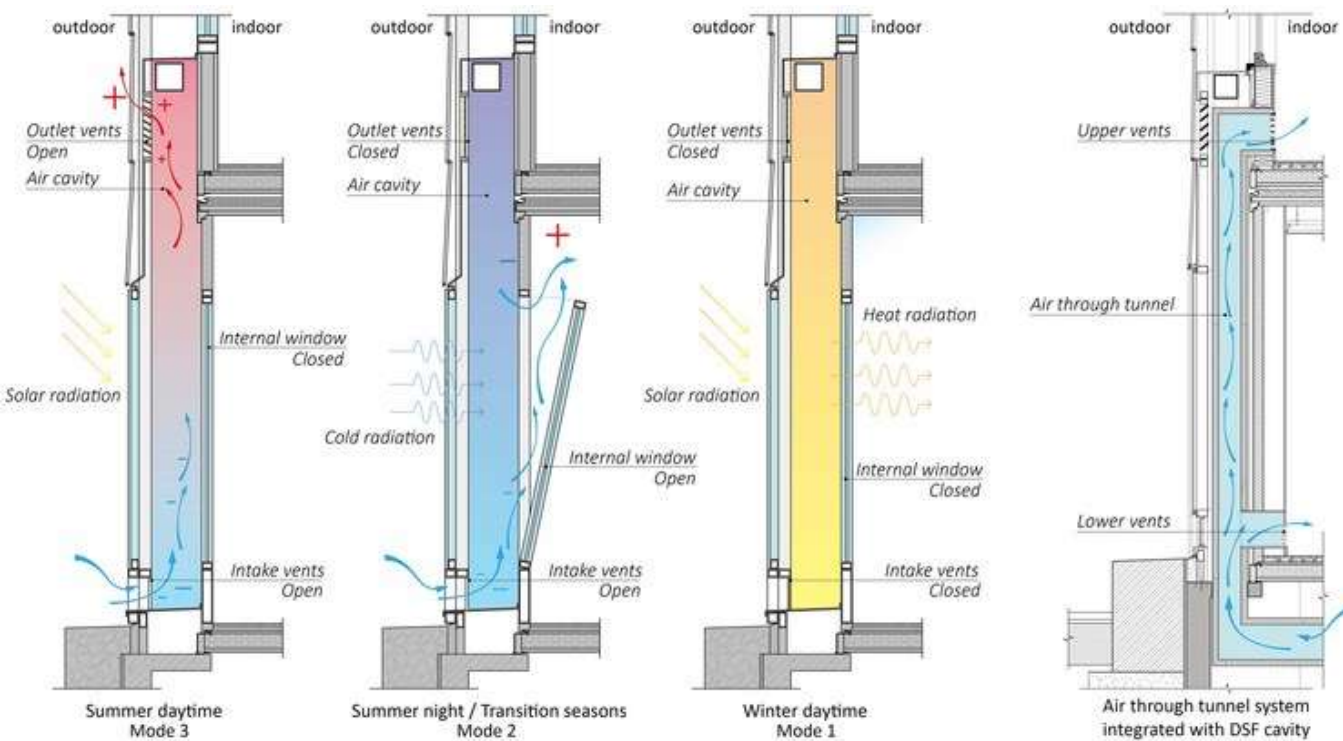
การเลือกรูปแบบ FACADE คำนึงถึง

1. ความสวยงาม
2. ประโยชน์ใช้สอย
3. ความคงทน
4. ความน่าเชื่อถือ

ประเภทของ FACADE

1. DOUBLE-SKIN FACADE

- เป็นผนังสองชั้น กรุหรือหุ้มด้วย FACADE ภายนอก
  - ติดตั้งโดยเว้นระยะออกจากผนังภายในเล็กน้อย
  - ใช้กับอาคารขนาดใหญ่ เช่น ตึกกระจกสูง อาคารสาธารณะ
  - โครงสร้างที่เป็นเหล็ก /อลูมิเนียมยึดวัสดุที่ติดติดกับ
  - วัสดุที่นิยมใช้ เช่น อิฐ ,ระแนงไม้ ,บล็อก ,ตะแกรงเหล็ก ,แผ่นอะลูมิเนียมเคลดดิ้ง ,ระแนงอลูมิเนียม ,กระจก ,แผ่นอะคริลิก ,สวเนวตัง
- รวมไปถึงระบบผนัง CURTAIN WALL สำหรับอาคารสูง



2. BUILDING FORM FACADE

- ผนังและเปลือกอาคารในองค์ประกอบเดียวกัน เป็นส่วนหนึ่งของอาคารอย่างชัดเจน วัสดุที่กลมกลืนไปกับวัสดุหลักของอาคาร
- รูปทรงจะเน้นการเล่นกับรูปทรงของอาคารแบบเพียวๆ โดยเน้นองค์ประกอบที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกับระนาบผนังอาคาร เช่น ช่องเปิด กันสาด หรือ ระเบียง

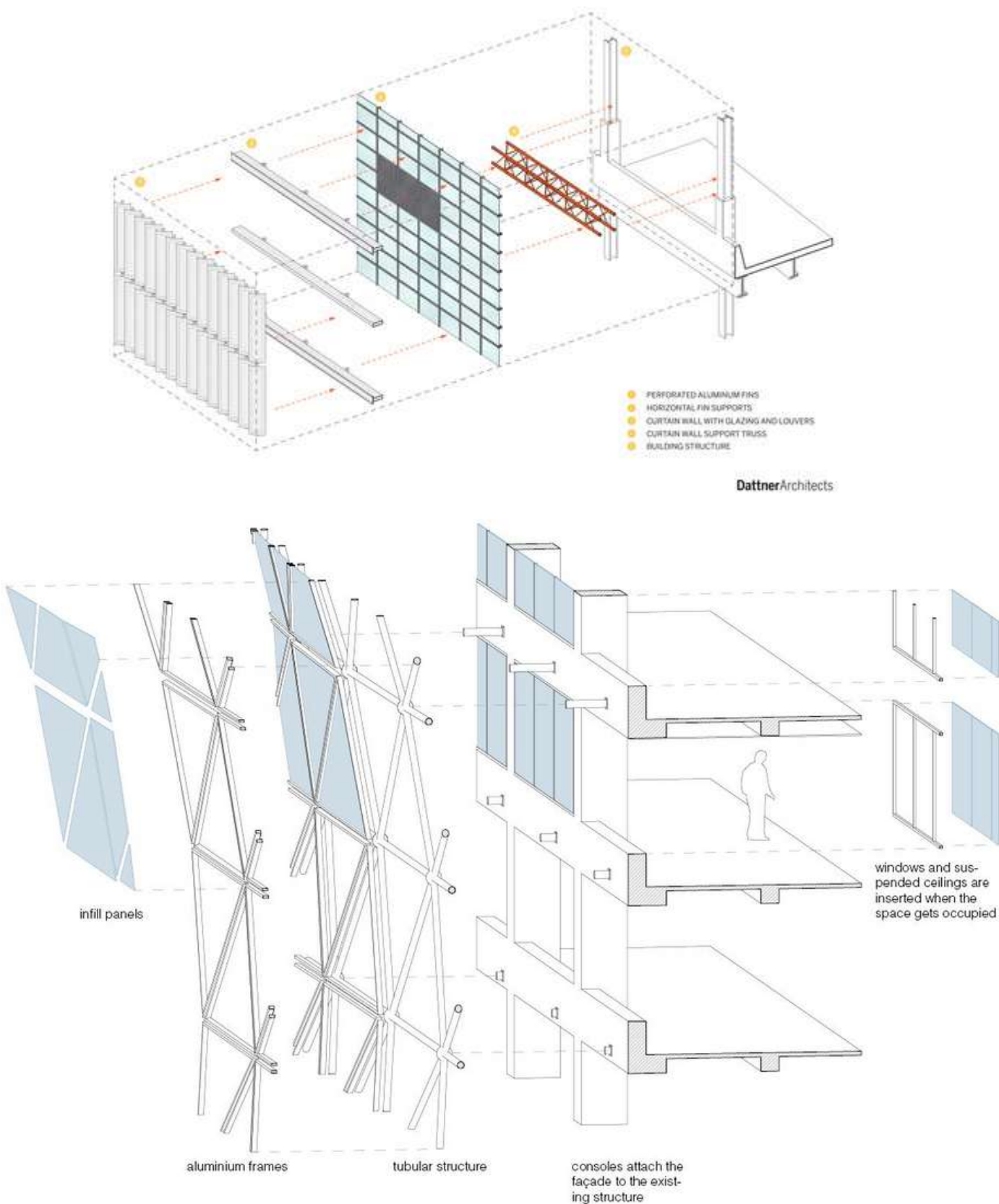


ประโยชน์ของ FACADE

- ลดความร้อน ฝุ่น
- กันการเสื่อมสภาพโครงสร้างอาคาร
- ช่วยควบคุมแสงสว่างจากภายนอก
- ช่วยประหยัดพลังงานภายในอาคาร
- ช่วยให้การไหลเวียนของอากาศมีความสมดุล ด้วยรูปแบบเปลือกอาคารแบบสองชั้น
- สร้างสุนทรียศาสตร์ทางด้านรูปทรงให้กับงานสถาปัตยกรรม

โครงสร้างและการติดตั้ง

ขึ้นอยู่กับประเภทและขนาดของวัสดุกรุผิว รวมไปถึงน้ำหนักรวมของทั้งระบบ FACADE พิจารณาเรื่องของการฝากน้ำหนักโครงสร้างรับแรงตนเอง หรือถ่ายแรงกับโครงสร้างอาคาร



วัสดุสำหรับทำ FACADE คำนึงถึงปัจจัยหลายๆ ด้าน ทั้งสภาพแวดล้อม ความเหมาะสม รวมไปถึงประเภทการใช้งานของอาคาร

1. โลหะ (METAL)  
อลูมิเนียม/สแตนเลสสตีล ดัดโค้งทำลายพิเศษได้ ทนทาน เบา
2. กระจก (GLASS)  
นิยมใช้กับเฟรมโลหะเพื่อทำการเชื่อมต่อและยึดติดกัน มีสีจากการเคลือบโลหะ ให้เอฟเฟกต์ทั้งภายนอกและภายใน
3. เซรามิก (CERAMIC)  
EARTHENWARE,STONEWARE, PORCELAIN  
ทนน้ำ เหมาะกับที่เปียก นิยมใช้ TERRACOTTA มีแบบเคลือบเงาและไม่เคลือบเงา มีสีสันทากหลาย
4. คอนกรีต (CONCRETE)  
คงทนต่อสภาพภูมิอากาศ ออกแบบรูปร่างได้อย่างอิสระ เสริมแรงได้โดยการอัดแรง หรือเสริมใยแก้ว (FIBER GLASS REINFORCED CONCRETE: GRC) ยึดหุ่ยน เบา แข็งแรง
5. วัสดุแบบผสม (HYBRIDS)  
เล่นลวดลาย และให้ความรู้สึกที่แตกต่างกันตามชนิดของวัสดุ ควรระวังรอยต่อของวัสดุที่ต่างชนิดกัน อาจมีรอยร้าวหรือแตกร้าวได้



เป็นการปลูกพืช/จัดสวนบนหลังคา เพื่อดึงธรรมชาติเข้ามาไว้ในอาคาร เป็นพื้นที่พักผ่อน สร้างบรรยากาศ ป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

- INTENSIVE ROOF GARDEN สวนแบบใช้สอย
  - น้ำหนัก 1,500 – 3,000 กิโลกรัม/ตารางเมตร
- EXTENSIVE ROOF GARDEN สวนแบบไม่ใช้สอย
  - น้ำหนัก 300 – 1,000 กิโลกรัม/ตารางเมตร
  - ปลูกพืชชนิดพืชคลุมดิน/อวนน้ำ/ทนแล้ง ลดการดูแลและค่าใช้จ่าย

- ส่วนประกอบของ ROOF GARDEN**
1. พื้นหลังคาคอนกรีต (CONCRETE SLAB)
  2. วัสดุกันซึม (WATERPROOF MEMBRANES)
  3. แผ่นคอนกรีตกันทะลุ(CONCRETE PROTECTIVE SLAB)
  4. ชั้นระบายน้ำ (DRAINAGE MEDIUM)
  5. แผ่นใยกรองดิน (FILTER FABRIC)
  6. ดินปลูก (PLANTING MEDIA)
  7. วัสดุปิดผิว (TOP DRESSING)



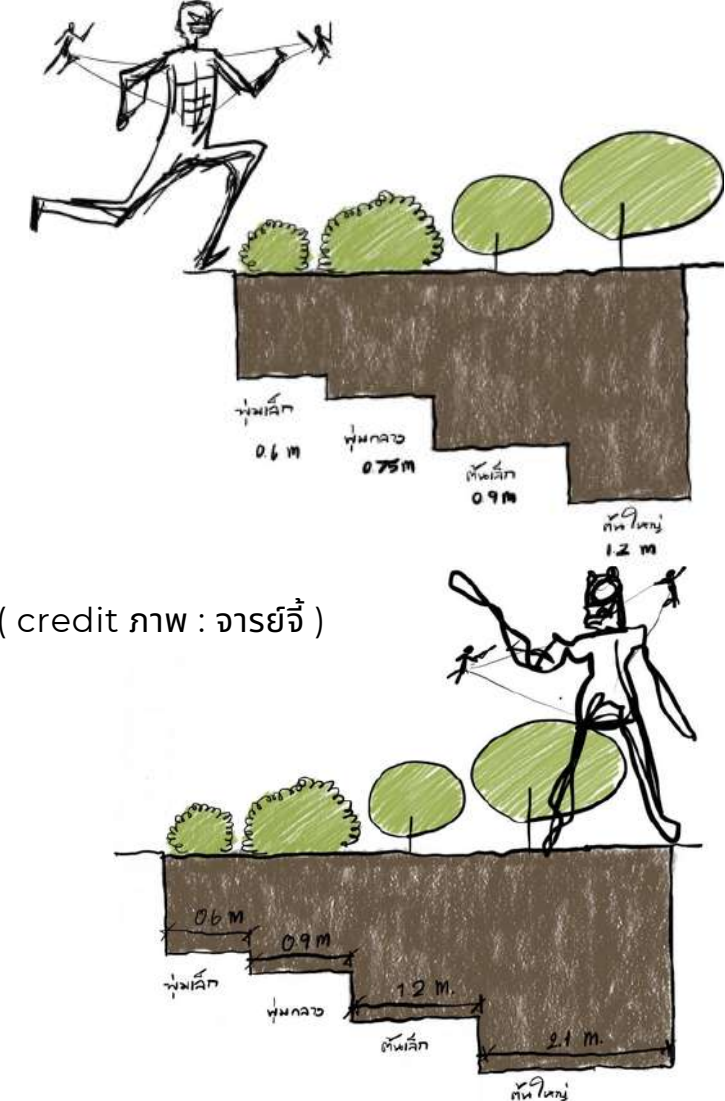
**พืชพันธุ์ (PLANTS AND PLANTING)**

ข้อควรพิจารณา

- น้ำหนักพืช และขนาดต้น
- ความสูง ราก และกิ่งไม้
- ทนแล้งและน้ำท่วมขัง
- ทนต่อการตัดแต่ง

ต้นไม้ขนาดเล็กความสูง 3.0 – 4.5 เมตร

ต้นไม้ขนาดใหญ่ ความสูง 6.0 – 7.6 เมตร



- ประโยชน์**
- ลดปริมาณน้ำฝนที่จะไหลลงท่อระบายน้ำ
  - สร้างออกซิเจน
  - ช่วยจับและกรองฝุ่น เปลี่ยนให้เป็นดิน
  - พื้นที่พักผ่อน/ใช้ประโยชน์ด้านอื่น เช่น ปลูกผัก
  - สุนทรียภาพ ส่งเสริมคุณภาพสภาพแวดล้อม

- ปัญหา**
- รั่วซึม
  - ถ้าน้ำหนักมากอาจทำให้โครงสร้างทรุดตัว
  - ต้องบำรุงรักษาสม่ำเสมอ
  - รากไม้ชอนไชโครงสร้าง
  - กิ่งก้าน ใบ พืชรบกวนอาคารข้างเคียง
  - ต้องตรวจสอบท่อระบายน้ำสม่ำเสมอ กันเศษดินอุดตันท่อ
  - ไม่ควรใช้ท่อระบายน้ำที่เป็นสนิมได้ จัดวางระดับท่อให้ลึกกว่า 20 ซม.

- 1. พื้นหลังคาคอนกรีต (CONCRETE SLAB)**

โครงสร้างระบบคอนกรีตเสริมเหล็ก (REINFORCE CONCRETE SLAB) ประเภทเสาและคาน ผนังหลุมปลูกแยกโครงสร้างออกจากกำแพงกันตกด้านหน้า แยกโครงสร้างออกจากอาคารสูง
- 2. วัสดุกันซึม (WATERPROOF MEMBRANES)**
  1. วัสดุกันซึมแบบแผ่น (SINGLE-PLY ROOF MEMBRANES)
  2. วัสดุกันซึมแบบเหลว (FLUID-APPLIED MEMBRANES)
  3. น้ำยากันซึม (WATER PROOFER)
- 3. แผ่นคอนกรีตกันทะลุ(CONCRETE PROTECTIVE SLAB)**
  - เป็นตัวขวางกั้นป้องกันวัสดุของชั้นระบายน้ำ เช่น เศษหิน เศษอิฐ เข้ามาปนกับวัสดุกันซึม
  - กันการทะลุของรากพืชสู่ชั้นวัสดุกันน้ำซึม
  - มักหล่อให้เป็นผิวเรียบหนาประมาณ 6.5 – 10 ซม.
  - ลาดเอียงประมาณ 0.5 ซม./ฟุต เพื่อระบายน้ำ
- 4. ชั้นระบายน้ำ (DRAINAGE MEDIUM)**

วัสดุที่นิยมใช้คือ ก้อนกรวด เศษกระเบื้องแตก เศษอิฐเศษหิน ระบายน้ำได้ดีและราคาถูก

ชั้นระบายน้ำแบบพลาสติก GRASS-CELL : เบา ระบายน้ำดี แข็งแรง ทนแดด ทนน้ำท่วมขัง

  - ระบบระบายน้ำแนวราบและระบายน้ำด้วยท่อรูปวงรี
  - ระบบระบายน้ำแนวตั้งโดยมีท่อรูปวงรี

รูระบายน้ำ : ช่องท่อกลมฝาเรียบ , ช่องท่อแบบฝาโดม กันใบไม้หรือเศษซากไม้อุดตันปากท่อได้ดี
- 5. แผ่นใยกรองดิน (FILTER FABRIC)**
  - ตาข่ายมุ้งลวดพลาสติกซ้อนกัน
  - ผ้าจีโอเทกไทล์ (GEOTEXTILE) : เอนก้าเดรน (ENKADRAIN), จีโอเทค (GEOTECH)
  - แผ่นใยกรองดินพื้นผ้าสักริมหรือสีเทา
- 6. ดินปลูก (PLANTING MEDIA)**
  1. การใช้วัสดุปลูกธรรมชาติ
  2. วัสดุปลูกสังเคราะห์

วัสดุหุ้บ : สโตร์โฟม เปลือกมะพร้าว
- 7. วัสดุปิดผิว (TOP DRESSING)** หนาประมาณ 1.0 ซม. กันความร้อน รักษาความชื้น

**ระบบการให้น้ำ (IRRIGATION SYSTEM)**

1. การให้น้ำโดยฉีดด้วยสายยาง
2. การให้น้ำด้วยระบบสปริง
- SPRINKLER IRRIGATION
3. การให้น้ำด้วยระบบน้ำหยด
4. ระบบน้ำในกระถางปลูกสำเร็จรูป
- กระถางระบบซีเครทซีรี่ย์สแฟลนก์เตอร์
- กระถางระบบโมนาแฟลนก์
5. ระบบอื่นๆ





- ผนังภายนอก ควรเลือกด้านที่ได้รับแสงแดดเกือบตลอดทั้งวัน ฉาบปูนผสมสารกันซึมให้ทั่วผนัง ไม่ควรใช้ไม้เป็นโครงสร้าง อาจเกิดเชื้อรา
- คำนึงถึงความต้องการแสงแดดของพืช และจัดวางให้โดนกับแสงอย่างเหมาะสม เลือกพรรณพืชให้เหมาะสมกับสภาพอากาศ และเหมาะกับการปลูกในร่ม

เจริญเติบโตค่อนข้างช้า ขนาดไม่ใหญ่เกินไป

- วัสดุปลูก ควรใช้วัสดุที่เก็บความชื้นดีพอสมควร ไม่อมน้ำเกินไป



โครงสร้างช่วงพาดกว้าง หรือ โครงสร้างช่วงยาวเป็นโครงสร้างที่เหมาะสมกับอาคารที่ต้องการพื้นที่การใช้งานขนาดใหญ่ มีฟังก์ชันการใช้งานที่หลากหลายและไม่บดบังทัศนียภาพภายในอาคาร

จุดเด่นของโครงสร้างช่วงพาดยาว

- สามารถสร้างพื้นที่ช่วงยาวหรือคลุมเนื้อที่ได้กว้างกว่าโครงสร้างทั่วไป
- ทำให้พื้นที่ภายในโล่ง จัดพื้นที่การใช้งานได้ง่าย
- สร้างความต่อเนื่องสำหรับกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร
- โครงสร้างช่วงพาดยาวบางประเภทอาจประหยัดโครงสร้างกว่าโครงสร้างแบบธรรมดาทั่วไป (ไม่ต้องใช้เสาจำนวนมาก)

อาคารที่เหมาะสมสำหรับโครงสร้างช่วงพาดยาว

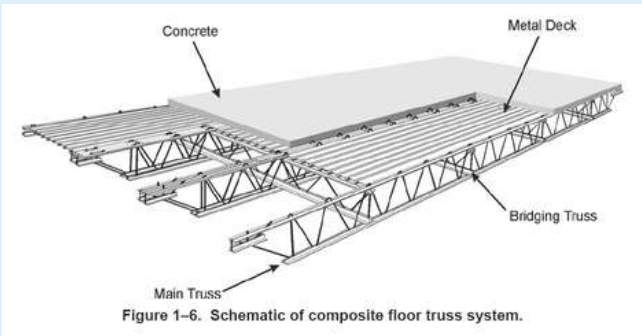
- อาคารหอประชุม และโรงมหรสพขนาดใหญ่
- สนามกีฬาในร่ม และสนามกีฬากลางแจ้งขนาดใหญ่
- สนามบิน ,สถานีรถไฟ และสถานีขนส่ง
- ห้องโถงนิทรรศการ
- โรงงานอุตสาหกรรม
- ศูนย์จัดแสดงสินค้า
- ศูนย์การค้า
- อาคารสูง
- โดมอเนกประสงค์

ประเภทของโครงสร้างช่วงพาดยาว

- พื้นช่วงพาดกว้าง
- คานช่วงยาว
- โครงสร้างหลังคาช่วงพาดกว้าง
- โครงสร้างที่คลุมเนื้อที่ขนาดใหญ่ ทำหน้าที่เป็นทั้งผนังและหลังคาหรือพื้น

พื้นช่วงพาดยาว

- RIBBED SLAB
- PRESTRESSED CONCRETE FLOORING SYSTEM
- CELLULAR FLOOR SYSTEM
- SPACE FRAME FLOORING SYSTEM



คานช่วงยาว

- PRESTRESSED CONCRETE BEAM
- CASTELLATED BEAM
- WELDED PLATE GIRDER
- BOX BEAM OR BOX GIRDER
- TRUSS AND SPACE TRUSS GIRDER
- STAGGER TRUSS
- VIERENDEEL BEAM



โครงสร้างหลังคาช่วงพาดยาว

- PORTAL FRAME
- ARCH, VAULT, DOME
- SHELL, THIN SHELL
- REINFORCED SKEW GRID
- TRUSS AND SPACE FRAME
- PNEUMATIC STRUCTURES
- FOLDED PLATE STRUCTURES
- PRESTRESSED CONCRETE ROOD STRUCTURES
- CABLE STRUCTURES, SUSPENSION STRUCTURES



โครงสร้างที่คลุมเนื้อที่ขนาดใหญ่

ซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งผนังและหลังคา หรืออาจรวมพื้นเข้าด้วยกัน

- VAULT : BARREL VAULT, BRACED BARREL VAULT, LAMELLA VAULT
- DOME : GEODESIC DOME, BRACED DOME
- THIN SHELL, CORRUGATED SHELL
- SPACE FRAME, SPACE TRUSS, DOUBLE LAYER SPACE STRUCTURE
- PNEUMATIC STRUCTURE



รูปแบบโครงสร้างช่วงพาดยาว

จำแนกได้ตามลักษณะโครงสร้าง และการรับและถ่ายแรงของชิ้นส่วนโครงสร้าง ซึ่งโครงสร้างนั้นอาจจะสามารถทำหน้าที่เป็นองค์ประกอบของอาคารได้ในหลายองค์ประกอบ เช่น โครงถัก สามารถทำหน้าที่รับน้ำหนักโครงสร้างช่วงพาดยาวได้ทั้งคานพื้น และหลังคา

- โครงถัก (TRUSS STRUCTURES)
- โครงสร้างคอนกรีตอัดแรง (PRESTRESSED CONCRETE)
- โครงสร้างรูปโค้ง (ARCH)
- โวลท์ (VAULT)
- โดม (DOME)

- โครงสร้างคอนกรีตเปลือยกบาง (THIN SHELL)
- โครงสร้างแบบแผ่นพับ (FOLDED PLATE)
- โครงสร้างแขวนหรือโครงขึง (SUSPENSION, CABLE)
- โครงสร้างแบบเต็นท์หรือแผ่นผ้าใบ (FABRIC TENTS, MEMBRANE STRUCTURES)
- โครงสร้างแบบอัดอากาศหรือแบบลูกโป่ง (PNEUMATIC STRUCTURES)
- โครงสร้างแบบผสม (MIXED, COMBINED, HYBRID STRUCTURES)
- โครงสร้าง SPACE FRAME, SPACE TRUSS, DOUBLE LAYER SPACE STRUCTURE



โครงถัก (TRUSS STRUCTURES)

- โครงถัก / โครงข้อหมุน เป็นโครงสร้างที่เกิดจากการนำเอาชิ้นส่วนวัสดุมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นโครงสร้างรูปทรงสามเหลี่ยม
- มีจันทัน และข้อ เป็นเฟรมภายนอกที่จะเป็นตัวกำหนดขนาดของโครงสามเหลี่ยมที่อยู่ภายใน
- โครงสร้างมีเสถียรภาพมาก
- สามารถถ่ายแรงเฉือน แรงตามแนวแกน โมเมนต์ดัดให้กับได้ทั่วถึง
- จุดรองรับแบบยึดตายตัว (FIXED) แบบหมุนได้ (HINGES) และแบบเลื่อนได้ (ROLLER)
- มีน้ำหนักเบา รับน้ำหนักได้มาก

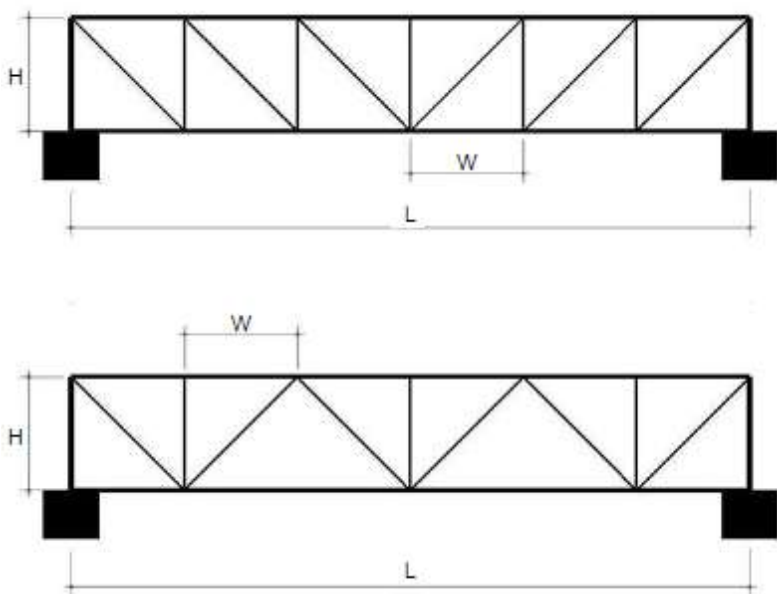
วัสดุ

- เหล็กรูปพรรณรีดร้อน (HOT ROLLED STRUCTURAL STEEL)
  - ต้านทานก.ดัดโค้ง (BENDING) ก.บิด (TWISTING) ดี
  - เหมาะกับงานก่อสร้างสถาปัตยกรรมขนาดใหญ่
- เหล็กรูปพรรณรีดเย็น (COLD FORMED STRUCTURAL STEEL)
  - เหล็กท่อนกลมดำ เหล็กตัวซี เหล็กกล่องเหลี่ยมและแบน
  - ใช้ในงานสถาปัตยกรรมได้ตั้งแต่ขนาดเล็ก ขนาดกลางไปจนถึงขนาดใหญ่ได้ (ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเหล็กประเภทนั้นๆ)

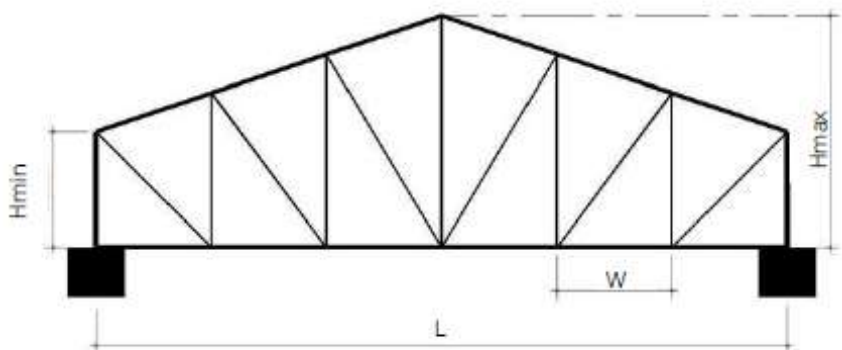
รูปแบบโครงถัก

- โครงถักแบบท้องเรียบ (ความลึกเท่ากันตลอดทั้งความยาว)
- โครงถักแบบจั่ว (ชนิดมีความลึกที่ปลาย)
- โครงถักแบบจั่ว (ชนิดไม่มีความลึกที่ปลาย)

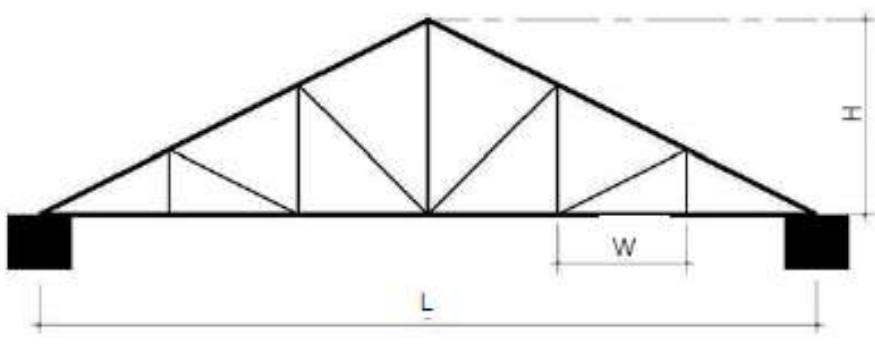
- โครงถักแบบเรียบ (มีค.ลึกเท่ากันตลอดค.ยาว)
- กรณีระยะ L มีค่าน้อยกว่า 20 ม.
    - ค่า H อาจใช้ไม่เกิน 0.05L
    - ค่า W อาจใช้ไม่เกิน 0.05L
  - กรณีระยะ L มีค่ามากกว่า 20 ม.
    - ค่า H อาจใช้ตั้งแต่ 0.05L แต่ไม่เกิน 0.08L
    - ค่า W อาจใช้ตั้งแต่ 0.05L แต่ไม่เกิน 0.08L



- โครงถักแบบจั่ว (ชนิดมีความลึกที่ปลาย)
- กรณีระยะ L มีค่าน้อยกว่า 20 ม.
    - ค่า HMAX ไม่เกิน 0.04L
    - ค่า HMIN ไม่เกิน 0.02L
    - ค่า W ไม่เกิน 0.04HMAX
  - กรณีระยะ L มีค่ามากกว่า 20 ม.
    - ค่า HMAX ตั้งแต่ 0.04L ไม่เกิน 0.06L
    - ค่า HMIN ตั้งแต่ 0.02L ไม่เกิน 0.03L
    - ค่า W ตั้งแต่ 0.6HMAX ไม่เกิน 0.9HMAX



- โครงถักแบบจั่ว (ชนิดไม่มีความลึกที่ปลาย)
- กรณีระยะ L มีค่าน้อยกว่า 20 ม.
    - ค่า H ไม่เกิน 0.08L
    - ค่า W ไม่เกิน 0.4HMAX
  - กรณีระยะ L มีค่ามากกว่า 20 ม.
    - ค่า H ตั้งแต่ 0.08L ไม่เกิน 0.12L
    - ค่า W ตั้งแต่ 0.4HMAX ไม่เกิน 0.6HMAX



โครงข้อแข็ง 3 มิติ (SPACE FRAME)

- มีลักษณะ PATTERN ที่เลียนแบบธรรมชาติ เช่น รังผึ้งสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม เป็นต้น นำมาต่อกันเป็นพื้นเฟรมขนาดใหญ่จนอาจมีรูปทรงคล้ายโครงสร้างอะตอม
- มีจุดรับน้ำหนักตามมุม
- มี NODE ทำหน้าที่รับและกระจายแรงไปยังชิ้นส่วนต่างๆ
- มีลักษณะเป็นเฟรมโครงสร้างแบบแผ่ (มีขนาดความยาวและความกว้างที่ค่อนข้างมาก) ที่ถูกวางปกคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่

ส่วนประกอบหลัก

- NODE รับ และถ่ายเทน้ำหนักไปในทิศทางต่างๆ
- PIPE OR TUBE MEMBER ส่วนของท่อ ส่วนค.ยาวโครงสร้าง
- SLEEVE คือ ส่วนต่อเชื่อมระหว่าง NODE และ PIPE
- DRIFT คือ หมุดยึดเชื่อมต่อชิ้นส่วนให้เป็นโครงสร้างอิสระ 3 มิติ

วัสดุ : เหล็ก เนื่องจากมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักที่ดีมีความคงทน และมีความยืดหยุ่นและรับการบิดได้



โครงสร้างแบบระนาบโครงถัก 3 มิติ (SPACE TRUSS)

- ประกอบจากชิ้นส่วนย่อย เชื่อมต่อเข้าหากันด้วยจุดยึดหมุนได้ (HINGES) มีลักษณะเป็นรูปร่างแบบโครงสามเหลี่ยม (TRIANGULATED PATTERNS)
- ลักษณะหน้าตัดทั้งแบบสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมมีจุดรับบน.ตามมุม
- ถูกวางในลักษณะการพาด ไม่ใช้แบบแผ่เหมือนโครงข้อแข็ง 3 มิติ
- ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นจะรับเพียงแรงตามแนวแกนและแรงจะมีขนาดคงที่ตลอดความยาวของชิ้นส่วนนั้นๆ
- จุดรองรับของโครงสร้างส่วนใหญ่จะเป็นแบบหมุนได้ (HINGES) หรือแบบเลื่อนได้ (ROLLER) แต่ในบางกรณีก็สามารถยึดให้แน่นได้โดยวิธีการเชื่อม
- มักจะถูกวางในลักษณะโครงสร้างช่วงพาดกว้าง และโครงสร้างยื่น (CANTILEVER SPACE TRUSS)
- นิยมใช้เหล็กท่อนกลม เหล็กแบนแนล หรือเหล็กกล่องขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของรูปแบบการใช้งาน





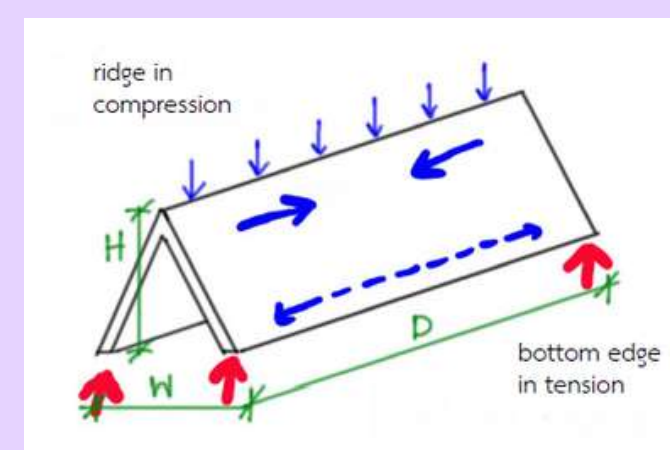
## โครงสร้างแบบแผ่นพับ (FOLDED PLATE)

- โครงสร้าง 3 มิติ ประเภท FORM-RESISTANT STRUCTURE ที่ความแข็งแรงของโครงสร้างเกิดจากการสร้างรูปร่างของวัสดุ โดยรูปร่างที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากแรงที่โครงสร้างต้องรับ
- ลักษณะคล้ายกระดาษที่พับเป็นจีบหยัก
- อาศัยผิวของโครงสร้างในการรับน้ำหนักถ่ายเทแรงสู่จุดรองรับ
- รับแรงโดยใช้สันด้านบนและล่าง
- รับโมเมนต์ดัด (BENDING MOMENT) ได้ดี
- การรับแรงคล้ายคานต่อเนื่อง (CONTINUOUS BEAM)
- ช่วงลึกของแผ่นพับลึกมาก รับน้ำหนักได้มาก SPAN กว้าง
- แผ่นพับที่มีความชันมากๆ แผ่นจะมีความบาง
- ค.ชั้นที่เหมาะสมคือ 45 องศา เป็นค.ชั้นที่ใช้วัสดุก่อสร้างน้อยสุด

## วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างโครงสร้างแผ่นพับ

- วัสดุส่วนใหญ่ที่ใช้ในการก่อสร้าง คือ คสล.
- วัสดุประเภทไม้อัด (PLYWOOD) เหล็ก (METAL) และ GLASS-REINFORCED PLASTIC หากโครงสร้างช่วงพาดไม่กว้างมาก
- สัดส่วนความหนาและระยะช่วงพาดที่เหมาะสมความหนาของแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก ประมาณ 65 มม. สามารถพาดช่วงได้ประมาณ 30 ม. ความหนาของแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็ก ประมาณ 100 มม. สามารถพาดช่วงได้ประมาณ 40 ม.

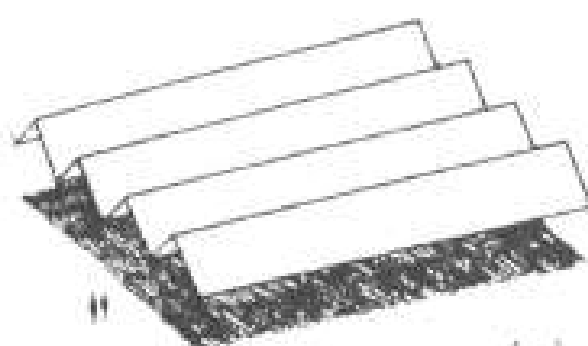
## อัตราส่วนระยะต่างๆ ที่เหมาะสม

 $L = 9 - 36 \text{ M.}$ 
 $D. = 75 - 125 \text{ MM.}$ 
 $W/D = 40 - 50$ 
 $L/H = 8 - 15$ 


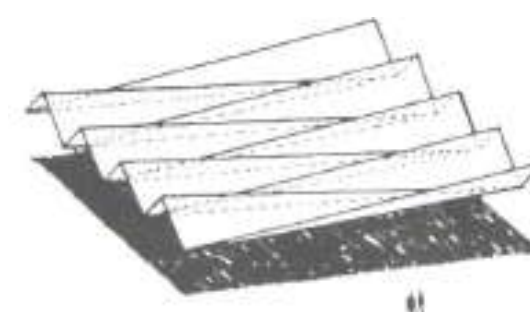
## รูปแบบโครงสร้างแผ่นพับที่นิยมใช้

1. แผ่นพับแบบขนาน (PARALLEL SHAPE)
2. แผ่นพับแบบแนวพับจีบสวนกัน (TAPERED SHAPE)
3. แผ่นพับแบบแนวพับเป็นโครงยึด (RIGID FRAME SHAPE)
4. แผ่นพับแบบรูปทรงโค้ง (BARREL SHAPE)
5. แผ่นพับแบบหลายด้าน (POLYGONAL FOLDED PLATE)
6. แผ่นพับแบบประยุกต์ (APPLIED SHAPE)

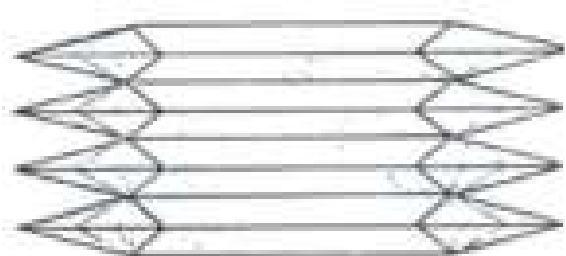
### 1. แผ่นพับแบบขนาน (PARALLEL SHAPE)



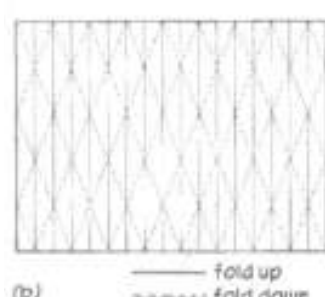
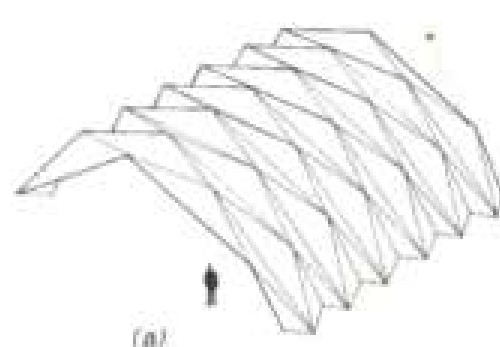
### 2. แผ่นพับแบบแนวพับจีบสวนกัน (TAPERED SHAPE)



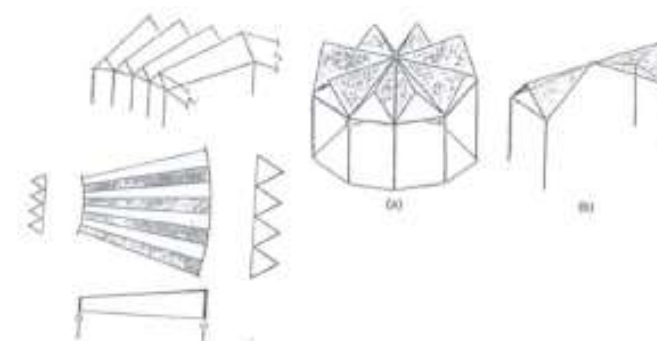
### 3. แผ่นพับแบบแนวพับเป็นโครงยึด (RIGID FRAME SHAPE)



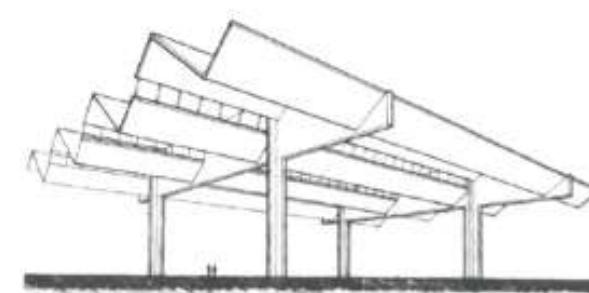
### 4. แผ่นพับแบบรูปทรงโค้ง (BARREL SHAPE)



### 5. แผ่นพับแบบหลายด้าน (POLYGONAL FOLDED PLATE)



### 6. แผ่นพับแบบประยุกต์ (APPLIED SHAPE)







สระน้ำเป็นแหล่งน้ำหนึ่งที่ปกติเล็กกว่าทะเลสาบ อาจเกิดตามธรรมชาติหรือมนุษย์สร้างขึ้นก็ได้ โดยสระที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อใช้ว่ายน้ำหรือกิจกรรมนันทนาการอื่นๆ โดยสามารถสร้างให้ลึกลงไปในดินหรืออยู่เหนือพื้นดินก็ได้ และสร้างด้วยวัสดุหลายชนิด เช่น คอนกรีต โลหะ พลาสติก หรือไฟเบอร์กลาส้อาจตกแต่งให้เป็นรูปร่าง ขนาดตามใจชอบ หรือใช้ขนาดมาตรฐานก็ได้

การสำรวจความพร้อมก่อนทำสระ

- 1. พื้นที่บ้านหรืออาคารเหมาะที่จะมีสระหรือไม่
- 2. โครงสร้างเหมาะจะทำสระหรือไม่
- 3. สระควรอยู่ตำแหน่งไหนของบ้านหรืออาคาร
- 4. ทิศทางการวางสระควรอยู่ตำแหน่งไหน

พื้นที่บ้านหรืออาคารเหมาะจะมีสระน้ำหรือไม่

- รู้วัตถุประสงค์การใช้งาน
- ขนาดที่เล็กที่สุดของสระว่ายน้ำ สำหรับวัตถุประสงค์การใช้งานนั้นๆ
- เพื่อพื้นที่ทางเดินงานระบบรอบๆ สระอย่างน้อย 1 เมตร

โครงสร้างบ้านหรืออาคาร

สร้างพร้อมบ้านหรืออาคาร

- สามารถทำสระให้อยู่ติดกับตัวบ้านหรืออาคารได้เลย
- ต้องเตรียมโครงสร้างรับสระไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบต่อเติม

เพิ่มจากพื้นที่บ้านหรืออาคารเดิม

- คำนวณระยะเข็มโครงสร้างสระไม่ให้กระทบฐานรากเดิมตัวอาคาร
  - เว้นพื้นที่ออกจากตัวบ้านประมาณ 0.50 - 1 เมตร
- ให้วางเสาเข็มโครงสร้างของสระได้ง่ายขึ้น

ตำแหน่ง

- เสริมให้บ้านดูโดดเด่นขึ้น : อยู่ตำแหน่งเดียวกับบ้าน หรือหน้าบ้าน
- มีความเป็นส่วนตัว : พื้นที่มุมด้านข้างหรือหลังบ้าน
- เพิ่มบรรยากาศภายในบ้าน ใช้งานได้สะดวก : อยู่ติดกับบ้าน โดยจะต้องใส่ใจในเรื่องความปลอดภัย โดยเฉพาะบ้านที่มีเด็กเล็กควรออกแบบราวกันกั้นตกด้วย

ทิศทาง

- ทิศเหนือ ร่มเงาของบ้านจะช่วยให้เล่นน้ำได้ทั้งวัน
- หากมีต้นไม้/หลังคาปกคลุม สามารถอยู่บริเวณทิศใต้หรือตะวันตกได้ ช่วยลดความร้อนและลมร้อนที่จะเข้าตัวบ้านหรืออาคาร

ขนาดและรูปทรงของสระ

มีสัดส่วนเหมาะสมกับปริมาณผู้ใช้งานหรือสมาชิกในบ้านแต่ละหลัง แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

> สระรูปทรงเรขาคณิต

- เป็นการออกแบบรูปร่างของสระตามทรงเลขาคณิต เช่น สี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมจัตุรัส วงกลม หรือ วงรี
- ออกแบบและก่อสร้างง่ายที่สุด ดูแลรักษาง่าย
- ให้ความรู้สึกละสบายตา สงบ เรียบง่าย
- เหมาะกับบ้านอาคารเน้นค.เรียบ / มีดีไซน์โมเดิร์นสมัยใหม่ / สระออกกำลังกายจริงจัง

> สระรูปทรงอิสระ

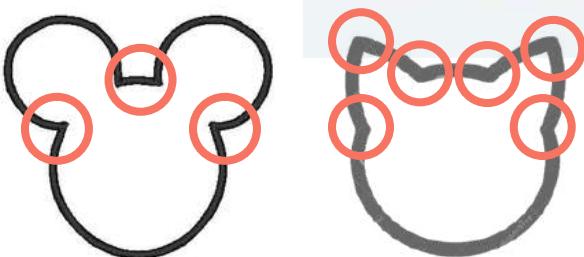
- อาจใช้รูปทรงเรขาคณิตหลายๆ ทรงมาผสมกัน / ออกแบบทรงใหม่ตามจินตนาการ ให้ความรู้สึกแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร
- เหมาะกับสระที่ใช้สำหรับเล่นน้ำแบบผ่อนคลายและสนุกสนาน
- ดูเป็นธรรมชาติ มีชีวิตชีวาขึ้น หากจัดวางสวน ต้นไม้ใบใหญ่ / น้ำพุรอบๆ
- ไม่ควรออกแบบรูปทรงที่แปลกประหลาดจนเกินไป
- ก่อสร้างยาก อาจมีปัญหาเรื่องการดูแลรักษาตามซอกมุมต่างๆ



สระรูปทรงเรขาคณิต



สระรูปทรงอิสระ



More Cool Pictures on HOMEDESIGNLOVER.COM

\*ไม่ควรทำสระที่มีซอกมุมเล็กๆ  
ก่อสร้างยาก จัดทราย ดูแลรักษายาก



โครงสร้างสระว่ายน้ำ

แบ่งตามวิธีการก่อสร้าง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. สระว่ายน้ำคอนกรีต

- ค่าก่อสร้างแพงกว่าสระสำเร็จประมาณ 10% ขึ้นกับสภาพหน้างาน
- สระคอนกรีตที่มีค.ลิกประมาณ 1.20 เมตร ปูผิวกระเบื้องโมเสก ราคาค่าก่อสร้างประมาณ 20,000 –25,000 บาทต่อตารางเมตร

2. สระว่ายน้ำสำเร็จรูป

- ผลิตจากวัสดุประเภทโพลีเมอร์สำเร็จมาจากโรงงาน ติดตั้งบนโครงสร้างรองรับสระคสล.ในพื้นที่ที่เตรียมไว้
- สระโครงสร้างเหล็ก/พลาสติกหล่อคุณภาพดี ปูผ้าไวนิลสำหรับงานสระน้ำโดยเฉพาะ และใช้แรงดันน้ำบังคับให้ผ้าไวนิลติดแนบกับโครงพื้นและผนัง
- รูปทรงที่ไม่หลากหลาย
- ถูกและสร้างได้รวดเร็ว
- สระสำเร็จรูปที่ผลิตด้วยไวนิลมีการเปลี่ยนผ้าไวนิลทุก 10 ปี



แบ่งตามตำแหน่งการวาง

1. สระว่ายน้ำแบบบนดิน

1. แบบ BEAM – SLAB ท่วมไป

บน.บรทุกเท่าความดันน้ำ เช่น น้ำลึก 2 ม. น้ำหนักบรทุกเท่ากับ 2,000 กก./ตร.ม. โครงสร้างเหมือนเสาคานทั่วไป แต่ขนาดใหญ่กว่า ใช้ทั้งระบบดินและระบบอาคาร

2. แบบใช้ตอกเสาเข็มตัก

- เสาเข็มตอกถี่ๆ ทุกระยะ 1.00 – 2.50 ม. พื้นเป็น FLAT SLAB 0.20 – 0.25 ม. ฐานรากทำหลุม DROP PANEL
- นิยมกับระบบดิน ทำงานง่าย เร็ว
  - รั่วน้อย
  - คัด UPLIFTING FORCE จากแรงดันของน้ำใต้ดิน
  - สูบน้ำหมดสระ LOAD กลับทิศยกขึ้น เสริมเหล็กผิวบนล่างเพื่อกัน CRACK

2. สระว่ายน้ำบนอาคารหรือบนดาดฟ้า (REFLECTIVE POOL)

หากค.ลิกสระเท่ากันตลอด สร้างง่าย แต่ปกติมักจะออกแบบให้มี ZONE พื้นลาดลึกลงไป ทำให้ยากในการออกแบบ

ข้อพึงระวัง

1. รางระบายน้ำล้อมรอบสระ เพื่อพื้นที่สำหรับทำราง หากไม่ได้เพื่อเอาไว้ ต้องเจาะช่องทะลุคานที่รองรับแผ่นพื้นรอบสระ
  2. พื้น DOUBLE FLOOR ออกแบบให้มีพื้นใต้พื้นสระอีกหนึ่งชั้น กันน้ำรั่วไปห้องล่าง ใช้พท.วางระบบ เช่น ระบบสูบน้ำ ท่อวาล์ว ถังเติมคลอรีนในอาคารสูงได้
- \*ไม่ควรวางสระว่ายน้ำรวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในคร่อมระหว่างพื้นที่ TOWER และ PODIUM เพราะอาจเกิดปัญหาเรื่องการรั่วซึมในภายหลัง หรือเกิดปัญหากายหลังทำให้ระบบการทำงานของสระว่ายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ การแก้ไขจะทำได้ยาก

ระบบน้ำในสระว่ายน้ำ

1. ระบบ SKIMMER
2. ระบบ OVER FLOW

ทั้งสองระบบต้องเตรียมพื้นที่สำหรับเดินงานระบบต่างๆ เช่น ปิมน้ำ และเครื่องกรองน้ำ โดยห้องเครื่องเก็บปิมน้ำและเครื่องกรองน้ำควรมีขนาดไม่น้อยกว่า 2. 0 X 3.0 ม. สูง 2.5 ม. และห่างจากสระไม่เกิน 15 ม.

1. ระบบ SKIMMER

- ประกอบด้วย สระน้ำ ห้องเครื่อง ไม่มีถังสำรองน้ำ
- ดูดน้ำบนผิวสระ สิ่งสกปรกและเศษซากต่างๆ ผ่านระบบการกรองก่อนที่จะถูกส่งกลับไปยังสระ
- ระดับน้ำสระต่ำกว่าขอบสระ 15-20 ซม. เพื่อใช้ในการสำรองน้ำเวลาคนลงเล่น
- ด้านจ่ายน้ำและด้านดูดน้ำอยู่ตรงกันข้ามกัน
- เหมาะกับพื้นที่จำกัดแต่ต้องการให้สระใหญ่เต็มพื้นที่

2. ระบบ OVER FLOW

- เป็นระบบที่มีการหมุนเวียนน้ำดีที่สุด น้ำปริ่มขอบสระไม่มีสารแขวนลอยตกค้างที่ผิวน้ำ ไม่มีคราบขอบสระประกอบด้วย
- สระว่ายน้ำ
  - SURGE TANK (ถังสำรองน้ำ)
- สระว่ายน้ำส่วนตัวมี ค.จุ 5-10 % ปริมาณน้ำในสระระบบการมีค.จุ 10-15% ปริมาณน้ำในสระ ขึ้นกับจน.คนลงเล่นและค.ลิก SURGE TANK
- ห้องเครื่อง

ระบบบำบัดน้ำ

1. ระบบน้ำเกลือ

ระบบนี้จะใช้เกลือธรรมชาติ (NACL) โดยวิธี ELECTROLYSIS เกิดเป็นโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NAOCL) และเกลือ NACL เติมเกลือปีละ 2-3 ครั้ง น้ำเกลือมีค.เข้มข้น 0.3%

- ใช้เกลือธรรมชาติบำบัดสระ
- มีความเค็มเพียงครึ่งหนึ่งของน้ำตาคน
- เกลือไม่สูญหาย นำมาใช้ใหม่ได้
- ไม่ระคายเคืองต่อผิวหนัง ไม่มีกลิ่น
- ช่วยทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น

2. ระบบคลอรีน

ราคาถูก และนิยมใช้มากที่สุด PH 7.2 - 7.8 PH สูงเกินไปเติมกรดเกลือ (HCL) PH ต่ำ เติม BUFFER / SODA ASH (NA2CO3)

- ใช้คลอรีนบำบัดสระ
- อาจมีคลอรีนตกค้างในสระ
- ถ้าปริมาณคลอรีนไม่เพียงพอฆ่าเชื้อโรค อาจจะทำให้เกิดอันตรายได้
- อาจมีผลข้างเคียง เช่น ตาแดง ผิวหนังแห้งลอก หรือเป็นผื่นแดง เส้นผมเสีย

3. ระบบโอโซน

มีประสิทธิภาพสูง สามารถฆ่าเชื้อโรคในระยะเวลาอันสั้นกว่าระบบอื่นและไม่มีสารเคมีทุกชนิดตกค้างในน้ำ ควรใช้ควบคู่กับระบบอื่น เช่น คลอรีน หรือน้ำเกลือ

- ใช้โอโซนในการบำบัดสระ
- ไม่มีสารตกค้าง ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส
- ถ้ามีคนนำเชื้อโรคลงในสระจะมีเชื้อปนอยู่ในน้ำ แต่โอโซนสามารถฆ่าเชื้อที่ระบบอื่นทำไม่ได้
- ไม่มีผลข้างเคียงต่อร่างกาย และยังช่วยยืดอายุของเครื่องอุปกรณ์ ป้องกันการเกิดตะกอน

พื้นผิวสระว่ายน้ำ

สีฟ้า สีเทอคอยซ์หรือสีเขียวแบบสีน้ำทะเล  
สีเข้ม สีดำ สีน้ำเงินเข้ม สระว่ายน้ำดูลึกและมีมิติ สะท้อนเงาตัวบ้านชัดเจน  
ผิวสระว่ายน้ำที่นิยมเลือกใช้ ได้แก่ กระเบื้องโมเสกสีต่าง และการทำผิวสระว่ายน้ำเป็นผิวคอนกรีตขัดมันผสมสี



กระเบื้องโมเสก



คอนกรีตขัดมัน

การดูแลรักษาสระว่ายน้ำ

- หมั่นเก็บเศษใบไม้รอบสระ
- ดูดตะกอนใต้สระทุกวัน
- ตรวจเช็คค่า PH น้ำ
- ตรวจเช็คเครื่องกรอง
- ขัดกระเบื้องสระน้ำทุกสัปดาห์
- ตรวจสอบการรั่วไหลสระเสมอ

ปัญหาเกี่ยวกับสระว่ายน้ำ

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง(PH) สูง
  - สารอินทรีย์ภายในสระว่ายน้ำมีมาก : น้ำในสระว่ายน้ำขุ่น
  - > ทำความสะอาดสารกรองในถังเติมสารเคมี เร่งตกตะกอนในสระ, SHOCK ด้วยคลอรีน
  - เกิดสนิมบนอุปกรณ์ของสระว่ายน้ำที่เป็นโลหะ -> ใช้ PH MINER
- ปฏิกิริยาของไอออนของโลหะในน้ำ : คราบบนผนังสระ -> ใช้ EXTRA SURFACE
- น้ำสีเขียว -> เติมสารเร่งตะกอน สารยับยั้งตะไคร่ ขัดสระ, SHOCK ด้วย CL 65%
- สปก.Fe,Mnในน้ำมากเกินไป : น้ำสีน้ำตาล -> เติมสารต่อต้านการเกิดปูนขาว ปรับ pH เติมสารเร่งตกตะกอน
- ตะไคร่ น้ำมีเมือกกลิ่น/เป็นสีเขียว -> เติมคลอรีน 65% ปรับค่า pH ทิ้งไว้ 15 นาที ขัด/ดูดตะไคร่ออก
- คราบสีดำบริเวณผิวหน้า จากคราบน้ำมัน/ครีม -> ใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด เช็ดออกด้วยผ้า/ฟองน้ำ
- pH สูง เกิดเศษตะกอนปูนขาว -> เติมน้ำยาเร่งตกตะกอน ดูดออก ปรับค่า pH / ใช้ Super Anti Lime



# ถามประยุกต์จากเนื้อหาที่เรียน ข้อเขียน + SKETCH แบบ

- อาคารหลัก SPAN 30 M.เป็นโถงโล่ง ไม่มีเสา ใช้โครงสร้างอะไร
- ทางเชื่อมใช้โครงสร้างอะไร
- ใช้ 2 อันบนเพราะอะไร
- วัสดุที่เลือกใช้คำนึงถึงอะไรบ้าง
- รอยต่อของวัสดุหลายชนิดมีข้อควรระวังอะไรบ้าง
- กระจกพื้นใหญ่ดูโปร่งโล่งไม่มีเส้นๆตรงรอยต่อ ใช้ผนังกระจกประเภทไหนดี
- FACADE 2 ประเภทได้แก่
- สระว่ายน้ำ SKIMMER กับ OVERFLOW ต่างกันยังไง
- บันไดยื่น แม่บันไดเหล็กต่อกับลูกนอนไม่ยังไง (SKETCH)
- DETAIL เสาไม้ต่อม่อคอนกรีต (SKETCH)
- SECTION แสดงโครงสร้าง งานระบบ :  
ROOF GARDEN + POOL + ผนังกระจก บนทางเชื่อมระหว่าง 2 ตึก มีแปลนกับภาพเปอร์ให้

