



## Lecture 23 Fire Protection



Fire Test Building

- Behavior of Steel Under Fire
- Fire Protection Standards
- Fire Protection Systems
- Fire Rate Calculation

*Mongkol JIRAVACHARADET*

**SURANAREE**

**INSTITUTE OF ENGINEERING**

**UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

**SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING**

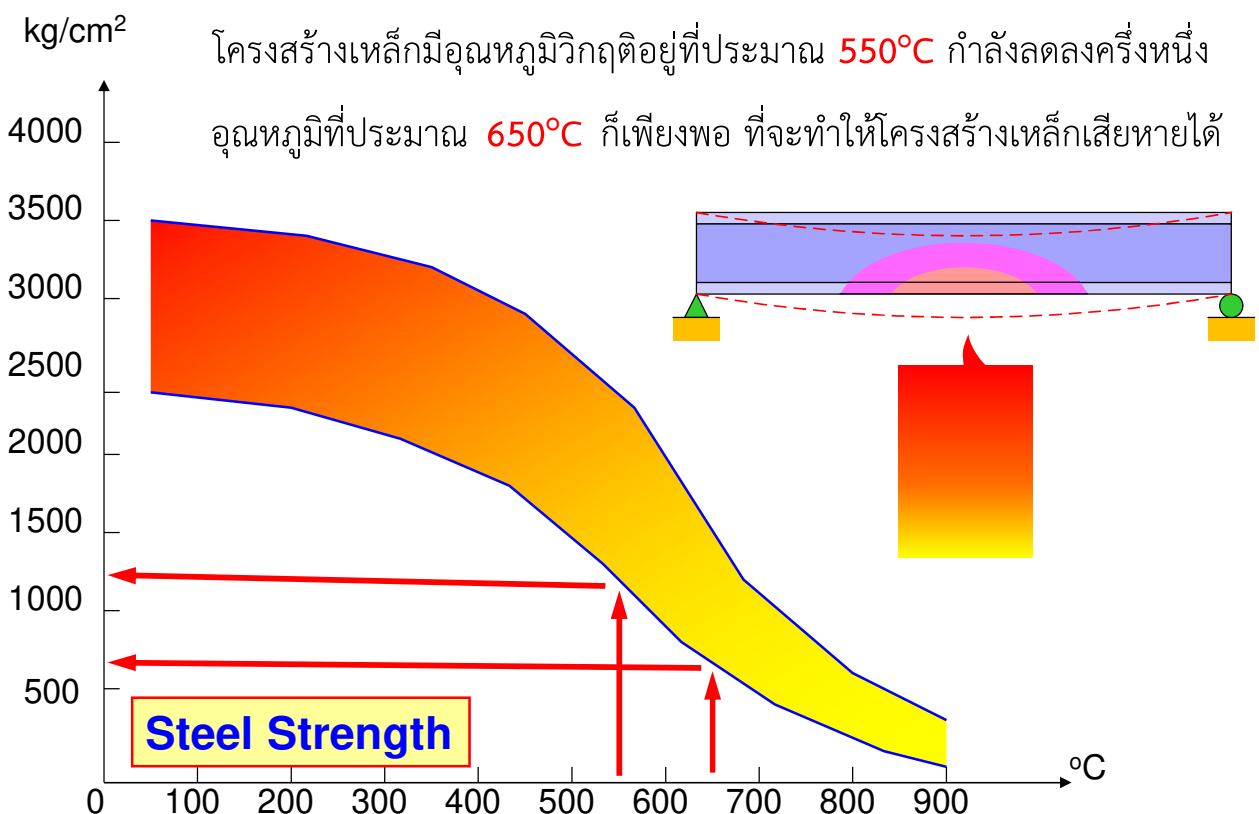


## Effect of High Temperature on Steel

เหล็กโครงสร้างจะอ่อนแอลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้เกิดการเสียกำลัง (Strength) เสียความแข็งแรง (Stiffness) เกิดแรงอัดจากการยัดรีงมีการโก่งจากการยัดรีง ความโค้งขององค์อาคารที่เพิ่มขึ้นจาก Thermal gradient ตลอดความลึก และ เสียความคงทน (Durability)



## Effect of High Temperature on Steel

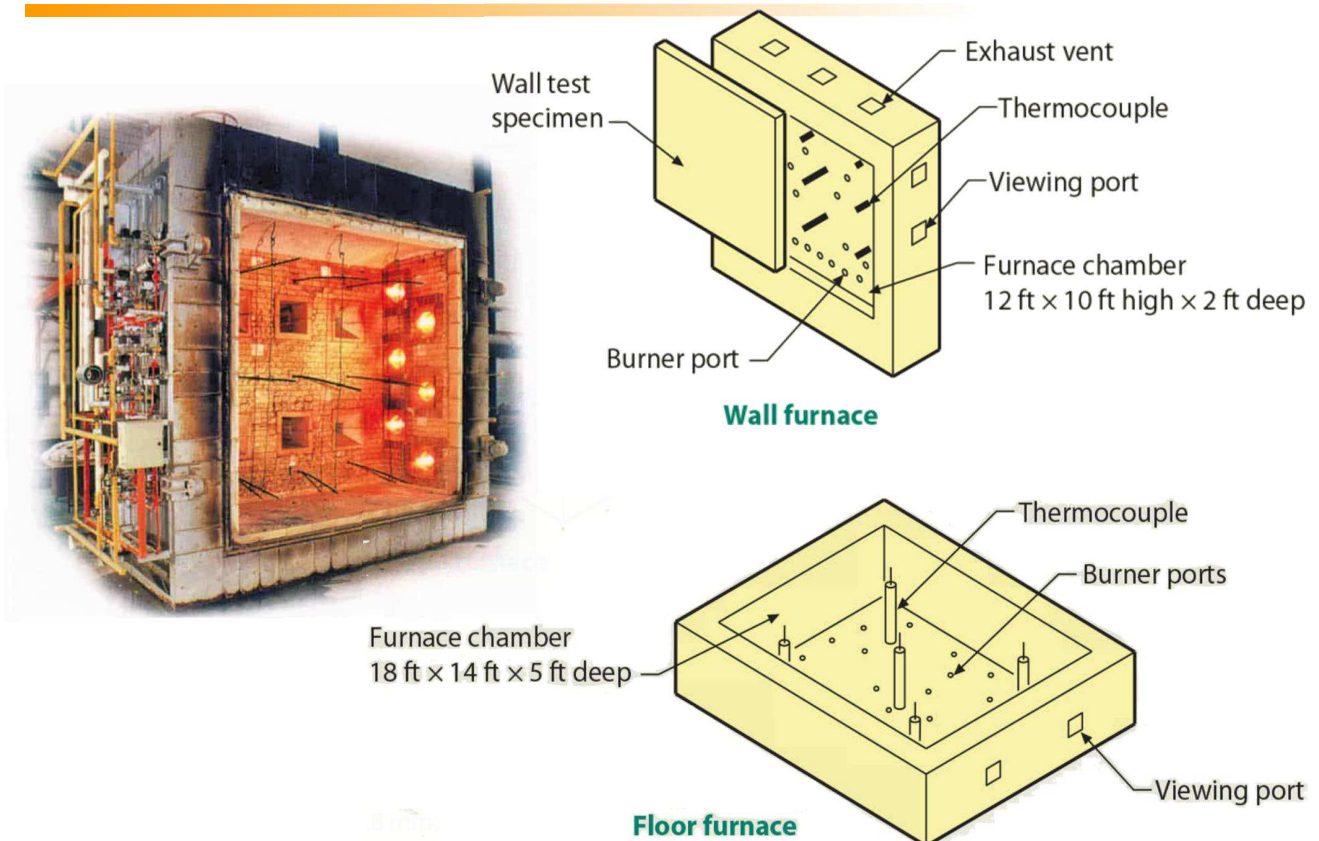


# Fire Protection Standards

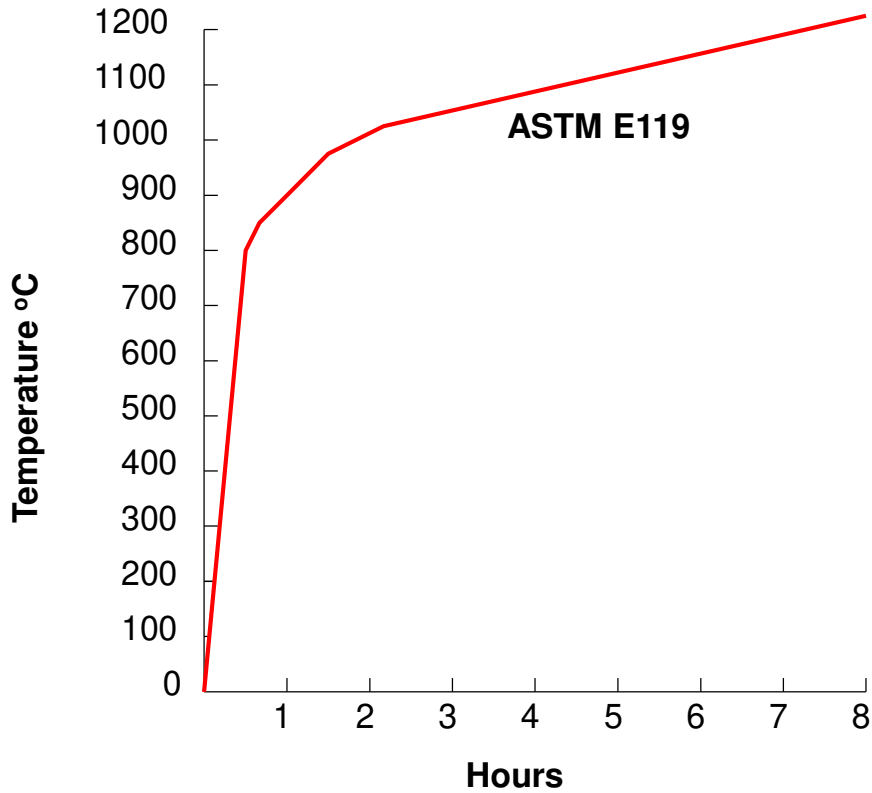
- ▶ International Building Code (IBC2018)  
Chapter 7 : Fire and Smoke Protection
- ▶ American Society for Testing and Materials  
Fire Test Standard (ASTM E119)
- ▶ Underwriters Laboratory (UL)  
ห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นองค์กรอิสระที่ไม่แสวงหาผลกำไร  
ทำหน้าที่รับรองความปลอดภัยของสินค้า
- ▶ National Fire Protection Association (NFPA)
- ▶ American Iron and Steel Institute (AISI)



## Test Furnace



# Standard Fire test time - temperature curve









สถาบันวิศวกรรมป้องกันอัคคีภัย

- หน้าหลัก
- ข้อมูลสถาบัน
- บุคลากร
- หลักสูตรอบรม
- สมัครเข้าอบรม
- ปฏิทินกิจกรรม
- รูปการฝึกอบรม
- ทำเนียบรุ่น
- งานวิจัยของสถาบัน
- บริการป้องกันอัคคีภัย
- นวัตกรรม
- กฎหมาย อัคคีภัย
- กิจกรรมของสถาบัน
- ลิงค์
- Sitemap
- หลักสูตรปริญญาโท
- อบรมธนาคารหมู่บ้าน
- ติดต่อเรา

### กฎหมาย อัคคีภัย

#### กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมอาคารและการป้องกันอัคคีภัย

- ▶ การรวบรวมบัญชีกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร Download
- ▶ พรบ. พ.ศ.2522 หมวด1 Download
- ▶ พรบ. พ.ศ.2522 หมวด2 Download
- ▶ พรบ. พ.ศ.2522 หมวด3 Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 6 โครงสร้าง Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 7 ที่จอดรถยนต์ Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 33 อาคารสูงและอาคารใหญ่พิเศษ Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 39 ตึกแถวและอาคารอยู่อาศัยรวม Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 42 ยกเว้น33สำหรับอาคารจอดรถ Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 47 ไขกับอาคารที่ไม่เข้ากับ33 Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 48 โครงสร้างทนไฟ Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 50 แก้ไขเพิ่มเติม33 Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 51 การระบายน้ำเสีย Download
- ▶ กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 โครงสร้างหลังคาทนไฟ Download
- ▶ กฎกระทรวง พ.ศ.2548 ประเภทอาคารที่ต้องตรวจสอบ Download
- ▶ กฎกระทรวง พ.ศ.2548 ผู้ตรวจสอบและเกณฑ์การตรวจสอบ Download
- ▶ กฎกระทรวง พ.ศ.2548 สิ่งอำนวยความสะดวกของผู้พิการ คนชรา Download
- ▶ กฎกระทรวง พ.ศ.2550 ว่าด้วยการยกเว้น ผ่อนผัน หรือกำหนดเงื่อนไขปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร Download

# กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ให้ยกเลิกความในข้อ ๒๔ แห่งกฎกระทรวง ฉบับที่ ๖ (พ.ศ. ๒๕๒๓) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยกฎกระทรวง ฉบับที่ ๔๘ (พ.ศ. ๒๕๔๐) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. ๒๕๒๒ และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

“ข้อ ๒๔ โครงสร้างหลักของอาคาร ดังต่อไปนี้

(๑) อาคารสำหรับใช้เป็นคลังสินค้า โรงมหรสพ โรงแรม อาคารชุด หรือสถานพยาบาล

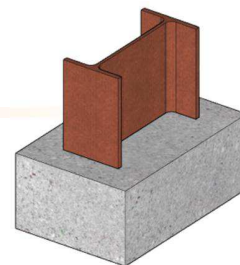
(๒) อาคารสำหรับใช้เพื่อกิจการพาณิชยกรรม การอุตสาหกรรม การศึกษา การสาธารณสุข หรือสำนักงานหรือที่ทำการที่มีความสูงตั้งแต่สามชั้นขึ้นไป และมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน ๑,๐๐๐ ตารางเมตร

(๓) อาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ อาคารขนาดใหญ่ หรืออาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่ใช้เป็นหอประชุม

# กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ให้ก่อสร้างด้วยวัสดุทนไฟที่มีลักษณะและคุณสมบัติ ดังต่อไปนี้



| ชนิดของการก่อสร้างและโครงสร้างหลัก                | ความหนาแน่นสุดของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมหรือคอนกรีตหุ้มเหล็ก (มิลลิเมตร) |
|---|---|
| ๑. เหล็กโครงสร้างรูปพรรณ                          |   |
| ๑.๑ เสาเหล็กขนาด ๑๕๐ x ๑๕๐ มิลลิเมตร              | ๕๐  |
| ๑.๒ เสาเหล็กขนาด ๒๐๐ x ๒๐๐ มิลลิเมตร              | ๔๐  |
| ๑.๓ เสาเหล็กขนาดตั้งแต่ ๓๐๐ x ๓๐๐ มิลลิเมตรขึ้นไป | ๒๕  |
| ๑.๔ กานเหล็ก                                      | ๕๐  |

ในกรณีโครงสร้างหลักมีขนาดระหว่างขนาดที่กำหนดในตาราง ให้คำนวณหาความหนาแน่นสุดของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมหรือคอนกรีตหุ้มเหล็ก โดยวิธีเทียบอัตราส่วน

## กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ในกรณีโครงสร้างหลักก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหรือคอนกรีตอัดแรงที่มีขนาดหรือมีความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมหรือคอนกรีตหุ้มเหล็กน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางข้างต้น จะต้องใช้วัสดุอื่นหุ้มเพิ่มเติมหรือต้องป้องกันโดยวิธีอื่นเพื่อช่วยทำให้เสาหรือคานมีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าสามชั่วโมง และตงหรือพื้นต้องมีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าสองชั่วโมง โดยจะต้องมีเอกสารรับรองอัตราการทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ประกอบการขออนุญาต

ในกรณีโครงสร้างหลักที่เป็นเสาหรือคานที่ก่อสร้างด้วยเหล็กโครงสร้างรูปพรรณที่ไม่ได้ใช้คอนกรีตหุ้ม ต้องป้องกันโดยวิธีอื่นเพื่อให้มีอัตราการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าสามชั่วโมง โดยจะต้องมีเอกสารรับรองอัตราการทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ประกอบการขออนุญาต

โครงหลังคาของอาคารตามวรรคหนึ่งที่ก่อสร้างด้วยเหล็กโครงสร้างรูปพรรณที่ไม่ได้ใช้คอนกรีตหุ้ม หากอาคารดังกล่าวเป็นอาคารชั้นเดียว โครงหลังคาต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมง และหากเป็นอาคารตั้งแต่สองชั้นขึ้นไป โครงหลังคาต้องมีอัตราการทนไฟไม่น้อยกว่าสองชั่วโมง โดยจะต้องมีเอกสารรับรองอัตราการทนไฟจากสถาบันที่เชื่อถือได้ประกอบการขออนุญาต

## กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

| โครงสร้าง                    | อัตราการทนไฟ<br>(fire rate)<br>(ชั่วโมง) |
|------------------------------|--|
| โครงสร้างหลัก                | $\geq 3$                                 |
| ตงหรือพื้น                   | $\geq 2$                                 |
| โครงหลังคาอาคารชั้นเดียว     | $\geq 1$                                 |
| โครงหลังคาอาคารสองชั้นขึ้นไป | $\geq 2$                                 |

# กฎกระทรวง ฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

โครงหลังคาของอาคารตามวรรคหนึ่งในกรณีดังต่อไปนี้ ไม่ต้องมีอัตราการทนไฟตามที่กำหนดในวรรคห้าก็ได้

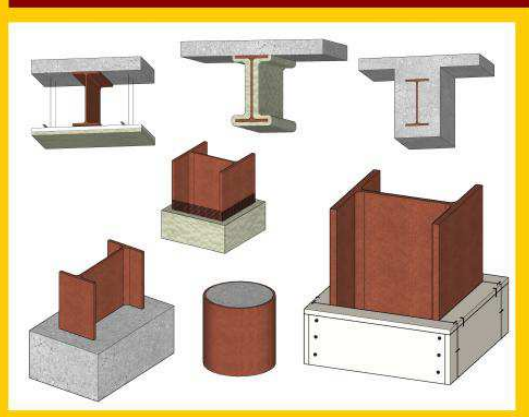
(๑) เป็นโครงหลังคาของอาคารที่มีพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันไม่เกิน ๑,๐๐๐ ตารางเมตร เว้นแต่โรงแรมสรรพ สถานพยาบาล หรือหอประชุม

(๒) เป็นโครงหลังคาของอาคารที่อยู่สูงจากพื้นอาคารเกิน ๘.๐๐ เมตร และอาคารนั้นมีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ หรือมีการป้องกันความร้อนหรือระบบระบายความร้อน มิให้เกิดอันตรายต่อโครงหลังคา

วิธีการทดสอบอัตราการทนไฟตามวรรคสาม วรรคสี่ และวรรคห้าให้ปฏิบัติตามมาตรฐานไอเอสโอ ๘๓๔ (ISO 834) หรือมาตรฐานเอเอสทีเอ็ม อี ๑๑๙ (ASTM E 119)”

พ.ร.บ. 8304 - 61

## มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของอาคารเหล็ก โครงสร้างรูปพรรณ



สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร  
กรมโยธาธิการและผังเมือง  
ถ.พระรามสี่ 6 แขวงสามเสนใน  
เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400  
โทร. 0-2299-4363 โทรสาร 0-2299-4366

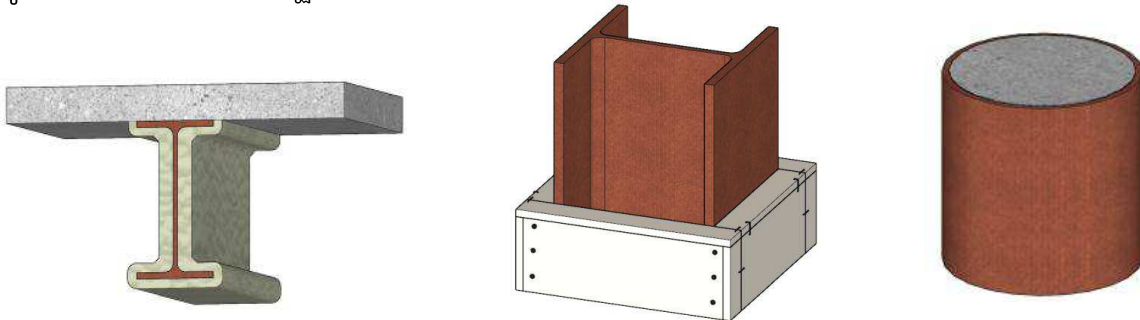


กรมโยธาธิการและผังเมือง  
กระทรวงมหาดไทย  
พ.ศ. 2561

# มาตรฐานอัคคีภัยโครงสร้างเหล็กรูปพรรณ (มยพ.8304-61)

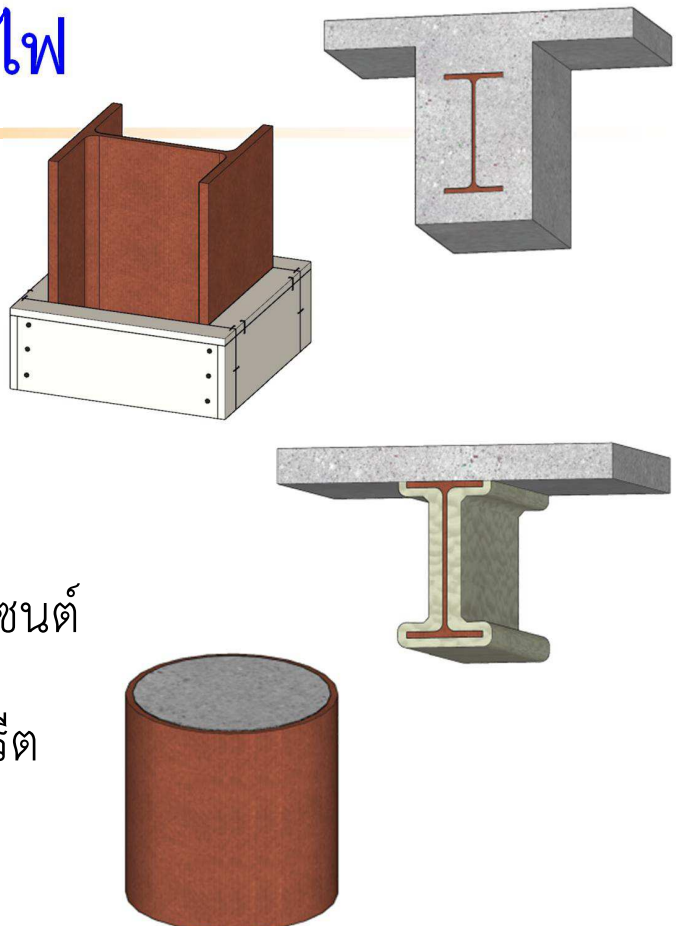
## กรมโยธาธิการและผังเมือง

- ▶ กฎกระทรวงฉบับที่ 60 (พ.ศ. 2549) กำหนดให้ใช้คอนกรีตหุ้มเหล็กโครงสร้างเพื่อให้ได้ อัตราการทนไฟตามที่กำหนด หากใช้วิธีอื่นต้องมีเอกสารรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้
- ▶ ในปัจจุบันวัสดุทนไฟมีการพัฒนาอย่างหลากหลาย การทดสอบในห้องปฏิบัติการทำให้เกิดความไม่สะดวกและเพิ่มค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง
- ▶ มยพ. 8304-61 กำหนดวิธีการออกแบบระบบป้องกันอัคคีภัยอื่นของโครงสร้างเหล็ก รูปพรรณให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน



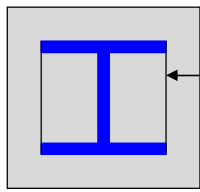
## ระบบและวัสดุป้องกันไฟ

- ▶ คอนกรีตหรืออิฐ
- ▶ แผ่นยิปซัมหุ้มกันไฟ
- ▶ วัสดุฉนวนกันไฟ
- ▶ สารเคลือบผิวอินทนูเมสเซนต์
- ▶ ท่อเหล็กเติมด้วยคอนกรีต



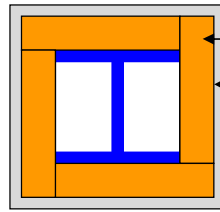


# Examples of fire protection of columns



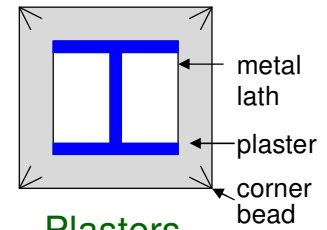
mesh reinforcement

Concrete



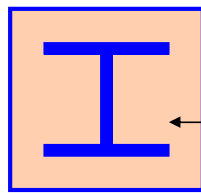
masonry  
mesh reinforcement  
plaster

Masonry



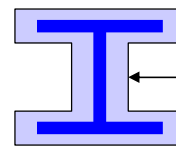
metal lath  
plaster  
corner bead

Plasters



metal enclosure  
insulating fill

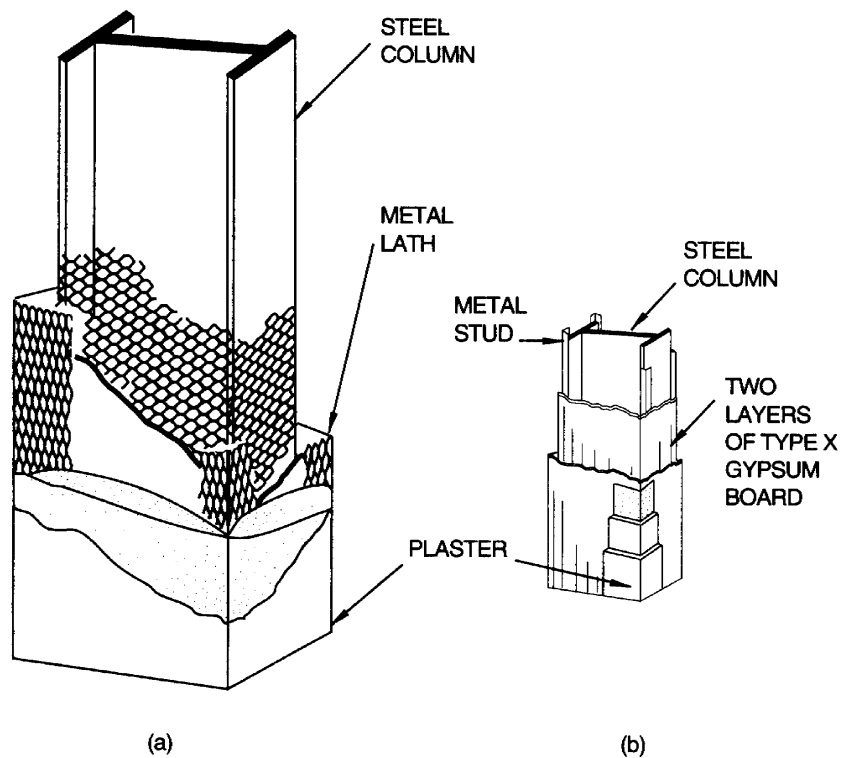
Metal Enclosed



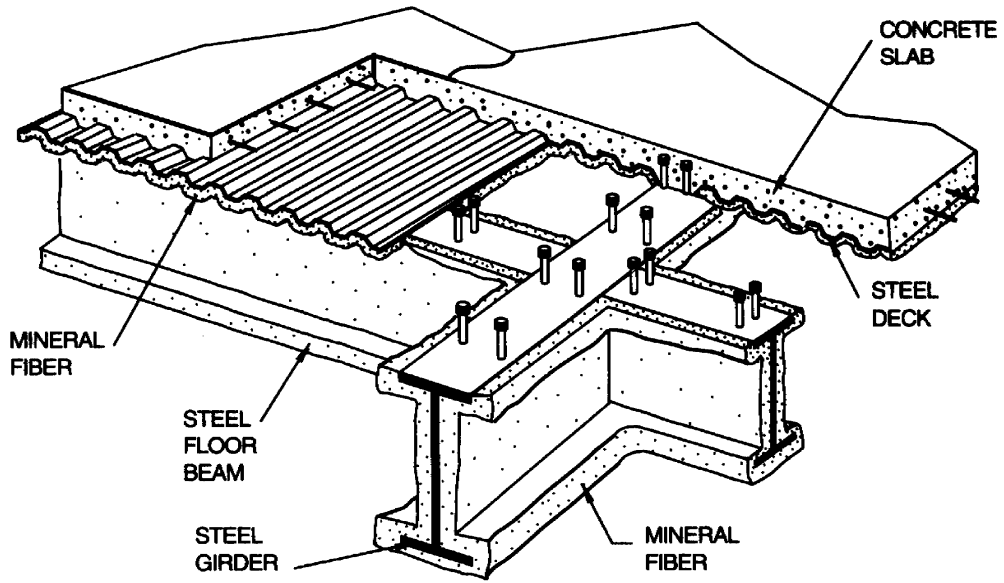
sprayed insulation

Direct Sprayed Protection

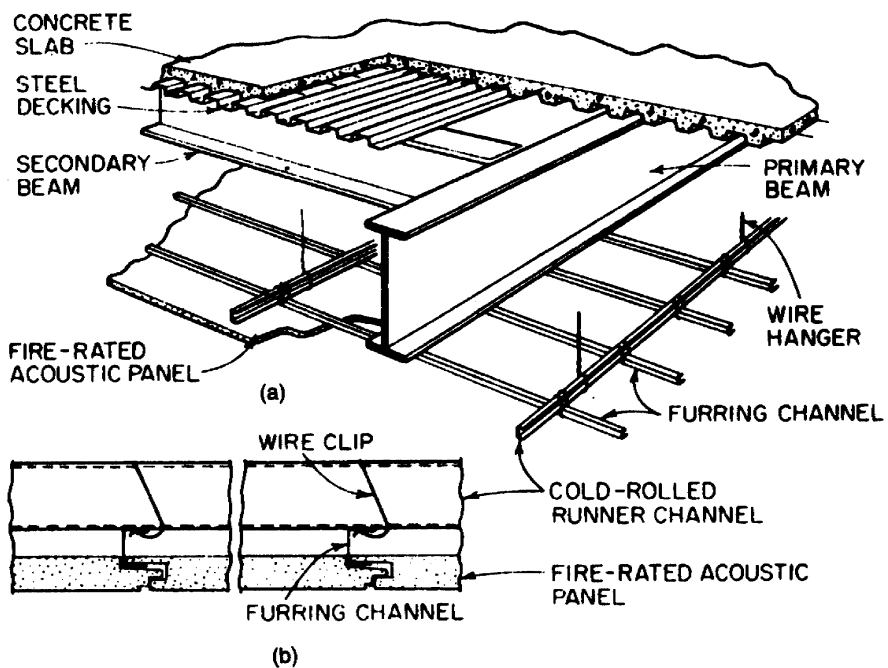
# Fire Protection of Steel Column



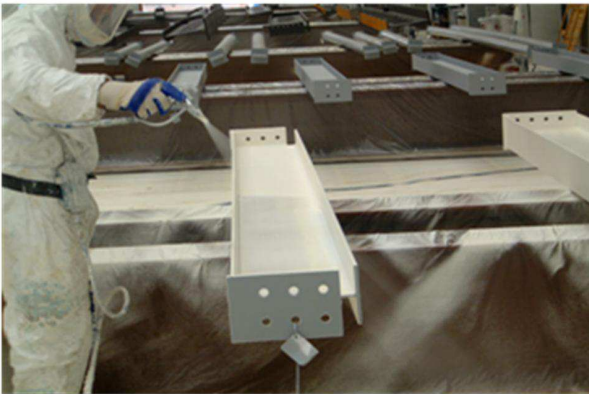
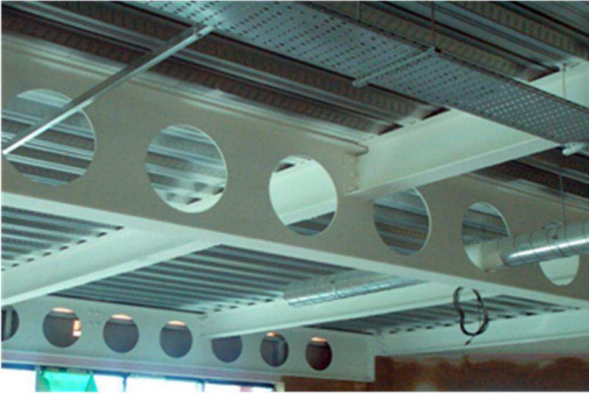
# Direct Sprayed Protection



# Suspended Ceiling



## Intumescent Coatings (สีเคลือบหน่วงไฟ)

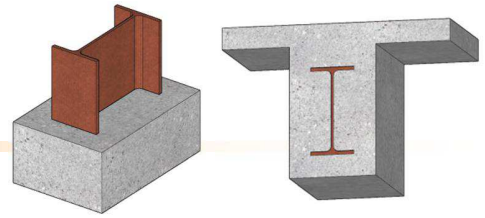


เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสีเคลือบจะผลิตก๊าซและสร้างเลเยอร์โค้กที่ช่วยลดผลกระทบของอุณหภูมิสูงบนโลหะ

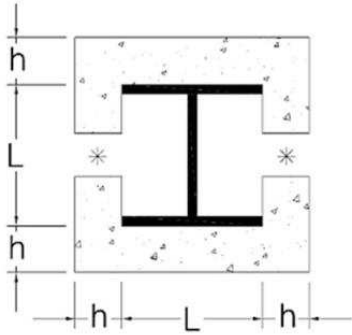
## Intumescent Coatings (สีเคลือบหน่วงไฟ)



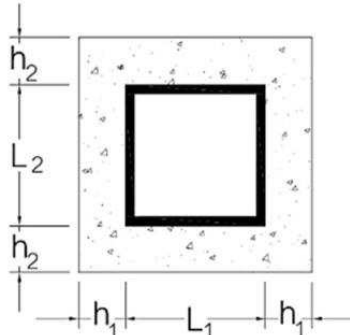
# คอนกรีตหรืออิฐ



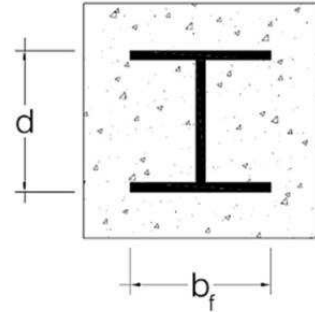
## การหุ้มเสาเหล็กด้วยคอนกรีต



(ก) คอนกรีตสำเร็จรูป  
(precast concrete covers)

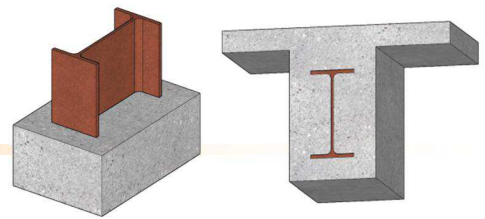


(ข) คอนกรีตหุ้มเสาท่อเหล็ก  
(concrete - encased structural tube)

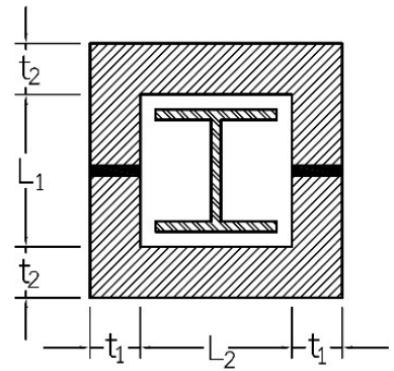
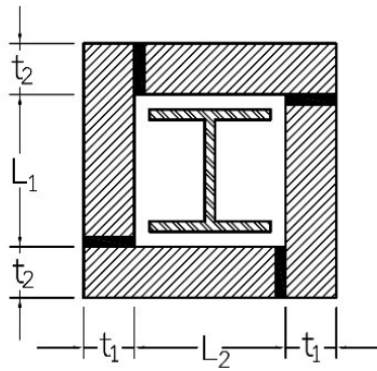
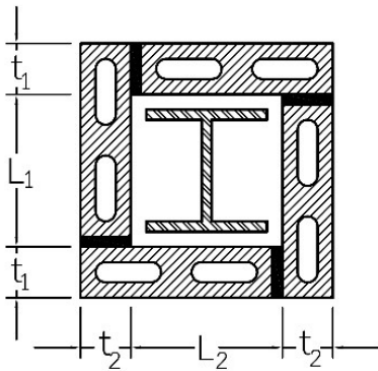


(ค) คอนกรีตหุ้มเสารูปตัวเอช  
(concrete - encased wide - flange shape)

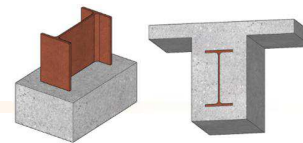
# คอนกรีตหรืออิฐ



## การหุ้มเสาเหล็กด้วยอิฐ



# ความหนาต่ำสุด



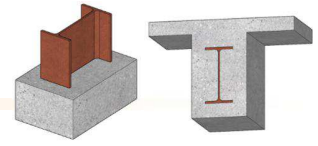
| โครงสร้างที่ถูก<br>ป้องกันอัคคีภัย               | ชนิดวัสดุป้องกันอัคคีภัย   | ความหนาต่ำสุดที่ต้องการ (มิลลิเมตร) |           |           |           |
|--|--|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|  |  | ระยะเวลาการทนไฟ                     |           |           |           |
|  |  | 4 ชั่วโมง                           | 3 ชั่วโมง | 2 ชั่วโมง | 1 ชั่วโมง |
| 1. เสาเหล็กและ<br>ชิ้นส่วนหลักของโครง<br>ข้อหมุน | คอนกรีตมวลรวมคาร์บอนเนต คอนกรีตมวลรวม<br>น้ำหนักเบา และคอนกรีตมวลรวมทรายน้ำหนัก<br>เบา (ไม่มีหินทราย (sandstone) หินแกรนิต<br>(granite) และกรวดประเภทซิลิเซียส (siliceous<br>gravel)) สำหรับเสาเหล็กที่มีขนาด <b>150 x 150</b><br>มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า * | 62.5                                | 50        | 37.5      | 25        |
|  | คอนกรีตมวลรวมคาร์บอนเนต คอนกรีตมวลรวม<br>น้ำหนักเบา และคอนกรีตมวลรวมทรายน้ำหนัก<br>เบา (ไม่มีหินทราย (sandstone) หินแกรนิต<br>(granite) และกรวดประเภทซิลิเซียส (siliceous<br>gravel)) สำหรับเสาเหล็กที่มีขนาด <b>200 x 200</b><br>มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า   | 50                                  | 40        | 25        | 25        |

# ความหนาต่ำสุด



| โครงสร้างที่ถูก<br>ป้องกันอัคคีภัย               | ชนิดวัสดุป้องกันอัคคีภัย  | ความหนาต่ำสุดที่ต้องการ (มิลลิเมตร) |           |           |           |
|--|---|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|  |   | ระยะเวลาการทนไฟ                     |           |           |           |
|  |   | 4 ชั่วโมง                           | 3 ชั่วโมง | 2 ชั่วโมง | 1 ชั่วโมง |
| 1. เสาเหล็กและ<br>ชิ้นส่วนหลักของโครง<br>ข้อหมุน | คอนกรีตมวลรวมคาร์บอนเนต คอนกรีตมวลรวม<br>น้ำหนักเบา และคอนกรีตมวลรวมทรายน้ำหนัก<br>เบา (ไม่มีหินทราย (sandstone) หินแกรนิต<br>(granite) และกรวดประเภทซิลิเซียส (siliceous<br>gravel)) สำหรับเสาเหล็กที่มีขนาด 300 x 300<br>มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า | 37.5                                | 25        | 25        | 25        |
|  | คอนกรีตมวลรวมซิลิเซียส สำหรับเสาเหล็กที่มี<br>ขนาด 150 x 150 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า   | 75                                  | 50        | 37.5      | 25        |
|  | คอนกรีตมวลรวมซิลิเซียส สำหรับเสาเหล็กที่มี<br>ขนาด 200 x 200 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า   | 62.5                                | 50        | 25        | 25        |
|  | คอนกรีตมวลรวมซิลิเซียส สำหรับเสาเหล็กที่มี<br>ขนาด 300 x 300 มิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า   | 50                                  | 25        | 25        | 25        |

# ความหนาต่ำสุด

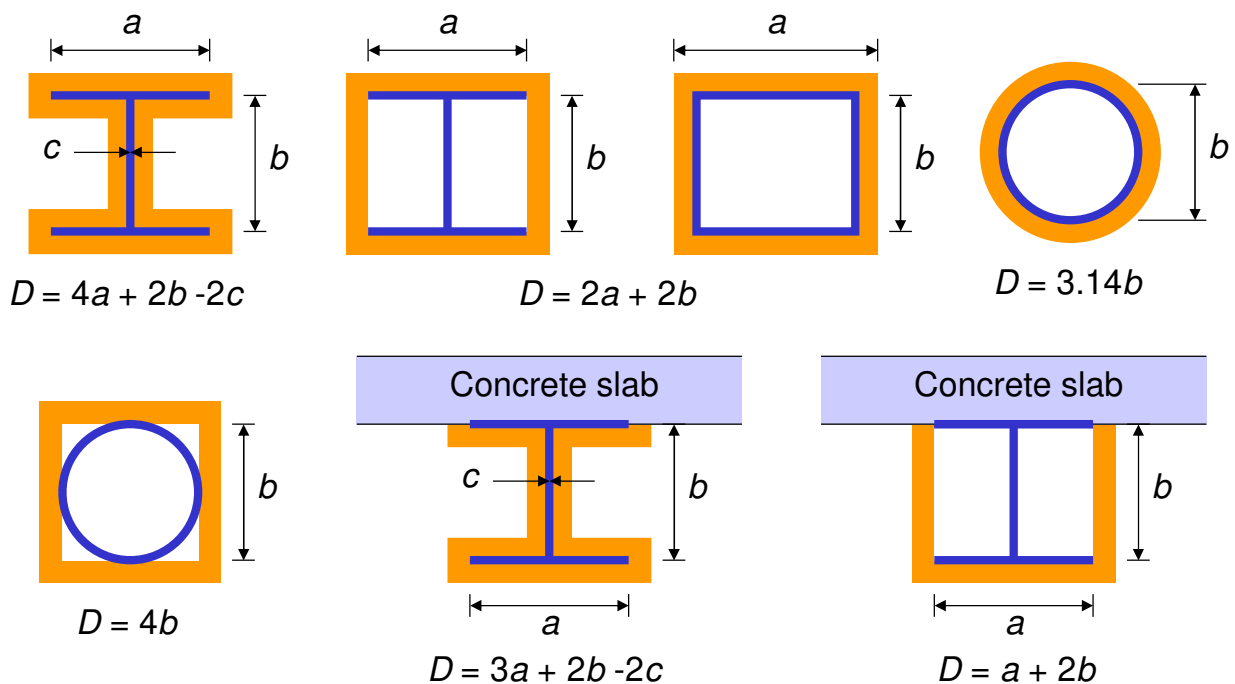


| โครงสร้างที่ถูกป้องกันอัคคีภัย | ชนิดวัสดุป้องกันอัคคีภัย   | ความหนาต่ำสุดที่ต้องการ (มิลลิเมตร) |           |           |           |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                |  | ระยะเวลาการทนไฟ                     |           |           |           |
|                                |  | 4 ชั่วโมง                           | 3 ชั่วโมง | 2 ชั่วโมง | 1 ชั่วโมง |
| 2. เหวหรือปีกของคานเหล็ก       | คอนกรีตมวลรวมคาร์บอนเนต คอนกรีตมวลรวมน้ำหนักเบา หรือคอนกรีตมวลรวมทรายน้ำหนักเบา (ไม่มีหินทราย (sandstone) หินแกรนิต (granite) และกรวดประเภทซิลิเซียส (siliceous gravel)) | 50                                  | 37.5      | 25        | 25        |
|                                | คอนกรีตมวลรวมซิลิเซียส   | 62.5                                | 50        | 37.5      | 25        |

- \* หมายเหตุ: 1) กฎกระทรวงฉบับที่ 60 กำหนดให้เสาเหล็กขนาด 150x150 มิลลิเมตร 200x200 มิลลิเมตร และขนาดตั้งแต่ 300x300 มิลลิเมตร ขึ้นไป มีระยะคอนกรีตหุ้มเหล็กอย่างน้อย 50 40 และ 25 มิลลิเมตร ตามลำดับ และคานเหล็กมีระยะคอนกรีตหุ้มอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร
- 2) ในกรณีที่ไม่สามารถระบุประเภทคอนกรีต ให้อ้างอิงคอนกรีตมวลรวมซิลิเซียส

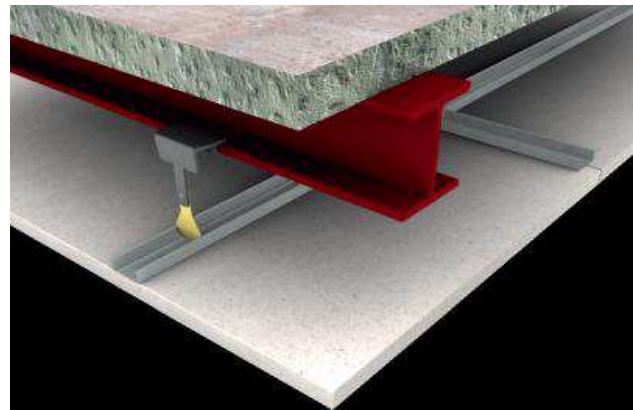
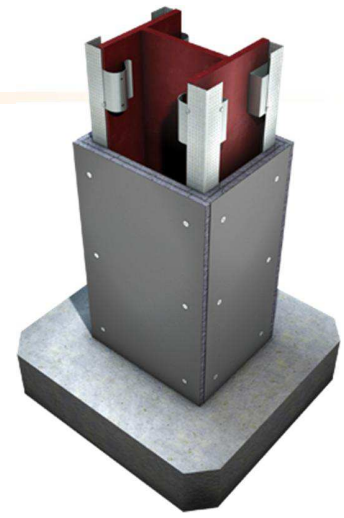
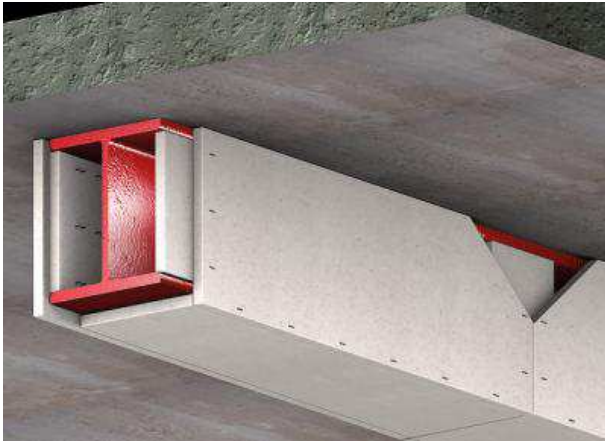
## เส้นรอบรูปปรับความร้อน (heated perimeter, D)

อัตราการทนไฟคำนวณตามอัตราส่วนหน้าตัดต่อความยาว  $W$  ต่อความยาวเส้นรอบรูปปรับความร้อน  $D$



# GYPSUM

ยิปซัมเป็นวัสดุทนไฟที่มีการใช้งานแพร่หลายในงานก่อสร้าง  
แผ่นยิปซัมที่ใช้ต้องเป็นประเภท X ตามมาตรฐาน ASTM C1396  
ซึ่งมีความสามารถทนไฟสูงกว่าประเภททั่วไป



# GYPSUM

มยพ.8304-61

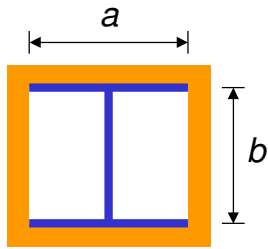
เสาเหล็กรูปตัวเอชหรือท่อเหล็กที่มีอัตราส่วนหน้าตัดต่อเส้นรอบรูปความร้อนไม่เกิน 0.215  
ก.ก./เมตร ต่อ ม.ม. ป้องกันด้วยแผ่นยิปซัมประเภท X มีอัตราการทนไฟคือ

$$R = 1.6 \left[ \frac{h(W'/D)}{2} \right]^{0.75}$$

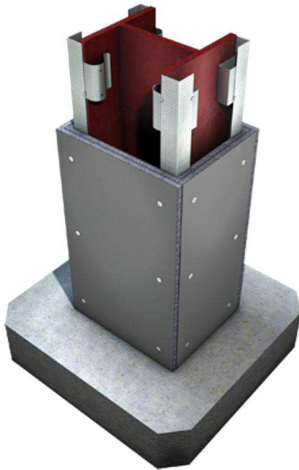
- โดยที่
- R** = อัตราการทนไฟ (ชั่วโมง)
  - h** = ความหนาแผ่นยิปซัม (มิลลิเมตร)
  - D** = เส้นรอบรูปปรับความร้อน (มิลลิเมตร)
  - W'** = หน้าตัดรวมเสาเหล็กและแผ่นยิปซัม ( $W' = W + 0.0008hD$ ) (ก.ก./เมตร)

ในกรณีที่เสาเหล็กมีอัตราส่วนหน้าตัดต่อเส้นรอบรูปความร้อนเกิน 0.215 ก.ก./เมตร ต่อ ม.ม.  
ให้ใช้ความหนาเท่ากับหน้าตัด W360x347 (หน่วย SI)

**Example 23-1 :** A 3-hour fire resistance rating is required for a W300×94 using gypsum wallboard protection.



$$D = 2a + 2b$$



**Solution:** W300×94 ( $b_f = 300\text{mm}$ ,  $d = 300\text{mm}$ )

$$D = 2 \times 300 + 2 \times 300 = 1200 \text{ mm}$$

Try  $h = 50 \text{ mm}$

$$W' = 94 + 0.0008 \times 50 \times 1200 = 142 \text{ kg/m}$$

$$R = 1.6 \left[ \frac{h(W'/D)}{2} \right]^{0.75}$$

$$= 1.6 \left[ \frac{50(142/1200)}{2} \right]^{0.75} = 3.61 \text{ hour}$$

**Use 50 mm "Type X" gypsum wallboard**

## Spray-applied Fire Resistive Materials

มยพ.8304-61



**วัสดุฉีดยึดพันกันไฟ** (Spray-applied Fire Resistive Materials: SFRM) ต้องมีคุณสมบัติความเป็นฉนวนตาม มยพ.8201 ถึง มยพ.8203 หรือมาตรฐานสากลเช่น ISO 834, ASTM E119 และ UL (Underwriter's Laboratory)

การติดตั้งต้องทำตามมาตรฐาน ASTM หรือมาตรฐานเทียบเท่าดังนี้

- ▶ ความหนา (thickness) และ ความหนาแน่นแห้ง (dry density) ไม่น้อยกว่าค่าที่ผู้ผลิตกำหนดโดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E605 / E605M
- ▶ กำลังยึดเหนี่ยว (bond strength) ไม่น้อยกว่าค่าตามที่ผู้ผลิตกำหนดโดยทำการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E736 / E736M โดยจะต้องไม่ต่ำกว่า 7.2 กิโลปาสคาล
- ▶ สำหรับ SFRM ที่ผสมแร่เส้นใย ให้เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ASTM C1014



อัตราการทนไฟของเสาเหล็กที่ป้องกันด้วยวัสดุฉนวนกันไฟสามารถคำนวณได้ดังนี้

สำหรับเสาเหล็กหน้าตัดรูปตัวเอช

$$R = \left[ C_1 \left( \frac{W}{D} \right) + C_2 \right] h$$

สำหรับเสาท่อเหล็ก

$$R = \left[ C_3 \left( \frac{A}{D} \right) + C_4 \right] h$$

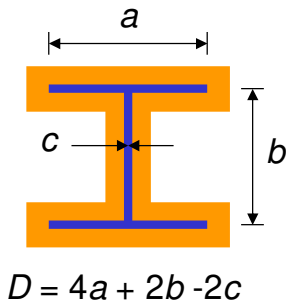
- โดยที่
- $R$  = อัตราการทนไฟ (ชั่วโมง)
  - $h$  = ความหนาวัสดุหุ้ม (มิลลิเมตร)
  - $D$  = เส้นรอบรูปรับความร้อน (มิลลิเมตร)
  - $W$  = ฐานหนักเฉลี่ยของเสาเหล็ก (กิโลกรัมต่อเมตร)
  - $A$  = พื้นที่หน้าตัดของเสาเหล็ก (ตารางมิลลิเมตร)
  - $C_1, C_2$  = ค่าคงที่สำหรับเสาเหล็กหน้าตัดรูปตัวเอช (ช.ม./ม.ม.)
  - $C_3, C_4$  = ค่าคงที่สำหรับเสาท่อเหล็ก (ท่อกลมและท่อสี่เหลี่ยม) (ช.ม./ม.ม.)

## Spray-applied Fire Resistive Materials

The values of  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  and  $C_4$  to be used in the equations must be confirmed by the material supplier.

| Table VI.4 – Representative SFRM Material Constants |       |       | Thai units |        |
|---|-------|-------|------------|--------|
| Material  | $C_1$ | $C_2$ | $C_1$      | $C_2$  |
| Grace MK6<br>All W/D                                | 1.05  | 0.61  | 0.704      | 0.0240 |
| Isolatek 800<br>All W/D                             | 0.86  | 0.97  | 0.577      | 0.038  |
| Isolatek 280<br>W/D 0.33 to 2.51                    | 1.25  | 0.53  | 0.838      | 0.021  |
| Isolatek 280<br>W/D 2.51 to 6.68                    | 1.25  | 0.25  | 0.838      | 0.010  |
| Isolatek D-C/F<br>W/D 0.55 to 7.00                  | 1.01  | 0.66  | 0.677      | 0.026  |
| Isolatek D-C/F<br>W/D 0.30 to 0.55                  | 0.95  | 0.45  | 0.637      | 0.018  |

**Example 23-2 :** A 3-hour fire resistance rating is required for a W300×94 using MK-6 SFRM protection.



**Solution:** W300×94 ( $b_f = 300\text{mm}$ ,  $d = 300\text{mm}$ ,  $t_w = 10\text{mm}$ )

$$D = 4 \times 300 + 2 \times 300 - 2 \times 10 = 1780 \text{ mm}$$

The material constants for MK-6 are  $C_1 = 0.704$  and  $C_2 = 0.024$

$$R = \left[ C_1 \left( \frac{W}{D} \right) + C_2 \right] h$$

$$3 = \left[ 0.704 \left( \frac{94}{1780} \right) + 0.024 \right] h$$

$$h = 49 \text{ mm}$$

**Use 50 mm MK-6 SFRM**

# End of Lecture