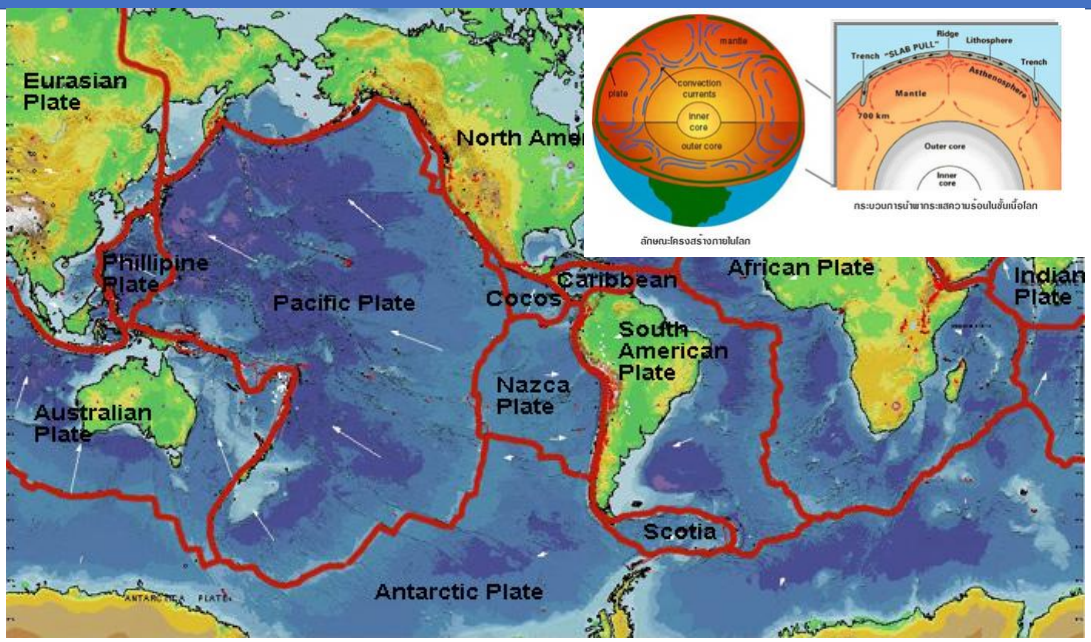
# การตรวจสอบอาคารหลังเหตุการณ์แผ่นดินไหว

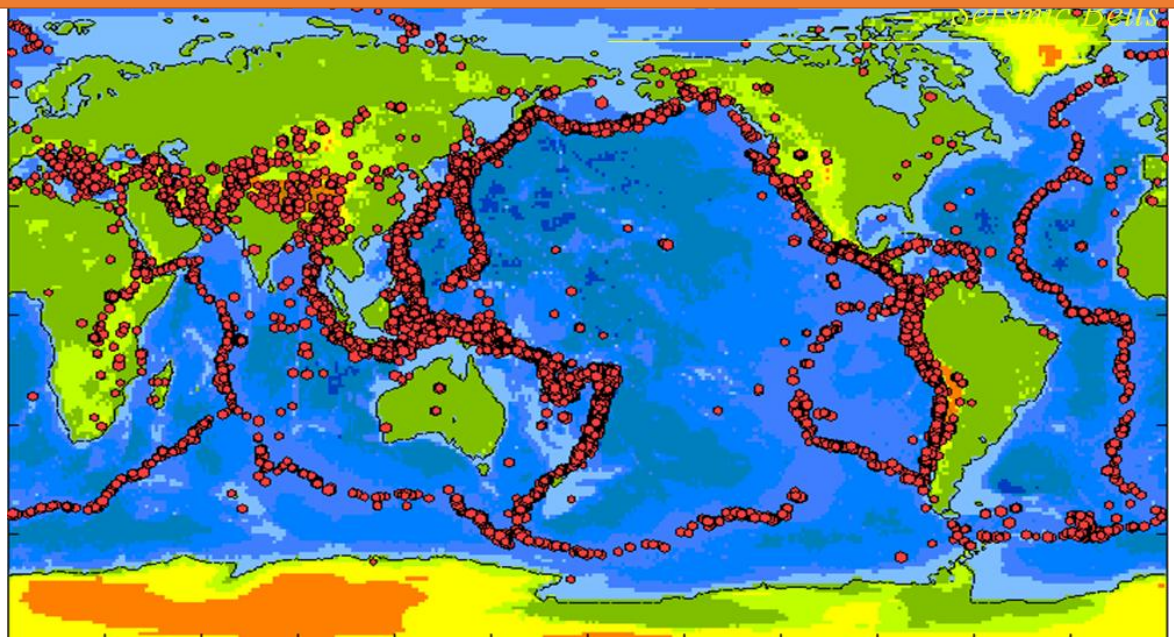
ปิยะพงษ์ วงค์เมธา

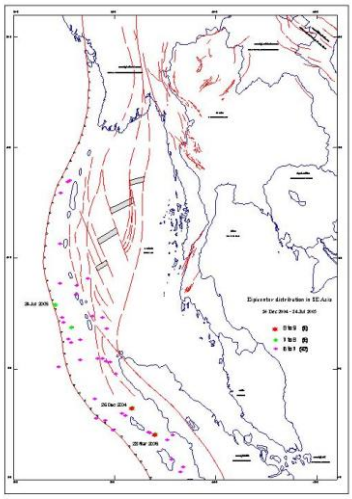
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

## แผนที่แผ่นเปลือกโลก

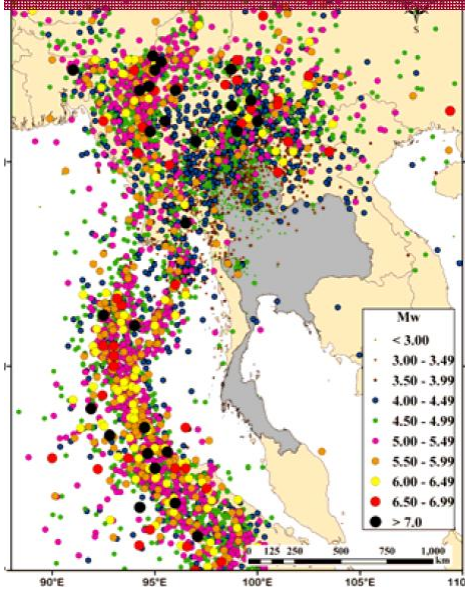


# แผ่นดินไหวเกิดที่ไหนบ้าง



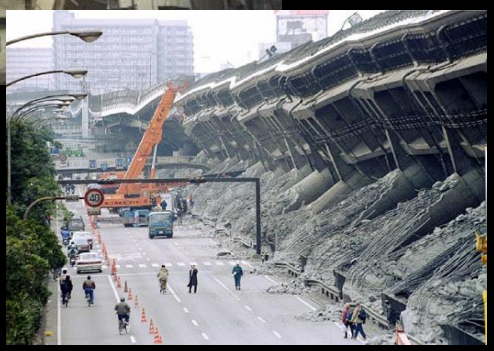



การเกิดแผ่นดินไหวจากพ.ศ. 2455
จนถึง พ.ศ. 2550



## แผ่นดินไหวที่เมือง Kobe, Japan (17 January 1995)

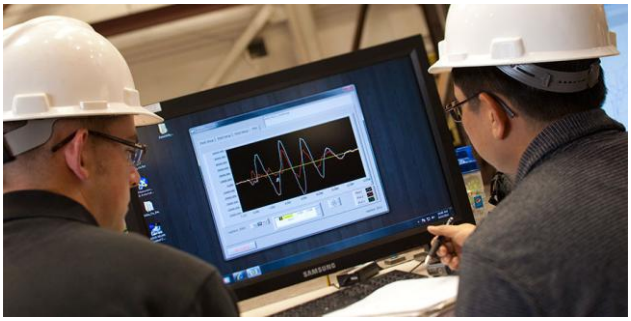
## แผ่นดินไหวที่เมือง Kobe, Japan (17 January 1995)



มีคนเสียชีวิต
มากกว่า 6,000 คน

มีคำกล่าวว่า “แผ่นดินไหวไม่ได้ทำให้คนเสียชีวิต แต่โครงสร้างถล่มต่างหากที่ทำให้คนเสียชีวิต”

**จึงมีการศึกษาถึงพฤติกรรมของอาคารเมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว**



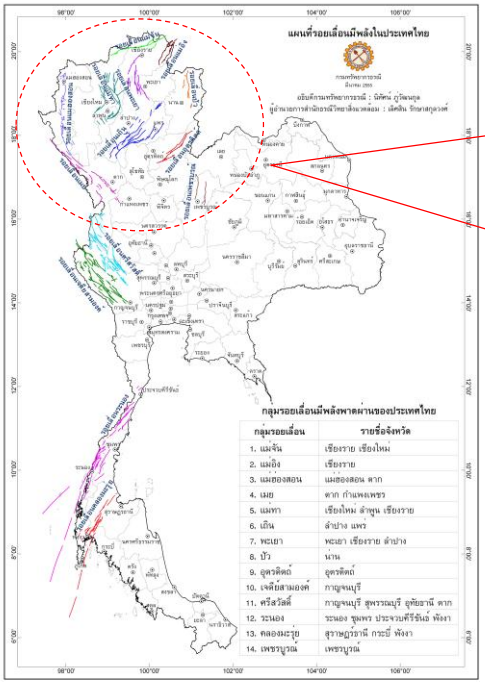
## การทดสอบอาคาร 6 ชั้น (Kobe, Japan)

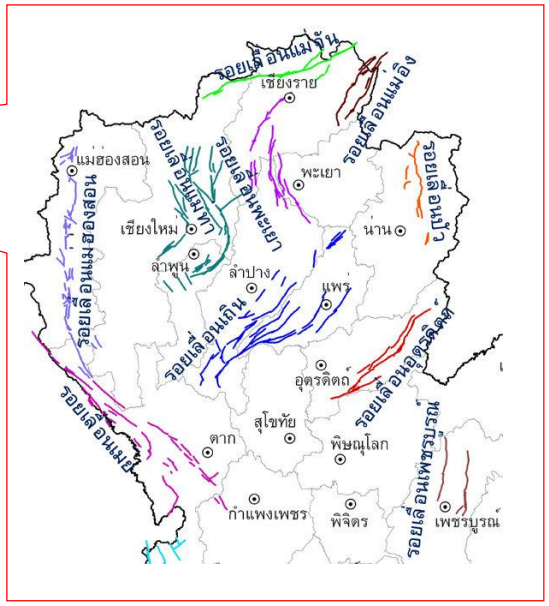
## A Nonductile Concrete Building ,Japan

## Conventional Wooden House in Japan

独立行政法人
NIED 防災科学技術研究所
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

兵庫耐震工学研究センター
実大三次元震動破壊実験施設
E-Defense E－ディフェンス
Hyogo Earthquake Engineering Research Center



เข้าใจรูปแบบความเสียหายที่สามารถเกิดขึ้นกับอาคารเมื่อเกิดแผ่นดินไหว

เข้าตรวจสอบอาคารหลังแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหว 6.3 ริกเตอร์ที่ อ.พาน จังหวัดเชียงราย (5 พค. 2557)

**สถาปัตยกรรม** **โครงสร้าง**

## สถาปัตยกรรม

โรงเรียนแม่ลาววิทยาคม

แผ่นดินไหว 6.3 ริกเตอร์ที่ อ.พาน จังหวัดเชียงราย (5 พค. 2557)

ศ.ดร.เป็นหนึ่ง วานิชชัย

**ผนังอิฐก่อปิดโครงหลังคาพังถล่มลงมา**

## สถาปัตยกรรม

วัดดงมะเฟือง

แผ่นดินไหว 6.3 ริกเตอร์ที่ อ.พาน จังหวัดเชียงราย (5 พค. 2557)

อันตรายถึงชีวิต

ศ.ดร.เป็นหนึ่ง วานิชชัย

**กระเบื้องหลังคาของวัดถูกเหวี่ยงหลุดจากโครงหลังคา**

## สถาปัตยกรรม

โรงเรียนแม่ลาววิทยาคม

แผ่นดินไหว 6.3 ริกเตอร์ที่ อ.พาน จังหวัดเชียงราย (5 พค. 2557)

อันตรายถึงชีวิต

**กำแพงก่ออิฐผืนใหญ่พังถล่มลงมา เนื่องจากเสาเอ็นและทับหลังไม่พอ**

## สถาปัตยกรรม

โรงเรียนแม่ลาววิทยาคม

แผ่นดินไหว 6.3 ริกเตอร์ที่ อ.พาน จังหวัดเชียงราย (5 พค. 2557)

อันตรายถึงชีวิต

ศ.ดร.เป็นหนึ่ง วานิชชัย

**กำแพงก่ออิฐผืนใหญ่พังถล่มลง**

## สถาปัตยกรรม

แผ่นดินไหว 6.3 ริกเตอร์ที่ อ.พาน จังหวัดเชียงราย (5 พค. 2557)

อันตรายถึงชีวิต

**ผนังอ้าออกเนื่องจากหนวดกุ้งไม่พอ**

# สถาปัตยกรรม

แผ่นดินไหว 6.3 ริกเตอร์ที่ อ.พาน จังหวัดเชียงราย (5 พค. 2557)

ฝ้าร่วงหล่นเสียหาย

ปูนฉาบแตกร้าว

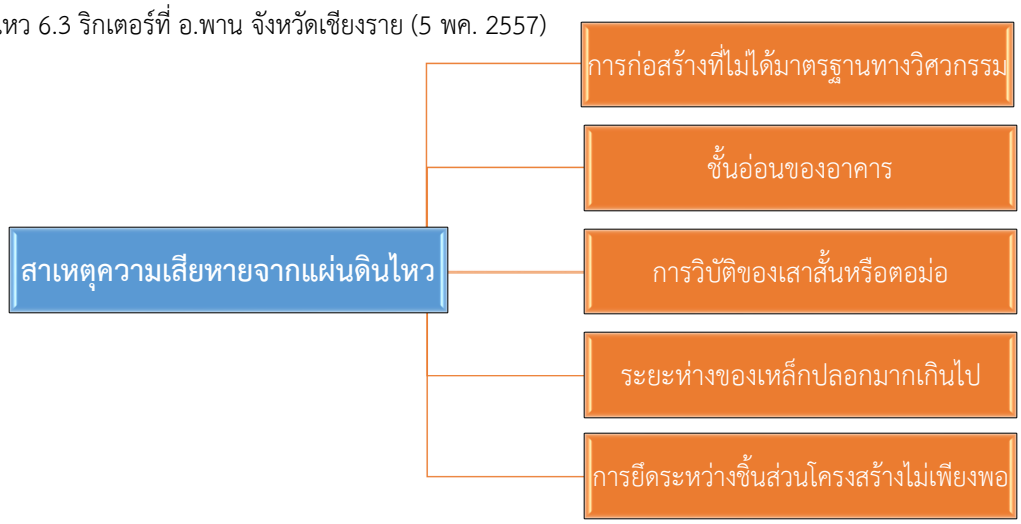
การแตกร้าวของผนังที่ก่อเพื่อกันห้องโดยไม่มีเสา

# สถาปัตยกรรม

ความเสียหายด้านสถาปัตยกรรมที่เกิดขึ้นจากแผ่นดินไหวที่ผ่านมายัง ไม่ส่งผลต่อความแข็งแรงของโครงสร้างอาคาร แต่ก็เป็นอันตรายต่อชีวิตของผู้อาศัย หรือส่งให้ความรู้สึกไม่มั่นใจในความแข็งแรง

# โครงสร้างอาคาร

แผ่นดินไหว 6.3 ริกเตอร์ที่ อ.พาน จังหวัดเชียงราย (5 พค. 2557)




ศ.ดร.อมร พิมานมาศ

# การก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐานทางวิศวกรรม

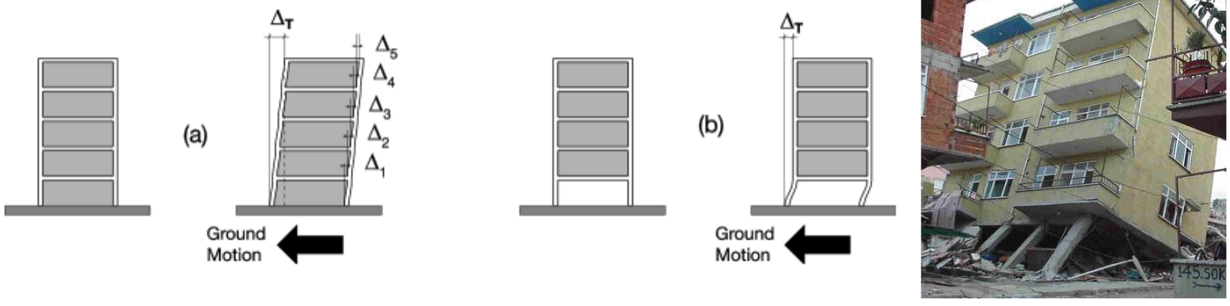
เสามีขนาดเหล็กเกินไปไม่สมดุลกับขนาดของคาน เช่นเสาขนาด 15-20 ซม. ซึ่งเล็กเกินที่จะสามารถต้านทานแรงแผ่นดินไหว และยังมีผลของเหล็กเสริมในเสาที่ไม่ได้มาตรฐาน ใส่เหล็กเพียง 2 เส้น ทั้งที่มาตรฐานให้ใส่ 4 เส้น รวมถึงขนาดของเหล็กปลอกที่เล็กเกินไป

ศ.ดร.อมร พิมานมาศ

## การก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐานทางวิศวกรรม

## ชั้นอ่อนของอาคาร

# ชั้นอ่อนของอาคาร

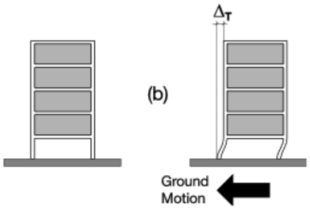



# ชั้นอ่อนของอาคาร

**เดิมเป็นบ้าน 2 ชั้นใต้ถุนสูงโล่ง**

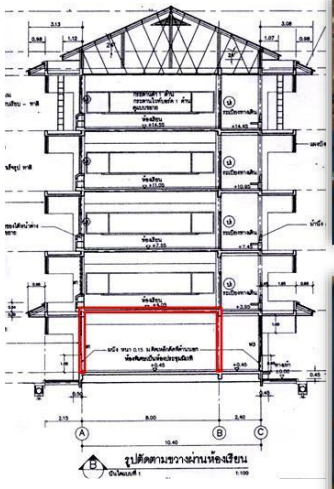
# ชั้นอ่อนของอาคาร

โรงเรียน



แบบมาตรฐานโรงเรียน

# ชั้นอ่อนของอาคาร



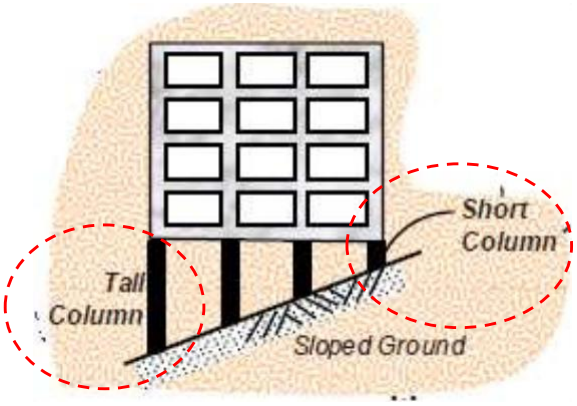
ช่วงพาดยาว คาน

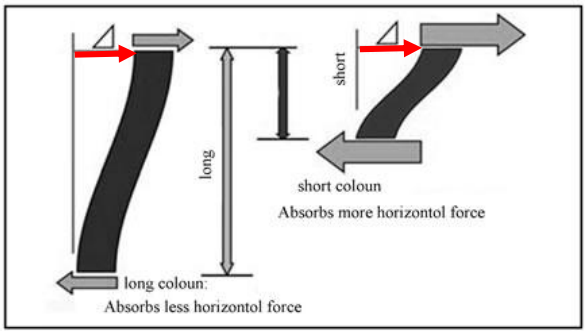
รศ.ดร.สุทัศน์ ลีลาทวีวัฒน์

## ชั้นอ่อนของอาคาร

## ชั้นอ่อนของอาคาร

# การวิบัติของเสาสั้นหรือตอม่อ



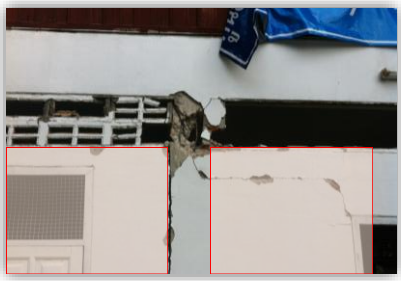




# การวิบัติของเสาสั้นหรือตอม่อ

**การยกพื้นบ้านขึ้นมาเล็กน้อยทำให้เกิดพฤติกรรมแบบเสาสั้นที่เสาตอม่อ**

## การวิบัติของเสาสั้น

**การเว้นช่องเปิดเพื่อรับลมส่งผลให้เกิดพฤติกรรมแบบเสาสั้นโดยไม่ตั้งใจ**



## ระยะห่างของเหล็กปลอกมากเกินไป

เหล็กปลอกห่างมากเกินไม่สามารถ

โอบลัดคอนกรีตที่ที่อยู่ภายในไว้ได้

## การยึดระหว่างชิ้นส่วนโครงสร้างไม่เพียงพอ

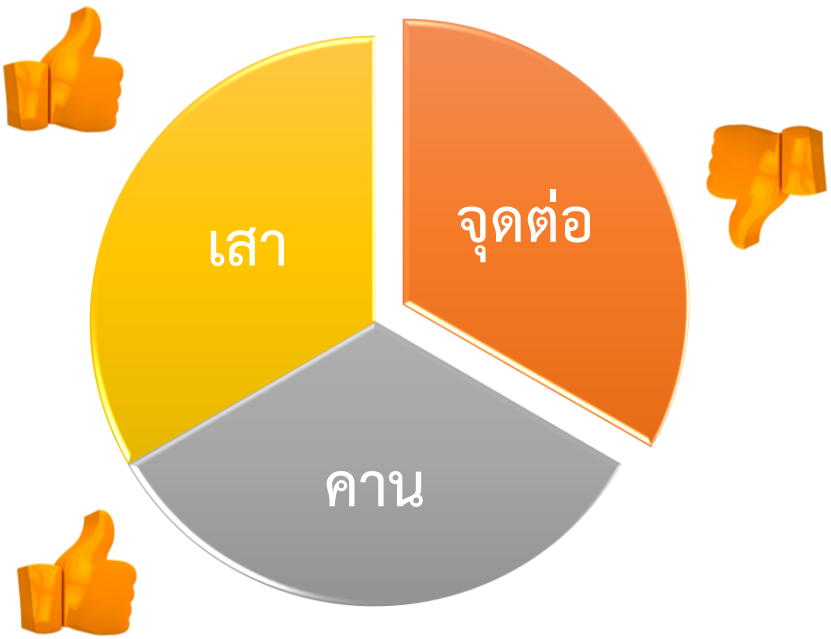
## การยึดระหว่างชิ้นส่วนโครงสร้างไม่เพียงพอ

การขาดออกจากกันระหว่างคานและจุดต่อ โดยมีสาเหตุจากการฝังเหล็กไม่ถูกต้อง จะเห็นว่าเหล็กเสริมของคานไม่ฝังในจุดต่ออย่างเพียงพอ

# ความเสียหายจากการชนกันของอาคาร

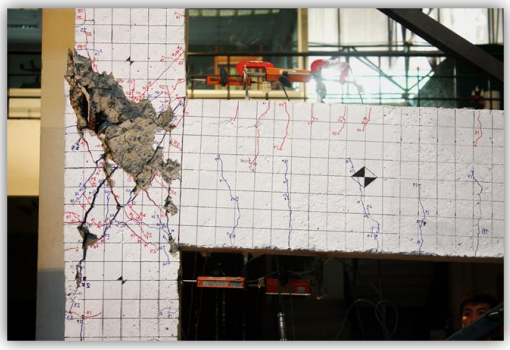
Hotel de Carlo

Maxico Earthquake ,1985



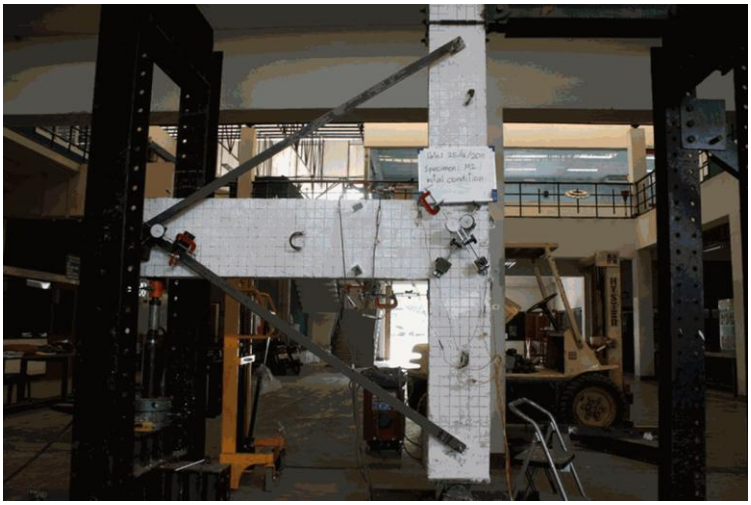
## จุดต่อของเสาต้นริม

**สิ่งที่ถูกลืม**



ผศ.ดร.ชยานนท์ หรรษภิญโญ

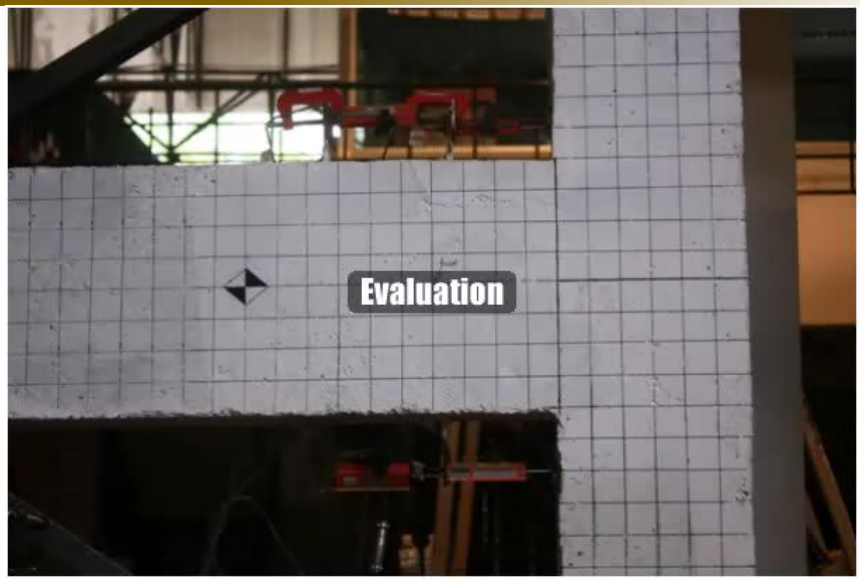
## จุดต่อของเสาต้นริม



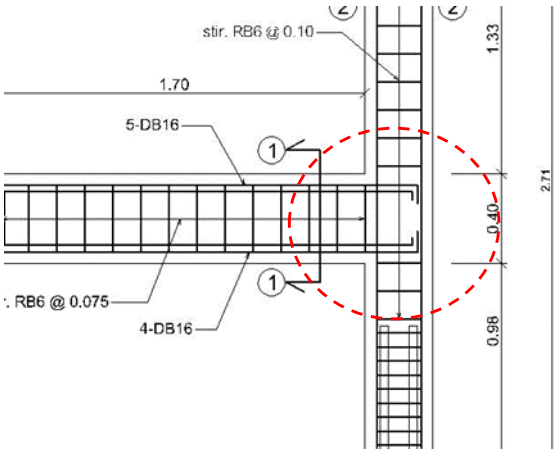
ผศ.ดร.ชยานนท์ หรรษภิญโญ
อ.รัฐพล เกติยศ

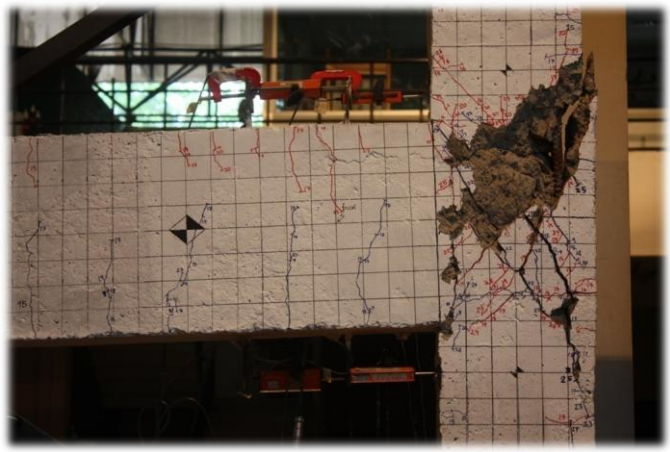
# จุดต่อของเสาต้นริม

ผศ.ดร.ชยานนท์ หรรษภิญโญ
อ.รัฐพล เกติยศ



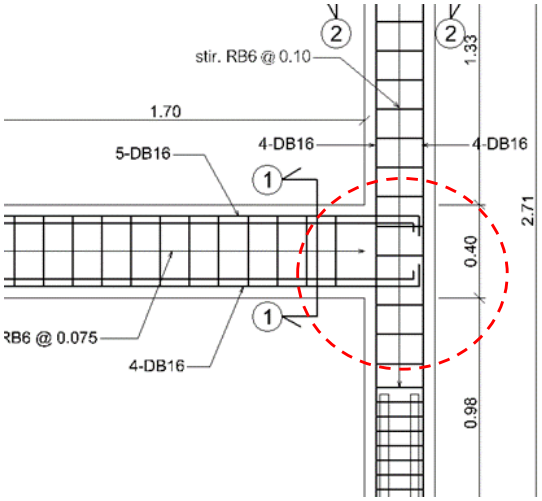

## ไม่มีเหล็กปลอกภายในจุดต่อ

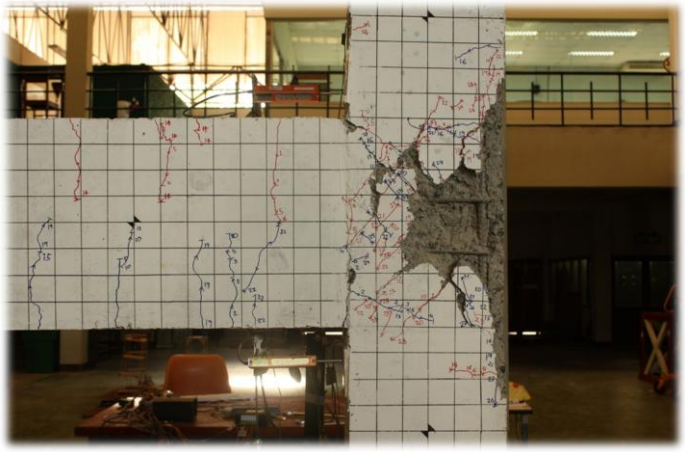


ผศ.ดร.ชยานนท์ หรรษภิญโญ
อ.รัฐพล เกติยศ

## มีเหล็กปลอกภายในจุดต่อ

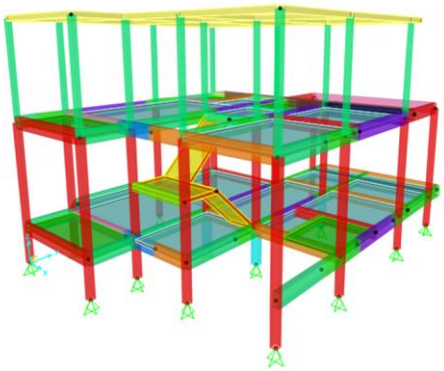


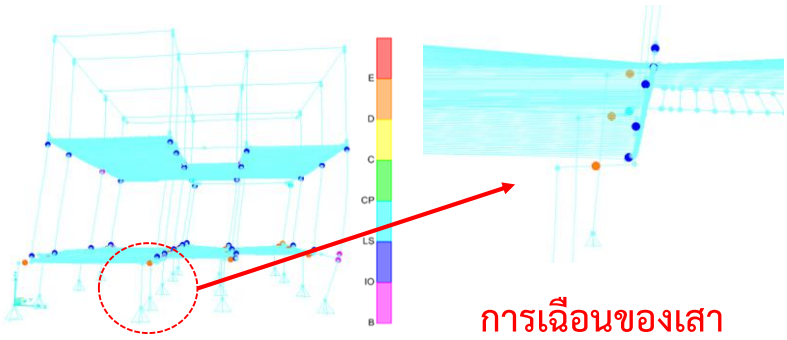



ผศ.ดร.ชยานนท์ หรรษภิญโญ
อ.รัฐพล เกติยศ

## ความเสียหาย

จากความเสียหายของโครงสร้างที่ตรวจพบโดยมากเกิดกับโครงสร้างเสา สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ในการศึกษาอาคารที่พักอาศัยเตี้ยโดยวิธี Pushover Analysis






การเฉือนของเสา

## ความเสียหาย

## ระดับความเสียหาย

**การตรวจสอบว่าโครงสร้างเสียหายระดับไหนและควรใช้แนวทางใดในการจัดการ**

**ระดับ 1** → **4**

**เล็กน้อย** — **มากที่สุด**

| | โครงสร้าง | คอนกรีต |
|---|---|---|
| ระดับ 1 เล็กน้อย | ไม่ทรุด ไม่เอียง ไม่ดัดงอ | กะเทาะหลุดที่ผิว |
| ระดับ 2 ปานกลาง | ไม่ทรุด ไม่เอียง ไม่ดัดงอ | คอนกรีตหุ้มเหล็กกะเทาะหลุดออก |
| ระดับ 3 มาก | ทรุด เอียง ดัดงอเล็กน้อย | คอนกรีตแตกเป็นชิ้นถึงเนื้อใน |
| ระดับ 4 มากที่สุด | ทรุด เอียง ดัดงอ หรือ พังถล่ม | โครงสร้างหลุดแยกออกเป็นชิ้นๆ |

ศ.ดร.อมร พิมานมาศ

| | เหล็กเสริม | แนวทางจัดการ |
|---|---|---|
| ระดับ 1 เล็กน้อย | ไม่เห็นเหล็กเสริม | ซ่อม |
| ระดับ 2 ปานกลาง | เห็น แต่ไม่คดงอ | ซ่อม + เสริมเหล็กปลอก |
| ระดับ 3 มาก | เหล็กเสริมคดงอ เหล็กปลอกง้างออก | ซ่อม + เสริมเหล็กปลอก + เหล็กแกน |
| ระดับ 4 มากที่สุด | เหล็กเสริมบิดเบี้ยวอย่างมาก | รื้อทิ้ง + สร้างใหม่ |

ศ.ดร.อมร พิมานมาศ

ระดับ 1 เล็กน้อย

ระดับ 2 ปานกลาง

ระดับ 3 มาก

ระดับ 4 มากที่สุด

## การเสริมกำลังอาคาร

**เสริมเหล็กปลอก**

ศ.ดร.อมร พิมานมาศ

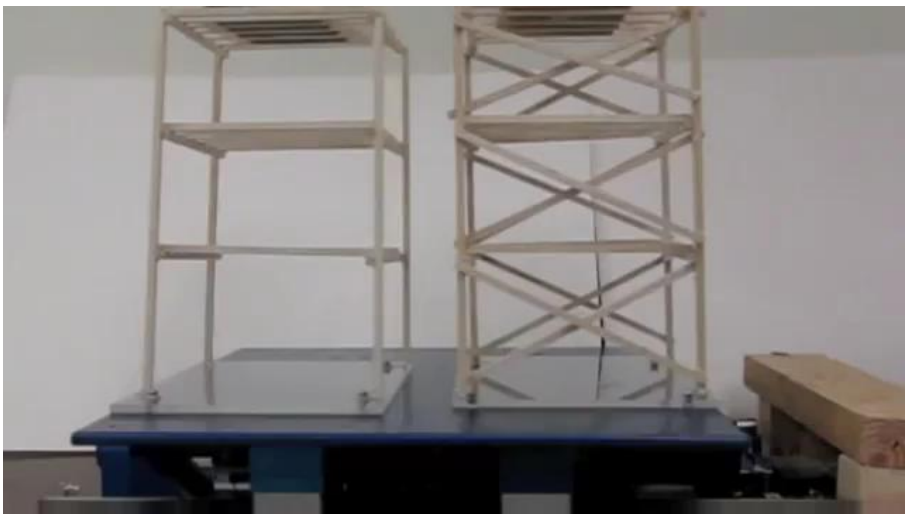
## การเสริมกำลังอาคาร

**เสริมเหล็กแกน**

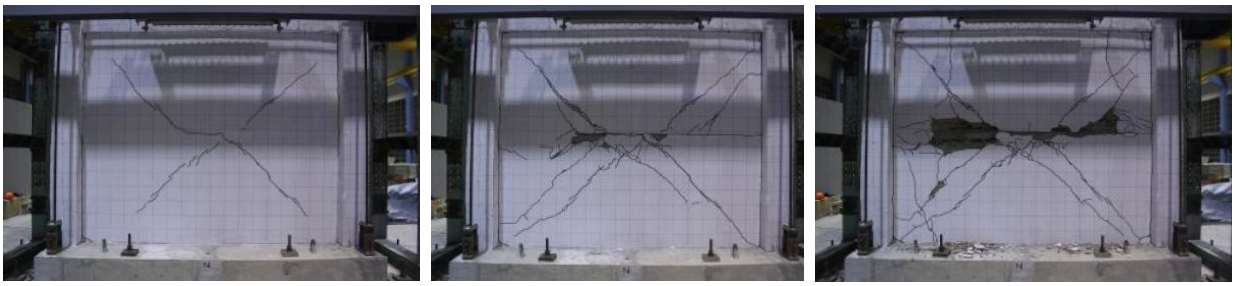
## การเสริมกำลังอาคาร

**ใส่ค้ำยันเข้าในจุดที่อ่อนแอ**

## การเสริมกำลังอาคาร



## การเสริมกำลังอาคาร



**ระยะเสียรูปด้านข้างเพิ่มขึ้น**

รศ.ดร.ไพบูลย์ ปัญญาคะโป

## การเสริมกำลังอาคาร

**<u>ติดตั้งตระแกรงเหล็กฉีกและฉาบปูน</u>**

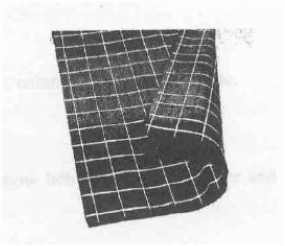
รศ.ดร.ไพบูลย์ ปัญญาคะโป

Source: National Information Service for Earthquake Engineering, Earthquake Engineering Research Center, University of California Berkeley

## ตัวอย่างการเสริมกำลังโครงสร้างด้วย FRP

การเสริมกำลังด้วย FRP จะให้ความเหนียวและกำลังเพิ่มเติมแก่เสา

## รูปแบบต่าง ๆของ FRP



SHEET

PLATE

ROD

***ข้อดี***

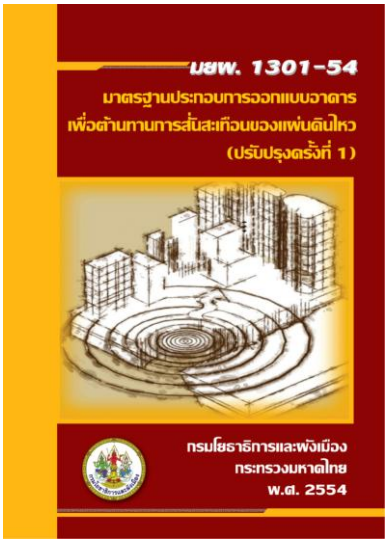
1. กำลังสูง แต่ น้ำหนักเบา
2. การติดตั้งไม่ใช้แรงงานมาก
3. ความคงทนสูงไม่เป็นสนิม

***ข้อเสีย***

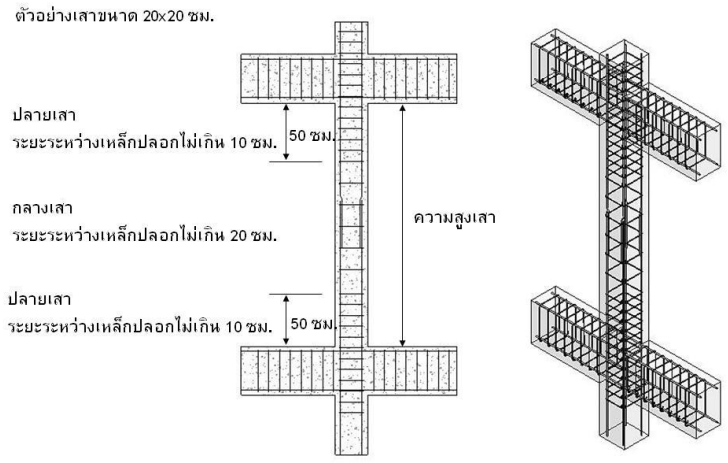
1. ราคาสูง
2. การติดตั้งต้องใช้ความชำนาญ

ศ.ดร.อมร พิมานมาศ

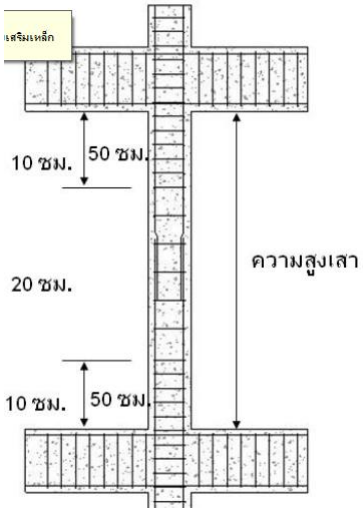
## ออกแบบอาคารใหม่



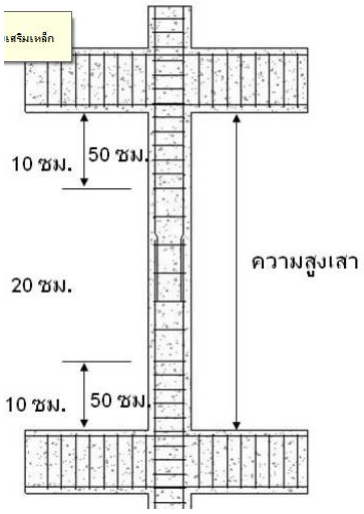
# ออกแบบอาคารใหม่



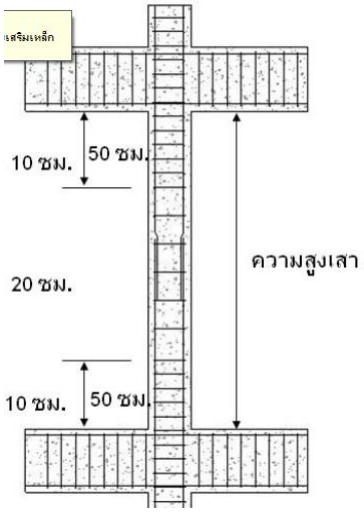

# ออกแบบอาคารใหม่



## ออกแบบอาคารใหม่



## ออกแบบอาคารใหม่



# ออกแบบอาคารใหม่