

クレジット:

UTokyo Online Education 学術俯瞰講義 2017 藤田香織

ライセンス:

利用者は、本講義資料を、教育的な目的に限ってページ単位で利用することができます。特に記載のない限り、本講義資料はページ単位でクリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-改変禁止 ライセンスの下に提供されています。

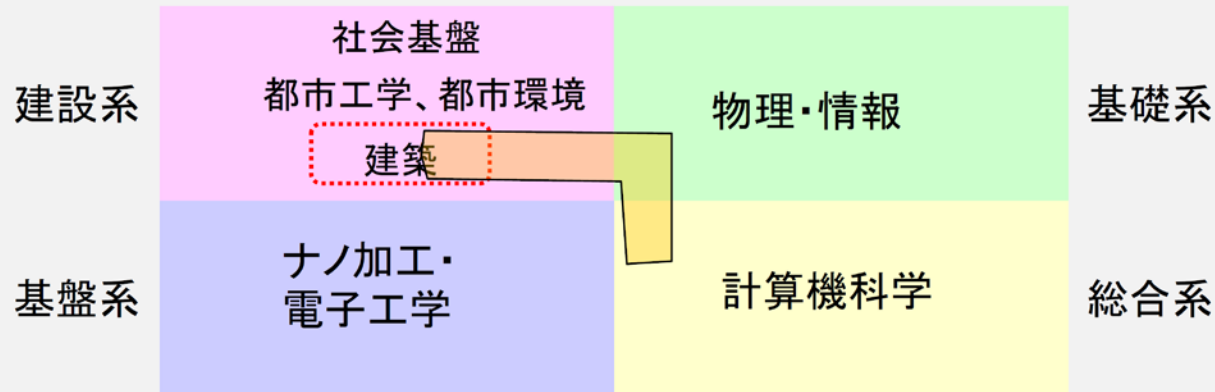
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等を本講義資料から切り離して利用することはできません。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。

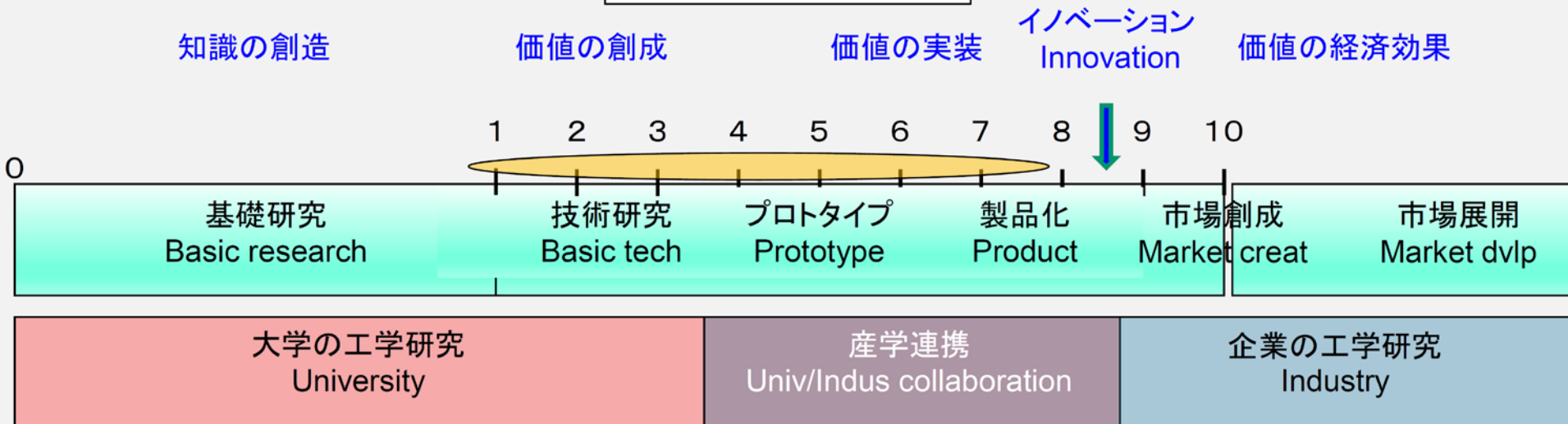


今日の工学の講義はどこに位置する？

工学研究(教育)の分野



工学研究のフェイズ



学術俯瞰講義「工学とは」

歴史と文化と工学 伝統的な木造建築と地震

建築学専攻/准教授
藤田香織

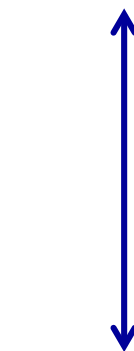
建設系三学科

社会基盤

都市環境、都市工学

建築

マクロ
(国土)



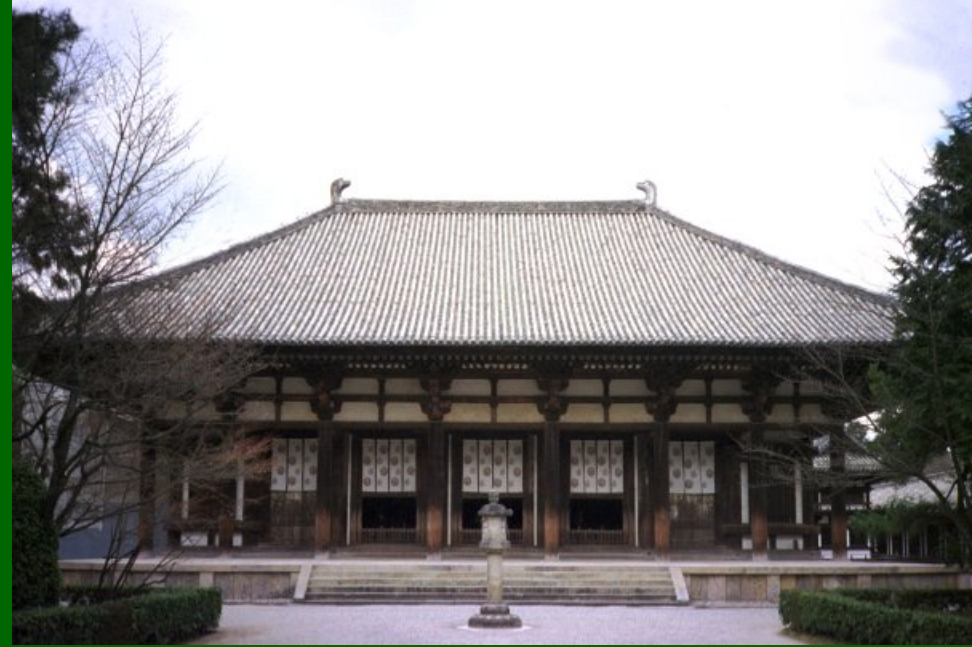
ミクロ
(人間)



ハード



ソフト



歴史的建造物の構造性能

自己紹介

1993年 東京大学工学部建築学科卒業

– 卒業論文「書院造と木割」 藤井恵介研究室

1995年 同大学大学院・修士課程修了

– 修士論文「伝統的木造建築における貫構造の水平耐力に関する研究」
坂本功研究室

1999年 同大学大学院・博士課程修了

– 博士論文「伝統的木造建築の水平抵抗要素に関する実験的研究」
坂本功研究室

同年 東京工業大学・COE研究員(和田・山田研究室)

同年 東京都立大学・助手 (深尾精一研究室)

2000年 東京都立大学・講師

2005年 首都大学東京・准教授

2007年 東京大学大学院工学系研究科・准教授

(現職)



平成 7 年兵庫県南部地震



伝統的な木造建築と地震

木造住宅（古民家）の耐震性と補強

名称 : 原田家住宅

所在地 : 山口県吉敷郡秋穂

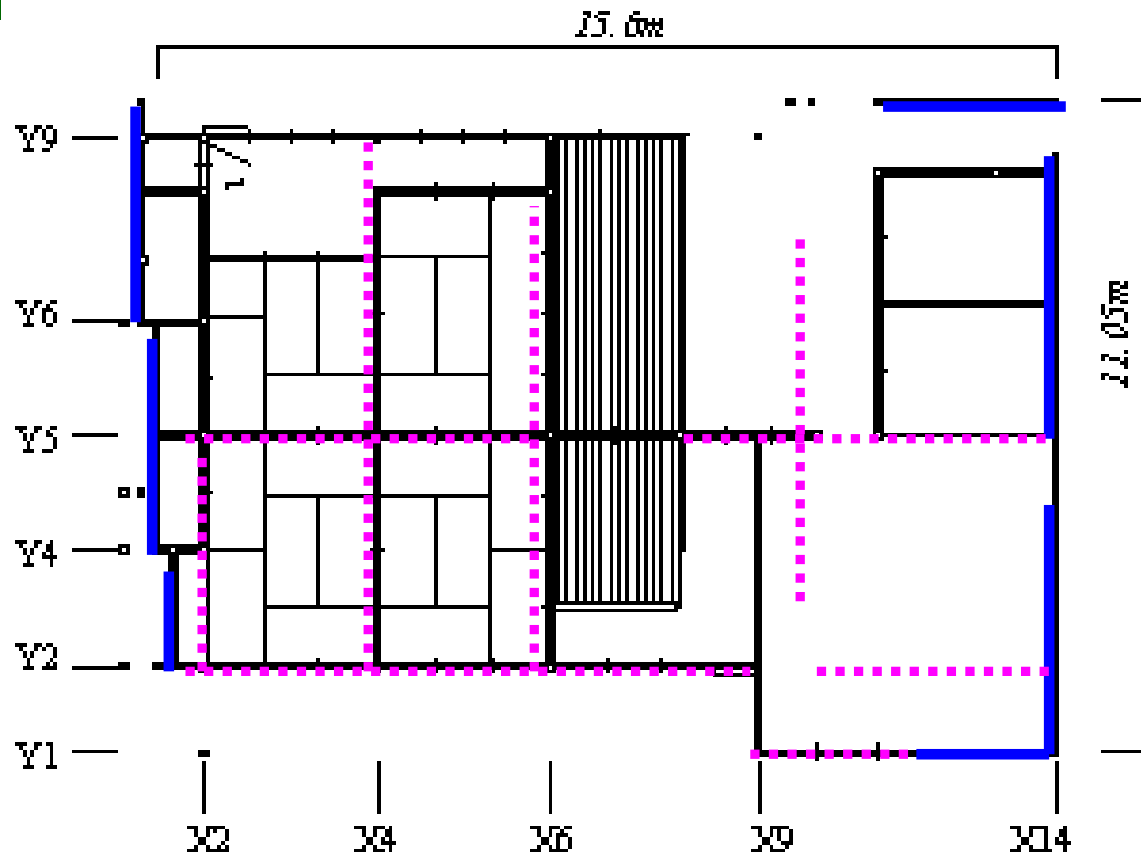
建築年 : 江戸時代末期

建築面積 : 約150.8m²

平面 : 田の字型四間取

屋根 : 寄棟
茅葺きの上に銅板
下屋部分は瓦葺き





床面積：151m²

壁長さ

梁間方向 19.02m

桁行方向 19.53m

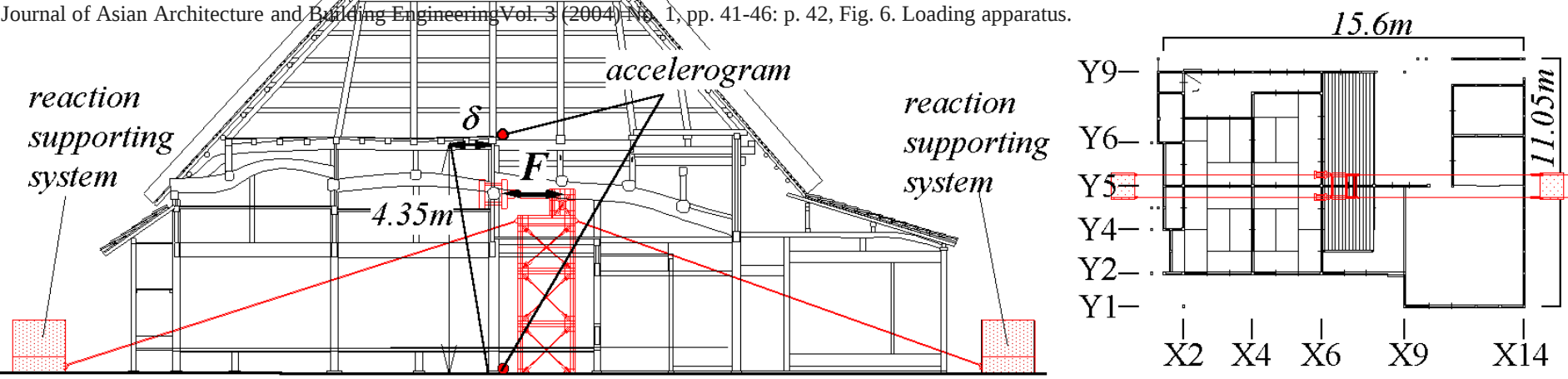
土壁

垂壁 (有開口土壁)

- ・典型的な田の字型平面
- ・土間部分は比較的広い
- ・南北に大きな開口
- ・東西面に壁が集中



正暦寺福寿院・奈良





損傷状況



垂れ壁損傷(1/120rad.)



柱の傾斜 ($1/60\text{rad.}$)



垂壁と柱の剥離($1/30\text{rad.}$)



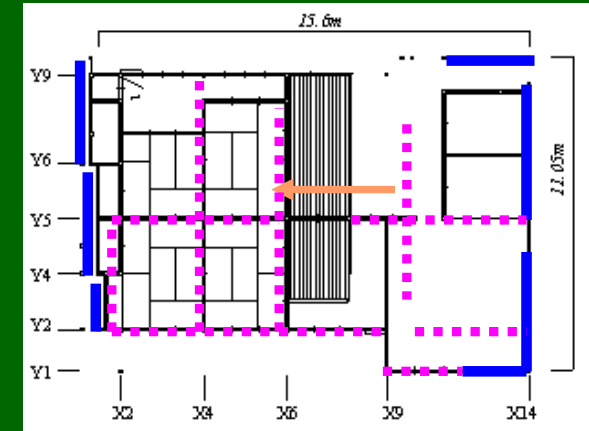
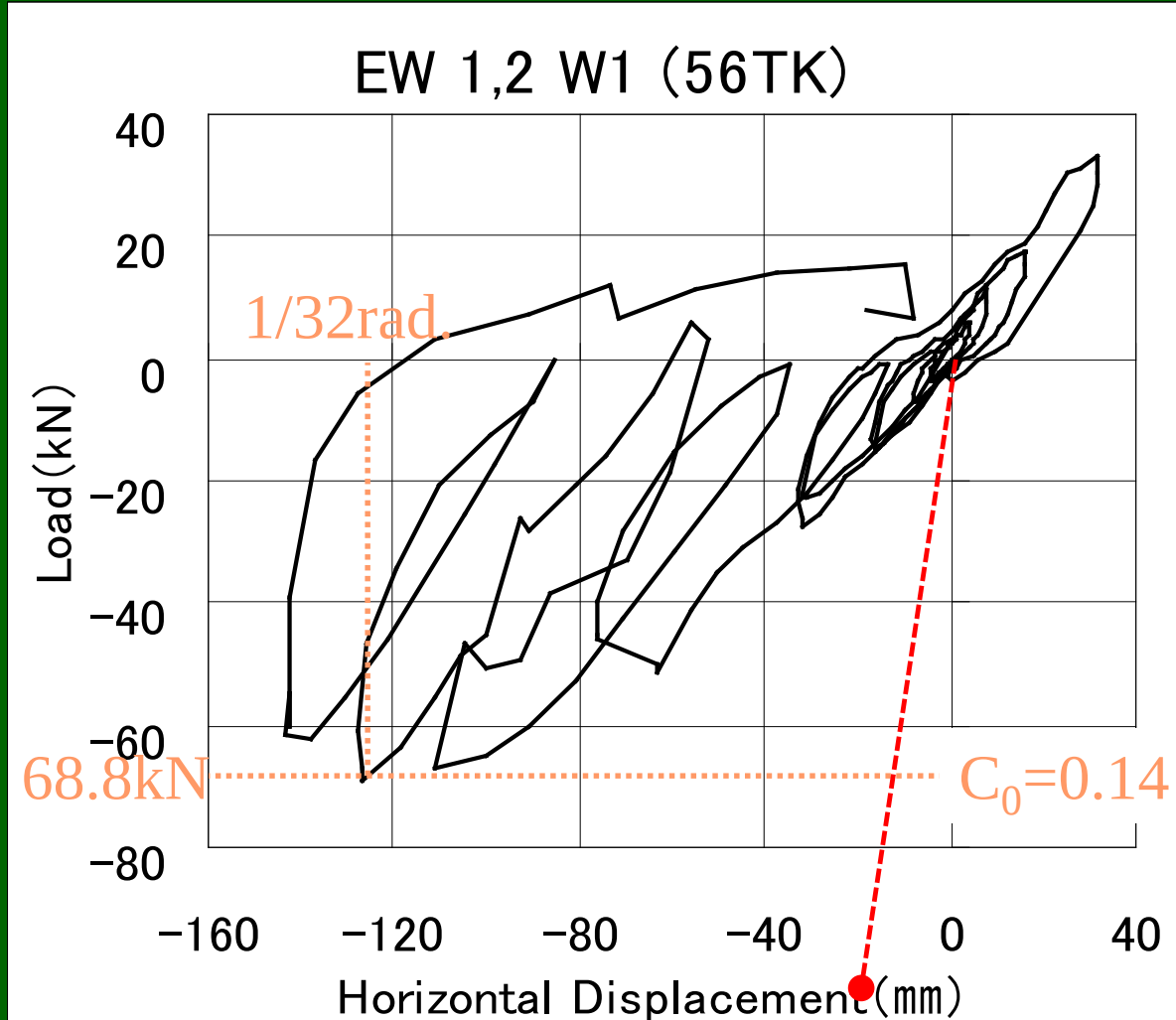
大黒柱・柱脚の曲げ破壊 1/30rad. 柱頭のせん断破壊 1/20rad.



加力直交方向の梁の脱落 $1/17\text{rad.}$

UTokyo Online Education 学術俯瞰講義 2017藤田香織 [CC BY-NC-ND](#)

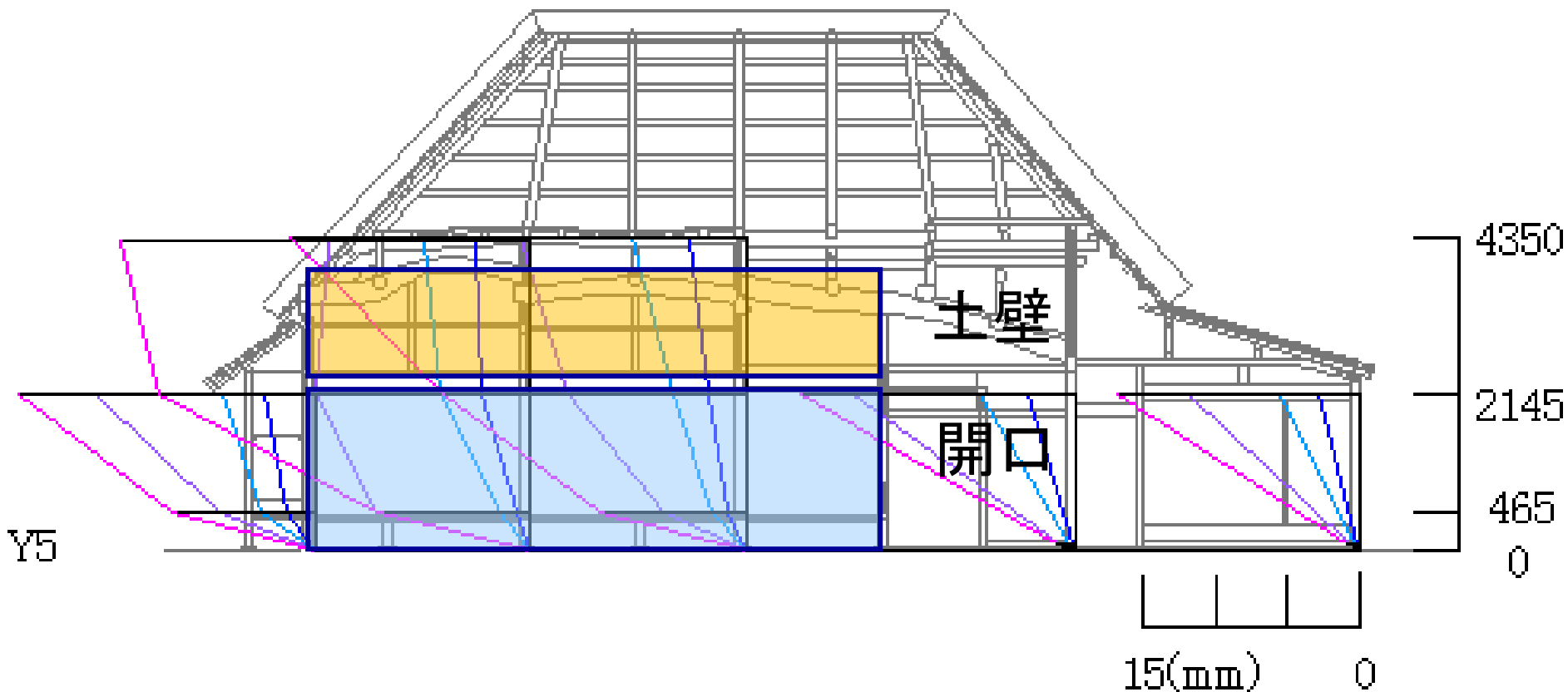
水平加力実験の結果



横軸: 変位
縦軸: 水平力

- 通常の許容応力度計算 (弾性設計) では
変位 $1/120\text{rad.}$ $\rightarrow$ $C_0=0.2$

変形の特徴



- 開口部の部分で大きく（曲げ）変形
- 土壁部分はせん断変形

垂壁の水平耐力機構

- 変位

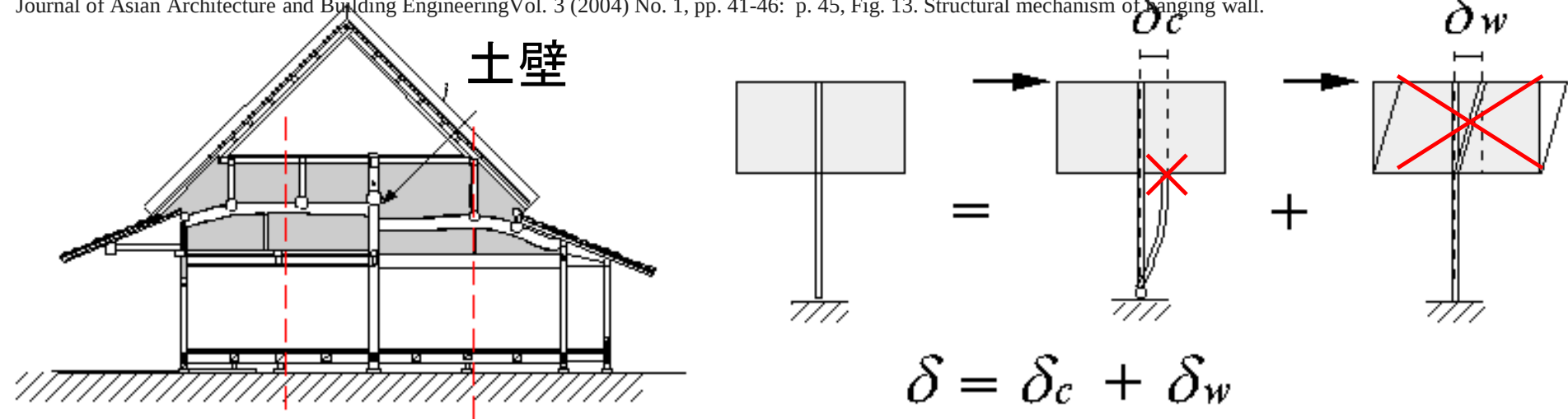
垂壁 = 土壁 + 柱

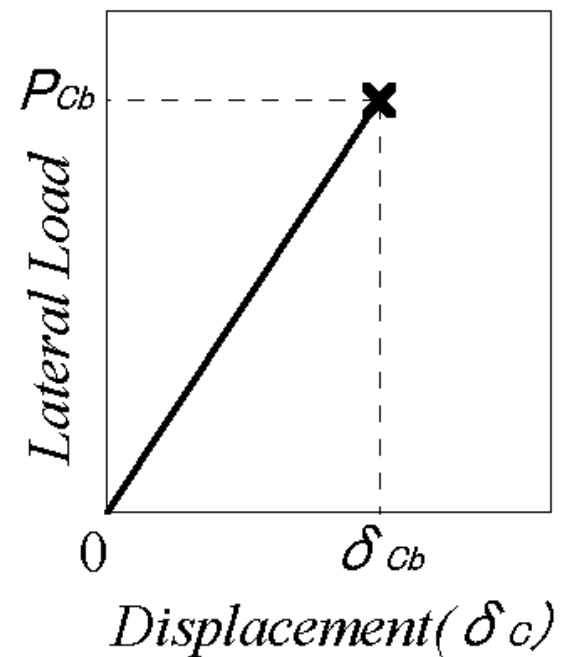
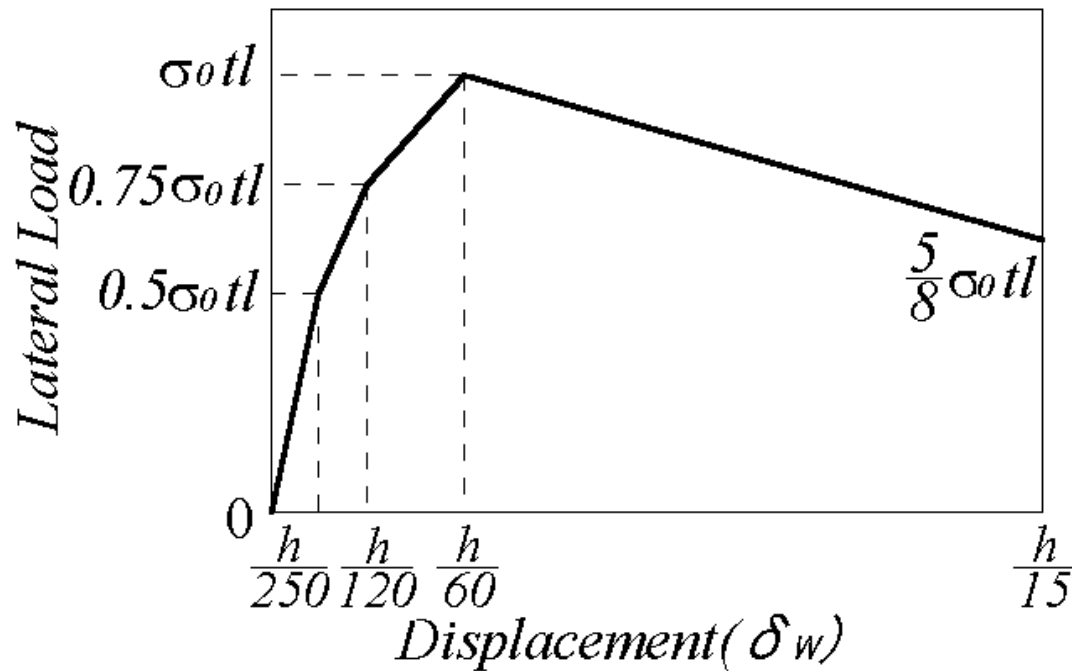
- 耐力

土壁 > 柱 → 柱が折れる

土壁 < 柱 → 土壁が崩る

Kaori Fujita, Tetsu Kondo, Mikio Koshihara, Shinji Iwata, Mahito Nakazono, Isao Sakamoto, "On-Site Lateral Loading Test of a Traditional Timber House in Japan" Journal of Asian Architecture and Building Engineering Vol. 3 (2004) No. 1, pp. 41-46: p. 45, Fig. 13. Structural mechanism of hanging wall.





Kaori Fujita, Tetsu Kondo, Mikio Koshihara, Shinji Iwata, Mahito Nakazono, Isao Sakamoto, "On-Site Lateral Loading Test of a Traditional Timber House in Japan"
 Journal of Asian Architecture and Building Engineering Vol. 3 (2004) No. 1, pp. 41-46: p. 45, Fig. 13. Structural mechanism of hanging wall.

h 土壁高さ

l 土壁幅

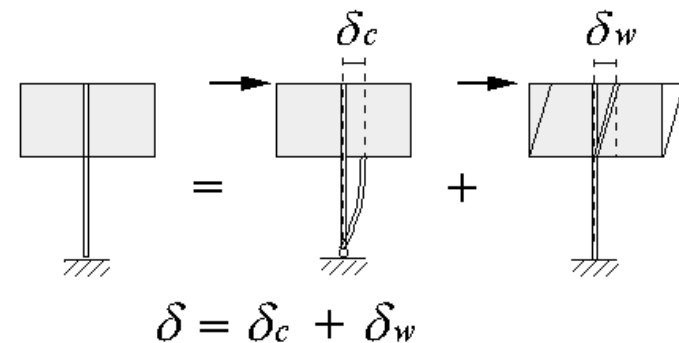
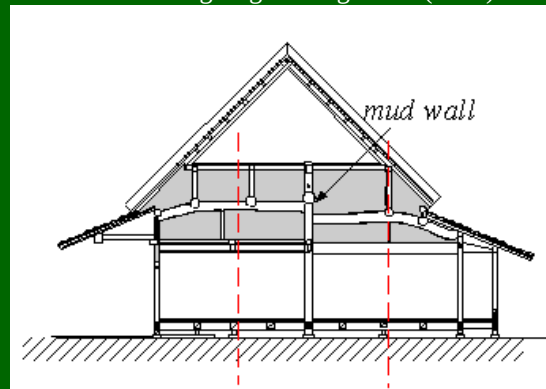
t 土壁厚さ

σ_0 土壁せん断耐力

$0.007 \sim 0.014 \text{ kN/cm}^2$

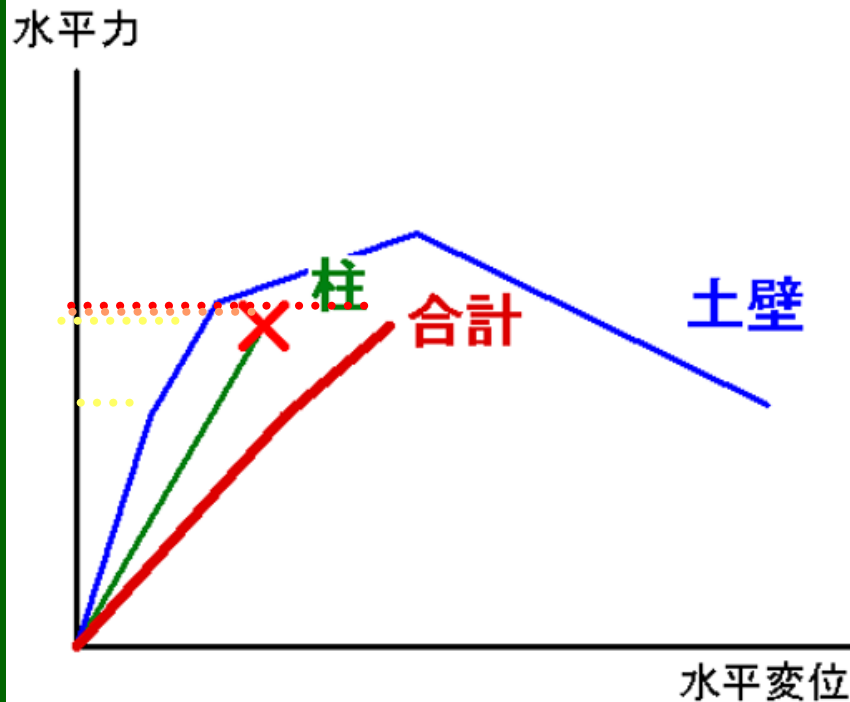
σ_{cb} 柱曲げ応力度

$1.0 \sim 5.0 \text{ kN/cm}^2$

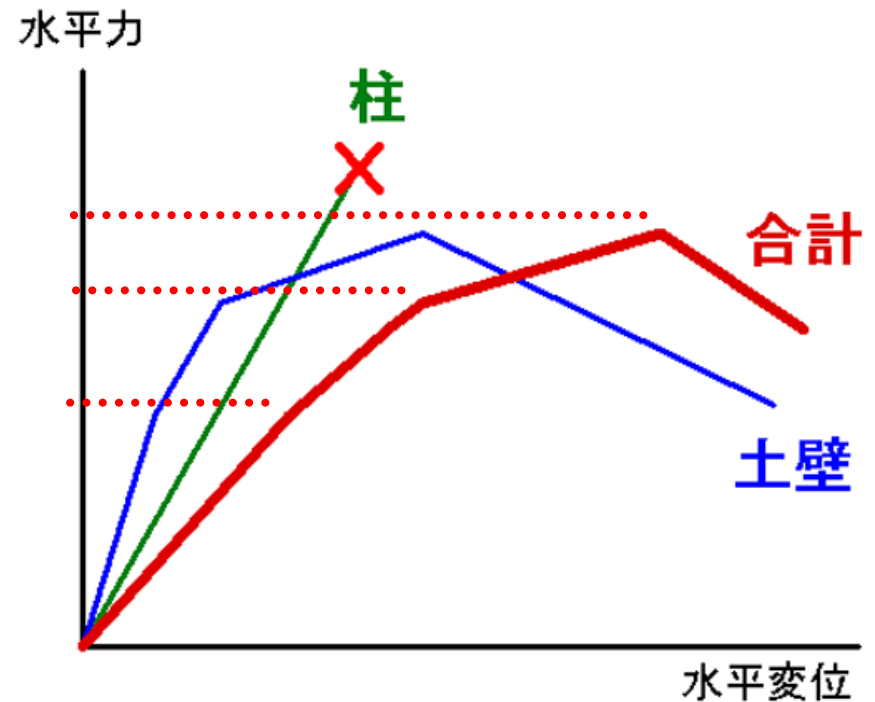


垂壁付き軸組の荷重変形関係

(a) 柱の曲げ破壊



(b) 土壁のせん断破壊



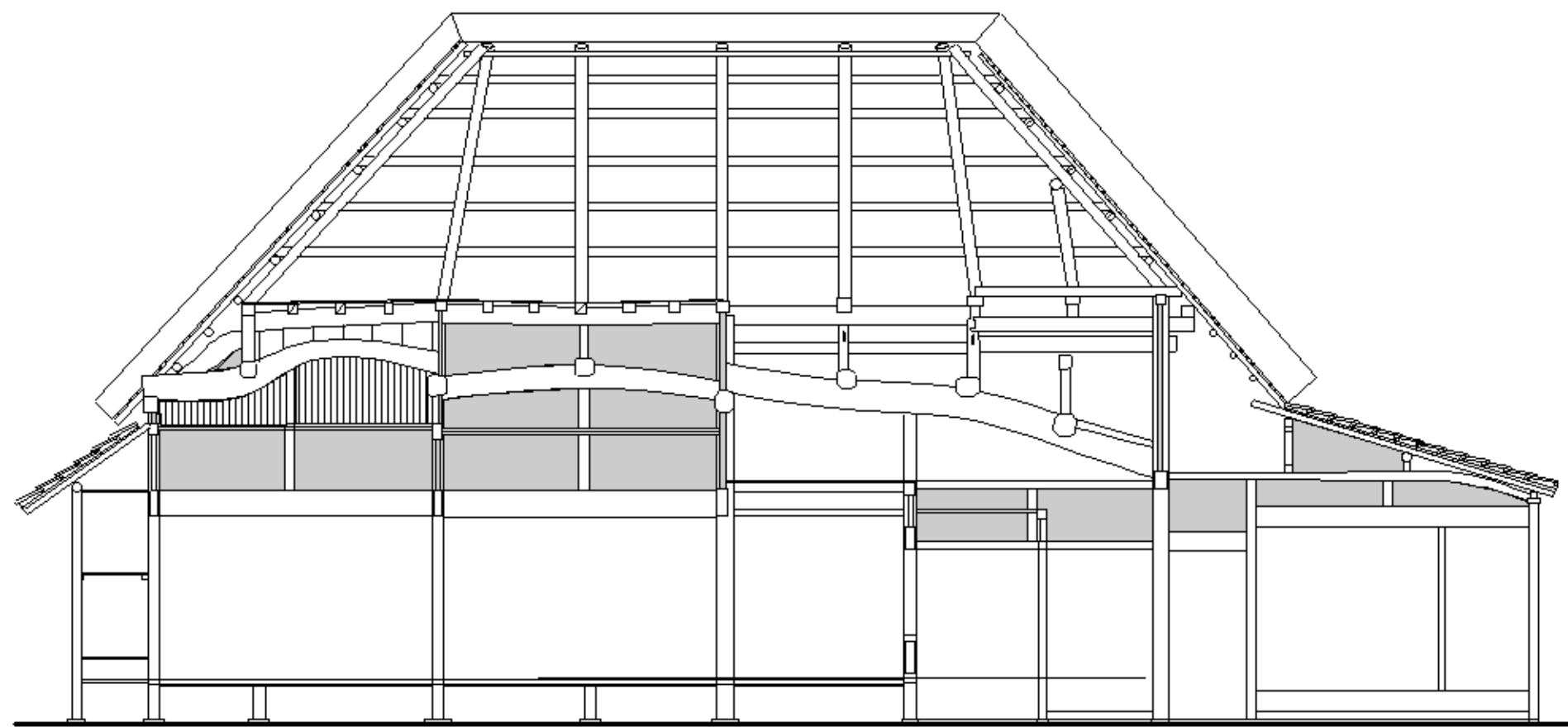


平成19年（2007年）能登半島地震 M6.9

UTokyo Online Education 学術俯瞰講義 2017藤田香織 [CC BY-NC-ND](#)

垂壁の 静加力試験

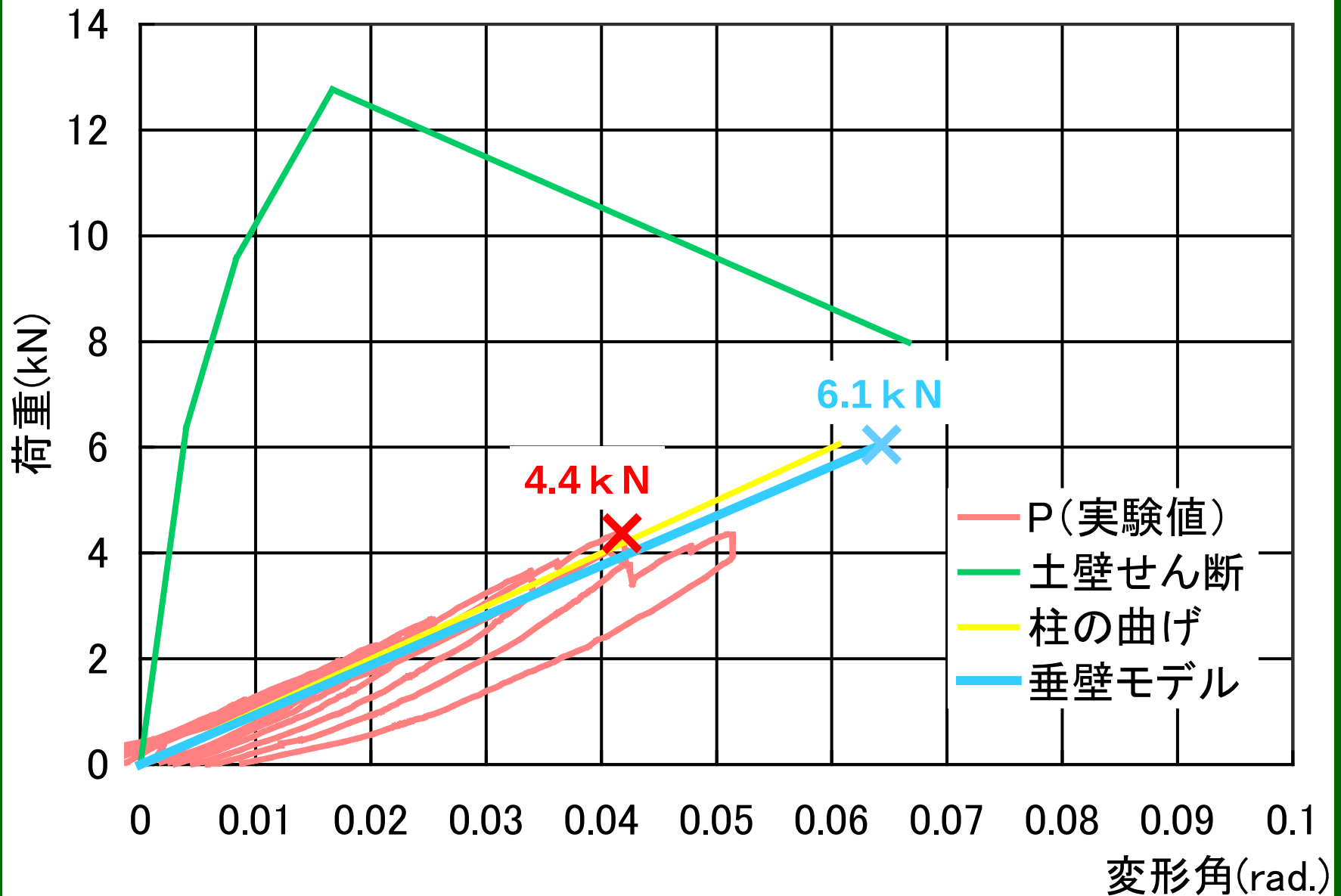


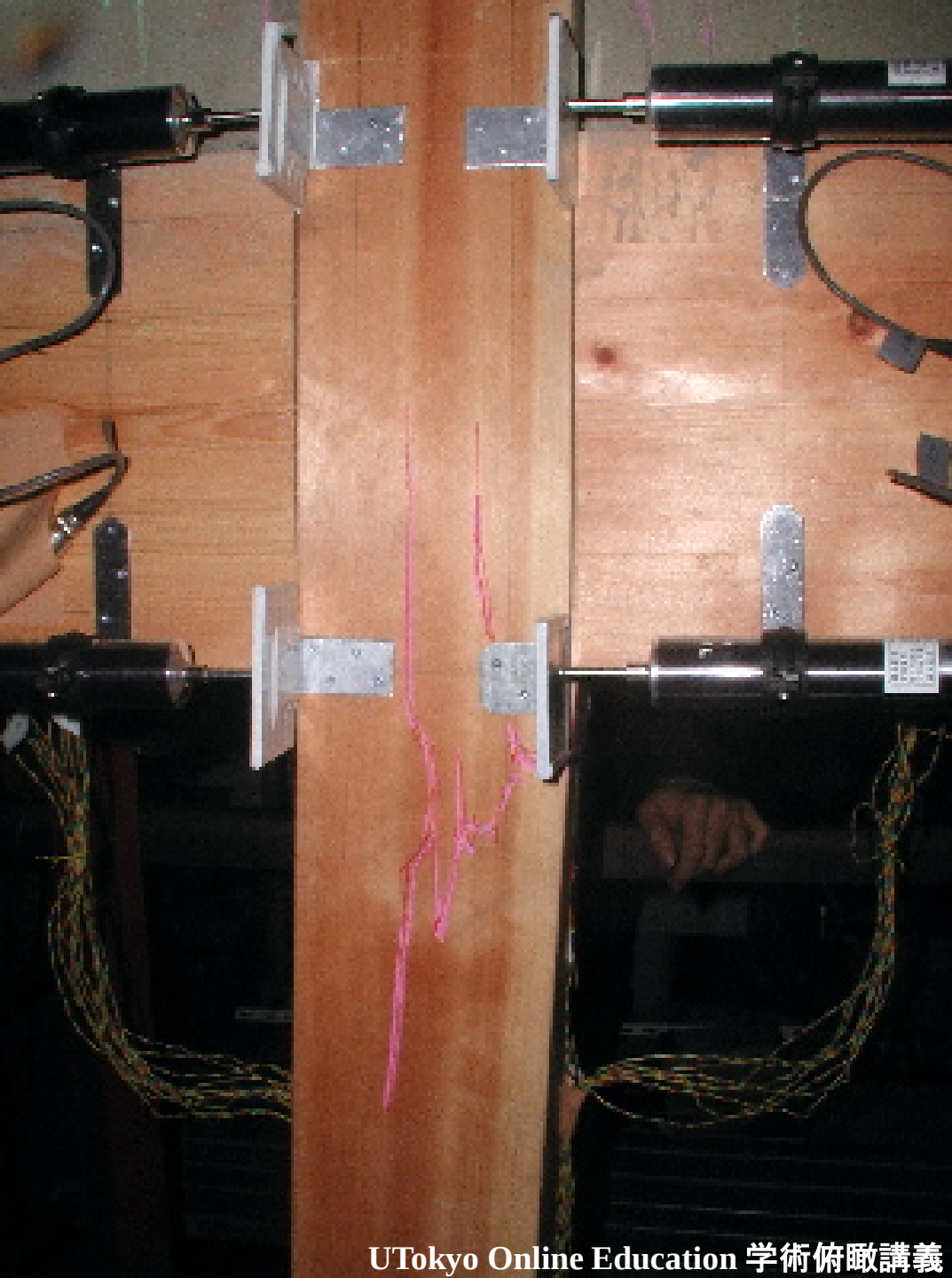


- 柱の曲げ変形
- $1/20\text{rad}$.

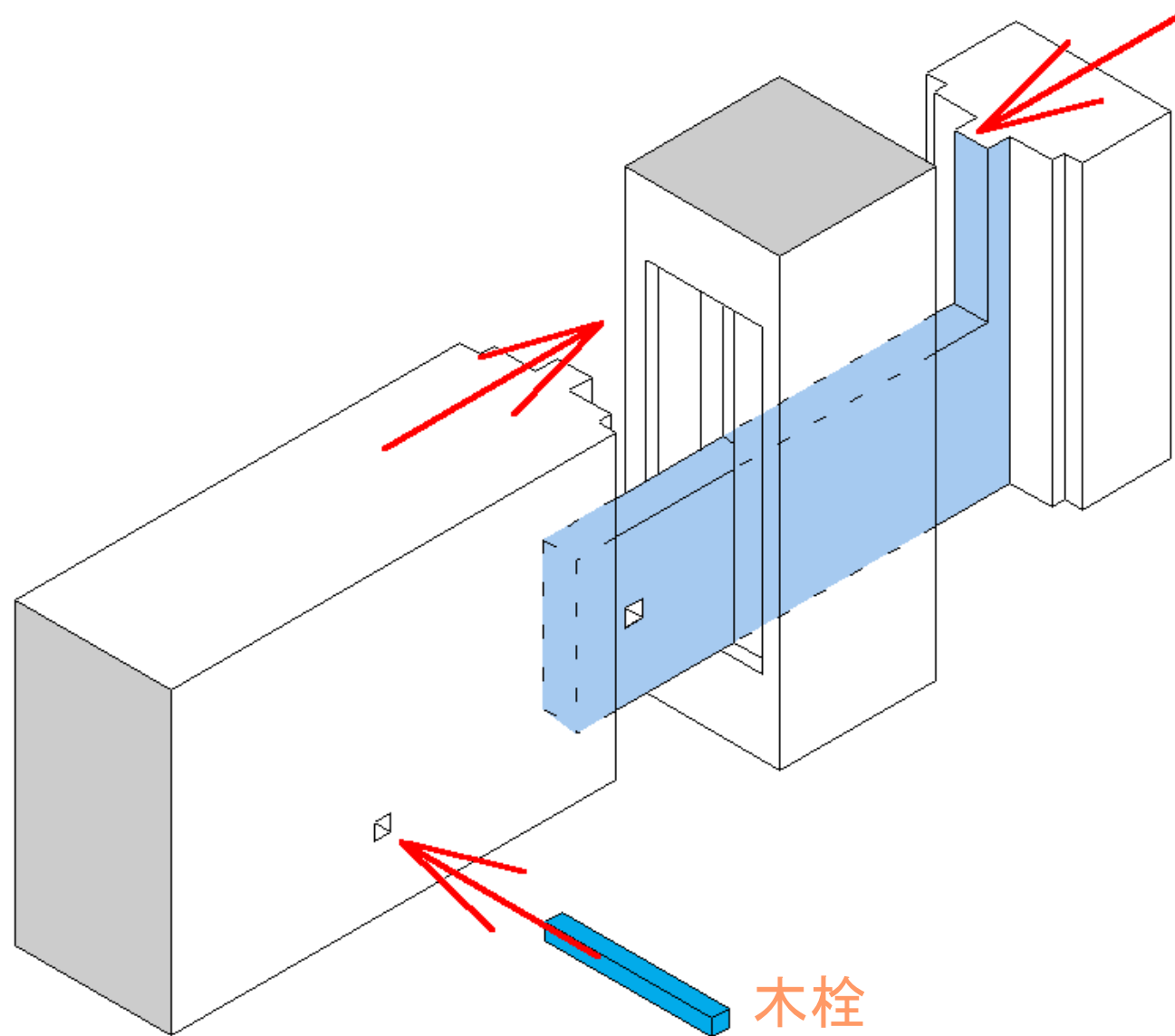


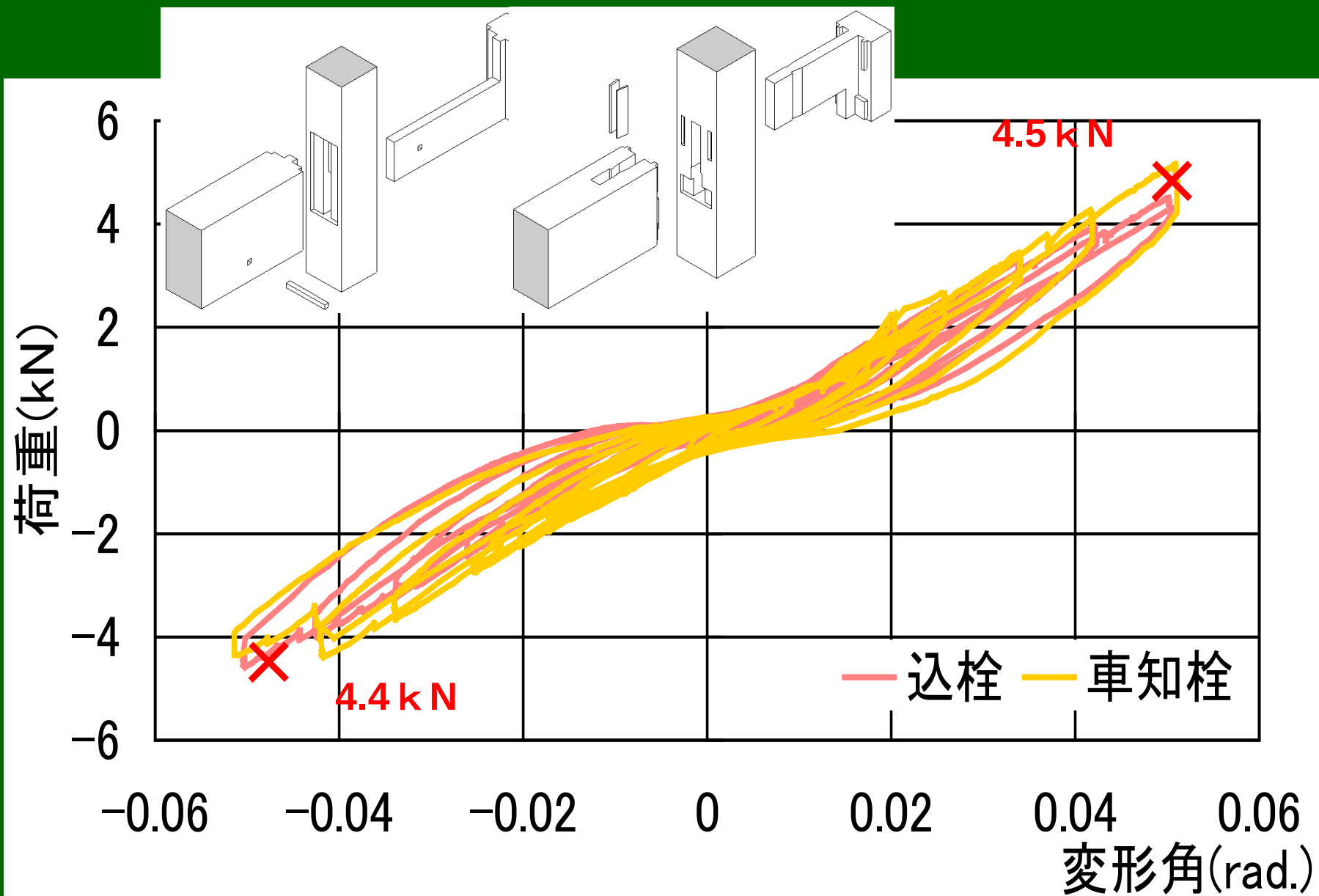
垂壁モデルとの比較



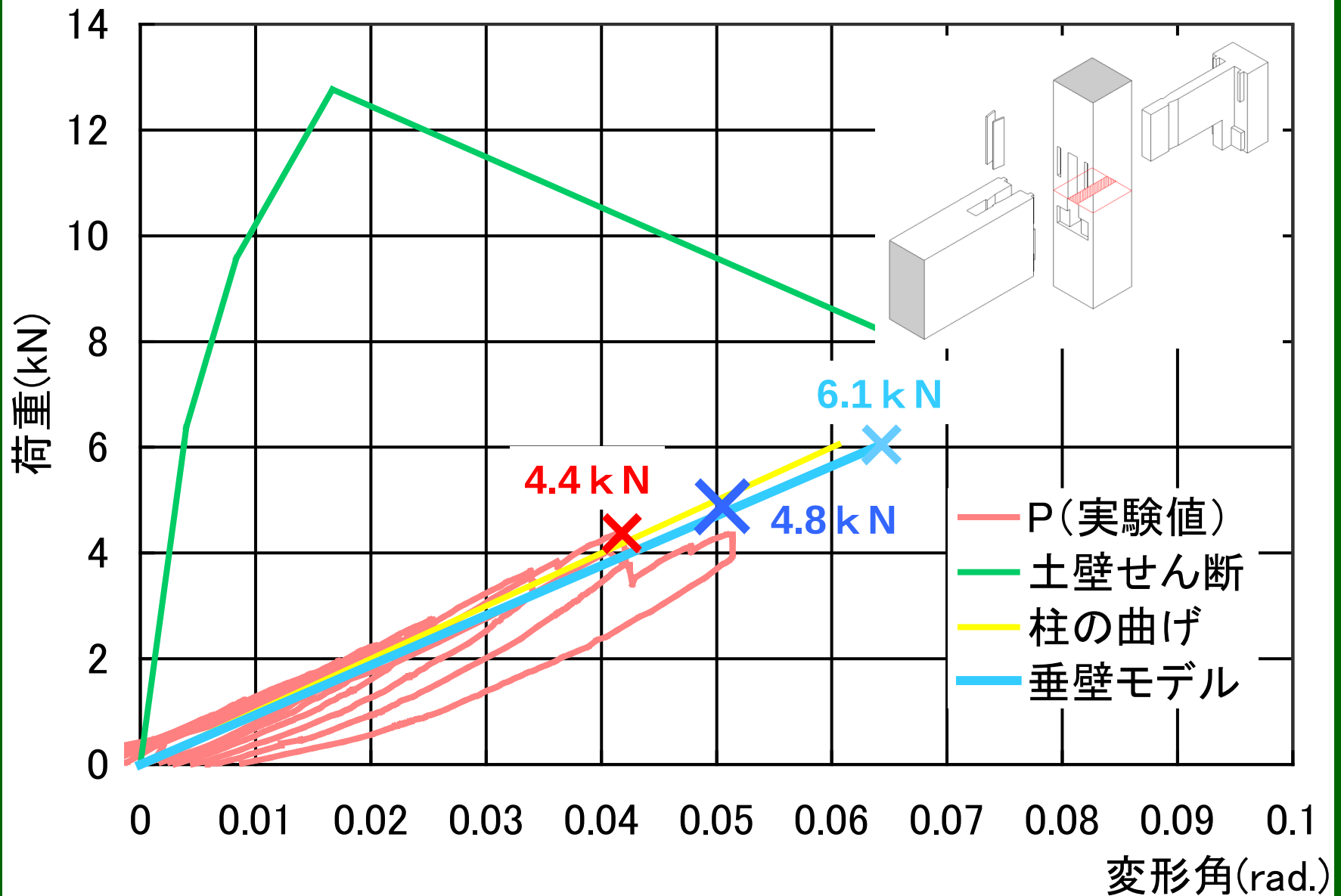


- 柱の曲げ破壊
- $1/20\text{rad.}$ 4.5kN

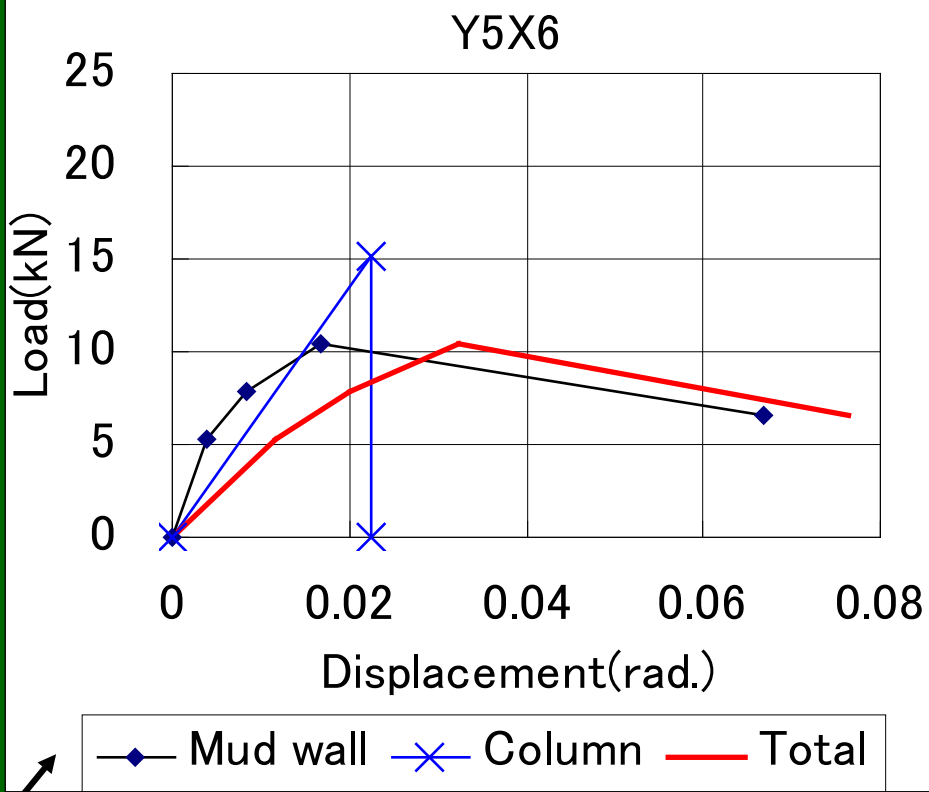
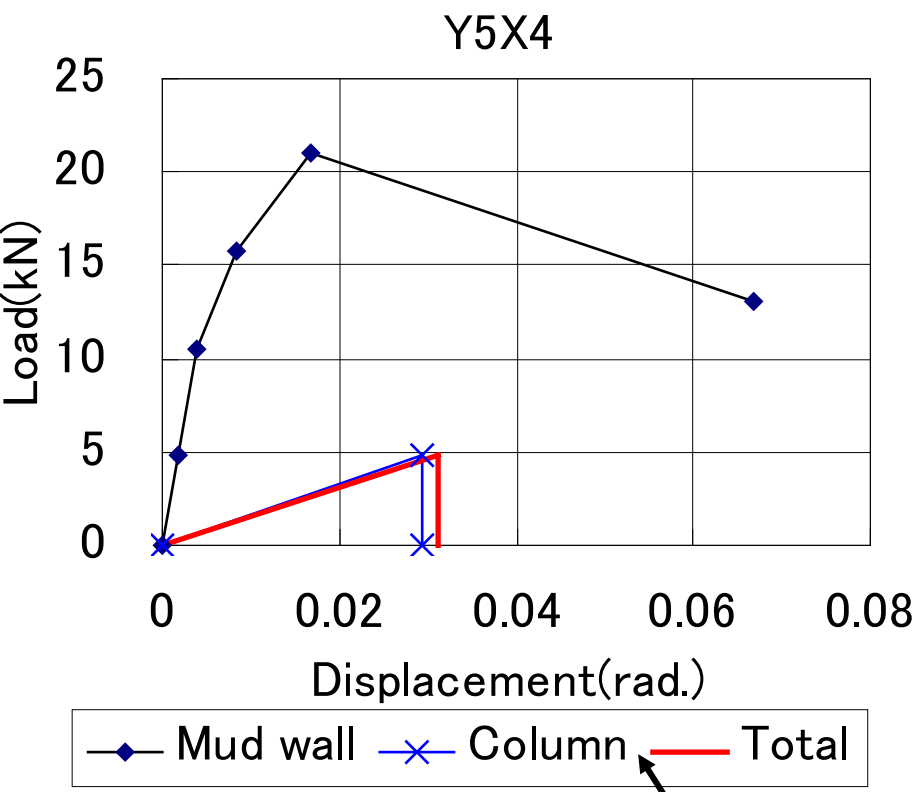
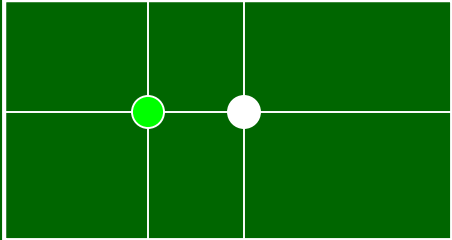




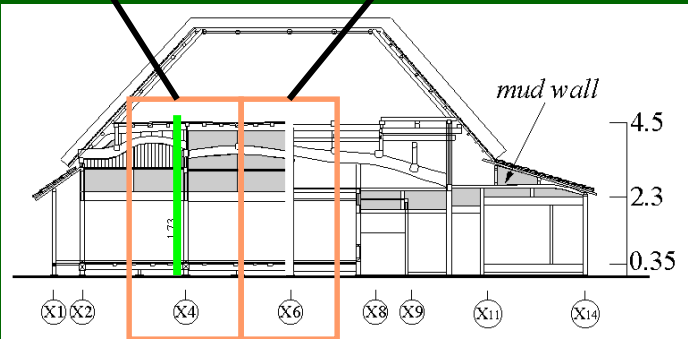
垂壁モデルとの比較



垂壁の荷重変形関係



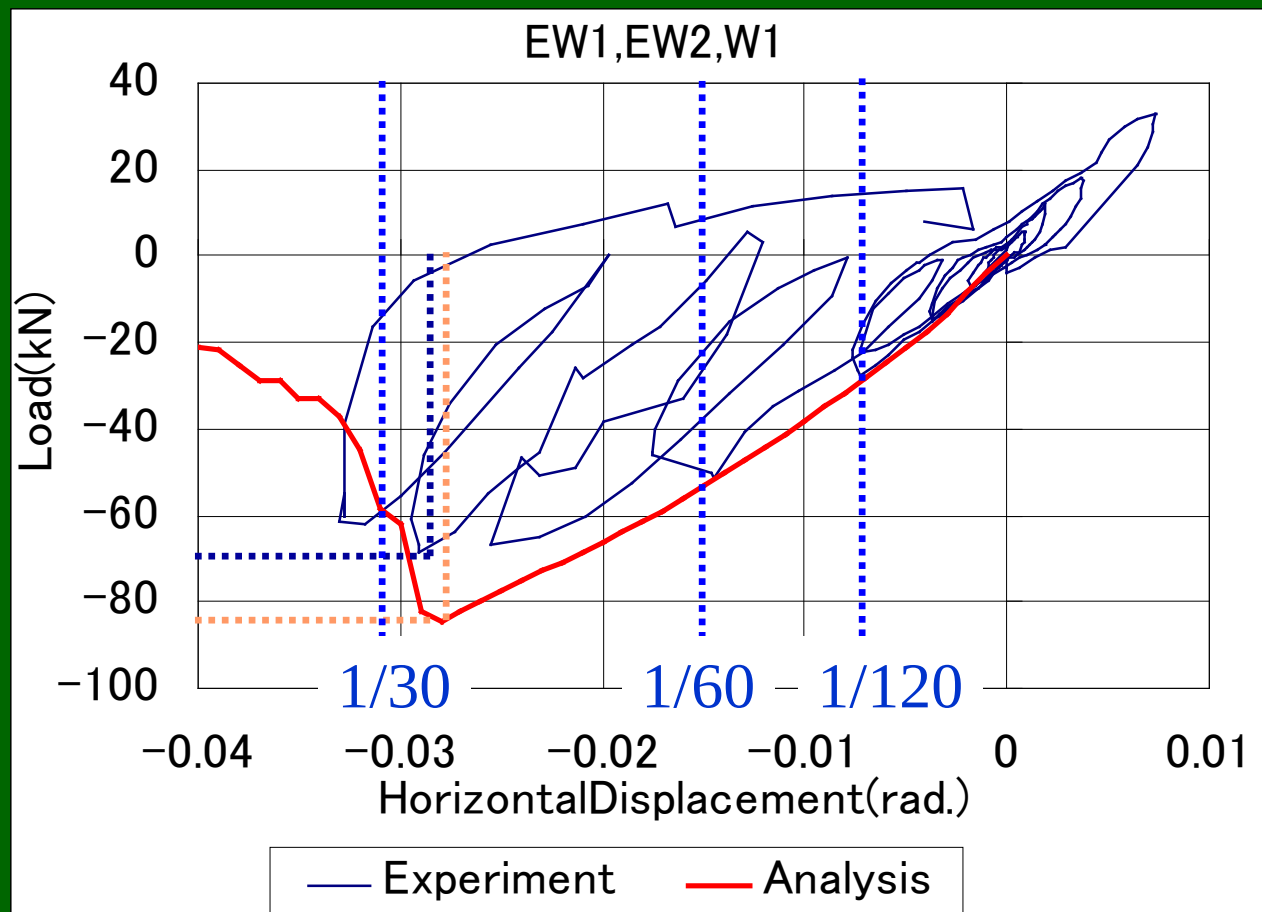
● 柱の曲げ破壊



土壁のせん断破壊

Kaori Fujita, Tetsu Kondo, Mikio Koshihara, Shinji Iwata, Mahito Nakazono, Isao Sakamoto, "On-Site Lateral Loading Test of a Traditional Timber House in Japan" Journal of Asian Architecture and Building Engineering Vol. 3 (2004) No. 1, pp. 41-46: p. 42, Fig. 4. E-W section.

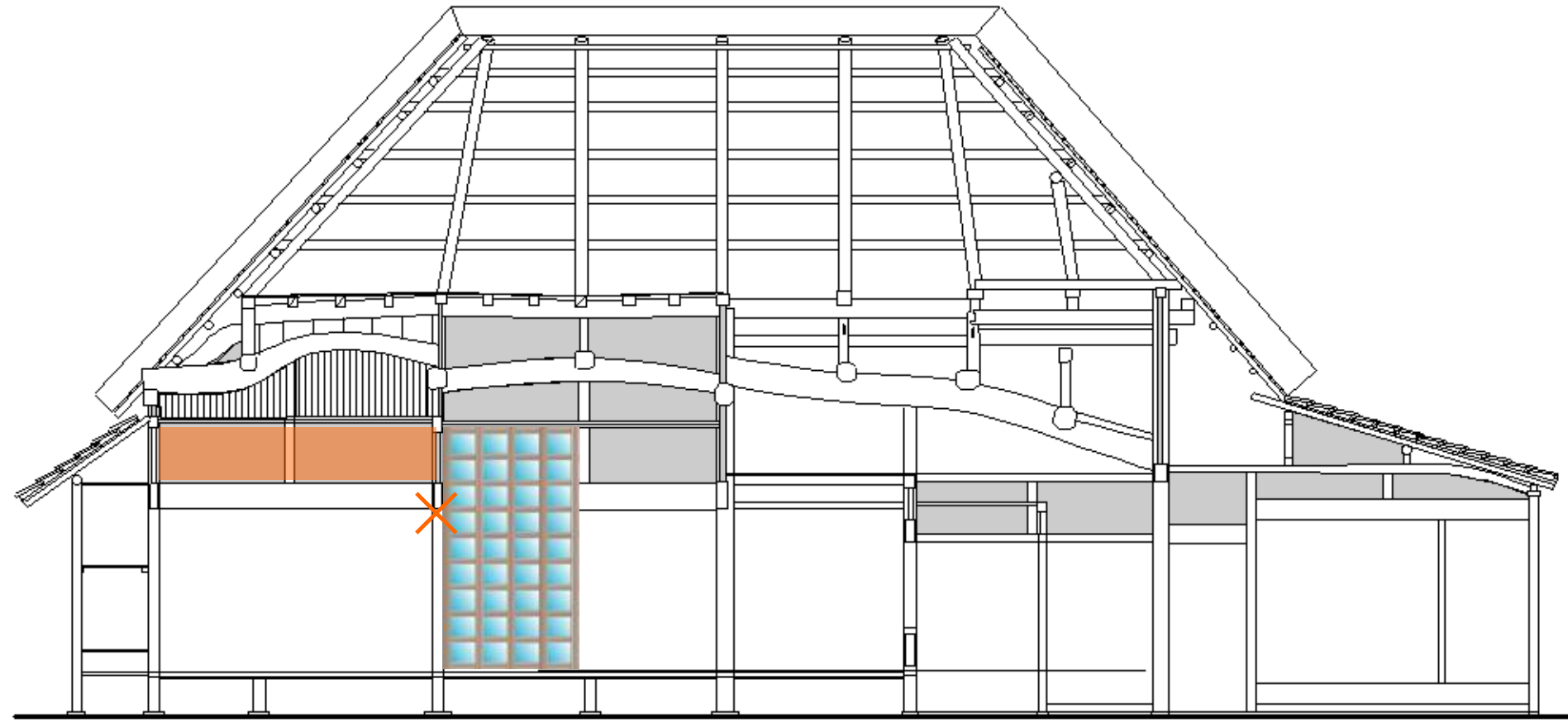
実験結果と解析結果の比較



- 剛性
- 最大耐力
- 破壊の進行

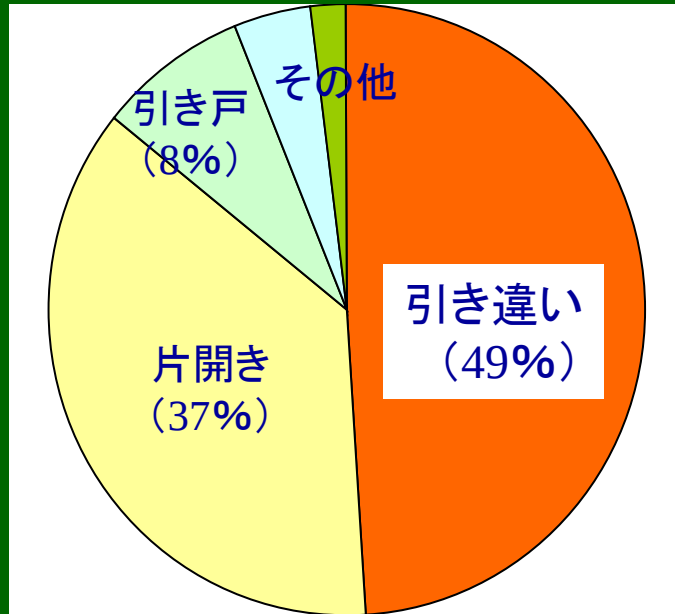
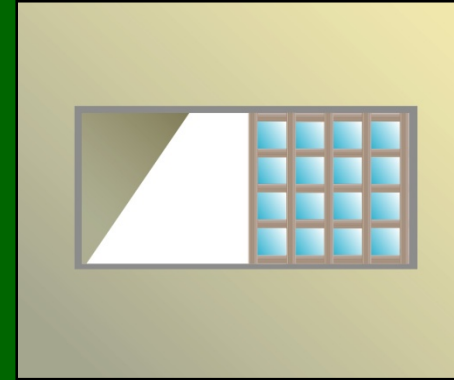
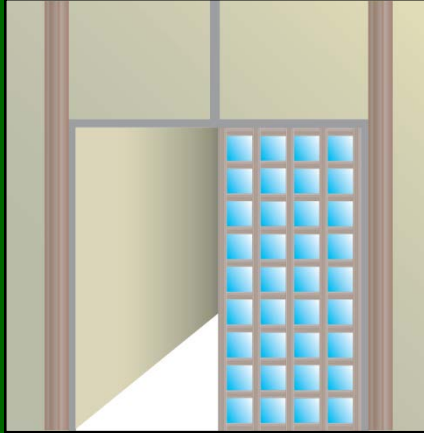
	Experiment	Analysis
Maximum Load	68.8 kN	84.3 kN
Displacement	1/32 rad.	1/36 rad.

補強方法概念図

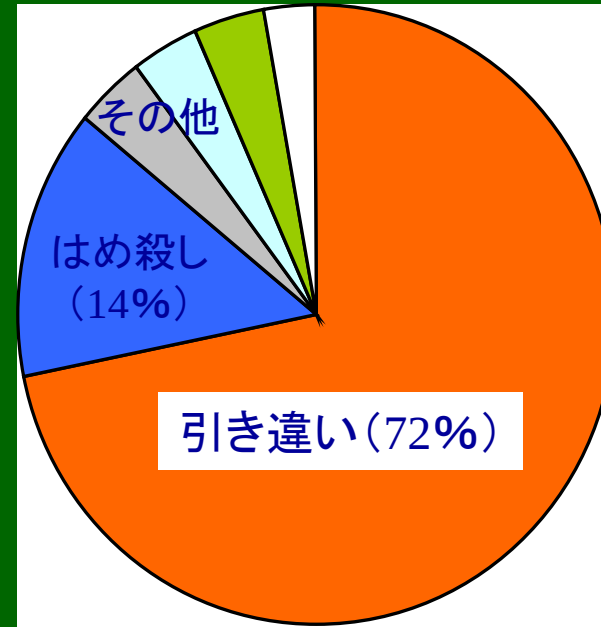


開口部使用方法の実態調査（住宅6棟）

提供：高橋壮太郎氏



掃き出し形式(49個)



窓形式(106個)

窓の使用方法調査結果

提供：高橋壮太郎氏

開閉はしないが
光は通す



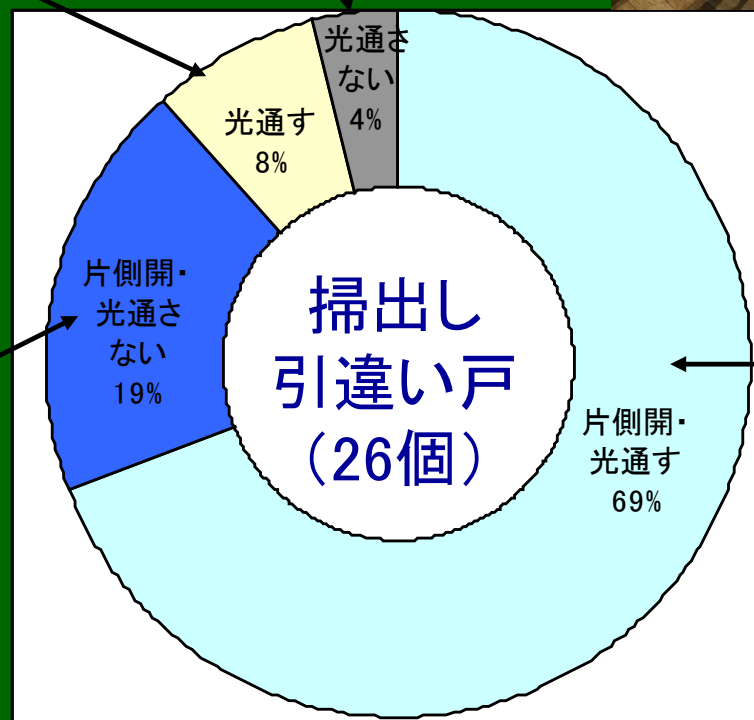
光を通さない



両側開閉

→ 0

片側開閉



片側開閉＋光



開口部の使用に応じた補強

提供: 高橋壮太郎氏



透過率

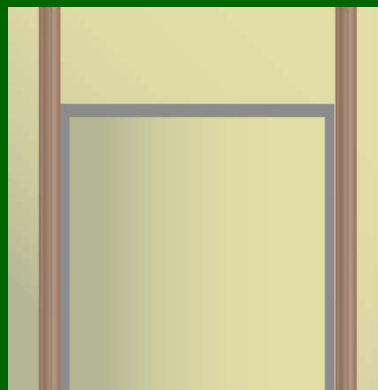
低 → 高

光を通さなくて良い

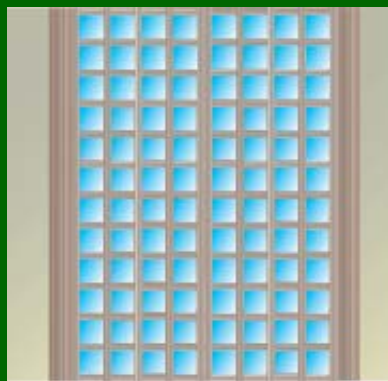
光のみ通す

光と空気を通す

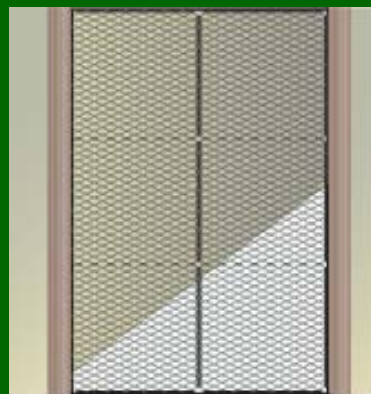
人も通れる



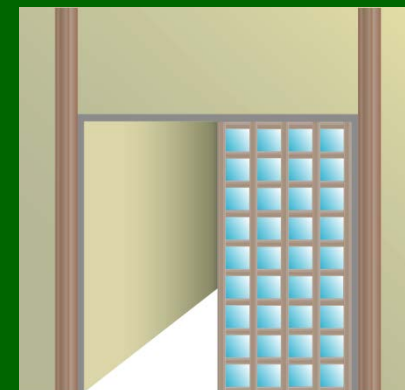
合板補強



木格子+アクリル
補強



エキスパンドメタル
補強

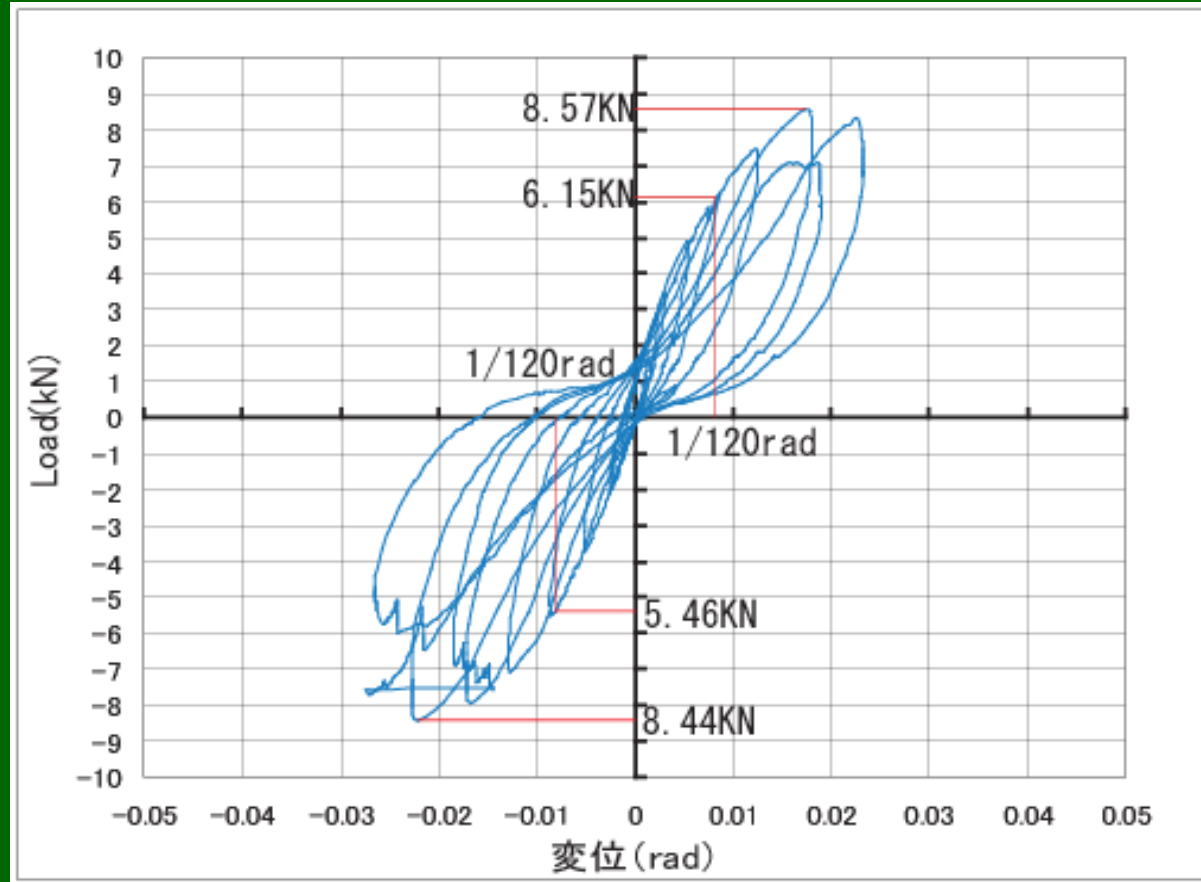


引き違い建具式
補強

補強壁の静的水平加力試験



木格子アクリル壁



開口部補強用壁の実験



木格子+アクリル
2.2



エキスパンドメタル
4.0



引違い建具
1.8

耐震診断と補強工事の実施例



Fig.1 View of House F



Fig.3 Plan

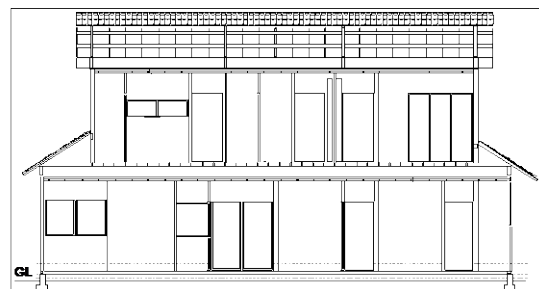


Fig.2 EW Section

1961年建設・品川区

1階: 99.8m²

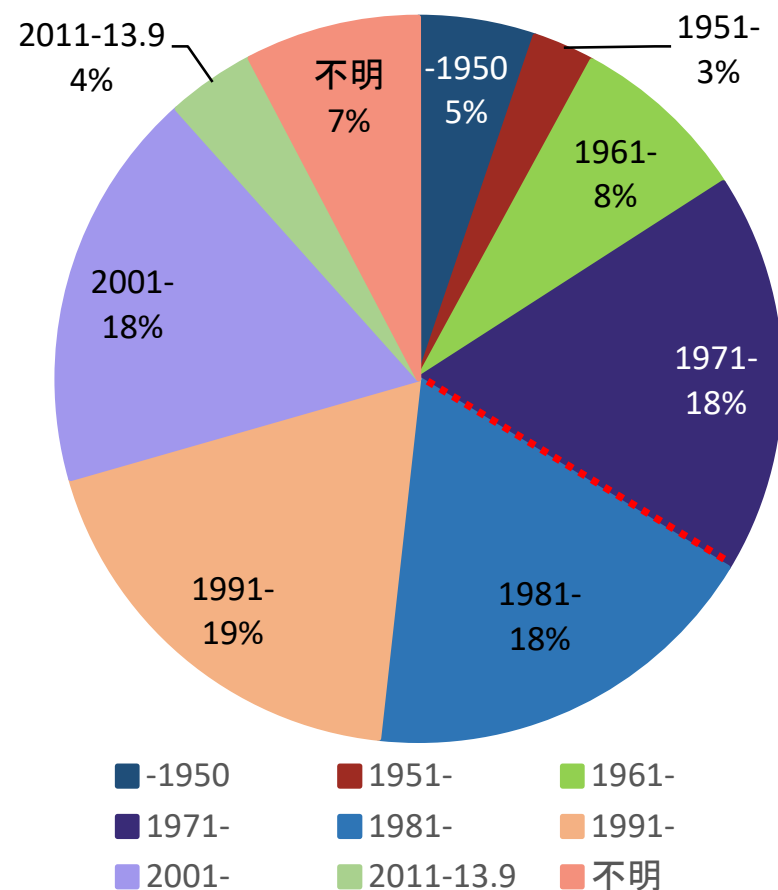
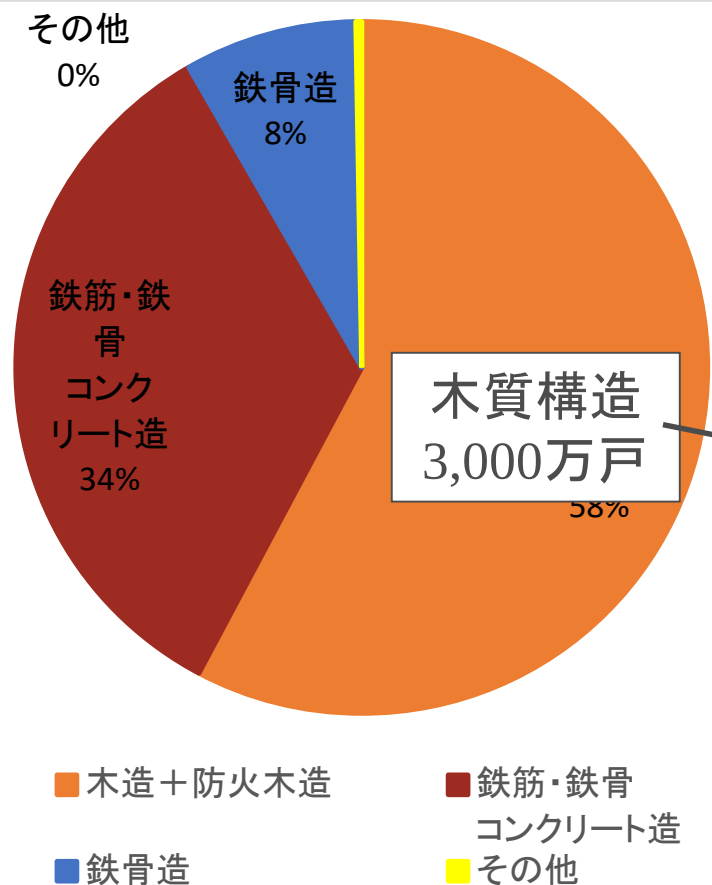
2階: 55.2m²

上部構造評点	判定
1.5 以上	倒壊しない
1.0～1.5未満	一応倒壊しない
0.7～1.0未満	倒壊する可能性がある
0.7 未満	倒壊する可能性が高い

Floor	Direction	Horizontal Stress (kN)	Eccentricity Factor	Deterioration Factor	Horizontal Load Carrying Capacity (kN)	Required Strength(kN)	上部構造評点
Second	X (EW)	24.45	0.75	0.70	12.84	30.67	0.41
	Y (NS)	22.89	0.75	0.70	12.02	30.67	0.39
First	X (EW)	63.05	1.00	0.70	44.14	77.28	0.57
	Y (NS)	60.63	0.75	0.70	31.83	77.28	0.41







既存住宅(全国52,102,100戸)
の構造別割合

既存木造住宅の35% (1,050万戸) 1980年以前に建設

既存木造住宅(全国30,108,300戸)
の建設年別割合

→ 既存不適格

平成25年住宅土地統計調査,
2013年9月 より作成

歴史的・既存建築物の 構造性能評価と対策

- 木造建築の構造性能評価
 - 鉄筋コンクリート、鉄骨造と違い自然材料 (Non-engineered) → 構造性能評価
 - 台風・地震など過酷な自然環境
- 既存建築物の利活用の促進
 - 建築学は新築のみを対象としてきた
 - 学問領域、法律、社会の仕組み
- 大量にある個人所有物が対象
 - 規制、市場性



Building Standard Law revised 1987

Height restrictions
deregulated

Application of large
dimension glued
laminated timber

Izumo Dome

- 1992
- Height 54m
- Span 140m
- Douglas fir
laminated timber
273×914mm

Wood Square

著作権等の都合により、ここに挿入されていた画像を削除しました。

<http://www.polus-hokushin.jp/blog/2012/02>

Architects and Construction: Polatec of Polus Group,
Timber steel composite structure 4 Story with
Basement, Location: Koshigaya city, Saitama, Japan

NEW MUNICIPALITY OF SUMITA CITY



Architects: Modern Architecture Institute + Nakai Architects INC, and Maeda Corporation JV

Structural Design: Holzstr (Prof. Masahiro Inayama),
Timber structure two story, Quazi fire proof, Total Floor area: 2883m2,
Location, Sumita city, Iwate