

# 高壁倍率を有する耐力壁の開発に関する実験的研究

建築・住居分野清水研究室 A22AB063 近藤梨央

## 背景

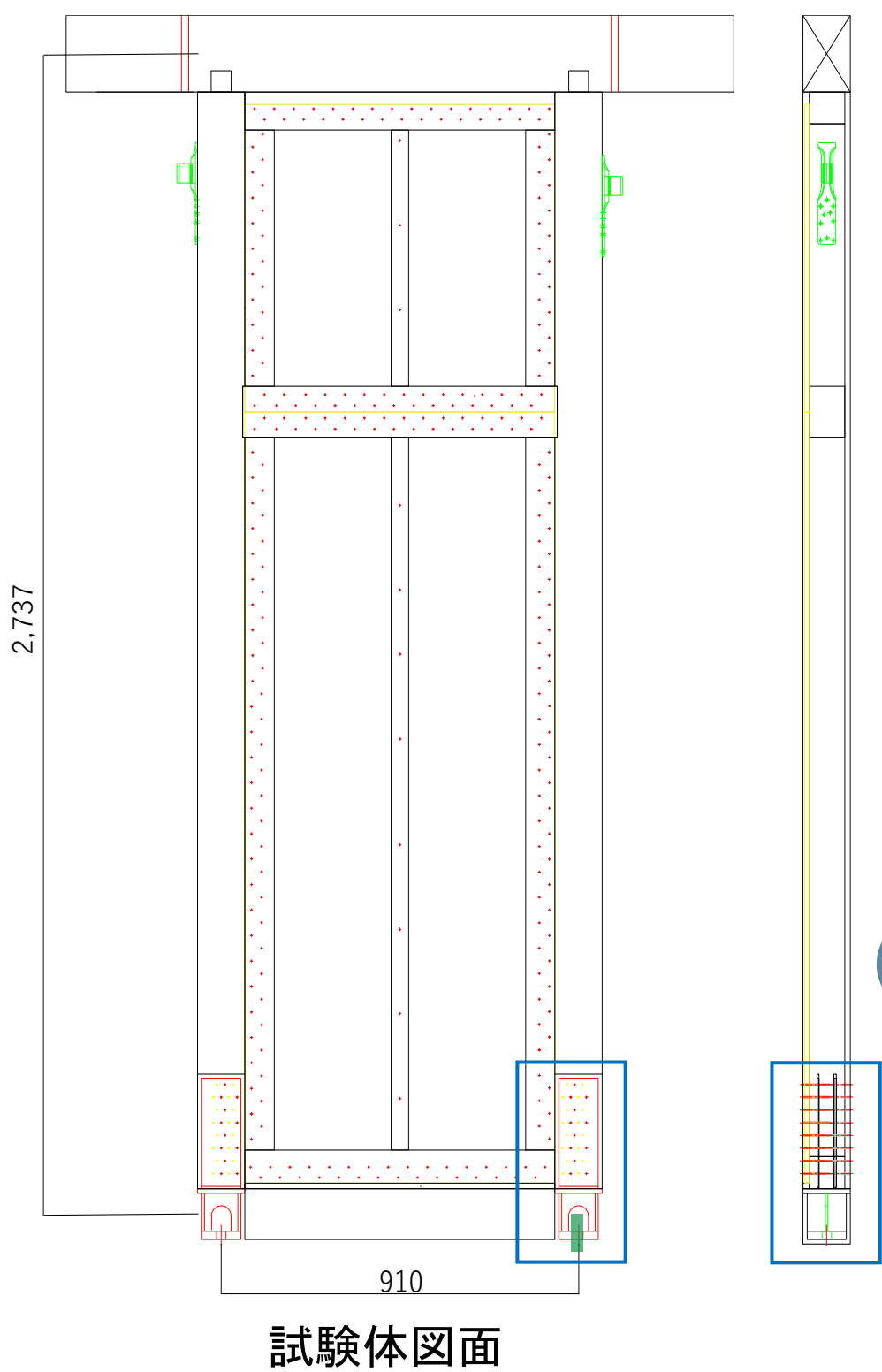
- 2025年4月の建築基準法改正により、壁量計算に用いる壁倍率の上限が5.0から7.0に変更
- 壁倍率が高まるほど柱脚接合部には激しい引抜力が生じるため、木材の割裂や金物の破損といった「先行破壊」を防ぐ設計が不可欠となっている。

## 目的

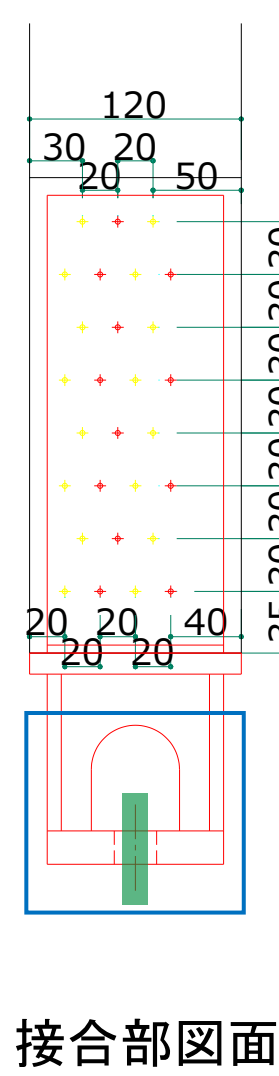
- 鋼板貫通釘を用いた高耐力接合部を持つ耐力壁の開発
- 静的載荷実験による耐震性能評価と実験値を用いた数値解析モデルの構築

## 実験

### 【試験体仕様】



軸組(岐阜県産ヒノキ):土台・柱120mm角  
桁120×180mm  
柱間910mm 高さ約2730mm  
面材:構造用合板(t=120mm)、片面張りの真壁仕様  
釘打:CN50、@60mm二列千鳥打ち  
接合部:鋼板貫通釘28本+アンカーボルト(M16-1本)



- アンカーボルト
- 土台と建物を緊結する
  - 靱性能の確保、耐力の安定化
  - アンカーボルトに破断が生じるように設計

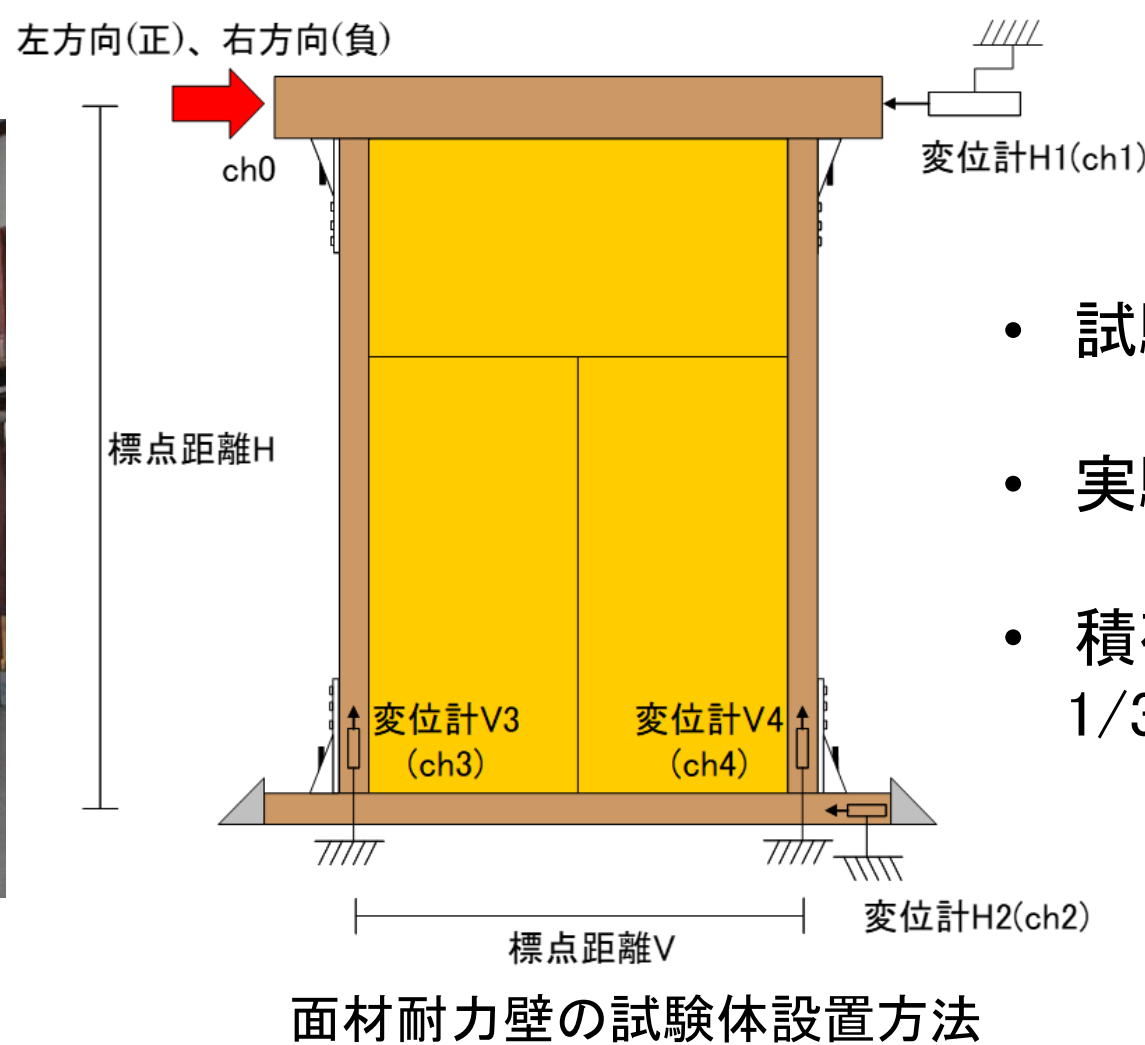


柱脚接合部:柱脚に2本のスリットを設け、厚さ4.5mmの鋼板を挿入  
鋼板貫通釘28本を打ち込み、固定

### 【試験方法】

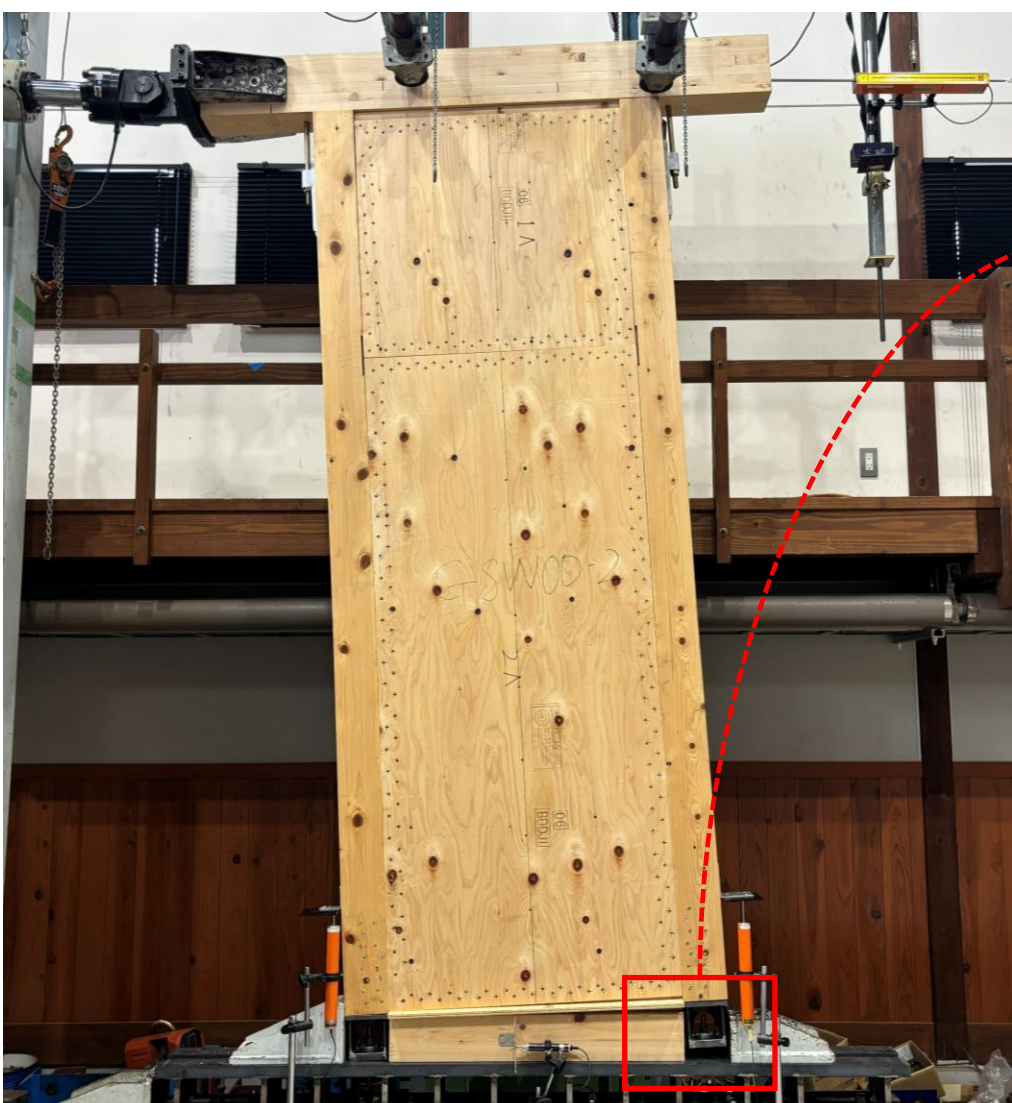


実大壁せん断試験機



- 試験体数は、ばらつきを考慮した構造特性値を得られるよう3体
- 実験は実大壁せん断試験機を使用し、柱脚固定式で実施
- 積荷履歴は1/50radまで正負交番3回繰り返し加力  
1/30radは正負交番1回繰り返し、1/30rad以上は引ききりとした

### 【実験結果】



最大変形時の試験体(GSW00-2)



実験後の左柱脚部

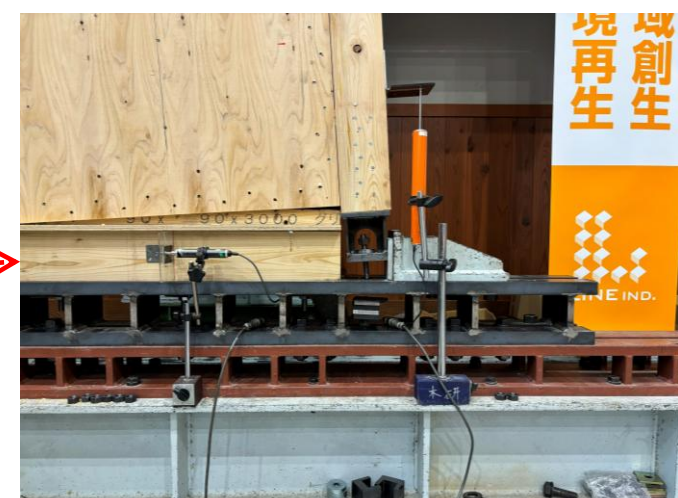


実験後の座金

GSW00-2: アンカーボルトの破断の前に、座金が薄かったため変形が生じてしまい実験を終了



最大変形時の試験体(GSW00-4)



実験後の左柱脚部

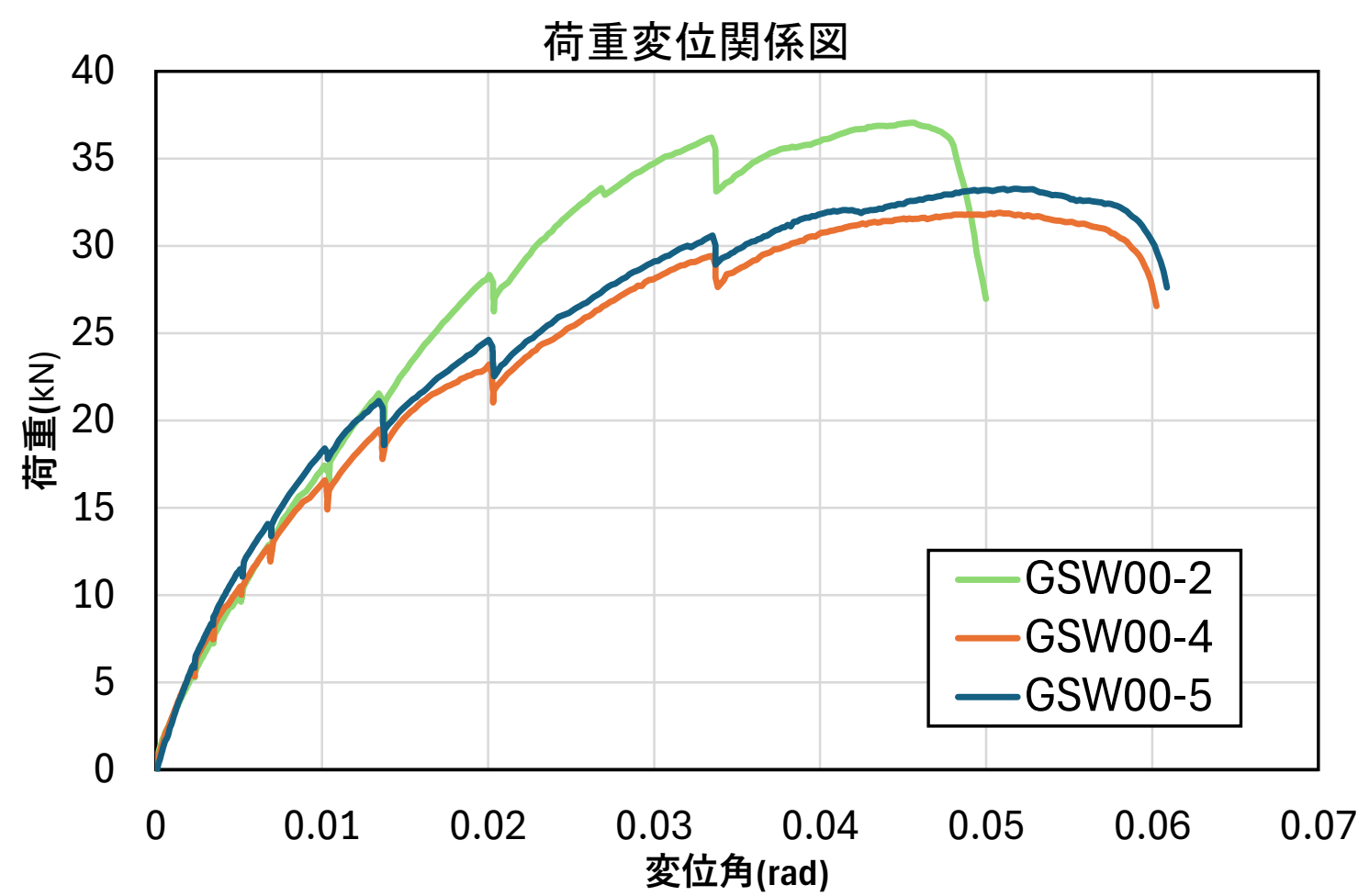


実験後のアンカーボルト

GSW00-4・5: 座金を厚く変更  
鋼板貫通釘接合部には目立った損傷は見られず、想定通りアンカーボルトが破断し実験を終了



【実験結果(荷重-変形関係)】



試験体名	最大耐力 P <sub>Max</sub> (kN)	特定変形 時耐力 P <sub>1/150</sub> (kN)	降伏変位 δ <sub>y</sub> (mm)	降伏変位 δ <sub>v</sub> (mm)	終局変位 δ <sub>u</sub> (mm)	塑性率 μ	構造特性 係数Ds
GSW00-2	37.06	12.67	32.89	56.42	134.53	2.38	0.52
GSW00-4	51.92	12.62	30.38	51.92	164.48	3.17	0.43
GSW00-5	33.27	13.96	26.66	43.92	166.23	3.79	0.39

構造特性値

試験体名	降伏耐力 Py(kN)	終局耐力 0.2Pu/Ds (kN)	最大耐力 2/3Pmax (kN)	特定変形時 耐力 P1/120(kN)
GSW00-2	19.88	13.25	24.70	15.23
GSW00-4	17.01	13.42	21.26	14.75
GSW00-5	17.91	15.14	22.18	16.14
平均値	18.27	13.94	22.72	15.37
試験体数n	3	3	3	3
K(50%)	0.471	0.471	0.471	0.471
標準偏差	0.45	0.86	0.46	0.70
変動係数 CV	0.025	0.061	0.020	0.045
ばらつき係数 (50%)	0.99	0.96	0.99	0.98
ばらつきを考慮した 平均値 (50%)	18.05	13.53	22.50	15.04
短期基準せん断耐力 Po (kN)	13.53			

構造特性値

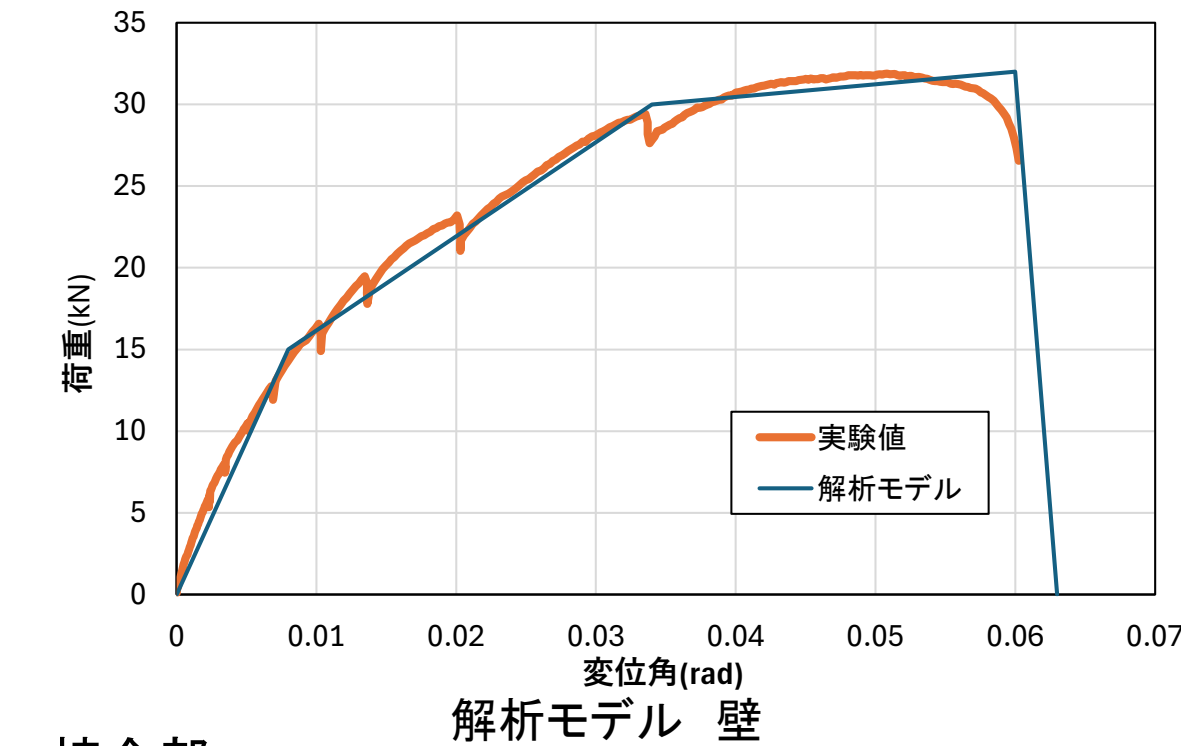
- GSW00-2は最大耐力は大きい値となったが変形性能は小さい値となった
- 初期剛性は3体とも同じ挙動を示した
- 短期基準せん断耐力は終局耐力から求め、ばらつきを考慮した短期基準せん断耐力は**13.53kN(壁倍率7.59倍)**
- 壁量計算に用いる壁倍率の最大値7.0倍より高く、高い耐震性能であることが確認された
- ばらつき係数が**0.96**以上と高い値になったのはアンカーボルトを降伏・破断させることが出来たためだと考えられた

解析

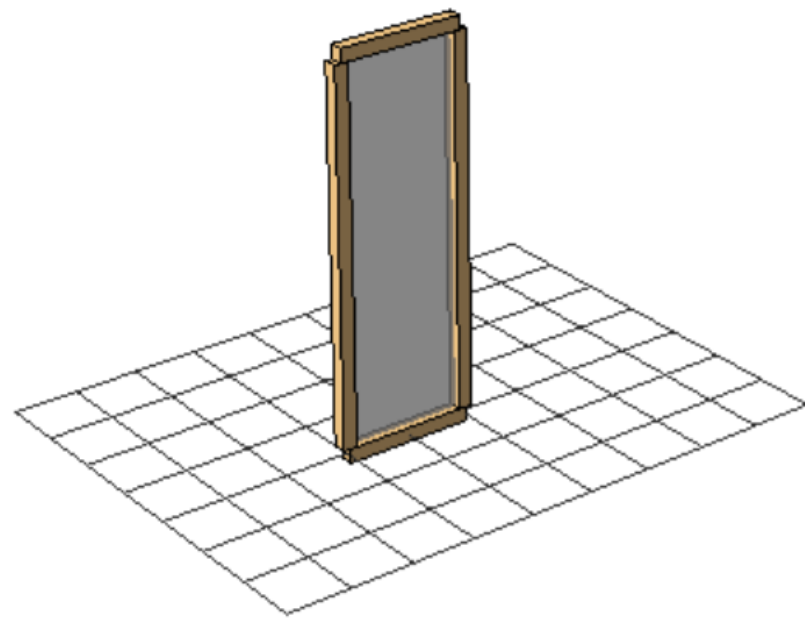
耐力壁・接合部の仕様を変更した場合の荷重変位角関係を確認するため、数値解析ソフトウェアwallstatを用いたプッシュオーバー解析を実施

【解析モデルの構築】

耐力壁



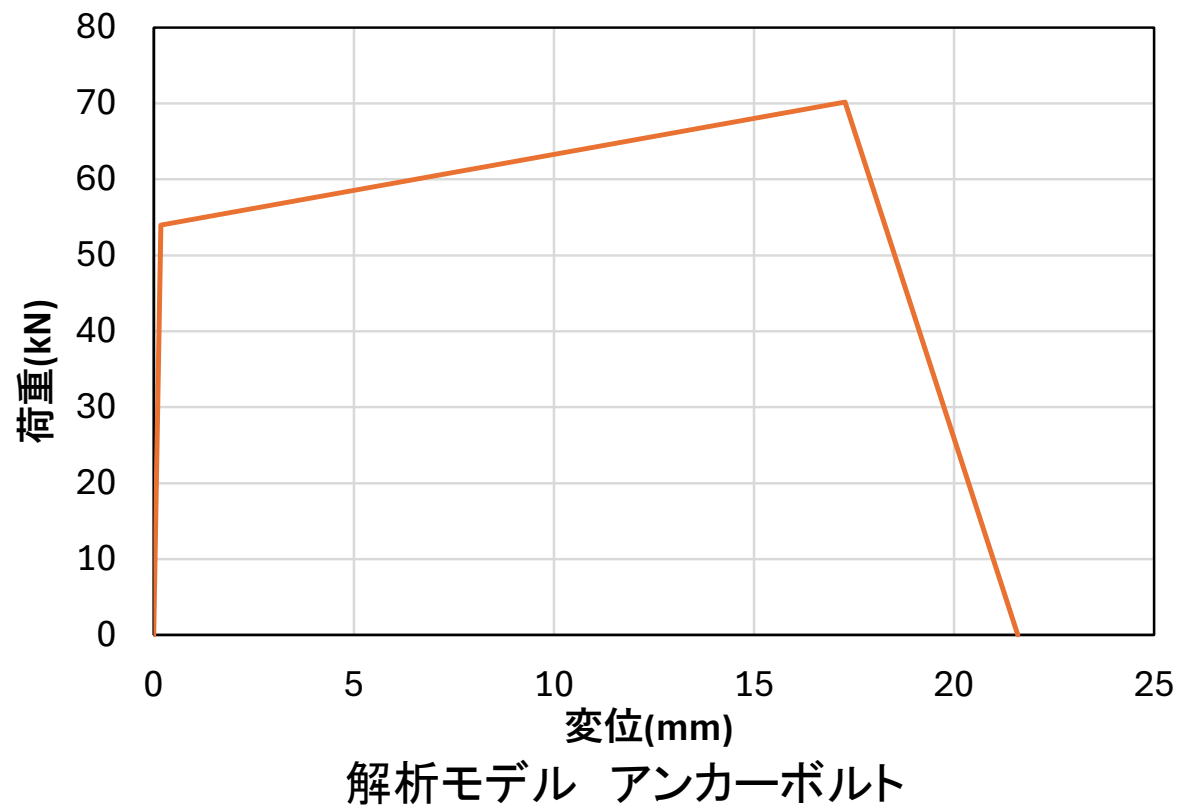
解析モデル 壁



作成した解析モデル

- 解析モデルに用いる耐力壁の荷重変位関係はGSW00-4試験体の実験結果を直線でモデル化

接合部



解析モデル アンカーボルト

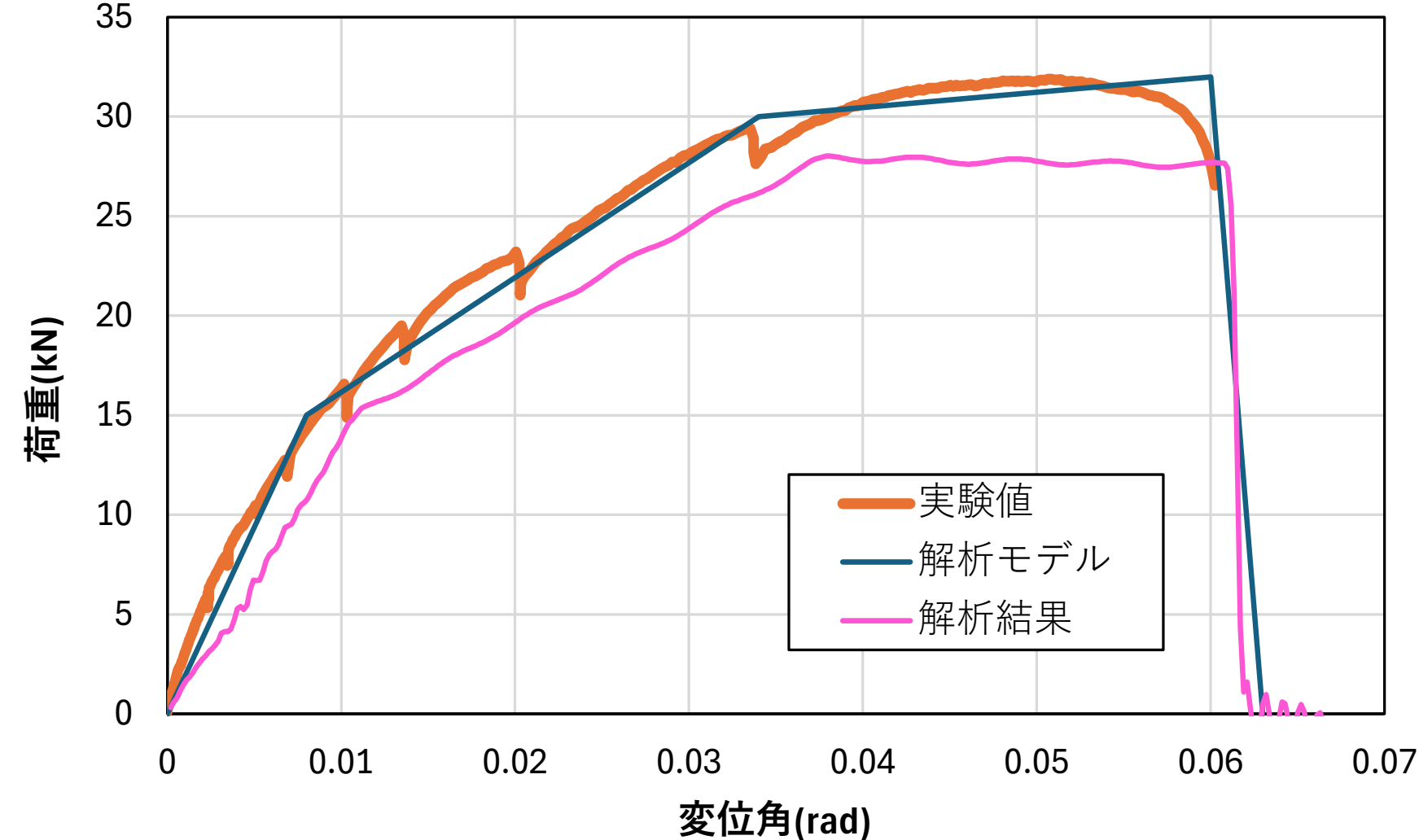


破断したアンカーボルト

- 鋼板貫通釘を用いた接合部のモデル化は、単純にアンカーボルトの降伏・破断のみで接合部の挙動が決定するとした
- 鋼材の応力度-ひずみ度関係からボルトの引張荷重-伸び関係を求めた
- 有効長さ・断面積は実験と同様、ボルトの伸び率は文献2)より十分な靱性能を有するとして0.2とした

【解析結果・考察】

実験値と解析値



- 初期剛性から最大耐力までの挙動は概ね一致することが確認できた
- アンカーボルトの破断による耐力の大きな低下が起こる変位角(0.06rad)も実験値と解析値で大きな違いは見られなかった
- 最大耐力は、実験値より低めの値となったのは、アンカーボルトの解析モデルを単純化したことによるものだと考えられる

解析値は全体的に耐力が低めに出ているが実験値より安全側であることが確認でき、耐力壁・接合部の仕様を変更しても解析のみで荷重変位関係を求めることが可能であることが確認された

まとめ

- 高壁倍率を有する耐力壁を開発し、ばらつきを考慮した壁倍率を求めるため、鋼板貫通釘を用いた接合部を持つ耐力壁の静的載荷実験を実施  
→ばらつきを考慮した**壁倍率7.59倍**を達成  
→アンカーボルトを先行破壊させる設計により、ばらつき係数0.96以上と高い値となった
- 耐力壁・接合部の仕様を変更した場合の荷重変位角関係を確認するため、実験値を用い数値解析ソフトウェアwallstatにて解析  
→接合部を適切に評価することで、実験を行わずとも仕様変更時の挙動を予測できるモデルが構築できた

参考文献

- 谷口りお:鋼板貫通釘を用いた高耐力接合部の開発に関する実験的研究、相山女学園大学、卒業研究,2024.1.
- 建築用アンカーボルトメーカー協議会[JFMA]:<http://jfma.com/jis/>