

2012年12月27日 近畿大学・公開実験説明資料

新型木質ラーメン接合部に関する実験

研究課題：繊維補強樹脂を用いた高強度高靱性木質構造耐力要素の開発
平成23年度科学研究費補助金(若手研究A) 採択決定課題

近畿大学工学部
建築学科 松本慎也

本日のスケジュール

日時 2012年12月27日(木)13:00~16:00

場所 近畿大学工学部
E104室およびF館構造実験棟

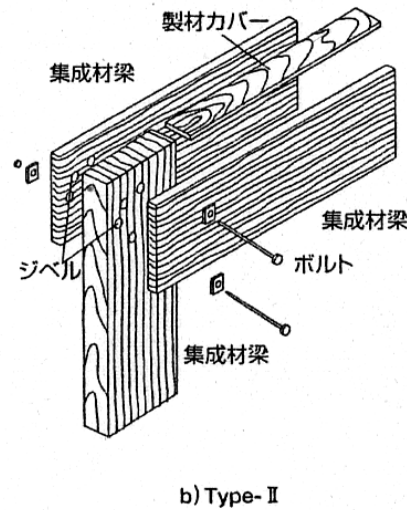
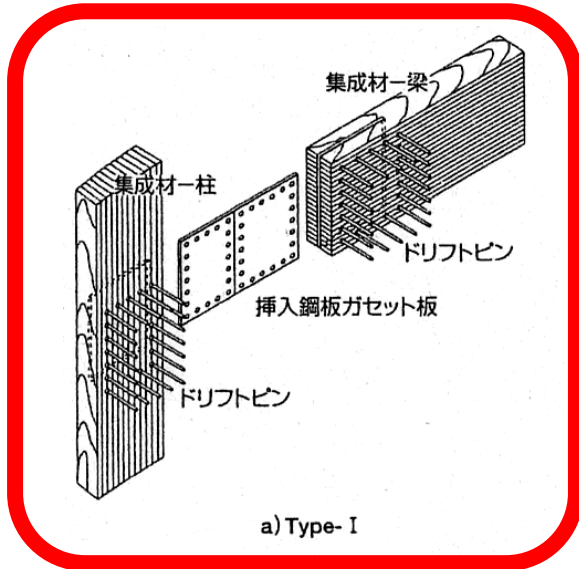
内容

- 13:00-14:00 今年度FRP実験概要の説明(E104室にて)
はじめに(松本)
広大実施実験結果等(原/堀田)
2012年度実験について(松本)
- 14:00-15:30 加力実験(F館・構造実験棟にて)
- 15:30-16:00 今後の検討課題について(E104室にて)
- 17:00-19:00 意見交換会

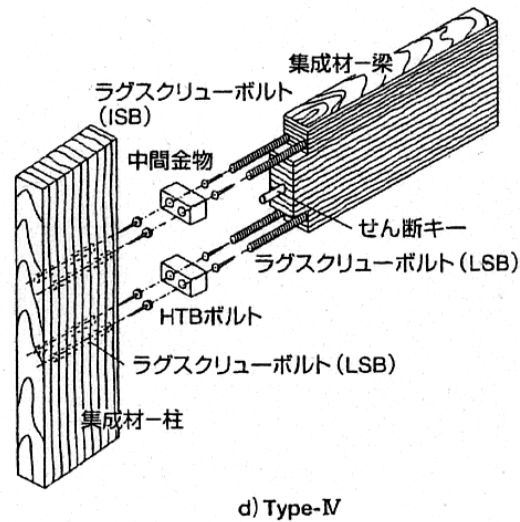
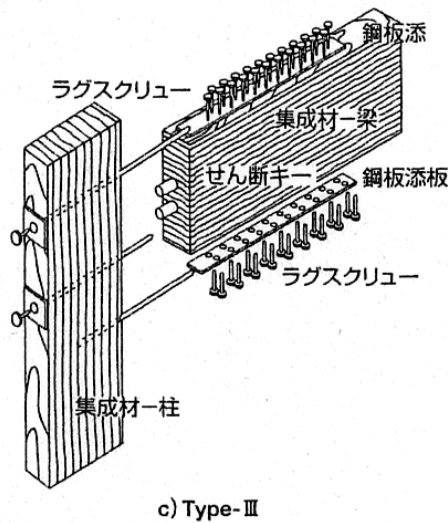
研究目的

- 公共建築物木材利用促進法が2010年10月に施行された
- これは木材利用を促し、停滞している林業の再生を狙うものであり、今後ますます木造建築物の耐震安全性の向上が期待されていると言える
- 本研究は、繊維直交方向（割裂引張）に対しては強度が低いという木質材料の強度的弱点を紫外線硬化型FRPを用いて補強することで、大スパンに対応した高強度高靱性木質構造耐力要素を開発し、木造建築物の新たな可能性を検討するものである

木質ラーメン構造の分類



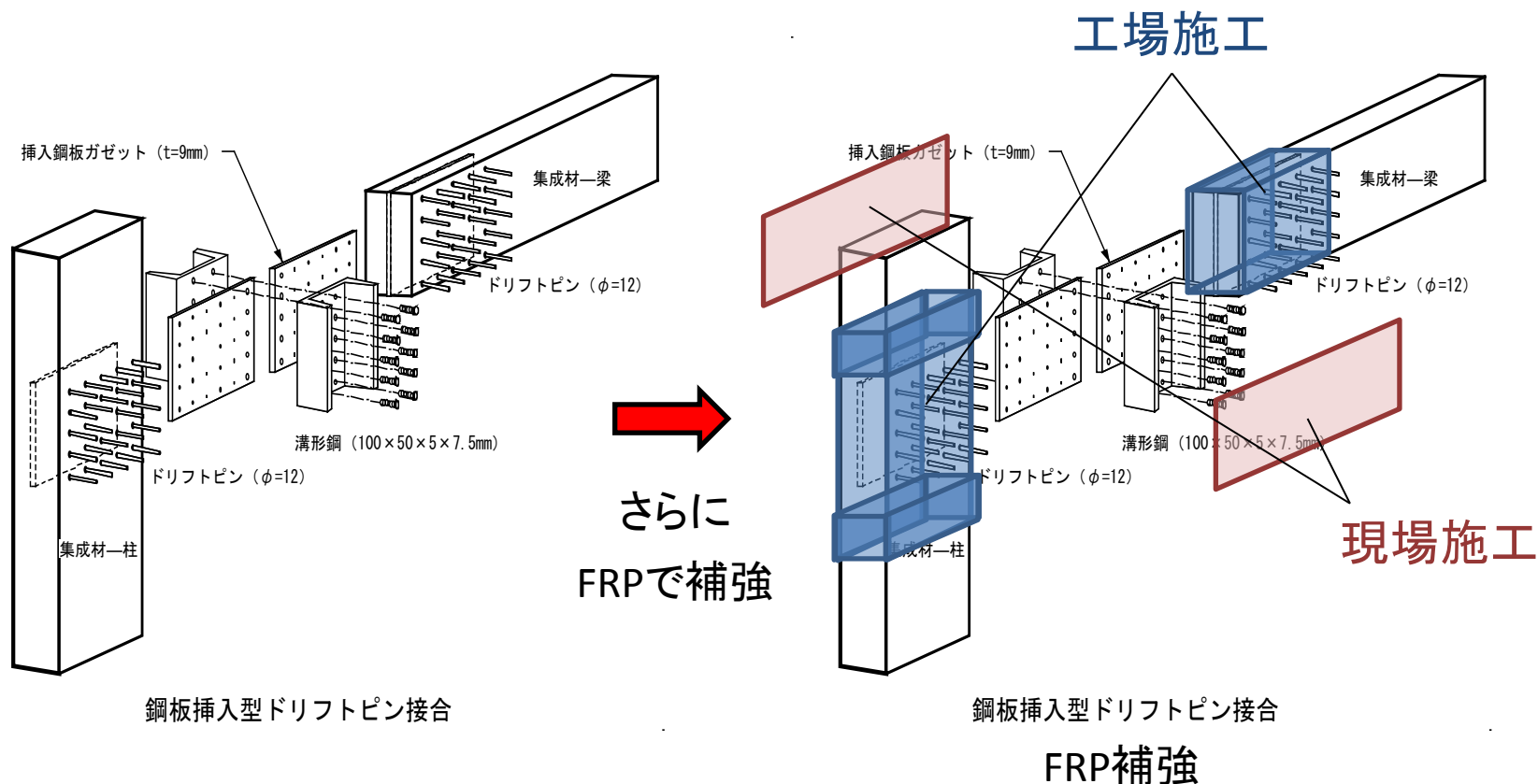
一方向ラーメン構造



二方向ラーメン構造

昨年度試験体の基本仕様

1. 施工性の向上(工場でのドリフトピンの施工)
2. 鋼材の木部めり込み剛性による耐力の向上
3. FRPによる木材の耐力・靱性の向上



昨年度試験体の終局状況

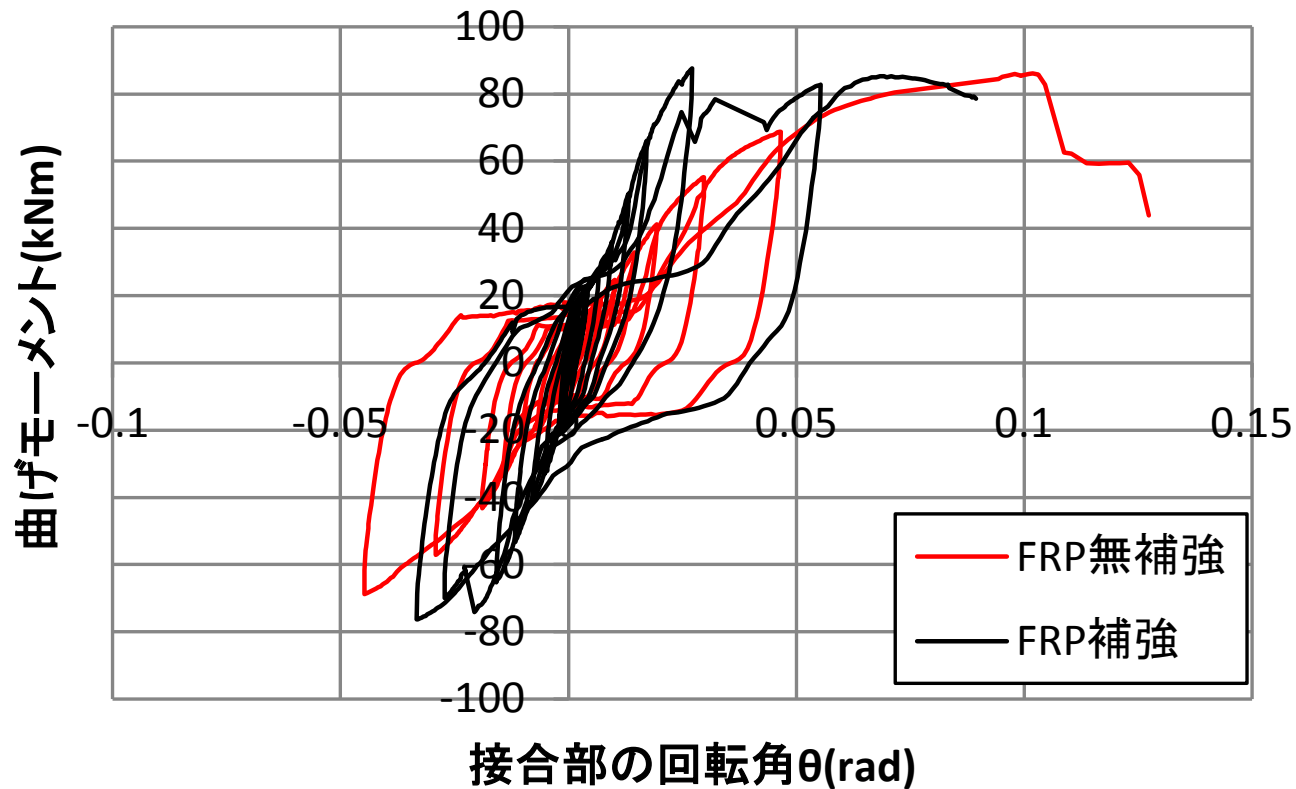


鋼板縁端破断

写真1 試験体A(FRP無補強仕様)の終局状況

M14高強度ボルト 2段組(ボルト孔φ15) 縁端距離20mm($1.4d < 2.5d$)

昨年度試験結果



今年度の改良点

ボルトの改良(強度)

M14高強度ボルト 2段組(ボルト孔 $\phi 15$)
縁端距離20mm ($1.4d \leq 2.5d$)



M20高強度ボルト 1段組(ボルト孔 $\phi 22$)
縁端距離50mm ($2.5d \leq 2.5d$)

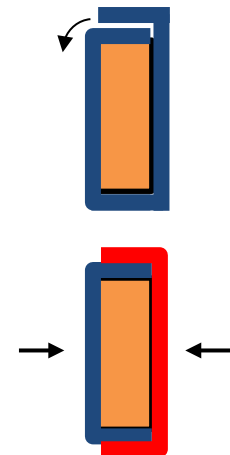


FRPの改良(施工性)

1枚の連続したFRPを1周巻きつける



2枚の二つに分かれたFRPをそれぞれ片面から巻きつける
(最終的にすべての個所でFRPが2枚ばかりになる仕様)



予備実験1 (難燃性試験)

日本工業規格 JIS
A 1322-1966

建築用薄物材料の難燃性試験方法
Testing Method for Incombustibility of Thin Materials for Buildings

1. 総則

1.1 適用範囲 この規格は、45°メックルバーナ法による厚さ5mm未満のボード、プレート、シート、フィルム、厚手布地およびこれらに類似する平面的な材料の難燃性試験方法について規定する。ただし、2.1に規定する防炎3級に達しない性能の弱い材料の難燃性の効果的な評価には、この試験方法は適用できない。

1.2 難燃性試験は、3.1に規定する試験体を用い、4.1に規定する加熱試験装置によって、5.1に規定する方法で加熱試験を行なう。

1.3 材料の表面両面の性状が異なる場合には、表面両面について試験を行なう。

1.4 材料の部分により材質的に差異がある場合には、各部分について試験を行なう。

1.5 材料に方向性がある場合には、各方向について試験を行なう。

2. 難燃性の種類

2.1 難燃性の種類は、表1のとおりに区分する。

種類	厚さ	難燃性	規定
防炎1級	5mm以下	なし	1分後に存しないこと
防炎2級	10mm以下	3秒以下	1分後に存しないこと
防炎3級	15mm以下	5秒以下	1分後に存しないこと

注1) 大体1秒以下のことである。

3. 試験体

3.1 試験体の形状は約30×20cmとし、その厚さは製品使用時の厚さとする。

3.2 試験体の前処理 つぎの(1)または(2)による。

(1) A法 およそ気乾状態の試験体を50±2℃で48時間乾燥し、ついでこれを乾燥用シリカゲルを入れたデシケータ中に24時間放置してから加熱試験を行なう。

(2) B法 試験体を試験体重量の20倍以上の重量の50℃の蒸気中に30分間浸せさせたのち、50±2℃で48時間乾燥し、ついでこれを乾燥用シリカゲルを入れたデシケータ中に24時間放置してから加熱試験を行なう。

4. 加熱試験装置

4.1 加熱試験は付図に示す装置を用い、容器内で行なう。



試験風景

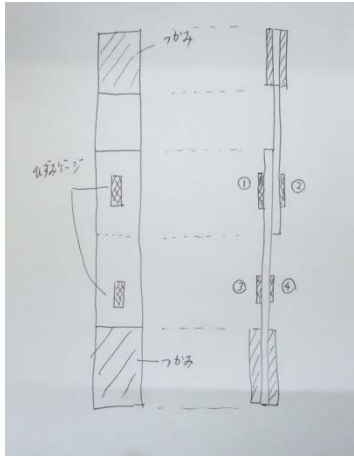


GC6 試験結果

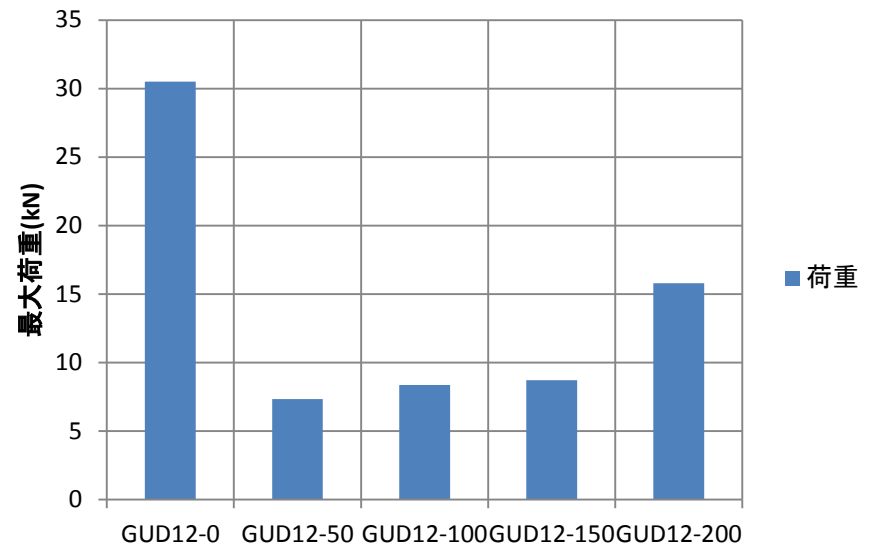
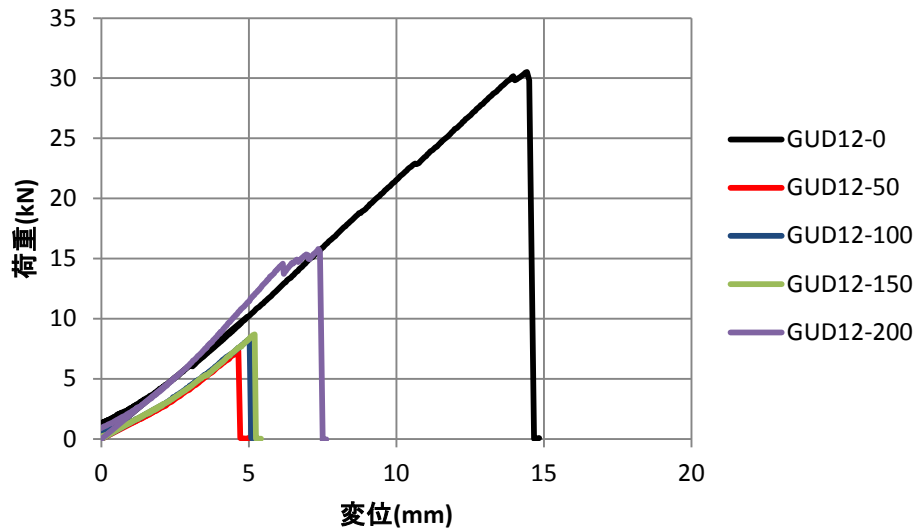


GUD12 試験結果

予備実験2 (重ね幅)

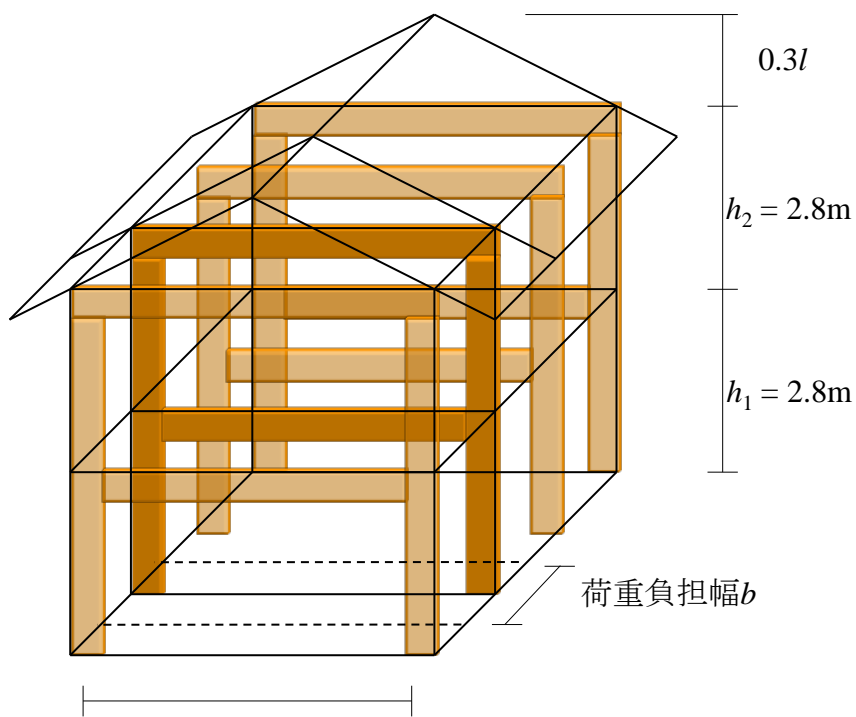


最大荷重時	荷重 Pmax(kN)	変位 δ (mm)
GUD12-0	30.50	14.42
GUD12-50	7.34	4.64
GUD12-100	8.36	5.02
GUD12-150	8.71	5.19
GUD12-200	15.80	7.35

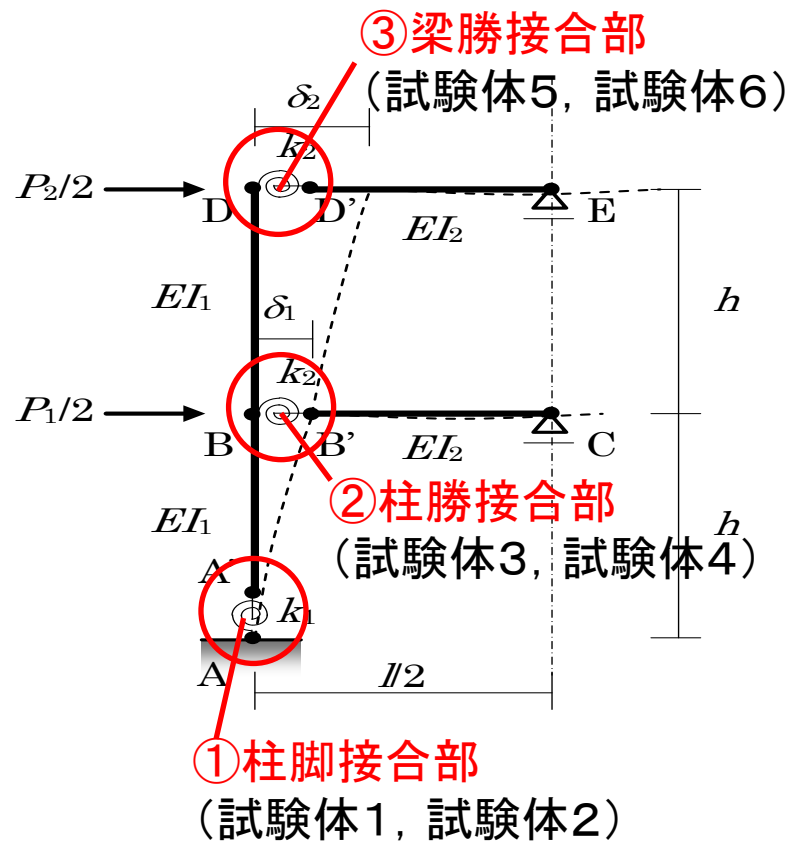


想定建物

木質ラーメン構造によるSI住宅(スケルトン・インフィル・ハウジング)



スパン l
スパン 6m
荷重負担幅 2m



目標性能について

表 1 仮定荷重

分類	荷重値
屋根荷重 (瓦葺きの比較的重い屋根)	1.5kN/m ²
外壁荷重 (モルタル等の比較的重い外壁)	1.0kN/m ²
地震算定用床荷重	1.3kN/m ²
大梁算定用床荷重	2.0kN/m ²

表 2 地震力の算定

階	位置	荷重 (kN)	ΣW_i (kN)	a_i	A_i	C_i	iQ_E (kN)	iP_E (kN)
2	屋根 外壁	8.82b 2.94b	11.76b	0.47	1.24	0.25	2.91b	2.91b
1	床 外壁	7.68b 5.88b	25.32b	1.00	1.00	0.20	5.07b	2.16b

※スパンL=6m, ベースシア係数: $C_0=0.2$, 地域係数: $Z=1.0$, 振動特性係数: $R_t=1.0$
設計用固有周期: $T=0.03H=0.03 \times 5.6=0.168\text{sec}$

表 3 風圧力の算定

階	位置	q (N/m ²)	C_f	負担面積 (m ²)	iQ_w (kN)	iP_w (kN)
2	屋根面 壁面	1177	0.7 1.2	1.7b 1.4b	3.38b	3.38b
1	壁面	1177	1.2	2.8b	7.33b	3.95b

※標準風速: $V_0=38\text{m/s}$, 地表面粗度区分:III

力学モデルによる定式化

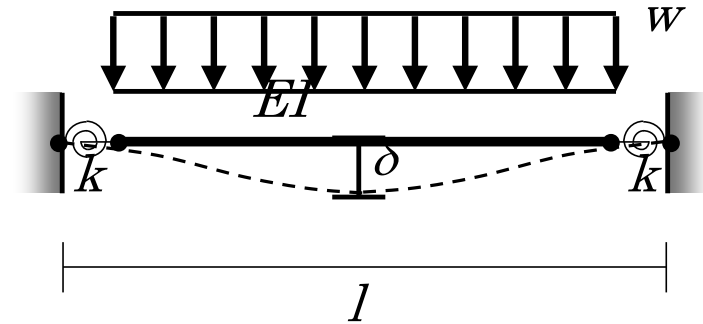
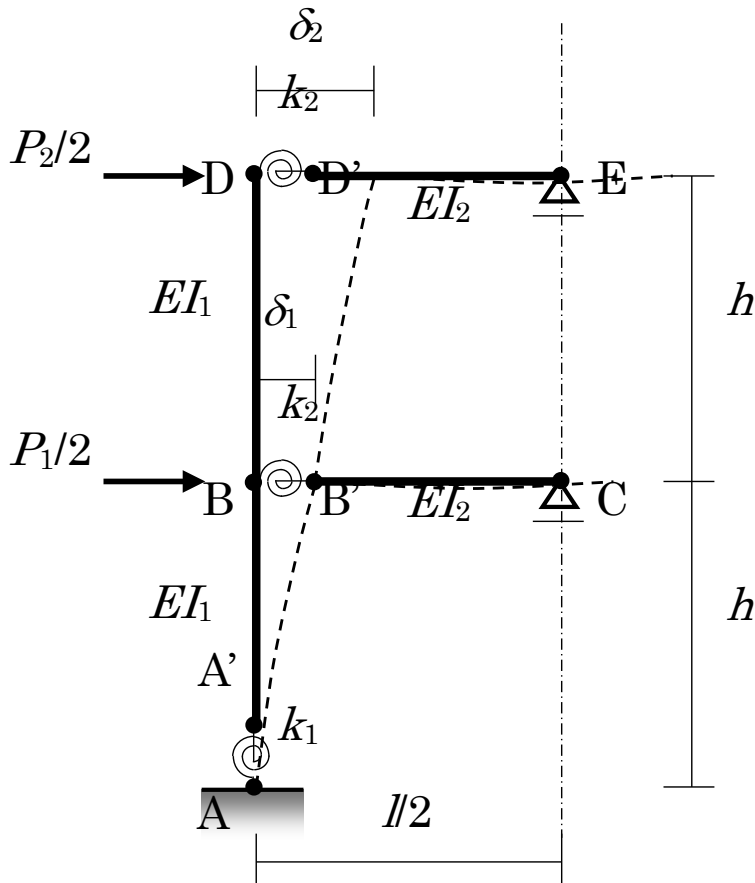


表 4 設計荷重

分類	荷重値
2階に作用する水平力 P_2	3.38b (kN)
1階に作用する水平力 P_1	3.95b (kN)
2階梁の鉛直荷重 w_2	1.50b (kN/m)
1階梁の鉛直荷重 w_1	3.50b (kN/m)

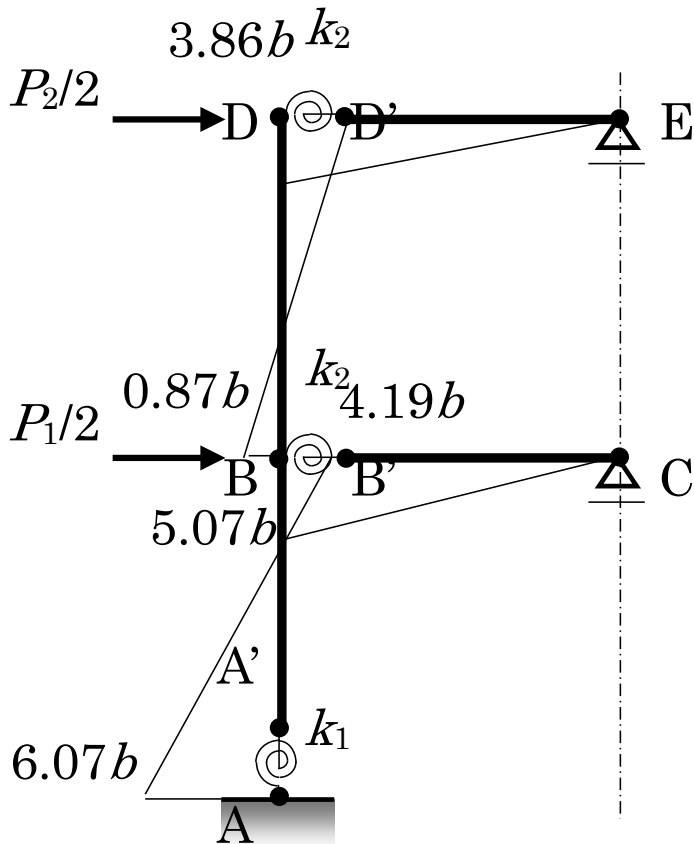
構造計算における仮定

- 柱, 梁の断面は $120 \times 360\text{mm}$ (中型断面集成材)とする
- 部材は集成材E105-F300の等級区分とする
- 層間変形角の制限: $1/200$
- はりのたわみ制限: $1/300$ (長期荷重によるクリープを考慮しヤング係数は $1/2$ に低減する)
- 柱梁接合部と柱脚接合部の回転剛性は等しい($k_1=k_2$)ものとしてモデル化を行う。

接合部回転剛性と 単位骨組の荷重負担幅**b**の関係

回転剛性k (kNm/rad)	単位骨組の荷重負担幅b(m)					
	スパン=4mの場合		スパン=6mの場合		スパン=8mの場合	
	層間変形	梁のたわみ	層間変形	梁のたわみ	層間変形	梁のたわみ
1000	0.80	4.37	0.78	1.48	0.76	0.69
2000	1.38	5.56	1.32	1.92	1.27	0.90
3000	1.83	6.48	1.73	2.23	1.64	1.04
4000	2.19	7.22	2.05	2.47	1.94	1.14
5000	2.49	7.83	2.32	2.66	2.18	1.22
6000	2.75	8.34	2.54	2.80	2.38	1.28

部材に生じる曲げモーメント



スパン $l=6\text{m}$, 接合部の回転剛性 $k_1=k_2=2000(\text{kNm/rad})$ に対して, 水平荷重 $P_1=3.95b(\text{kN})$, $P_2=3.38b(\text{kN})$ が作用するときの各部の曲げモーメント

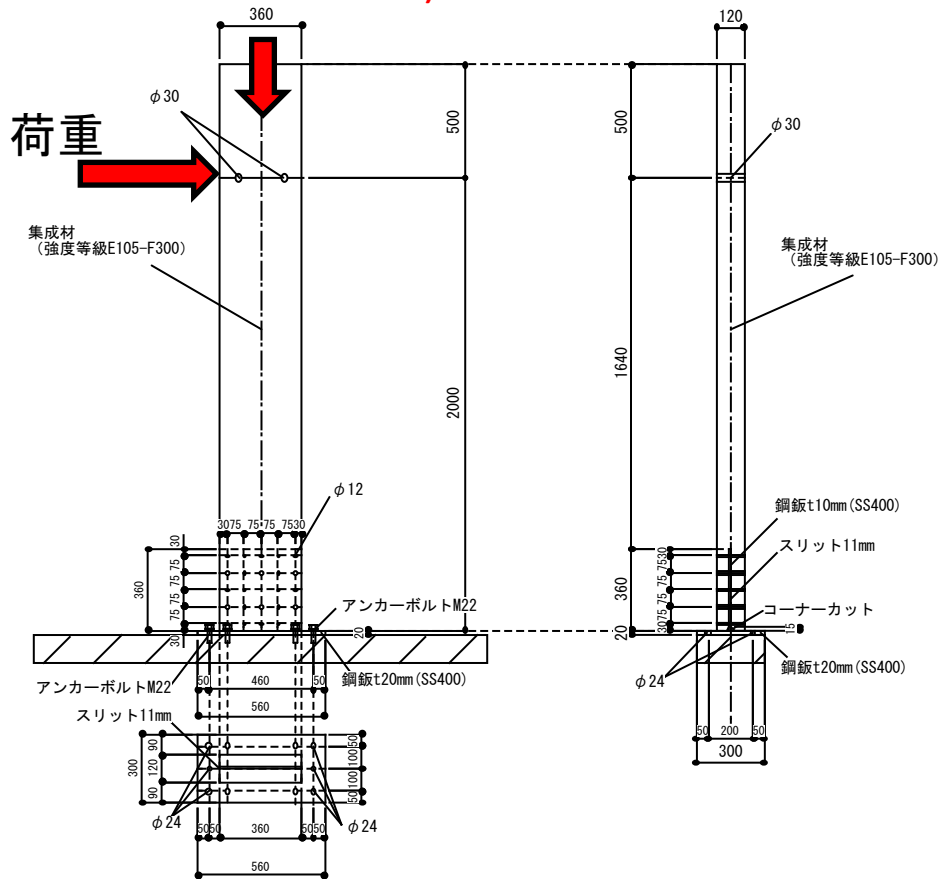
図 3 曲げモーメント図(単位:kNm)

① 柱脚接合部 (I型試験体)

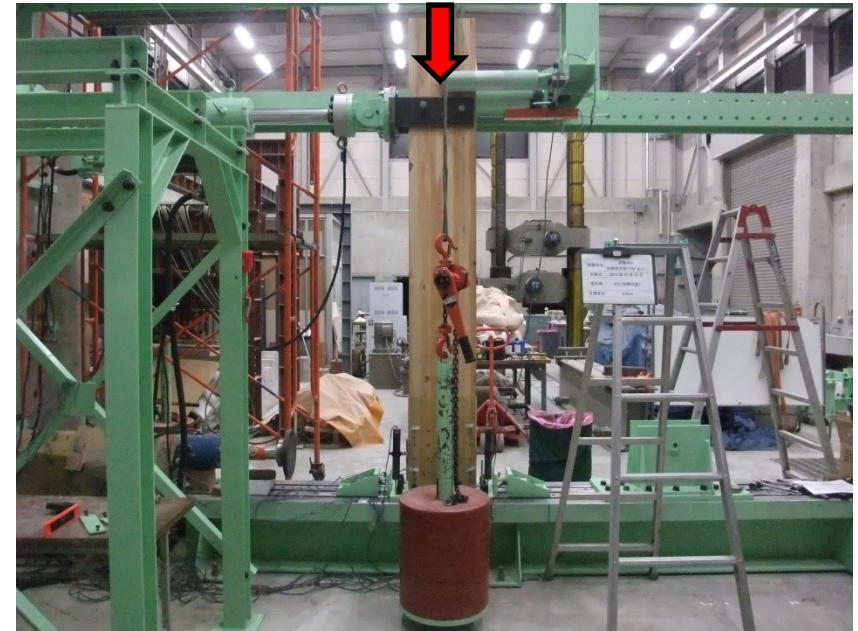
試験体1 FRPなし

試験体2 FRPあり

おもり10kN(約1ton)



おもり10kN(約1ton)



柱脚接合部の試験結果

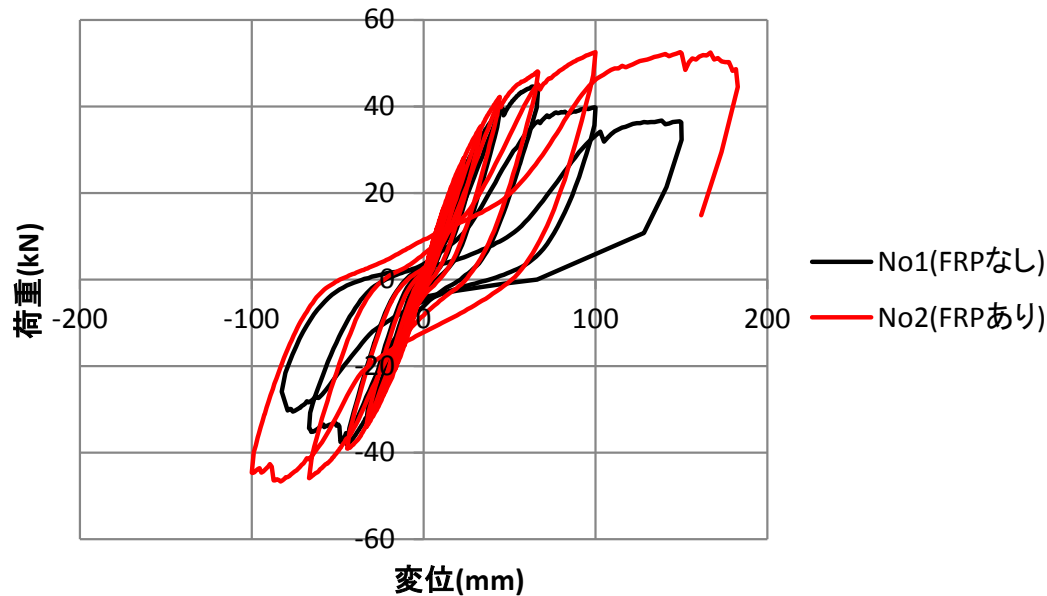


図 荷重-変位関係



試験体1 (FRPなし)

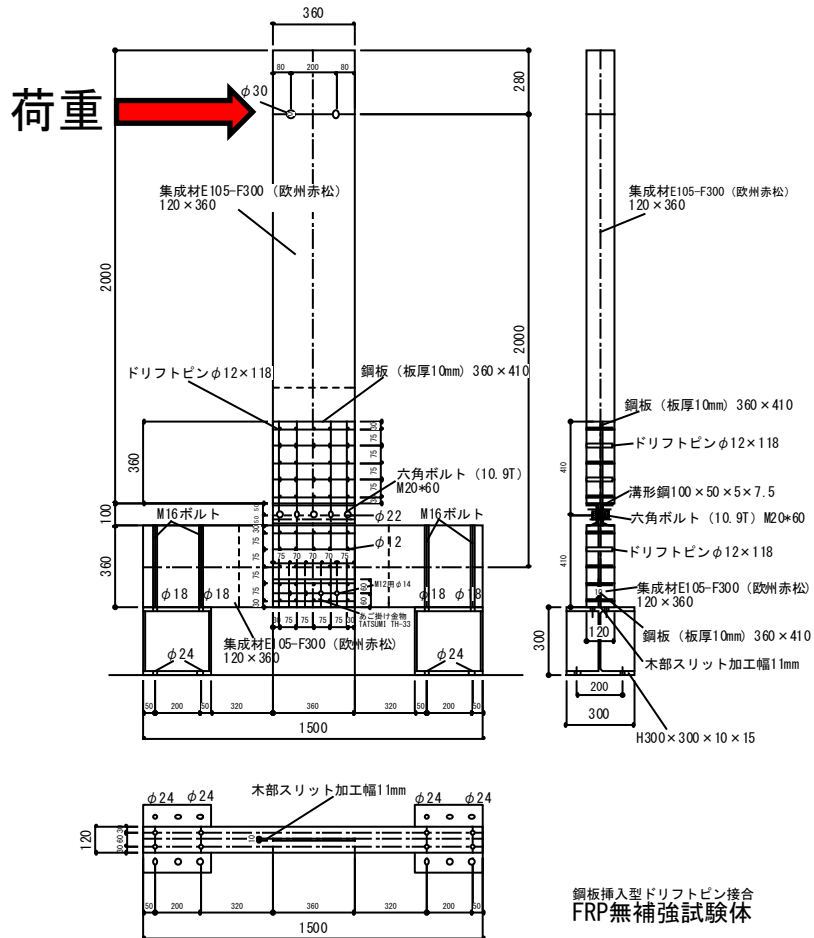


試験体2 (FRPあり)

②柱勝接合部 (T型試験体)

試験体3 FRPなし

試験体4 FRPあり



柱勝接合部の試験結果

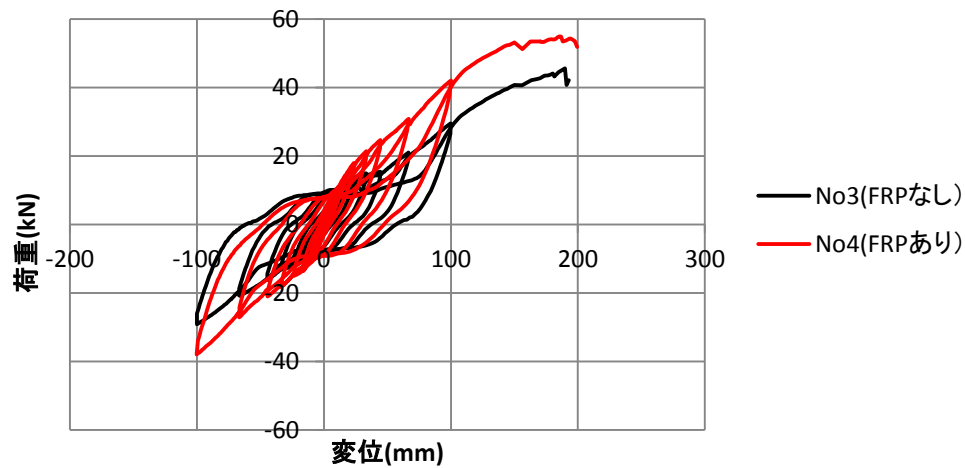


図 荷重-変位関係



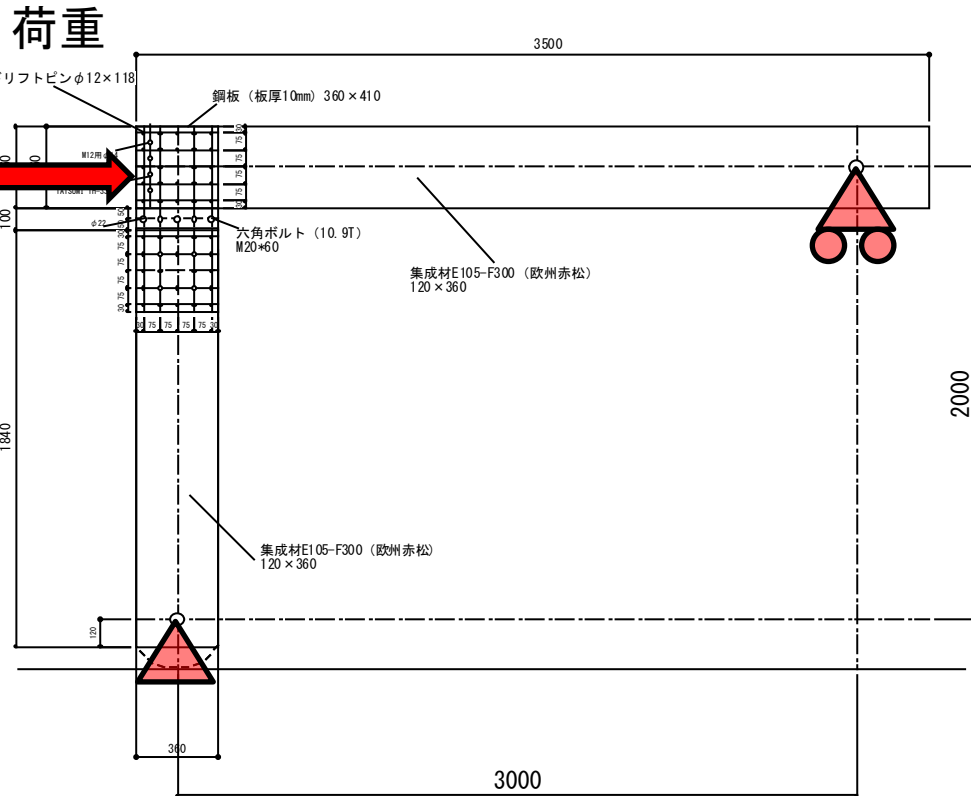
試験体3 (FRPなし)



試験体4 (FRPあり)

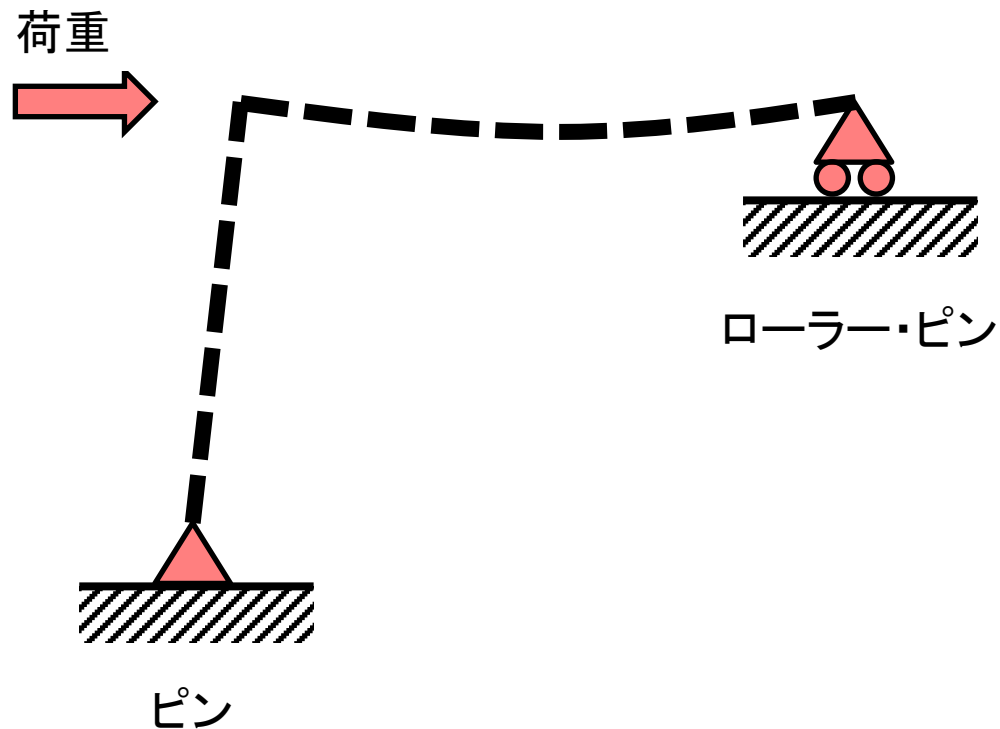
③ 梁勝接合部 (L型試験体)

試験体5 FRPなし
試験体6 FRPあり



鋼板挿入型ドリフトピン接合
FRP無補強試験体

実験における力学的機構



梁勝接合部の試験結果

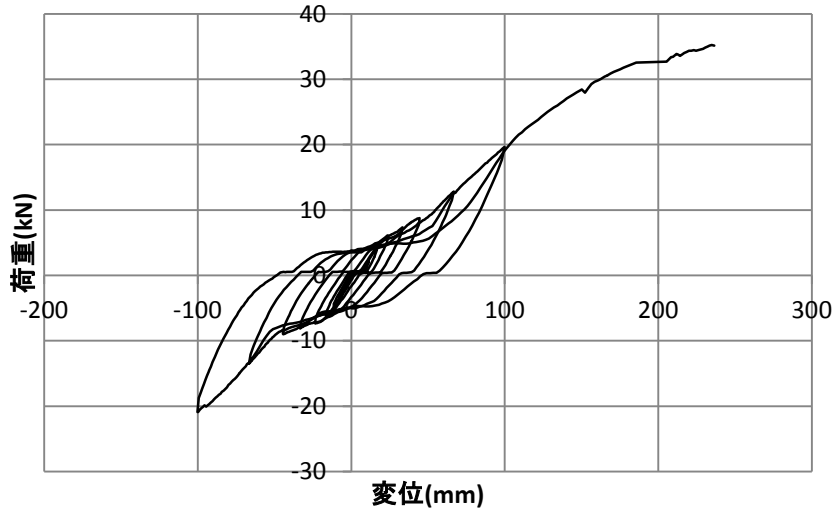


図 荷重-変位関係



試験体5 (FRPなし)

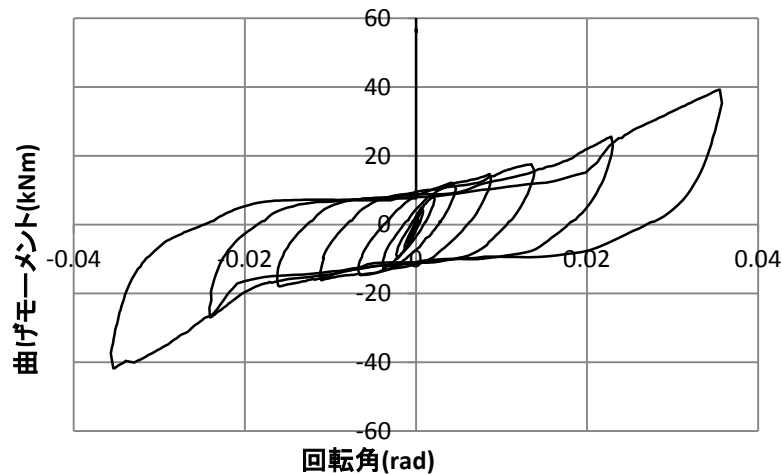


図 曲げモーメント-回転角関係



試験体6 (FRPあり)の結果はどうか？