

アスペクト比の大きいパネルを有する柱 RC 梁 S 骨組の構造性能

1715066 望月 洋亮

指導教員：丸田 誠

柱 RC 梁 S 骨組 アスペクト比 ダイアフラム
 十字型接合部 構造実験

1. はじめに

近年、商業施設や物流倉庫等への適応されている柱 RC 梁 S 架構では建物の大スパン化に伴い梁が大断面になるなど、柱梁のアスペクト比（梁せい/柱せい）が大きくなる場合が多くなり、その対応が求められている。しかし、そのような実験例は僅かである。今回、アスペクト比 1.5 の試験体 2 体を用いて構造実験を行い、既往のアスペクト比 1.0 の試験体を含めて 3 体の十字形骨組の性状の比較検討を行う。非線形有限要素（FEM）解析を行い、実験のシミュレーション実施後、実験未実施のアスペクト比 0.5、2.0 の RCS 骨組の解析を行い、その性状確認を行っていく。

2. 試験体および加力方法

表 1 に試験体一覧、図 1 に試験体形状と配筋を示す。試験体は実物の約 1/2 縮尺を有する階高 $h = 2.4m$ 、梁スパン $l = 3.6m$ の十字形骨組とする。既往の試験体を含め全 3 体とも接合部せん断破壊を想定している。基準試験体は柱せいと梁せいの寸法が同じアスペクト比 1.0 とした HJ02 である¹⁾。HJ02 に対して、HJ19、HJ20 は梁断面を大きくしアスペクト比 1.5 とした。HJ19 と HJ20 は軸力比 $(N/b \cdot D \cdot \sigma_B)$ を 0.1、0.3 と変化させた試験体とした。

実験は、ロ字型の反力フレームの中に試験体を設置し、荷重は、逆対称曲げモーメントが作用するように左右の端部に正負交番繰り返し荷重を行った。加力は層間変形角で制御し、変形角 1.25×10^{-3} [rad] で 1 回、 $2.5 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 30 \cdot 50 \times 10^{-3}$ [rad] でそれぞれ 2 回ずつ繰り返した。

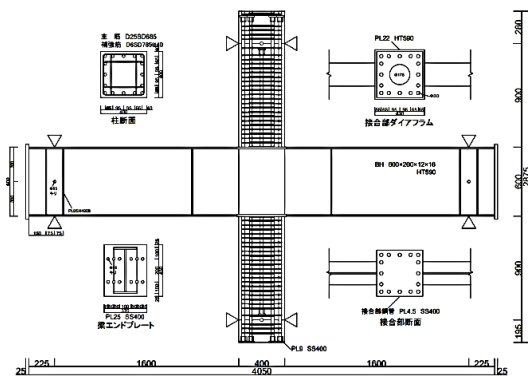


図 1 実験試験体の形状と配筋 (HJ19、HJ20)

3. 実験結果

3.1 荷重—変形関係

図 2 に各試験体の荷重—変形関係の包絡線を示す。HJ02 では $R = 30 \times 10^{-3} rad$ サイクルのピーク時に、最大強度 516.2kN となった。これに対し、HJ19 の最大強度は、 $R = 20 \times 10^{-3} rad$ 付近で 708.9kN を示し、HJ20 の最大強度は、 $R = 20 \times 10^{-3} rad$ 付近で 711.4kN を示した。どちらも HJ02 の最大強度を上回ったが HJ19、HJ20 間ではその差は小さく、軸力比の影響が小さかったと判断できる。

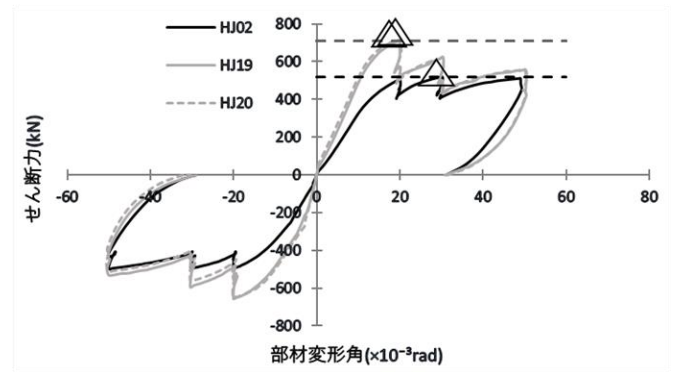


図 2 荷重 Q—変形角 R 関係図、包絡線の比較

表 1 試験体一覧

名称		HJ02	HJ19	HJ20	
支点間距離	梁加力点 [mm]	3600			
	柱支点 [mm]	2400			
軸力比	柱	0.1	0.071	0.214	
	接合部	0.1	0.1	0.3	
RC柱	寸法	400 × 400			
	Fc [N/mm ²]	30	42		
	主筋	鋼材種	7-D25 SD980	16-D25 USD685	
		降伏点	1024	675	
帯筋	鋼材種	4-D6 SD785 @40	4-D6 SD785 @40		
	降伏点	990	932		
鉄骨梁	寸法	400 × 200 × 12 × 16	600 × 200 × 12 × 16		
	鋼材種	HT590			
	フランジ	降伏点	540	505	
	ウェブ	降伏点	542		
接合部	Fc [N/mm ²]	30			
	ふさぎ板	鋼材種	PL6 SS400	PL4.5 SS400	
		降伏点	324	370	
	ダイアフラム	鋼材種	PL19 HT590	PL22 HT590	
降伏点		533	503		
目標破壊モード		J			

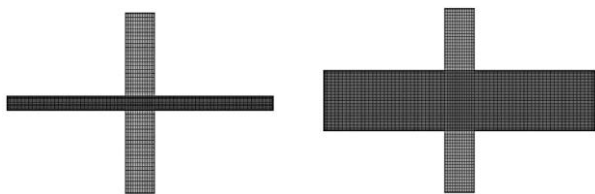
4. 実験を対象とした解析

4.1 試験体のモデル化

構造実験を行った HJ19、HJ20 のシミュレーション解析を弾塑性有限要素法 FEM で行い、その妥当性を確認する。また、妥当性を確認後、アスペクト比 0.5、2.0 の解析を行う。HJ19 のモデルを参考に、0.5、2.0 のモデルを作成した。なお、柱せいは HJ19 等と同じとし、梁せいを変更した。図 5 に要素モデル図を示す。解析モデルは二次元モデルとしており、解析ソフトには FINAL¹⁾ を使用した。

4.2 解析結果

図 6 に実験における荷重—変形角関係に解析結果を加えたものと解析結果同士で比較した図を示す。解析結果は、実験でのシミュレーションの AHJ02、AHJ19、AHJ20 と、アスペクト比 0.5、2.0 で行った AHJ19-0.5、AHJ19-2.0 とした。解析は単調載荷とした。どの解析も実験を概ね良好にシミュレーション出来ていることが分かり、解析の有効性が検証された。解析間を比較すると、アスペクト比を 2 倍にすると 2 倍以上の最大強度を持つことが確認された。



アスペクト比 0.5 アスペクト比 2.0

図 5 モデル図

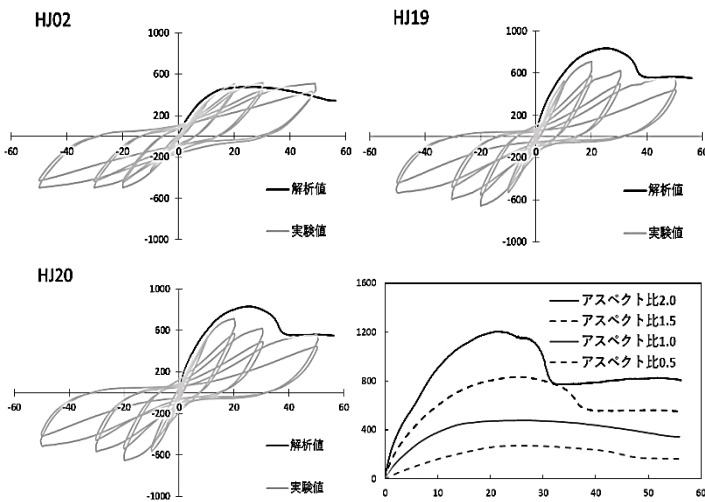


図 6 荷重—変形関係 (解析)

5. 実験値—計算値比較

表 2 に各試験体の最大強度に関する一覧を示す。全試験体の梁曲げ強度、柱曲げ強度、接合部のせん断強度と実験値の比較を示す。梁では全塑性モーメントを、柱ではファイバーモデルを使用した曲げ強度、接合部では CFT 指針式²⁾、SRC 規準式³⁾ で求め、実験値と比較した。全試験体とも CFT 指針、SRC 規準の接合部せん断強度式の計算値を実験値は超えており、安全側で評価できる。解析で求めた AHJ19、AHJ20 での解析値/計算値が 1.31 や 1.34 と実験から求めた HJ19 と HJ20 より高いのは単調載荷で解析を行ったため若干大きい解析結果となったと考えるが、余裕度が大きいので、接合部強度は上記の 2 式で評価できると思われる。

6. まとめ

- 1)アスペクト比を 1.5 と大きくしても高い耐力を保持し、最大耐力到達後も急激な耐力低下を呈することなく、靱性の高い履歴性状を示すことを確認した。
- 2)アスペクト比 1.5 で軸力比が異なる (0.1、0.3) 場合の比較でも同様の履歴性状が確認された。
- 3)CFT 指針式、SRC 規準式による計算値を上回る接合部強度を発揮し、想定通りの破壊形式を得ることができた。
- 4)実験実施の試験体に対して解析を行った結果、概ね実良好に模擬できた。
- 5)アスペクト比 1 と 2 の解析間の比較で、アスペクト比を倍にすることで倍以上の耐力を持つことが確認された。
- 6)解析の結果は実験より若干大きい値を示したが、CFT 指針式、SRC 規準で安全側に評価できることが確認された。
- 7)アスペクト比 0.5、2.0 と異なるアスペクト比でも接合部せん断強度は CFT 指針式、SRC 規準式の値より若干大きい値となった、概ね評価できると考える。

【参考文献】

- 1) 丸田誠ほか：さや管型柱 RC 梁 S 骨組の構造性状 (その 1) ～ (その 5) ,AIJ 学術講演梗概集,構造Ⅲ pp.1471-1480,2018.9
- 2) 日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施工指針,2008.10
- 3) 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造規準・同解説,2014

表 2 最大強度一覧

試験体	最大強度 [kN]	S梁		RC柱		接合部				破壊モード
		曲げ全塑性強度 bQp [kN]	eQmax bQp	曲げ終局信頼強度 (ファイバーモデル) cQu [kN]	eQmax cQu	せん断終局強度 CFT指針式 cftQu	eQmax cftQu	せん断終局強度 SRC規準式 srcQu	eQmax srcQu	
HJ02	516.2	827	0.62	863	0.60	452	1.14	439.3	1.18	J
AHJ02	479.2	827	0.58	863	0.56	452	1.06	439.3	1.09	J
HJ19	708.9	1342	0.53	639.6	1.11	639	1.11	644.1	1.10	J
AHJ19	835.6	1342	0.62	639.6	1.31	639	1.31	644.1	1.30	J
HJ20	711.4	1342	0.53	641.1	1.11	629	1.13	641.5	1.11	J
AHJ20	841.2	1342	0.63	641.1	1.31	629	1.34	641.5	1.31	J
AHJ19-0.5	272.6	319.5	0.85	479.7	0.57	161.25	1.69	193.2	1.41	J
AHJ19-2.0	1205.7	2033.5	0.59	719.6	1.68	984.9	1.22	966.1	1.25	J