

半剛接合された角形鋼管柱・H形鋼梁骨組の実験的研究

(その1 実験)

X1. 構造設計一般	Y3. 柱梁接合部	Z1. 復元力特性
X5. 載荷実験	Y6. 半剛接骨組	Z8. 局部変形

正会員○海原広幸¹, 同 山成 實²,
同 小川厚治³, 同 黒羽啓明⁴

1. はじめに これまでに行われてきたラーメン骨組実験の多くは平面架構を対象としてきた。これらの研究からは骨組の挙動を調べる上で多くの知見を得ることができたことは周知である。しかしながら実際の建物は三次元的構造物であり、骨組の多くの部分は二次元問題として抽象化することで十分説明できるものの、例えば梁が2軸対称に接合されない隅柱部分においては、平面問題で実際の挙動を説明するには無理があると考えられる。本研究ではラーメン骨組内の隅柱部分に焦点を当て、直交梁の存在が柱梁接合部の最終挙動におよぼす影響を調べる手始めとして2つの形式の異なる柱梁接合部をもつ隅柱部分骨組の加力実験の概要およびそれらの結果について述べる。

2. 実験概要

2.1 実験装置 実験は図1に示すような直交する2つの梁自由端に等荷重を与え、それらに比例して柱の一自由端に軸力を作用させる繰返し加力実験である。実験骨組は建物の隅柱部分から取出したことを想定することで、骨組の転倒モーメントによる柱軸力変動を考慮した。また、本実験では剛床の条件は満たされないが、骨組の構面を維持することで装置の安定を確保した。

2.2 試験体 試験体は表1に示す2体の試験体である。外ダイアフラム接合部試験体は1990年に行った同じ接合形式をもつ平面骨組[1]のコフォーマンス・テストのために製作した。この試験体では、直交梁の存在により接合部には平面骨組の場合に比べて応力状態は複雑になることで、接合部耐力および変形性能がどのように影響を受けるかを調べる。一方、内ダイアフラム接合部試験体は、新しい製作の試みの試験体である。すなわち、柱材は一般にダイアフラムの上面(あるいは下面)で継がれるものであるが、継目を接合部パネルの途中に置くものとし、柱の接合前に鋼管内にダイアフラムを梁フランジ位置に挿入した内ダイアフラム接合部としたことが第一点である。第二点は、接合部内の一部のダイアフラムを省くことである。実在の骨組では互いに直交する梁のせいが異なるのが一般的である。2

表1 試験体

名称	部材断面(mm)	
CFRE (外ダイアフラム)	柱	□-200x200x6
	梁1	H-250x125x6x9
	梁2	"
	ダイアフラム	PL-9
CFRI (内ダイアフラム)	柱	□-200x200x6
	梁1	H-250x125x6x9
	梁2	H-200x100x5.5x8
	ダイアフラム	PL-9

本の梁せい寸法の差が少ない場合には、それぞれの梁フランジ位置でダイアフラムを設けることは工作上的困難が増し、むしろ製作時に接合

表2 梁および鋼板の機械的性質

断面 (mm)	採取位置	σ_y tf/cm ²	σ_u tf/cm ²	E tf/cm ²	e %
H-250x125x6x9	フランジ	2.982	4.581	2071	26.1
	ウェブ	3.348	4.72	2076	27.7
H-200x100x5.5x8	フランジ	3.184	4.671	2108	28.1
	ウェブ	3.364	4.763	2057	26.3
PL-9 (外ダイアフラム)	ロール方向	2.819	4.431	2137	31.3
	直交方向	2.847	4.343	2162	30.7
PL-9 (内ダイアフラム)	ロール方向	2.799	4.081	2113	30.9
	直交方向	2.867	4.083	2141	32.0

表3 柱の機械的性質

断面 (mm)	採取位置	引張試験				圧縮試験		
		σ_y tf/cm ²	σ_u tf/cm ²	E tf/cm ²	e %	σ_y tf/cm ²	σ_m tf/cm ²	E tf/cm ²
□-200x200x6 for CFRE	平板	4.275	5.248	2103	25.3	4.046	4.222	2627
	角部	5.593	6.049	-	-			
	シーム	6.275	6.666	2157	10			
□-200x200x6 for CFRI	平板	4.11	5.222	2107	26.3	4.119	4.159	2102
	角部	5.672	6.056	-	-			
	シーム	6.233	6.688	2112	10			

部に欠陥が生じ得ることも考えられる。近接するダイアフラム設置を避けることで、接合部は剛接合を満足できなくなる反面、製作上の省力化に貢献できることが、この試験体の接合部形式の改善案である。

図2は試験体骨組の接合部詳細である。2体の試験体は、共に階高2.0m、スパン長2.83mの比較的柱間が小さいプランをもつ水平荷重下における骨組の隅柱部の柱および

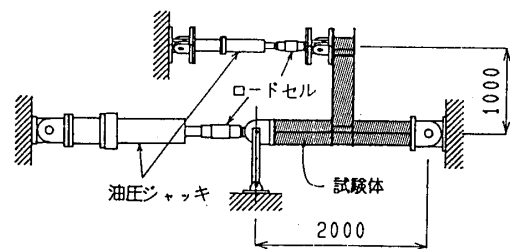


図1 実験概要

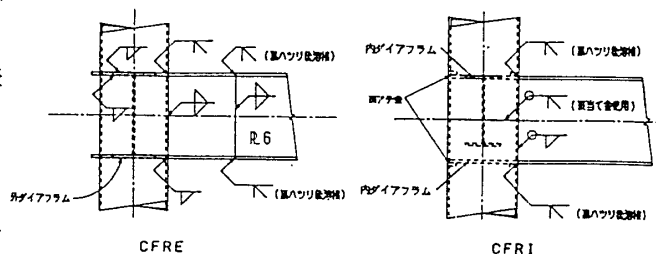


図2 接合部詳細

び梁反曲点で取出した部分骨組である。内ダイアフラム試験体(CFRI)では、互いに直交する梁の上フランジ位置を一致させ、下フランジは50mmの段差をもち、せいの低い梁の下フランジ位置には内ダイアフラムを設けない詳細をもつ。

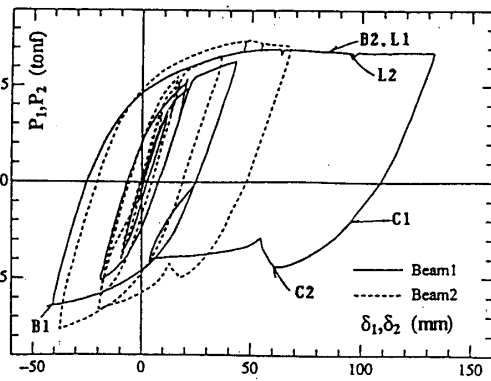


図3 外ダイアフラム試験体実験結果

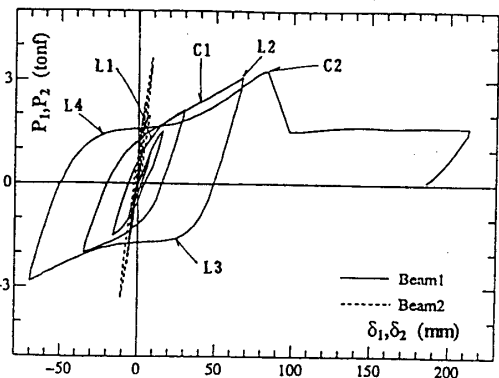


図4 内ダイアフラム試験体実験結果

結果としてこの試験体は弾性状態から比較的柔らかい仕口をもつ。

以上の2体の試験体は接合部が早期に降伏するか、もしくは初期剛性が低い半剛接鋼骨組の例であり、接合部の変形挙動が骨組全体に対する影響を調べるため製作された。両接合部は保有耐力接合の条件[2]を満たしていない。

2.3 素材の機械的性質 試験体を構成する部材の素材試験結果を表2と表3に示す。鋼管はSTKR490の正方形角形鋼管とし、試験片は骨組試験体の柱に対応させた2本の定尺長さの材料からそれぞれ採取した。鋼管断面の平板部および角部から試験片を4本ずつ採取し引張試験を行うと同時に外径の3倍の長さをもつ両端部を平行に機械仕上げした短柱の圧縮試験各1本を行った。梁材はSS400のH形鋼を用いた。すべての梁材のフランジおよびウェブからそれぞれ4本および3本ずつのJIS1号試験片を採取し引張試験を行った。ダイアフラムには厚さ9mmの圧延鋼板を用いた。降伏点は0.2%オフセット法により求めた。

3. 実験結果

3.1 外ダイアフラム試験体(CFRE) 外ダイアフラム試験体の実験結果を図3に示す。図3の縦軸は2つの梁自由端のジャッキ荷重(P)、横軸は梁自由端の変位の平均値(δ)である。同図中には実験中に観察によって記録された現象を記号によって記してある。記号B, L および C はそれぞれダイアフラムの局部座屈、接合部の局部変形およびキレツを意味し、それらの記号に続く数字は現象の発生あるいは発見の順序を意味する。

外ダイアフラム試験体の荷重-変形図に見られる安定した履歴曲線は、変形角1/25まで耐力劣化することなく健全な挙動を示した。1/25を超えると、この試験体では2つの梁フランジ力により仕口部の局部変形が顕著となり、鋼管断面は糸巻き型の形状に変形した。局部変形は、ダイアフラムの局部座屈発生後梁フランジ力が梁幅中央に集中することでさらに顕著となることが観察された。

実験の最終段階の変形角が+1/10に達した後の逆載荷に入ると直ちに鋼管角部の内部から亀裂が鋼管板を貫通する亀裂が発生した。このキレツは、前述した圧縮梁フラン

ジ力によって鋼管断面が変形した状態から逆載荷に伴う梁フランジ力が引張力に転じて鋼管断面は膨らむ方向の変形が始まり鋼管角部の内壁から始まったものである。

3.2 内ダイアフラム試験体(CFRI) 内ダイアフラム試験体の実験結果を図4に示す。この試験体ではせいの低い梁の下フランジ位置に内ダイアフラムを設けなかったことにより、実験当初から仕口の局部変形が目視観察された。局部変形は梁フランジ力が柱のフランジに作用して生じる面外変形であり、この変形が仕口部の回転変形として現れる。図4に見られる逆S字曲線が描かれる。この現象は繰返し載荷によって生まれるものであり、一方向載荷実験では得られないものである。前節のCFRE試験体と同様であるが、骨組の変形角が±1/50の変位振幅までは接合部の著しい損傷は見られず、仕口のみの変形が骨組の変形を支配していることが特徴的である。

4. おわりに

2種類の接合形式の角形鋼管柱・H形鋼梁部分骨組の繰返し加力実験を各1体ずつ行った結果を要約すると以下のようになる。

- (1) いずれの接合部も完全剛接を満足するものではないが、大変形域に亘る繰返し外乱に対して接合部は早期に破断することなく良好な弾塑性履歴性状を示した。
- (2) 外ダイアフラム試験体は平面骨組の実験結果と同様に直交梁の存在にも拘らず十分な変形性能を示した。接合部の破壊形式は、直交梁フランジ力により鋼管角部からキレツが生じた。
- (3) 内ダイアフラム試験体はダイアフラムを設けない梁フランジ位置で局部変形が実験の早期から生じ、骨組剛性を低下させたが、仕口の降伏後も骨組は健全な履歴挙動を示した。この種の仕口の接合形式では、仕口の局部変形が大きくなるにつれて履歴曲線は逆S字曲線を描くことが確認できた。

謝辞 角形鋼管を日鐵建材工業(株)から提供頂いた。

参考文献 [1] 山成實, 渡辺純仁, 小川厚治, 黒羽啓明: 接合部降伏型の角形鋼管柱ラーメン骨組の弾塑性挙動に関する実験的研究(その1), (その2), 日本建築学会中国・九州支部研究報告, 第8号, 平成2年, pp.157-164 [2] 日本建築学会: 建築耐震設計における保有耐力と変形性能(1990)