

変動軸力を受ける鉄筋コンクリート外柱・梁接合部のせん断強度に関する研究

正会員 ○ 森田 真司<sup>1</sup>  
同 北山 和宏<sup>1</sup>  
同 小山 明男<sup>1</sup>

1. はじめに

本研究は、圧縮一定軸力、引張り一定軸力および変動軸力を受ける鉄筋コンクリート外柱・梁接合部に正負交番水平力を加える実験を行い、接合部せん断強度に与える変動軸力の影響を検討したものである。

2. 実験概要

2.1 試験体 試験体一覧を表-1に、形状・寸法および配筋を図-1に示す。試験体は縮尺約1/2とした平面T型部分架構5体である。梁主筋は接合部内でU字型定着とし、梁主筋および柱主筋はそれぞれ端部の鉄板に溶接により定着した。また、コンクリートは鉛直打ちした。実験因子は柱軸力および接合部横補強筋量であり、それ以外は共通である。表-2、3に使用鉄筋およびコンクリートの材料特性を示す。

2.2 実験方法 柱脚をピン支持、梁端をローラー支持した試験体の柱頭に軸力および水平力を与えた。図-2に示す加力履歴に従い、軸力は荷重制御、水平力は柱頂部の変位制御で正負交番繰り返し加力を行った。一定軸力の試験体10C、10T、6Tでは所定の軸力を加えた後に水平力を加えた。変動軸力の加力方法は、試験体10V1では図-3(a)のように軸力と層間変形を比例させ、試験体10V2では(b)のように層間変形、軸力のいずれかを一定に保持して他方を変動させた。どちらの加力経路とも、同変形の繰り返し加力による試験体の損傷偏在を避けるため、加力経路を図のようにそれぞれ変化させた。

3. 実験結果

図-4に最終ひび割れ状況を、図-5に柱せん断力(Qc)-層間変形角(θ)関係の包絡線を、図-6に接合部せん断変形角(γ)-層間変形角関係(θ)の包絡線を示す。

表-1 試験体一覧

試験体名	10C	10T	6T	10V1	10V2
軸力 (kN)	圧縮一定 785	引張り一定 -785		変動軸力 =785	
軸力比	0.23	-0.20	-0.21	=0.20	
接合部横補強筋	2-D10@90 Pwj=0.45	2-D6@90 Pwj=0.18		2-D10@90 Pwj=0.45	
共通事項	コンクリート調合強度 19.5MPa				

Pwj: 接合部横補強筋比(%)

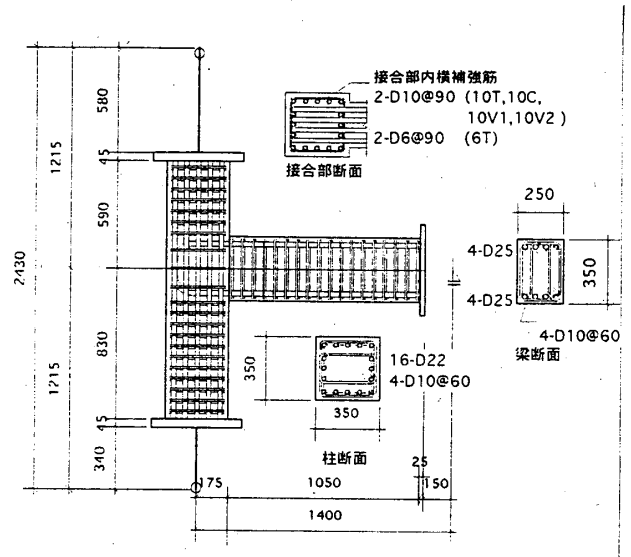


図-1 試験体形状及び配筋

ここで正加力とは梁下端引張りとなる加力方向を指す。

3.1 破壊状況

試験体6Tは梁主筋が降伏する前に接合部のせん断破壊が生じた(J型)が、その他の試験体は全て梁主筋の降伏後に接合部のせん断破壊が生じた(BJ型)。

引張り軸力を載

荷した試験体では、軸力による水平方向のひび割れが発生した。変動軸力試験体は層間変形角1%程度までの比較的小さい間では圧縮軸力時より引張り軸力時の方がせん断ひび割れが多く発生した。最終的に試験体10C、10V1および10V2は接合部せん断圧縮破壊に、試験体10T、6Tではせん断引張り破壊に至った。

表-2 鉄筋の材料特性

径	降伏点 $\sigma_y$ (MPa)	引張り強さ $\sigma_t$ (MPa)	伸び $\epsilon_u$ (%)	ヤング係数 $E_s$ (GPa)
D6	344	552	24.8	185
D10	462	626	14.6	184
D22	506	716	14.5	195
D25	529	704	18.4	196

$E_s$ : 引張り試験による見かけの値

表-3 コンクリートの材料特性

試験体	圧縮強度 $\sigma_B$ (MPa)	引張り強度 $\sigma_t$ (MPa)	ヤング係数 $E_c$ (GPa)
10C	27.7	2.32	17.8
10T	31.8	2.35	17.8
6T	30.8	2.11	14.9
10V1	31.9	2.60	17.5
10V2	32.0	2.17	18.6

$E_c$ :  $1/4 \sigma_B$ 時割線剛性

3.2 柱せん断力-層間変形関係 図-5 より、変動軸力を加えた試験体 10V1、10V2 の包絡線は、正・負加力時ともほぼ同様な曲線を描き、その履歴性状に明確な差は無く、変動軸力の加力経路の違いによる差は見られなかった。服部ら<sup>1)</sup>は変動軸力の上限值または下限値と同一レベルの一定軸力を与えた試験体では、変動軸力を与えた試験体とほぼ同じ履歴性状を示すとしたが、本実験でも同様な結果が得られた。引張り軸力一定で接合部横補強筋比が小さい試験体 6T では、最大耐力が試験体 10T の約 86%となり、接合部補強筋量が接合部せん断強度に与える影響が認められた。接合部せん断破壊が先行した試験体 6T のせん断強度を靱性保証型設計式<sup>2)</sup>で評価すると実験せん断強度の約 93%となり、引張り一定軸力を受ける場合の接合部せん断強度は同式で安全側に評価できた。

3.3 せん断変形角-層間変形関係 図-6 より、変動軸力を加えた試験体 10V1、10V2 の包絡線は、正・負加力時とも同様な傾向を示し、3.2 と同様に変動軸力の加力経路の違いによる明確な差は見られなかった。全ての試験体で、負加力時（梁上端引張り）の方がせん断変形角の増加が小さく加力方向による差が見られた。変動軸力を与えた試験体の正加力時では、一定軸力を与えた試験体よりせん断変形角の増加割合が小さいが、負加力時には顕著な差は認められない。

4. まとめ

変動軸力を加えた試験体では、その加力経路の違いがせん断抵抗性状に与える影響は小さかった。引張り一定軸力下で接合部横補強筋量の少ない試験体のせん断強度が約 14%低下し、引張り軸力下での横補強筋量の影響を確認できた。変動軸力を与えた試験体は圧縮または引張り一定軸力を加えた試験体とほぼ同様の履歴性状を示した。引張り一定軸力下のせん断強度は、靱性保証型設計式<sup>2)</sup>で安全側に評価することができた。

謝辞  
本研究は文部省科研費（基盤研究 A、代表者：小谷俊介・東京大学大学院教授）によって行われた。

【参考文献】

- 1)服部他：高強度材料を用いた鉄筋コンクリート柱はり外部柱接合部のせん断抵抗性状（その 3.柱軸力と帯筋を実験変数とした実験概要と結果）、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅱ、1992.8、pp.201-202.
- 2)日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針（案）・同解説、1997.

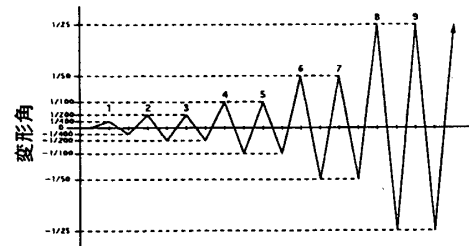


図-2 加力履歴

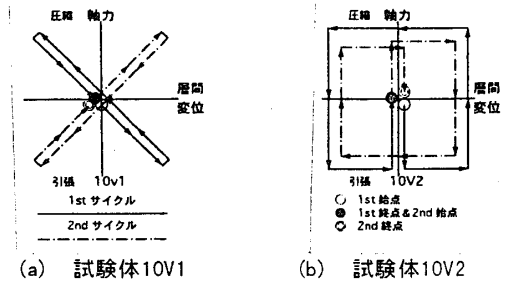


図-3 変動軸力加力履歴

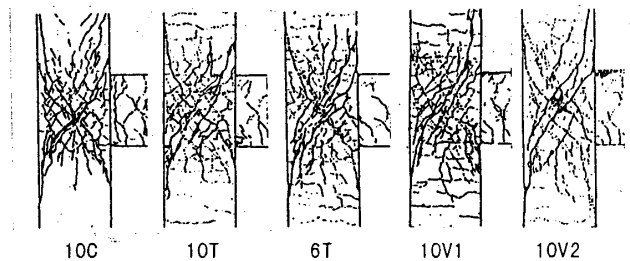


図-4 最終ひび割れ状況

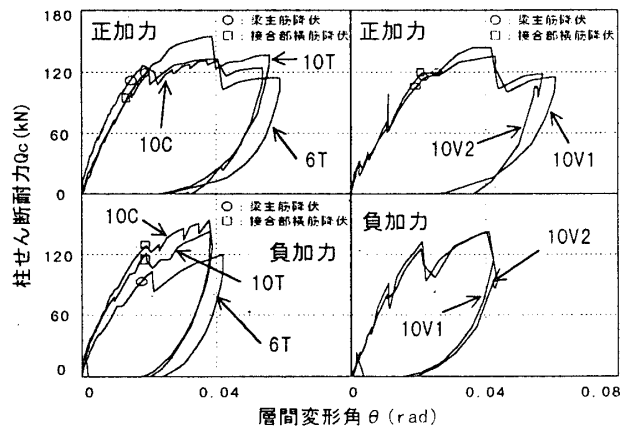


図-5 柱せん断力(Qc)-層間変形角(theta)

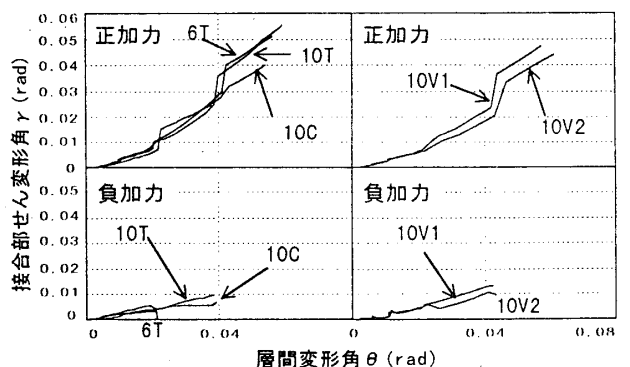


図-6 接合部せん断変形角(gamma)-層間変形角(theta)関係

\*1. 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻