

引張りおよび圧縮軸力を受ける RC 内柱・梁接合部の
破壊性状に関する研究
(その 1. 実験概要および結果)

正会員○ 小山 明男¹
同 北山 和宏²
同 森田 真司³

1. はじめに

本研究は、柱軸力および梁主筋付着性能を変動因子とし、鉄筋コンクリート造内柱・梁接合部に正負交番水平力を加える実験を行なった結果から、接合部せん断破壊と層せん断力および接合部せん断力の関係について検討したものである。

2. 実験概要

(1) 試験体

表-1 に各試験体諸元一覧を、図-1 に試験体形状概要を示す。試験体は縮尺約 1/2 とした平面十字型部分架構 6 体で、試験体形状(柱断面 350mm×350mm, 梁断面 250mm×350mm), コンクリート設計基準強度(18MPa)は共通で、柱軸力、梁主筋径およびスパイラル筋の有無を実験因子とした。柱軸力は圧縮一定、引張り一定および変動軸力とした。梁主筋は D16 および D25 の 2 種類の径を用い、このうち D25 を用いた試験体全体の梁主筋をスパイラル筋 (D3) により巻き補強した。いずれの試験体も接合部には 2-D10 を 3 組配筋した。表-2 に使用鉄筋の特性を示す。なお、試験時のコンクリート強度は 21.9MPa であった。コンクリートは平打ちとした。

(2) 実験方法および測定項目

加力は、柱頭・柱脚をピン支持、梁端をピン・ローラー支持とし、試験体の柱頭に軸力および水平力を与えた。軸力は荷重制御、水平力は層間変形角 θ により制御し、1/400rad. を 1 サイクル、1/200, 1/100, 1/50rad. をそれぞれ 2 サイクル、1/33rad. を 1 サイクル、1/25rad. を 2 サイクル行った後、正方向加力で押し切りとした。変動軸力の試験体 No.3 は同変形の繰り返し载荷による損傷偏在を避けるため、図-2 に示すように層間変形、軸力のいずれかを一定に保持して他方を変動させた。

3. 実験結果

(1) 破壊経過の概略

いずれの試験体も接合部せん断ひび割れの発生が目立った。せん断ひび割れの角度は、引張り軸力を载荷した試験体より圧縮軸力を载荷した試験体の方が梁材軸に対してやや立ち上がった。また、圧縮軸力载荷の試験体では、接合部中央付近のコンクリートの剥落が激しくなった。変動軸力を载荷した試験体 No.3 では、層間変形角 1/100rad. 程度までは圧縮軸力下よりも引張軸力下で接合部せん断ひび割れの発生が目立った。

表-1 試験体の諸元

試験体名	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
軸力 (kN)	圧縮一定 +883	引張一定 -883	変動 ±883	圧縮一定 +883	圧縮一定 +883	引張一定 -883
軸力比	0.33	-0.33	±0.33	0.32	0.33	-0.33
梁主筋	上・下端とも 4-D25			上・下端とも 7-D16		
接合部	2-D10@90			2-D10@60		
横補強筋	$p_{w,j}=0.45\%$			$p_{w,j}=0.57\%$		
スパイラル筋	ナシ			アリ	ナシ	
共通事項	コンクリート設計基準強度 $F_c=18$ MPa					

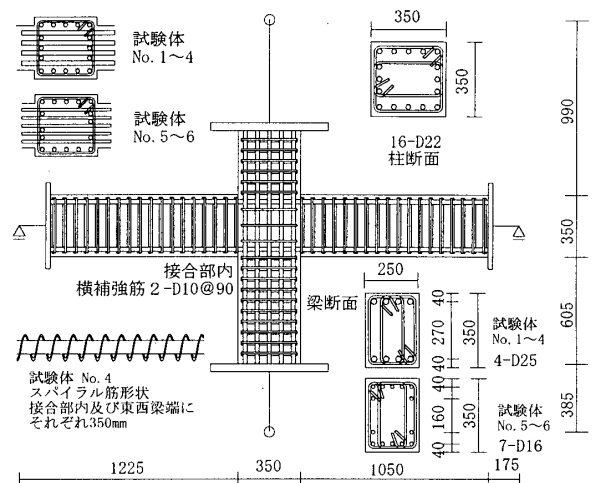


図-1 試験体の概略図

表-2 使用鉄筋の特性

径	降伏点 σ_y (MPa)	引張り強度 σ_t (MPa)	伸び ϵ_u (%)	ヤング係数 E_s (GPa)
D3	305	402	40.2	128
D10	377	643	14.2	181
D16	508	709	16.5	194
D22	548	739	15.1	196
D25	511	668	16.8	194

E_s : 引張り試験による見かけの値

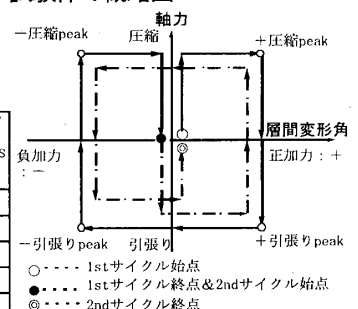


図-2 加力概略図

全試験体で柱主筋は層間変形角 1/25rad. 以上の大変形時に数本が降伏したに留まった。また、試験体 No.1~4(梁主筋 D25)では大変形時においても梁主筋は降伏せず、試験体 No.5~6(梁主筋 D16)では層間変形角 1/25rad. 付近で 1 段筋数本が降伏した。図-3 に一例として試験体 No.1 の層間変形構成要素の推移を示す。最大耐力までは、接合

A study on failure mechanism of R/C interior beam-column joints under tensile or compressive axial load.

Part.1: Outline and results of experiment

KOYAMA Akio, KITAYAMA Kazuhiro, and MORITA Shinji

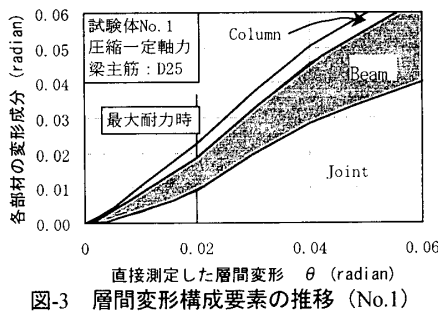


図-3 層間変形構成要素の推移 (No.1)

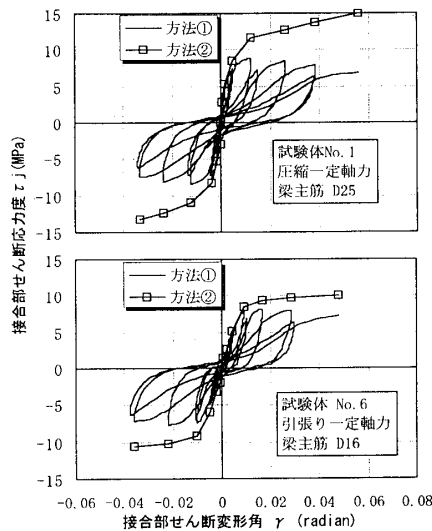


図-5 τ_j - γ 関係

最大耐力以降は、接合部せん断変形による成分が増大し、層間変形に占める割合は 50%以上となった。最終的な破壊性状は、接合部ひび割れ、鉄筋降伏状況および層間変形に占める接合部せん断変形の割合から判断し、接合部せん断破壊と判定した。

(2) 層せん断力-層間変形角関係

図-5 に層せん断力-層間変形角関係を示す。梁主筋が D25 の試験体では引張り一定軸力試験体 No.2 より圧縮一定軸力試験体 No.1 のほうが最大層せん断力前の剛性が大きい。これは、柱の曲げ強度が圧縮軸力により向上したためと考えられる。試験体 No.1 では、試験体 No.2 よりも最大層せん断力が 6%程大きく、最大層せん断力時の変形は、圧縮軸力試験体の方が小さかった。なお、梁主筋に D16 を使用した試験体(No.5, 6)の比較においても同様の履歴特性を示した。これらより、一定軸力下において軸力の違いが履歴性状および層せん断力に影響を与えることが認められた。梁主筋の異なる圧縮一定軸力の試験体 No.1 (梁主筋 D25) と試験体 No.5 (梁主筋 D16) は、履歴形状および最大層せん断力に明確な違いは現れなかった。また、スパイラル筋補強した試験体 No.4 の最大層せん断力は試験体 No.1 と比べて 5%程大きくなり、スパイラル筋補強が最大層せん断力に与える影響が認められた。接合部がせん断破壊した全試験体の最大層せん

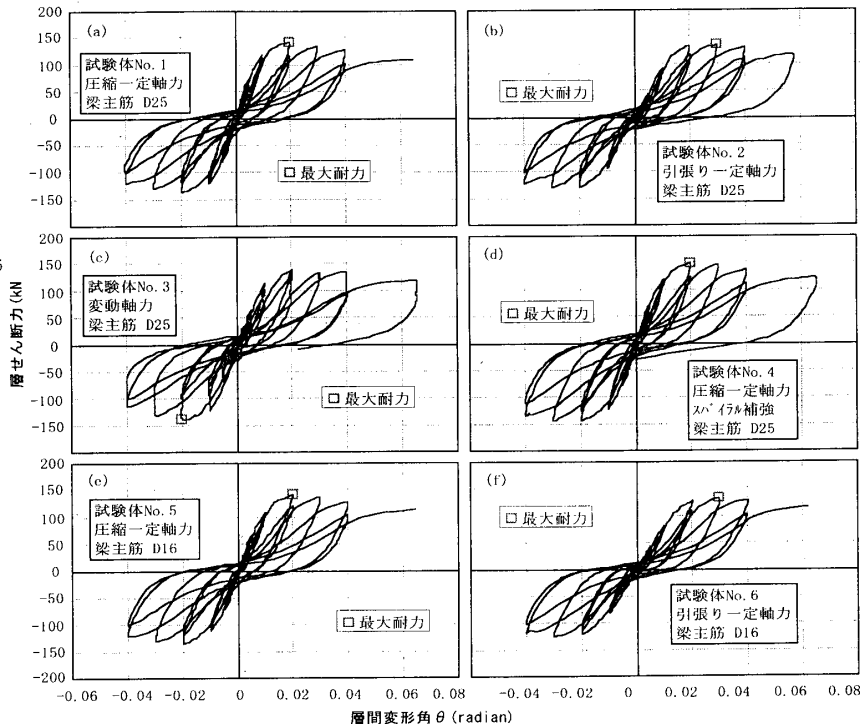


図-4 層せん断力と層間変形角の関係

断力を靱性保証型設計式[1]で評価すると各試験体の接合部せん断強度は同式で安全側に評価することができた。

(3) 接合部せん断力-接合部せん断変形角関係

接合部せん断力は、以下の 2 種類の方法より算定した。
 ① 梁端モーメントを梁応力中心間距離で除し、引張り鉄筋の応力を求める方法で、梁の応力中心間距離は 7/8d で一定とした。
 ② 塩原らの提案する方法[2]で、梁引張り鉄筋応力を梁危険断面に貼付した歪みゲージの値より直接求める方法で、歪みゲージの値を Ramberg-Osgood モデルにより応力変換した。

図-5 に、一例として、試験体 No.1 および No.6 の接合部せん断応力を重ねて示す。方法②で求めた値は、各サイクルピーク時の値のみを示した。方法①の場合と異なり、方法②で求めた接合部せん断応力は低下せず、いずれの試験体においても増大する傾向がみられた。

4. まとめ

- 1) 圧縮一定、引張り一定および変動軸力が層せん断力に与える影響が認められた。
- 2) 各試験体の最大層せん断力は靱性保証型設計式[1]で安全側に評価することができた。
- 3) 繰り返し载荷に伴い層せん断力が低下しているにも関わらず接合部せん断力は増大した。

【参考文献】

[1] 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
 [2] 楠原, 塩原：接合部破壊が先行する RC 柱はり接合部せん断耐力と接合部破壊の因果関係, コンクリート工学年次論文集, Vol.17, pp.1005-1010, 1997

*1 明治大学理工学部建築学科 講師・工博
 *2 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 助教授・工博
 *3 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻博士課程 工修

Lecturer, Dept. of Architecture, Faculty of Science & Technology, Meiji Univ., Dr. Eng.
 Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
 Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., M. Eng.