

溶接組立鉄筋を用いた RC 梁の曲げ降伏後の破壊性状

正会員 ○上山 泰輝\*1 同 高橋 拓也\*1  
同 金久保 利之\*2 同 岡田 健良\*3  
同 高橋 辰弥\*4

組立鉄筋 溶接鉄筋 キャップタイ  
せん断余裕度 付着余裕度 限界変形

1. はじめに

著者らは、溶接後の組立鉄筋を U 字型に折曲げ加工し、上部に 3 次元状に折曲げ加工したキャップタイをかぶせた鉄筋かごを RC 梁の主筋と肋筋の一部として用いる工法の研究開発を行ってきた(例えば[1])。本来は U 字型肋筋の端部を 135° フックとして主筋に定着する必要があるが、組立鉄筋の利点を活かし、溶接接合に置き換えて施工の簡略化を図っている。本研究では、本工法による RC 梁の主筋降伏後の破壊性状および変形能を確認することを目的として、せん断および付着余裕度が 1 を上回るように試験体を計画し、建研式の正負交番繰返し加力実験を行った。

2. 実験概要

試験体の一覧を表-1 に、試験体の配筋図を図-1 に、試験区間の配筋図を図-2 に示す。断面は、幅  $b \times$  せい  $D$  が 220mm $\times$ 420mm、肋筋は D10@200 の配筋である。キャップタイには、一筆書状に 3 次元に折曲げ加工したタイプ II を用いた。実験のパラメータは、コンクリート強度と主筋配筋である。コンクリート目標強度は、想定する適用範囲の下限値と上限値である 18MPa および 30MPa とした。主筋は、一段配筋 3-D19 (SD345) または二段配筋 5-D16 (SD345) とし、略算式による曲げ強度計算値に対して、終局強度型指針せん断耐力式によるせん断余裕度を 1.08~1.39、靱性保証型指針付着耐力式による付着余裕度を 1.11~1.29 とした。主筋 D19、D16 および肋筋 D10 の降伏強度は、それぞれ 381MPa、357MPa、367MPa である。

加力方法は建研式加力で、部材角 1/400~1/15rad. の正負交番繰返し加力を行った。

3. 実験結果および検討

3.1 破壊状況

各試験体の最終破壊状況を図-3 に示す。すべての試験体において、1/400rad.加力サイクル時に、梁端部に順次曲

げひび割れおよび曲げせん断ひび割れが発生し、1/200rad. 加力サイクル時に、腹部にせん断ひび割れが、主筋位置に付着ひび割れが発生した。1/100rad.加力サイクル時に主

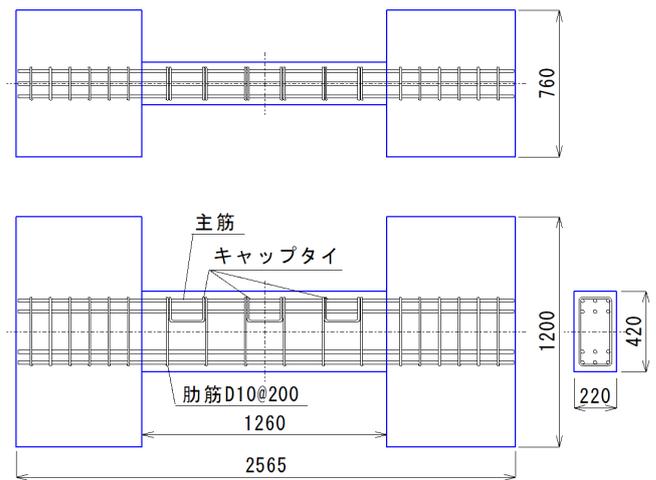


図-1 試験体形状および配筋

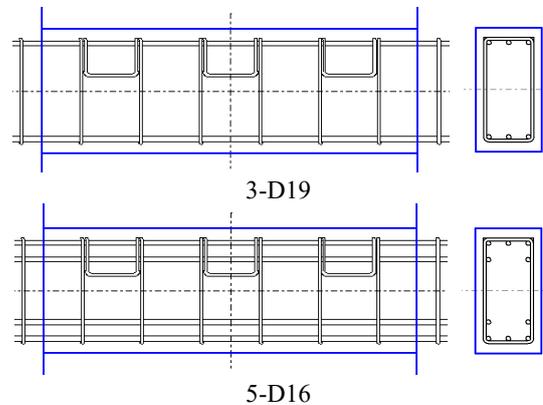


図-2 試験区間配筋図

表-1 試験体一覧

試験体名	共通事項	コンクリート強度 (MPa)	主筋	キャップタイ	
				タイプ	配筋
F18-D19	断面 $b \times D$ (mm) =220 $\times$ 420 せん断スパン比 1.5 肋筋 2-D10@200	19.9 (目標 18)	3-D19(SD345) $p_f=1.06\%$	 タイプII	シングル (1つ間隔)
F18-D16			3,2-D16(SD345) $p_f=1.30\%$		
F30-D19	28.5 (目標 30)	3-D19(SD345)			
F30-D16		3,2-D16(SD345)			

筋が降伏し、剛性が低下した。1/50rad.加力サイクル正側時には荷重-変形関係が負勾配に転じ、試験体F18-D16では正側最大荷重を示した。その他の試験体は、1/100rad.加力サイクル時にて最大荷重を示した。

主筋に D19 を用いた試験体では、1/33rad.加力サイクル時に主筋に沿った付着ひび割れが連続して大きく拡幅し、キャップタイ周辺のかぶりコンクリートが剥落した。荷重低下の要因は、主筋の付着割裂破壊と考えられる。主筋に D16 を用いた試験体では、1/33rad.加力サイクル時に腹部のせん断ひび割れが大きく拡幅し、1/20rad.加力サイクル時には、梁側面のかぶりコンクリートが大きく剥落した。荷重低下の要因は、梁腹部でのせん断破壊と考えられる。

### 3.2 せん断力-部材角関係と最大荷重

各試験体のせん断力-部材角関係の包絡線の比較を図-4に示す。1/100rad.加力サイクル時までは30MPaシリーズ試験体の剛性が大きく、コンクリート強度の違いによる差が顕著に見られる。1/50rad.加力サイクル時では、試験体F18-D19の荷重が付着割裂破壊の影響により他の試験体より小さくなり、試験体F30-D16の荷重がせん断ひび割れの拡幅により低下した。1/33rad.加力サイクル以降では、D19主筋を用いた試験体のほうがD16主筋を用いた試験体より荷重低下が小さく、主筋量の違いが影響していると考えられる。いずれの試験体においても、1/50rad.加力サイクルピーク時まで最大荷重の80%以上の耐力を有していた。

最大荷重の実験値と略算式による曲げ強度計算値の比較を表-2に示す。主筋に3,2-D16を配筋した試験体のほうが引張鉄筋比は大きい、主筋の降伏強度はD19のほうが大きい、曲げ強度はほぼ同程度である。比較値の平均値は1.08であった。せん断および付着余裕度の計算値と、限界変形および破壊形式の一覧を表-3に示す。主筋にD19を用いた試験体は付着余裕度の方が、主筋にD16を用いた試験体はせん断余裕度の方が低い値を示しており、最終破壊形式と合致している。

### 4. まとめ

- (1) すべての試験体で主筋の降伏が先行し、主筋にD19を用いた試験体では付着割裂破壊、D16を用いた試験体ではせん断破壊により耐力が低下した。
- (2) いずれの試験体においても、限界変形は1/50rad.以上であった。
- (3) せん断余裕度と付着余裕度の計算値による比較は、最終破壊形式と合致した。

参考文献 [1] 高橋拓也, 掛川萌子, 上山泰輝, 金久保利之, 岡田健良, 高橋辰弥: 溶接組立鉄筋を用いたRC梁の

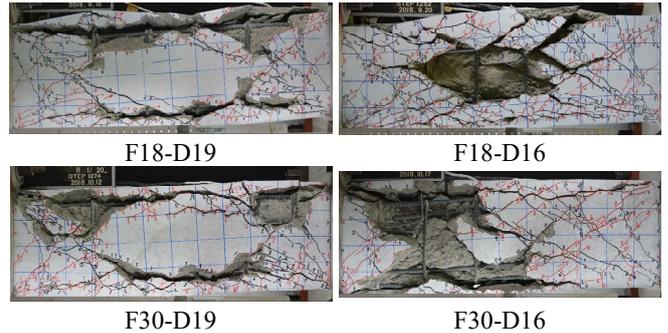


図-3 最終破壊状況

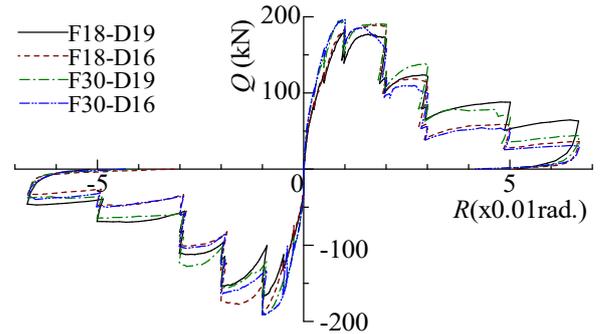


図-4 せん断力-部材角関係の包絡線の比較

表-2 最大荷重と計算値の比較

試験体名	最大荷重実験値 (kN)		曲げ強度計算値 (kN)	実験値 / 計算値
	加力方向別	正負平均		
F18-D19	+181 -167	174	173	1.01
F18-D16	+189 -190	190	176	1.08
F30-D19	+195 -191	193	173	1.12
F30-D16	+196 -191	194	176	1.10

表-3 余裕度と限界変形

試験体名	せん断余裕度*1	付着余裕度*2	限界変形 (rad.)	破壊形式
F18-D19	1.23	1.14	+1/39 -1/41	曲げ降伏 →付着割裂
F18-D16	1.08	1.11	+1/40 -1/44	曲げ降伏 →せん断
F30-D19	1.39	1.29	+1/38 -1/47	曲げ降伏 →付着割裂
F30-D16	1.24	1.26	+1/49 -1/47	曲げ降伏 →せん断

\*1:終局強度型指針 A 法 \*2:靱性保証型指針

せん断破壊性状, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造IV, pp.213-214, 2018.9

\*1 筑波大学大学院 システム情報工学研究科  
\*2 筑波大学 システム情報系教授 博士(工学)  
\*3 アフェクト設計事務所  
\*4 三栄商事株式会社 技術部

\*1 Master Program, GSSIE, University of Tsukuba  
\*2 Prof., Dept. of Eng. Mechanics and Energy, University of Tsukuba, Ph.D.  
\*3 Affect Engineering Design Works  
\*4 Technical Division, Sanei Shouji Co., Ltd.