

ループ継手部に繊維補強コンクリートを用いた部材の交番載荷実験

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 ○今尾 友絵

JR 東日本 建設工事事務所 正会員 金田 淳

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 山内 俊幸

1. はじめに

地震の影響を大きく受ける部位の軸方向鉄筋同士をループ継手¹⁾とし、そのループ継手部に繊維補強コンクリートを用いた RC 構造部材を考案した。繊維補強コンクリートは見かけ上、コンクリートの引張強度が向上することが知られている²⁾ことから、繊維補強コンクリートをせん断補強、および軸方向鉄筋継手部の補強として用いた。

ここでは、この部材の変形性能を把握するために行った水平交番載荷実験の結果を報告する。

2. 実験概要

供試体概要図を図-1 に、供試体の諸元を表-1 に示す。供試体は全 2 体とし、フーチングから柱を立ち上げた形で、柱断面形状は 400×400mm の正方形断面、せん断スパンは 1150mm とした。柱基部の軸方向鉄筋は、重ね合わせ長さ 20φ のループ継手とし、その部分にはせん断補強鉄筋は配置せず、体積混入率 1.5% のポリプロピレン短繊維で補強したコンクリートを用いた。No.②はループ継手の四隅に補強鉄筋を配置した以外は No.①と同じ諸元とした。なお、本実験の供試体は、繊維による補強効果がなければ、せん断破壊を起こすように諸元を設定した。

水平交番載荷実験は、柱頭部に鉛直ジャッキで一定の軸力を載荷しながら、アクチュエーターで静的に水平交番載荷を行った。実験時の降伏変位 δ_y は、柱基部の軸方向鉄筋のひずみが降伏ひずみに達した時の変位とした。水平交番載荷は $12\delta_y$ までは δ_y の整数倍、 $12\delta_y$ 以降は δ_y の偶数倍を片振幅とすることを基本とした。 $1\delta_y$ までは荷重制御、 $2\delta_y$ 以降は変位制御とし、正負 1 サイクルずつ載荷した。

3. 実験結果及び考察

実験結果を表-2、荷重—変位曲線を図-2 に示す。なお、これらは軸力による 2 次モーメントを考慮した結果となっている。また、柱基部の軸方向鉄筋（正側載荷時）のひずみ分布を図-3 に示す。縦軸はひずみ計測位置を示し、0mm はフーチングと柱の境界面を意味する。

(1) 供試体 No.①

No.①の実験結果は、 $1\delta_y$ では、まず柱とフーチングの境界部に初期ひび割れ、次に載荷面の柱基部から 20～60cm の位置に曲げひび割れが発生し、継手区間上部では、その曲げひび割れから斜めひび割れが伸び始めた。それと同時に、普通コンクリートと繊維補強コンクリートの打ち継面（柱基部から 40cm の位置）にもひび割れが発生した。また、柱側面にも軸方向鉄

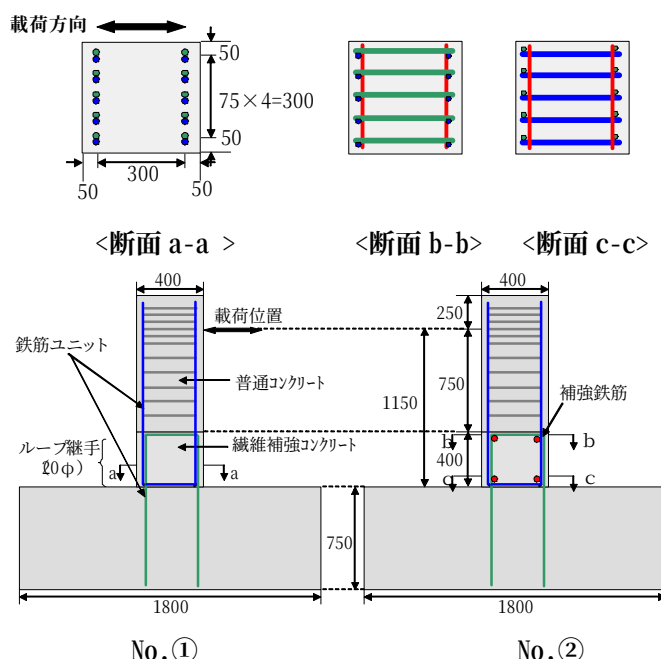


図-1 供試体概要図（単位：mm）

表-1 供試体諸元一覧

※載荷部分の間隔は 50mm

供試体 No.	軸力 N(tf)	軸方向鉄筋		補強鉄筋	普通コンクリート部分		繊維補強コンクリート		
		径-本数	材質		$f'c$ (N/mm ²)	せん断補強鉄筋	$f'c$ (N/mm ²)	繊維材質	体積混入率 (%)
①	16	D19-10	SD345	—	33.7	D13-100mm※	25.5	ポリプロピレン短繊維	1.5
②				D13-4	27.5		22.2		

キーワード：ループ継手、繊維補強コンクリート、交番載荷実験

連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 TEL 03-3379-4353 FAX 03-3372-7980

筋の位置に沿ったひび割れが発生した。3 δ_y では柱側面付近のフーチング表面が剥離し始めた。5 δ_y では軸方向のループ継手部で軸方向鉄筋のはらみ出しにより、載荷面側のかぶりコンクリートが剥離している。その段階で基部の軸方向鉄筋の抜け出しによる変形が大きくなった。その後、10 δ_y の時点で柱基部から40～60cmの位置の載荷面のかぶりコンクリートが剥落した。載荷は鉛直ジャッキのスライド限界のため20 δ_y で終了した。載荷終了後にかぶりコンクリートを撤去したところ、ループ継手に囲まれた内部のコンクリートにせん断ひび割れはなかった。しかし、ループ継手の隅角部のコンクリートが損傷していることがわかった。図-2に示すように、5 δ_y で耐力が低下し始めたが、低下の割合は非常に緩やかだった。また、靱性率は5.1であった。図-3-cを見ると、1 δ_y （鉄筋降伏時）でのひずみ分布は、通常の重ね継手のひずみ分布と同じであった。

(2) 供試体 No.②

No.②の実験結果は、1 δ_y から4 δ_y まではNo.①とほぼ同様といえるが、No.①よりもひび割れの発生の仕方が緩やかであり、本数も減少した。5 δ_y で載荷面の柱基部付近のかぶりコンクリートが剥離し始めた。その後、21 δ_y で載荷を終了した。載荷終了後にかぶりコンクリートを撤去したところ、上部の補強鉄筋端部が下側に曲がり、上側のループ継手隅角部で支圧を受けていたことがわかった。ループ継手に囲まれた内部のコンクリートにせん断ひび割れは見られなかった。図-2に示すように、6 δ_y までは耐力が増加し、7 δ_y で耐力が低下し始めた。またNo.①と同様に、耐力低下は非常に緩やかであった。靱性率は6.9であった。さらに図-3-a,bを見ると、全体的にNo.②のひずみはNo.①よりも大きくなっている。No.①よりも靱性率が良くなった要因としては、ループ継手の隅角部に作用する支圧力が、補強鉄筋を通じ分散されたことによって、隅角部コンクリートの支圧破壊を抑制できたためと考えられる。

4. まとめ

本実験に用いた供試体について、以下のことがわかった。

- ①地震の影響を大きく受ける部位の軸方向鉄筋をループ継手とし、その継手にせん断補強鉄筋は配置せず、繊維体積混入率1.5%の繊維補強コンクリートを用いた供試体では、靱性率5.1の変形性能が得られた。
- ②上記供試体に、ループ継手の四隅に補強鉄筋を配置した場合は、靱性率が大きくなることがわかった。
- ③降伏荷重を下回った点を終局変位と定義すれば、それ以降も耐力低下が非常に緩やかであることがわかった。

参考文献

- 1) 桜井、水野、佐藤：ループ筋による重ね継手性能の向上と重合せ長さの短縮化、土木学会第51回年次学術講演会、1996.9
- 2) 土木学会：鋼繊維補強鉄筋コンクリート柱部材の設計指針（案）、コンクリート・ライブラリー、No.97、1999.11
- 3) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物、丸善、1992.11

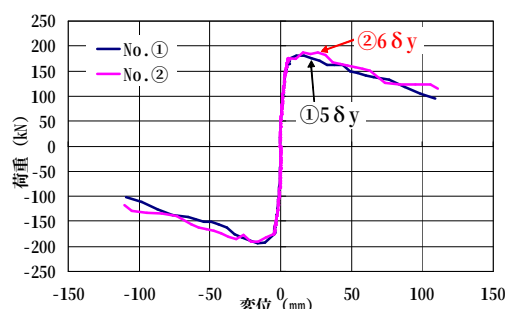


図-2 荷重－変位曲線

表-2 実験結果

供試体 No.	最大荷重 Pmax (kN)	降伏荷重 Py (kN)	降伏変位 δ_y (mm)	終局変位 δ_u (mm)	靱性率 μ
①	183.3	175.9	5.6	27.8	5.1
②	190.1	176.4	5.3	36.6	6.9

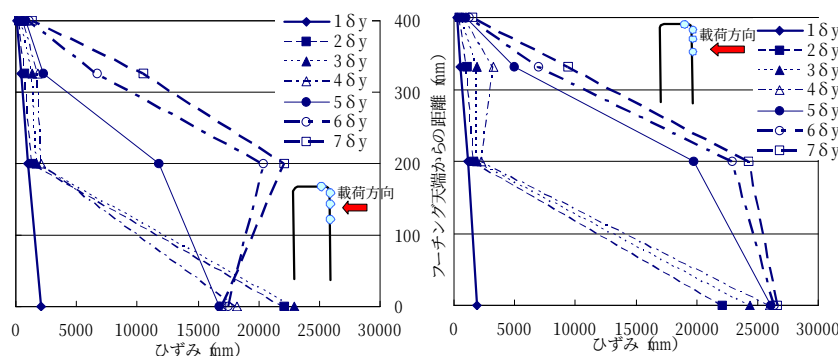


図-3-a No.①

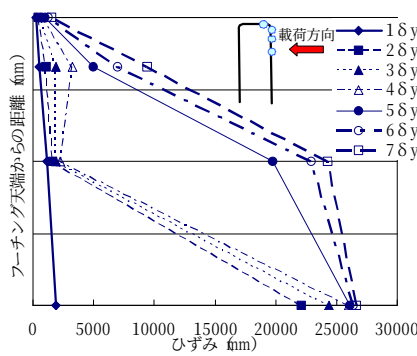


図-3-b No.②
図-3 ひずみ分布

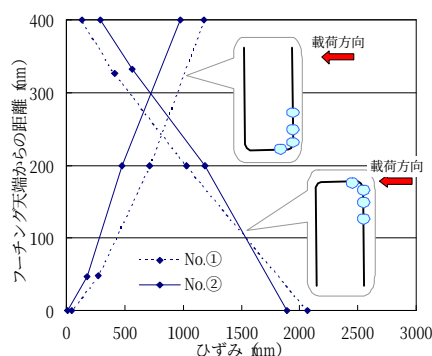


図-3-c 1 δ_y での比較