

帯鉄筋を分割した円柱供試体の水平交番载荷試験

J R東日本(株) 東京工事事務所 正会員 佐々木 尚美 フェロー 野澤 伸一郎
正会員 鎌田 則夫 正会員 高崎 秀明

1. はじめに

鉄道構造物では、く体のせん断耐力の向上とともに変形性能を確保するため、せん断補強鉄筋（以後、帯鉄筋という）を密に配置している。そして、帯鉄筋の定着方法は閉合型の配筋とすることが規定されており¹⁾、低空頭における鉄筋組立作業は、帯鉄筋を予め軸方向鉄筋の上から落とし込んで配置するか、分割したものを溶接することとなり、施工上多くの時間と労力を要している。

帯鉄筋を予め落とし込めない部材でのコスト縮減を目的とし、帯鉄筋の形状（定着方法）に着目した「分割した帯鉄筋」を用い、「端部の定着方法を変化」させた供試体を作製し、水平交番载荷試験をおこなったので報告する。

2. 試験概要

図-1に供試体概要図を、表-1に各供試体の諸元を示す。今回着目したのは、帯鉄筋を分割した場合のせん断耐力と、荷重载荷方向による耐力・変形性能の違いの確認である。

そこで、過去に試験した No.⑬²⁾を除いて、パラメータは帯鉄筋形状のみとし、軸方向鉄筋の本数・帯鉄筋の配置間隔などはすべて一定とした。

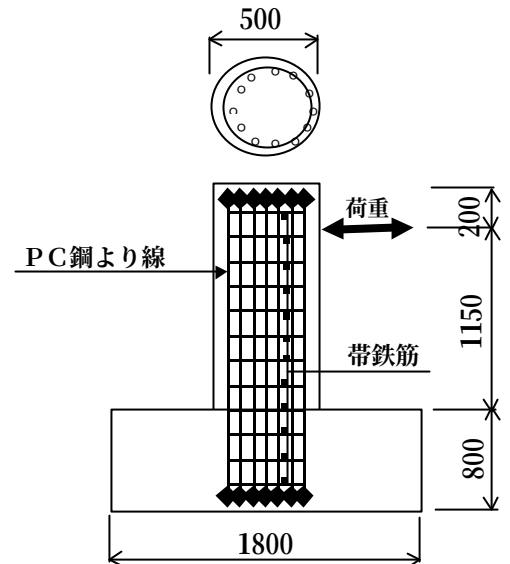


図-1 供試体概要図

表-1 供 試 体 一 覧

供試体 No	柱径 (mm)	軸方向鉄筋	軸力 (N/mm ²)	f'_{ck} (N/mm ²)	帯鉄筋 ピッチ(mm)	载荷方向 ↔	帯鉄筋形状
⑬	500	PC鋼7本より線 φ12.4×20本	2.94	46.3	D13-50	○	重ね継手(30φ)
①				47.3	D13-100	○	重ね継手(30φ)
②				69.4		⊕	2分割・载荷方向 90°フック付(10φ)
③				72.2		⊕	2分割・载荷直角方向 90°フック付(10φ)

No.⑬・No.①は、帯鉄筋を長さ 30φ（φ：帯鉄筋径）の重ね継手としたもので、帯鉄筋の配置間隔が異なる。今回、分割帯鉄筋の性能を確認するため、No.①を基本供試体とした。No. ②・No.③は、半円状に2分割し、端部にフック（約 90°の角度で円中心に向かう）を付けたもので、フックの定着長は 10φである。No. ②・No.③の違いはフックの付いている方向で、No.②は载荷方向、No.③は载荷直角方向に設けている。また、軸方向鉄筋に PC 鋼線を用いているが、両端を固定しているのみで、プレストレスは与えていない。

試験においては、部材の降伏を平面保持の仮定に基づいて最外縁の軸方向鉄筋が降伏ひずみに達する時点とし、計算で求めた降伏荷重 P_y を载荷したときの変位を δ_y とし、水平交番载荷をおこなった。载荷は、アクチュエーターによりおこない、 δ_y の整数倍の変位段階において、3サイクルを基本とした。

キーワード：分割帯鉄筋、円柱、载荷方向、変形性能、交番载荷試験

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

3. 試験結果および考察

試験結果を表－2に、各供試体の荷重－変位の関係を図－2に、試験終了後の写真を図－3に示す。

表－2 試験結果

供試体 No	せん断 耐力 $V_y(kN)$	曲げ 耐力 $P_u(kN)$	$V_y \cdot a$ / M_u	降伏 荷重 $P_y(kN)$	降伏変位 $\delta_y(mm)$	最大荷重 $P_{max}(kN)$	終局変位 $\delta_u(mm)$	P_{max} / V_y	P_{max} / P_u
⑬	741.5	374.7	1.98	350.2	17.1	400.3	51.3	0.54	1.07
①	434.3	338.5	1.28	338.4	19.7	387.5	59.1	0.89	1.14
②	453.2	397.3	1.14	361.0	17.7	464.0	70.8	1.02	1.17
③	453.3	400.5	1.13	362.4	18.3	414.0	36.6	0.91	1.03

・表中の斜文字は、計算値を示す。

表－2に示すように、最大荷重は設計上の曲げ耐力を上回り、せん断先行破壊しなかった。

図－2に示す(a)は、帯鉄筋の配置間隔が異なる供試体の荷重－変位包絡線である。破壊形態はどちらも似ており、まずフーチング境界に初期ひびわれが発生し、フーチングから20～60cmの位置に曲げひびわれが発生（2本程度）、横ひびわれから斜めひびわれが伸び、コンクリートが圧壊し始め、かぶりコンクリートが大きく剥離し耐力が低下した。ひびわれの数や最終的に No.⑬の PC 鋼線が破断したこと等は異なるが、変形性能に大きな差はみられなかった。

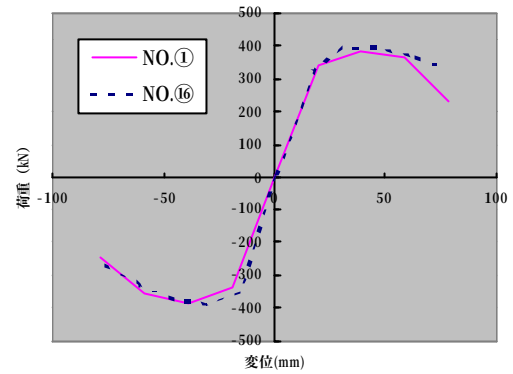
(b)は、載荷方向に対するフックの位置が異なる No.②と No.③を比較したものである。図に示すように、2 δ まではほぼ同じ履歴を示したが、3 δ 以降、No.②は緩やかな耐力低下傾向を示し、No.③は、急激に耐力を失った。No.②は、2 δ で斜めひびわれが柱下端まで達し、圧縮による縦ひびわれが発生した。さらに、3 δ でかぶりコンクリートが剥離し、4 δ 以降、斜めひびわれが広がり、かぶりコンクリートが剥落し破壊していった。5 δ でかぶりコンクリートはフーチングから60cm位置まで剥離したが、内部コンクリートはひびが入っていたもののコア形状は保たれていた。一方、No.③は、2 δ で縦ひびわれがフーチングから40cmまで入り、かぶりコンクリートが剥離し、3 δ の1サイクル目で帯鉄筋のフック部が破断（図中に示す）し、急激に耐力が低下した。これは、載荷に伴い帯鉄筋のフック部が曲げ戻しを繰返し受け、低サイクル疲労により破断したものと思われる。破壊形態は、X字状のひびわれが大きく広がり、4 δ ではさらに破壊が進行し、内部コンクリートもX字状に粒体化していった。

4. まとめ

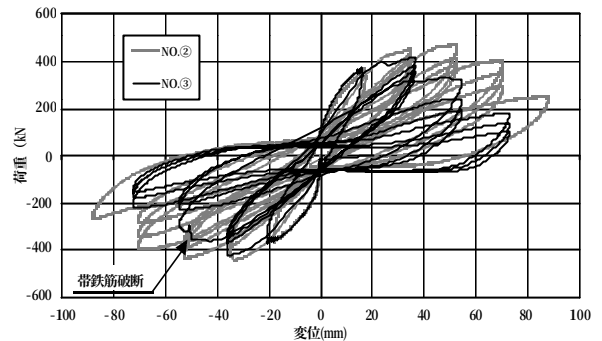
- (1) 帯鉄筋を閉合型ではなく分割して用いてもせん断先行破壊せず、設計上の曲げ耐力値を上回ることが確認できた。
- (2) 基本供試体と比較し、荷重載荷方向にフックを設けた場合は十分な耐力と変形性能を有しているが、直角方向では帯鉄筋が破断し、急激に耐力が低下した。

参考文献：1) 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

2) 小林ほか：「フレキシブル鉄筋コンクリート杭の耐力と破壊性状について」、第52回年次学術講演会概要集第5部、1997.9

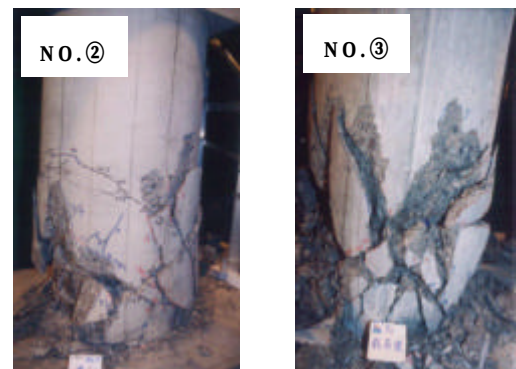


(a) No.①, No.⑬の荷重－変位包絡線



(b) No.②, No.③の荷重－変位曲線

図－2 荷重－変位の関係



図－3 試験終了後の写真