

帯鉄筋の形状を変えた円柱供試体の水平交番载荷試験

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 野村隆浩 研究開発センター フェロー 野澤伸一郎
東京工事事務所 正会員 鎌田則夫 東京工事事務所 正会員 築嶋大輔

1. はじめに

鉄道構造物では、く体のせん断耐力を向上し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。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いる¹⁾ため、低空頭な作業空間で軸方向鋼材を連続して建て込む場所打ち杭等で帯鉄筋を後から設置する場合、その組立に多くの時間を労している。

そこで、施工が容易で、かつ主鉄筋設置後容易に取り付けられるように、帯鉄筋を分割して用いる方法を考案した。今回は、分割した帯鉄筋を用いた円形供試体を作製し、水平交番载荷試験を実施して、十分な耐力と変形性能を有することができるか、及びコンクリート強度が低い時にどのような性状を示すか、について把握することを試みた。

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。供試体は、円形断面を有し（直径 500mm、せん断スパン $a=1,150\text{mm}$ ）、図の矢印の位置で水平に繰返し交番载荷を行う。供試体の軸方向鋼材には、低空頭な作業空間での場所打ち杭施工において、鉄筋かごの継足しを解消する工法として開発された「ストランド場所打ち杭工法」で実際に使用されている²⁾、フレキシブルな曲げ性状を有する PC 鋼より線（ストランド）を用いた。（バンド付着、イデント(凹凸)加工無し）なお、軸方向鋼材は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。

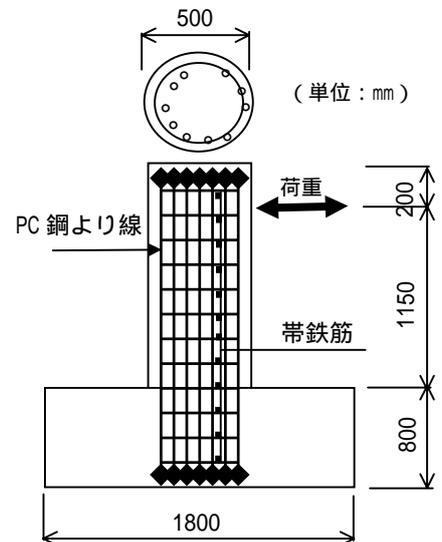


図 - 1 供試体概要図

表 - 1 供試体諸元一覧

供試体 No	軸方向鋼材 (いずれも PC 鋼 7 本より線)	f_{sy} (N/mm^2)	軸応力 (N/mm^2)	f'_c (N/mm^2)	帯鉄筋径・ ピッチ(mm)	载荷方向 ←→	帯鉄筋形状 () 内はフック定着長を示す
	12.4×20 本	1,654	2.94	47.3	D13-100	○	重ね継手 (30 ・溶接無し)
	12.7×20 本	1,500		72.2		⊕	4 半円フック (半円+115° (10))
				28.9	D13-115	⊕	

No. は、帯鉄筋を長さ 30 (: 帯鉄筋径) の重ね継手としたもので、分割帯鉄筋の性能を確認するための基本供試体とした。No. , No. は、帯鉄筋を 4 分割し、4 半円の端部にそれぞれ半円フックと 115° の角度を付けた鈍角フック（定着長 10 ）を設けたものである。この鈍角フック形状は、軸方向鋼材に簡単に取り付けることができ、コンクリートのコア（中心）部に簡単に挿入できるようにしたものである。なお、実物大の杭を用いた施工性については、人力による組立てが簡単にできることが確認されている。（図 - 2） また、No. は、低強度コンクリートでの耐力及び変形性能を確認するために行った。この供試体は軸方向鋼材比が鈎合鋼材比より大きく、コンクリートの圧縮破壊が先行して発生するよう設計されている。



図 - 2 施工性の確認

試験においては、载荷荷重が、平面保持の仮定に基づいて通常の RC 断面計算により算出した降伏荷重に達した時点を部材の降伏と定義し、その時の変位を y として、水平交番载荷を行った。なお、No. において

キーワード：ストランド、分割帯鉄筋、交番载荷、変形性能、圧縮破壊

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

は便宜的な計算上の曲げ耐力が降伏荷重を下回ったので、No. のみ曲げ耐力到達時の変位を y とした。載荷はアクチュエーターにより行い、 y の整数倍の変位段階において、3 サイクル行うことを基本とした。

3. 試験結果及び考察

試験結果を表 - 2 に、荷重 - 変位包絡線を図 - 3 に、試験終了後の写真を図 - 4 に示す。

表 - 2 試験結果

供試体 No.	曲げ耐力 P_u (kN)	降伏荷重 P_y (kN)	耐力比 $V_y \cdot a / M_u$	最大荷重 P_{max} (kN)	降伏変位 y (mm)	終局変位 u (mm)	終局部材角 (%)
	405.7	338.4	1.30	387.5	19.7	61.0	5.1
	437.8	360.1	1.10	507.2	17.2	78.0	6.0
	269.5	346.9	1.17	328.3	19.2	72.0	5.0

表中の斜文字は計算値を示す u は包絡線より算出した
終局部材角 = 終局変位 / せん断高 $\times 100$ (%) : 部材の変形性能を表す

破壊形態は、No. , No. ではまずフーチング境界の初期ひび割れが発生し、フーチングから 20 ~ 60cm の位置に曲げひび割れが発生、その曲げひび割れから斜めひび割れが伸びた。また、2 y 以降コンクリートが圧壊し始め、被りコンクリートが剥落した。それに対して、No. では初期ひび割れが発生した後、曲げひび割れが発生せずに 1 y からコンクリートの圧壊が始まり、2 y 以降縦ひび割れの発生・増加とともに被りコンクリートが剥落した。また、全ての供試体で、軸方向鋼材のひずみが鋼材全長にわたってほぼ均一化されており、軸方向鋼材とコンクリートとの付着が切れていることが分かった。

図 - 3 によると、No. では、変位が大きくなっても曲げ耐力が維持されている。これは、せん断ひび割れによる X 字状の破壊が抑えられている分、コンクリートの剥落が抑えられているためである。一方、No. においても、コンクリートの圧壊が先行しているにもかかわらず、圧壊後も曲げ耐力がわずかであるが増加し、変位が大きくなっても耐力が維持されており、十分な変形性能を有していると言える。

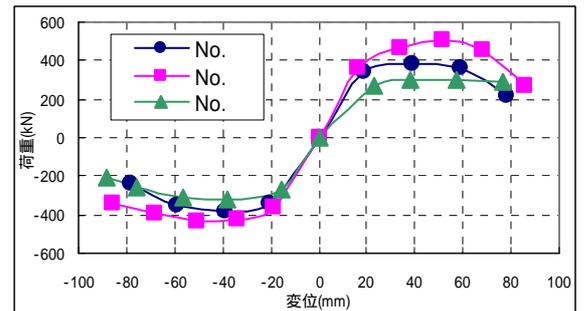


図 - 3 荷重 - 変位包絡線



図 - 4 試験終了後の写真

通常の RC 断面計算では、最外縁のコンクリートの圧縮ひずみ（圧縮縁ひずみ）が 0.0035 に達する時点までを曲げ耐力と定義し、計算を終了させている。しかし円形断面の場合は、最外縁から内側になるほど断面積が大きくなるため、それ以降もより内側のコンクリートによって圧縮力及び変形性能を維持できる、と考えられる。

そこで、ひずみが 0.0035 を上回った部分は圧縮力を受け持たなくなるとし、圧縮縁ひずみを 0.0035 から徐々に増加させ、断面内の圧縮力と引張力の合力の釣り合いを再計算させ、No. の曲げ耐力を求めた。その結果、圧縮縁ひずみが 0.0048 に達するまでは、圧縮縁ひずみが 0.0035 の時の耐力（269.5kN）を維持する結果となった。この結果は、変位が 72.0mm（3.8 y ）になるまで圧縮縁ひずみが 0.0035 となる 1 y 時の耐力を維持している試験結果と同じ傾向を示している。

4. まとめ

今回の試験により、以下のことが分かった。

- (1) 帯鉄筋を 4 分割して端部に半円及びフックを設けて用いることで、施工が容易になり、かつ従来の閉合型帯鉄筋と同等の変形性能・曲げ耐力を有することが確認できた。
- (2) また、コンクリート圧縮破壊先行タイプにおいても、円形断面の場合は、圧縮縁ひずみが 0.0035 以上になっても曲げ耐力が維持され、変形性能を有することが確認できた。

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) 笠、築嶋、趙、本多：ストランド場所打ちぐい工法を適用した市街地駅舎改修工事の省力化施工、コンクリート工学 Vol39 No.8、2001.8