

フープ形状の異なる場所打ちコンクリート杭の中心圧縮実験

日大生産工
高周波熱錬株式会社
日大生産工

○師橋 憲貴
村田 義行
藤本 利昭

1. はじめに

近年，場所打ちコンクリート杭のせん断補強筋（以下，フープと称す）として高強度せん断補強筋が用いられている。高強度せん断補強筋を使用する工法の設計指針¹⁾では，円形フック付き単筋のフックは隣接する2本以上の主筋にフックを掛けて定着することとなっているが，フックの重ね長さやフックの端部の定着方法を変化させた場合の性能について評価した研究は少ない。

そこで本研究は，重ね部分の長さやフックの端部の定着方法を変化させた場合のフープ形状の異なる場所打ちコンクリート杭の中心

圧縮実験を行い，その最大耐力について検討を行ったものである。

2. 実験概要

表-1 に試験体詳細を示す。試験体は，高さ900mm，断面の直径がかぶりコンクリートがある場合は300mm，かぶりコンクリートが無い場合は250mmの円柱試験体である。図-1 に試験体断面を，また図-2 に試験体側面を例示する。フープ形状は，フックの長さ(5d, 12d, 20d, 30d)，重ね長さ(13.3d, 40d, 1周)，フックの折り曲げ角度(45°，90°)，間隔(75mm, 150mm)を変化させた。また，フープをスパイラルに置き換えたものを計画した。

表-1 試験体詳細

試験体名	主筋	補強筋		フック			かぶり厚さ
	鉄筋種類	鉄筋種類	形状	長さ	重ね長さ	角度	
No.1	9-D13 (SD345)	補強筋なし	—	—	—	—	31.4mm 注)
No.2		U6.4@75 (SBPD1275)	フープ	12d(77mm)	40.0d(256mm)	90°	25mm
No.3					13.3d(85mm)		
No.4			スパイラル	—	—	—	
No.5					1 周		
No.6			フープ	20d(128mm) 30d(192mm)	40.0d(256mm)	45°	
No.7							
No.8							
No.1-n	主筋なし	補強筋なし	—	—	—	—	—
No.3-c	9-D13 (SD345)	U6.4@75 (SBPD1275)	フープ	12d(77mm)	13.3d(85mm)	90°	
No.4-c			スパイラル	—	—	—	
No.5-c		U6.4@150	フープ	12d(77mm)		90°	25mm
No.4-w				5d(32mm)			
No.4-s		12d(77mm)					
No.4-f		20d(128mm)		45°			
No.9							

注)No.1 のかぶり厚さは，主筋の外周から試験体表面までの長さを示す。他の試験体については補強筋から試験体表面までの長さを示す。

Centrally Loaded Compression Tests of Cast-in-place Reinforced Concrete Pile
with Different Shapes of Hoop

Noritaka MOROHASHI, Yoshiyuki MURATA and Toshiaki FUJIMOTO

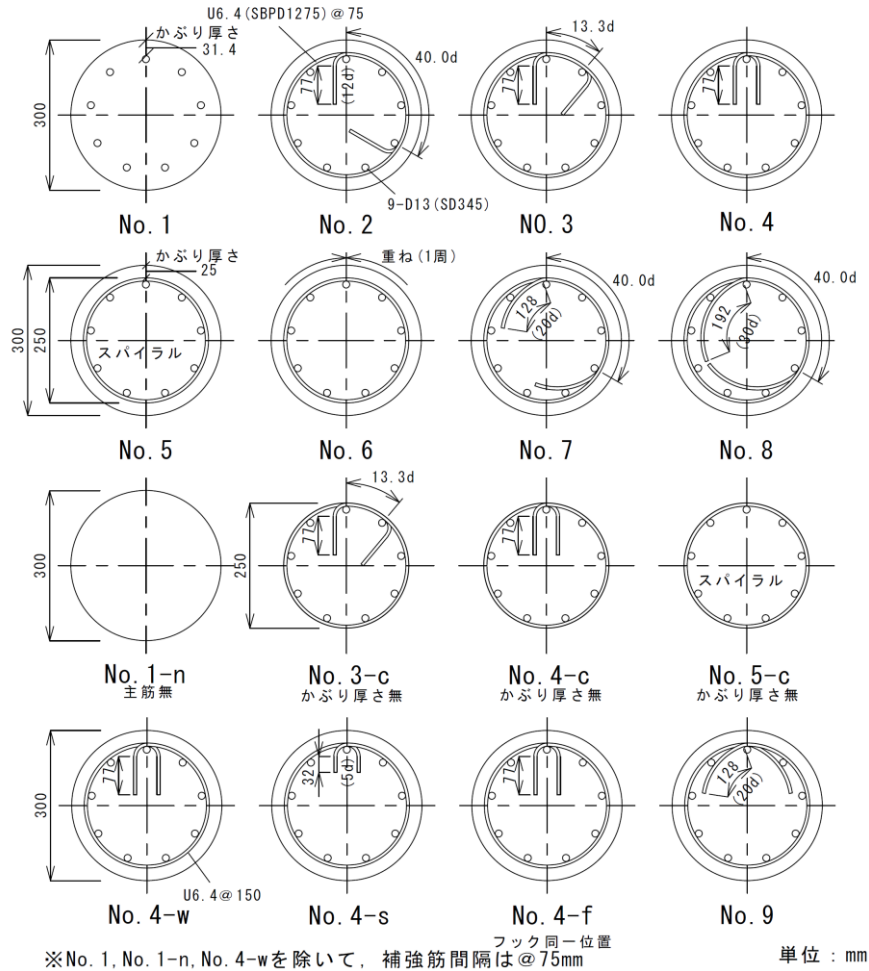


図-1 試験体断面

主筋は、9-D13 (SD345, $\sigma_y=379\text{N/mm}^2$, $E=1.77 \times 10^5$ N/mm^2), フープは、U6.4 (SBPD1275, $\sigma_{\max}=1418$ N/mm^2 , $E=1.87 \times 10^5$ N/mm^2)を使用した。コンクリートは、実験時の目標コンクリート強度を 27 N/mm^2 とした普通コンクリートを用いた。コンクリートの打設は、試験体上部からの縦打ちとし、型枠には紙管(ボイド)を用いた。

3. 載荷及び測定方法

図-3 に載荷及び測定方法を示す。載荷は単調載荷で、下部を固定、上部を球座とし 5000kN 試験機を使用して中心圧縮力を載荷した。試験体中央部(検長 600mm)における軸方向変位を、試験体に埋め込んだボルトに取り付けた 8 本の変位計で 2 方向測定を行った。

4. 実験結果

表-2 に実験結果一覧を示す。表中の P_{exp} .

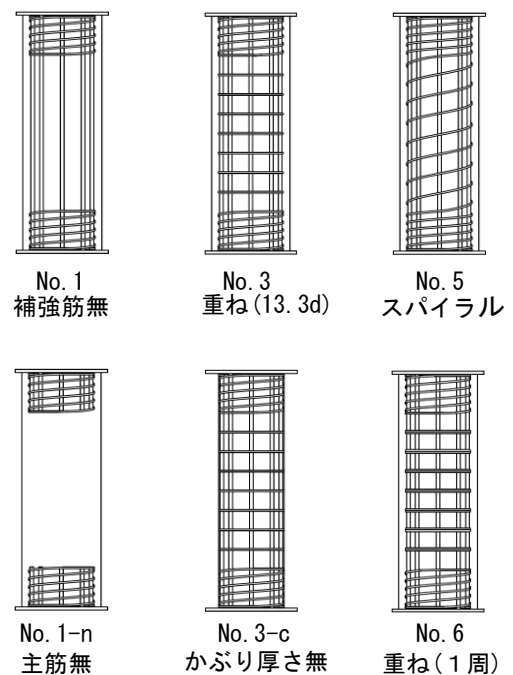


図-2 試験体側面

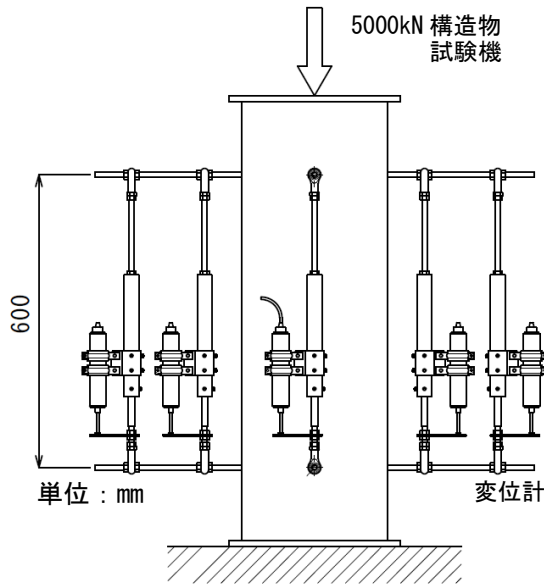


図-3 荷重および測定方法

表-2 実験結果一覧

試験体名	$P_{exp.}$ (kN)	$P_{cal.}$ (kN)	$P_{exp.}/P_{cal.}$
No.1	2216	1889	1.17
No.2	2320	2083	1.11
No.3	2166	2083	1.04
No.4	2347	2083	1.13
No.5	2299	2083	1.10
No.6	2153	2083	1.03
No.7	2347	2083	1.14
No.8	2220	2083	1.07
No.1 - n	1455	1455	1.00
No.3 - c	1912	1639	1.17
No.4 - c	2240	1639	1.11
No.5 - c	2003	1639	1.22
No.4 - w	2252	2083	1.08
No.4 - s	2220	2083	1.08
No.4 - f	2420	2083	1.16
No.9	2281	2083	1.09

は最大荷重(圧縮強度)を示し、 $P_{cal.}$ は既往のコンファインドコンクリートの圧縮強度を定量的に評価を行っている Richart らの実験式²⁾を適用した計算値を示した。

図-4 a)～c)に荷重一軸方向変形関係を例示する。試験体の軸方向変形は、図-3に示した4本の変位計により測定した変形量を試験体表面位置の変形量に補完して求めた。a)図はフープが無く主筋のみの No.1 と、さらに主筋も

無くプレーンコンクリートの No.1-n を併せて示したものである。No.1 の $P_{exp.}=2216\text{kN}$ と No.1-n の $P_{exp.}=1455\text{kN}$ の差は主筋 9-D13 の負担分と考える。b)図はフープのフックの長さが同一(12d)で重ね長さが異なる No.3 と No.4 を比較したものであるが、 $P_{exp.}$ と $P_{exp.}$ 後の変形性能(下り勾配)に差はさほど認められなかった。同図には、スパイラルで補強した No.5 を併せて示したが、No.5 はフープで補強した試験体と比較し、剛性と $P_{exp.}$ 後の変形性能(下り勾配)がフープを用いて補強した試験体より高い傾向を示した。c)図はかぶりコンクリートの有無を比較するため、フープのフックの長さ重ね長さが同一でかぶりコンクリートの有る No.3 とかぶりコンクリートの無い No.3-c を比較したものである。かぶりコンクリートの有る No.3 と比較して、 $P_{exp.}$ に至るまでと、 $P_{exp.}$ 後の荷重一軸方向変位の履歴が低くなる傾向を示した。

図-5 は最大荷重 $P_{exp.}$ を、Richart らの実験式による計算値 $P_{cal.}$ で除し、最大荷重比 $P_{exp.}/P_{cal.}$ として示したものである。Richart らの実験式を式(1)～(3)に示す。

$$c \sigma_{cB} = c \sigma_{B \text{ No.1-n}} + 4.1 \sigma_r \text{ (kN/mm}^2\text{)} \dots\dots (1)$$

$$\sigma_r = \frac{2a_w}{D_c \cdot s} \sigma_{wy} \text{ (kN/mm}^2\text{)} \dots\dots (2)$$

$$P_{cal.} = \left[\left[\frac{300}{2} \right]^2 - \left[\frac{250}{2} \right]^2 \right] \times \pi \times \sigma_{B \text{ No.1-n}} + \left[\frac{250}{2} \right]^2 \times \pi \times \left[1 + 4.1 \frac{c \sigma_{cB}}{\sigma_{B \text{ No.1-n}}} \right] \times \sigma_{B \text{ No.1-n}} + 9 \times a_t \times \sigma_y \text{ (kN)} \dots\dots (3)$$

ここで

$c \sigma_{cB}$: コンファインドコンクリートの最大圧縮応力度、 σ_r : 側圧、 a_w : フープ断面積、 D_c : コンファインドコンクリートの直径、 s : フープ間隔、 σ_{wy} : フープ降伏応力度、 a_t : 主筋断面積、 σ_y : 主筋降伏応力度

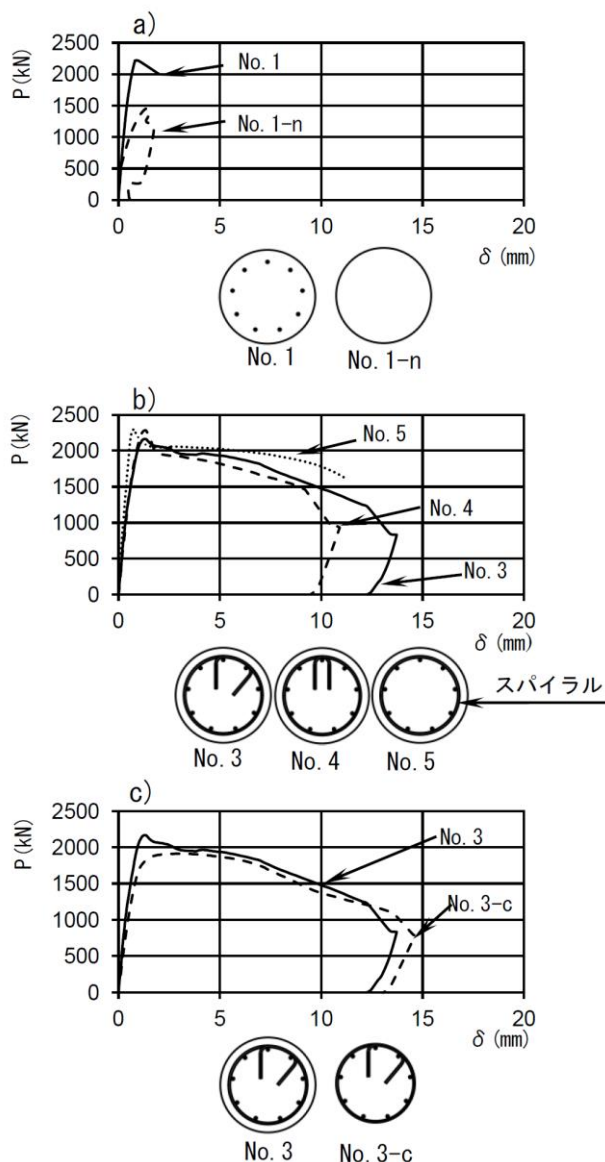


図-4 荷重－軸方向変形関係

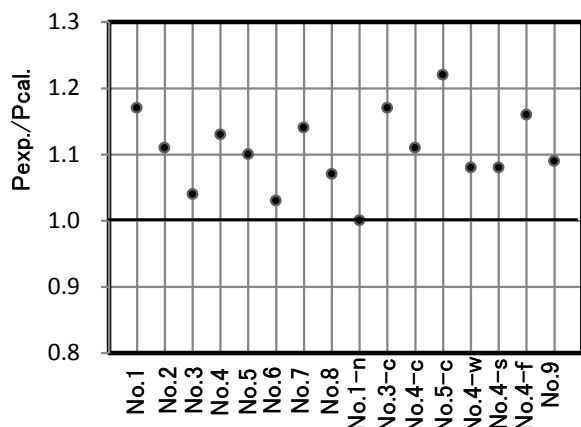


図-5 $P_{exp.}/P_{cal.}$ 関係

Richart らの実験式の適用に当たっては、主筋が無くプレーンコンクリートの No. 1-n の最大荷重を基にプレーンコンクリートの圧縮応力度 σ_B No. 1-n を求めた。また、高強度せん断補強筋のコンファインドコンクリートに対する拘束効果の限界を考慮して、 σ_{wy} は普通強度鉄筋の応力度を使用することとした。No. 1-n の試験体をプレーンコンクリートのコンクリート強度の基準として求めた、最大荷重比 $P_{exp.}/P_{cal.}$ は、1.04～1.22 となり安全側の評価となった。また、フープ形状について、フックの長さ、重ね長さ、フックの折り曲げ角度、間隔を変化させたことによる最大荷重比 $P_{exp.}/P_{cal.}$ の傾向は特に認められなかった。かぶりコンクリートの無い試験体については、最大荷重比 $P_{exp.}/P_{cal.}$ が高い値となる場合 (1.11～1.22) が認められることから、コンファインドコンクリートとかぶりコンクリートの圧縮応力度の差異について今後検討する必要があるものと考ええる。

5. まとめ

フープ形状の異なる場所打ちコンクリート杭の中心圧縮実験を行い最大耐力について検討した結果、本実験の範囲内で以下に示す知見が得られた。

- 1) フープのフックの長さを 12d に同一として、重ね長さを変化させても、最大荷重 $P_{exp.}$ と $P_{exp.}$ 後の下り勾配に差はさほど認められなかった。
- 2) Richart らの実験式を適用して計算値 $P_{cal.}$ を求める際、プレーンコンクリートの試験体を圧縮強度の基準として求めた最大荷重比 $P_{exp.}/P_{cal.}$ は、安全側の評価となった。

参考文献

- 1) 高周波熱錬(株)：場所打ちコンクリート杭のせん断補強筋としてウルボンを使用する工法設計指針・同解説，2004. 4
- 2) 崎野健治：コンファインドコンクリートの研究の現状，コンクリート工学，Vol. 30, No. 12，1992. 12, pp. 5-12