

場所打ち鋼管コンクリート杭に用いる突起リングの支圧耐力  
(その1: 押抜試験概要)

正会員 ○吉田 映\*<sup>1</sup> 同 菅 一雅\*<sup>1</sup>  
同 吉川 那穂\*<sup>1</sup> 同 服部 圭将\*<sup>1</sup>  
同 今井 康幸\*<sup>2</sup>

場所打ち鋼管コンクリート杭 突起リング 押抜試験  
支圧耐力

1. はじめに

建築物に用いられる場所打ち鋼管コンクリート杭では、杭頭部に鋼管を併用して杭の剛性を高くすることで杭径を細くし、掘削残土や使用するコンクリート量を減らして環境負荷低減に貢献している。杭頭部に用いられる鋼管は内面にリブの付いたものや、端部に溶接肉盛りを施したものなど特殊な鋼管が用いられている。

筆者らは杭頭部にリブの無い平鋼管を用い、鋼管下部には突起リング(平鋼をリング状に加工したもの)を複数段溶接によって取り付けすることで、鋼管と内部 RC 構造を一体化させるものの実用化を図った<sup>1)</sup>。杭概要を図1に示す。

鋼管内面に設置したリング状の突起(支圧材)の支圧耐力については、コンクリート充填鋼管柱<sup>2)</sup>や鋼管杭の杭頭結合構造<sup>3,4)</sup>で研究がおこなわれており、支圧耐力算出にコンクリート断面積と支圧部断面積の比や鋼管の径厚比の影響を考慮した式が提案されている。しかし、支圧材を分割した場合の影響や複数段設置した場合の支圧材同士のあきの影響については明確になっていない。そのため、突起リング分割や突起リングのあきの影響を考慮した支圧耐力の評価をめざし、各種押抜試験を実施した。本報では、押抜試験の概要と突起リング分割の影響について報告する。

2. 試験概要

2.1 試験体

試験体は外径 457.2mm の鋼管(SS400)の内面に突起リングを溶接したものに、コンクリートを充填したものを使用した。コンクリートは鋼管下端から 40mm 程度と鋼管上端から 4.5mm の範囲は打設していない。突起リングは各段水平に配置し、複数段の場合は鋼管軸方向に間隔をあけて配置した。また、溶接については突起リング下側と分割切断面をすみ肉溶接とした。

試験体概要を図2に、試験体仕様を表1に示す。なお表中には支圧耐力度を算出するための各係数を評価する際に用いた試験体の種類も記載している。試験体パラメータは鋼管径厚比 ( $D/t=58\sim 199$ )、コンクリート強度 ( $\sigma_c=24\sim 51\text{N/mm}^2$ )、鋼管径突起リング厚比 ( $D/t_r=51\sim$

199)、突起リングの軸方向のあきと厚さ比 ( $d/t_r=6\sim 17$ )、突起リング分割数 ( $n_r=1,4,8$ ) とした。コンクリート強度は、試験体打設時に採取したテストピースを水中養生し、押抜試験時に圧縮試験を行った結果とした。また、突起リング分割時の水平方向のあきは 30mm とした。

試験体のうち鋼管の板厚が薄いものについては、座屈防止のために鋼管下端部から最下段突起リングの中央までの範囲に鋼管外側に鋼板を巻いて補強した。突起リングの上部に支圧力が働く際に、突起リング下方を補強しても支圧耐力に影響がないことは、予備試験において確認を行った。

2.2 荷重方法

荷重方法は、コンクリート上面に円形鋼板を設置し一様に圧縮力を加え、鋼管下部で反力を受ける

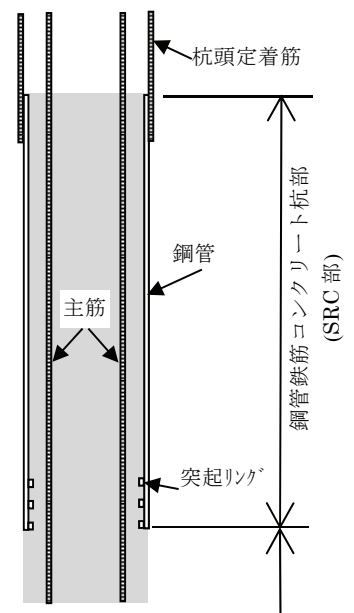


図1 杭概要

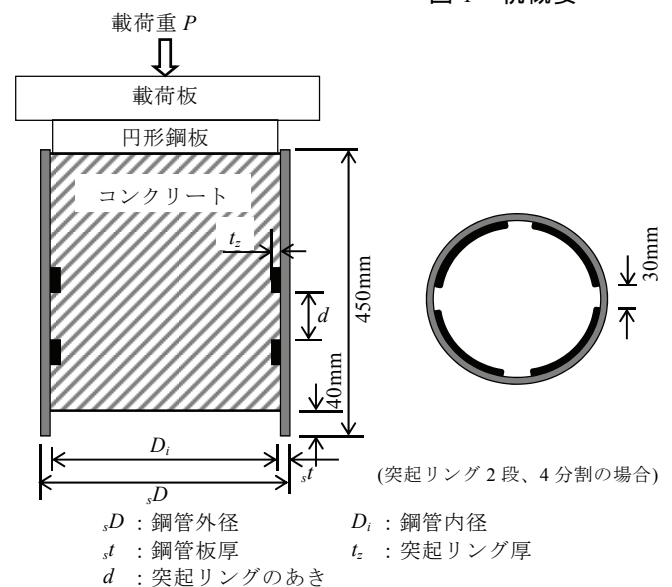


図2 試験体概要

押抜試験とした。円形鋼板は鋼管と接触しないように鋼管内径よりも若干小さいもので、厚みが40mmの十分に剛なものを使用した。計測項目は載荷重と載荷板変位とした。載荷は一方方向の単調載荷で約10kN/secの連続載荷とし、載荷板変位が20mm程度まで載荷を行った。載荷板変位2mm程度までは荷重制御、それ以降は変位制御とし、2mm前後では荷重と変位量の双方を確認しながら計測を行った。荷重ピッチは100kN、変位ピッチは変位量10mmまでは0.5mmピッチ、以降は1mmピッチとした。

### 3. 支圧耐力度 $\sigma_{cu}$ 算定

各試験体の支圧耐力度 $\sigma_{cu}$ は、押抜最大荷重 $P_{max}$ から、鋼管とコンクリートの最大付着力 $P_c$ を引いたものを突起リングの支圧耐力 $P_{cu}$ とし、 $P_{cu}$ を突起リングの鉛直投影面積で除したものとした。 $P_c$ はコンクリート強度が同等の突起リングのない試験の最大荷重 $P_{max_n}$ を、コンクリートと鋼管の接触面積 $A_z$ で除して求めた $\tau_c$ に、突起リングのある試験体のコンクリートと鋼管の接触面積を掛けた値とした。

$$\sigma_{cu} = P_{cu} / A_z \quad (1-1)$$

$$P_{cu} = P_{max} - P_c \quad (1-2)$$

$$P_c = \tau_c \cdot \pi \cdot D_i \cdot L_c \quad (1-3)$$

$$\tau_c = P_{max_n} / (\pi \cdot D_i \cdot L_c) \quad (1-4)$$

$$A_z = A_{z1} \cdot n = \pi \cdot t_z \cdot (D_i - t_z) \cdot (\pi \cdot D_i \cdot S_z \cdot n_z) / (\pi \cdot D_i) \cdot n \quad (1-5)$$

$D_i$  : 鋼管内径       $L_c$  : 鋼管と接するコンクリート長

$A_{z1}$  : 突起リング1段分の鉛直投影面積

$S_z$  : 突起リング分割間隔

### 4. 突起リング分割による影響

No.1, 9, 10 から突起リングの分割が支圧耐力度 $\sigma_{cu}$ に与える影響について検討を行った。突起リングの鉛直投影面積 $A_z$ は分割なしのもの (No.1) に対して、 $n_z=8$  (No.9) は83%、 $n_z=4$  (No.10) は91%となっている。No.1はNo.9, No.10と比べて鋼管径厚比 $sD/t$ と突起リングの軸方向あき $d/t_z$ が異なるため、 $sD/t$ による係数 $\alpha$ と $d/t_z$ による係数 $\kappa$ によって補正した $\sigma_{cu}/\alpha\kappa$ で検討を行った。 $\sigma_{cu}/\alpha\kappa$ と $A_z$ の割合の関係を図3に示す。係数 $\alpha$ と $\kappa$ については、同名報文(その2)を参照されたい。

補正した支圧耐力度は3ケースで同等の値を示し、平均値は108N/mm<sup>2</sup>、ばらつき $\sigma$ は1.21N/mm<sup>2</sup>であった。このことから、分割した突起リングを用いた場合は $A_z$ を(1-5)式で評価することの妥当性が確認できた。

### 5. まとめ

本報では突起リングを設置した鋼管に対する押抜試験

表1 試験体仕様 (鋼管外径 $sD=457.2$ mm)

No.	$sD$	$t_z$	$n$	$n_z$	$d/t_z$	$\sigma_b$	係数評価時採用試験							
							$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\kappa$				
1	7.9	4.5	2	1	17	31.8								
2		3.0		4	15	33.0	○							
3	6.4	4.5	2	4	17	24.5		○						
4						33.5		○		○				
5						46.4		○						
6						51.7		○						
7					11					○				
8					6						○			
9					4.5	4.5	2	8	15	33.0			○	
10						3.0		4			○		○	
11	3.0	○		○										
12	2.3	○		○										
13	3.2	4.5	2	4	15	33.0	○		○					
14		3.0					○		○					
15	2.3	9.0	2	1	-	33.0			○					
16		4.5		4	15		○		○					
17		3.0		○			○							
18		2.3		○			○							

$n$ :突起リング段数,  $n_z$ :突起リング分割数,  $\sigma_b$ :コンクリート強度

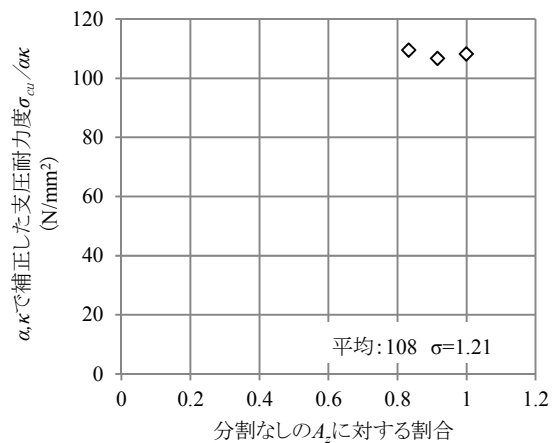


図3  $\sigma_{cu}/\alpha\kappa$ と $A_z$ の割合の関係

結果から、分割した突起リングを用いた時は、分割を考慮した支圧面積で考えれば、支圧耐力度は分割しないものと同等であることが確認された。

支圧耐力の評価については同名報文(その2)で報告する。

#### 【参考文献】

- ER Pile 工法：建築技術性能証明 評価シート, GBRC Vol.38 No.1, p71, 日本建築総合試験所, 2013.1
- 宮尾ら：裏あてリング付コンクリート充填鋼管柱の付着耐力評価, 日本建築学会技術報告集 第4号, pp.51-56, 1997.3
- 外山ら：鋼管杭の杭頭結合構造に関する研究(その5) 杭頭結合部の設計手法と押し込み耐力の算定式, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.547-548, 2007.8
- 高野ら：鋼管杭の杭頭結合構造に関する研究(その7)内面ずれ止め支圧耐力の評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.551-552, 2007.8

\*1 ジャパンパイル(株)

\*2 丸五基礎工業(株)