

VI-55 円錐状杭頭金物を使用した鋼管杭杭頭部の鉛直荷重下の挙動

新日本製鐵(株) 設備技術本部 正会員 ○中沢好夫
 新日本製鐵(株) 設備技術本部 正会員 後藤信弘
 新日本製鐵(株) 建材開発技術部 川上圭二

1. はじめに

钢管杭基礎においては、コンクリートフーチングからの荷重をスムーズに钢管杭に伝達するために、钢管杭杭頭部に杭頭金物を装着することが多い。ところが、钢管杭杭頭部はコンクリートと鋼の接点にあたり、荷重伝達機構が複雑なために、杭頭金物には丸蓋十字をはじめ種々のものがあり、未だ確立されたものはないと考える。そこで、当社においても、従来から使用していた円錐状杭頭金物（以下コーンヘッドと称す）の形状を改善し、薄肉化する等、改良を行ってきた。改良したコーンヘッドは図-1のような形状をしており、軽量でハンドリングがよく、钢管杭にも溶接しやすい。また、钢管杭に溶接するひげ鉄筋も曲げ加工する必要がなく、鉛直に取り付けられる。そして、コンクリート打設前にコーンヘッド内に雨水が溜まる心配がない等、施工性がよい。このような特長を有するコーンヘッドを使用した钢管杭杭頭部が、鉛直荷重下でどのような挙動を示すか、鉛直載荷試験を行って確認したので報告する。

2. 鉛直載荷試験の概要

1) 供試体： 供試体は、図-1に示す形状の、鉄筋コンクリートフーチングにコーンヘッドを装着した钢管杭を100mm埋めこんだものであり、コーンヘッドの外径および板厚を変えた4種類の供試体を作製した。これらの諸元を表-1に示す。フーチングの幅は钢管杭外径の2.5倍とし、フーチングが、钢管杭杭頭部より先にせん断破壊しないように、フーチングの高さおよび配筋を決めた。なお、使用した材料は、図-1に示す。

2) 実験装置および計測方法： 実験装置は、当社相模原技術センターの1,000t構造物試験機を使用した。1,000t構造物試験機は、最大1,000tまで鉛直荷重を載荷でき、任意の一定荷重を保持する定荷重装置がついている。計測は図-2に示す位置で、钢管杭、コーンヘッド、コンクリートの歪みおよび変形を測定した。

3. 実験結果および考察

1) 杭頭変形量： フーチングの上面において、钢管杭が相対的にフーチングにめりこむ変形量を杭頭変形量と定義し、図-3に載荷荷重(P)と杭頭変形量(δ)の関係を示す。 $\phi 406.4$ と $\phi 508.0$ は $\delta = 6 \sim 7\text{mm}$ で極限まで達しているが、極限に至るまでゆるやかな曲線を描く。 $\phi 812.8$ はコーンヘッドの板厚に関係なく、P~δ

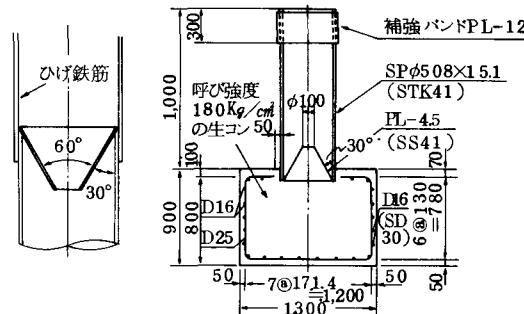


図-1. コーンヘッドおよび供試体の形状(508.0×4.5の場合)

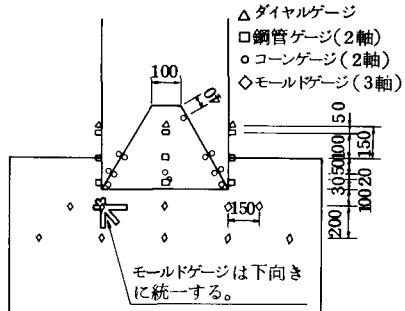


図-2. 計測位置図(508.0×4.5の場合)

表-1. 供試体諸元

コーンヘッド の外形×板厚 (mm)	钢管杭の 外径×板厚 (mm)	フーチング形状 (mm)	載荷荷重	
			荷重段階	最大荷重(t)
812.8×6	812.8×16	2,000×2,000×900	5	1,000
812.8×4.5	812.8×16	2,000×2,000×900	5	1,000
508.0×4.5	508.0×15.1	1,300×1,300×900	6	650
406.4×3.2	406.4×12.7	1,000×1,000×900	7	500

はほぼ同じ曲線を描いており、いずれも極限まで達していない。図-4は載荷荷重(P)とコーンヘッドの外径(D)の関係を、 δ をパラメーターにして示したものであるが、 $\log P \sim D$ に相関関係が認められる。このように、コンクリートの機械的性質が同程度の場合、コーンヘッドの板厚が $t = 3.2 \sim 6 \text{ mm}$ の範囲では、杭頭変形量はコーンヘッドの板厚の影響は小さく、コーンヘッドの外径に支配される。

2) コーンヘッドの応力

コーンヘッドに発生する応力は、図-5のように等分布荷重が作用すると考えると、力の釣り合いから、コーンヘッドの軸方向応力(σ_N)とフープテンション(σ_F)は、(1)式および(2)式のように表すことができ、 $\alpha = 30^\circ$ の場合は、

(3)式のように同じ式で表すことができる。

$$\sigma_N = pr / 2t \cos \alpha \quad (1)$$

$$\sigma_F = pr \tan \alpha / t \quad (2)$$

$\alpha = 30^\circ$ を(1)および(2)式に代入すると、

$$\sigma_N = \sigma_F = pr / \sqrt{3} t \quad (3)$$

ここに、 p は等分布荷重を、 r 、 t はコーンヘッドの任意の点の半径および板厚を示す。今、コーンヘッドの実測最大応力(σ_{\max})と全荷重がコーンヘッドに作用したと仮定して、(3)式

から求めた計算値(σ_{cal})の比($\sigma_{\max}/\sigma_{cal}$)と σ_{\max} の関係を図-6に示す。この図から、コーンヘッドのサイズに関係なく相関関係が認められることから、 $\sigma_{\max}/\sigma_{cal}$ はコーンヘッドの荷重分担率を表すと読み取れ、その値は1.0より小さく最大0.7程度である。また、この図は、コーンヘッドに発生する最大応力を許容応力度以下にする荷重を求める場合も、利用することができ、例えば、 $\sigma_{\max} = 1,400 \text{ Kg/cm}^2$ の時の荷重は、 $\sigma_{\max}/\sigma_{cal} = 0.54$ 、 $2r = D$ とおくことにより、(4)式で表すことができる。

$$P = 0.071 D t \quad (4)$$

ここに、 P は荷重(ton)、 D 、 t はコーンヘッドの外径(mm)および板厚(mm)を示す。

4. 結論

1) コンクリートの機械的性質が同程度の場合、杭頭変形量は、主としてコーンヘッドの外径に支配される。

2) コーンヘッドの荷重分担率は1.0より小さく最大0.7程度である。

3) コーンヘッドの許容荷重は、概略、 $P = 0.071 D t$ で求められる。

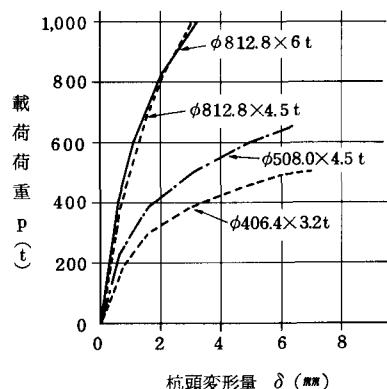


図-3. 載荷荷重と杭頭変形量の関係

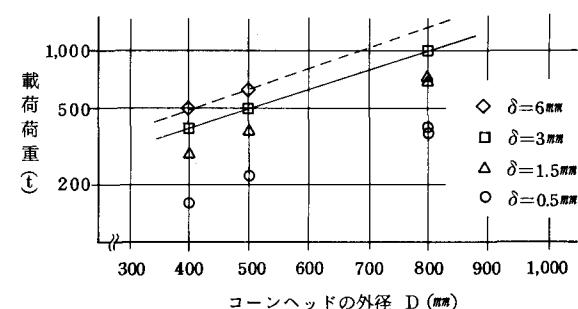


図-4. 載荷荷重とコーンヘッドの外径との関係

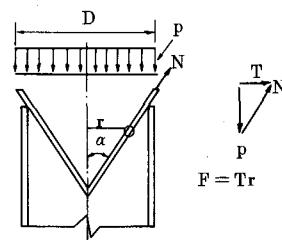


図-5. コーンヘッドの力の釣り合い

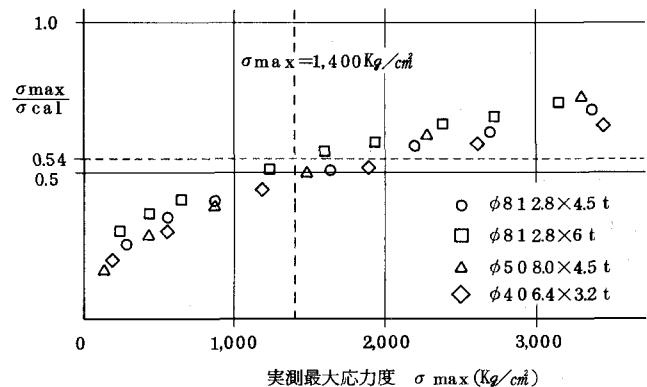


図-6. $\sigma_{\max}/\sigma_{cal}$ と σ_{\max} の関係