

### 防雪柵用小口径鋼管杭の剛性評価と曲げ特性に関する一実験

(株)砂子組 正会員 ○塩田 佑樹  
 (株)砂子組 正会員 田中 孝宏  
 (株)砂子組 正会員 近藤 里史  
 (株)砂子組 正会員 山元 康弘  
 (株)砂子組 正会員 佐藤 昌志

#### 1. 要旨

防雪柵の設計は一般的には設置地域の積雪および風向風速を調査した後、風荷重に対して抵抗できるよう基礎の設計を行うが小口径鋼管タイプの杭とコンクリートブロックの混合構造となっている。また、鋼管上部には70cm程度コンクリートが充填されることから剛性が極端に変化することも考えられる。このことから、杭頭を重機で反力にとり引き抜き載荷と横載荷を行って杭の曲げに関する特性について考察した。その結果、70cmの充填部はほぼ完全合成になっているほか横載荷試験では杭の曲げ特性が変位の大きさに剛結からフリーに移行することが分かった。

#### 2. 基礎の設計と実験方法

##### 2.1 杭の設計

今回行った防雪柵の概要を図-1に示した。鋼管杭は3mと5mで併せて地質柱状図を図の左側に示した。柱状図に示したとおりN値は10以下で薄い砂礫層が介在しているがほとんどの部分は粘土で支持層、すなわち、先端支持も粘土である。5mの杭もほぼ同じ土層である。この様な地盤に対して表-1に示した計算方法で杭の設計を行っている。

##### 2.2 実験方法

載荷方法試験杭と重機とワイヤーロープ等を介して、チェーンブロックおよび荷重計を取付け、荷重調整を行いながら試験を実施した。写真-1は実験時のものである。測定項目置の荷重は、験杭と反力重機間に取り付けたひずみ型荷重計により測定し、変位量の計測は、2台の1/100mm精度、ストローク100mmのひずみ変換型変位計を設置し、これを万能デジタル測定器により計測した。また、試験杭応力の計測は、杭打設前に杭頭部から杭先端部まで500mmピッチにひずみゲージを2面に設置し、これを万能デジタル測定器により計測を行った。なお、軸力測定もほぼ同じ方法で測定している。

#### 3. 実験結果と考察

##### 3.1 3m杭

図-3-1-1は50cmピッチで7点鋼管杭に貼り付けたひずみゲージから求めた軸力である。軸力は鋼管杭の断面積にεと弾性係数Eおよび断面積を掛けて求めている。図中0m付近で軸力が急激に低下しているが、この理由は、鋼管杭上部から70cmコンクリートを充填していることから鋼管とコンクリートの完全合成構造になっているからと推察される。内径20cmのコンクリートの断面積は314cm<sup>2</sup>あることから16μストreinで考えると314×15×2=9,000kgfとなり24kN(鋼管)+9kN(コンクリート)で33kNとなり完全合成構造になっていることが証明できる。

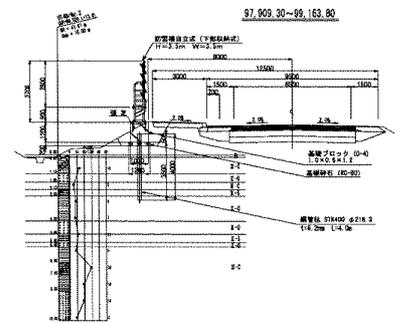


図-1

$l_1$ : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)	
$f_t$ : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 ( $kN/m^2$ ( $t/m^2$ ))	
(砂質土) $f_t = 2\beta N_s(1/5 + \beta N_s)$	
(粘性土) $f_t = 10\beta N_c(\beta N_c)$ ( $N_c$ ; N値の場合)	
$f_t = \beta N_c$ ( $N_c$ ; 粘着力cの場合)	
※ $N \leq 2$ の軟弱層では信頼性が乏しいので原則として周面摩擦抵抗を考慮しない。	
$N_s$ : 砂質土のN値で、50を上回る場合は50とする。	
$N_c$ : 粘性土のN値または粘着力cで、150kN/m <sup>2</sup> (15tf/m <sup>2</sup> )を上回る場合は150kN/m <sup>2</sup> (15tf/m <sup>2</sup> )とする。	

表-1



写真-1

キーワード 防雪柵, 摩擦杭, 杭のβ, 実験法, 地盤反力

連絡先 〒079-0394 空知郡奈井江町字チャシュナイ 987 番地 10 株式会社砂子組 TEL0125-65-2326

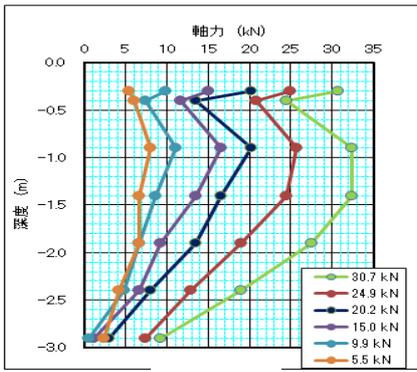


図-3-1-1

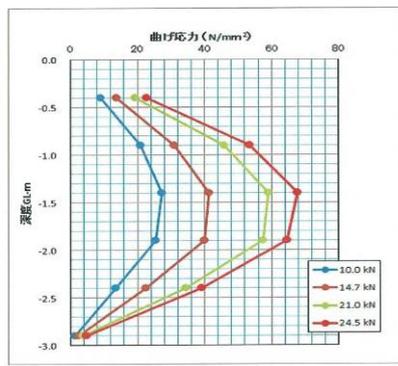


図-3-1-2

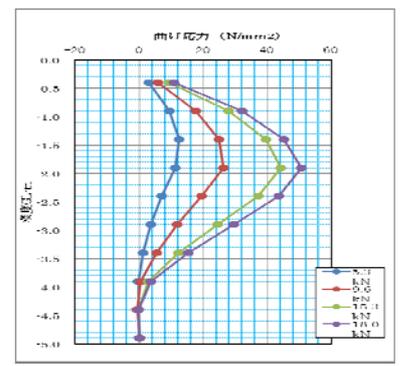


図-3-1-3

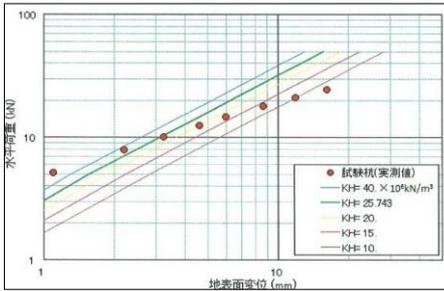


図-3-1-4

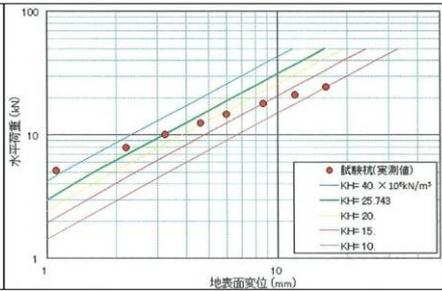


図-3-1-5

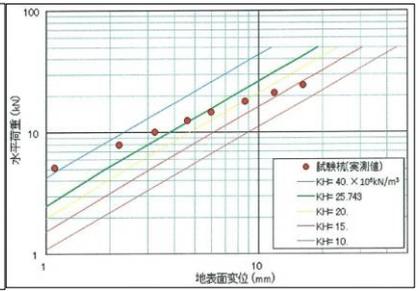


図-3-1-6

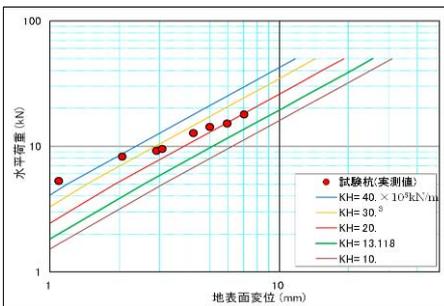


図-3-1-7

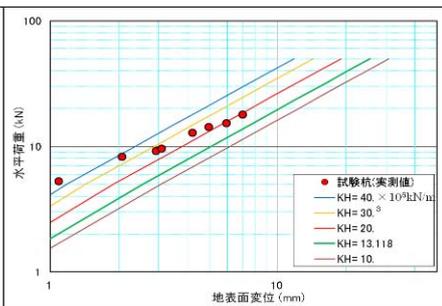


図-3-1-8

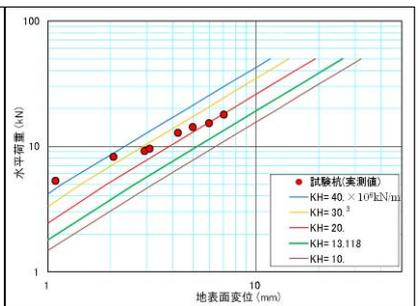


図-3-1-9

図-3-1-2 は 3m の杭, 図-3-1-3 は 5m の杭の実測ひずみから求めた深度と曲げ応力の関係で, 図から見て取れるのは-1.5m 付近で大きな変曲点が認められることである. 図には示していないが理論値も実験値も杭先端ではゼロ応力で-1.5m に向かって先端固定に近くなっている. 実際は, 基礎ブロックと鋼管が合成状態になり, かつ変位拘束状況となることから応力状態は異なってくると考えられる. なお, 杭の特性値  $\beta$  は設計で 0.54m となっているが有限長の杭で計算したものと実験で求めた変曲点は 0.5m 程度の位置で良く合っていると思われる.

図-3-1-4~図-3-1-6 は 3m の杭の地盤反力係数を両対数表示でプロットしたもので実験値はリニアに近く, かつ変位が 3mm までの地盤反力係数は  $K_H$  が  $40 \times 10^6 \text{ kN/m}^3$  でこれから変位が最大の 13mm での係数  $10 \times 10^6 \text{ kN/m}^3$  まで変化している. これは, 地盤の自然沈下により粘土層では固く締まり, 上部はルーズな状況であるか, または上部が盛土区間であるためと推察される.

図-3-1-6~図-3-1-9 も同じく杭長 5m 杭で 3m のものと同じ分析の図であるが 5m の杭に置いても対数で表すとリニアリティは保持されている.

#### 4. まとめ

- (1) 地盤反力係数  $K_H$  は, 水平横載に関して水平力と変位を両対数で示すとリニアである. また,  $K_H$  は変位が大きくなるにつれて小さくなる傾向にある.
- (2) 杭の特性  $\beta$  に関しても杭長 3m の場合は設計値と実測値はほぼ合っている. 5m の場合も横荷重 15kN まではよく合っているがそれ以降は大きくなる傾向にある.
- (3) 杭頭の条件に関しては自由から固定に移行することがわかった.