

III-134 SCP改良地盤における単杭及び連続矢板壁の水平載荷試験について

運輸省 第三港湾建設局 正会員 柳生 忠彦

同 上 横井 博志 藤原 辰彦 中野 則夫

運輸省 第二港湾建設局 正会員 細川 泰廣

1. はじめに

従来、均一な地盤における杭の水平載荷試験は多く行われているが、サンドコンパクションパイル（SCP）により改良された複合地盤における試験例は少く、その地盤反力特性には不明な点が多い。本稿は、尼崎開門の改良工事においてSCP改良地盤に施工される二重矢板壁仮締切堤の一部を利用して実施した単杭及び連続矢板壁の水平載荷試験の概要を報告するとともに若干の考察を加えたものである。

2. 試験概要

①地盤の概要 $-5.9 \sim -7.5\text{m}$ 敷砂($N \approx 5$), $-7.5 \sim -23.0\text{m}$ SCP改良地盤(70%改良, $N \approx 5 \sim 30$), 原地盤は $q_u = 0.5\text{kgf/cm}^2$ 程度の粘性土

②試験断面 単杭は $\phi 800\text{mm}$ 及び $\phi 1000\text{mm}$ の杭それぞれ1本ずつを試験杭とし、連続矢板壁は $\phi 1000$ の連続鋼管矢板の中間部の2本を試験杭とした。断面図及び平面図を図-1に示す。

③計測項目及び計測装置 表-1に示す。また、ひずみ計、土圧計の設置位置は、鋼管の変形が予想される範囲をカバーし、ひずみ計については、特に変形が顕著に現われる地表面付近に密に配置した。

④載荷荷重及び載荷方法 載荷最大荷重は、チャンの方法により杭の挙動をあらかじめ推定した結果より表-2のとおり設定した。なお、載荷幅は継手部を含めたものである。また、載荷は、2列の杭のうち1方を反力杭として油圧ジャッキで載荷する1方向方式とし、載荷最大荷重を漸増させて5サイクル行った。

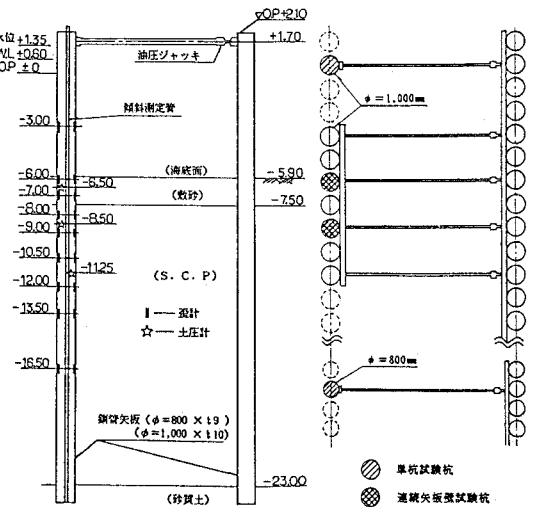


図-1 試験体の断面図及び平面図

表-1 計測項目及び計測装置

	計測項目	計測装置
1.	鋼管の応力	ひずみ計
2.	地盤反力	土圧計
3.	鋼管の変形	挿入式傾斜計
4.	鋼管の頭部変位	トランシット及びインパル線
5.	載荷荷重	圧力計

3. 試験結果及び考察

①チャンの方法による逆算 k 値（横方向地盤反力係数） 各サイクルの最大荷重時の載荷点変位、地表面変位、載荷点傾斜、地表面傾斜より求めた逆算 k 値を対数紙上に表したのが図-2、図-3である。4つのデータより算出した k 値は概ね近い値が得られており、地盤面変位 1cm に対する値 k_0 では、 $\phi 1000$ の単杭で 0.85kgf/cm^2 、それに近接する連続矢板壁で 0.72kgf/cm^2 という結果が得られた。また、同対数紙上では、地表面変位(Y_0)に従って直線的に k 値が低減する傾向が認められ、 Y_0 に係る指数は、単杭及び連続矢板壁ともほぼ -0.5 に近い値となっており、道路橋示方書に示された $k = k_0 Y_0^{-1/2}$ とよく符合した結果となった。また、単杭の $\phi 1000$ と $\phi 800$ の逆算 k 値には大きな違いが見られ、これにはSCP砂杭と鋼管杭の相対的な位置関係やSCP施工面の要因等が影響しているものと考えられるが、最終的な結論には至らなかった。

表-2 載荷最大荷重

試験種別	載荷巾 (mm)	最大荷重	
		総荷重	単位巾当たりの荷重
単杭 ($\phi = 800$)	1,130	15	13.3
単杭 ($\phi = 1,000$)	1,330	25	18.8
連続矢板壁 ($\phi = 1,000$)	8817.2	160	18.1

②土質調査結果との比較 杭の水平載荷試験

と併せて実施したボーリング孔内水平載荷試験（LLT）及び標準貫入試験（砂杭）から算出した地盤反力係数と前述のチャンの方法により算出した地盤反力係数を地盤変位 1 cm に対する値 k_0 で比較したものが図-4である。図中LLTについては算出式により結果が大きく異なること、各データに相当バラツキがあり幅を持った結果となっていること、また、LLT と杭の水平載荷試験では荷重のかかり方が異なることなどのため、この結果よりSCP改良地盤の地盤反力係数を定量的に確定するには至らなかった。

③港研方式による逆算 k 値 港研方式のS型地盤とC型地盤を想定した場合の逆算 k 値(k_s , k_c)を①と同様に求め、それを載荷重と地表面及び載荷点の変位量の対数グラフ上に示したのが図-5、図-6である。 k_s , k_c とも変位量に関係なく一定の値で実測値に符合しており、単杭では $k_s=0.002\sim0.005\text{kgf/cm}^2$ 、 $k_c=0.29\sim0.66\text{kgf/cm}^2$ 程度の範囲、連壁では $k_s=0.004$, $k_c=0.54$ 程度であることが示された。

④計算値と実測値の比較 $\phi 1000$ の単杭について、①③で示した逆算 k 値を用いた計算値と実測値の比較を示したものが、図-7、図-8である。これによると、チャンの方法については、地表面では概ね実測値に適合しているものの、-15m付近では、実測値との開きが大きくなっており、港研方式のS型地盤が最もよく適合している。このことから、今回対象とした地盤においては、下層地盤の強度増加を表現できる港研方式の方がより全体の挙動を説明していることが確認された。

4. おわりに

本試験は、表層に敷砂のある特殊な状況下で行ったものであり、また、試験杭の本数が少なかったこともあり、定量的な評価を行うには至らなかった。今後、同様の試験によりデータの蓄積がなされることが望まれる。最後に、本試験解析に当り指導、協力いただいた港湾技術研究所並びに鋼管杭協会に深く感謝する次第である。

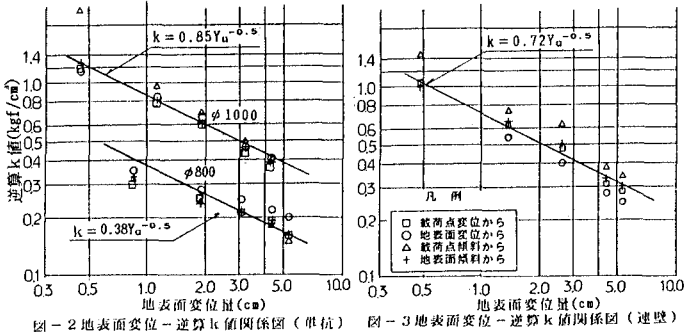


図-2 地表面変位-逆算 k 値関係図（単杭） 図-3 地表面変位-逆算 k 値関係図（連壁）

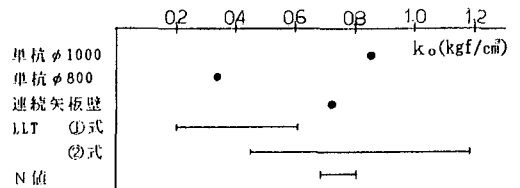


図-4 地盤反力係数の比較

注) LLTからの k_0 : ①式 $k_0 = 0.8 \times E_s \times B^{-3/4}$ (道路係数方書) (-11m以浅) ②式 $k_0 = \pi/2 \times \sqrt{2\tau_0(\bar{\tau}_m - \bar{\tau}_0)^2} \times B^{1/4} \cdot k_0$ (土質調査法: 土質学会編)
N 値からの k_0 : $k_0 = 0.2 \times E_s \times B^{-3/4}$, $E_s = 28N$ ($N=5$)

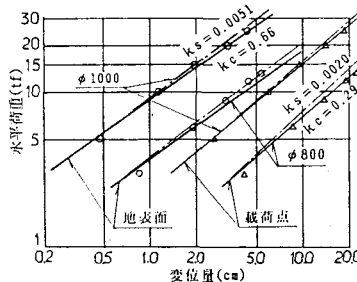


図-5 港研方式による逆算 k 値（単杭）

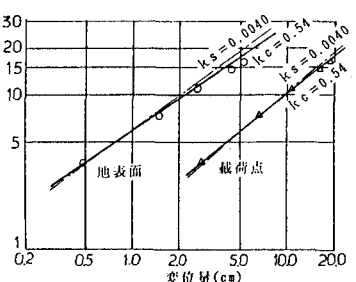


図-6 港研方式による逆算 k 値（連壁）

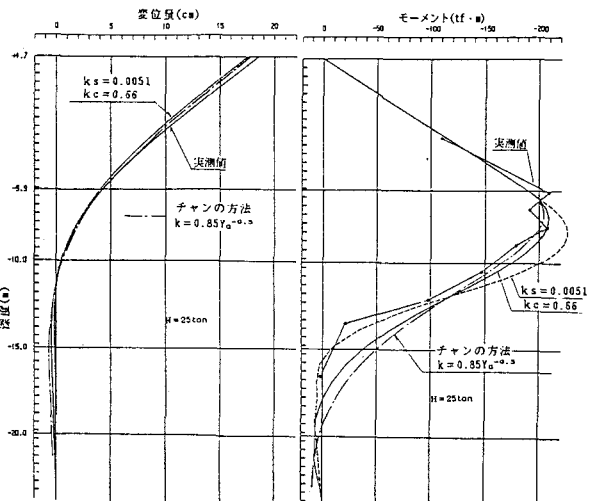


図-7 たわみ比較図（φ1000単杭）

図-8 モーメント比較図（φ1000単杭）