

荒川西高架橋基礎における摩擦杭の載荷試験について

正員 野口 功

正員 本田修一

正員 熊谷 暁

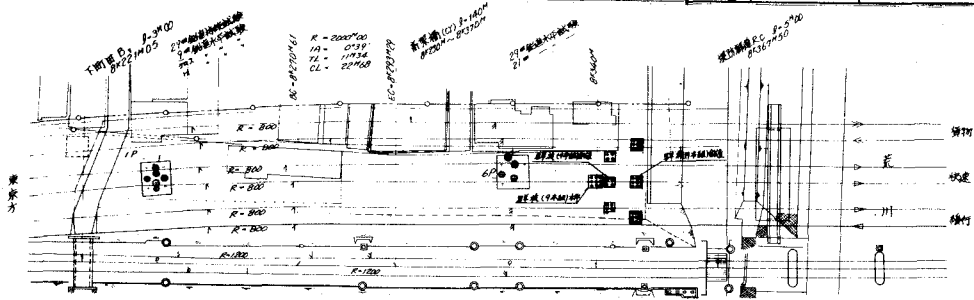
地質調查圖(圖-3)

試驗項目(表一)

1) , 試験位置 (図一 1) , 試験装置 (図一 2) , および地盤の状態 (図一 3) は次に示す通りである。

項目	試験方法	鉄筋コンクリート中空杭(至350mm)	ゴロツバH杭
	9M	Z ¹⁸ (11+10) Z ²⁷ (10+9+10) Z ³⁶ (4+5+5) Z ⁴⁵ (3+5+5) Z ⁵⁴ (2+2+2) Z ⁶³ (1+2+2)	H杭
打込抵抗	O W=1.3 ^t	O W=1.3 ^t O W=1.3 ^t O W=1.2 ^t O W=1.2 ^t O W=1.3 ^t O W=1.3 ^t	
荷重耐力			O鉛直 水平
地盤移動		O	
騒音測定	O	O	O
地震耐力			O鉛直 水平
鉛直方向	O T=25 ^t	O F=55 ^t O T=90 ^t O T=95 ^t O T=60 ^t O T=90 ^t O T=90 ^t	
水平方向	O T=3 ^t	O T=3 ^t O T=6 ^t O T=100 ^t O T=4 ^t O T=5 ^t	
鉛直持続		O T=90 ^t 7分	
耐圧力			O鉛直 水平

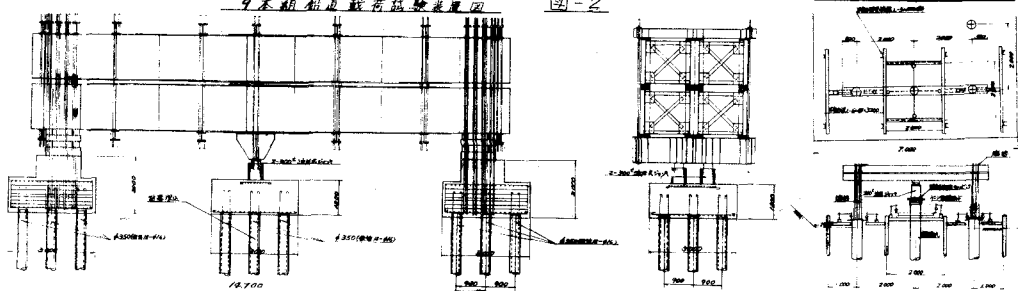
試驗位置(圖1)



9. 本組鉛直載荷試驗裝置圖

图-2

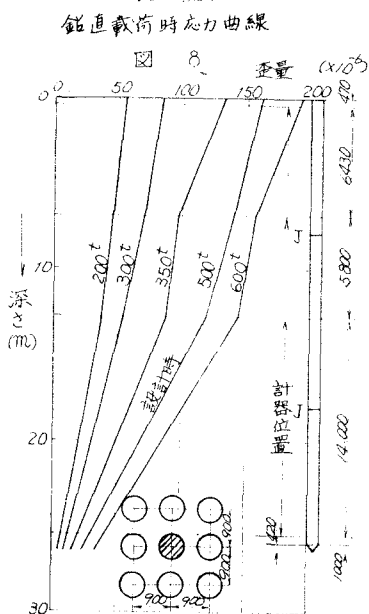
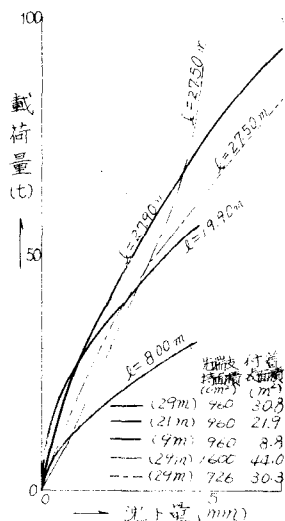
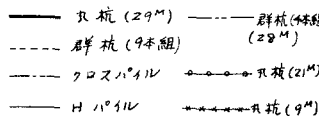
鉛直載荷試驗裝置圖



(Ⅲ) 試験結果；

各種の測定および試験結果は次図

のとおりである。



打込抵抗曲線

図-4

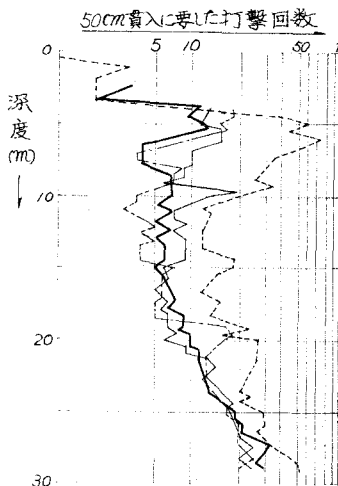


図-5

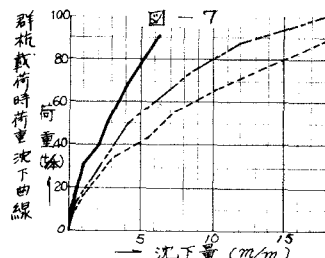
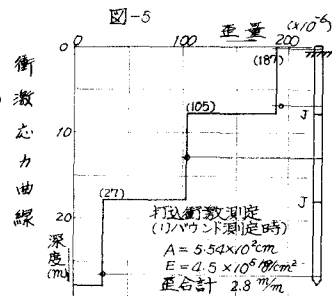


図-9

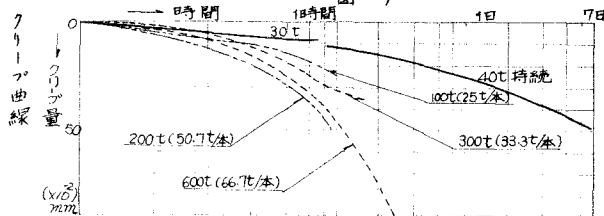


図-10

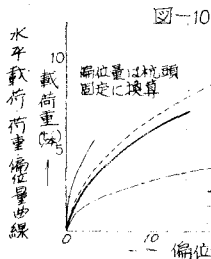


図-12

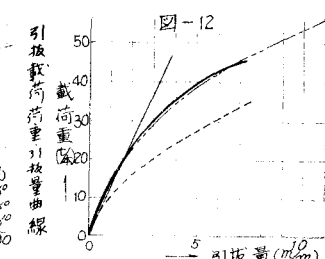
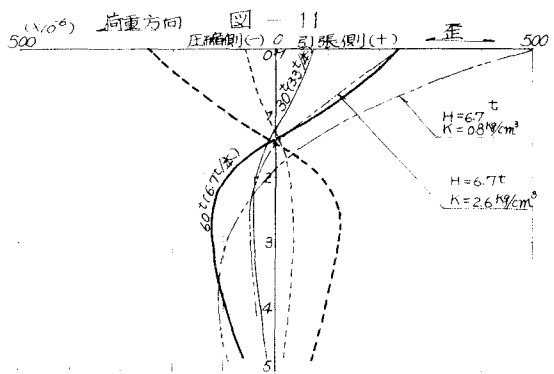


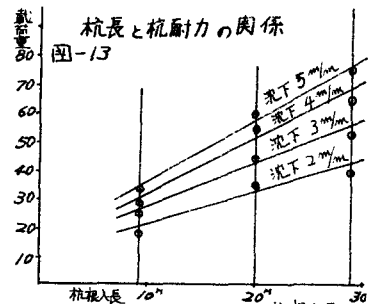
図-11



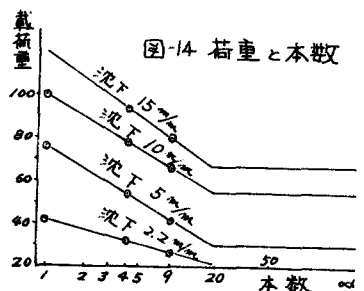
(Ⅳ) 打込試験； (1) 打込抵抗 代表的な打込抵抗曲線を図4に示す。群杭の打撃回数が多いのは群杭は堤防により近かったため既設堤防により地盤が幾分圧密されていたものと思われることと、使用したデルマックのハンマーがait軽かったことによるものと思われる。

(2) 応力測定 図-5は杭のリバウンド測定時の応力測定結果を示したものであるが、上杭の衝激応力は土の摩擦による減少がほとんどない。即ちハンマーの打撃により杭に衝激波を起し、杭内部に縦波として伝わり、ほとんど同じ衝激応力を起していることが分る。しかし中杭および下杭において衝激応力が、それぞれ減少しているのは、鋼製ボルト継手において衝激波が反射又は散逸しているものと思われる。図-5より継手において36%だけの減少があるが、この内には土との摩擦による減少分が含まれている。打込時の上杭の衝激強度は、杭先端の地盤の硬さおよび杭の根入長によつて違いがあり、下杭打込時10~81%、中杭打込時102~138%、上杭打込時78~103%であつた。図-5の場合衝激強度を静的荷重に換算すると466tである。歪量合計は2.8%、実測リバウンド量5%であるから、地盤の弾性変形は2.2%、即ち4.4%であつた。

(Ⅴ) 鉛直載荷試験； (1) 鉛直載荷試験の結果により、a) 載荷重が小さかつた為に、杭の極限支持力を求める迄にならなかつたが、図-6より丸杭がクロスパイル、H杭に比較して、この地盤での支持力がそれ程劣っていないこと、b) 図-6より各杭の沈下の特性を比較すると丸杭とクロス杭は全体的な傾向が似ており、クロス杭と溝部に土が付着し、丸杭のような働き方をしているものと思われること、c) H杭は塑性変形量が少ないことから、土の乱し方が少ないものと思われること、d) 図-13より丸杭の単杭としての杭長と耐荷力の関係が分る。図-13で沈下量が増すにつれて傾斜角が増すのは、土との剪断抵抗が荷重の増加に伴い、下部に迄効いてくることを示していることが分つた。この結果群杭効果による影響を考慮してコンクリート杭を使用した。



(2) 設計支持力の検討 摩擦杭の支持力は土の粘着力によつて定まるが、地質調査からは $C=2.3 \text{ t/m}^2$ がとれる。また載荷試験の結果、単杭で90t載荷の時沈下6.4%で破壊が生じているとは思われない。しかし図7より群杭の場合は相当支持力が低下することが予想される。9本組の荷重沈下曲線図-7より、建築学会規準に示される15%沈下時の荷重を破壊荷重とする、80tが破壊荷重であり、安全率を3として267t/本を許容支持力とすることとした。いま図-7を、載荷重を算術目盛、杭数を対数目盛に示せば図-14となる。



これは群杭の効果を示したものであるが、組本数が多くなつた場合は、ある沈下量に対する載荷重は収斂するはずである。Seiler & Keeneyの式により、本試験の場合の群杭の荷重比を求めると、単杭と9本組とは沈下5%の場合53%となるが、実測では55.3%となり、よく合致している。本数が無限大になると上式によると、荷重比は41%であり、沈下量5%で31tである。従つて20本以上の組杭に対しては、極限支持力は68t/本であり、常時は $68/2.67=2.5$ 地震時 $68/4.0=1.7$ の安全

率が得られる。

(3) 応力測定 図-8より先端支持力は上部載荷重の15%程度であり、載荷重が大きくなるにつれ深度13m附近から、粘着力分布が大きくなっている。ある荷重については上部で粘着力が大きい所が、これは上部砂層(厚さ約3.5m)の影響が大きくなったためである。深い層の方は土の圧密が進みそれだけ土の粘着力が大きくなっていることが分る。図-8より、設計荷重載荷時上層(0~13M)で 0.5 t/m^2 、下層(13~28M)で 1 t/m^2 の粘着力を受けていることが分る。ただし歪計を埋込んだ杭は9本組の真中の杭であり、四周の杭の影響を受けて、群杭としての挙動をしているものと思われる。

(4) クリープ量 図-15より群杭においては、単杭よりかなり大きいクリープがあらわれること、および荷重-沈下曲線より塑性変形量が単杭に比較して相当大きいことから、群杭を用いるときには特にこの点に注意することが必要である。

(Ⅶ) 水平載荷試験; (1) 水平載荷試験の結果により a) 図-10に示してあるように、各杭の偏位量はその杭の横抵抗を表わす EI (杭材の弾性率 $\times$ 断面二次係数)の値に適合する傾向を示していること。b) 単杭と群杭とは、荷重-偏位量曲線がよく一致しており、この試験においては群杭効果は水平載荷時には余り表われないことが分った。

(2) 許容水平支持力の検討 上部構造物を考え、杭の許容水平偏位量を10%としたが、図-10より $H_a=6\text{ t/本}$ となるまで、この時の杭の曲げモーメントに対して、上杭について補強鉄筋を入れることとして、地震時 6 t/本 、常時 4 t/本 を許容水平力とした。なお偏位量から推定される K 値は、10%偏位時 0.8% となり、図-3に示す土質試験および福岡-宇都氏のボーリング孔を利用した実測 K 値の値などにもよく合致する。

(3) 応力測定 図-11は水平荷重載荷時の歪量を9本組の中に杭に埋込んだ歪計により、測定した結果を示したものである。Y.L.Changの式により、 $K=0.8\text{ kg/cm}$ で杭の歪量を計算すれば、図-10に示すとおり杭頭附近の歪量が著しく大きくなる。また $K=2.6\text{ kg/cm}$ の時は、変曲点より上部では実測値とよく合致するが、地中部最大曲げモーメントを起す位置附近で著しく相違するし、偏位量との関係で矛盾が生ずる。これは地層の深さごとの K 値の相違によって起ったものと思われるが、更に検討を加えるつもりである。

(Ⅶ) 引抜試験; 図-12は鉛直試験の控え杭をもつて、引抜量を測定して得られた、載荷重と引抜量の関係図である。図-12より粘着力を想定すると、鉛直載荷時に比較して相当小さい。即ち、5%移動時の鉛直載荷時の粘着力が 2.7 t/m^2 であるのに、引抜時の粘着力は 1.4 t/m^2 しか働いていない。引抜時は鉛直載荷時の50%である($1.4/2.7 \approx 0.5$)。これは土が杭打込時の状態では、逆方向の力に対する抵抗が非常に弱くなっていることを示している。

(Ⅷ) あとがき; 本試験における結果とその解釈は以上のとおりであるが、試験結果の解釈において幾分問題があるので、今後更に検討を続けるつもりである。更に地盤変状、杭打時地盤振動、杭打時騒音等を併せて測定しているので、それをも併せて検討を続ける積りである。