

日本鋼管(株)扇島土建設部 亀井 俊雄 鈴木 好秀
鹿島建設技術研究所 ○田中 邦熙

1. まえがき

地震時に構造物に作用する水平力は、基礎を構成する杭の水平抵抗およびフーチング前面の受効土圧抵抗によって負担される。しかし後者の受効土圧の大きさや杭とフーチングとが負担する水平力の分担率などに関しては過去十分に研究されていない。日本鋼管(株)では扇島製鉄所の新設に当り、上述の現象を研究し、その検討結果を実施設計にフィードバックするために、実大の杭を用いた試験用のフーチングを造り一連の載荷試験を行なったので、試験検討結果について報告する。

2. 試験方法

(1) 試験場所および土層構成

試験場所は川崎市南部扇島の前面を埋立て造成した地盤内で、試験地点の土層構成は図-1に示すとおりである。

(2) 試験の種類と測定項目

試験の種類および測定項目は表-1に示すとおりである。

(3) 供試体

試験杭はφ609.6mm、t9.5mm、ℓ=24.00mのフラットシュ-ー付先端肉型鋼管杭で、フーチングは4.0×4.0×3.0mの鉄筋コンクリート製である。

3. 試験結果および考察

4回の試験の荷重H-変位δ曲線は図-2に示すとおりである。同図中には推定曲線としてTest No.1の試験結果を4倍したもの、この4倍したものにTest No.2の試験結果を加え合わせたものおよびTest No.2とTest No.3の試験結果を加え合わせたものの3者も図示した。

ここでTest No.4において加えられた水平力は、杭の水平抵抗力とフーチング前面土の受効土圧抵抗およびその他の抵抗によって負担される。図-2によると $Q_F \div 4Q_S + Q_B < Q_G + Q_B$ ----- ①

したがって上式の関係を用いて杭とフーチングとの水平抵抗力の分担率を計算することができるが、上式の等号の場合について分担率を計算した結果は図-3のとおりである。すなわち、フーチング部分の水平抵抗力の分担率は、変位

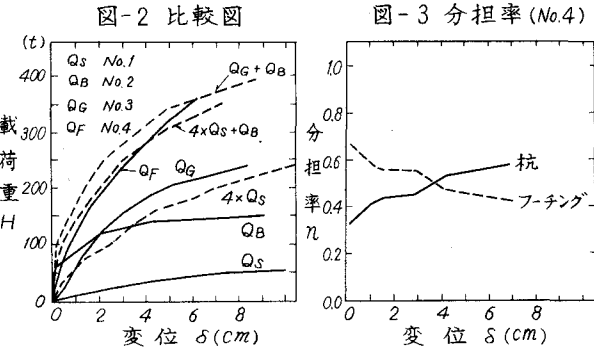


図-1 土質柱状図

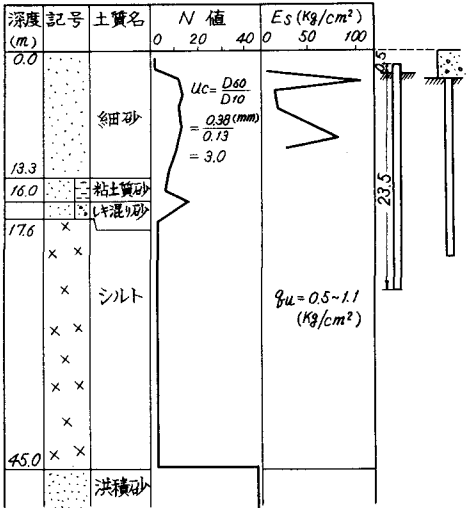


表-1 試験の種類

Test No.	No.1	No.2	No.3	No.4
試験の種類	単杭	フーチング裏込めあり	群杭裏込めなし	群杭裏込めあり
模式図				
載荷重(t)	60	150	240	360
傾斜(点タイタルゲージ)	-	3	3	3
杭の歪(点カルソ型歪計)	20	-	20	20
地中変位(本パイプ歪計)	-	-	1	3
地表面変位(点タイタルゲージ)	a b c 23/0/5	45/10/27	25/10/15	45/10/27
加力点変位(点デジタル変位計)	8	4	4	4
実施順序	1	2	4	3

A:加力方向 b:直角方向 C:鉛直方向

が小さいときの60%から変位8cmのときの40%まで漸減した。

次に①式において等号が成り立たない場合の原因としては、4本組杭間の土塊の抵抗および杭頭固定条件の差などが考えられる。

こゝでTest No.4について、表-1に示した各種の方法により測定した変位の測定結果を図-4に示す。4本組杭の中央に設けたパイプ歪計と鋼杭に取りつけた歪計の測定値とから求めた地中変位分布はほぼ一致して

おり、この場合いわゆる群杭効率 $\eta=1$ であると考えられるが、土塊が杭と同様に動くことから土塊の水平抵抗が相当あることが推定される。

次にTest No.3の結果から、杭頭固定状況を杭頭固定度Cおよび回転バネ定数Kprにより評価する。杭頭固定度Cを次式で定義した場合の値は図-5のとおりである。変位が小さい間はCは大きく(1.5)、変位の増大とともに減少する(0.6)ことが分るが、1以上の値を取った理由として δ_h や δ_f の推定に仮定が入っているためと考えられた。

$C = (\delta_h - \delta) / (\delta_h - \delta_f)$ ----- ② こゝに δ_h : Changの式により求めたヒンジのときの変位, δ_f :

Changの式により求めた剛結のときの変位, δ : 実測変位

次に杭とフーチングとの相対回転に対する拘束度の大きさを回転バネ定数Kprで表わした結果は図-6のとおりである。Kpr $\approx 5,000 \text{ tm/rad}$ 程度であるが、今回の試験は杭頭回転を小さくするために等変位載荷となるように載荷したために、Kprの値としては比較的小さな値となったと考えられる。

$Kpr = M_o / \theta_c = M_o / (\theta_p - \theta_f)$ ----- ③ こゝに M_o : 杭頭の曲げモーメント, θ_c : 杭とフーチングとの相対

回転角, θ_p : 杭頭での杭の傾斜角 θ_f : 杭頭でのフーチングの傾斜角

以上よりTest No.3は杭頭固定と杭頭自由との中間に位置する状態に対する試験であったと判断され、Test No.1の試験結果を4倍した値より大きい抵抗を示したことが理解される。したがって①式の不等号は成立しないと考えられ、前述の杭とフーチングの荷重分担率の推定は妥当な結論と考えられる。

なお日本鋼管(株)の設計規準は次式を用いることにしているが、今回の実験結果と対比した場合、不合理ではないことが証明された。

$H = (nK_i + KFB_n) \delta$ ----- ④ こゝに n : 杭本数 $K_i = 4EI\beta^3$ KF : フーチング側面地盤反力係数 $= Kp/3$

4. あとがき

フーチングの水平抵抗に関係する要因は数多くあるが、今回の試験結果からフーチングにある程度の根入れ深さがあれば、杭の水平抵抗とともにフーチングの水平抵抗も考慮に入れてよいことが分った。

最後に本実験に当り、東工大岸田博士、中井氏に多大な御協力をいただいたことを記し謝意を表します。

参考文献 1) 才川回土質工学研究発表会報文集「裏込め効果を考慮した群杭の水平載荷試験」鈴木、亀井他

2) 「杭基礎の水平抵抗および振動挙動に関する研究」昭和40年5月 日本建築学会地震時杭委員会

図-4 変位測定結果

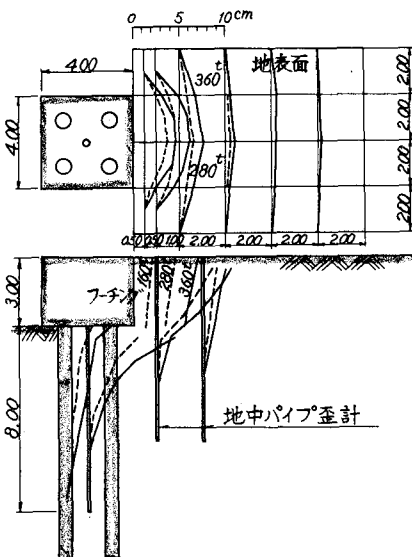


図-5 杭頭拘束度

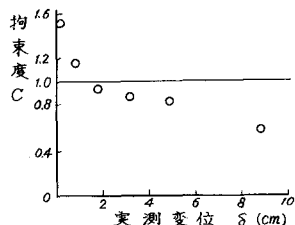


図-6 回転バネ定数

