

III-468

鋼管矢板基礎模型実験における地盤反力ばね特性

九州大学 学 ○幸原 淳
九州共立大学 正 烏野 清
鋼管杭協会 正 片山 猛 正 西村 真二

1. はじめに

鋼管矢板基礎は杭とケーソンの中間的な構造特性を有し、現在橋梁の基礎として大型化の傾向にある。道路橋示方書では基礎の最大幅Bが平均を超える場合には、基礎の特性を考慮した解析法（3次元解析、立体骨組解析）による設計となっているが、設計に用いるべき継手効率、水平地盤ばね定数および井筒部側面のせん断地盤ばね定数が明確になっていないのが現状である。本研究は土木研究所と鋼管杭協会の共同研究として実施された大型土槽での模型実験に対して、地盤反力ばね特性の検討を行ったものである。

2. 実験方法

実験は建設省土木研究所内にある大型土槽において、表-2に示す実験ケースで実施された。各杭には杭体ひずみ測定するために地盤面から2.0mの間に對して100mm, それ以深に對して300mm間隔でひずみゲージを貼付されており、各杭の頭部は鋼製の固定治具内にノンシュリンクモルタルを打設して固定した。地盤は試験杭を設置し土槽内に満水した後、鹿島砂（ $\gamma_t=1.60\text{tf/m}^3$, $\phi=36.1^\circ$ ）を入れ、水抜きする方法で作成し、載荷は水平載荷試験基準に基づいた多サイクル荷重制御方式である。図-1に実験概要を示す。

表-1 水平載荷模型実験ケース

供試体No	内 容
No. 1	単杭の水平載荷
No. 2	3本壁基礎の水平載荷
No. 3	5本壁基礎の水平載荷
No. 4	列基礎（3本列）の水平載荷
No. 5	列基礎（5本列）の水平載荷
No. 6	5本壁×2枚の水平載荷
No. 7	鋼管矢板井筒の水平載荷

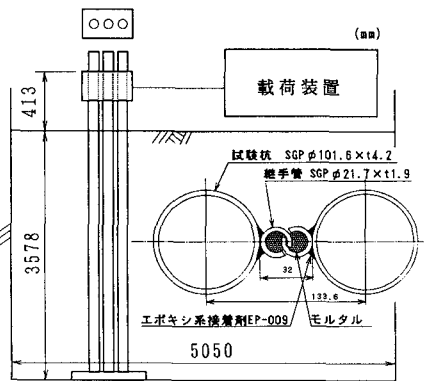


図-1 大型土槽実験の概要（No. 4）

3. 解析結果

3.1 荷重と変位

図-2は単杭および3本、5本杭基礎を壁方向と列方向に水平載荷した場合の荷重と杭の地表面上変位の関係を示したものである。杭本数が増加するにつれ、同一荷重に対する変位が小さくなっており、また壁方向に比べて列方向の方が変位が小さい。次に、地盤の非線形性により荷重が大きくなると変位の増加が著しい。図-3は3本列基礎の気中試験により得られた荷重-変位曲線から解析的に求めた継手効率である。基礎の地表変位が大きくなるにつれて、本模型の継手効率が0.8から0.3に徐々に小さくなっている。この継手効率を解析に用いた。

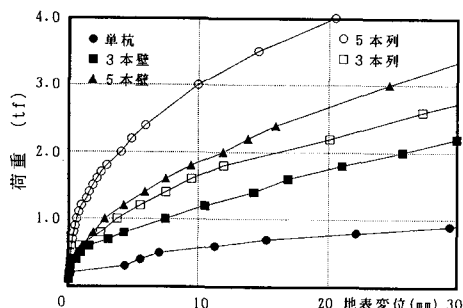


図-2 荷重-地表変位図

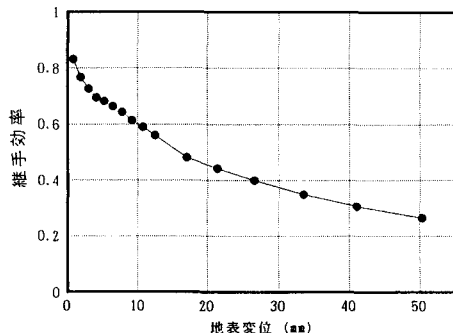


図-3 継手効率-地表変位

3.2 壁方向の水平載荷

地盤反力ばねの算定はchangの方法を用いた。この場合の基礎の境界条件としては杭頭自由とし、杭下端は固定とヒンジの両方で解析した。壁方向載荷では両者の違いはあまり見られなかった。各ステップの載荷荷重時における地表面変位

が実験値と一致する水平地盤ばね定数を解析的に求めた。図-4にこの結果を示す。単杭に比べて3本および5本杭基礎の地盤ばね定数は小さくなっている。この理由としては、単杭の場合には杭の全周面地盤が抵抗しているのに対し、壁の内側にある杭では前面と後面のみで抵抗している

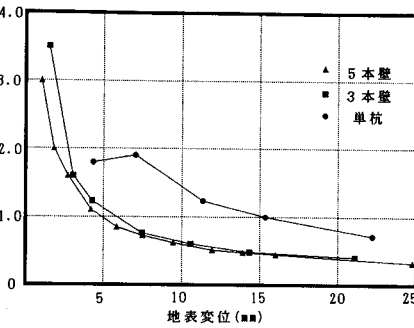


図-4 水平地盤ばね定数 k_h - 地表変位図

ためと考えられる。3本と5本壁では変位が小さい場合に3本壁の地盤ばねが多少小さくなったが、全体的にはほぼ同じと考えてよい。図-5は地表面上の変位が7~8mmにおける杭変位と曲げモーメントの深さ方向の分布を解析値と実験値と比較したものである。両者は良く一致しており、解析モデルが妥当であることを示している。

3.3 列方向の水平載荷

杭下端の境界条件は固定よりヒンジとした場合の方が変位および曲げモーメントの深さ方向分布が一致したことから解析としては下端ヒンジとした。図-6に列方向の水平載荷試験から得られた地盤反力ばね定数 k (黒印)を示す。単杭, 3本杭, 5本杭の順に地盤ばね定数が大きくなっている。この地盤ばねには水平地盤ばね定数 k_h と壁面における滑りばね定数 k_s が含まれていることになる。そこで図-4で得られた(3, 5本壁)の k_h をこれらの値から差し引くことにより側面に働くせん断地盤ばねを求めると、杭本数に関係なくほぼ一定の曲線を得た。このことは列方向には杭側面のせん断力が作用しており、このせん断ばね定数は水平変位が同じであれば面積に関係なくほぼ一定値であることを示している。

4. まとめ

大型土槽での壁基礎と列基礎の載荷実験と解析により水平地盤ばね定数と側面に働くせん断地盤ばね定数の検討を行い、各ケースの杭挙動の相互関係を考察することができた。NO.6(5本壁×2枚)とNO.7(矩形鋼管矢板井筒)の実験結果については検討中である。

参考文献 片山, 西村, 坂本 鋼管矢板

基礎工法における最近の研究開発, 基礎工 1993. 11

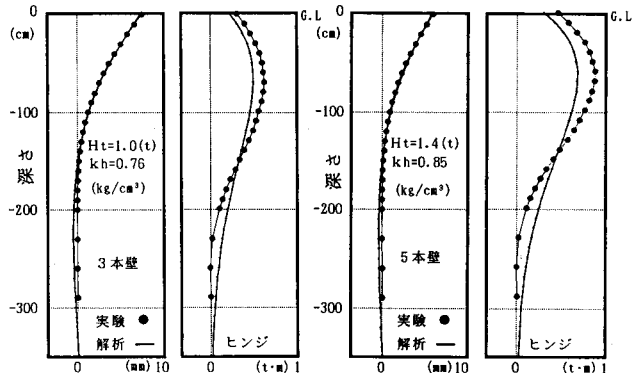


図-5 単杭, 3本壁, 5本壁の変形(mm)と曲げモーメント(t·m)

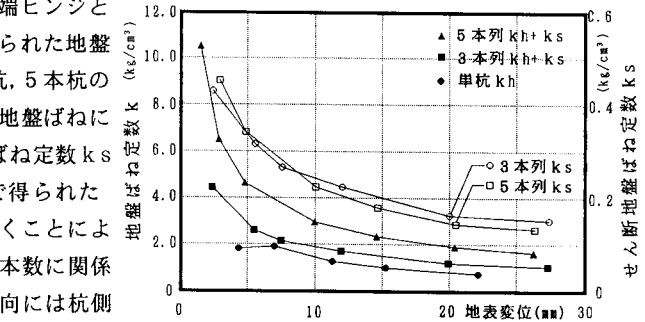


図-6 地盤ばね定数 k , せん断地盤ばね定数 k_s - 地表変位図

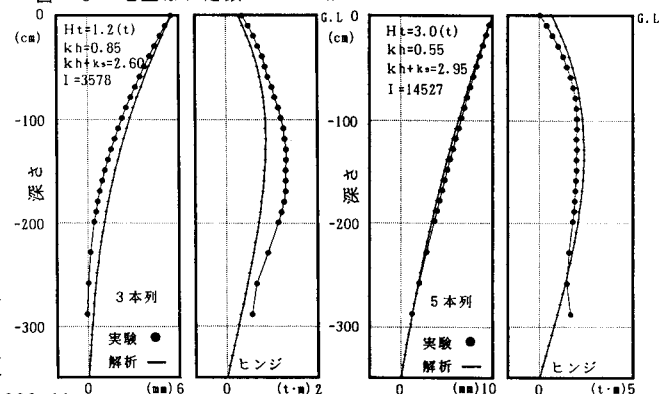


図-7 3本列, 5本列の変形(mm)と曲げモーメント(t·m)