

III-107 地中連続壁基礎に関する実験

(株)大林組技術研究所 正 斎藤 二郎
同 正 芳賀 孝成
同 ○正 上野 孝之

1. まえがき

従来から重量構造物の深い基礎として、ケーソン、井筒、杭などが用いられている。これらの基礎についてはかなりの研究および施工実績があり、比較的信頼性のある基礎形式であるといえる。近年構造物が大型になるとともに過酷な施工環境、地盤条件のもとでも基礎を築造することが要求されつつあり、このためこれらの条件に適した特殊な基礎形式が用いられるようになってきた。これらの特殊な基礎形式の一つとして地中壁を構造物の基礎に用いることを試みた。地中壁というのは、泥水工法によって地盤を壁状に掘削し、鉄筋籠を挿入して水中コンクリートを打設して、構築した鉄筋コンクリートの壁体をいい、無騒音、無振動で施工できることが、大きな長所となっている。地中連続壁基礎というのはこの地中壁を種々の形状に配列して構造物の基礎にしたものである。

本研究は、地中壁基礎の実用化を図る目的で、その第一段階として静的試験に重点を置き、基礎の静的な水平抵抗に関する室内模型実験を行なったものである。

2. 実験装置および実験方法

2.1 基礎模型の設定 模型実験を行なう場合、相似律の検討を徹底に行なわなければならないが、ここでは各模型の定性的な傾向を把握することに重点を置いたので、主として幾何学的相似条件を優先して模型の設定を行なった。使用した模型材料はメタクリル酸樹脂で、弾性係数は $2.5 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ である。1パネルの地中壁に相当するアクリル版の断面は巾8cm、厚さ0.5cmで、長さ50cmおよび100cmの二種類とし、このアクリル版8枚を図-1におけるモード1～3に示すような断面形状に配置した。ここでモード1は版を八角形状に配置し壁間を剛結したものである。モード2は壁間自由の場合で、モード3は8枚の版を放射状に配置したものである。モード4は版状のもの

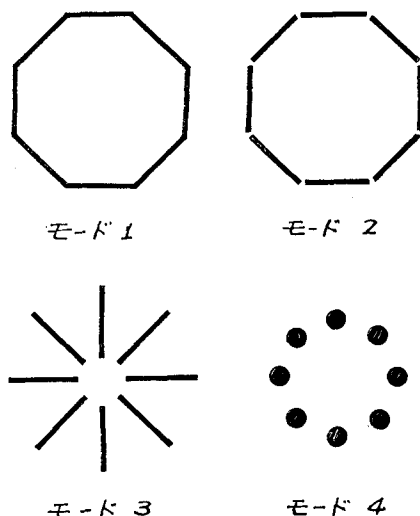


図-1 基礎形式

と比較する意味で、一本の杭の断面積を一枚の版の断面積と等しくし、版の重心の位置に配置したものである。また4つのモードの基礎の上端は厚さ3cmのアクリル版によって固定されている。試験に使用した模型は長さ50cmの場合、閉塞壁間剛結(模型1)、壁間自由(模型2)、放射状(

	モード1	モード2	モード3	モード4
版および杭の断面面積の総和 $\sum A_i$	32 cm^2	32 cm^2	32 cm^2	32 cm^2
版および杭の断面2次モーメントの総和 $\sum I_i$	85.66 cm^4	85.66 cm^4	85.66 cm^4	10.19 cm^4
中心軸の周りの断面2次モーメントの総和 $\sum (I_i + A_i y_i^2)$	1617.2 cm^4	1617.2 cm^4	682.9 cm^4	607.5 cm^4

表-1 断面係数

模型3)、杭(模型4)の4種類、および長さ100 cmの場合、杭(模型5)、閉塞壁間自由(模型6)の2種類である。この6種類の模型について水平載荷試験を行ない比較検討を行なった。なお、版にはワイヤストレンゲージを貼着け載荷時の各版のヒズミ分布を測定した。各モードの基礎を構成する各版および杭の断面横、断面で次モーメントを一覧表にして表-1に示している。

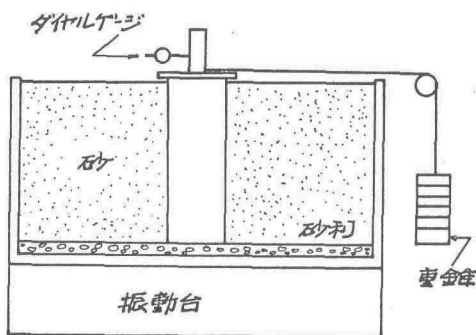


図-2 載荷装置

2.2 載荷装置 載荷装置は図-2に示すようなもので、模型地盤は振動締め固めの上に設置した砂槽(100×80×60 cm)の底部に厚さ10 cm程度に砂利を敷いて締め固め、模型壁部の天端まで砂を静かに入れて振動締めの固めを行なったものである。砂は2mmフルイを通過した乾燥砂を用い、締め固めた砂の単位体積重量は1.62 g/cm³であった。

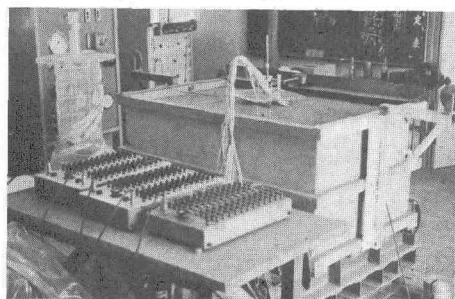


写真-1 実験状況

3. 載荷方法

静的なくりかえし水平載荷試験とし、荷重の加え方は急速な増載荷とした。なお、繰返し回数は5サイクルで、各サイクルの荷重段階は表-2に示すとおりである。実験の状況を写真1に示している。

4. 実験結果とその考察

図-3～9は基礎模型の荷重-水平変位に関する繰返し載荷試験の結果である。模型1、模型2、模型3、模型4の順に履歴面積が大きくなっていることは、壁間剛結、壁間自由、放射状、杭の

サイ クル	載 荷 重
1	0-5-10-15-10-0-(-5)-(-10)-(-15)-(-10)-(-0)
2	0-5-15-20-25-20-10-0-(-10)-(-20)-(-25)-(-20)-(-10)-(-0)
3	0-10-20-30-35-30-20-10-0-(-10)-(-20)-(-30)-(-35)-(-30)-(-20)-(-10)-(-0)
4	0-10-20-30-40-45-40-20-10-0-(-10)-(-20)-(-30)-(-40)-(-45)-(-40)-(-20)-(-10)-(-0)
5	0-10-20-30-40-50-55-40-20-10-0-(-10)-(-20)-(-30)-(-40)-(-50)-(-55)-(-40)-(-20)-(-10)-(-0)

表-2 荷 重 段 階

順序で、地盤の影響を考慮した基礎構造の剛性、すなわち土と基礎構造との一体化の傾向が強いことを示している。また図-9に示す荷重-変位曲線では、模型1、2、3、4の順序で水平変位が増加していることがわかる。ここで4つの模型について静的な水平抵抗の相対的な大きさを表わすバネ定数(水平荷重/水平変位量)について比較してみると、載荷重を35 kgとした場合、模型1:模型2:模型3:模型4 = 4.9:4.5:3.4:1となっており、上述の傾向がかなりはっきりと表われている。また図-7,8の模型5、6の繰返し曲線と $l=50$ cmの同モードの結果とを比較すると、模型の長さが長いほど水平変位量、履歴曲線は共に小さくなる傾向を示している。これは $l=50$ cmの場合の変形はほとんど剛体の回転に支配され、 $l=100$ cmの場合には変形が曲げに支配されていることを示している。図-9は6つの模型の頂部の荷重-変位の関係をまとめたものであるが、モードの差異による差がかなり明瞭に表われている。以上のことから基礎形式として、水平抵抗に関しては杭よりも版の方が有利であり、さらに版を放射状に解放して配置するよりも閉塞の状態にしたほうが土の

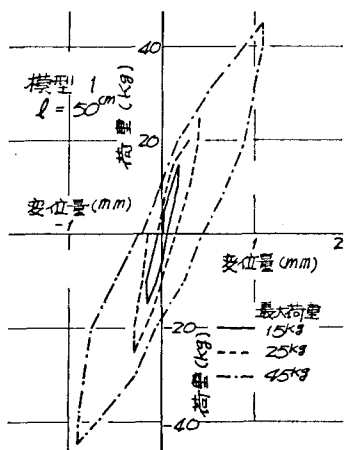


図-3 荷重-変位量

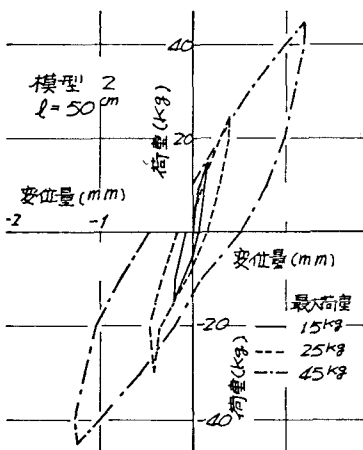


図-4 荷重-変位量

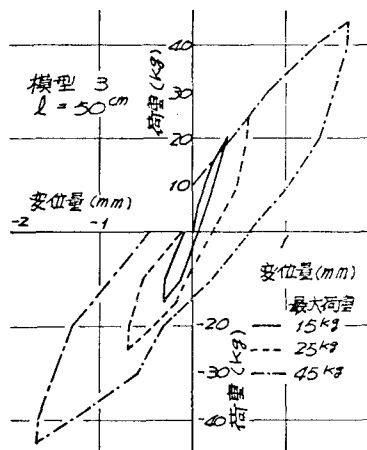


図-5 荷重-変位量

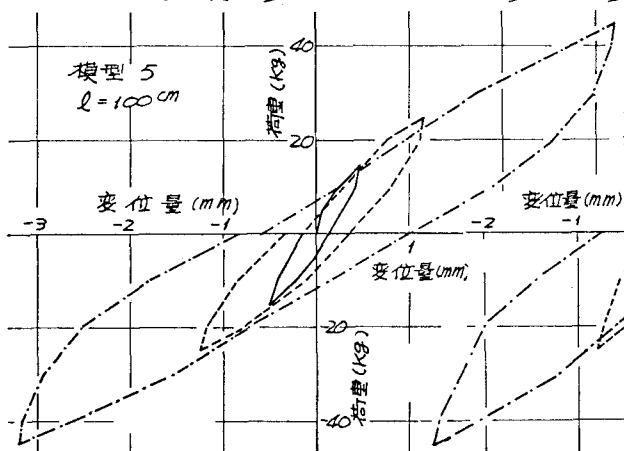


図-6 荷重-変位量

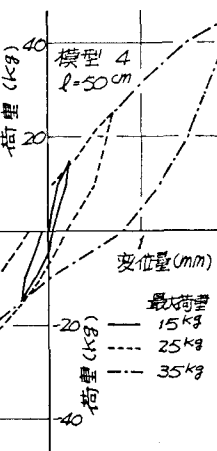


図-7 荷重-変位量

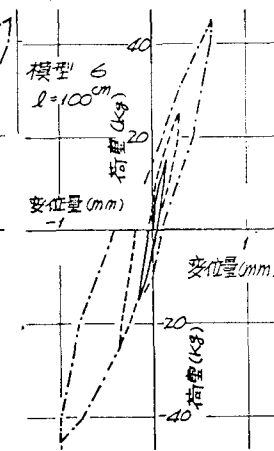


図-8 荷重-変位量

拘束条件を考えれば有利であることは当然のことと考えられる。ただここで、閉塞側の模型である模型1と模型2では壁間剛結と壁間自由であるという構造的な差が水平抵抗の差としてあまり表われていない。

模型1、2、3および6を構成する各板の水平荷重35kgにおける歪方向ヒズミ分布を図-10~17に示しているが、ここで水平変位とは逆に模型1、2、3の順にヒズミの値が小さくなっていく。また、閉塞壁間自由の場合には、圧縮ヒズミと引張ヒズミとが認められるのに対して模型1のように閉塞壁間剛結の場合には圧縮側と引張側というはっきりした区別がなく、ほとんど圧縮ヒズミだけが認められる。以上の現象は恐らく文部省荷重であるという条件と中詰工の変形条件に起因するものと考えられる。すなわち構造体が変形すると中詰工の塑性変形が生じ構造体に残留変形を生じさせることになる。したがって、載荷方向が逆になって

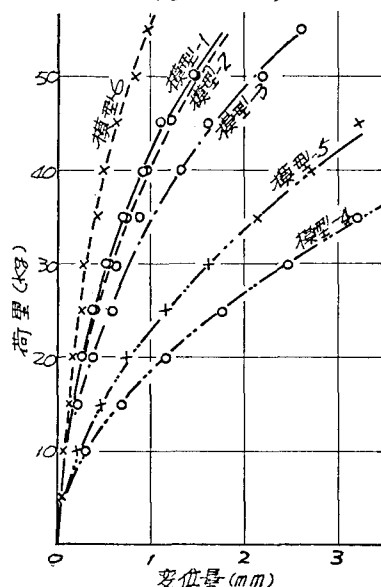


図-9 処方荷重-水平変位量

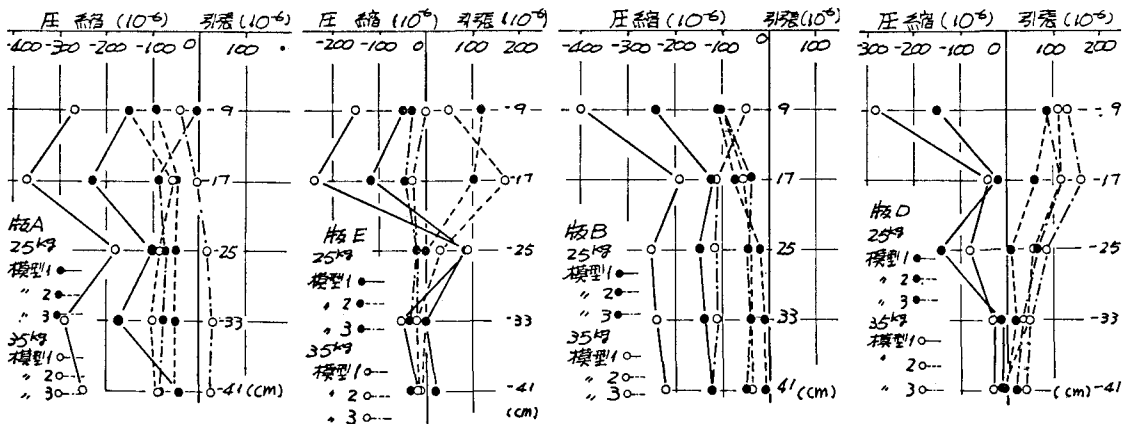


図-10 軸方向ヒズミ分布

図-11 軸方向ヒズミ分布

図-12 軸方向ヒズミ分布

図-13 軸方向ヒズミ分布

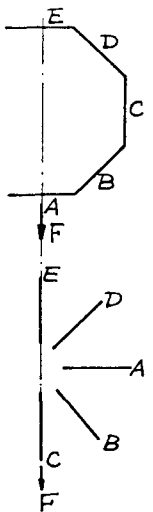
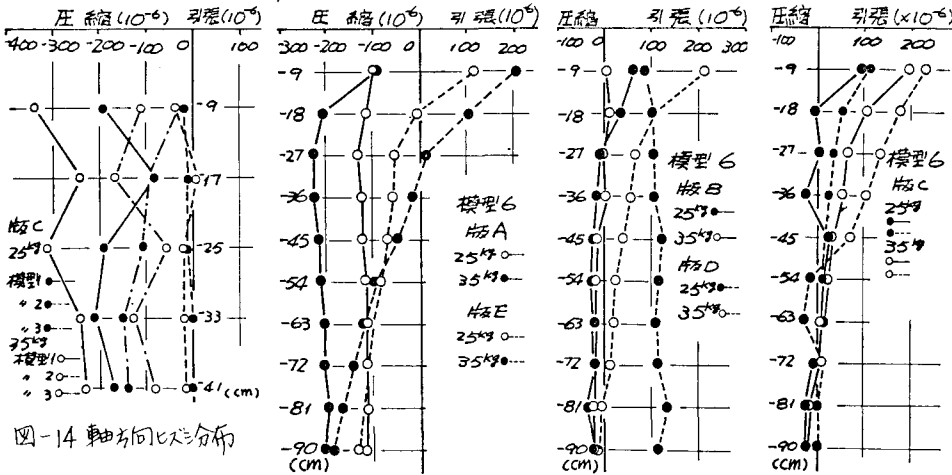


図-15 軸方向ヒズミ分布(模型6) 図-16 軸方向ヒズミ分布 図-17 軸方向ヒズミ分布

も版に圧縮ヒズミが残るためであろう。この傾向は、土の拘束条件によって異なり中詰土が閉塞された場合ほど顕著である。

5. あとがき

静的な実験だけでは地中壁基礎の有意性を判断することには無理があるが、今回の実験からは、版で構成された基礎形式は杭基礎に比べて水平抵抗に関してはかなり有利であるといえる。また版の配置からみると地盤の影響を考慮した基礎構造の剛性は版を解放型に配置したものよりも閉塞型にしたもののほうが高いといえる。さらに閉塞型の壁間剛結と壁間自由の模型を水平変位および履歴面積について比較した場合、あまり差が認められなかった。これに対しては版周辺の土が版相互を結合させるような役目を果たしているということと、模型地盤に比して基礎模型の剛性が高く、変位が基礎模型の回転に支配されているということの二つの理由が考えられる。

今後の課題として地中壁基礎は、加力方向によって個々の版の挙動が異なるので版の断面算定を行なうには各版に対する荷重分担および変形特性を解明しなければならない。また静的な特性だけでなく動的な特性も明らかにして地中壁基礎を総合的に評価すべきであろう。