

（株）大林組技術研究所 正員○後藤 洋三

正員 上野 孝之

1. はじめに

地中連続壁井筒基礎（以下、WFと略す）は、土留壁としてしばしば用いられている場所打コンクリート地中壁を井筒状に構築して橋梁等の基礎としたもので、杭基礎とケーソン基礎の中間的性質を有すると考えられるが、その振動特性は充分に解明されていない。著者等はWFの耐震特性を把握するため、地盤—基礎連成系の模型実験と理論解析を行ってきた。既に前報でその一部を報告しているが、この報告では前報で明らかになった問題点を改善して新たに実施した模型実験について述べる。

2. 模型について

WFと群杭基礎の比較を行うため、2種の模型基礎を作成した（図-1）。群杭模型の杭本数と断面積を、設計上の鉛直支持力がWFと等しくなるように定めている。模型材料には比較的弾性に富むシリコンゴムを使用し、金属粉を混合して弾性係数と比重の調整を行なった。

模型地盤の材料にはアクリルアミドゲルを使用し、原液の濃度と増粘材の添加量によって弾性係数と減衰を調整した。模型地盤を支持層（5cm）と表層（20cm）の2層構成とし、側面をゴムメンブレンで作成した円形実験槽内に設置した。側面にゴム幕を使用したのは境界における反射波を低減させるためであり、円形としたのは境界条件を単純化するためである。円型実験槽の中心に基礎模型を設置し、基礎下端が支持層に1cm貫入した状態で保持されるようにした（図-2）。

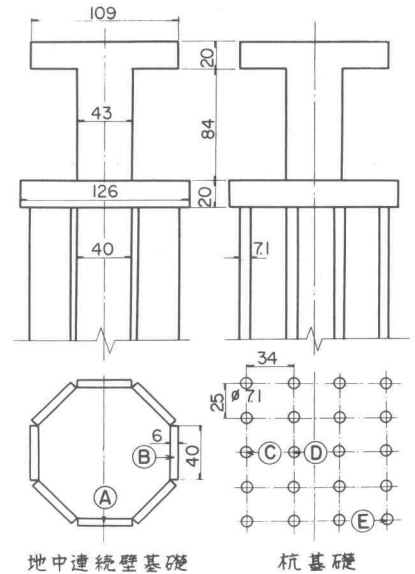
模型の相似率は地盤をセン断振動系、基礎を曲げ振動系と考えて決定している。すなわち、空間縮尺は1/100、時間縮尺は1/2.8、密度の縮尺は1/1.6、弾性係数の縮尺は1/2000である。ただし、基礎杭の弾性係数は製作の都合上相似率で定められる値の1.5から3倍となっている。また、材料の特性から地盤のポアソン比は約0.5に限定される。

3. 実験方法

それぞれの模型について次の4項目の実験を行なった。

- 1) 基礎のみについて下端を完全固定し水平载荷を行う実験。
- 2) 模型地盤中に設置した基礎の頂部に水平载荷を行う実験。
- 3) 上記連成系基礎の頂部に加振器を取り付け加振する実験。
- 4) 実験槽を振動台に乗せて模型地盤の下部から加振する実験。

主たる測定項目は基礎の変位と地中壁および杭の歪である。変位の測定には非接触の光学的変位計を使用した。歪の測定には通常のポリエステル箔ゲージを使用した。シリコンゴムの実歪と計測歪は一致しないため、あらかじめ単一の杭について引張り試験を行



地中連続壁基礎 杭基礎
図-1 模型基礎

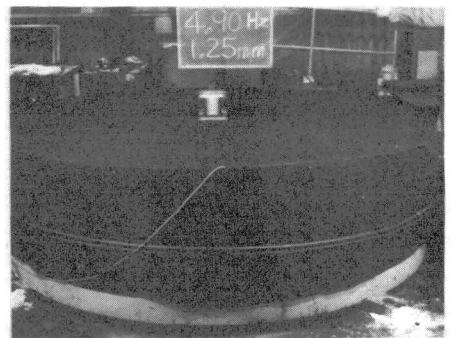


図-2 円型模型地盤

	基礎の弾性係数 E (Kg/cm ²)	断面積の総和 ΣAi (cm ²)	断面2次モーメントの総和 ΣIi (cm ⁴)	重心軸に関する断面2次モーメントの総和 ΣAi yi ² (cm ⁴)	基盤層の弾性変位速度 Vs1 (cm/sec)	地盤の弾性変位速度 Vs2 (cm/sec)
地中連続壁基礎	326	19.2	1309	245.21	856.	290.
杭基礎	675	7.9	0.25	113.21	833.	273.

表-1 模型の諸元

ない補正した。補正倍率は3.2～5.3となった。また、模型地盤の弾性定数と減衰定数を求めるため、地盤作成時に採取したテストピースについて、別途に振動実験を行った。

4. 実験結果

製作した模型基礎と地盤の諸元を表-1に示している。表層地盤の減衰定数はWFの場合3.2%（セン断型共振, 7.3 Hz）、杭基礎の場合4.6%（同, 6.8 Hz）であった。

図-3は静的な水平載荷試験の結果を示している。基礎自体の水平剛性が比較できる下端固定の試験結果によると、WFの剛性は杭基礎の約10倍である。基礎地盤連成系の載荷試験結果ではWFの剛性は杭基礎の約1.5倍となるが、変形が大きくなって剥離等の非線型現象が生じると剛性差は大きくなる傾向を示す。

図-4は振動台に正弦波を入力した場合のFootingの応答曲線を示している。同図の横軸は表層のセン断波速度 V_s と層厚 H で無次元化されている。1次共振点は地盤の共振によるもので、2次および3次共振点は実験槽の幾何学的形状に起因する地盤の高次振動に基礎の振動が連成したものと考えられる。WFと杭基礎の応答倍率は1次共振点でほぼ同一であるが、高い振動数ではWFの方がやや小さい。地盤の減衰が同一条件であれば1次共振点における応答倍率もWFの方が小さくと思われる。

図-5は1次共振点における模型基礎の歪振巾を示している。曲げ歪は杭基礎の方が大きく、軸歪はWFの方が大きい。すなわち、WFの変形は剛体的でロッキングの特徴が現われ、杭基礎の変形ではスウェイが卓越している。したがって、地盤との連成系におけるWFの剛性には支持層の剛性が大きく関与すると思われる。

図-6は基礎頂部を加振した場合の共振曲線である。横軸は図-4と同じ無次元軸であり、縦軸は単位加振力当りの変位に表層地盤の弾性定数 G と層厚 H をかけて無次元化されている。1次共振点が図-4よりやや小さいのは加振器の自重が影響したためと思われる。WFと杭基礎を比較すると、比較的低振動数領域ではWFの応答が小さく、基礎の剛性差の影響をみることができる。高い振動数領域ではWFの応答が杭基礎より大きくなる部分があるが、地盤の減衰が同一条件でないため、一般的な傾向とみなすことはできない。

5. むすび

地盤一構造物連成系の模型振動実験におけるひとつの課題は周辺境界の影響をいかに除去するかにある。この報告で述べた実験手法にはさらに改善の余地があり、この課題を解決しようと思われる。一方、WFの長所を生かすためには硬い地盤にまで根入れすべきことが今回の実験結果から指適されるが、杭基礎との比較においてより一般的な結論を下すためには数値シミュレーション等による解析的な検討が必要である。

参考文献 1) 後藤, 上野 「地中連続壁井筒基礎の動的特性について」 土木学会第31回年次学術講演会講演概要集 I-263, P-452

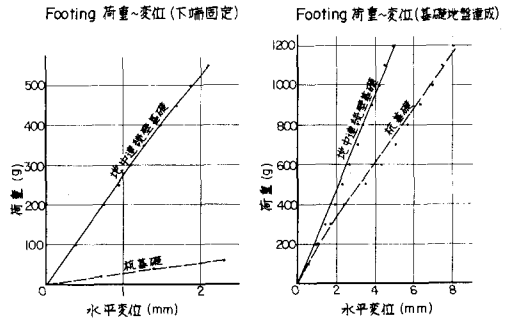


図-3 静的載荷試験結果

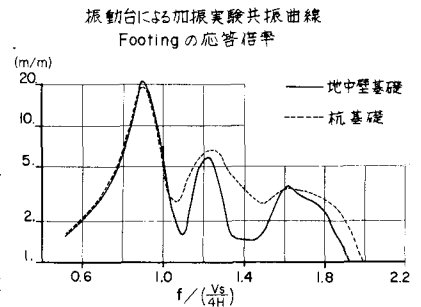


図-4 共振曲線

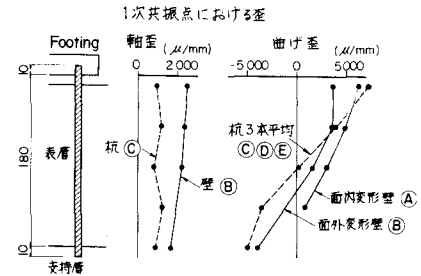


図-5 歪分布

橋脚上加振実験共振曲線
Footingの応答

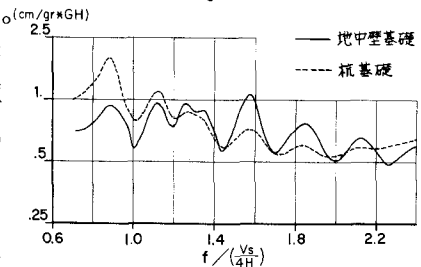


図-6 共振曲線