

鋼管矢板井筒基礎の動的模型試験

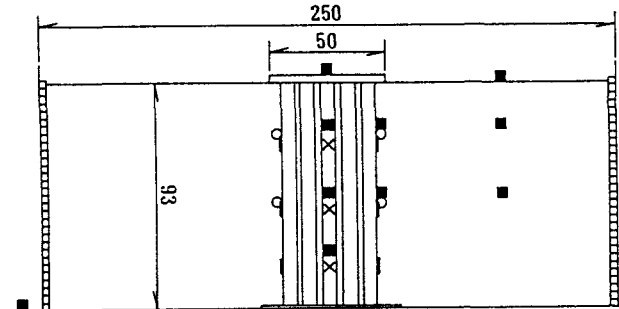
九州大学工学部	学	○松元 剛人	学	南部 俊彦
九州大学工学部	正	鳥野 清	正	堤 一
鋼管杭協会	正	森川 孝義	正	加藤 敏

1. はじめに

鋼管矢板井筒基礎に対する静力学的性質はかなり明らかとなっているが、動的挙動については試験例も少なく明確でない点も多い。本研究では鋼管矢板井筒基礎の耐震設計法確立のための基礎資料を得るため、模型による振動試験を行った。

2. 概略

実験には図-1に示すような矩型の模型を用いた。管部に半径30mm厚さ2mm、継手部には半径9mm厚さ2.5mmの塩化ビニールパイプを用い、継手部にはシリコン系の接着剤を使用した。頂板には重量130kgfの鉄板、平均粒径1mmの硅砂で模型地盤を作成した。試験は模型本体の振動特性、井筒内部の土および地盤の影響等を明らかにするため表-1に示す各CASE毎に試験を行った。図-1に示す測点で模型の応答加速度、曲げおよびせん断ひずみ、井筒内部土と地盤の応答加速度、井筒内部と外部に作用する土圧を測定した。加振方法としては振動台を振動させる下部加振、小型起振機による上部加振の2種類行った。



■ 応答加速度 ○ 土圧 × せん断応力 | 曲げ応力

図-1 模型 (単位cm)

表-1 試験CASE

内部砂有無	気中試験				砂箱試験			
	内部砂無		内部砂あり		内部砂無		内部砂あり	
加振方向	下部	上部	下部	上部	下部	上部	下部	上部
CASE	1-1	1-2	1-3	1-4	2-1	2-2	2-3	2-4

3. 実験結果

表-2に示すようにCASE1-1では、入力が大きくなるに従って固有振動数が低くなることが確認された。これは継手部分の非線形性によるものと思われる。CASE1-3およびCASE1-4においては、CASE1-1に比べて固有振動数が上昇している。これは井筒内部の土が基礎に対する付加質量として作用しているだけでなく、井筒基礎部分の剛性を高める効果があるためだと思われる。また、CASE1-1に比べて応答加速度も大きくなっている。

表-2 模型の固有振動数

	CASE1-1			CASE1-2	CASE1-3	CASE1-4
入力	30gal	50gal	70gal	12kgf	50gal	20kgf
固有振動数	11.9Hz	10.9Hz	10.2Hz	10.1Hz	13.3Hz	13.8Hz
応答加速度	142gal	230gal	326gal	432gal	339gal	470gal

図-2にCASE2-1、CASE2-2の共振曲線を示す。CASE2-1における模型天端の固有振動数と地盤の固有振動数はほぼ一致していることがわかる。一方、CASE2-2ではCASE2-1と全く異なった応答特性を示している。図中の33Hz付近の応答は振動台テーブルの固有振動数であり、振動台を仮固定した場合に固有振動数が高くなること、および振動台と地盤とが全く同じ応答をしていることから確認された。小型起振機の性能上の制約により40Hz以上の加振は行えなかったが、模型本体の固有振動数は40Hzより少し高いところにあるものと予想される。図-3に示すCASE2-3、CASE2-4の共振曲線においても図-2と全く同様な傾向が見られることから、模型-地盤系全体を加振（下部加振）した場合には、井筒内部土の有無に関係なく模型は地盤の卓越周期により強制振動されていることがわかる。一方、模型天端を加振した場合には地盤の卓越周期とは無関係

に、模型本体の固有振動数が存在するものと考えられる。鋼管矢板井筒基礎の耐震設計を考える場合は地盤全体が振動することから、CASE2-3に相当し、井筒基礎と地盤の全体系の応答を考えねばならないことを示している。

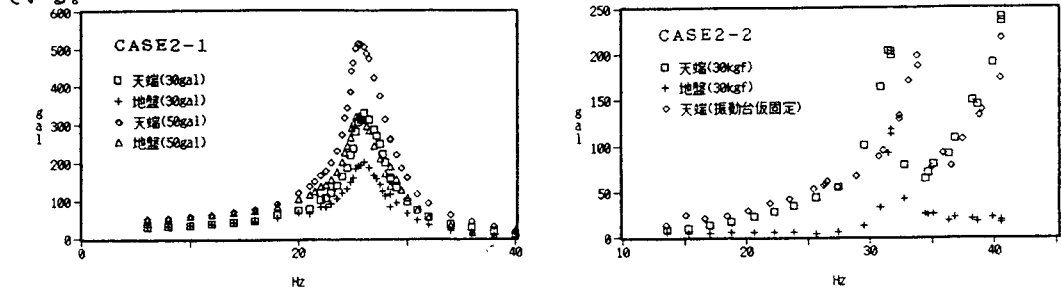


図-2 共振曲線（井筒内部土無し）

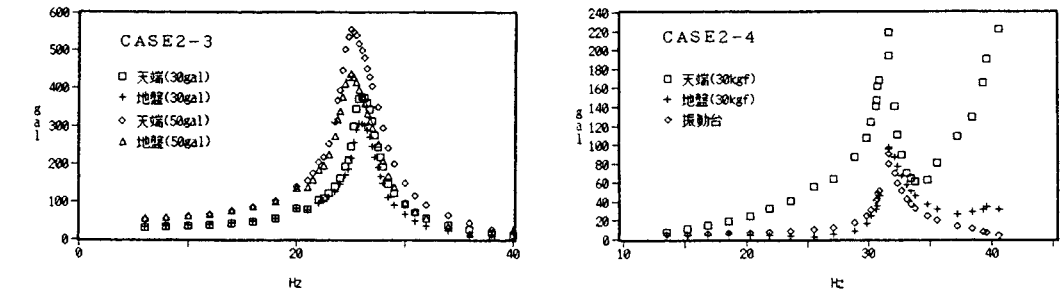


図-3 共振曲線（井筒内部土有り）

図-4に井筒内・外側に作用する土圧と地盤の加速度を示す。この場合、CASE2-1とCASE2-3において模型天端の応答加速度が1割程度異なっていたことから、平均値350galに換算を行っている。井筒内部の応答加速度は地盤より多少小さいが、ほぼ同じモードで振動しており、表層に近いほど値は大きい。一方、土圧も同様に表層に近くなるほど大きくなり、CASE2-3の井筒外側の土圧はCASE2-1の外側の土圧にCASE2-3の内側の土圧を加えたものにほぼ等しい。つまり、CASE2-3に示す井筒内部の土圧が慣性力として作用していると考えることができる。この値は井筒内部の土の慣性力から計算した値の約30%程度であり、しかも深さ方向で慣性力の値が異なっており、井筒内部の土を全て慣性力とする必要はないものと考えられる。

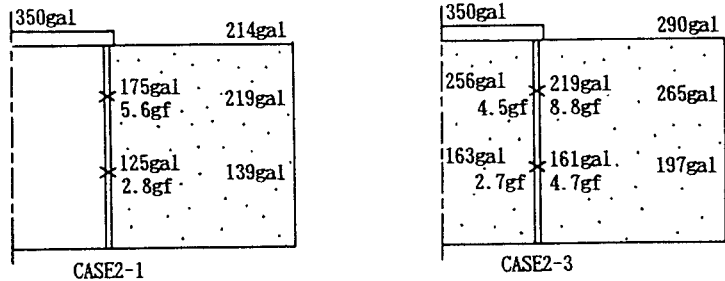


図-4 井筒内外の土圧と応答加速度（入力30gal）

4. 結果

以上の実験結果より、地中における鋼管矢板井筒基礎は下部加振の場合と上部加振の場合ではその動的挙動が異なっており、鋼管矢板井筒基礎の耐震設計においては地盤をばねとして評価するのではなく、地盤-基礎系の振動を考えなければならないと思われる。今後、鋼管矢板井筒基礎と地盤の相似率の違いによる影響等の検証を行う予定である。