

鋼管矢板井筒基礎の動的模型試験（その2）

九州大学工学部

学生員

○松元 剛人

九州大学工学部

正会員

堤 一

九州共立大学工学部

正会員

鳥野 清

鋼管杭協会

正会員

森川 孝義

1. はじめに

近年、鋼管矢板井筒基礎は斜張橋主塔基礎等に使用され、井筒深さや断面が大型化しているが、基礎構造物の巨大化に伴い、その動的挙動を明らかにすることが望まれている。本研究は、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ものである。

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24.3mm厚さ3.2mm、継手部には半径6.9mm厚さ2.3mmの鋼管を用い、継手部にはモルタルを充填している。頂板には重量150kgfの鉄板を用い、平均粒径1mmの珪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。またCASE4におい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通りの加振方法で同様の測定を行った。

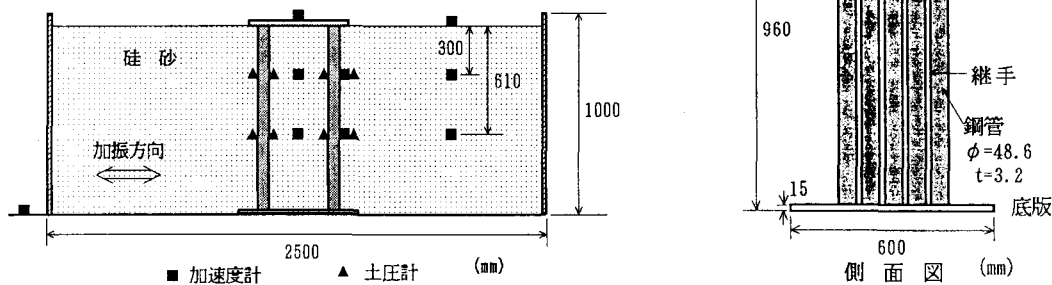


図-1 模型概要と測点(CASE4)

表-1 試験CASE

	気中試験		砂箱試験	
	無	有	無	有
内部砂有無	無	有	無	有
加振位置	上部	上部	上部	上部 下部
CASE	1	2	3	4-1 4-2

表-2 模型の固有振動数

	CASE1		CASE2	
入力 (gal)	15	30	15	30
固有振動数 (Hz)	31.1	30.8	29.1	28.9
応答加速度 (gal)	757	1375	767	1270

3. 実験結果

表-2に示すようにCASE1では、入力の上昇に伴って固有振動数が低下することが確認された。これは模型継手部分の非線形性によるものと思われる。CASE2においては、CASE1に比べて固有振動数が低下しているが、これは内部の砂が基礎に対する付加質量として作用しているためと思われる。

図-2にCASE3、図-3にCASE4-1の共振曲線を示す。両者とも、地盤の固有振動数で模型天端が大きく振動している。これは模型が地盤の固有振動数により強制振動されているためであると思われる。また、この模型では頂板重量が大きく、かつ地表面上に出ているために、その慣性力が影響して、模型天端の応答加速度が地盤に比べてかなり大きくなっている。

図-4にCASE4-2の共振曲線を示す。この場合、地盤の固有振動数である25Hz近傍では全くピークは見られず、振動数の上昇に伴って、模型の応答加速度が増加している。今回の実験では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、曲線の形状から判断してこの場合の固有振動数は40Hzより少し高いところにあるものと考えられる。この応答特性はCASE3、CASE4-1とは全く異なったものとなっている。

CASE4-1、CASE4-2の結果から、模型天端を加振した場合には振動台で模型-地盤系全体を加振した場合と異なり、地盤の固有振動数とは無関係に、模型本体の固有振動数が存在するものと考えられる。これは地盤をばねに置換した振動系であると考えられるが、鋼管矢板井筒基礎の耐震設計を考える場合には地盤全体が振動することから、今回の実験のCASE4-1に相当するために、井筒基礎-地盤の全体系を考えねば成らないことを示している。

図-5にCASE3、CASE4-1それぞれの共振点における井筒内・外側に作用する土圧と地盤の加速度を示す。井筒内壁に作用する土圧は、内部土の応答加速度から算出される慣性力にはほぼ等しくなっている。また外壁に作用する土圧ともほぼ等しくなっている。ただし、この傾向は模型と地盤の剛性の違い、あるいは模型の寸法効果等によって変化するものと思われるため、今後の検討が必要であろう。

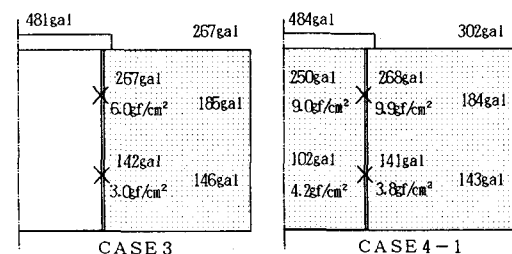


図-5 土圧・加速度分布

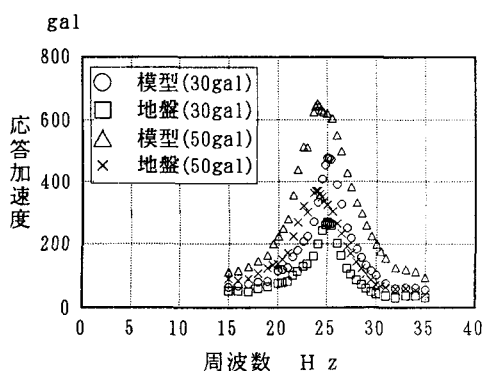


図-2 CASE3の共振曲線

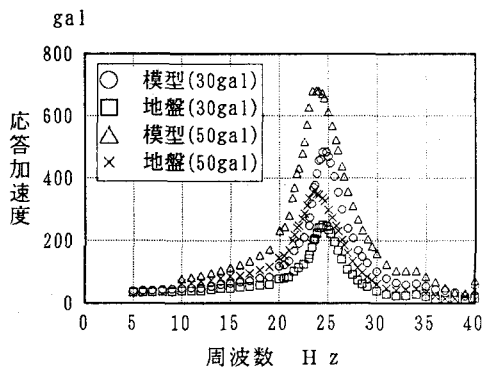


図-3 CASE4-1の共振曲線

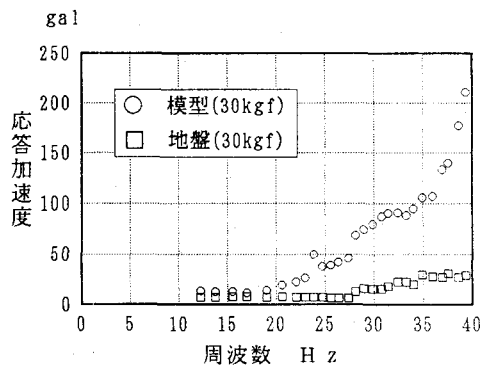


図-4 CASE4-2の共振曲線

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動解析においては地盤をばねとして評価するのではなく、井筒基礎-地盤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検証等を行う予定である。

<参考文献>

- 鳥野 他、鋼管矢板井筒基礎の動特性に関する実験的研究、構造工学論文集 Vol.39A、1993
- 松本 他、大和川橋梁下部工の設計、施工、橋梁と基礎、1979
- 福岡 他、大和川橋梁の振動実験、橋梁と基礎、1984