

九州大学 工学部 正員 小坪 清真
九州大学 工学部 学生員 鳥野 清
九州工業大学 正員 高西 照彦
九州工業大学 学生員 坪根 康雄

1. まえがき 近年、軟弱地盤中に築造された杭基礎構造物に対する耐震設計法の確立が強く要請されており、各方面においてそのための基礎的研究がいろいろ行われている。本論文は軟弱地盤中に築造された杭基礎構造物の耐震設計に関する基礎的資料を得るために、昭和46年7月に某鉱石整粒工場に対して振動試験を行い、その結果を理論的解析結果と比較検討したものである。

2. 振動試験の概要

本振動試験においては図-1に示すような杭基礎構造物に対して、起振機を用いて構造物の短手方向と長手方向の水平振動試験及び上下方向の振動試験を行って、それぞれの場合に対する共振曲線を求め、同時に構造物各角の動きを計測して振動時の変形をも求めた。

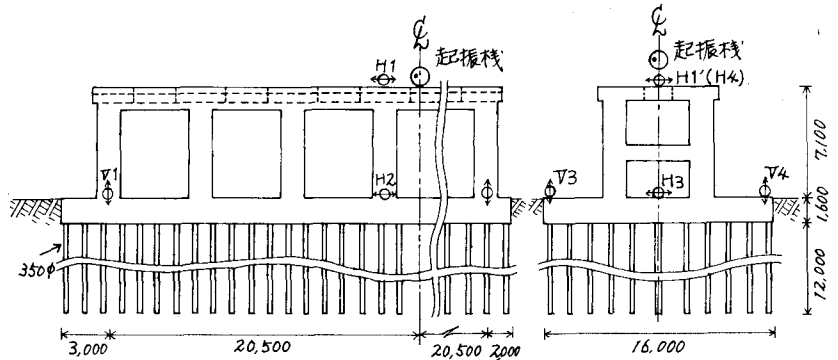


図-1 杭基礎構造物

め、同時に構造物各角の動きを計測して振動時の変形をも求めた。

地震時大振巾の場合の本構造物の振動性状は、本試験のような微小振動の場合のそれとは多少異なると考えられるが、本試験に用いた起振機によって地震時振巾に匹敵する大振巾を発生させることは困難であり、したがって本試験においては微小振動における振動性状の把握をその目的とした。

軟弱地盤中に築造された杭基礎構造物が地震時にどのような動きをするかを推定するためには、まずオ1にこれを適当な振動系にモデル化することが必要である。本論文においては本構造物に対してそれぞれ互に異なる、3のモデルを考へて、その各場合について理論的共振曲線を求めた。さて、そのとき、これを実際に測定して求めた本構造物の共振曲線と比較してよく合う共振曲線をもつモデルをもって本構造物の地震応答解析用モデルとして採用するのが妥当であろう。本論文では共振曲線から見た本構造物に対する振動モデルの妥当性及びその問題点について若干の考察を行った。

3. 使用機器 起振機は自重700kg、最大起振力は3000kg ($f > 10\%$)、電磁式速度計(固有振動数1%, 感度200t/kine)上下動用3台、水平動用3台、ローパスフィルター(0~12%), 直流増幅器, フォトコーダー, 較正用発振器(10%)各1台である。図-1に起振機据付点及び速度計設置点を示した。図中○, ⊕, ⊙はそれぞれ起振機, 水平及び上下動速度計を表わす。

4. 振動試験結果 図-2は起振力を500kg(一定)と仮定した時の測点H1における変位の共振

曲線である。図中・印は長手方向，×印は短手方向水平加振，○印は上下方向加振に対する測定値を示す。図-3に起振力500kg，回転数4.25%における長手方向及び短手方向加振時の構造物の各点の動的変位の最大値を示した。

5. 理論的研究との比較 本論文では，まず長手方向加振の場合を取上げた。この場合，長手方向の長さ比べて杭の長さが短かいので，本構造物は長手方向には全体としてせん断振動をしていると考えてもよいと思われる。

図-1にボス杭基礎構造物の長手方向振動のモデルとして，図-4に示すように3種類の多質点系モデルを考えた。

図-4に示す各モデルについては，(1) 本構造物は通常，簡単にはモデルNO.1に示すように基礎杭頭でバネ支持された振動系と考えて振動解析がおされる(2) 本構造物は，深さ60m，N値5程度の軟弱地盤上に築造されており，基礎杭の長さ12mと比較的短かく，直径35cmのコンクリート杭が0.58本/m²の割合で打設されているので，モデルNO.2では杭基礎まで含めてこれを単一の構造物と考えてモデル化した。すなわち，杭基礎部分を杭とそれを取巻く土とを一体と考えた場合の見掛けのせん断強さをもつ構造物とみなす(3) モデルNO.3はモデルNO.2で杭基礎部分の質点数を1とした場合である。

図-4において，バネ定数 k_1 はコンクリート柱の曲げ剛さから求めた。 k_2, k_4, k_6 は地盤の水平及びせん断バネのバネ定数を表わし，周辺地盤のN値から推定した。 k_3 は柱頭におけるバネ定数を示す。 k_5 は杭とその周囲の土との合成された構造物としてのせん断強さの推定値から導いた。減衰係数 C_1 はコンクリートの減衰係数である。 C_2, C_4, C_6 は k_2, k_4, k_6 によって1サイクル当り消費されるエネルギーが地盤を伝って逸散するエネルギーに等しくなるように定めた。 C_3 は柱頭での減衰係数， C_5 は杭とその周囲の土との合成された構造物の減衰係数である。バネ定数及び減衰係数の推定については理論的にも実験的にも現在未解決の問題点が多いので，本論文ではこれらの値を上記の推定値のまわりでいろいろ変えてそれぞれ共振曲線を求めた。

図-4の実線はモデルNO.2に対する共振曲線を示す。・印の測定値と比較的よく合っているといえよう。モデルNO.1についてはここにその共振曲線を示さなかつたが， k, C の値をいろいろ変えて計算しても図-2の測定値によく合う曲線は得られなかつた。モデルNO.3についてはモデルNO.2とあまり大きな差はなかつた。結局，杭基礎の部分も構造物の1部と考えて解析すべきだといえよう。

図-4の実線はモデルNO.2に対する共振曲線を示す。・印の測定値と比較的よく合っているといえよう。モデルNO.1についてはここにその共振曲線を示さなかつたが， k, C の値をいろいろ変えて計算しても図-2の測定値によく合う曲線は得られなかつた。モデルNO.3についてはモデルNO.2とあまり大きな差はなかつた。結局，杭基礎の部分も構造物の1部と考えて解析すべきだといえよう。

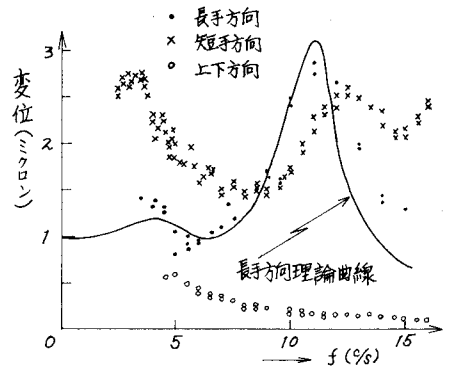


図-2 共振曲線(起振力500kgに換算)

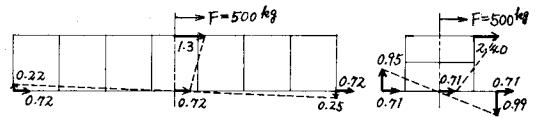


図-3 構造物の動的変位(単位mm)

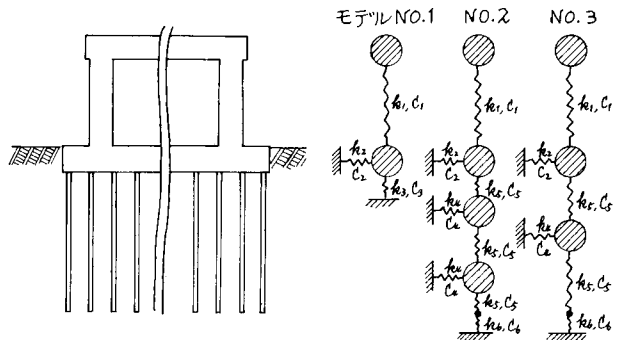


図-4 杭基礎構造物の振動モデル