

国士舘大学 正会員 小野 勇
 同上 正会員 菊田 征勇
 東京電機大学 正会員 松井 邦人

1. まえがき 一般的に重心と剛心が一致している構造物では、地震波が入力した際にねじり振動は生じない。しかし、重心と剛心が一致している構造物でも、地震波が斜め入力すると、ねじり振動が誘発される。また、橋脚などの構造物では橋軸方向や橋軸直角方向の耐振性を検討する場合、ねじりの耐震性も検討する必要がある。

以上のようなことから、構造物のねじり振動特性を把握する必要があると思われる。また、構造物の耐振性を検討する方法の1つに、竣工した構造物の直接加振実験を実施し、構造物の固有振動数、減衰定数、ばね定数等を評価する方法がある。本研究はこれに類似したもので、地中に埋設された剛体基礎の直接加振の応答と、外部から剛体基礎に振動が入力した際の応答を、比較検討したものである。

2. 実験概要 1) **直接加振実験** 剛体基礎は断面形状の異なる2ケースについて実施した。図1に供試体概要を示す。剛体基礎の断面は2m×2mの正方形断面と、直径が2mの円形断面の2ケースで、深さはともに3mである。それぞれの基礎上部にねじり加振用の起振機を設置し、加振実験を実施した。応答の評価は、単位起振力当たりのねじり振幅として表した。2) **外部加振実験** 図2に外部加振実験の概要を示す。剛体基礎は直接加振実験と同じものである。本来ならば地震波を想定しランダム波の入力を実施すべきであるが、適当な震源が得られないので水平加振用の起振機を6m、および12mの地点に埋設し、正弦波加振を実施した。この実験では、地震波の斜め入射を想定し、起振機の埋設深さをかえて矩形断面と円形断面のそれぞれに対して実施した。応答の評価は、剛体基礎から1mの地点に加速度計を設置し、その点と剛体との応答加速度の比として示した。地盤性状を図3に示す。この図は基礎周辺において、スウェーデン式サウンディング試験を実施した結果で、地表から7m付近までは N_{sw} が10～30程度の比較的支持力の小さな地盤であるが、深さ7m以下においては非常に強固な地盤である。

3. 実験結果および考察 1) **直接加振実験** 直接加振実験より求めた単位起振力あたりのねじり応答を、図4に示す。この図では10Hz付近までは断面形状の違いによる応答の差はあまりないが、加振振動数の上昇にともない、円形断面剛体基礎の応答が矩形断面剛体基礎よりもかなり大きくな

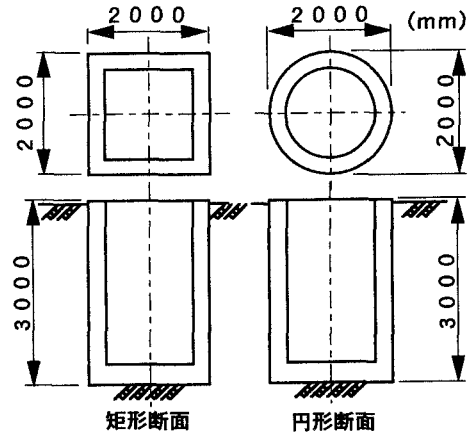


図-1 供試体概要図

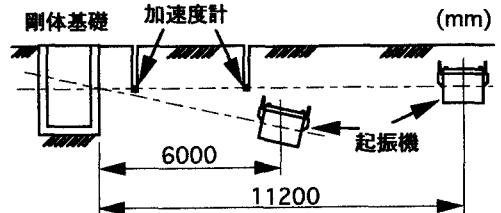


図-2 外部加振実験概要図

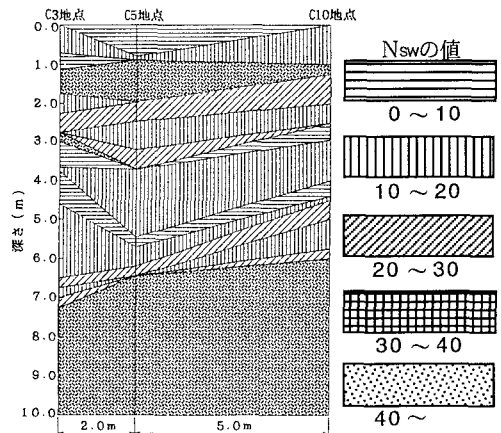


図-3 地盤性状図

っている。これは、円形基礎が周面と地盤の摩擦だけで抵抗しているのに対し、矩形基礎では土圧の影響を大きく受けているためであると思われる。2) 外部加振実験

図5に外部加振20Hzの計測波形を示す。この図はそれぞれ最大値を1としたもので、剛体1, 2の差からねじり振幅を求めた。図6に外部加振による剛体基礎の応答を示す。縦軸は剛体基礎のねじり応答を基礎から1m地点の水平加速度で除した値であり、ねじり応答倍率とした。加振距離12mのねじり応答倍率は矩形断面、円形断面ともに変動があるが、おおむね加振振動数の増加に比例している。加振距離6mのねじり応答倍率の変動は小さく、断面形状の違いによる差はあまり見られない。直接加振では基礎の断面形状の違いによる剛体基礎応答の違いは明確であったが、外部加振では明確な差はないように思われる。3) 入射角の変化 外部加振で、加振距離12mの場合は入射角が0度（剛体基礎の埋め込み深さの1/2に埋設）であり、加振距離6mの実験は入射角が15度である。入射角が15度の場合は理論的には $\cos 15^\circ$ （0.966）倍であり、わずかな振動の減少である。しかし、図6をみると各振動数において0度のねじり応答倍率は15度の場合のほぼ2倍となっており、入射角だけが影響しているとすれば、ねじり振動に入射角が大きく関与しているものと思われる。4) 水平振動との比較 外部加振による剛体基礎の水平応答の一例を図7に示す。この図は、円形基礎から6m地点における加振実験のもので、円形基礎の水平応答を基礎から1m地点の地盤応答加速度で割った応答倍率である。ねじりの応答倍率と比較すると、ねじり応答倍率は、水平応答倍率のおおむね5割程度になっている。このことから、水平振動と比較してかなり大きいねじり振動が誘発されることが分かった。

4. まとめ 1) 直接加振と外部加振ではねじり応答に違いが見られた。直接加振では矩形断面よりも円形断面の応答が大きい。外部加振ではどちらの断面形状でもおおむね同じ応答量である。2) 外部からの水平加振の場合、剛体基礎水平振動に比べかなり大きな割合のねじり振動が誘発した。

（謝辞） 本論文は、国士舘大学工学部土木工学科平成5年度卒論生藤井直君、北村哲史君の卒業論文を取りまとめたものである。ここに謝意を表します。

（参考文献）2) 高田, 小野: 剛体基礎のねじり振動の動的ばね係数に関する実験, 土木学会第47回年講第1部門, pp. 1366~1367, 1992

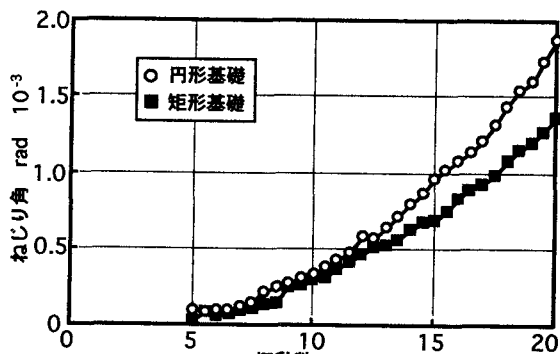


図-4 直接加振応答曲線

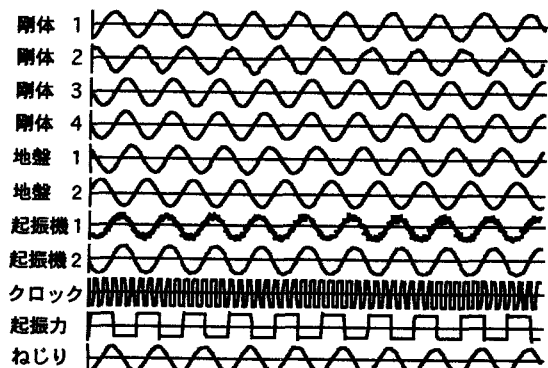


図-5 外部加振観測波形

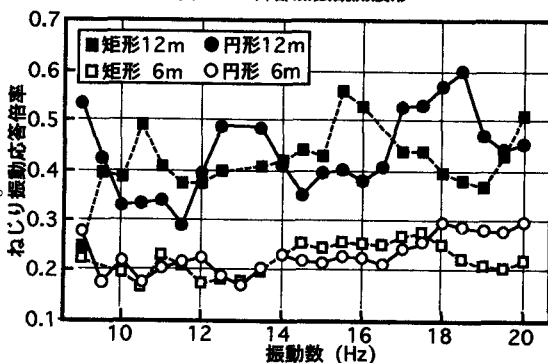


図-6 ねじり振動応答曲線

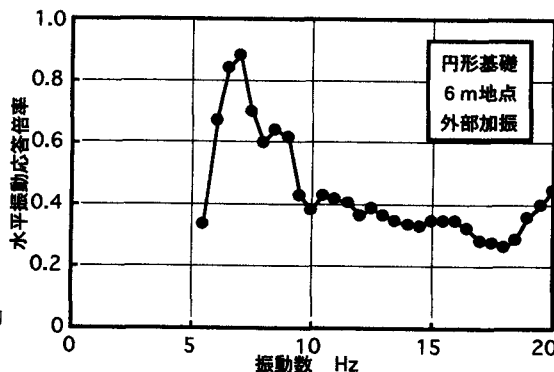


図-7 水平振動応答曲線