

国士舘大学 工学部 正会員 高田 清 美  
同 上 正会員 小野 勇

**1 まえがき** 基礎構造物と地盤の動的相互作用を考慮した動的な地盤剛性を理論的に解析することが可能となり、これまでに、数多くの研究<sup>1), 2)</sup>が報告されている。しかし、これらの理論的な解析値に対する実験的な検証例は比較的少なく、この面での研究が必要と考えられる。本研究は、基礎の根入れ深さが動的剛性に及ぼす影響を実験的に検討することを目的としたものである。結果の一部は既に報告した<sup>3), 4)</sup>。先の報文では、根入れ深さが比較的浅い場合であったのに対し、今回の報告では、断面の一边の長さに対する根入れ深さを2、3および5倍の3ケースについて実験し、検討を加えたものである。

**2 実験概要** 実験に用いた基礎模型の形状・寸法は図1と表1に示すように、断面は、一辺が50 cmの正方形で、根入れ深さHは100 cm、150 cmおよび200 cmの3タイプである。また、供試体を埋設した地盤はシルト質の粘土層で、地表面で観測したV<sub>s</sub>は約180 m/sである。

実験は加振方向と加振位置の組合せから、a) 基礎上面図心で水平加振（加振1）、b) 基礎中心より偏心させた位置で上下加振（加振2）、c) 基礎中心軸上で上下加振（加振3）の3通りである。加振力は、一軸反転式の起振機（EX-4DC）によって基礎に作用させた。加振力の振動数は20 Hzから50 Hzまで1 Hzのビッチで変化させた。基礎の振動計測には、図1に示すように加速度計4台用い、基礎底面の水平方向、鉛直方向および基礎の回転の成分を観測した。

**3 実験結果** 基礎模型の質量が小さく、実地盤であることのために、記録された加速度応答波形には周辺地盤からのノイズが若干入力されているが、ほぼ正弦波形とみなせるものである。これらの応答波形より得られた共振曲線を図2に、位相差曲線を図3に示す。図2、3ともに(a)は根入れ深さが100 cm、(b)は150 cm、(c)は200 cmの場合である。応答曲線の縦軸は単位加振力に対する加振振幅を示す。応答曲線および位相差曲線は、加振1の回転振動成分（○）と水平振動成分（□）、加振2の回転振動成分（●）と上下振動成分（△）、加振3の上下振動成分（▲）をプロットしたものである。これらの図を概観すると、応答加速度振幅および位相差とも振動数に強く依存していることがわかる。基礎の根入れ深さが深くなると、各振動成分ともに単位加振力に対する加速度振幅は抑えられることを示している。また、位相差は根入れ深さにあまり影響を受けないことを示している。このことから、根入れ深さが基礎の応答振幅に大きく影響を及ぼしていることが認められる。

以上の加速度振幅と位相差から複素剛性を算出する（詳しくは参考文献2), 3)を参照）と、回転振動の複素剛性（ $G_R$ ）を図4に、水平振動の複素剛性（ $G_H$ ）を図5に、上下振動の複素剛性（ $G_V$ ）を図6に示した。図の○、●はタイプAを、△、▲はタイプBを、□、

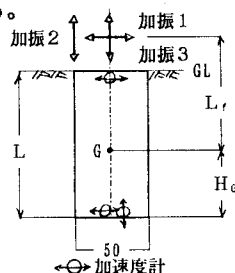


図1 基礎モデル

表1 基礎模型の諸量

| タイプ | H<br>cm | m<br>kgf·s <sup>2</sup> /cm | J <sub>0</sub><br>kgf·s <sup>2</sup> ·cm <sup>2</sup> | H <sub>0</sub><br>cm | L <sub>r</sub><br>cm |
|-----|---------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| A   | 100     | 0.502                       | 1799.2                                                | 50.0                 | 80.0                 |
| B   | 150     | 0.750                       | 5719.3                                                | 75.0                 | 96.0                 |
| C   | 200     | 1.006                       | 13663.6                                               | 100.0                | 130.7                |

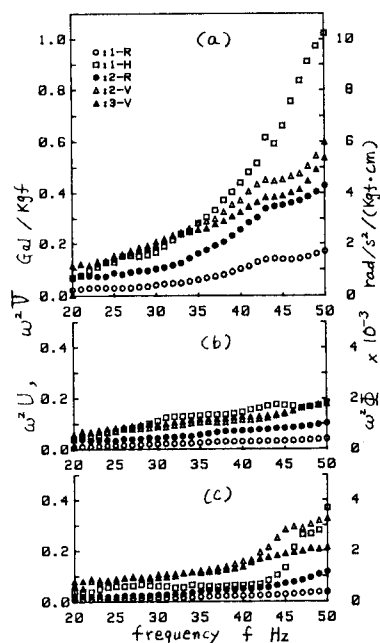


図2 共振曲線

■はタイプCの実数部と虚数部を表す。これらの3図より、複素剛性は、根入れ深さの異なる3タイプの基礎とともに、実数部は振動数が高くなるのにもなって次第に減少傾向をし、虚数部は実数部と振動数との関係とは全く反対に、振動数が高くなると増大していることがわかる。ただし、 $G_H$ の低振動数領域では、 $G_R$ や $G_U$ の振動数特性とは異なり、一連の振動数特性は見られない。今回の基礎模型のサイズとは全く異なる先の報告<sup>4)</sup>においては、ある振動数域で $G_H$ の実数部、虚数部はともに負の値となっている。

根入れ深さが複素剛性に及ぼす影響について検討する。回転振動の複素剛性 $G_R$ の実数部については、振動数が20Hzのとき、根入れ深さが100cmでは $1.4 \times 10^8$  kgf·cm/rad、150cmの場合は $5.5 \times 10^8$  kgf·cm/rad、200cmの場合は $8.8 \times 10^8$  kgf·cm/radである。これは1.5倍の根入れ深さに対して3.9倍、2倍に対して約6.3倍になっている。虚数部については、根入れ深さが100cmでは、虚数部の変化範囲が $(0.1 \sim 1.5) \times 10^8$  kgf·cm/rad、150cmでは $(0.1 \sim 4.8) \times 10^8$  kgf·cm/rad、200cmでは $(1.1 \sim 7.9) \times 10^8$  kgf·cm/radとなっている。すなわち、根入れが深くなると複素剛性も大きくなることを示しており、回転振動に対する根入れ部（表層地盤）の拘束効果によるものと考えられる。

水平振動の複素剛性 $G_H$ については、実数部と虚数部はともに、20Hz～30Hzの振動数域でバラつきがあり、明確な振動数特性を示していない。

上下振動の複素剛性 $G_U$ は、20Hzから30Hzの振動数域では根入れ深さの影響はほとんど見られない。しかし、35Hzを越えると基礎模型の違いによる振動数特性の変化がみられるが、根入れ深さとの関連性は見られないように思われる。虚数部については、根入れが150cmと200cmはほぼ同様の变化傾向を示しており、両者の差異は認められない。これに対し、100cmの場合は約1/2程度の値となっている。

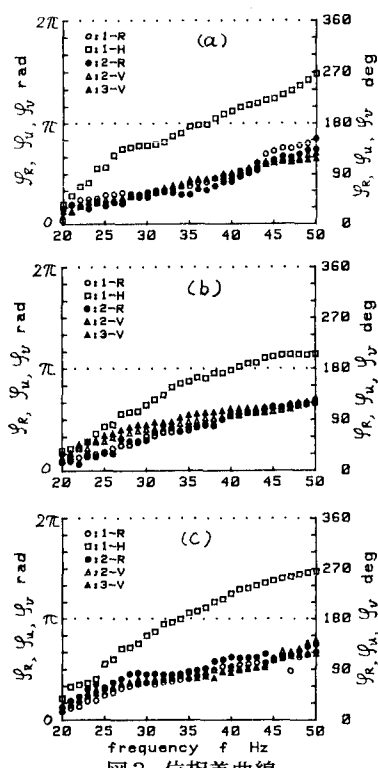
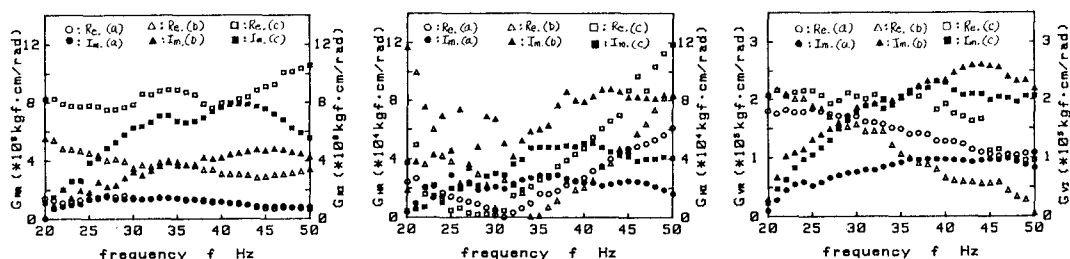


図3 位相差曲線

図4 回転振動の複素剛性 ( $G_R$ ) 図2 水平振動の複素剛性 ( $G_H$ ) 図3 上下振動の複素剛性 ( $G_U$ )

#### 4. むすび

以上の結果をまとめると次のことがいえる。

基礎の根入れ深さは、回転振動に対する影響が特に顕著であることが確認された。しかし、水平振動および上下振動に及ぼす根入れの効果はあまり期待できないものと思われる。

<参考文献> 1) Tajimi, H.; Dynamic Analysis of a Structure Embedded in an Elastic Stratum, Proc. of the 4th W.C.E.E., 2) 土岐 他; 井筒基礎の地震応答解析に関する研究, 土木学会論文集, 第339号, 1983.6, 3) 高田・小野; 矩形剛体基礎の動的剛性に関する実験, 第21回土質工学研究発表会, 土質工学会, 4) 高田・小野; 矩形剛体基礎の動的剛性に及ぼす根入れの影響について, 第23回土質工学研究発表会, 土質工学会, 1988.6