

国士舘大学 正会員 小野 勇
 同 上 正会員 菊田 征男
 東京電機大学 正会員 松井 邦人

1. まえがき

本研究は、剛体基礎の断面形状の違いがねじり振動の動的ばね係数にどのような影響を及ぼすかを実験的に検討することを目的としたものである。前報では加振振動数が5～20 Hzでの実験結果について報告したが、本報では20～40 Hzに関する検討を行う。断面の形状が矩形と円形の2種の剛体基礎模型に対してねじり加振実験を行い、得られた結果より複素ばね係数を算出し、上記目的に沿って検討を加えたものである。なお、地震波を対象に考えるならば通常20 Hz程度までの振動数に対して検討を行うが、20 Hz以上の振動も作用すると考えられるので、本実験を行った。

2. 実験の概要

基礎の形状および寸法を図1に示した。矩形基礎の断面は一边が2 mの正方形で、等価半径は2.26 mである。円形基礎の外形は2 mである。埋設深さはともに3 mである。基礎は実地盤に支持させたもので、比較的軟かなシルト質ローム層からなっている。

実験は基礎の低盤にねじり振動起振機(EX-250DL型

改、伊藤精機製)を設置し、振動数を20 Hzから0.5 Hzピッチで40 Hzまで加振した。基礎低盤に作用するねじりモーメントの振幅は40 Hzのとき、19980 kgf・cmである。感振器は加速度計を用いており、図1のようにセットした。

ねじり振動の動的ばね係数は、複素剛性として、実験より得られたねじり振動の角振幅 Θ と位相差 ϕ から、複素剛性の実数部 G_r と虚数部 G_i を次式によって算出した。

$$G_r = \frac{M_m}{g\Theta} \omega^2 e_c \cos \phi + J \omega^2 \quad (1), \quad G_i = \frac{M_m}{g\Theta} \omega^2 e_c \sin \phi \quad (2)$$

ここで、 M_m は起振機の起振モーメント(kgf・cm)、 e_c は偶力モーメントの距離(cm)、 J は基礎のZ軸回りの質量の慣性モーメント(kgf・s²・cm)、 ω は加振モーメントの角振動数、そして g は重力の加速度である。

3. 結果および考察

3-1) 応答曲線および位相差曲線 応答曲線を図2に示す。同図の縦軸は単位ねじりモーメント当たりの角変位振幅である。位相差曲線は図3に示した。応答曲線は矩型基礎では20 Hzでもっとも大きく、その後25 Hzまで激減し以後さほどの変化はみられずにほぼ一定の値を示している。一方、円形基礎では20 Hzからほぼ一定のわりあい減少している。応答に関しては、矩型基礎が円形基礎よりも振動数の影響を受けていることが分かる。位相差曲線は、両基礎ともほぼ同じ変化傾向を示し、20 Hzからほぼ一定に増加している。基礎周辺地盤のS波速度は105 m/s程度で、層厚は数m前後であることから、

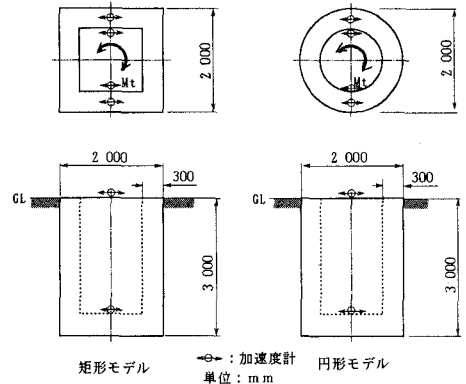


図-1 実験概要図

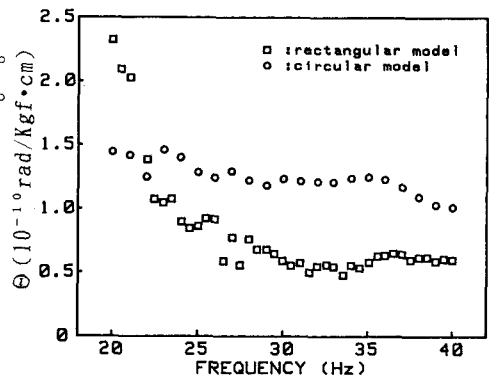


図-2 応答曲線

地盤のS波に関する1次の固有振動数は5 Hzより小さな値になると思われる。

3-2) ねじり振動の複素剛性 矩形および円形基礎のねじり振動による複素剛性の実数部を図4に、虚数部を図5に示した。実数部は20 Hz付近で両基礎ともほぼ同じ値を示しているが、その後、矩型基礎の値が円形基礎に比べほぼ倍の値になっている。また、値の増減はほぼ同じ振動数で生じている。虚数部は20 Hz付近で両基礎の値はほぼ同じであるが、32 Hz付近では倍以上の差がある。円形基礎において全振動数域についてはほぼ一定の値を示している。矩型基礎では20 Hzから一定に増加しているが、30 Hz付近でピークを示し、以後減少している。以上のことから、複素剛性の虚数部は20~40 Hzの範囲では、矩型基礎が円形基礎よりも振動数の影響を大きく受けることが分かる。

3-3) ねじり振動の等価粘性減衰係数 系の復元力特性が複素剛性で表されるものとする、等価粘性減衰係数 h は次のようになる²⁾。ただし、 ω は外力の円振動数、 J は質量の慣性モーメントである。

$$h = \frac{G_i}{2\omega\sqrt{JG_r}} \quad (3)$$

等価粘性減衰係数と振動数の関係を図6に示す。矩形基礎の等価粘性減衰係数は、振動数の増加に伴い、増加するが、30 Hz付近でピークを示し、以降は減少している。円形基礎の等価粘性減衰係数は、振動数の増加にともない、ほぼ一定の減少傾向を示している。両基礎の等価粘性減衰係数を比較すると、20 Hzでは円形基礎が矩形基礎のほぼ2倍を示しているが、振動数が増加し、40 Hz付近では両基礎の値は等しい。

4. むすび

以上の結果から、基礎の断面形状がねじり振動の複素剛性に及ぼす影響について次のことがいえる。

- 1) ばね定数を表す実数部は20 Hz付近ではほぼ同じ値であるが、それ以上の振動数域ではほぼ倍の差がある。また、虚数部は、矩型基礎では振動数に依存しているが、円形基礎では振動数に依存せず、ほぼ一定の値である。
- 2) 等価粘性減衰係数は、矩形基礎と円形基礎では振動数の依存性に違いがあり、今回の実験の起振範囲では振動数の増加に伴い円形基礎ではほぼ一定に減少するが、矩形基礎では30 Hz付近にピークがある。

<参考文献>

- 1) 山原 浩 : 環境保全のための防振設計, 彰国社, pp. 119-152
- 2) 土岐・小松: 井筒基礎の地震応答解析に関する研究, 土木学会論文報告集, No. 281, pp. 29-40, 1979

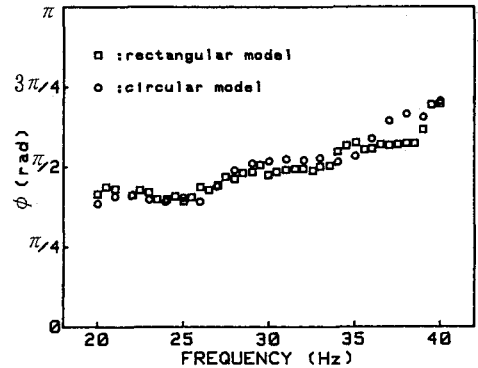


図-3 位相差曲線

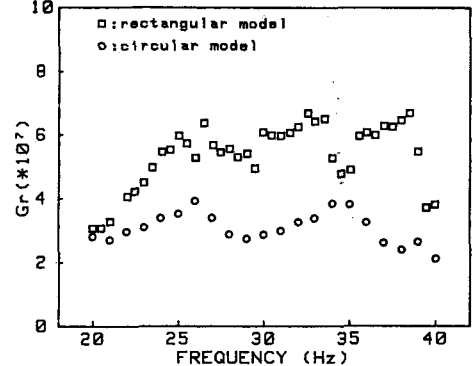


図-4 複素剛性 (実数部)

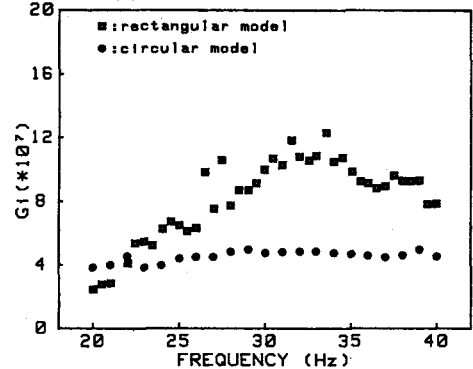


図-5 複素剛性 (虚数部)

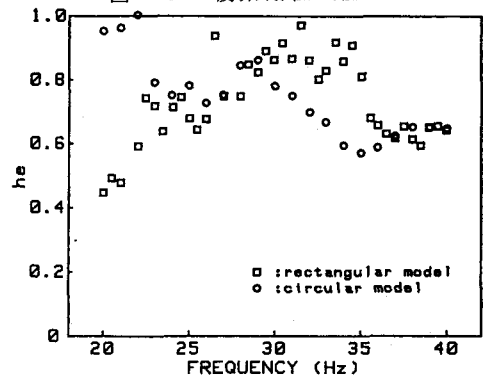


図-6 等価粘性減衰係数