

I-596 剛体基礎のねじり振動の動的ばね係数に関する実験

国士舘大学 正会員 高田 清美
同上 正会員 小野 勇

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。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検出し、上記目的に沿って検討を加えたものである。ただし、基礎作成後の埋戻し期間が十分にとれなかったことを勘案し、今回の報告では定性的な傾向についての検討にとどめた。

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辺が2mの正方形で、等価半径は2.26mである。円形基礎の外形は2mである。埋設深さはともに3mである。両基礎の諸量を表1に示す。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。

実験は基礎の天端にねじり振動起振機(EX-20NII型、伊藤精機製)を設置し、振動数を5Hzから0.5Hzピッチで20Hzまで加振した。基礎天端に作用するねじりモーメントの振幅は20Hzのとき、 $1.94 \times 10^5 \text{ kgf}\cdot\text{cm}$ 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検出した。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_{Tr} と虚数部 G_{Ti} を次式によって算出した。

$$G_{Tr} = \frac{M_m}{g\Theta} \omega^2 e_c \cos\phi + J \omega^2 \quad \dots\dots(1)$$

$$G_{Ti} = \frac{M_m}{g\Theta} \omega^2 e_c \sin\phi \quad \dots\dots(2)$$

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、 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。両図から、低振動数域では矩形と円形の断面の違いによる応答曲線および位相差曲線の明確な相違はあまり認められない。15Hzより高い振動数域では、振動数の上昇に伴って円形基礎のねじり回転振幅が矩形基礎より大きくなることを示している。

また、今回実験した振動数域ではねじり振動の共振点は見られない。基礎を埋設した周辺の表層地盤のS波速度は105m/s程度で、

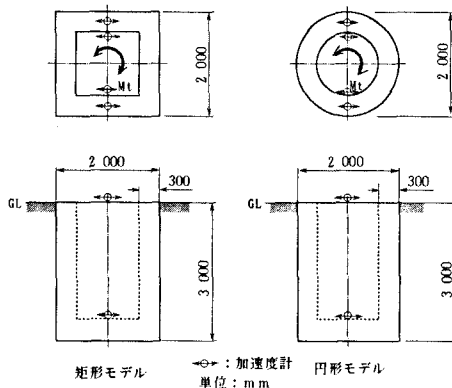


図1 基礎模型の形状寸法

表1 基礎模型の諸量

形状	質量 m kgf·s ² /cm	質量慣性モーメント J kgf·cm·S ²
矩形	17.11	5.48×10^5
円形	13.44	4.15×10^5

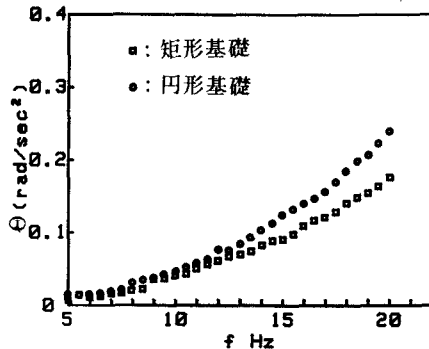


図2 応答曲線

層厚は数m前後であることから、地盤のS波に関する1次の固有振動数は5Hzより小さな値となると思われる。

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の複素剛性を図4に示した。図中の□、■は矩形基礎の実数部と虚数部を、○、●は円形基礎の実数部と虚数部を示す。

この図より、基礎断面の形状の違いは複素剛性の実数部に比較的顕著に表れている。どちらの断面形状についても振動数の増加に伴い実数部は減少しているが、円形の場合は矩形の場合よりも全般に2~3割程度小さい値となっている。虚数部はどちらの断面形状についても振動数の増加にともない増加している。振動数が5~11Hz付近までは断面形状による虚数部の差異はあまり認められないが、11Hzを越えると円形断面の値が矩形断面の値より徐々に小さくなる。20Hzでは円形断面の虚数部の値は、矩形の場合より3割程度小さな値となっている。

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_e 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。

$$h_e = \frac{g_{imz}}{2\omega\sqrt{J g_{rea}}} \dots\dots\dots(3)$$

等価粘性減衰係数と振動数の関係を図5に示す。全体的な傾向として振動数の低い部分では断面形状の違いにより等価粘性減衰係数に差があり、約15Hz以上では矩形断面の値が円形断面に比べほぼ1割減の値となっている。矩形基礎の等価粘性減衰係数は5Hzから徐々に増加し15Hz付近から一定の値となっている。一方円形基礎の場合は6.5Hzで一つのピークが見られ、その後いったん減少するが、10Hz付近から再び増加し、14Hz以上ではほぼ一定の値となっている。

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断面形状によらず振動数とともに減少するが、円形断面の場合は矩形断面にくらべ2~3割程度小さな値となっている。これは等価半径の差より大きくなっている。
- 2) 減衰定数を表す虚数部は振動数が5~11Hz付近までは断面形状による差異はあまり認められないが、11Hzを越えると円形断面の値が矩形断面の値より徐々に小さくなる。
- 3) 複素剛性から求めた等価粘性減衰係数は、15Hz以上では円形断面でも矩形断面でもほぼ一定の値となり、その差は1割程度で、等価半径の差とほぼ一致している。

<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

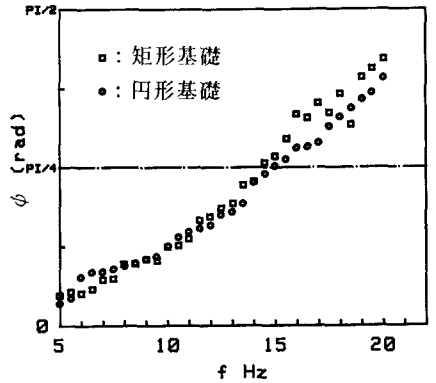


図3 位相差曲線

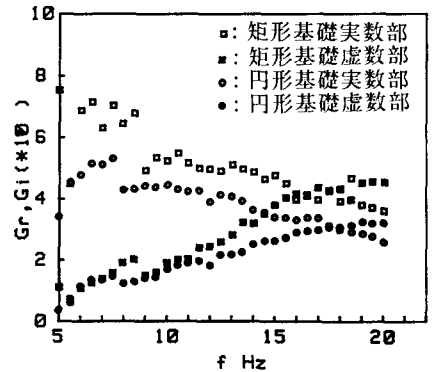


図4 複素剛性

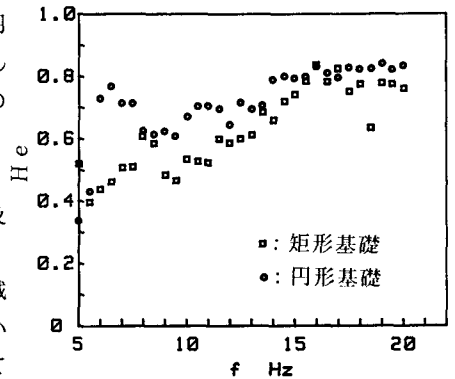


図5 等価減衰