

I-607

テフロン支承を用いた剛体模型の動特性

九州大学工学部 学生員 ○宮原 慎

九州大学工学部 学生員 ソヘイル クレシ

九州大学工学部 正 員 鳥野 清

九州大学工学部 正 員 堤 一

1. まえがき

中低層構造物は固有周期が非常に短いため、地震時の安全性が問題となっている。上部構造や構造物内部の機器類の安全性を向上するために、近年数多くの免震支承が開発されている。しかし、それらは粘性減衰、構造減衰、摩擦減衰などの種々の要素が含まれているため、理論的な解析が困難であることが多い。本研究はテフロンの摩擦係数が非常に小さく、大地震時の構造物の応答加速度を低減するのに非常に有効であると考えられることから、構造物基礎にテフロン-テフロンの摩擦支承を用いた模型実験を行い、その基本的な動特性を明らかにしたものである。この実験において入力振動数、支承部の面圧の変化が応答加速度、応答変位に及ぼす影響を検討すると共に、この結果を用いて剛体模型の応答変位を計算し実験値との対応を試みた。

2. 実験概要

図-1に示すようにテフロンとテフロンの摩擦のみで支持された一自由度系の剛体模型を用いた。入力加速度および模型の応答加速度を測定するため、サーボ加速度計を図に示す位置に設置した。変位は絶対と相対の双方を測定した。模型の回転を調べるためにそれぞれの変位に対して2個の変位計を用いたが、ほとんど違いはなく回転の影響はなかった。また模型の内部は載荷板をセットすることにより支承部の面圧を変化させた。試験における支承部の面圧は1.31、2.19、3.02、4.08、6.45、7.99N/mm²の6通りである。入力加速度の周波数の違いによる影響を検討するために、耐震的に必要と考えられる5Hz以下に限定して1.5、2.0、3.0、4.0、5.0Hzと変化させた。入力加速度は各周波数ごとに、1.5Hz、2.0Hzでは振動台の性能上可能な範囲まで、3.0Hz以上は模型が安定した定常振動を行う範囲で漸増させて実験を行った。

3. 実験結果

入力加速度の周波数による応答加速度の影響を図-2に示す。1.5Hz、2.0Hzについては振動台の性能上入力加速度を増加させることができず、特別な相違はみられない。3.0Hz、4.0Hz、5.0Hzでは周波数の増加にともない約1割程度づつ応答加速度が減少していることがわかる。

図-3は入力周波数5.0Hzにおいて1.31N/mm²～7.99N/mm²まで支承部の面圧を変化させた場合の応答加速度を示したものである。面圧が3.02N/mm²以下では面圧が大きくなるにつれて模型の応答加速度が小さくなる傾向がみられる。一方、

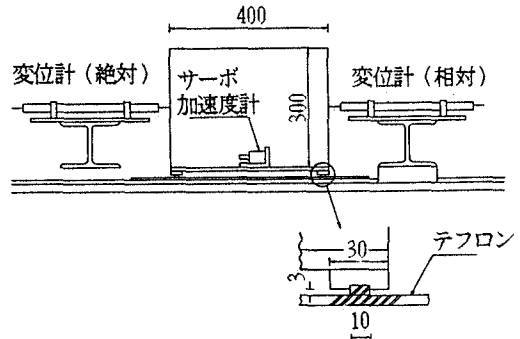


図-1 実験装置

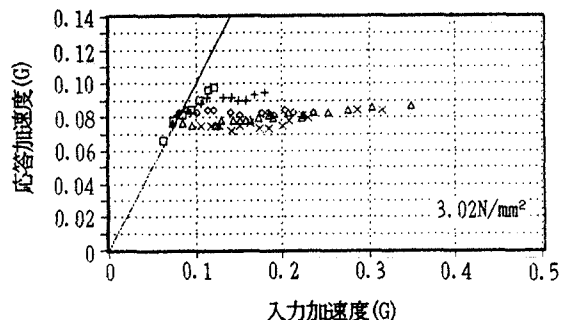
□ $f=1.5\text{Hz}$ + $f=2.0\text{Hz}$ ◇ $f=3.0\text{Hz}$ △ $f=4.0\text{Hz}$ × $f=5.0\text{Hz}$

図-2 応答加速度の周波数特性

3.02N/mm² 以上になると、応答加速度にばらつきがあるものの0.06~0.08Gの範囲内で大きな違いはみられない。このことは、面圧をある程度大きくすることによって、免震効果を高めることができることを示している。

面圧1.31N/mm²のときの各周波数ごとの相対変位を示したものが図-4である。周波数の増加にともない相対変位は減少している。各周波数別にみるとすべて入力加速度の増加にともない直線的に増加している。したがって1.5Hz、2.0Hzのような低周波数領域において相対変位の低減を考える必要があると思われる。図-2~図-4より模型が振動台上を滑り始めるのは0.06~0.08Gの範囲であり、この範囲で模型の応答加速度が入力加速度に比べて若干の増幅されている傾向がみられる。

模型が滑り始めてからの応答加速度は図-2および図-3に示すように入力加速度の増加にともない若干の増加傾向がある。したがって滑り始めてからの応答加速度の平均値をテフロン動摩擦係数とし、摩擦減衰のみを考慮して理論値を計算した。相対変位の理論値と実験値の比較を応答加速度がほぼ一定に近い面圧7.99N/mm²の場合を例として図-5に示す。実験値と理論値の傾向は同様の傾向を示しており、また数mm程度の誤差は変位計の性能を考慮すれば良好な結果が得られたものといえる。その他の面圧に関しても以上のような方法で計算することにより相対変位の実験値と理論値の一致がみられた。

4. まとめ

今回の実験から入力加速度、入力振動数、支承部面圧と応答加速度の関係を明らかにすることができた。滑り摩擦支承を用いた基礎の設計にあたって、実際の構造物と同じ面圧をもつ模型の実験を行うことにより、実際の応答をかなり把握できるものと思われる。また相対変位の低減についてはさらに今後の検討が必要である。

〈参考文献〉

- 1) 武田 寿一編 構造物の免震、防震、制震
- 2) M.C.Constantinou, J.Caccese and H.G.Harris, 'Frictional Characteristics of Teflon-Steel Interfaces under Dynamic Conditions', Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol.15, 1987, pp 751-759.

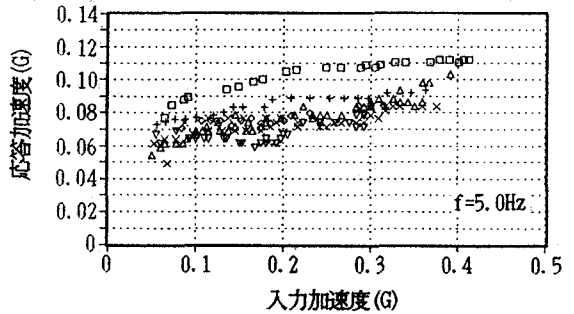


図-3 応答加速度の面圧特性

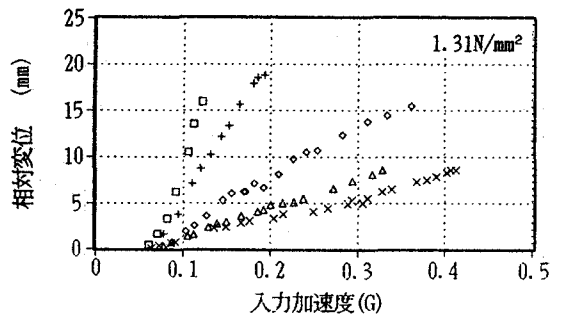


図-4 相対変位の周波数特性

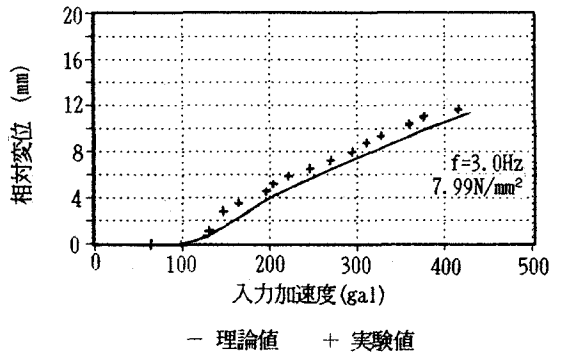


図-5 相対変位の理論値と実験値の比較