

I - B65

摩擦減衰型免震装置の摩擦特性に関する検討

川口金属工業 正会員 鶴野禎史, 比志島康久
川崎重工業 正会員 玉木利裕, 小川一志

1. はじめに

筆者らは橋梁などの構造物の免震装置として、ゴム水平バネによる長周期化とステンレスとテフロンとの摩擦を減衰として利用する摩擦減衰型免震装置の開発を行ってきている。本免震装置に関して、振動台を用いた免震性能確認試験、圧縮剪断試験機を用いた製品性能確認試験を行い、その有効性を検討してきた¹⁻³⁾。本論文では、製品性能確認試験の計測結果を再検討し、本免震装置の摩擦特性に影響を与える因子として、摩擦面の温度、面圧、相対速度に着目して整理した結果について報告する。

2. 免震装置性能確認試験実験

本研究では、「道路橋の免震設計法マニュアル(案)⁴⁾」に示されている鋼5径間連続箱桁橋の試設計例を検討対象として、摩擦減衰型免震装置を設計し、同文献に示されている試験方法に沿って試験を行った³⁾。摩擦減衰支承を図-1に示す圧縮剪断試験機を用い、支承が上部工の死荷重を支持した状態で、地震時の水平変位が生じる場合を模擬するように、一定の鉛直荷重を作用させ、水平変位を正弦的に発生させた。このときの鉛直荷重、水平荷重をロードセルで、水平変位を磁式変位計で、水平加速度をサーボ型加速度計で、摩擦面近傍の温度を熱電対で計測し、試験後テフロンの厚みをマイクロメータで計測した。試験機の最大能力から、摩擦減衰支承の試験体の縮尺を実物の1/2とし(図-2)、摩擦面の材質はステンレス(SUS304)とテフロン(充填材入り、補強材入り、純テフロンの3種、各6組)とした。

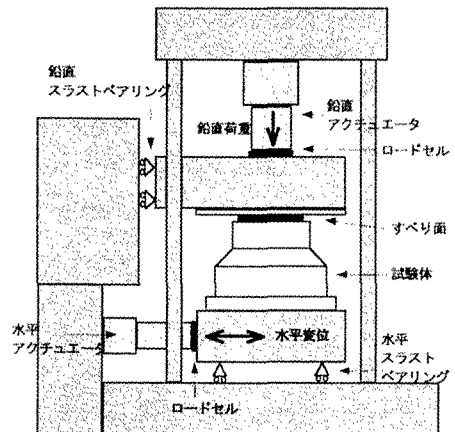


図-1 圧縮剪断試験機の概要

鉛直荷重、水平変位振幅、加振振動数などの試験条件を表-1にまとめる。

表-1 試験条件

鉛直荷重 (kN)	745, 990, 1235, 1490*, 1960
水平変位振幅 (mm)	14, 20, 150
振動数 (Hz)	0.005, 0.01, 0.03, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5
繰返回数	10, 50, 20000

*: ここで、鉛直荷重1490 kNは死荷重に相当する

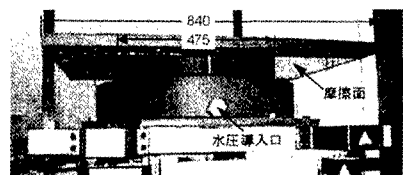


図-2 摩擦減衰支承試験体

3. 摩擦特性

鉛直荷重を与えた状態で、水平変位を正弦波で位置制御するときの水平荷重から、鉛直荷重に対する比として動摩擦係数を求めた。試験体の慣性力の影響が小さくなるように、水平変位が零(水平加速度も零)のときの動摩擦係数を求めた。

キーワード：免震装置、摩擦減衰、テフロン、摩擦特性、温度特性

連絡先：〒332-8502 埼玉県川口市宮町1-8-19 tel.: 048-259-1118 fax.: 048-259-1139

3. 1 温度の影響

動摩擦係数と温度の関係を整理すると図-3のようになる。摩擦面近傍の温度は、面圧など条件によって異なるが、40度から80度程度上昇している。図-3から摩擦係数は正弦波繰り返し試験の初めの数波で摩擦係数は大幅に低下し、その後はほぼ直線的に低下する傾向にある事が分かる。このことから、初めの数波を除いて動摩擦係数と温度の関係を次のように1次式で表わす。

$$\mu(T) = a - bT \quad (1)$$

充填材入りテフロンとステンレスの結果では、式(1)で係数aはテフロンの平均面圧94kg/cm²の場合0.145, 188 kg/cm²の場合0.115, 247 kg/cm²の場合0.101, 係数bは面圧によらず、 3.9×10^{-4} とすると、試験結果にほぼよく対応する。図中に示す直線は(1)式である。これらの組み合わせでは、動摩擦係数の値として、 $\mu = 0.1$ 程度を用いるのがよいと考えられる。他のテフロンの場合にも同様の結果が得られている。

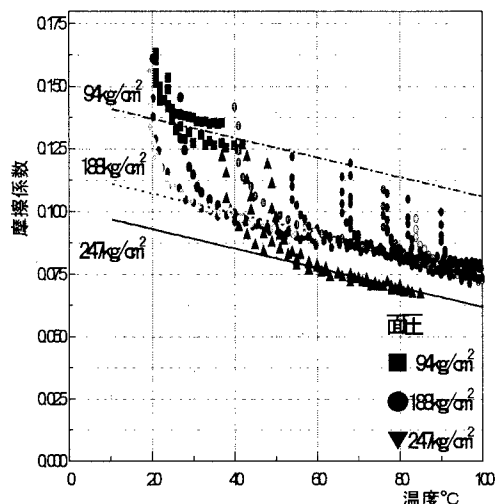


図-3 温度と動摩擦係数（最大速度47kine）

3. 1 面圧の影響

実験結果から、(1)式に従い、温度20℃に換算した動摩擦係数と面圧の関係を求めた。これを図-4に示す。摩擦係数は摩擦面の面圧が大きくなると、小さくなる傾向がある。

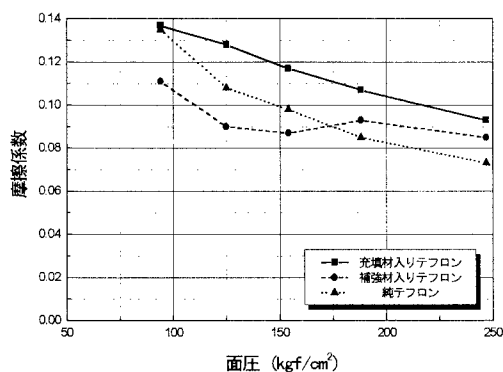


図-4 面圧と動摩擦係数（最大速度47kine）

3. 2 相対速度の影響

摩擦面の相対速度と動摩擦係数を図-5に示す。ここでも温度20℃での値に換算したものをを用いた。テフロンとステンレスの摩擦係数は相対速度5kine以上ではほぼ一定の値となっている。

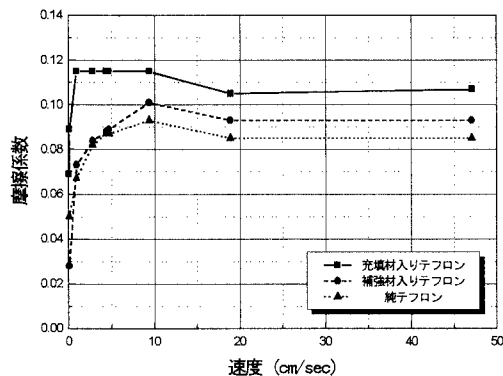


図-5 相対速度と動摩擦係数（面圧188 kg/cm²）

4. おわりに

本論文では、摩擦減衰型免震装置に用いるテフロンとステンレスの摩擦特性について、既報の実験結果を再整理し、温度、面圧、相対速度の影響について検討した。

参考文献

- 1) 土居,他,「摩擦ダンパー支承を用いた橋梁の免震について」,土木学会,免震・制震コロキウム,1996.11.
- 2) 河,他,「免震支承に関する実験的研究(摩擦ダンパー支承の振動台試験)」,土木学会,年次講演I,1997.09.
- 3) 玉木,他,「摩擦減衰型免震装置の摩擦特性に関する実験的検討」,土木学会,年次講演I,1998.09.
- 4) 建設省,「道路橋の免震設計法マニュアル(案)」,1992.3.