

I - B 344

摩擦減衰型免震装置の摩擦特性に関する実験的検討

川崎重工業 正会員 玉木利裕, 小川一志, 河 東 鎬, 西田 徹
川口金属工業 正会員 比志島 康久, 鶴野 慎史, 和田 正明

1. はじめに

筆者らは地震時の変位応答をより小さくできる新しい免震装置として、摩擦減衰型免震装置の開発を行ってきた^{1),2)}。摩擦減衰型免震装置は、図-1に示すように、橋梁構造の長周期化を図るゴム水平バネと、上部構造を支持し、高減衰化するための摩擦減衰支承を併用するものである。本免震装置の特長は、次のようにまとめられる。

- (a) 通常時は鉛直荷重を摩擦減衰支承で直接支持するため、微振動などが生じにくい。
- (b) ゴム支承による免震に比べ、地震時の加速度応答は同程度に低減されるが、支承の変位応答が小さい。
- (c) 地震終了後に残留変位が生じる可能性があるが、これを水圧で解除する機構を持つ。

これまでに筆者らは本免震装置に関して、数値シミュレーション手法の開発、摩擦要素の特性試験、大型振動台による性能確認試験などを行ってきた^{1),2)}。本論文では摩擦減衰支承の特性を検証するために、大型の試験体を作製し、建設省「道路橋の免震設計法マニュアル（案）」³⁾に示される試験方法に基づいた試験の結果について述べる。

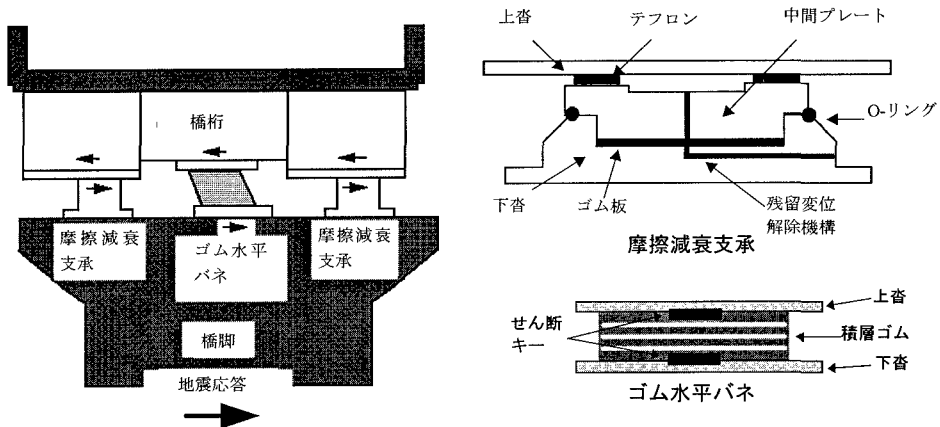


図-1 摩擦減衰型免震装置

2. 試験方法

本研究では、鋼5径間連続箱桁橋の試設計例³⁾を検討対象とし、摩擦減衰支承の1/2縮尺相似モデルを試験体とした。本試験体を図-2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た場合を模擬するように、一定の鉛直荷重と共に正弦的に変動する水平変位を発生させた。このときの鉛直荷重、水平荷重、水平変位、水平加速度、摩擦面の温度、テフロン of 摩耗量などを計測した。

摩擦面はステンレス (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。

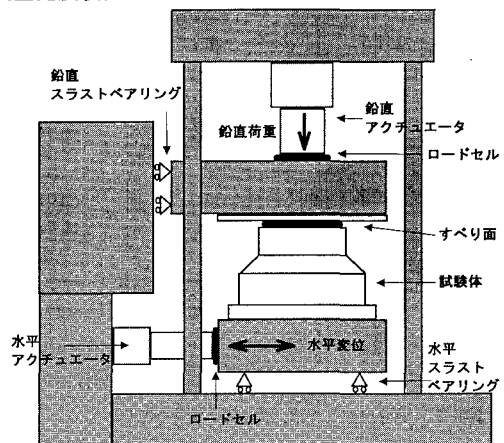


図-2 圧縮剪断試験機の概要

鉛直荷重、水平変位振幅、加振振動数などの試験条件を表
一1に示す。

表一1 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 は死荷重相当値

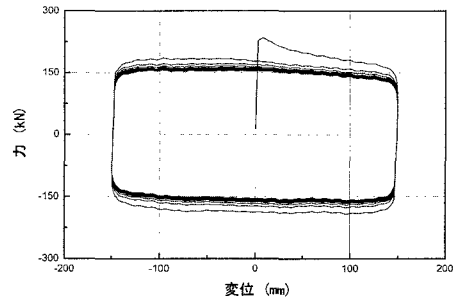


図-3 摩擦減衰支承の力-変位関係

3. 試験結果 1

計測結果の例として、充填材入りテフロンを用いた摩擦減衰支承の水平力-水平変位の関係を図-3に示す。ここでの試験条件は、鉛直荷重 1490 kN、加振振幅 ± 150 mm で 10 回である。このケースでは鉛直力の役 0.1 倍の水平力が作用しており、動摩擦係数は 0.1 程度であることが分かる。加振と共に摩擦力が徐々に減少しているが、これは摩擦による発熱のため摩擦面の温度が上昇し、摩擦係数が低下することによるものと考えられる。計測結果から、文献³⁾に示されるように平均摩擦係数を求めて、整理、評価を行った。摩擦係数のすべり速度、面圧による変化を図-4、5に示す。図-4から、滑り速度 5 cm/sec までの範囲では、滑り速度とともに動摩擦係数が増大し、これより大きい滑り速度では、ほぼ一定の値となることが確認された。また、充填材入りテフロンでは 1 cm/sec 程度の低速からほぼ一定の値を示している。図-5から、作用面圧の増加に伴って動摩擦係数は減少することが確認された。このうち補強材入りテフロンの場合は面圧による変化が小さい傾向が得られた。これらの図に示すように、摩擦減衰支承の動摩擦係数はテフロンの材質、使用条件によって異なるが、同種のテフロンでの個体差はほとんど現れなかった。

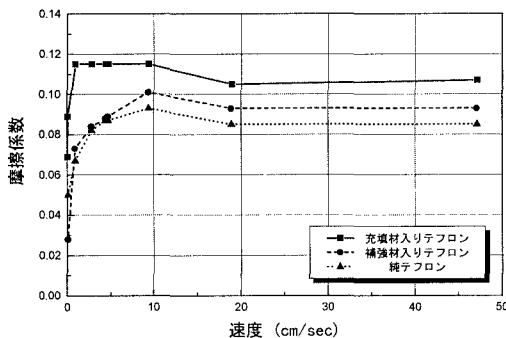


図-4 すべり速度と摩擦係数の関係
(面圧 188 kgf/cm²)

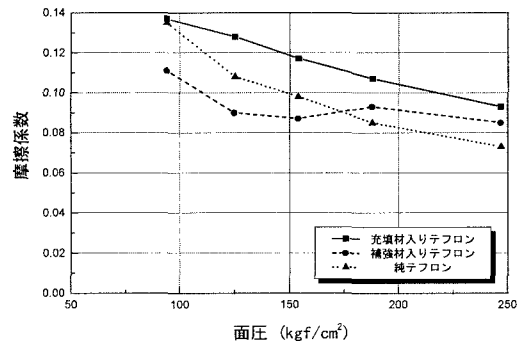


図-5 面圧と摩擦係数の関係
(速度 47 cm/sec)

4. まとめ 圧縮剪断試験機を用いた摩擦減衰支承の 1/2 縮尺モデルの特性確認試験を行った。本免震装置の摩擦特性は、温度変形などの低速度変形に対しては、小さい摩擦力となり、地震時のような大きな速度に対しては大きな摩擦力が作用すること、試験前後で摩擦特性の変化が小さいことなどが確認された。

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) 建設省, 「道路橋の免震設計法マニュアル(案)」, 1992.3.