

I - B 343 摩擦減衰型免震装置の残留変位解除機構に関する実験的研究

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

1. はじめに

筆者らが開発してきている摩擦減衰型免震装置は、地震終了後に残留変位が生じた場合に、摩擦減衰支承内部に水圧を導入することにより、解除する機構を持っている^{1),2)}。本論文では、摩擦減衰型免震装置に関する実験的研究の内、残留変位解除機構の特性試験、摩擦減衰支承の耐久性試験、およびゴム水平バネの特性確認試験に関して述べる。

2. 残留変位解除機構

残留変位解除機構はドーナツ型のテフロン内部に凹部を設け、ここに水圧導入口から水圧を導入すると、鉛直荷重の一部を水圧が負担することにより、摩擦面の面圧が下がり静摩擦力が下がる。残留変位は静摩擦力とゴム水平バネの復元力の釣り合いによって発生するので、静摩擦力を小さくすることにより残留変位を復旧できる。

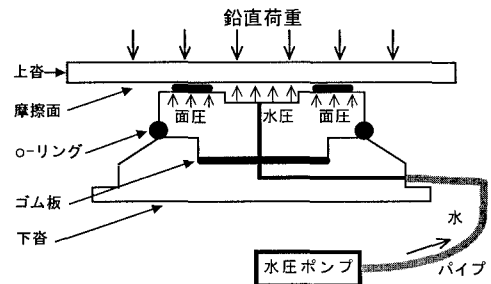


図-1 残留変位解除機構の概要

3. 試験方法

(1) 残留変位解除特性試験

図-2 に示す、摩擦減衰支承の 1/2 縮尺相似モデルを試験体とし²⁾ 圧縮剪断試験機を用いて、死荷重に相当する鉛直荷重 1490kN を作用させ、振幅 ± 20 mm, 振動数 0.005 Hz の正弦波加振時（最大すべり速度 0.063 cm/sec）の摩擦力と導入水圧の関係を調べた。

残留変位解除機構に最大水圧 100 kgf/cm², 最大吐出流量 10 liter/min の水圧ポンプを用いて水圧を導入し、水圧を徐々に上げながら、摩擦力の変化を調べた。試験では、水平と鉛直の荷重と変位、摩擦面の温度、テフロン of 摩耗量と共に、水圧ポンプの水圧を計測した。

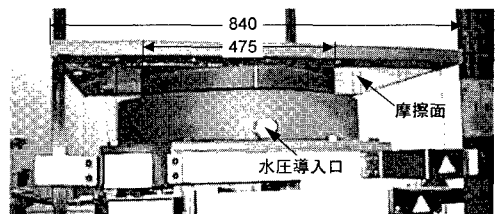


図-2 摩擦減衰支承

(2) 耐久性試験

文献³⁾による摩擦減衰支承の耐久性試験は、50 年相当の温度変化に伴う常時の水平くり返し変位に対する試験で、鉛直荷重 1490kN を作用させ、振幅 20mm, 振動数 0.5Hz の正弦波で 20,000 回の加振を行った。3 種類のテフロンを用いて、材質ごとに耐久特性を確認した。

(3) ゴム水平バネの特性試験

ゴム水平バネの特性試験は、圧縮剪断試験機の能力の限界から、1/4 の相似モデルを作製し、文献³⁾の免震装置の特性確認試験方法に従って行った。

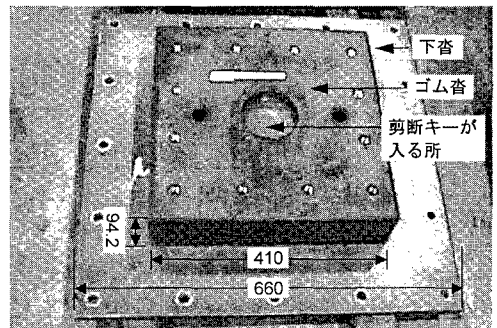


図-3 ゴム水平バネ

3. 試験結果

(1) 残留変位解除特性試験

充填材入りテフロンを用いた摩擦減衰支承の残留変位解除機構へ 80 kgf/cm^2 の水圧を導入した場合の水平力－水平変位関係を図－4 に示す。このときの摩擦力約 24 kN を鉛直力 1490 kN で割った見かけの摩擦係数は 0.016 である。求めた水圧と見かけの静摩擦係数の関係を図－5 に示す。摩擦減衰支承の静摩擦係数は水圧を導入しない場合 $0.03 \sim 0.07$ であるが、水圧導入によって 0.02 程度まで低下することが確認された。このように水圧導入のみによって残留変位は $1/1.5 \sim 1/4$ 程度に回復できると考えられる。

水圧 60 kgf/cm^2 以上では 1 liter/min 以下の少量の水漏れが発生した。摩擦面に水があると、潤滑効果もあり、より摩擦力を低減していると考えられる。

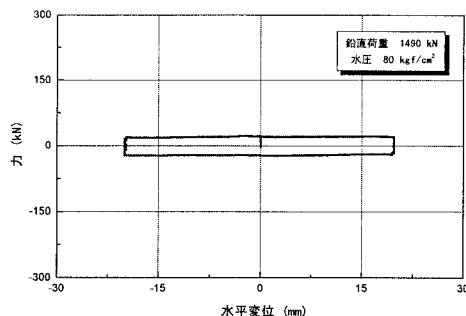
(2) 耐久性試験

充填材入りテフロンを用いた摩擦減衰支承では、耐久性試験後のテフロン材の摩耗量は 0.1 mm 以下であり、免震装置の損傷は生じず、温度変形による繰返し変位に対して、十分な耐久性があることが確認された。補強材入りのテフロンを用いた場合にも、充填材入りテフロンを用いた場合とほぼ同程度の摩耗が生じた。純テフロンを用いた場合には、摩耗量が過大になり、耐久性は十分ではないことがわかった。

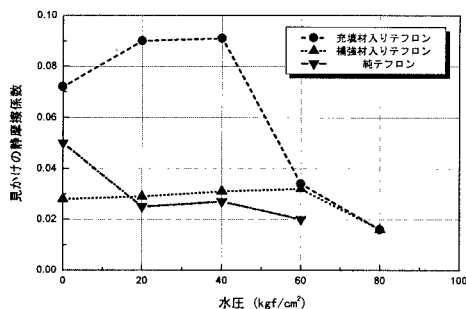
ゴム水平バネは、耐久性試験によって何の損傷も生じておらず、耐久性は十分であると考えられる。

(3) ゴム水平バネの特性試験

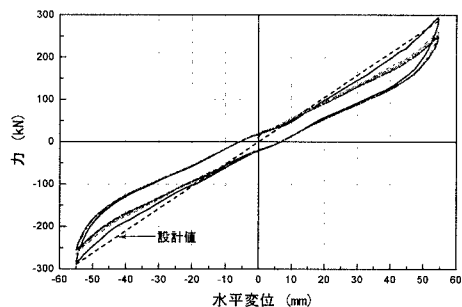
ゴム水平バネは、水平方向の復元力のみが必要な機能であり、鉛直荷重を支持する必要が無く、またその減衰効果も期待していない。水平方向の復元力特性を調べるため、鉛直方向の载荷なしで、振幅 $\pm 55 \text{ mm}$ 、振動数 0.5 Hz の正弦波で 10 回加振した試験の一例を図－6 に示す。この図からゴム水平バネの特性は、多少剛性が高い加振 1 回目を除いて、試験前後ほとんど変化せず、安定であることがわかった。また、試験から求められたゴム水平バネの剛性は、ほぼ設計値程度であった。



図－4 水圧導入時の力－変位関係



図－5 導入水圧と見かけの静摩擦係数の関係



図－6 ゴム水平バネの力－変位関係

4. まとめ 摩擦減衰型免震装置の残留変位解除機構に水圧を導入することに、摩擦力を低減でき、残留変位解除に利用できることを実験により確認した。また、耐久性試験により、摩擦減衰支承、ゴム水平バネの耐久性が十分であることを確認した。

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) 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 (投稿中)
- 3) 建設省, 「道路橋の免震設計法マニュアル(案)」, 1992.3.