

I-673

道路橋用高減衰ゴム免震装置の特性評価

建設省土木研究所	正会員	川島一彦
建設省土木研究所	正会員	長島博之
昭和電線電纜株式会社	正会員	○西川一郎
同	上	加藤直樹
同	上	伊藤政治
同	上	村松佳孝

1. まえがき

道路橋用免震装置として開発中の高減衰ゴム免震装置を用いて、建設省土木研において動的な基本特性確認実験を行った。以下、動的な水平復元力特性を中心に結果を示す。

2. 積層ゴム構造

図-1に示す高減衰ゴム免震装置を実験した。高減衰ゴムは材料段階および免震構造体での予備実験段階の結果より等価減衰定数(heq)が10%以上になる事を目標として開発したものである。

3. 実験内容

各種の動的な水平復元力実験を行い、各測定条件下での荷重(tf)/変位(mm)曲線よりせん断弾性率(Geq, kgf/cm²)と等価減衰定数(heq, %)を求めた。また、鉛直圧縮特性を検討した。

表-1に実験内容を示す。

4. 実験結果

図-2に基本実験での荷重/変位曲線を示す。図-3および図-4に図-2の曲線より求めたGeqおよびheqの載荷回数との関連を示す。図-5はheqの10サイクル目の値とせん断ひずみ(水平変位)との関連を示す。なお、図-5にはくり返し実験の結果も対比して示す。このように、表-1の各実験項目に関し、その荷重/変位曲線よりGeqおよびheqについて載荷回数およびせん断ひずみとの関係を求めた。実験結果の概要は以下の通りである。

(1) 水平復元力特性(基本特性実験)

- 載荷回数の影響: heqは振動数0.1Hzでは3サイクル以降はほぼ一定値におちついているが、振動数1.0Hzでは3サイクル以降でも徐々に低下している。Geqは3サイクル以降でも徐々に低下している。(図-3, 図-4)
- せん断ひずみ依存性: Geq, heqともせん断ひずみが大きくなるに従い小さくなる傾向にある。Geqは±100%以上では依存性が大きい。また、heqはせん断ひずみの増加に伴いほぼ直線的に低下している。
- くり返し載荷の影響: Geqは2回目の載荷で小さくなり、一方heqは2回目の載荷で大きくなっている。なお、Geq, heqともせん断ひずみが大きくなるにつれ1回目と2回目の差は小さくなり±200%のせん断ひずみでは1回目、2回目ともほぼ同程度の値になっている。各実験後、試料表面の温度を測定していたが、1回目の終了後7℃昇温した。ここに示す傾向は試料温度の上昇によるものと思われる。(図-5)
- 振動数依存性: 振動数が大きくなるにつれ、Geq, heqともわずかながら大きくなっている。
- 予変位による影響: 与変位の有無によってGeq, heqが大きく変化する事はない。

(2) 水平復元力特性(動的疲労特性実験)

図-6にheqと載荷回数の関係を示す。

- 載荷回数の影響: Geqは10サイクルまで低下し、その後も、わずかながら低下傾向にある。2回目も同様な傾向を示す。一方heqは1回目、10サイクル程度まで低下後ほぼ一定値におちついている。2回目は3サイクル目で一定値におちついている。
- くり返し載荷の影響: 1回目の載荷にくらべ、2回目の載荷でGeq, heqともわずかに小さくなっている。1回目と2回目の間に冷却を目的とし、3時間の放置時間をとった。その結果、1回目および2回目後の表面温度はともに4℃昇温と同じであり、従って2回目の低下に対する昇温の影響は小さいと思われる。

(3) 鉛直特性(圧縮特性実験)

0~80kgf/cm²と60±20kgf/cm²の2条件を実施したが、60±20kgf/cm²の方が圧縮変位がわずかに大きく、そして圧縮剛性が20~30%大きくなっている。載荷回数の影響は見られない。

5. まとめ

今回の実験で各種実験条件の影響が明らかとなり、又±200%までのせん断ひずみでは全ての条件において、heqが10%以上という目標通りの結果が得られた。一方、Geqの値は道路橋用としては、やや低めである。今回の結果をもとにさらにGeq, heqの改善を行うとともに温度依存性、長期耐久性等の検討を行う予定である。

なお、本研究は建設省土木研究所と民間28社との共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」の一環として行われたものである。

表 1 . 実験条件

実験項目	実験番号	実験内容*
I. 水平復元力特性（基本特性実験）		
(1) 基本実験	①～⑤	振動数0.1Hz, 面圧60kgf/cm ² でせん断ひずみ率を±25%→±50%→±100%→±150%→±200%と順次変えて、荷重/変位曲線を求める。この曲線よりせん断弾性率(Geq)と等価減衰定数(heq)を求める。各ひずみの載荷回数は10回。
(2) (1)実験のくり返し	⑥～⑩	(1)の実験終了後、同条件で再度くり返し載荷を行う。
(3) 振動数依存性	⑪～⑮	(2)の実験終了後、振動数のみ1Hzと変えて実験を行う。なお、せん断ひずみ率については試験機の能力から±25%→±50%→±100%まで行う。
(4) 与変位	⑯～⑳	(3)の実験終了後、予め+50%の与変位を与えた後、(1)と同条件で実験を行う。なお、せん断ひずみ率については試験機の能力から50±25%→50±50%→50±100%→50±117%とする。
II. 水平復元特性（動的疲労特性実験）	40-①	振動数0.5Hz面圧60kgf/cm ² , せん断ひずみ率±150%で40回載荷し荷重/変位曲線を求める。
	40-②	40-①実験終了後、約3時間放置後さらに同条件のくり返し載荷を行う。
III. 鉛直特性（圧縮特性実験）	V-1	0→80kgf/cm ² の圧縮載荷を3回くり返し、荷重/変位曲線より圧縮変位(mm)と圧縮剛性(Kv)を求める。
	V-2	予め60kgf/cm ² の荷重を加え、その後60±20kgf/cm ² の圧縮載荷を5回くり返す。

* 記載した面圧およびせん断ひずみ率は目標値で実際の値は若干異なる。

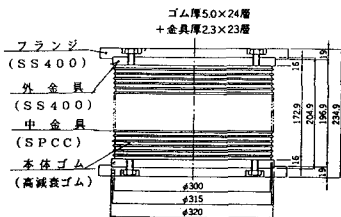


図-1. Φ300供試体構造

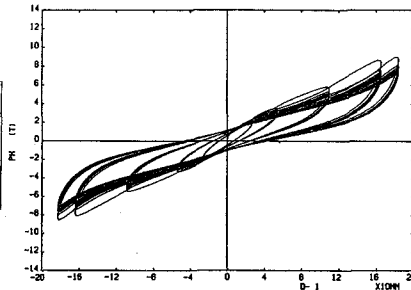


図-2. 荷重/変位曲線（基本実験）

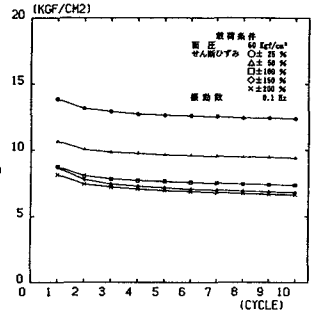


図-3. せん断弾性率と載荷回数の関係（基本実験）

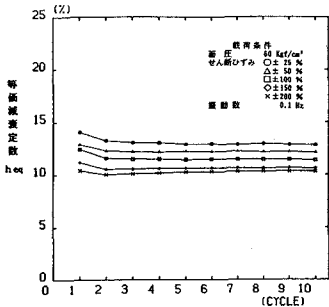


図-4. 等価減衰定数と載荷回数の関係（基本実験）

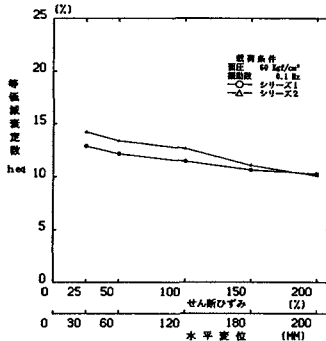


図-5. 等価減衰定数とせん断ひずみの関係（基本実験）

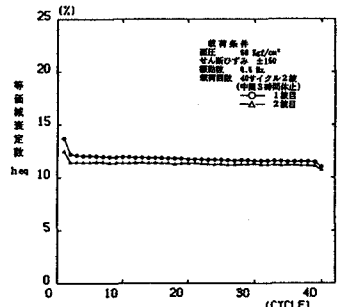


図-6. 等価減衰定数と載荷回数の関係（動的疲労性実験）