

## I - 651

## 高減衰積層ゴム支承の履歴復元力における特性値の回復現象

(株)ブリヂストン 正会員 合田研吾 非会員 室田伸夫 正会員 鈴木重信  
正会員 須藤千秋 正会員 水津洋二

1. はじめに 数年ほど前から、日本では、道路橋を対象とした免震技術が注目されるようになり、その実用化が急速に進んでいる。現在、高減衰積層ゴム支承は、鉛プラグ内蔵型積層ゴムと並んで一般的な免震装置として道路橋の免震構造に利用されているが、高減衰積層ゴム支承については、復元力特性が荷重履歴の影響を受けるため、この点を考慮した復元性能、減衰性能の評価が非常に重要となっている。これまでに、高減衰積層ゴムの復元力特性を定量化する目的で様々な実験が行われているが、荷重履歴の影響を受けた後の復元力特性の経時変化についてはほとんど研究されていないのが現状である。本研究では、実大規模の積層ゴムについての動的加力実験により、初期加力における特性変化を示すとともに、その後の経時的な特性変化を明らかにする。また、設計で利用している特性式の評価方法の妥当性についても述べる。

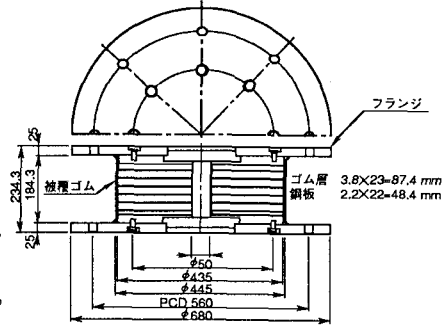


図1 供試体（高減衰積層ゴム支承）

表1 実験概要

| 試験項目              | 条件                                   | せん断歪<br>$\gamma_i$ (%) | 周波数<br>$f$ (Hz) | サイクル数<br>(-) |
|-------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------|--------------|
| <TEST1> ~ <TEST7> | 10 ( 8.7mm)                          | 0.50                   | 0.50            | 3            |
|                   | 30 (26.2mm)                          | 0.50                   | 0.50            | 3            |
|                   | 50 (43.7mm)                          | 0.50                   | 0.50            | 3            |
|                   | 100 (87.4mm)                         | 0.50                   | 0.50            | 3            |
|                   | 150 (131.1mm)                        | 0.50                   | 0.50            | 3            |
|                   | 200 (174.8mm)                        | 0.20                   | 0.20            | 3            |
| 1.鉛直荷重            | 65kgf/cm <sup>2</sup> (91.5tf)       |                        |                 |              |
| 2.波の形式            | 正弦波                                  |                        |                 |              |
| <TEST1>           | せん断歪 200 %までの初期加力実験                  |                        |                 |              |
| <TEST2>           | せん断歪 200 %までの<TEST1>直後の初期加力直後実験      |                        |                 |              |
| <TEST3>           | 所定荷重 91.5tf で1日放置後 (<STEP2>後)の加力実験   |                        |                 |              |
| <TEST4>           | 所定荷重 91.5tf で13日放置後 (<STEP3>後)の加力実験  |                        |                 |              |
| <TEST5>           | 所定荷重 91.5tf で44日放置後 (<STEP4>後)の加力実験  |                        |                 |              |
| <TEST6>           | 所定荷重 91.5tf で73日放置後 (<STEP5>後)の加力実験  |                        |                 |              |
| <TEST7>           | 所定荷重 91.5tf で101日放置後 (<STEP6>後)の加力実験 |                        |                 |              |

2. 実験概要 図1に示す積層ゴムの動的加力実験により、その基本特性と回復特性を調査する。初めに、積層ゴムに変形を与えていない初期状態から振幅を漸増していく加力<TEST1>を行い、同様な加力をもう一度繰り返して<TEST2>、荷重履歴の影響による復元力特性の変化を把握する。その後、一定期間加圧放置して再度加力する実験を行い（最大で101日間放置した<TEST7>）、復元力の回復特性を定量化する。なお、実験内容を表1に、動的加力実験装置を図2に示す。

3. 実験結果 初期加力<TEST1>と初期加力直後加力<TEST2>における復元力特性をせん断応力-せん断ひずみ特性に換算して、図3、図4に示す。初期加力<TEST1>では同一振幅の繰り返し変形による復元力の低下がみられる。それに対して、初期加力直後加力<TEST2>では安定した特性が得られているが、大変形を経験していない初期加力<TEST1>に比較して復元力の低下が生じている。また、101日間加圧放置した後に加力した場合<TEST7>の特性を図5に示す。図4に示した初期加力直後の加力<TEST2>に比較すると、復元力が回復している。初期加力特性<TEST1>、初期加力直後加力特性<TEST2>、および101日間放置した後の加力特性<TEST7>を、せん断弾性率および等価減衰定数とせん断ひずみの関係で図6に示す。各状態において、せん断弾性率に著しい違いがあるが、等価減衰定数については同程度の値となっている。現行の設計では上記<TEST1>と<TEST2>の平均を特性式として採用しているが、101日間放置した後の加力特性<TEST7>は、ほぼこの値近くまで回復していることがわかる。また、<TEST1>~<TEST7>の結果より、せん断弾性率および

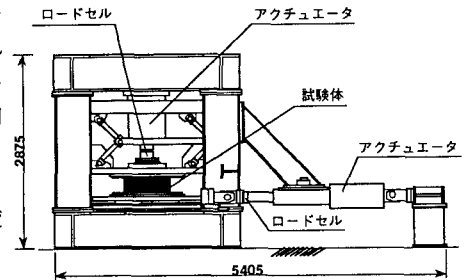


図2 動的加力試験機

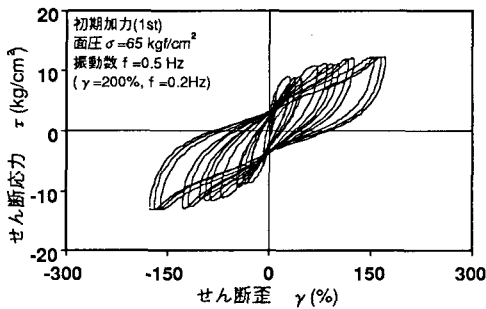


図3 セン断応力-せん断ひずみヒステリシスループ1  
等価減衰定数と放置日数の関係を図7に示す。時間経過とともにせん断弾性率は回復し、その速度は加力直後が最も著しく、放置期間が長くなるにつれて徐々に低下している(73日間放置した場合と103日間放置した場合の特性にほとんど違いがない)。

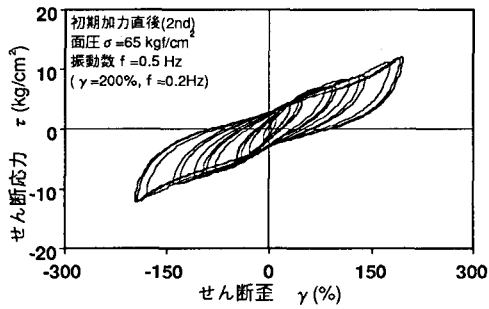


図4 セン断応力-せん断ひずみヒステリシスループ2

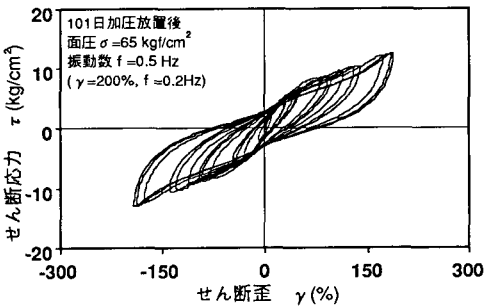


図5 セン断応力-せん断ひずみヒステリシスループ3

4. まとめ 初期加力特性に対し、初期加力直後の加力特性では荷重履歴の影響により復元力が低下するが、その後しばらく放置しておき再度加力すると、復元力が回復し、回復の速度は時間経過とともに低下していくことが確認された。本実験では最大101日間放置した後の加力特性までを評価したが、その時の復元力特性は前記の初期加力と初期加力直後加力特性の平均に近いものであった。以上の結果より現行の設計で用いられている特性式の評価方法がほぼ妥当であるといえる。

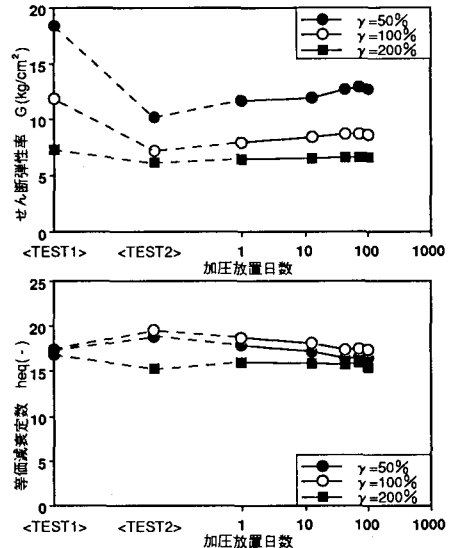
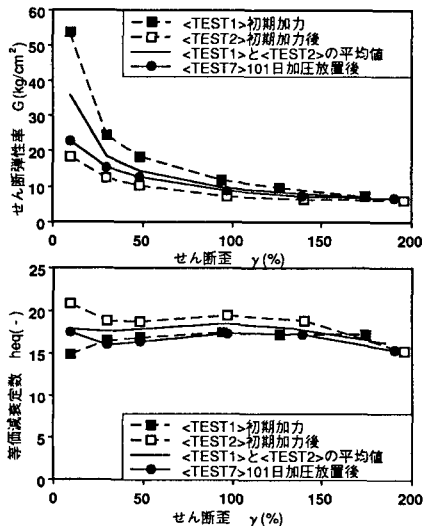


図6 セン断弾性率、等価減衰定数とせん断ひずみの関係 図7 セン断弾性率、等価減衰定数と加圧放置日数の関係  
〈参考文献〉 Nobuo MURATA et al. RECOVERY CHARACTERISTICS OF DYNAMIC PROPERTIES OF HIGH DAMPING RUBBER BEARINGS, U.S.-Japan Workshop on Earthquake Engineering Systems of Highway Bridges, Los Angeles City, U.S., 1994