

I-379 高減衰積層ゴム支承の微小変形領域特性

㈱ブリヂストン 正会員 水津 洋二 ㈱ブリヂストン 正会員 須藤 千秋
 ㈱ブリヂストン 正会員 鈴木 重信 ㈱ブリヂストン 正会員 福森 建至

1. まえがき

高減衰積層ゴム支承は、変位吸収能力、復元能力、および減衰能力を合わせもち、橋梁の免震化を考えていくうえで有力な装置である。一方、ゴム自身に減衰能力を持つ高減衰積層ゴムの特性は、せん断ひずみ、変形速度などに対する非線形性を持ち、免震装置の設計を行う場合、これらを正確に把握することは重要である。特に、発生頻度の高い中小地震に対する応答変位や、桁の温度伸縮などによる常時変位に相当する小振幅域での特性は、これまで正確な評価が明らかにされていなかった。本報告では、高減衰積層ゴム支承の微小ひずみ領域での特性試験を実施し、その性能評価について報告するものである。

2. 試験概要

試験には、図-1に示す縮尺モデルを用いた。支圧応力 $60(\text{kg}/\text{cm}^2)$ のもとで、各々の振幅について振動数 $0.5(\text{Hz})$ の正弦波で3サイクルずつ加力した。加力方法としては 0.1% から 100% まで徐々に振幅を増大し、最大ひずみ (200%) を経験させた後再び上記のひずみで加力を繰り返す方法を採用した。

試験は、従来の試験装置では小変形域で摩擦の影響が大きくなるため、せん断ひずみ 10% 以下の領域では、摩擦の影響を受けないよう工夫した試験装置を用いた。

3. 試験結果

上記加力条件での履歴曲線を示す。最初に 200% の最大ひずみに相当する水平変位を1度作用させる前の履歴曲線を1回目として図-2に、最大ひずみ経験後のものを2回目として図-3に示す。このうち、せん断ひずみで 10% 以下の微小領域のものを図-(A)に、 10% 以上のものを図-(B)に示す。

図-4には、等価せん断弾性係数 G_{eq} とせん断ひずみ γ の関係を、図-5には、等価減衰定数 h_{eq} とせん断ひずみ γ の関係を示した。また図中には既報告で提案した式(1)、(2)に示した $G(\gamma)$ 、 $h(\gamma)$ の設計式も示した。これらの式は、これまで得られたデータを基に1回目と2回目の平均値を通るように求められたものである。

$$G(\gamma) = 35.99 - 91.53\gamma + 124.9\gamma^2 - 86.87\gamma^3 + 29.67\gamma^4 - 3.915\gamma^5 \quad (1)$$

$$h(\gamma) = 0.171 - 0.00027\gamma + 0.00603\gamma^2 - 0.00623\gamma^3 \quad (2)$$

図-4より、せん断ひずみが微小変位領域になれば等価せん断弾性係数は徐々に大きくなり、 0.1% の領域においては 100% せん断時に比べて1.2から1.3倍になることが分かる。また、図-5より、等価減衰定数については、微小領域になるに従い徐々に低下し、 0.1% の特性値では 100% せん断時の値に比べて3分の1程度に低下するものの、非常に小さい領域まである程度の減衰は確保されている。

有効寸法： $\phi 131(\text{mm})$
 積層構造： 1.65×2.5 層

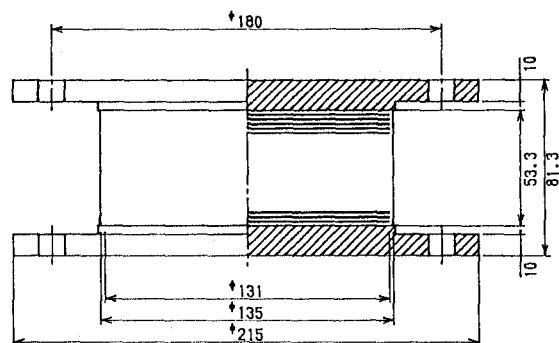


図-1 供試体

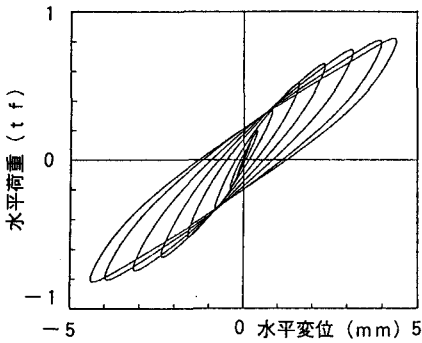


図-2 (A) 小振幅履歴曲線 (1回目)

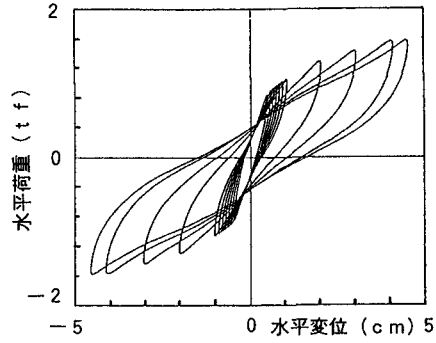


図-2 (B) 履歴曲線 (1回目)

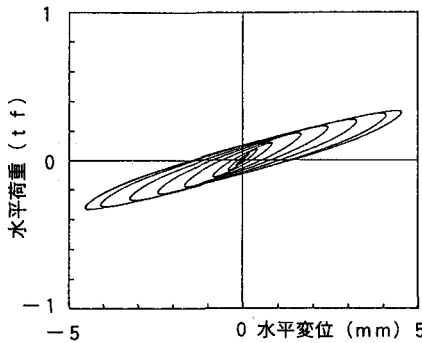


図-3 (A) 小振幅履歴曲線 (2回目)

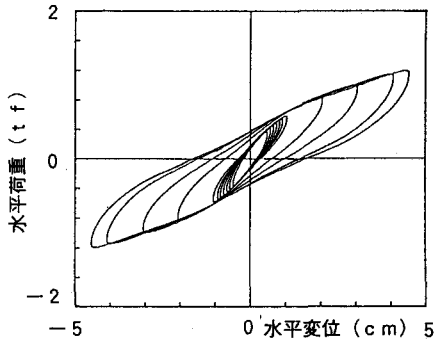


図-3 (B) 履歴曲線 (2回目)

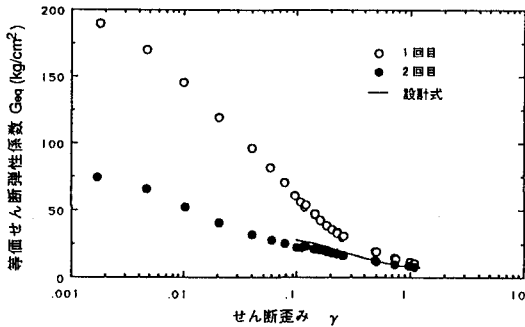


図-4 G_{eq} と γ の関係

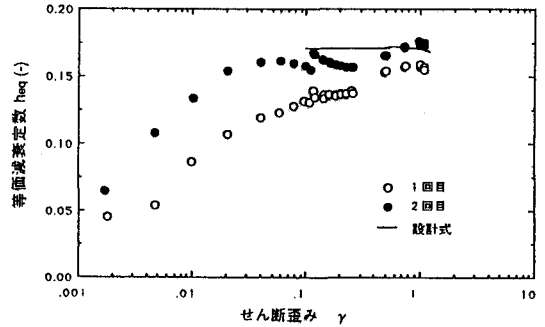


図-5 H_{eq} と γ の関係

4. まとめ

高減衰積層ゴム支承の微小ひずみ領域での特性を評価した結果以下のことが明らかになった。

(1) 等価せん断弾性係数は、ひずみが小さくなるに従い徐々に大きくなる傾向がある。

$$G_{eq}(0.1\%) = 1.2 \sim 1.3 \times G_{eq}(100\%)$$

(2) 等価減衰定数は、微小ひずみになるに従い徐々に減少していくが、非常に小さい領域まである程度の減衰は確保されている。せん断ひずみが0.1%のときの減衰定数は5%程度であった。

$$h_{eq}(0.1\%) = 1/3 \times h_{eq}(100\%)$$