

I-291 道路橋免震用高減衰ゴム支承の動的特性

建設省土木研究所 正会員 川島 一彦
 (株)ブリヂストン ○ " 水津 洋二
 " " 須藤 千秋

1. まえがき

道路橋の免震では、道路継手の性能等から過大な応答変位は許されず、そのため弾性率の高いゴム材料を用いた高減衰ゴム支承が開発された。これまでに、この高剛性高減衰ゴム支承は、縮尺モデルにより各種基本特性が検討されてきた。本報では、実大規模の供試体の復元力特性を測定し、縮尺モデルにより得られた結果から提案した特性式との比較を行った。また、積層ゴムの極限状態における挙動を把握するため、縮尺モデルにより破断特性を明かにすることにより、実用的免震装置としての性能を確認した。

2. 実大規模高減衰ゴム支承の復元力特性

特性実験に用いた供試体は、常時設計反力400tonf、等価減衰定数 h_{eq} が15%程度とした高減衰ゴム支承であり(図-1)、6径間連続PC箱桁橋(@4.5m,幅員12m)に対して2支承/1支点として想定したものである。

実験は、供試体に一定の軸力を加えた状態で、往復の水平変位を与え、得られた「荷重-変位履歴曲線」より等価せん断弾性係数 G_{eq} 、等価減衰定数 h_{eq} を求めることにより行った。水平加力は、設定したひずみにおいて各

3サイクル行い、安定した値から特性値を算出した。また荷重履歴の影響を考慮して、最大ひずみ(200%)経前後の特性を測定した。加力条件は、表-1に示す。得られた履歴曲線として最初に100%ひずみに相当する水平変位を与えた結果(1回目と呼ぶ)を図-2に、200%ひずみに相当する水平変位を一度作用させた後に、再び100%ひずみに相当する水平変位を与えた結果(2回目と呼ぶ)を図-3に示す。

各ひずみにおける G_{eq} 、 h_{eq} を表-2に示す。値は試験機の摩擦と0.5Hz時の値に換算するための補正を行ったものである。

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、図中には縮尺モデルによって得られた特性から提案した式(1),(2)に示した $G(\gamma)$ 、 $h(\gamma)$ の設計式も示した。これは、1回目、2回目の平均値から求めた回帰式である。

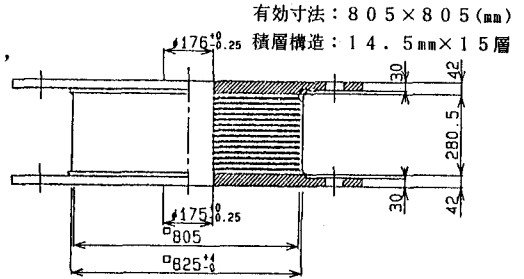


図-1 実大規模供試体

表-1 せん断加力条件

鉛直荷重	300tonf
支圧応力	48.1kgf/cm ²
水平加力速度	2.2cm/min
加力波形	三角波
加力サイクル	各変位±3回

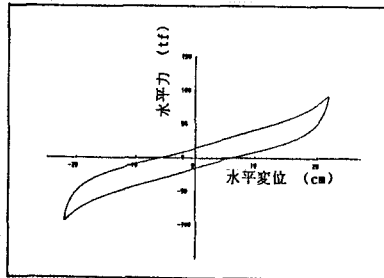


図-2 100%ひずみ履歴曲線(1回目)

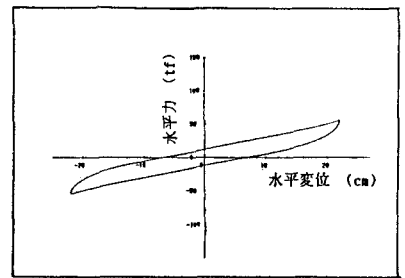


図-3 100%ひずみ履歴曲線(2回目)

表-2 水平復元力特性実験結果

		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
	変位 ± (cm)	5.59	11.0	15.4	21.9	32.7	43.6	49.1
	ひずみ ± (%)	25	50	70	100	150	200	225.6
1 回目	等価弾性係数 G_{eq} (kgf/cm ²)	41.9	26.2	19.8	16.2	13.3	13.0	
	等価減衰定数 h_{eq}	0.158	0.157	0.156	0.140	0.155	0.119	
2 回目	等価弾性係数 G_{eq} (kgf/cm ²)	15.8	11.5	10.77	9.40	9.80	11.9	12.4
	等価減衰定数 h_{eq}	0.194	0.187	0.179	0.177	0.152	0.113	0.123
平均	等価弾性係数 G_{eq} (kgf/cm ²)	28.8	18.9	15.1	12.8	11.6	12.5	12.4
	等価減衰定数 h_{eq}	0.176	0.172	0.167	0.158	0.153	0.116	0.123

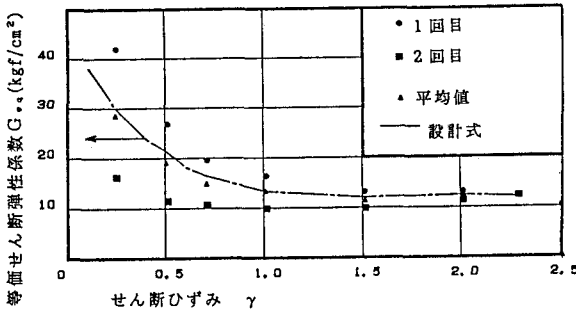


図-4 G_{eq} と γ の関係

$$G_{eq} = 45.3 - 72.7\gamma + 57.33\gamma^2 - 18.99\gamma^3 + 2.18\gamma^4 \quad \text{----- (1)}$$

$$h_{eq} = 0.1543 + 0.03834\gamma - 0.04448\gamma^2 + 0.00858\gamma^3 \quad \text{----- (2)}$$

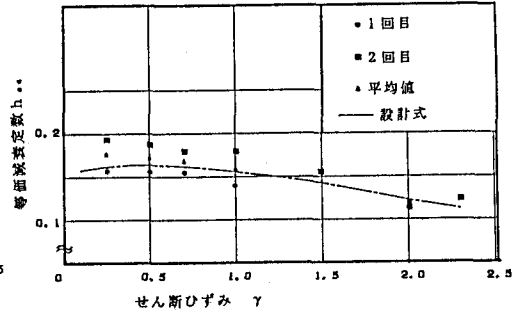


図-5 h_{eq} と γ の関係

3. 縮尺モデルによる破断特性

破断試験に用いた供試体は、図-6に示す縮尺モデルで2供試体を製作した。試験では、供試体1では60 kgf/cm²の支圧応力のもとでせん断ひずみ±100, 200, 250, 300, 400%で各3回の繰り返し加力を与え、この時の履歴曲線を観察し、さらに破断に至るまで水平変位を加え、破断時の力とひずみを求めた(加力速度 $v=4\text{m/s}$)。供試体2では、同様に60 kgf/cm²の支圧応力のもとで供試体1の8倍($v=32\text{mm/s}$)の加力速度で破断に至るまでの水平変位を加え、破断状況を観察した。結果は図-7に示すように、せん断ひずみ250%を越えると履歴曲線にハードニングが見られるが、400%においても減衰を持つ安定した特性が得られている。供試体1では破断力は12.32tf、破断ひずみは5.54、供試体2では14.14tfおよび6.53であり、加力速度が大きいくほど破断ひずみも破断力も大きい値が得られた。どちらもゴム層の破壊によって破断した。

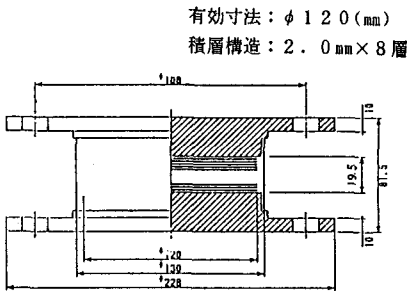


図-6 破断試験供試体

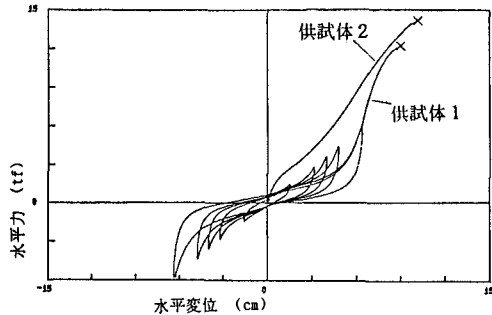


図-7 大ひずみの履歴曲線とせん断破断

4. まとめ

1)実大規模の高減衰ゴム支承に対しても、以前に提案した式(1),(2)による等価せん断弾性係数および等価減衰定数のせん断ひずみによる設計式が適用できることを確認した。2)縮尺モデルのせん断試験によれば、554%~653%と非常に大きいものであった。破断はゴム層の破断によるもので、ゴムと鋼板の接着面では異常は生じなかった。なお、本報告は建設省土木研究所と民間28社との官民連帯共同研究「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。

参考文献 1)水津洋二：高減衰免震ゴム…土木学会 第43回年次学術講演会；昭和63年10月

2)水津洋二：道路橋免震用…土木学会 第46回年次学術講演会；平成3年9月

3)道路橋の免震システムの開発に関する共同研究報告書(その3)；建設省土木研究所；平成4年