

温度依存性を考慮した免震支承の動的解析

東海ゴム工業株式会社 正会員 ○山本 吉久
東海ゴム工業株式会社 山田 博

1. はじめに

平成14年の道路橋示方書の改定により、耐震設計において動的解析による照査が標準化された。この改定により、支承部の移動量が厳密に計算され、従来の水平力分散構造では許容範囲に抑えることが難しく、減衰性能を利用した免震支承の採用が増えてきた。しかし、既往の研究¹⁾においてゴム系の支承はせん断特性（等価剛性、等価減衰定数）の温度依存性が高く、支承の温度が $-20^{\circ}\text{C}\sim-30^{\circ}\text{C}$ に達するような寒冷な地域では、地震時の挙動が設計で期待した通りにならないことが指摘されている。

筆者らは、新たにせん断特性の温度依存性の低い免震支承 THD を開発し、 $+40^{\circ}\text{C}\sim-30^{\circ}\text{C}$ におけるせん断特性の温度依存性を確認した。さらに $+40^{\circ}\text{C}\sim-30^{\circ}\text{C}$ における免震支承のバイリニアモデルを作成し、同一の橋梁モデルにて温度毎の動的解析を実施し、基部のモーメント、基部のせん断力、桁の加速度、桁の変位について比較を行った。その結果、THD を用いた橋梁の動的解析による応答値は、基準温度（ $+23^{\circ}\text{C}$ ）に対して1.20以内に収まっており安定していることがわかった。

本稿では、剛性の温度依存性試験結果、温度依存性を考慮した動的解析の比較結果を中心に報告する。

2. 温度依存性試験

試験は試験機能力の制約から、① $+40\sim-10^{\circ}\text{C}$ （周期 2.0 秒）、② $+23\sim-30^{\circ}\text{C}$ （周期 100 秒）を行い、 $+40\sim-30^{\circ}\text{C}$ の剛性変化を算出した。試験体は、図-1 に示す $\square 420\text{mm}$ 、 $\square 300\text{mm}$ の試験体を用いた。試験におけるせん断歪み率を $\pm 175\%$ 、鉛直荷重として死荷重に相当する $6.0\text{N}/\text{mm}^2$ の荷重を与えた。

図-2 に THD 及び HDR-S の等価剛性の温度依存性（ $+23^{\circ}\text{C}$ に対する変化率）を示す。

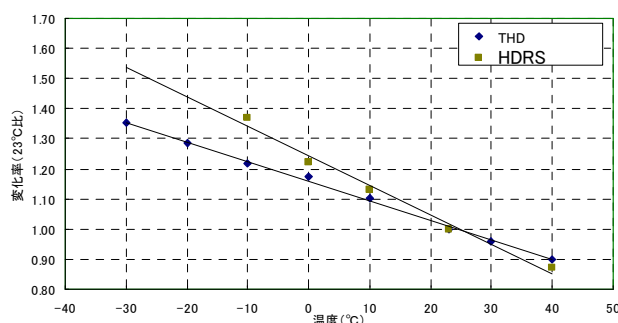


図-2 THD のせん断特性の温度依存性

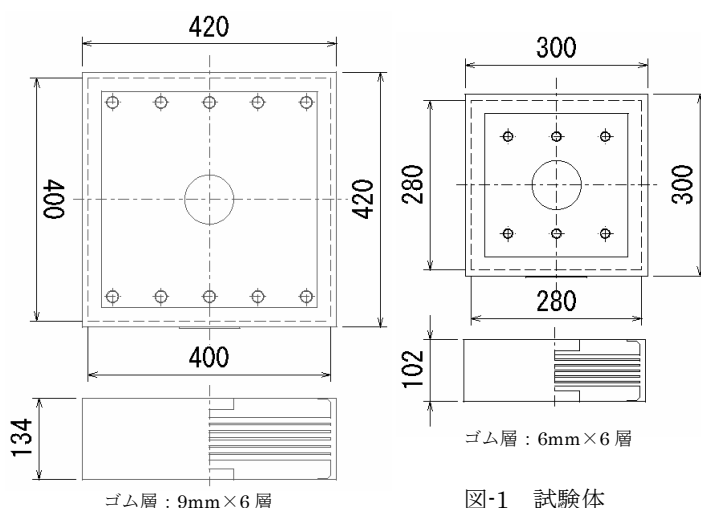


図-1 試験体

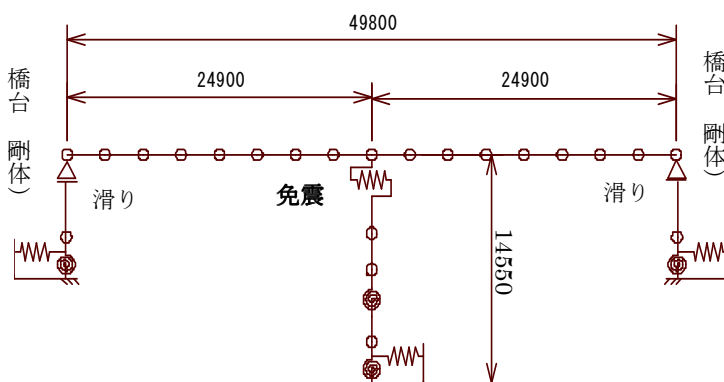


図-3 解析モデル

キーワード 免震支承，等価剛性，温度依存性，動的解析

連絡先 〒485-8550 愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社 免震デバイス事業室

3. 温度依存性を考慮した動的解析

動的解析には常温の等価剛性及び等価減衰定数（設計値）から、バイリニアモデルを作成した。さらに、+40℃、-10℃、-20℃、-30℃における特性の変化率によって各温度におけるバイリニアモデルを作成し動的解析を行った。解析モデルは図-3 に示す 2 径間モデル（Ⅱ種地盤）で行った。免震支承は図-2 に示した THD と HDR-S で実施した。表-1 に解析に用いた免震支承の諸元を示す。

表-1 支承諸元

支圧面積	mm	□950
一層厚み	mm	23
層数	-	7
弾性係数	N/mm ²	1.2
支承数	基/脚	2

4. 解析結果

図-4, 5, 6 に解析によって得られた脚基部に発生するモーメント, 脚基部のせん断力, 桁の加速度の最大値について+23℃を基準にした比率を示す。これらは, 低温域で剛性の変化に伴い応答値が上昇することを示している。図-7 に解析によって得られた桁の変位の最大値について 23℃を基準にした比率を示す。桁の変位は, 高温域で免震支承の剛性の変化に伴って増大している。

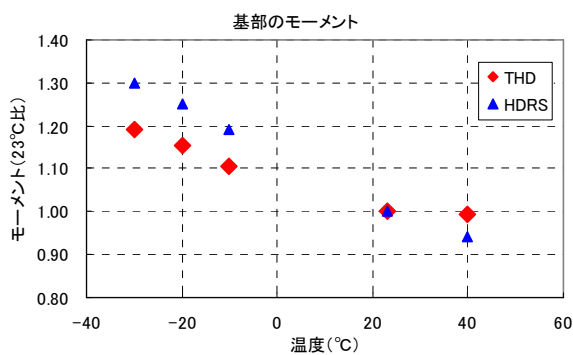


図-4 基部モーメントの温度依存性

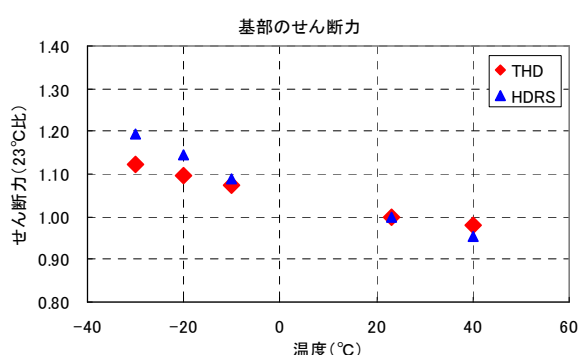


図-5 基部せん断力の温度依存性

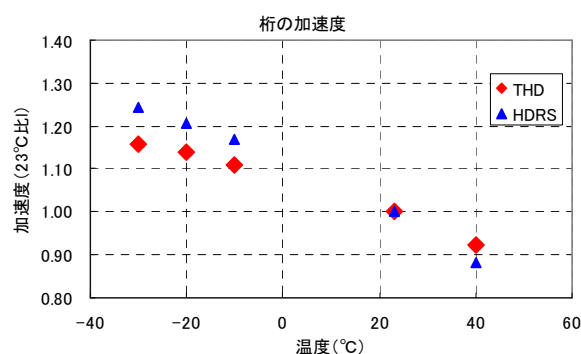


図-6 桁の加速度の温度依存性

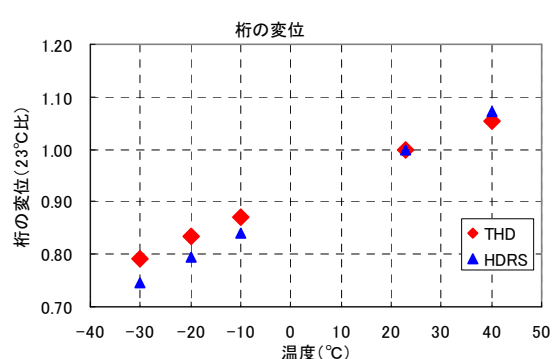


図-7 桁の変位の温度依存性

5. まとめ

免震支承の温度依存性を考慮した動的解析により, 免震支承の剛性変化が応答値に与える影響がわかり, 開発した THD の効果が把握できた。THD は剛性の変化が比較的小さく, 応答値の変動は基準温度に対して 1.20 程度以下に抑えられるため, 温度変化の大きい地域でも安定した性能を期待できる。

参考文献

- 1) 小山田他：低温域における橋梁免震装置の実験的研究，構造工学論文集 Vol. 42A, 1996. 3.