

高減衰ゴム支承のモデル化に違いによる橋梁応答解析結果への影響と低温時の挙動

埼玉大学 正会員 ○奥井 義昭

Chittagong Univ. of Eng. & Tech.

A. Rahman Bhuiyan

土木研究所寒地土木研究所

正会員 三田村 浩

ゴム支承協会

正会員 今井 隆

1. はじめに

橋梁の耐震設計の非線形動的解析において、ゴム支承はバイリニアでモデル化されている。このバイリニアモデルは、ある特定の振動数および振幅の正弦波加振実験結果に基づき定められている。高減衰ゴム支承では、主に粘性効果によって減衰性能を引きだしているため、ひずみ速度によらないバイリニアモデルでは、ひずみ速度が及ぼすゴム支承の剛性や減衰性能の影響が正しくモデル化されていない。

本報告では著者らが提案する粘性効果を考慮したレオロジーモデルとバイリニアモデルを用いたモデル橋梁の動的応答解析実施し、ゴム支承のモデル化が橋梁の動的応答に及ぼす影響と低温時の挙動について検討した。

2. レオロジーモデル

提案するレオロジーモデルの概念図を図1に示す。同図において τ , γ は各々ゴム支承の平均せん断応力と平均せん断ひずみを表す。提案モデルは線形バネA, C, ハードニングを表す非線形バネB, スライダーS, 非線形速度依存性を表すダッシュポットDから構成されている。モデルの詳細と各要素のパラメータの同定方法は、文献[1]を詳述されている。

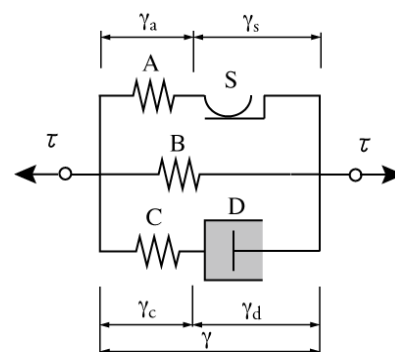


図1 レオロジーモデル

3. 橋梁モデルを用いた応答解析

検討に用いた高架橋モデルを図2に示す。上部構造は5径間連続鋼合成床版橋であり、下部構造は壁式RC橋脚と杭基礎、地盤種別はⅡ種地盤を想定し、現行の道路橋標準示方書に従って断面等を決定した。

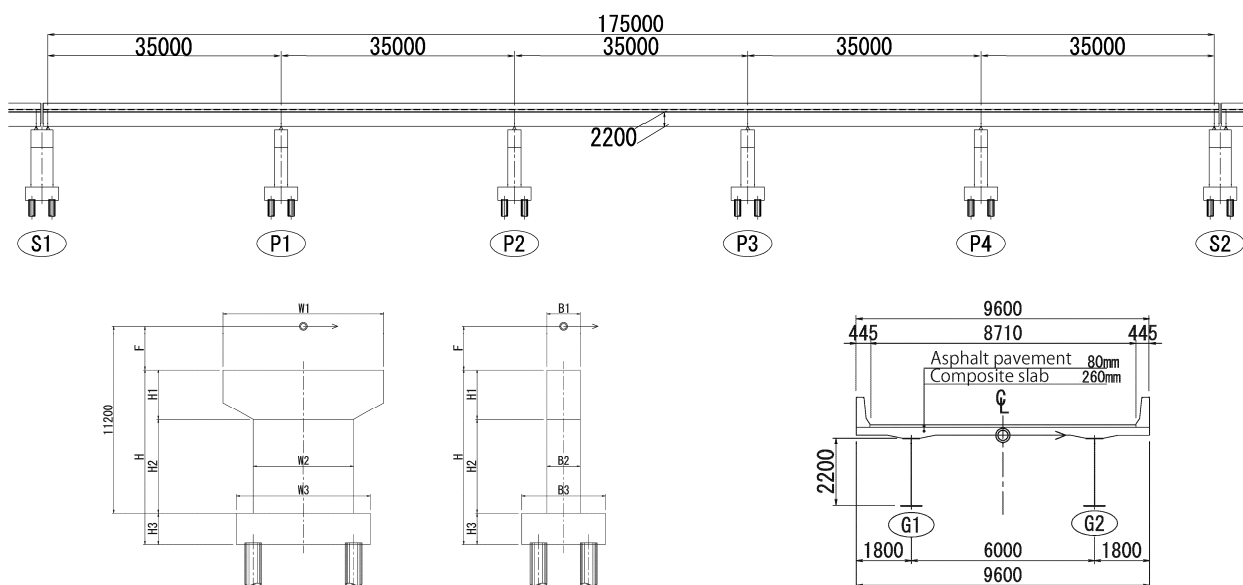


図2 検討に用いたモデル橋梁

キーワード 免震, ゴム支承, 耐震設計, 動的応答解析, 速度依存効果

連絡先 〒160-0004 さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科 okui@mail.saitama-u.ac.jp

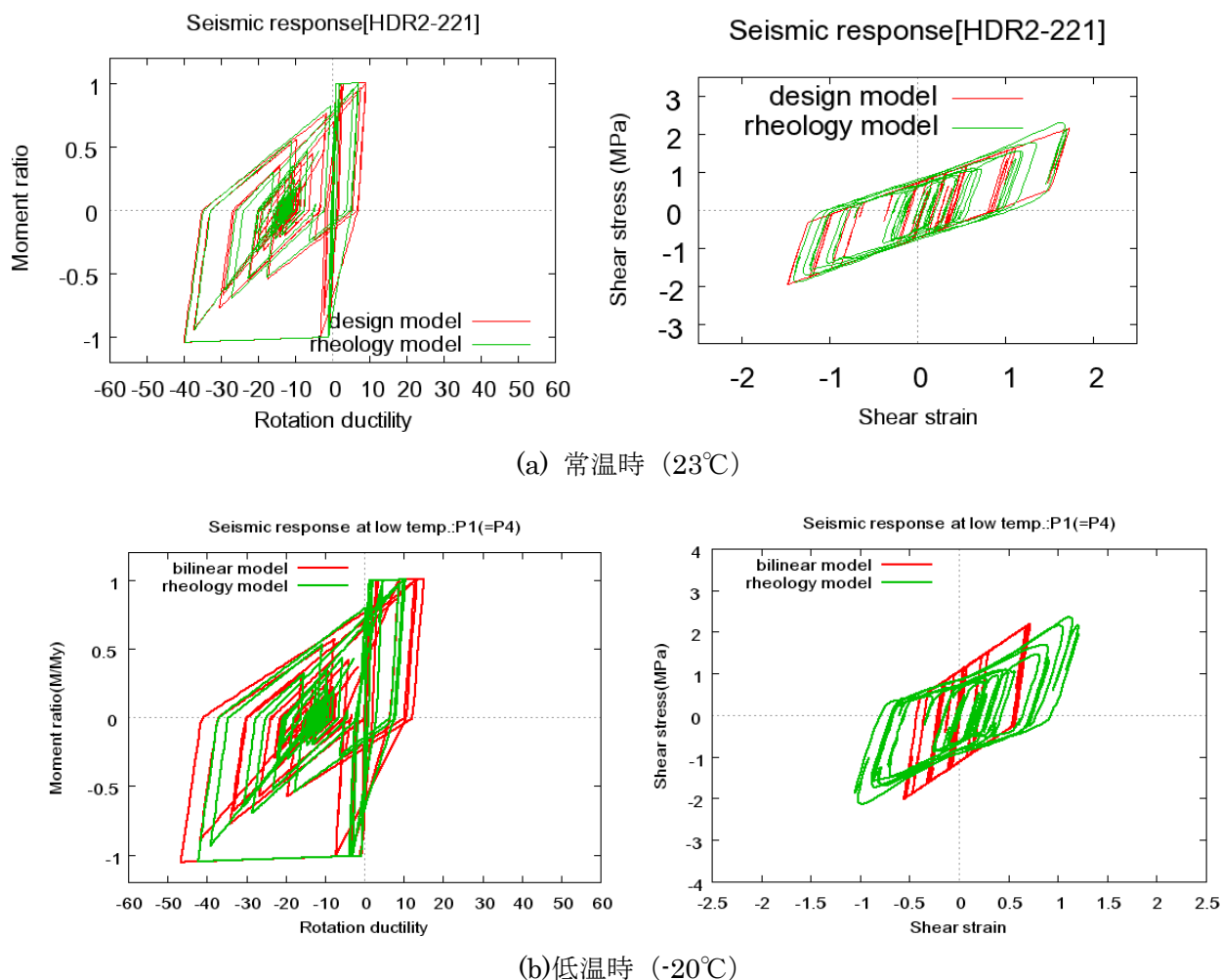


図3 橋脚塑性ヒンジの $M/M_y - \theta/\theta_y$ 関係とゴム支承の平均せん断応力-ひずみ関係

図2のモデル橋を、ゴム支承を除いて通常の耐震設計で用いられている手法で解析モデル作成した。すなわち、上部構造は線形のはり要素、橋脚は塑性ヒンジを含むはり要素、基礎・地盤は水平と回転バネでモデル化した。RC橋脚の塑性ヒンジ部の復元力特性はトリリニア型の武田モデルを用いた。

ゴム支承に関しては、レオロジーモデルと通常のバイリニアモデルの両方で解析を行い比較した。ただし、バイリニアモデルの1次剛性、2次剛性等のパラメータは、ゴム支承便覧に規定の値ではなく、レオロジーモデルのパラメータ同定に用いたものと同じ実験結果より決定した。これは、今回の実験結果が支承便覧に規定の挙動と若干異なるため、比較の対象をモデル化の違いのみに限定したかったためである。

4. 応答解析結果の比較と温度依存性の検討

ゴム支承として高減衰ゴムを想定し、道示耐震設計編に規定の Type-II の標準地震波を入力した際の橋脚塑性ヒンジ部の $M/M_y - \theta/\theta_y$ 関係およびゴム支承の $\tau - \gamma$ 関係を図3に示す。(a)が常温時 (23℃)、(b)が低温時 (-20℃) の結果を示し、design model がバイリニアモデル、rheology model がレオロジーモデルを表す。常温時においては、履歴ループの内部は両モデルでかなり応答が異なるものの、最大応答値は比較的良い一致を示している。一方、低温時には両者の挙動は大きく異なり、バイリニアモデルでは低温時の挙動がうまく表現できていない可能性がある。

紙面の都合で省略したが当日の発表では Type-I 地震波の結果も含めて、ゴム支承と橋脚塑性ヒンジ部の最大応答値をまとめた結果を示す予定である。

参考文献 [1] Bhuiyan, Okui, Mitamura, Imai, A rheology model of high damping rubber bearings for seismic analysis: Identification of nonlinear viscosity, Int. J. of Solids and Structures, Vol. 46, No. 7-8, 2009, pp. 1778-1792