

I - B349 鉛プラグ入り積層ゴム支承の低温環境における使用性

北見工業大学 学生員 久保和子 オイレス工業(株) 正員 池永雅良
 (株)開発工営社 正員 松井義孝 北見工業大学 学生員 高橋宏司
 北見工業大学 フェロー 大島俊之

1. まえがき

阪神大震災など大地震の発生により受ける被害の大きさは計り知れないものがあるがこの被害を最小限に押さえる方法として免震設計が定着しつつある。¹⁾²⁾ところで免震設計に使用されている免震装置はゴムが柔軟に水平方向に変形する性質を利用しているためゴムの低温特性によって免震効果が左右されると言っても過言ではない。すなわち低温特性の一つにゴムはある温度を境に急激に剛性が大きくなる。³⁾本研究ではこの点に注目して北海道のような寒冷地で免震設計を行った場合環境温度が -30°C まで低下したことによって免震装置の構造特性にどれほどの影響が及ぼされるのか低温室内実験により検討を行った。⁴⁾

2. 実験概要

本実験では環境温度を $+20$ 、 -10 、 -30°C に設定して図1に示す実験装置に供試体として図2に示す鉛プラグ入り積層ゴム支承（以下LRBと呼ぶ）の上部を固定して鉛直荷重をかけ振動台をせん断歪 $\gamma=60$ 、 175% で水平方向に加振する方法で行った。上載荷重として鉛直荷重 15tf （面圧 60kgf/cm^2 ）を用い、振動数は2、1、0.5、0.25Hzと4種類に変化させた。

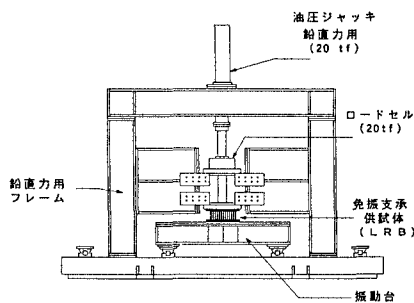


図1 実験装置概要

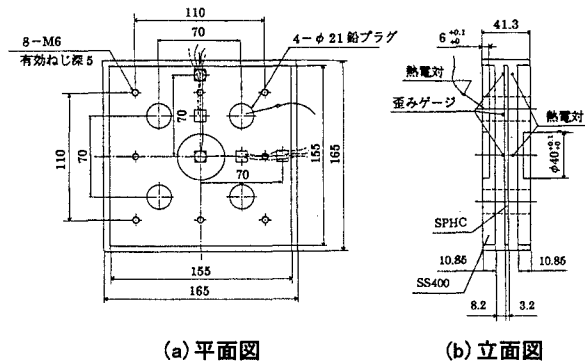


図2 鉛プラグ入り積層ゴム支承（LRB）

3. 実験結果

(1) 環境温度の低下による履歴特性の比較

図3には環境温度が $+20^{\circ}\text{C}$ 、 -10°C 、 -30°C と低下したときの履歴吸収エネルギー ΔW の変化を示しており、図3(a)はせん断歪 60% 、図3(b)はせん断歪 175% の時の結果である。せん断歪 175% の(b)図では -30°C の時の結果が得られていない。これらの結果から温度が低下することによってわずかであるが ΔW が増加している。

(2) 環境温度の低下による等価剛性の比較

図4(a)、(b)には環境温度が低下する時の等価剛性の変化を示している。実験に用いた供試体の目標設計値はせん断歪 $\gamma=175\%$ 、等価剛性 $K_{eq}=1227\text{kgf/cm}$ 、等価減衰定数 $h_{eq}=19.3\%$ 、降伏荷重 $Q_d=1177\text{kgf}$ 、 K_1 （第1剛性） $=5313\text{kgf/cm}$ 、 K_2 （第2剛性） $=817\text{kgf/cm}$ である。図4(a)、(b)の結果よりせん断歪 60% の場合

キーワード 低温環境, LRB

連絡先 (〒090 北海道北見市公園町165番地 TEL 0157-26-9476 FAX 0157-23-9408)

合は等価剛性の温度依存性が大きいがせん断歪175%の場合は目標設計値を少し下回る1100kgf/cm程度で変わらない。この場合ひずみゲージ貼付によるゴムと鋼板の接着面積の低下の影響が見られている。

(3) 環境温度の低下による等価減衰定数の比較

図5(a)、(b)からせん断歪60%の場合、環境温度が低下するとともに等価減衰定数の値は少し小さくなっているが環境温度が+20℃から-10℃と変化した時の-10℃の等価減衰定数の値は+20℃の時の約0.9倍程度であり環境温度が-10℃から-30℃と低下した時も-10℃の時の約0.9倍程度の値を示している。せん断歪175%の場合環境温度が+20℃から-10℃と低下しても等価減衰定数の値はほとんど変わらなかった。

(4) 供試体のゴムと鉛プラグの温度変化の比較

図6には環境温度が-10℃と-30℃の場合の供試体内部の鉛プラグとゴム（内部および外側）の温度変化を示している。実験ではせん断歪60%、振動数1Hzで10回载荷（10secまで）後、静止した場合の温度変化を測定している。

図6から鉛プラグは振動すると直ぐに温度上昇を始め振動が停止するとともに温度上昇は終わる直ぐに温度降下を始める。一方ゴムの方は環境温度が-10℃の時は振動前と後ではあまり温度変化は見られないが環境温度が-30℃となると環境温度が-10℃の時よりも温度変化は大きくなっている。全体的傾向としては環境温度が-30℃の場合ゴム内側の温度の方が鉛プラグの温度により追従していく傾向が見られる。

4. まとめ

低温環境下での免震支承の低温特性が得られた。今回の実験結果から環境温度の低下によってゴムの剛性が大きくなっても免震支承の免震効果は大きく低下しないことが分かった。また環境温度が-10℃の時よりも-30℃の時の方がゴムの温度上昇は大きかった。以上の結果を考慮して免震設計をすれば寒冷地においても所要の免震効果を発揮させることができる。本研究においては戸舘春美氏（佐藤技研）、長谷川治氏（オイレス工業）、三上修一氏、山崎智之氏（北見工大）の援助を受けましたので感謝いたします。

○ : 2Hz, △ : 1Hz, □ : 0.5Hz, × : 0.25Hz

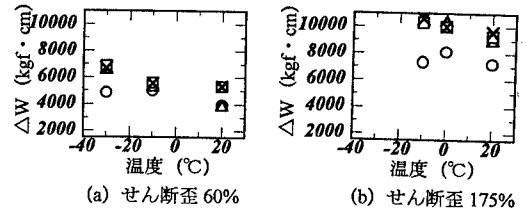


図3 環境温度の変化による履歴吸収エネルギーの比較

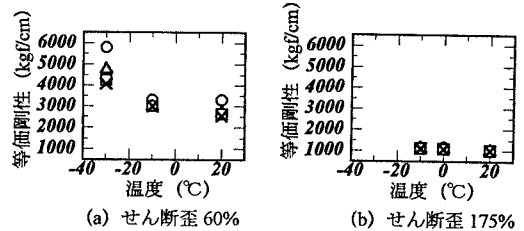


図4 環境温度の変化による等価剛性の比較

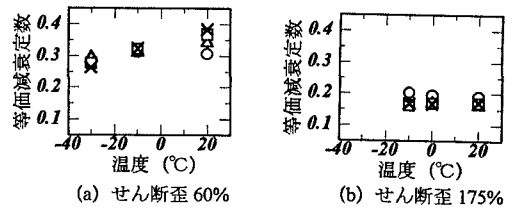


図5 環境温度の変化による等価減衰定数の比較

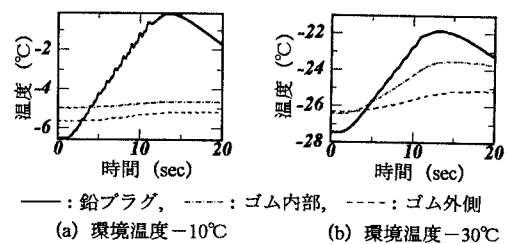


図6 供試体のゴムと鉛プラグの温度変化の比較（せん断変位60%、振動数1Hz）

参考文献

- (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，1996.12
- (財) 土木研究センター：道路橋の免震設計法マニュアル（案），1992
- 戸原晴彦編：改訂新版 防震ゴム，現代工学社，1975
- 小山田欣祐，佐藤昌志，谷本俊充，林亜紀夫：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，pp. 707-714，1996-3