

I - B58

寒冷地における免震装置の低温特性

北見工業大学 学生員 中山 卓也 オイレス工業(株) 正 員 下田 郁夫
 オイレス工業(株) 正 員 池永 雅良 オイレス工業(株) 正 員 長谷川 治
 北見工業大学 フェロー 大島 俊之

1 まえがき

免震装置は構造物に施工することにより地震などが起こった場合の被害を軽減することが期待できるもので主に積層ゴム支承や鉛プラグ入りゴム支承（LRB）が一般的である。ゴムは環境温度が低温になると剛性が増大するという性質が知られている。そのため、北海道のような寒冷地で免震設計を行った場合、冬期には免震装置が冷却され設計時の免震効果が発揮できないことが予想される。

本研究では、鉛プラグ入り積層ゴム支承（LRB）について+20℃ ～ -30℃までの低温特性の変化について振動実験を行った。また長期間低温状態での特性の変化については 20 日間の耐寒試験を行った。評価に当たっては等価剛性・等価減衰定数について検討した。

2 実験概要

免震装置の低温実験には図1に示す鉛プラグ入り積層ゴム支承（LRB）を用いた。仕様はゴム層が 3.6mm × 7 層とし、また、加震時のゴムと鉛の温度変化を調べるため、ゴムの内部と外部、さらに鉛に熱電対を取り付けた。実験は図2に示す装置により行った。免震支承は図中の振動台と鉛直力用油圧ジャッキの間にボルトで固定し、鉛直力用油圧ジャッキにより面圧 62.4kgf/cm² の鉛直荷重を载荷した。冬期に橋梁が冷却された状況を想定して供試体を実験装置に設置し鉛直荷重をかけた状態で実験室内の温度の調節を行い冷却した。環境温度等の条件を表1に示す。

3 データ解析内容

免震支承の特性の変化は、等価剛性、等価減衰定数により検討した。等価剛性は道路橋示方書に従ってせん断変位、せん断力の正負の最大点を結ぶ斜線の傾きより求め、等価減衰定数も同様に履歴曲線によって囲む面積ΔWを数値積分によって求め、上記の2点を結ぶ斜線からなる三角形の面積WをとってΔW/πWにより求めた。

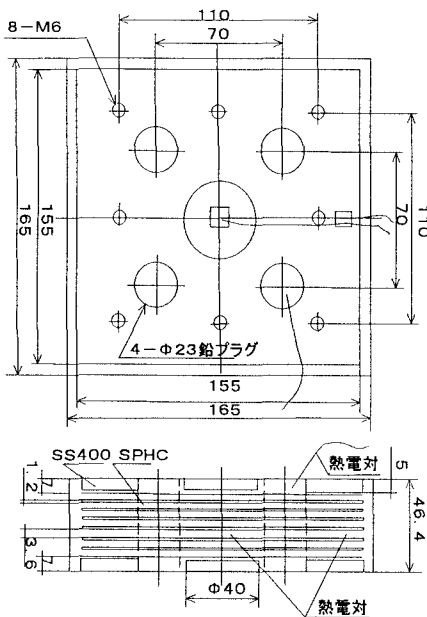


図-1 供試体

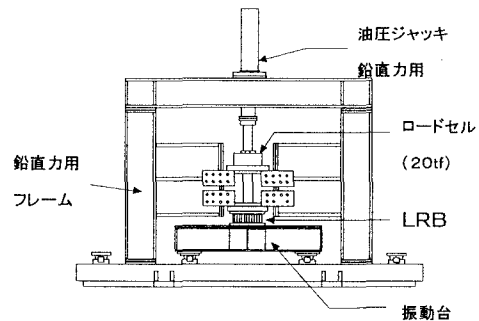


図-2 実験装置

せん断歪[変位]	60% [15mm]	150% [38mm]
環境温度 (°C)	+20 0 -20 -30	
耐寒日数 (日)	20日間	
周波数 (Hz)	1	
鉛直荷重 (kgf/cm ²)	62.4	

表-1 実験条件

キーワード 低温環境、LRB

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地

TEL 0157-26-9476

FAX 0157-23-9408)

4 実験結果

4.1 低温下の特性変化

図4には環境温度に対する等価剛性を示す。せん断歪み 60%、150%とも環境温度の低下に伴って等価剛性は増加するが、せん断歪み 60%の方に若干その影響が強く表れている。せん断歪み 150%においては-20℃から-30℃で等価剛性は約 1.5 倍程度増加する。

図5は環境温度に対する等価減衰定数の変化を表したものである。環境温度+20℃において、せん断歪みの違いによる等価減衰定数の変化は見られない。環境温度の変化からは、+20℃の値と-30℃の値を比較すると、せん断歪み 60%、せん断歪み 150%とも、ほとんど変化は見られない。このことから、環境温度の変化による影響は、せん断歪み 60%、せん断歪み 150%ともほとんど一定と考えられる。

4.2 耐寒日数による影響

図6は耐寒日数に対する等価剛性の変化を表したものである。図6より、せん断歪み 60%、150%とも経過日数が進むにつれ等価剛性は増加していき最大 30%程度高くなっている。これはゴムの特性の変化や、免震装置そのものの凍結によるものと思われる。以上よりLRBの低温下長時間の使用については、多少の剛性の増加を考慮する必要があると思われる。

図7は耐寒日数に対する等価減衰定数である。図7より、せん断歪み 60%とせん断歪み 150%とも耐寒日数の経過に伴い等価減衰定数は減少している。また減少は積算寒度で-300℃・day までであり、それ以降はほぼ一定の値となる。この減少率は約 17%であった。

4.3 低温条件下の供試体内部の温度変化

図8はせん断歪み 150%で環境温度+20℃、0℃、-30℃直後での供試体内部の温度変化を表したものである。環境温度+20℃の時、温度上昇は鉛が最も高く、次にゴム内部、ゴム外部となっている。環境温度0℃においても同様の傾向が見られる。またこのときの上昇温度は鉛で60℃、ゴムで20℃程度である。環境温度-30℃では鉛とゴム内部・外部ともに同じ温度上昇を示した。このとき鉛の上昇温度は30℃程度であるので、常温時に比べ低温下では鉛の温度上昇は小さくなっている。一方、ゴムは低温下においては常温時よりも温度上昇は10℃程大きくなっている。これからLRBは環境温度の違いによって、振動時に発生する内部温度に変化が表れ、温度上昇の割合は鉛が減少、ゴムは多少の増加という傾向が得られた。

5 結論

- (1) 環境温度の変化によって、LRBの等価剛性は大きくなり環境温度-30℃で常温より約 50%増加する。
- (2) 長時間低温状態でのLRBの等価剛性は最大で約 30%増加する。
- (3) 環境温度の変化による等価減衰定数の変化はあまりない。
- (4) 長時間低温状態でLRBの等価減衰定数は減少するが、時間経過と共に安定し、その減少率は約 17%程度である。
- (5) LRBの振動時内部温度変化は環境温度の影響を受け、低温下でゴムの温度上昇は大きくなり、鉛は小さくなる。

本研究においては北見工業大学 工学部 土木開発工学科 三上修一氏、山崎智之氏、及び研究室大学院生の援助を受けましたので感謝いたします。

<参考文献>

- (1) (社)日本道路協会：道路示方書・同解説Ⅴ 耐震設計編，1996.12
- (2) 大島，三上，山崎，池永，松井，久保：低温条件における免震装置の機能確認実験，構造工学論文集. Vol. 44A, 1998.3
- (3) 戸原晴彦編：改訂新版 防震ゴム，現代工学社，1975
- (4) 小山田欣裕，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. Vol. 42A, 1996.3

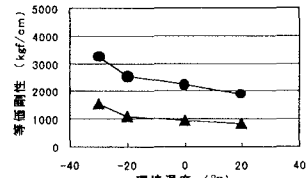


図-4 環境温度の変化による等価剛性

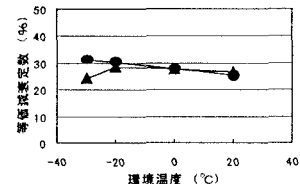


図-5 環境温度の変化による等価減衰定数

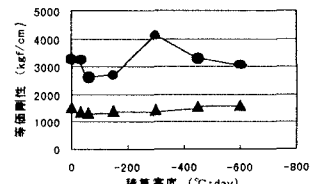


図-6 耐寒日数による等価剛性

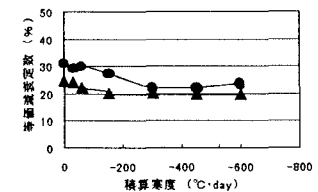


図-7 耐寒日数による等価減衰定数

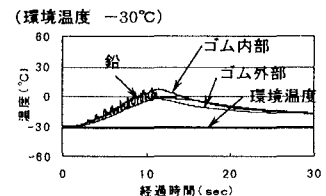
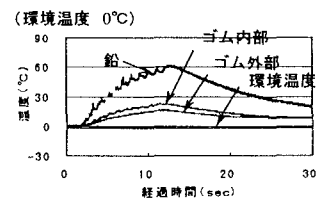
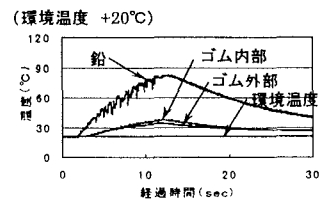


図-8 環境温度の変化による内部温度