

I-74 低温室実験による免震支承の振動特性に関する研究

北見工業大学 学生会員 久保和子 北見工業大学 フェロー 大島俊之
北見工業大学 正会員 三上修一 北見工業大学 正会員 山崎智之
オイレス工業(株) 正会員 長谷川治 (株)開発工営社 正会員 松井義孝

1. まえがき

北海道のような寒冷地で免震設計を実施する場合免震装置の低温特性を明らかにしておくことが重要である。したがって本論文では、橋梁の環境温度が低温となりゴムの剛性が大幅に増加した場合に、免震装置の免震効果がどのように変化するのか実験を行った。これまでに同様な免震装置を用いてモデル化を行い温度変化の影響による免震装置の免震効果を数値シミュレーションにより検討を行った。³⁾ここではこの結果を踏まえたうえで実験室内の温度を+20、-10、-30℃と設定し、免震装置を冷却して免震装置の構造特性がどのように変化するのか検討を行った。

2. 実験概要

本実験では環境温度を+20、-10、-30℃に設定して図1に示す実験装置に試験体として図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は5、10、15tと3種類を用いた。また振動数は2、1、0.5、0.25Hzと4種類に変化させた。

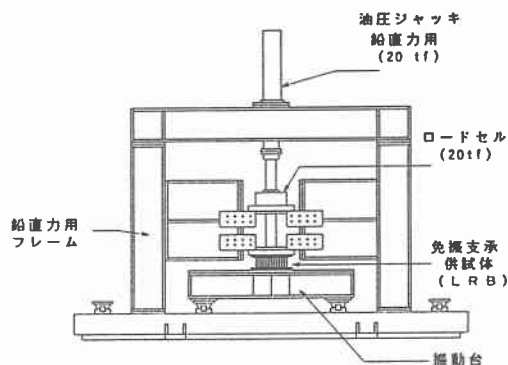
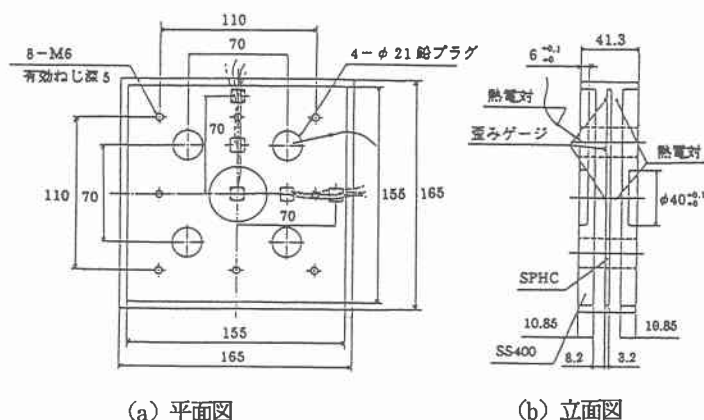


図1 実験装置概要



(a) 平面図

(b) 立面図

図2 鉛プラグ入り積層ゴム支承(LRB)

Study on Vibration Characteristics of Isolator Device by Low Temperature Room Experiment
by Kazuko KUBO, Toshiyuki OSHIMA, Shuichi MIKAMI, Tomoyuki YAMAZAKI, Osamu HASEGAWA
and Yoshitaka MATSUI

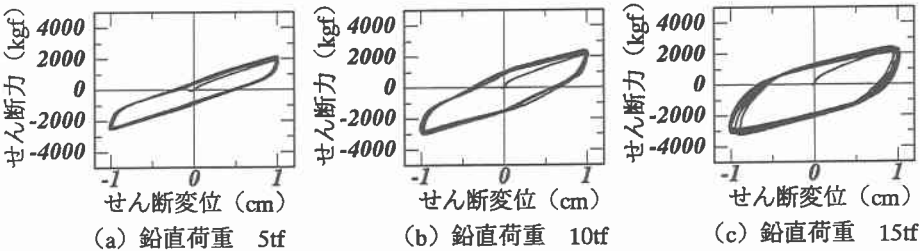
3. 実験結果

図3にせん断変位 $\gamma=60\%$ で水平方向に加振し、振動数1Hz、左から鉛直荷重を5、10、15tfと増加させた履歴特性を示す。図4には等価剛性、等価減衰定数の定義を示す。また、環境温度を+20、-10、-30℃と変化させ、各温度で鉛直荷重を5、10、15tfと増加させ、振動数は2、1、0.5、0.25Hzと変化した時の履歴吸収エネルギー ΔW を図5に、等価剛性 K_{eq} を図6に、等価減衰定数 h_{eq} を図7に示す。

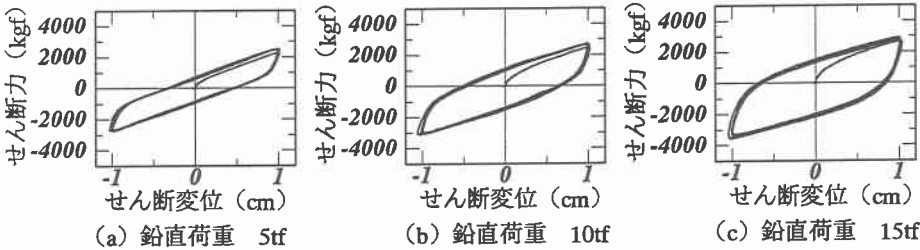
(1) 環境温度の低下による履歴特性の比較

まず図3より環境温度の低下とともにせん断力の値が大きくなっている。これはLRBに使用されているゴムの温度が低下したためにゴムの剛性が大きくなった影響を受けたためと考えられる。また、同じ環境温度であっても鉛直荷重の値が大きくなるに従ってせん断力の値も大きな値を示している。

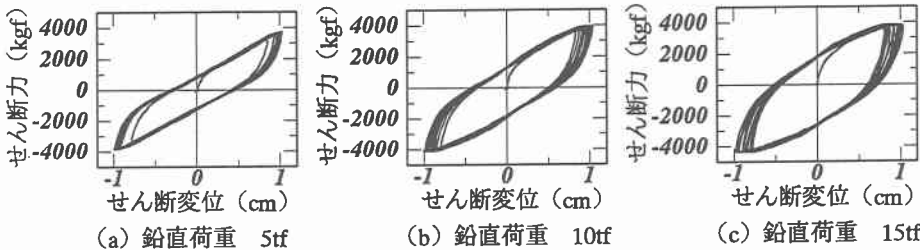
図5より鉛直荷重が5、10、15tfと大きくなっていくに従って履歴吸収エネルギー ΔW の値が大きくなっており、鉛直荷重が大きくなるに従って履歴吸収エネルギー ΔW の値にばらつきも見られるようになる。このことから履歴吸収エネルギー ΔW は鉛直荷重の大きさの影響を受けると思われる。



(I) +20℃、1Hzの場合

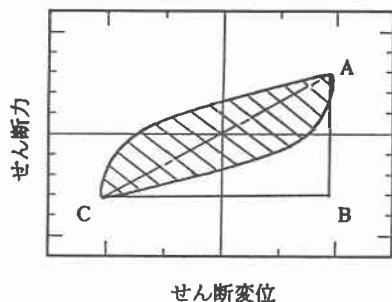


(II) -10℃、1Hzの場合



(III) -30℃、1Hzの場合

図3 振動数1Hz時の履歴特性



$$K_{eq} = \frac{AB}{CB}$$

$$h_{eq} = \frac{\Delta W}{\pi W}$$

ΔW : 図中の面積

W : 三角形 ABC の面積

図4 等価剛性と等価減衰定数の定義

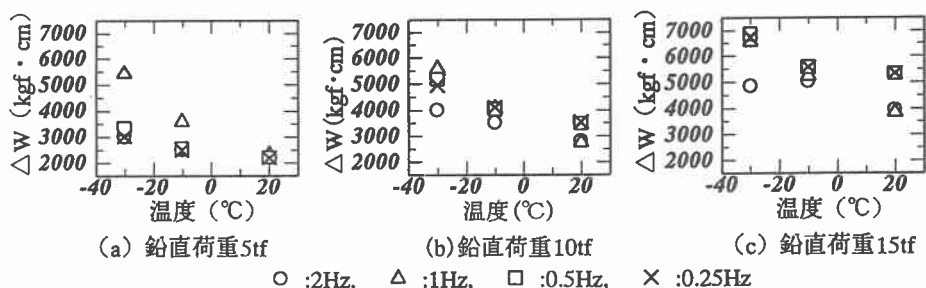


図5 環境温度の変化による履歴吸収エネルギーの比較

(2) 環境温度の低下による等価剛性の比較

図6より環境温度が+20、-10℃の場合、等価剛性 K_{eq} の値はあまり変わらず、また振動数が2、1、0.5、0.25Hz と変化してもその差はほとんど無い。しかし、-30℃になると+20℃の時の 1.6~1.7 倍の値を示すようになる。これは環境温度が低下したことによってゴムが冷却され、ゴムの剛性が大きくなった影響を受けて等価剛性の値が大きくなったと考えられる。また、振動数が2Hzの時に1、0.5、0.25Hzの時よりも等価剛性 K_{eq} が大きめの値を示す傾向が見られ、その傾向は特に鉛直荷重が15tf、-30℃の場合にいちばん大きい。

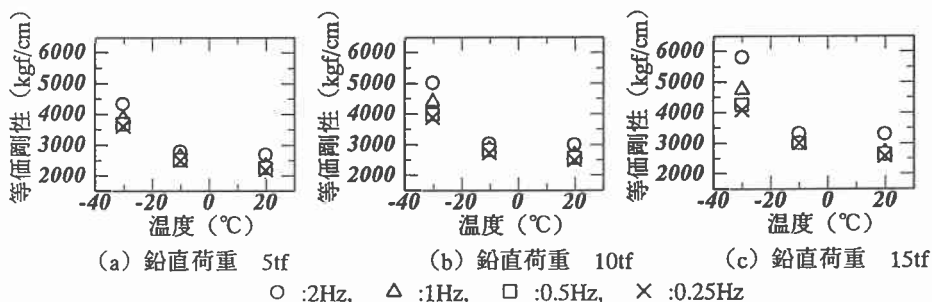


図6 環境温度の変化による等価剛性の比較

(3) 環境温度の低下による等価減衰定数の比較

図7より鉛直荷重が5、10tfの場合、環境温度が+20、-10、-30℃と変化しても等価減衰定数 h_{eq} の値にほとんど差はなく、振動数が2、1、0.5、0.25Hzと変化しても等価減衰定数 h_{eq} の値にほとんど差はないが鉛直荷重が15tfの場合は環境温度が+20、-10、-30℃と低温となるに従って等価減衰定数 h_{eq} は少し小さくなっている。しかし、環境温度-30℃の時でも等価減衰定数の値は0.25以上を示している。このことから環境温度が-30℃と低温となっても環境温度が+20℃の時とほぼ同じ振動の減衰効果が得られると思われる。また、鉛直荷重が5、10、15tfと大きくなるに従って等価減衰定数 h_{eq} の値も大きくなっており所要の減衰効果が得られると思われる。

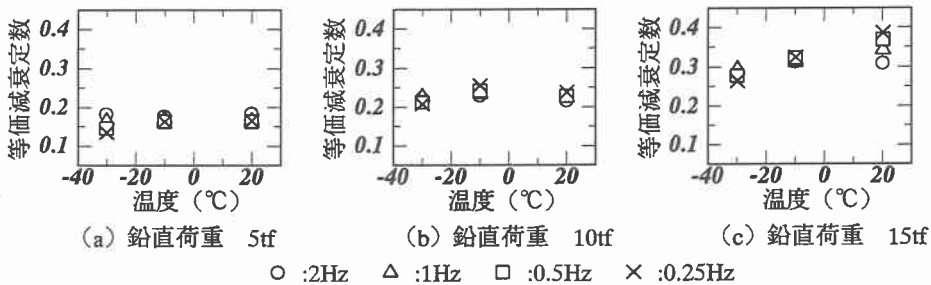


図7 環境温度の変化による等価減衰定数の比較

4. まとめ

環境温度が低温となりゴムの剛性が大きくなった場合の免震支承の免震効果の実験結果は、環境温度が+20、-10、-30℃と低温になっても所要の免震効果が得られ、振動数の変化による影響はほとんど受けないう結果が得られた。以上を要約すると次の通りである。

- (1) 鉛直荷重が5、10、15tfと大きくなるとその影響を受けて履歴吸収エネルギー ΔW の値は大きくなる。
- (2) 環境温度が+20、-10℃の場合、等価剛性 K_{eq} の値にほとんど差はないが-30℃と低温になると+20℃時の1.6~1.7倍と大きくなる。
- (3) 環境温度が+20、-10、-30℃と変化しても等価減衰定数 h_{eq} にほとんど差は無く、振動数2、1、0.5、0.25Hzと変化しても等価減衰定数 h_{eq} にほとんど差はない。
- (4) 鉛直荷重が大きくなるにしたがって等価減衰定数 h_{eq} の値も大きくなる。

本研究の実験においては北見工業大学の戸館春美氏他構造・橋梁工学研究室の皆さんにお世話になりました。また実験の解析においてはオイレス工業の伊関治郎、下田郁夫、池永雅良の各氏のお世話になりました。感謝いたします。

参考文献

- 1) 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
- 2) (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
- 3) 大島俊之, 三上修一, 山崎智之, 久保和子, 長谷川治, 松井義孝: 免震装置の低温条件における免震効果のシミュレーション, 第1回免震・制震コロキウム講演論文集, pp.383-390, 1996-11