

寒冷地における橋梁用ゴム支承の性能評価実験

The performance evaluations of rubber bearings for bridges in cold districts

ゴム支承協会	正員	今井 隆(Takashi Imai)
土木研究所寒地土木研究所	正員	佐藤 京(Takashi Satoh)
ゴム支承協会	正員	西村貴明(Takaaki Nishimura)
ゴム支承協会	正員	田中弘紀(Hiroki Tanaka)
土木研究所寒地土木研究所	正員	三田村 浩(Hiroshi Mitamura)

1. はじめに

橋の耐震性能の向上を図る目的で使用している積層ゴムは一般的に温度依存性があることが知られている¹⁾。

特に低温下での性能変化は橋の耐震性能に影響を与える可能性があることから、北海道内では適用できないものがあつた。しかし、近年の研究²⁾および実験ならびに本州での実績を踏まえ、橋梁で使用される各種の積層ゴム支承において極低温下で適用できるように支承製造会社に対して低温に関する資料調査を行い、極低温下に関する性能変化に関する依存性、北海道内の使用実績、研究等について整理を行った³⁾。

また、本整理から、積層ゴム支承の極低温下における等価剛性や等価減衰定数の変化率を考慮した低温時における橋梁の動的解析を行い問題点の洗出しを行った。以上の結果、以下に示すような問題があることが分かった。

等価剛性及び等価減衰定数の温度依存性の補正式算定に統一的な手法がなく、製造会社、支承種別毎に設定されている。なかには理論から乖離しているものがあつた(図-1)。

温度依存性を考慮した非線形履歴モデルは一次剛性と二次剛性を変化させることで行ったが、せん断ひずみの小さい部分は等価剛性と等価減衰定数の変化が温度依存性の補正式と会わなかった。

市販の簡易型動的解析ソフトによる解析では、レリ型粘性減衰マトリクスを用いている場合が多く、今回のように、バイリニア型のモデルを用い、低温による剛性、減衰の変化は初期勾配(一次剛性)を大きくすることで補正した。その結果、過大な粘性減衰エネルギーが生じ、支承の応答変位が過少となった。

これらを踏まえ、積層ゴム支承の低温依存性に関する評価のための試験方法、低温依存性補正式の算出方法、低温依存性を考慮した場合のモデル化及び解析方法を示すことで、寒冷地において性能が変化する積層ゴム支承の極低温下での照査方法を確立することになる。このために、各種のゴム支承に対して統一した供試体寸法、試験方法、実験装置を用い実験を進めている。

実験は、天然ゴム系積層ゴム(RB)、鉛プラグ入り積層ゴム支承(LRB)、高減衰ゴム支承(HDR系)を用い、低温

下(-30)の実験が可能な試験機能力及び道路橋支承便覧 参考資料⁴⁾、ISO22762⁵⁾から供試体サイズを選定した。性能試験の機差の影響やデータバラツキを極力抑えるために各積層ゴム支承は2社で製造し、試験装置も2種類で行っており、平成19年2月末に試験が終了する予定となっている。なお、実橋における照査では、橋梁架橋箇所の気温と積層ゴム支承の温度との関係が重要となる。現在、道内架橋6箇所で気象データ及び積層ゴム支承の内部温度の測定を実施中であり、低温試験とともに気温とゴム内部温度の関係を報告する予定である。

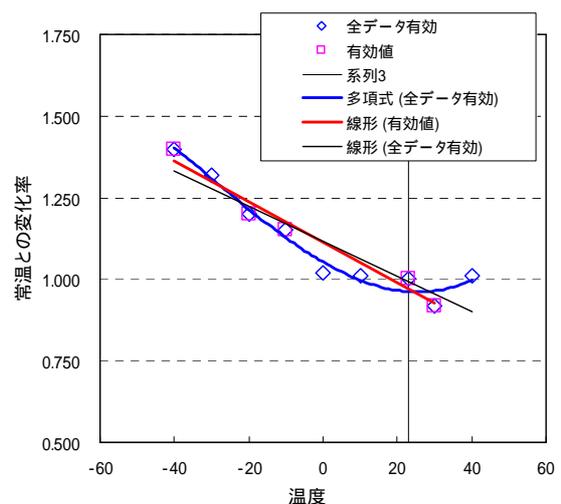


図-1 剛性の変化

2. 実験の概要

北海道の一部地域のように気温が-30度となる地域をも考慮し、供試体の特性評価試験温度は-30 ~ +40の範囲とした。試験装置は供試体を恒温槽で指定温度にしたのち試験機の雰囲気温度+23で実験を行う試験機-1(写真-1)と冷凍室に試験機を入れたまま実験を行う試験機-2(写真-2)の2種を用いて行う。試験方法の違い及び試験機の差は機差確認供試体を用いて補正する。

(1) 供試体の構造

平面寸法及び積層構造は図-2に示す240mm×ゴム層(5mm×6層)とした。ゴムの種類及び供試体数はG12を基本とし、RB系20個、LRB系20個、HDR系30個、G10はRB系4個、LRB系4個、HDR系6個を製作した。

(2)試験温度

実験は低温から順に高温に行った(-30 -20 -10 +23 +40)。供試体の内部温度と試験温度が同じであることの確認のために恒温室内に内部温度測定用の 240mm のダミー供試体の内部に熱電対を埋め込み供試体の温度計測を行い、供試体内部温度が試験温度となった際に実験を開始した。その温度差は±0.2 程度であった。



写真-1 恒温室とその中にある試験機-1



写真-2 試験機-2



恒温槽の一例

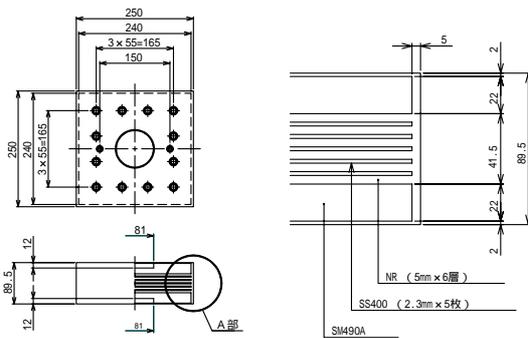


図-2 供試体の構造図(一例)

(3)試験条件

温度依存性試験は、圧縮応力度 $6N/mm^2$ 、せん断ひずみは(±53mm)加振振動数 0.5Hz(16.5kine)における等価剛性、等価減衰定数を計測する。

積層ゴムの速度・変位量などの依存性などの構成則の開発を目的とし、リラクゼーション試験を各種のゴム支承 1 個で実施し、超弾性モデル^{6),7)}と試験結果から解析のためのモデルの構築を目的とする。

(4)試験結果

実験は平成 19 年 2 月末に終了予定であり、全ゴム種

類についての試験結果は出ていない。一般的な RB について-20 度と+40 度の履歴の一例を図-3 に示す。明らかに低温では剛性が大きくまた同時に減衰定数も大きくなるのがわかる。図-4 は等価剛性と等価減衰に関する依存性の傾向を示す一例である。全種類の積層ゴム支承の試験結果の 3 月過ぎを予定しており、順次報告する予定である。

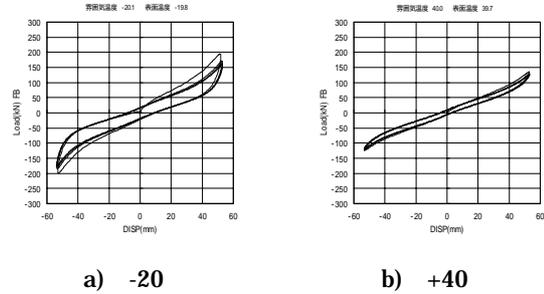


図-3 RBの温度による履歴図

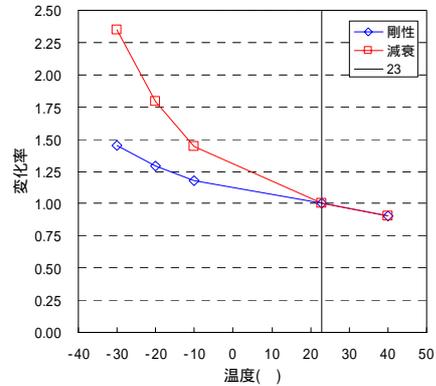


図-4 積層ゴム支承の温度依存性の傾向の一例

5.まとめ

今回は実験の途中であり、積層ゴム全てについて報告書できていないが、次のような傾向を示した。積層ゴム支承は超低温下の剛性は高くなる。超低温下の等価剛性と等価減衰定数の変化率は比例しない。加振1波目の剛性変化は大きいことが分かった。

参考文献

- 1) 日本ゴム工業会 免震用積層ゴム委員会編:免震用積層ゴムハンドブック, 理工図書, 平成6年
- 2) 日本道路公団: ゴム支承の特性に関する試験方法 (JHS418:2004) 日本道路公団試験方法、2004
- 3) (独)北海道開発土木研究所:道路付属物検討業務 検討報告書[4/4]【ゴム支承検討編】, 平成18年2月
- 4) 日本道路協会: 道路橋支承便覧、丸善、2004.4
- 5) ISO 22762-1 Elastomeric isolators-Part1:Test methods, 2005
- 6) 関田, 吉野, 奥井, Saiful:逆解析手法による高減衰ゴムの非線形粘性則の同定, 土木学会第60回年次講演会(平成17年9月), I-279 pp555-556
- 7) 関田, 奥井, 小島:高減衰ゴムの非線形粘性則の同定と有限ひずみ構成則でのシミュレーション, 土木学会第61回年次講演会(平成18年9月), I-233 pp465-466