

極低温下における超高減衰ゴム支承の性能評価試験

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○稲荷優太郎

ゴム支承協会 正会員 今井隆

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支承には、各種の依存性が見られるが、特に温度依存性が大きく現れる材料があることが知られている¹⁾。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が、近年の研究よりわかっている。文献1)では、□240mm(JIS K 6411 No. 2)²⁾による試験を行っている。本研究では、既往の研究で用いたゴム支承より実橋に近い形状(□420mm)を用いることで、実橋のゴム支承の低温時特性把握を目的とした。また、既往の研究成果と比較することで、ゴム支承サイズが温度依存性に及ぼす影響を確認した。

2. 試験内容

(1) 試験体概要

試験体形状は、NEXCO試験法418⑤せん断疲労試験の標準試験体³⁾とした。試験体の形状を図1に示す。試験体の平面寸法420mm×420mmのうち周囲10mmは被覆ゴムである。ゴム層厚は9mmのゴム層6層である。ゴム支承本体及び被覆ゴム材料は超高減衰ゴムであり、せん断弾性係数は1.0N/mm²とした。試験体数は3個とした。

(2) 試験条件

試験温度は、-30℃、-20℃、-10℃、+23℃の4条件に対して試験を行った。本試験ではゴム支承内部温度計測用として、試験に用いる供試体と同じ形状の予備供試体を用いてゴム支承中心部の内部温度の計測を行った(図2)。試験用供試体と内部温度計測用供試体を恒温槽に入れ、試験温度状態に保持した。ゴム支承の内部温度は、恒温室内の内部温度計測用供試体の内部温度が所定の試験温度で安定した状態で供試体を恒温槽から取出し、試験温度と同等の温度になっている載荷板に組込み速やかに加振を行った。文献4)を参照し、ゴム支承の力学的挙動の温度依存性は、ゴム支承中心部をゴム支承の温度と考える事ができるため、試験は内部温度に基づき行った。また、参考に表面温度も別途計測した。

試験装置としては、-30℃において剛性が高まった超高減衰ゴム支承に対して、175%加振が可能な試験機(図3)を用い、ゴム支承は恒温槽により所定の試験温度に調整した状態で温度依存性試験を行った。

せん断変形は±175%(±94.5mm)を11回、加振周期は25mm/s(0.04Hz)、圧縮応力度は死荷重相当の6N/mm²(960kN)とした。

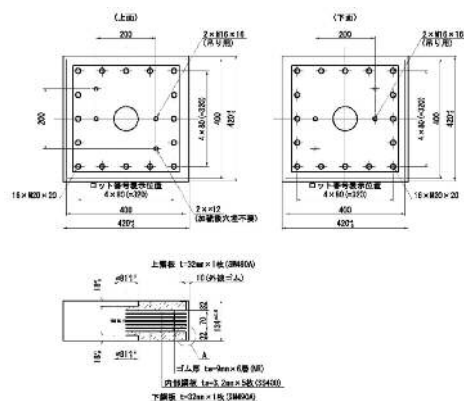


図1 試験体形状



図2 内部温度計測用ダミー支承

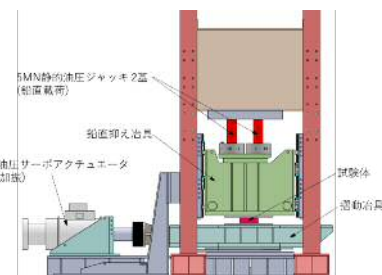


図3 試験機概要

キーワード：橋梁，ゴム支承，低温時特性，超高減衰ゴム支承

連絡先 〒194-8508 東京都 町田市 忠生 1-4-1 TEL:042-791-1943

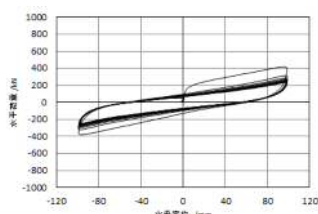


図3 23°Cの履歴

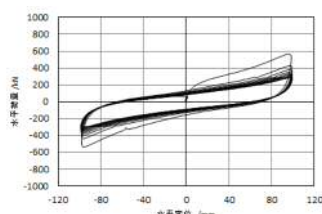


図4 -10°Cの履歴

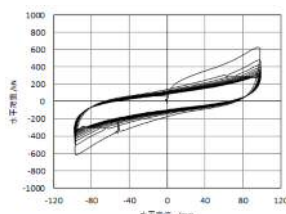


図5 -20°Cの履歴

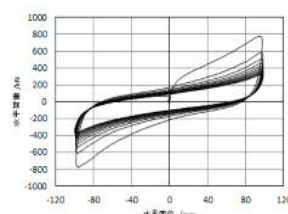


図6 -30°Cの履歴



図8 試験状況(-30°C)

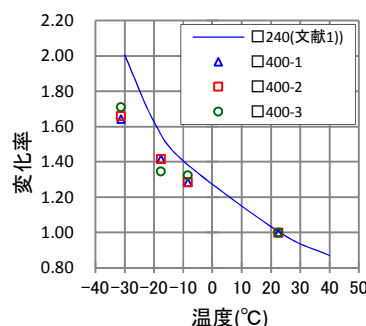


図9 等価剛性の温度別の変化率

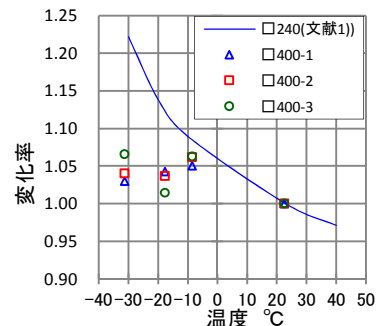


図10 等価減衰定数の温度別の変化率

3. 試験結果・考察

23°C～-30°Cにおける履歴の一例を図3～図6に示す。明らかに低温では剛性が大きくなることわかる。

等価剛性の温度別の変化率を図10に示す。文献1)に示されているHDR-S (□240mm) に関する温度依存性の変化に対して同じような依存性が見られるが、やや変化率が少ない傾向であった。

等価減衰定数の温度別の変化率を図9に示す。文献1)に示されているHDR-S (□240mm) に関する温度依存性に比較して、低温時に等価減衰定数の増加が少ない傾向となった。

□240mm (JIS K 6411 No. 2) と比べると、等価剛性の変化率は形状の違いによる温度依存性に顕著な差はみられない。また、等価減衰定数については、低温時には等価減衰定数は増加しない結果となった。これは、□240mm に比べて□400mm の場合は、加振に伴う内部発熱の影響が大きいと思われる。したがって、ゴム支承の寸法が大きくなるにつれ、内部発熱の影響が大きくなることが推察される。文献4)の簡易式で発熱を求めると4°C～2°C程度の発熱となったが、正確にはFEM解析により修正が必要と思われる。

以上を踏まえ、□400mmより大きい寸法のゴム支承に対しては、新しい知見が得られるまでは、□240mmで得られた知見に基づく文献1)により照査するのがよいと考える。文献1)におけるHDR-S (□240mm) の依存性の方がやや変化が大きい値を示すため、その照査式を用いても安全側の照査となると考えられる。

4. 今後の課題

今回の試験はHDR-Sのみの検証であるため、今後は□400mmの天然ゴム支承及び鉛プラグ入りゴム支承に対して、低温時特性試験を実施し、極低温下の特性把握を行う予定である。

また、今回は試験機の制約により、□400mmのみの検証であるが、より大きい形状のゴム支承に対する低温時特性を検証する必要がある。試験機の制約があるため、既往の実験結果を踏まえたFEM解析により検証するべきと考える。

【参考文献】

- 1) 北海道土木技術会 鋼道路橋研究委員会：北海道における鋼道路橋の設計および施工指針，2014. 10
- 2) 日本規格協会：道路橋免震用ゴム支承に用いる積層ゴム一試験方法，JIS K6411:2012
- 3) 東・中・西日本高速道路㈱：NEXCO試験方法，418，2017
- 4) 奥井，尾上，佐藤，今井：「自己発熱の影響を考慮し高減衰ゴム支承の温度依存特性」，土木学会論文集A 1（構造・地震工学），Vol. 73, No. 1, 165-173, 2017.