

エラストマー製特殊網状シートの振動低減効果に関する室内試験

三井化学産資(株) 正会員 ○小川亮太 弘中淳市 青山正貴
鹿島建設(株) 正会員 中本詩瑤 佐藤一成 永谷英基
防衛大学校 正会員 宮田喜壽

1. 背景および目的

都市域の建設工事において、重機作業による地盤振動が周辺住民の生活に与える影響が重要な問題となっている。地盤振動対策は主に、振動源側での振動低減、伝搬経路¹⁾での振動低減と受信側での振動低減の3種類に分かれるが、伝搬経路と受信側で振動低減を行うためには十分なスペースと大きなコスト負担が必要なため、振動源側での振動低減が最も一般的に用いられる対策手法である。このような背景を踏まえて、筆者らは振動源となる重機の作業エリアに敷設する振動低減材として、エラストマー製特殊網状シート(図-1)^{2),3)}を新たに開発した。当該シートは、ポリオレフィン系エラストマーを原料とし、波状に一定間隔で配列された上層と異なる位相で波状に配列された下層の2層構造であり、交点は一体化されている。また、幅1m×長さ10mの軽量かつコンパクトなロール形状であるために運搬、設置、撤去、収納が簡易である。耐圧縮性能に優れるために重機が載荷しても潰れ難く、適用範囲が広い。厚さ10mmと薄いために重機や大型車走行時にも段差障害となり難い、などの特長がある。本報文では、当該シートの構造および材料の厚さが振動減衰特性に与える影響について検討した動的粘弾性測定試験の概要と結果について報告する。

2. 試験概要

材料の振動減衰特性を表す指標として損失正接が知られており、動的粘弾性測定試験は損失正接を評価するために広く用いられている試験法である。図-2に示すように、エラストマー製特殊網状シートを試験機に固定し、一定の温度(本研究では23℃に設定)と上載圧(本研究では50kN/m²もしくは150kN/m²に設定)を付与した状態で周波数の異なる動的応力を与え、発生ひずみを計測する。また、図-3に



図-1 エラストマー製特殊網状シート

示す応力とひずみの位相差から動的貯蔵弾性率 $E' = (\sigma_0/\epsilon_0) \cos \delta$ 、動的損失弾性率 $E'' = (\sigma_0/\epsilon_0) \sin \delta$ と損失正接 $\tan \delta = E''/E'$ を求める。ここに、動的貯蔵弾性率 E' は材料が変形時に蓄えるエネルギーの指標であり、動的損失弾性率 E'' は発熱などによって消散されるエネルギーの指標であるため、両者の比である損失正接が大きいほど材料変形時のエネルギー消散率は大きく、振動減

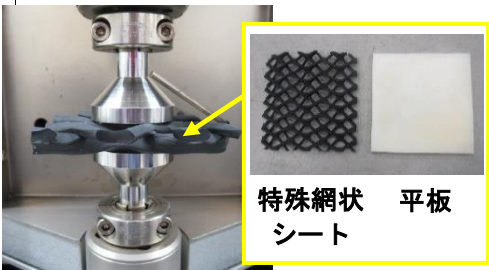


図-2 動的粘弾性測定試験

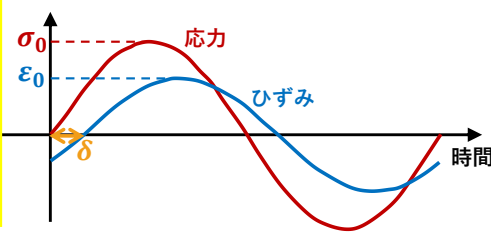


図-3 動的粘弾性測定概念

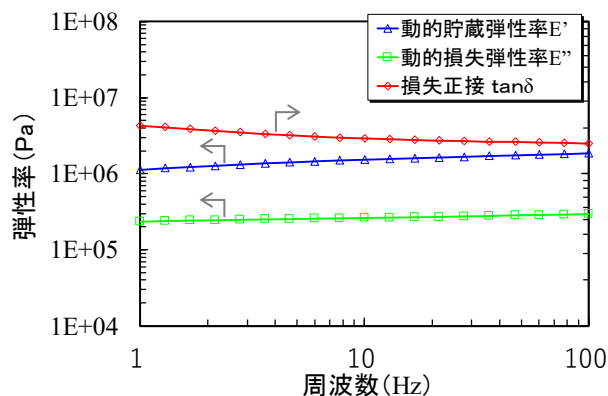
表-1 試験ケース

ケース名	構造	厚さ
Case1	特殊網状シート	10mm
Case2	平板	10mm
Case3	平板	2mm

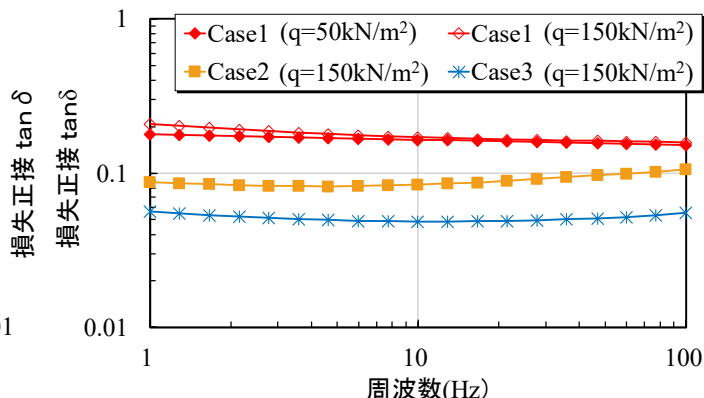
表-2 試験時の諸条件

静的応力(上載圧)	50kN/m ² (Case1のみ)、150kN/m ²
動的応力	28kN/m ²
測定周波数	1Hz~100Hz
測定温度	23℃

キーワード 振動低減対策, 地盤振動, 建設工事振動
連絡先 〒346-0028 埼玉県久喜市河原井町9番地 三井化学産資(株) TEL 0480-28-2071



図－4 動的貯蔵弾性率 E' 、動的損失弾性率 E'' 、損失正接 $\tan \delta$ と周波数の関係 (Case1, $q=150\text{kN/m}^2$)



図－5 損失正接 $\tan \delta$ と周波数の関係

衰効果が大きいということになる。本研究では、エラストマー製特殊網状シートの振動低減効果に加え、当該シートの構造と厚さが振動低減効果に与える影響についても確認するために、厚さ 10mm のエラストマー製特殊網状シート、厚さ 10mm と厚さ 2mm のエラストマー製平板を対象に動的粘弾性測定試験を行った。表－1 に本研究で実施した試験ケースの一覧、表－2 に試験時の諸条件を示す。Case1 では、静的応力 q が 50kN/m^2 の場合と 150kN/m^2 の場合でそれぞれ動的粘弾性試験を行い、静的応力が振動低減効果に与える影響についても検討した。

3. 試験結果

図－4 に Case1 で計測されたエラストマー製特殊網状シートの動的貯蔵弾性率 E' 、動的損失弾性率 E'' 、損失正接 $\tan \delta$ と周波数の関係 ($q=150\text{kN/m}^2$ の場合) を示す。一般的な工事振動の周波数領域である $1\text{Hz} \sim 100\text{Hz}$ において、動的貯蔵弾性率 E' と動的損失弾性率 E'' に明確な周波数依存性はみられなかった。また、振動減衰効果を示す損失正接は $0.157 \sim 0.208$ であり、鉄道軌道の振動および騒音低減に用いられる軌道弾性材用ゴムの損失正接 ($\tan \delta = 0.05 \sim 0.14^{4),5)}$ (温度 $= 20^\circ\text{C}$ 時) よりも大きな値となった。図－5 に損失正接と周波数の関係を Case1～Case3 で比較する。Case1 の試験結果より、静的応力が 150kN/m^2 の場合における損失正接の方が 50kN/m^2 の場合よりも低周波数帯でやや大きくなるが、両者に明確な差はみられなかった。また Case1 と Case2 を比較すると、エラストマー製特殊網状シートの方がエラストマー製平板よりも損失正接が大きく、より振動低減効果を有することが確認できた。さらに、厚さ 2mm と 10mm エラストマー製平板 (Case3 と Case2) で比較した結果、より厚みを有する材料の方が、振動低減効果が大きいことがわかった。

4. まとめ

本研究では、開発したエラストマー製特殊網状シートの振動低減効果と特殊網状構造および材料の厚さが振動低減効果に与える影響について確認するために、厚さ 10mm のエラストマー製特殊網状シート、厚さ 10mm のエラストマー製平板と厚さ 2mm のエラストマー製平板を用いた動的粘弾性測定試験を行った。その結果、平板よりも特殊網状構造の方が振動低減効果を示す損失正接が大きく、また厚い材料ほど振動低減効果が大きいことがわかった。今後は特殊網状構造による振動低減のメカニズムについてさらに検討していく。

参考文献

- 1) 早川清ほか：鋼矢板壁による地盤振動の遮断効果と増幅現象の解明，土木学会論文集 F, Vol.62, No.3, 492-501, 2006.
- 2) 弘中淳市ほか：エラストマー製特殊網状シートの振動低減効果に関する実大実験，土木学会第 76 回年次学術講演会講演集, 2021.
- 3) 中本詩瑤ほか：エラストマー製特殊網状シートの工事振動低減効果に関する実証実験，土木学会第 76 回年次学術講演会講演集, 2021.
- 4) 半坂征則ほか：軌道弾性材の振動低減特性に対する温度の影響評価，鉄道総研報告, Vol.29, No.4, 23-28, 2015.
- 5) 岡田健：制振ゴムの特性と応用，騒音制御，日本騒音制御工学会, Vol.15, No.1, 27-30, 1991.