

合成ゴム材料の減衰効果の温度依存性に関して

(株)十川ゴム* 正員 井田剛史 三造リフレ(株) 正員 連 重俊
中央大学 正員 平野廣和 三井造船鉄構工事(株) 石井誠二

1.はじめに

鋼構造橋梁の支承は、耐震性の向上のため鋼製沓からゴム沓に取替えられ、低音域での固体伝搬振動エネルギーを減衰する制振システム^{1)~3)}にゴムを主成分とした複合材料が使われるなど、鋼構造橋梁にゴム製品が広く使われるようになってきた。しかし、ゴム製品が土木の分野で広く利用されるにつれて、耐久性や経年変化、温度依存性などのゴム物性を問題点として土木技術者から指摘される機会が増えてきている。この要因として考えられることは、用途別に最適なゴムを選択し配合設計しているにもかかわらず、一般的なゴムの材料特性があたかも同一であるかのような誤解から生ずるものではないだろうか。しかしながら高分子化合物であるこれらのゴム製品に使われている材料は、例えば図1に示すように天然ゴム(以下NR)に各種の添加物の配合設計により大きく材料特性を変えることが可能であり、土木の分野で希求される用途別(荷重支持や減衰効果)特性を満足することは、現在の技術では可能となりつつある。

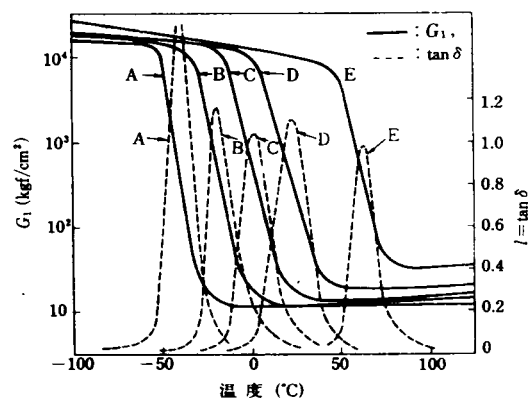
本報では、著者らが提案している固体伝播音振動減衰材に使用している合成ゴム材料のクロロブレンゴム(以下CR)とブチルゴム(以下IIR)の比較に絞り、それらの減衰効果(粘弾性特性)の温度依存性に関する材料特性を明らかにすることにより、用途別の最適設計の定性的な方向性を提案するものである。

2.試験の概要

試験試料としては、外径 29 mm、厚さ 12.5mm の CR 及び IIR の 2 種類を用意した。試験方法は、JIS K 6385 防振ゴムの試験方法に準拠し、試料をたわみ 3mm になるまで 2 回予備的に圧縮した後、3 回目の圧縮過程での各温度下において、荷重 - たわみ曲線を測定した。ここでの試験温度は、- 40、- 30、- 20、- 10、0、20、40、60、80 の 9 状態である。各温度においての荷重 - たわみ曲線よりせん断弾性率(以下 G)を算出する。

3.減衰効果の温度依存性の確認

図2に各試料の温度変化に伴う G の変化と損失係数($\tan \delta$)推定値を示す。CR では、高温側から 20 付近まではほぼ一定の G を示しているが、それより低温になると急激に G の上昇が見られ、- 30 付近で収束を迎える。この G の変化で、- 15 から 15 付近までの狭い範囲が粘弾性領域であり、ここが有効な減衰を期待できる温度領域と考えられる。一方、IIR では高温側から徐々に G の上昇が見られ、- 40 に至っても G の上昇が続いている。これより減衰効果の期待できる温度領域は - 30 から 50 付近となり、CR よりも広範囲な温度域で



NR ; 硫黄配合量 (pphr) A : 5、B : 10、C : 15、D : 20、E : 30

図1 加硫ゴムの温度特性⁴⁾

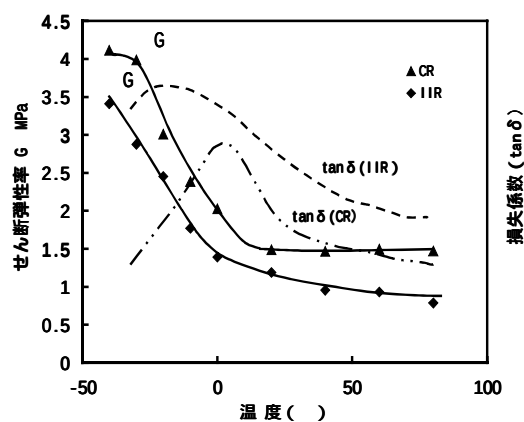


図2 C R 及び IIR 弾性率の温度依存性

* 合成ゴム材料、騒音減衰材料、温度依存性 〒599-8244 堺市上之 516 番地 FAX: 0722 - 36 - 5157

粘弾性領域を有していることがわかる。減衰効果が現れる領域がこの粘弾性領域である。

図3に温度20を基準としたGの変化率を示す。CRに比べてGが適用温度領域で広範囲に変化しているIIRの方が減衰効果の温度依存性が少なく、材料選択する上で有利な条件と考えられる。これらの判断の根拠は、温度低下によって分子運動が不活発となり、鎖上分子間の距離が縮まることによって分子間相互作用（摩擦）が働くことに起因する。これが弾性変化の大きな領域（粘弾性領域）で最も働くことから、減衰効果も期待できると考えられている。

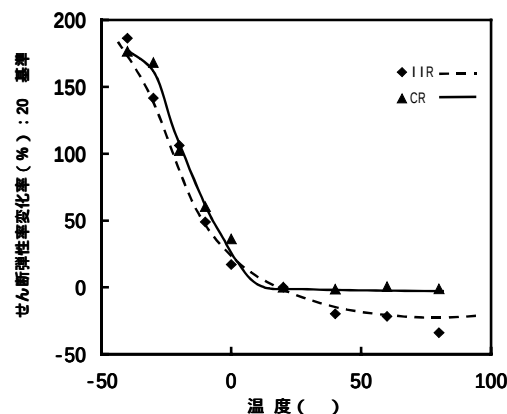


図3．室温（20）を基準とした時の弾性率変化

4.合成ゴム材料の特性

高分子材料である合成ゴム材料を土木の分野で用いる場合には、次の基本的な事項を満足させることが重要であり、それぞれの用途に即した材料の選択が必要である。

- 1) 適用温度領域に粘弾性領域が存在し、かつ減衰効果（ $\tan \delta$ ）に優れている。
- 2) 減衰効果の温度依存性が小さい。
- 3) 適度に剛性（せん断弾性率G）を有して形状を維持できること。
- 4) 耐熱、耐候、難燃など実使用環境に耐える。

上記1) , 2) ではIIRが優れ、3) ではCRが優れているように、各合成ゴム材料によって固有の特性がある。例えば、支承などに代表される常時高面圧条件下での使用の場合、制振効果のみに着目してIIRを選択すると、CRに比較して剛性が弱いことから、永久ひずみが生じ易くなるために使用には適さないこととなる。つまり、支承などの用途には天然ゴムなみに剛性が大きく、かつ天然ゴムの弱点である耐候性に優れているCRを用いることが有効な選択である。一方、IIRの有する優れた減衰特性（上記1) , 2)）を生かした用途としては、橋梁桁などから生じる固体伝播音を防ぐ制振パネルなどの高荷重を受けずに断続的にその特性を生かす用途が適している。このようなことから、制振材料としての合成ゴム材料を選択する場合は、高荷重が常に生じる所では制振効果は劣るものの永久ひずみが生じにくいCRを、高荷重下でない場合には実用温度範囲で粘弾性領域の広いIIRが制振効果を十分に発揮するには有効であると判断することができる。

5.終わりに

本報は、定量的な減衰効果（損失係数）の値を求めるものではなく、いわゆる温度による減衰効果の変化を定性的に把握し、今後の減衰材開発の裏付けデータを得ること目的として行った。本来示すべき損失係数の温度依存性に関しては予測の範囲で示すのみである。ところで合成ゴム材料は、添加剤の加え方によって常温下での有効な減衰効果範囲を任意に選択することが可能である。試験を繰り返し実施し、最適な材料開発を今後の研究課題としたい。また、複数の素材による試験を繰り返してのデータ採取でより良好な減衰効果を期待できるゴム材料開発に資するべく研究を継続したいと考えている。本報が土木分野、とくに橋梁技術者の目に触れることにより高分子化合物の基礎知識とゴム材料の持つ特性を理解されて、制振材料開発などの環境対策発展に資することができればこの上ない喜びである。最後に、本研究を行うに際し、三井造船(株)鉄構建設事業本部の方々から各種のアドバイスを頂いた。心より感謝するものである。

参考文献

- 1) 小田, 連, 平野, 氏原: 放射音対策のための減衰材料の開発, 土木学会第52回年次学術講演会第 部門, 1997
- 2) 連, 渡邊, 平野, 志村: 複合材料を用いた固体伝搬振動の減衰に関する試験施工, 土木学会第55回年次学術講演会第 部門, 2000
- 3) 連, 平野, 志村: 鋼橋の低音域騒音低減工法の開発と試験施工, 橋梁と基礎 2001-4, 2001
- 4) 防振ゴム研究会編: 新版 防振ゴム 現代工学社 1998