

温度を変化させた緩衝ゴム試験体に関する重錘落下衝撃载荷実験

(一社) ゴム支承協会 正会員 ○余野智哉 久慈茂樹
 (国研) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 佐藤 京
 室蘭工業大学大学院 正会員 小室雅人 瓦井智貴
 室蘭工業大学大学院 名誉会員 岸 徳光

1. はじめに

落橋防止構造や段差防止構造には作用する衝撃力を緩和するために緩衝材（以下、緩衝ゴムと呼称）が使用されている。これらに用いられる緩衝ゴムの設計は、载荷時間が非常に短く衝撃的な载荷状態であるものの、静力学的特性に基づいて行われているのが現状である。このような状況を鑑み、衝撃荷重载荷時における緩衝ゴムの挙動特性を把握することを目的に、重錘落下衝撃荷重载荷実験を継続して実施している¹⁾³⁾。今回は、積雪寒冷地における低温下での挙動性状の把握が特に重要であるものと判断されることから、緩衝ゴムの衝撃荷重载荷時における挙動特性に関する温度依存性を把握することを目的に、 -30°C から 0°C までの 10°C 間隔の他、基準温度である 23°C の状態下での重錘落下衝撃荷重载荷実験を実施した。

2. 実験概要

試験体は、平面形状 $50 \times 50 \text{ mm}$ 、厚さ12.5, 25, 50 mmの3種類で、ゴム材料はクロロプレンゴム（CR）、硬度は $55 \pm 5^{\circ}$ とした。試験体の温度は、23, 0, -10 , -20 , -30°C の5 ケースを設定した。

衝撃荷重载荷実験装置の状況を写真-1に、衝撃载荷実験の状況を写真-2に示す。実験は、質量300kg、円筒部直径200mmの鋼製重錘を所定の高さから自由落下させることにより行っている。重錘の落下高さは、校正実験結果に基づいて設定衝突速度が得られるように決定し、実験時においても高速度カメラを用いて実衝突速度を算定・評価している。測定項目は、重錘衝撃力 P 、反力 R 、緩衝ゴムの変位 D である。

3. 実験結果

図-1、図-2は、試験体厚さ50mmの試験体温度が23, 0, -30°C の場合の重錘衝撃力 P の時刻歴波形、応力-ひずみ図を比較して示している。図-1より、最大衝撃力は、温度の下降に対応して減少傾向にあることが分かる。また、荷重継続時間は、23および 0°C の場合には、载荷速度の増加に対応して短くなる傾向にあるが、 -30°C の場合には载荷速度にかかわらず同程度であることが分かる。また、反力 R の波形性状は最大応答値も含め重錘衝撃力波形に対応していることも確認している。図-2より、圧縮応力-ひずみ関係に関しては、23, 0°C の場合には、常温での静的圧縮試験結果¹⁾³⁾と同様の分布性状を示しており、特に 0°C の場合には最大応力が100 MPa程度に減少していることが分かる。一方、 -30°C の場合には、その分布性状は前者と異なり、最大応力に達した後ひずみの増加に対して一定応力状態を示し、やがて除荷に至っている。また、载荷初期の弾性係数は载荷速度の大きさにかかわらず類似の値を示し、かつ前者よりも著しく大きい。



写真-1 衝撃载荷実験装置の状況

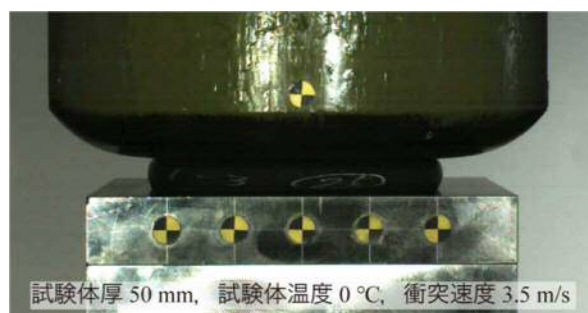


写真-2 衝撃载荷実験の状況

キーワード ゴム、緩衝材、落橋防止構造、段差防止構造、衝撃
 連絡先 〒107-0051 東京都港区元赤坂1丁目5-2 6 東部ビル
 (一社) ゴム支承協会 TEL03-5411-2490

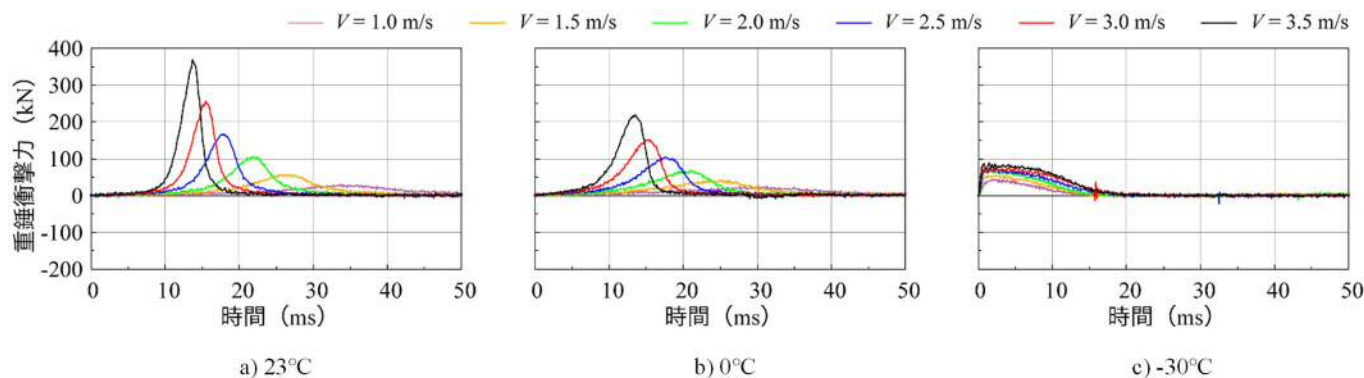
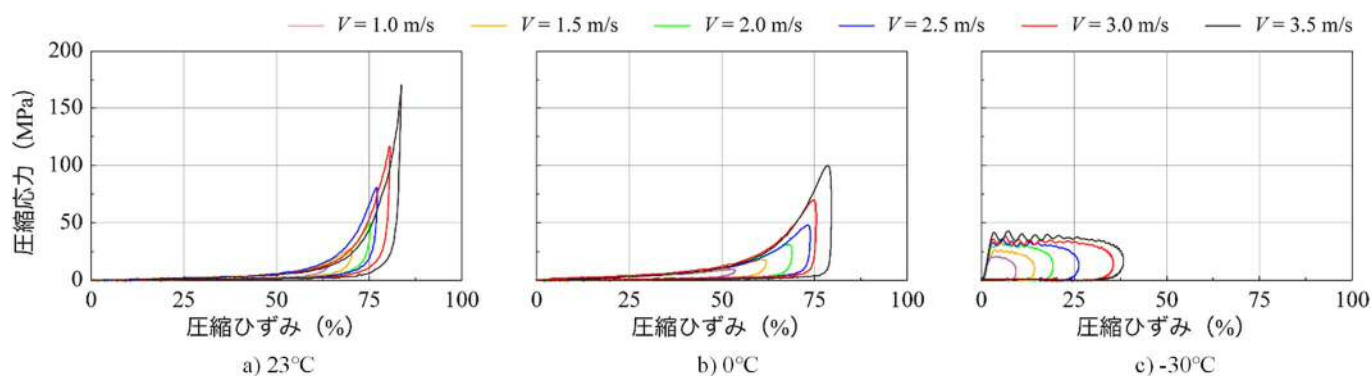
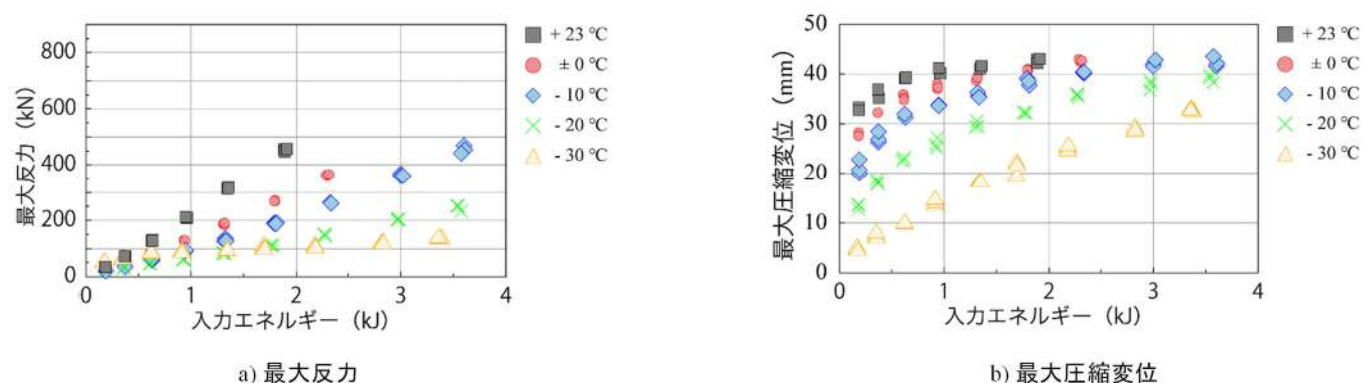
図-1 試験体温度別の重錘衝撃力 P に関する時刻歴波形の比較図-2 試験体温度別の圧縮応力-ひずみ(σ - ε)に関する履歴曲線の比較

図-3 入力エネルギーに対する最大反力および最大圧縮変位の分布(試験体厚さ50mm)

最大応力は40 MPa程度を示し、0°Cの場合に比較して1/2以下となっている。図-3aより、最大反力は入力エネルギーに対して線形に増加し、温度の下降と共に減少の傾向にあることが分かる。図-3bより、最大圧縮変位は、入力エネルギーの増加に対して放物線状の分布性状を示している。

4. まとめ

ゴムは、低温状態において衝撃が作用した場合、常温状態とはその材料特性が異なる。緩衝ゴムの温度が低い場合には、衝撃初期のエネルギー吸収能が大きくなり、最大衝撃力および反力は小さくなる傾向にあることが確認された。実験の一部状況を(一社)ゴム支承協会のHPにアップロードしているので参照されたい。

(<https://www.jrba.com/gijutsu.html>)

参考文献 1) 今野久志, 小室雅人, 岸徳光, 久慈茂樹, 余野智哉: 緩衝ゴム試験片に関する静荷重及び重錘落下衝撃荷重載荷実験, 令和2年度土木学会北海道支部論文報告書, 第77号, 2021. 2) 今野久志, 安中新太郎, 小室雅人, 岸徳光, 久慈茂樹, 余野智哉: 緩衝ゴム試験体の衝撃荷重載荷時における力学的特性に関する基礎的検討, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会, 2021. 3) 今野久志, 佐藤京, 小室雅人, 岸徳光, 久慈茂樹, 余野智哉: 緩衝ゴム試験体に対する静的および重錘落下衝撃載荷実験, 第13回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集, 2022. 4) (公社) 日本道路協会: 道路橋支承便覧, 2019.12.