

積層繊維補強ゴムの衝撃力低減効果

九州大学 学生会員 ○菅原 巧
シバタ工業（株） 正会員 西本 安志

和歌山大学 学生会員 山本 玲於奈
明石工業高等専門学校 正会員 石丸和宏

1. 目的

兵庫県南部地震が発生した際に、多くの構造物が破壊された。その破壊形式の中には衝撃的な鉛直力が作用したと考えられる鋼製橋脚に生じた脆性的な破壊など特徴的な破壊形態のものがあつた。また、証言集、物体の跳躍現象、海震など衝撃的な鉛直力の作用ではないかと考えられる事例がある。そのため、地震時の構造物への被害が水平動によるものが多くとも、衝撃的な鉛直力により橋脚部などの柱状構造物に損傷を生じさせ、大規模な破壊につながる可能性は考えられる。したがって地震から構造物の橋脚部を保護するためには従来までの水平動に対する免震機構に加え、衝撃的な鉛直力に対する免震機構が必要であると考えられる。本研究では積層繊維補強ゴムを使用した鉛直力に対する免震機構開発のための基礎データを収集することを目的としている。今回は重錘落下実験を行い、衝撃伝達荷重-変位曲線を得ることを目的とした。

2. 供試体

供試体は積層繊維補強ゴムと比較として単純な天然ゴム（総ゴム）を用いた。積層繊維補強ゴムの構造を図-1に示す。積層繊維補強ゴムとはゴムに化学繊維材を埋設したものである。繊維材を平面状に加工し、その両面にゴムを圧着させたものを繊維補強ゴムシートと呼ぶ。この構造によってゴムの変形を繊維が拘束することで、繊維側の剛性および破断強度が支配的となり、ゴム単体と比べて高耐力を示す。

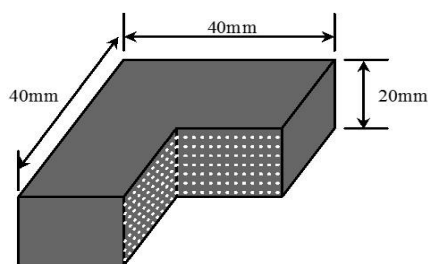


図-1 積層繊維補強ゴムの構造概念

繊維補強ゴムシート積層一体化したものが積層繊維補強ゴムである。埋設した繊維が破断する際にエネルギーが吸収され、鉛直力が軽減されることが考えられている。

3. 実験概要

衝撃的な鉛直力として重錘を自由落下させる。実験概要図を図-2に示す。

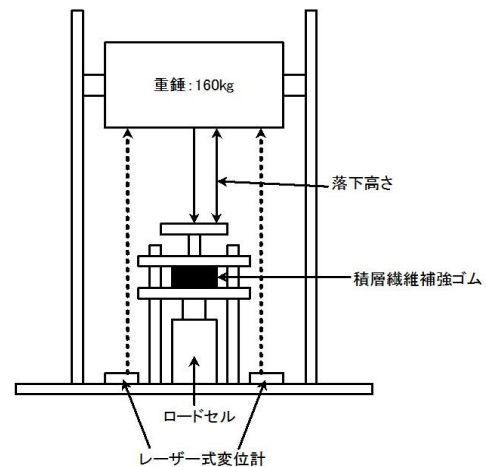


図-2 実験装置概要図

上図に示すように供試体（積層繊維補強ゴム）を金属の治具で挟み込みロードセルで衝撃伝達荷重を測定する。また、レーザー式変位計により供試体の鉛直方向の変位を測定する。レーザー式変位計は重錘底面の対角線上の2点で測定を行う。2点での測定結果を平均することで、重錘が水平面に対して傾いて落下した際の影響を打ち消すことができる。

測定のサンプリングタイムは20μsecとして測点数を5000点とし、重錘の落下高さは50mmから300mmまで50mm間隔とした。

供試体は重錘を落下させる度に交換し、総ゴムで50mm～150mmの各2回ずつの計6個、積層繊維補強ゴムでは50mm～200mmの各2回ずつ、250mm、300mm各1回の計10個を使用した。

キーワード 積層繊維補強ゴム、地震、鉛直力、重錘落下実験、衝撃伝達荷重

連絡先 〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 明石工業高等専門学校 tel:078-946-6017

4. 実験結果

図-3,4,5 は供試体下部のロードセルで測定した荷重（以下、衝撃伝達荷重という）を縦軸に、供試体鉛直方向の変位を横軸に表し描いた曲線（以下、曲線という）を落下高さごとに総ゴムと積層繊維補強ゴムの比較したものである。衝撃伝達荷重と変位の関係から、積層繊維補強ゴムは初期の曲線の立ち上がりにより、高い初期弾性係数を有していることが確認できる。

図-3 は 50mm 落下における曲線の比較である。積層繊維補強ゴムと総ゴムの衝撃伝達荷重の最大値はそれぞれ 33.9kN と 25.3kN となり積層繊維補強ゴムの方が大きい値を示している。変位においては積層繊維補強ゴムの最大値が 5.0mm で総ゴムが 10.2mm である。このことから総ゴムと積層繊維補強ゴムでは変位の大きい総ゴムは剛性が小さく、変位の小さい積層繊維補強ゴムは剛性が高いと考えられる。よって落下高さ 50mm のような繊維が破断しない力が入力された場合、高い剛性を示す積層繊維補強ゴムの衝撃伝達荷重は大きくなり、伝達荷重の低減効果は期待できない。

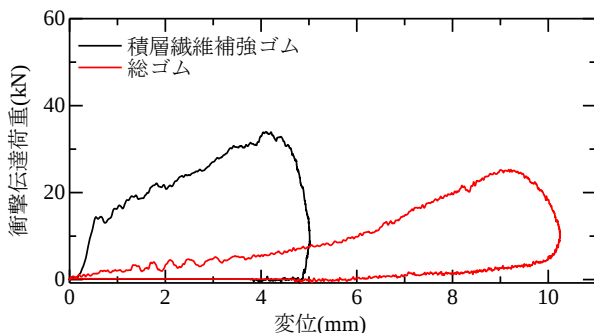


図-3 50mm 落下における衝撃伝達荷重変位曲線

次に 100mm 落下の場合を図-4 に示す。衝撃伝達荷重の最大値が積層繊維補強ゴムで 44.6kN、総ゴムで 46.1kN である。値の大きな差は見られないが、落下高さ 50mm の場合で述べたように、剛性の高い積層繊維補強ゴムでは衝撃伝達荷重が大きくなる傾向にあるため、実験結果として総ゴムの衝撃伝達荷重と同程度の荷重まで低減させることができていると考えられる。よって落下高さ 100mm から繊維は破断を初め、衝撃伝達荷重の低減をしていることがわかる。

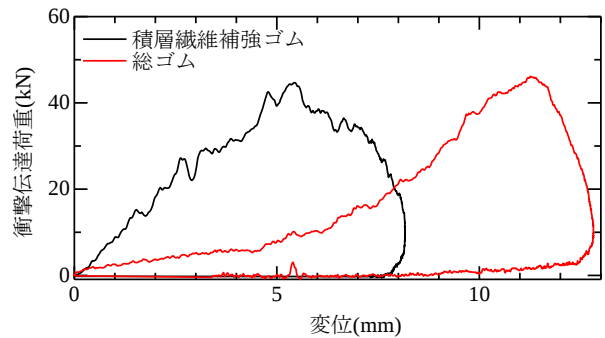


図-4 100mm 落下における衝撃伝達荷重変位曲線

図-5 に示す落下高さ 150mm の場合では衝撃伝達荷重の最大値は積層繊維補強ゴムで 52.6kN であり、総ゴムでは 67.8kN となっている。これより積層繊維補強ゴムによる衝撃伝達荷重の低減効果を確認することができる。これ以上の荷重は総ゴムの実験を行うことができていないため、比較を行うことができないが、落下高さが 200mm、250mm と高くなるほど、総ゴムと比較しての衝撃伝達荷重の低減効果は大きいものとなっていくことが予想される。

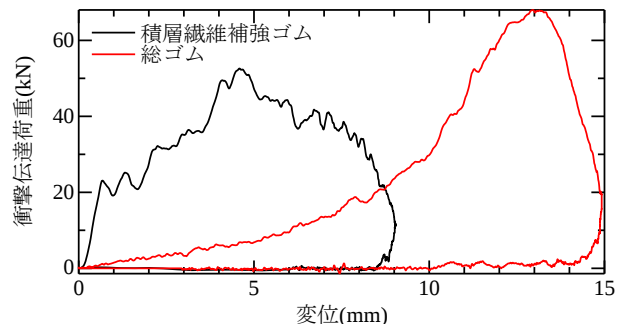


図-5 150mm 落下における衝撃伝達荷重変位曲線

5. 結論

実験によって衝撃伝達荷重-変位曲線を得ることができた。重錘の落下高さごとに衝撃伝達荷重-変位曲線を比較することにより、積層繊維補強ゴムは、衝撃的な鉛直力を一定の値まで低減させ、高い剛性を持つことが分かった。

6. おわりに

本研究は、近畿建設協会研究助成および明石高専教育研究活性化経費を受けたものです。

参考文献

西本安志：積層繊維補強ゴムの衝撃緩衝効果に関する基礎的研究，九州大学博士論文，2004