

桁間緩衝材としての積層繊維補強ゴムの有効性に関する基礎的研究

防衛大学校 学 生 員 ○ 金 光 明 正 会 員 梶 田 幸 秀
正 会 員 西 本 安 志 フェロウ 石 川 信 隆

1 はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震において多くの橋梁構造物が多大な被害を受け、隣接する高架橋の桁同士の間で衝突事例が報告されている。衝突時に発生する衝撃力を緩和する方法として、隣接する桁と桁の間に緩衝材を取り付け、桁間衝突時の耐衝撃性を高めることが検討されている。そして緩衝材としては、完全弾塑性型挙動を示すものが衝撃荷重の低減効果と衝撃エネルギーの吸収効果に優れているという研究成果¹⁾も得られている。

そこで本研究では、完全弾塑性的な力学特性を有する積層繊維補強ゴム²⁾に着目し、橋桁に見立てた2本の鋼材間に積層繊維補強ゴムを取り付けた衝突実験を行った。そして衝突時に発生する衝撃力について通常のゴムと比較し、積層繊維補強ゴムの桁間衝突用緩衝材としての有効性について検討を行ったものである。

2 桁間衝突実験

2.1 実験の概要

実験は、図-1に示すように長さ3000mmのガイドレール上に長さ1000mmの鋼材を2本設置し、1体は静止させておき、もう1体を載荷ラムにより一定速度で押し出し所定の速度を与え、静止している鋼材に衝突させ、桁間衝突を再現した。載荷ラムの設定速度は、0.25, 0.40, 0.70, 1.00, 2.00m/secとした。鋼材の形状は200×200×1000mmであり、材質はSS400である。ここで、被衝突鋼材の鋼材突起部には写真-1に示すように緩衝材として通常のゴムならびに積層繊維補強ゴムを取り付けており、緩衝材の形状は40×40×10mmとした。実験において衝突鋼材および被衝突鋼材の変位ならびに被衝突鋼材が受けるひずみを計測し、変位-時間関係の勾配から鋼材の速度を、またひずみから被衝突鋼材が受ける衝撃力を求めた。

2.2 実験供試体

本実験に用いた緩衝材は、表-1に示すとおり硬度50度の総ゴムならびに3種類の積層繊維補強ゴムである。積層繊維補強ゴムは、硬度50度の総ゴムの中に所要の強度を有する繊維を埋設している。また、図-2に各供試体の静的荷重～変位関係を示す。図-2

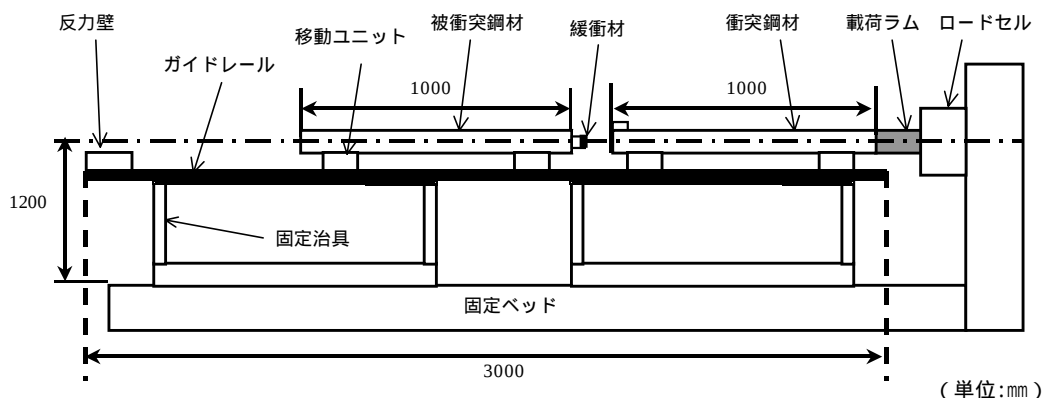


図-1 桁間衝突実験概要図

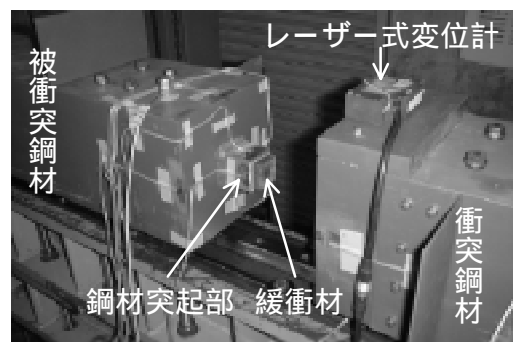


写真-1 鋼材の衝突面

表-1 実験に用いた緩衝材

	記号	説 明
ゴ ム	NR	硬度50度の総ゴム (天然ゴム)
積 層 繊 維 補 強 ゴ ム	L-5	引張強度588N/cmの繊維を 5枚積層埋設したもの
	F-5	引張強度294N/cmの繊維を 5枚積層埋設したもの
	F-2	引張強度294N/cmの繊維を 2枚積層埋設したもの

キーワード：桁間衝突，積層繊維補強ゴム，衝撃力，ひずみ

連 絡 先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 TEL:0468-41-3810(内線 3516) FAX:0468-44-5913

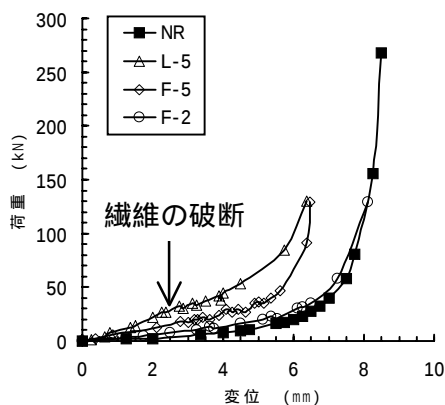
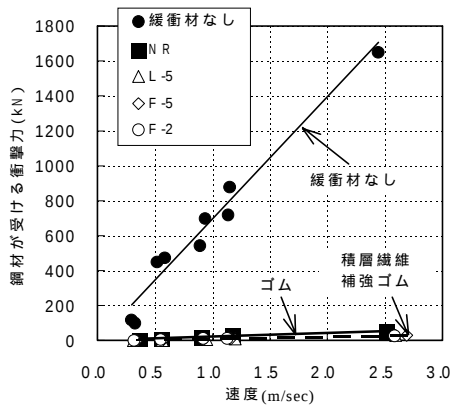
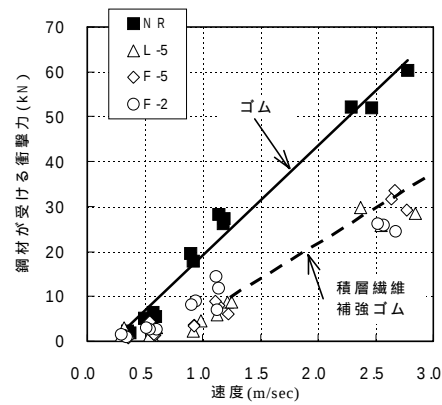


図-2 各緩衝材の静的荷重
～変位関係



(a) 緩衝材なし，ゴムおよび積層繊維補強ゴム



(b) ゴムと積層繊維補強ゴム

図-3 緩衝材の種類と被衝突鋼材が受ける衝撃力との関係

からゴムと比較して積層繊維補強ゴムは僅かな変位でもエネルギー吸収能が大きいことがわかる。

3 被衝突鋼材が受ける衝撃力

ひずみゲージの値から，被衝突鋼材が受ける衝撃力を計算して求めた．図-3に衝突速度と被衝突鋼材が受ける衝撃力の関係を示す．グラフから，衝突速度が増加すると被衝突鋼材が受ける衝撃力が大きくなることわかる．また，(a)のグラフから緩衝材がある場合は緩衝材がない場合と比較して傾きが約 $1/35$ になっている．(b)のグラフから積層繊維補強ゴムは，ゴムと比較して図中の近似直線の傾きが約 $1/2$ になっている．つまり，速度が増加すると積層繊維補強ゴムは，ゴムと比較して被衝突鋼材が受ける衝撃力は約 $1/2$ に減少しており，衝突速度が 1.0m/sec 以上になっても衝撃力の緩衝効果に優れていることがわかる．これは，ゴムに埋設された繊維が破断する際にエネルギーが吸収され，ゴムと比較すると積層繊維補強ゴムの方が発生する荷重が小さくなるためと考えられる．

4 実験のシミュレーション解析

汎用 FEM 解析ソフト LS-DYNA を用いて，被衝突鋼材に発生するひずみに着目し，緩衝材がない場合について解析を実施した．モデルは上下 $1/2$ 対称とし，鋼材には SS400 の構成則を用いた．解析結果の一例として衝突速度 1.0m/sec のときの時間 - ひずみ関係を図-4に示す．図-4のグラフから，解析値は2回の実験値を概ねシミュレートできていることがわかる．なお，緩衝材を取り付けた場合の解析については，現在実施中である．

5 結論

- (1) 緩衝材（ゴムと積層繊維補強ゴムのいずれでも）がある場合の衝撃力は，緩衝材がない場合と比較して約 $1/35$ になることがわかった．
- (2) 被衝突鋼材が受ける衝撃力は，埋設繊維が破断する速度が 1.0m/sec 以上では，積層繊維補強ゴムの方が通常のゴムと比較して約 50% 低減できることがわかった．
- (3) 解析において緩衝材がない場合のひずみ値に関しては，概ねシミュレートできることがわかった．

参考文献

- 1) 都築昭夫，長嶋文雄，中田宏司，金子修，大竹省吾：鋼製緩衝材の荷重変形特性に関する実験的検討，鋼構造年次論文報告集，pp.9-14，1999.11.
- 2) 西本安志，梶田幸秀，石川信隆，西川信二郎：落橋防止システム用緩衝材としての積層繊維補強ゴムの動的特性に関する実験的研究，構造工学論文集 Vol.46A，pp.1865-1874，2000.3.

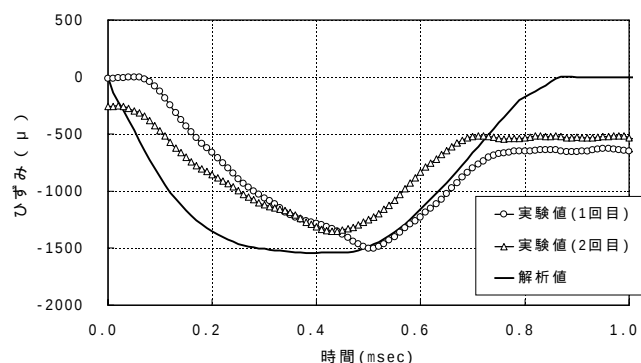


図-4 実験値と解析値との比較
(緩衝材なし，衝突速度： 1.0m/sec)