

桁間衝突用緩衝材としての積層繊維補強ゴムの衝撃緩衝効果に関する実験的研究

シバタ工業株式会社 正会員 ○西本 安志
 関東学院大学 正会員 北原 武嗣

九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀
 防衛大学校 正会員 香月 智

1. 目的

大地震発生時に桁間衝突による桁端部の損傷を防止するために緩衝材が設置されている。著者らは、これまで通常のゴム製緩衝材を用いて、緩衝材の厚さや衝突速度を変化させた水平衝突実験を行い、最大衝撃力の推定に関する実験的研究を実施した¹⁾。本研究では、ゴムより衝撃緩衝効果が期待できる積層繊維補強ゴム²⁾に着目し、これまでの研究と同様、桁間衝突を模擬した水平衝突実験により積層繊維補強ゴムの最大衝撃力について検討した。

2. 供試体

供試体に用いた積層繊維補強ゴム（写真-1）は、硬度 60 度のゴムの中に単位幅あたりの引張強度が 588N/cm の繊維材を積層したものである。断面は縦 40mm×横 40mm とし、厚さ 10mm の供試体では 5 枚の繊維材を、厚さ 6mm の供試体では 3 枚の繊維材を厚さ方向に均等に埋設した。図-1 に厚さ 10mm の積層繊維補強ゴムの荷重～変位関係を同形状の硬度 50 のゴムと比較して示す。図-1 より、ゴムは変形が進行するにつれ 2 次曲線状に荷重が増加するのに対し、積層繊維補強ゴムはある変形量に達した時点で内部の繊維材が破断して、一旦剛性が低下することがわかる。

3. 実験概要

水平衝突実験は図-2 に示すとおり、圧縮空気により鋼材を空中浮上させ、水平方向の摩擦が無視できる状態で行った。鋼材質量はそれぞれ 300kg とし、水平式高速载荷試験機の载荷ラムにより初速度を与えた鋼材を衝突鋼材、もう一方の鋼材を被衝突鋼材と呼ぶこととした。実験ケースは表-1 に示す通りであり、厚さと衝突速度をパラメータとした。また、緩衝材は、被衝突鋼材に取り付けた。

4. 実験結果と考察

本実験で得られた最大衝撃力と衝突速度の関係を図-3 に示す。なお、参考として、過去に実施した同じ形状の硬度 50 のゴムにおける実験結果を合わせて示す。衝突速度が遅い場合（1.0m/sec 以下）は、積層繊維補強ゴムに作用する最大衝撃力は、硬度 50 のゴムと比較すると同程度もしくはやや大きくなる傾向を示すが、衝突速度が速くなるにつれ最大衝撃力の低減効果がより顕著になることがわかる。これは、積層繊維補強ゴムの繊維材が破断することで、衝撃力の低減効果が得られたため^{2), 3)} といえる。

次に、衝突速度と最大衝撃力の関係に着目した。ゴム製緩衝材の場合は、図-4 に示すように 2 本の直線で近似でき、

キーワード 積層繊維補強ゴム、桁間衝突、水平衝突実験、最大衝撃力、

連絡先 〒674-0082 兵庫県明石市魚住町中尾 1058 シバタ工業株式会社 研究開発グループ TEL 078-946-1515

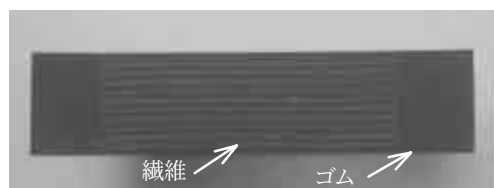


写真-1 積層繊維補強ゴムの断面

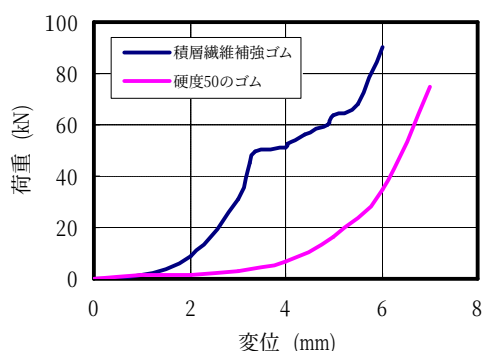


図-1 荷重～変位関係の比較

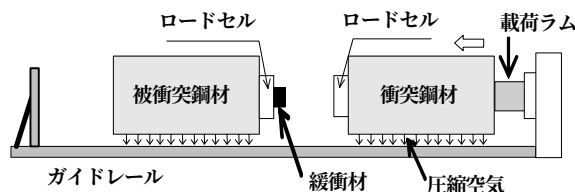


図-2 水平衝突実験の概略図

表-1 実験ケース

供試体	積層繊維補強ゴム A	積層繊維補強ゴム B
厚さ	6mm	10mm
繊維枚数	3 枚	5 枚
設定速度 (m/sec)	0.2	
	0.4	
	0.5	
	0.6	
	0.7	
	0.8	
	1.0	

静的載荷実験で得られた荷重～変位関係と同様の傾向を示すことがわかる。積層繊維補強ゴムの場合、図-5 に示すように、衝突速度が増加しても最大衝撃力がほぼ一定レベルを保持する速度領域が存在し、3本の直線で近似できることがわかる。これは、ゴム製緩衝材と同じく静的載荷実験で得られた荷重～変位関係に類似した傾向といえる。このことは、ゴム製緩衝材の場合、衝突速度の増加によって常に最大衝撃力が増大し続けるのに対し、積層繊維補強ゴムでは、衝突速度が増加しても繊維材が破断することでほぼ一定の最大衝撃力に制限でき、適用範囲が広く効果的な緩衝材といえる。また、積層繊維補強ゴムの厚さが厚いほど、一定レベルの最大衝撃力を保持する速度域が増大することがわかった。このことは、厚さを厚くするほど、緩衝材として機能を発揮できる領域が増大するといえる。

積層繊維補強ゴムの最大衝撃力を衝突速度をパラメータとして推定するという観点から考察すると、埋設繊維の破断を考慮する必要があり、最大衝撃力の推定式は通常のゴム製緩衝材に比べて複雑になるということがわかる。

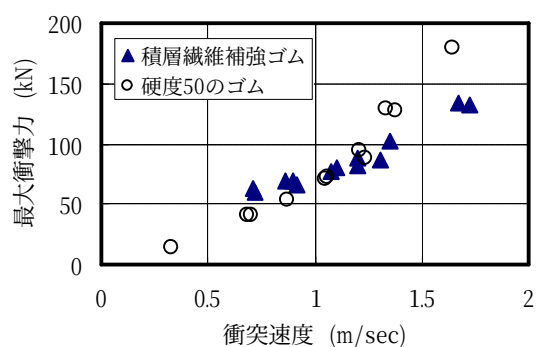
5 まとめ

本研究では、桁間衝突を模擬した水平衝突実験により積層繊維補強ゴムの最大衝撃力について検討した。得られた知見を要約すると以下の通りである。

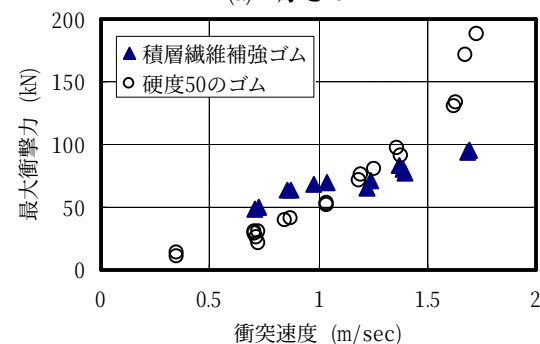
- (1) 積層繊維補強ゴムは、硬度50のゴムと比較して、衝突速度が大きくなるにつれ最大衝撃力の低減効果が顕著になり、有用な緩衝材といえる。
- (2) 積層繊維補強ゴムは、衝突速度が増加しても最大衝撃力をほぼ一定レベルに保持できる領域が存在し、衝突速度～最大衝撃力関係を3本の直線で近似できる。
- (3) 積層繊維補強ゴムの最大衝撃荷重の推定式を提案するには、繊維の破断などを考慮したさらなる検討が必要である。

参考文献

- 1) 梶田幸秀, 北原武嗣, 西本安志, 香月智: ゴム厚に着目したゴム製緩衝材の衝撃力低減効果に関する検討, 第8回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.163-168, 2005.02.
- 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落錘式衝撃実験と伝達荷重の予測に関する一考察, 構造工学論文集, vol.47A, pp.1655-1664, 2001.03.
- 3) 梶田幸秀, 金光明, 西本安志, 石川信隆: 積層繊維補強ゴムを用いた桁間衝突時における緩衝効果に関する実験的研究, 鋼構造論文集, Vol.9, No.33, pp.37-48, 2002.03.



(a) 厚さ 6mm



(a) 厚さ 10mm

図-3 最大衝撃力～衝突速度関係

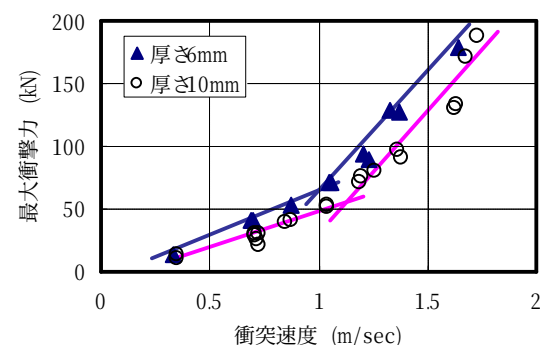


図-4 硬度50のゴムの
最大衝撃力～衝突速度関係の近似

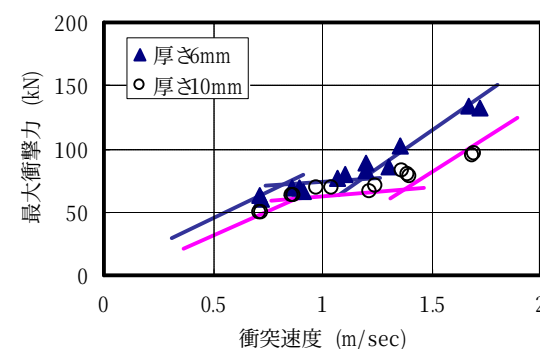


図-5 積層繊維補強ゴムの
最大衝撃力～衝突速度関係の近似