

# エアフローティング衝突装置による積層繊維補強ゴムの緩衝効果について

防衛大学校建設環境工学科 学生会員 井澤 孝二  
防衛大学校建設環境工学科 正会員 角田 正昭  
防衛大学校建設環境工学科 正会員 梶田 幸秀  
防衛大学校建設環境工学科 フェロー 石川 信隆

## 1. はじめに

大地震時における桁間衝突などによる上部構造の損傷を低減するため、緩衝材による衝突時の衝撃力低減効果を期待した構造が1995年兵庫県南部地震以降多くみられるようになった。しかし、緩衝材の設計において緩衝材の厚さに関して道路橋示方書<sup>1)</sup>では、ゴムパットのような薄い緩衝材を推奨しているが、その力学的根拠はない。そこで、緩衝材が設置できるスペースをすべて埋めるような厚い緩衝材からゴムパットのような薄い緩衝材を想定し、本研究では厚さの異なる緩衝材の緩衝効果について実験による考察を行った。なお、緩衝材としては積層繊維補強ゴムを用いた<sup>2)</sup>。

## 2. 実験の概要

### 2.1 エアフローティング実験装置

エアフローティング実験装置(写真-1)は、鋼材を空気の力により浮かせ、水平方向にはほとんど外力が働かない状態で鋼材を自由運動させることができる装置である。本実験では、2本の鋼材を自由運動させることにより桁間衝突現象を再現することとした。実験は図-1に示すとおりエアフローティング実験装置上に2本の鋼材を設置し、水平高速載荷装置により1つの鋼材に初速度を与え、静止している鋼材に衝突させて行った。本論文では、初速度を与えた鋼材を衝突鋼材、静止している鋼材を被衝突鋼材と呼ぶ。なお、積層繊維補強ゴム製緩衝材は被衝突鋼材の衝突面に取り付けた。



写真-1 実験装置全体図

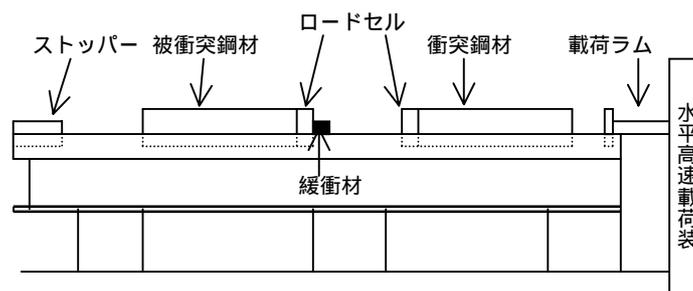


図-1 実験装置概要

### 2.2 実験供試体および計測項目

鋼材は、図-2に示す大きさで、材質はSS400、質量は約300kgである。緩衝材の大きさは縦・横40mmで厚さを10mm、20mm、40mmと変化させた。なお、埋設した繊維の枚数は厚さ10mmのときは5枚、厚さ20mmのときは5枚と10枚、厚さ40mmのときは5枚と20枚とした。計測項目については、衝突鋼材と被衝突鋼材の移動距離をレーザー式変位計で計測し、その移動量を時間微分することにより各鋼材の速度を求めた。また、衝突時の荷重については、鋼材にあらかじめ設置したロードセルにより計測を行った。

キーワード：積層繊維補強ゴム製緩衝材，ゴム厚，積層繊維枚数，緩衝効果

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL(0468)41-3810 FAX(0468)44-5913

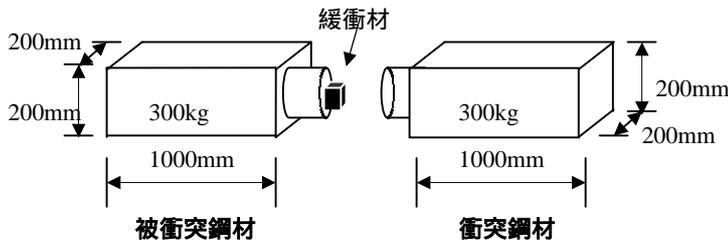


図-2 鋼材の形状

### 2.3 実験ケース

衝突鋼材に与える初速度については、筆者らの研究<sup>2)</sup>を参考に、設定速度 0.2, 0.4, 0.7, 1.0, 1.3m/s としたが、実測では 0.4~2.0m/s となった。

### 3. 実験の結果と考察

緩衝効果として、衝突時の最大衝撃力の低減効果と衝突前後の鋼材の運動エネルギーの損失量に注目した。図-3 に衝突速度と最大衝撃力の関係を示す。いずれの衝突速度においても、ゴム厚が厚いほど最大衝撃力が小さくなるのがわかる。しかし、厚さが 20mm のときは、埋設した繊維枚数の違いによる最大衝撃力の違いというものはほとんど見られないが、厚さが 40mm のときは、埋設繊維が少ない方が最大衝撃力が小さくなっている。すなわち、厚さが厚くなると、埋設繊維枚数が最大衝撃力の低減効果に影響を与えていることがわかる。続いて、衝突前後の鋼材の運動エネルギーの損失量の割合と衝突速度の関係を図-4 に示す。衝突前後の鋼材の運動エネルギーの損失量の割合とは式(1)に示すとおり、衝突中に失われた運動エネルギー量を衝突前の運動エネルギー量で除したものである。

図-4 より、運動エネルギーの損失量の割合については、ゴム厚また埋設繊維枚数の違いによる変化は見られず、どの厚さでも特に変わらないことがわかる。

$$\frac{\Delta E}{E_1} = \frac{E_1 - (E'_1 + E'_2)}{E_1} \quad (1)$$

ところで、

$E_1$  : 衝突前の衝突鋼材の運動エネルギー (J)

$E'_1$  : 衝突後の衝突鋼材の運動エネルギー (J)

$E'_2$  : 衝突後の被衝突鋼材の運動エネルギー (J)

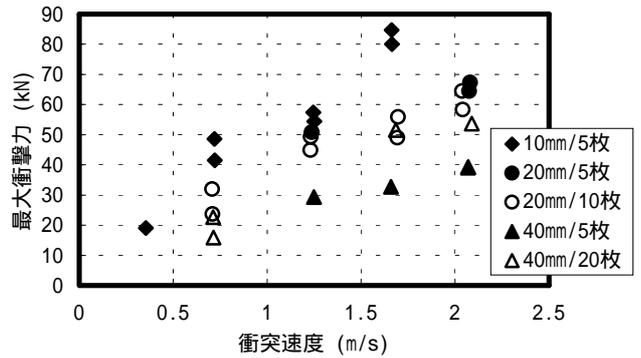


図-3 衝突速度～最大衝撃力の関係

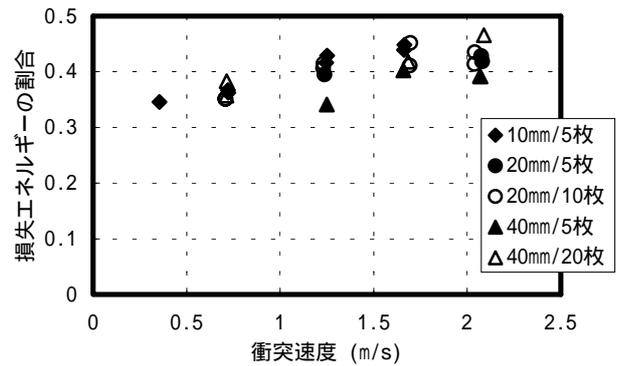


図-4 衝突速度～損失エネルギーの割合の関係

### 4. まとめ

本実験で得られた成果をまとめると以下のようになる。

- (1) 運動エネルギーの損失量については緩衝材の厚さの影響はないが、最大衝撃力については、緩衝材が厚くなるほど最大衝撃力の低減効果が現れる。
- (2) すなわち、緩衝材の厚さは厚いほど緩衝効果に優れているといえるが、緩衝材が厚くなれば、上部構造とのクリアランスが狭くなるため、衝突回数を増加することになることに注意する必要がある。

### 参考文献

- 1) (社)日本道路協会:道路橋示方書 耐震設計編, 2002.3.
- 2) 梶田幸秀, 金光明, 西本安志, 石川信隆: 積層繊維補強ゴム緩衝材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, No33, pp.37-48, 2002.3.