

# 桁間衝突用緩衝材の衝撃力低減効果に関する実験的検討(その1)

関東学院大学 学生会員 船越隆治, 防衛大学校 学生会員 吉田真治  
関東学院大学 正会員 北原武嗣, 防衛大学校 正会員 梶田幸秀, 香月智

## 1. はじめに

近年、大規模地震による橋梁構造物への被害が多く発生しており、落橋につながるケースも存在した。落橋が生じると緊急車両や救命物資運搬の交通を妨げ、震災後の復旧作業が困難となるので、大地震が起っても落橋させない必要がある。そのため現行の道路橋示方書・V耐震設計編りでは、落橋防止構造・変位制限構造・段差防止構造からなる落橋防止システムを設けるよう規定されている。

しかしながら、道路橋示方書には落橋防止構造にゴムなどの緩衝材を用いることが規定されているが、緩衝材の断面積や厚さについては明確な基準が定められていない。

そこで、本研究(その1)では、緩衝材厚さを決定するための設計式を作成することを最終目標とし、そのための基礎資料を得るため、同一質量の鋼材による桁間衝突実験を行い、ゴム製緩衝材の衝撃力低減効果の検討を行った。(その2)では、両鋼材間の質量比を変えた桁間衝突実験を行ない、質量比の影響を検討する。

## 2. 実験概要

### 2.1 実験装置

防衛大学校の所有する水平高速載荷装置を加速装置とし、それにエアフローティング装置を組み合わせたものを用いて、鋼材の水平衝突実験を行った。その実験装置概要を写真-1に示す。本実験装置は、エアフローティング装置により、レールと鋼材の間に圧縮空気を送り、鋼材を浮かせることで摩擦の影響を低減させている。(図1参照)

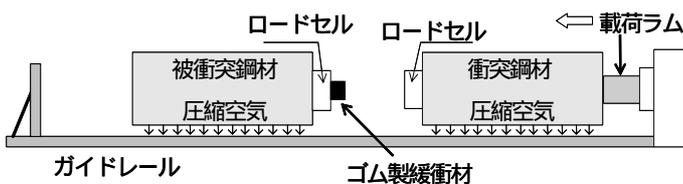


図1 実験状況概要図

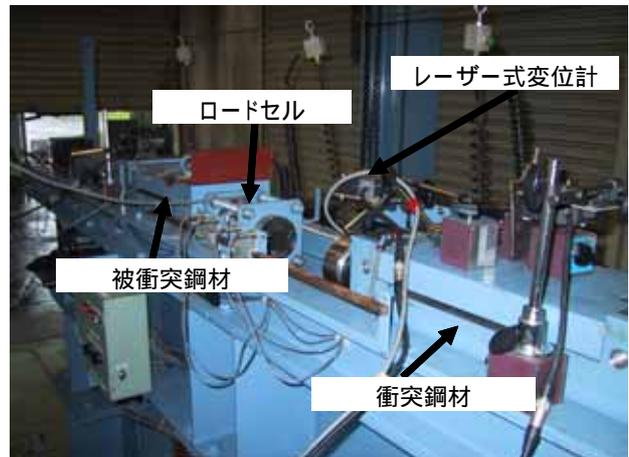


写真-1 実験装置概要

### 2.2 供試体

使用したゴム製緩衝材は、形状が40×40mm、厚さは、2, 3, 6, 8, 10, 20, 40mmの7種類である。また比較するために緩衝材なしでも実験を行なった。鋼材の質量は衝突鋼材が298kg(重量2.92kN)、被衝突鋼材が300kg(重量2.94kN)で、ともにSS400を使用し、200×200×1000mmの形状とした。

### 2.3 実験ケース

衝突鋼材に与えた目標初速度は0.20, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 1.00m/sの7種類で、各ケース2体ずつ実験を行なった。実際の衝突速度は、0.28~1.73m/sとなり、それぞれ目標速度の約1.7倍程度、ばらつきは7%以内であった。

### 2.4 計測方法

衝突時の衝撃力は各鋼材に取り付けたロードセルで測定し、衝突鋼材と被衝突鋼材の絶対変位、各鋼材の相対変位をレーザー式変位計で測定した。速度は、変位計のデータから算出した。

## 3. 実験結果と考察

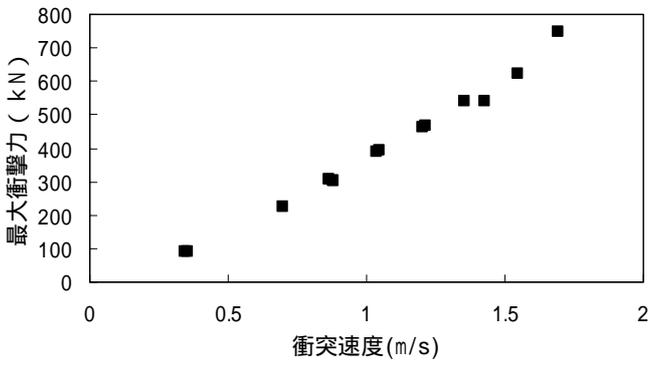
実験で得られた衝突鋼材が受ける衝撃力と衝突速度の関係を図2に示す。図中、横軸は衝突鋼材の衝突速度、縦軸は被衝突鋼材が受ける最大衝撃力で、(a)は緩衝材なし、(b)はゴム厚3mm、(c)は10mmを表している。

キーワード：鋼材の桁間衝突実験、ゴム厚、衝突速度、設計式

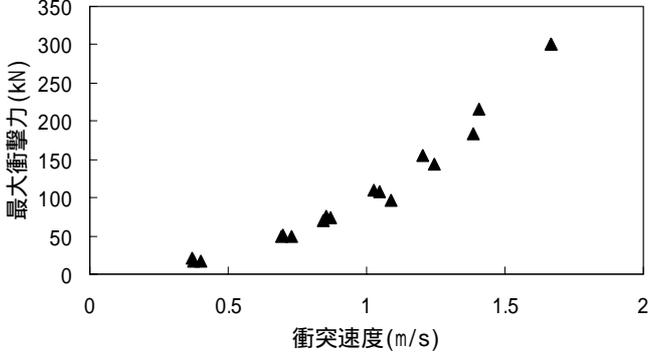
連絡先：〒236-8501 横浜市金沢区六浦東 1-50-1 関東学院大学 TEL:045-786-7857 E-mail:kitahara@kanto-gakuin.ac.jp

図 2(a)から、衝突速度が速くなるにつれ衝撃力は増加し、緩衝材なしの場合、衝撃力と衝突速度はほぼ線形関係にあることが、図 2(b), (c)よりゴム製緩衝材を用いた場合、衝突速度と衝撃力の間には、ほぼバイリニアの関係があると考えられる。これは、ある衝突速度以上になった場合、ゴムの静的荷重 変位特性から、ゴムの剛性が硬化したためと考えられる。

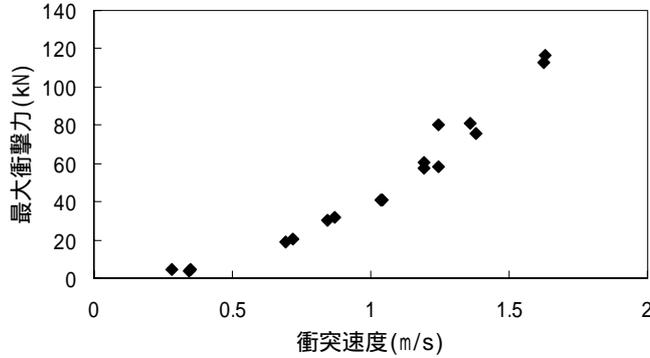
また、同じ速度でも緩衝材なしとゴム厚 10mm では衝撃力が最大で約 6 倍近い差があり、ゴム製緩衝材が衝撃力低減効果を発揮しているといえる。ただし、死荷重反力の 1.5 倍である 4.4kN を大きく上回る衝撃力となっている。



(a) 緩衝材なし



(b) ゴム製緩衝材 (3mm)



(c) ゴム製緩衝材 (10mm)

図 2 衝突速度と衝撃力

次に衝撃力と形状率の関係を図 3 に示す。図中、横軸が形状率、縦軸は被衝突鋼材が受ける最大衝撃力

である。は平均実衝突速度 1.65m/s (目標速度 1.0m/s), は平均実衝突速度 1.21m/s(目標速度 0.7m/s)である。ここでの形状率とは、実際に衝突する面積 (受圧面積:  $A_I$ ) と衝突面に垂直な面の面積 (自由表面積:  $A_F$ ) の比( $A_F/A_I$ )のことである。

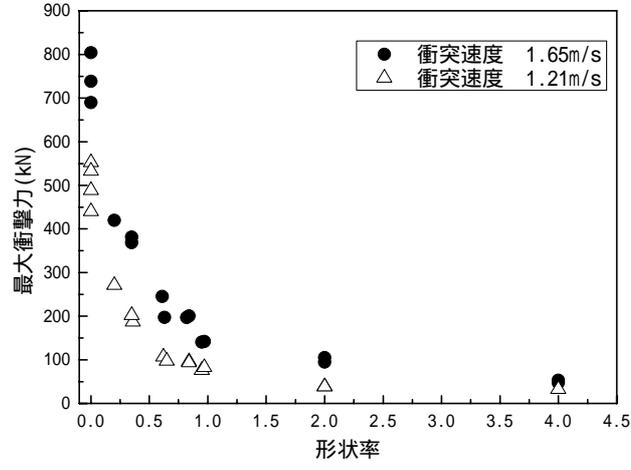


図 3 形状率と衝撃力

この図から、衝突速度 1.65m/s を例にすると、衝撃力が最大で約 14 倍近い差があり形状率が大きくなるにしたがって、衝撃力の低減効果が大きくなっていることがわかる。逆に、形状率が 0.3 程度より小さくなると急激に衝撃力が増大している。したがって、衝撃力低減のためには形状率 0.3 程度以上の厚さを有する緩衝材の設置が必要と考えられる。

4. 結論

- (1) 本実験により、ゴム製緩衝材の形状率と衝撃力および、衝突速度と衝撃力の関係について、定性的な傾向をつかむことが出来た。
- (2) ゴム製緩衝材を使用した場合、衝突速度と衝撃力の間には、バイリニアの関係が見られる。
- (3) ゴム製緩衝材の形状率が大きくなるほど、衝撃力低減効果が大きい。逆に、形状率 0.3 程度以下の場合、急激に衝撃力が増大する。

今回の実験で得られた結果をもとに、今後、桁間緩衝材厚さの設計式の定式化をはかっていきたい。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計 編，丸善，2002。
- 2) 梶田幸秀，北原武嗣，西本安志，香月智：エアフローティング装置を用いたゴム製緩衝材の桁間衝突実験，土木学会地震工学論文集，CD-ROM，No.316，2003。