

エアフローティング実験装置による緩衝材ゴム厚さに関する桁間衝突実験

群馬工業高等専門学校 正会員 ○北原武嗣, 学生員 磯貝幸子, 鈴木智子
防衛大学校 正会員 梶田幸秀, シバタ工業(株) 正会員 西本安志

1. はじめに 道路橋示方書・耐震設計編¹⁾では、「落橋防止構造は、衝撃的な地震力を緩和できる構造とするものとする」、またその補足説明として「衝撃的な地震力を緩和するためゴムパッド等の緩衝材を用いて耐衝撃性を高める構造とするものとした」と記されている。しかしながら、緩衝材の大きさ(断面積)、厚さに関する基準は存在しないため、設置する緩衝材の断面積は落橋防止構造の大きさから決定するしかない。

そこで本研究では、緩衝材厚さの決定方法を検討するための基礎資料を得るべく、桁間衝突実験を行うものとする。ここでは、材料および断面積の等しい天然ゴム製の緩衝材を対象として、緩衝材の厚さ、ならびに衝突速度が緩衝効果に与える影響を把握すること、また、道路橋示方書が推奨している、ゴムパッドのような薄い緩衝材の耐衝撃性能を確認することを目的とする。

ここでは、より現状に近い桁間衝突時の緩衝効果を把握するため、レール上に空気を圧送することにより衝突鋼材および被衝突鋼材を浮上させ、レールとの摩擦力をできるだけ小さくして衝突させるものとした。

2. 実験概要

2.1 実験装置 防衛大学校の所有するエアフローティング実験装置を用い、桁間衝突実験を行った。実験装置概要を図-1に示す。長さ3000mmのガイドレール上に、桁に見立てた長さ1000mmの鋼材を2本設置し、1体を静止させ、もう1体を載荷ラ

ムにより設定速度で押し出し、静止した鋼材に衝突させる。このときレールと鋼材間に空気を圧送して2体の鋼材を浮上させることでレールと鋼材との摩擦を低減させた。載荷ラムにより押し出された鋼材を衝突鋼材、静止している鋼材を被衝突鋼材と呼ぶ。

2.2 実験供試体

供試体に用いるゴム製緩衝材は硬度50度の天然ゴムであり、40×40mmの正方形断面で厚さ10, 20, 40mmの3種類とする。また、ゴム製緩衝材と同じ断面で厚さ2mmのゴムシートと、緩衝材のない場合も実験を行った。衝突鋼材の重量は2.92kN、非衝突鋼材の重量は2.94kNであり、ともにSS400を使用し、基本形状は200×200×1000mmとした。

2.3 実験概要

衝突鋼材に与える目標初速度を0.20m/s, 0.40m/s, 0.70m/s, 1.00m/s, 及び1.30m/sの5種類に変化させ、被衝突体に衝突させる。全ケースに対して2体ずつ実験を行うものとした。しかし、鋼材の受ける衝撃力が過大になる危険性のあるため、厚さ10mm以下の供試体には目標初速度1.30m/sの実験は行わないものとした。また厚さ20mm以上の供試体は目標初速度0.20m/sでは衝突荷重が小さく、信頼できるデータの計測ができなかったため、実験は行わないことにした。以上により、合計40体の実験を行った。

衝突時の衝撃力は、被衝突体に取り付けたロードセルによって計測する。また、衝突鋼材および被衝突鋼材の絶対変位、衝突鋼材と被衝突鋼材の

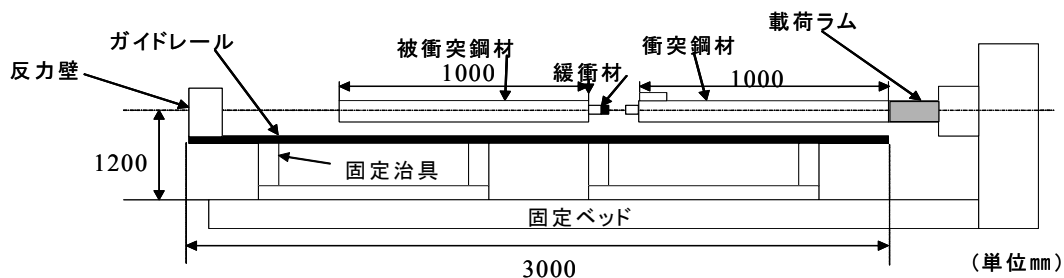


図-1 実験装置概要

Key Words : 桁間衝突, 緩衝材, ゴム厚, 衝突速度, エアフローティング実験装置

〒371-8530 前橋市鳥羽町580 群馬工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL:027-254-9189

相対変位をレーザー式変位計により計測する．計測間隔は $50\mu s$ とする．計測した変位を時間微分することで，各ケースにおける衝突前後の鋼材速度を算定する．

実際の実験において，衝突速度は 0.35m/s ， 0.7m/s ， 1.2m/s ， 1.7m/s ， 2.1m/s 程度であり，目標速度の約1.7倍となった．

3. 実験結果と考察

紙面の都合上図の掲載は省略するが，緩衝材なしやゴムシートの場合，衝突速度が大きくなると 1000kN を超える衝撃力となり，ゴム製緩衝材と比較して5倍以上の衝撃力を生じることがわかった．

したがって，ゴムシートのような薄い緩衝材を用いた場合には，ゴム製緩衝材を用いる場合より衝撃力緩衝効果は小さいといえる．またゴムシートの場合には，エネルギー損失のばらつきが大きく，エネルギー吸収効果が安定していないこともわかった．

図-2に，ゴム製緩衝材を用いた場合の衝突鋼材が受ける衝撃力と衝突速度の関係を示す．図中，縦軸は衝突鋼材が受ける衝撃力，横軸は衝突鋼材の衝突速度を示している．これより，ゴム厚が厚いほど衝撃力は小さくなっていることがわかる．

また，衝突速度と衝撃力の間には，バイリニアの関係があると考えられる．これは，ゴムの荷重-変形特性が，ある変位を超えると硬化する性質を有しているからであると考えられる．すなわち，衝突速度が小さいとゴムの変形が小さく剛性が低い，ある衝突速度を越えると，ゴムの変形が大きくなり硬化により剛性が高くなるからである．

つぎに図-3に，ゴム製緩衝材を用いた場合のエネルギー損失と衝突鋼材の衝突速度との関係を示す．図中，縦軸はエネルギー損失，横軸は衝突鋼材の衝突速度を示している．

ゴム厚が増加するほどエネルギー損失は小さくなることをわかる．また，理論的にエネルギーは速度の自乗に比例するが，図-3からもエネルギー損失と衝突速度には2次式の関係が成り立つことが確認できる．

ゴム厚が厚いほど剛性が小さいため，同一の衝突速度に対するエネルギー損失は小さくなっている．しかしながら逆に考えると，エネルギー損失

の値が小さいということは，緩衝材のエネルギー吸収能力にまだ余力があると考えられることができる．

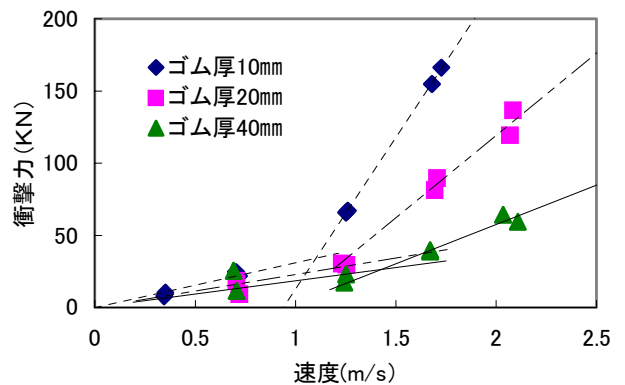


図-2 衝撃力と衝突速度

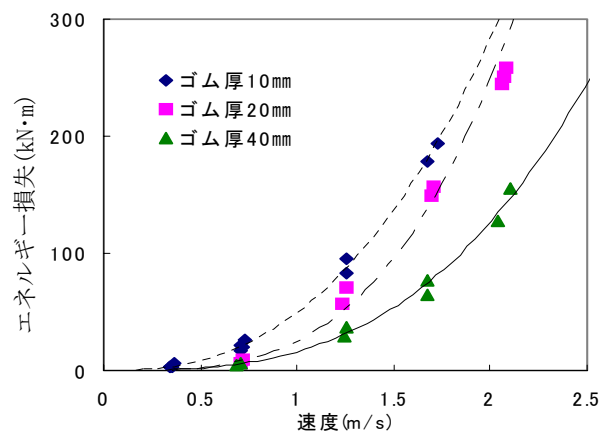


図-3 エネルギー吸収と衝突速度

4. 結論

本研究の結論は以下の通りである．

- (1) 衝撃力緩衝効果は，ゴム厚が厚いほど大きい．また，衝撃力と衝突速度の間にはバイリニアの関係がある．
- (2) エネルギー損失は，ゴム厚が厚いほど小さい．これは，逆に考えればゴム厚が厚いほどエネルギー吸収の残存能力が残っているといえる．また，衝突速度とは2次式の関係があることを確認した．

本研究で得られた定性的な傾向を定量的に評価し，緩衝材ゴム厚の設計式を検討していくことが課題であると考えている．

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) 北原武嗣他：桁間衝突時の衝撃力緩和・エネルギー吸収能に与える緩衝材ゴム厚の影響，第6回地震時保有耐力法シンポジウム講演論文集，pp. 139-144，2003．