

# ゴム製緩衝材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  
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  
群馬工業高等専門学校 ○磯貝幸子, 鈴木智子

## 1. はじめに

兵庫県南部地震では橋梁構造物への被害が多く、落橋したものも存在した。震災以降、落橋防止システムを設けることが必要とされ、その緩衝材の効果に対する研究が多く行われてきているが、そのほとんどは、固定物の前面に緩衝材を設置し、そこに上部構造に見立てた重量物を衝突させてエネルギー吸収力や衝撃力を検討するものであった。そこで本研究では、より現状に近い桁間衝突時の緩衝効果を把握するため、レール上で可動な上部構造同士を衝突させる実験をした。本実験では、レール上での衝突時の摩擦を低減させるため、レール上に空気を圧送することにより衝突体を浮上させ、衝突させるものとした。また本実験では、緩衝材ゴム厚が緩衝効果に与える影響を定量的に評価するため、ゴム緩衝材厚さ及び衝突速度をパラメータとし、桁間衝突実験を行った。

## 2. 実験概要

### 2.1 装置

防衛大学校の所有する動的物性評価装置を加速装置に用い、桁間衝突実験を行った。実験装置は図-1に示すようなものである。長さ 3000 mm のガイドレール上に桁に見立てた長さ 1000 mm 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、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。本実験では、載荷ラムによって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する。

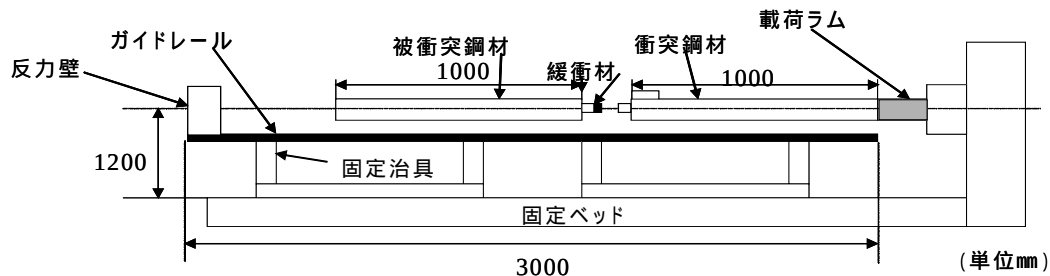


図-1 実験装置概要

### 2.2 供試体

本実験で使用するゴム製緩衝材は硬度 50 度の天然ゴムであり、形状は正方形断面積  $40 \times 40$  mm で厚さ 10, 20, 40 mm の 3 種類である。また比較検討のため、ゴム製緩衝材と同じ断面で厚さ 2 mm のゴムシートと、緩衝材のない場合も考慮し、計 5 種類の供試体を採用した。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  $200 \times 200 \times 1000$  mm とした。

### 2.3 概要

本実験では、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 の実験は行わず、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キーワード 桁間衝突, 落橋防止装置, ゴム製緩衝材, 衝撃力, エネルギー吸収

対変位、衝突鋼材と被衝突鋼材の相対変位を計測するためレーザー式変位計を設置する。これらにより衝突前後における鋼材速度を算定する。

図-2 は、厚さ 10mm のゴム製緩衝材に 0.20m/s の目標初速度で衝突させた場合の相対変位-時間関係を示した例である。相対変位が最初にゼロになった位置が衝突鋼材と被衝突鋼材が衝突した位置で、相対変位がゼロ以下ではゴムが圧縮されている状態である。その後に相対変位がゼロになっている位置は衝突鋼材と被衝突鋼材が離れたときである。衝突前 0.01s 間のグラフの傾きから衝突材の衝突前の速度、衝突後 0.01s 間のグラフの傾きから衝突材の衝突の後速度を算定した。同様の手法で各ケースの衝突前後の鋼材速度を算定する。

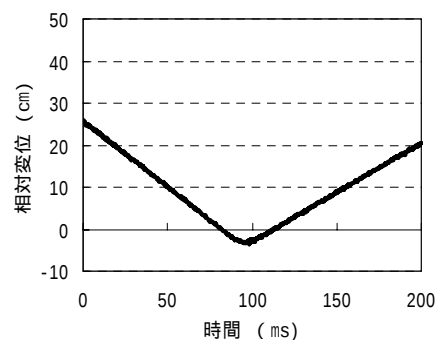


図-2 相対変位-時間関係

### 3. 実験結果と考察

図-3 に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を、横軸は衝突鋼材の衝突速度を示している。これにより、全ての場合において衝突速度と衝撃力は比例して増加し、その関係にはほぼ線形的な関係があることがわかる。また、ゴム厚が厚いほど衝撃力は小さくなっていることもわかり、緩衝材なしやゴムシートの場合、ゴム緩衝材を用いたときの 5 倍以上の衝撃力を生じることがわかる。図-4 に緩衝材によるエネルギー吸収と衝突鋼材の衝突速度との関係を示す。図中、縦軸は緩衝材によるエネルギー吸収を、横軸は衝突鋼材の衝突速度を示している。これより、緩衝材によるエネルギー吸収と衝突速度にも、衝撃力と衝突速度の場合と同様に線形的な関係があることがわかる。しかしゴムシートの場合には、ゴム緩衝材に比べてばらつきが大きく、エネルギー吸収効果が安定していないことがわかる。また、ゴム厚が増加するほどエネルギー吸収は小さくなることがわかり、このことはエネルギー吸収能力にまだ余力がある状態だと考えることができる。よって、ゴム厚が厚いほどエネルギー吸収能力は大きいと考えることができる。

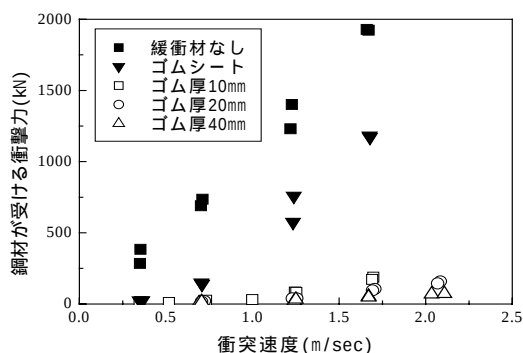


図-3 衝撃力と衝突速度

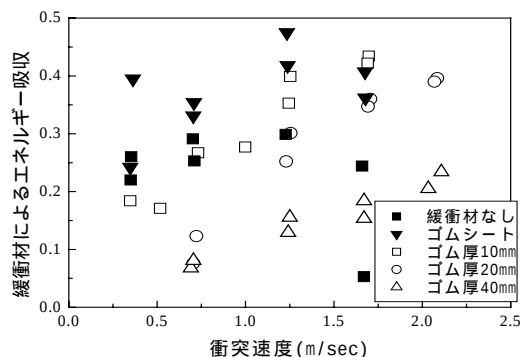


図-4 エネルギー吸収と衝突速度

### 4. 結論

- (1) ゴム製緩衝材を取り付けた場合、衝突速度が速くなるにしたがい、発生する衝撃力もほぼ線形的に大きくなる。また、ゴム厚が厚いほど衝撃力緩和効果も大きい。
- (2) ゴムシートを緩衝材とした場合、エネルギー吸収効果も安定せず、ばらつきの大きいことを示した。
- (3) ゴム緩衝材を用いた場合、衝突速度が増加すれば緩衝材によるエネルギー吸収もほぼ線形的に増加する。また、ゴム厚が厚いほどエネルギー吸収能力も大きい。

### 参考文献

- 1) 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，2003（印刷中）。
- 2) 梶田幸秀他：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，第 9 巻 第 33 号，pp.37-47, 2002。
- 3) 土木学会関西支部：緩衝型落橋防止システムに関する調査研究，土木学会関西支部講習会テキスト，2001。