

(I-50) 桁間衝突の再現実験とゴム製緩衝材の緩衝効果に関する研究

防衛大学校 学生員 ○得永 健 防衛大学校 正会員 西本安志
防衛大学校 正会員 梶田幸秀 防衛大学校 フェロー 石川信隆

1. 緒言

兵庫県南部地震以降、免震支承や積層ゴム支承が高架橋において多く採用されている。これらの支承を用いることにより、従来の金属支承よりも上部構造の応答が増大し、桁間衝突や桁と橋台の衝突といった現象が起こる可能性が大きくなった。桁と橋台の衝突現象の再現実験はすでに文献1)で行われており、緩衝材による衝突力の低減効果についての報告が行われている。本研究では、桁間衝突に着目して実験による桁間衝突の再現と衝突現象のモデル化のための基礎的データの収集を目的とした。また、桁遊間に様々な種類のゴム製緩衝材を配置し、衝突時に桁に作用する衝突力並びに衝突前後の運動エネルギー量について比較検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 実験装置

実験は、図-1に示すとおり長さ3mのレール上に長さ1mのH型鋼を2本並べ、1本は静止させた状態にしておき、もう1本は载荷ラムを一定速度で押し出すことにより初速度を与え、静止しているH型鋼に衝突させ、桁間衝突を再現したものである。本実験では、载荷ラムにより一定速度で押し出されるH型鋼を衝突体、静止させた状態のH型鋼を被衝突体と呼ぶ。実験風景を写真-1に示す。

2.2 実験供試体ならびに実験ケース

実験で使用したH型鋼は縦・横200mm、フランジ厚12mm、ウェブ厚8mmであり、重量は489Nである。また、緩衝材として用いたゴムは、縦・横150mm、厚さ30mmの直方体形状であり、硬度30と硬度50のもの、また、硬度50のゴムの中に繊維を積層することにより初期の剛性と強度を向上させた繊維積層ゴム²⁾の3種類を用いている。衝突体に与える初速度は1.0m/s、2.0m/s、3.0m/sの3種類とした。本研究では、衝突現象のモデル化ならびに衝突時におけるゴム製緩衝材の緩衝効果を目的としたため、実際の橋梁に対して相似則を適用したわけではない。衝突体の初速度が3種類、緩衝材の種類が4種類(緩衝材なしを含める)の計12ケースについて実験を行った。

2.3 測定項目

測定項目は、衝突体、被衝突体の速度ならびに作用する力の4項目である。衝突体、被衝突体の速度はレーザー式変位計にて変位を計測し、それらを時間微分することにより求めている。また、衝突体、被衝突体に作用する力は、衝突面の上・下フランジ、ウェブにひずみゲージを貼り、3カ所で計測したひずみの平均値に、H型鋼の剛性と断面積より作用する力を求めている。なお、サンプリング時間間隔は、衝突速度が1m/sのときは0.1ms、2m/sのときは0.03ms、3m/sのときは0.025msである。

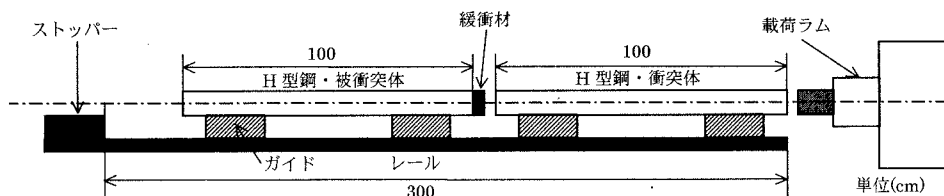


図-1 実験状況図

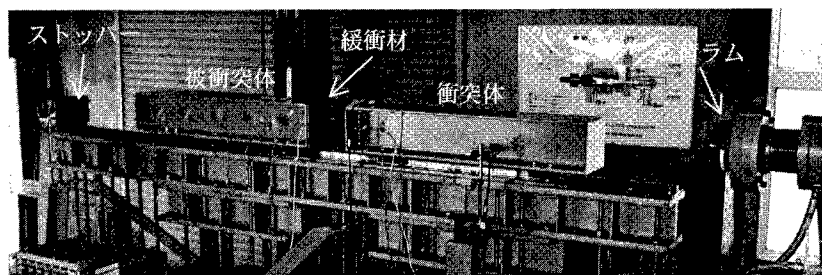


写真-1 実験風景

キーワード: 桁間衝突、ゴム製緩衝材、エネルギー損失、反発係数

連絡先: 〒239-8686 神奈川県須賀市走水 1-10-20 電話(0468)41-3810 FAX(0468)44-5913

3.実験結果および考察

本報告では、緩衝材の種類の違いによる衝突力、衝突前後のエネルギー保存率と反発係数について考察を行う。ここで、エネルギー保存率とは、衝突後に被衝突体が有するエネルギーを衝突前に衝突体が有するエネルギーで除した値である。まず、図-2 に緩衝材として用いた硬度 30 のゴム(r30 と記す)、硬度 50 のゴム(r50 と記す)、繊維積層ゴム(r50p と記す)の静的載荷における荷重～変位曲線を示す。なお、図-2 には比較のために鋼材の剛性($E=2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$)も併せて示す。次に、図-3 に被衝突体に作用した最大衝突力を、図-4 にエネルギー保存率を、図-5 に反発係数を示す。最大衝突力については、計測された最大圧縮ひずみより求めた値を示している。すなわち、被衝突体の衝突面(ゴムとの接着面)での最大ひずみの値を示しており、この値は H 型鋼に生じた応力波の影響が含まれた値である。図-3 より初速度が遅いとき(1.0m/s)すなわち衝突前のエネルギーが小さいときは、緩衝材が無いときと繊維積層ゴムとを比較してもそれほど衝突力に差がないことが分かる。しかし、衝突速度が大きくなると繊維積層ゴムを用いても衝突力の低減効果がみられる。図-4 よりエネルギーの保存率については、今回用いたゴムでは、その種類による大きな違いは見られず、緩衝材がある場合は、無い場合に比べてエネルギーが保存されることが分かる。ここでエネルギー保存率が大きいということは、衝突現象によりエネルギーの損失が少ないため、地震時においては上部構造の運動がさらに続くことを示している。また衝突速度の比較では、衝突速度が遅いほど、エネルギー保存率は小さいことが分かる。図-5 より反発係数についても、図-4 と同じく緩衝材の種類による違いはあまりみられず、緩衝材のある場合が無い場合に比べて大きくなる。ここで反発係数が大きいことは、2 つの桁の相対速度が大きいかを表しており、桁間の相対変位が大きくなることを表している。

4.結論

- 以下に、本実験で得られた成果と今後の課題を述べる。
- (1) 剛性が低いゴムほど、衝突時に桁に作用する力を低減することができる。
 - (2) 保存されるエネルギーや反発係数については、今回の実験がすべて弾性応答範囲であったため、緩衝材の種類の違いによる大きな差は見られなかった。ただ緩衝材がある場合はない場合に比べて、エネルギー損失は、やや少ないことが分かった。
- 以上より、衝突力の低減という面では、緩衝用ゴムの効果が認められたが、桁間衝突時に緩衝材によるエネルギー吸収は、弾性応答であったためあまり期待できないことが分かった。しかし、繊維積層ゴム(r50p)は、図-2 に示すとおり、ある荷重で積層された繊維が破断することにより、それ以降、延性的な挙動を示す物体であるため、この性質を利用すれば、衝突力の低減と衝突時に緩衝材によるエネルギー吸収の両者を期待できると考えられ、今後は繊維積層ゴムの破断後についても検討する予定である。

参考文献

1) 野島昭二ら：緩衝材を併用した落橋防止システムの検討、土木学会第 53 回年次学術講演会、I-B159,pp.318-319,1998.10.
2) 西川信二郎ら：PRF 構造緩衝材、繊維学会予稿集、2B18,PP.G-106,1999.5.

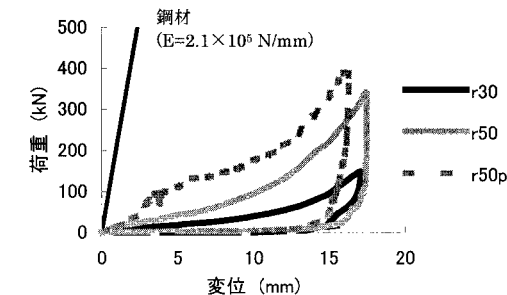


図-2 緩衝材の静的荷重～変位曲線

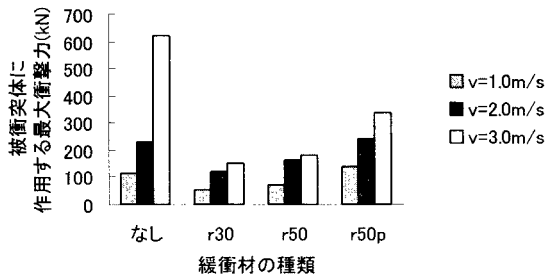


図-3 緩衝材の種類による被衝突体に作用する力

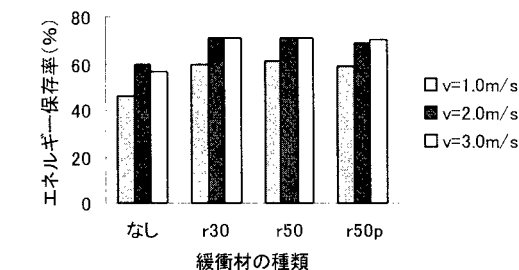


図-4 緩衝材の種類によるエネルギー保存率

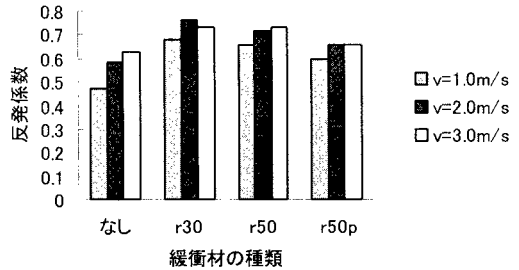


図-5 緩衝材の種類による反発係数