

桁間衝突用ゴム緩衝材の緩衝効果に関する一考察

東海大学・院 学○南條 聡嗣
通信土木コンサルタント(株) 正 木村 修一

(株)東光コンサルタンツ 正 難波 達郎
東海大学工学部 正 近藤 博

1. はじめに

道路橋示方書には、上部構造の落下を防止できるように、落橋防止システムを設けるように記述されている。さらに、落橋防止構造には、ゴムなどの緩衝材を用いて耐衝撃性を高める構造とすると記載されている。そのため、ゴム製緩衝材の有効性に関する多くの研究¹⁾が実施されてきているが、いまだ不明の点が多々あるようである。

現在、厚さ 50mm の緩衝材が一般に採用されている。さらに、落橋を防ぐために桁の連続桁化も推進されている。しかし、厚さ 50mm の緩衝材の位置付けや連続桁化により問題となる桁長の影響については、ほとんど議論されていない。そこで、厚さ 8 種のゴム製緩衝材、桁に見立てた長さ 3 種の鋼弾性棒にひずみゲージを貼付するとともに加速度計を設置して、緩衝材厚さと桁の動的挙動の関係や緩衝材厚さとエネルギー吸収効果について、相似の観点等からの検討を行った。

2. 実験方法

図-1 は、実験装置の概要を示したものである。直径 25mm の鋼製丸棒(以下、桁と呼ぶ)をワイヤーロープで吊り下げ、所定の速度で自由落下させ、衝突させる仕組みになっている。桁は長さ 1m, 2m, 3m の 3 種類を用意した。被衝突体の衝突面に設置するゴム製緩衝材(以下、ゴム材と呼ぶ)は、硬度 50 で直径 25mm、厚さは 2mm~50mm の 8 種類を用意した。

被衝突体の衝突面から 200mm, 400mm の位置に貼付した半導体ひずみゲージで衝突荷重(2 点ゲージ法に利用)を、さらに被衝突体の挙動を検討するために、300mm の位置での加速度を測定できるようになっている。

3. 実験結果と検討

(1) 緩衝材厚さと衝突荷重

図-2 は、桁長 1m、衝突速度 1m/s としてゴム厚を 2mm~50mm と変化させたときの荷重波形を並べて示したものである。図から、ゴム厚が大きくなると荷重継続時間が長くなるものの、衝突荷重は小さくなることがわかる。

(2) 衝突荷重波形と加速度換算荷重波形

図-3 は、ひずみゲージで計測した荷重と加速度計で計測した加速度を荷重に換算した波形を並べて示したものである。図から、ゴム厚 2mm での両者の波形形状は大きく異なるが、ゴム厚 10mm での両者の波形形状は、ほぼ同じ形状になることがわかる。これから、緩衝材が厚いときは、桁を剛体とみなして検討しても問題ないが、緩衝材が薄いときは、桁を弾性体として扱う必要があることがわかる。すなわち、連続桁が推進されている実桁での、厚さ

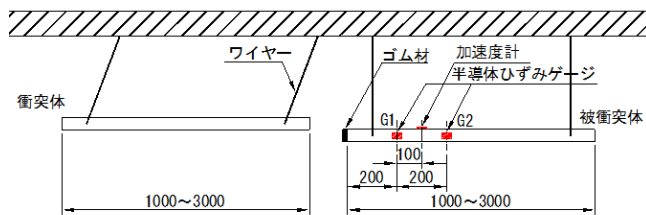


図-1 実験装置の概要

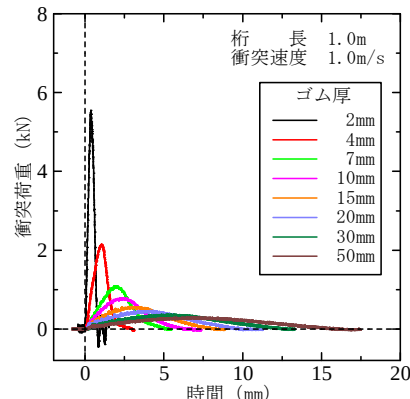
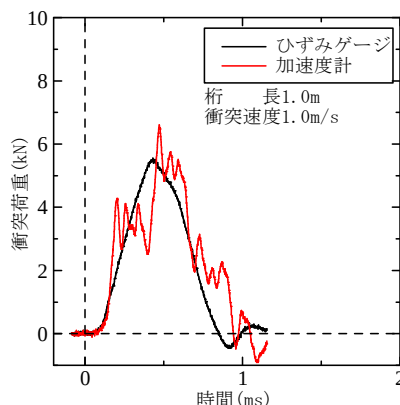
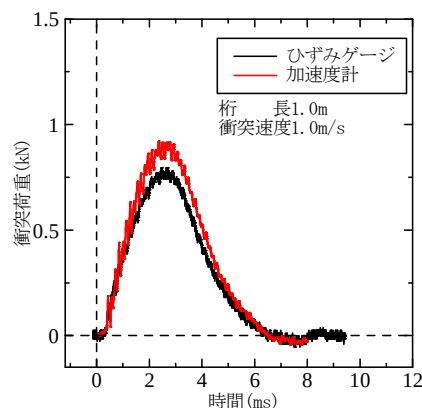


図-2 緩衝材厚さと衝突荷重形状



(a) 緩衝材厚 2mm



(b) 緩衝材厚 10mm

図-3 衝突荷重波形と

加速度換算荷重波形の比

キーワード 桁間衝突, ゴム製緩衝材, 連続桁化, 落橋防止構造

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 東海大学工学部土木工学科 TEL: 0463-58-1211 E-mail: kondohr@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

50mm の緩衝材の位置付けが問題となる。

(3) 桁長と衝突荷重

図-4 は、桁長と最大衝突荷重の関係を、ゴム材厚さをパラメータにとり両対数グラフで示したものである。図から、衝突荷重は、桁長の約 0.81 乗に比例することがわかる。この傾向が続くとすると、厚さ 50mm の緩衝材の場合、桁長約 90m で、荷重緩衝効果が消滅することになる(桁断面積とゴム材の受圧面積が同一の場合)。図中の赤線が緩衝材を設置しないときの衝突荷重である。

(4) 桁間衝突と相似

図-5 は、桁長とゴム厚の相似関係を調べる目的として、長さ 1m, 2m, 3m の桁にそれぞれ 10mm, 20mm, 30mm のゴム材を取り付けときの衝突荷重波形を並べて示したものである。図から、最大衝突荷重はほぼ一致することがわかる。現状は、緩衝材厚 50mm のものが一般的に利用されているが、実桁においてもこのような相似関係が適用できるとすると、桁長 25m に厚さ 50mm の緩衝材を設置した場合、桁長 1m に 2mm の緩衝材を設置したときと同じ関係となる。このときの衝突荷重は約 5.5kN(図-2 参照)となり、緩衝材を設置しないときの荷重の約 55%になる。これは、連続桁化により桁長が大きくなるとゴム材の荷重緩衝効果が非常に小さくなることを意味する。さらに、(2)の検討からも明らかのように、桁間衝突現象は波動問題として扱う必要があることがわかる。波動問題と扱う場合にはインピーダンス法²⁾が有効な手法と判断している。

(5) 緩衝材厚さとエネルギー損失率

図-6 は、衝突速度 1m/s での桁速度から求めた、ゴム材厚さとエネルギー損失率の関係を示したものである。図から、損失率が大きくなるゴム材厚さは、桁長 1m, 2m で 4mm となり、桁長が大きくなると最適なゴム材厚さが大きくなる傾向を示した。これから、現在採用されている、ゴム製緩衝材厚さは、(4)の検討からも推察できるように薄すぎると思料する。

4. まとめ

桁長とゴム製緩衝材の長さの関係について、以下のことがわかった。

- (1) 桁の挙動解析は、緩衝材厚が大きいときは、桁を剛体として扱ってよいが、緩衝材厚が小さい場合は桁を弾性体として扱う必要がある。
- (2) 最大衝突荷重は、桁長の約 0.81 乗に比例する。よって、緩衝材厚さ 50mm では、桁長約 90m で荷重緩衝効果が消滅する可能性がある。
- (3) 桁長とゴム厚が相似関係である場合、最大衝突荷重はほぼ一致する。
- (4) (2), (3)の関係から、現状の緩衝材厚さでは、応力緩衝効果及びエネルギー吸収効果とも小さくなり、緩衝材厚さを大きくする必要があると思料する。

参考文献

- (1) 例えば、北原武嗣，田中賢太郎，松本力，梶田幸秀，西本安志，桁間衝突用緩衝材ゴムの簡易設計手法に関する検討，第 30 回地震工学研究発表講演論文集，2009.5
- (2) 難波達郎，木村修一，本間重雄，近藤博，ゴム材の応力波緩衝効果の推定手法の提案，構造工学論文集 Vol.56A，pp.60-67，2010.3

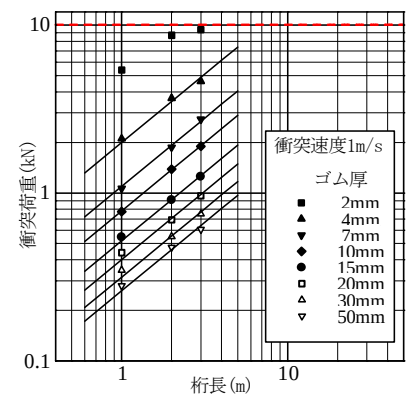


図-4 緩衝材厚さと最大衝突荷重

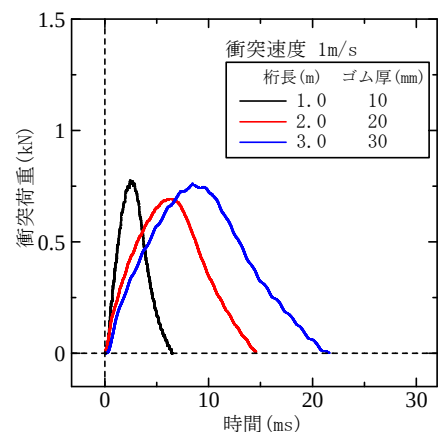


図-5 相似条件での衝突荷重

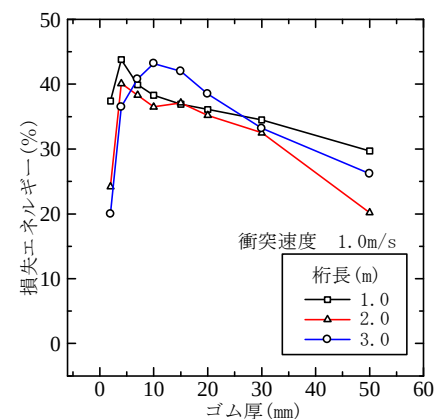


図-6 緩衝材厚さとエネルギー損失率