

阿南工業高等専門学校 正会員 ○森山 卓郎

パシフィックコンサルタンツ株式会社九州支社 正会員 濱本 朋久

1. はじめに

現行の道路橋示方書で標準とされているように、レベル 2 地震動に対して、橋桁の衝突が生じないよう橋桁端部に大きな桁遊間を確保した場合では、大きな伸縮装置が必要となるゆえ、建設コストの面で不経済となるだけでなく、維持管理、走行性、振動の発生などの問題が生じることが懸念される。そこで、レベル 2 地震動に対し、橋桁の衝突を許容して桁遊間を縮小化し、橋桁の衝突による影響を低減させるために、桁遊間に板状のコンパクトなゴムなどの緩衝材を取り付けることは、建設コスト削減の観点から考えれば有効な手段の一つと考えられる¹⁾。そのためには、桁遊間を縮小化した際の隣接橋桁どうしの衝突による橋桁端部の損傷の程度を十分に評価し、橋桁端部の損傷の低減において効果的なゴム緩衝材の特性などを明らかにする必要がある。桁衝突やゴム緩衝材に関する解析的研究はこれまで数多く行われてきたが、それらの多くは 2 次元の骨組みモデルによる地震応答解析によるものであり、3 次元有限要素法による検討はあまり行われていない²⁾。また、ゴム緩衝材の設計法には、現在明確な規定がないのが現状である。そこで本研究では、ゴム緩衝材の設計法の確立に向けて、衝突時における衝撃力の緩和に及ぼすゴム緩衝材の形状・寸法の効果に関する基礎的知見を得ることを目的として、3 次元有限要素を用いた衝突解析による検討を行った。

2. 解析方法

本研究では、衝突時におけるゴム緩衝材の衝撃力緩和効果についての基礎的な知見を得るために桁衝突現象を単純化し、図 1 に示すような鋼板を 3 次元有限要素でモデル化したものを解析モデルとして用いた。この解析モデルを衝突速度 0.5m/sec から 3m/sec まで、0.5m/sec ずつ変化させて剛体壁に衝突させたときの部材の最大応力や応力分布などを算出し、比較・検討を行った。また、解析モデルの端部 2 ヶ所にゴム緩衝材を取り付けた場合についても同様に解析した。このとき、ゴム緩衝材の幅は 100mm, 200mm, 300mm, 厚さは 25mm, 50mm, 100mm とそれぞれ変化させた。ゴム緩衝材の形状・寸法の効果については、図 2 に示す衝突方向の断面積 A と自由表面積 A_f (ゴム緩衝材断面に垂直な 4 面の面積) を用いた以下に示す形状率 α により、考察を行った³⁾。

$$\alpha = A_f / A = 2(bt + ht) / bh$$

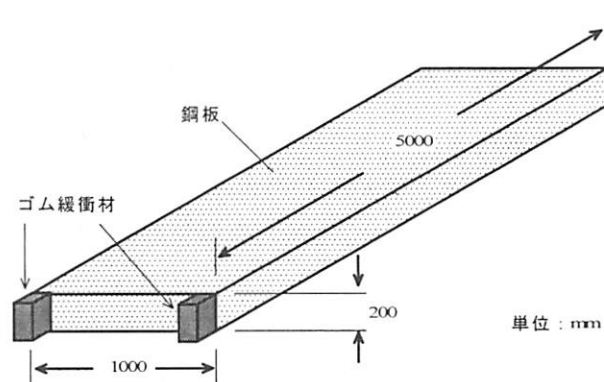


図 1 解析モデルの形状および寸法

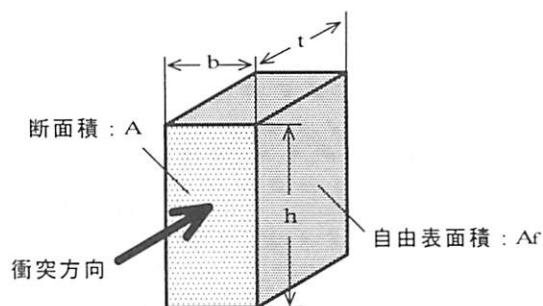


図 2 ゴム緩衝材の形状

3. 解析結果および考察

3.1 最大応力に及ぼすゴム厚の効果

ゴム幅 100mm の場合の衝突時における部材端部の最大応力と緩衝材のゴム厚の関係を図 3 に示す。この図から、いずれの衝突速度においても、ゴム厚が大き

くなるほど、部材端部の最大応力が低減されることがわかる。他のゴム幅のケースにおいても、同様な傾向が見られた。特に衝突速度が大きくなるほど、ゴム厚の大きさの違いが部材の最大応力の低減におよぼす効果が大きくなることがわかる。

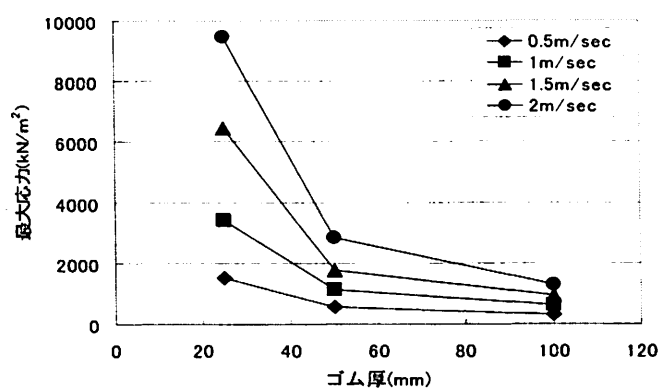


図3 最大応力と緩衝材ゴム厚の関係

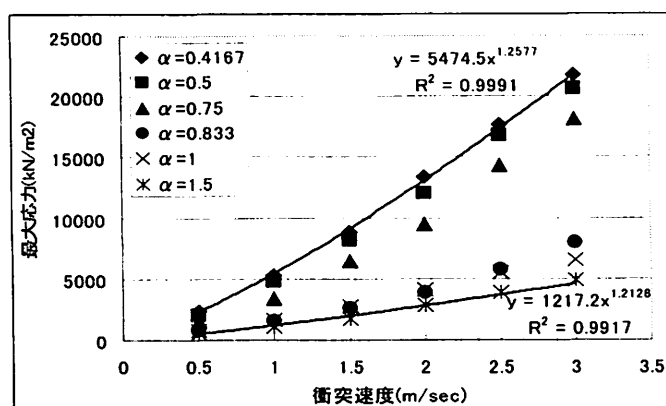
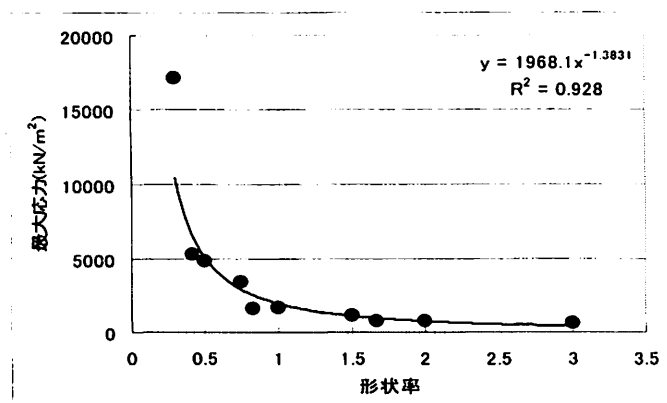
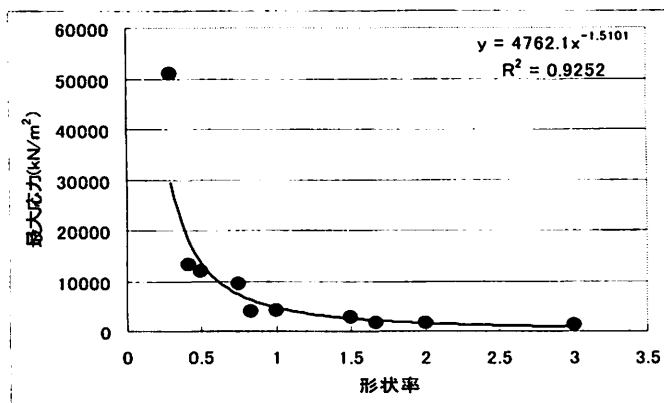


図4 最大応力と衝突速度の関係



(a)衝突速度 1m/sec の場合



(b)衝突速度 2m/sec の場合

図5 最大応力とゴム緩衝材の形状率の関係

3.2 最大応力に及ぼす衝突速度とゴム緩衝材の形状率の影響

図4に、形状率の違いによる部材端部の最大応力と衝突速度の関係を示す。この図から、衝突速度が大きくなるほど部材端部の最大応力が大きくなることがわかる。形状率 $\alpha=0.4167$ および1.5のケースにおける近似関数も図中に示す。最大応力は、高い相関で衝突速度の累乗に比例していることがわかる。また、衝突速度1m/secおよび2m/secにおける部材端部の最大応力とゴム緩衝材の形状率の関係を図に示す。この図から、いずれの衝突速度においても最大応力は形状率に反比例していることがわかる。形状率が大きくなるほど最大応力が小さくなり、形状率の大きなものほど部材端部の最大応力が低減できることがわかる。また、最大応力と形状率の関係は、それぞれ比較的高い相関により、図に示す関数で近似できることが示された。これにより、衝突速度やゴム緩衝材の形状率を用いて、衝突時の部材に作用する最大応力の推定が可能になることが考えられる。

4. まとめ

本研究から、いずれの衝突速度においても、緩衝材のゴム厚が大きいほど部材の最大応力の低減効果が大きく、特に衝突速度が大きくなるほど、ゴム厚の違いが部材の最大応力の低減におよぼす効果が大きいことがわかった。また、部材端部の最大応力は、衝突速度の累乗に比例し、ゴム緩衝材の形状率に反比例することが示された。今後は、実際の橋桁と橋台の衝突を想定した3次元有限要素モデルの衝突解析による桁衝突時の橋桁端部と橋台の損傷評価やゴム緩衝材の衝撃緩衝効果などについての検討、衝突理論による衝突速度と形状率の両方をパラメータとした最大応力の推定式の考案などを行っていく。

参考文献

- 1) 瀧本朋久, 森山卓郎, 西本安志, 石川信隆: PC橋の桁衝突におけるゴム緩衝材の効果, コンクリート工学論文集第27巻, pp.979-984, 2005.
- 2) 後藤恵一, 玉井宏樹, 園田佳巨, 梶田幸秀, 瀧本朋久: 地震時における橋梁の桁端衝突解析に関する基礎的研究, 第8回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集, pp.115-120, 2006.
- 3) 梶田幸秀, 北原武嗣, 西本安志, 大塚久哲: 鋼材衝突実験におけるゴム製緩衝材に作用する最大衝撃力の推定式, 構造工学論文集 Vol.52A, pp.557-564, 2006.