

衝突解析によるゴム緩衝材の衝撃緩衝効果に関する基礎的検討

阿南工業高等専門学校 正会員 森山卓郎

1. はじめに

現行の道路橋示方書では、地震時水平力分散構造の場合、隣接する橋桁どうし、あるいは橋桁と橋台において、衝突が生じないように適切な長さの桁遊間を設けることが標準とされている。しかし、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、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顕在化している。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。地震動による橋桁どうしの衝突現象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、それらの多くは衝突バネモデルを用いた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⁾。そこで本研究では、衝突時におけるゴム緩衝材の衝撃緩衝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、3次元有限要素を用いた衝突解析による衝突時におけるゴム緩衝材の衝撃緩衝効果についての基礎的知見を得るために、桁衝突現象を単純化し、図1に示すような10cm四方で奥行き1mの鋼製箱形断面部材を解析モデルとして用いた。この箱形断面部材を剛体壁に衝突させたときの部材の応力分布などを算出し、変形状態などについて検討を行った。このとき、部材の衝突速度は1m/sec, 1.5m/sec, 2m/sec, 2.5m/sec, 3m/secと変化させて解析した。また、箱形断面部材端部の2ヶ所に厚さ2.5cm, 5cm, 10cmのゴム緩衝材がある場合についても同様に解析を行った。

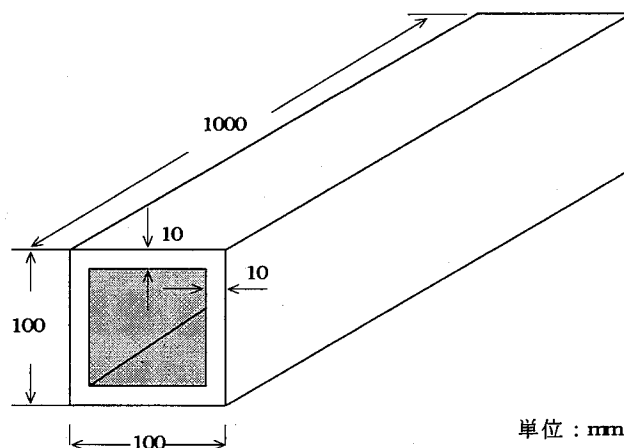


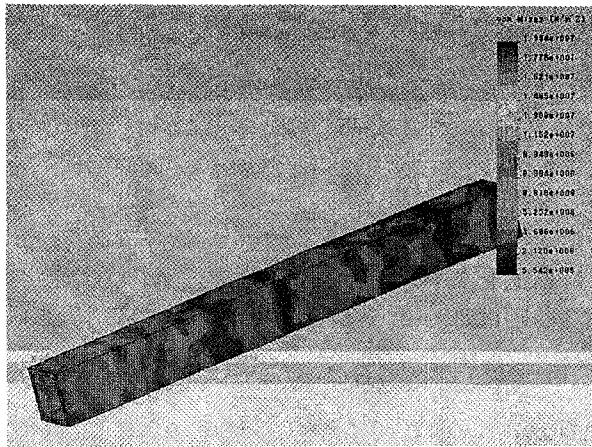
図1 解析モデルの箱形断面部材の形状および寸法

3. 解析結果および考察

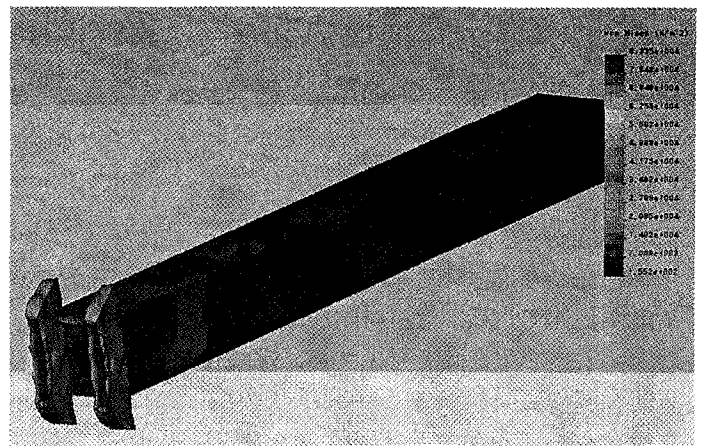
3.1 最大応力と衝突速度の関係

図2に、衝突速度1m/secの場合におけるゴム緩衝材がない場合と厚さ10cmのゴム緩衝材を用いた場合の衝突後の部材の応力図を示す。これらの図から、ゴム緩衝材がない場合では、最大応力の発生位置は部材端部近傍であることがわかる。一方、厚さ10cmのゴム緩衝材を用いた場合では、ゴム緩衝材において最大応力が発生しており、箱形断面部材では応力がほぼ一様となっていることが認められる。

ゴム緩衝材がない場合と厚さ2.5cmのゴム緩衝材がある場合の部材の最大応力と衝突速度の関係を図3に示す。この図から、いずれの場合においても、衝突速度が大きくなるほど、部材の最大応力が大きくなっていくことがわかる。また、いずれの衝突速度においても、ゴム緩衝材を用いることによって、最大応力が低減されていることがわかる。



(a) ゴム緩衝材がない場合



(b) 厚さ 10cm のゴム緩衝材を用いた場合

図 2 衝突速度 1 m/sec の場合の応力図

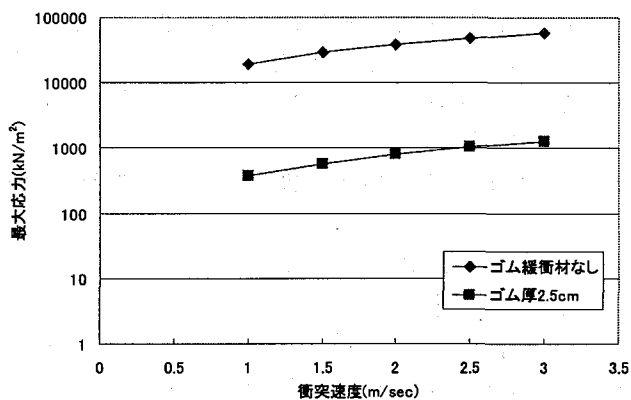


図 3 最大応力と衝突速度の関係

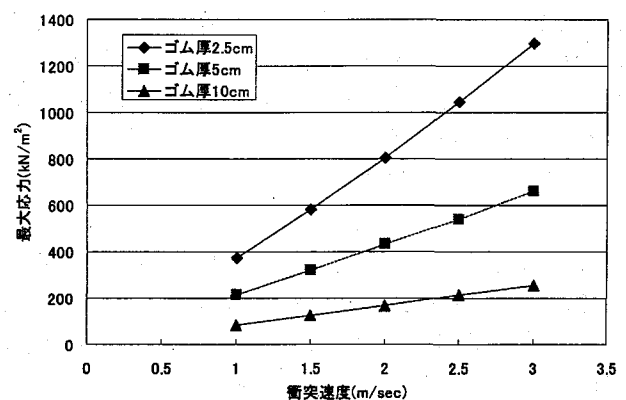


図 4 ゴム厚の違いによる最大応力の比較

3.2 ゴム厚の違いによる最大応力の比較

ゴム厚の違いによる部材の最大応力と衝突速度の関係を図 4 に示す。この図から、いずれの衝突速度においても、ゴム緩衝材の厚さが大きいほど、部材の最大応力が低減されていることがわかる。また、衝突速度が大きくなるほど、ゴム緩衝材の厚さの違いが最大応力の低減におよぼす効果が大きくなっていることがわかる。

4. まとめ

本研究では、3次元有限要素を用いた部材の衝突解析からゴム緩衝材の効果について検討した結果、部材端部にゴム緩衝材を設置することにより、衝突時の部材の応力が低減できることが確認できた。いずれの衝突速度においても、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、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衝撃緩衝効果が大きいことがわかった。今後は、実際の橋桁の衝突を想定した3次元有限要素モデルを用いた衝突解析により、桁衝突による橋桁端部の損傷の評価やゴム緩衝材の衝撃緩衝効果などについて検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 森山卓郎, 濱本朋久, 西本安志, 依田照彦, 石川信隆: PC 橋の桁衝突を考慮した桁遊間縮小化に関する基礎的考察, 構造工学論文集 Vol.51A, pp.641-648, 2005.
- 2) 後藤恵一, 玉井宏樹, 園田佳巨, 梶田幸秀, 濱本朋久: 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.