# 桁間衝突解析による桁端部の損傷状況の推定と補強対策

九州大学大学院	学生会員	○宮定	龍司
九州大学大学院	正会員	梶田	幸秀
九州大学大学院	フェロー	大塚	久哲

## 1. はじめに

現在,土木構造物の設計は仕様規定型から性能規定型への移行が始まっている.耐震設計においても将来は 性能規定型に移行し,地震後の使用性(損傷限界)として,災害復旧用の緊急車両の通行の確保が明記される と考えられる<sup>1)</sup>.大地震時に橋桁と橋台もしくは橋桁同士の衝突が発生した場合,緊急車両の通行性が確保さ れるかどうかを把握するには,桁端部に着目した衝突の数値解析が必要である.そこで本研究では,鋼箱桁と コンクリート床版からなる上部構造同士が衝突する数値シミュレーションを実施した.また,桁端部の損傷を 防止するためにゴム製緩衝材を設置した場合についても数値シミュレーションを行い,ゴム製緩衝材の効果に ついての考察も行った.

#### 2. 桁間衝突解析の概要

# 2.1 解析モデル

本研究では、汎用動的有限要素法プログラム LS-DYNA を用いて衝突解析を実施した.解析モデル の全体図を図-1 に、断面図を図-2 に、材料の物性 値を表-1 に示す.橋軸方向に等断面とし,橋長 100m

(重量 10200kN)を想定したモデルである. なお, 伸縮装置については,本解析ではモデル化を行って いない. コンクリートは弾性体とし,鋼箱桁は von misesの降伏条件を満たす完全弾塑性体とし,降伏 応力は 370MPa である.ゴム製緩衝材の応力-ひずみ 関係は,文献 2)の鋼材衝突実験から得たものを用 いている.

#### 2.2 衝突概要

衝突方法は, 図-1 に示した上部構造を 1 つは衝 突体, もう 1 つは被衝突体とし, 衝突体に初期速度 を与え, 静止している被衝突体に正面衝突させるも のとした. 繰り返し衝突は考慮せず, 単一の衝突と した. 衝突速度は, 1m/s, 2m/s, 3m/s の 3 種類を 設定した.

## 2.3 解析ケース

各解析ケースの被衝突体の衝突面を図-3 に示す. 2 つのケースにおける違いはゴム製緩衝材の有無 である.緩衝材は,鋼箱桁端部に弾性体の鋼板を剛 結させて,その中心部に1つ設置した.緩衝材の断 面積については,上部構造の重量(10200kN)の

キーワード 桁間衝突,ゴム製緩衝材,有限要素法 連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡744 TEL092-802-3374



	質量密度	ヤング率	ポアソン比	要素
単位	$N \cdot sec^2/mm^4$	MPa	-	
コンクリート	2.50E-09	2.50E+04	0.15	ソリッド
鋼箱桁	7.85E-09	2.10E+05	0.3	シェル
ゴム製緩衝材	1.03E-09	-	0.495	ソリッド



1.5 倍を天然ゴムの許容支圧応力 12N/mm<sup>2</sup>で除して求める落橋 防止構造用緩衝材の設計例に従うものとし<sup>3)</sup>, 1260×1040mm に設定した.緩衝材の厚さに関して規定はなく,一般的に 50mm とされているが,この値は本解析で用いるゴム製緩衝材の断面積 に対し非常に薄いと考えられるため,暫定的に 200mm と設定し た.

# 3. 解析結果

各ケースの最大衝突荷重を表-2に,衝突 速度3m/sにおける,ゴム無しの場合の桁端部 の応力分布図を図-4に示す.表-2に示すよう にゴム無しの場合は,衝突速度3m/sにおいて, 上部構造の5.9倍程度の衝突荷重が発生して いるが,コンクリート床版の最大発生応力は 22MPa,鋼箱桁の最大発生応力は333MPaと, 370MPaの降伏応力に達していないことが確 認できた.これは,衝突方法が完全水平衝突 であることや,図-2に示す断面図からコンク リート床版の断面積が鋼箱桁に比べて非常 に大きいことが原因と考えられる.

衝突速度 3m/s におけるゴム有りの場合の 応力分布図を図-5 に、鋼板の応力分布図を 図-6 に、緩衝材の応力分布図を図-7 に示す. 表-2 に示すように、緩衝材を設置すること で、衝突荷重は緩衝材を設置しない場合の 30%まで低減できることが確認できたが、鋼 箱桁の応力分布図では、降伏荷重 370MPa に 達する結果となった.これは緩衝材を設置し た位置の背面である鋼箱桁の中心のウェブ に、局所的に応力がかかることが原因と考え



られる.また鋼板の変形によって,鋼箱桁全体に応力が分布していることも確認できた.今回のように緩衝材 を1つ設置するケース以外の設置位置を検討する必要がある.

# 4. まとめ

桁間衝突時に、衝突荷重は桁間に緩衝材を設置することによって、緩衝材を設置しない場合と比べて 30% まで低減できることから、緩衝材の衝撃力低減効果が確認できた.しかし、桁端部の損傷に着目すると、緩衝 材を設置しない場合は損傷が少なかったが、緩衝材を設置することで、設置した位置の背面に局所的に応力が 発生し、降伏応力に達した.緩衝材の設置位置や設置の個数について今後考察する必要があると考えられる.

# 参考文献

1)(社)日本地震工学会:性能規定型耐震設計 -現状と課題-, 鹿島出版会, 2006.6

- 2) 梶田幸秀,北原武嗣,西本安志,大塚久哲,坂口和弘:鋼角柱衝突実験のシミュレーション解析,第12回 日本地震工学シンポジウム論文集,論文No.206(CD-ROM), 2006.11
- 3)(社)日本道路協会:「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧仕様に係る仕様書」の準用に関する参考資料(案),1995.6

衝突速度(m/s)	ゴム無し	ゴム有り
1	19712	6211
2	39406	13684
3	50036	17/185