

# 桁端衝突における伸縮装置の損傷状況の推定に関する基礎的検討

九州大学工学府 学生会員 吉田佳太郎 (株)横川ブリッジ 正会員 宮定龍司  
九州大学工学研究院 正会員 梶田幸秀  
九州大学工学研究院 フェロー 大塚久哲

## 1. はじめに

耐震設計は仕様規定型耐震設計から性能規定型耐震設計へと移行しつつあり、今後、地震後の使用性として、災害復旧用の緊急車両の通行確保が重要視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、伸縮装置を考慮した上部構造と橋台が衝突する数値シミュレーションを行い、伸縮装置の損傷状況について検討を実施した。

## 2. 桁端衝突解析の概要

### 2.1 解析対象橋梁のモデル化

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に示す。上部構造部は鋼箱桁、コンクリート床版、伸縮装置で構成され、橋長は3径間もしくは4径間連続高架橋を想定し100mとした。その結果、上部構造重量は合計で5410kNとなった。表-1に上部構造の材料の物性値を、図-2にコンクリートの構成則を示す。コンクリート床版はソリッド要素を用いた。構成則は、圧縮側は最大圧縮応力に達した後は一定値とし、引張側は最大圧縮応力の0.1倍を最大引張応力とし、その後は線形的に応力が低下していく軟化挙動を示すものとした。鋼箱桁はシェル要素を用いてモデル化した。材料構成則はVonMisesの降伏条件を満たすバイリニア型モデルとし、降伏応力は235MPa、降伏後の剛性は初期剛性の1/100倍とした。橋台部はコンクリート、鉄筋、裏込土、伸縮装置で構成され、また、ウイングを有している。それぞれの物性値を表-1に示す。コンクリートの構成則は上部構造のものと同様とした。鉄筋はトラス要素を用いてモデル化し、コンクリート内に完全付着とした。裏込土はN値を5と想定し、材料構成則は簡易な弾性体とした。

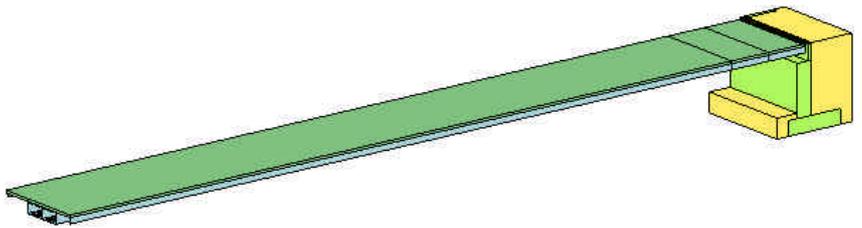


図-1 解析モデル全体図

表-1 材料の物性値

| 単位     | 質量密度<br>ton/mm <sup>3</sup> | ヤング率<br>MPa            | ポアソン比 | 圧縮強度<br>MPa | 引張強度<br>MPa |
|--------|-----------------------------|------------------------|-------|-------------|-------------|
| コンクリート | 2.69 × 10 <sup>-9</sup>     | 2.06 × 10 <sup>4</sup> | 0.2   | 30          | 3           |
| 鋼      | 7.85 × 10 <sup>-9</sup>     | 2.10 × 10 <sup>5</sup> | 0.3   | 235 (降伏応力)  |             |
| 鉄筋     | 7.85 × 10 <sup>-9</sup>     | 2.10 × 10 <sup>5</sup> | 0.3   | 295 (降伏応力)  |             |
| 裏込土    | 1.80 × 10 <sup>-9</sup>     | 14                     | 0.45  |             |             |

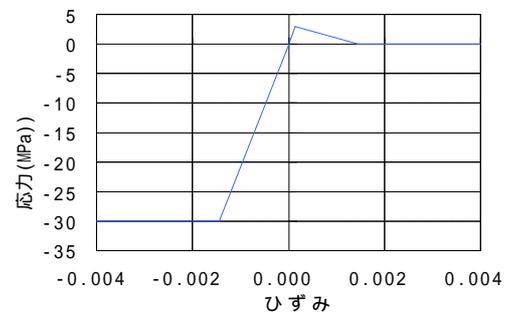


図-2 コンクリート床版の構成則

### 2.2 伸縮装置

本解析では、伸縮量・耐久性が大きく、鋼橋で最も普遍的に用いられているとされる鋼製フィンガージョイントを使用した<sup>2)</sup>。伸縮装置の全体図を図-3に示す。今回の解析では、フィンガー、ウェブ、フランジ、リブプレートとのモデル化を行った。寸法は文献2)を参考に決定し、伸縮装置を構成する全ての材質の構成則は鋼箱桁と同様とした。

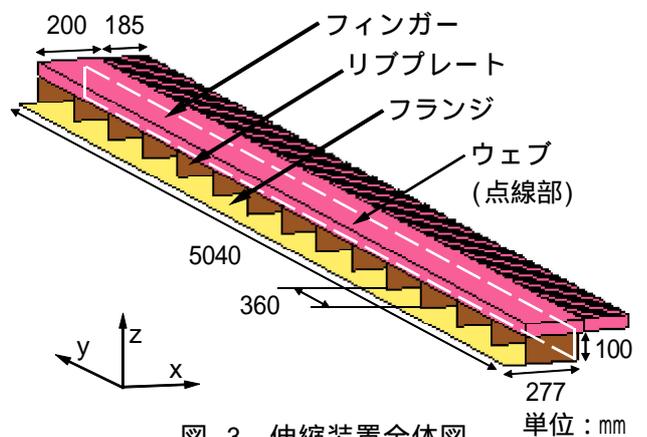


図-3 伸縮装置全体図

### 2.3 衝突概要

衝突方法は、図-1に示した上部構造を衝突体、橋台を被

キーワード 桁端衝突, 伸縮装置, 有限要素法

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL 092-802-3374

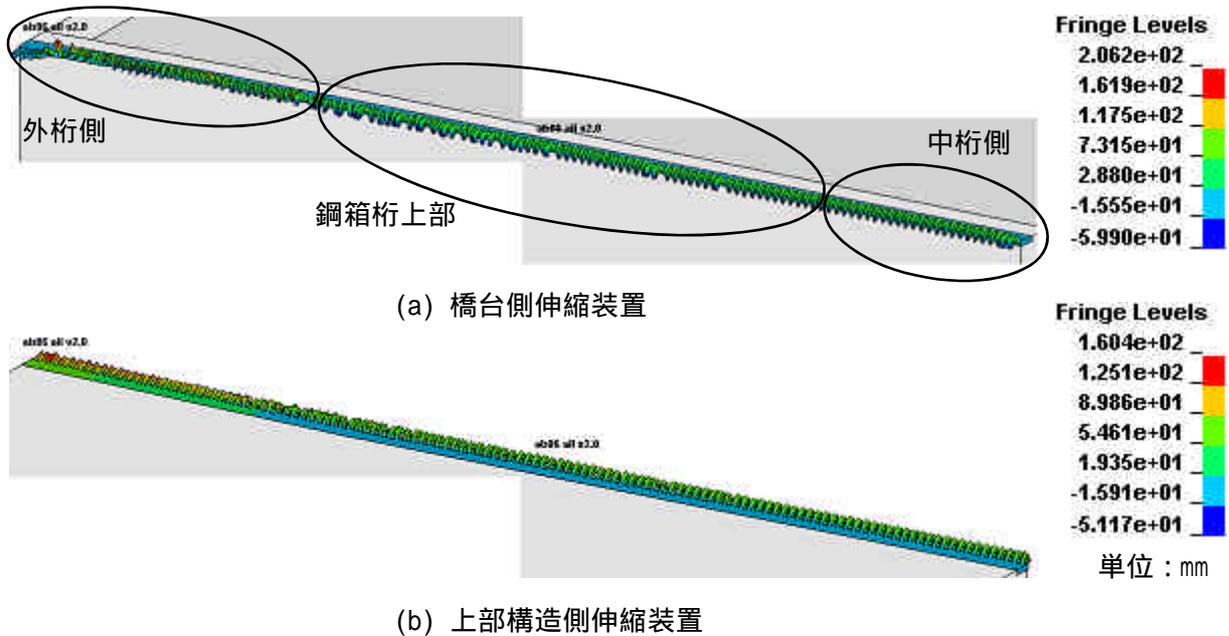


図-4 伸縮装置鉛直方向変形量カウンター図

衝突体とし、衝突体に初期速度を与えて被衝突体に正面衝突させるものとする。衝突の際には、フィンガー同士の衝突が発生する。なお衝突は繰り返しを考慮せず、単一の衝突とした。衝突速度2.0m/secとした。

3. 解析結果

衝突速度2.0m/secのときにおける、解析終了時刻(上部構造と橋台が離反し、少し経過した時点)の伸縮装置鉛直方向変形量カウンター図を図-4に示す。伸縮装置の箇所を、外桁側、鋼箱桁上部、中箱桁と分類した。外桁側は、取り付けられた伸縮装置の歩道側の部分を表していることとなる。桁間衝突解析結果<sup>3)</sup>と同様に、伸縮装置のフィンガー部が鉛直方向上向きにめくり上がる現象が確認された。鉛直方向に変形したフィンガーの平均変形量は約70mmであった。阿部らの論文<sup>4)</sup>に示されている、各車種の制限速度に対する段差の値を図-5に示す。これより、この変形量では、衝突発生直後において、軽量乗用車、乗用車では約40km以下、大型トラックでは約60km以下での走行が余儀なくされることがわかる。

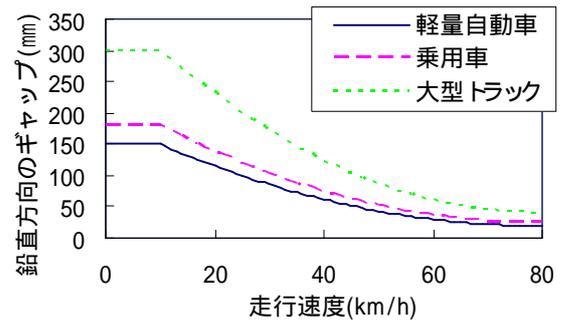


図-5 段差に対する車両の通行可能速度

また、外側と内側では、フィンガーの変形量が異なることがわかる。これは、本解析では、外桁側の端は橋台のウイング部にあたるため、床版の外側では、内側に比べ、橋台の見かけの剛性が大きくなることに起因していると考えられる。よって、車両の通行可能性を評価するときは、外桁側の端の最大値を取り上げるのではなく、床版幅全体の平均値で検討すべきであると考えられる。

4. まとめ

桁間衝突解析における結果と同様に、伸縮装置のフィンガーが鉛直方向上向きにめくり上がる現象が確認された。そのため、衝突発生後の車両通行性に支障が生じること、伸縮装置の取替えが必要になることが考えられる。

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) (社)日本橋梁建設協会：鋼橋伸縮装置設計の手引き，2005.4
- 3) 宮定龍司，梶田幸秀，大塚久哲，北原武嗣，伸縮装置を考慮した桁間衝突解析による桁端部の損傷状況の推定，第9回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム論文集，pp.129-134，2008.12
- 4) 阿部雅人，藤野陽三，吉田純司，朱平：高架橋の3次元動的解析モデルを用いた桁間連結装置および車両通行性能の評価，土木学会論文集，No.773/ -9, pp.47-6, 2004.10