

平成21年 5月15日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2007～2008

課題番号：19760317

研究課題名(和文) 桁衝突による桁端・橋台部の損傷低減対策と緊急車両の通行可能性

研究課題名(英文) Damage reduction method for pounding girders and evaluation on the service ability of an emergency car

研究代表者

梶田 幸秀 (KAJITA YUKIHIDE)

九州大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：10403940

研究成果の概要：高架橋における車両通行部分は伸縮装置によって道路の隙間を埋め、スムーズに走行できるようになっているが、これまで大地震時には伸縮装置同士の衝突による損傷が報告されている。そこで、コンピューターシミュレーションにより伸縮装置の損傷状況(変形状態)を再現し、得られた結果から緊急車両が地震直後に通行できるか検討した。計算の結果、厳しい条件下では、緊急車両(乗用車)は時速14キロ以下の低速でしか通行できないことがわかった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,500,000	0	1,500,000
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,900,000	420,000	3,320,000

研究分野：地震工学，構造工学

科研費の分科・細目：土木工学 構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：伸縮装置，桁間衝突，緊急車両，通行可能性

1. 研究開始当初の背景

(1) 橋梁の耐震補強 3カ年プログラム(平成17年度～平成19年度)に基づき、緊急輸送道路や新幹線、高速道路をまたぐ橋梁の耐震補強が行われている。従来、橋梁の耐震補強は橋脚の補強が主流であったが、最近では、橋の両側に橋台がある橋梁については、橋台による橋桁の移動制限を考慮に入れることにより、橋脚への地震慣性力が低減され、橋脚の耐震補強コストの縮減が図れるという工法が提案されている。また、1995年兵庫県南部地震以降、免震支承が積極的に採用されるようになり、最近では、低摩擦支承(すべ

り支承)の採用も検討されている。これらの支承の採用は、橋脚への地震慣性力の低減が主たる目的であるが、その一方で、橋桁の移動量の増大というデメリットも含まれている。以上のように、上記のような橋梁の耐震補強や設計の考え方では、大地震時には橋桁と橋台・橋桁同士の衝突はやむをえないといえる。

(2) 将来の耐震設計は使用規定型耐震設計から性能規定型耐震設計へと移行すると考えられ、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。すなわち、大地震時に橋桁と橋台、橋桁同士の衝突が起きてても災害復旧用の緊急車両の通行が確保されるかどうかを保証する必要がある。阿部らはすでに道路の段差や道路のギャップと車両の通行可能速度の関係から車両通行性の評価規準を提案しており、これを参考に、緊急車両の通行が確保されるかどうかの検討を行うためには、被災例をあらかじめ予測できる手法を開発しなければならない。

2. 研究の目的

(1) 橋梁全体系モデルの地震応答解析を実施し、たとえ橋桁と橋台、橋桁同士を衝突させたとしても、橋桁の地震慣性力を低減し、橋脚を守る方が橋梁全体として有効な方策なのかどうかを考察する。

(2) 橋桁と橋台、橋桁同士の衝突に関する数値シミュレーションを実施し、衝突による桁端部（伸縮装置やコンクリート床版など）や、橋台のパラペット部などの損傷を推定し、緊急車両の通行可能性について考察する。

以上の2項目を本研究の目的とした。

3. 研究の方法

(1) 橋梁全体系モデルの地震応答解析の妥当性を検討するため、縮尺模型による振動台実験を行い、実験のシミュレーション解析を実施した。

(2) 桁と橋台の衝突を考慮した橋梁全体系の地震時応答解析を実施し、衝突現象のモデル化の違いによる橋梁全体の応答の違いについて考察を行った。

(3) 緩衝材を考慮した桁間衝突解析を実施し、緩衝材による桁端部の損傷低減効果について検討を行った。（図-1）

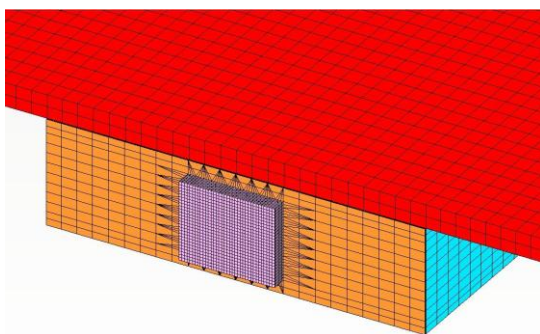


図-1 緩衝材を設置した解析モデル

(4) 伸縮装置を考慮したモデルの桁間衝突解析を実施し、桁端部の損傷と伸縮装置の損傷（捲り上がり）から緊急車両の通行可能性について評価を行った。（図-2 および図-3）

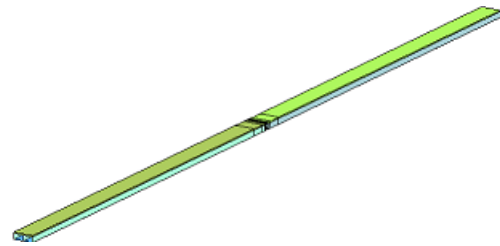


図-2 伸縮装置を考慮した解析モデル

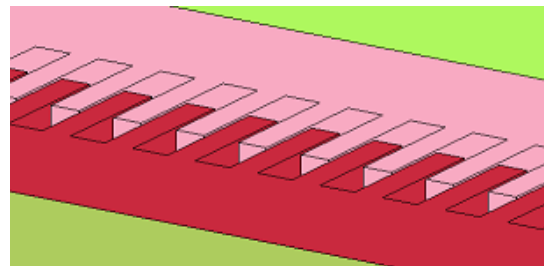


図-3 伸縮装置部分の拡大図

(5) 伸縮装置を考慮したモデルの桁-橋台衝突解析を実施した。（図-4）

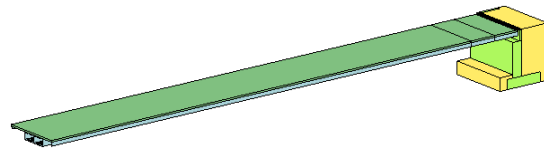


図-4 桁-橋台衝突モデル

4. 研究成果

(1) 衝突を考慮した橋梁全体系模型の実験では、模型規模が小さいため、衝突の有無による橋脚基部の曲げモーメントなどに有意な差は見られなかったが、簡易な骨組モデルで実験をシミュレーションできることが確認された。

(2) 実物大モデルの地震時応答解析では、桁-橋台衝突のモデル化として衝突ばねモデル（線形ばねモデル）、橋台の背面抵抗を考慮したモデル、桁と橋台衝突をあらかじめ解析し、その結果をトレースしたモデルの3種類を考え、橋台部の損傷を考慮しない従来の衝突ばねモデル（線形ばねモデル）では、桁端部に発生する衝撃力を大きく、また橋脚基部に発生する曲げモーメントを小さく見積もるおそれがあることを明らかにした。

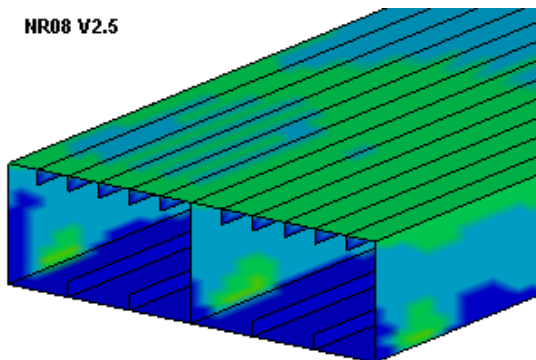
(3) 緩衝材を考慮した鋼箱桁の桁間衝突解析では、表-1 に示すとおり、ゴム製緩衝材の設置により桁端部全体に働く衝撃力を大きく低減できること（本研究の対象モデルでは約 60%の低減）が確認された。また、図-5 に示すとおり、緩衝材を設置しない場合は鋼箱桁に均等に力が作用するため、降伏応力に達する部材がない解析条件においても、緩衝材の配置場所により、主桁ウェブなど局所的に力が集中する場所では、降伏する部材が存在することが明らかとなり、緩衝材の設置場所に注意が必要であることが分かった。

表-1 最大衝撃力

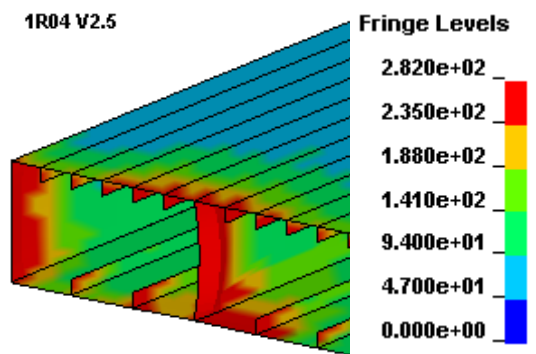
衝突速度 (m/s)	緩衝材無し	緩衝材 1 個	緩衝材 2 個
0.5	9827	2547	1693
1.0	19661	3743	3174
1.5	29503	4639	14333
2.0	39346	23020	27796
2.5	49188	33156	38065

(単位) kN

(備考) 緩衝材 1 個の体積と緩衝材 2 個の合計体積を等しくして解析



(a) 衝突速度 2.5m/s, 緩衝材無し



(b) 衝突速度 2.5m/s 緩衝材 1 個中央配置

図-5 最大荷重時の鋼箱桁の応力コンター図

(4)

①伸縮装置を考慮した桁間衝突解析を実施した結果、鋼製フィンガー型伸縮装置は図-6 に示すとおりフィンガー部のめくり上がりが確認された。また、鋼製フィンガー型伸縮装置は、フィンガー、リブプレート、フランジ、ウェブで構成されるが、フィンガー部だけを考慮し、他の部材を無視すると、鉛直方向の拘束剛性が低下するため、表-2 に示すとおりフィンガー部のめくり上がり量が大きくなることが明らかとなった。つまり、コンクリート床版と一体化するリブプレートなどが伸縮装置の鉛直方向変形量に大きな影響を与えるため、伸縮装置のモデル化にはすべての部材を考慮することが必要であることがわかった。

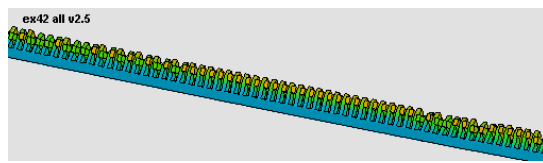


図-6 伸縮装置フィンガー部の変形図 (衝突速度 2.5m/s)

表-2 伸縮装置のめくり上がり量

衝突速度 (m/s)	詳細モデル	フィンガー部のみモデル化
0.5	0.0	0.2
1.0	3.8	6.4
1.5	55.6	46.4
2.0	79.9	62.0
2.5	158.8	202.5

(単位) mm

②耐震設計で用いられているレベル 2 地震動程度の地震を想定した場合、上部構造の衝突速度は最大で約 2.0m/s から 2.5m/s となるため、衝突速度を 1.0m/s から 2.5m/s で解析を実施した。その結果、衝突速度が 2.0m/s を越えると、伸縮装置の根元部同士の衝突も起きるため、伸縮装置の変形に伴う床版との段差量が最大で 165mm という結果を得た。段差量が 150mm を越えると、軽車両は通行不可能、乗用車は時速 14km 以下、大型トラックも時速 32km 以下の低速でしか走行できないが、伸縮装置の変形だけによる段差だけなら、土嚢などの応急処置で緊急車両の通行は確保できることが明らかとなった。そのため、支承の破損による上部構造の段差などを防ぐことが車両の通行可能性の維持には重要であることがわかった。表-3 に各衝突速度における車両の通行可能性速度を示す。

表-3 車両の通行可能性速度

衝突速度 (m/s)	段差量 (mm)	軽自動車	乗用車	大型トラック
0.5	0	80	80	80
1.0	3.8	80	80	80
1.5	55.6	42	48	62
2.0	79.9	32	37	52
2.5	158.8	-	14	32

単位(km/h)

(5) 桁-橋台衝突解析を実施した結果、桁間衝突と同様に伸縮装置フィンガー部のめくりあがり確認された。しかし橋台背面土のモデル化や橋台本体部と背面土の境界条件など不確定要素が多いため、解析結果の妥当性向上が今後の課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

① 梶田幸秀, 宮定龍司, 大塚久哲, 鋼箱桁とコンクリート床版を有する上部構造の桁間衝突解析, 中日土木工学耐震工学研究討論会論文集, pp. 89-94, 2008. 9, 査読無

② Y. Kajita, R. Miyasada and H. Otsuka, Numerical Analysis on Pounding Superstructures with Shock Absorber, Proc. of the 14th World Conference on Earthquake Engineering, S17-02-003, 2008. 10, アブストラクト査読

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, 査読無

④ 玉井宏樹, 森田将旗, 坂田力, 梶田幸秀, 吉田佳太郎, 大地震時に起こる橋桁と橋台の衝突現象に関する一考察, 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. 135-138, 2008. 12, 査読無

⑤ 吉田佳太郎, 梶田幸秀, 大塚久哲, 玉井宏樹, 桁-橋台衝突のモデル化の違いが橋梁全体系の地震応答解析結果に与える影響の検討, 第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 1-6, 2009. 1, 査読無

[学会発表] (計1件)

① 梶田幸秀, 橋全体系の地震応答解析に及ぼ

す桁衝突の影響, 第11回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム, 2008年1月31日, 土木学会講堂

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梶田 幸秀 (KAJITA YUKIHIDE)

九州大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号: 10403940

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし