

PC 橋の桁衝突を許容した変位拘束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

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 濱本朋久

1. はじめに

現行の実務設計では、隣接する上部構造どうし、上部構造と橋台、あるいは上部構造と橋脚の段違い部の衝突を防ぐために、上部構造端部に必要な遊間を確保しているのが現状であるが、それによって伸縮装置が大きくなることから建設コストの増大などの問題も懸念されている。したがって、不確定性の高い想定外の入力地震動による耐震設計手法では、最小限の損傷を許容する必要があるとあり、既設橋の耐震補強工法の一つの方策として、落橋しないことを前提に、桁遊間を縮小化して橋桁の衝突を許容することにより橋桁の変位を拘束することは、建設コスト縮減効果が十分期待できる設計手法と考えられる。桁端の損傷を含む桁衝突に関する研究は、これまでも行われてきたが、このように桁遊間を縮小化して桁衝突を許容した耐震設計手法に関する研究は、それほど行われていない^{1),2)}。そこで、本研究では、中小規模の PC 橋梁において上部工重量の違いによる影響に着目し、遊間の大きさと径間数をパラメータとして共振加速度の正弦波を入力した動的応答解析を行い、橋桁端部橋桁端部の応力と橋脚基部の応答回転角の比較から、橋桁の変位拘束の有効性を検討した。

2. 解析方法

2.1 解析モデル

本研究では、両端に橋台を有する 2 径間、3 径間および 4 径間の PC 橋を解析対象として用いた。2 径間の場合における解析対象の橋梁緒元を図-1 に示す。橋桁と橋脚は 2 次元線形はり要素でモデル化した。橋脚基部には塑性ヒンジを設け、非線形回転バネを取り付けた。塑性ヒンジ部の非線形履歴特性には、鉄筋コンクリートの劣化を考慮できる武田モデルを用いた。支承は P1 橋脚上を固定方式、両端の橋台上を可動方式とし、桁衝突時においても健全であるものとした。本研究では、両端の橋台で桁衝突が生じることを想定し、桁衝突のモデル化には、非線形の履歴特性を有する衝突バネモデルを用いた。

本研究で用いた 2 径間、3 径間および 4 径間の場合における全体系の解析モデル図を図-2 に示す。支承条件は、両端橋台部を可動支承とする。また、中間橋脚に関しては、上部構造の慣性力である桁重量が橋脚基部の損傷に寄与する影響に着目するため、本検討では P1 橋脚のみ固定支承と考え、他の橋脚は可動支承とした。

2.2 解析方法

入力波としては、2 径間のモデルの共振加速度（固有周期 2.1968sec）の正弦波を用いた。最大加速度振幅は 250gal とした。この入力波を解析モデルの橋軸方向に入力し、橋桁や橋脚などの動的応答を計算した。応答解析の数値積分には、Newmark の β 法 ($\beta=0.25$) を

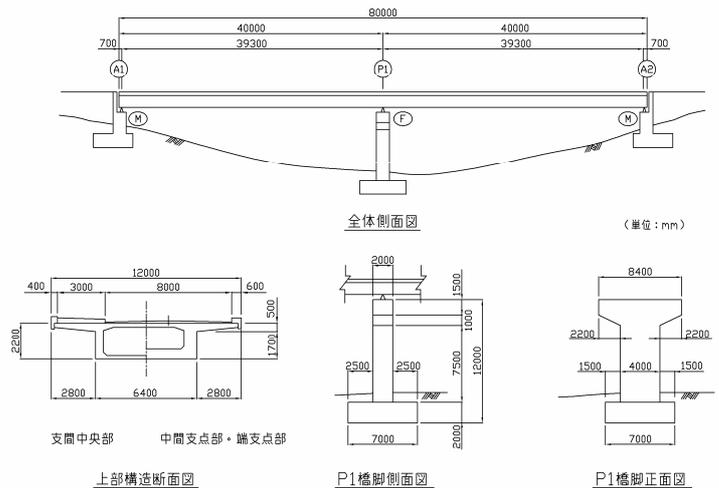


図-1 解析対象橋梁

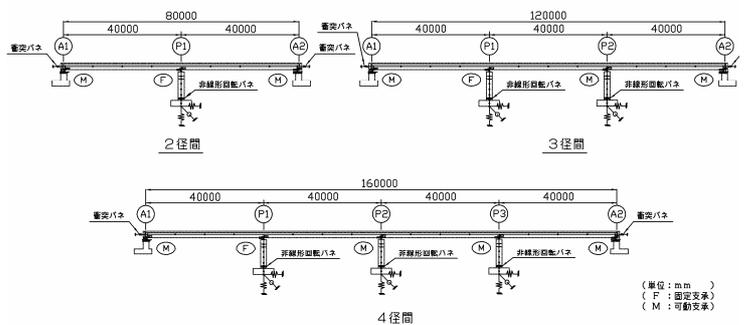


図-2 全体系の解析モデル図

用い、積分時間間隔は 0.0005 秒、解析時間は 20 秒とした。本研究では、2 径間、3 径間および 4 径間のそれぞれの場合について、それぞれ両端の橋桁端部の遊間の大きさを 10cm から 50cm まで 10cm ずつ変化させた場合について動的応答解析を行った。

3. 解析結果および考察

3.1 橋桁端部の応答応力

図-3 に橋桁端部の最大応答応力と桁遊間の大きさの関係を示す。この図から、2~4 径間のいずれの場合においても、桁遊間が大きいほど橋桁端部の最大応力が大きいことがわかる。これは、桁遊間が大きいほど、橋桁の衝突時における速度が大きいことが原因と考えられる。また、2 径間と比較して 3 径間の場合がいずれの桁遊間の場合においても、橋桁端部の最大応力が大きくなっている。さらに、4 径間の場合では、2~3 径間の場合よりも橋桁端部の最大応力が大きくなっている。これについても、上部構造の重量の影響によるものと考えられる。上部構造の橋桁の重量が大きくなったことにより慣性力が増し、衝突時における橋桁端部の最大応答応力が大きくなったと考えられる。

3.2 橋脚基部の応答回転角

図-4 に橋脚基部の最大応答回転角と桁遊間の大きさの関係を示す。いずれの遊間の大きさにおいても、径間数の違いによる橋脚基部の最大応答回転角の有意差は大きくは見られないが、2 径間と比較して 3 径間、4 径間の場合が若干ではあるが橋脚基部の最大応答回転角が大きくなっている。2 径間の遊間 50cm のケースでは、桁衝突が生じていないため、3 径間および 4 径間のケースよりも橋脚基部の最大応答回転角は小さくなっている。また、2~4 径間のいずれの場合においても、桁遊間が小さいほど橋脚基部の最大応答回転角が小さくなるのがわかる。したがって、径間数が大きくなると、すなわち上部構造の重量が大きくなると、橋脚基部の応答が大きくなる傾向があるが、桁遊間が小さければ桁遊間の変位拘束効果によって、応答の増加は抑えられることが考えられる。

4. まとめ

本研究から以下のことが明らかになった。

- 1) 桁遊間が大きいほど衝突速度が大きくなり、橋桁端部の最大応答応力が大きくなる。また、径間数が多いほど、すなわち上部構造の桁重量が大きいほど、橋桁端部の最大応答応力は大きくなる。
- 2) 桁遊間が大きいほど橋脚基部の応答回転角が大きくなるが、径間数が多くても、すなわち上部構造の重量が大きくても、桁遊間が小さければ桁衝突が生じることによって橋桁の変位拘束効果が機能するために、応答の増加は抑えられる。したがって、橋脚基部の応答は、上部構造の重量よりも、桁遊間の大きさに依存する。

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) 濱本朋久、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、コンクリート工学年次論文集 第 27 巻、pp.979-984、2005。

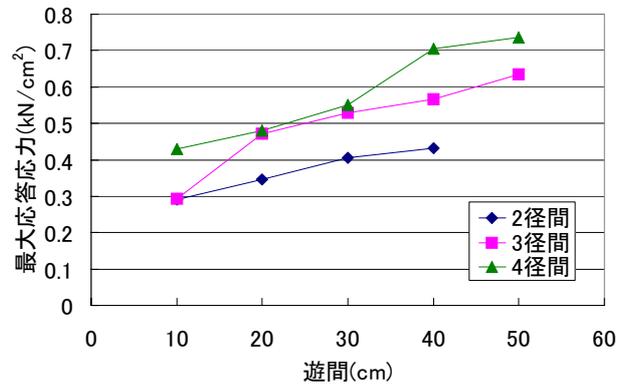


図-3 橋桁端部の最大応答応力と遊間の大きさの関係

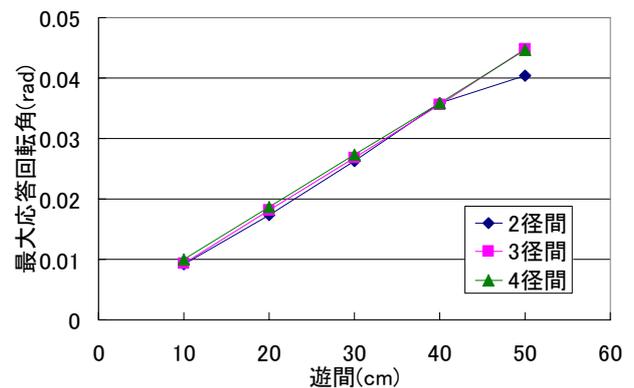


図-4 橋脚基部の最大応答回転角と遊間の大きさの関係