

I - 43 PC 橋の桁遊間縮小化に関する基礎的検討

阿南高専専攻科 学生会員 ○板東重夫
パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 濱本朋久

阿南高専 正会員 森山卓郎
シバタ工業(株) 正会員 西本安志

1. はじめに

本研究では、建設コスト削減を目的とした PC 橋の桁遊間縮小化の可能性について検討した。まず、3 連 PC 箱形断面橋梁のうち、中央 2 径間部の遊間の長さをパラメータとして、遊間にゴム緩衝材がない場合とある場合について弾塑性地震応答解析を行った。次に、コンクリートブロックを RC 板に水平に衝突させた実験結果などから、橋桁端部と橋脚基部の損傷評価指標を定めた。これらの損傷評価指標と弾塑性地震応答解析から得られる橋桁端部の応答応力と橋脚基部の応答回転角との比較を行い、両者から判定される最小の損傷レベルに対応する最適な桁遊間について損傷評価の観点から決定することを試み、桁遊間縮小化の可能性を模索した¹⁾。

2. 解析方法

2.1 解析対象橋梁

本研究では、図 1 に示す 3 連 PC 箱形断面橋梁のうち中央の 2 径間部を解析対象として用いた。橋桁と橋脚は 2 次元はり要素でモデル化し、橋脚基部には塑性ヒンジを設けた。RC 橋脚の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、非線形回転バネを設けた。桁衝突は、P2、P4 橋脚上の遊間 2 カ所で生じると想定し、衝突バネモデルでモデル化を行った。

2.2 解析方法

解析対象橋梁の P2、P4 橋脚上の 2 カ所において、遊間を 10cm から 50cm まで 10cm ごとに変化させ、橋軸方向に道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編に示される I 種地盤用標準加速度波形を入力して弾塑性地震応答解析を行い、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 ($\beta=0.25$) を用い、積分時間間隔は 0.001 秒、解析時間は 10 秒とした。また、遊間に、厚さ 5cm の硬度 50 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。解析には、汎用解析プログラム TDAPIII を用いた。

2.3 損傷評価レベルの導入

本研究で用いた解析対象橋梁では、コンクリートの橋桁どうしの衝突を想定している。ここでは、コンクリートブロックと RC 板の水平衝突実験結果²⁾から得られたコンクリートどうしの衝突応力レベルを橋桁端部の損傷評価レベルとして導入した。この実験結果を用いて、本研究では図 2 に示す損傷評価レベルを設定した。すなわち、橋桁端部の最大応力の値に応じて、軽微な損傷 (損傷度 A)、中程度の損傷 (損傷度 B)、大規模な損傷 (損傷度 C)、破壊 (損傷度 D) と定義した。また、図 1 の P3 橋脚基部の曲げモーメント一回転角の関係から、橋脚の断面が有する骨格曲線から、ひび割れ状態、降伏状態、終局状態を考慮した結果、図 3 に示す橋脚基部の損傷評価レベルを設定した。すなわち、各応答回転角の値に応じて、軽微な損傷 (損傷度 a)、中程度の損傷 (損傷度 b)、大規模な損傷 (損傷度 c)、破壊 (損傷度 d) と定義した。

3. 解析結果および考察

3.1 橋桁端部の損傷評価

弾塑性地震応答解析結果の橋桁端部の応答応力時刻歴から得られた最大応答応力と本研究で設定した橋桁端部の損傷レベルの比較から、橋桁端部の最大応答応力と損傷評価結果は、図 4 のように表すことができる。このと

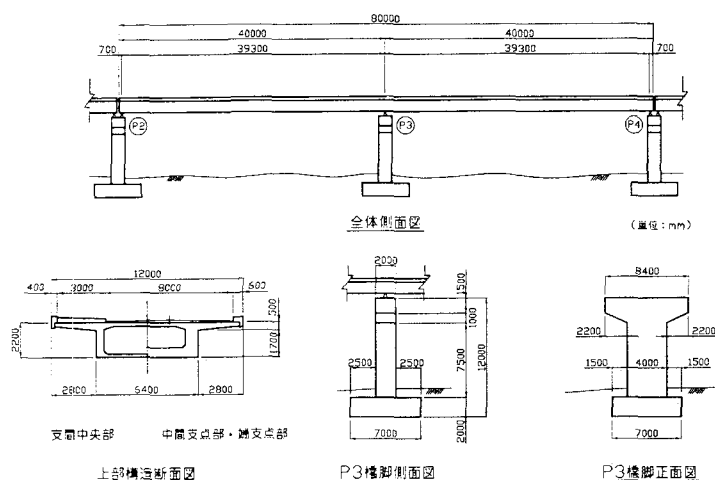


図 1 解析対象橋梁

き、遊間が 50cm の場合では、桁衝突は認められていないが、それ以外の遊間の長さの場合では、いずれのケースにおいても桁衝突が認められた。図 4 から、ゴム緩衝材がない場合では、桁端部の損傷は遊間が 30 cm 以下のときに損傷度が B となっていることがわかる。一方、遊間にゴム緩衝材

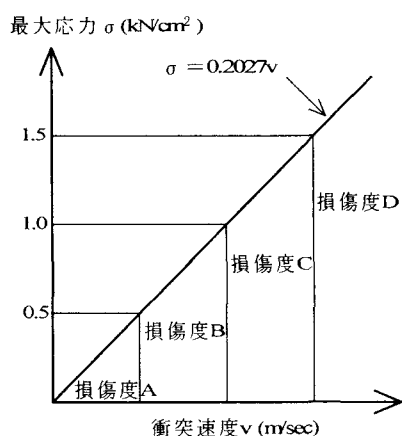


図 2 橋桁端部の損傷評価レベル

がある場合、遊間が 20cm のときに橋桁端部の最大応答応力が若干低減され、損傷度 A となり、橋桁端部における損傷の低減において、ゴム緩衝材の効果が見られている。

3.2 橋脚基部の損傷評価

弾塑性地震応答解析から得られた橋脚基部の最大応答回転角と設定した橋脚基部の損傷レベルを比較することにより、橋脚基部の最大応答回転角と損傷評価結果は図 5 のように表すことができる。この図から、遊間が 40cm および 50cm の場合では、ゴム緩衝材の有無にかかわらず、いずれの場合でも損傷度 c となり、遊間が 30cm 以下の場合では損傷度が b となっていることがわかる。本研究で対象として用いた PC 橋における解析結果では、橋脚基部の損傷の低減においては、ゴム緩衝材の効果は見られていない。

4. 結論

本研究から、以下のことが明らかになった。

- 1) コンクリートどうしの水平衝突実験結果と橋脚基部断面の骨格曲線から損傷レベルを設定し、弾塑性地震応答解析の結果と比較することにより、PC 橋の損傷評価を総合的に行うことができた。
- 2) 本研究で解析対象として用いた PC 橋では、安全性を見込めば、遊間を 20cm とすると、レベル 2 地震動が作用しても損傷程度を最小限に抑えられる。
- 3) 遊間が 20cm のときにゴム緩衝材を遊間に用いると、橋桁端部の損傷をさらに低減することができ、桁遊間縮小化の可能性を示すことができた。

なお、本解析では、ゴム緩衝材の厚さを 5cm としたが、厚さをさらに大きくすれば緩衝材がない場合との有意差がより顕著になるものと考えられるので、ゴム緩衝材の厚さをパラメータとした解析は今後の課題である。

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，2005.（印刷中）
- 2) 山口貴之，別府万寿博，大野友則：消波ブロックの繰返し衝突により防波堤ケーソン壁に生じる局部破壊と防護対策に関する実験的研究，土木学会論文集 No.759/I-67，pp.381-396，2004.

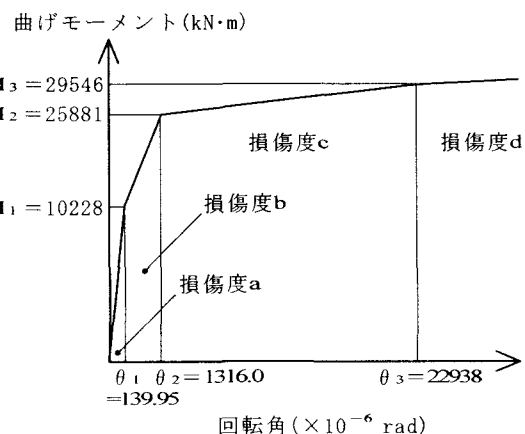


図 3 橋脚基部の損傷評価レベル

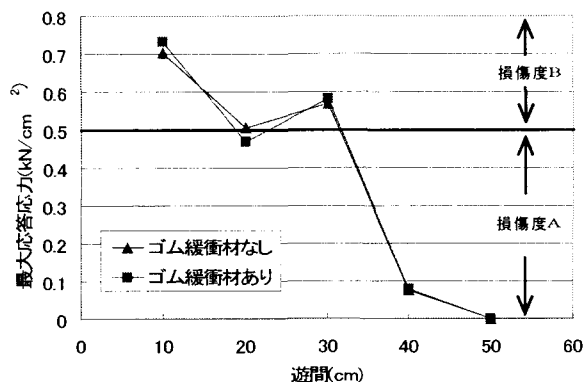


図 4 橋桁端部の最大応答応力と損傷度

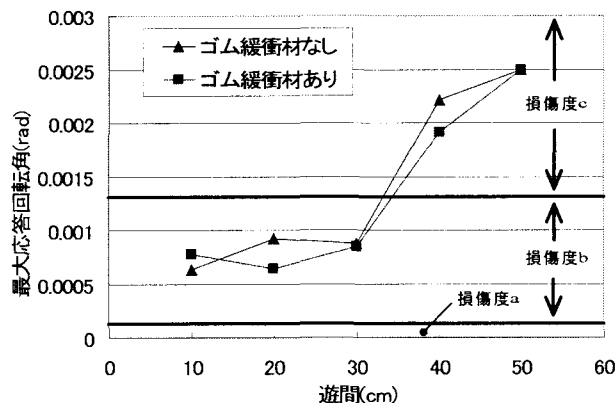


図 5 橋脚基部の最大応答回転角と損傷度