

桁 - 橋台間衝突が応答結果に与える影響検討

九州工業大学 学生会員 ○坂本裕史

九州工業大学 正会員 幸左賢二

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 濱本朋久

1. はじめに

現在の橋梁の遊間量は大規模地震時に上部工と橋台パラペットが衝突しないように設定することが標準としており、大規模な伸縮装置が必要であり、また、すべての地震力を橋脚が負担するため断面および鉄筋量が増大している。一方、遊間量を縮め橋台による上部構造の変位拘束を考慮する設計方法も考えられる。本研究では、設定遊間量が橋台の拘束効果や衝突力に及ぼす影響について検討する。

2. 解析概要

図-1 に対象橋梁の橋梁全体図と地震による損傷箇所を示す。本橋は橋長 209.0m、主桁重量 60.07MN の PC3 径間連続箱桁橋であり、中間支点部の桁高 5.0m、幅員 11.65m、支間長 207.8mである。A1 橋台は上下線一体構造であり、橋台高 24.2m、パラペット高 3.3m、パラペット厚 0.8m である。橋軸方向の支承条件は、P1 橋脚のみが固定ピン支承、その他は可動ピンローラー支承である。

解析モデルは図-2 に示すように、橋梁全体の 2 次元フレームモデルを用いた。同図に各部材要素を示す。橋脚の曲げ変形特性は道路橋示方書 V 編に準じて決定し、復元モデルはひび割れを考慮した Takeda モデルを用いた。バネ剛性は、既往の局所集中荷重を受ける鉄筋コンクリート部材の押抜きせん断実験結果<sup>1)</sup>を参考とした。図-3 に橋台の抵抗面積とバネ剛性を示す。ひび割れより想定した A1 橋台の抵抗面積は 44.8m<sup>2</sup>であり、実験供試体の破壊面の 570 倍の面積を有していることから実験により得られた P-δ 関係を 570 倍し k=39.8MN/mm とした。橋台パラペットは、実損傷がせん断損傷であり、軽微な損傷であることから線形のせん断破壊バネを用いた。入力地震波形は本橋近傍の JMA 川口(E-W)波形を橋軸方向に入力した。設定遊間量を表-1 に示すように、解析ケースを変化させて橋台の拘束効果や衝突力に及ぼす影響に着目した。

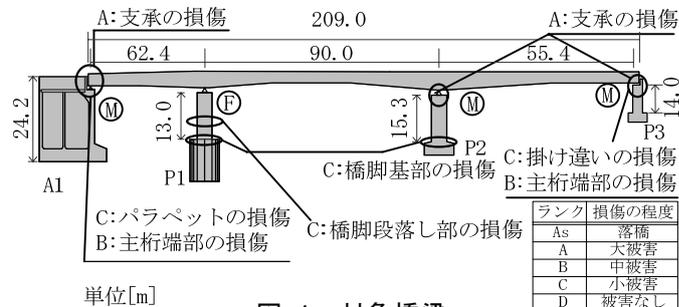


図-1 対象橋梁

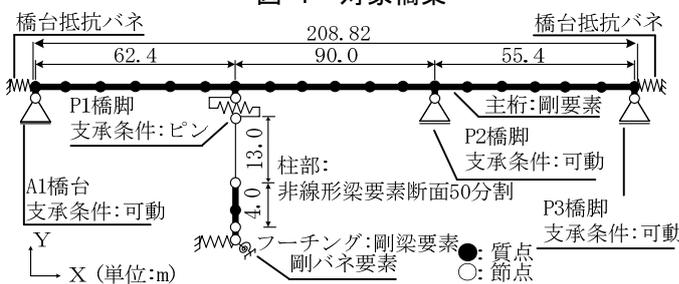


図-2 解析フレームモデル

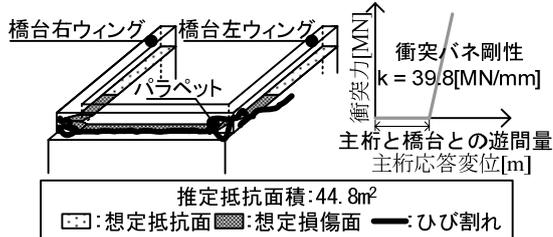


図-3 橋台の抵抗面積とバネ剛性

表-1 解析ケース

	A1遊間量[mm]	P3遊間量[mm]	設定の根拠
Case1	90	90	橋梁一般図より
Case2	60	60	主桁の常時伸縮量
Case3	40	40	温度変化移動量+余裕幅
Case4	20	20	温度変化 $\Delta t=20$
Case5	0	0	-

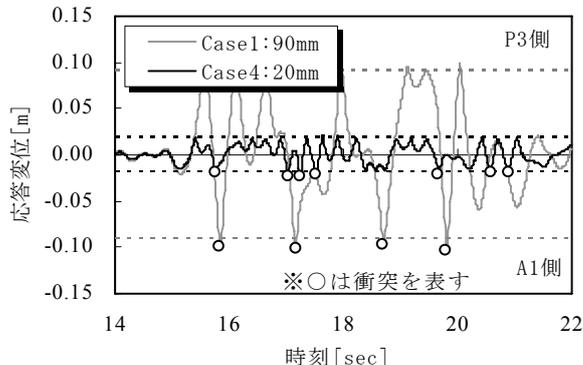


図-4 主桁の時刻歴応答変位

キーワード 桁衝突, 遊間量, 橋台の拘束効果, 地震応答解析

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1 九州工業大学 建設社会工学科 TEL093-884-3123

3. 解析結果

3.1 橋台の拘束効果の検討

図-4は桁と橋台が衝突する14秒から22秒に着目したものである。各ケースのA1橋台への衝突回数はCase1:4回, Case2:6回, Case3:9回, Case4:7回である。衝突回数は遊間を減少させると概ね増加する結果となった。図-5にP1橋脚基部曲率じん性率と遊間量の関係を示す。各ケースの曲率じん性率はCase1:8.86, Case2:6.93, Case3:5.63, Case4:0.33, Case5:0.07であり遊間量が縮小すると橋脚基部の曲率じん性率も減少する。Case5は遊間量が0mmであるのでP1橋脚の変形は殆ど生じない。図よりCase3~5は許容塑性率:6.93以下となることが分かる。遊間量を縮小することで、橋台抵抗の拘束効果により衝突回数は概ね増加し、応答変位とP1橋脚の曲率じん性率は減少する。

3.2 衝突力の検討

図-6に遊間量と衝突力の最大値の関係を示す。Case1~4の衝突力はCase1:-504MN, Case2:-461MN, Case3:-457MN, Case4:-361MNであり、じん性の減少率に比べ衝突力の減少は僅かである。Case5は遊間量が0mmであるので衝突力は-140MNと他のケースに比べ小さい。図-7に19.5~20.0秒におけるCase1と2のa)衝突力 b)主桁の速度 c)加速度及び地震波加速度の関係を示す。図-7a)に示す衝突力の最大値に着目すると40MN程度の差が見られた。次に図-7b)に示す衝突直前の速度に着目すると、0.04m/sの差が見られた。図-7c)に主桁の相対速度と地震波加速度を示す。Case1, 2ともに主桁の相対加速度は同様の挙動をしている。以上より、衝突力に差が出ない要因は衝突前の主桁の相対加速度の差が小さいためである。また、地震波加速度について衝突の前後で加速度ピークをむかえており、衝突する19.7~19.9秒の間では加速度は小さくなっている。このことから地震波が主桁の相対加速度へ与える影響は小さい。

4. まとめ

本検討の結果、得られた知見を以下に示す。

- 1) 遊間量を縮小すると橋台の拘束効果により衝突回数は概ね増加するものの応答変位と橋脚の曲率じん性率は減少する。現橋の遊間量90mmを20mmにすると曲率じん性率は約63%低下し、許容塑性率以下に収まる。
- 2) 曲率じん性率がCase1と2で約21%の差があるのに対し、衝突力は約8%の差であり、遊間量の差が橋台への衝突力に与える影響は小さい。これは本解析の場合、衝突前の相対加速度の増減が小さいためである。

参考文献

- 1) 幸左賢二ほか：局所集中荷重を受ける鉄筋コンクリート梁端部の実験的検討，構造工学論文集，Vol.50A，pp.943-950，2004.3

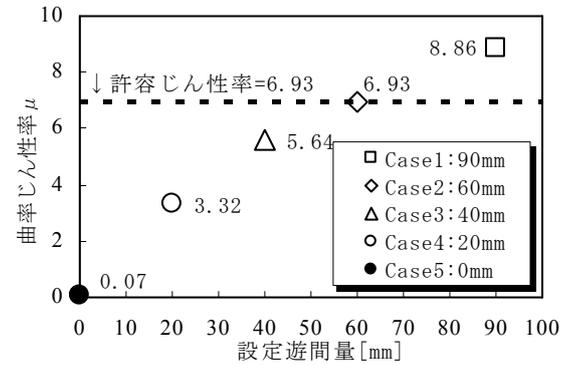


図-5 P1橋脚基部曲率じん性率と遊間量の関係

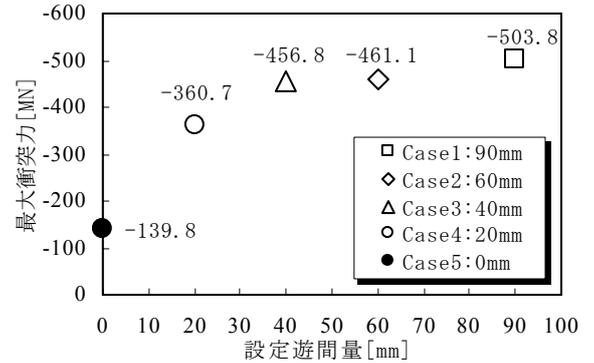


図-6 衝突力の最大値と遊間量の関係

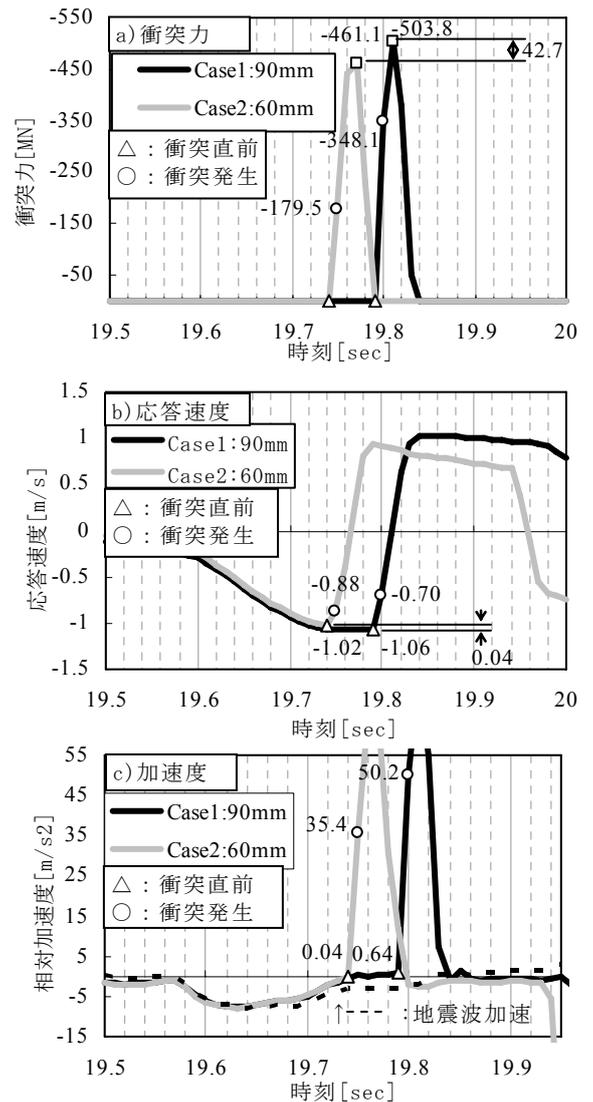


図-7 衝突力・速度・加速度の関係