

斜橋における損傷メカニズムの推定に関する検討

九州工業大学大学

学生会員 ○坂本裕史 九州工業大学

正会員 幸左賢二

江蘇省交通科学研究副総工務師

正会員 張 建東

大日本コンサルタント(株)

正会員 清水英樹

1. はじめに

本研究は、斜角の小さな橋梁における地震被害の状況から主桁挙動を推定することを目的としている。まず、対象橋梁の被害状況を把握し、損傷メカニズムの推定を行った。次いで、上部構造、パラペット衝突バネモデルを用い、水平2方向地震の同時入力 of 動的解析を実施し、損傷状況との再現性を確認した。

2. 対象橋梁と損傷状況

図-1に対象橋梁を示すが、本橋は四川地震の際に被災した馬尾河橋であり、橋長39m、総幅員10m、斜角50°のRC3径間連続桁橋である。上部構造の幾何学的条件から、上部構造が橋軸直角方向に脱落する条件を式(1)に示す。式(1)より、斜角74°以下ならば脱落する可能性があり、本橋は斜角50°であるため、回転により脱落する可能性がある。

$$\sin 2\theta/2 > b/L = 10/39 = 0.256 \quad (1)$$

図-2に下部工の損傷状況を示す。主な損傷状況として、橋台踏み掛け版の浮き上がり、A1橋台下流側ウィング部のサイドブロック下縁に沿った水平ひび割れの発生、およびサイドブロックの損傷が挙げられ、サイドブロックの損傷は、桁中心から桁端に向かって損傷度が大きくなる結果となっている。

3. 解析概要

対象橋梁の解析フレームモデルを図-3に示す。桁の挙動は主に桁と支承の挙動に支配されると仮定し、主桁と支承のみのモデル化を行なった。支承バネは、支承部と主桁の接触面が橋台上はテフロン板、中間橋脚上はコンクリートと異なることから、2種類のバネでモデル化し、端支点支承と中間支点支承の降伏時の荷重-変位関係は(2.28kN, 2.54mm), (11.42kN, 12.72mm)であり、桁が支承上を滑る現象を再現するために完全弾塑性型とした。また、全方向に対して等しく抵抗できるせん断抵抗バネを設定している(図-3(a))。衝突バネは、桁端の橋軸方向の応答変位が遊間量40mmを越えると抵抗するように、圧縮側のみで弾性挙動を示すバネ特性を与えた(図-3(b))。入力地震波はレベルⅡ相当の地震波を設定し、水平2方向地震波の同時入力を行った。なお、本橋のサイドブロックのせん断ひび割れから想定した抵抗面積がパラペットのものに対して非常に小さく、今回の解析ではサイドブロックのモデル化は行っていない。

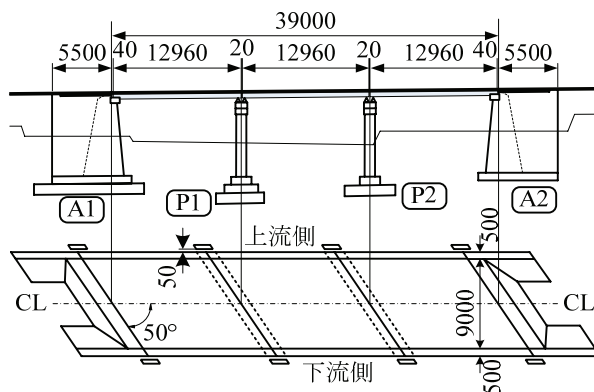


図-1 対象橋梁

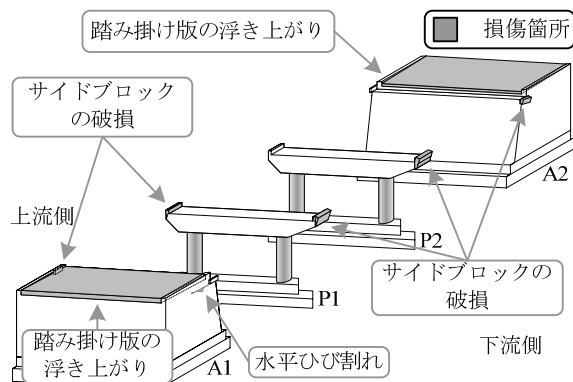


図-2 下部工損傷状況

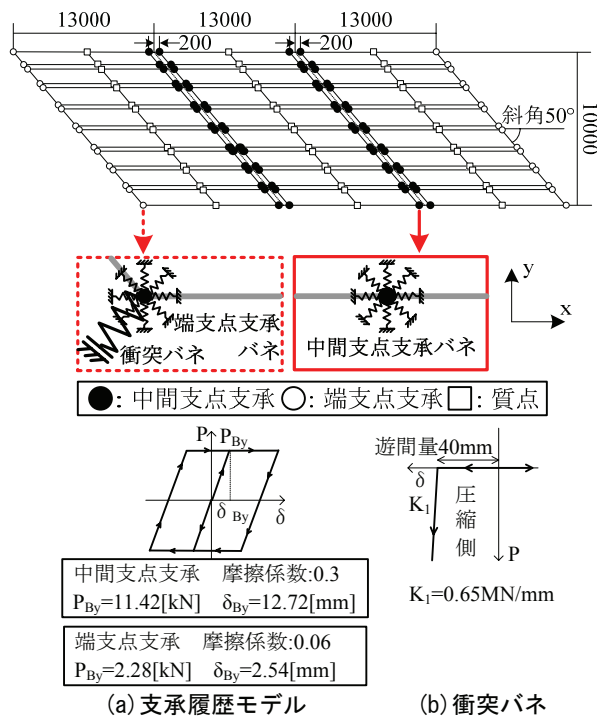


図-3 対象橋梁の解析モデル

キーワード 桁衝突、動的解析、斜橋、桁回転

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

4. 解析結果

図-4 に初期衝突発生後までの主桁回転角の時刻歴図を示す。本図において、7.0 秒から 200Gal 程度の地震波加速度が発生し、8.0 秒以降から反時計回りの回転が発生し、9.34 秒時に回転角 -0.073° となり、A1 橋台に衝突している。その後、衝突の反発により、9.50 秒時の回転角 0.112° で A1 橋台上流側のサイドブロックに衝突している。図-5 に桁重心位置の X-Y 方向応答変位関係を示す。図中には、衝突時の回転角に対して主桁が衝突する桁重心位置の範囲を示している。本図より、A1 橋台に衝突した際(図-4 中の step1)は、応答変位(-28.8mm , 23.2mm)が発生しており、サイドブロックに衝突した際(図-4 中の step2)は、応答変位(-19.2mm , 25.8mm)が発生している。衝突前後に着目すると、上流側サイドブロックとの衝突は、Y 方向変位が 23.2mm から 25.8mm と上流側に 2.6mm の変化にも関わらず衝突しているため、桁回転により発生したと考えられる。

5. 損傷メカニズムの推定と解析結果の比較

図-6 に実際の衝突の推定と解析結果の主桁挙動比較を示す。図中には、衝突する順番をステップ毎に示している。まず、推定の step1 は、実際の損傷において A1 橋台ウィング部の損傷度が下流側で大きかったことから、A1 橋台に桁端鈍角部が衝突し、踏み掛け版が浮き上がったと考えられる。一方、解析結果の step1 では、推定と同様に主桁は A1 橋台に衝突するが、衝突前に反時計回りの回転が生じた為、9.34 秒時に桁重心位置の応答変位(-28.8mm , 23.3mm)に反時計回りの回転に伴う変位が加算され、A1 橋台側の桁端鋭角部で桁-橋台間遊間量 40mm を超える橋軸方向の応答変位 -41.9mm が発生している。次に、推定の step2 では、桁-橋台間衝突の反発により、主桁の時計回りの回転でサイドブロックが損傷していると考えられる。一方、解析結果の step2 では、推定と同様に桁回転によりサイドブロックに衝突するが、桁重心位置の応答変位が上流側に 25mm 程度シフトしており、A1 橋台側の桁端鋭角部で応答変位(-34.6mm , 51.9mm)が発生しているため、A1 橋台側の桁端鋭角部がサイドブロックと衝突している。推定と解析結果を比較した結果、桁全体の挙動は同じだが、詳細な衝突箇所は異なる結果となった。

6. まとめ

- 1) 実橋の損傷分析結果では、両橋台背面の踏み掛け版の浮き上がり、A1 橋台下流側のウィング部のサイドブロック下縁に沿ったせん断ひび割れの発生、桁の回転に伴うサイドブロックの破損が見られた。これは桁-橋台間衝突に伴う損傷であると考えられる。
- 2) 損傷ステップの推定と解析結果の比較を行った所、詳細な衝突箇所は異なるものの、全体挙動は概ね再現できた。

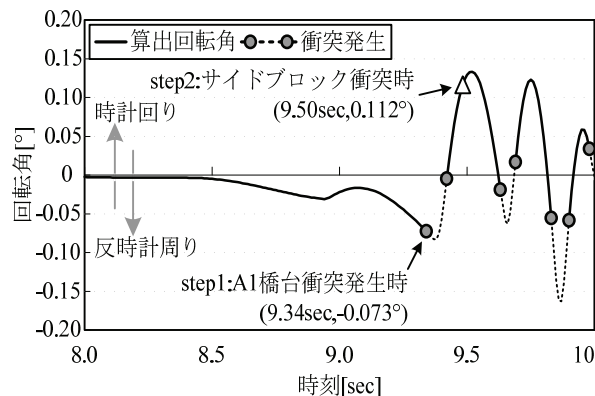


図-4 主桁回転角の時刻歴図

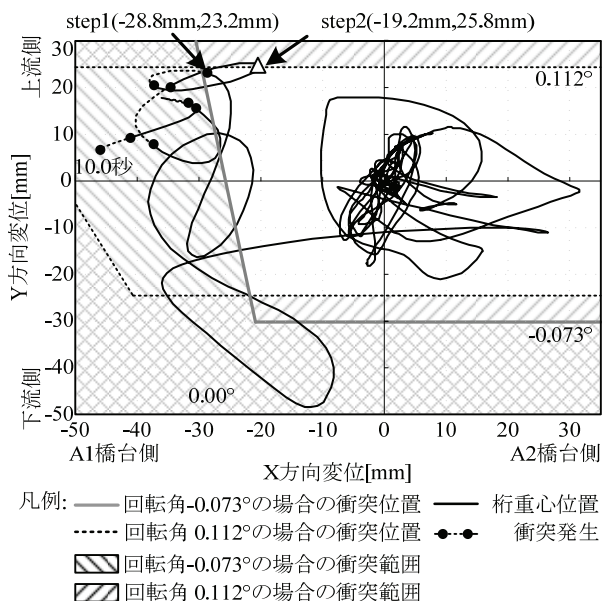
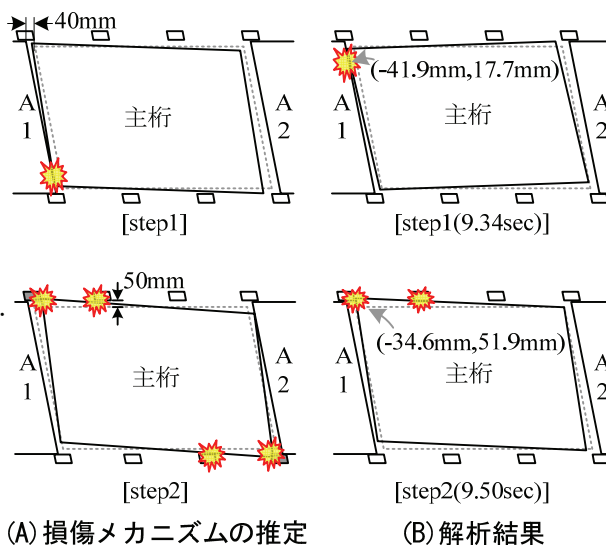


図-5 桁重心位置の X-Y 方向応答変位関係



(A) 損傷メカニズムの推定

(B) 解析結果

図-6 損傷メカニズムの推定と解析結果の比較