

アーチ橋の延長床版のノージョイント化に関する検討

東北大学大学院工学研究科 学生員 塚田 宗政
 東北大学大学院工学研究科 正員 岩熊 哲夫
 東北大学大学院工学研究科 正員 斉木 功

1. まえがき

橋梁のジョイント部には伸縮装置が設けられているが、車両の輪荷重を直に繰り返すため破損しやすく、ジョイント部から雨水や凍結防止剤が橋梁の遊間部に侵入して橋梁の桁等の劣化原因となっている。特に積雪地方では、除雪車の作業性を悪くしている。以上のようなことから、近年、ノージョイント化が進められている。その前身として延長床版システムがある。延長床版システムとは、橋梁の床版を土工部まで延長した床版連結工法で、伸縮装置を発生源とする騒音・振動の低減、ジョイント部から水や凍結防止剤が橋梁の遊間部に浸入することに対して予防効果があると考えられる。しかし依然として伸縮装置を有しており、完全なノージョイント化には至っていない。そこで本研究では、延長床版システムの下面構造や桁端部を改良することによりノージョイント化の可能性を検討する。既存の延長床版システムに浮き上がりが生じる現象を接触問題として解析し、力学的挙動と実際の破損事例を参考に、ノージョイントモデルを提案する。

2. 解析モデル

本研究では、長篠大橋の設計データを参考に、橋長 80 m、アーチライズ 11 m、幅員 10.4 m の 2 ヒンジ上路アーチ橋モデルを作成し、これを解析対象とした。今回は延長床版や底版、橋台の挙動の把握に重点を置くので、舗装や高欄、床版の地覆やハンチなど詳細な部分のモデル化は省略した。橋梁の主構造は全て梁要素、床版のコンクリート部分は全てソリッド要素、鉄筋は全て梁要素でモデル化した。境界条件は、補剛桁の両端は橋軸直角方向変位のみを拘束、アーチリブの両端は橋軸直角方向回転のみを自由とした。床版右端にはジョイントが設置されるものし、左端にのみノージョイント化の検討をする。解析は、汎用有限要素構造解析ソフト NX NASTRAN を用い、床版と底版の接触を考慮して静的線形接触解析を行った。本研究では、供用中の床版・舗装の損傷を確認することが第 1 の目的なので、弾性線形解析とした。圧縮側はコンクリートの圧縮応力、引張側は鉄筋の引張応力を評価基準とした。コンクリートの圧縮強度は、許容応力度設計法で定められる値とは異なり、限界値を 23.07 MPa と設定した。鉄筋の引張強度は、コンクリートの許容ひび割れ幅⁵⁾から限界値を 87.50 MPa と設定した。荷重は、自重と L 荷重と ± 25 の温度変化を与えた。L 荷重は文献⁴⁾を参考に、延長床版部分を排除したモデルの桁端左側(ノージョイント化する側)の回転角に着目して、回転角が最大となる場合と最小となる場合について検討した。

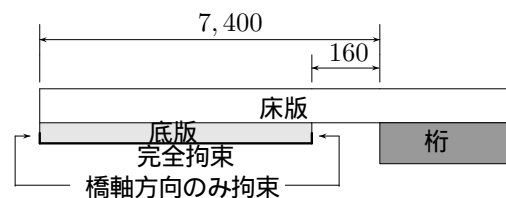


図-1 既存の延長床版モデルの概略図 (単位: mm)

3. 既存の延長床版モデル

図-1 の延長床版左側端部にジョイントを有すると設定し端部の境界条件は全て自由として解析した結果を表-1 に示す。端部移動量とは延長床版左側端部の水平移動量で値が正の時は右方向に動いたことを示す。端部浮上量とは延長床版左側端部の浮き上がり量である。L 荷重パターンと温度変化により端部移動量は絶対量で 46.5 mm 可動し、条件によっては端部が浮き上がることもあるので、既存の延長床版システムにはジョイントを設置しなければならないことが明らかである。また、コンクリートの圧縮応力は、アーチポスト直上と底版との接触面と床版上面に着目したが、特にアーチポスト直上と底版との接触面で大きな圧縮応力が生じる傾向があった。鉄筋の引張応力はどの条件でも限界値未満であった。

Key Words: 延長床版, ノージョイント, 2 ヒンジ上路アーチ橋, FEM 解析

〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻 構造強度学研究室

表-1 既存延長床版モデルの解析結果

荷重パターン	温度	端部移動量 (mm)	端部浮上量 (mm)	圧縮応力 (MPa)			引張応力 (MPa)
				ポスト直上	底版との接触面	床版上面	
1	+25	-0.3	0.2	38.12 (NG)	13.55 (OK)	- (引張)	55.21 (OK)
	-25	+21.2	10.2	7.26 (OK)	30.89 (NG)	- (引張)	73.85 (OK)
2	+25	-25.3	0.0	- (引張)	0.27 (OK)	6.26 (OK)	16.41 (OK)
	-25	+0.2	0.0	5.72 (OK)	55.79 (NG)	15.42 (OK)	48.38 (OK)

4. 提案するノージョイントモデル

図-2のように、底版の両端をゴムに置換し、さらにダブル埋設ジョイントモデルを参考にして床版の桁端部にゴムを挟み、延長床版の左側端部に橋台を設置して、床版と橋台を連続化したノージョイントモデルを作成し、ゴムと床版を接触問題として解析を試みた。解析結果を表-2に示す。温度変化を与えた場合の例を図-3に示す。既存の延長床版ではポスト直上 (A点周辺) で大きな圧縮応力が生じていたが、床版の桁端部にゴムを挟むことで改善が見られた。床版桁端部のゴムを挟んだ隅肉部 (B点周辺) にやや大きな圧縮応力が生じていたが、設定した限界値以下であった。橋台と延長床版の隅肉部 (C点周辺) にもやや大きな圧縮応力が生じていたが、こちらも設定した限界値以下であった。以上の結果から提案するノージョイントモデルは、ここで設定した温度・荷重条件下ではノージョイント化の可能性があることを示すことができた。また、今回の解析では、延長床版と底版等を接触解析したことにより、延長床版が浮き上がる現象などを再現でき、現実と整合性がある解析を行うことができた。延長床版をノージョイント化するには、床版の局所的な変形を防ぐことが大事で、桁端部周辺もゴム化するなどの対策が有効であることがわかった。

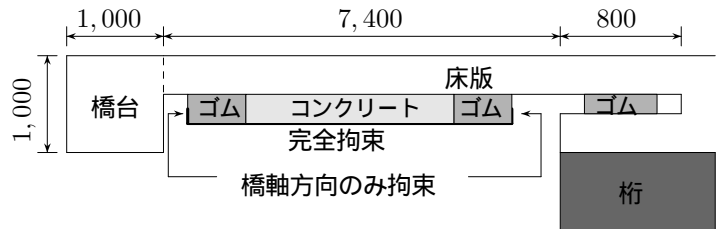


図-2 提案するノージョイントモデルの概略図 (単位: mm)

既存の延長床版ではポスト直上 (A点周辺) で大きな圧縮応力が生じていたが、床版の桁端部にゴムを挟むことで改善が見られた。床版桁端部のゴムを挟んだ隅肉部 (B点周辺) にやや大きな圧縮応力が生じていたが、設定した限界値以下であった。橋台と延長床版の隅肉部 (C点周辺) にもやや大きな圧縮応力が生じていたが、こちらも設定した限界値以下であった。以上の結果から提案するノージョイントモデルは、ここで設定した温度・荷重条件下ではノージョイント化の可能性があることを示すことができた。また、今回の解析では、延長床版と底版等を接触解析したことにより、延長床版が浮き上がる現象などを再現でき、現実と整合性がある解析を行うことができた。延長床版をノージョイント化するには、床版の局所的な変形を防ぐことが大事で、桁端部周辺もゴム化するなどの対策が有効であることがわかった。

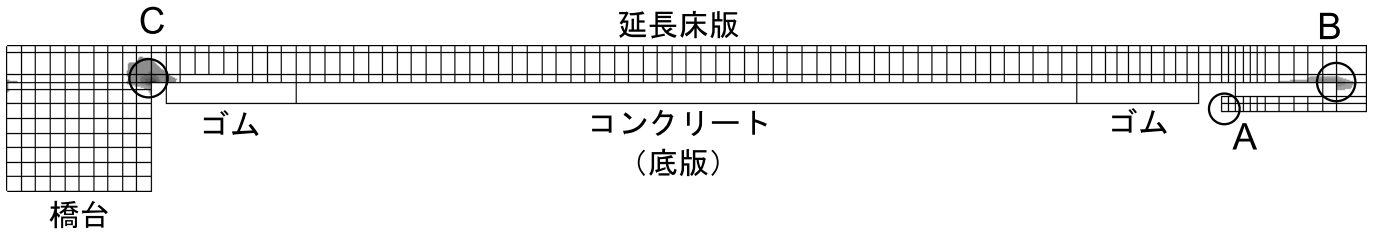


図-3 L 荷重パターン 2, +25

表-2 提案するノージョイントモデルの解析結果

荷重パターン	温度	床版の圧縮応力 (MPa)				橋台の圧縮応力 (MPa)	鉄筋の引張応力 (MPa)
		ポスト直上	底版との接触面	床版上面	桁端の隅角部		
1	+25	5.02 (OK)	9.85 (OK)	7.26 (OK)	16.26 (OK)	15.26 (OK)	38.86 (OK)
	0	6.28 (OK)	6.77 (OK)	0.15 (OK)	5.26 (OK)	0.69 (OK)	44.20 (OK)
	-25	8.30 (OK)	5.23 (OK)	3.19 (OK)	- (引張)	10.38 (OK)	59.37 (OK)
2	+25	3.07 (OK)	7.05 (OK)	9.47 (OK)	13.41 (OK)	19.27 (OK)	5.92 (OK)
	0	4.36 (OK)	4.60 (OK)	1.56 (OK)	4.02 (OK)	3.24 (OK)	8.45 (OK)
	-25	6.60 (OK)	7.18 (OK)	9.81 (OK)	- (引張)	10.69 (OK)	32.15 (OK)

参考文献

- 1) 盛川勉, 日比野智明, 岩熊哲夫: 2主構橋梁と多主I桁の床版連続化における連結構造の検討, 構造工学論文集 Vol.47A, 2001
- 2) 菊地浩貴, 岩熊哲夫: 橋梁のノージョイント化の改善に関する検討, 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, 2008
- 3) (財)道路保全技術センター: 既設橋梁のノージョイント工法の設計施工手引き(案), 1995
- 4) (財)高速道路技術センター: 橋梁ジョイント構造の設計・施工に関する技術検討 報告書, 2005
- 5) 土木学会: コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002