

延長床版のノージョイント化に関する数値的検討

Numeric Examination of Extension Floor Deck Concerning Jointless

土井恵介*

Keisuke DOI

*構造強度学研究室（指導教員：岩熊哲夫 教授）

延長床版システムにノージョイント工法を適用したノージョイントモデルにおいて、延長床版と底版との接触を考慮して解析を行う。底版の材料や桁端部の構造を変えることでより安全なモデルの実現を目指し、設定したコンクリートの安全率と鉄筋の余裕を基準として、考案したノージョイントモデルの安全性を評価する。

Key Words : Jointless, Extension Floor Deck, FEM, Contact Analysis

1. まえがき

橋梁に設けられている伸縮装置は、走行性を悪くし振動等による桁等の劣化などを引き起こす弱点となっているため、可能な限り無くしたい構造である。これまで、特殊アスファルト舗装による埋設ジョイント¹⁾が実績を積み上げているが、比較的短いスパンの橋梁でしか用いることができない。これに対し、これまで延長床版システムのノージョイント化²⁾を検討してきたが、大量のゴムを使用しなければならないことや床版コンクリートが十分な安全率を確保できていないことなどの問題がわかってきた。そこで本研究では、延長床版システムのノージョイント化において、底版等の材料の改良を行うことによって、安全性を高めたモデルの検討をし、ゴム使用量も考慮して総合的に評価する。

2. 解析モデル

ここでは愛知県にある長篠大橋（橋長 80 m、アーチライズ 11 m、幅員 10.4 m）のデータを参考にして解析対象の寸法を設定した。ただしここでは基礎的な検討として、橋台や延長床版システム、桁端部の挙動を把握するため、アスファルト舗装や地覆、高欄などの付属物やハンチ等は省略した。有限要素は、橋梁本体はすべて梁要素とした。また、コンクリート床版とゴムはソリッド要素とし、鉄筋は梁要素とした。拘束条件は、アーチリブの両端で橋軸直角方向の回転のみを自由とした。橋台の拘束は、背面は橋軸方向のみを全面拘束、側面は橋軸直角方向のみを一部拘束、前面は橋軸方向のみを一部拘束、下面は全面を完全拘束とした。底版の拘束は、橋軸方向の側面は橋軸直角方向のみを全面拘束、橋軸に垂直な面は橋軸方向のみを一部拘束、下面は全面を完全拘束とした。荷重は、死荷重と L 荷重、さらに ± 25 の温度変化を与えた。ただし、底版と橋台の一部は地中

にあり、外気温の変化をうけにくいので温度荷重を与えなかった。解析は、汎用有限要素構造解析ソフト NX NASTRAN を用い、延長床版と底版と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、圧縮側はコンクリートの設計基準強度 30 MPa に対して、生じている圧縮応力が有する安全率で定量化し、2.7 以上で安全であると判断する。引張側は、コンクリートの許容ひび割れ幅³⁾から設定した鉄筋の引張強度 87.50 MPa を安全基準とする。そしてこの引張許容応力に対する比率を「余裕」と呼び、これが 1.0 以上で安全であると判断する。

3. 既存のノージョイントモデル

底版にゴムとコンクリートを使用した既存のノージョイントモデルの概略図を図-1 に示す。また、このモデルの解析結果を表-1 に、圧縮応力分布を図-2 に示す。最大圧縮応力がかかる場所（1st）が隅角部である場合は、精度が悪いと判断し、その次に大きい応力が生じる場所（2nd）を重視する。コンクリートの安全率は、1st、2nd、共に全ての条件において安全率 2.7 を下回る結果となった。引張応力の余裕は図-2 の点 C で -25 の時に最も小さくなったが、各荷重条件で 1.0 以上を確保できていた。このモデルでは、鉄筋の引張応力は安全であったものの、圧縮側のコンクリートに危険箇所があることがわかった。

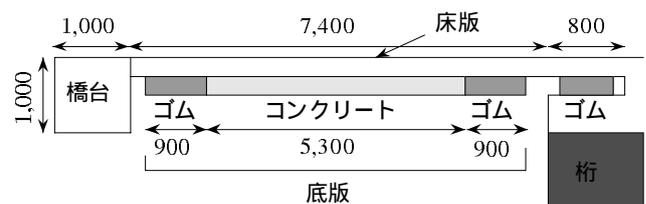


図-1 既存のノージョイントモデルの概略図 (単位: mm)

表-1 既存ノージョイントモデルの解析結果

荷重	温度	最大応力 (MPa)	場所	安全率 (余裕)	
1	+25	1st	17.70	点A	1.69
		2nd	16.31	点B	1.84
	-25	1st	18.20	点B	1.65
		引張	65.66	点C	(1.33)
2	+25	1st	18.01	点A	1.67
		2nd	14.84	点B	2.02
	-25	1st	16.49	点B	1.82
		引張	65.83	点C	(1.33)
3	+25	1st	18.22	点A	1.65
		2nd	12.96	点B	2.31
	-25	1st	14.65	点B	2.05
		引張	63.72	点C	(1.37)

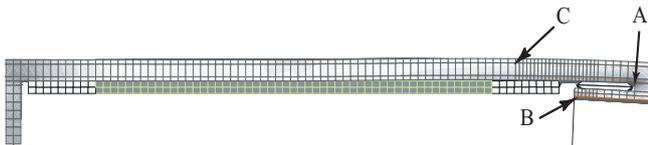


図-2 既存のノージョイントモデルの圧縮応力分布

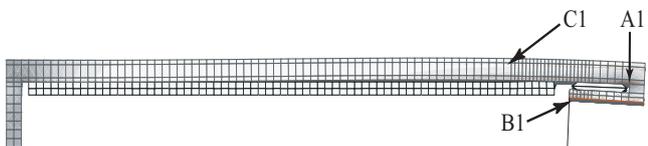


図-3 底版をゴムに置換したモデル(モデルa)

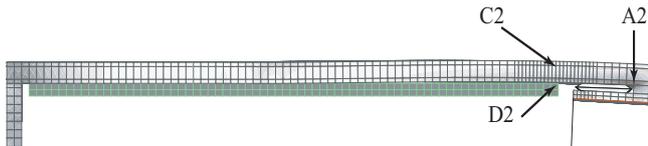


図-4 底版をコンクリートに置換したモデル(モデルb)

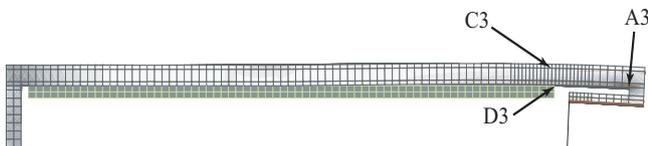


図-5 桁端部のゴムを除いたモデル(モデルc)

4. 改良ノージョイントモデル

次に、使用ゴム量を変更したノージョイントモデルの改善策の結果を示すが、荷重パターンや温度変化はそのままとした。底版をすべてゴムに置換したモデル(モデルa)、底版をすべてコンクリートに置換したモデル(モデルb)、モデル2から桁端部に挟んだゴムを除いたモデル(モデルc)の3つのモデルを作成し、その解析結果を表-2に、圧縮応力分布を図-3~5に示す。モデルaでは、全てのパターンにおいて安全率2.7を下回っていて、荷重パターン1で-25の時の縦桁上コンクリート(図-3の点B1)が最も危険部位であった。モデルbとcでは、コンクリートの安全率は桁端隅角、底版上(図-4の点A2とD2, 図-5の点A3とD3)において2.7を下回る結果であった。しかし、モデルbとcは隅角部の応力が最大であるため精度が悪いと判断し、

表-2 改良ノージョイントモデルの解析結果

モデル	荷重	温度	最大応力 (MPa)	場所	安全率 (余裕)	
a	1	+25	1st	16.56	点B1	1.81
			2nd	15.51	点A1	1.93
		-25	1st	19.48	点B1	1.54
			引張	57.77	点C1	(1.51)
	2	+25	1st	15.76	点A1	1.90
			2nd	15.10	点B1	1.99
		-25	1st	17.62	点B1	1.70
			引張	58.54	点C1	(1.49)
	3	+25	1st	15.54	点A1	1.93
2nd			13.33	点B1	2.25	
-25		1st	15.70	点B1	1.91	
		引張	56.82	点C1	(1.54)	
b	1	+25	1st	16.80	点A2	1.79
			2nd	14.60	点D2	2.05
		-25	1st	14.41	点D2	2.08
			引張	72.57	点C2	(1.21)
	2	+25	1st	17.26	点A2	1.74
			2nd	14.00	点D2	2.14
		-25	1st	14.44	点D2	2.08
			引張	73.90	点C2	(1.18)
	3	+25	1st	17.20	点A2	1.74
2nd			13.12	点D2	2.29	
-25		1st	14.03	点D2	2.14	
		引張	70.40	点C2	(1.24)	
c	1	+25	1st	17.55	点A3	1.71
			2nd	14.55	点D3	2.06
		-25	1st	14.34	点D3	2.09
			引張	72.52	点C3	(1.21)
	2	+25	1st	18.12	点A3	1.66
			2nd	13.94	点D3	2.15
		-25	1st	14.46	点D3	2.07
			引張	74.14	点C3	(1.18)
	3	+25	1st	17.89	点A3	1.68
2nd			13.03	点D3	2.30	
-25		1st	13.95	点D3	2.15	
		引張	70.76	点C3	(1.24)	

2nd 応力に注目してみると、最も高い安全率を示したのはモデルcであった。

5. おわりに

また、使用ゴム量は、3.43m³(既存モデル)、11.70m³(モデルa)、0.62m³(モデルb)、0m³(モデルc)で、ゴムの多用が安全率の増加に結びついていないことがわかる。以上の4つのモデルの中では、隅角部以外の箇所の安全率が2.0を越え、使用ゴム量が最も少ないモデルcが最適であった。今回考案したモデルではコンクリートの安全率が2.7以上にはならなかったが、詳細設計をすることで改善し、ノージョイント化の可能性があることがわかった。

参考文献

- 1) (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
- 2) 塚田宗政, 岩熊哲夫, 齊木功：アーチ橋の延長床版のノージョイント化に関する検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 2009
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書, 構造性能照査編, 2002

(2010年2月10日提出)