

延長床版のノージョイント化に関する数値的検討

東北大学工学部	○学生員	土井 恵介
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
東北大学大学院工学研究科	正 員	山田 真幸

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、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、使用ゴム量を低減しモデルの改良を行うことによって、現実的で安全性を高めたモデルの検討をし、さらに両端ノージョイント化の可能性を検討する。

2. 解析モデル

例として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）の寸法を参考にして解析対象とした。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 をコンクリートの圧縮応力で除した値を安全率で定量化する。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 を基準とした。

3. 既存のノージョイントモデル

既存のノージョイントモデルを改善したモデル（図-1）の解析結果を、表-1、図-2 に示す。最大圧縮応力がかかる場所（1st）とその次に大きい応力が生じる場所（2nd、+25 のみ）を並べた。+25 では各荷重パターンにおいて、ゴムを挟んだ桁端の隅角部のコンクリート（図-2 の点 A）の安全率が 1.7 を下回る。-25 では荷重パターン 1 において、主桁上のコンクリート（図-2 の点 B）の応力が安全率 1.7 を下回った。また、引張応力は許容応力に対する比率を「余裕」と呼ぶ。この引張応力は図-2 の点 C で -25 の時に最大となったが、「余裕」は 1.0 以上なので全荷重パターンで十分な安全を確保できた。

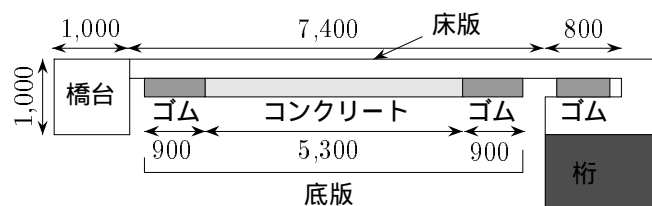


図-1 既存のノージョイントモデルの概略図 (単位: mm)

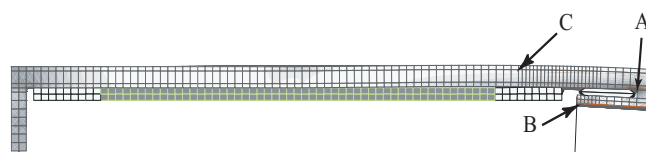


図-2 既存のノージョイントモデルの圧縮応力分布

Key Words: 延長床版, ノージョイント, 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

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、荷重パターン1で-25の時に主桁上のコンクリート（図-3の点B1）の安全率が1.54まで下がるが、他に危険箇所はなかった。モデルbでは、引張鉄筋（図-4の点C2）の余裕が各荷重パターンで-25の時に1.20前後であるが、コンクリートの安全率は桁端隅角、底版上共に（図-4の点A2とD2）すべての条件において1.7以上を確保できている。モデルcでは、コンクリートの安全率が各荷重パターンで+25の時に1.7前後であり、なおかつ鉄筋の余裕も1.20前後と、この3モデルの中では一番不利な応力値を出した。

5. おわりに

使用ゴム量は、 3.43m^3 （既存モデル）、 11.70m^3 （モデルa）、 0.62m^3 （モデルb）、 0m^3 （モデルc）である。この結果からゴムを多用すれば、必ずしも安全率が高くなるわけではないことがわかり、総合的に判断すると、底版をコンクリートに置換した、モデルbが最適モデルであり、これを提案する。

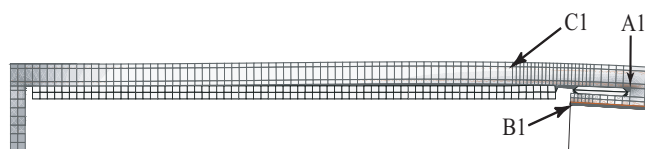


図-3 底版をゴムに置換したモデル（モデルa）

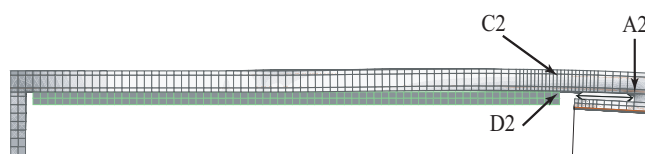


図-4 底版をコンクリートに置換したモデル（モデルb）

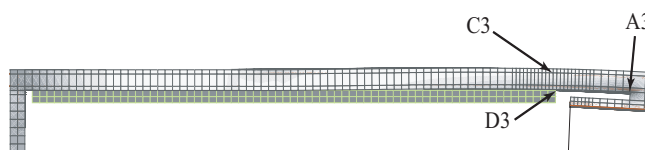


図-5 桁端部のゴムを除いたモデル（モデルc）

表-1 既存ノージョイントモデルの解析結果

荷重パターン	温度	最大応力 (MPa)	場所	安全率 (余裕)
1	+25	1st	点A	1.69
		2nd	点B	1.84
	-25	1st	点B	1.65
		引張	点C	(1.33)
2	+25	1st	点A	1.67
		2nd	点B	2.02
	-25	1st	点B	1.82
		引張	点C	(1.33)
3	+25	1st	点A	1.65
		2nd	点B	2.31
	-25	1st	点B	2.05
		引張	点C	(1.37)

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	点B1	1.81
			2nd	点A1	1.93
		-25	1st	点B1	1.54
			引張	点C1	(1.51)
	2	+25	1st	点A1	1.90
			2nd	点B1	1.99
		-25	1st	点B1	1.70
			引張	点C1	(1.49)
	3	+25	1st	点A1	1.93
			2nd	点B1	2.25
		-25	1st	点B1	1.91
			引張	点C1	(1.54)
b	1	+25	1st	点A2	1.79
			2nd	点D2	2.05
		-25	1st	点D2	2.08
			引張	点C2	(1.21)
	2	+25	1st	点A2	1.74
			2nd	点D2	2.14
		-25	1st	点D2	2.08
			引張	点C2	(1.18)
	3	+25	1st	点A2	1.74
			2nd	点D2	2.29
		-25	1st	点D2	2.14
			引張	点C2	(1.24)
c	1	+25	1st	点A3	1.71
			2nd	点D3	2.06
		-25	1st	点D3	2.09
			引張	点C3	(1.21)
	2	+25	1st	点A3	1.66
			2nd	点D3	2.15
		-25	1st	点D3	2.07
			引張	点C3	(1.18)
	3	+25	1st	点A3	1.68
			2nd	点D3	2.30
		-25	1st	点D3	2.15
			引張	点C3	(1.24)

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