

背面地盤との相互作用を考慮した延長床版のノージョイント化について

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○秋葉 翔太
東北大学大学院工学研究科 正会員 岩熊 哲夫
東北大学大学院工学研究科 正会員 斉木 功

1. まえがき

橋梁のジョイント部に設置する伸縮装置は破損しやすく、主桁の劣化を引き起こす雨水等の流入口でもある等、維持管理上の弱点の一つであるためノージョイント化が望まれる。これに対して実用化された対策にはダブル埋設ジョイント¹⁾と延長床版システムがある。短径間ならインテグラルアバット橋も可能であるが、下部工と背面地盤との相互作用に配慮する必要がある。我々は前者の延長床版をさらにノージョイント化する提案²⁾をし、有限要素解析によって安全性が検討したが、これまで地盤との相互作用を考慮していなかった。本研究ではその地盤との相互作用を考慮し、供用時の安全性を再検討する。

2. 解析モデル

ここでも文献²⁾で用いた実橋の簡易モデルを基本とする。有限要素モデルは、アーチ主構造は梁要素で近似するが、補剛桁と縦桁はシェル要素、床版はソリッド要素でモデル化した。境界条件も文献と同じとし、その基本的モデルを図-1に概説した。地盤の作用は圧縮がはたらく箇所のみで考慮し、温度が正の時には胸壁背面に、負の時には胸壁前面に線形ばね要素でモデル化する。また、胸壁底面と地盤とのせん断抵抗についても同様にモデル化した。地盤の抵抗の大きさは道路橋示方書³⁾に示される水平地盤反力係数 k_h およびせん断地盤反力係数 k_s の値を元にした1自由度ばねのばね定数を決定した。解析には、汎用有限要素構造解析ソフトNX NASTRANを用い、床版と底版の接触等を考慮した静的線形弾性接触解析を行なった。荷重作用は文献¹⁾を参考にし、床版上面へ橋軸直角方向に左右対称のL荷重と、底版を除く全構造節点への $\pm 25^\circ\text{C}$ の温度荷重とした。RC床版の強度照査の基準値は、コンクリートの圧縮に対しては30 MPaの設計基準強度に設定して許容曲げ圧縮応力の11 MPaを目安とした。また引張側は、床版のコンクリートの許容ひび割れ幅⁴⁾から算定される鉄筋の引張強度87.5 MPaを目安とする。

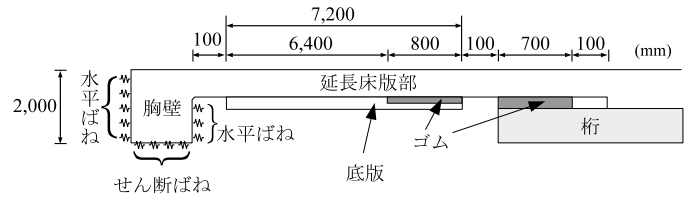


図-1 ノージョイントモデルの概略図

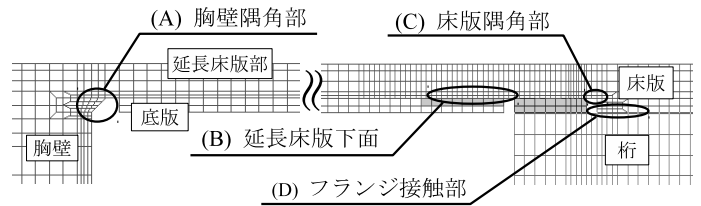


図-2 圧縮応力の照査位置

表-1 基本モデルの解析結果

照査位置		応力 (MPa)	荷重
床版	A (圧縮)	5.26	TP・L7
	B (圧縮)	12.72	TP・L1
	C (圧縮)	17.17	TP・L3
	D (圧縮)	30.16	TP・L2
	鉄筋 (引張)	75.22	TM・L1

3. ノージョイントモデルの検討

(1) 地盤の作用を考慮したモデル

まず地盤と胸壁との相互作用を考慮したモデルに生じる応力の大きさと発生箇所を確かめる。我々の載荷パターンに対し図-2に示した各位置で生じる最大応力を表-1にまとめた。表のTP・TMはそれぞれ温度荷重 $+25^\circ\text{C}$ 、 -25°C を意味し、Lxは載荷パターンを意味する。この結果から、延長床版下面および桁端部周辺のRC床版に許容値を超える大きな圧縮応力が生じていることが確認できる。

(2) 地盤反力係数の影響

また、地盤抵抗の大きさが橋梁の挙動に与える影響を調べるため、地盤反力係数のパラメトリックスタディを行った。まず、胸壁背面・前面の水平地盤反力係数を変えず、胸壁底面のせん断地盤反力係数 k_s のみを0とした場合と ∞ とした場合の比較結果を図-3中に示し

Key Words: ノージョイント化, 延長床版システム, FEM解析, 地盤ばね

〒980-8579 宮城県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

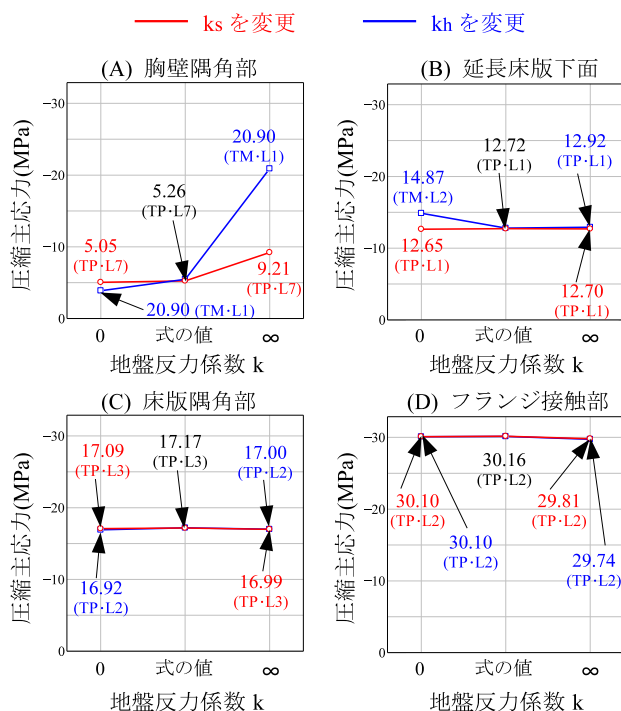


図-3 k_s , k_h を変更した時の各照査箇所の応力

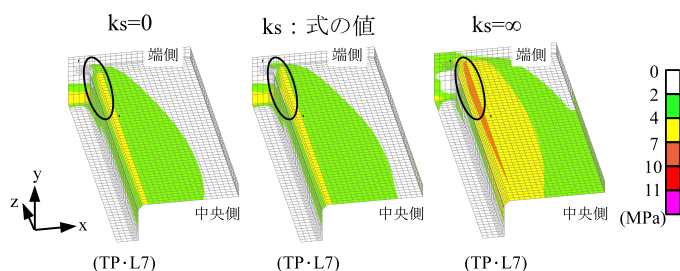


図-4 k_s を変更した時の A 点の圧縮主応力分布

たが、せん断地盤反力係数 k_s を大きくすることによって、A 点に生じる圧縮応力が増大した。これは、背面地盤の抵抗が大きくなることにより胸壁の変位が妨げられたことで隅角部に大きな曲げ圧縮応力が生じている。A 点に生じる圧縮主応力分布を図-4 に示す。一方で、B, C, D 点の応力は胸壁底面のせん断の影響を受けなかった。また鉄筋の最大引張主応力は、 k_s が大きくなるにつれて小さくなる傾向があった。

次に、胸壁底面のせん断地盤反力係数を変えずに胸壁背面および前面の水平地盤反力係数 k_h を 0 とした場合と ∞ とした場合の比較結果も図-3 中に示したが、

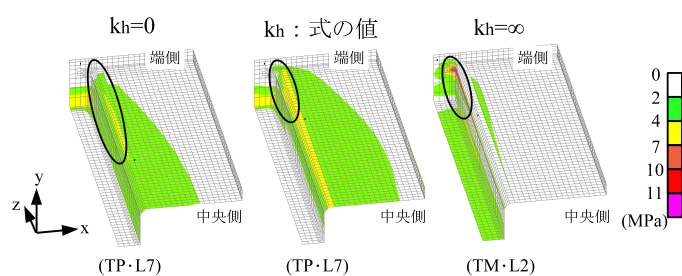


図-5 k_h を変更した時の A 点の圧縮主応力分布

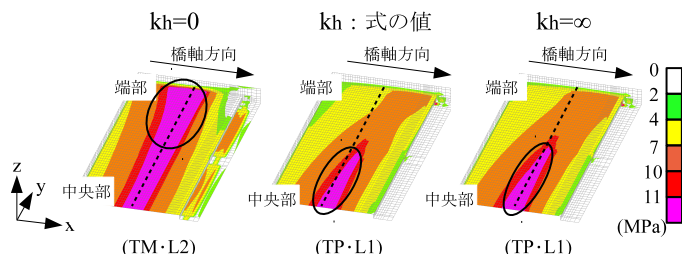


図-6 k_h を変更した時の B 点の圧縮主応力分布

k_h を無限大にしたときに A 点に大きな圧縮応力が生じた。これはせん断地盤反力係数 k_s を無限大にしたときよりも大きく、胸壁底面のせん断よりも背面・前面の水平抵抗により強に影響を受けていることがわかる。また、B 点でも k_h の値が大きくなるほど圧縮応力の値が大きくなった。胸壁背面の地盤の反力が大きくなると延長床版部に大きな曲げ変形が生じるため、延長床版下面の曲げ圧縮が大きくなっている。A, B 点に生じる圧縮主応力分布を図-5, 6 に示す。また鉄筋の最大引張力は、 k_h の値が大きくなるにつれて小さくなった。一方、C, D 点の圧縮応力は胸壁背面・前面の地盤の影響を受けなかった。

4. 結論

本研究では地盤と下部工の相互作用をばね要素でモデル化し、地盤反力係数の大きさが床版部および胸壁部に与える影響を確認した。また地盤反力係数の値の大きさは、延長床版の下面や胸壁との接続部の応力の大小に影響を与えるが、桁端部周辺の床版の応力には影響がないことが明らかになった。さらに、胸壁底面のせん断抵抗よりも背面・前面の水平抵抗の方が床版の応力に大きな影響を与えることが示された。

参考文献

- 財団法人 高速道路技術センター：平成 16 年度橋梁ジョイント構造の設計・施工に関する技術検討，2005。
- 塚田宗政，岩熊哲夫，斉木功：床版橋台側のノージョイント化に関する数値解析的検討，構造工学論文集，Vol.58A，pp.1084-1097，2012。
- 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，I 共通編，IV 下部構造編，2012。
- 土木学会：コンクリート標準示方書，設計編，2007。