

延長床版のノージョイント化により生じる 応力集中の改善策の数値的検討

秋葉 翔太

構造強度学研究室

2013年2月19日

研究背景

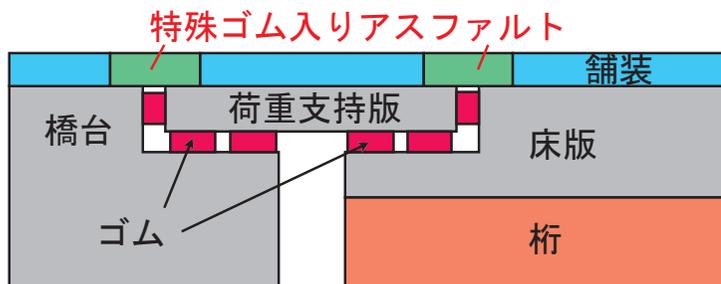
伸縮装置の問題点

- 騒音や振動の発生源
- 雨水等の侵入による桁の劣化

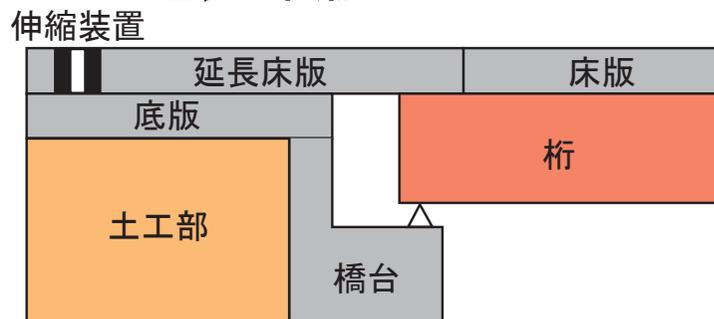
伸縮装置の無い構造が望ましい

ジョイント部の改良の例

ダブル埋設ジョイント



延長床版システム

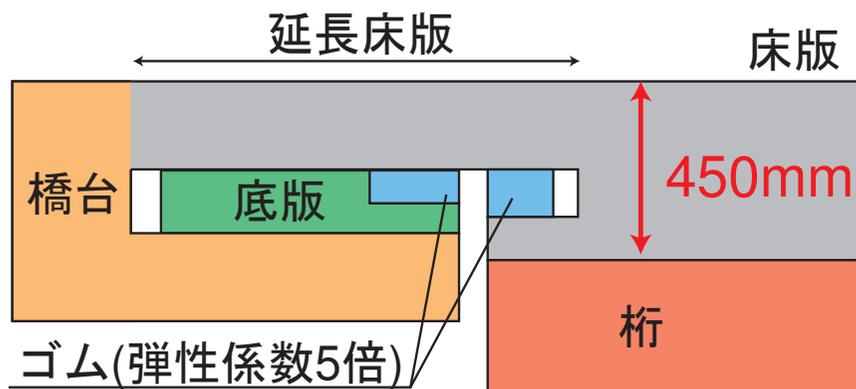


例：ミニ延長床版
高剛性橋梁で実績

延長床版システムをノージョイント化

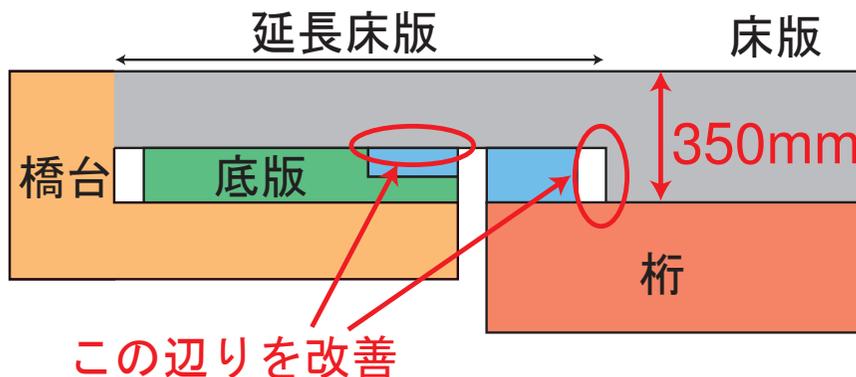
提案するノージョイント化の特徴

これまでの研究の設定



- 底版の一部をゴムに置換
- 床版端部に切り込み
- 切込の間にゴムを挟む
- 床版厚が大きすぎる
- ゴム弾性係数をゴム支承より大きくする必要がある

本研究での改善策

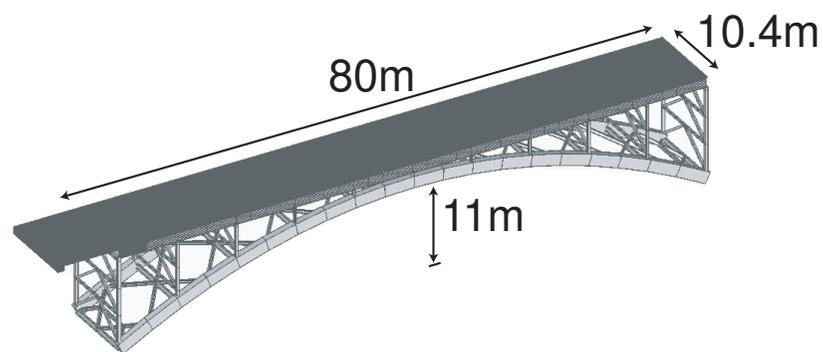


- 床版を一般的な厚さに
- 通常のゴム支承と同剛性
- 応力集中域に着目して改善

対象と設定

対象橋梁

- 長篠大橋をモデル化
- 2 ヒンジ上路鋼アーチ橋



荷重の設定

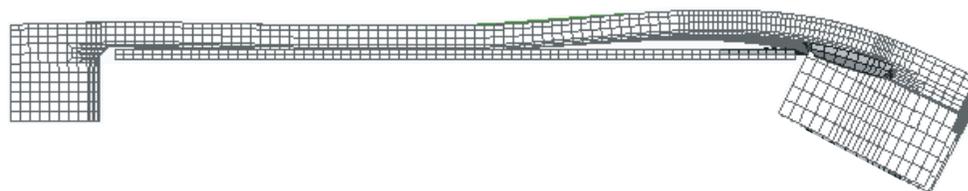
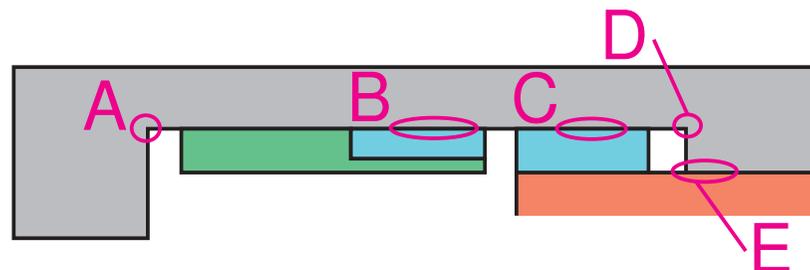
死荷重 + 活荷重 (L 荷重) + 温度荷重 ($\pm 25^{\circ}\text{C}$)

許容値の設定

- 圧縮側** 道路橋示方書より
許容圧縮応力 11 MPa
- 引張側** 曲げひび割れ算定式より
許容引張応力 87 MPa

汎用解析ソフト NX NASTRAN で静的線形弾性接触解析を行う。

単に床版を薄くした場合



位置	最大応力 (MPa)	
	既存	薄い床版
A	-10.94	-11.12
B	-10.73	-13.01
C	-8.52	-10.99
D	-11.89	-17.08
E	-6.17	-30.24
鉄筋	65.84	72.87

圧縮側 -11 MPa

引張側 +87 MPa

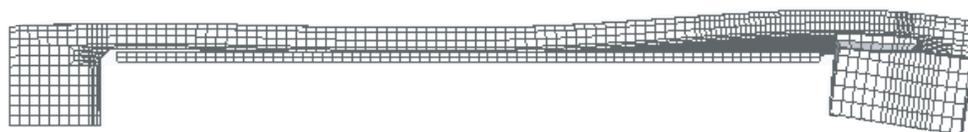
点 D, E の応力集中

(桁の蹴り上げによる) に対しては

→ 桁端部周辺の構造・材料の検討

点 B, C の圧縮応力に対しては

→ 延長床版部の構造の検討

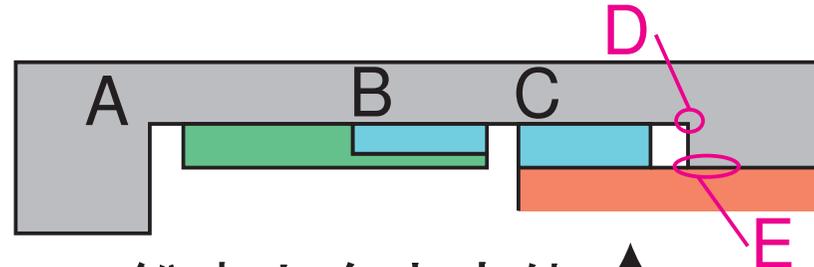
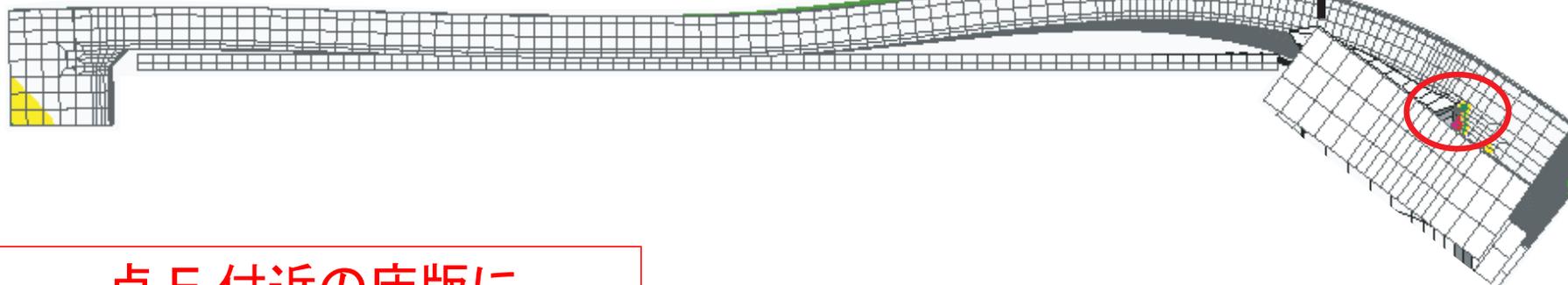


点 A の圧縮応力に対しては

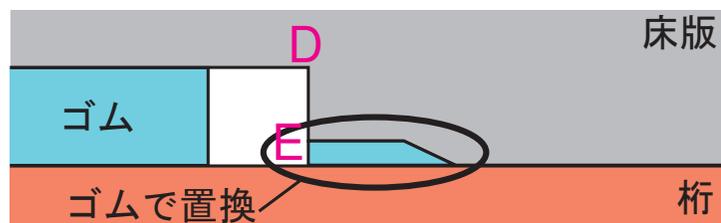
→ 底版に設置するゴム量の検討

点 D, E に生じる圧縮応力の改善

+25°C



点 E 付近の床版に斜めに切り込みを入れ、桁との間にゴムを挟む。

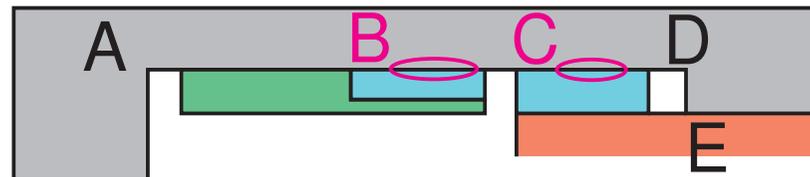


位置	最大応力 (MPa)	
	改良前	ゴム挿入
A	-11.12	-11.12
B	-13.01	-13.05
C	-10.99	-10.95
D	-17.08	-6.42
E	-30.24	-5.39
鉄筋	72.87	73.46

角を削ってゴムに挟むことで点 D, E の圧縮応力を改善

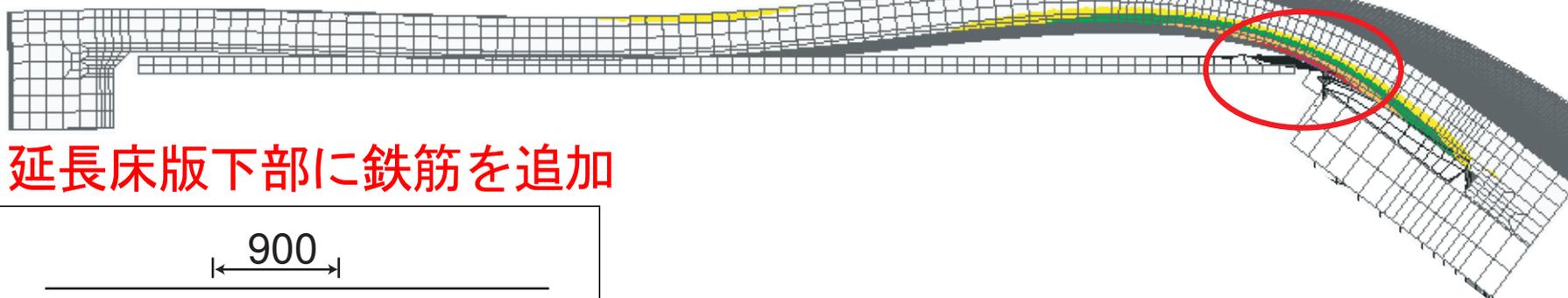
(圧縮側 -11 MPa, 引張側 +87 MPa)

点 B, C に生じる圧縮応力の改善

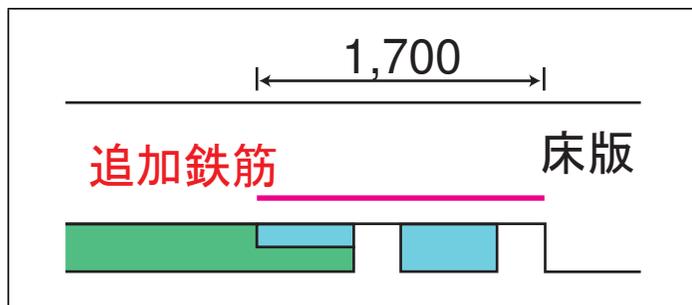
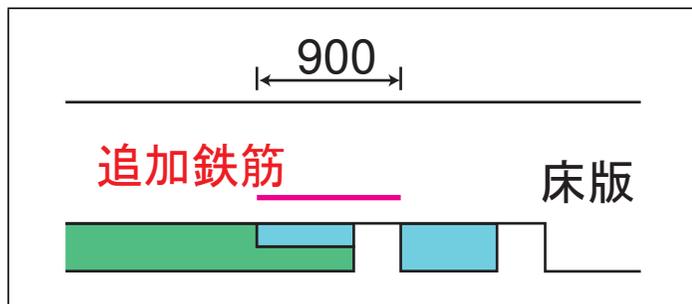


+25°C

鉛直上向き変位 ↑



延長床版下部に鉄筋を追加



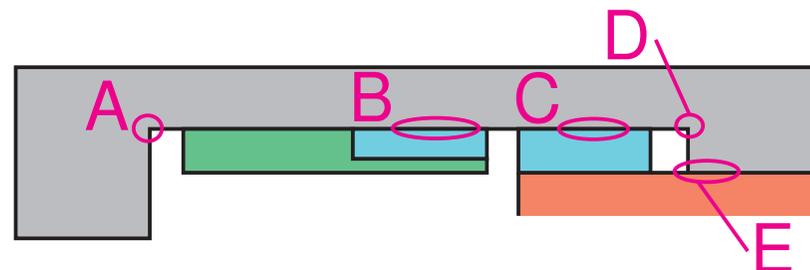
鉄筋の長さによって
若干変わる

位置	最大応力 (MPa)		
	改良前	900 mm	1700 mm
A	-11.12	-11.12	-11.07
B	-13.01	-12.09	-12.29
C	-10.99	-10.68	-10.43
D	-17.08	-12.56	-15.27
E	-30.24	-28.19	-29.43
鉄筋	72.87	73.27	73.46

(圧縮側 -11 MPa, 引張側 +87 MPa)

以上の対策を同時に施した場合

床版端部にゴム
+
鉄筋を 900 mm 追加



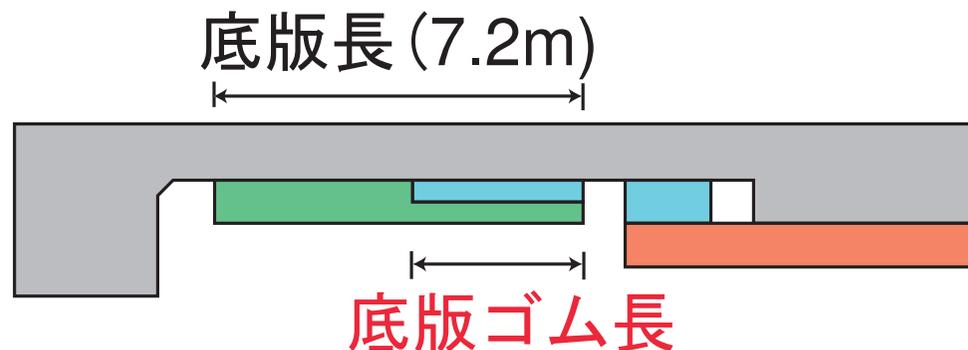
位置	最大応力 (MPa)			
	改良前	端部にゴム	鉄筋 900 mm	両方
A	-11.12	-11.12	-11.07	-11.12
B	-13.01	-12.09	-12.29	-12.07
C	-10.99	-10.68	-10.43	-10.59
D	-17.08	-12.56	-15.27	-6.41
E	-30.24	-28.19	-29.43	-5.39
鉄筋	72.87	73.27	73.46	73.64

(圧縮側 -11 MPa, 引張側 +87 MPa)

点 B ~ E の応力集中をかなり低減できる

許容値に収めるための対策

底版ゴム長の変更



位置	底版ゴム長				
	改良前 (0.8 m)	2.4 m	3.6 m	4.8 m	7.2 m
A	-11.12	-11.06	-11.00	-10.53	-10.53
B	-12.07	-11.52	-10.68	-10.68	-10.67
C	-10.59	-8.92	-8.92	-8.91	-8.90
D	-6.41	-6.65	-5.84	-5.84	-5.74
E	-5.39	-5.07	-4.79	-4.79	-4.79
鉄筋	73.64	70.26	65.74	67.48	65.52 (MPa)

(圧縮側 -11 MPa, 引張側 +87 MPa)

結論

- 床版と桁の接触面の端部をゴムに置換することにより、
桁の蹴り上げによる床版端部の応力集中を大幅に改善できた
- 延長床版下部に鉄筋を追加することにより、
延長床版中の曲げ圧縮応力を低減できた
- 底版に設置するゴム量を大きくすることにより、
橋台隅角部に生じる応力を低減できた
- 以上の改良を組み合わせれば、通常の床版厚のまま
ノージョイント化が可能であることを示すことができた