

延長床版システムプレキャスト工法

伊藤 彰彦

¹株式会社ガイアート T・K 新事業部
(〒162-0814 東京都新宿区新小川町 8-27)



延長床版システムとは、上部構造の床版を橋台背面の土工部にまで延長するような構造で、伸縮装置を橋梁床版と橋台の間（遊間部）から土工側に移設することで遊間部に発生する騒音・振動を低減させるシステムである。プレキャスト製品を使用する延長床版システムプレキャスト工法は急速施工を可能にし、その実績は、NEXCO関連の橋梁で10橋、国土交通省関連では2橋を数える（平成21年3月現在）。ここでは、延長床版システムプレキャスト工法の概要、設計手法および振動・騒音調査による延長床版システムの効果（国道4号バイパス線針生高架橋）について報告する。

キーワード：延長床版，騒音・振動低減，プレキャスト製品，コッター式継手

1. はじめに

昨今、国内の道路橋において、伸縮装置部で発生する振動・騒音および漏水による劣化進行の抑制などから、橋梁ジョイント構造に延長床版システム¹⁾が採用されている。延長床版システムは、上部構造の床版を橋台背面の土工部まで延長するような構造で、伸縮装置を遊間部から土工部に移設させることで、車輛走行による騒音・振動を低減させる工法である。

本文では、プレキャスト製品を使用する延長床版システムプレキャスト工法の概要、設計手法および振動・騒音調査による延長床版効果について報告する。

2. 延長床版システムプレキャスト工法の概略

本技術は、図-1に示すようにプレキャスト版を使用して、橋梁床版を土工部まで延長し、遊間部直上にある伸縮装置を土工部に移設する工法である。延長床版部は、橋梁と連結されているため、温度収縮による

桁の伸縮に追従しながら、底版上を常時滑動し、その伸縮を土工部に移設した伸縮装置で吸収する。

本工法の特長は以下の通りである。

- ・伸縮装置が土工部に移設されることで遊間からの騒音・振動を低減できる。
- ・遊間を塞ぐ事により、支承・桁端部に雨水および凍結防止剤の侵入を防ぐことで、劣化を防止できる。
- ・延長床版部、底版部は分割されたプレキャスト製品を用い、図-2に示す特殊継手（コッター式継手²⁾）で接合するため、急速施工が可能である。

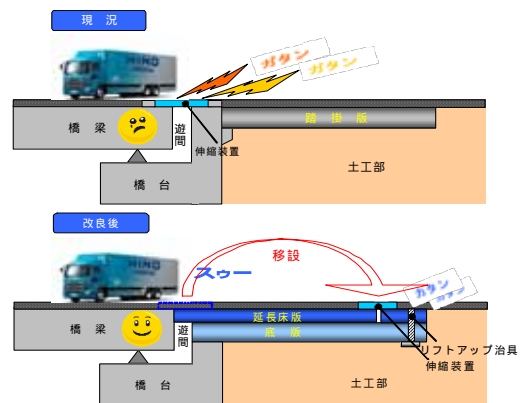


図-1 延長床版システムプレキャスト工法の概要図

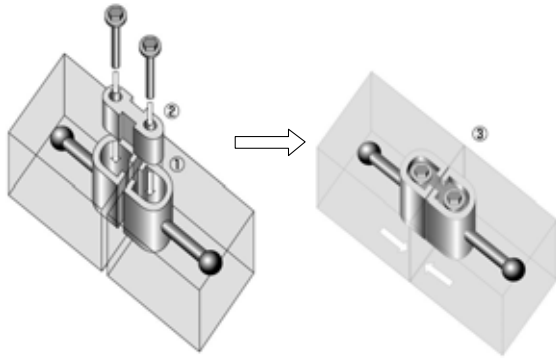


図-2 コッター式継手イメージ図

3. 延長床版システムプレキャスト工法の設計

本工法の設計は、安全性、使用性、耐久性を考慮し、理論的な妥当性を有する手法等の適切な知見に基づき、図-3に示すような設計フローとしている。以下に主な設計項目について示す。

(1) 延長床版長

延長床版システムプレキャスト工法を採用する目的は、主に騒音低減、振動低減、遊間からの漏水による桁端防錆および支承の劣化防止等が挙げられる。これらの目的によって延長床版システムの構造を検討する必要があり、特に振動低減効果を期待するか否かで延長床版長の検討方法が異なる。

a) 振動低減効果を期待する場合

(独)土木研究所の研究³⁾より、車輛のバネ下振動は、橋梁の10m手前に段差(20mm程度)が発生しても橋梁本体までにほぼ減衰してしまうことから、床版を橋軸方向に10m程度延長することで車輛による橋梁への影響を小さくできることが確認されている。このことから、延長床版システムを採用する上で振動低減を期待する場合は、延長床版長を10mとしている。

b) 振動低減効果を期待しない場合

活荷重が作用することで橋梁にたわみが生じ、その回転変位により延長床版端部が浮き上がり、伸縮装置部に段差が生じ、車

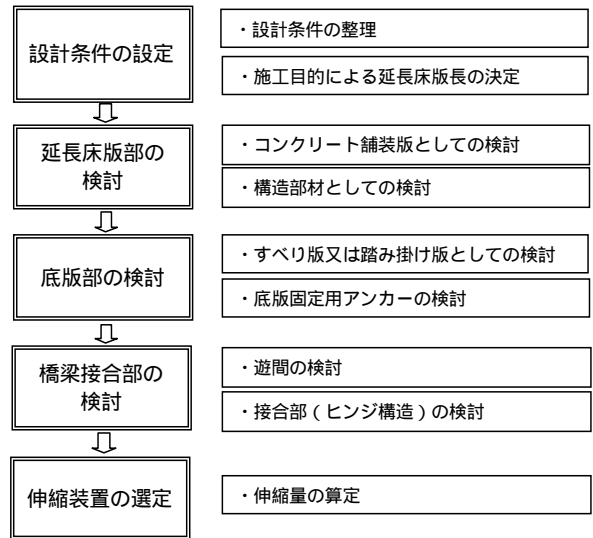


図-3 設計フロー

輛の通行に伴って騒音・振動が発生する。このことから図-4に示すように延長床版長を橋梁のたわみによる回転変位と延長床版の死荷重によるたわみが同程度になる長さを式(1)より求めて決定している。なお、プレキャスト製品の製作上の制約から最小長さを2mとしている。

$$L = \sqrt[3]{\frac{8E_c I_c}{q} \tan \theta} \quad \dots \text{式(1)}$$

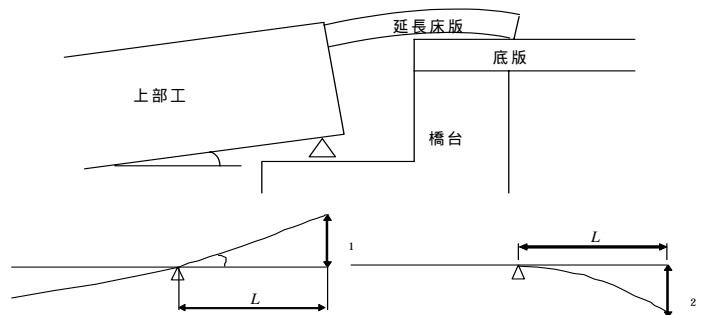


図-4 キックアップ量及び延長床版自重によるたわみの概略図

L : 延長床版の長さ (mm)

E_c : コンクリートのヤング係数 (N/mm²)

I_c : コンクリートの断面二次モーメント(単位幅当り)

q : 死荷重 (単位幅当り)

θ : 桁の回転角

(2) 延長床版部断面力の照査

延長床版部において橋台より土工部側に位置する部分は、底版に面支持されており、弾性床上の版構造として考えることができる。従って、延長床版を路盤で支持されたコンクリート舗装版と同等と考え、舗装設計施工指針を準用しコンクリート舗装の断面力を用いて設計を行う。

(3) 底版部断面力の照査

路盤上に設置する底版は、踏掛け版を兼用するか否かで検討方法が異なる。新設橋および沈下が収束していない既設橋においては、基本的に踏掛け版と底版を兼用させるため、踏掛け版の設計⁴⁾に準じて検討を行う。また、沈下が収束している既設橋においては、すべり版としての機能を主として考慮し、延長床版および伸縮装置より分散された活荷重等の影響に対して安全であるような最小版厚および最小鉄筋量を検討する。

(4) 橋梁床版との接合部の照査

橋梁床版との接合部は、曲げモーメントを発生させないようにヒンジ構造としている。常時およびレベル1地震時には、応力が円滑に伝達でき、レベル2地震時には橋梁本体に致命的な損傷を与えないように検討する。例えば、図-5に示すように接合部をメナーゼ構造とし、レベル1地震時にはメナーゼ鉄筋の発生応力を許容値以下になるようにし、レベル2地震時にはメナーゼ鉄筋が降伏するような鉄筋量としている。

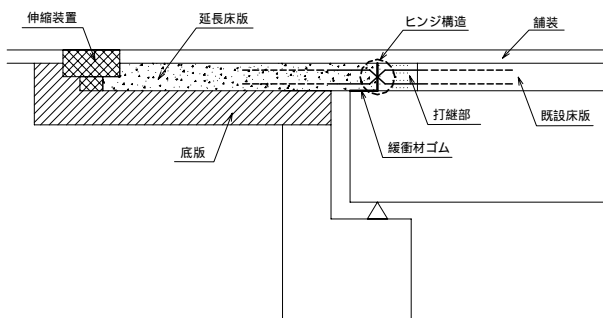


図-5 連結部の構造例

ジョイントの種類	適用伸縮量(mm)									
	20 (±0)	40 (±20)(±30)	60 (±40)	80 (±50)	100 (±60)	120 (±70)	140
埋設ジョイント	←→									
突合せジョイント	←→	←→								
ゴムジョイント	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→			
鋼製フィンガー ジョイント	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→	←→

(*)NEXCO3社，設計要領二集より

図-6 各種伸縮装置の伸縮量の範囲

(5) 伸縮装置の検討

延長床版システムは、橋梁桁端の遊間部にあった伸縮装置を土工部に移設する構造形式であることから、適用可能な設計伸縮量は従来と同等であると考え、その範囲を図-6に示す。

4. 延長床版システムの効果

(1) 調査目的

郡山市あさか野バイパスの針生高架橋において、延長床版システムプレキャスト工法により施工されたA1・A2橋台と従来使用されているモジュール型ジョイントが設置されているP6・P12橋脚の騒音・振動調査を行った。調査目的は、橋台部と橋脚部の騒音・振動特性を確認し、延長床版システムの騒音・振動に対する低減効果を把握することであり、以下に工事概要を示す。

【工事概要】(工事箇所を図-6に示す)

工事名：針生地区床版工事

路線名：一般国道4号あさか野バイパス

工事箇所：福島県郡山市大槻町字針生北

施工時期：平成18年12月



図-6 工事箇所概略図

(2) 調査概要

a) 調査日および気象状況

調査日：平成 20 年 4 月 25 日～26 日

表-1 調査日の気象状況（郡山地域気象観測所）

日時	気温（℃）	風速（m/s）	風向
2008.4.25 18:00	10.2	5	北西
2008.4.25 23:00	6.8	3	北北西
2008.4.26 4:00	5.6	1	北北東

b) 橋梁形式

橋長：886m（6+6+5 径間）

上部工形式：連続鋼箱桁橋

下部工形式：橋台 逆 T 式橋台
橋脚 ラーメン式・壁式

(3) 調査方法および調査項目

騒音測定は、JIS Z 8731-1999 に定める「環境騒音の表示・測定方法」、振動測定は、JIS Z 8735-1981 に定める「振動レベル測定方法」に準拠して行った。また、調査項目は、騒音・振動および道路交通状況（ビデオ観測）であり、項目毎の測定点について表-2 に示す。

表-2 調査項目

	騒音測定	振動測定	交通状況（ビデオ観測）
A 1 橋台と官民境界	4 点	2 点	1 箇所
A 2 橋台と官民境界	4 点	2 点	1 箇所
P 6 橋脚と官民境界	3 点	2 点	1 箇所
P 12 橋脚と官民境界	3 点	2 点	1 箇所
計	14 点	8 点	4 箇所

(4) 調査結果

主な騒音・振動調査結果について報告する。

a) 騒音の調査結果

大型車通過時の延長床版伸縮装置と橋脚部モジュラー型ジョイントから発生する音についてそれぞれ壁高欄上で測定した結果を表-3 に示す。延長床版伸縮装置と橋脚部モジュラー型ジョイント音の差は、0.2dB であり、騒音レベルは、ほぼ同じであった。

また、1/1 オクターブバンドでの周波数分析結果についても両者の結果はほぼ同じであった。次に延長床版を行った橋台部付近および橋脚付近それぞれの官民境界で大型単独車 25 台の騒音レベル平均値を表-4 に示す。両者を比較すると延長床版の橋台部が平均で 1.4dB 小さく、橋台と橋脚の構造物の違いによる影響や距離の違いを考慮して予測計算を行うと延長床版の橋台部が橋脚部より 2.0～5.6dB 小さくなることが推定できた。騒音の測定状況を写真 1, 2 に示す。

表-3 壁高欄上のジョイント音

	A 1 側伸縮装置	A 2 側伸縮装置	P 6 橋脚	P 1 2 橋脚
騒音レベル (dB)	90.2	87.8	90.1	87.4
平均値 (dB)	89.0		88.8	

表-4 橋台・橋脚付近の官民境界での測定結果

	A 2 橋台付近	P 6 橋脚付近	P 1 2 橋脚付近
騒音レベル (dB)	65.6	66.7	67.3
平均値 (dB)	65.6	67.0	



写真-1 騒音測定状況（壁高欄上）



写真-2 騒音測定状況（官民境界）

b) 振動の調査結果

延長床版伸縮装置と橋脚部モジュラー型ジョイントにおける振動を壁高欄下部で測定し、その結果を表-5に示す。延長床版伸縮装置部が橋脚部モジュラー型ジョイントより平均で9.5dB小さかった。また、橋台および橋脚部の振動について、橋台部は遊間部箱桁中央部橋台上、橋脚部は箱桁中央部橋脚上の位置にて測定を行った。その結果は、表-6に示す通り、延長床版を採用した橋台部が橋脚部より平均で13.2dB小さかった。

また、両測定において周波数分析を行ったが、いずれも31.5Hz～50Hzを除く周波数帯域において延長床版を行った橋台部周辺がかなり小さい振動レベルであった。振動の測定状況を写真3、4に示す。

表-5 振動の調査結果（伸縮装置部）

	A1 橋脚	A2 橋台	P6 橋脚	P12 橋脚
壁高欄下部の振動レベル (dB)	67.3	63.8	75.2	74.9
平均値 (dB)	65.6		75.1	

表-6 振動の調査結果（橋台部，橋脚部）

	A1 橋台	A2 橋台	P6 橋脚	P12 橋脚
壁高欄下部の振動レベル (dB)	43.9	41.2	55.7	55.9
平均値 (dB)	42.6		55.8	



写真-3 振動測定箇所（橋台部）



写真-4 振動測定箇所（橋脚部）

5.まとめ

本文は、延長床版システムプレキャスト工法の設計法に基づいて施工された高架橋で、延長床版システムプレキャスト工法の効果の検証について報告した。施工後およそ1年4ヶ月での調査で、延長床版システムを採用した橋台部付近が橋脚部付近に比べ、交通騒音・振動レベルとも小さく、延長床版システムプレキャスト工法の機能・効果が確認された。

今後は、経年変化に伴う舗装や伸縮装置の劣化からA1・A2橋台部付近における交通騒音・振動の変化について追跡調査を行うとともに延長床版の挙動や耐久性についても確認していくことが重要であると考えられる。

参考文献

- 1)土木学会：2006年次講演会「延長床版システムの性能照査に関する検討（塩畑ら）」
- 2)土木学会：2006年土木学会論文集F「RCプレキャスト版舗装による空港誘導路の急速補修（八谷ら）」
- 3)土木学会：2002年次講演会「鋼単純桁橋における伸縮装置部段差が橋梁主構造及び車両に与える影響確認実験（新井ら）」
- 4)NEXCO：設計要領第二集橋梁建設編