

延長床版の摩擦抵抗による桁伸縮挙動への影響について

(株)フジエンジニアリング 正会員 讃岐 康博, 日本道路公団 関西支社 非会員 木原 通太郎
日本道路公団神戸管理事務所 非会員 北村 暢彦, (株)フジエンジニアリング 正会員 元井 邦彦

1. はじめに

近年、橋台部における桁端漏水対策としてだけでなく、道路交通振動や騒音低減などの環境改善を目的として、延長床版化が採用されるようになってきた。しかし、延長床版の設計および施工法については、未だ確立されていない部分もあり、最適かつ効率的な構造・施工法について模索段階であるといえる。延長床版化による橋梁への影響の一つとして、延長床版と底版との摩擦抵抗による桁の温度伸縮挙動の阻害が挙げられるが、延長床版の現物などで摩擦係数が測定された事例はなく、設計では仮定値 ($\mu = 0.4 \sim 1.0$ 程度) が用いられている。また、施工法は大きく分けて延長床版や底版を現場打ちとする方法と RC プレキャスト版とする方法が採用されている。平成 16 年度に日本道路公団 関西支社管内(以下 JH という)において、環境改善を主目的とし、延長床版、底版ともに RC プレキャスト版を採用した延長床版化が実施された。これに伴い実橋では、延長床版化前に桁温度伸縮挙動や作用水平力の測定、RC プレキャスト版製作時には現物による延長床版と底版の性能・摩擦係数試験、施工後には桁温度伸縮挙動に合わせた延長床版内部の軸応力測定などを実施した。本稿は、これらの測定により得られた知見のうち、延長床版と底版の摩擦係数試験、施工後における桁温度伸縮挙動を整理し、今後の設計への基礎資料に資するため報告するものである。

2. 延長床版工法の概要と研究経緯

延長床版工法は、図 1 に示すように既設の床版を延長し、既設ジョイントを 2~10m 程度土工部側に移設するもので、JH ではこれまで 10 箇所程度の施工例がある。当初の延長床版工法は、ジョイント部から漏水対策を目的としたもので、その施工延長は 2~5m 程度と短かった。最近では、ジョイント通過時の衝撃エネルギーを橋梁部に入力させず、質量の大きい土工部で減衰させるという環境対策を兼ねて実施されるようになり、大型車両のばね下振動が減衰する時間を基に、施工延長は 10m 程度と長大化する傾向である。平成 10 年以降、JH では伸縮桁長 18~77m 程度の鉸桁橋において延長床版を実施し、地盤振動、低周波音などを低減させ高い環境改善効果^{1,2}を挙げている。一方、延長床版、底版ともに現場打ちで、滑り層として砂層とステンレス版を用いた従来の構造では、延長床版内部の温度応力の蓄積や、延長床版施工後の温度伸縮量が設計値の約 25% 以下となっており、桁の伸縮挙動が阻害されていることも懸念されている。今回、延長床版および底版ともに RC プレキャスト版を用い、10 径間連続の RC 中空床版橋へ初めて適用するに当たり、滑り層の必要性を確認するための各種試験を実施した。

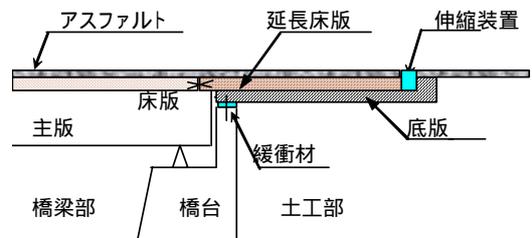


図1 延長床版工法の概念図

3. 延長床版の摩擦係数と桁伸縮挙動への影響

プレキャスト版製作時において図 2 に示すように、延長床版と底版とを滑り層を挿入しないで直接重ね、油圧ジャッキにより延長床版を滑動させ摩擦係数を測定した。延長床版と底版面の摩擦係数 μ は図 3 に示すように、静摩擦係数 0.95 (動摩擦係数で 0.84) と、設計上の静摩擦係数 1 を満足するものであった。ただし、縦断勾配を変化させた試験では、底版の高さ調整治具が 3 点支持のため、版のたわみ変形の影響で上り下り勾配に関係なく摩擦係数は増加する傾向にあり、設計値を超えるケースも見られた。このため、実際の施工では、版のたわみ変形をできるだけ小さくなるように、底版の据付誤差は 3~6mm 以内とするよう高さ管理を徹底させるとともに、上り線では、延長床版と底版と間にステンレス版による滑り層を設けて施工し、滑り層の有無による伸縮挙動の違いを実橋にて確認した。

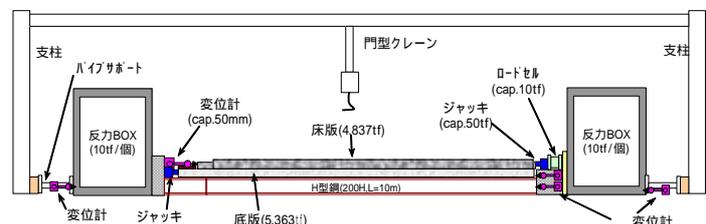


図2 摩擦係数確認試験概要

プレキャスト版製作時において図 2 に示すように、延長床版と底版とを滑り層を挿入しないで直接重ね、油圧ジャッキにより延長床版を滑動させ摩擦係数を測定した。延長床版と底版面の摩擦係数 μ は図 3 に示すように、静摩擦係数 0.95 (動摩擦係数で 0.84) と、設計上の静摩擦係数 1 を満足するものであった。ただし、縦断勾配を変化させた試験では、底版の高さ調整治具が 3 点支持のため、版のたわみ変形の影響で上り下り勾配に関係なく摩擦係数は増加する傾向にあり、設計値を超えるケースも見られた。このため、実際の施工では、版のたわみ変形をできるだけ小さくなるように、底版の据付誤差は 3~6mm 以内とするよう高さ管理を徹底させるとともに、上り線では、延長床版と底版と間にステンレス版による滑り層を設けて施工し、滑り層の有無による伸縮挙動の違いを実橋にて確認した。

キーワード： 延長床版 RC プレキャスト版 摩擦抵抗 道路交通振動対策

連絡先： 〒 532-0002 大阪市淀川区東三国 5 丁目 5 番 28 号 TEL 06(6350)6132 FAX 06(6350)6140

延長床版工事前後の主版の伸縮挙動を、適当な48時間の連続データで比較したものを図4に示す。工事前の主版の伸縮挙動は図4左図に示すように、主版温度に対して0.4程度のタイムラグで追従していたが、延長床版工事後では摩擦抵抗によりさらに大きなタイムラグが認められた。滑り層を挿入しなかった下り線では、摩擦抵抗によるタイムラグ増加分による温度変化は1.7~1.9（2.2~2.3 - 0.4~0.5）、ステンレス版による滑り層を挿入した上り線では、0.6~0.8（1.2~1.1 - 0.4~0.5）程度で、これ以上の温度変化になると摩擦が切れ、正常に伸縮挙動（滑動）を示している。ここでは図示していないが、工事後1ヶ月間の継続観測から、温度較差最大10.4に対する両者の伸縮量を比較すると、前者は7.1~7.7mm（工事前の63%程度）、後者は8.1~8.3mm（工事前の70%程度）、とステンレス板を挿入した構造の方が滑り性能が良い結果となっている。しかし、滑り層を設けていない下り線における延長床版内の鉄筋の応力、すなわち摩擦が切れるまでに蓄積される応力は最大で12.8N/mm²程度と計測されており、許容応力度140kN/mm²に比べ非常に小さく、滑り層を挿入しない施工法でも、平坦な平面線形に適用する場合には、構造上の安全性に問題は無いといえる。

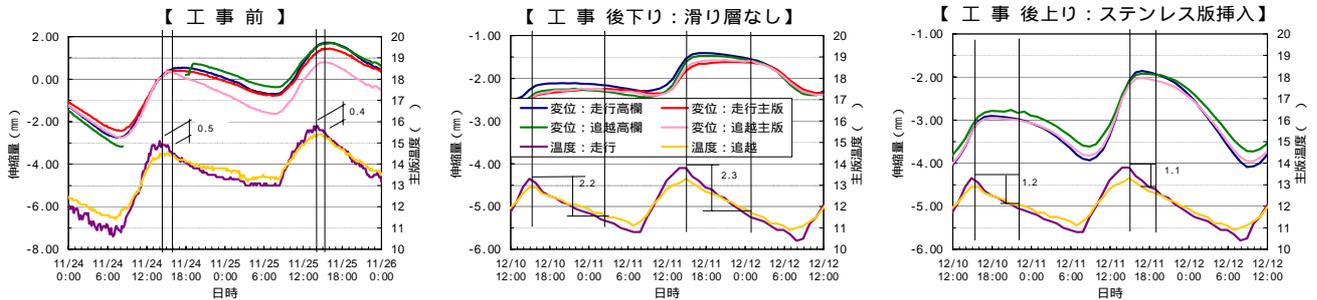


図4 工事前後における桁の温度伸縮挙動

4. 環境改善効果

図5は延長床版施工前後における対象橋台付近の鉛直振動レベルをまとめたもので、車両通過時のピーク振動レベルの頻度分布で比較している。なお、下り線（V-1Z）は車両の退出側に延長床版を施工しており、上り線（V-4Z）は車両の進入側に延長床版を施工している。車両の退出側では、52dB以上の頻度が低減するとともにピークレベルで2dBの低減効果を示している。また、進入側では退出側よりも効果は大きく、50dB以上の発生頻度が大きく低減するとともに、ピークレベルで3dBの低減効果を示している。

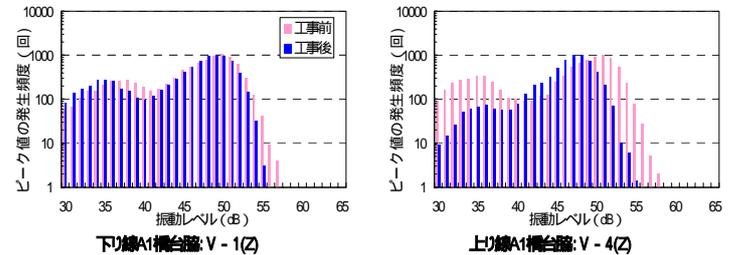


図5 延長床版による振動低減効果

4. まとめと今後の課題

延長床版部の滑り性能に関し、実験ヤードでの摩擦係数試験、および実橋での伸縮挙動計測、延長床版内の蓄積応力から検討したが、滑り層を設けない場合でも温度変化1.7~1.9で摩擦が切れるため、延長床版内の鉄筋応力は非常に小さく、温度伸縮に関する構造上の安全性は確保されているといえる。ただし、実測の静摩擦係数は0.95~1.080程度と、設計上の値1を超えているため、底版の据付精度が確保しにくい条件の場合には滑り層の挿入が望ましいといえる。さらに、振動調査から延長床版の主たる目的である環境対策工法としての妥当性も検証できた。今後の課題としては、年間を通じた長期的な温度伸縮挙動、異物混入などによる滑り機能低下の有無、既設床版と延長床版のヒンジ結合部での舗装割れの観察、縦横断勾配のきつい区間での設計法、2車線区間（今回は3車線区間）での施工法の検討などが考えられる。本報告が今後の延長床版における設計、施工の一助になれば幸いである。末筆とはなりませんが、本調査を実施するに当たり、多大なるご協力を頂いたフジタ道路㈱、三井住建道路㈱の関係各位の皆さまに心より感謝いたします。

¹ 讃岐康博, 梶川康男, 永井淳一, 浜博和: 延長床版工法による振動低減, 土木学会第52回年次学術講演会, -69, pp.138-139, 1998.

² 後藤由成・木原通太郎: 中国道 青葉台地区における延長床版工法環境保全対策, 第24回日本道路会議, A 環境, pp.102-103