報告

速硬性混和材を用いたコンクリートによる床版補修工事事例

柳田賢治*，近藤猛*，末宗信市*

*株式会社末宗組（〒879-1135 大分県宇佐市大字和気 1023）

国土交通省大分河川国道事務所発注の湯山橋床版補修外工事において，床版増厚工法にて補修・補強工事を行った．現場は，山間部の交通量が比較的多い国道を終日片側交互通行規制する必要があると共に，冬期の施工であった為，積雪や凍結も懸念された．本工事では当初、ＷＪ工法による床版ハツリを行い，速硬性混和材を用いたコンクリートにて床版増厚を行うものであったが，施工時に工期、WJ の濁水，橋梁の振動，平坦性の確保，ひび割れ，防水性といった課題が生じた．そこで，舗装構成の変更，材料の検討，施工方法の工夫による対策を講じ，平坦性等の課題解決を図った．

キーワード：補修・補強，床版増厚，速硬性混和材

1．はじめに

国道 210 号線湯山橋は，過年の橋梁定期点検より鉄筋のかぶり不足や床版品質の経年劣化によると思われるひび割れ・剥離・鉄筋露出や，通行車両の繰り返し載荷によると思われる床版ひびわれが格子状に発生し，ひび割れ幅が 0.2mm 以上あるものが目立ち角落ちも生じている．さらに，局部的ではあるものの橋面からの雨水の侵入によって遊離石灰の発生が確認されていた. このため，湯山橋床版補修外工事では床版増厚工法にて補修・補強工事を行った．現場は山間部の交通量が比較的多い国道での終日片側交互通行規制を必要とするため，速硬性混和材を用いたコンクリートにて床版増厚を行うものとなった．しかし，先行した工区での課題が確認されたことを受けて舗装構成の変更，材料の再検討，施工方法の工夫などの対策を講じて床版の補修･補強工事を実施した．

図-1　橋梁床版の劣化状況

２．湯山橋の概要

国道 210 号線湯山橋は国土交通省九州整備局大分河川国道事務所日田国道維持出張所が管理する 1971 年架設の橋梁で供用開始より約 45 年が経過しており，その形式は上部工が単純鋼非合成箱桁+単純鋼非合成鈑桁+単純鋼非合成箱桁構造，下部工が控え壁式橋台２基，T 型橋脚柱円型（RC 造）２基からなる．なお，本橋の交通量は，昼間 12 時間で約 8,600 台，12 時間大型車混入率で約 11.2%となっている．また，本橋は，大分県日田市天瀬町の山間部の積雪・凍結が懸念される場所に位置し，橋長 141m，幅員 9.7m で，その設計は昭和 39 年の道路橋示方書に基づいて建設されており，設計床版の厚さは 180 ㎜～190 ㎜と現在の道路橋示方書と比較して相対的に薄い床版厚となっている．

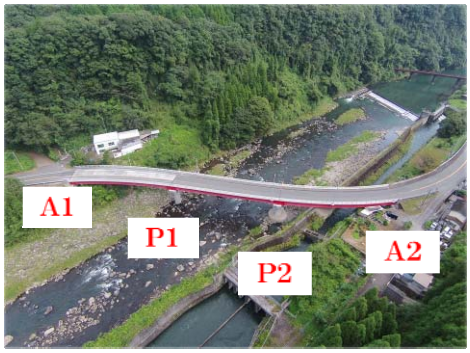

図-2　橋梁の工事区分

３．工事概要

湯山橋床版外工事では，橋長 L=141m で図-2 に示した

A1，P1，P2 及び A2 により上下線別に 6 スパンに分けて施工した．先行して実施した下り線の A1～P1（以下先行工事とする）では当初の予定通り，表-1 に示したベースコンクリートに対して速硬性混和材を用いたコンクリートによるコンクリート橋面舗装にて施工した．また，当初の断面構成を図-3 に示した．なお，これよりかぶり厚さは当初目標とした 50 ㎜を上回る 77 ㎜を確保した．

表-1　コンクリートの配合

	粗骨材寸法	目標スランプ	水セメント比	細骨材率	単位量(kg/m³)				
	(mm)	(cm)	(%)	(%)	水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
先行工事	20	12	48.5	43.9	171	368	762	979	4.05
実工事	20	12	49	45.8	173	353	801	969	3.53

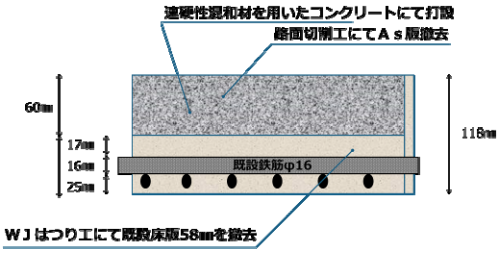

図-3　当初の断面構成

４．先行工事における課題と本工事での対策

先行工事では，終日片側通行規制による供用環境下にあるため，車輌通行時に発生する橋梁のゆれ及び振動の影響が大きいこと，橋梁の縦断・横断の勾配が 7%程度あったため，材料のダレなどが生じやすく，これらに加えて人力施工であったことなどよりコンクリート橋面舗装の平坦性確保が十分できなかった．また，強度発現前に振動の影響を受けたことによる図-4 に示したひび割れの発生も確認された．

図-4 コンクリート橋面舗装表面に発生したひび割れ

これらより，下記の項目を課題として対策の検討を進めた．なお，終日片側通行規制による供用環境下にあることによる車輌通行時に発生する橋梁のゆれ及び振動は，全面通行止めとすることができないことより，無くすことはできないため，他の対策を検討することとした．

4.1　簡易機械化施工の導入

人力打設及び仕上げでは締固めなどにばらつきが生ずるため，十分な平坦性の確保が難しいとの課題に対しては，簡易な機械化施工を検討することとした．ただし，一般的なコンクリート舗装の施工方法であるセットフォーム工法やスリップフォーム工法などの施工機械は，本橋梁の幅員が 6.95m と狭いことなどによりこれらの機械を導入できないことが判明した．このため，平坦性の確保を目的に，簡易フィニッシャーによる簡易機械化施工を実施した．簡易フィニッシャーは 3 種類の異なる長さの部材を組み合わせることにより幅員にあった配置が可能となること，エアーコンプレッサーによる振動により打設面全体に均一な締固めが期待できることより選定した．

4.2　配合及び養生方法の見直し

終日片側通行規制による供用しながらの施工であり，大型車両通過時の橋梁全体の振動の影響を受けて打設コンクリートダレが生ずるため，平坦性の確保が困難であり，かつ振動に伴い硬化後のコンクリート表面にひび割れが確認された．このため，コンクリートの配合をダレ防止目的として見直した．ベースコンクリートは 30-12-20N として，速硬性混和材の混合前の基準スランプを 15cm から 12 ㎝に変更した．また，供用に伴う振動に起因して生ずるひび割れ抑制を目的に，ポリプロピレン繊維を配合することとした．さらに，急激な乾燥を防ぐことを目的に散水養生と風の吹付け防止の為遮水シートを設置した．

4.3　ハツリ工程の見直し

先行工事では，ハツリ工程に時間を要したため約 1 か月の工期を要した．同工程で残りの 5 スパンを施工すると 5 か月を要することとなる．これより，当初の予定していた工期に対して数か月ほど足りなくなることが明らかとなった．

4.4　断面構成の見直し

最終的な平坦性と走行性を確保するためにコンクリート橋面舗装からアスファルト舗装に変更することとした．なお，変更に際して目標とした 50mmのかぶり厚さが確保されること，橋梁に対して死荷重増とならないこと及び薄層舗装でも耐久性が確保されることなどを考慮した．これらの課題への対策を講じて変更した断面構成を図-5 に示した．

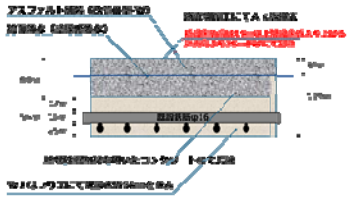

図-5　変更後の断面構成

５．施工上の留意点と工夫

施工上の留意点と工夫を以下に示す.

表-2　施工上の留意点と工夫

留意事項	工夫点
路面切削工	・切削時の既設舗装直下の露出鉄筋の巻き上げ防止 ・切削完了後の露出鉄筋箇所及び床版脆弱部のスケッチ及びマーキングによる確認
WJ ハツリ工	・スケッチ及びマーキングによる WJ ハツリ時の床版貫通防止 ・コリジョンジェットノズル使用によるハツリ厚の微調整実施と効率化
ｺﾝｸﾘｰﾄ打設工	・施工効率向上を目的とした速硬性混和材の添加 ・供用中の施工による初期ひび割れの発生抑制を目的としたポリプロピレン繊維の添加 ・コンクリート配合の見直しによるダレ防止 ・簡易機械化施工による効率化と出来形の向上 ・被膜養生・養生マットによる乾燥ひび割れの防止
橋面防水工	・施工期間の短縮を目的とした水分率管理 ・塗膜系防水材採用によるブリスタリングの発生抑制
ｱｽﾌｧﾙﾄ舗装工	・薄層舗装に伴う高耐久性を期待できる改質Ⅲ型-Wの採用.

5.1　路面切削工

施工前の橋梁定期点検結果より床版下面に鉄筋露出部が確認されていた．このため路面切削工では，切削時に鉄筋巻き上げに十分注意して実施した．切削完了後は鉄筋露出箇所及び床版の浮き・脆弱部について，発注者と確認・スケッチを実施し，その後の工程に備えた.

図-6　路面切削

5.2　ウォータジェットハツリ工

当該工事ではウォータージェットハツリ時の床版貫通に十分な注意をして施工した．具体的には，切削時のスケッチ図面に基づき現地にて浮き・脆弱部にマーキングを行い既設床版の弱点をオペレーターに示した上でハツリ工を実施している．又，コリジョンジェットノズルを使用することによりハツリ厚の微調整と効率化を実施できた．[1)]

図-7　ウォータージェットハツリ工

5.3　コンクリート打設工

コンクリート打設工では，効率化を目的に速硬性混和材の添加を実施した．添加量は 151 kg/m^3 とし，強度発現は 24 時間経過後で 40N/mm^2 であることを確認している．また，この際，打設継ぎ目が出来ないよう施工サイクルを見極め，アジテータ車の超過待機及び現場への供給不足が生じない用に手配した．供用中の施工に伴う初期ひび割れの抑制を目的としたたポリプロピレン繊維の投入は，事前確認によりアジテーター車を使用した 2 分間（2 回）の高速攪拌とした．打設は，極力手作業による仕上げを減らし，簡易フィニッシャーによる機械化施工を採用した．また，打設後はエチレン酢酸ビニル系エマルションで被膜養生を行い，硬化状況を確認した後，養生マットを布設し，急激な乾燥の防止及び散水養生マット下面への風が吹付けによる水分の逸散を防止の為、養生マットの上に重量のある遮水シート（防水シート）を敷きならべ乾燥ひび割れの防止を行った.

図-8　速硬性混和材を用いたコンクリート

図-9　フレッシュコンクリート

図-10　簡易フィニッシャーによる機械化施工

図-11　噴霧器による被膜養生材散布

図-12　遮水シートによる養生

図-13　硬化状況

5.4　橋面防水工

橋面防水工は塗膜系防水を用いた．施工はコンクリート打設後 2 日で実施した．この際，表面含水率が 6～7%であることを確認した．

図-14　塗膜防水工

5.5　アスファルト舗装工

既設の伸縮装置の高さと橋梁の死荷重増加より，舗装厚さを 35 ㎜と薄くする必要があったため，耐久性などを考慮して改質Ⅲ型-W のアスファルト舗装とした．[2)]

図-15　舗装工

６．施工結果と評価

検討課題に対する施工結果と評価を表-3 に示す．

表-3　施工結果と評価

検討課題	施工結果と評価
簡易機械化施工	簡易フィニッシャーにより、平坦性向上と施工時間の短縮が図れた．なお、施工は $2m^3$ を 25 分で行えた．
配合及び養生方法	振動・揺れによるひび割れをＰＰ繊維により低減した．スランプを 12 に落とすことで橋梁の揺れによるダレの防止が出来た． 養生マットの水分逸散防止の為遮水シートの設置
ハツリ工程	コリジョンジェットノズルで行い 50 日程度の短縮が行えた．※手作業が激減した．
断面構成	路面をコンクリートではなくＡｓに変更したことで平坦性の確保が行えた．1.7 ㎜の結果を得た（2.4 ㎜以内）

７．結論

本検討より得られた結果を下記に示す．

(1) 施工時の橋梁上の揺れは，供用している限り避けることは不可能であり，振動に起因すると思われるひび割れ対策を講ずることが必要となった．

(2) 先行工事で得た課題への対策は効果的であったことを確認した．

なお，本工事では，鉄筋かぶりの確保が可能となるため，一部区間を除き，当初設計のコンクリート橋面舗装からアスファルト舗装にして平坦性及び走行性を確保した．しかし，終日片側交互通行規制などの供用環境条件下で床版の鉄筋かぶりが確保できない場合では本対策が実施できない．このため，供用橋梁でコンクリート橋面舗装での平坦性確保は困難となることを確認した．

参考文献

1) 甲元克明ほか:ウォータージェットを用いた伸縮継手工事の低騒音工法の開発，土木学会第 66 回年次学術講演会，Ⅵ－384，pp767-768，2011

2) 田中大介ほか:高機能舗装の基層に使用する改質アスファルトの耐久性評価，土木学会第 65 回年次学術講演会，Ⅴ-069，pp137-138，2010

（2016 年 7 月 18 日受付）