

サンドウィッチ床版による既設床版取替え工法の施工管理について

Construction management for replacement of RC slab with sandwich slab

ショーボンド建設(株) 正員 ○野原 栄治(Eiji Nohara)
 北海道開発局札幌道路事務所 小林 将(Masaru Kobayashi)
 北海道開発局札幌道路事務所 鹿島 康一(Kouichi Kashima)

1. まえがき

近年、過酷な交通量により損傷を生じたRC床版に対する補修補強対策の最終的な手段として、床版の取替え工法が適用される場合が増加している。

床版取替え工法の適用に際しては、死荷重の増加を少なくすること、交通規制の日数の低減、損傷を生じた床版だけでなく、主桁の耐荷力を増加させること等が必要となる。また、都市部の橋梁においては、既設床版を撤去する際に発生する騒音対策にも配慮する必要がある。

一方、現場施工の省力化や品質の向上、工期短縮および建設コストの縮減等に対する要求から、ハーフプレハブ化した鋼コンクリート合成サンドウィッチ床版(以降、サンドウィッチ床版)が研究開発され、新設橋梁に対する施工事例について報告されてきている。

そのような中、一般国道36号に架かる豊平橋に対し、老朽化したRC床版を、サンドウィッチ床版で取替える工事が初めて施工された。

本報告は、既設橋梁に対してサンドウィッチ床版を採用した経緯、設計上の配慮について概説するとともに、床版施工に関する施工管理について述べるものである。

2. 橋梁概要

豊平橋は、札幌市の中心部に位置し、豊平川と国道36号線の交差部に架橋された昭和41年に竣工した橋梁である。橋梁の構造概要は以下のとおりであり、橋梁一般図を図-1、断面図を図-2に示す。

- ・橋 長: 132.2m
- ・幅 員: 27.8m
- ・上部工形式: 3径間連続非合成箱桁橋
- ・床版構造: RC床版(17cm)+上面増厚(12cm)
- ・床版補修履歴: 床版増厚工法(昭和55年)
床組の補強(昭和55年)

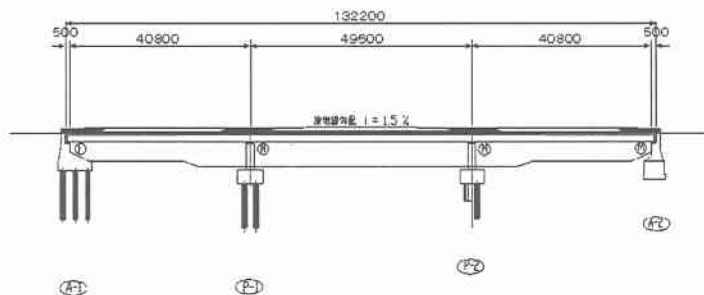


図-1 橋梁一般図

- ・設計荷重: TL-20(一等橋)
- ・交通量: 69,000台/日
(平成9年度交通センサス)

3. サンドウィッチ床版の選定理由と構造

3.1 選定理由

本橋の床版取替えについては、都市中心部での施工となること、現道を供用しながら車道拡幅をとまうこと等から、次のような制約条件があった。

- ①仮橋の設置はできないため、現道を供用しながらの分割施工となる。
- ②交通規制による交通渋滞をできるだけ生じないよう、現道の4車線確保が必要最低条件である。
- ③交通規制日数(右折禁止)を必要最低限に止める必要がある。
- ④既設床版撤去にともなう騒音の発生をできるだけ小さく(少なく)する必要がある。
- ⑤現況調査の結果、計算上、主桁の耐荷力がわずかに超過する箇所があり、主桁の耐荷力向上を図る必要がある。
- ⑥車道拡幅をとまうため、床版重量の軽減が必要となる。
- ⑦分割施工における部材間の連結構造が、交通確保の障害とならないこと、分割施工により撤去を要する継手部の処理コスト増を抑制すること、連結部の構造が確実であることが望まれた。
- ⑧全体を通しての施工費が経済的であること。

上記の施工条件を満足する構造形式として、近年、新設橋梁の床版に用いられているサンドウィッチ床版を、既設橋梁に適用することを試みた。

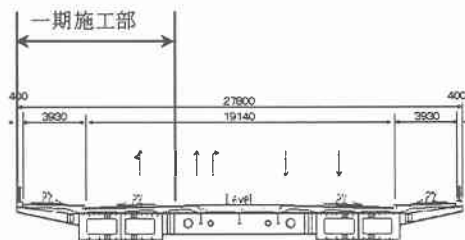


図-2 現況断面図

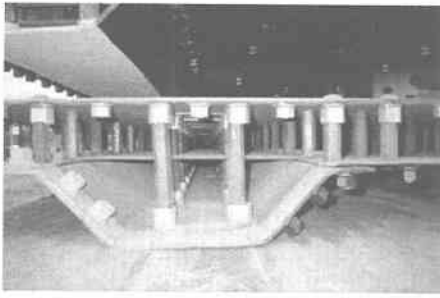


写真-1 ハンチ部の構造



写真-3 排水パイプ

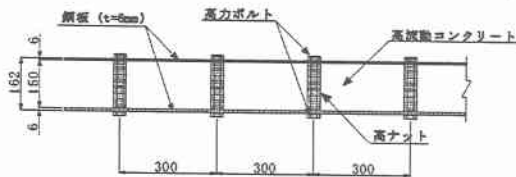


図-3 床版構造の概要

3. 2 構造概要および特徴

本床版の構造は、図-3に示すように、上下6mmの鋼板と高ナットおよび高力ボルトで構成される鋼殻を工場で製作し、現場で架設、主桁との連結を行った後、鋼殻内部に高流動コンクリートを打設するものである。

今回の豊平橋については、箱桁構造であること、既設橋梁であり上フランジに断面変化および主桁添接部があること、既設の床版厚が29cmであること等から、新設時に用いられている構造と若干異なる構造とした。

具体的には、以下に示すような工夫を行い既設橋梁に適用できるようにした。

- ①ハンチ構造を採用した(写真-1)。
- ②フィラープレートを用いた。
- ③添接部のボルト締付け作業を上面からできるように工夫した。
- ④スタッドによるずれ止めを併用した(写真-2)。
- ⑤垂直補剛材等によって、ボルト締付け作業ができなくなることを避けるよう、ボルト配置を計画した。
- ⑥箱桁直上に位置する床版防水層上の水抜きに際し、床版内部にパイプを挿入し排水できるよう工夫した(写真-3)。
- ⑦既設床版との一時的な接合が必要となる1期施工と3期施工との継手には、既設床版主鉄筋に添え筋を配置したラップ継ぎ手を採用し、3期施工の際の撤去が容易になるよう配慮した(写真-4)。

また、既設橋梁に本床版を適用した場合の効果として、

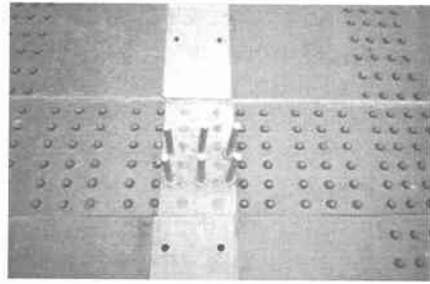


写真-2 主桁添接部のスタッド



写真-4 1期施工と3期施工の継手部

以下のようなことが挙げられる。

- ①現況の構造形式(非合成桁)を合成桁にできる。
- ②本橋は3径間連続箱桁橋であるが、本床版は上下に鋼板を配置しているため、コンクリートの打設順序に対する特別の配慮が不要である。
- ③鋼部材で構成されているため、分割施工への対応が容易である。
- ④部材相互の連結は、添接板と高力ボルトによる構造であるため、交通確保の支障とならず、供用中の施工に際しても信頼性も高い。
- ⑤床版死荷重の軽減が図られ耐震上有利であることに加え、合成桁にできる効果もあり、主桁の補強を必要としない。
- ⑥ハーフプレハブ部材であるため、品質の向上と施工性の向上が可能である。

4. 施工管理

4. 1 概要

今回の工事では1期施工として、本橋の下流側約10mを撤去し、サンドウィッチ床版で取り替えを行った。

以下、作業手順に従って、施工の概要および施工管理上の留意点について述べる。

4. 2 現地調査および工場製作

本橋は既設橋梁の補修工事という性格から現道との摺り合わせが問題となる可能性がある。このため、工場製作に先立ち、橋梁端部(伸縮装置付近)の床版厚さについて測量を行った。また、交通規制開始当初には実際に床版厚さを測定し確認している。

工場製作では、サンドウィッチ床版の鋼板の加工とボルトと鋼板の組み立て、および塗装を行う。サンドウィッチ床版は床版と桁、床版と床版の連結をすべて、高力ボルトで行うことから、高い製作精度が要求される。このことから、鋼板の加工にはレーザー切断を用いている。

また、サンドウィッチ床版では、現場でのコンクリート打設時のたわみを考慮し、製作時に床版にそりを与え

ているが、本橋の場合には、既設橋梁にサンドイッチ床版を適用するため、桁との連結部分にハンチ部材を設けている。このことから、現場にてコンクリートを充填したときのたわみの予測が困難であることから、事前に同型の床版を製作し、製作そりを決定した。

4. 3 既設床版撤去

上述のように、本橋は都市部に立地していることから、既設床版撤去に際しては、騒音の発生をできるだけ抑制することが必要であった。また、現況のRC床版は、床版厚が29cmと厚く、箱桁構造であることから、床版の撤去に際しては、通常のI桁での施工と比較して非常に困難な施工となることが懸念された。

そこで、既設床版の撤去に際しては、はつり作業を必要最低限に止め、既設床版にカッターを入れた後、写真-5に示すような無騒音で施工可能な装置を採用した。本装置は、切断された床版上に渡された鋼材に油圧ジャッキを取り付けたもので、床版をブロック状に無騒音で撤去できるものである。

主桁上、照明柱および3期施工分の床版等、はつり作業をやむを得ずともなう箇所以外では、本装置を用いることにより騒音低減に効果があつたものと考えている。



写真-5 ジャッキビームによる既設床版撤去

なお、本橋の施工に際しては、既設床版の撤去およびサンドイッチ床版の架設を並行して施工することによって、工期の更なる短縮を図った。

4. 4 床版架設

床版架設に先立ち、主桁（箱桁）上フランジの床版連結用のボルト孔の孔明けを施工している。上述のように、本橋では工期短縮の目的から1期施工区間全体の既設床版を撤去してから、サンドイッチ床版の架設を行うことは困難であるため、撤去と架設を並行して実施している。したがって、既設床版を部分的（半分程度）残した状態でサンドイッチ床版を架設し主桁との連結を行う必要があり、主桁の通りを確認し最初の架設時点で全長の床版設置位置を把握する必要があつた。

このため、歩道床版の撤去を先行させ、歩道床版撤去と同時に箱桁の一部を露出させて、削孔位置を決定している。これにより10mm程度の幅員方向のずれを確認し、調整することができた。

また、本橋は既設桁への適用であるため、主桁上フランジの断面変化への対応として、フィラープレートを用いて吸収する構造を採っている。主桁への孔明けに際しては、フィラープレートにあらかじめガイド孔を削孔し

たものを用いることによって、作業の効率を向上させる工夫を行った（写真-6）。



写真-6 フィラープレートを利用した主桁削孔

床版架設は河川敷からのトラッククレーン架設と、既設床版上からのラフタークレーンにより行い、仮止めボルトによる固定の後、床版と床版との連結、主桁との連結を行った。連結には、ボルト頭部にピンテールの付いた特殊高力ボルトを使用しトルク法で管理した。

構造概要で述べたように、床版相互の連結は、上面からの締付けができるように工夫したこと、垂直補剛材等の障害物をあらかじめ把握したことから、施工は比較的容易に実施することが可能であつた（写真-7）。



写真-7 上面からのボルト締付け

また、主桁添接部には、スタッドによるずれ止めを併用したため、床版下面鋼板に切欠き処置を講じている。高流動コンクリート打設時に切欠き部からの漏洩を防止する目的に切欠き部のシール処理を講じる必要があつた。このため、床版上鋼板にハンドホールを設けることによって、対応することとした。

以上のように、既設桁への適用に際しては、本橋が箱桁構造であることもあり、施工上の工夫を要したものの、設計時の配慮および施工時の工夫によって、課題を克服できたものと考えている（写真-8）。



写真-8 床版架設完了



写真-9 高流動コンクリート打設



写真-10 内部空隙の観察



写真-11 鉄球反発による判定

4. 5 高流動コンクリートの施工

高流動コンクリートの品質は、施工時の気温や湿度、運搬時間により変動する可能性が高いことから、打設前に計画の運搬経路で高流動コンクリートを運搬し、所定のフロー、空気量の確認、現場の木枠内に実際に打設してコンクリートのブリージング状態を確認し、実際の打設に備えた。高流動コンクリートの充填は床版上面に配置した、打設孔からポンプ車を使用し圧入する。打設は、打設箇所の低い方向から行い、確認孔やエア抜き孔からのコンクリートの流出を確認しながら施工し、同時にタタキ点検を行い充填作業を行った。また、打設孔、確認孔は高さ50cmのものを使用して、打設後も水頭圧を利用して確実な充填を心がけている（写真-9）。

しかしながら、サンドウィッチ床版は構造上、打設コンクリートの目視確認ができないことから、打設後の充填確認が問題となった。また、高流動コンクリートでも、乾燥収縮や内部エアにより施工後に上面鋼板との空隙、肌別れを生じることが考えられ、本橋でも、タタキ点検の結果、空隙が大小に関わらず存在することが明らかとなった。サンドウィッチ床版の場合には、上面鋼板と内部コンクリートの空隙については、肌別れ程度なら構造上問題ないとの報告はあるものの、肌別れと空隙との判別方法が確立されていないのが現状である。

本橋の充填確認に際しては、タタキ点検等でも判別が困難であることから、上面鋼板の数力所に25mm程度の穴を明け、内部の空隙の観察を行った（写真-10）。

その結果、目視では微細な隙間（0.5mm以下）が見られる程度であった。本手法では全体的な評価はできないことから、空隙と肌すきとの判別方法について、以下のような判定方法を試みた（写真-11）。

- ①鉄球の反発高さの差異による判定法
- ②シュミットハンマーによる判定法

①および②の判定方法は、平坦なコンクリート面に鋼板を配置したものと、実際の床版上面において顕著な差異を生じるかどうかについて比較した結果、いずれの方法においても、鋼板とコンクリートの付着の有無を判断できるにすぎなかった。

そこで、任意箇所の範囲においてエポキシ樹脂を注入し、注入量の測定を行い、空隙の厚みを逆算する方法を試みた（写真-12）。

その結果、空隙の厚みは0.8mmであった。ただし、逆



写真-12 注入による空隙確認

算に際しては、注入樹脂がオーバーフローした量や、注入機に残留した量を含んでいること、さらに注入圧により空隙が増加する影響を考慮していないことから、実際の空隙は、さらに小さいものと考えている。本手法は、数力所で実施したが、いずれも同様の結果であり、本橋の高流動コンクリートの充填は、十分になされていることが確認された。ただし、本方法による確認は、施工面積全体の把握ができないこと、空隙厚さの許容される範囲が明確でないこと等が課題として残され、今後、より合理的で簡便な確認手法の確立が急務であると考えている。

5. あとがき

本工事では、既設橋梁へのサンドウィッチ床版の適用事例としては、初めての施工であり、箱桁構造であることから、本文で述べたような種々の解決すべき課題を有していた。

これらの課題に対し、種々の設計および施工上の配慮や工夫を行うことによって、施工することができたと考えている。

高流動コンクリートの充填確認という点では、今後の課題があるものの、これについては、床版単体での評価のみならず、舗装の付着や、橋体として、床版上面鋼板とコンクリートの付着について、空隙がどのように関わっているのかを明確にする必要があると考えている。

サンドウィッチ床版は、軽量で高耐荷力であり、既設床版への適用についても有効な手段であると考えられる。

今後、上記課題を早期に克服し、より高品質で確実な施工を行えるよう実験による確認を実施するとともに、完成時の挙動についても検証していく予定である。