

# SNGE ジャーナル

( Shin Nippon Giken Engineering Co.,LTD )

発行 No.15

補修・補強の事例－7

## RC床版の取替え事例（櫛大橋）



 新日本技研株式会社

### 橋梁技術相談室の開設(橋に関するコンサルティング)

橋の技術に関することは、何でもご相談ください。きっとお役に立つ情報が得られることと思います。御気軽に、橋の設計や維持・管理などに関わる問題をお尋ねください。経験豊かな専門家が対応させていただきます。

なお、これについての費用は原則としていたしません。(詳細は裏表紙)



# 損傷・劣化した RC 床版の鋼床版への取替え事例 (一般国道53号 檜大橋)

## 要 旨

昭和41年に建設された一般国道53号の檜大橋は、竣工後27年を経過した平成5年、RC床版の劣化損傷対策として、ISパネル工法（別名：アンダーデッキパネル工法）<sup>1)</sup>による床版補強が行われた。しかし、その後14年余りの間にRC床版の劣化が進行し、コンクリートの瓦礫化や鉄筋腐食などによって床版の連続性が失われ、床版の剛性低下及び耐荷力不足を引き起こした。そのため、舗装・床版の補修工事を繰返し行う事態となり、橋梁の維持管理及び現道交通に対して大きな支障となっていた。

本文では、ISパネル工法により補強されたRC床版の再劣化原因を究明するとともに、B活荷重に対する主桁補強も兼ね、現道交通を確保しながら既設床版を鋼床版に取替えた対策事例を報告するものである。

キーワード：補修・補強設計、B活荷重、RC床版、鋼床版、分割施工

## 1. まえがき

近年、経済発展に伴う交通量の増大及び車両の大型化により、輪荷重を直接支える既設橋梁の床版は過酷な条件下にさらされている。過積載車両の走行及び繰返し荷重による疲労の影響は、コンクリート床版の劣化損傷を加速し、床版のひびわれ、鉄筋腐食、漏水、床版コンクリートの陥没・落下などを生じさせる。この結果、車両通行に支障をきたし、利用者及び第三者に被害をもたらす危険性を抱えている。

床版の損傷が比較的軽微で部分的な場合、ひび割れ注入、炭素繊維シート、鋼板の接着、部分打ち換えなどの対策が有効であるが、激しい損傷を受けている床版に対しては、長期的な効果が期待できない場合がある。この場合は、既設床版の取替えなどの対策が求められる。しかし、現行の設計基準を満足する床版取替えを行うためには、設計活荷重及び床版の増厚に伴う死荷重の増加、主桁の補強、施工時の交通規制、迂回路の確保など多くの課題があり、多大な費用を要する。

本橋は、これらの問題の解決を念頭に置き、損傷・劣化の著しい既設RC床版を含めた上部構造全体に対する適切な補修補強対応策を講じた。

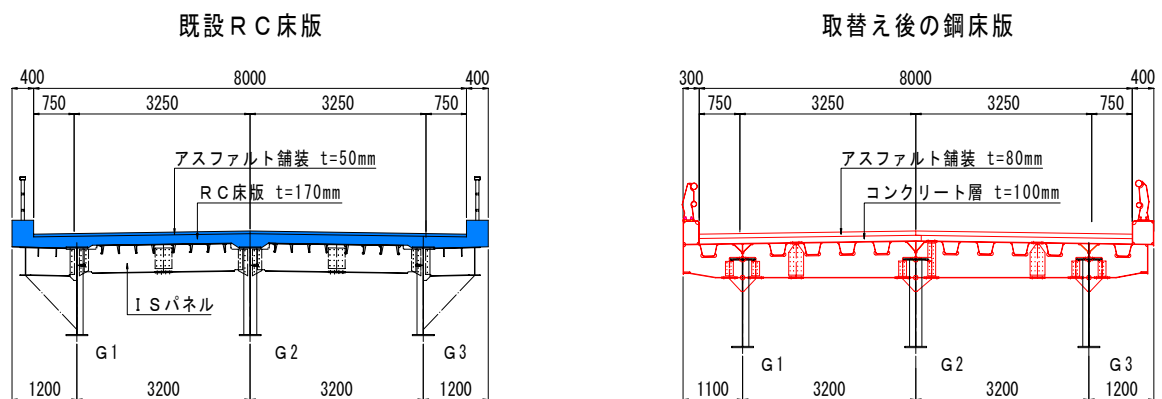


図-1 床版取替え概略図

## 2. 橋梁概要

櫛大橋は、岡山県津山市において一級河川加茂川を渡河する橋長 125.0mの道路橋である。建設当初は鋼3径間連続非合成板桁橋（図-2、既設橋）部分のみであったが、その後、終点側にPC単純プレテンT桁橋（L=12.5m）が建設され、下流側には歩道橋、上流側に拡幅橋が別橋として追加された。その概要を図-2、3に示す。

既設橋は、昭和 39 年鋼道路橋設計示方書に基づいて設計されており、設計活荷重は“TL-20”である。また、平成 5 年には、既設橋に対して I Sパネル工法によるRC床版の補強が施工された。

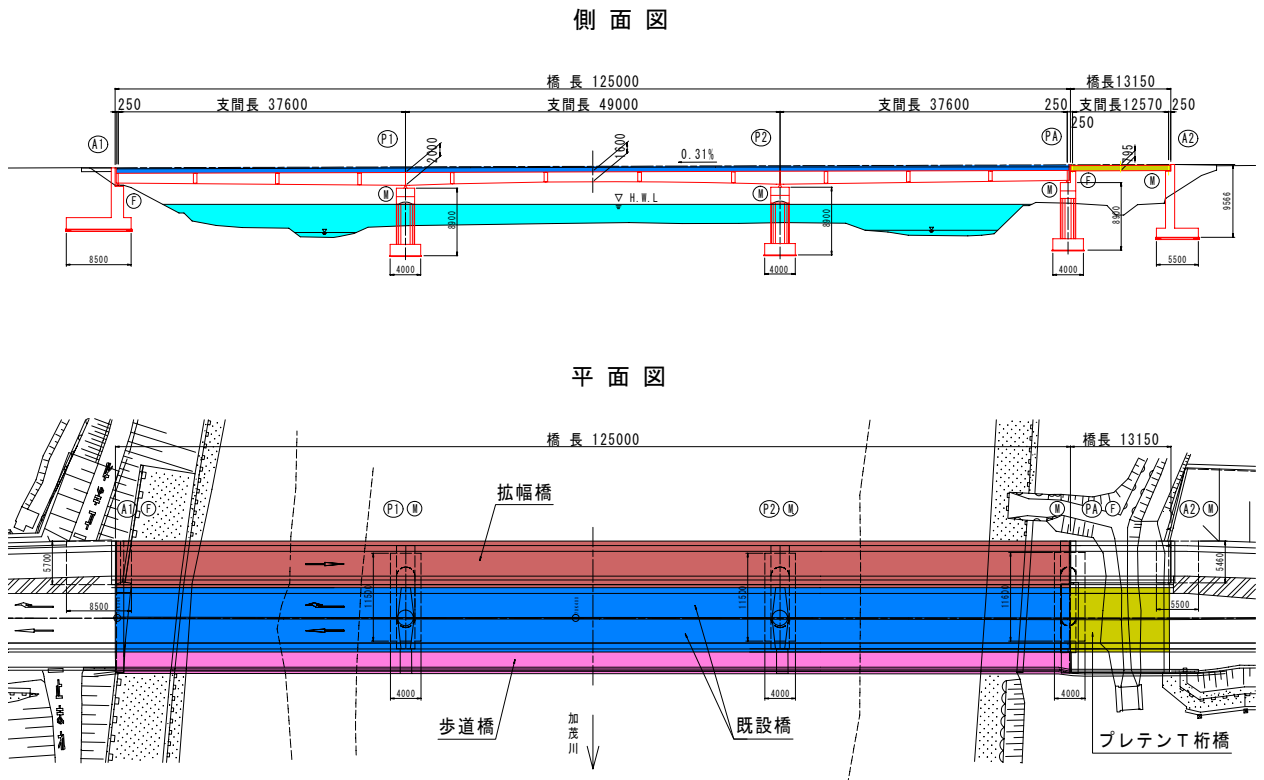


図-2 橋梁一般図

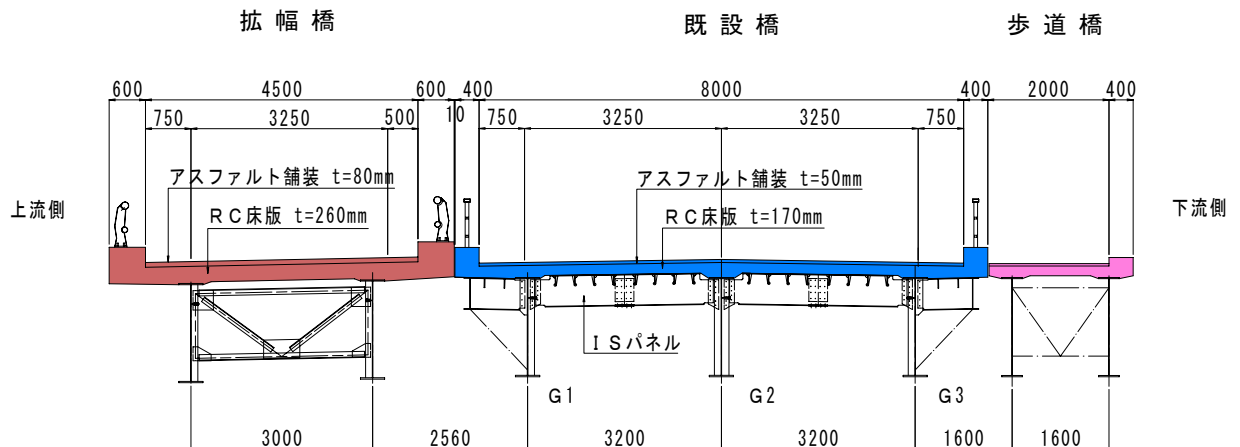


図-3 橋梁横断図（現況）

### 3. RC 床版の損傷状況と対応策

#### (1) 損傷状況

橋大橋RC床版の劣化損傷状況を把握するため、過去の点検結果及び補修記録を確認し、近接目視調査を行った。

本橋のRC床版は“昭和42年の道路局長通達”<sup>2)</sup>以前の設計であり、床版厚は薄く、主鉄筋に比べて配力鉄筋が極めて少ない。このため、交通量の増大と通行車両の大型化により損傷を生じやすい構造である。

RC床版の劣化損傷に伴い、写真-1、2に示すようにアスファルト舗装のひび割れ、ポットホールが多数見られ、一部の路面に白色のセメント成分が滲出していた。過去の補修履歴をみると、このような損傷は頻繁に発生しており、繰り返し補修工事が行われていた。

床版下面には、漏水、遊離石灰、鉄筋腐食による錆汁などが見られる。また、漏水によるISパネル及び主桁上フランジの鋼材腐食も多く発生している。

近年、本橋に対して行なわれた補修工事におけるアスファルト舗装撤去後のRC床版の状況を写真-3、4に示す。床版コンクリートの上面7~8cmは瓦礫化し、ISパネル上に滞水しており、鉄筋腐食による断面の減少が見られる。

コンクリート中に水分が滞留した状態で輪荷重の繰返し作用を受けると、コンクリートひび割れ面の磨耗が促進されると共に、ひび割れ内部の滞留水は高圧状態になり、コンクリート内のセメント成分が白色液状物として滲出する。これにより、RC床版が瓦礫化し、コンクリートと鉄筋との付着力は失われ、床版構造の連続性は喪失する。更にISパネルとの合成効果もなくなり、疲労耐荷力が著しく低下することにつながる。

#### (2) 対応策

本橋のような劣化損傷の著しい劣化期に相当する床版の対応策としては、補修、供用制限、取替えなどが考えられる<sup>3)</sup>。本橋の床版におい



写真-1 舗装路面の変状



写真-2 舗装路面のポットホール



写真-3 舗装撤去後の状況



写真-4 床版内の滞水状況

では、既に版としての連続性が失われた状態であり、部分的なコンクリート打替えを行ったとしても、新旧コンクリート部分が版として一体に働くような状態は期待できないため、再度同様な損傷を発生する可能性が高い。この点は近年頻繁に行われている補修状況からも明らかである。したがって、床版の安全性能、使用性能及び耐久性を全面的に回復するため、床版の取替えを提案した。

#### 4. 床版取替え工法

本橋床版の取替え工法選定においては、下記に配慮し、経済性のみならず構造的、施工性、工期、今後の維持管理などについて比較検討を行った。

- ・ 既設上下部構造への影響（補強の必要性の有無）
- ・ 路面高変更の影響（路面の高上げ量）
- ・ 施工時の現道交通及び河川への影響

各工法を比較検討した結果、主桁の補強及びB活荷重の対応も兼ね、既設RC床版及びISパネルを撤去し、鋼床版に取替えることとした（図-4）。

#### 5. 構造設計

本橋のRC床版を鋼床版に取替えるにあたり、以下の条件を満足する必要がある。

- ・ 3本の既設鋼主桁を活用すること。
- ・ 路面の高上げはプレテンT桁部にも対応可能なこと。
- ・ 施工中、取替え部も含め、常時上下線各1車線の交通を確保すること。

##### (1) 新設鋼床版の構造形式

路面の高上げは必要な最小量に抑えるため、鋼床版横リブの一部を切欠き、既設主桁腹板に現場溶接した仕口と連結する構造とした。これに伴い、鋼床版を取替えた後の路面高は、現況より222mm嵩上げすることとなった（図-5）。

デッキプレートは12mmの鋼板<sup>4)</sup>、縦リブにはU形鋼を採用した。

橋軸直角方向鋼床版のブロック割は、常時既設橋上に1車線の通行を確保するため、分割施工することを考えると、横断方向の分割位置は、中桁近傍位置に1箇所設ける必要がある。残りのブロック幅は、高床式セミトレーラ輸送を想定して2.5m以下となるように4ブロック分割とした（図-4）。

以下の理由により鋼床版上面にコンクリート層を設置することとした（図-6）。

- ・ 鋼床版の疲労損傷の要因であるデッキプレートの剛性不足を補い、応力集中を緩和する。
- ・ 冬季の路面凍結、夏季のアスファルト舗装の流動化の問題に対して有効である。
- ・ 工期短縮のため、デッキプレートの継手に高力ボルトを用いても、舗装に悪影響を及ぼさない。
- ・ RC床版と同様のアスファルト舗装が適用できる。

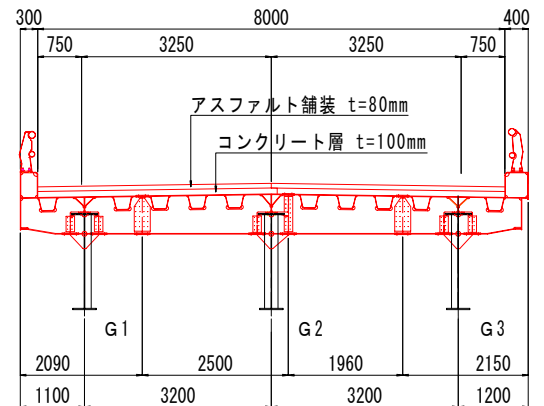


図-4 鋼床版への取替え

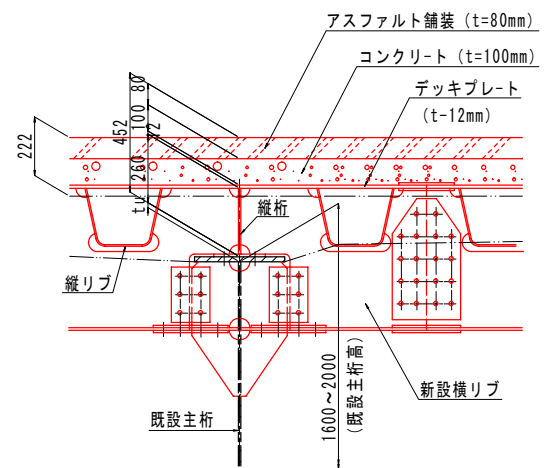


図-5 鋼床版構造

通常、死荷重の増加を極力抑えるため、鋼床版の疲労対策として耐摩耗性の高い鋼繊維コンクリートを用いていることが多い。本橋では、鋼床版に取替えることで軽量化が図れ、既設主桁断面は鋼床版によって補強されるため、コンクリート層設置に伴う死荷重の増加は主桁に対して応力上の問題とならない。また、普通コンクリートを使用しても要求性能とその耐久性が満足されると考える。この点に関しては、昭和63年に施工された国道9号田儀跨線橋の実例によって確認されている。

## (2) 鋼床版構造の設計

既設主桁に取付ける鋼床版の設計は、床組み作用及び床組みと主桁との合成作用を考慮した。

鋼床版への取替えは、交通の切り回しを伴う段階施工となるため、各施工段階において構造系（主桁の剛性）が異なり、各桁の荷重分担も変化する。したがって、主桁の最終的な応力度の算定は、各施工段階における断面力と応力度の変動を算定し、初期応力度から順次変動分を加算して行った。

各施工段階の荷重変動分及び構造系は、表-1のように整理される。各施工段階図を図-7に示す。

一連の解析、応力度照査を行った結果、鋼床版への取替えが完了すれば、B活荷重を載荷した状態においても主桁に生じる応力度は許容応力度以下に納まり、既設主桁の補強及び支承の取替えは必要ない。

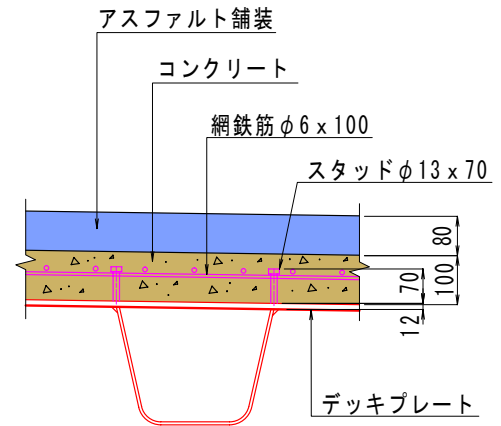


図-6 橋面構造詳細図

表-1 各施工段階の荷重と構造系

施工段階	死荷重	活荷重	格子構造系	
現状	アスファルト舗装t=50mm	TL-20	既設桁のみの剛性	
	RC床版t=170mm			
	既設鋼重(横桁、対傾構を除く)			
	ISパネル鋼重			
Step-1	仮設横桁の設置	TL-20 (下流側のみ)	既設桁のみの剛性	
	下流側地覆・防護柵撤去			
Step-2	中央部 仮設防護柵設置		TL-20 (下流側のみ)	既設桁のみの剛性
	上流側防護柵撤去			
	上流側舗装、床版、ISパネル撤去			
Step-3	上流側(G1~G2間)鋼床版取付け			TL-20 (下流側のみ)
	上流側鋼床版上コンクリート打設(t=100mm)			
	上流側アスファルト舗装(t=80mm)			
Step-4	中央部 仮設防護柵移設	TL-20 (下流側のみ)	既設桁+上流側鋼床版の剛性	
	下流側舗装、床版、ISパネル撤去			
Step-5	下流側(G2~G3間)鋼床版取付け		B活荷重 (上流側のみ)	
	下流側鋼床版上コンクリート打設(t=100mm)			
	下流側アスファルト舗装(t=80mm)、防護柵設置			
	中央部 仮設防護柵撤去			
STEP-6	仮設横桁の撤去	B活荷重		

## 6. 現道交通を確保した取替え計画

### (1) 基本施工計画

床版取替え時の施工条件として、工事期間中において常時2車線の通行を確保する必要があった。

現況の供用状態は、上流側の拡幅橋を下り線（1車線）とし、既設部を上り線（1車線）及び右折レーンとして利用されている。（図-2の平面図を参照）

施工時において、上流側の拡幅橋で常に1車線は確保できるが、もう1車線の確保においては、仮栈橋を設置するか、既設部RC床版の撤去と鋼床版の設置を分割施工とし、交通を切回しながら施工するかのいずれかとなる。

しかし、河川内に仮栈橋を設置した場合、起点側の交差点との関係から広範囲な借地が必要となり、前後道路の摺付けも困難となる。また、河川内工事は非出水期に限定されるため、工事工程も2ヶ年の非出水期にわたって施工することとなる。そのため、分割施工案に比べて工期が長く、工費も高くなる。したがって、床版の撤去・更新は2分割で段階施工する計画を採用した。

### (2) 施工手順

概略の施工手順を以下に示す。

#### <STEP-1>

- ・準備、上流側拡幅部と下流側歩道部の平面出来形を実測し、鋼床版の製作寸法を確認
- ・吊足場を設置し、仮設横桁の取付け
- ・既設主桁に鋼床版取付け用ピースを現場溶接にて取付け

#### <STEP-2>

- ・上流側（右折レーン）の交通規制
- ・上流側RC床版、ISパネルの撤去

#### <STEP-3>

- ・上流側（G1、G2桁上）に工場製作した鋼床版を取付け

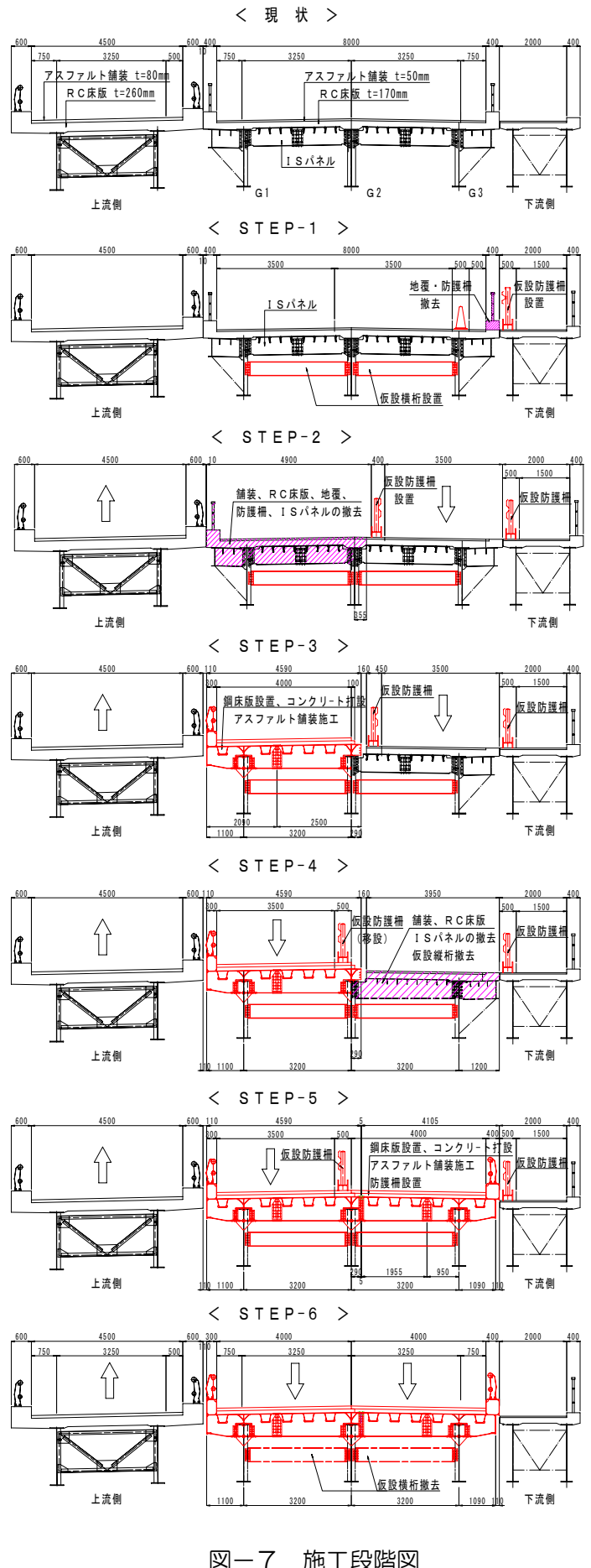


図-7 施工段階図

- ・上流側鋼床版上にコンクリート打設、アスファルト舗装敷設

#### <STEP-4>

- ・下流側車線を上流側に切回し、下流側を交通規制
- ・下流側RC床版、ISパネルの撤去

#### <STEP-5>

- ・下流側（G2～G3桁上）に工場製作した鋼床版を取付け
- ・下流側鋼床版上にコンクリート打設、アスファルト舗装敷設。

#### <STEP-6>

- ・仮設横桁の撤去
- ・既設鋼桁の塗装塗替え
- ・吊足場撤去、後片付け

## 7. あとがき

本橋の鋼床版への取替え工事は、平成21年に約1年の工期で行われた。既設RC床版の撤去及び新設鋼床版の架設、施工は前述のように2分割で行い、仮栈橋を設置することなく、現道交通を確保し、工期短縮及び総合的なコスト縮減などの社会的便益を図ることができた。

実際の分割施工及び交通切回しの様子を写真-5、完成後の鋼床版下面の様子を写真-6に示す。

本事例では、既設橋のRC床版の取替えに伴うB活荷重への対応、分割施工による現道交通の切回し計画などを報告した。今後の床版取替え計画に参考となれば幸いである。

## 参考文献

- 1) アンダーデッキパネルによるRC床版の補強（檜大橋）、橋梁と基礎 94-8、pp.111～112
- 2) 「鋼道路橋一方向鉄筋コンクリート床版の配力鉄筋設計要領」、昭和42年9月、道路局長通達。
- 3) 2007年制定「コンクリート標準示方書 維持管理編」、土木学会、pp.177～190
- 4) 「道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編」、平成14年3月、日本道路協会、pp.271～272

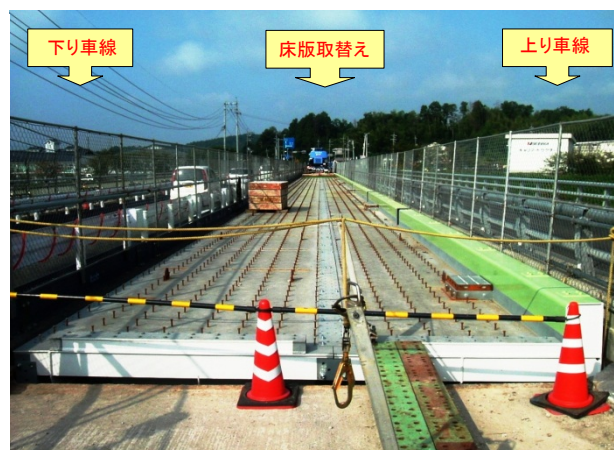


写真-5 分割施工状況



写真-6 完成後の鋼床版下面

## 橋梁技術相談室の開設

私たちは大小さまざまな橋を設計して42年、1000橋余りの鋼・PC・RC構造を手掛けました。この間、顧客の皆様のご要請により、橋に関するさまざまなご相談を受けてまいりましたが、の中には、橋の設計そのものから設計基準の背景や基準の意図するところの解釈、供用中の橋の損傷や事故の原因説明、施工の問題など橋に関するあらゆる問題が含まれております。

これらの実績を踏まえると共に、皆さんから長年に亘っていただいたご愛顧に幾分でもお答えするために、この度、**橋梁技術相談室**を開設して、顧客の皆様はじめ橋梁の建設や維持管理に関わる皆様方からの技術相談をお受けして、良質な橋梁の建設と供用中の橋の機能の維持・改善にご支援・ご協力をさせていただき、皆様のためにお役に立ちたいと考えました。

相談に関しては、前項の趣旨にかんがみ、基本的には、相談された方に負担をお願いすることはありません。また、内容によっては秘密を厳守し、相談担当が社内はもちろん、社外に漏らすことはいたしません。当社は企業理念にもありますように、絶対的中立性と秘密の保持などコンサルタントとしてのモラルを長年にわたり堅持してまいりました。これから一筋にこの道を邁進します。安心して当社の技術相談室をご利用くださることを願っております。

相談を希望する方は以下をご参照ください。

連絡先	新日本技研株式会社 本社・業務部 安藤業務課長 (k-ando@sngc.co.jp)				
	月曜日 - 金曜日 午前9時30分から午後5時まで。ただし、祝祭日は休み。				
	電話 03-3453-4321 Fax 03-3453-4325				
相談担当	当社・技術顧問	倉方慶夫	技術士	工学博士	橋梁業務経験45年

## SNGEジャーナル バックナンバー

No.01	...	パイルベント式橋脚の補強	補修・補強
No.02	...	縦置きI型鋼格子床版を有する10径間連続・活荷重合成・2主桁桁橋	新工法
No.03	...	縦置きI型鋼格子床版を有する少数主桁橋	新工法
No.04	...	ためき掘りによる杭基礎の補強	補修・補強
No.05	...	モルタル合成鋼管杭(鋼管ソイルセメント杭の同種杭)	新工法
No.06	...	エコロードにおける橋梁設計	設計例
No.07	...	PRC中空床版橋と鋼合成桁橋との複合橋梁	新工法
No.08	...	支間長国内一のバランススタイドア - 子橋の設計	設計例
No.09	...	省力化と工期短縮を図る鋼合成床版による床版打換	補修・補強
No.10	...	杭の地盤との相互作用を考慮した非線形動的解析による照査	補修・補強
No.11	...	PC3径間中央ヒンジラーメン橋のRCアーチによる補強	補修・補強
No.12	...	東北地方整備局で最大支間長の鋼床版箱桁橋	設計例
No.13	...	上部構造の連続化による落橋防止対策	補修・補強
NO.14	...	国立公園内の大規模橋梁計画と設計	設計例

SNGE ジャーナル 発行 No.15

補修・補強の事例 - 7

## 新日本技研株式会社

ホームページ <http://www.sngc.co.jp>

本社・東京支社	〒105-0014	東京都港区芝2-1-23	TEL.03-3453-4321	FAX.03-3453-4325
西部支社	〒733-0013	広島県広島市西区横川新町13-1	TEL.082-295-3181	FAX.082-295-3183
仙台支店	〒980-0811	宮城県仙台市青葉区一番町2-10-17	TEL.022-212-4870	FAX.022-212-4871
大阪支店	〒541-0046	大阪府大阪市中央区平野町2-1-2	TEL.06-4706-7001	FAX.06-4706-7011
福岡支店	〒812-0011	福岡市博多区博多駅前4-9-2	TEL.092-413-0912	FAX.092-413-0942
名古屋支店	〒450-0001	愛知県名古屋市中村区那古野1-38-1	TEL.052-587-2068	FAX.052-587-2069
盛岡事務所	〒020-0021	岩手県盛岡市中央通3-7-1	TEL.019-622-6521	FAX.019-622-6526
静岡事務所	〒411-0035	静岡県三島市大宮町1-9-32	TEL.055-983-4091	FAX.055-983-4090
岐阜事務所	〒509-0145	岐阜県各務原市鷺沼朝日町5-1-14	TEL.058-379-2768	FAX.058-379-2769
秋田営業所	〒010-0921	秋田県秋田市大町5-1-19	TEL.018-823-2781	FAX.018-823-2791
横浜営業所	〒231-0012	神奈川県横浜市中区相生町2-3-1	TEL.045-681-5420	FAX.045-681-5421
新潟営業所	〒950-0864	新潟県新潟市東区紫竹6-8-12	TEL.025-271-5988	FAX.025-271-5990
四国営業所	〒790-0806	愛媛県松山市緑町1-3-28	TEL.089-934-1136	FAX.089-934-1137