

FRP合成床版を用いた人力施工による 床版拡幅について

久保 圭吾

宮地エンジニアリング(株) 橋梁営業部FRP・保全開発グループ (〒103-0006東京都中央区日本橋富沢町9-19)

FRP合成床版は、耐久性に優れ、長支間床版にも適用できるが、鋼コンクリート合成床版などと比べ初期コストが高いことから、適用実績は少ない。しかしながら、耐食性に優れ塗装の塗り替えが不要となることから維持管理が容易であり、施工時のFRPパネルが軽量となることから、跨道橋や跨線橋などの一括架設、送り出し架設などの橋梁での適用が増加しつつある。ここでは、国道2号線菅公橋でFRP合成床版を人力施工した事例をもとに施工性について報告する。

キーワード FRP, 合成床版, 床版拡幅, 人力施工

1. はじめに

菅公橋は、図-1に示すように国道2号のJR塩屋駅東側の海岸線に位置しており、JR神戸線と交差する跨線橋である。本橋は、昭和6年に竣工し、供用後約80年経過しており、昭和53年にRC床版がI型鋼格子床版に取り替えられている。

本工事は、神戸市須磨～垂水区泉が丘1丁目の現況2車線を3車線化する事業の一環で橋梁部の拡幅を行うものであり、床版部の拡幅は既設部と同様にI型鋼格子床版で計画されていた。しかし、菅公橋は、JR・山陽電車に

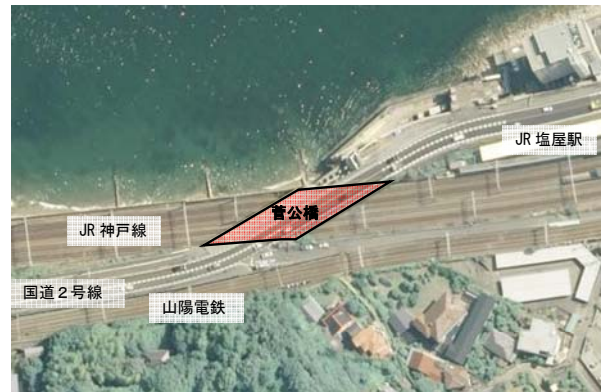


図-1 菅公橋の位置

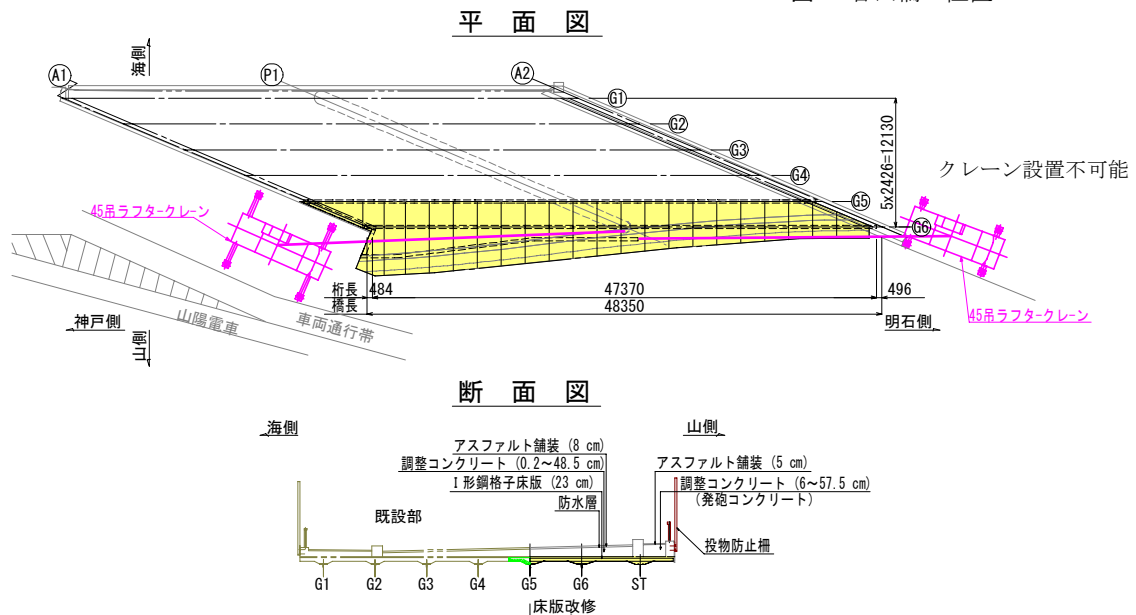


図-2 床版拡幅の範囲とI型鋼格子床版の架設計画

挟まれた狭隘なスペースでの施工であり、図-2に示すようにI型鋼格子床版のパネルを設置するためのクレーンが設置できないことから、施工方法の見直しが必要となった。また、本橋は、海から近く飛来塩分の影響により既設のI型鋼格子床版の底鋼板が腐食しており、維持管理の面でも課題となった。このような背景のもと、架設時の床版パネルが軽量で人力施工が可能となり、耐食性にも優れたFRP合成床版¹⁾が採用された。ここでは、FRP合成床版を人力施工した施工状況について報告する。

2. 床版形式の選定

本工事の床版形式は、既設床版に合わせるためI型鋼格子床版で計画されていた。既設床版は、昭和53年の床版取り替え時に、JR上での施工となることから急速施工が求められたこと、床版死荷重を増やさず耐久性が向上できることなどの理由により選定されたものと考えられることから、本施工においても同様の性能を確保する必要がある。また、既設のI型鋼格子床版は、飛来塩分の影響により、図-3に示すように底鋼板に腐食が生じており、腐食が進行すると錆片の落下が懸念されるだけでなく、検査路も設置されていないことから十分な点検が実施されず、コンクリート片の線路上への落下などによる重大事故にも繋がる可能性も考えられる。

このため、表-1に示すように、施工性のみならず、維持管理性についても比較検討を行った。この結果、当初計画されていたI型鋼格子床版と比較し、FRP合成床版は、床版パネル架設時の重量が軽く人力施工が可能となり、耐久性の向上、維持管理性の向上などが図れるこ

とが確認されたことから、本橋の床版形式として、FRP合成床版が採用された。

3. FRP合成床版の施工

(1) FRPパネルの配置

FRPパネルの配置は、人力施工とするため、1つのパネル重量が80kgを超えないように分割した。このときのFRPパネルはコンクリート打設時の型枠・支保工としての機能も確保する必要があることから、幅員方向には分割せずFRP材料の成形幅(600mm)とし、幅員が狭くなる部分については80kgを超えない範囲で複数枚を工場で組み合わせた。なお、桁端部については、形状が複雑となることから一般部と平行に配置し、主桁や端横桁で支持できない箇所に対しては、コンクリート打設時に橋台から支持することで対応した。このときのFRPパネルの配置を図-4に示す。

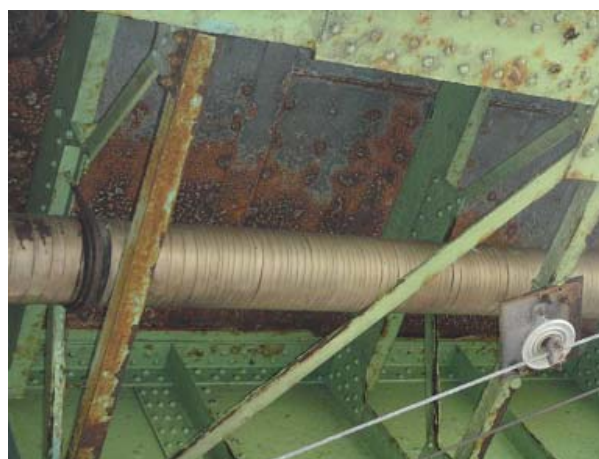
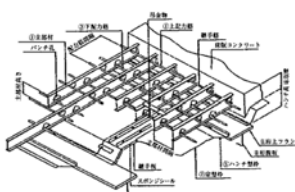
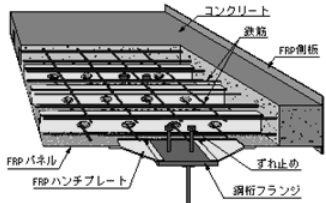


図-3 底鋼板の腐食状況

表-1 床版形式の比較

| | I型鋼格子床版 | FRP合成床版 |
|-------|--|--|
| 構造図 |  |  |
| 構造概要 | I型鋼を主部材とし、これに異形鉄筋を交差配置した鋼格子骨組みとコンクリートの合成床版で、コンクリート打設用の型枠として薄い亜鉛メッキ鋼板が取り付けられている。 | リブ付きで一体成形されたFRP材を支保工兼用の永久型枠として使用し、コンクリート硬化後はRCと合成して後死荷重・活荷重に抵抗する合成床版。 |
| 床版厚 | 230mm | 230mm |
| 床版死荷重 | 5.98 kN/m ² | 5.63 kN/m ² |
| パネル重量 | 85kg/m ² (鉄筋含) | 20kg/m ² (鉄筋除く) |
| 施工性 | クレーンを使用した夜間施工となり、作業時間が非常に短いことから、一日の施工量が極端に減少する。 | 屋間の手運び作業であるが、床版パネルを人が運べる重量にする必要があるため、通常の床版よりパネル数が多くなる。鉄筋がリブを貫通するため、設置毎に鉄筋を差し込む必要がある。 |
| 安全性 | 夜間のクレーン作業になるため、部材の取り扱いには細心の注意が必要となる。(上空の電線・第三者交通との接触) | 人力による運搬となるため、電線・第三者交通との接触の可能性は少ないが、運搬経路に注意が必要である。 |
| 耐久性 | 下側かぶり分を加えた厚さのRC床版と同程度の耐久性を有する。 | 移動繰り返し荷重に対して、RC床版の10倍以上の耐久性を有する。 |
| 維持管理性 | 底板がうすく、飛来塩分により腐食する場合がある。この場合、底板を撤去することで対応できるが、線路上であるため施工が困難。主部材のI型鋼が腐食した場合は、床版を全面的に取り換える必要がある。 | 耐水性、耐食性に優れており維持管理が容易となる。特に、塩分に対しては優れた耐食性を有する。コンクリートが破壊してもFRPが健全であるため、部分的な打ち換えて対応可能。 |
| 工程 | 作業可能日が、JR、山陽電鉄との協議に左右されるため、間延びした工程となる。 | 昼間作業のため、作業時間に制約はない。 |

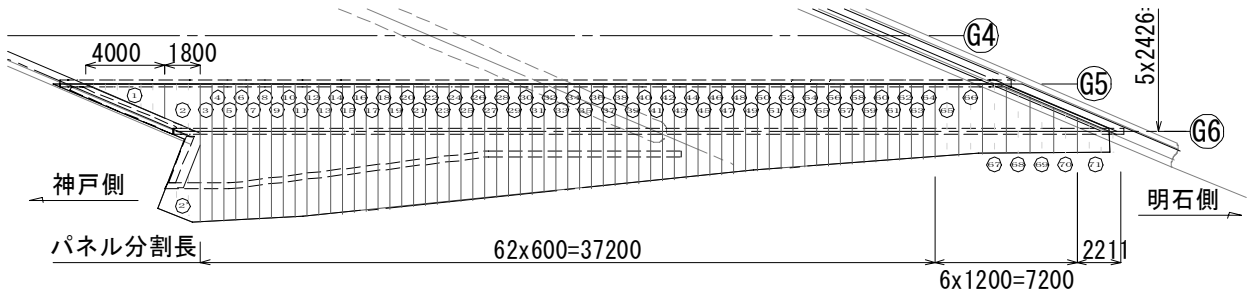


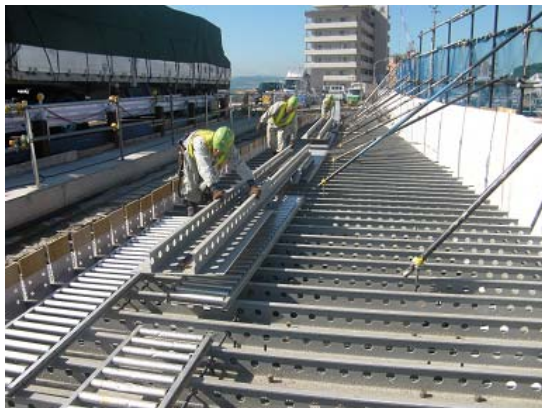
図-4 FRP 合成床版のパネル配置



①設置前の状況



②パネルの運搬



③パネルの運搬 (パネル上)



④パネルの架設



⑤下側鉄筋の配筋



⑥上側鉄筋 (床版下面)

図-5 施工段階毎の状況

(2) 施工手順

FRP 合成床版の新設床版への適用事例は 17 橋あるものの、床版取り替えに適用した事例としては、兎尻橋²⁾ (秋田県)、関門トンネル床版³⁾ (NEXCO 西日本) の 2 橋のみであり、床版の拡幅に適用するのは今回が初めてとなる。しかしながら、FRP 合成床版の施工に関しては、拡幅であっても、新設、取替えの場合と同様であり、図-5 に示す手順で施工を行った。ただし、通常の施工では、FRP リブを貫通する下側鉄筋を予め工場で配置するが、今回のような人力施工ではパネル幅が狭く、パネル毎に配力鉄筋を重ね継手とすることは困難となる。また、桁端部の床版はハンチ分打ち下ろすことから、ハンチ部での鉄筋の挿入が困難となることから、図-6 に示す配筋手順を作成することで、鉄筋を挿入できなくなることを防止した。

(3) 主桁上の構造

合成床版では、床版の高さ調整を行わないのが一般的であるが、床版取り替えの場合、既設床版を撤去しないと設置高さが決まらないことから、ハンチ高で調整する必要がある。このため、図-7 に示すように、床版パネル下面に配置した山形鋼により床版パネルを支持し、この山形鋼と FRP ハンチ板の間をボルトで支持する構造とすることで、ハンチ高さの調整を行う構造とした。

また、本橋の拡幅が、片持部の床版張出幅を長くする方法であるため、張出幅が、床版支間と比べ大きい傾向にある。このため、床版コンクリート硬化までの間に片

持ち部に荷重をかけた場合、既設床版側が浮き上がる恐れがある。したがって、施工時の安全性を確保するため、既設床版と接続する G5 桁上のスラブアンカーをスタッドボルトに変更し、これに押さえ金具を設置することで浮き上がり防止構造とした。

(4) 既設床版との接続構造

当初の既設床版との接続は、図-8(a)に示すように 1m 程度 I 型鋼格子床版のコンクリートをはつり出し、継手筋により接続する構造となっていた。しかしながら、この構造では配力鉄筋が配置された I 型鋼の間のコンクリートをはつり出す必要があり、非常に作業性が悪い上、この部分の底鋼板も撤去するため、別途、支保工・型枠が必要となる。このため、図-8(b)に示すように、上側継

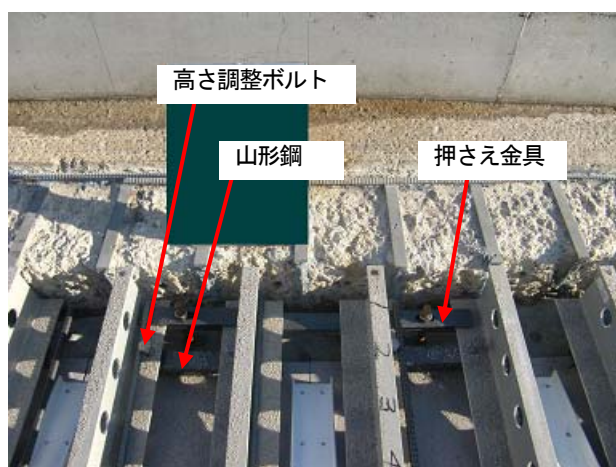


図-7 G5 主桁上の構造

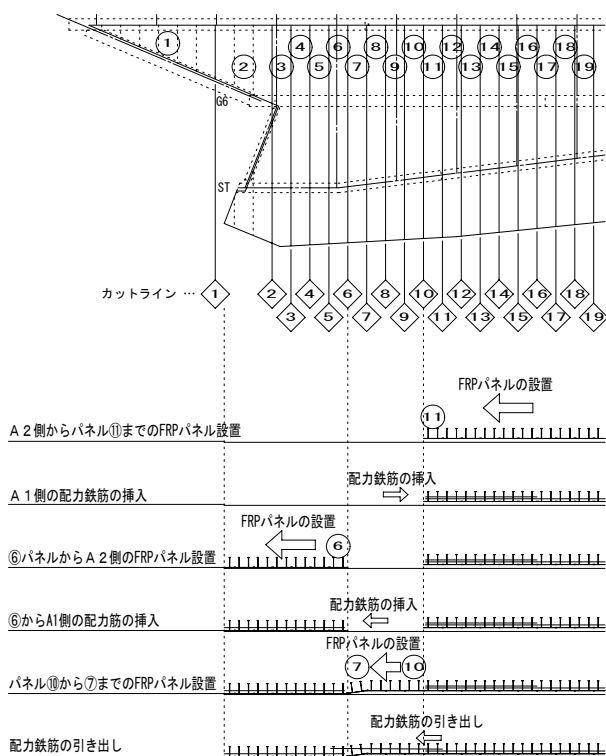
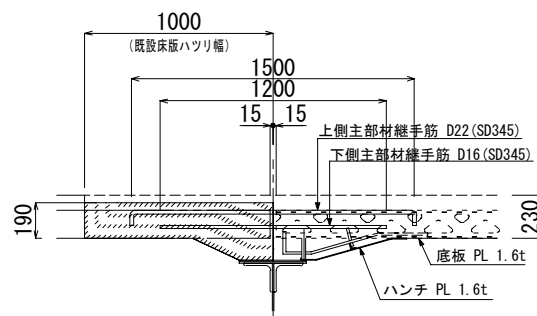
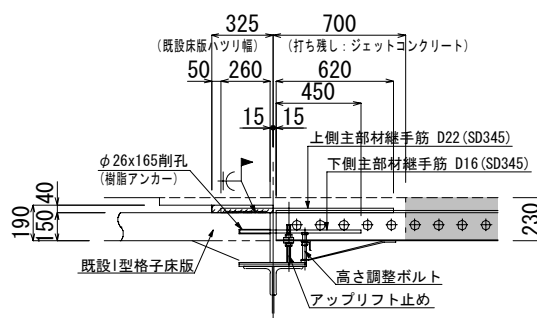


図-6 鉄筋の配置方法



(a) 当初計画



(b) 今回施工

図-8 G5 桁床版接続部の構造

表-2 FRP 合成床版の工程表

| | | 2014年 | | | | |
|------|-------------|-------|----|----|-----|-----|
| | | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 |
| 工場製作 | FRP材料成形 | ■ | ■ | | | |
| | FRPパネルの工場製作 | | ■ | ■ | | |
| | FRPパネルの輸送 | | | ■ | ■ | |
| 現場施工 | FRPパネル設置 | | | | ■ | |
| | 配筋 | | | | ■ | |
| | コンクリート打設 | | | | | ■ |
| | 既設接続部の配筋 | | | | | ■ |
| | 接続部コンクリート打設 | | | | | ■ |

手筋を既設 I 型鋼上面に溶接し、下側鉄筋を既設コンクリートに樹脂アンカーで接続する構造とすることで、既設コンクリートのはつり量を大幅に削減し、施工性の向上を図った。なお、既設床版の I 型鋼上のコンクリートは、40mm とうすく、ひび割れが生じる可能性があるため、溶接金網を配置し、既設床版上面に接着剤を塗布した。

接続部のコンクリートは、供用中の既設床版と一体化するため、走行車輛の振動により硬化中のコンクリートに悪影響を及ぼすことが懸念される。このため、拡幅部のコンクリートは 700mm 程度既設側を打ち残し、この部分をジェットコンクリートにより施工した。

(5) 施工工程

表-2 に、本工事の工程表を示す。FRP 合成床版のパネル設置は、パネル数が 72 枚と I 型鋼格子床版 (22 枚) の 3 倍以上となったが、昼間の人力施工としたことで、約 10 日で設置が完了した。

4. まとめ

FRP 合成床版は、RC 床版と比べ床版厚をうすくでき、I 型鋼格子床版より単位体積重量が小さいことから、床版死荷重を最軽量にすることが可能となる。このため、

床版の拡幅や取り替え工事に適用した場合、支持桁や下部構造への負担を最小限にする事が可能であり、床版の補修・補強に対して有効な床版構造といえる。

今回の施工を通して、FRP 合成床版を人力架設できることが確認でき、施工上の制約が厳しい場合での適用が可能となる。また、耐食性に優れる FRP 材で下面が覆われることから、コンクリート片の剥落がなく FRP 材が絶縁材料であることから、跨線橋への適用に適しているといえる。

今後は、FRP 合成床版の特性を生かした適用方法の検討を行い、実橋への適用を図っていく必要があると考えられる。

謝辞：本工事のFRP合成床版の計画・施工にあたり、ご指導いただいた、兵庫国道事務所、西日本旅客鉄道、大鉄工業の方々に、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 久保圭吾：FRP 合成床版，コンクリート工学，Vol.51，No.1，pp.108-114，2014.1
- 2) 久保圭吾，松田芳昭，山口雅弘：FRP 合成床版を用いた床版の打換え（兎尻橋），宮地技報，No.21，pp.14-17，2006.1
- 3) 久保圭吾，儀保陽子，木村光宏：関門トンネルにおける FRP 合成床版による床版打替え，宮地技報，No.26，pp.34-42，2012.11