

FRP を主材料とした床版が橋梁全体の工費に与える影響について

土木研究所 正会員 ○新井 恵一

土木研究所 正会員 村越 潤

土木研究所 正会員 大石 哲也

1. まえがき

繊維補強プラスチック（FRP）は、一般に、鋼やコンクリートと比較して軽量であり耐腐食性に優れた材料とされている。筆者らは、このような FRP の特徴を踏まえ、橋梁床版への適用可能性についての研究を進めている。FRP の床版への適用に関しては、国内では、例えば構造部材として断面算入される引抜成形材を施工時の型わくと兼ねた構造とすることで、床版の耐腐食性と施工の省力化を図った鉄筋コンクリートと FRP との合成床版¹⁾がすでに実用化されている。一方、海外では、型材をそのまま構造部材として用いることによって生じる施工の簡便さと耐腐食性向上を目的として施工した事例²⁾がある。本論文では、FRP の耐腐食性と軽量化を活かしつつ、橋梁床版への適用性に関する基礎検討として、FRP を主体とした床版（FRP 床版）を用いた場合の試設計を行い、建設コストの試算・分析を行った結果について述べる。

2. 費用算出の方法

FRP 床版と通常の RC 床版を有する鋼鈑桁橋の試設計を行い、床版を含む上下部構造全体のコスト比較を行った。

費用算出の対象とした橋梁の概要を図 - 1 及び表 - 1 に示す。ここでは、鋼橋のなかで一般的な鈑桁構造を対象とした。橋長及び幅員については、例えば単純橋や狭小幅員であると、全体の費用が小さいため床版構造の違いによる費用の変化が明確となりにくいことから、表 - 1 の規模とした。橋脚及び基礎については、既存の資料³⁾により一般的と考えられる規模と形式を想定した。

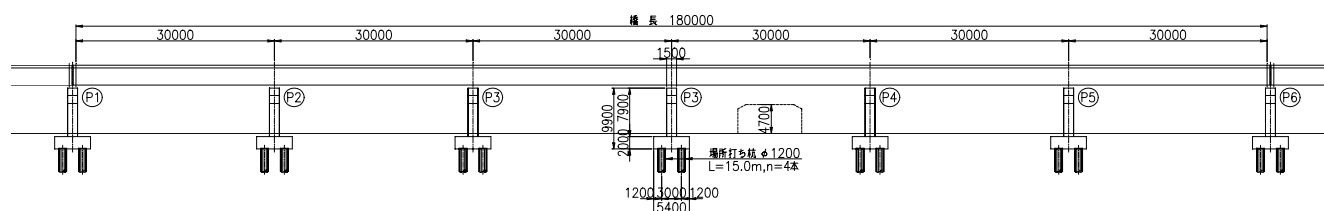
床版に使用する材料として想定した FRP の材料特性を表 - 2 に示す。ここでは、一般に安価である GFRP の引抜成形材を使用することとし、形状は、現地における施工性への配慮と型材同士の接着面を確保するために角型とし、引抜成形材の断面の最大寸法については、国内の FRP 材料メーカーへのヒアリングを踏まえ、製作性を考慮し 250mm を一辺の最大長とした。そのう

表-1 費用算出した橋梁の概要

構造形式	鋼 6 径間連続非合成鈑桁橋
橋長	180.0m
全幅員	10.7m
平面線形	曲率半径：∞
勾配	横断及び縦断勾配 0%



断面図



側面図

図 - 1 橋梁の概要

キーワード：FRP、床版、耐腐食性、初期コスト

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 電話番号：029-879-6793 FAX：029-879-6739

えで、道路橋示方書に示されている活荷重を満足する断面を算出し、初期コストを算出することとした。

FRP 床版の設計における前提として、形状については、図 - 2（図は 2 本分）に示す形状の引抜成形材を橋軸直角方向に並べるとともに、隣接する型材同士は接着剤により完全に一体化していると仮定した。施工性及びコスト面からは、現地におけるハンドリングや接着材の塗布などを考慮し個数を最少となるようにした上で、1 本あたりに必要な断面積を算出することで、床版のコストを算出することとした。1 本あたりの必要断面積の算出にあたっては、通常の床版断面が主鉄筋方向での照査により必要断面が決定することから同様とした。また、活荷重により上フランジに作用する局部的な応力やウェブの座屈についてはここでは考慮していない。図 - 2 に床版の断面、表 - 3 に 1 本あたりの断面諸量を示す。この断面については、曲げ及びせん断の各応力度でなく、道路橋示方書⁵⁾に示されているたわみの許容値により決定されている。

3．費用算出の結果

図 - 1 に示す橋梁へ、この床版を適用した場合と通常の RC 床版を適用した場合における橋梁全体の概算数量を表 - 4 に、初期コストを算出した結果を表 - 5 に示す。FRP 床版を適用することによって、上部構造としては、床版に用いた FRP の材料及び接着材の塗布にかかる費用により 5 % ほど増額となる結果となった。下部構造の費用は、主桁重量が減少し基礎の本数も減少することとなり費用は減少する。その結果、全体の初期コストでは、FRP 床版を用いた場合のほうが安価になった。しかし、両者の差は 10% 未満であり、上部構造及び下部構造の形式や規模等の前提条件が変化した場合についての結果が同様になるかどうかは、個別の検討が必要である。

4．おわりに

本検討により、鋼鈑桁形式において FRP 床版を適用した場合にも経済的になるケースがあることがわかった。しかし、床版は輪荷重を直接支持する構造であり、FRP 床版の適用を考えた場合、活荷重による局部的な応力集中に対する構造安定性や床版としての疲労耐久性、引抜材同士の接合方法、桁と床版の接合部構造等、解決しなければならない課題が多い。今後、FRP とコンクリートを合成させた床版も視野に入れながら、構造面から見た適用可能性を探っていく予定である。

参考文献：¹⁾ 望月ら：FRP 合成床版の実橋への適用例と疲労耐久性評価，土木学会第 1 回 FRP 橋梁に関するシンポジウム，pp65-72，2001.1，²⁾ 例えば，C. Patrick, et al: Compositely Acting FRP Deck and Girder System, pp71-75, Structural Engineering International, IABSE, 2002.2，³⁾ (社) 日本道路協会：道路橋年報（平成 5・6 年度版），1996.8，⁴⁾ 沖縄県土木建築部中部土木事務所、(財) 土木研究センター：伊計平良川線ロードパーク連絡歩道橋設計業務報告書，2000.3，⁵⁾ (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 鋼橋編，2002.3

表 - 2 用いた FRP の材料特性⁴⁾

材料		GFRP
単位体積重量		19 KN/m ³
設計基準強度	引張強さ	300 N/mm ²
	圧縮強さ	300 N/mm ²
	せん断強さ	50 N/mm ²
安全率		3.2

圧縮強さは引張強さと同等と仮定した。

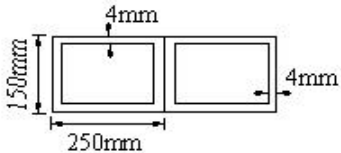


図 - 2 FRP 床版

表 - 3 FRP 床版断面諸量

断面積	31.36cm ²
断面二次モーメント	3121cm ⁴
断面係数	416cm ³

表 - 4 橋梁の概算数量

	RC 床版	FRP 床版
桁架設重量	3373KN	2680KN
床版重量	13155KN	510KN
橋脚コンクリート体積	1196m ³	876m ³
杭本数	42 本	28 本

表 - 5 初期コストの比較（百万円）

床版形式		RC 床版	FRP 床版	
上部工	工場製作		158	127
	桁架設工		69	56
	床版工	FRP 材料	-	83
		接着材塗布	-	31
		床版全体	66	125
	舗装工		10	10
	小 計		303	318
下部工		72	53	
基礎工	場所打ち杭	90	60	
合 計		465	431	

FRP 床版の費用はメーカーヒアリングをもとに算出