

縦置き 形鋼格子床版を有する合成桁の床版の打換え検討

新日本技研(株)・東京支社・設計部 正会員 小菅 匠 , 同・西部支社・設計部 非会員 村上 陽子
 同・西部支社・設計部 非会員 川平 英史 , 同・西部支社・設計部 正会員 高 龍

戦後復興期に過度に薄いRC床版を適用したため、車両の大型化と交通量の増大に伴い床版の損傷が多発した。この結果、鋼合成桁は合理的かつ経済的でありながら、床版の部分補修や片側交通開放下での床版の打換えが困難という理由で昭和40年代に建設が抑制された。近年、外ケーブル工法や軸力導入工法など応力調整による床版打換え工法¹⁾が開発されたが、橋体への細工や微妙な応力調整を要し、適用は簡単ではない。そのため合成桁はいまだ完全な復権に至っていない。これに対し縦置き 形鋼格子床版(以下、IB床版)を用いた2主合成桁では、応力調整工法を用いずに片側交通開放下で床版の打換え²⁾が単純に行えるので、ここに概要を報告する。

1. 縦置き床版の床組み

従来の多主桁橋や欧州タイプの少数桁橋の床版支間は主桁間隔であるが、縦置き形式では主桁間に渡した横桁で床版を支持し、床版支間は横桁間隔となる。RC床版も可能であるが、現場作業の省力化と横桁間隔の拡大のために通常はIB床版を適用している。その代表として関門橋があり、横桁上にハンチを設けずに h130 の 形鋼で版厚 15 cm・横桁間隔 2.1 m の床版を構成する³⁾。しかし、最近では有害なひび割れを防ぐため 形鋼の上に縦と横に鉄筋を配置し、一般に h150 を使い、版厚 24 cm で支間 4 m 以下の床版としている⁴⁾。

IB床版を適用する利点は、型枠・支保工の省略の他に敷設済みの鋼材パネル上をトラックやラフタークレーンが走向して作業可能なことである⁴⁾。これが床版打換えにおいても役に立ち、河川橋でも橋上の作業だけで打換えが行える。

2. 床版打換えステップと計算

試算対象を図-1に示す。センターバリア付自動車専用道の橋であり、計算の簡単化のため単純桁とした。ただし床版は3区画に分けて2ステップで打設するとした。

打換え手順を表-1に示す。床版の撤去と打設は一般に複数の区分で施工するので、計算ステップは更に増加する。このうちの主な作業状況を図-2に示す。橋面工などの非耐力部材の撤去は単純に除荷計算として行えばよいが、主桁作用を担う床版の撤去では計算ステップが1つ増加する。床版の応力は、その自重だけでなく、他の部分の床版重量や後死荷重およびクリープ・乾燥収縮により発生しているため、床版の破砕は“その床版の剛性をゼロとして床版応力を周辺部材に再分担させること”に相当する。その上で破砕した床版ブロックを摘み取る除荷計算を行う。このため、表-1では“床版応力除去”と“床版重量除荷”を並列しており、床版の撤去計算は常にこの組合せで行う。

床版の撤去と新規鋼材パネルの敷設は、未撤去の床版部に載せたクレーンと搬出・搬入用トラックで行い、撤去と敷設を繰り返して工事を進める。また、床版撤去を一旦全長に亘り終えた後、新規鋼材パネルを敷設することも可能である。新規パネルを敷設し、クレーンをその上に載せ、背面のトラックから鋼材パネルを吊り取り、前方に振り回して敷設することを繰り返す。その際、中間支点上の鋼材パネルは約14mと長く重いので

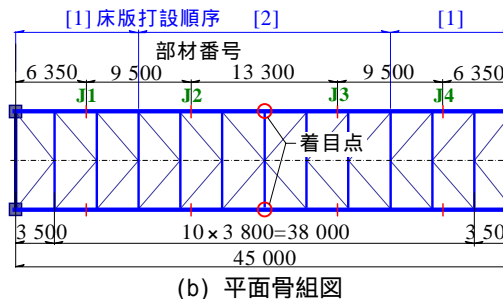
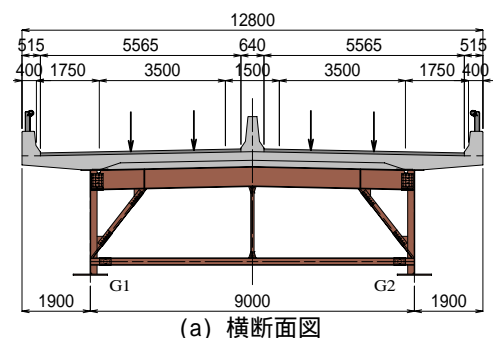


図-1 計算対象の単純合成桁モデル

表-1 打換えステップ

防護柵・足場の設置
G2側橋面工の撤去
G2床版応力除去
G2側床版重量除荷
G2側床版鋼材敷設
G2側床版打設
G2側橋面工仮再建
G1側橋面工撤去
G1側床版応力除去
G1側床版重量除荷
G1側床版鋼材敷設
G1側床版打設
G1側橋面工再建
防護柵・足場の撤去

(3 *f* 弱), 図-2(b)のように走向レーンに鋼材パネルを積んだトラックを一時的に置き, 横に吊降ろせばクレーン能力とアウトリガー反力を下げることができる.

片側の床版の打換えを終え, その反対側の打換えも同様の手順で行う. 今回の計算では床版左右のコンクリートの打継ぎ目を幅員の中央にとり, 床版鋼材パネルの接合線は打継ぎ目から 0.64 m 左に寄せるとした(図-3). 左右の鋼材パネルの接合部では, 結合鉄筋がイモツギになるが, この方向の曲げモーメントは非常に小さいので問題になることはない.

3. 試算結果

表-2 打換え前後の主桁核モーメントの比較 単位: $\text{kN}\cdot\text{m}$

		G1桁		G2桁	
		M_k	(i)/(1)	M_k	(i)/(1)
(1) 第1期完成時	下核	28199.2	1.0000	28199.2	1.0000
	上核	17865.0	1.0000	17865.0	1.0000
(2) G2桁 床版打設終了	下核	25068.6	0.8890	16817.2	0.5964
	上核	17819.9	0.9975	16817.2	0.9414
(3) G1桁 床版打設終了	下核	17259.3	0.6121	24936.4	0.8843
	上核	17259.3	0.9661	16168.6	0.9050
(4) 第2期完成時	下核	28210.1	1.0004	28099.4	0.9965
	上核	17849.6	0.9991	17525.1	0.9810

(*) 上記には活荷重核モーメントを含めていない.

打換え計算の結果を表-2 に示す. 両主桁側とも1ステップで床版を撤去したが, 打設は初期の床版打設に合わせて3区画・2ステップで打設を行った. その打換え前後の主桁中央点の核モーメントを表-2 で比較するが, ほぼ初期完成状態と変わらない. 打換え時のコンクリート打設は, 初期施工時のそれに合わせる事が重要である. なお G2 桁で第2期完成時の核モーメントが幾分小さくなっているのは, G2 桁側の打換えを先行したので G1 側の床版荷重が合成桁として完成した G2 桁に作用した結果と判断される.

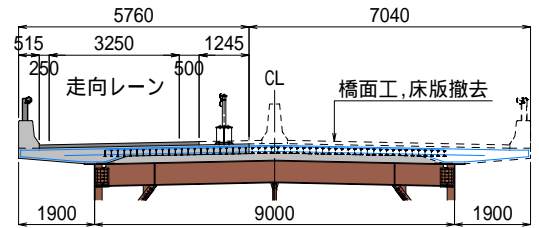
4. まとめ

縦置きIB床版を有する直線単純2主桁橋を対象として, 片側交通供用下での床版の打換えを検討した. 応力調整工法によらずとも, 応力は初期完成時からほとんど変化しなかった. したがって直線桁であれば連続合成桁であっても同様に床版打換えが行え, 合成桁を避ける理由はなくなる. ただし, 3主桁になると横桁による分配作用が現れるので, 応力調整工法は避けて通れないであろう. なお, 主桁が破損した場合に2主桁は危険であるが, 3主桁はフェールセーフとなりうると一部でいわれているが, 外桁が破断すれば中桁の負担が急激に増加して各個撃破されるので, 両者に五十歩百歩の違いもない. それよりも, 国内の下路トラス橋の腹材の破断2例と米国ミネアポリスのミシシッピー川に架かる上路トラス橋の落橋を比較するとき, 桁方向に連続性のある丈夫な床版を主構造と固く結合すること, および連続桁化によってリダンダンシーを付与することが大切と考える. この面でも縦置きIB床版を用いた合成桁は有効である.

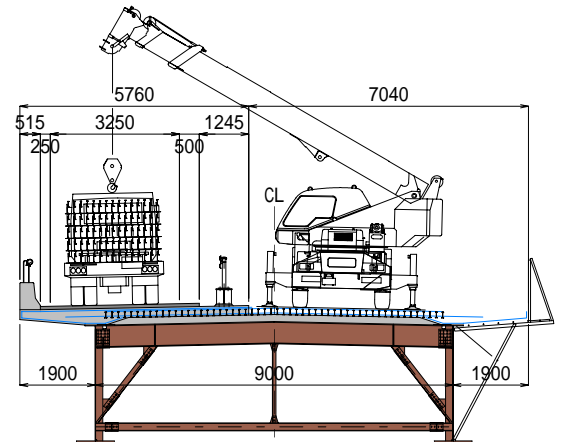
今後は, 連続桁を対象として施工中の応力照査を含めて確認計算を行い, 更に曲線桁での検討も行う予定である. また, 横桁の設計に関しても検討を加えたいと考える.

【参考文献】

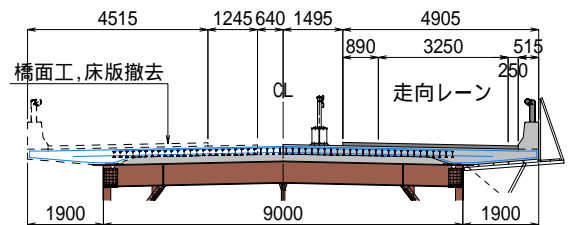
- 1) 建設省土木研究所・橋梁研究室: 合成桁の床版打換え工法に関する調査, 土木研究所資料第3582号, 平成10年6月
- 2) 亀子・他: 床版取替えが可能な合成桁の提案と一検討, 土木学会第65回年次学術講演会, 平成22年9月
- 3) 日本道路公団編集: 関門橋工事報告書, 土木学会, 昭和52年3月
- 4) 高濱・他: 縦置き 形鋼格子床版の設計概要と施工時荷重の検討, 第6回床版シンポジウム, 平成20年6月



(a) 床版撤去-1



(b) 床版鋼材パネルの敷設



(c) 床版撤去-2

図-2 主な打換えステップ

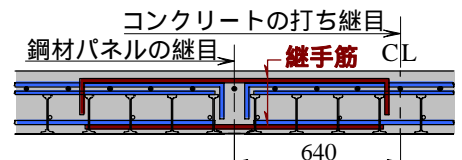


図-3 床版の継目位置