

鋼単純合成鈑桁橋の床版取替工事 ―主桁補強設計―

東日本高速道路(株) 正会員 ○飛田 一彬

(株)IHI インフラ建設 非会員 穴瀬 勝之

東日本高速道路(株) 正会員 湯下 義弘

1. はじめに

東北自動車道二本松 IC～福島西 IC 間に位置する、建設から 40 年以上が経過した橋長 36.3m の鋼単純合成鈑桁橋である大森川橋（下り線）の床版取替工事を実施した。床版取替を実施するにあたり、主桁の耐荷力照査を実施したところ、施工時（前死荷重作用時）、設計荷重作用時とも許容応力度を超過する部位が多数確認できた。そこで、本工事では床版取替時に主桁補強を同時に行うこととした。

本稿では、主に主桁補強設計について報告する。

2. 大森川橋橋梁概要

大森川橋（下り線）は、1974 年に供用開始された鋼単純合成鈑桁橋であり、橋梁諸元を以下に、構造一般図を図-1 に示す。

構造形式：鋼単純合成鈑桁橋 設計荷重：B 活荷重（TL-20）

橋 長：36.300m 支 間：35.500m

有効幅員：11.160m 斜 角：90° 0' 0"

建設時の床版は設計厚 230mm の RC 床版で、上面増厚などの補強は実施されておらず、交通荷重増や凍結防止剤による塩害などによる劣化が顕在化していた。本工事にて、厚さ 240mm のプレキャスト PC 床版（以下、PC 床版）に取り替えた。

3. 主桁照査結果

本橋は合成桁橋であることから、既設床版撤去・PC 床版架設時には、橋梁上にクレーン等重機の機械荷重を載荷しない計画とした。床版取替後の死荷重と B 活荷重を考慮して、格子解析により照査した結果、上フランジは前死荷重作用時から設計荷重作用時まですべての荷重状態で、下フランジは設計荷重作用時に許容値を超過することが分かった。

主桁補強の実施必要性を詳細に検討するため、実際の荷重状況を評価する目的で、①車線幅（3.5×2=7.0m）のみを有効として B 活荷重を作用させ（以下、レーン載荷）、格子解析による照査、②3 次元 FEM モデル（図-2）による床版の荷重分配効果を考慮したモデルで、レーン載荷による主桁に生じる応力を評価し、①のモデルに組み込む照査、を実施した。その結果まとめを表-1 に、格子解析と FEM 解析の比較を表-2 に示す。

前死荷重作用時は、抵抗断面が非合成桁であるため、床版の剛性や荷重分配効果は作用せず、少なくとも上フ

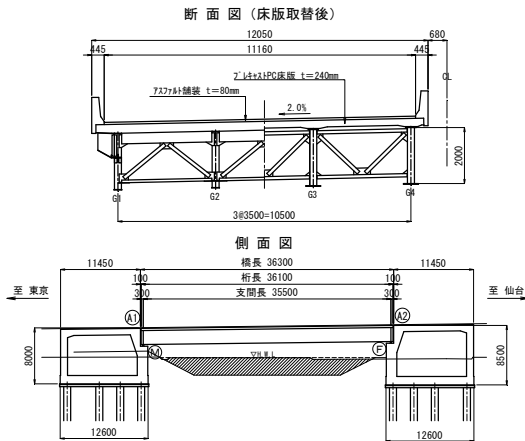


図-1 構造一般図

表-1 主桁照査結果（超過率）比較

手法	部位	荷重状態	G1	G2	G3	G4
照査結果 (格子解析)	上フランジ	前死荷重時	21.9%	11.6%	9.7%	4.4%
		後死荷重時以降	11.0%	2.1%	0.1%	0.5%
	下フランジ	前死荷重時	超過無	超過無	超過無	超過無
		後死荷重時以降	20.4%	17.8%	16.6%	19.4%
①活荷重 レーン載荷 (格子解析)	上フランジ	前死荷重時	21.9%	11.6%	9.7%	4.4%
		後死荷重時以降	5.8%	0.7%	超過無	超過無
	下フランジ	前死荷重時	超過無	超過無	超過無	超過無
		後死荷重時以降	超過無	5.6%	9.1%	6.0%
②活荷重 レーン載荷 (FEM 解析)	上フランジ	前死荷重時	21.9%	11.6%	9.7%	4.4%
		後死荷重時以降	3.4%	超過無	超過無	超過無
	下フランジ	前死荷重時	超過無	超過無	超過無	超過無
		後死荷重時以降	超過無	超過無	1.0%	4.8%

表-2 後死荷重+活荷重による主桁応力度比較

桁	部位	項目	断面 1	断面 2	断面 3	断面 4 支間中央
G3	U-Flg	FEM (N/mm ²)	-2.9	-4.2	-4.3	-5.57
		格子解析 (N/mm ²)	-9	-17	-21	-25
		FEM/格子	0.32	0.25	0.20	0.22
	L-Flg	FEM (N/mm ²)	37.9	63.2	66.3	71.9
		格子解析 (N/mm ²)	45	85	90	92
		FEM/格子	0.84	0.74	0.74	0.78
G4	U-Flg	FEM (N/mm ²)	-2.6	-2.4	-4.9	-6.7
		格子解析 (N/mm ²)	-11	-22	-27	-33
		FEM/格子	0.24	0.11	0.18	0.20
	L-Flg	FEM (N/mm ²)	41.3	67.6	66.5	68.7
		格子解析 (N/mm ²)	48	86	91	84
		FEM/格子	0.86	0.79	0.73	0.82

キーワード 床版取替, 合成桁橋, 主桁補強, FEM 解析

連絡先 〒980-0021 宮城県仙台市青葉区中央 3-2-1 青葉通りプラザ 東日本高速道路(株)TEL 022-217-1829

ランジに施工時の一時的な補強が必要となる。

レーン解析, FEM 解析結果を考慮すると, 応力超過箇所数, 超過率ともに減少するが, 全断面で許容値以下になることはなかった。また, ②格子解析(レーン載荷)と③FEM 解析(レーン載荷)の結果から, 床版合成を評価しても, 下フランジの応力低減は最大で 8%程度であり, B 活荷重による照査結果は最小で 16.6%の超過であることため, 主桁補強なしでは 10%程度の応力超過となることが想定される。そのため, 下フランジに対しても補強を実施することとした。

4. 主桁補強設計

主桁の補強設計は, 補強時期として供用下(床版取替前)と床版取替時を, 補強材料として連続炭素繊維シートと鋼製部材を比較検討した。前述の FEM 解析結果から, 補強設計にあたっては床版合成後の後死荷重および活荷重について, 格子解析によって得られた結果(曲げ応力)に対して上フランジ側には 0.5, 下フランジ側には 0.9 の低減係数を乗じて応力照査することとした。

供用下で主桁補強を実施する場合, 既設床版撤去による荷重除去に補強部材が抵抗するため, 既設主桁の残留応力が大きくなり, 必要補強断面も大きくなる(炭素繊維の場合は最大で 37 層, 鋼部材の場合は最大で既設フランジの 6.5 倍相当)ことから, 現実的ではないと判断した。

床版取替時に主桁補強を実施する場合, 交通影響度を最小限に抑えるため, 交通規制期間の延伸を抑えることが課題となる。補強部材を効率的に設計するためには, 既設床版撤去後に補強部材設置することが有効である。引張側に炭素繊維を用いることは死荷重低減に有効であるが, 必要断面積が最大で 13 層となり, 接着・乾燥の時間を要するため, PC 床版架設までに 10 日以上以上の工程が必要となる。そこで, 補強材料は鋼製部材とすることとした。

規制期間中の主桁補強作業量を抑えることを目的に, 供用下で補強材を主桁に仮付けし, 既設床版撤去後に固定(本締め)と連続化を行うこととした。上フランジ側には床版コンクリートがあるためフランジに当て板をすることは困難である。下フランジ側は, 補強部材仮付けのための孔引き照査の結果, 供用下での孔明けは仮付け可能な数を確保できないことがわかった。そこで, 補強部材は T 型钢材をウェブに設置することとした。補強部材の断面は, ①板厚は既設下フランジ以下かつ, 市場性の高いものを選定, ②補強フランジの突出長が既設フランジ幅を超えないよう, 補強量が多い箇所では片面設置⇒両面設置, として決定した。補強部材は, 1 部材の長さを桁高(2.0m)程度として仮付けしておき, 既設床版撤去後にウェブ取り付け本締め, フランジ連続化を行うこととした。

5. おわりに

本工事は, 東日本高速道路(株)東北支社管内で初となる, 床版取替をともなう合成桁の補強工事である。工事は 2018 年 11 月に完了した。本稿が同種工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 張・郡・吉原・鈴木: 東北自動車道大森川橋と松塚川橋の床版取替工事, プレストレストコンクリート工学会第 29 回シンポジウム論文集, 2019. 11

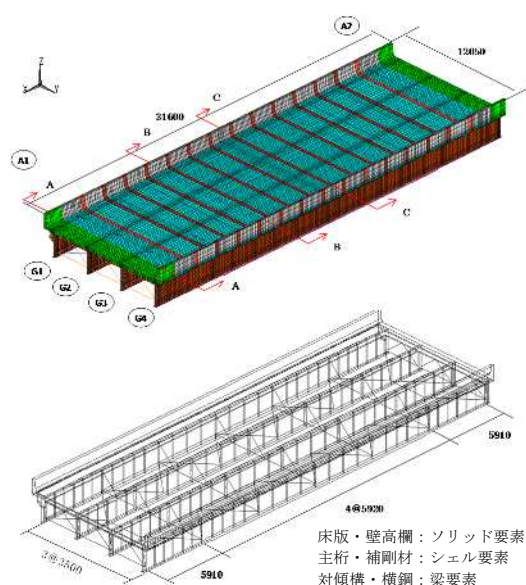


図-2 FE モデル全体図

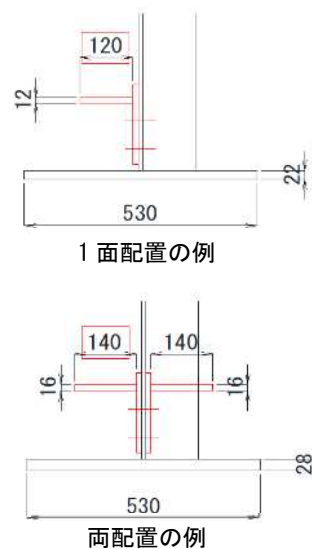


図-3 下フランジ側補強