

プレテンション中空床版橋の拡幅設計

東日本高速道路(株) 非会員 及川 俊介 非会員 大橋 友也
NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) ○正会員 吉田 直弘 非会員 張 鵬

1. はじめに

プレテンション中空床版橋（以下、「プレテンホロー橋」という.）における一体化構造による橋梁拡幅は現場打ち中空床版橋や鋼桁橋等に比べて施工実績が少ない. 現場打ち中空床版橋や鋼桁橋の拡幅設計手法は NEXCO の設計要領第二集に示されているが, プレテンホロー橋の拡幅設計手法は示されていない. この形式の橋の拡幅はいかに新旧構造を一体化するかが課題となる. 既設プレテンホロー橋の横桁の PC 鋼材をカプラーで新設 PC 鋼材と繋いで一体化を図る方法が考えられるが, 一般に既設横桁の PC 鋼材の余長が短いため施工が困難となる. この課題に対して, 本設計は RC 構造で新旧横桁の一体化を図った. 本稿はこの橋の拡幅設計概要について述べるものである.

2. 拡幅橋梁の概要

拡幅橋梁の概要図を図-1 に示す. 断面図に示すとおり, RC 充実床版で新設部と既設部の一体化を図る構造とした. 既設部の外側の桁 1 本を撤去し, 露出させた既設横桁の PC 鋼材と新設 PC 鋼材をカプラーで接続することで一体化を図る方法も考えられるが, 本設計は経済性・施工性が有利な RC 充実床版による一体化案を採用した.

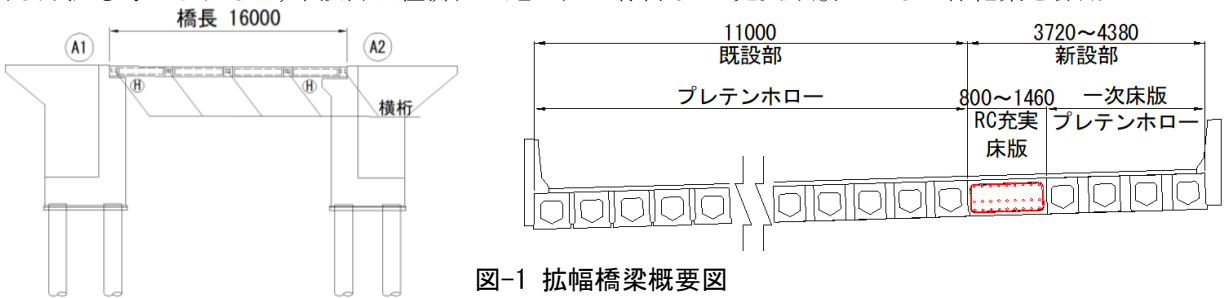


図-1 拡幅橋梁概要図

3. 拡幅施工ステップ

拡幅ステップ図を図-2 に示す. 拡幅工事では, 路肩幅を縮小し, 仮設防護柵を設置の上既設壁高欄を撤去する必要がある. 交通事故のリスクを低減するために, 路肩縮小期間を極力短くすることが望ましい. よって, 既設壁高欄を残したまま新設プレテンホロー桁を架設し, 新設桁を架設した後に二次床版による接続が可能な構造を採用した.

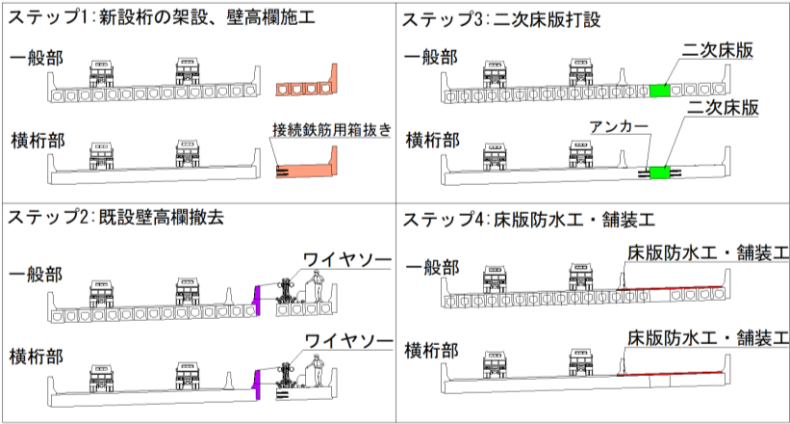


図-2 拡幅施工ステップ図

本設計では, 新設部の設計の他, 既設部の照査も実施した. 二次床版打設時の荷重状態を考慮して, 二次床版の自重を新設部の一次床版と既設部のそれぞれに半分負担させて設計, 照査を行った. また, 供用中の荷重状態を考慮し, 二次床版が自身の死荷重と活荷重を負担できるよう設計を行った. 新設部と既設部のそれぞれの部材断面力の算出方法を表-1 に示す. 二次床版の横桁の活荷重解析に格子モデルを適用すると, 後述のように, 必要な鉄筋量が過大となり, 合理的な設計を目指して, FEM 解析を適用した.

表-1 断面力の算出方法

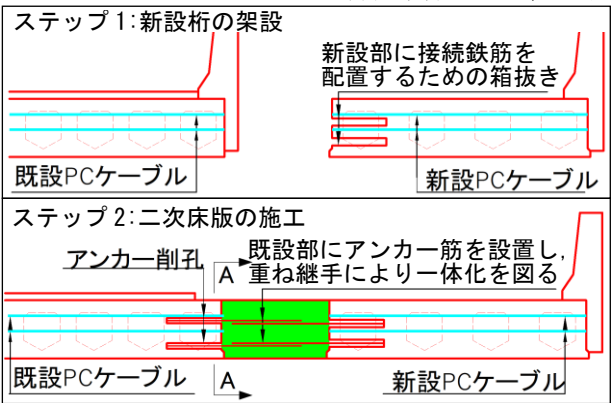
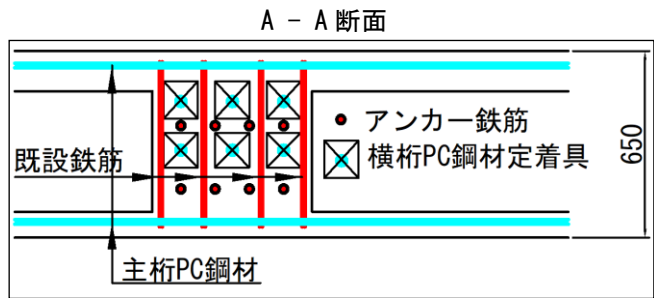
設計方針	既設部照査		新設部 (二次床版)		新設部 (一次床版)	
	主桁	横桁	主桁	横桁	主桁	横桁
自重	平面骨組モデル	—	平面骨組モデル	—	平面骨組モデル	—
橋面荷重	ギオン・マソネ (既設部のみモデル化)	格子モデル (拡幅部全体モデル化)	格子モデル (拡幅部全体モデル化)	格子モデル (同上)	ギオン・マソネ (一次床版のみモデル化)	—
活荷重	ギオン・マソネ (既設部のみモデル化)	格子モデル (同上)	FEMモデル	—	ギオン・マソネ (一次床版のみモデル化)	—

キーワード プレテンション中空床版, 拡幅設計, 格子モデル, ギオン・マソネ, 3 次元 FEM 解析

連絡先 〒336-0018 さいたま市南区南本町 2-1-2 NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) TEL 048-711-4810

5. 新旧横桁の接続方法

新旧横桁の接続方法を図-3 に示す. 既設横桁と一体化するために, 既設部にアンカー筋の施工が必要となる. アンカー筋は既設横桁の PC 鋼材や鉄筋を避けて配置しなければならない. これらの削孔の制約条件から配置可能な鉄筋は D25-4 本 (2 段) となる.



6. 二次床版部の横桁の構造計算

図-3 新旧横桁の接続方法

プレテンホロー橋の横桁の断面力算出はギオン・マソネ法を適用することが一般的である. 一方, 異種桁が混在する拡幅構造においては格子モデルが適用されることが多い. 本設計は以下に示す 3 つの手法を用いて比較検討を行った.

- ① ギオン・マソネ法 (算出方法を表-2 に示す)
- ② 格子モデル
- ③ 3 次元 FEM 解析モデル

3 次元 FEM 解析モデルは図-4 に示すように, 主桁コンクリート, 間詰めコンクリート, 横桁 PC 鋼材をモデル化している. 活荷重は T 荷重と L 荷重のうち不利な T 荷重を用いた. T 荷重の載荷位置を決定するために, 横桁に着目した影響線解析を行った. 図-5 に示す影響線解析の結果に基づき正の曲げモーメントと負の曲げモーメントに着目した場合の T 荷重の載荷位置を決定し, FEM 解析を実施した. FEM 解析による横桁の応力度を使用して曲げモーメントの算出を行った.

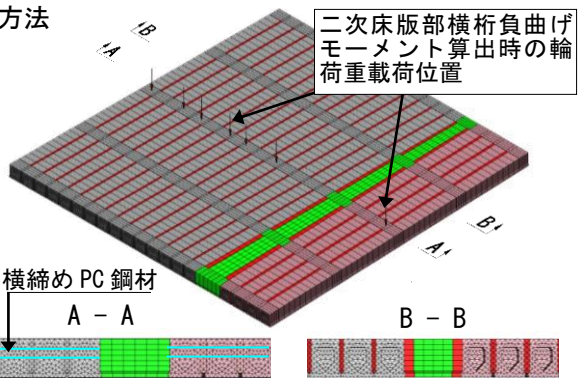


図-4 3次元 FEM 解析モデル図

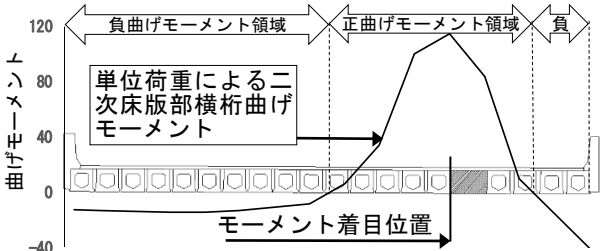


図-5 二次床版部横桁の曲げモーメント影響線解析

表-2 二次床版部横桁の曲げモーメント比較表

計算手法	単位	上縁引張	下縁引張
FEM	kN・m	-87.0	187.8
ギオン・マソネ※1)	kN・m	-146.4	142.3
格子計算	kN・m	-234.60	241.20

※1) ギオン・マソネによる既設横桁断面力を以下の式で補正
ギオン・マソネ (既設) 断面力 $\times \frac{\text{格子 (拡幅全体) 断面力}}{\text{格子 (既設のみ) 断面力}}$

表-3 二次床版部横桁の応力度照査結果比較表

		格子計算		FEM解析	
		上縁引張	下縁引張	上縁引張	下縁引張
σ_c	N/mm ²	5.2 (OK)	3.6 (OK)	2.1 (OK)	2.8 (OK)
σ_{ca}	N/mm ²	12.0 (コンクリート許容応力度)			
σ_s	N/mm ²	304.4 (NG)	225.378 (NG)	121.8 (OK)	171.2 (OK)
σ_{sa}	N/mm ²	180.0 (鉄筋許容応力度)			

図-3 に示す配筋に対する応力度の計算結果を表-3 に示す. FEM 解析を適用することにより本橋梁の二次床版部横桁の構造の成立性を検証することができた.

7. まとめ

既設プレテンホロー橋の横桁の PC 鋼材を新設 PC 鋼材と繋ぐことが困難であることを踏まえて, 本設計は RC 充実床版による新旧プレテンホロー桁を繋ぐ方法を採用した. また, 施工の制約条件から二次床版部横桁に配置可能な鉄筋に限られており, 精度の高い解析手法の適用が必要となったため, 3 次元 FEM 解析を適用した. これらの設計手法を適用することにより, 経済性・施工性に優れた拡幅構造を実現できると考える. 本稿が今後のプレテンホロー橋の拡幅設計の参考となることを期待する.

参考文献 1): 東日本高速道路株式会社 設計要領第二集