

波形鋼板ウェブ箱桁橋における裏打ちコンクリートの設計と施工 — 第二東名高速道路 赤淵川橋 (下り線) —

中日本高速道路(株) ○正会員 萩原 直樹
 中日本高速道路(株) 正会員 青木 圭一
 三井住友建設(株)・極東興和(株)共同企業体 正会員 真継 章夫
 三井住友建設(株)・極東興和(株)共同企業体 吉田幸太郎

1. はじめに

一般に、波形鋼板ウェブ箱桁橋の支点部には、波形鋼板高に起因する座屈の防止とウェブせん断変形による上下床版の局部曲げモーメントを緩和する目的で裏打ちコンクリート（以下、裏打ち部と略す）が設けられている。本橋でも支点部の桁高が 8.0m と高いことから、柱頭部から張出し施工 1BL まで裏打ち部を設けている。しかしながら、この部位には完成鋼材の緊張力により、引張応力が発生するということが事前の FEM 解析で得られていたため、施工を橋体完成後に行った。本稿は、この裏打ち部の設計と施工について報告するものである。

2. 橋梁概要

本橋の工事概要を以下に示す（図-1 参照）。

工 事 名：第二東名高速道路 赤淵川橋

（P C 上部工）下り線工事

構造形式：（西側）P C 6 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋

（東側）P C 5 径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋

支 間 長：（西側） 41.0+56.0+82.0+92.0+82.0+48.8m

（東側） 99.55+115.0+80.0+92.5+91.3m

桁 高：（西側） 4.5m～6.5m

（東側） 4.5m～8.0m



写真-1 赤淵川橋全景

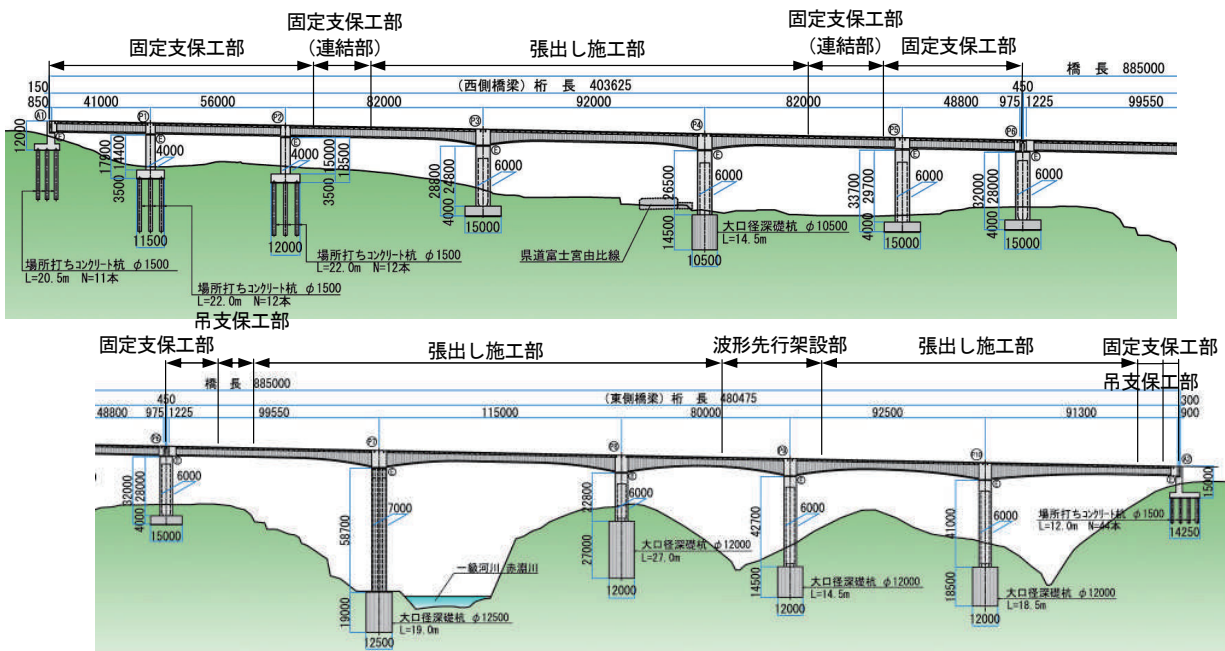


図-1 赤淵川橋全体一般図

3. 設計概要

3. 1 配置区間

本橋の東側は、支間が100mを超える長大橋であり、支点部の桁高は8.0m、波形鋼板高は最大で6.5mとなる。これにより、支点部付近はせん断力が卓越するため、前述の通り、座屈防止と上下床版の局部曲げモーメントを緩和する目的で、柱頭部から張出し施工部の1BLまで裏打ち部を設けている(図-2)。この裏打ち部の部材厚は、外ケーブルと干渉しないことを念頭に、コンクリートの投入スペース150mm確保とせん断分担率を考慮して最小厚を450mmに決定している。また、応力伝達の面から裏打ち部の形状としては、図-3のようなタイプが考えられるが、FEM解析の結果、形状による発生応力の差はほとんど見られなかったため、上床版と一体化しない構造(=上フランジ天端)としている(図-3)。

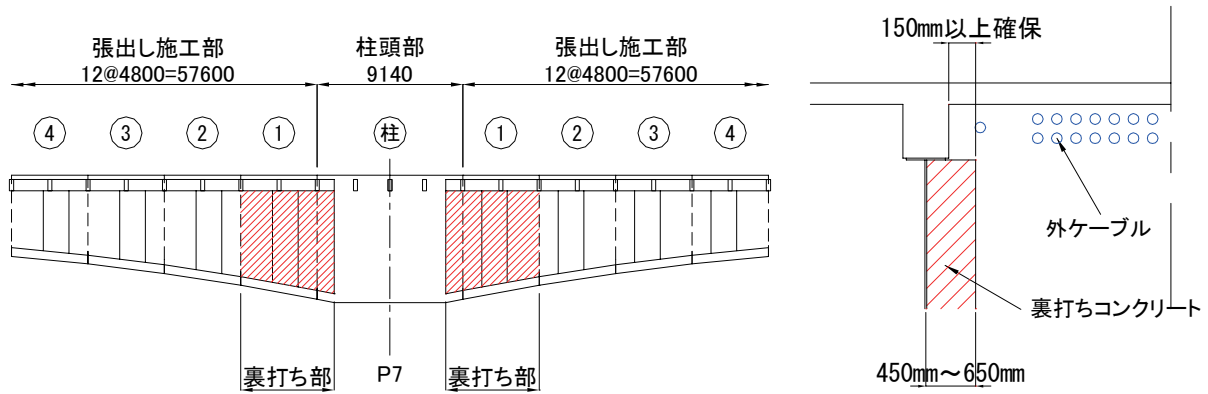


図-2 裏打ちコンクリート配置図 (P7 張出し施工部, 概要図)

	上床版一体化	上フランジ天端
裏打ちコンクリート形状		
裏打ちコンクリート主引張応力		

図-3 FEM解析結果 (荷重: せん断力+活荷重)

3. 2 施工順序の検討

支点横桁部(柱頭部)には完成鋼材の定着体が密に配置されているため、完成鋼材の緊張作業による裏打ち部への影響が懸念された。このため、断面内の定着数が最も多いP5 支点横桁に着目してFEM解析を実施した。

FEM解析の結果、完成ケーブル緊張時には裏打ち部に7.5N/mm²の引張応力が発生することが分かった(図-4)。

施工面からは横桁との同時施工が望ましかったが、このレベルの引張応力に対しては、補強鉄筋で制御することが困難であるため、完成鋼材緊張後に施工を行うこととした。

なお、コンクリートの1回の打設高は、コンクリートの側圧や波形鋼板に配置したスタッドセパレーター間隔より最大3.0mとし、3リフトに分割して施工を行っている。

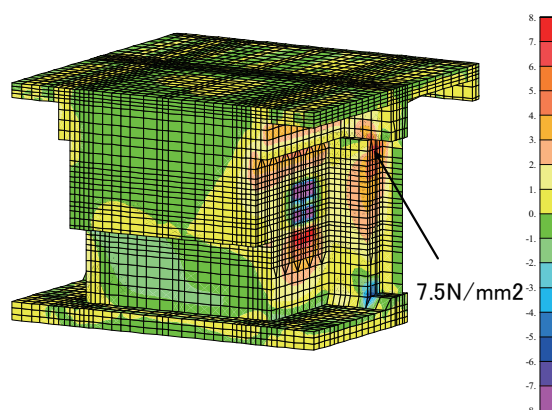


図-4 FEM解析結果

3. 3 配置鉄筋

裏打ち部の必要鉄筋量は、せん断分担率を考慮し、終局荷重時に波形鋼板ウェブに作用するせん断力により算出した。

また、裏打ち部は既設横桁、下床版および波形鋼板ウェブに囲まれており、これらとの拘束によるひび割れの発生が懸念されたため、裏打ちコンクリート厚が最も厚いP10 支点部をモデル化し、温度応力解析を実施した。

温度応力解析では、ひび割れ指数が1.0程度となったため、ひび割れ幅が過大とならないよう、補強鉄筋を配置している。また、この鉄筋量を算定するに当たっては、拘束体と被拘束体の材齢差の大きい1リフトと比較的材齢差の小さい2リフト、3リフトの2箇所を検討している(図-5)。なお、発生応力としては、裏打ち部全体に橋軸方向に引張力が卓越する傾向となった。

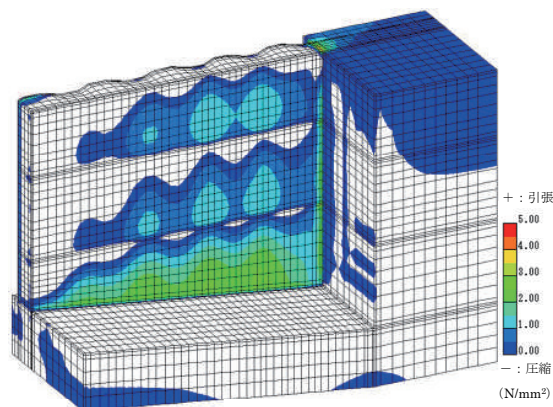


図-5 温度解析結果(橋軸方向応力分布)

3. 4 使用コンクリートの選定

前述の通り、裏打ち部の施工は閉塞空間となることや写真-2のように鉄筋も比較的密に配置されることから、使用するコンクリートは高流動コンクリートとした。

一般に、高流動コンクリートは、自己充填性のレベルを3ランクに分けられているが、本橋では配筋やスタッド間隔などの構造物条件により、求められる自己充填性のランクを2であると判断している。そのため、自己充填性ランク2として妥当な自己充填性の規定値、および流動性と材料分離抵抗性の目標値を満足するよう、配合設計を行った。なお、高流動コンクリートは、生コン工場の設備面や実績ベースから粉体系としているが、

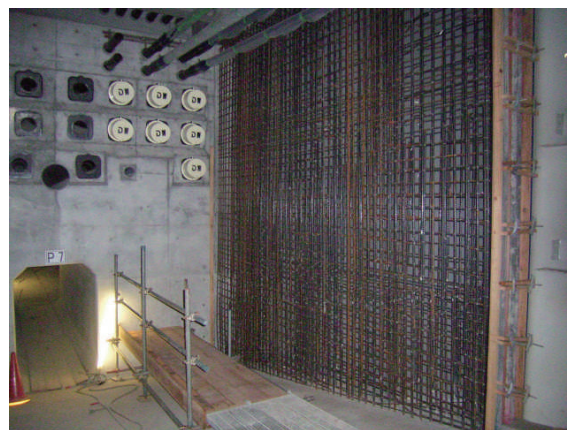


写真-2 裏打ちコンクリート部配筋状況

配合設計においては、水セメント比 43%以下を目標に、単位セメント量を本橋実績ベースの普通コンクリートと同等以下とし、発熱しない石灰石微粉末を組み合わせることで不足する粉体量を確保している。さらに、打込み箇所の拘束条件を考慮し、収縮補償を目的とした膨張材も添加している。

ここで、配合を表-3に示す。また、現場実機試験を行ったのでその結果を表-4に示す。

表-3 配合表

水結合材比 (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)						AD (%)
		W	C	S	PB	P	G	
41.0	48.8	165	382	789	131	20	838	1.05

表-4 実機試験結果

自己充てん ランク：2	U型充てん高さ (mm)	流動性	材料分離抵抗性	空気量 (%)	拘束膨張試験 (×10 ⁶)
		スランプフロー (mm)	500mm フロー 到達時間 (秒)		
目標値	300 以上	650	3~15	4.5	150~250
実測値	370	688	7.7	4.2	200

4. 施工概要

裏打ち部のコンクリートの打設は柱頭部上に予め設けた孔 (φ125) からコンクリートポンプ車のゴムホースを直接挿入し、打設を行っている。この際、コンクリートの自由落下高さが5.0m以上とならないよう、最大流動距離が8.0mを超えないよう、ポンプの筒先を十分近づけ、打込みによる材料分離を抑制している (図-6、写真-3)。また、打設中はハンマー等で型枠を打撃し、充てん状況の確認とともに、型わく表面の気泡発生の低減も図っている。

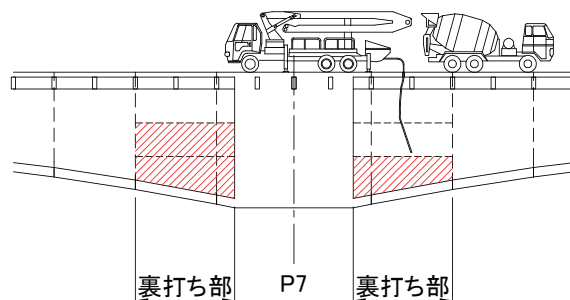


図-6 打設概念図

また、この裏打ち部の施工は冬期であったため、型枠の脱型による急激な温度低下により、内部拘束によるひび割れの発生が懸念された。このため、1・2リフトの型わくは、3リフト打設後まで存置するなど、コンクリート表面温度が急激に低下しないよう配慮している。

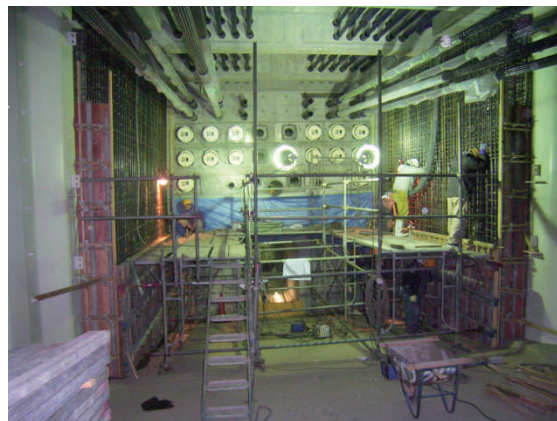


写真-3 裏打ちコンクリート打設状況

5. おわりに

一般に、施工条件から、裏打ち部の施工は、柱頭部と同時施工とすることが多い。しかし、本橋では、事前解析の結果から施工順序を変更し、橋体完成後に施工を行っている。こういった事例は比較的少ないものと思われる。本報告が今後の同種橋梁の設計、施工の参考になれば幸いである。