

品質向上に配慮した波形鋼板ウェブPC箱桁橋の設計・施工

おいだら — 生平橋 —

東京土木支店 土木工部 (名古屋支店駐在) 森下健二
 東京土木支店 土木工部 (名古屋支店駐在) 能島英明
 東京土木支店 土木工部 大房明広
 東京土木支店 土木技術部 和地高弘

1. はじめに

生平橋は愛知県岡崎市生平町に位置する新東名高速道路の本線橋である。橋梁形式として構造的、経済性に優れた張出し施工による波形鋼板ウェブラーメン構造を採用した。

本橋の特徴として柱頭部は外ケーブルの定着部であることにより、横桁充実部の部材が厚くマスコンクリートの対策が必要であった。また、張出し長が84.4mと比較的長い為、主桁のたわみを考慮した上げ越し管理の精度向上が不可欠であった。柱頭部付近の波形鋼板ウェブ箱桁内面に設置する裏打ちコンクリートは過密配筋に対する充填性が懸念されたため高流動コンクリートによる打設試験を行った。近年、外ケーブルは施工性が優れていることによりエポキシ樹脂被覆PC鋼材の使用が増えている。本橋においても被覆鋼材を採用したが、施工時の作業にともなう被覆材の損傷および欠損の計測に関する報告もあり、被覆材の損傷の有無を確認するため鋼材の緊張完了後にピンホール試験を実施した。

2. 橋梁概要

本橋の諸元を表-1に示す。

表-1 諸元

工事名	第二東名高速道路 生平橋他2橋 (PC上部工) 工事
発注者	中日本高速道路株式会社 名古屋支社
工期	平成21年1月7日～平成24年5月20日
構造形式	PRC3径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ箱桁橋
橋長	(上り線) 307.0m (下り線) 264.0m
有効幅員	10.510m
平面線形	R=12000m
最大支間長	(上り線) 144m (下り線) 120.0m
縦断勾配	i=2.0%
横断勾配	i=2.5%
架設方法	張出し施工、吊り支保工

3. 柱頭部工の温度応力解析

外ケーブルの定着部となる柱頭部工は、マスコンクリートとしての対策の必要があり施工前にあらかじめ温度応力解析を実施し対策を行った。検討ケースとして柱頭部工の施工時期が限定されないように夏季と冬季の2パターンについて検討した。また、生コンクリートの硬化時の発熱量を極力抑えるため、外ケーブルのダクトを利用したエアークーリングの有効性を検討した。その結果、夏季時のひび割れ指数が特に小さくなることと、エアークーリングの有効性を確認できた。温度応力解析結果を図-1に示す。解析結果からひび割れ指数が小さい部分にはひび割れ幅を制御する必要鉄筋量を算出し配置することとした。実際の施工においても想定を超える過

大なひび割れは発生しなかった。

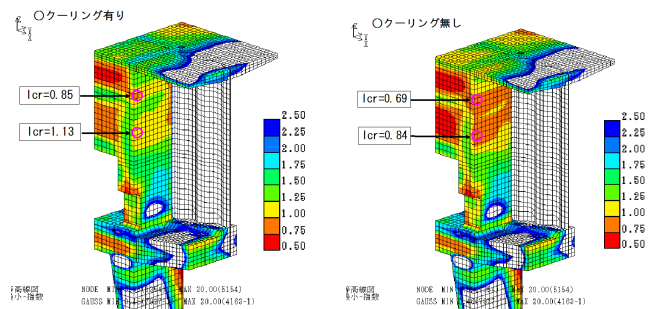


図-1 温度応力解析結果(ひび割れ指数)

4. 上げ越し計画

4.1 波形鋼板ウェブのせん断変形

波形鋼板ウェブPC橋は通常のPC箱桁橋よりせん断剛性が小さいため、たわみの計算では、曲げたわみのほかにせん断変形を考慮する必要がある。そこで張出し施工ステップの中でもっとも変位の大きい最大張出し時に着目し、自重による変位について検討した。せん断変形の補正方法として平面骨組み解析モデルとせん断変形が考慮できる立体FEM解析モデルにより、たわみ差を算出して上げ越し計画に反映した。計算結果から約10%程度の増加補正を行った。

4.2 側径間工のたわみ調整

側径間工の支保工は急峻な地形により吊り支保工を採用した。打設ステップを下床版+横桁と上床版の2Lotに分けて検討したところ1Lotの打設で主桁先端ブロックにおいて70mmの大きな変位が生じることが確認された。そのため、打設前後のたわみ差を最小にするために、張出し先端ブロック付近に敷鉄板を利用したウェイトであらかじめ自重分を載荷しておき、打設時にレベルによる主桁のたわみを確認しながら除荷する方法を採用した(図-2)。

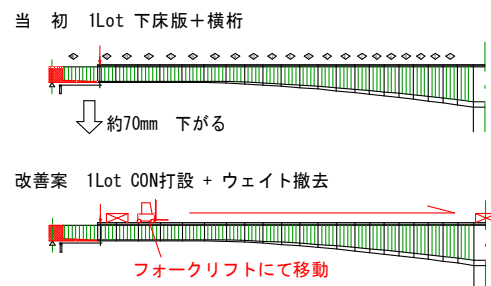


図-2 側径間のたわみ調整

以上により実施工において概ね計算値と近い値となった。

5. 裏打ちコンクリート・打設試験

柱頭部付近における波形鋼板ウェブ内側に設ける裏打ちコンクリートの配筋はスターラップが D22ctc125, 軸方向および波形補強筋 D13ctc125, スタッドボルトの配置により過密状態であった。また上床版の箱抜きは φ100 と非常に狭かった。そのため過密配筋に対する充填性の良否と、打設孔に使用する打設シュート閉塞が懸念されたため、実際の配筋と波形形状をモデル化した打設試験を実施した。充填状況を直接確認できるように1面をアクリル板で可視化した。試験状況を写真-1に示す。



写真-1 試験状況

打設試験の結果、シュート形状の改良の必要性があったが、コンクリートは自己充填性に優れている高流動コンクリートを採用したことにより型枠内の隅々に充填され良好であった。

6. 外ケーブルのピンホール試験の実施

側径間工, 中央閉合工の連続ケーブルはエポキシ被覆されたノングラウトタイプの外ケーブルとした。採用の理由はシーすを用いたグラウトタイプに比べ品質の安定, 施工性が優れているためである。しかしながらエポキシ被覆PC鋼材は現場作業にともなう損傷の恐れがあり, 被覆層に期待する防錆効果が低下する懸念があった。そこで, 定量的な判別として外ケーブル緊張完了後にケーブル全長・全周にわたりピンホール試験と目視による調査を実施した(写真-2)。



写真-2 試験状況

試験時期としては, 外ケーブルが配置されている桁内部において直接ケーブルが確認できる支間中央付近と足場の必要な高所の柱頭部付近と2回に分けて試験を実施した。計測範囲は外ケーブルの外周面とし, 偏向部・定着部の保護管から外れた可視区間のみとした。試験に伴う仕様および結果は図-2の通りである。試験の結果は外ケーブルの運搬, 挿入, 緊張作業に対し, 細心の注意を払ったが数十点の欠損箇所が確認された。欠損箇所については専用の補修塗料にて補修を実施した。

<試験仕様> JSCE-E512に準拠 ピンホール探知器 低周波高圧パルス放電式 警報方式: ランプ+ブザー プローブ: ブラシフォルダ 荷電圧 V=3000V(400μ×4.55×1.5=2730Vより) 測定速度 S=0.5m/s以下 アース: 間接アース(桁内照明アース使用)	
<試験結果> 試験ケーブル長: L=3068m ピンホール箇所: 24箇所(127.8m/箇所) 試験時間: 35時間(補修時間1H含む)	

図-2 試験仕様・結果

7. おわりに

生平橋は2012年3月に無事に主桁本体完成した。その後舗装・施設などの橋面工事が別工事で行われ2014年度に新東名の全線開通を予定している(写真-3)。

工種や部材に応じた特徴に対し様々な検討や対策を行った結果, 大きなトラブルも無く工事の完成を迎えることができた。



写真-3 完成写真

Key Words: 波形鋼板ウェブ, せん断変形, 裏打ちコンクリート, ピンホール試験



森下健二

能島英明

大房明広

和地高弘