

既設橋における床版拡幅の設計・施工 —新名神高速道路 錐ヶ瀧橋—

三井住友建設(株) 正会員 ○川根 昌也
 三井住友建設(株) 福本 達也
 中日本高速道路(株) 喜多 雄士
 中日本高速道路(株) 室 充

キーワード：床版拡幅，供用中，施工台車，ストラット

1. はじめに

本工事はH31年3月に開通した新名神高速道路の亀山西JCT～新四日市JCT区間のうち、亀山西JCT側に位置する錐ヶ瀧橋の床版を拡幅する工事である。開通直後の現在の亀山西JCTは、新名神の名古屋・豊田方面と伊勢方面との通行ができないハーフジャンクションの状態になっているが、現在も全方面からの通行を可能とするためにフルジャンクション化する工事が進められている。本橋における床版拡幅はその一部をなす工事である。

本工事では、拡幅施工中においても供用2車線を確保することが求められたため、狭隘な条件のもと特殊な台車を使用して床版を拡幅した。なお、本工事は上下線での拡幅工事であるが、下り線と比較して上り線の拡幅量や拡幅範囲が大きく、上り線のみストラット構造による拡幅を行ったことを踏まえて、本稿では上り線に着目して供用中の既設橋における床版拡幅の設計・施工を報告する。

2. 工事概要

本橋の断面図，側面図を図-1，図-2に示す。上り線は最大支間109m，最大橋脚高64mのPC連続ラーメン箱桁橋で，山間部における長大橋である。当初，施工された既設橋は暫定形として施工されおり，将来の拡幅を想定した設計，施工が行われている。上り線の主桁は2室箱桁断面で，床版拡幅後は張出し床版をストラットで補剛した主桁断面となる。

本工事は隣接する安楽川橋工事とあわせて発注された工事であり，本工事の工事概要を下記に示す。

発注者名：中日本高速道路（株） 名古屋支社
 工事件名：新名神高速道路安楽川橋他1橋工事
 工事場所：三重県亀山市安坂山町地内
 工期：平成24年4月10日～平成31年10月30日

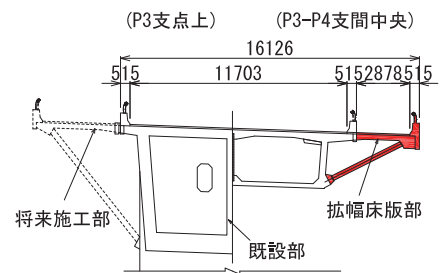


図-1 橋梁断面図

【上り線】

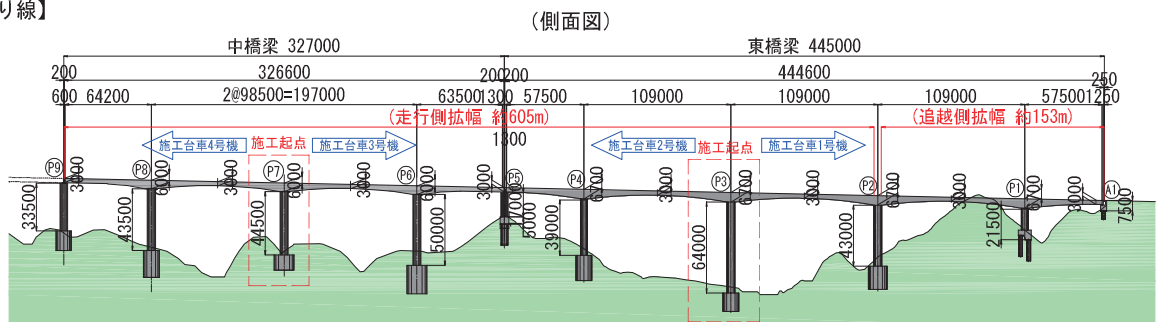


図-2 橋梁側面図

3. 床版拡幅の設計

3. 1 床版の設計

上り線の張出し床版長は拡幅後に標準で約4.7m, 最大で約6.0mとなり, 大きな片持ち張出し長に対応するためにストラットを3.5m間隔で設置して, 床版を補剛する構造としている。既設部の床版には当初の施工時に横締めPC鋼材1S21.8が1.0m間隔で定着されており, 拡幅時にはこの間に横締めPC鋼材1S21.8を追加配置できるように, 内径38mmのポリエチレンシースが配置されている。したがって, 既設部の床版は既設の横締めPC鋼材によるプレストレスと追加配置する横締めPC鋼材によるプレストレスを考慮した設計を行った。

一方, 拡幅する床版は追加配置した横締めPC鋼材のプレストレスのみを考慮した。ストラットに支持される床版の設計は, 道路橋示方書に規定された支持機構と異なるためにFEM解析により行い, 既設部および拡幅床版部について照査を行った。

本橋の拡幅時には床版をストラットで補剛する構造とすることは当初の設計段階から計画されていたが, 亀山西JCTランプ橋工事が新たに発注されたことよって, 当初想定されたよりも大きな片持ち張出し長が必要となった。このため, ストラット下端と主桁の接合条件を発注設計のアンカーバーによる結合 (ピン結合) としてFEM解析を実施した結果, 既設部の引張鉄筋の照査を満足しなかった。そこで, 図-3に示すように, 結合条件を剛結に変更して, 床版の鉛直たわみ量を抑制することで, この照査を満足した。また, ストラットの設置角度は桁高によって変化するが, 既設受台の角度は一定のため, ストラットと受台の接合面にはせん断力が作用する。このせん断力に対して発注設計のアンカーバー (D25-1本) のせん断耐力を照査した結果, 許容値を満足しなかった。そこで本工事ではストラットと受台が直角となるように, 既設のストラット受台の上に新たな受台を構築して対応した。

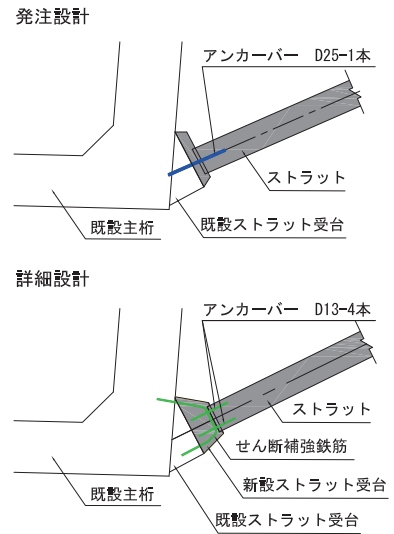


図-3 ストラット下端の接合

3. 2 主方向の設計

既設主桁は施工から10年以上が経過しておりコンクリートのクリープ・乾燥収縮はほぼ完全に進行を終えている。既設主桁には拡幅施工による荷重増加を考慮して, 外ケーブルの定着体および偏向管が設置されている。既設部は当初の設計どおりにPC構造とし, 許容値を満足するように外ケーブルを追加配置した²⁾。

一方で, 拡幅床版は新設のコンクリートとなることから, 既設部および拡幅部コンクリートの材齢差を考慮した合成桁として検討を行った。拡幅施工の手順を図-4に示す。床版の拡幅は柱頭部を起点として施工され, 柱頭部上で施工台車を組立て後に, 左右に7.0mのブロック長で片押し施工した。拡幅床版部は, 施工起点から片押し施工することから, 施工済みの拡幅床版に床版荷重および施工台車の荷重による曲げ引張応力が生じるため, 施工が進むごとに累積する

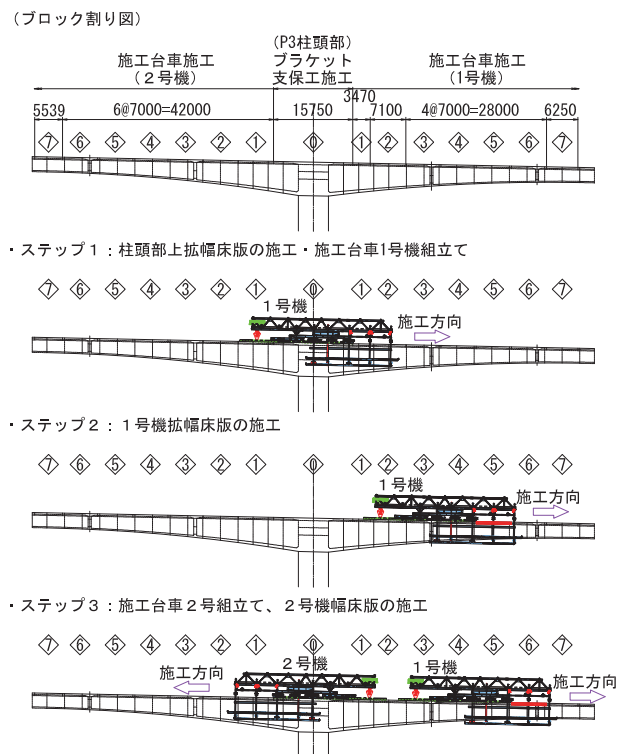


図-4 拡幅床版施工ステップ図

応力を考慮した検討を行った。拡幅床版部はPRC構造とし、制御方法は温度変化を含む死荷重時においてひび割れ発生限界以下、設計荷重時においてひび割れ幅制御とした。新設部となる拡幅床版は主桁に追加配置する外ケーブルだけでは制限値を満足できないことから、**図-5**に示すように床版先端部のエッジビーム内に1S28.6プレグラウト鋼材を4本配置した。

本工事は供用2車線を確保した中での施工となることから、施工時においても既設主桁と拡幅した床版には活荷重による曲げ引張応力が生じる。そこで、施工時の検討では活荷重も含めた荷重の組合せを考慮した。また、拡幅床版コンクリートの水和熱による温度応力に対してはFEM解析による温度応力解析を行い、補強筋を配置した。

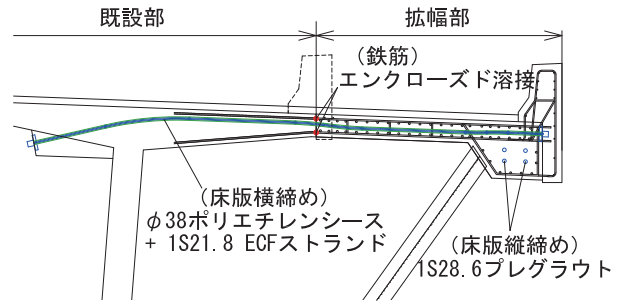


図-5 張出し先端鋼材配置図

4. 床版拡幅の施工

4.1 施工方法の概要

施工起点部となる柱頭部の施工方法の1つとして、地上から立ち上げた作業台の上に固定支保工と型枠を組み立ててコンクリートを打設する方法が考えられた。しかし、この施工方法は車両通行による振動によって既設主桁と新設床版との間に変位差が発生するため、弱材齢時のひび割れ発生が懸念された。そこで、既設主桁と新設床版が一体で挙動するように、柱頭部の拡幅床版はブラケット支保工により施工した(**図-6**)。ブラケットは柱頭部横桁を避けてウェブを削孔し、PC鋼棒φ32を緊張して設置した。

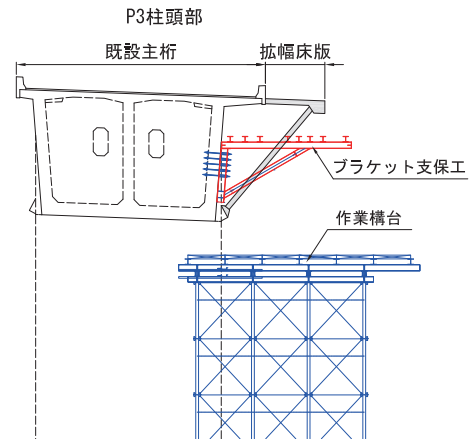


図-6 ブラケット支保工

そのほかの標準部の施工はBL長を7.0mとして特殊施工台車を使用して行った(**図-7**, **写真-1**)。施工スペースに制限があるため、主桁直角方向にウェイトを設けた構造ではアーム長を確保できずウェイトが過大となる。そこで、橋軸方向に台車を長くして床版打設時の転倒モーメントを支持する構造とした。最大支間109mの橋梁を供用しながらの施工することから、コンクリートには車両通行による振動が生じ、鉄筋との付着強度に影響があることが懸念された。過去の実施された試験³⁾では、振動の方向(鉛直)と鉄筋の方向(水平)が異なる場合は付着強度の増進が報告されている。今回の施工台車構造は、主桁の動きに追従して振動することから鉄筋とコンクリート付着に影響を与えないと考えられる。

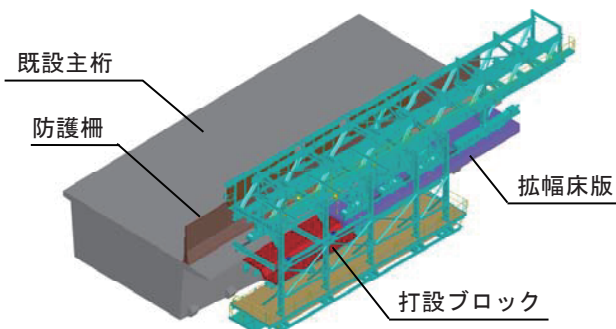


図-7 施工台車3Dモデル



写真-1 施工台車による施工状況

4. 2 施工時の留意点

本工事では施工スペースに制限があるため、張出し床版上で施工台車を支持する必要がある。しかし、張出し床版上に大きな集中荷重を載荷させることは出来ないため、施工台車は支持点を3.5m間隔のストラット上に多点配置し、荷重を分散させる構造とした(図-8)。施工台車は多点支持の複雑な構造となることから、3次元の骨組モデルにより台車自体の構造的な安全性の確認および移動時と床版のコンクリート打設時の反力を算出した。また、床版に作用する施工台車の反力に対してFEM解析を実施し、作業台車の移動時とコンクリート打設時に床版に発生する応力を確認した(図-9)。この解析結果より、床版に有害なひび割れを発生させないように反力の上限值を設定し、施工時においては反力管理を実施した。加えて、コンクリート打設時の台車のたわみ、車両荷重や作業時の振動を小さくするために水平サポートを設置する工夫を行った。

ストラット下端のストラット受台のコンクリートは拡幅床版を打設する前に施工することも考えられた。しかし、下端を剛結した状態で拡幅床版を施工すると、接合部に曲げモーメントが作用するため、ひび割れの発生が懸念された。そこで、拡幅床版と受台は同日に打設し、打設順序としては①拡幅床版、②ストラット受台とした。

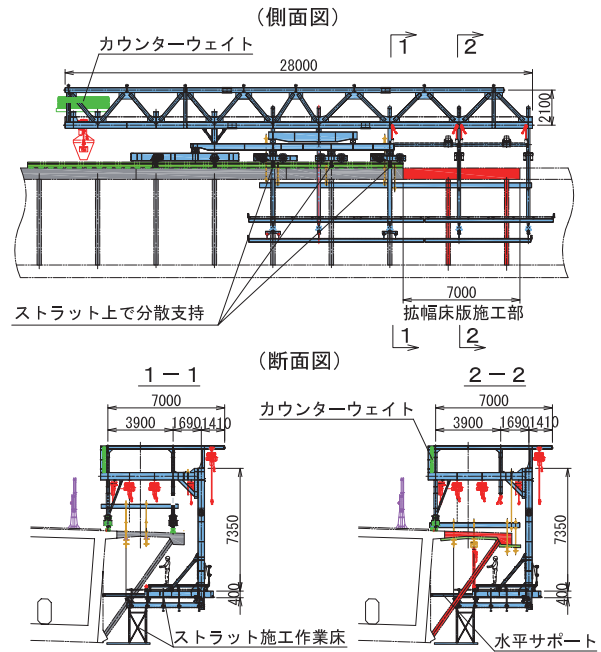


図-8 施工台車の構造

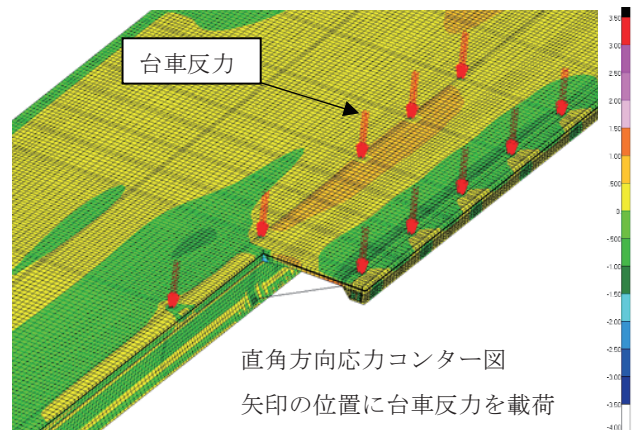


図-9 施工台車の反力に対するFEM解析

5. おわりに

本工事はH31年4月時点で拡幅床版の施工が完了し、H31年9月の工事完了に向けて、橋面工、そのほかの工事を進めている。山間部における長大橋を供用しながら拡幅床版を施工するこれまで前例のない工事であり、施工における制約が多いなかで、設計、材料面の工夫により対応を行い、無事に施工を行うことができた。本工事の設計・施工にあたりご指導とご助力を頂いた関係者に感謝の意も表示するとともに、本工事の経験が、今後の既設橋の床版拡幅工事の参考になれば幸いである。

[参考文献]

- 1) 中上ほか：7本より21.8mmECF高強度(2000MPa級)ストランドの開発，第25回PCシンポジウム，2016.10
- 2) 喜多・牧田ら：既設橋建設時に施工したポストテンション用部材を用いたPC橋の拡幅設計，平成30年度土木学会全国大会 第73回年次学術講演会，2018.8
- 3) 江藤・平野ら：凝結硬化時に継続振動を受ける鉄筋コンクリートの付着強度に関する研究，土木学会論文集，No544，pp.223～234，1996.8