

PC7 径間連続桁橋（2 主版桁＋箱桁）の設計・施工

― 東海環状自動車道 ^{かみのほ} 上保第四高架橋 ―

東京土木支店	土木技術部（名古屋支店駐在）	佐藤純也
東京土木支店	土木工事部（名古屋支店駐在）	能島英明
大阪支店	土木工事部	満田恭輝
東京土木支店	土木技術部（名古屋支店駐在）	若松剛臣

概要：上保高架橋は、東海環状自動車道のうち、岐阜県本巣市にあり、糸貫 IC（仮称）～岐阜 IC（仮称）間に位置する橋梁である。本橋の内、第四高架橋は外回りの PC8 径間連続 2 主版桁橋と内回りの PC7 径間連続橋（2 主版桁＋箱桁）が並列した橋梁である。施工環境としては、交差道路 3 本が桁下を通過し、施工ヤードも狭小な条件であった。本稿では、上保高架橋（PC 上部工）工事のうち、場所打ち部である上保第四高架橋において、設計および施工で取り組んだ内容を報告する。設計面では、外ケーブル定着位置を定着専用横桁から中間支点横桁へ変更したことによる、負曲げモーメントへの対策等について、施工面では、狭小な施工ヤードでの施工や 3D プリンターを用いた定着切り欠き型枠の採用による現場作業省力化への工夫等を報告する。

Key Words：中間支点上の負曲げ対策、狭小ヤード施工、3D プリンター

1. はじめに

東海環状自動車道は名古屋都心部から約 30～40km の距離に位置し、東海 3 県（愛知県・岐阜県・三重県）の豊田、岐阜、大垣、四日市などの各都市を環状に連結する高規格幹線道路である。この道路が開通すれば、伊勢湾岸自動車道を含めた環状道路が形成され、加えて東名・名神高速道路、中央自動車道、東海北陸自動車道、新東名、新名神高速道路の 5 本の放射状道路と連結することが可能となり、この地域の利便性向上につながると考えられる。上保高架橋は、この東海環状自動車道のうち、岐阜県本巣市にあり、糸貫 IC（仮称）～岐阜 IC（仮称）間に位置する橋梁である。架橋位置図を図-1 に示す。



図-1 架橋位置図¹⁾



佐藤純也



能島英明



満田恭輝



若松剛臣

2. 橋梁概要

本橋の構造一般図の平面図を図-2、断面図を図-3に示す。また、橋梁諸元を表-1に示す。

本橋の施工環境としては、交差道路3本が桁下を通過し、施工ヤードも狭小な条件であった。また、内回りと外回りの中分側での離隔は終点側へ行くほど小さくなっていき、最終的にはP14付近で50mm程度に近づいていく形状となっている。

施工順序としては、工程短縮の目的から、橋梁中央部へ向かって両端部より、1径間ずつ並行して施工を進めていく計画とした。具体的には、外回りを先行して両端部から施工し、外回りの中央閉合前には内回りを両端部から施工し始めていく順序での施工とした。なお、架設方法はすべて固定式支保工架設とした。

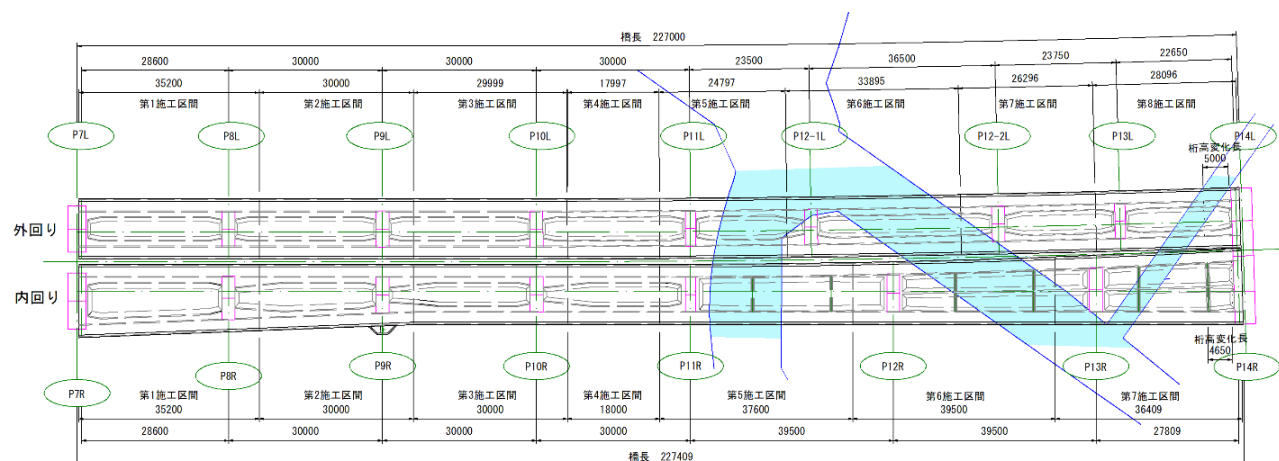


図-2 構造一般図 (平面図)

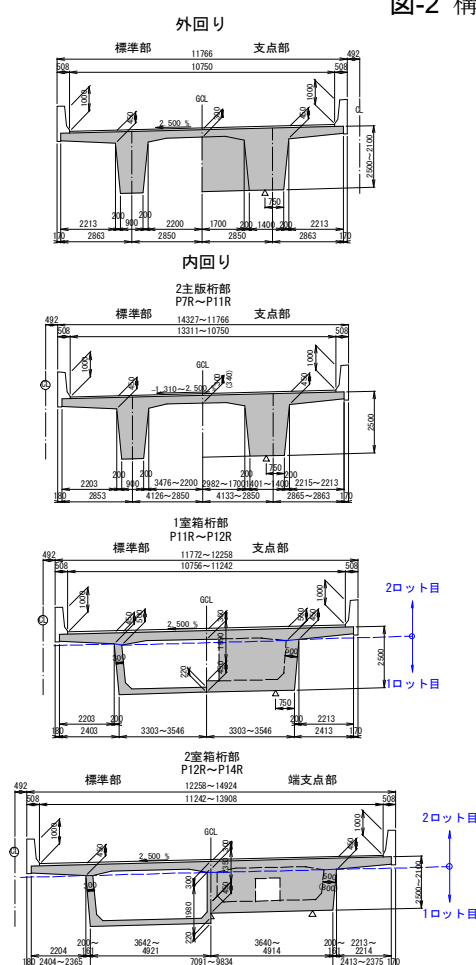


図-3 構造一般図 (断面図)

表-1 橋梁諸元

道路規格	第1種 第2級 B規格
設計速度	V = 100 km/h
設計荷重	B活荷重
構造形式	外回り 8径間連続2主版桁橋 内回り 7径間連続橋 (4径間2主版桁 + 1径間1室箱桁 + 2径間2室箱桁橋)
橋 長	外回り 227.000m 内回り 227.409m
支 間 長	外回り 28.600 + 3@30.000 + 23.500 + 36.500 + 23.750 + 22.650m 内回り 28.600 + 3@30.000 + 2@39.500 + 27.809m
有効幅員	外回り 10.750m 内回り 10.750m ~ 13.917m
縦断勾配	i = -0.300%
横断勾配	外回り i = -2.500% 内回り i = 1.325% ~ -2.500%
平面線形	R = 10000 m
架設工法	固定式支保工架設

3. 設計面における工夫

3.1 中間支点上の負曲げモーメントへの対策

本橋内回りの箱桁部は、発注時においては外ケーブルを定着するための定着専用横桁を設けていた。これを、詳細設計時においては、構造形状の簡素化と上部工の軽量化を目的に、省略する方針とした。これにより、外ケーブルはすべて支点横桁へ定着することになるが、外ケーブルの定着を定着専用横桁から中間支点横桁へ移動した場合、中間支点横桁へ定着可能な外ケーブルだけでは、中間支点上の負曲げモーメントに対応しきれないという問題が生じた。これは、中間支点横桁部での定着位置の取り合いから外ケーブル配置高さを下げる必要があることと、定着部からプレストレス力が全断面に有効に作用するまでの距離の影響が大きくなることに起因するものであった。そこで、この中間支点上の負曲げモーメントに抵抗できる本数の内ケーブル（プレグラウトケーブル）を中間支点上縁に配置した。具体的には、片側を施工目地部のウェブ小口に定着、中間支点上縁を通して配置し、もう一方は中間支点部を跨いだ後に、できるだけ死荷重を増やさないようにするため、ウェブに定着突起を設けて定着した。

発注時と詳細設計時の側面図比較を図-4に示す。

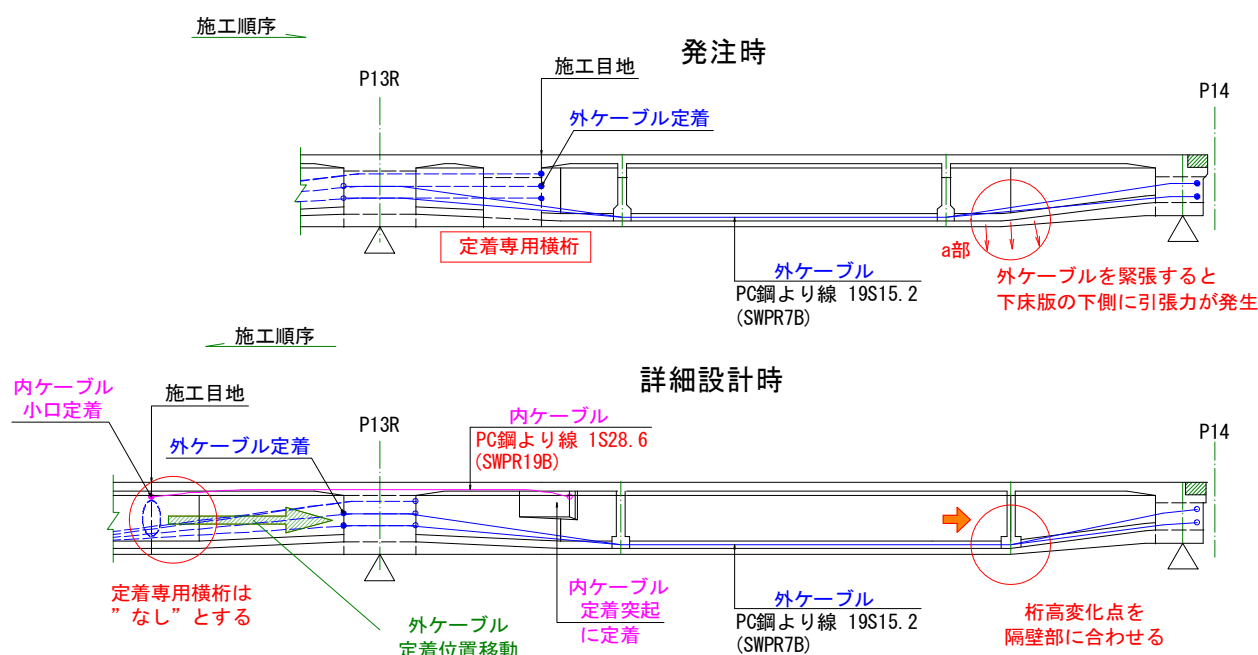


図-4 発注時と詳細設計時の側面図比較

箱桁部の施工は下床版とウェブ部の型枠・鉄筋を組立後に1ロット目のコンクリートを打設する。その後、上床版部の型枠・鉄筋を組立て、2ロット目の上床版部を打設する（図-3）。この場合、中間支点部上縁を通るよう配置した内ケーブルの定着部付近は1ロット目に入り、その他の部分は2ロット目のコンクリートに埋まる形となる。上縁鋼材配置状況を写真-1に示す。

負曲げ対策用に配置した内ケーブルは、この1ロット目と2ロット目を跨いだ配置となる。したがって、内ケーブルの配置は1ロット目打設以前から必要となり、緊張は2ロット目のコンクリート打設終了後、コンクリートが所定の強度に達してからとなる。そこで問題となるのが、内ケーブルの存置期間である。今回、プレグラウトケーブルの選定は安全側として最も不利な夏期を条件とした。結果、内ケーブルに湿気硬化型を使用した場合の緊張可能日数は打設より

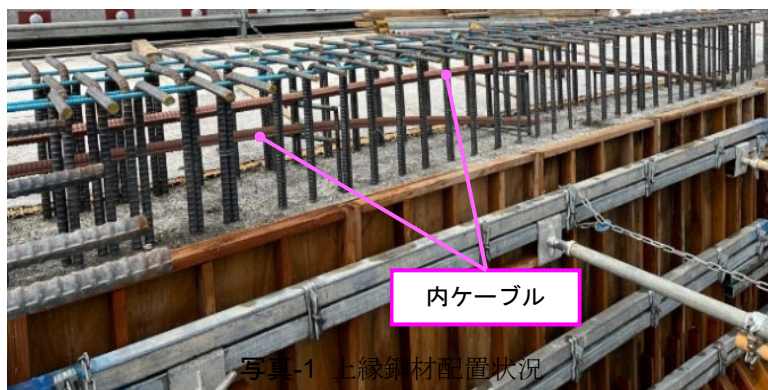


写真-1 上縁鋼材配置状況

45 日となった。一方で、1 ロット目の打設から緊張までには 40 日程度がかかるため、天候不良による工程遅延などの不測の事態が発生した際には湿気硬化型では緊張ができなくなることが考えられる。そこで、緊張可能日数が 240 日と長い熱硬化型を選定した。

3.2 桁高変化位置での対応

発注時における内回り箱桁の P14 橋脚近くの桁高変化位置においては外ケーブルの緊張力によって下床版の下側に引張力が発生することが、FEM 解析により確認できた。この対応策としては、下床版に引張応力の発生している箇所(桁高変化位置)に偏向横桁を移動することで下床版の引張力が抑えられるものと考えた。FEM 解析で検証した結果、その効果が確認できたため、桁高変化位置に偏向横桁を移動することで対応した。桁高変化位置での応力分布図を図-5 に示す。

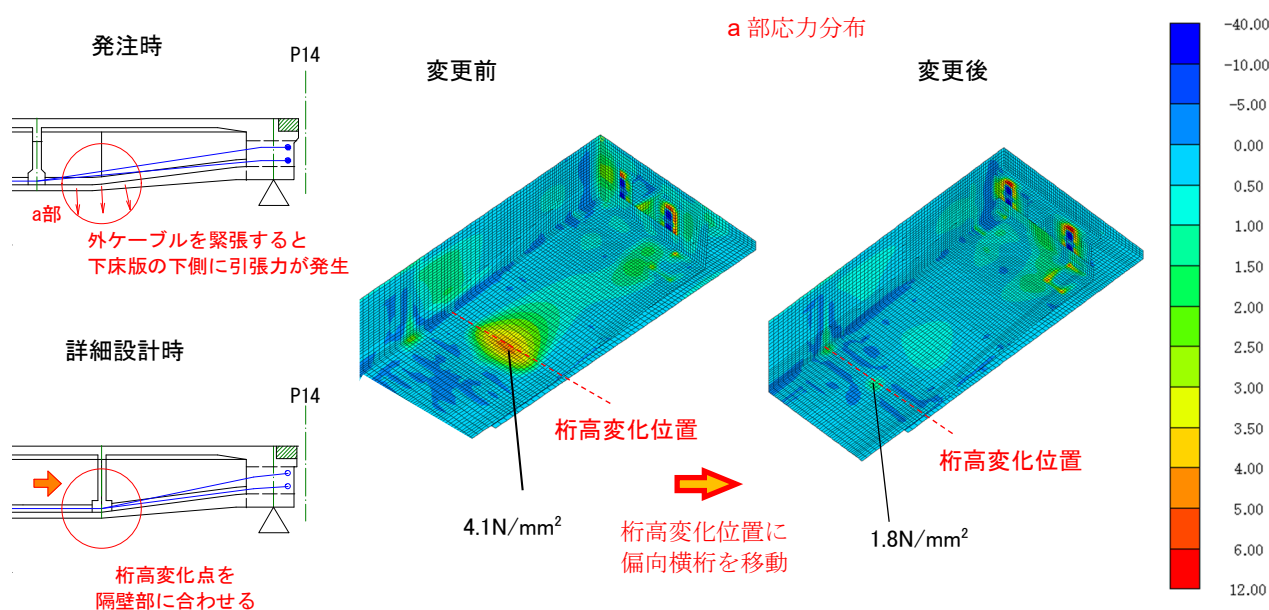


図-5 桁高変化位置での応力分布図

4. 施工面における工夫

4.1 狭小な施工ヤードでの施工方法

内回り第七施工区間の施工において、交差道路を全期間中通行止めすることができず、また、施工ヤードも狭小であったため、第七施工区間の南側にクレーンや資機材を置くためのスペース確保が困難であった。そこで、施工途中である外回りの橋面上に13t ラフタークレーンを設置し、施工ヤードとして橋面上を使用することで施工した。施工ヤード状況を図-6 に示す。

なお、クレーンを設置するタイミングは、外回り施工途中であったため、その荷重による影響が施工途中および構造系完成時において問題がないことを計算により確認した。

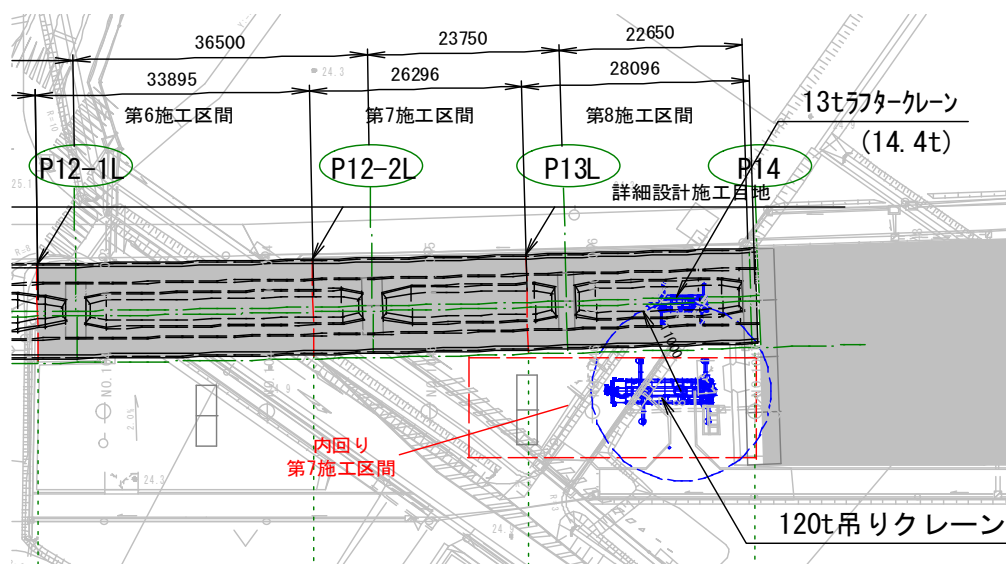


図-6 施工ヤード状況

4.2 埋設型枠の採用

内回りと外回りの中分側壁高欄外面間の離隔が、外回り P12-1L 橋脚付近から終点側に向けて小さくなっていく。また、施工は橋面引渡し時期の制約から、外回り・内回りを並行して施工していく必要があった。この場合、離隔の小さな箇所において、通常の型枠施工ではスペースが狭いため外回り・内回りの離隔の小さな箇所において、壁高欄背面の型枠施工が困難なことが予想された。そこで、離隔の小さな箇所には埋設型枠施工を採用することとした。埋設型枠概要図を図-7 に示す。

埋設型枠を使用することにより、通常型枠で必要となる型枠背面での資機材の取付け作業が不要となり、当該箇所での施工を可能とした。

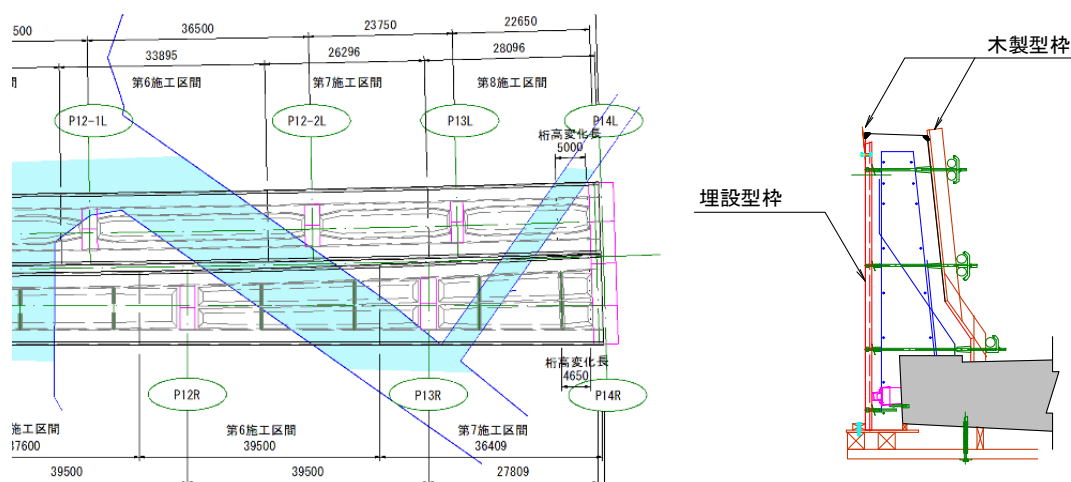


図-7 埋設型枠概要図

4.3 3D プリンターを用いた定着型枠の採用

本橋では、現場作業の省力化を目的に、2 主版桁橋の主ケーブル定着切り欠き型枠の製作に、3D プリンターを併用した。具体的な使用箇所は、2 主版桁橋のうち、2 方向に角度を有する切り欠き部に限定し、その部分の型枠の製作に 3D プリンターを使用した。これにより、現場における型枠製作の省力化が実現できた。ただし、現場の省力化は実現できたものの、費用対効果は十分とは言えず、今後の普及によるコストダウンが期待される。

製作型枠図を図-8 に、製作型枠の写真を写真-2 に、型枠設置状況を写真-3 に示す。

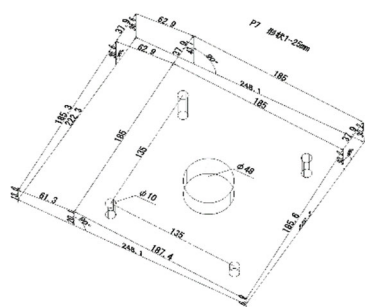


図-8 製作型枠図

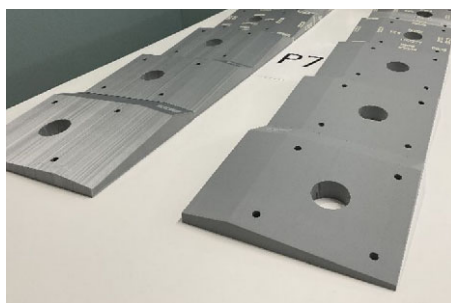


写真-2 製作型枠



写真-3 型枠設置状況

5. まとめ

東海環状自動車道は、豊田東 JCT～山県 IC、大野神戸 IC～養老 IC、大安 IC～新四日市 JCT までが開通し、東海環状自動車道の全線開通に向けて、鋭意事業が進められている。本工事は令和 4 年 3 月の受注後より、工事を進めており、令和 6 年 4 月現在においては、内回りの橋体 4 径間分の施工および付属物の設置を残すのみとなっている。

工事状況写真を写真-4 に示す。

本工事施工完了後は、舗装・施設などの工事が別工事にて行われる。また、東海環状自動車道では、他工区での工事を含め全面開通を目指した事業が進められている。



写真-4 工事状況写真

謝辞

本橋の設計では、発注者の構造技術部門および工事監理の方々の多大なご支援をいただいている。これら関係各位に、心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省 中部地方整備局 岐阜国道工事事務所ホームページ
: <https://www.cbr.mlit.go.jp/gifu/works/tokaikanjo.html> (閲覧日 : 2023.3.27)