

PC3 径間連続箱桁橋の設計・施工

— 東海環状自動車道 ^{まさだ} 政田第五高架橋 —

東京土木支店	土木技術部	D.Munkhtsatsral
東京土木支店	土木工事部 (名古屋支店駐在)	田口靖雄
東京土木支店	土木工事部 (名古屋支店駐在)	武内宏司
大阪支店	土木工事部 (広島支店駐在)	難波勝彦

概要：政田第五高架橋は、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）～大野神戸 IC 間に位置する政田第三高架橋他 2 橋（PC 上部工）工事に含まれる PC3 径間箱桁橋である。本橋では工事発注時には、すべての PC 鋼材配置を内ケーブルで計画されていたが、将来における維持管理の観点より、工事受注後に内外ケーブル併用構造への見直しを行った。また、本橋の中央径間は主要地方道岐阜関ヶ原線を跨ぐ箇所に位置しているため、主要地方道上の張出し施工における安全対策が課題であった。本稿では、この内外ケーブル併用構造への見直し設計と主要地方道上での施工時に行った対策や工夫について報告する。

Key Words：外ケーブル構造への見直し、幹線道路上での施工、モルタル製排水溝

1. はじめに

東海環状自動車道は東海3県（愛知、岐阜、三重）の各都市を結ぶ環状道路である。政田第五高架橋は、この東海環状自動車道のうち、糸貫IC（仮称）～大野神戸IC間での政田第三高架橋他2橋（PC上部工）工事に含まれる内回り線に位置するPC3径間連続箱桁橋である。本橋では工事発注時には、すべてのPC鋼材配置を内ケーブルで計画されていたが、将来における維持管理の観点より、工事受注後に内外ケーブル併用構造への見直しを行った。また、本橋の中央径間は日交通量約18,000台の主要地方道岐阜関ヶ原線（以降、幹線道路）を跨ぐ箇所に位置しているため、施工時における桁下空間の確保が可能となる張出し施工で計画されていたが、その安全対策に課題があった。本稿では、この内外ケーブル併用構造への見直しに伴い検討を行った内容と幹線道路上での施工時の安全対策に関する取り組みについて報告する。

2. 橋梁概要

本橋の橋梁諸元を表-1 に、橋梁断面図および側面図を図-1, 2 に示す。

本橋の施工環境としては、交差道路2本が桁下を通過し、中央径間は幹線道路上に位置する。施工順序としては、柱頭部を支保工で施工した後、移動作業車にて張出し施工を行い、側径間閉合部を固定支保工で施工し、最後に幹線道路上に位置する中央閉合部を移動作業車にて施工するものとした。



ダリー・ジャブ
ムンフツァツラル



田口靖雄



武内宏司



難波勝彦

表-1 橋梁諸元

工事名	東海環状自動車道 政田第三高架橋他2橋(PC上部工)工事	
発注者	中日本高速道路(株)名古屋支社	
工期	2022年4月6日～2024年10月21日	
設計速度	V=100km/h	
設計荷重	B活荷重	
構造形式	PC3径間連続箱桁橋	
橋長	175.000m	
支間長	45.100m+83.000m+45.050m	
有効幅員	10.750m	
縦断勾配	0.300%	
横断勾配	4.500%	
PC鋼材	内ケーブル	SWPR7BL 12S15.2
	外ケーブル	SWPR7BN 19S15.2
		SWPR7HT 19S15.7
	床版横締め	SWPR19L 1S28.6

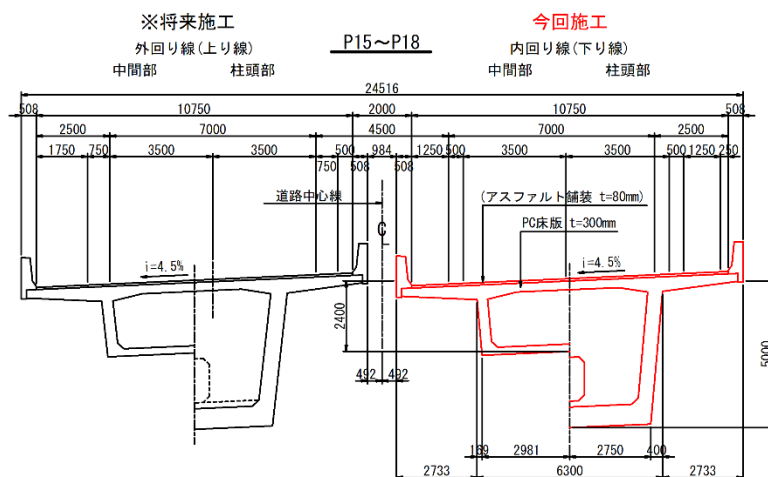


図-1 橋梁断面図

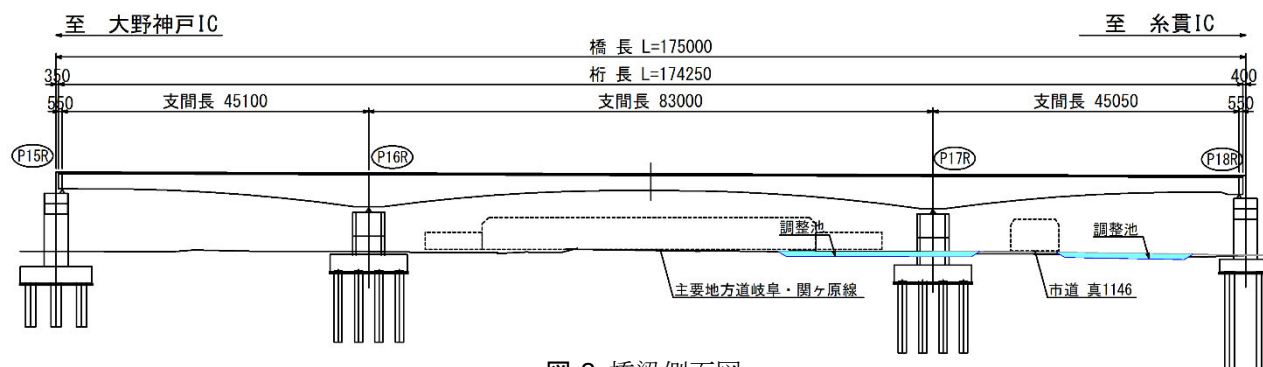


図-2 橋梁側面図

3. 設計概要

本設計は、政田第五高架橋の将来における維持管理の観点から、発注時の全内ケーブル構造を内外ケーブル併用構造へ変更するために実施したものである。具体的には、発注時の全内ケーブル構造に対して、上床版ケーブルを除くウェブおよび下床版に配置されている内ケーブルをすべて外ケーブルに変更するというものである。以下に、内外ケーブル併用構造を成立させるために実施した検討内容を示す。

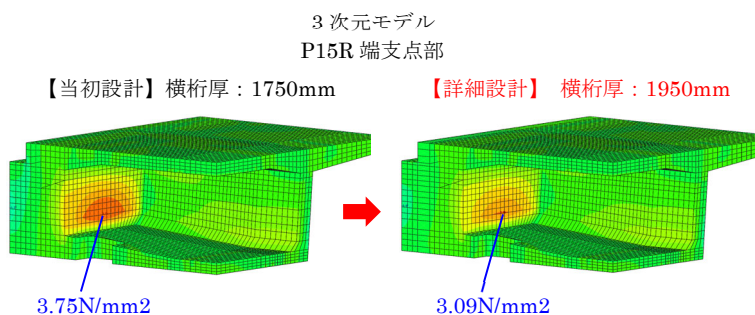


図-3 外ケーブル定着に対する FEM 結果比較

3.1 端支点横桁厚の変更

外ケーブルの定着箇所となる横桁には大きな集中荷重が作用することとなる。特に、端支点横桁に関しては、既往の外ケーブル構造での横桁厚と比べると薄い状態にあった。そこで、外ケーブルの定着に必要な横桁厚について、3次元FEM解析を用いたパラメータスタディを実施することで最適化を図ることとした。解析の結

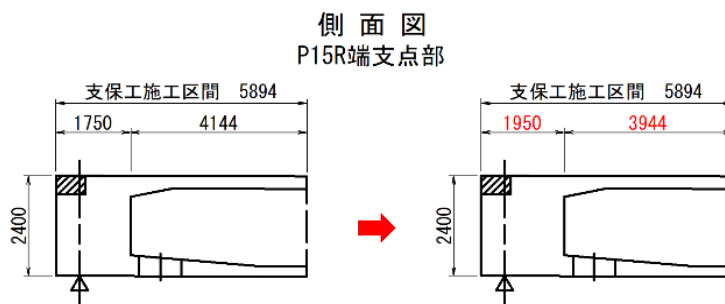


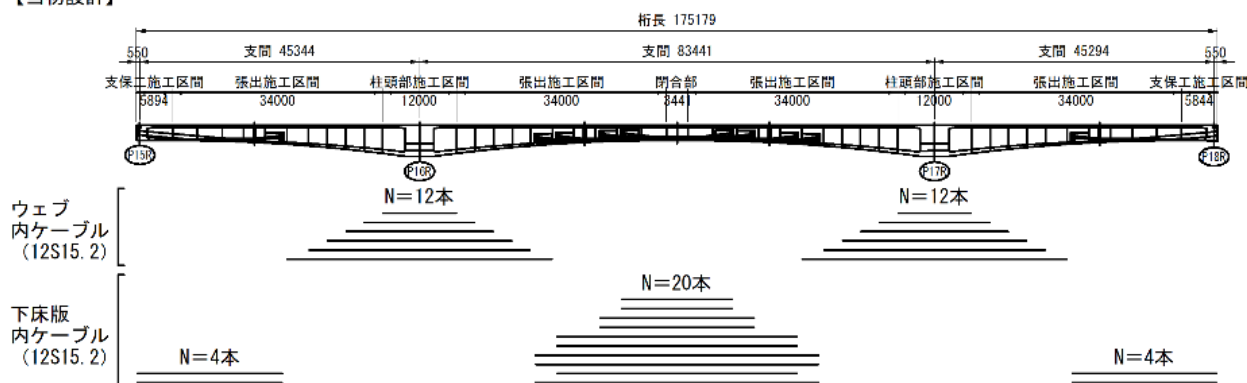
図-4 端支点横桁厚の見直し

果から、発注時の横桁厚1750mmでは、外ケーブルの定着荷重により目標としていた 3.0N/mm^2 を大きく上回る引張応力が横桁面に発生することが確認された。そこで、横桁厚を100mm単位で増加させた解析を実施して、この引張応力の低減効果を確認したところ、横桁厚200mmまではこの範囲の応力低下が大きかったものの（図-3）、それ以上の増厚に対してはこの応力低下の割合が小さくなることが分かった。そのため、死荷重増加を抑える観点から、横桁厚は200mm増厚することに決定した（図-4）。

3.2 高強度 PC 鋼材の採用

将来的な維持管理を目的に発注図に示されていたウェブおよび下床版内ケーブルをすべて外ケーブルに置き換えることに加えて、橋梁内での点検作業の効率化を図るために隔壁部などに設けられる人通孔の拡大も求められた。これにより、外ケーブルの定着および偏向スペースにも制約が生じる中で構造を成立させる必要があった。最初に実施した一般的なPC鋼材（19S15.2）を用いた検討では、配置可能な最大本数を考慮しても中央径間部の下縁に発生する引張応力が制限値を超過する結果となった。そのため、高強度PC鋼材（19S15.7）をこの中央径間部だけに採用することで、構造を成立させた（図-5）。なお、高強度PC鋼材の定着箇所となる柱頭部については、3次元FEM解析を用いた検討により、発生引張応力を確認し、必要に応じて補強鉄筋を配置した。中間支点横桁や中央径間偏向部の外ケーブル配置を図-6に示す。

【当初設計】



【詳細設計】

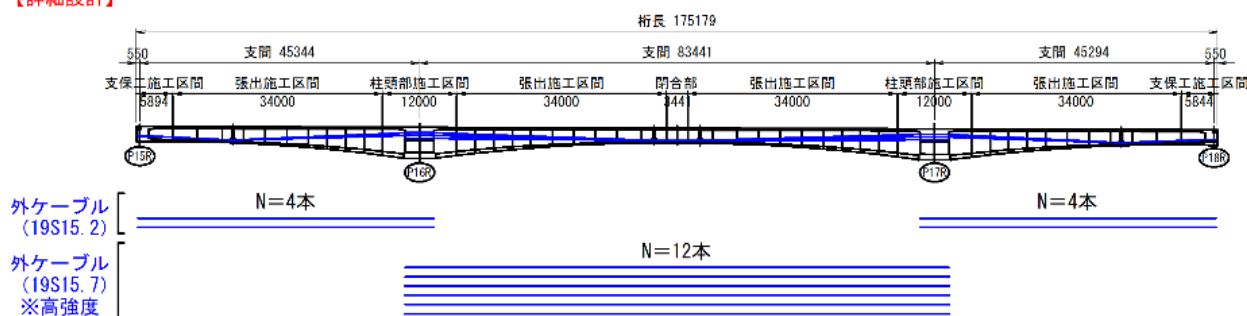


図-5 内ケーブルから外ケーブルへの見直し

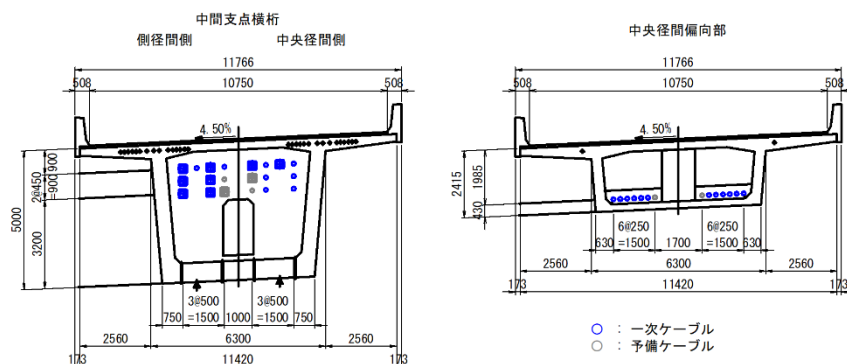


図-6 外ケーブル配置図

3.3 中央閉合部へのテンポラリー鋼棒の配置

ウェブおよび下床版に配置されていた内ケーブルを外ケーブルに置き換えたことに伴い、発注時に中央閉合部に配置されていた内ケーブル（閉合ケーブル）も配置されないこととなった。内ケーブルの場合は打設後のコンクリート強度が緊張可能強度に達する約3日後にはプレストレスの導入ができるものの、外ケーブルの場合は配線用の架台設置作業などが必要となるため、本橋では閉合部コンクリート打設から約2週間かかる計画として

いた。一方で、この閉合部ではプレストレスが導入されない期間にも温度変化および温度差の影響を受けることから、閉合部でのひび割れ発生リスクは高くなると考えられた。そこで、この温度変化と温度差による組み合わせ応力を算出した結果、閉合部にはコンクリートの曲げひび割れ強度以上の引張応力が発生することが確認された。そのため、中央閉合部でのひび割れ対策として、外ケーブル緊張までの一時的な期間だけこれらの作用による引張応力がコンクリートの曲げひび割れ強度を上回らないようにテンポラリー鋼棒を用いて、圧縮力を作用させるように計画した（図-7）。なお、テンポラリー鋼棒の緊張は、本設の偏向部隔壁を利用して行うこととし、この定着に伴い発生する局部応力については、3次元FEM解析により確認して鉄筋による偏向部隔壁の補強を行った。

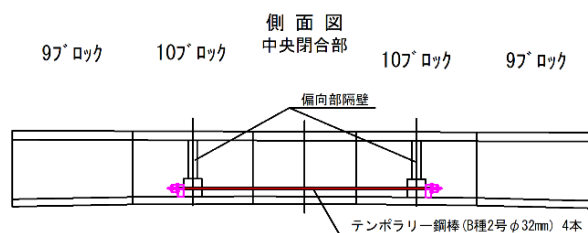


図-7 中央閉合部のテンポラリー鋼棒

4. 工事概要

本橋の施工方法は、柱頭部を支保工で施工した後、移動作業車にて張出し施工を行い、側径間閉合部を固定支保工で施工し、最後に幹線道路上に位置する中央径間閉合部を移動作業車にて施工するものである。ここでは、張出し施工となる中央径間が幹線道路上に位置することから（写真-1,2）、施工時の安全対策として取り組んだ内容を示す。



写真-1 幹線道路上の張出し施工状況



写真-2 幹線道路上の張出し施工状況
(近接写真)

4.1 幹線道路上の建築限界への対応

4.1.1 下段作業台での最下段横梁の改造

下段作業台の最下段の横梁を蛍光色に塗替えることで、幹線道路を走行する車両からの夜間も含めた視認性を向上させて注意喚起を促した（写真-3）。また、下段作業台の吊材が横梁より下に突出しないような改造を施し、制限高さに対する余裕量をより多く確保できる構造とすることで、幹線道路を走行する一般車両に対する安全性を確保した（図-8）。



写真-3 最下段横梁の塗装

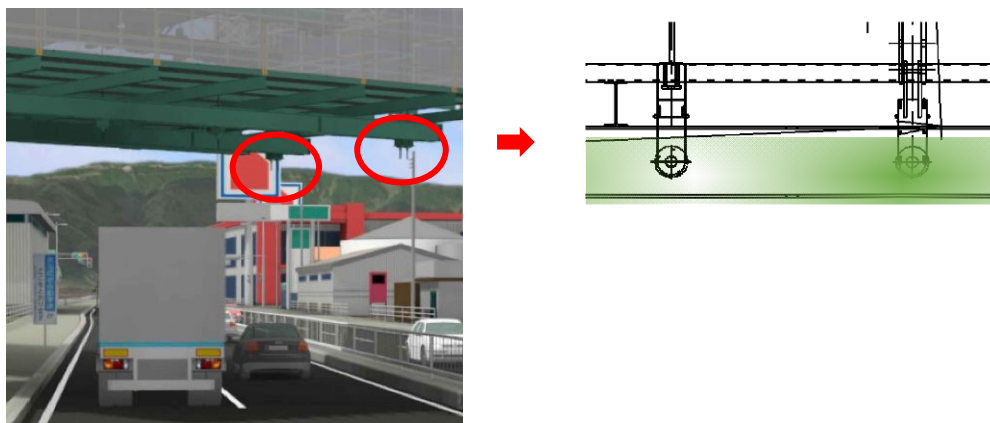


図-8 最下段横梁の改造

4.1.2 レーザーバリアによる常時監視

幹線道路上の移動作業車は、道路管理者との協議の結果から建築限界4.7m以上を常時確保することが求められたため、水平方向にレーザーバリアを設置して移動作業車の高さ管理を常時監視できるようにした（図-9、写真-4）。具体的には、移動作業車が基準高さ（4.7m）以内に進入した場合には、現場代理人と各担当者へ警告メールが自動配信されるシステムを構築し、異常時の対応が速やかにとれるような体制を作った。

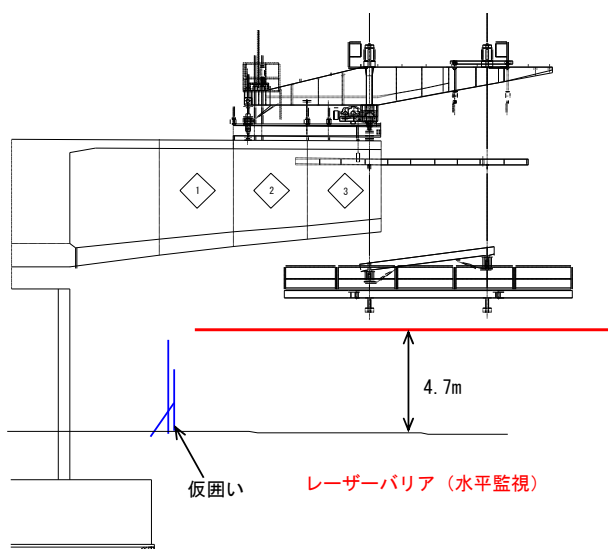


図-9 レーザーバリアの設置



写真-4 レーザーバリアの設置状況

4.2 幹線道路への汚濁水の落下防止

移動作業車による張出し施工中に生じる汚濁水を供用中の幹線道路へ落下させないために、下段作業台へは防水シートを隙間なく敷き（写真-5）、かつ水溜め桶を設置して（写真-6）強制的な導水を行うことで完全防水を図った。その上で、この水溜め桶に集約した汚濁水や雨水は自動感知式水中ポンプを常時稼働させて排出することで、幹線道路への汚濁水の落下を防いだ（図-10）。なお、水中ポンプは、想定される最大雨量でも十分に排出可能となる台数を設置した。

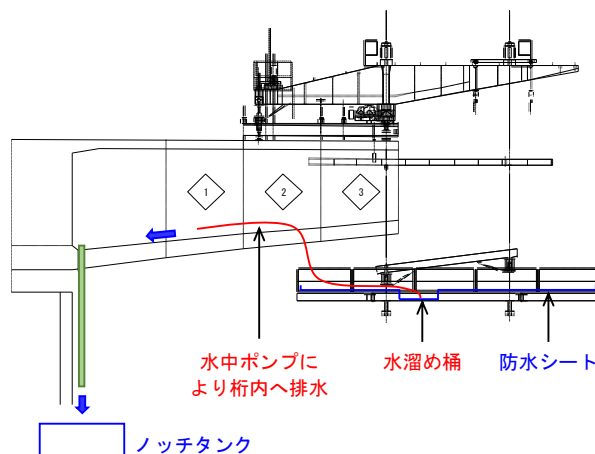


図-10 汚濁水の落下防止対策



写真-5 下段作業台の防水シート



写真-6 下段作業台の水溜め桶

4.3 幹線道路上空からの排水管の排除

本橋の供用後においても、排水管からの漏水の幹線道路への落下を防止するために、排水管は幹線道路上の範囲を避けて配置する計画とした。ただし、その場合、本橋の線形条件などから橋面上への鋼製排水溝の設置が必要となったが、一般的な鋼製排水溝では維持管理面での課題があった。そこで、この維持管理面への課題を解決したモルタル製の排水溝（写真-7）を部分的に採用することで幹線道路上からの排水管の排除を可能とした。



写真-7 モルタル製排水溝の施工状況

5. まとめ

本工事では、全内ケーブル構造から内外ケーブル併用構造への変更および幹線道路に対する施工時の安全性の確保を目的に様々な設計および施工の課題に取り組みながら、令和6年4月現在、中央閉合部施工を実施している（写真-8）。今後は、壁高欄部の施工および付属物の設置を行う予定となっている。



写真-8 全景写真（中央閉合部の施工状況）

謝辞

本橋の設計および施工にあたり、多大なご支援をいただいた発注者の構造技術部門および工事監理の方々に心よりお礼申し上げます。