

東京外環自動車道 高谷ジャンクション橋南（鋼上部工）工事

CONSTRUCTION OF THE SOUTH SIDE OF KOYA JUNCTION ON TOKYO-GAIKAN EXPRESSWAY

本條 順一* 今 大介* 高松 幹正** 長谷川 哲也** 佐藤 悠樹**
Junichi Honjo Daisuke Kon Mikimasa Takamatsu Tetsuya Hasegawa Yuki Sato

1. まえがき

高谷ジャンクション（以下、高谷 JCT）は、東京外環自動車道に位置する東関東自動車道（以下、東関東道）・首都高速道路湾岸線（以下、首都高湾岸線）と接続するランプ橋（図-1）である。東関東道・首都高湾岸線・国道 357 号線・国道 298 号線・江戸川放水路・一級河川高谷川を横架するため、様々な架設工法を採用し、厳しい架設条件・規制条件の下、鋼上部工 5 連および鋼製橋脚 10 基の計 9,956ton、合成床版 20,727m²の施工を行った。完成後の全景を写真-1 に示す。

本報告では、「3. 合成床版底鋼板の剛性の影響による設計上の留意点およびキャンパー出来形管理方法」および「4. 東関東道および首都高湾岸線との接続部における架設および交通規制の計画と実施」について記載する。



図-1 位置図

2. 工事概要

工事名	東京外環自動車道 高谷ジャンクション橋南（鋼上部工）工事				
発注者	東日本高速道路株式会社 関東支社				
工事場所	千葉県市川市高谷				
工期	平成24年10月3日～平成29年9月26日				
橋名	Aランプ	Bランプ	C1ランプ	C2ランプ	Dランプ
構造形式	鋼16径間連続（箱+钣桁）混合桁橋	鋼7径間連続箱桁橋	鋼10径間連続細幅箱桁橋	鋼4径間連続鋼床版箱桁橋	鋼7径間連続細幅箱桁橋
橋長	788.000m (CL上)	477.334m (CL上)	499.708m (CL上)	275.483m (CL上)	336.618m (CL上)
桁長	787.150m (CL上)	476.434m (CL上)	498.858m (CL上)	274.733m (CL上)	335.968m (CL上)
支間長	38.950m+40.000m+61.000m+59.500m+50.000m+49.500m+48.500m+62.500m+43.500m+43.500m+43.000m+54.000m+46.500m+50.000m+48.700m	97.746m+73.600m+58.900m+94.400m+52.000m+52.000m+46.188m	32.408m+68.500m+53.600m+42.500m+59.700m+41.000m+41.000m+67.100m	60.800m+58.100m+58.000m+96.383m	41.800m+42.500m+77.779m+37.238m+50.601m+43.000m+42.000m
道路規格	A規格ランプ（B活荷重）	A規格ランプ（B活荷重）	A規格ランプ（B活荷重）	A規格ランプ（B活荷重）	A規格ランプ（B活荷重）
床版形式	合成床版（パイプスラブ）	合成床版（パイプスラブ）	合成床版（パイプスラブ）	鋼床版	合成床版（パイプスラブ）
有効幅員	8.56m～11.41m	8.51m～8.66m	8.61m～11.41m	8.51m～8.71m	8.51m～8.667m
平面線形	R=500（左）～∞～R=200（右） ～A=100（右）～R=100（右） ～A=75（右）～R=1000（左） ～R=600（左）	R=3500（右）～A=128.7645（左） ～R=320（左）～A=150（左） ～R=800（左）～A=125（左） ～R=250（左）	R=340（右）～A=120（右） ～A=75（左）～R=100（左） ～A=75（左）～A=100（右） ～R=200（右）～A=100（右）	R=200（右）～A=100（右） ～∞～R=5500（左）	R=300（左）～A=150（左） ～R=200（左）～A=100（左） ～R=900（左）～R=∞
縦断勾配	+5.390%～-3.090%～+4.000% ～-1.159%～+1.500%	-0.574%～+5.500%～-5.500% ～+0.214%	+4.500%～-3.256%～-5.500%	-5.500%	+4.500%～-4.980%
横断勾配	2.650%～3.000%～2.000% ～6.000%～9.000%～2.000%	2.000%～4.000%～2.000% ～5.000%	4.000%～9.000%～6.000% ～2.000%	6.000%～2.000%	4.840%～6.050%～2.000%
斜角	90° 00' 00", 64° 44' 00" (AP8), 90° 46' 30" (AP21)	90° 00' 00", 81° 25' 43" (P905), 68° 00' 00" (BP4), 94° 30' 20" (AP21)	90° 00' 00"	90° 00' 00" (CP10～CP12), 82° 00' 00" (CP13), 82° 57' 53" (P905)	87° 42' 44" ～90° 00' 00"
鋼材重量	2016.0t	2317.6t	1504.9t	1413.4t	966.1t
架設工法	クレーン・ベント併用架設 回転横取架設	クレーン・ベント併用架設 回転横取架設 トラバラークレーン架設	クレーン・ベント併用架設	クレーン・ベント併用架設 送り出し架設 トラバラークレーン架設	クレーン・ベント併用架設 送り出し架設
施工	駒井ハルテック・高田機工特定建設工事共同企業体				

* 工事本部 橋梁工事事務 工事 1 課
** 技術本部 橋梁設計部 東京設計課



写真-1 高谷 JCT の全景

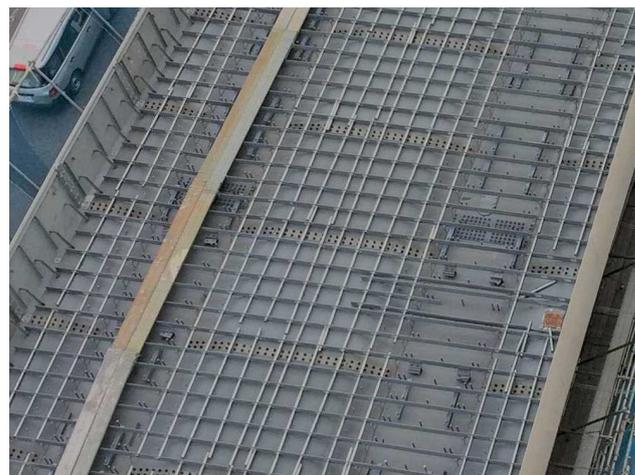


写真-2 合成床版（Aランプ）施工状況

3. 合成床版底鋼板の剛性の影響による設計上の留意点 およびキャンパー出来形管理方法

3.1 概要

高谷 JCT は C2 ランプ橋の鋼床版を除く 4 ランプ橋において、合成床版を有する連続非合成桁橋として設計した。先行で架設した B ランプ橋および C1 ランプ橋において、床版打込み時点での床版上面高が設計値よりプラス方向にあることが判明した。

3.2 原因と検証

(1) 出来形がプラス方向にある原因

床版上面の出来形が設計値よりプラス方向にあることから、製作キャンパーが設計値どおりに変位しなかったことが考えられ、その原因として以下の二つを想定した（図-2、図-3）。

① 合成床版の底鋼板剛性の影響

当該橋梁は交差道路が多く、主桁と合成床版を高力ボルトで連結していたため、主桁架設時（底鋼板を地組時設置した場合）および床版打込み時に、その剛性が主桁と合成して抵抗し、前死荷重による変位に影響を及ぼしたと考えられた。なお、底鋼板の継手形式には、床版下面から高力ボルト施工ができない落とし込みブロック等の特殊部には Key ジョイントを採用し、一般部には高力ボルトを採用した（写真-2、図-4）。

② 床版コンクリートの合成作用の影響

非合成桁で設計したため、変位算出においても鋼桁と床版との合成作用を考慮した合成桁とは考えていなかった。しかし、ずれ止めとして頭付きスタッドを採用しており、合成床版リブ間隔との関係から 400mm 間隔で設置したため、床版コンクリートの合成作用が後死荷重による変位に影響を及ぼしたと考えられた。

(2) 原因に対する検証

それらの原因に対して、次のように対応した。

① 底鋼板を鋼桁の一部として断面剛性に考慮した。

② 逐次合成を考慮した合成桁としてステップ解析を実施した。

これらを考慮して算出した変位は、現場においてプラス方向にある出来形キャンパーと近似した値となり、想定される原因が妥当であることを確認できた。

3.3 対応策について

床版出来形がプラス方向の区間は、縦断線形要素の変更または追加による修正線形を採用することで対応した。これにより、床版出来形がマイナスの区間が生じるが、舗装の増厚、および壁高欄、落下物防止柵の嵩上げをすることで路面計画高を確保した。また、縦断線形の変更に対して、排水ます間隔の照査を行い、舗装の増厚による死荷重の増加に対しては、断面照査および、耐震照査

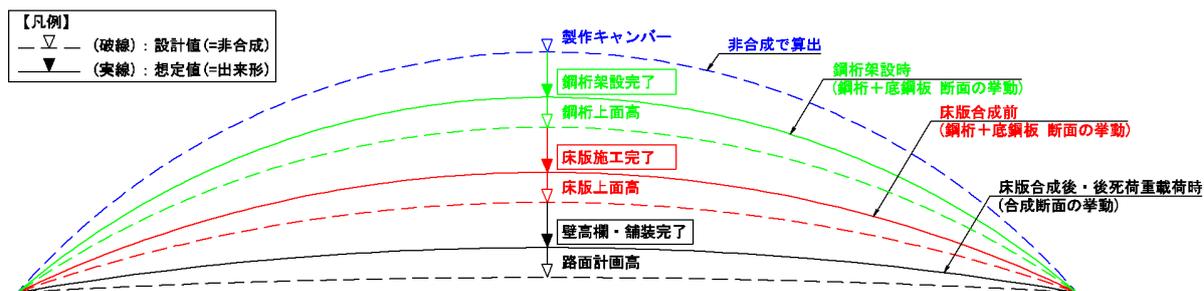


図-2 キャンパー変化（高止まり）のイメージ図

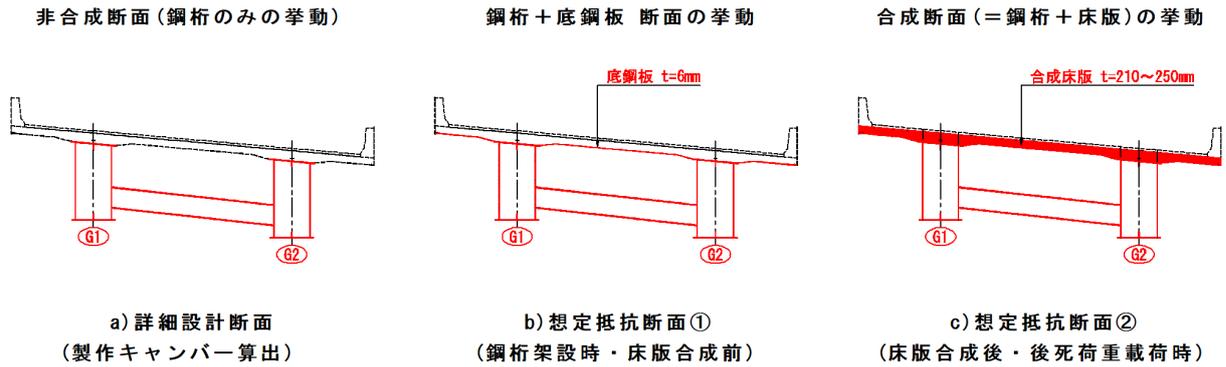


図-3 詳細設計と本検討で想定した抵抗断面の比較



図-4 合成床版 (パイプスラブ) 概要¹⁾

を実施することで安全性を確認した。なお、原因の解明後に床版を施工したAランプ橋およびDランプ橋においては、事前に対策を講じることで施工ステップ毎に床版上面高の計測を実施し、常に計測値による影響を追跡することにより、想定される原因が妥当であることを確認できるように施工した。

3.4 管理値の設定

今後の工事では同様の問題が生じないように、本工事での経験を踏まえ、事前に管理値の設定に関する協議を行う必要がある。

合成床版底鋼板の剛性の影響および、非合成桁における床版コンクリートの合成効果に対して考慮すべき管理値の設定方針について述べる。

(1) 合成床版の底鋼板剛性を考慮したキャンバー管理

通常、製作キャンバーは主桁の設計と同じ抵抗断面にて設計するが、主桁地組時に底鋼板を連結して架設するケースでは底鋼板を有効とした抵抗断面にて変位を算出する。ただし、底鋼板を含めて架設する範囲のみ考慮するため、架設条件をあらかじめ把握しておく必要がある。本工事を例にとると、最大で設計値-20mm (全体キャンバー142mm に対し 14%) となった。

(2) 床版コンクリートの合成作用によるキャンバー管理

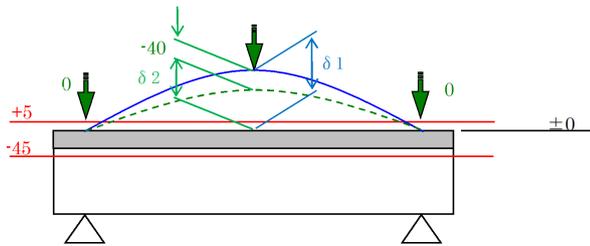
非合成桁設計に対し、キャンバー算出のためだけに逐次合成設計を行うのは煩雑である。そこで、各支間の変位が最大となる格点において、あらかじめ合成作用に相当する後死荷重キャンバーを下げ越すことにより、その

影響を考慮する。本工事を例にとると、最大で設計値-20mm（全体キャンパー142mmに対し14%）となった。
 (3)規格値に対する管理値の設定

床版施工完了時の規格値確保を図るため、上記(1), (2)の合計の下げ越しを考慮する。しかし、仮組立時の主桁

製作その下限規格値は-5mm であるため、支間部で下げ越すことはマイナス方向で規格値を超過する。したがって、本工事の主桁製作時は、支間中央部にて設計値-40mmを基準として管理値の設定をすることを協議した。（図-5）。

<キャンパー設定概略図>



青線：設計キャンパー値
 緑破線：製作時キャンパー
 赤線：床版の計画高さ許容誤差

<協議による許容誤差の変更要領>

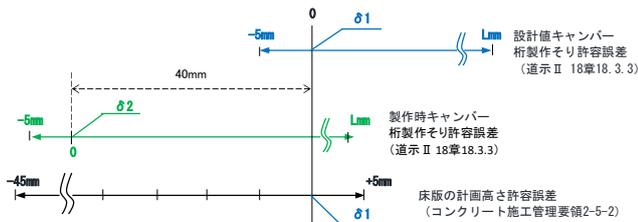


図-5 キャンパー管理方法

4. 東関道および首都高湾岸線との接続部における架設および交通規制の計画と実施²⁾（図-6）

4.1 トラベラークレーンによる架設

江戸川放水路上を横架するBランプ橋P905～BP3間およびC2ランプ橋CP13～P905間の架設は、首都高湾岸線と国道357号に挟まれた箇所であり、非出水期（11月～翌5月）に作業期間が限定されるため、トラベラークレーン工法を採用した（写真-3）。桁や資機材の荷下ろし作



写真-3 C2ランプ架設状況

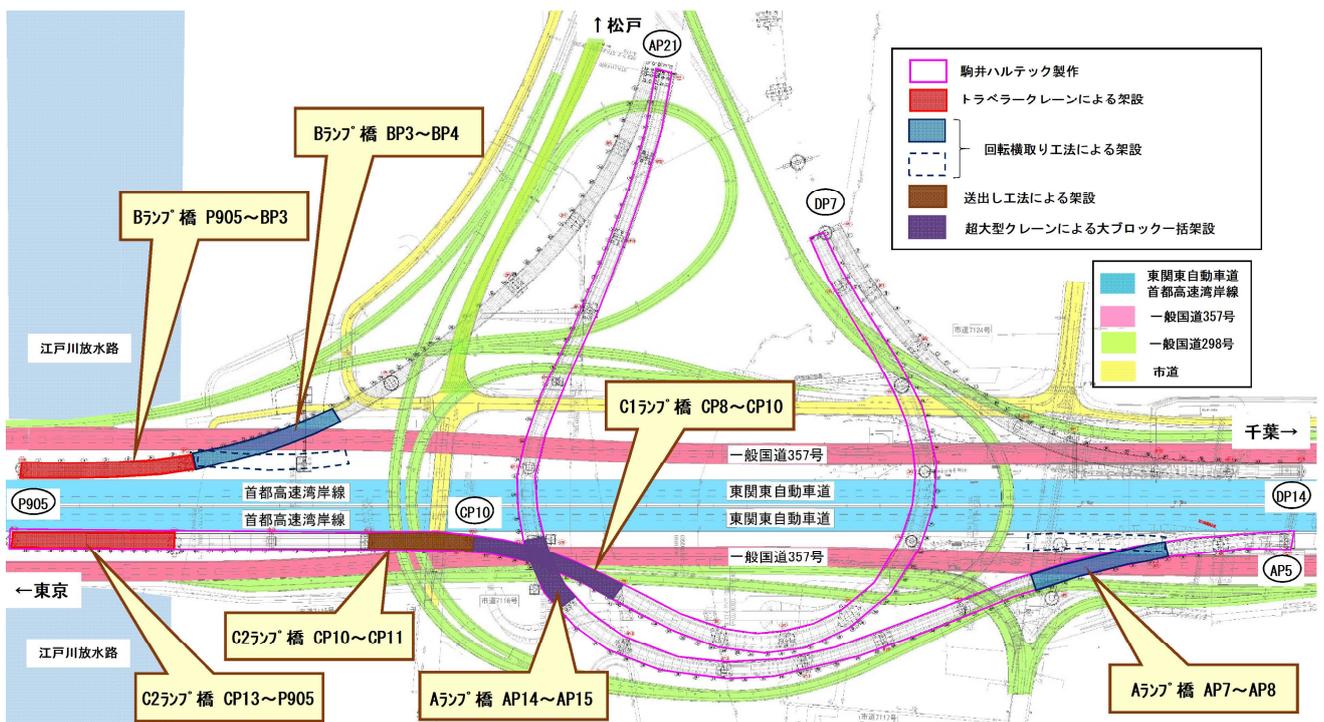


図-6 架設位置図

業は、国道 357 号東京方面の車線規制を計画していたが、道路管理者との協議の結果、規制回数の縮減を行う必要が生じたため、架設する部材をトラベラークレーンの先端まで運搬させる迂回軌条設備（手延べ式台車及び張り出し軌条）を設けた（図-7）。これにより、車線規制を約 10 ヶ月短縮した。また、急な下り勾配（5.5%）を有しているため、トラベラークレーンおよび運搬台車の逸走防止として、常に前後 2 台のレールクランプジャッキでトラベラークレーンを固定した状態の保持を行った。さらに、二重の逸走防止対策として、油圧ウインチを後方に配置して惜しみワイヤーによる逸走防止対策を行った（図-8）。

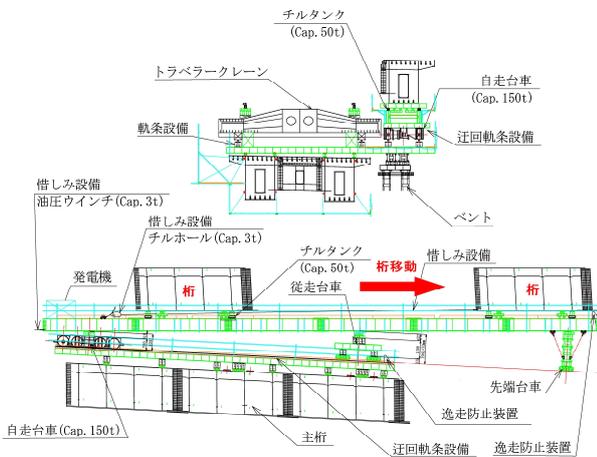


図-7 C2 ランプ迂回軌条設備図

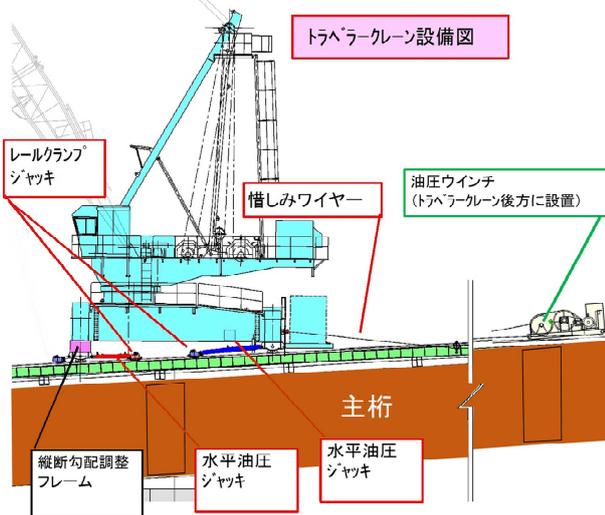


図-8 C2 ランプトラベラークレーン

4.2 回転横取り工法による架設

A ランプ橋 AP7～AP8 間および B ランプ橋 BP3～BP4 間の架設は、国道 357 号を横架するもので、東関道・首都高湾岸線と国道 357 号に挟まれた箇所にて地組立ヤードの確保可能であったことから、回転横取り架設工法を採用した（写真-4）。



写真-4 A ランプ架設状況

回転横取り設備は、A ランプ橋 AP7 橋脚および B ランプ橋 BP3 橋脚上に架設する主桁の回転中心となる仮受け用油圧ジャッキ（3,000kN-220ST）と、A ランプ橋 AP8 橋脚および B ランプ橋 BP4 横梁上に横取り軌条設備を設置し、円弧の軌跡を描いて移動する主桁が直線軌条上で生じる角度変化と支間長の変化に対応するため、先端に 2 軸スライドが可能なマジックスライド（2,000kN）を取付けた水平ジャッキを使用した。また、主桁の受点が移動することに伴い、縦断勾配の変化も生じることからキャタピラの支圧面を確保するため、下フランジ下面にテーパ架台を設置した。

4.3 送出し工法による架設

C2 ランプ CP10～CP11 間の架設は、送出し工法を採用した。既に架設済みの C2 ランプ CP11～CP13 間の橋面上にて送出し桁の地組立を行い、前方及び後方台車設備で送出し桁を受け、CP10 橋脚上にエンドレス滑り装置を設置した（図-9）。

なお、周辺道路の迂回路が確保出来なかったため、道路管理者および交通管理者との協議により、送出し時の通行止め時間を 20 分とした。また、送出し勾配および通行止め時間を考慮し、送出し駆動設備には推進速度の速いダブルツインジャッキを採用した。さらに送出し時に横ズレが発生して道路上へ桁が落下しないための対策として、CP10 橋脚の到達設備に送出し桁のための移動制限と位置調整の機能を有するガイドローラ装置を設置した。

4.4 超大型クレーンによる大ブロッケー括架設

A ランプ AP14～AP15 間、C1 ランプ CP8～CP10 間は大ブロッケー架設を行った。架設ブロック重量は最大で 162t あり、さらに足場・吊具及びフック等などを加えると 226t であったことと、作業半径が 44m に達することから国内最大級の 1,250t 吊クローラクレーンを使用した（写真-5）。

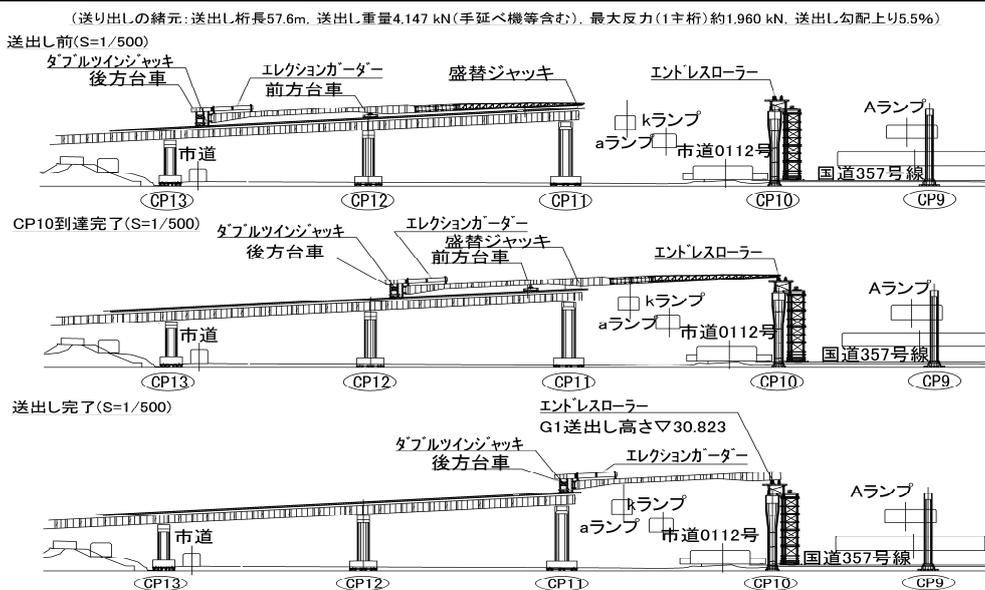


図-9 C2 ランプ送出し計画図

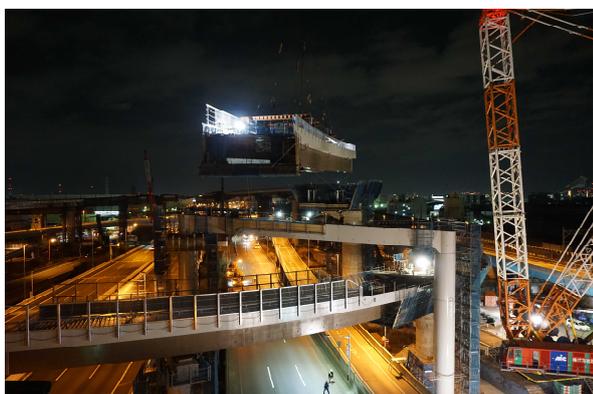


写真-5 超大型クレーンによる大ブロッカー一括架設

4.5 交通規制

(1)国道 298 号の交通規制

国道 298 号と交差する箇所で俯角 75° の影響範囲については、通行止めを行って架設した。交通量調査によると、14,000 台/日であったので朝の交通量増となる時間帯を避け、22 時から翌 5 時までの通行止めにて施工を行った。

(2)国道 357 号の交通規制

国道 357 号も他の供用路線と同様に交通規制回数縮減が大きな課題であったため、同一路線上の通行止めを伴う架設は極力同一日程で行った。まず、国道 357 号東行きの通行止めは、迂回路として国道 298 号先行供用ランプを使用した。次に国道 357 号西行きの通行止めは、東行きと同様の迂回路を設定できないことから、渋滞を減させるために狭域・広域の 2 ルートを計画した。本工事期間中に国道 357 号西行きの通行止めを全 5 回実施したが、周辺住民、周辺企業、および道路利用者に対して事前に周知したことや、当日の交通量が予想以上に少なかったことから、狭域迂回路で通行車両を十分捌くことが

できた。

(3)東関道および首都高湾岸線の交通規制

通行止めは交通量調査の結果より、交通量の多い時期と全体工程を考慮して、2 回に分けて行った。

広域迂回路は、ほぼ平行している京葉道路および首都高速 7 号小松川線とした。狭域迂回路は、上下線共に本線と平行した国道 357 号とした。東京方面は、湾岸市川 IC を流出し国道 357 号西行きを迂回するルート、千葉方面は、千鳥町出口を流出し国道 357 号東行きを迂回するルートとした。流失した車両が国道 357 号へのスムーズな流入を促すために国道 357 号の追越し車線を規制した。

5. あとがき

本工事は、複雑な線形・路下条件における多様な架設工法、超重交通路線での交通規制等を綿密な施工計画と、幾多の課題を解決することにより、平成 29 年 9 月 26 日に無事しゅん功を迎えることができた。また、平成 30 年 6 月 2 日に東京外環自動車道（三郷南 IC～高谷 JCT）として開通した。

最後に、本橋の施工に伴い、ご指導とご協力をいただいた東日本高速道路株式会社関東支社および関係各位に深謝いたします。

参考文献

- 1) 駒井ハルテック・東京鉄骨橋梁・IHI インフラシステム：鋼コンクリート合成床版パイプスラブパンフレット，2016.10.
- 2) 中德基哉，栗田文昭，本條順一，玉野法廉，今大介：輻輳する幹線道路上におけるジャンクション架設工事，橋梁と基礎，第 52 巻，第 3 号，pp.8-12，2018.3.