

首都圏中央連絡自動車道 関口北高架橋の設計・施工

三井住友建設(株)	東京土木支店土木部	正会員	○水田 武利
中日本高速道路(株)	東京支社建設事業部	正会員	宮部 光貴
中日本高速道路(株)	東京支社厚木工事事務所		佐藤 健太
三井住友建設(株)	土木本部土木設計部	正会員	西村 一博

1. はじめに

本工事は、首都圏中央連絡自動車道の厚木パーキングエリア付近に位置する関口北高架橋上下線、Aランプ第1橋、Aランプ第2橋、Bランプ第1橋、Bランプ第2橋の計6橋を架橋するPC上部工工事である(図-1)。このうち、本線橋である関口北高架橋は、版桁部と箱桁部から構成されるPC25径間連続桁橋であり、工程短縮と品質向上を目的として版桁部の充実断面を中空断面とした「U形プレキャスト桁+場所打ち床版」構造を採用し、U桁リフティング架設工法¹⁾により施工した。

本稿では関口北高架橋の設計およびセグメントの製作・架設についての概要を報告する。



図-1 位置図

2. 橋梁概要

橋梁諸元を以下に示す。全体一般図および標準断面図を図-2, 3に架設状況を写真-1に示す。

工事名：首都圏中央連絡自動車道 関口高架橋他4橋(PC上部工)北工事

発注者：中日本高速道路株式会社 東京支社 厚木工事事務所

工事場所：神奈川県厚木市関口～山際

構造形式：PRC6径間連続多主版桁+PRC6径間連続箱桁+PRC13径間連続多主版桁橋(上下線)

橋長：843.0m(上下線)

桁高：1.800m~2.500m

縦断勾配：i=2.600%~-1.442%~1.297%(上り線) i=2.600%~-1.442%~0.400%(下り線)

横断勾配：i=-2.500%~2.500%(上り線) i=2.500%~-2.500%~2.500%(下り線)

平面線形：R=∞~4000m~-3200m

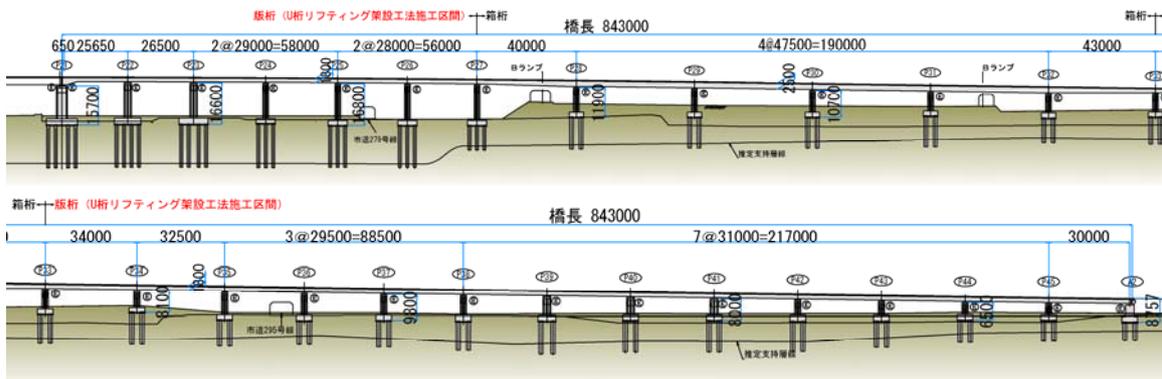


図-2 全体一般図

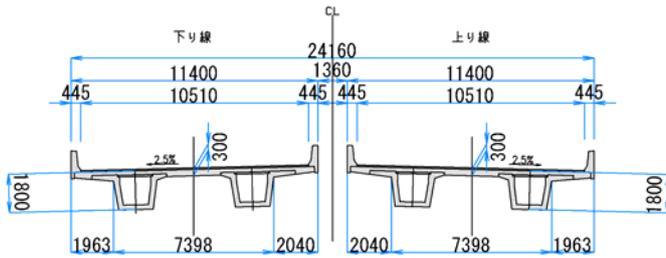


図-3 U桁部標準断面図



写真-1 U桁リフティング架設

3. 設計

本橋の版桁部で採用したU桁リフティング架設工法は、U形プレキャスト桁を現場製作ヤードで製作し、これを場内運搬しリフティングガーダーにより吊上げ一括架設する施工方法である。本工法は、圏央道中野高架橋北工事などで実績のある工法²⁾であるが、これまでは桁高2.5m程度の箱桁構造に適用しており、版桁構造では本橋が初めての適用となる。

また、U形プレキャスト桁架設後、U桁上にプレキャストRC板を敷設し、張出床版とU桁間床版に吊支保工を設置し、床版を場所打ち施工する。この施工方法によって大規模な支保工を無くすことが可能となり、支保工の組立解体作業が減るため、大幅に工程を短縮できる。

本橋の主桁構造は、通常の版桁橋では充実断面である構造を中空断面としている。マスコンクリートとなる充実断面を中空断面とすることで硬化時の内外温度差が少なくなり、内部拘束による主版外周部におけるひび割れの発生を抑制することができ、品質向上が図れる。さらに、主桁重量を約21%軽減できるため、支承や下部構造の設計に対しても有利となる。

標準的な支間のPC鋼材配置概要図を図-4に示す。a. 外ケーブル（高強度PC鋼より線19S15.7）は1主桁に2本配置し単径間ケーブルとした。支間中央において外ケーブルだけでは完成時にプレストレスが不足するため、b. 下床版にプレグラウト鋼材（1S28.6）を支間長に応じて1主桁あたり3~5本配置した。また、中間支点付近の上床版にプレストレスを導入するために、c. ウェブ上縁にプレグラウト鋼材（1S28.6）を1主桁あたり4~6本配置した。

なお、U形プレキャスト桁と場所打ち床版に材令差があり、PC合成床版構造となることから、主方向の設計は場所打ち床版とU形プレキャスト桁の合成桁として設計し、分割施工に対する施工工程を考慮した。また、床版の設計は骨組解析では断面力算出が困難であることからFEM解析により設計した。

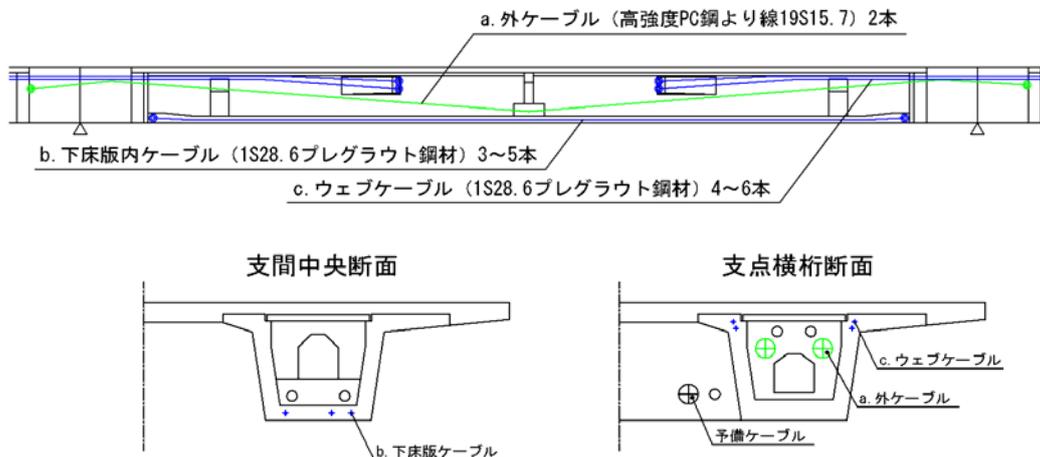


図-4 鋼材配置概要図

4. セグメントの製作・運搬

セグメントの製作において、本工事では上り線のパーキングエリア予定地が製作ヤードとして使用可能なためセグメントを分割する必要はなく、1径間長分のセグメントを製作した（写真－3）。限られた敷地内で製作サイクルの効率を上げるため、コンクリートの設計基準強度を基本設計時の $36\text{N}/\text{mm}^2$ (N)から $50\text{N}/\text{mm}^2$ (H)とした上で、製作ベッドは縦列に4か所とした。また、底枠4ベッドに対して、外枠は3ベッド分、内枠は2ベッド分とし、脱型した型枠から順次型枠組立、鉄筋組立を行い転用効率を高めた。さらにベッドが空くまでの間に一部の鉄筋を地組みし、型枠組立後に吊り込むことで製作のサイクルを向上させ、屋根設備の設置により天候の影響を受けることなく作業を行える環境を整える対策を行った。製作後、製作ベッドから57トン門型クレーン2基の相吊りにより大型トレーラーに積み込み、上下線の橋脚間を架設地点まで場内運搬した（写真－4）。トレーラー上では、後方2点支持、前方1点支持の3点支持構造とすることで桁のねじり変形を生じにくくした。



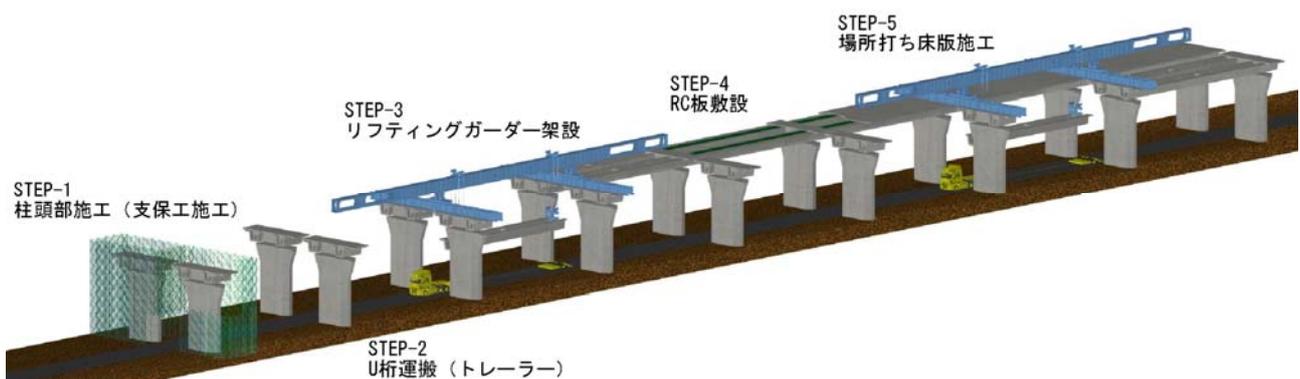
写真－3 製作ヤード全景



写真－4 U桁運搬

5. セグメントの架設

本橋の架設概要を図－5に示す。まず柱頭部を支保工施工にて先行施工する。次にセグメント(最大重量112トン)を製作ヤードで製作し、上下線の橋脚間に設けた工事用道路をトレーラーで架設位置まで運搬した。セグメント運搬後、リフティングガーダーにより吊り上げ、所定の位置まで横移動を行い架設した。架設はリフティングガーダーより吊り鋼棒（総ねじPC鋼棒 $\phi 26$ ）を使用して行い、U形断面の重心位置をピン構造として吊り上げることで、桁にねじり変形が生じにくい機構とした。また、U桁断面が左右非対称であるため、吊上げ時における桁の応力性状やねじり変形に着目した3次元FEM解析を行い安全性を確認した。なお本橋は図－6に示すように幅員変化区間を有しており、U桁本数は標準幅員部の2本に対し拡幅部は最大4本となり、幅員変化に伴い主桁が支点横桁を跨いで角折れする。セグメント架設時の拡幅に対する対応は以下の手順で行った。



図－5 架設要領図

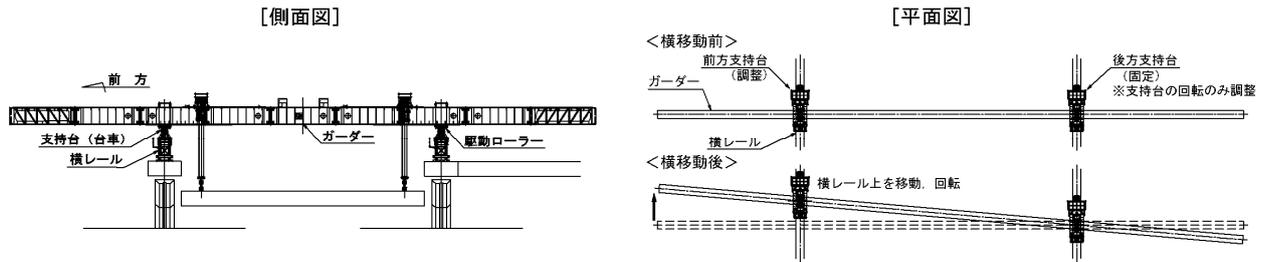


図-6 拡幅部のガードー横移動調整

- 上下線の橋脚間でリフティングガードーによりU形セグメント桁を吊上げる
- 架設位置までガードー前方の支持台を主桁の平面角度に合わせて横移動させる (ジャーナルジャッキにより支持台を押し回転させる)
- 目地位置調整のため平面角を合わせた状態で駆動ローラーを作動させ、ガードーの支持台位置を合わせる (橋軸方向調整)

上記のa~cにより拡幅に伴う主桁の角折れに対しても施工を可能にした。

6. 施工サイクル

セグメント製作・架設の施工サイクルを表-1に示す。U桁の製作サイクルとU桁架設のサイクル、また後方径間で並行して行う床版施工も同じサイクル日数とすることでセグメントの仮置き・ストックを不要とでき、工程上のロスをなくすることができる。なお、過去の事例では上下線同時施工のためリフティングガードー1基使用であったことに対し、本橋では施工条件の制約上、上下線に各1基ずつのリフティングガードーを使用し、下り線を上り線より4径間分先行して架設した。上下線の施工時期をずらすことで、サイクル施工や人員配置の効率化にもつながった。

表-1 U桁セグメントの製作および架設サイクル

主桁製作サイクル		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
U桁①	取出	鉄筋・PC組立	型枠組立	養生	脱型	pre	取出																		
U桁②				取出	鉄筋・PC組立	型枠組立	養生	脱型	pre	取出															

表は2ベッド分のサイクルを表記、4ベッドで月8本の桁を製作(1ベッド2週間サイクル)

主桁架設サイクル		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
標準架設1径間 (主桁本数2本)		架設											

リフティングガードー1基で2週間に2本架設、月8本の桁を架設

7. おわりに

本橋では、充実断面の版桁構造を中空断面とした「U形プレキャスト桁+場所打ち床版」構造によるプレキャストセグメントU桁リフティング工法を採用し、固定支保工施工と比べて大幅な工程短縮を可能にした。過去に事例のない版桁構造でのU桁プレキャスト構造の採用や、拡幅に伴う主桁本数の変化にも対応することができ、本工法の可能性を広げることができた。

本工事は現在進捗中であり、品質管理、安全管理に細心の注意を払い、竣工に向けて努力する所存である。

参考文献

- 水野浩次, 大國喜郎, 室田敬, 河野信介, 玉置一清, 諸橋明: U桁リフティング架設工法を採用したPC橋の設計・施工, 橋梁と基礎, vol. 43, No. 6, pp. 2~11, 2009. 6
- 手塚教雄, 間宮圭, 北川毅彦, 瀧本信春, 齋藤謙一, 紙永祐紀: 圏央道 中野高架橋北工事の設計・施工, 橋梁と基礎, vol. 45, No. 6, pp. 2~11, 2011. 2