

特集 >>> 新しい高度な施工技術の開発と実用化

『U 桁リフティング架設工法』を採用した 大規模 PC 高架橋の施工

第二京阪道路 茄子作地区 PC 上部工事

落合 博幸

『U 桁リフティング架設工法』とは U 形断面プレキャストセグメント桁(以下, U 桁)1 径間分を現場内ヤードで製作し, 大型トレーラで場内運搬後, リフティングガーダーにより一括架設し, 橋体を構築する工法である。

本工事では 1 径間分, 最大重量 240 t, 最大長さ 37 m の U 桁をリフティング後, PC 板を敷設, 場所打ち床版コンクリートを打設して橋体を構築する『U 桁リフティング架設工法』を採用し, 4 主箱桁 1 径間を 2 週間で施工する速度を実現した。また, スパンバイスパン工法に比べ, リフティングガーダー作用曲げモーメントは 1/6 に低減可能となり, ガーダー重量の軽減化により大幅なコスト縮減も実現した。

キーワード: PC 高架橋, U 桁, リフティング架設, 急速施工, プレキャスト桁, スパンバイスパン工法

1. はじめに

第二京阪道路茄子作地区 PC 上部工事の専用部は, 大阪府枚方市～交野市の市街地に位置する橋長 790 m の PC20 径間連続箱桁橋である。主桁断面を図-1 に示す。桁高は 2.8 m 一定で, 第二京阪道路の標準的な断面形状の 4 主箱桁である。桁高や支間が比較的均一に計画された大規模高架橋では, 工場製セグメントを用いたスパンバイスパン工法がコンクリート構造物の高品質化, 工期短縮, コスト縮減の上で一般的に有利である。本工事では, 下部工事が完了しており, 桁下空間を比較的自由に使用できるという現場条件から, 大型プレキャスト桁を現場内ヤードで製作し, 一括架設する新工法『U 桁リフティング架設工法』が設計・施工一括方式において採用された。本工法により, 大型トレーラーによる一般道のセグメント運搬が不要となり, 環境負荷が軽減されたとともに, 架設資機材の軽減化が図られ, 大幅なコスト縮減を実現した。本稿

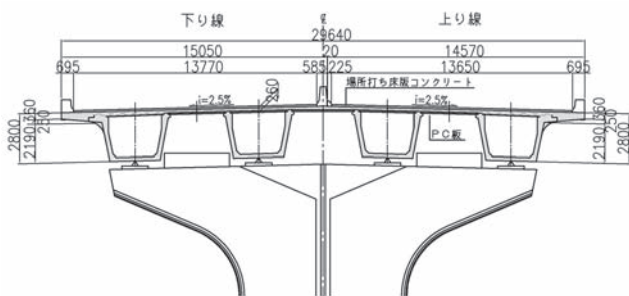


図-1 主桁断面 (標準部)

では, 『U 桁リフティング架設工法』の架設装置を主体に報告する。

2. U 桁リフティング架設工法

(1) 工法の概要

『U 桁リフティング架設工法』とは, 下床版とウェブのみで構成された U 桁 1 径間分を現場内ヤードで製作し, 場内運搬後, 一括架設し, 橋体を構築する工法である。

図-2 に架設工法図を, 写真-1 に U 桁場内運搬状況を, 図-3 に施工順序を示す。

最大重量 240 t の U 桁の架設は, 柱頭部セグメント上に設置したリフティングガーダーによりリフティング後, 間詰めコンクリートの施工, 1 次外ケーブルの緊張により自立させる。その後, PC 板の敷設, 現場

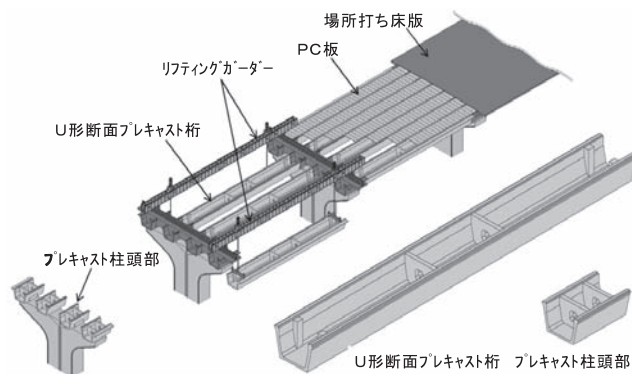


図-2 U 桁リフティング架設工法



写真-1 U桁場内運搬状況

打ち床版コンクリートを打設して橋体を構築する。

表-1に、『U桁リフティング架設工法』と一般的なスパンバイスパン工法の比較を示す。断面を分割し、上床版を後打ち施工することで吊上げ重量を軽減できるとともに、U桁を一括架設することでガーダー作用曲げモーメントをスパンバイスパン工法に比べ20%以下に低減でき、ガーダー重量を大幅に軽減化できる利点が得られる。

(2) 架設装置

U桁リフティング架設装置は「リフティングガー

ダー」, 「リフティング装置」, 「横取り設備および位置調整機構」の3部分から構成されている。

①リフティングガーダー

桁下空間を作業ヤードとして自由に使用できる施工条件およびU桁一括架設によるガーダー作用曲げモーメントの低減という利点を生かし、ガーダーの径間移動はトラッククレーンで行う方式を採用した。ガーダーは高さ1.8mのH形断面2列で構成されており、ガーダー重量は施工性を考慮し、極力軽量化を図り、移設時重量は約50tまで軽減化した。写真-2にトラッククレーンによるガーダー移設状況を示す。

②リフティング装置

U桁リフティングはセグメントの前後2カ所をそれぞれφ36mmのゲビンデ鋼棒4本で吊り上げて行う方式を採用した。これは、ワイヤーロープ方式、鋼線方式等と比較した結果、ゲビンデ鋼棒方式が機構的にシンプルで作業時の間違いをおかしくにくいこと、また経済性でも有利であることから決定した。なお、吊り上げ速度の高速化を図るため、吊り上げ用ジャッキのストロークは1mとするとともに大容量の油圧ポンプを採用し、12m高さの吊り上げを1時間半で行うことを可能としている。

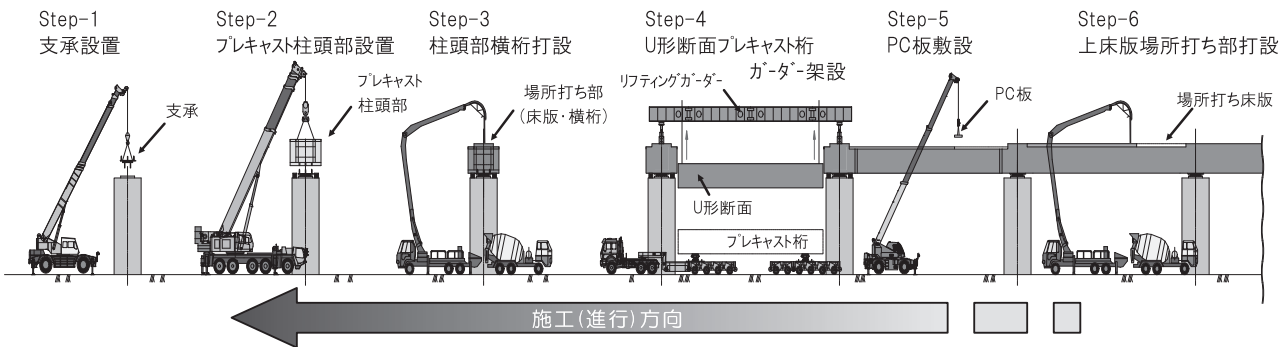


図-3 施工順序図

表-1 U桁リフティング架設工法と一般的なスパンバイスパン工法の比較

架設工法	U桁リフティング架設工法	一括吊り上げ工法	一般的なスパンバイスパン工法
架橋地点の条件	プレキャスト製作ヤードを確保できる		プレキャスト製作ヤードを確保できない
工法イメージ図			
主桁断面の構築方法	合成断面 (U桁架設後に床版を場所打ち)	箱桁断面	箱桁断面
ガーダーに作用する最大曲げモーメント	4100 kN・m	6800 kN・m	23000 kN・m
	18%	30%	100%
吊り上げ重量	240t	約420t (U桁+床版断面として計算)	



写真—2 ガーダー移設状況

また、U桁へのねじりモーメント作用防止機構として、吊り天秤部は**写真—8**に示すように、多段式のピン構造で縦断・横断方向の高さ変化へ対応できる構造とした。

写真—3, 4にリフティング装置および吊り上げ用ジャッキを示す。



写真—3 リフティング装置

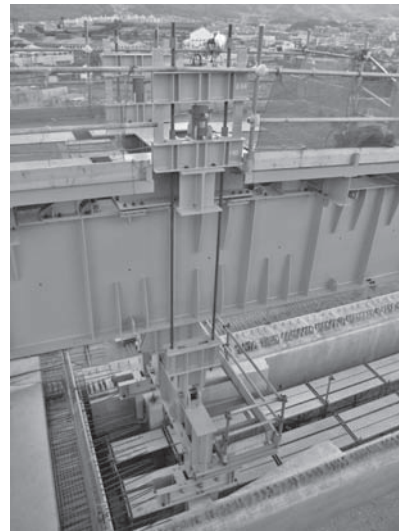


写真—4 吊り上げ用ジャッキ

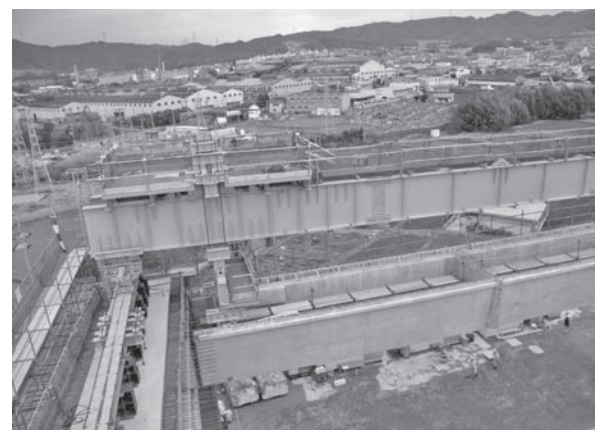
③横取り設備および位置調整機構

リフティングガーダーは柱頭部上に敷設された横取りレール上にチルトタンクで支持されている。リフティング装置で吊り上げられたU桁はガーダーから吊り下げられた4本の鋼棒に盛り替えられ、所定位置まで横取りされる。横取りはチルトタンク部に配置した水平方向のセンターホールジャッキと横取りレールと平行に配置したφ26mmのゲビンデ鋼棒を利用して行う。なお、ジャッキの駆動力はリフティング装置の油圧ポンプを使用している。また、橋軸方向の位置調整用としてスライド機構を付属するとともに、各吊り点には鉛直方向調整用のジャッキも配置している。

写真—5, 6に位置調整機構および横取りレール配置状況を示す。



写真—5 位置調整機構



写真—6 横取りレール配置状況

3. 施工

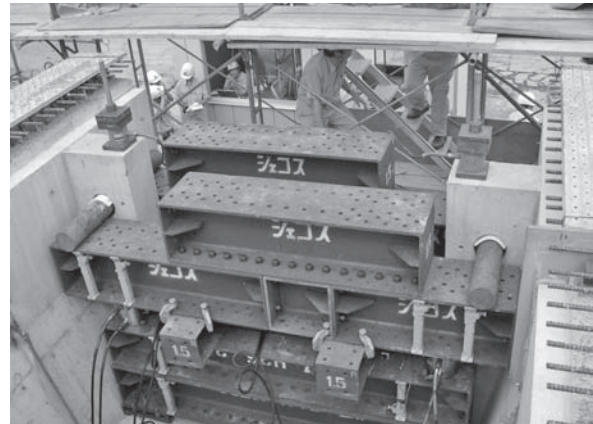
(1) U桁セグメントの吊り上げ

写真—7に、U桁架設状況を示す。吊り天秤（**写真—8**）とU桁の連結はU桁ウェブ内側に配置した

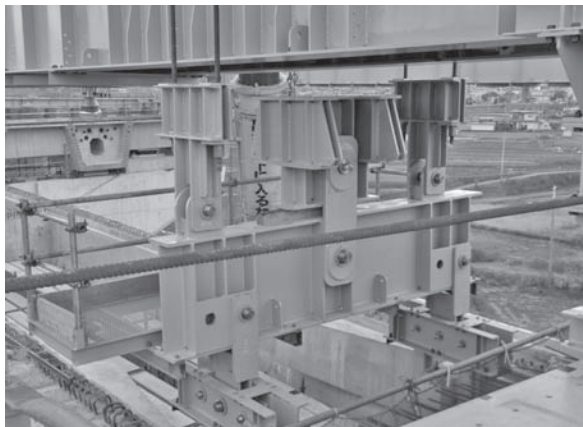


写真一七 U桁架設状況

力検討を行うとともに、実物大の模型載荷実験を実施し、その安全性を確認した（写真一九）。



写真一九 実物大模型載荷実験状況



写真一八 吊り天秤

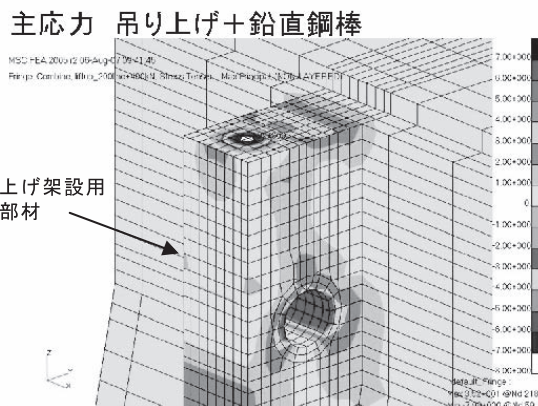
吊り上げ架設用のリブ部材に橋軸方向にピンを差し込み、連結する方法を採用した。天秤梁のピン位置の調整で常にU桁の重心位置を吊ることが可能であり、吊り上げ架設中にU桁にねじりモーメントを作用させない構造としている。この方式を採用するにあたっては、架設中のU桁全体をモデル化した3次元FEM解析（図一四）を実施し、全体解析および局所的な応

(2) U桁セグメントの設置位置の調整

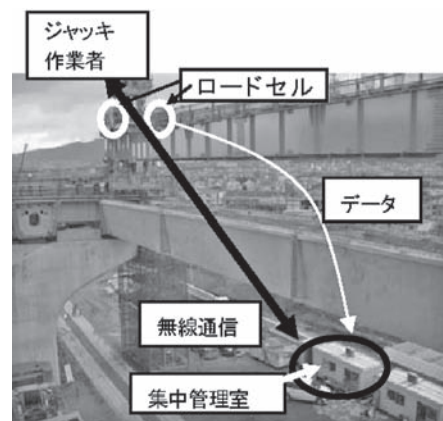
所定高さに吊り上げ後、U桁セグメントを4点支持に盛り替え、設置位置の最終調整を行う。

この際、桁両端の勾配調整が同調しない場合、U桁にねじり応力が発生し、0.3%の僅かな勾配差でも左右の吊り荷重差は±80kNとなり、中間隔壁部にひび割れを生じることが判明した。

そのため、本工事では、最終調整時のU桁のねじりに対して、4本の吊り鋼棒全てにロードセルを配置することで吊り荷重の変動をモニタリングし、作業者に適宜指示することで、横断勾配差が0.2%（左右の荷重差±50kN）以内になるように集中管理した（写真一十）。



図一四 FEMによる吊点近傍の応力照査



写真一十 U桁荷重モニタリング状況

(3) 施工サイクル

U桁の製作サイクルは、U桁架設サイクルと同一日数とすることで製作したプレキャスト桁の仮置・ストックを不要とし、最も効率的となる。表一に、U桁製作および架設のサイクル工程を示す。

本橋では、U桁製作ヤードを4ベッド、リフティン

表一 本橋のU桁製作および架設サイクル工程

主桁製作サイクル：1ベット2週間サイクル → 2ベットで月に4本製作

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
桁①		con	脱型		Pre	積込	鉄筋	PC組立				型枠組立				con	脱型		Pre	積込	鉄筋	PC組立	
桁②			con	脱型		Pre	積込		外枠組立	鉄筋	PC組立					内枠	con	脱型		Pre	積込		

※中桁も同様のサイクルで行い、4ベットで合計8本の桁を製作

主桁架設サイクル：リフティングガーダー2基で1週間に2本架設(月に4本架設)

						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
架設1径間						運搬		架設	架設	con		Pre	架設		架設	con		Pre		運搬		
								①	②	間詰			③		④	間詰				ガーダー移設		

グガーダーを2基使用し、2週間サイクルでの架設を実現した。

4. おわりに

『U桁リフティング架設工法』により最大重量240tの大型プレキャスト桁のリフティング施工を行い、桁架設機械分野でも若干の進歩を遂げたと思われる。

実施工において改善点は多々あったが、それを踏まえ、安全施工、省力化等を考慮した桁架設機械のさらなる発展に貢献できれば幸いである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 大國喜郎・落合博幸・河野信介：「U桁リフティング架設工法」を採用した大規模PC高架橋の施工：平成20年度 建設施工と建設機械シンポジウム 論文集 P77-P80 2008.10.
- 2) 落合博幸・河野信介：「U桁リフティング架設工法」を採用した大規模PC高架橋の施工：建設機械 Vol.45 No.8 P66-P69 2009.08.

【筆者紹介】

落合 博幸 (おちあい ひろゆき)
 三井住友建設㈱
 土木本部 土木技術部
 次長

