

## U桁リフティング架設工法を採用した大規模 PC 高架橋の設計・施工 — 第二京阪道路茄子作地区 PC 上部工事 —

三井住友建設(株) 大阪支店土木部	正会員 工修	河野信介
国土交通省 近畿地方整備局 浪速国道事務所		大國喜郎
三井住友建設(株) 土木技術部	正会員 工修	玉置一清
三井住友建設(株) 大阪支店土木部	正会員	室田 敬

### 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 790m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 2.8m 一定で、第二京阪道路の標準的な断面である 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、桁下空間が比較的自由に使用できるという現場条件から、大型プレキャストを現場ヤードにて製作し、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、現在施工中である。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を不要とすることで、環境負荷を軽減し、また、架設材の大幅な軽減を図り、さらなるコスト縮減を実現している。本稿は、本工法の概要および設計手法、施工方法について報告するものである。

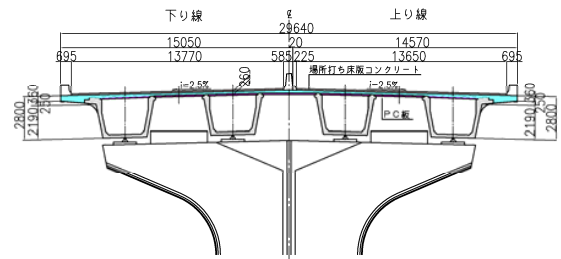


図-1 主桁の断面

### 2. U桁リフティング架設工法の概要

U桁リフティング架設工法とは、下床版とウェブのみとしたU形断面プレキャスト桁(以下、U桁)、1支間分を現場内ヤードで一括製作し、場内運搬して橋体を架設、構築するものである(図-2)。施工順序を図-3 に示す。最大240トンの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て一括吊上げし、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、現場打ち床版コンクリートを打設して主桁断面を構築する。

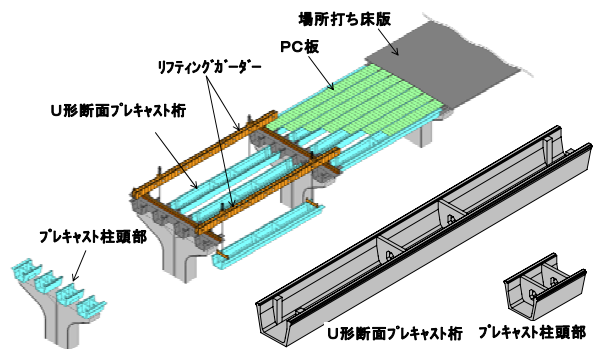


図-2 U桁リフティング架設工法

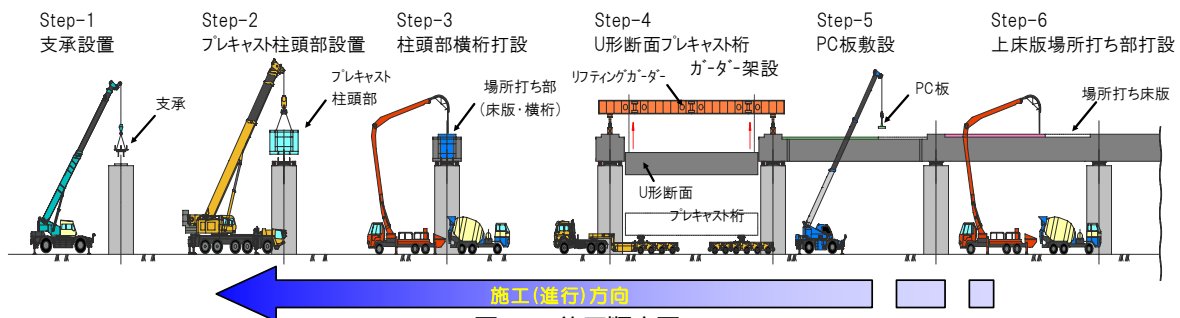
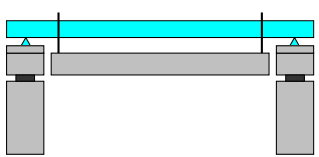
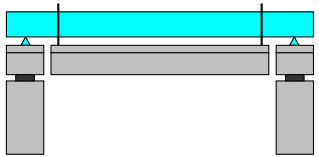
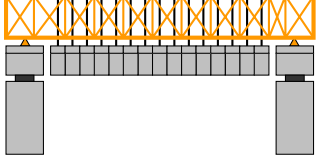
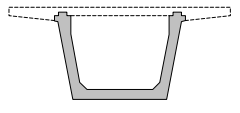
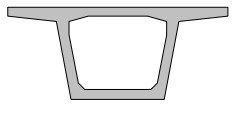
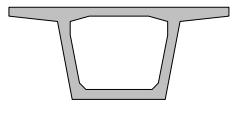


図-3 施工順序図

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との比較を示す。断面を分割したU桁を一括架設することで、ガーダーに作用するモーメントは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できる。

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との比較

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	プレキャストの製作ヤードが確保できる		プレキャストの製作ヤードが確保できない
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)	箱形断面	箱形断面
			
ガーダーに作用する最大モーメント	4100 kN・m	6800 kN・m	23000 kN・m
	18%	30%	100%

### 3. 設計

表-2 に、U桁リフティング架設工法を採用した本橋の設計上の主な特徴および留意事項と、これに対する設計方針を示す。4章の施工において、U桁架設時の設計的検討の一部を併せて示す。

表-2 本橋の設計上の主な特徴・留意点とこれに対する設計方針

設計上の主な特徴	主な留意事項	主な留意事項に対する本橋の設計方針
断面を分割した構築法	PC板を埋設型枠とした合成床版の設計	「PC合成けた橋の設計・施工指針(案) 平成10年建設省」 <sup>1)</sup> を採用 ・床版支間方向には、PC板を抵抗断面として考慮 ・橋軸方向には、PC板は抵抗断面としない(PC板は荷重扱い)
	U桁と場所打ち床版の材齢差	U桁製作および現場施工の工程表に応じた材齢差を考慮したクリープ・乾燥収縮解析を実施し、不確定応力を算出
	場所打ち床版の初期ひび割れ	場所打ち床版打設時の温度解析を実施した結果、初期ひび割れが懸念されたため(ひび割れ指数1.1)、床版に膨張材を添加 →膨張材添加を考慮した温度解析の結果、ひび割れ指数1.8以上
長大橋(20径間)の実現	複雑となる断面構築法および施工stepを反映した設計	施工段階に応じて変化する抵抗断面および構造系を追った逐次累加解析を実施(全109ステップ)
	クリープ収縮等による桁伸縮への対応	竣工時に、ゴム支承に後ひずみ調整+予備せん断を導入し、クリープ乾燥収縮終了時のゴムひずみをゼロとする
	多径間連続構造の安全性	終局荷重時の安全性照査には、外ケーブルを考慮した全体構造をモデル化した非線形解析(ファイバーモデル法)を実施
	地震時の挙動	・機能分離型支承(鉛直支持:すべり支承、水平支持:横バツファ)における滑り支承の摩擦減衰を考慮した非線形動的解析により照査 ・桁遊間は、隣接橋梁との固有周期差を考慮して、L2地震時での桁衝突を回避するよう設定
	伸縮継手の大型化	伸縮継手は、L1地震時までの対応とし、極端な大型化を回避(走行性の向上、低周波音対策を優先し、L2地震時は応急措置を前提とする)
U桁架設時の検討	運搬、吊上げ時の安全性	運搬、吊上げ時の安全性を3次元FEM解析により検証
	架設中のアンバランス	架設中のアンバランスによって主桁に生じるねじりモーメントに対し、FEM解析から許容値を設定し、架設時の計測管理により制御
	吊上げ治具近傍の局所応力	3次元FEM解析に加え、実物大の模型実験を実施し、破壊安全度を把握

4. 施工

4.1 U桁リフティング架設工法のサイクル工程

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・ストックを不要とでき、最も効率的となる。表-3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、リフティングガーダーを2基使用し、2週間サイクルで1支間分の架設を実現している。次項以降に、その詳細を示す。

表-3 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ベッド2週間サイクル → 2ベッドで月に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ベッドで合計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			

4.2 U桁の製作(写真-1)

限られた敷地内で、4本(1径間分)/2週間の製作サイクルを実現するため、以下の要領で製作ヤードの縮小を図っている。

- ① 桁側面での資材調達が可能で、場内側道部分をヤードとして有効に活用するため、製作ベッドは、縦列に4箇所とする。
- ② 底枠の4ベッドに対して、側枠、内枠は2ベッド分とし、1次施工側(2ベッド)の側枠、内枠は脱型後に隣接ベッド(2次施工側)に設置するという方式で、転用効率を高めた。
- ③ ②による2次施工側(2ベッド)では、先行して鉄筋、PCを組立てておく。



写真-1 U桁製作ヤード全景

上記②、③により、異なる作業工種が集中することなく、分散し、サイクル性を持って行えるため、効率良い作業、サイクル短縮が可能となった。また、屋根設備の設置により、天候の影響を受けないことも大きな利点である。

4.3 U桁の場内運搬(写真-2)

U桁製作後、横移動装置により製作ベッドから前後2台の大型トレーラーに積み込み、架設地点まで場内運搬する。トレーラー上では、前輪は回転台+ウェブ直下の2点支持、後輪は全周球座+横梁の1点支持の計3点支持構造とすることで、路面の不陸に対してもU桁にねじりモーメントが生じない構造としている。



写真-2 U桁の場内運搬状況

4.4 U桁の吊上げ

写真-3に、U桁架設時の状況を示す。吊上げ架設中、吊上げ点近傍には局所的に過大な応力が生じる。本橋では、この局所応力の影響が本体構造に及ばないよう、ウェブの内側に吊上げ架設用のリブ部材を設け、ここに橋軸方向に差込んだピンを吊上げる方法を採用している。また、天秤梁により桁の重心位置を吊る方式により、運搬時同様、吊り上げ架設中もU桁にはねじりが生じない構造としている。吊上げ架設中のU桁全体をモデル化した3次元FEMを実施し、全体解析および局所的な応力検討を行っている(図-4)。この局所応力に対しては、D22程度の補

強筋を配置するとともに、鉛直方向に仮鋼棒を配置・緊張して補強している。この補強について、実物大の模型載荷実験(写真-4)を実施し、その妥当性を検証している。なお、この実物大模型は、U 桁のコンクリート打設時の充填性検証にも活用した。

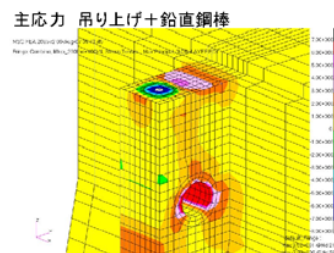


図-4 FEMによる吊点近傍の応力照査



写真-3 U桁吊上げ状況



実橋同一断面の桁を製作



吊上げ部の耐力確認試験

写真-4 実物大模型実験

#### 4.5 U桁の設置位置の調整(写真-5)

所定の高さに吊上げた後、U桁セグメントを4点支持に盛変え、設置位置の最終調整を行う。この時、桁両端の勾配調整が同期されない場合、U桁にねじり応力が発生する。U桁に強制ねじりを与えたFEMを検討した結果、0.3%の僅かな勾配差で中間隔壁部にひび割れが生じることがわかった。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設置し、この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 0.2%以内になるよう集中管理している。

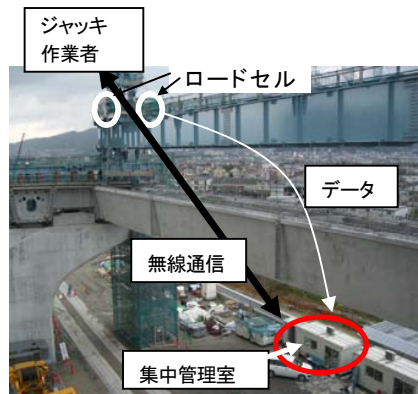


写真-5 U桁の設置位置の調整状況

#### 4.6 床版部の施工(写真-6)

床版部の施工は、PCコンポ橋の合成床版構築と同様、PC板(1.0m×3.3m×厚さ100mm)をU桁支間部に約260枚を敷設し、鉄筋組み立て後、床版コンクリートを打設する。床版コンクリートには、施工中一時的に、温度応力と次スパン打設時のリバウンドによる応力が発生する。これらに対し、FEMおよび温度解析をした結果、初期ひび割れの発生が懸念されたため、膨張材と普通セメントによる収縮補償コンクリートを使用している。現時点において、床版に初期ひび割れの発生は認められていない。



写真-6 上床版施工状況(PC板敷設)

### 5. おわりに

本工法は、適材適所にプレキャスト技術を採用することにより、施工の合理化、急速施工、合理的な設計および品質の向上を図ることができる。その結果、橋梁建設コストの縮減を可能とし、今後、さらなる進化が期待できる工法であると考えている。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、平成21年3月竣工に向けて努力する所存である。

〈参考文献〉 1)建設省 :PC合成けた橋(PC合成床版タイプ)の設計・施工指針(案)、平成10年2月