

## 工程短縮を目指した PC 上部工の詳細設計

姫野 亮太\*1・伊吹 真一\*2

## 概 要

PRC11 径間連続（箱桁+2主版桁）橋の上部工を施工する詳細設計工事において、詳細設計により構造の変更を行い工程短縮を実現した。2主版桁の施工区間を1径間毎から2径間毎に増大し、8施工区間から4施工区間へと変更することにより、3ヶ月の工程短縮を果たした。さらに、新材料である高強度 PC ケーブルの導入によりケーブル本数を2割削減、また壁高欄・延長床版にプレキャスト部材を使用することにより現場施工の作業を大幅に削減し、工程を1.5ヶ月短縮した。詳細設計業務は労力が必要ではあるが、利点を最大限生かすことにより大幅な工程短縮や内容によってはコスト削減を図ることも可能であることを示せた。

キーワード：PC 上部工，詳細設計，工程短縮，高強度 PC ケーブル，プレキャスト，2 径間一括

## DETAILED DESIGN OF PC SUPERSTRUCTURE TO SHORTEN THE CONSTRUCTION PERIOD

Ryota HIMENO \*1, Shinichi IBUKI \*2

## Abstract

When constructing the superstructure of a 11-span continuous PRC viaduct (box girder + slab with 2 main girders), the structure of the bridge was changed based on the detailed design, which shortened the process. Originally, the slab with 2 main girders in the bridge length was planned to be constructed one span at a time, covering eight construction segments, but with detailed design, this plan was changed so that two span segments could be constructed at the same time, reducing the number of construction segments from 8 to 4, and shortening the construction period by 3 months. Furthermore, high strength PC strands made of new material were introduced to decrease the number of steel wires by 20%. The precast members were used as components for protective barriers and extended slabs to greatly reduce the amount of work at the site and to shorten the construction period by 1.5 months. Although the detailed design process requires a significant amount of labor, it was demonstrated that by maximizing the advantage with this approach, not only the time for construction could be greatly reduced, but the costs could also be cut if the details are suitable.

Keywords: PC superstructure, detailed design, shortening the construction period, high strength PC strand, precast, construction of two spans by a single process

---

\*1 Concrete PC Group, Bridge Technology Department, Civil Engineering Division

\*2 Manager, Concrete PC Group, Bridge Technology Department, Civil Engineering Division

## 工程短縮を目指した PC 上部工の詳細設計

姫野 亮太\*1・伊吹 真一\*2

### 1. はじめに

本工事は、渋滞解消や事故防止を目的とした 4 車線化事業のうち、阪和自動車道・御坊 IC～印南 IC 区間の PRC11 径間連続(箱桁+2 主版桁)橋の上部工を施工する詳細設計付工事である。図-1、2 に橋の構造概要を示す。

詳細設計付工事発注方式は、構造物の構造形式や主要諸元、構造一般図等を確定した上で、施工のために必要な仮設をはじめ詳細な設計を施工と一括で発注することにより、製作・施工者のノウハウを活用する方式である。民間企業が有する高い技術力を有効に活用することにより、コストの縮減や工事目的物の性能・機能の向上、工期短縮等の施工の効率化が図られることとなり、一定のコストに対して得られる品質が向上し、公共事業の効率的な執行につながることを期待されている。

本工事は、当初から工程短縮が課題となっていたが、さらに下部工の施工遅延が発生したために詳細設計において、大幅な工程短縮が求められた。

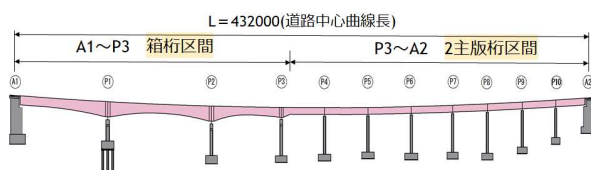


図-1 構造概要

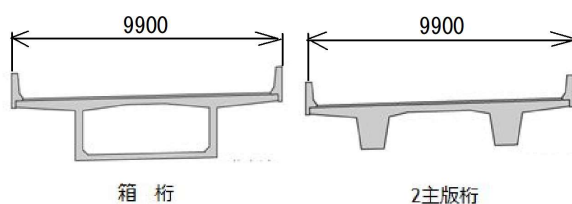


図-2 構造断面図

### 2. 工程短縮策の概要

詳細設計において、以下の項目について変更を行い工程短縮を図った。

#### (1) 2 主版桁橋の 2 径間一括施工

2 主版桁区間の施工を 1 径間毎から 2 径間毎に増大し、コンクリート打設回数や PC ケーブルの緊張回数などを減少させることで大幅な工程短縮を図った。

#### (2) 高強度 PC ケーブルの採用

高強度 PC ケーブルを使用することによりケーブル本数を減少させ、ケーブル配置や緊張工を削減することで工程短縮を図った。採用にあたっては、ケーブルの配置や応力の検討を行い当現場に適用可能であることを確認した。

#### (3) プレキャスト部材の採用

プレキャスト部材は、現場作業を削減することができることから大幅な工程短縮が実現できる。そのため、壁高欄と延長床版にプレキャスト部材を採用した。

#### 2.1 2 主版桁橋の 2 径間一括施工

当初設計で 1 径間毎の施工とされていた所を 2 径間一括とし、8 施工区間(図-3)から 4 施工区間(図-4)へと変更することで、打設回数や緊張回数等を半減し、施工効率を向上させた。この項目だけで 3 ヶ月の工程短縮が可能となっている。

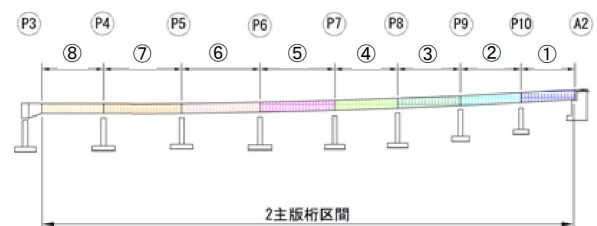


図-3 施工区間 (当初設計)

\*1 土木本部 橋梁技術部 コンクリート・PC グループ

\*2 土木本部 橋梁技術部 コンクリート・PC グループ 課長

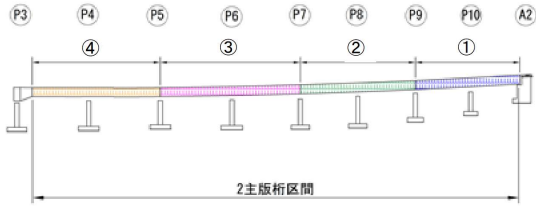


図-4 施工区間 (詳細設計)

しかし、ここまでの大幅な工期短縮が見込めるにもかかわらず基本設計から2径間一括施工を採用しなかったのは、2径間一括施工は、過去に主桁部にひび割れが発生したためである。そのため2径間一括施工へ変更するにあたり、ひび割れを抑制する対策をした。

まず、ひび割れが発生する要因となるのがプレストレスの応力によるものやコンクリートの収縮、水和熱による温度応力、床版温度差が挙げられた。これらの対策として、プレストレス2次力による要因に対しては、対策ケーブルの追加をすること、緊張順序の策定により、ひび割れ発生を抑えることを可能とした。対策ケーブルの追加に関してケーブルの形状は、当初1径間毎の施工のため、1径間毎のスパンに合わせたケーブルが配置されていたが、2径間一括にすることで、図-5に示すように中間支点を跨ぐような連続ケーブルに変更したのに加え、対策ケーブルを追加で配置した。

このように、施工区間の変更やケーブルの形状・配置についても変更を行えるというのも詳細設計の特徴となる。

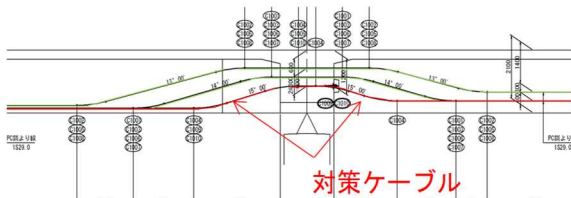


図-5 ケーブル配置(詳細設計)

緊張順序については、固定支保工にて2径間一括施工する場合、中間支点付近にはプレストレス力により正の曲げモーメントが卓越する状態に

なる。これが自重と釣り合う事により設計荷重時には過度な引張応力が作用しない設計となっているが、自重の作用するタイミングによっては、緊張時に主桁に大きな引張応力が作用することがある(図-6)。

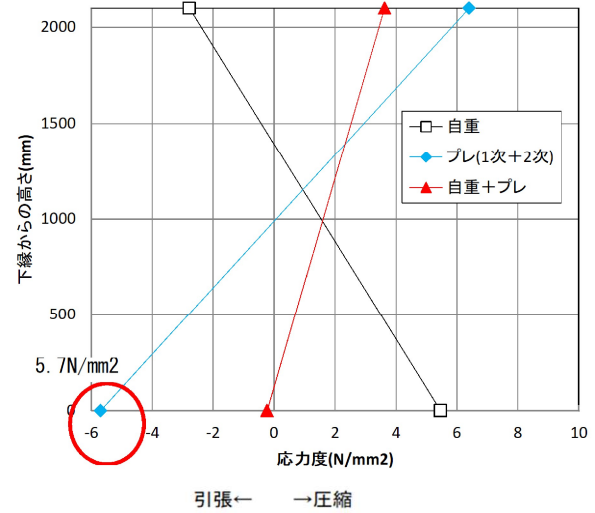


図-6 緊張時の応力度推移

そこで、プレストレスの影響を低減するために、ケーブルの緊張と支保工の解体を段階的に行うこととした(図-7)。なお、中間支点および支間中央の下縁に発生する応力度は、施工時の引張応力度の目安(1.5N/mm²)に抑えることとした(図-8)。

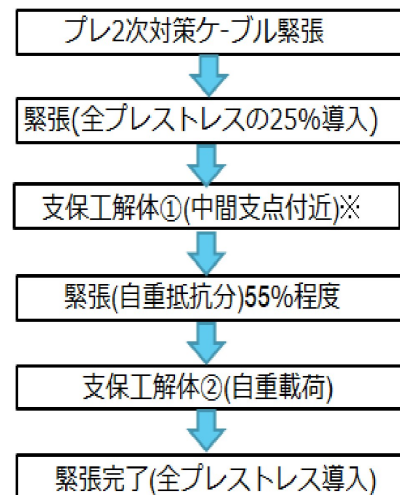


図-7 緊張順序

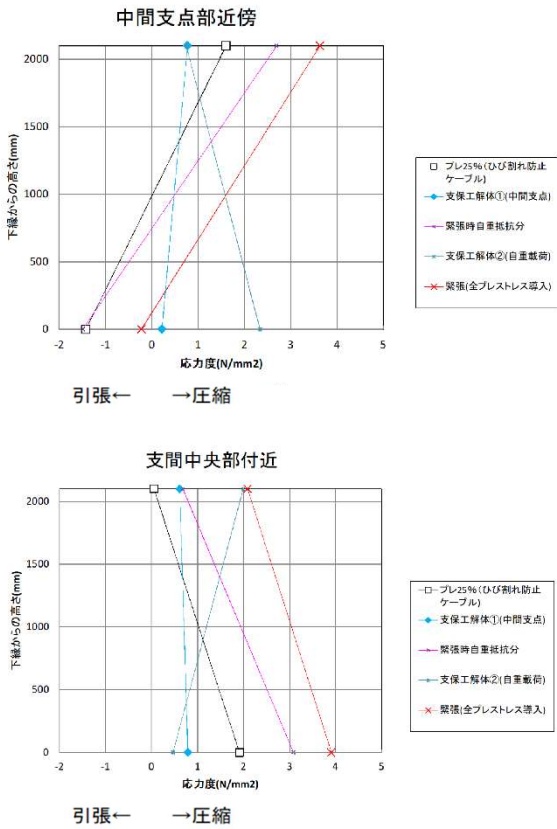


図-8 各施工段階における応力度の推移

緊張順序に従い施工することで、ひび割れの発生を抑制した。その他の温度応力や床版温度差によるひび割れについては、温度応力解析を行い、有害なひび割れの発生が懸念される部位には鉄筋を追加配置する対策を行った。図-9, 10に温度応力及び温度解析結果を示す。

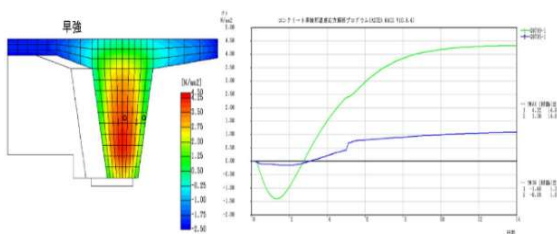


図-9 温度応力解析結果

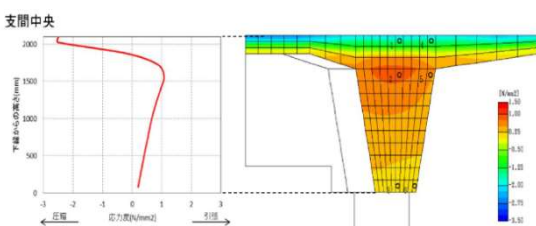


図-10 床版温度差解析結果

## 2. 2 高強度 PC 鋼材の使用

高強度 PC 鋼材は JIS で規定された PC 鋼材に比べ 1.2 倍の強度があり、全体のケーブル本数を減らせる可能性があることから採用を検討した。

当現場においては、箱桁区間の外ケーブルと 2 主版桁区間の内ケーブルが、高強度 PC 鋼材に変更が可能なケーブルとなっていた。そこで、箱桁区間の外ケーブルに、ECF 高強度ストランド(図-11)を採用した。ECF 高強度ストランドは、今までの JIS 規格品より 1.2 倍の強度がある上、ケーブルの表面と内部にエポキシ樹脂被覆加工を施した防食 PC 鋼材である。

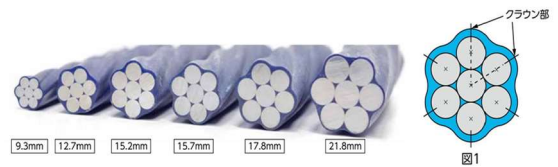


図-11 ECF 高強度ストランド

次に、2 主版桁区間の内ケーブルには高強度プレグラウトストランドといった設計段階で、他社含め施工実績が 2 例しかない材料を使用した(図-12)。本ケーブルも JIS で規定された PC 鋼材に比べ強度が 1.2 倍であることと、プレグラウトストランドということで、現場でのグラウト作業やシースの配置作業が省略可能な防食 PC 鋼材となっている。

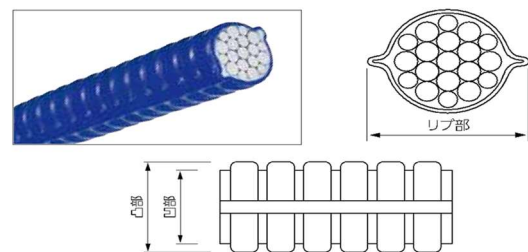


図-12 高強度プレグラウトストランド

この 2 種類の PC 鋼材を採用することにより、全体ケーブル本数を 2 割減じることができた(図-13)。また、本数が少なくなることで PC ケーブルの配置作業と緊張作業が減り、0.5 ヶ月の工程

短縮となった。

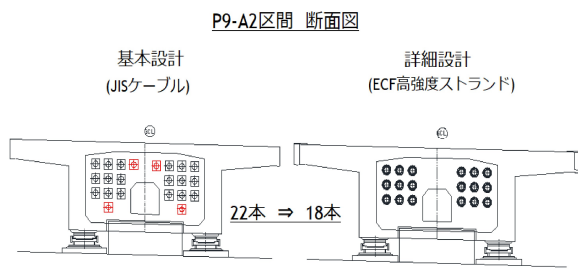


図-13 P9-A2 区間 断面図

### 2.3 プレキャスト部材の採用

プレキャスト部材は工場製作による安定した品質が確保できるうえ、現場での施工工程を削減できる。当現場では、壁高欄(図-14)と端部の延長床版(図-15)をプレキャストに採用した。

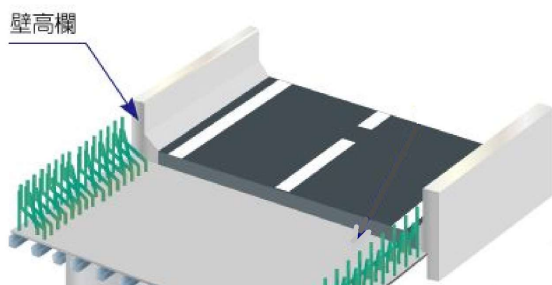


図-14 壁高欄

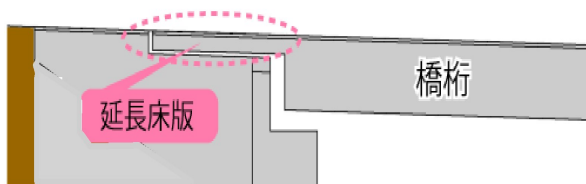


図-15 延長床版 参考位置図

壁高欄については PGF 工法を採用した。PGF 工法とは、「プレキャスト・ガードフェンス」の略語である。本工法の特徴は、型枠を組まず簡易に施工ができる。本工事は、躯体が I 期線と近接しており(図-16)、型枠の組み立てが難しいというところがあり、本工法を採用した。端部の延長床版

については、延長床版プレキャスト工法を採用した。本工法は、特殊継手(コッター式継手)で接合することにより急速施工が可能となっている。図-17にコッター式継手を示す。

これらのプレキャスト部材を使用することで、1カ月の工程短縮が可能となった。

プレキャスト工法は、品質の確保や現場打ちによる危険作業を減らすことができるため、多くのメリットがある。

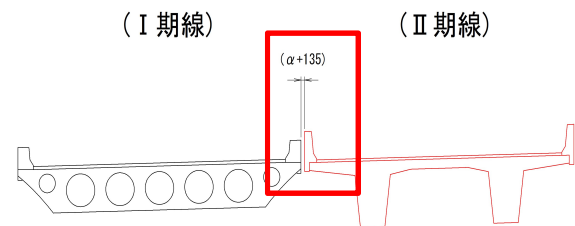


図-16 一般構造図

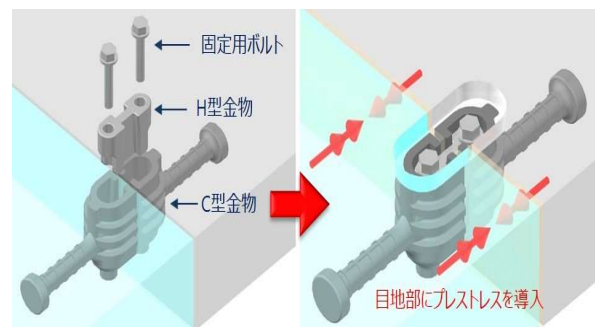


図-17 コッター式継手

### 3. まとめ

詳細設計により 4.5 カ月の工程短縮を実現した。詳細設計は非常に労力が掛かるが、今回のように施工区間の変更や新材料の導入を行うことができるなどの利点があり、この利点を最大限に活かすことで大幅な工程短縮やコスト削減が可能となる。

今後も新たな技術を取り入れた詳細設計により、工程短縮、品質・工事利益の向上を図っていく。