

# プレキャスト壁高欄の設計・施工

## ほくりくじどうしゃどう まいばら きのもと —北陸自動車道 米原JCT～木之本IC 間橋梁補修工事—

東京土木支店	土木技術部 (名古屋支店駐在)	豊田正
東京土木支店	土木工事部 (名古屋支店駐在)	武田靖
海外事業室		山下茂樹
ピー・エス・コンクリート(株)		加藤卓也

**概要**：1970年代後半に建設された北陸自動車道の米原JCT～木之本IC間のRC床版橋は1990年頃から冬季に大量に散布されるようになった凍結防止剤により、張出し床版などが塩害を受けている。劣化損傷が著しく進行している張出し床版を撤去・再構築するとともに、たわみ性防護柵を用いている橋梁においては、より安全性の高いコンクリート製の剛性防護柵(壁高欄)に更新する工事を行うこととなった。また、限られた規制期間内に補修工事を完了するため、プレキャスト壁高欄採用による工程短縮を図った。

**Key Words**：プレキャスト壁高欄，機械式継手，繰り返し載荷試験，実物大供試体

### 1. はじめに

本工事の対象区間は雪氷期間に当たる11月15日～3月31日および4月下旬～5月上旬と8月中旬の繁忙期は、本線車線規制をとまなう作業が行えないという条件下での工事となった。よって、限られた交通規制期間内において、張出し床版の撤去・再構築と防護柵の更新を行う必要があるため、プレキャスト壁高欄等を採用して工程短縮を図った。

本稿では、北陸自動車道・米原JCT～木之本IC間(図-1)の橋梁補修工事で採用したプレキャスト壁高欄の施工手順および構造細目と、鉄筋継手部等の性能を確認するために行った実物大相当の繰り返し載荷試験等について報告する。

### 2. 工事概要

本工事は北陸自動車道の米原JCT～木之本IC間において、コンクリート製壁高欄の構築、伸縮装置の取替等を行う橋梁補修工事である。補修工事の対象となる



図-1 米原JCT～木之本IC 位置図



豊田正



武田靖



山下茂樹



加藤卓也

橋梁は全部で40橋あり、壁高欄総延長が約3.0km、伸縮装置の取替箇所数は68基となる。このうち、2022年8月において10橋の橋梁補修工事を完了する予定である。図-2に更新前後の張出し床版構造の比較を示す。

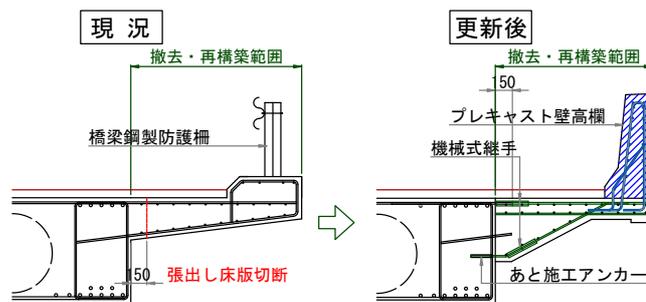


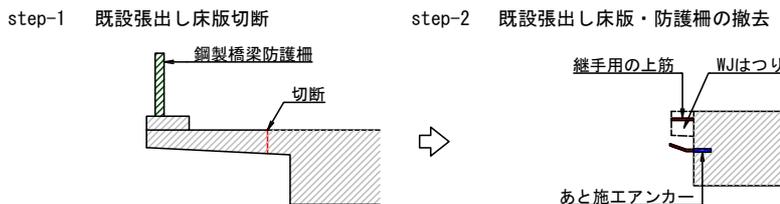
図-2 更新前後の張出し床版構造比較

### 3. 張出し床版の撤去・再構築と壁高欄更新の施工手順

本工事における施工手順を以下に説明し、各施工手順の概要図を図-3に示す。

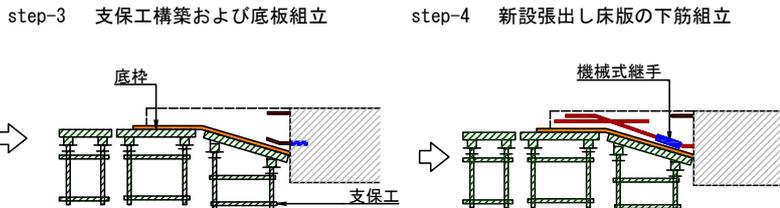
#### 3.1 既設張出し床版の撤去

まず、既設橋梁から鋼製橋梁防護柵を含む張出床版を切断・撤去する(step-1)。このとき、残った既設橋梁の切断面より、新設張出し床版の鉄筋との継手用の張出床版上筋を突出させておく。新設張出し床版付根部の耐力確保のため、新設張出し床版付根の部材厚を厚くする必要がある。このため、張出し床版下筋の設置においては、あと施工アンカーを用いた(step-2)。



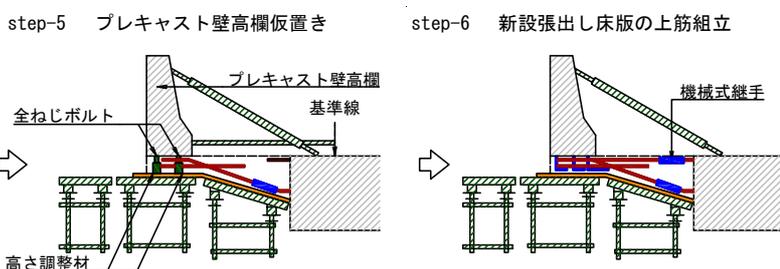
#### 3.2 支保工構築および底枠組立

次に、新設張出し床版を構築するための支保工および張出し床版部の底枠組立を行う。また、支保工の強度は新設張出し床版とプレキャスト壁高欄の重量を考慮した(step-3)。



#### 3.3 新設張出し床版の下筋組立

次に、新設張出し床版の下側鉄筋を組立てる。この際、新設の圧縮縁となる下側の横方向鉄筋は既設橋梁の切断面にあと施工アンカーで接続した鉄筋に機械式継手で接続する(step-4)。



#### 3.4 プレキャスト壁高欄仮置き

新設張出し床版の下筋の組立後、プレキャスト壁高欄を所定の位置に仮置きする。なお、プレキャスト壁高欄の底部には高さ調整材設置用の全ねじボルトを突出させておき、プレキャスト壁高欄の仮置きの際、高さ調整材を全ねじボルトに取り付ける(step-5)。

#### 3.5 新設張出し床版の上筋組立

プレキャスト壁高欄を固定した後、新設張出し床版の上筋の組立を行う。既設コンクリート床版の切断面に約150mm突出させて残した既存鉄筋と、新設張出し床版の上側横方向鉄筋とを機械式継手で接続する(step-6)。

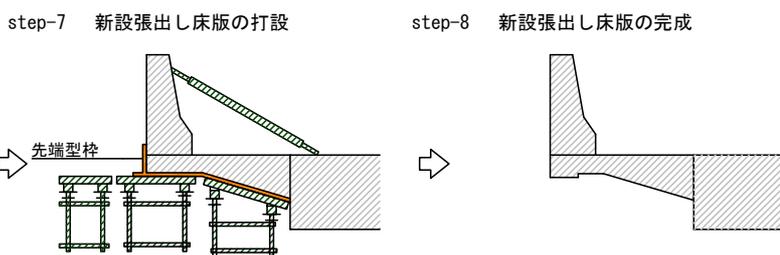


図-3 プレキャスト壁高欄と新設張出し床版の施工手順

### 3.6 新設張出し床版のコンクリート打設

プレキャスト壁高欄の設置固定後、張出し床版先端の側枠の設置、鉄筋組立等の仕上げを行い、コンクリートを打設する。本プレキャスト壁高欄の底部から突出させる鉄筋の長さ、ピッチ、本数などは、現場打ちで壁高欄を構築する場合と同一にすることができる。また、プレキャスト壁高欄の橋軸方向の目地部は、全目地部を通常の目地部の配筋（鉛直方向の引張鉄筋をD16）とすることで、目地部相互の接合構造を省略し、施工の省力化を図った（step-7）。

## 4. 機械式継手を用いた床版構造の安全性を検証する

### 繰り返し载荷試験

#### 4.1 試験および供試体概要

##### 4.1.1 試験実施の経緯

本工事では、張出し床版を再構築する際、既設の橋軸直角方向の上筋を、張出し床版の付根から150mmの位置で機械式継手を用いて接続する構造を採用した。このため、当該箇所では機械式継手が集中配置されることとなる。また、機械式継手部はスリーブ径が大きくなるため、かぶりが25mm程度と小さくなる。

道路橋の床版は、T荷重（輪荷重）の繰り返し载荷による疲労が懸念される部位であり、かぶりが小さく、機械式継手が集中配置された事例が無い。このため、実物大相当の供試体を用いた载荷試験を実施して安全性を検証した。試験方法は単純支持された供試体の継手位置にT荷重相当の荷重を载荷し、ひび割れ発生荷重に達したことを確認した後、供用年数を100年と想定した定点繰り返し载荷を行い、ひび割れの発生と進展等を観測した。

##### 4.1.2 供試体概要

図-4に示すように部材厚は実構造物と同様の450mmとし、支間を4.0m、幅は1.0mとした。配筋も実構造物と同様に125mm間隔とし、引張縁側の鉄筋D16とD19とを支間中央で機械式継手により接続した。D19の鉄筋と機械式継手はエポキシ樹脂塗装を施した。なお、供試体のコンクリート強度は設計基準強度の40N/mm<sup>2</sup>を大きく上回る57N/mm<sup>2</sup>程度であった。

##### 4.1.3 繰り返し载荷回数の設定

T荷重による100年間の繰り返し载荷回数は、当路線の2015年から2019年までの5年間の平均交通量、大型車比率を考慮して設定した。ただし、実構造物における機械式継手位置は、走行レーン外側の路肩部に位置するため、継手部に最大曲げモーメントが発生するT荷重は、大型車が壁高欄に接する位置を走行するような稀なケースである。このような位置を走行する大型車通行量を調査したデータがないため、以下のように仮定し、繰り返し载荷回数を62,000回に設定した。

- ・当該路線の過去5年間の平均交通量は11,700台/日（大型車比率19%）より、大型車交通量は2,233台/日
- ・走行車線の大型車交通量を区間交通量の3/4と仮定
- ・路肩側防護柵の擦過痕が非常に少ないことから、防護柵の際にT荷重が载荷する確率を0.1%と仮定
- ・上記より、2,233台/日×3/4×0.1%×365日×100年≒62,000台

#### 4.2 繰り返し载荷試験の結果

##### 4.2.1 ひび割れ発生荷重の確認

事前に供試体を対象に試算したひび割れ発生荷重は64kNであったが、試算したひび割れ発生荷重においてひび割れは発生せず、T荷重相当の荷重90kNを大きく上回る170kNで最初のひび割れを確認した。その後、

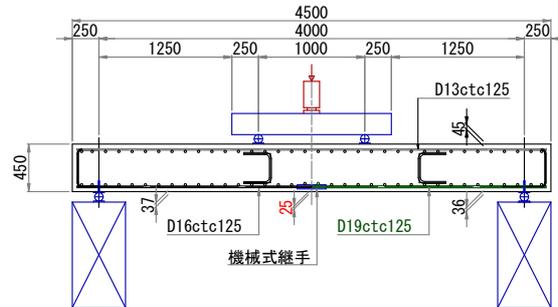


図-4 繰り返し载荷試験の供試体



写真-1 载荷試験状況

荷重を180kNまで載荷し、ひび割れスケッチを行った後に荷重を除去した。写真-1に載荷試験状況を示す。

図-5にひび割れ発生までのコンクリート下縁における荷重-ひずみ関係、図-6に供試体中央の荷重-変位関係を示す。ひび割れ発生荷重170kNまでは弾性体として挙動していることがわかる。

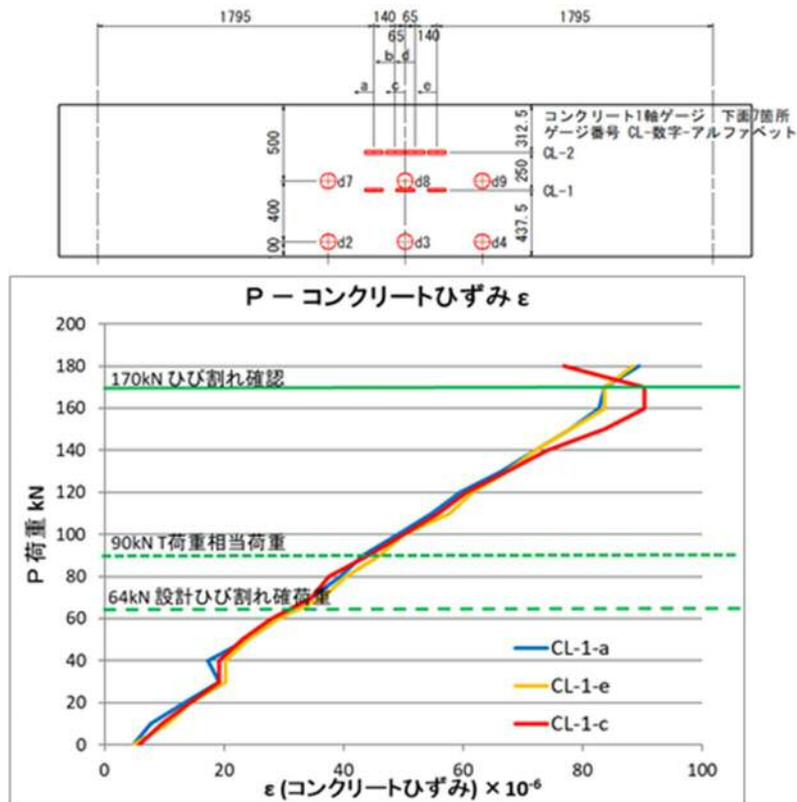


図-5 ひび割れ発生までのコンクリート下縁における荷重-ひずみ関係

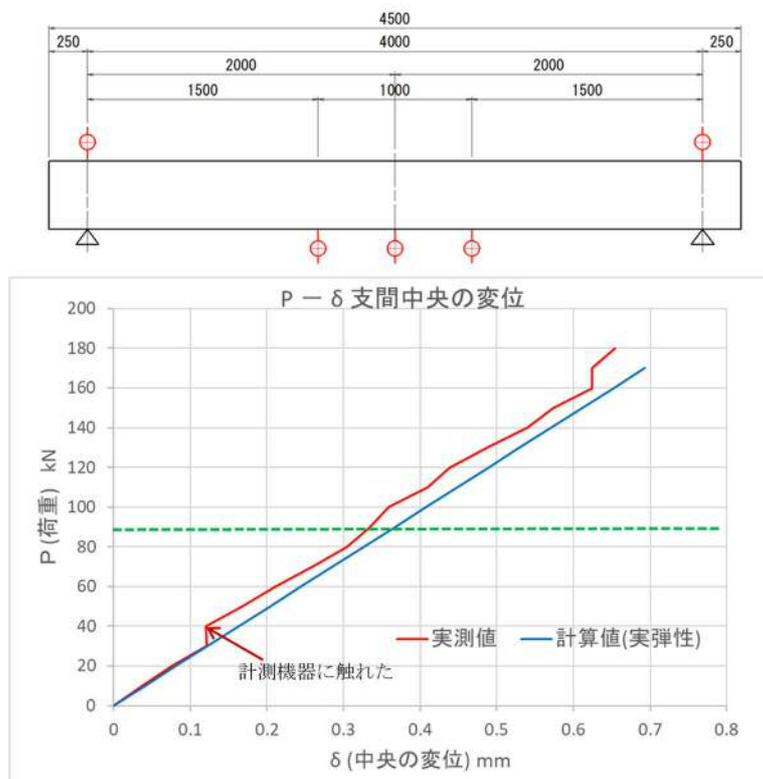


図-6 ひび割れ発生までの供試体中央の荷重-変位関係

### 4.2.2 繰り返し載荷試験後のひび割れ発生状況

供試体にひび割れが発生した後、繰り返し載荷を約1Hzで62,000回実施した。その結果、上述した初期ひび割れ(赤色)に加え、新たにひび割れが2本発生し(青色)、合計3本となった。ひび割れは供試体の幅(1m)方向に横断したが、ひび割れ幅は0.15mm程度と小さく、安全性および耐久性に問題がないことが確認できた。また、供試体破壊後のひび割れ(緑色)は機械式継手部よりも鉄筋径の細いD16側に集中している。したがって、機械式継手部が床版構造の弱点にはならないことが確認できた(図-7)。

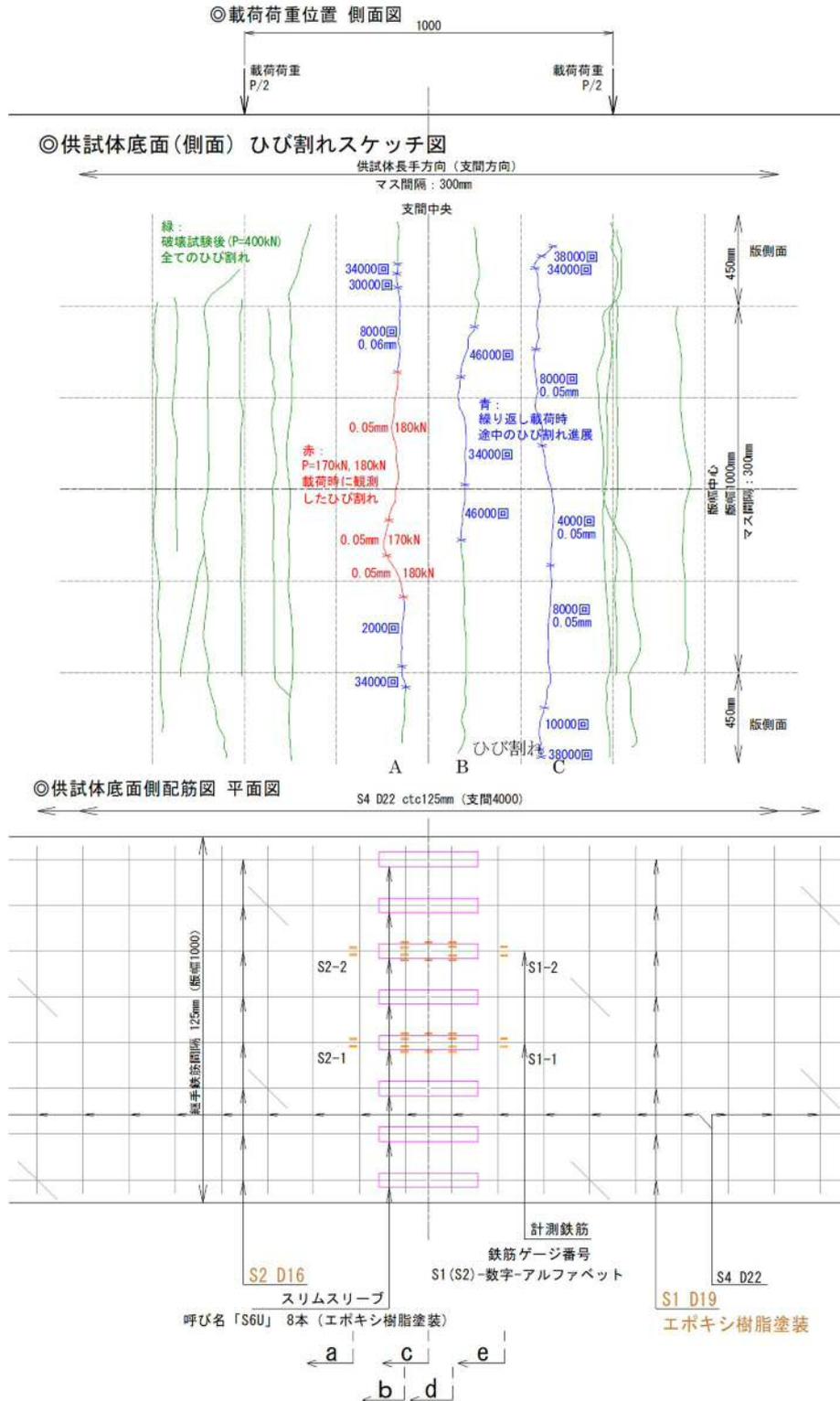


図-7 供試体のひび割れ状況および配筋図

### 4.3 繰り返し載荷試験のまとめ

以下に、試験結果のまとめを示す。

(1)供試体にひび割れの発生を観測した荷重は170kNであり、設計値の64kNおよびT荷重相当の90kNをも大きく上回る荷重であった。継手部で鉄筋比が急変する本構造においても従来のRC計算で照査すれば、安全性が担保できることが試験結果から得られた。

(2)載荷回数 62,000 回の繰り返し載荷試験では、ひび割れが支間直角方向に 3 本発生し、供試体の幅 1.0m に渡り進展したが、ひび割れ幅は 0.15mm 程度と小さなひび割れに留まった。よって、かぶり 25mm の機械式継手が集中配置される本構造において、T 荷重が 100 年間繰り返し載荷されても、安全性と耐久性ともに問題ないことが確認できた。

## 5. 実物大供試体による試験施工と充填性確認試験

### 5.1 実物大供試体による試験施工の概要

本工事では、プレキャスト壁高欄を支保工上に先行設置してから張出し床版の打設を行う。床版コンクリートの打設時には、バイブレーターの挿入箇所がプレキャスト壁高欄の前面に限定される。このため、壁高欄下面におけるコンクリートの充填性が懸念される。したがって、実施工に先立ち、床版コンクリート充填性の確認、ならびに施工手順の問題点の有無を確認するため、実物大供試体による試験施工を行った。張出し床版の供試体を写真-2、プレキャスト壁高欄の供試体を写真-3に示す。

### 5.2 充填性確認試験の概要

実物大供試体ではプレキャスト壁高欄下面が不可視部となるため充填性の確認ができない。このため、プレキャスト壁高欄の代わりにアクリル板を設置した供試体(図-8)を別途作製し、不可視部となる壁高欄下面の充填性を確認した。コンクリートのスランブは8cm, 10cm, 12cmの3配合について試験を行い、充填に適したスランブを選定した。

### 5.3 試験結果

充填性を確認した結果、コンクリートスランブが小さいほどエア溜まりが多くなる傾向であった。3配合のうち、コンクリートスランブ12cmの試験体のエア溜まりが最も少なかった。

### 5.4 実施工における対応策

実物大供試体による試験施工および充填性確認試験の結果を踏まえて、実施工での対応策を以下に示す。

#### (1)コンクリートスランブ

コンクリートの目標スランブを12cmに設定した。

#### (2)プレキャスト壁高欄下面の充填性向上

プレキャスト壁高欄下面はコンクリート表面の気泡抜き取り器具を使用し、気泡痕の低減を図った(写真-4)。また、張出し床版先端の側枠は透明型枠を用いてコンクリート打設時の充填確認を行った。

#### (3)エア溜まり抜きの際間設置

プレキャスト壁高欄外側の張出し床版先端に5mmの隙間を設けてエア溜まり防止を図った。



写真-2 新設張出し床版供試体



写真-3 プレキャスト壁高欄

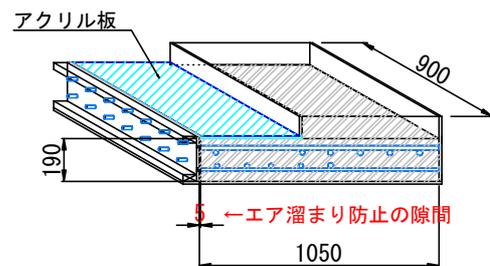


図-8 充填性確認試験



写真-4 気泡抜き取り状況

## 6. おわりに

本工事では、限られた交通規制期間内に壁高欄と張出し床版を更新するという課題に対し、新しいプレキャスト壁高欄を発案して工程短縮を図ることができた（橋長85mの壁高欄で5日短縮する計画）。設計・施工における課題に対しては、安全性・施工性などについての事前試験を行い、性能を確認するとともに、それに基づく緻密な施工計画によって工事を完了することができた。以降の工事においても更なるスパイラルアップを図りたい。

最後に本工事を行うにあたり、多大なご支援を頂いた関係者の皆様に心より感謝の意を表します。