

1階を荷捌施設にした人工地盤の設計・施工

－ウトロ漁港人工地盤－

建築本部	設計部（東北支店駐在）	大井紀一
東京建築支店	建築工事部（東北支店駐在）	岸田俊幸

概要：ウトロ漁港では、漁船の大型化や背後用地不足等から、作業効率の低下や漁獲物の鮮度低下が顕在化しており、漁業活動の効率化、安全性の向上、高度な衛生管理による新鮮で高品質な水産物供給を目的として、平成19年11月より、新港地区にプレキャスト・プレストレストコンクリート（以下、「PCaPC」という。）人工地盤を建設中である。

構造形式は、PCaPC造、鉄骨鉄筋コンクリート（SRC）造および鉄骨（S）造の3種類の中から、SRC造は冬期施工による品質の低下が、また、S造は腐食による漁獲物への異物混入が懸念され、部材を工場で製作し品質低下を抑えられるPCaPC造が採用された。

ブロック分割ごとの発注に対応、施工時の構造安全性の検討および綿密な施工計画を行ったので、その概要について紹介する。

Key Words：PCaPC, 人工地盤, ブロック分割

1. はじめに

本建築物は、北海道東部のオホーツク海に面した知床半島基部に位置するウトロ漁港新港地区に建築される人工地盤で、1階が荷捌場、屋上が駐車場の平屋のPCaPC造建築物である。

現港地区には、鳥類の混入防止、鮮度保持の対策として昭和44年頃に整備された上屋施設があるが、老朽化が進み屋根から錆やゴミ等が落下し異物混入の恐れがある。また、屋根の広さが不足しているため、荷捌き作業の一部を野天で行っており、日射による魚体温度の上昇、雨が当たることによる鮮度の低下が生じている。一方、ウトロ漁港は知床国立公園の基部に位置していることから、来訪者に対して見学場所を提供し、観光シーズンには多くの観光客で賑わうが、陸揚げ場所がオープンスペースであり簡単に作業場所に入ることができ、来訪者の靴等に付着した異物が混入する恐れや、漁獲物運搬

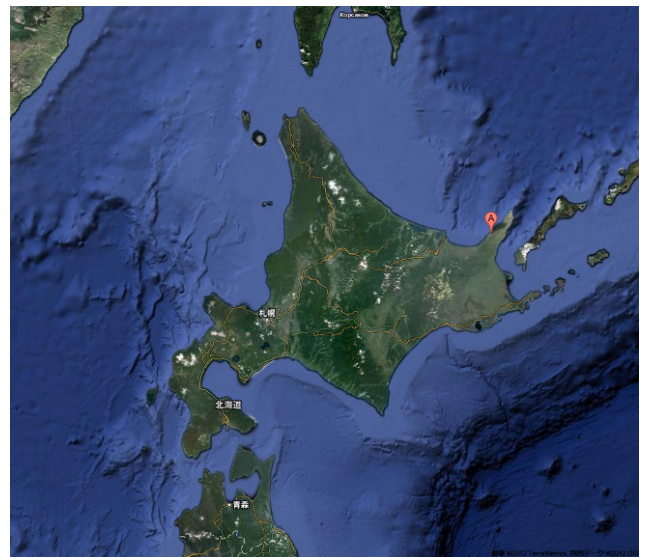
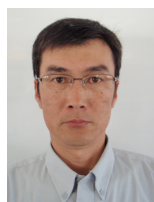


写真-1 ユトロ漁港の位置



大井紀一



岸田俊幸

車両との接触事故などが懸念されている。

陸揚げ施設および荷捌き面積の不足に対して新港地区が整備され、食品の安全に対して屋根付き岸壁および人工地盤が整備されることになった。

構造形式は、PCaPC造、鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造および鉄骨(S)造の3種類の中から、SRC造は冬期施工による品質の低下が、また、S造は腐食による漁獲物への異物混入が懸念され、部材を工場で作成し品質低下を抑えられるPCaPC造が採用された。

また最新の北海道東部の沿岸平野における津波堆積物の調査・研究¹⁾では、400～500年間隔で巨大津波が発生していたことが推定され、千島海溝南西部で発生する地震に備えて人工地盤の整備が望まれている。

ウトロ漁港の位置を写真-1、写真-2に、着工前状況を写真-3に示す。

完成後、人工地盤上(約11,500㎡)は駐車場(普通車160台、大型車10台、大型特殊車12台)、および大型観光船の乗降施設となり、見学スペース等が設けられ、人工地盤下(約16,000㎡)は荷捌、出荷積み、運搬車両待機エリア等となり、衛生管理型漁港の中核をなす建物となる。

完成予想パースを図-1(国土交通省 北海道開発局 網走開発建設部提供資料)に示す。

本建物は現在施工中であるが、東日本大震災の復興事業が本格化してくる良い時期であるため、人工地盤の設計、および施工について紹介する。

2. 建築概要

建物概要を以下に示し、建物概要図(平面図)を図-2に、X方向軸組図を図-3、Y方向軸組図を図-4に、PC梁接合部詳細図を図-5に示す。

件名：ウトロ漁港人工地盤建設工事
 建築場所：北海道斜里郡斜里町ウトロ西
 用途：荷捌場および駐車場
 敷地面積：約29,500㎡
 延べ面積：約18,000㎡
 規模：地上1階平屋建て
 高さ：GL+7.40m
 構造：プレキャストプレストレストコンクリート構造
 設計：北日本港湾コンサルタント株式会社
 監理：北海道開発局 網走開発建設部



写真-2 ウトロ漁港の位置



写真-3 着工前状況



図-1 完成予想パース
 (国土交通省 北海道開発局網走開発建設部)

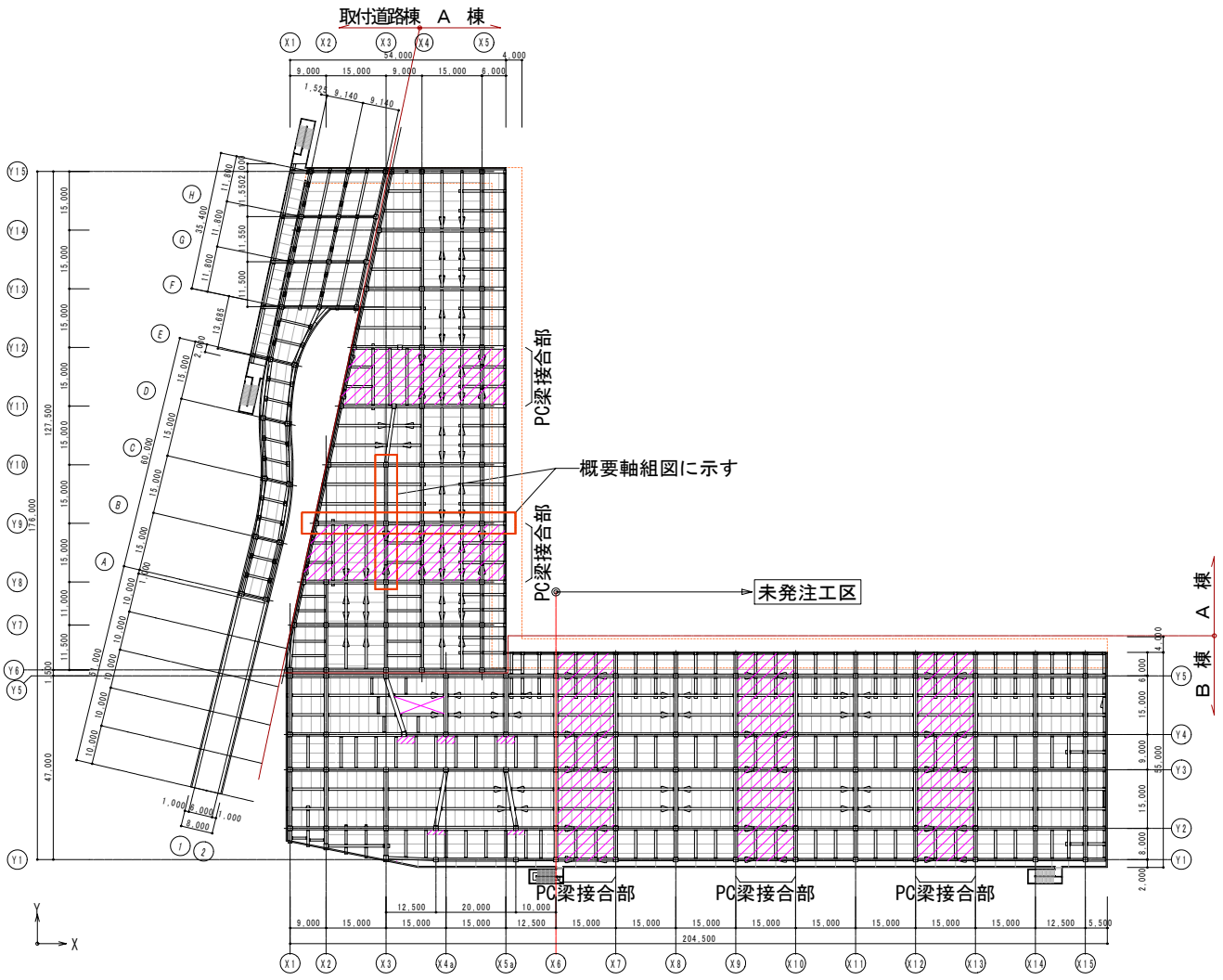


図-2 建物概要図 (平面図)

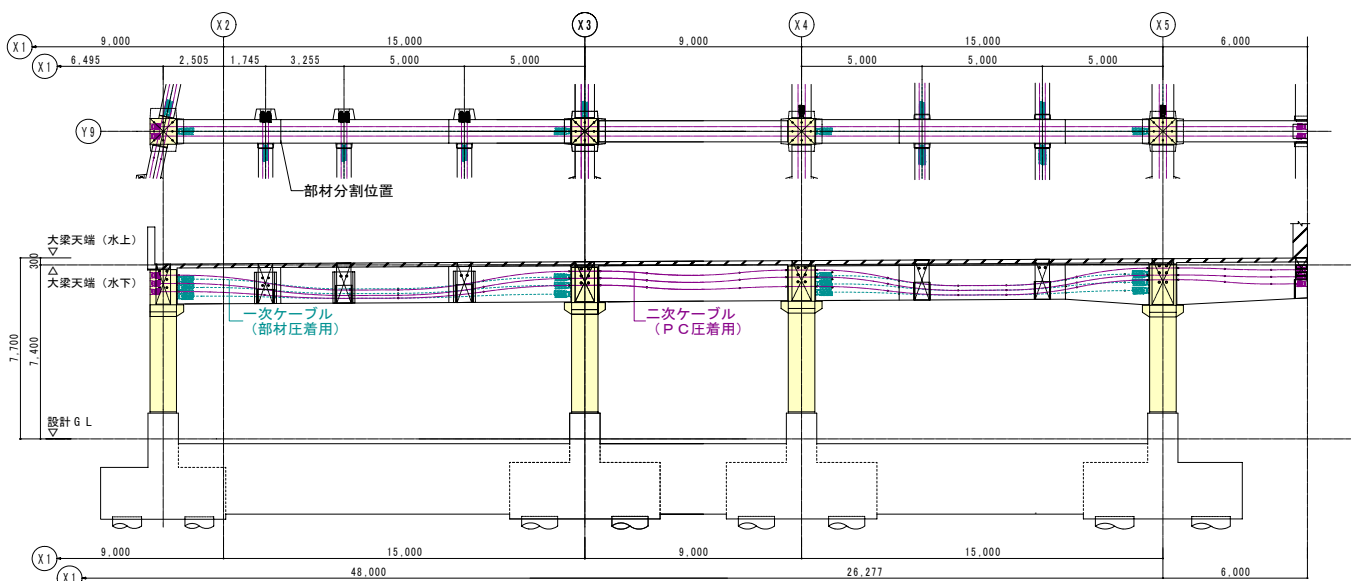


図-3 建物概要図 (X方向軸組図)

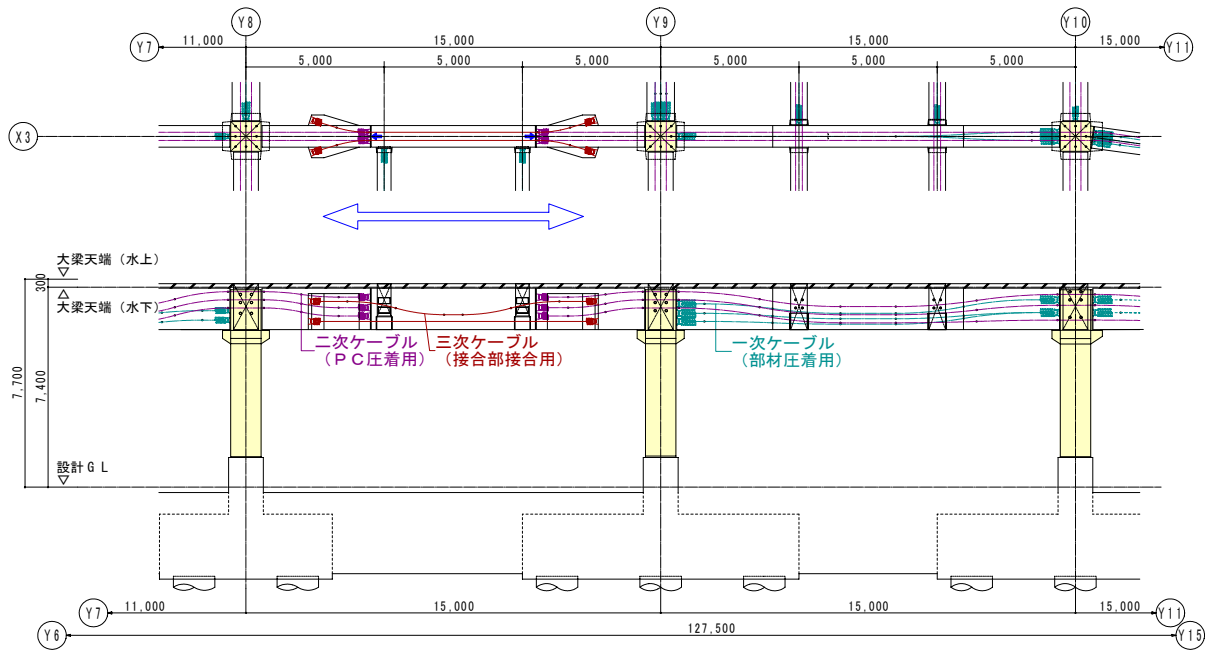


図-4 建物概要図 (Y方向軸組図)

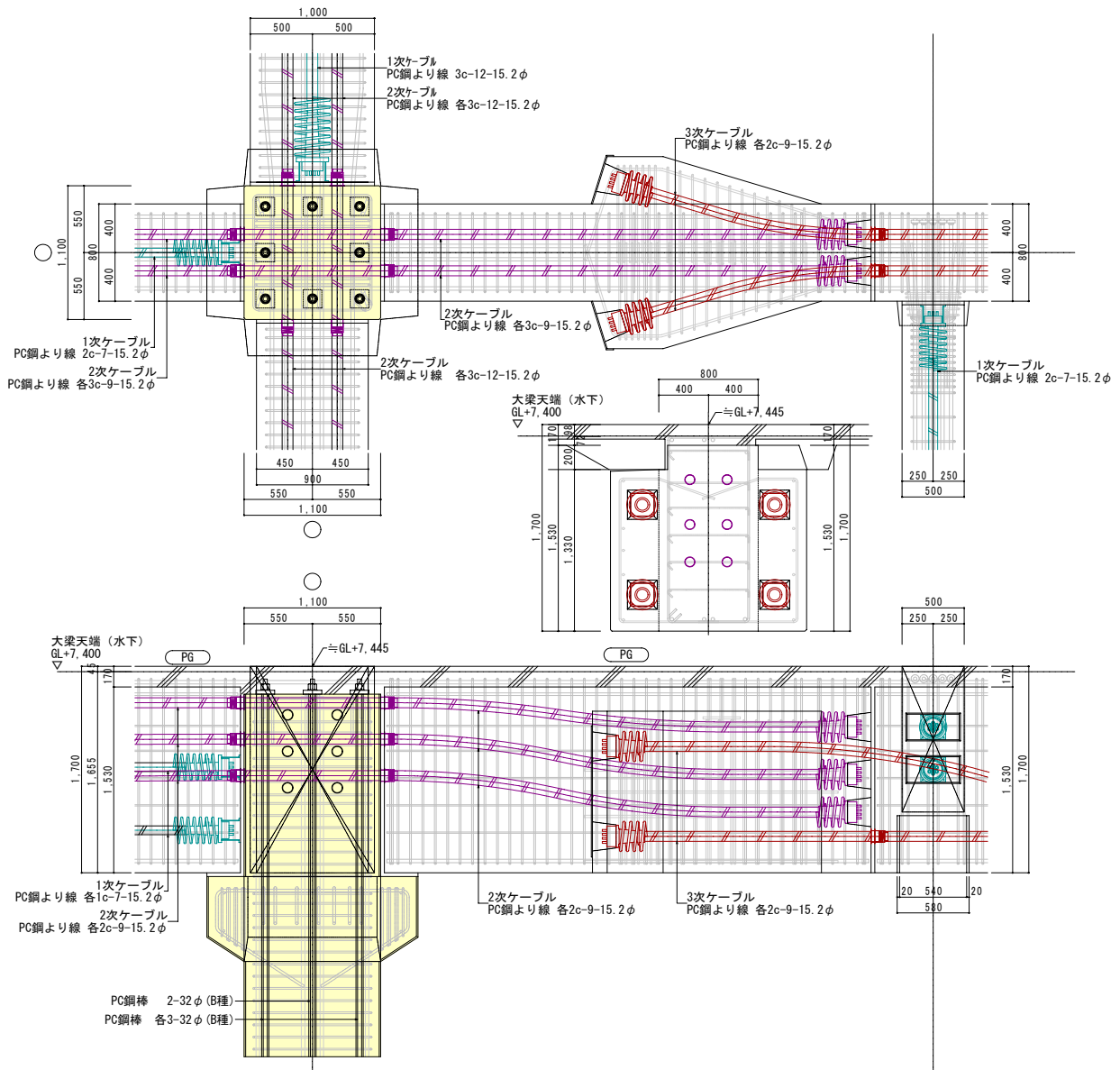


図-5 PC 梁接合部詳細図

3. 工事概要 (上部構造のみ)

部材数量：取付道路棟 2,049ton (スロープ棟)

A 棟 7,099ton

B 棟 12,828ton (予定)

合計 21,976ton (予定)

工期：平成 21 年 8 月～平成 26 年度 (予定)

製作工場：北海道内 PC 製作工場 (4 社)

4. 構造概要

4.1 下部構造 (基礎・基礎梁・杭) の概要

基礎, 基礎梁は場所打ち鉄筋コンクリート, 杭は場所打ちコンクリートで, 杭径および杭長は 1000φ～2000φ, L=13.0m～20.0m である。1 階床スラブは土間コンクリートである。

下部構造は土木構造物として設計されている。

4.2 上部 (主体) 構造の概要

上部構造は, 柱際を目地とするポストテンション方式の PCaPC 造であり, 長辺, 短辺方向共に純ラーメン構造である。原則として建築構造物として設計されているため, 建築関係の基規準に準拠し, 耐震設計としては保有水平耐力の確認 (ルート 3b) を行っている。

上載荷重 (T 荷重, L 荷重), 雪荷重, 風荷重, 擁壁区間の衝突荷重や, 設計震度については, 日本道路協会発行「道路橋示方書・同解説」によるものとしており, 発注形態は土木構造物となっている。

その他の構造概要は以下のとおりである。

- (1) PCaPC 柱, 大梁, 小梁, 合成床版と場所打ちトップコンクリートで 15.0m×15.0m グリッドを構成し, 取付道路棟, A 棟および B 棟の 3 棟を EXP.J で繋ぎ, ひとつの人工地盤を形成する。
- (2) A 棟長辺方向 127.5m に 2 スパン, B 棟長辺方向 204.5m に 3 スパンの PC 梁接合部が設けられており, 施工範囲がブロックで分割された構造となっている。
- (3) 各施工段階に対応して, PCaPC 大梁, 小梁, 床版の架設, トップコンクリート打設までの荷重に対し梁端をピンとして, PCaPC 大梁, 小梁共に一次ケーブルを考慮した矩形断面での検定を行い, トップコンクリート硬化後に PCaPC 大梁の二次ケーブル緊張を行うことで, プレストレスによる不静定応力を考慮したトップコンクリートとの合成断面で, 長期および地震時の設計荷重に対し検定を行っている。
- (4) PCaPC 部材のコンクリート強度は $F_c=50\text{N/mm}^2$, 場所打ち部分は $F_c=30\text{N/mm}^2$ である。
- (5) 部材の基本断面寸法は, PCaPC 柱が 1,000×1,000mm, 1,100×1,100mm, 大梁が 600～1,000×1,700mm, 小梁が 500～600×900～1,700mm で, 合成床版は端部拡幅支承形状の 2 本リブタイプ, 幅 $B=2,400\text{mm}$, せい $D=250\text{mm}$, 板部厚さ $t=50\text{mm}$ であり, 場所打ちトップコンクリートの厚さは床版上で $t=120\text{mm}$ である。
- (6) PC 鋼材は, 柱が PC 鋼棒 32φ, 36φ (SBPR930/1080), 梁が 7～12-15.2φ (SWPR7B), 合成床版が 15.2φ (SWPR7B) である。
- (7) 塩害や凍害に対して特に厳しい腐食環境下にあるため, PCa 部材の設計かぶり厚さは 70mm である。
- (8) 外部・内部階段は S 造, 建物外周部分には PCa 壁版が取り付け, 一部 S 造の庇が R 階に取り付く。

4.3 施工時の構造検討

1 回の発注数量は必ずしも施工ブロック毎とは限っていないため, また, 架設は建て逃げ方式となるため, 上部構造の施工にあたっては, 各部材の架設順序, 緊張時期, 二次緊張プレストレス量等を実際の施工順序と合わせ, 詳細検討を行う必要があった。

施工順序を考慮した、各部材に必要な検討項目とその内容を以下に示す。

項目：PCaPC 梁部材を部材運搬が可能な重量、かつ製作工場での吊上げ可能重量とするため、2～3ピースに分割する必要があった。

内容：部材接合部に目地を設けないマッチキャストで製作し、一次ケーブル緊張で部材接合が可能かを確認すると共に、接合部に必要な数量の接合キーを追加し、接合部補強筋を配置した。

接合部補強検討の一例を図-6に示す。

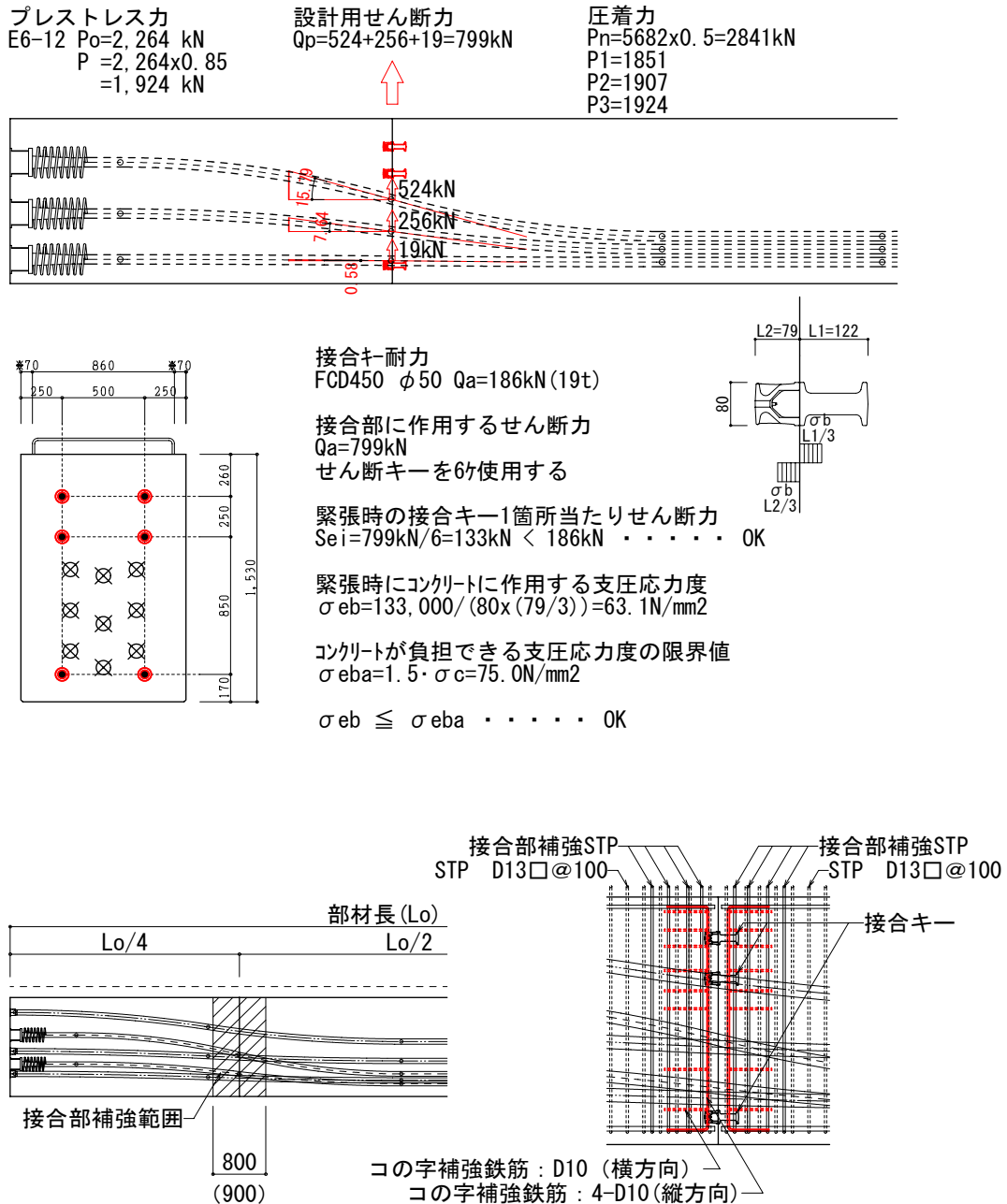


図-6 接合部補強検討の一例

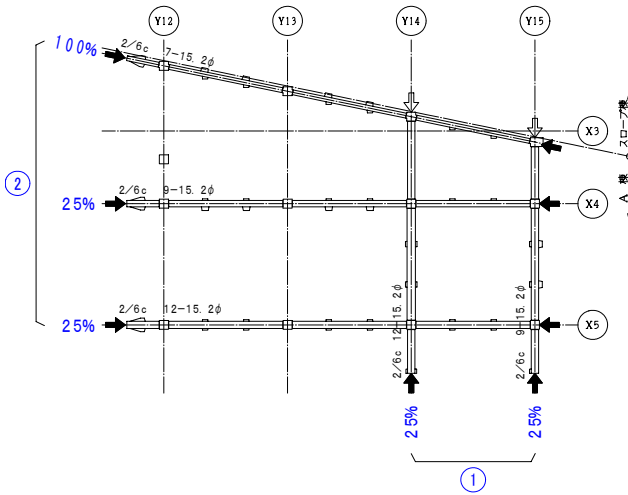
項目：PCaPC 大梁架設後、小梁や床版架設時に、片側荷重となった大梁がねじれるため、小梁、床版架設前に大梁の二次ケーブルの一部を緊張する必要があった。

内容：PCaPC 大梁の二次ケーブルの内、架設時に中段ケーブル2本を25%緊張、PCaPC 小梁、床版架設後に100%緊張、トップコンクリート硬化後に残りの上下段4本の二次ケーブルを緊張することで、架設時の片側荷重によるねじれを防止できることを確認した。

緊張順序検討の一例を図-7に、小梁、床版架設時の大梁ねじり検討の一例を図-8示す。

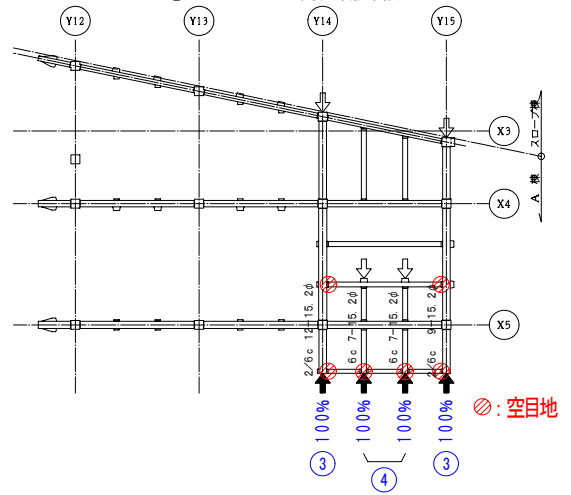
＜大梁架設＞

- ①大梁架設後、目地モルタル打設
- ②記載のケーブル本数を通線
- ③設計緊張力に対して記載の割合(%)を導入



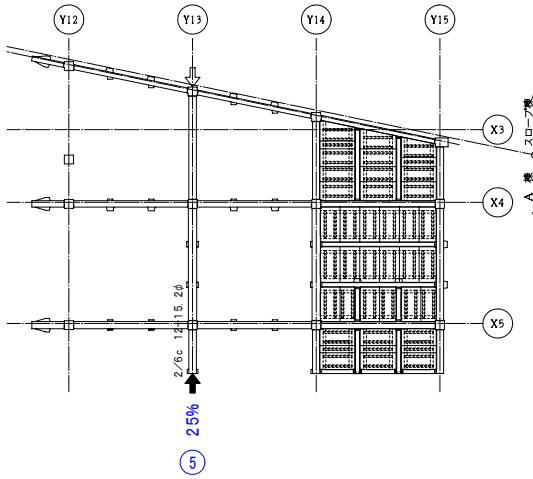
＜小梁架設＞

- ①大梁架設後、目地モルタル打設
- ②記載のケーブル本数を通線
- ③設計緊張力に対して記載の割合(100%)を導入
- ④Y14-Y15間、床版架設



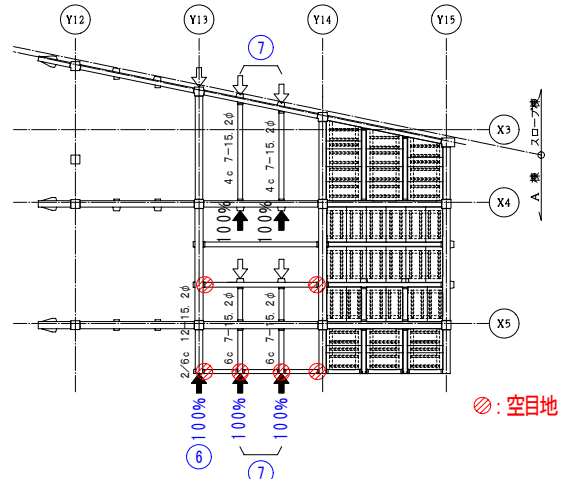
＜大梁架設＞

- ①大梁架設後、目地モルタル打設
- ②記載のケーブル本数を通線
- ③設計緊張力に対して記載の割合(%)を導入

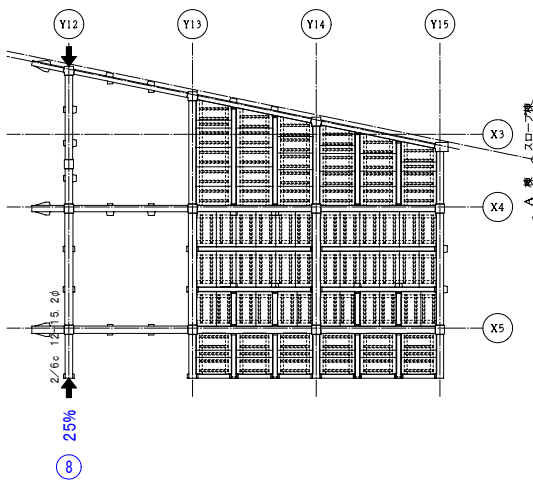


＜小梁架設＞

- ①大梁架設後、目地モルタル打設
- ②記載のケーブル本数を通線
- ③設計緊張力に対して記載の割合(100%)を導入
- ④Y13-Y14間、床版架設

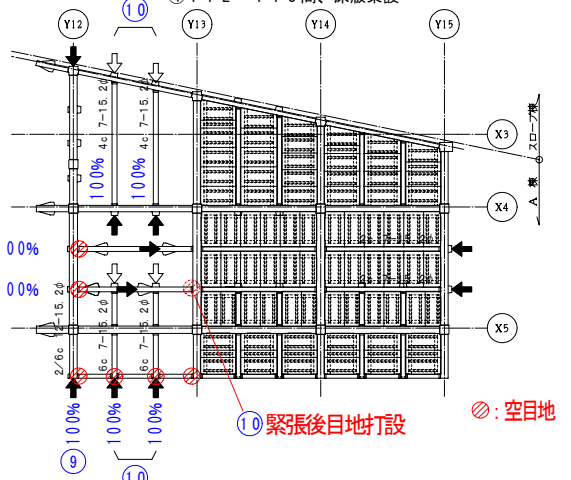


＜大梁架設＞



＜小梁架設＞

- ①大梁架設後、目地モルタル打設
- ②記載のケーブル本数を通線
- ③設計緊張力に対して記載の割合(100%)を導入
- ④Y12-Y13間、床版架設



・青丸の数字は緊張順序を示す。
 ・空目地とは目地モルタルを充填していない目地である。

図-7 緊張順序検討の一例

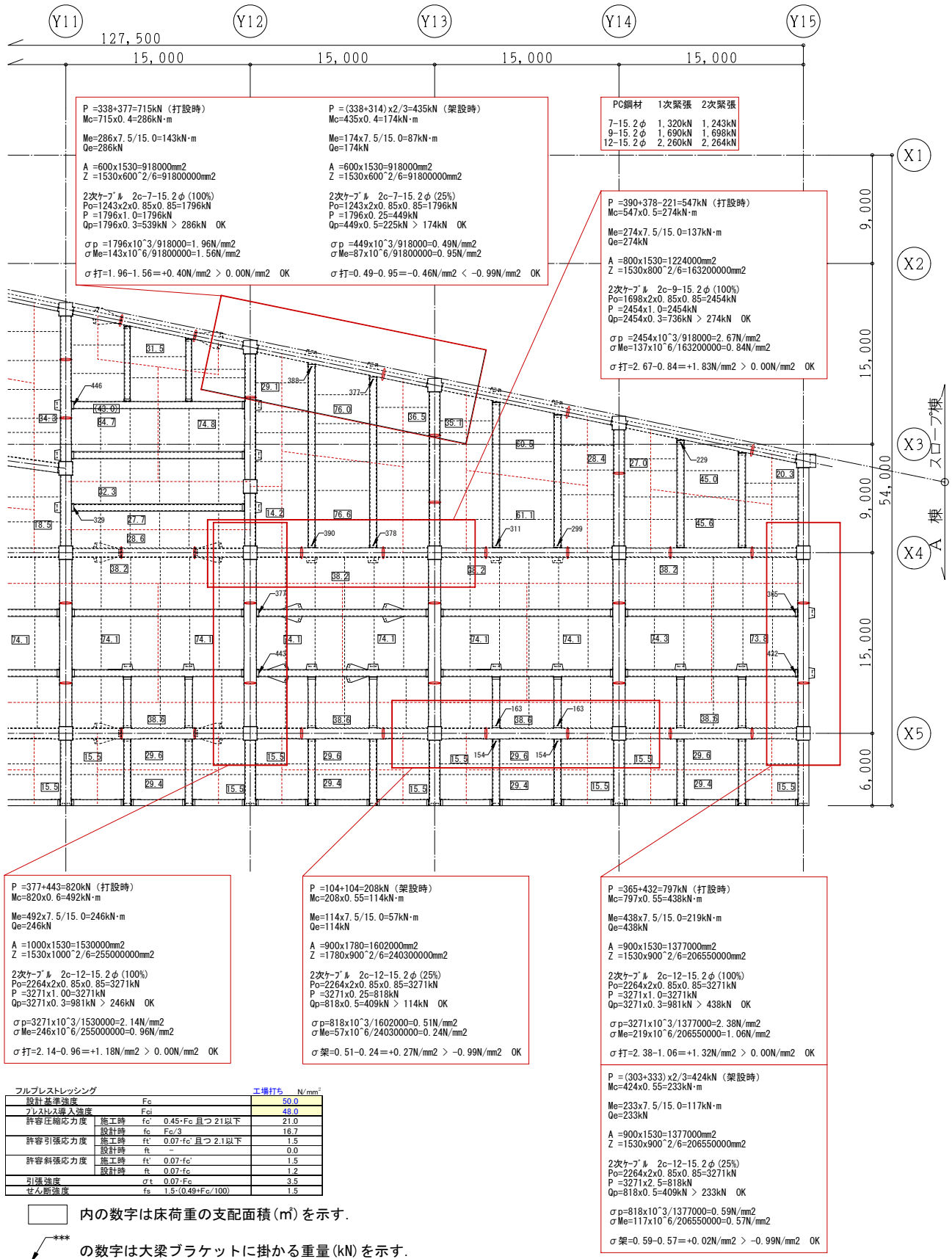


図-8 小梁、床版架設時の大梁ねじり検討の一例

項目：PCaPC 小梁はトップコンクリート打設前に 100%緊張とするため、小梁の軸方向変形による、PCaP 大梁の弱軸方向断面についての検討が必要であった。

内容：PCaPC 小梁は大梁と PC ケーブルで圧着接合されるため、PCaPC 小梁緊張時の軸方向変形量を確認すると共に、PCaPC 大梁の端部をピンおよび固定とした場合のそれぞれについて、大梁弱軸方向断面について検討を行った。

PCaPC 小梁二次緊張に伴う PCaPC 大梁弱軸方向断面検討の一例を図-9 に示す。

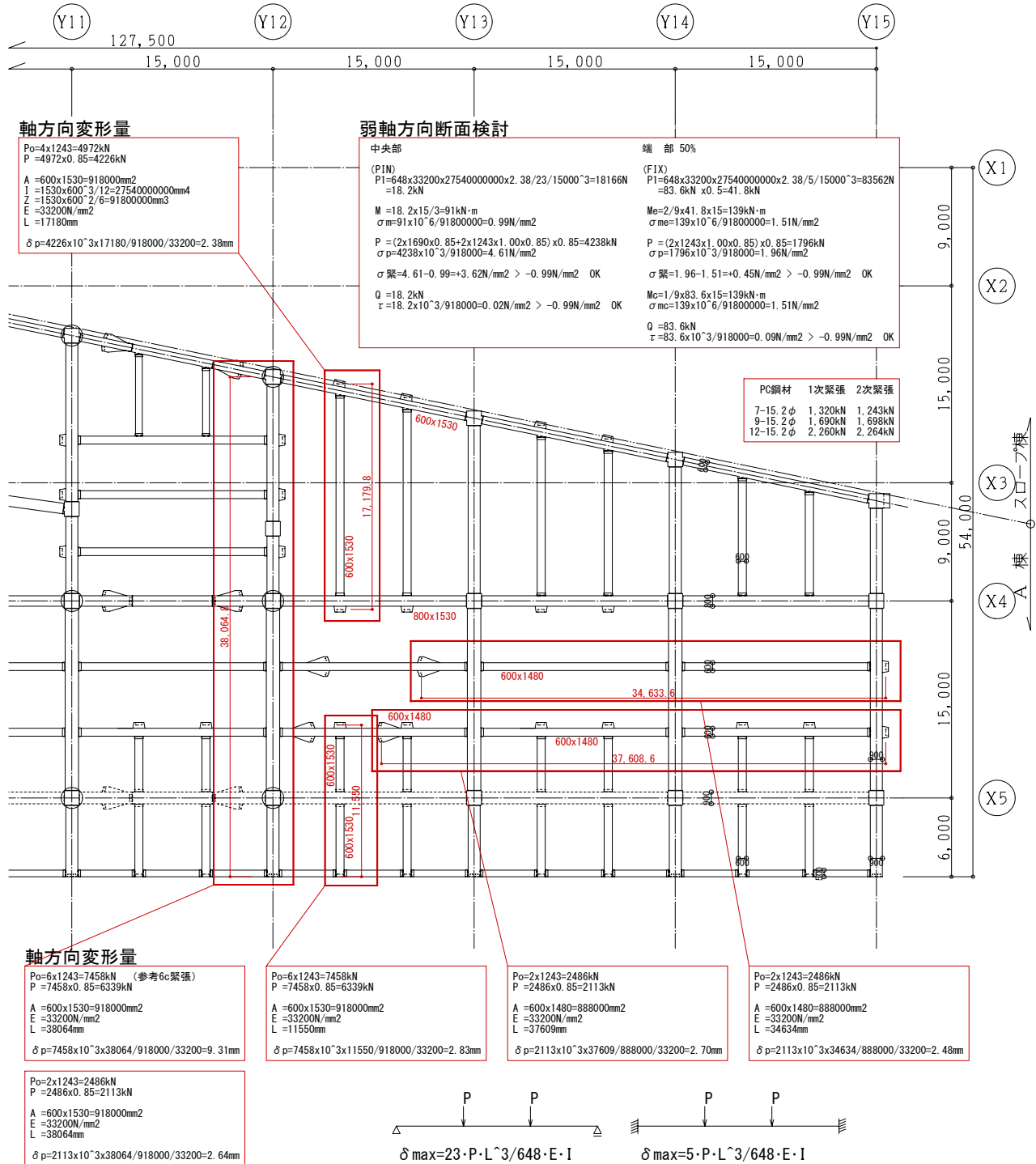


図-9 PCaPC 小梁二次緊張に伴う PCaPC 大梁弱軸方向断面検討の一例

上記以外、部材重量が重い為、特に部材吊り金物の選定、配置は慎重に行う必要があった。また、かぶり厚さが 70mm と大きい為、部材端の補強筋や、柱ブラケットの配筋は詳細に検討を行った。

6. 施工概要

6.1 架設計画

施工順序は地盤の形状により取付道路棟、A棟、B棟の順に進めている。ブロック分割についてはA棟3ブロック、B棟4ブロックに分割されており、それぞれPC梁接合部においてPCケーブルにより一体化される。部材の架設方法は300tonクローラクレーンにより海側から順に建て逃げとしており、A棟のPC梁接合部については220tonオールテレンクレーンにて架設を行っている。

ブロック別の施工順序を図-10に示す。

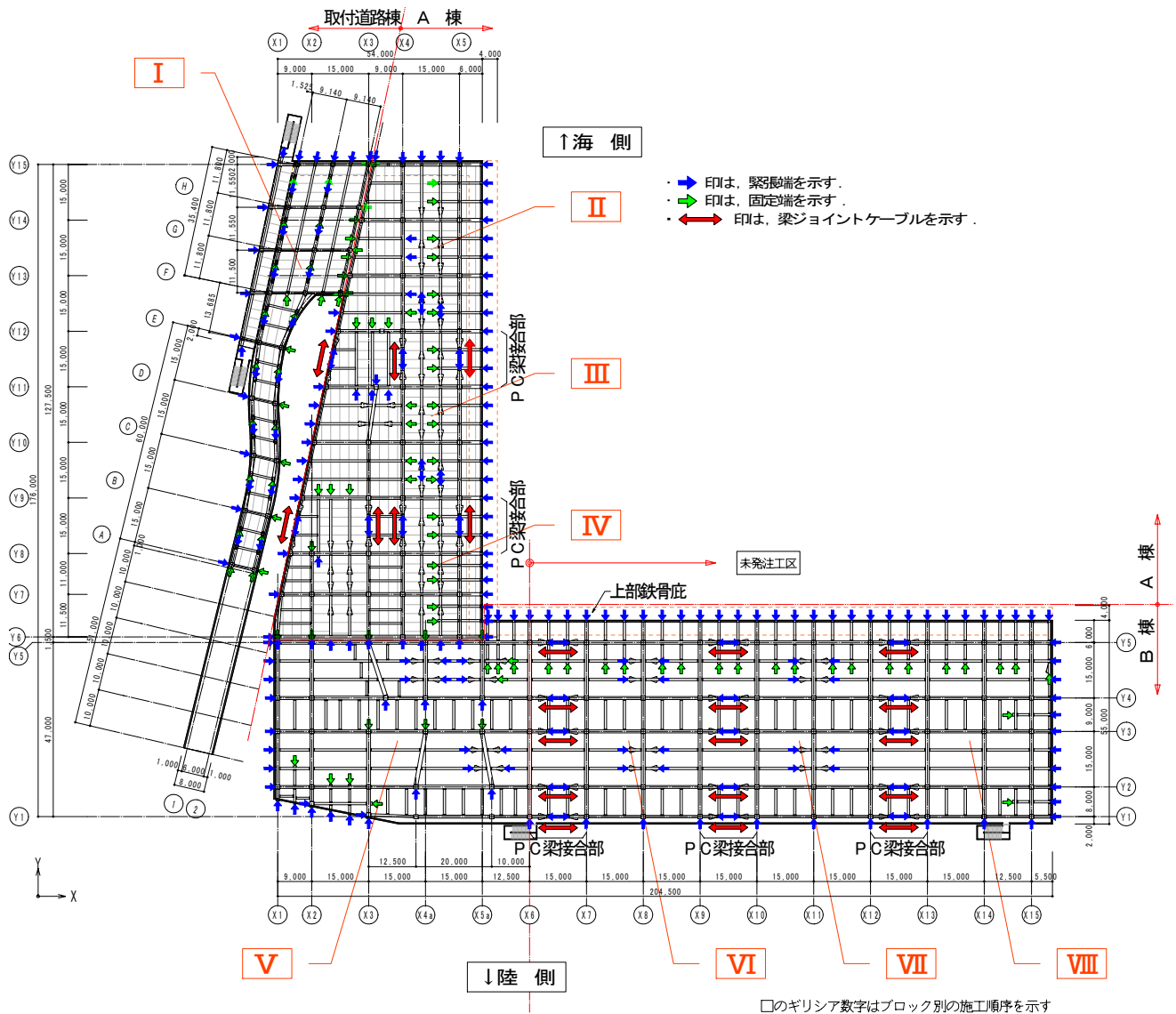


図-10 ブロック別の施工順序

6.2 施工状況

施工は平成21年に取付道路棟、平成22年～23年にA棟、平成24年からB棟の施工を開始している。

梁部材1ピースの重量が最大で73tonとなるため、工場にて3分割のマッチキャストプレキャスト部材として製作し、現場で軌条設備を設置して1次ケーブルにより圧着し、一体化している。

PC梁接合部の施工場所は狭隘であるため、綿密なクレーン据付計画に従い、220tonオールテレンクレーンにて部材架設を行っている。

施工状況を写真-4～7に示し、クレーン計画を図-11に示す。

取付道路棟の施工一連写真を写真-8に示す。



写真-4 大梁連結工 (軌条設備全景)



写真-5 大梁連結工 (軌条設備)



写真-6 接合部大梁架設状況



写真-7 接合部小梁架設状況

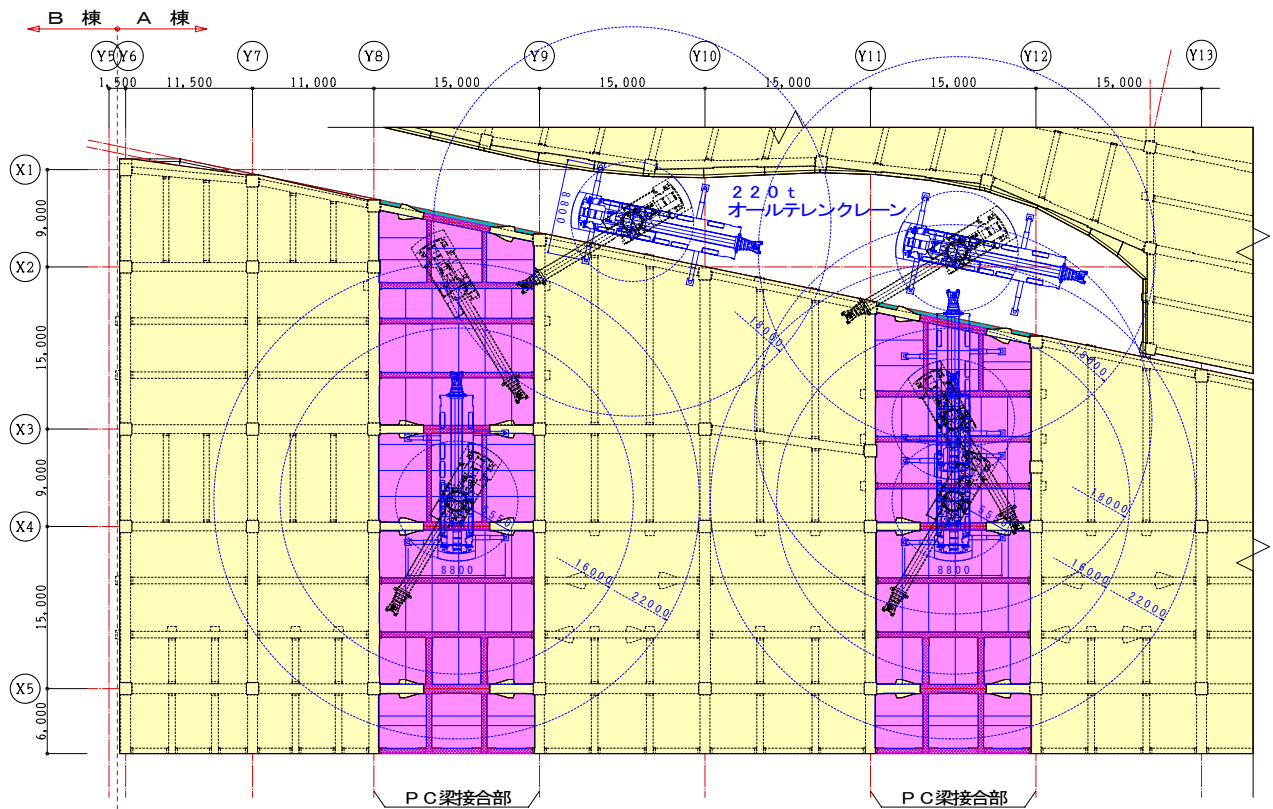


図-11 クレーン配置計画図



柱搬入



柱支持架台



柱架設



柱架設



片持梁受け支保工



大梁搬入



大梁架設



大梁架設



大梁架設



小梁架設



小梁架設



床版搬入



床版架設



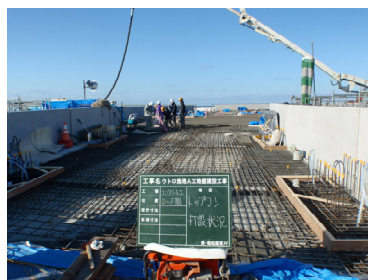
床版架設



壁版搬入



壁版架設



配筋・トップコン打設



取付道路棟施工完了

写真-8 取付道路棟施工一連写真

5.3 施工上の問題点

現場は北海道東部の漁港に位置し、厳冬期は流氷が港を埋め尽くす場所であり、寒中コンクリートの適用期間が11月1日～3月31日と長期間にわたる。また、塩害対策の観点からもPCケーブルを保護する上で、極力早くPCグラウトを注入することが必要である。同時に、PCグラウトの凍害の危険性もあるので状況を見極めながら作業を進めることが必要である。PCグラウト工事が冬期にさしかかった場合、シース内に雨水や氷雪が解けて流入すると、凍結の恐れがあるため、水が流入しないよう厳重な養生を行ったが、それにもかかわらず流入してしまい、直ちに除去する事もあった。

6. まとめ

上部構造の施工が平成21年度から毎年分割発注されたため、施工過程における構造の安全性の検討を行った。また、発注時期により冬期に施工せざるを得ない状況があったり、発注年度により工期が非常に厳しい場合もあったりした。発注形態の複雑さから、施工は困難な状況にあるが、綿密な施工計画と、各施工段階における部材の検討を連係して行い、工期内に工事を完了できるよう鋭意努力中である。

平成24年8月28日現在の状況を写真-9に示す。



写真-9 平成24年8月28日現在の状況

謝辞

本工事では、北海道開発局網走開発建設部の方々に多大なご支援を頂いている。また、飛島建設株式会社、並びに勇・西村・松村特定建設共同企業体の方々には貴重なご助言を頂いた。紙面を借りてここに御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 防災研究フォーラム：防災研究フォーラム第10回シンポジウム 地震・津波災害軽減のために～東日本大震災から学ぶ～，2012.1
- 2) 網走開発建設部 鈴木誉久・牧田佳巳・角花真紀：ウトロ漁港の衛生管理に対応した漁港漁場整備計画の概要，北海道開発技術研究発表論文，環11(港)，2010.2