

令和 元年度 橋梁技術発表会

てんじょうきょう

天城橋（工事名：新天門橋）の工事報告

～鋼PC複合中路式アーチ橋の施工～

架設小委員会 架設部会
【松永寛，荻野悟，山田朗央】



一般
社団法人

日本橋梁建設協会

Japan Bridge Association

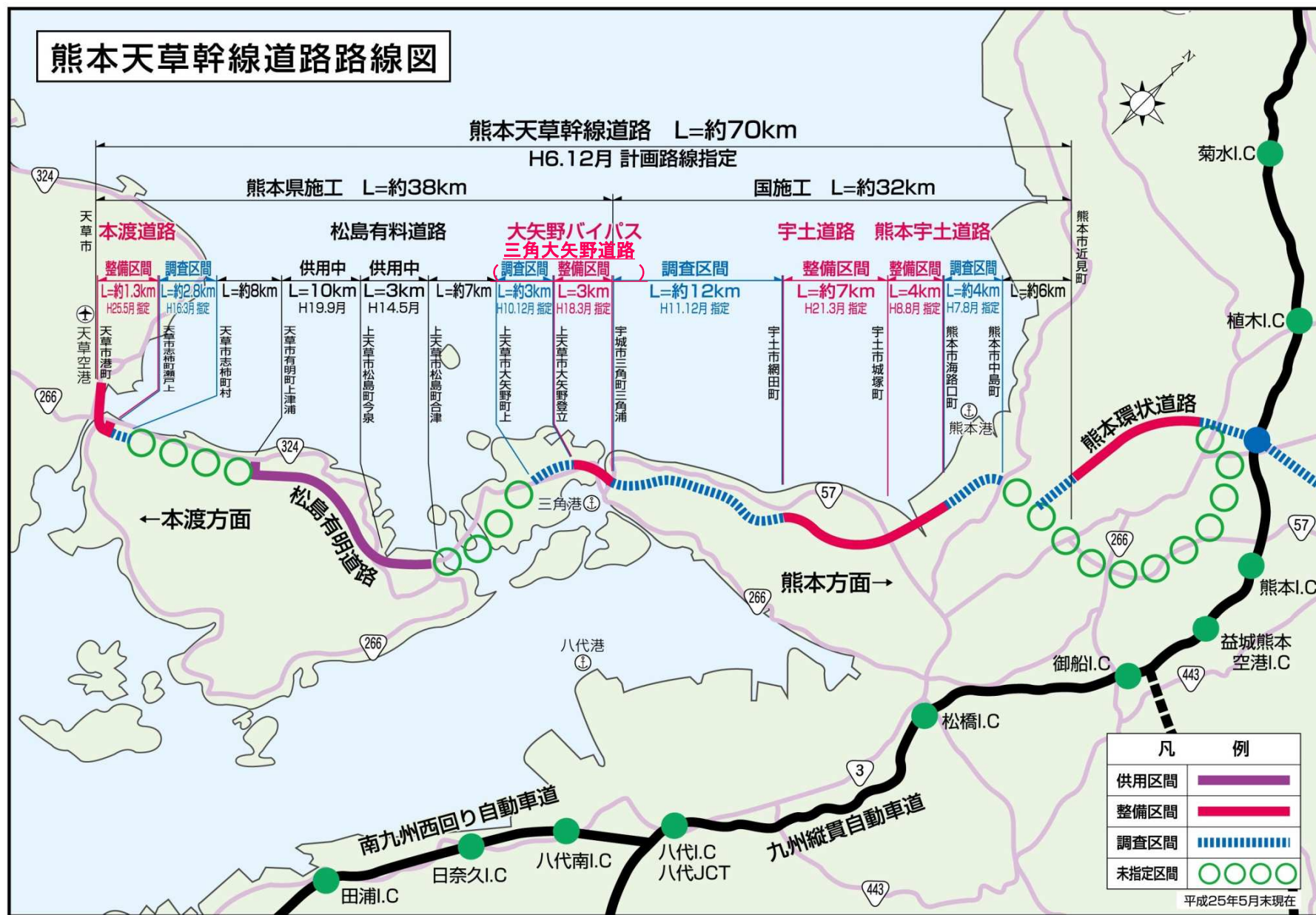
- 
- 
- 1. 路線概要**
 - 2. 工事概要**
 - 3. 全体の施工ステップ**
 - 4. ケーブルクレーン設備**
 - 5. 鋼アーチリブの架設**
 - 6. 鋼補剛桁の架設**
 - 7. 閉合部の架設**
 - 8. 施工状況ビデオ**

1. 路線概要

1. 路線概要



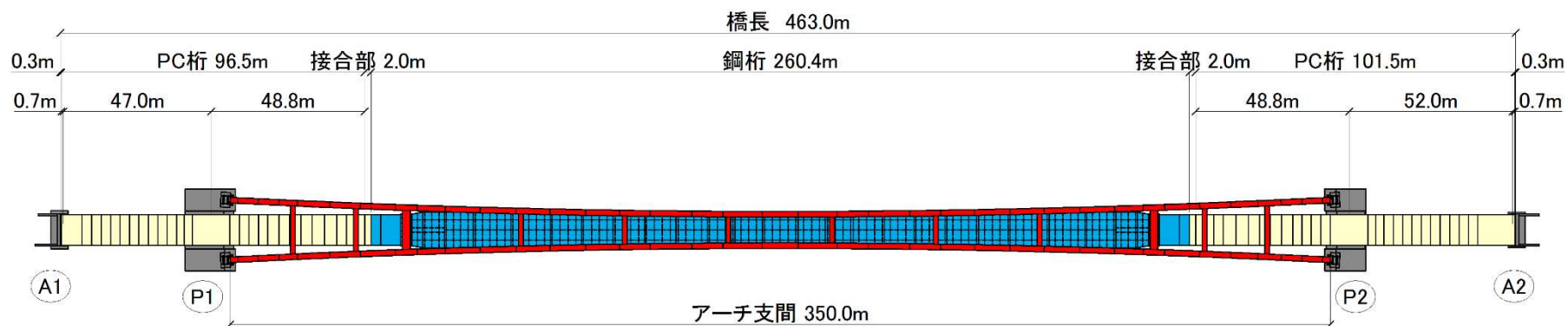
1. 路線概要



2. 橋梁概要

・全体一般図

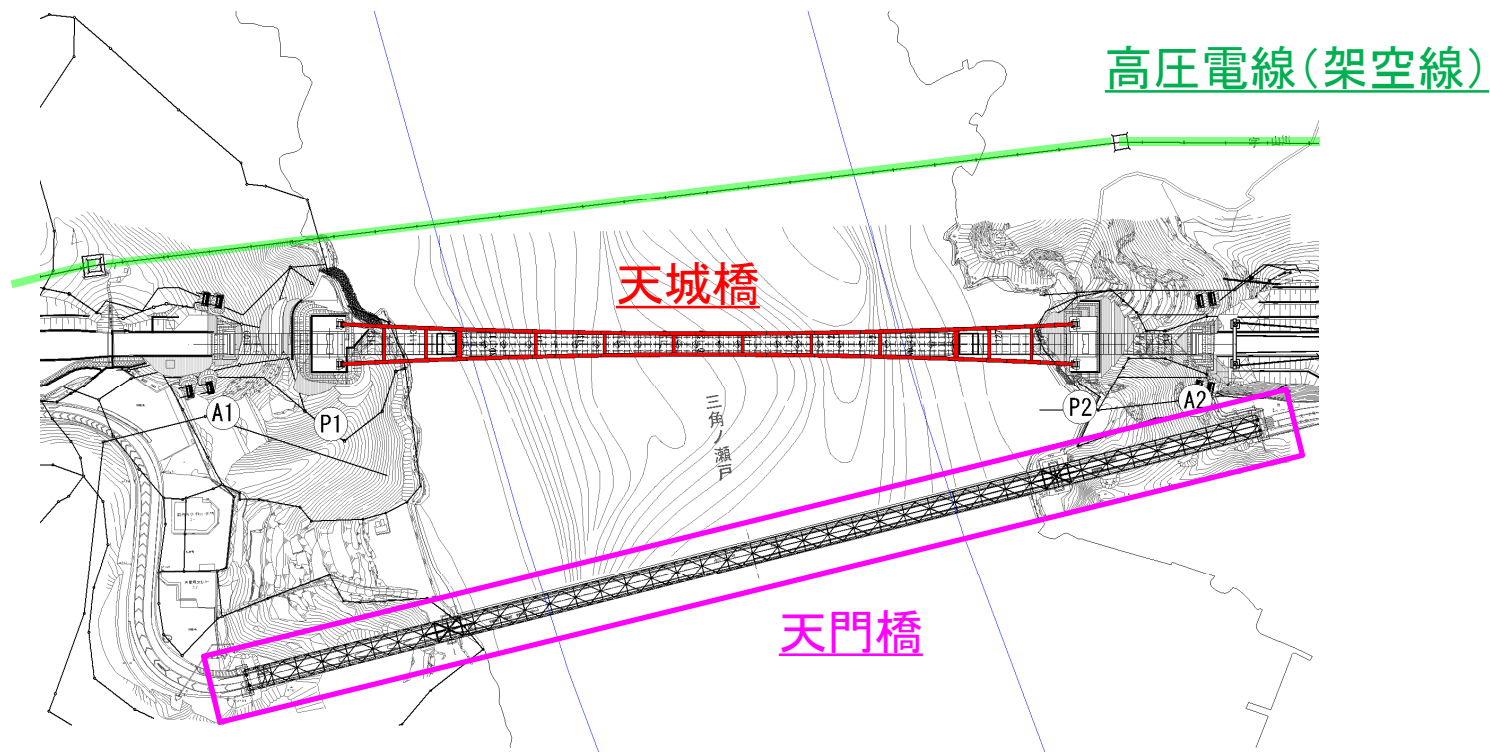
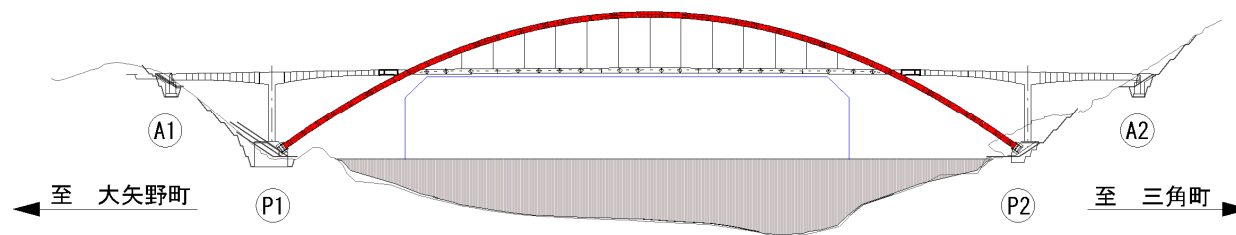
 RC橋脚, アバット, 橋台
 鋼アーチリブ
 鋼補剛桁
 PC桁



2. 橋梁概要

・架設位置の特徴

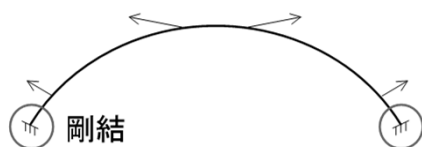
大型起重機船による一括架設は困難
→ **ケーブルエレクション斜吊り工法**を採用



2. 橋梁概要

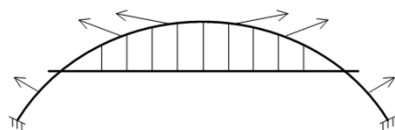
・設計解析ステップの特徴

設計時に架設順序を検討し、斜吊り張力を考慮した解析ステップを採用



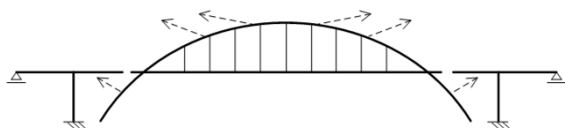
STEP1) アーチ架設

- ・閉合後は、2段の斜吊りを行った状態で基部を固定



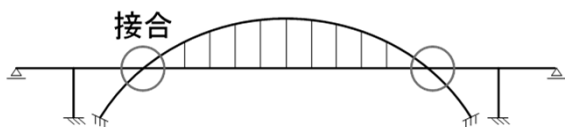
STEP2) 鋼補剛桁架設

- ・補剛桁は、3段の斜吊りを行った状態で連結



STEP3) 斜吊り張力の開放

- ・補剛桁連結後、斜吊り張力を開放
- ・PCTラーメンの施工



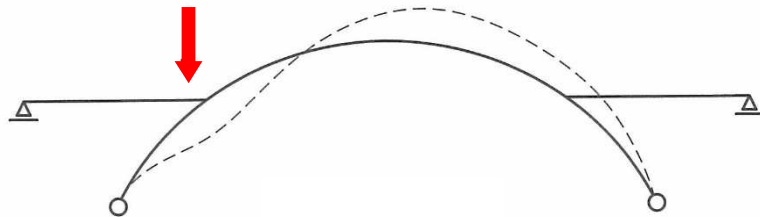
STEP4) 完成系

- ・閉合部の施工
- ・橋面工の施工

2. 橋梁概要

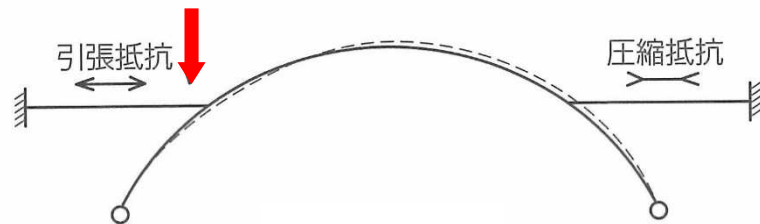
・構造的特徴

アーチリブの変形を、PCTラーメンの剛性により抑制した構造



1) 端支点が可動

- ・活荷重によるアーチの変形量が大きい



2) 大三島橋の例

- ・側タイを橋台に固定し、橋台重量をアンカーにして変形を抑制



3) 天城橋の構造

- ・側径間のPCTラーメンの剛性により抑制

2. 橋梁概要

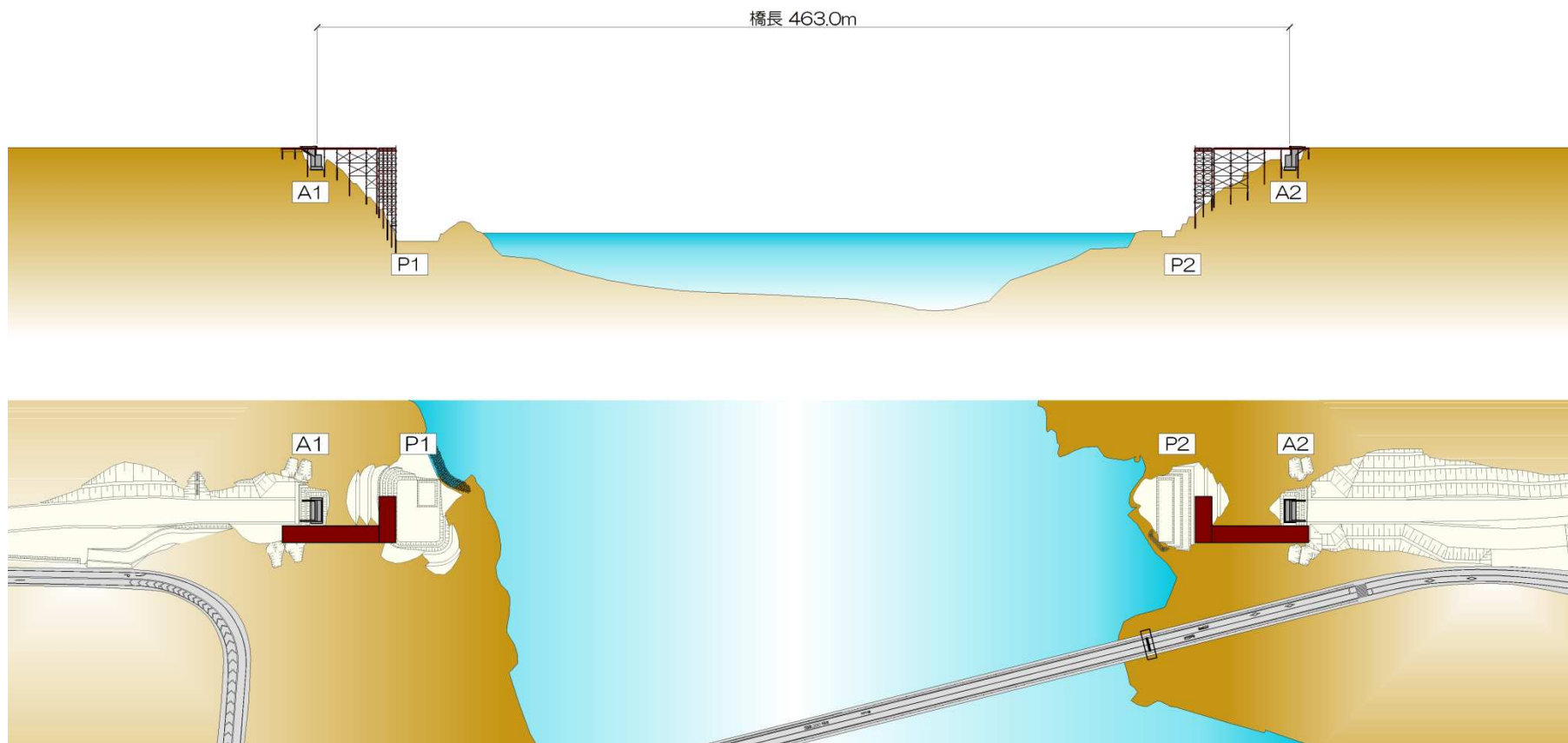
工 事 名	国道266号交通円滑化改築（新天門橋）工事
請 負 者	横河・日本ピーエス・吉田・吉永 JV
工 事 場 所	上天草市大矢野町登立～宇城市三角町三角浦
橋 梁 形 式	鋼PC複合中路式アーチ橋（ソリッドリブ）
橋 長	463.0m
支 間	48.0m + 362.0m + 53.0m
幅 員	9.5m
工 期	平成25年 3月22日 ～ 平成30年 7月31日 ※内、現場施工期間：平成26年 7月 ～ 平成30年 7月
架 設 工 法	アーチ部：ケーブルエレクション斜吊り工法 補剛桁部：台船曳航直下吊工法 PC桁部：片持ち架設工法

3. 全体の施工ステップ

3. 全体の施工ステップ

STEP 0

着工前

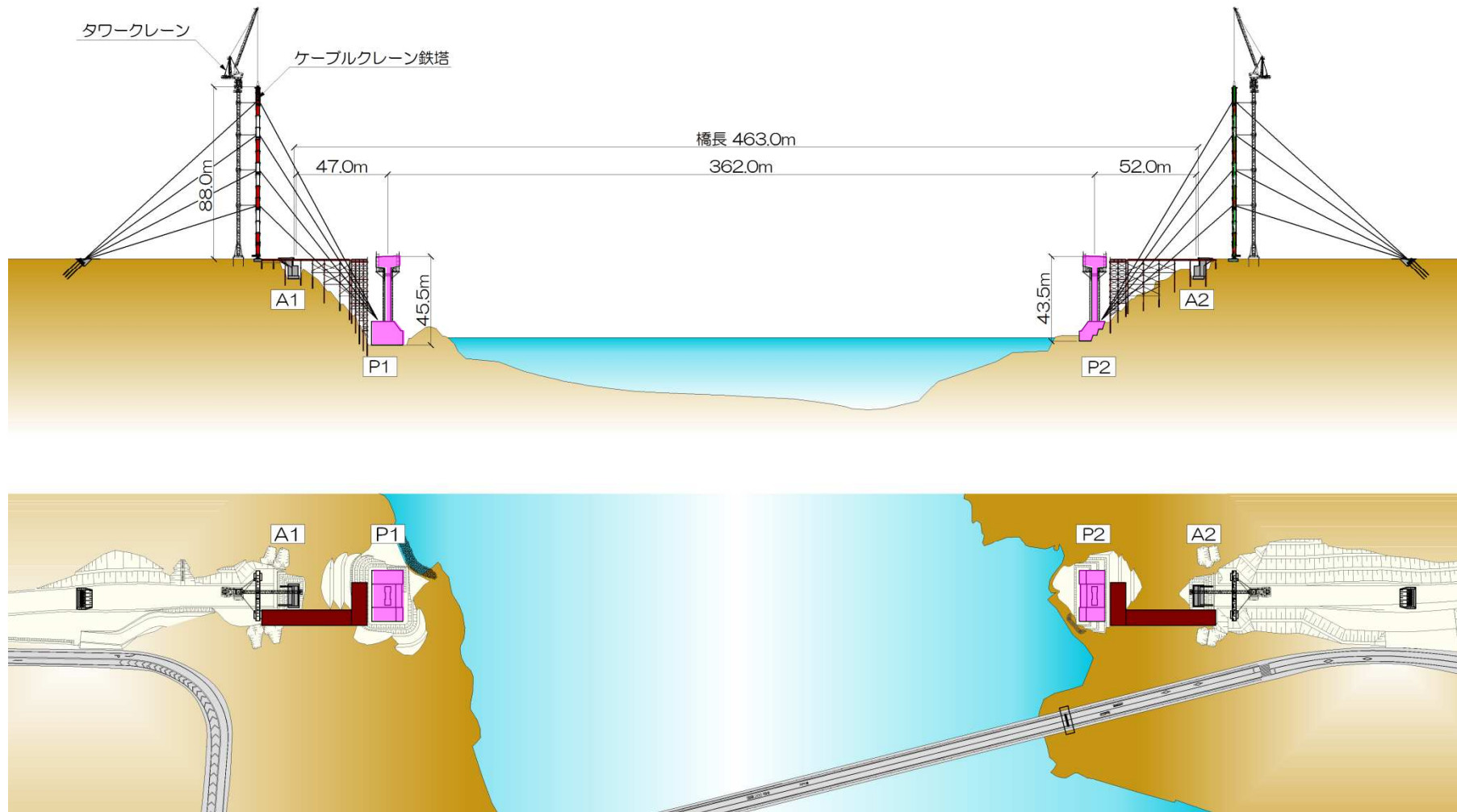


3. 全体の施工ステップ

平成26年8月～平成27年12月

STEP 1

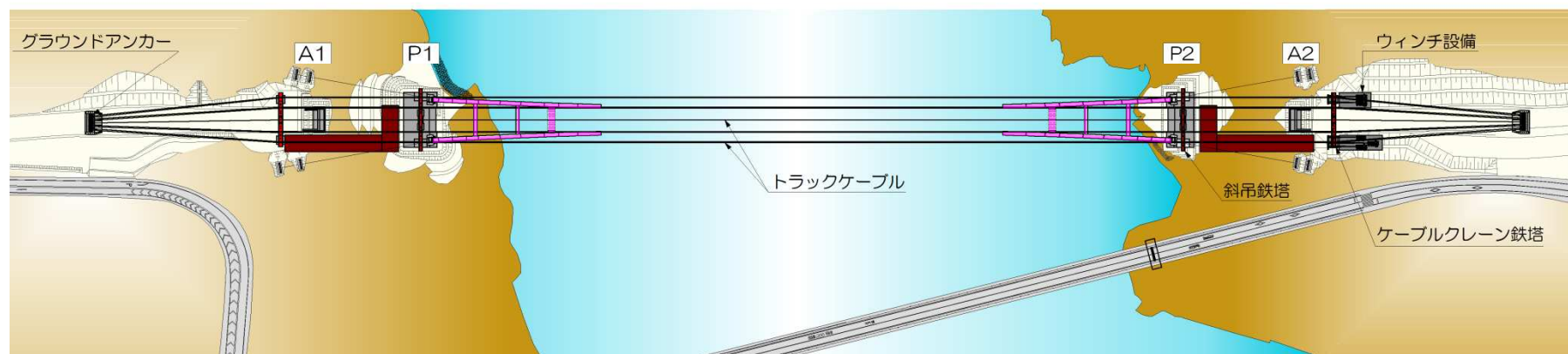
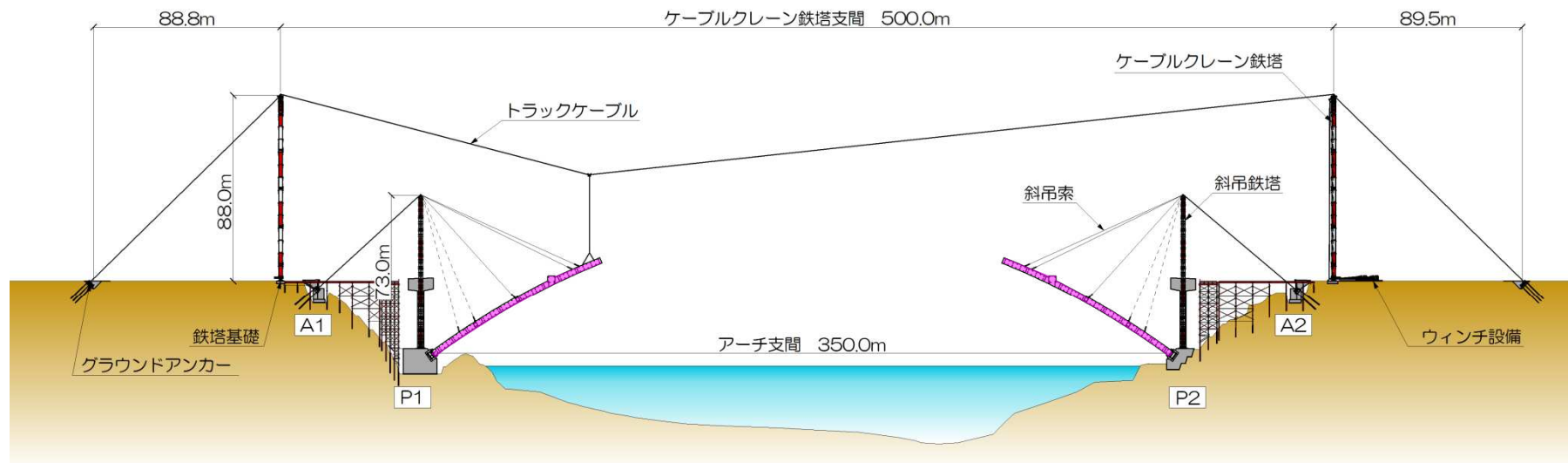
アーチアバット・橋脚・柱頭部の施工（ケーブルクレーンの構築）



3. 全体の施工ステップ

STEP 2

アーチリブの架設 … ケーブルエレクション斜吊工法

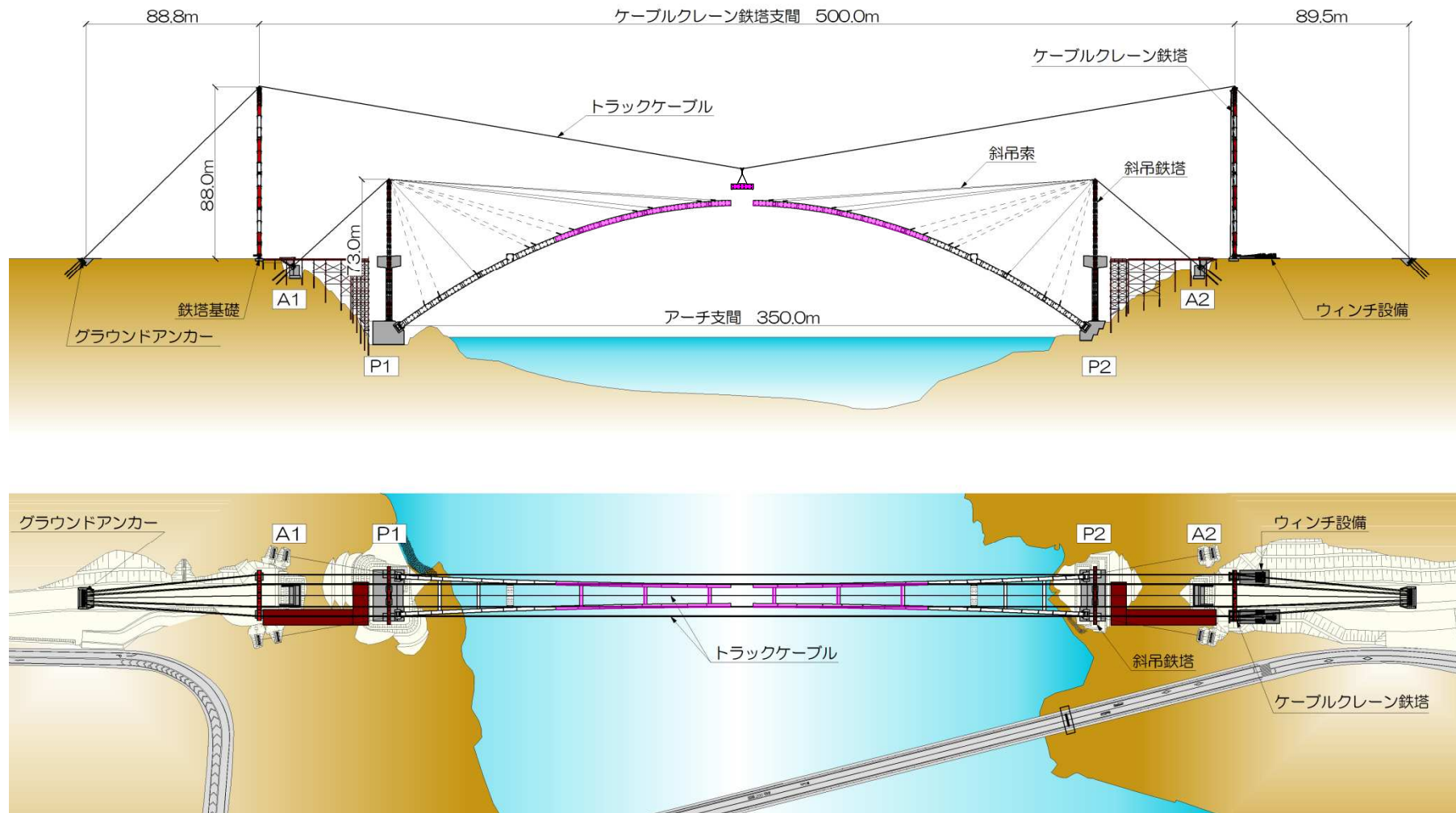


3. 全体の施工ステップ

平成27年12月～平成28年11月
(閉合：平成28年11月28日)

STEP 2

アーチリブの架設・・・ケーブルエレクション斜吊工法

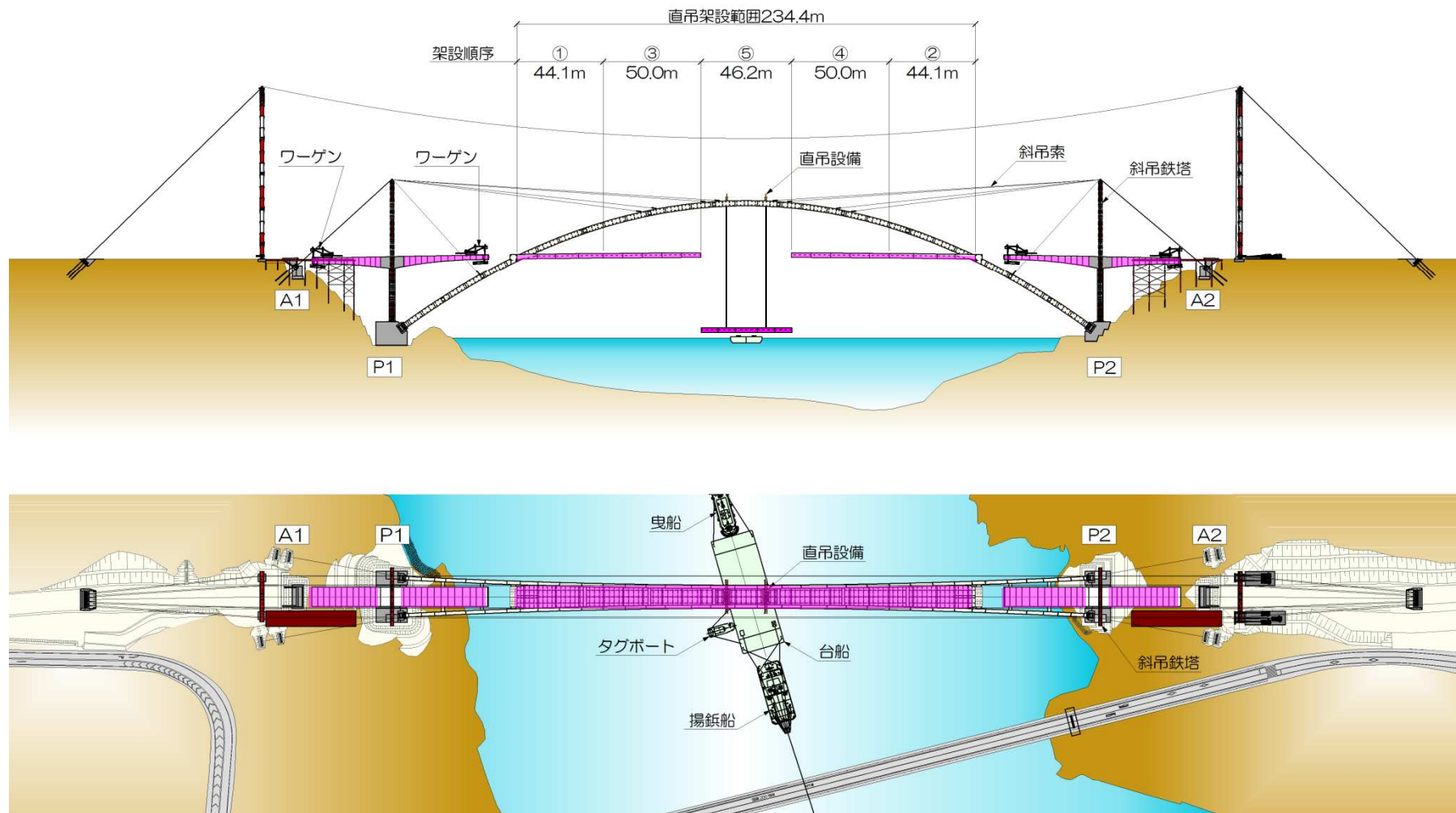


3. 全体の施工ステップ

平成29年1月～平成29年7月

STEP 3

補剛桁の架設・・・台船曳航直下吊工法
P C 桁の架設・・・片持ち架設工法



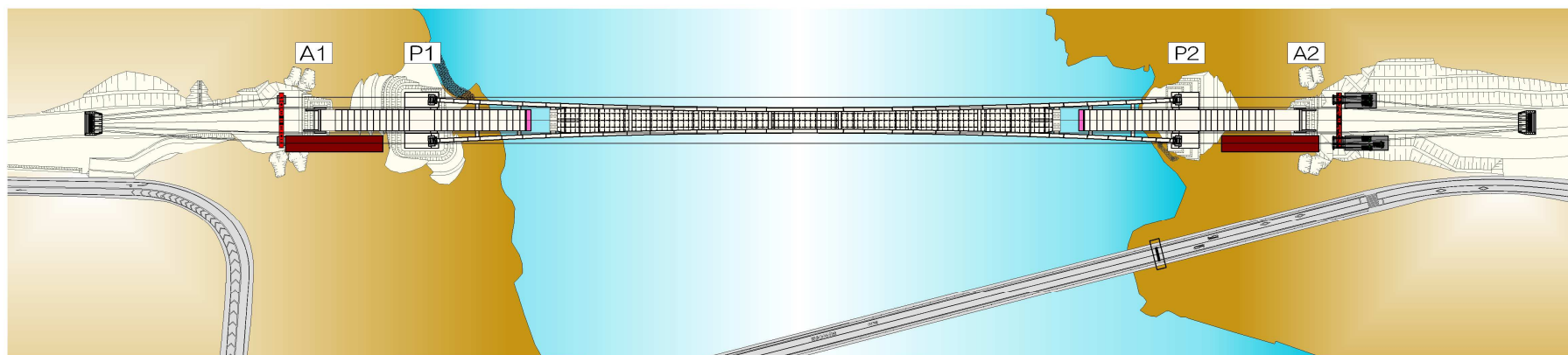
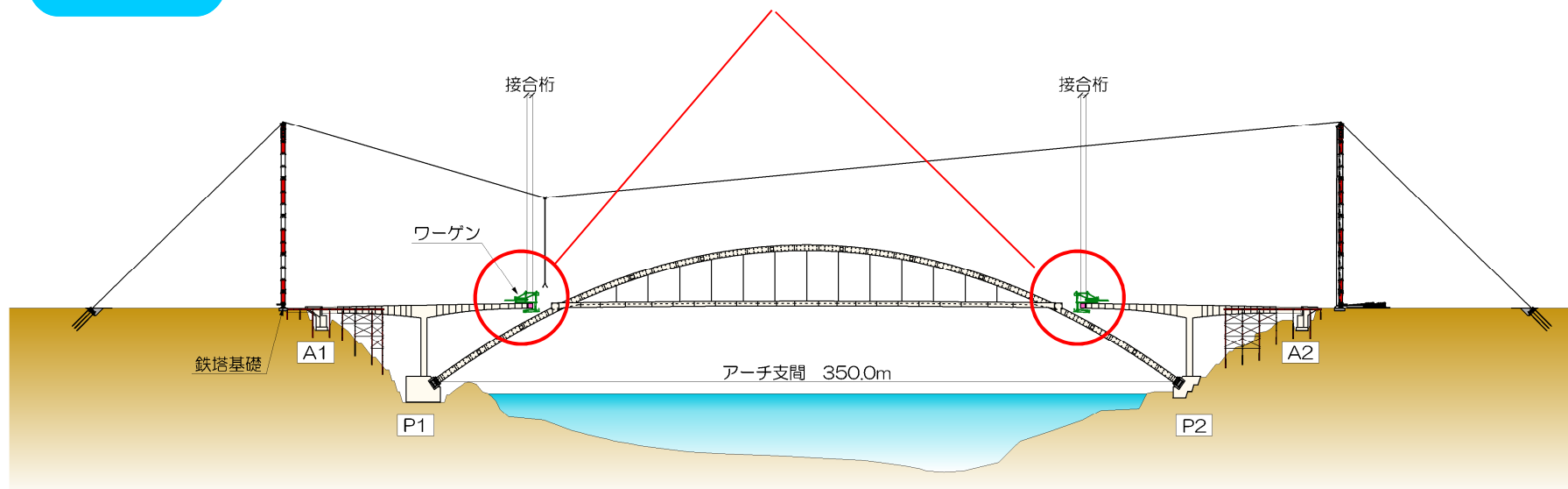
3. 全体の施工ステップ

平成29年8月

STEP 4

接合桁の施工

PC桁先端の移動作業車(ワーゲン)を利用して施工

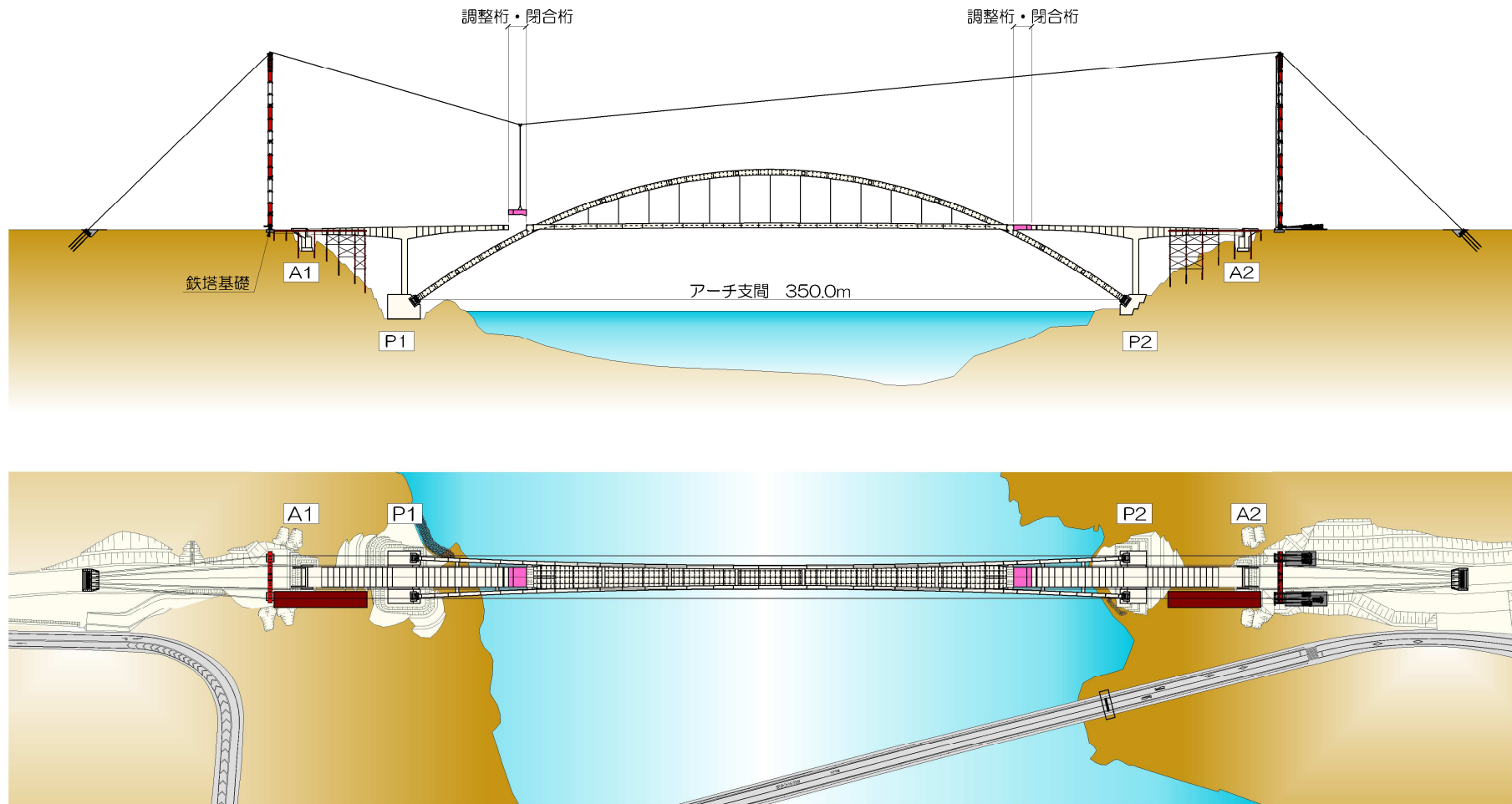


3. 全体の施工ステップ

平成29年9月～平成29年10月

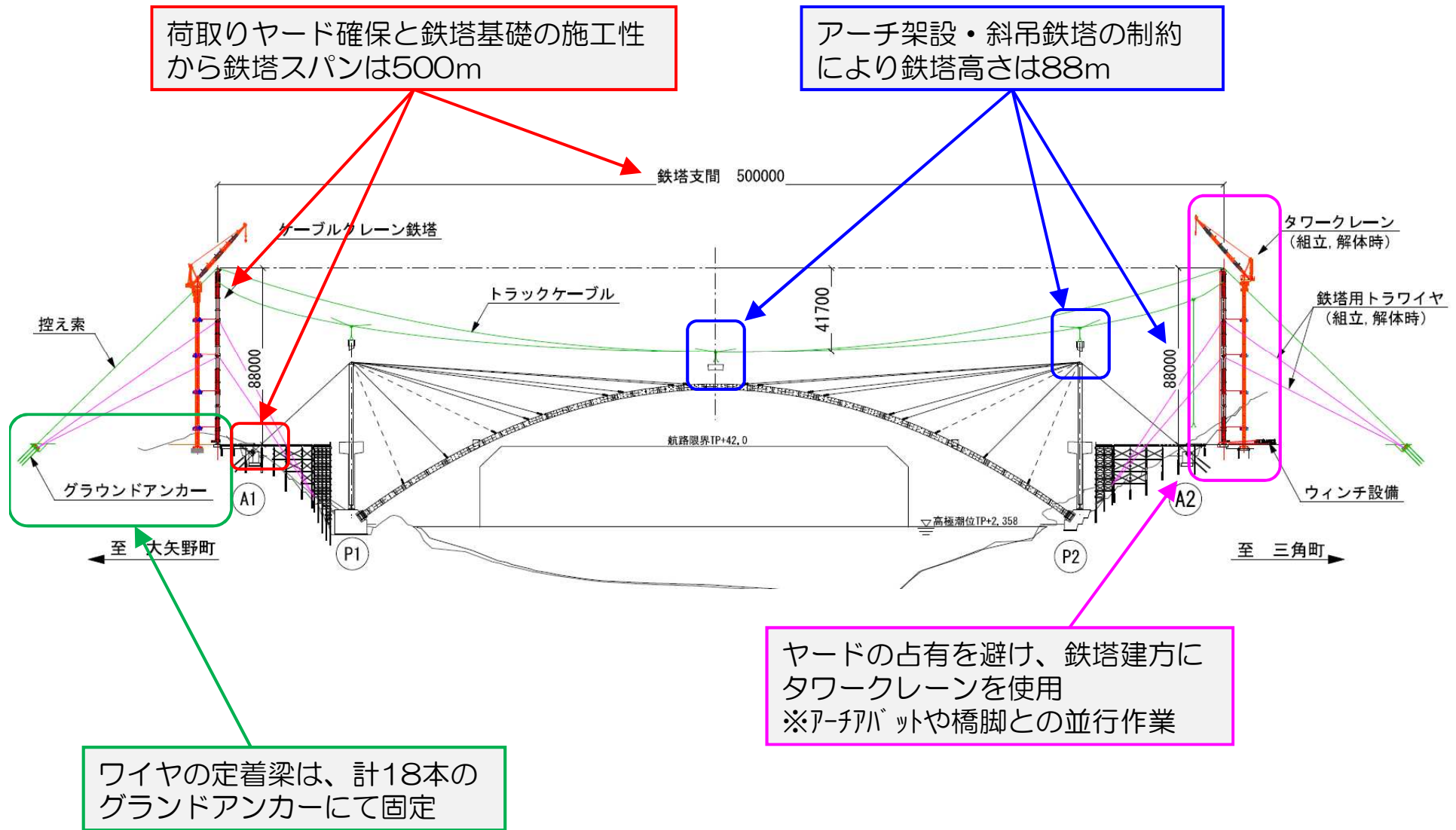
STEP 5

閉合部の施工（調整桁・閉合桁） ケーブルクレーンを使用して落とし込み架設



4. ケーブルクレーン設備

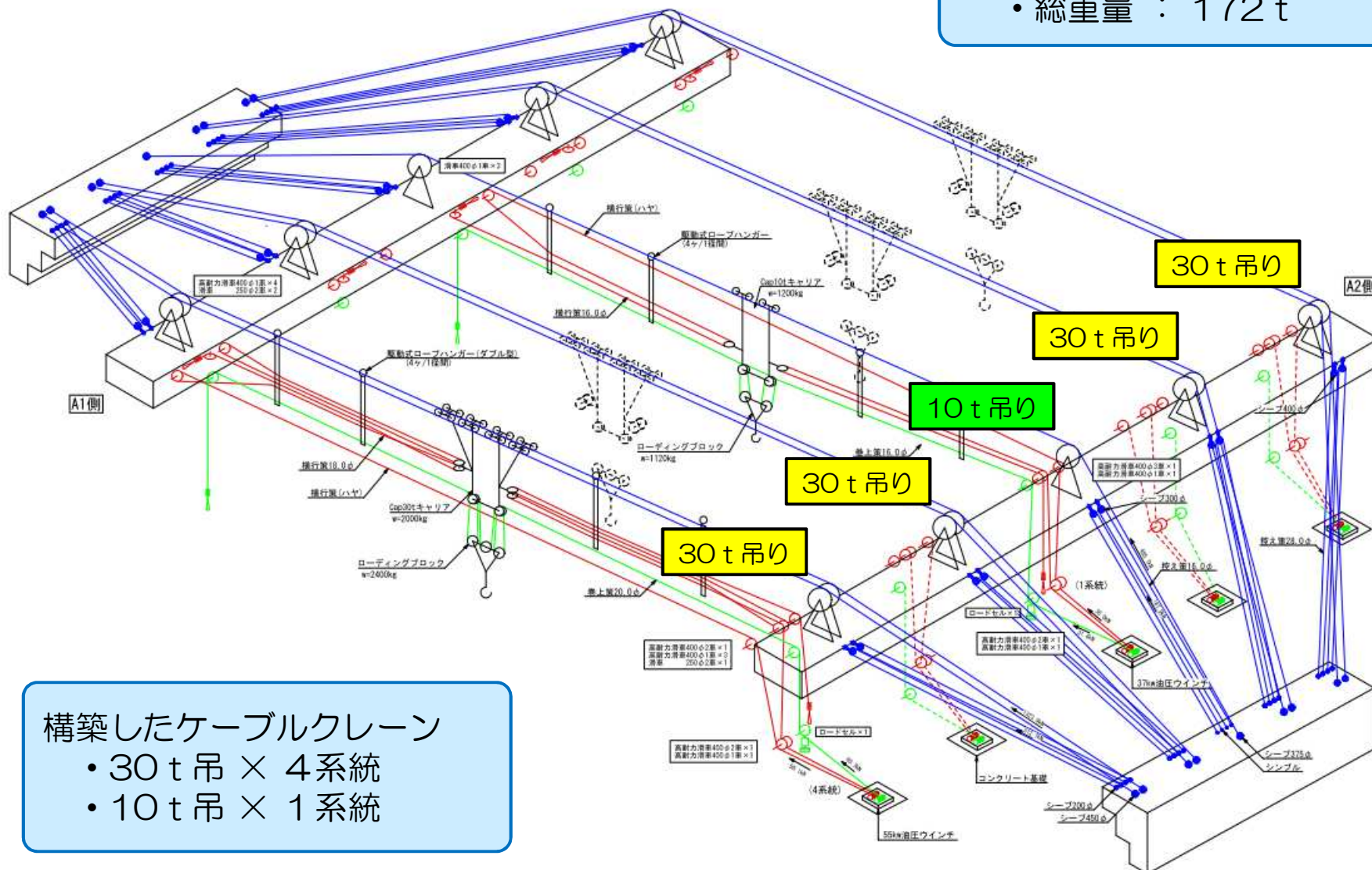
4. ケーブルクレーン設備



4. ケーブルクレーン設備

ケーブルに使用したワイヤ

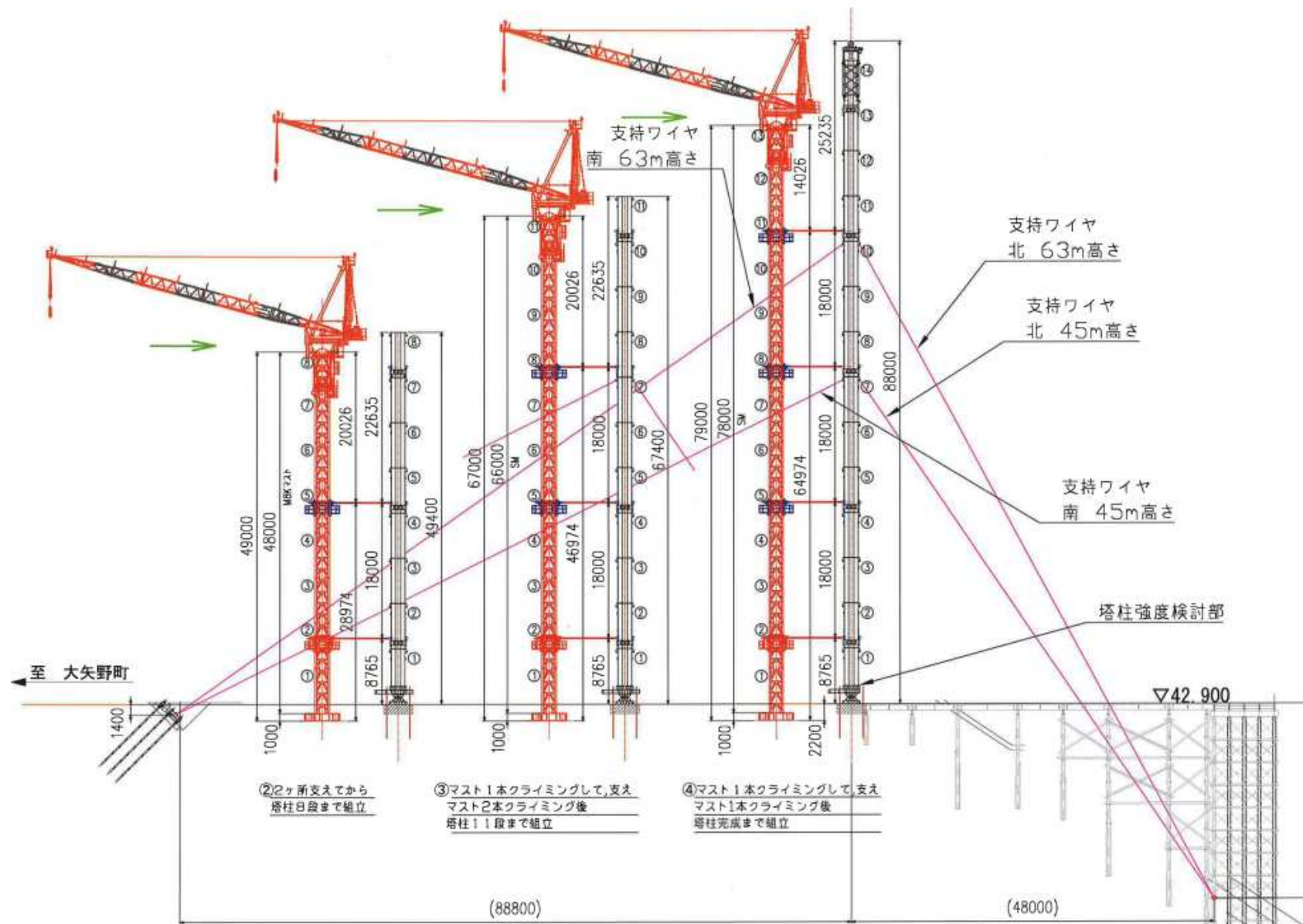
- 総延長 : 約52km
- 総本数 : 59本
- 総重量 : 172 t



構築したケーブルクレーン

- 30 t 吊 × 4系統
- 10 t 吊 × 1系統

4. ケーブルクレーン設備

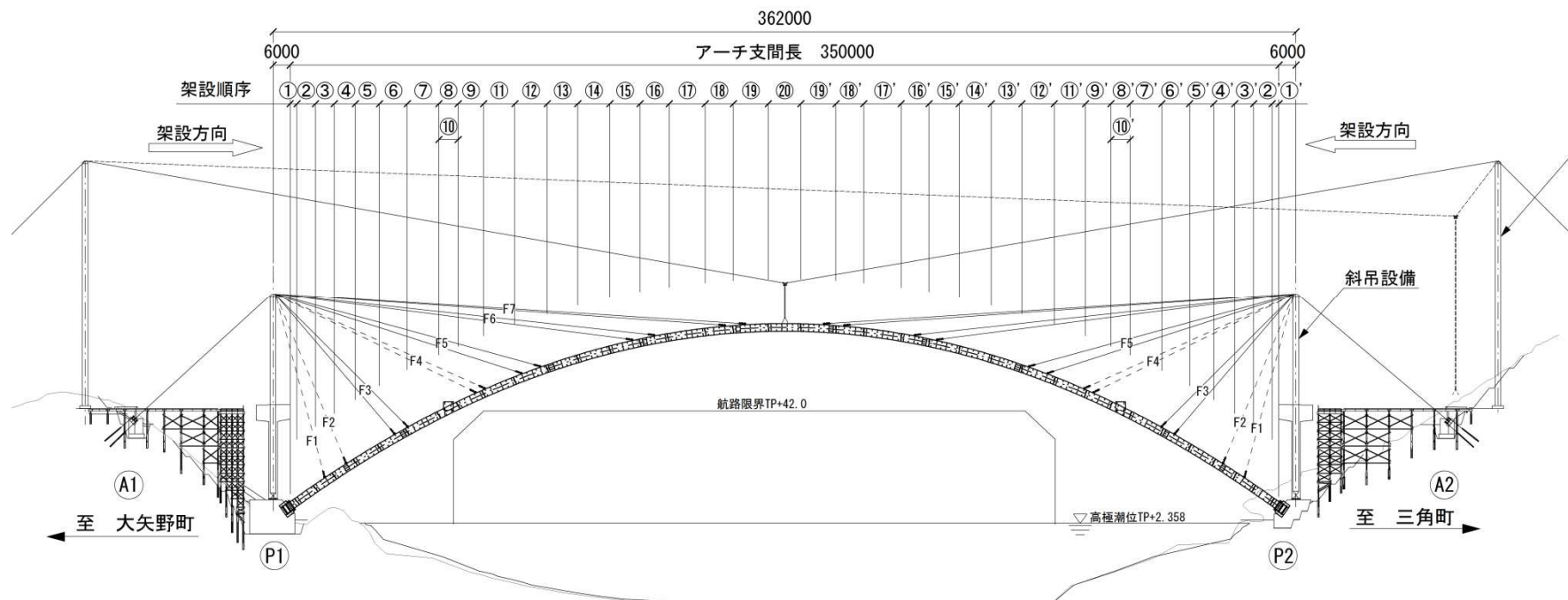


4. ケーブルクレーン設備



5. 鋼アーチリブの架設

5. 鋼アーチリブの架設



架設部材数

アーチリブ : 74
横支材 : 10
交差部 : 12

架設重量 (アーチ部)

2450 t

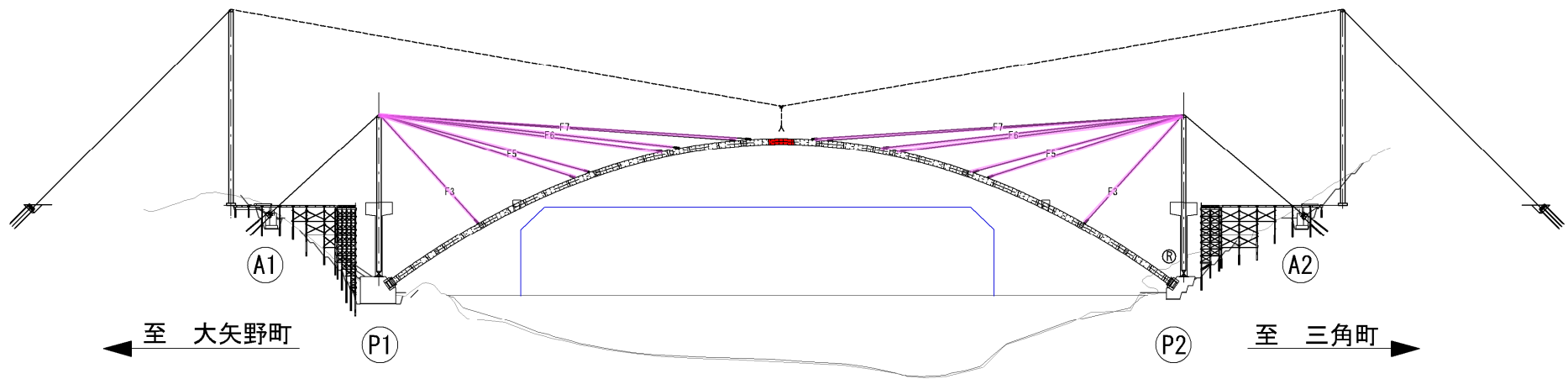
斜吊索 ※片側主構

F1 : 2-40φ (85m×2本)
F2 : 4-40φ (180m×2本)
F3 : 4-50φ (220m×2本)
F4 : 4-50φ (220m×2本)
F5 : 8-40φ (900m×2本)
F6 : 8-52φ (1050m×2本)
F7 : 8-53φ (1160m×2本)

5. 鋼アーチリブの架設

【STEP7】

- ・ 4段の斜吊索で全体形状の調整
- ・ アーチリブ19の落とし込み



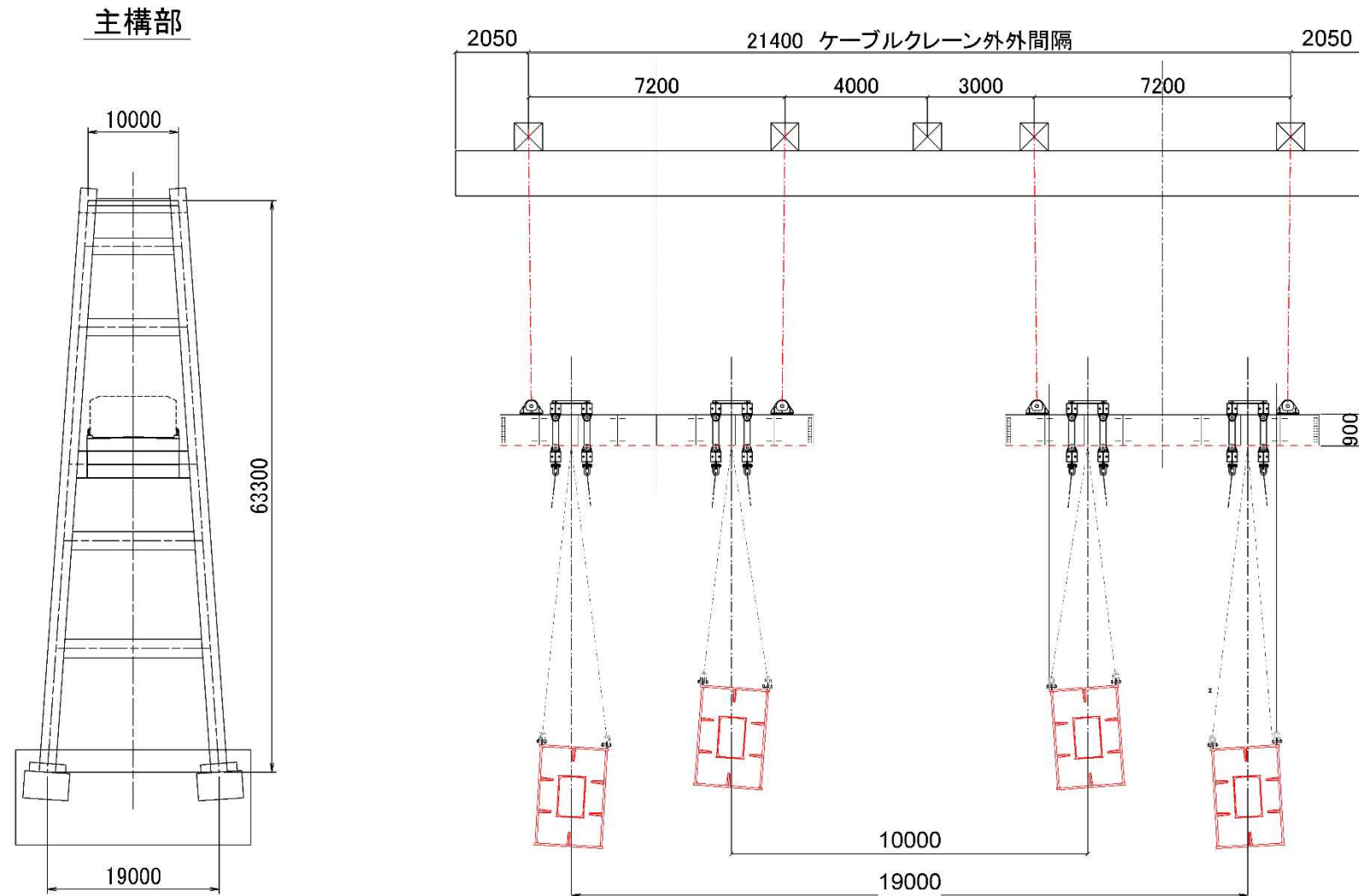
5. 鋼アーチリブの架設



5. 鋼アーチリブの架設

- 条件を考慮したケーブルクレーン設備

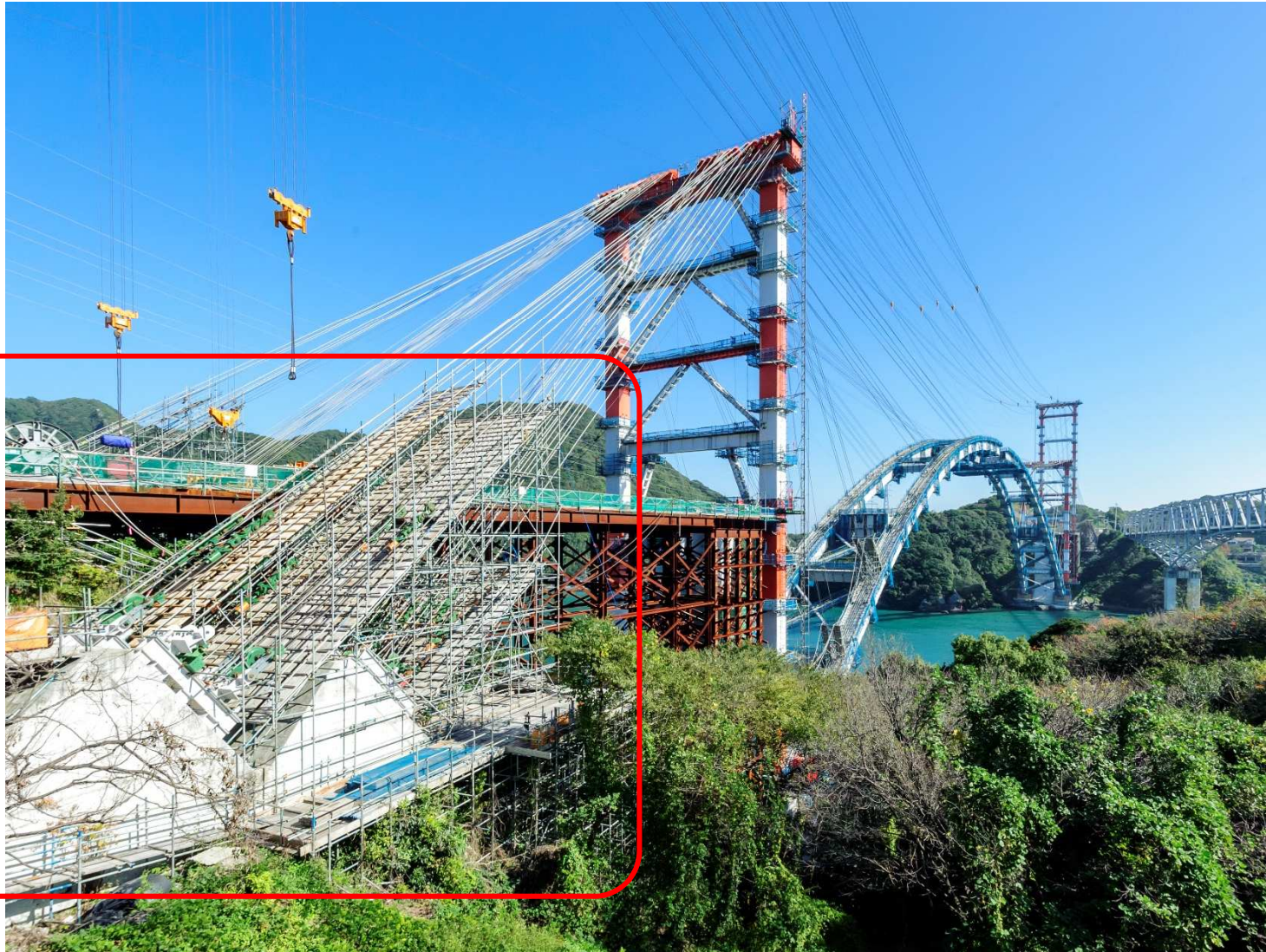
- 部材重心位置の変化に対応して相吊り
- ケーブルクレーンの盛替えをなくし工程短縮



5. 鋼アーチリブの架設

- ・斜吊索用バックアンカー

最大使用時は、計44本のワイヤ定着が必要
⇒上下に2段のバックアンカーを構築

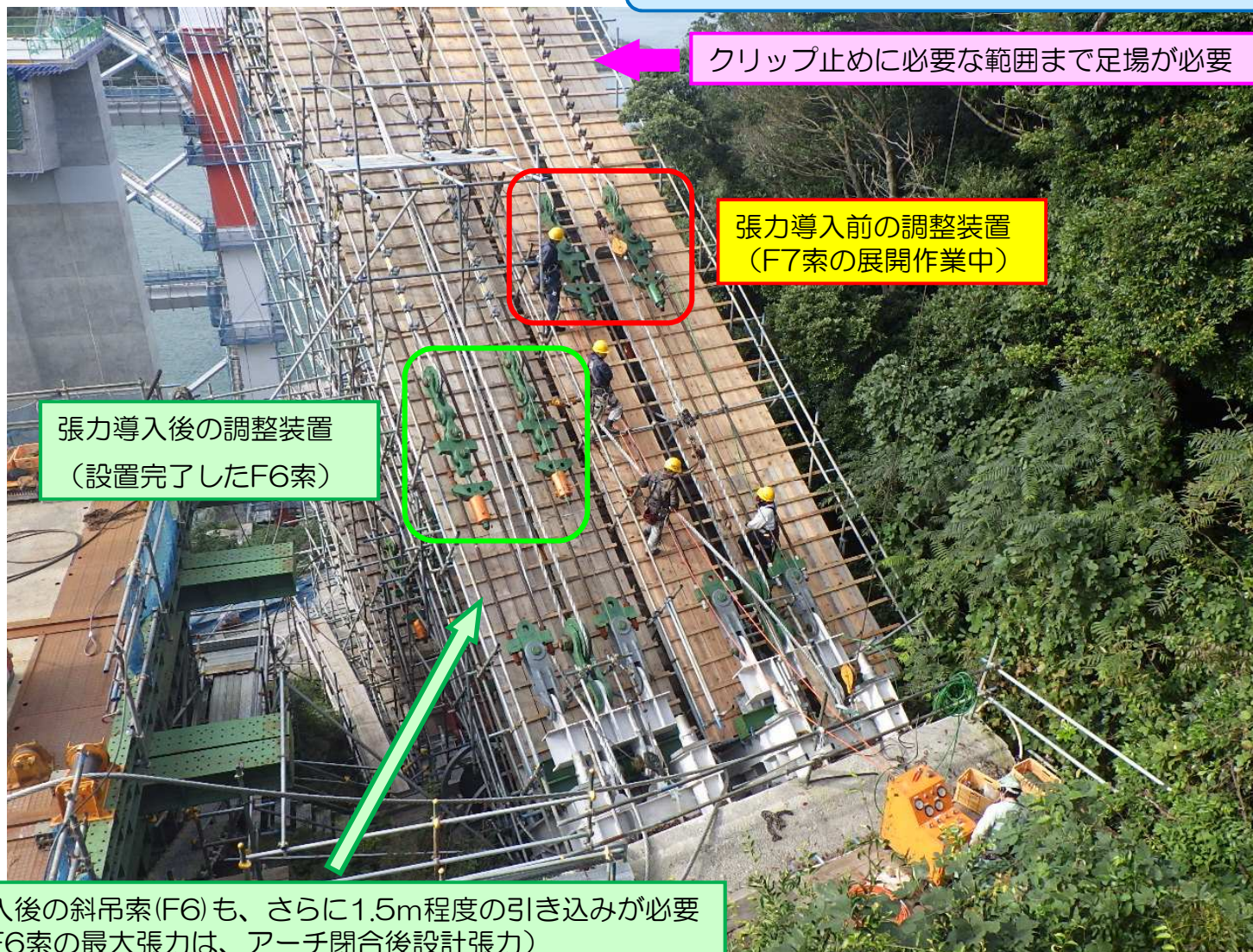


5. 鋼アーチリブの架設

- ・斜吊索用バックアンカー

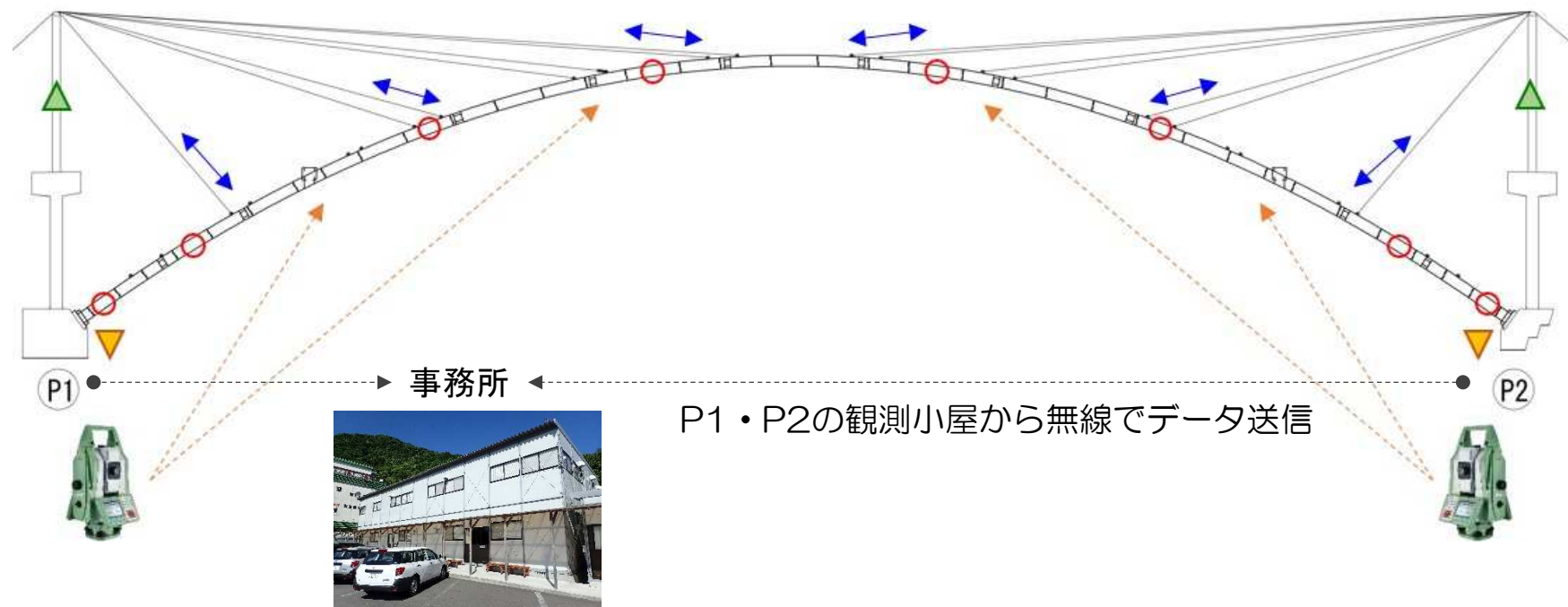
所定の張力を導入するため、調整装置の調整可能量は最大7.0mとした

⇒大規模な作業足場の構築が必要



斜吊中の動態計測

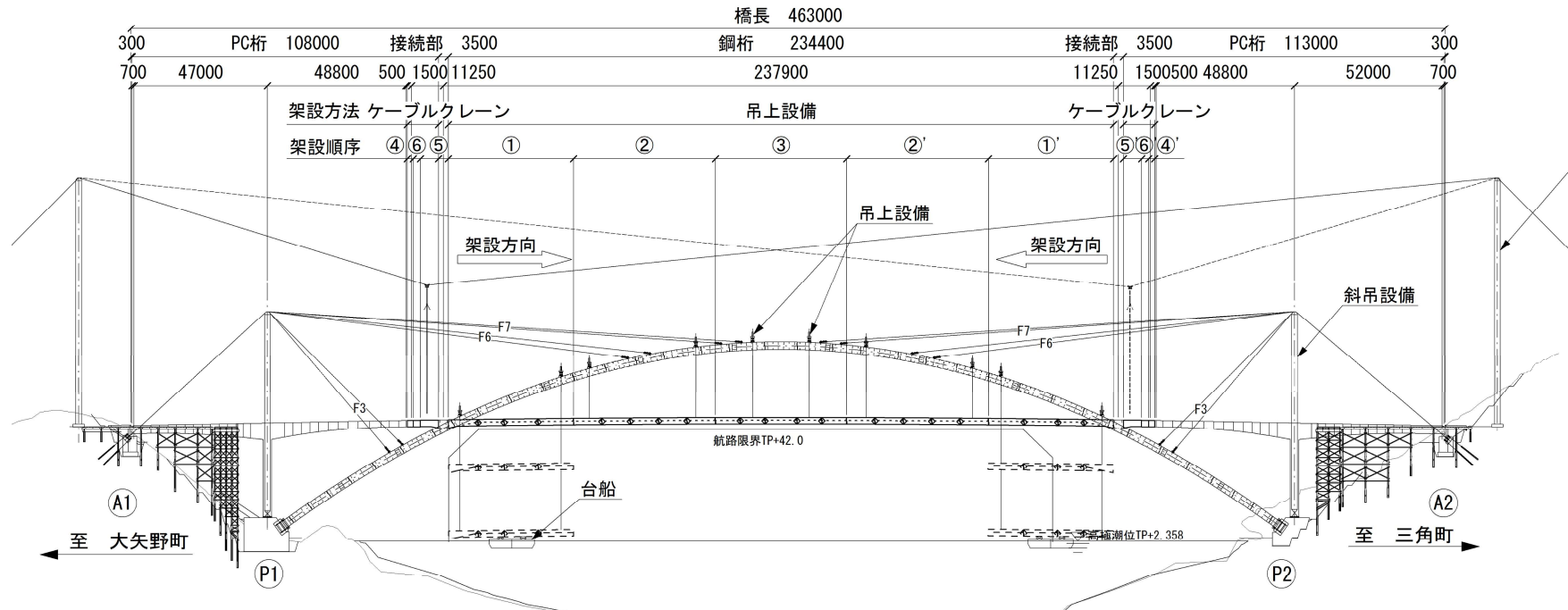
アーチリブの変位・応力、斜吊索張力、斜吊鉄塔の倒れを自動計測



項目	アーチリブ		斜吊索	斜吊鉄塔	温度 ▼
	変位 (3次元座標) →	応力 ○	張力 ↗	傾斜角 ▲	
機器	トータルステーション	ひずみゲージ	ひずみゲージ	傾斜計	温度計

6. 鋼補剛桁の架設

6. 鋼補剛桁の架設

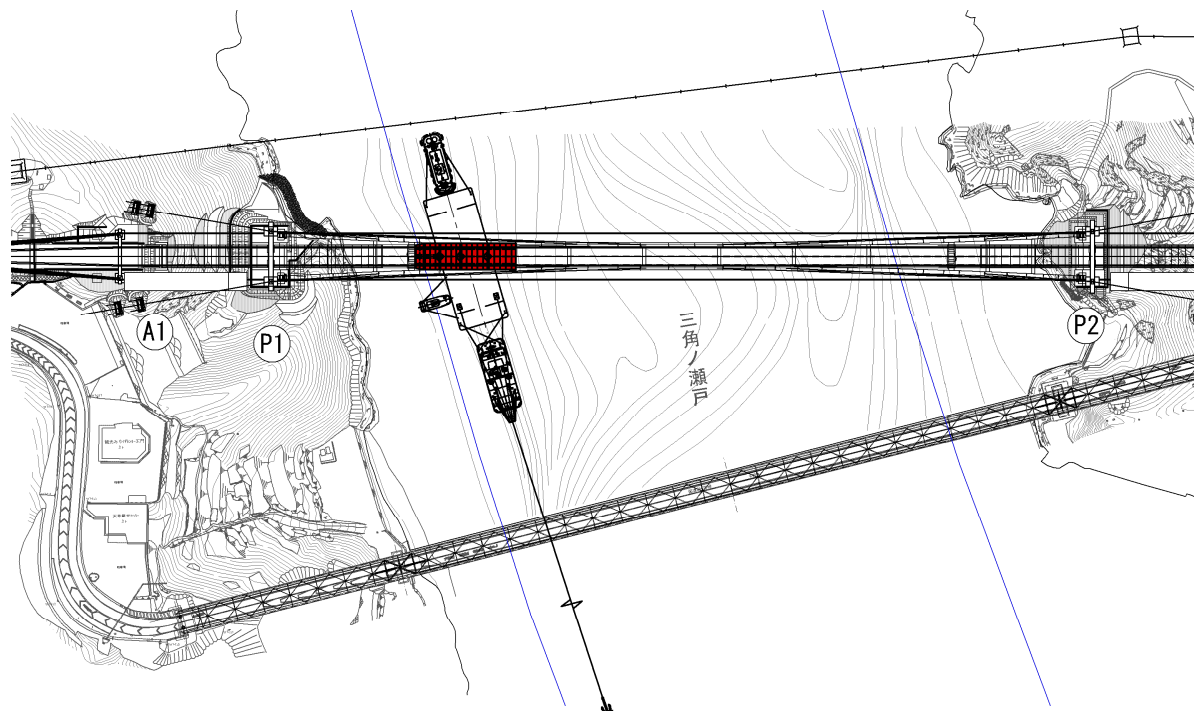
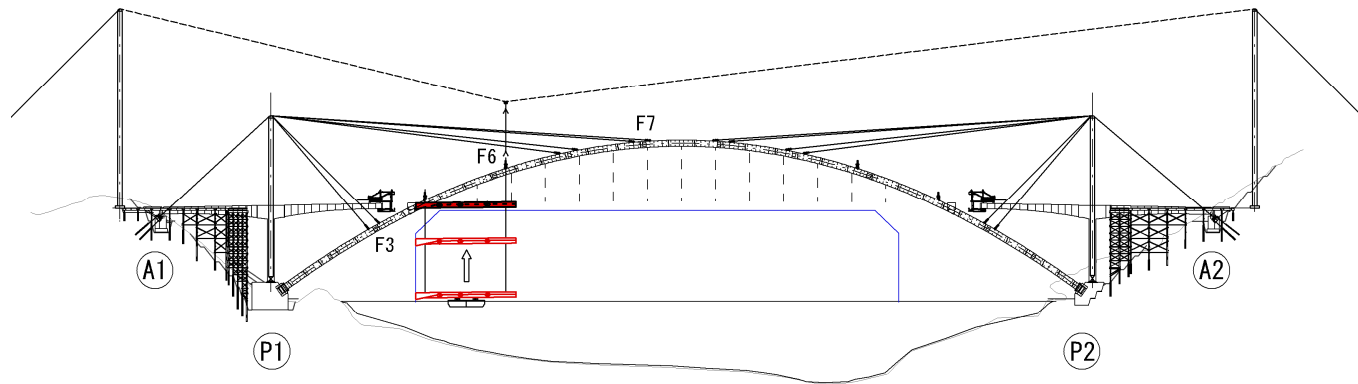


- 航路規制を伴った大ブロックの直下吊り架設
→ 規制回数の低減、時間短縮を図った
 - 1) 架設する大ブロック数を7⇒5に変更 … 回数低減
(1ブロックは、約50m、250 t 程度)
 - 2) 台船係留は、一点係留を採用 … 時間短縮、範囲縮小
 - 3) 吊上げ設備にダブルツイングジャッキを使用 … 時間短縮

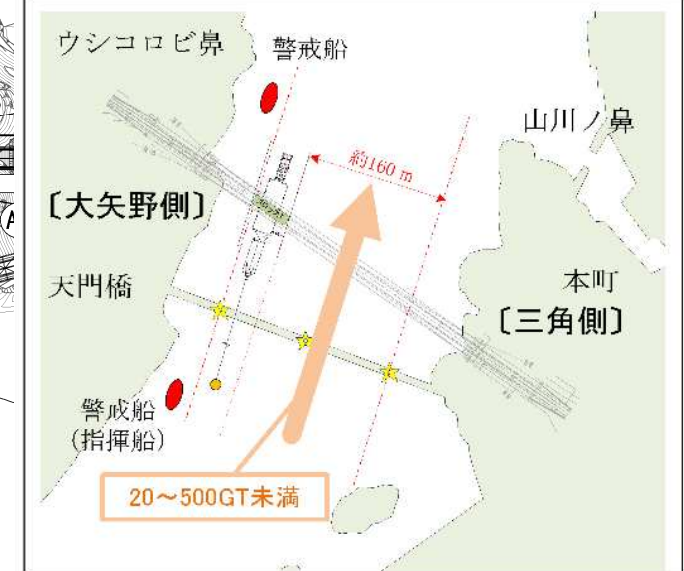
6. 鋼補剛桁の架設

第1回

第1回：H29年1月 6日
 第2回：1月 7日
 第3回：1月19日
 第4回：1月21日
 第5回：2月20日



補剛桁ブロック I

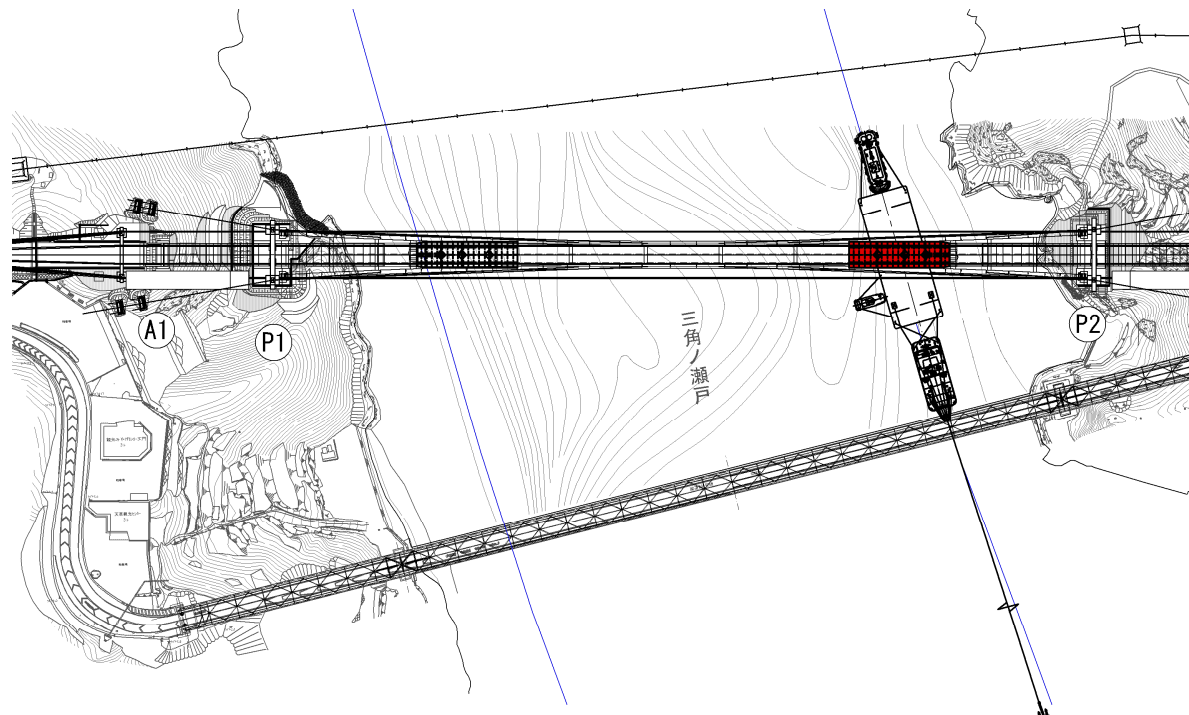
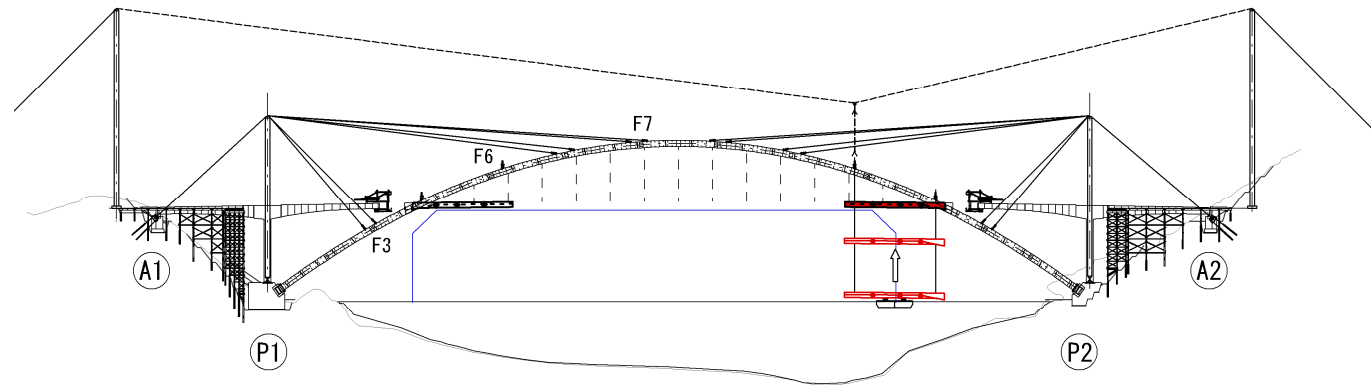


※20GT以下の小型船舶は南北に航行可能

6. 鋼補剛桁の架設

第2回

第1回：H29年1月 6日
 第2回：1月 7日
 第3回：1月19日
 第4回：1月21日
 第5回：2月20日



補剛桁ブロック II

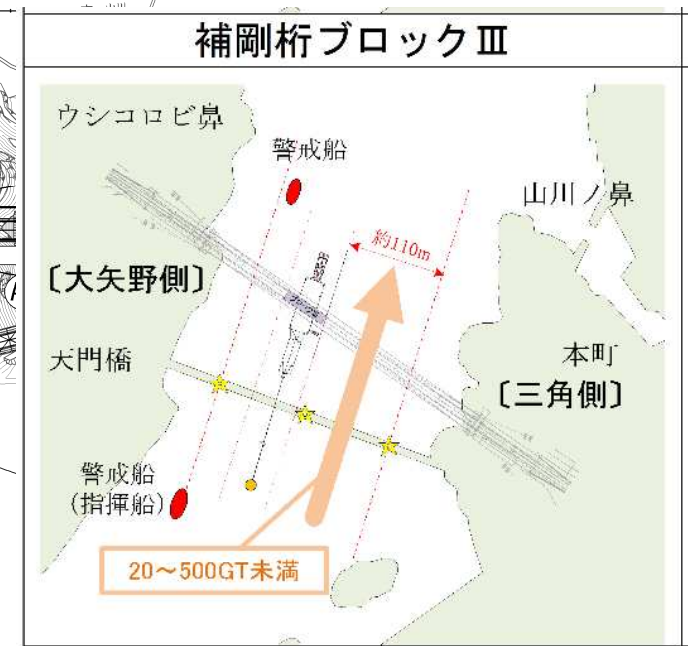
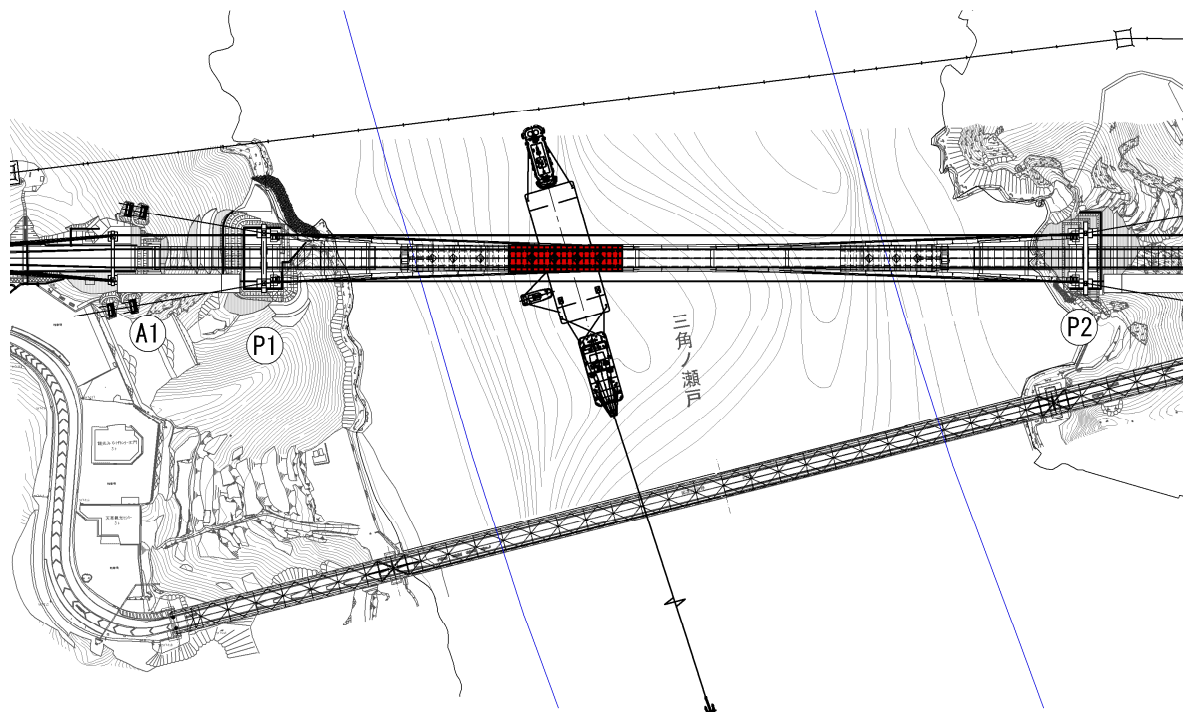
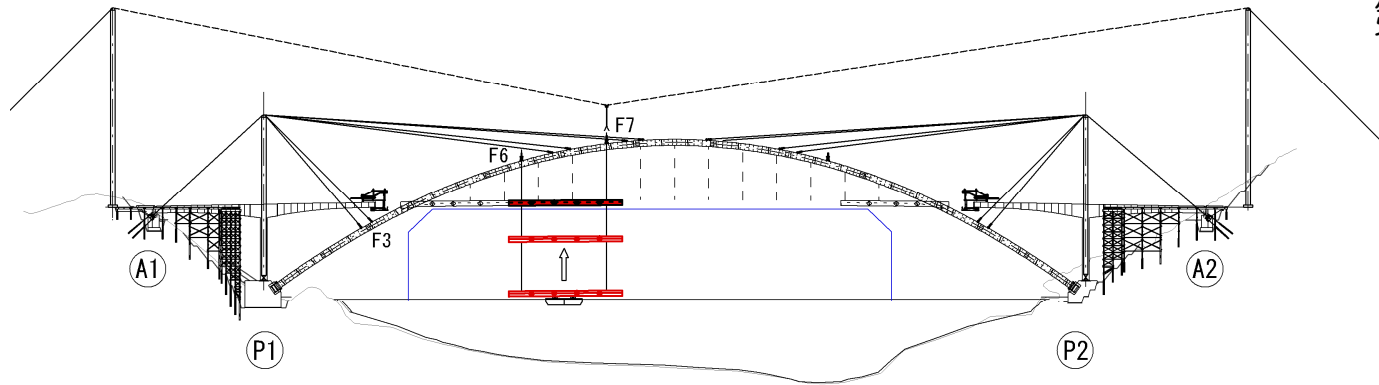


※20GT以下の小型船舶は南北に航行可能

6. 鋼補剛桁の架設

第3回

第1回：H29年1月 6日
 第2回：1月 7日
 第3回：1月19日
 第4回：1月21日
 第5回：2月20日

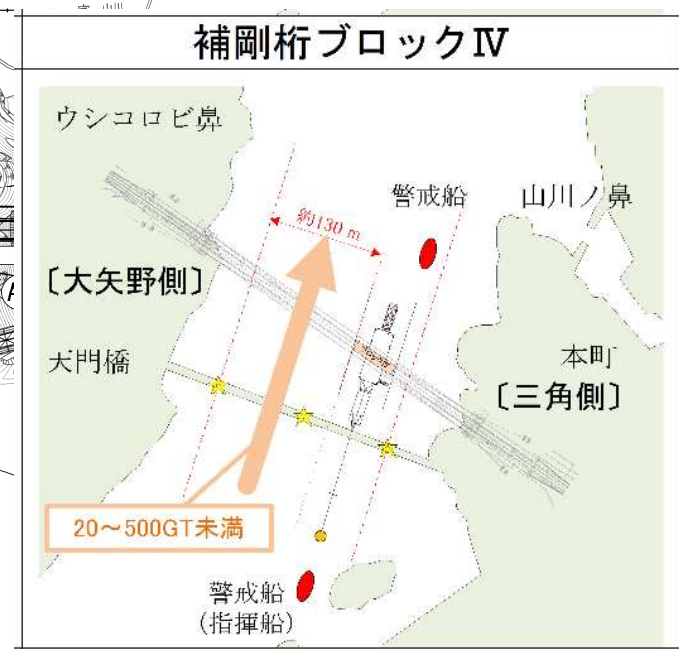
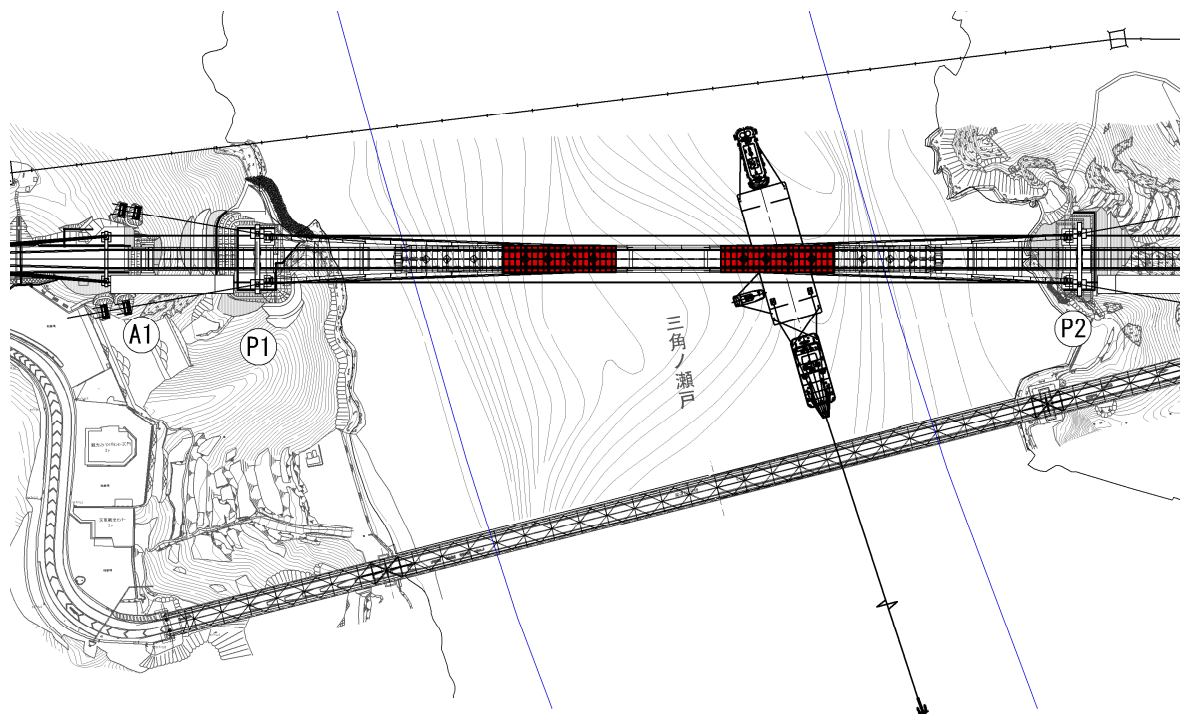
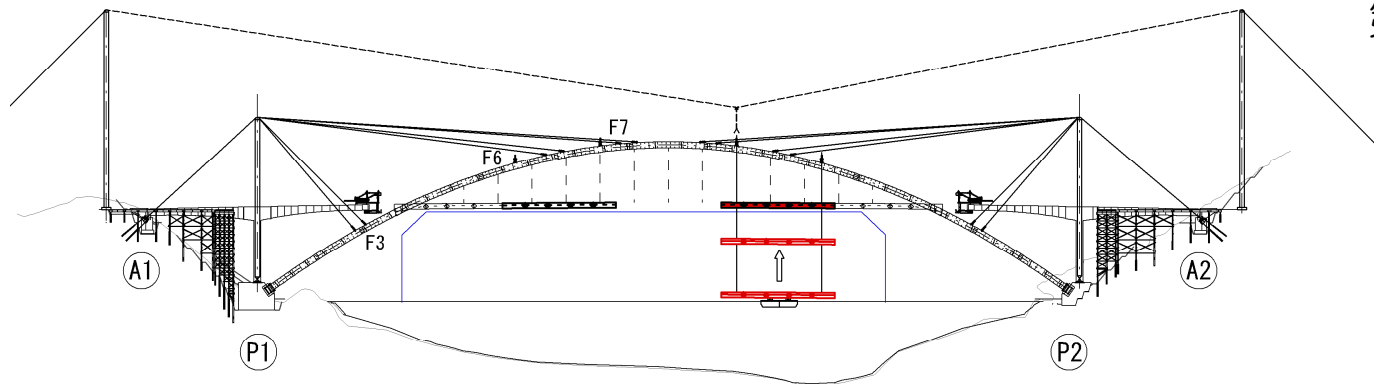


※20GT以下の小型船舶は南北に航行可能

6. 鋼補剛桁の架設

第4回

第1回：H29年1月 6日
 第2回：1月 7日
 第3回：1月19日
 第4回：1月21日
 第5回：2月20日

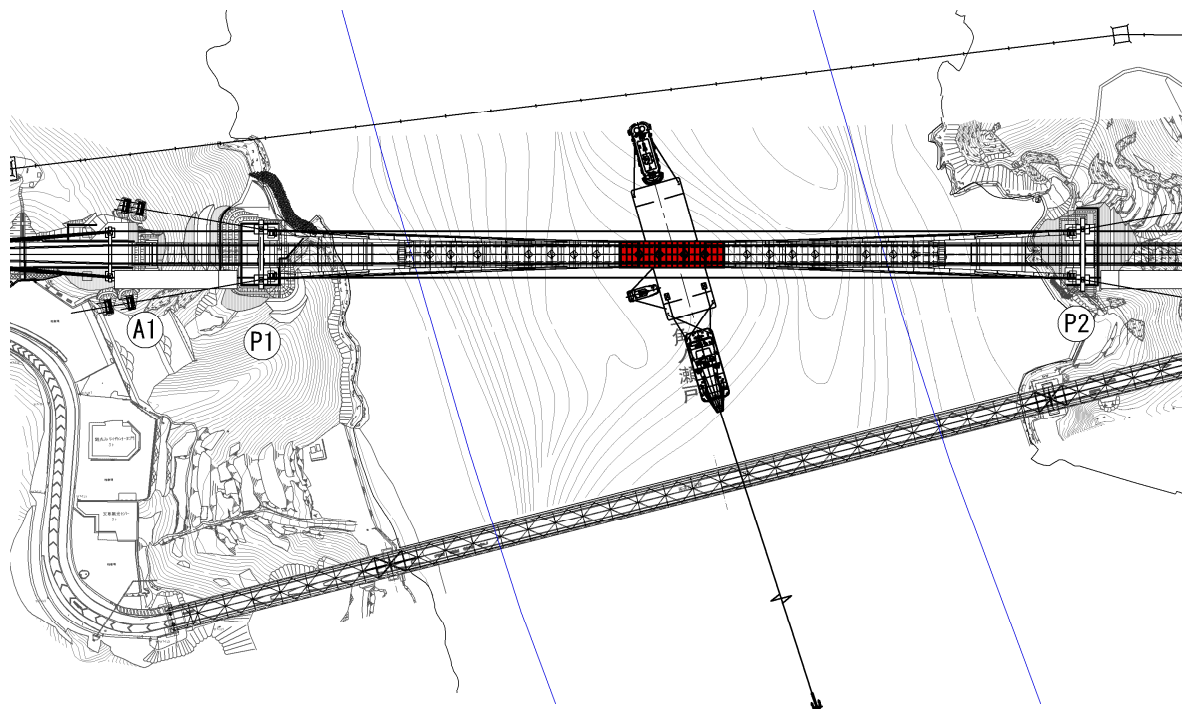
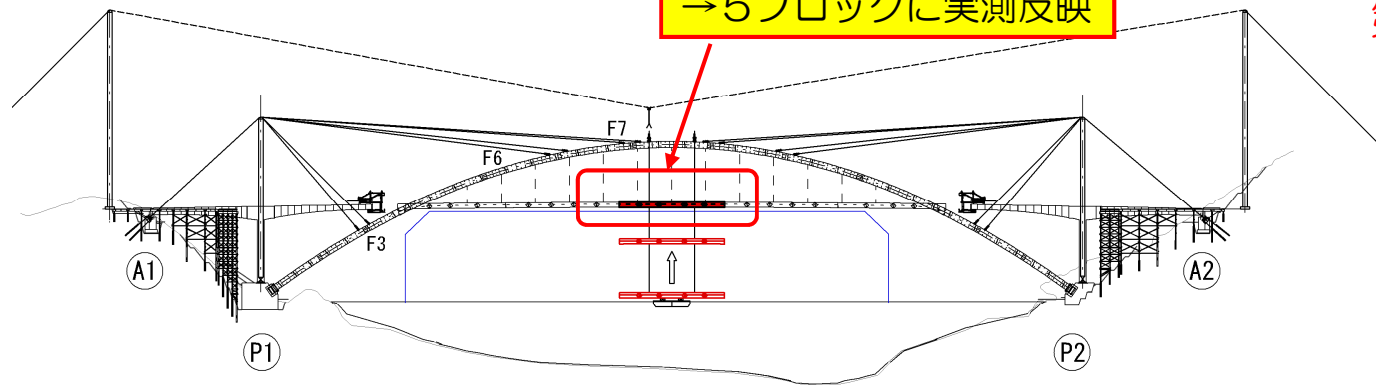


※20GT以下の小型船舶は南北に航行可能

6. 鋼補剛桁の架設

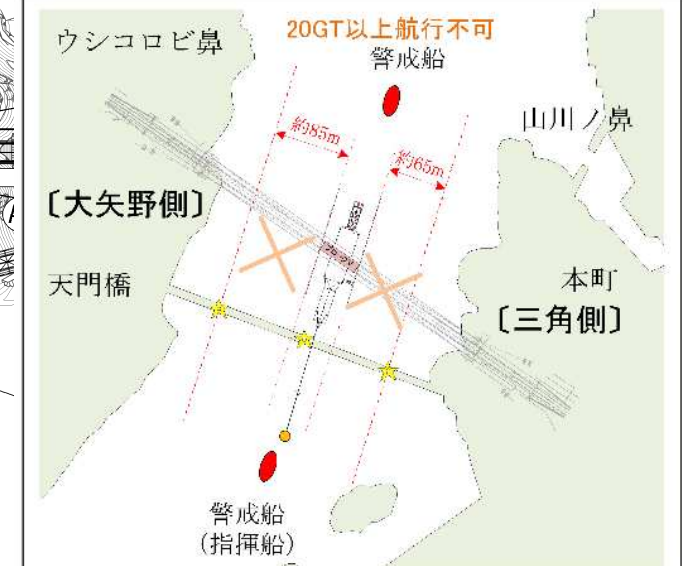
第5回

部材間への挿入架設
→5ブロックに実測反映



第1回：H29年1月 6日
第2回：1月 7日
第3回：1月19日
第4回：1月21日
第5回：2月20日

補剛桁ブロックV



※20GT以下の小型船舶のみ南北に航行可能

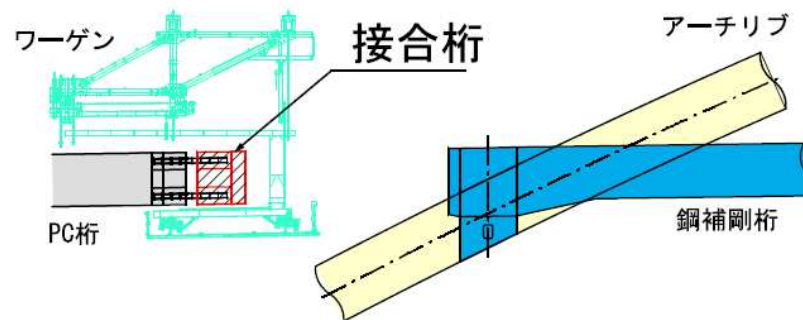
6. 鋼補剛桁の架設



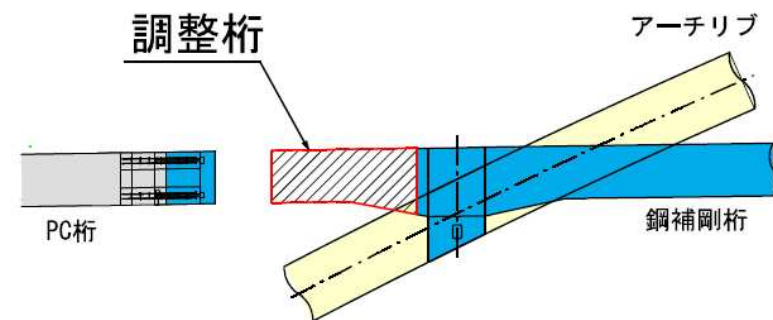
7. 閉合部の架設

7. 閉合部の架設

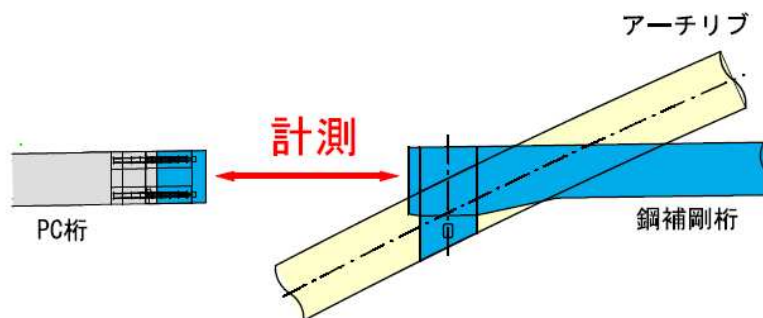
STEP1：接合桁の施工



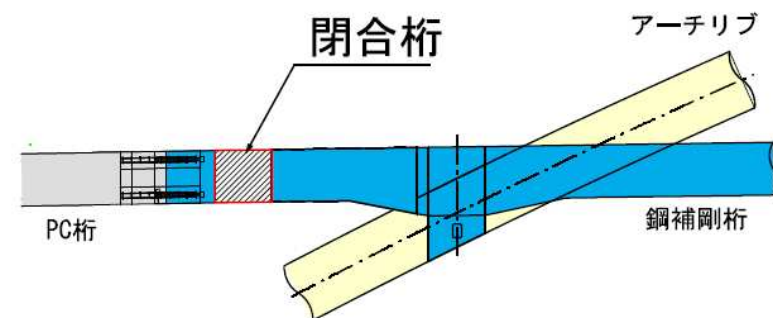
STEP3：調整桁の施工



STEP2：ワーゲン解体、計測



STEP4：閉合桁の施工



7. 閉合部の架設

標準的な対応内容

- 施工性確保のため、逆台形とし、ジョイントクリアを設けた

特徴に対する対応

- 桁温上昇による桁変形により、落とし込み困難となる可能性

- 1) 早朝から作業を開始
桁温度が上昇する前に落とし込みを完了させる

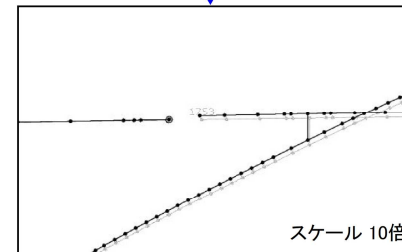
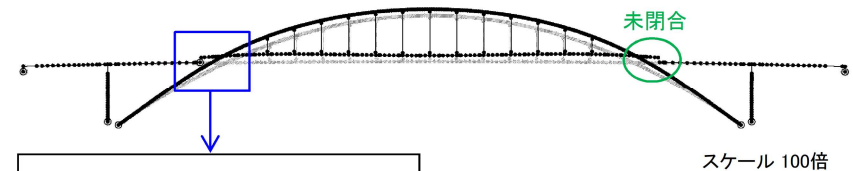
※ケーブルクレーン使用のため、安全性に配慮して、夜間施工は行わない

- 2) 調整冶具の仕込みと手順
添接ができない場合の対応方法を事前に検討し、必要な設備を設け手順を明確化

● 温度変化に伴う変形確認結果

1) 両側とも未閉合の場合

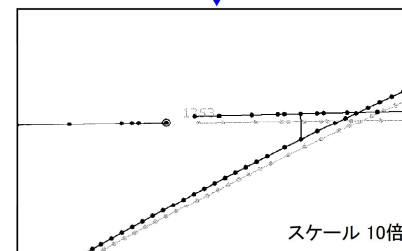
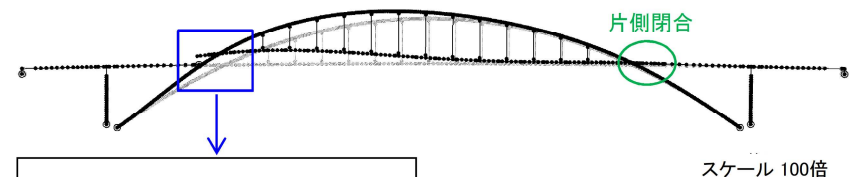
・ 桁温度30℃(標準温度+10℃)の変形図



- 桁間隔は、20mm狭くなる
- 相対高差は、30mm程度

2) 片方を閉合した場合

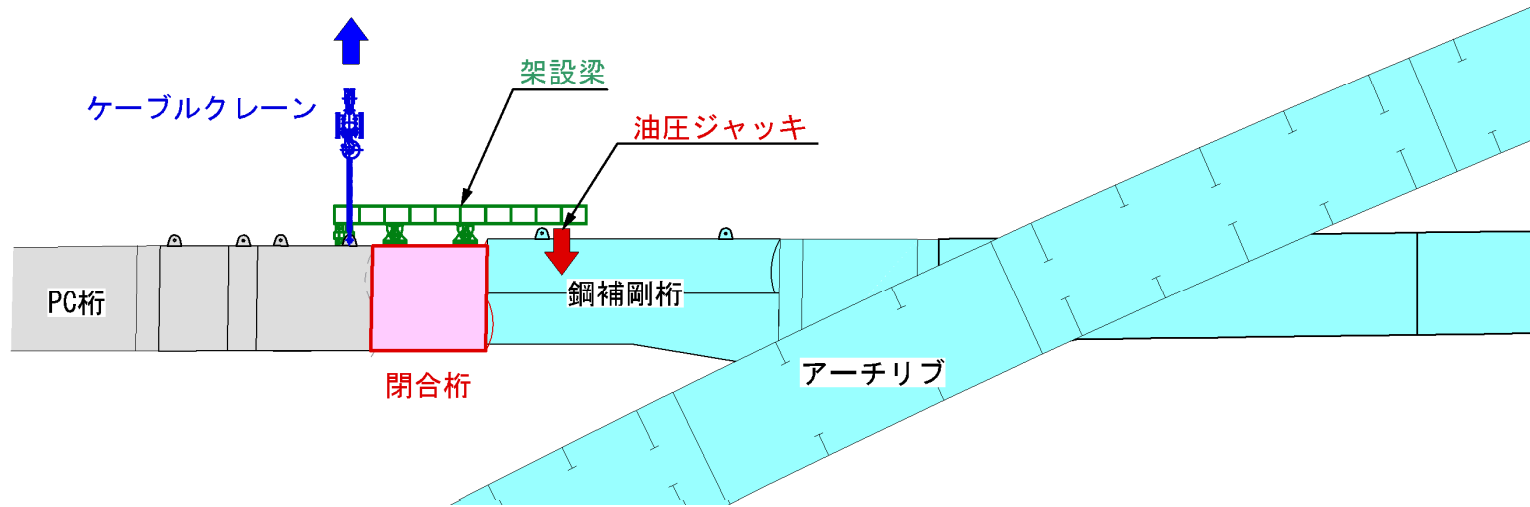
・ 桁温度30℃(標準温度+10℃)の変形図



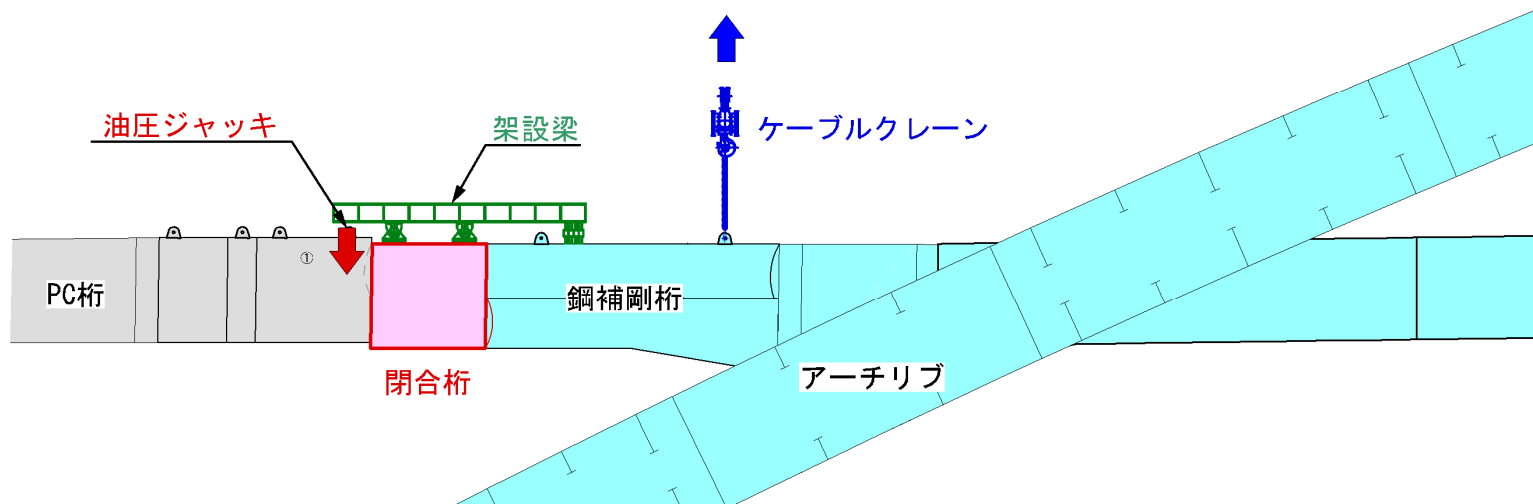
- 桁間隔は、35mm狭くなる
- 相対高差は、50mm程度

7. 閉合部の架設（調整イメージ）

a) 鋼補剛桁側が高い場合



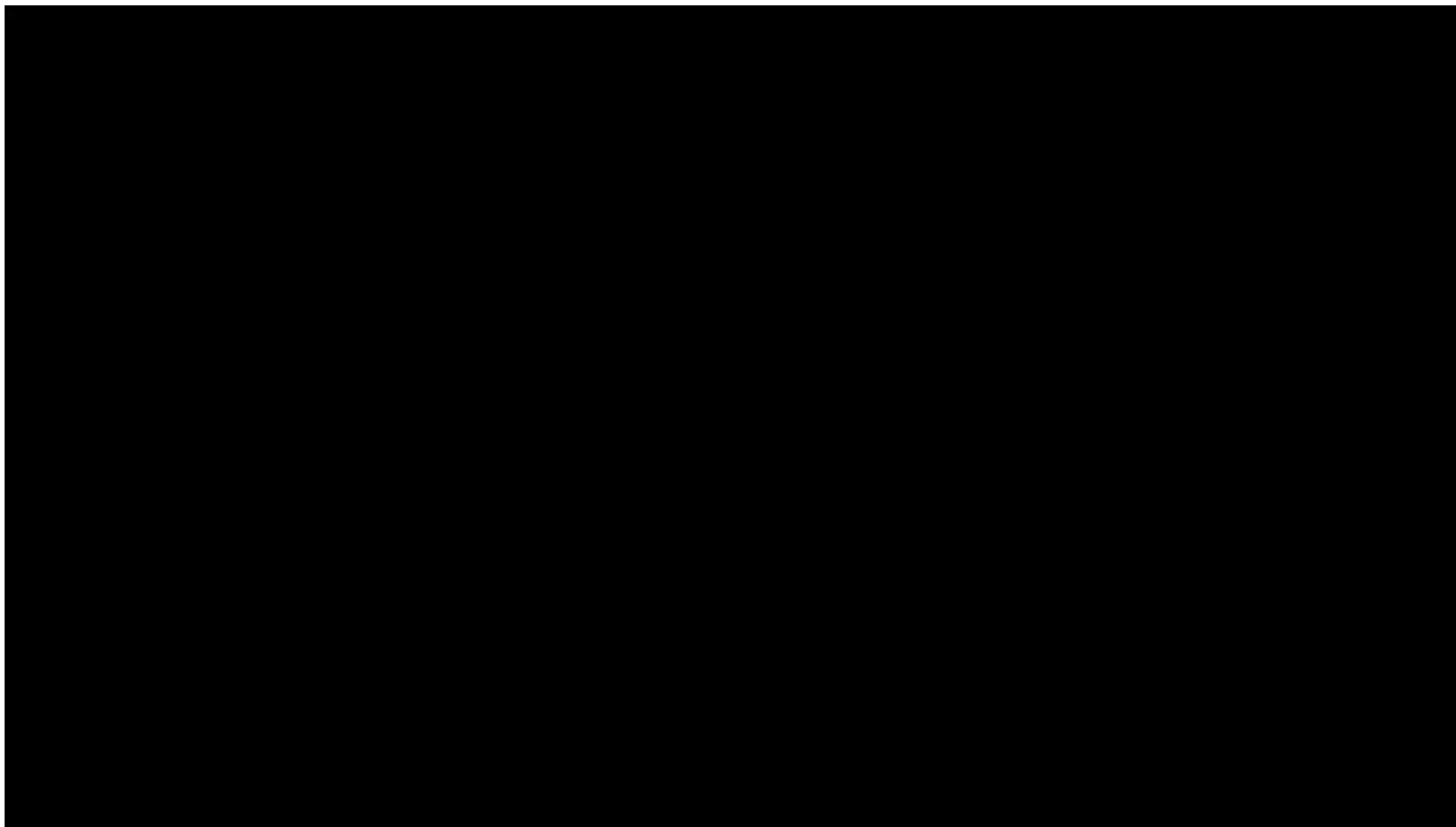
b) PC桁側が高い場合



7. 閉合部の架設



8. 施工状況ビデオ





今回の発表が
少しでもお役に立てれば幸いです。

ご清聴ありがとうございました。