

上関大橋復旧検討会議（第3回）

<参考資料>






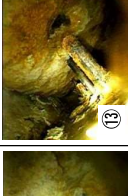



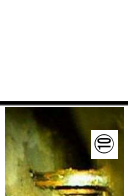
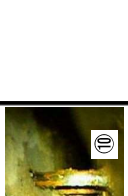








令和3年1月29日

山口県

(1) 損傷原因について










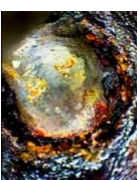
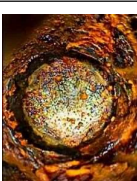
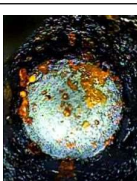
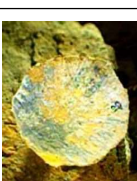



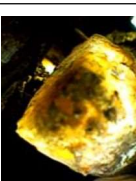

(1) 損傷原因について

・鉛直PC鋼棒の破断状況（その1）

破断有無	PC鋼棒⑩ 破断なし	PC鋼棒⑪ 破断あり	PC鋼棒⑫ 破断なし	PC鋼棒⑬ 破断あり	PC鋼棒⑭ 破断なし	PC鋼棒⑮ 破断あり	PC鋼棒⑯ 破断なし	PC鋼棒⑰ 破断あり	PC鋼棒⑱ 破断なし	PC鋼棒⑲ 破断なし	PC鋼棒⑳ 破断なし
写真											
径の計測結果	上部 34.1mm 中央部 33.9mm 下部 32.5mm	上部 - 中央部 - 下部 26.8mm	上部 29.9mm 中央部 30.2mm 下部 30.2mm	上部 - 中央部 31.0mm 下部 33.4mm	上部 30.7mm 中央部 31.0mm 下部 31.0mm	上部 - 中央部 31.1mm 下部 34.0mm	上部 31.1mm 中央部 31.1mm 下部 32.2mm	上部 32.0mm 中央部 31.3mm 下部 30.2mm	上部 31.9mm 中央部 31.9mm 下部 31.7mm	上部 32.0mm 中央部 31.3mm 下部 30.2mm	上部 31.9mm 中央部 31.9mm 下部 31.7mm
表面の状況	上部・下部に赤錆が発錆	破断面に発錆	上部から中央部にかけて赤錆が発錆	破断部に赤錆が発錆	中央部に赤錆が発錆	破断部～下部にかけて赤錆が発錆	中央部に軽微な発錆	全体的に赤錆が発錆	上部～中央部に赤錆が発錆	全体的に赤錆が発錆	上部～中央部に赤錆が発錆
破断の確認	-	破断している。	-	破断している。	-	破断している。	-	破断している。	-	-	-
破断の位置	-	下部	-	中央部	-	中央部	-	上部	-	-	-
破面の確認	-	腐食が見られる。	-	腐食によって断面が一部欠損している。	-	腐食によって断面が一部欠損している。	-	腐食によって断面が一部欠損している。	-	-	-
破面の写真	-		-		-		-		-	-	-
反対側の破面の確認	-	腐食が見られる。	-	腐食が見られる。	-	腐食が見られる。	-	腐食が見られる。	-	-	-
反対側の破面の写真	-		-		-		-		-	-	-
長さの計測結果	190mm	-	190mm	-	190mm	-	190mm	-	190mm	180mm	180mm
台座下面からの孔の長さ	-	20mm	-	150mm	-	150mm	-	250mm	-	180mm	-
橋座面からの突出長	-	10mm	-	100mm	-	100mm	-	140mm	-	-	-
シースの状況	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。
グラウトの状況	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。	確認できなかつた。

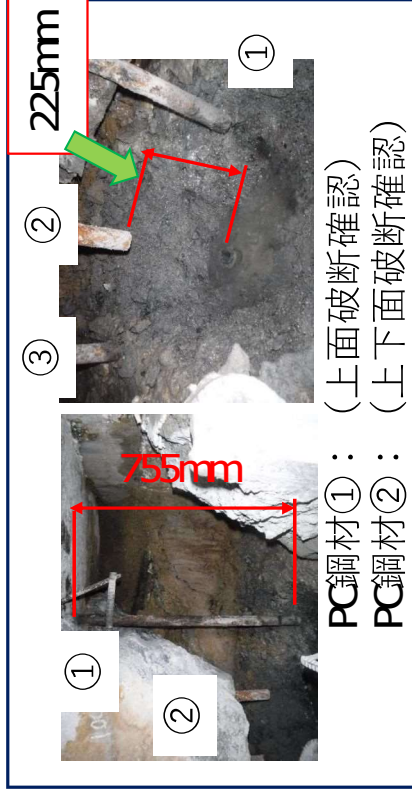
(1) 損傷原因について

・鉛直PC鋼棒の破断状況（その2）

破断有無	PC鋼棒⑨ 破断なし	PC鋼棒⑧ 破断なし	PC鋼棒⑦ 破断あり	PC鋼棒⑥ 破断なし	PC鋼棒⑤ 破断あり	PC鋼棒④ 破断あり	PC鋼棒③ 破断なし	PC鋼棒② 破断あり	PC鋼棒① 破断あり
写真									
径の計測結果	上部 34.0mm 中央部 32.9mm 下部 30.5mm	上部 30.6mm 中央部 30.7mm 下部 30.7mm	上部 - 中央部 31.2mm 下部 31.7mm	上部 31.1mm 中央部 31.4mm 下部 33.3mm	上部 - 中央部 31.0mm 下部 30.0mm	上部 31.0mm 中央部 30.5mm 下部 30.2mm	上部 30.5mm 中央部 30.5mm 下部 30.4mm	上部 30.7mm 中央部 30.7mm 下部 29.4mm	上部 30.4mm 中央部 30.2mm 下部 31.2mm
表面の状況	上部～中央部に赤錆が発錆	上部に軽微な発錆	破断部～下部にかけて赤錆が発錆	軽微な発錆	破断部～下部にかけて赤錆が発錆	破断部～下部にかけて赤錆が発錆	上部～中央部にかけて赤錆が発錆	上部～破断部にかけて赤錆が発錆	上部～破断部にかけて赤錆が発錆
破断の確認	-	-	破断している。	-	破断している。	破断している。	-	破断している。	破断している。
破断の位置	-	-	上部	上部	上部	上部	-	下部	下部
破断の確認	-	-	腐食によって破断部が減少している。	発錆が少なく、脆性破壊と思われる。	発錆が少なく、脆性破壊と思われる。	発錆が少なく、脆性破壊と思われる。	-	脆性破壊と思われる破断面形状が見られる。	脆性破壊と思われる破断面形状が見られる。
破断の写真	-	-		-			-		
反対側の破断の確認	-	-	腐食による変形が見られる。	-	脆性破壊と思われる破断面形状が見られる。	ファイバースコープによる確認が困難。	-	脆性破壊と思われる破断面形状が見られる。	確認できなかった。
反対側の破断の写真	-	-		-			-		-
長さの計測結果	180mm	190mm	-	190mm	-	-	180mm	-	-
台座下面からの孔の長さ	-	-	150mm	-	150mm	200mm	-	-	上からの突出: 755mm
橋座面からの突出長	-	-	140mm	-	155mm	165mm	-	-	-
シースの状況	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。
グラウトの状況	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。	確認できなかった。

(1) 損傷原因について

- 鉛直PC鋼棒の破断状況 (その3)



破断面までの距離	PC鋼材①⑦	PC鋼材⑱	PC鋼材⑮	PC鋼材⑬	PC鋼材⑦	PC鋼材⑤	PC鋼材④
【1】20mm	【1】150mm	【1】250mm	【1】150mm	【1】150mm	【1】150mm	【1】180mm	【1】200mm
【2】10mm	【2】100mm	【2】140mm	【2】100mm	【2】100mm	【2】100mm	【2】155mm	【2】165mm
離れ: 210mm	離れ: 210mm	離れ: 310mm	離れ: 250mm	離れ: 310mm	離れ: 210mm	離れ: 225mm	離れ: 310mm

【1】台座下面からの距離
【2】天板下面からの距離

概略図



(2) 本復旧対策について

1) 段差発生事象の整理

1) 段差発生事象の整理

長島側 (A1側)

室津側 (A2側)



中央ヒンジ部

爪の掛かり長80mm程度 (1/8調査: 外気温-1.1℃)



橋脚

中央ヒンジ

上部工箱桁内 目立った変状なし

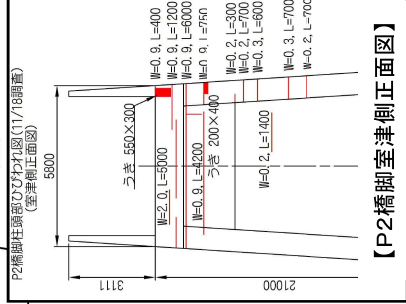
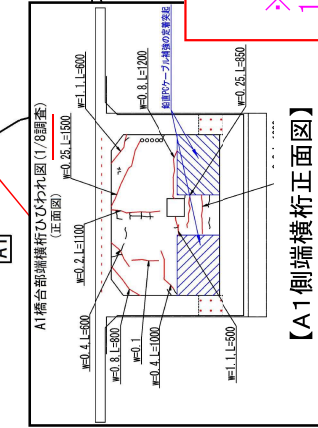
P1橋脚 目立った損傷なし

A1側端横桁 ひびわれ
 ※H29点検、12/1,12/22、1/8の目視調査で変化なし

橋面の鉛直方向変位



室津側 (北側)



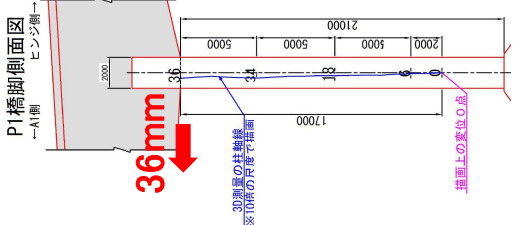
P2橋脚柱頭部
 室津側面に最大幅2mm、長さ5mの水平方向のひびわれあり
 ※H29点検時は橋脚全体でひびわれなし

P1橋脚変形

3D測量での変形状態 (鉛直軸からの差異)

- ◆概ねS字形
- ◆最大変形は柱頭部付近

※水平変位量は測量を実施できた柱頭部下方17mを変形のゼロ点として整理したもの。

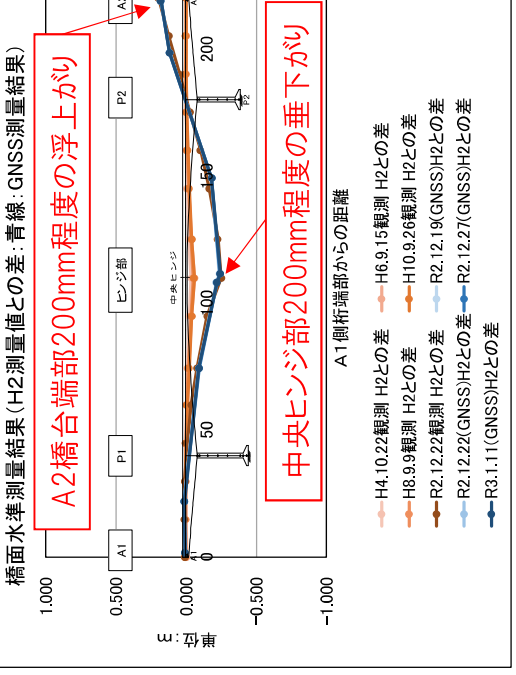
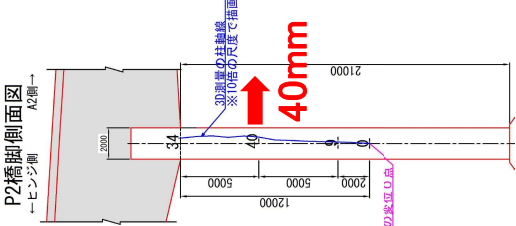


P2橋脚変形

3D測量での変形状態 (鉛直軸からの差異)

- ◆概ねS字形
- ◆最大変形は柱頭部より5m下付近

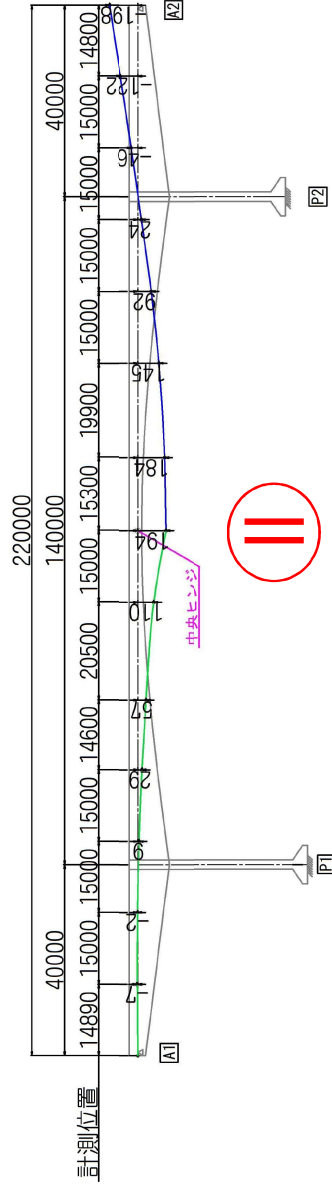
※水平変位量は測量を実施できた柱頭部下方12mを變形のゼロ点として整理したもの。



1) 段差発生事象の整理

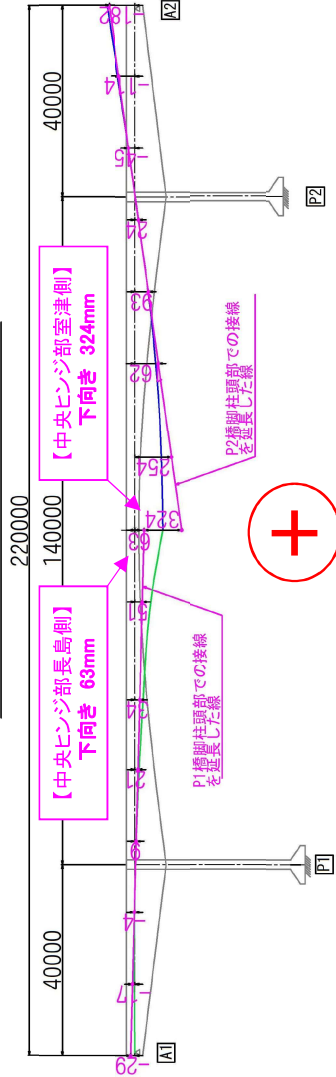
◆ 段差発生による橋面鉛直移動量

段差発生後の橋面の橋面の鉛直移動量 (H10. 9. 26測量を基準としたR2. 12. 22測量の差異)



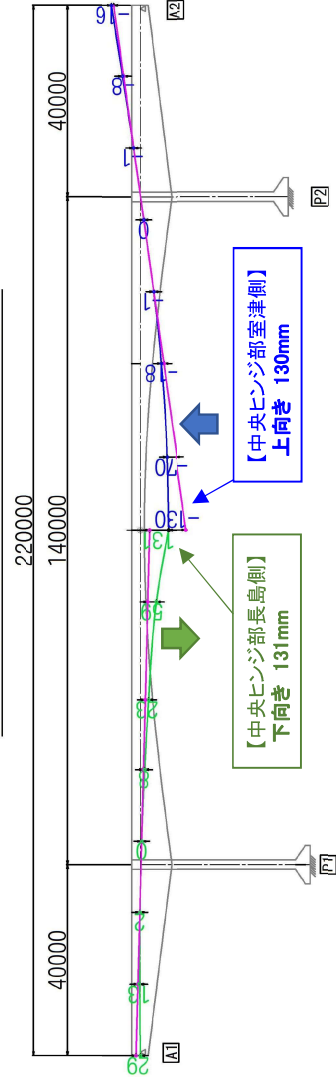
実測による
段差発生に
起因した橋面
の鉛直変位の

橋脚の変形による鉛直移動量の推定



橋脚変形に
起因する移
動量の推定

桁のたわみ変形による鉛直移動量の推定

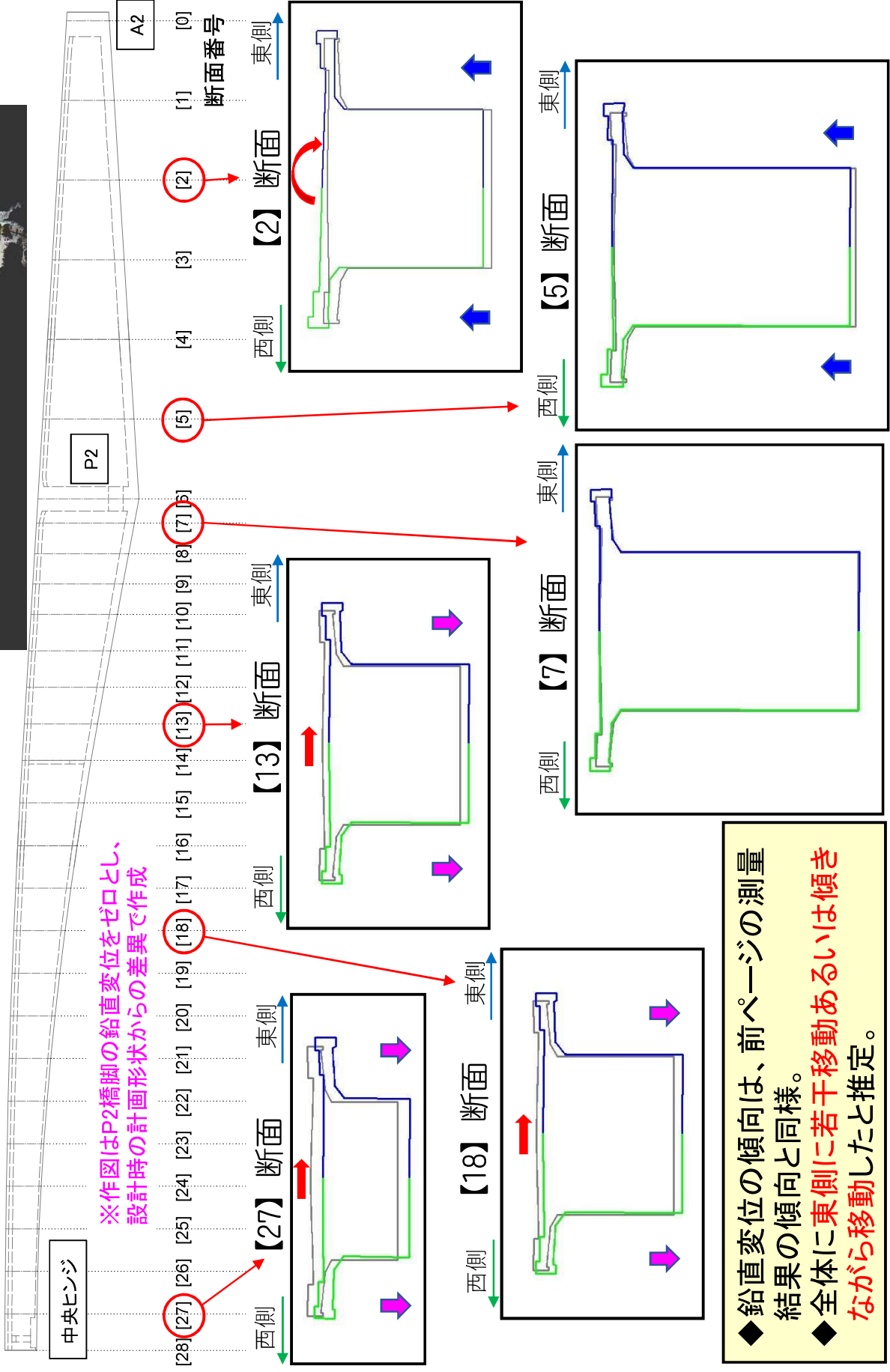
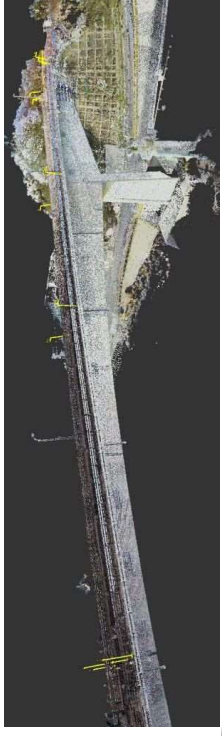


桁たわみ変
形に起因す
る移動量の
推定

※鉛直移動量の単位はmm。実測の30,000倍で描画
※鉛直移動量は下向きを (+)、上向きを (-) で表記。

1) 段差発生事象の整理

◆ 3D測量による桁の変形(室津側桁)

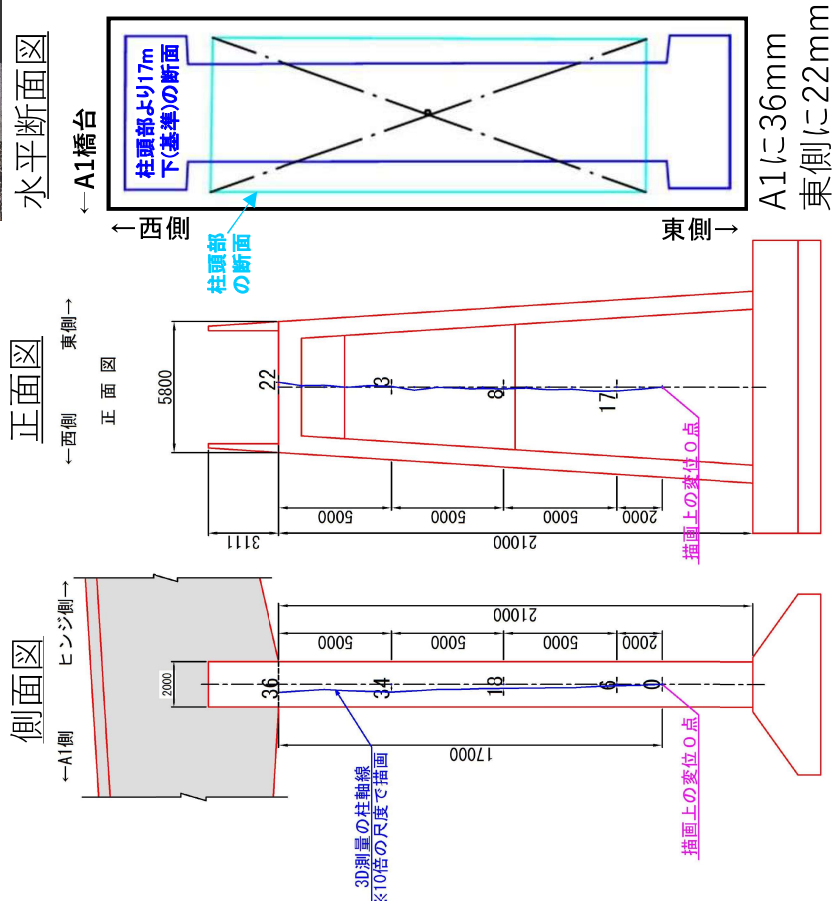


- ◆ 鉛直変位の傾向は、前ページの測量結果の傾向と同様。
- ◆ 全体に東側に若干移動あるいは傾きながら移動したと推定。

1) 段差発生事象の整理

◆ 3D測量による橋脚の変形

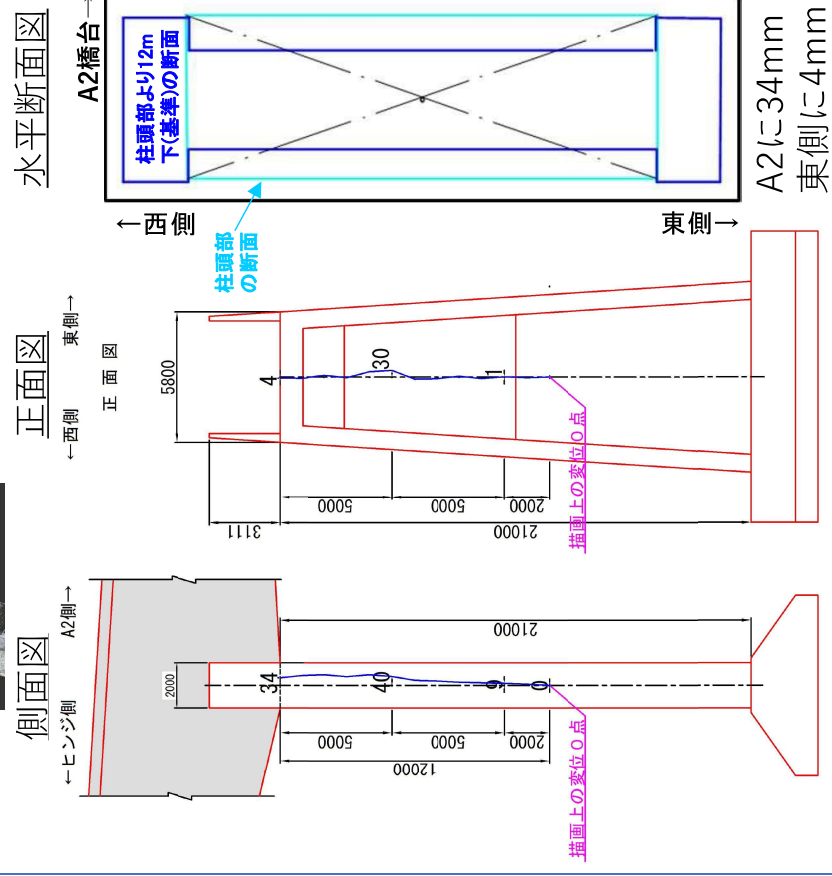
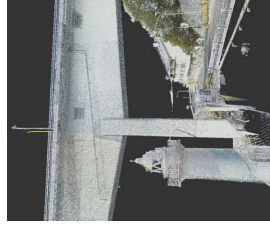
【P1橋脚】



- ・ 橋軸方向はA1橋台側に概ねS字形状で変形。
- ・ 直角方向は柱中間部は西側、柱頭部は東側に概ねS字形状で変形

※測量を実施できた柱頭部から17mをゼロ点として作図

【P2橋脚】



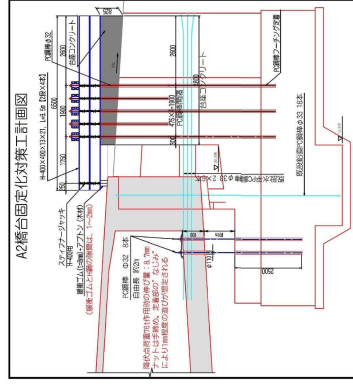
- ・ 橋軸方向はA2橋台側に概ねS字形状で変形。
- ・ 直角方向は柱中間部で西側にはらむように概ねS字形状で変形

※測量を実施できた柱頭部から12mをゼロ点として作図

＜参考＞応急復旧①(固定化工事:12/21完了)後の変状の推移

◆段差発生部 (A 2 橋台)

・段差発生後から鉛直変位の浮き上がり傾向(応力変動) ⇒ 固定化工事による対応



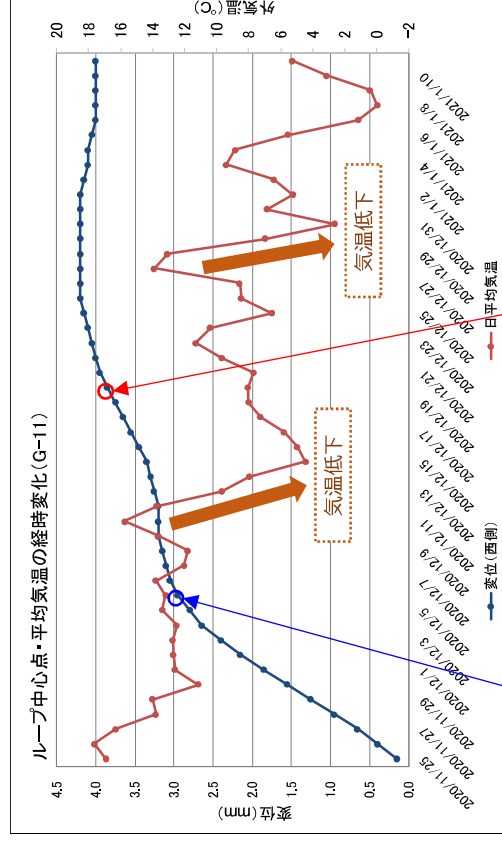
【桁押さえ部の状況】
・緩衝ゴムとH鋼の隙間: 1~2mm



【ネットの状況】
・設置当初 (12/21) ⇒ 手締め (遊間なし)
・現状 (1月時点) ⇒ 変状なし

・ A 2 橋台部の桁の浮き上がり (G N S 測量による路面高変化)

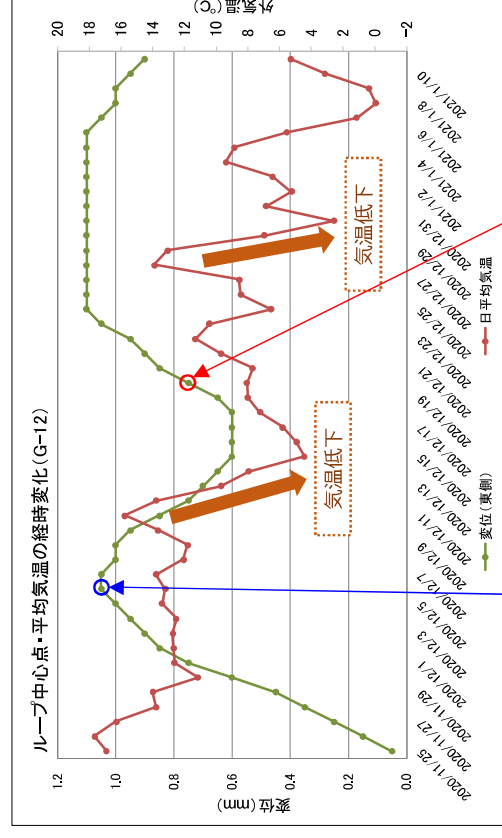
【A 2 橋台路面高：西側】



桁押さえ鋼材 (20'12/6)

固定化工事 (20'12/21)

【A 2 橋台路面高：東側】



桁押さえ鋼材 (20'12/6)

固定化工事 (20'12/21)

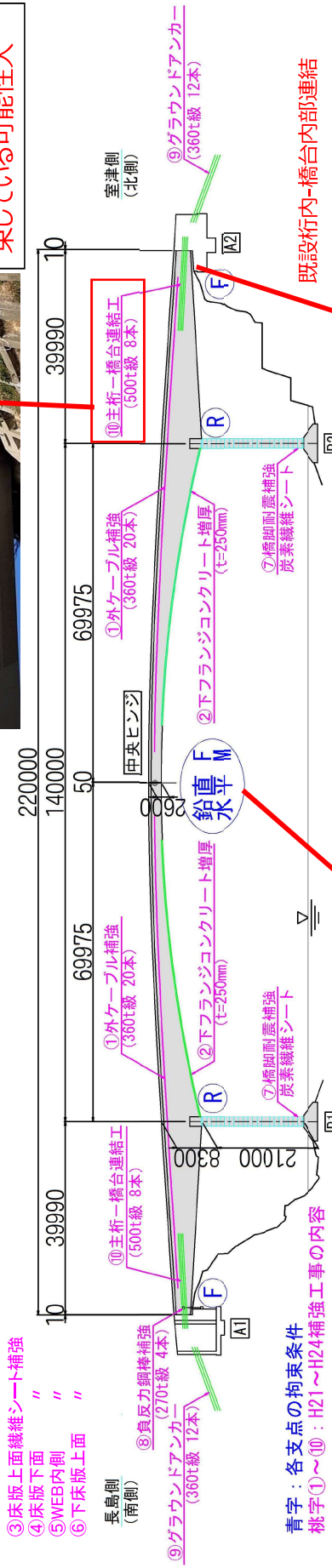
11/25~12/1までは温度低下による変位の上昇がみられたが、12/6、12/21以降は変位の
上昇が抑えられていると推察される。

◆ 段差発生前の構造 (H21～H23 B活荷重・耐震補強後)



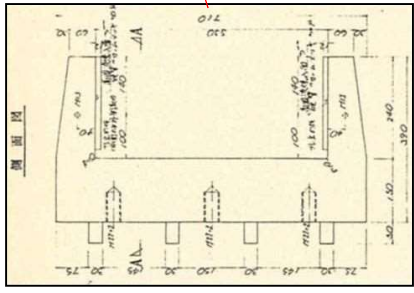
＜耐震補強のPCケーブル連結工＞

L2地震時落橋防止対策として設置された「桁端-橋台」連結の外ケーブル
 ←今回の段差発生に対して水平方向を拘束している可能性大



＜中央ヒンジ部の構造 部材SC46 2個＞

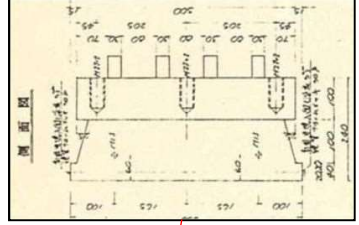
- ・2対の鋼部材凸凹の爪が噛み合う構造
- ・活荷重時のみに鉛直力を受け渡し
- ・正常な状態で死荷重時の鉛直反力はゼロ
- ・水平方向の拘束条件は「可動」



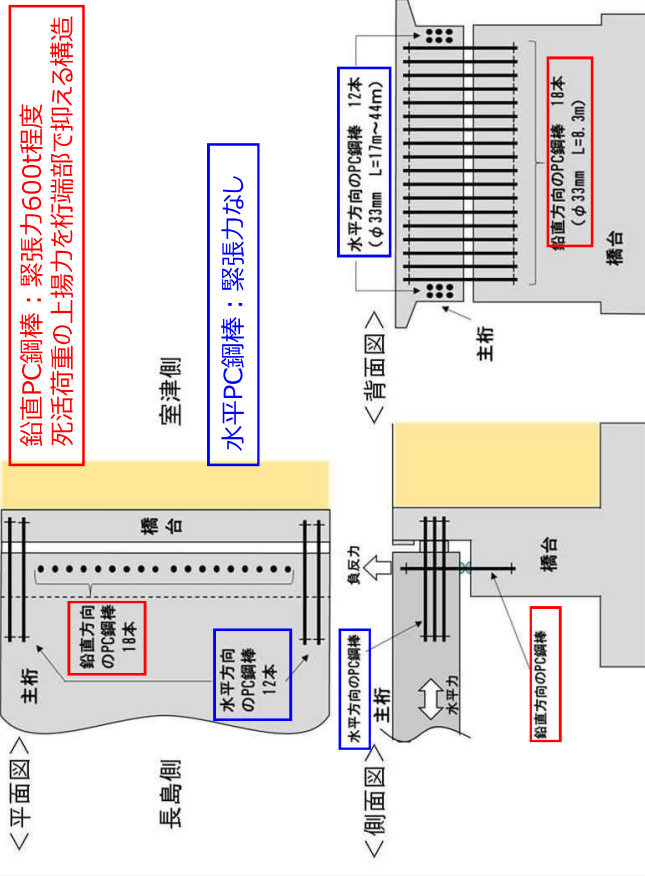
長島側の爪(凹)



室津側の爪(凸)



＜既設構造の橋台支点拘束 (A2橋台：A1橋台も同様)＞

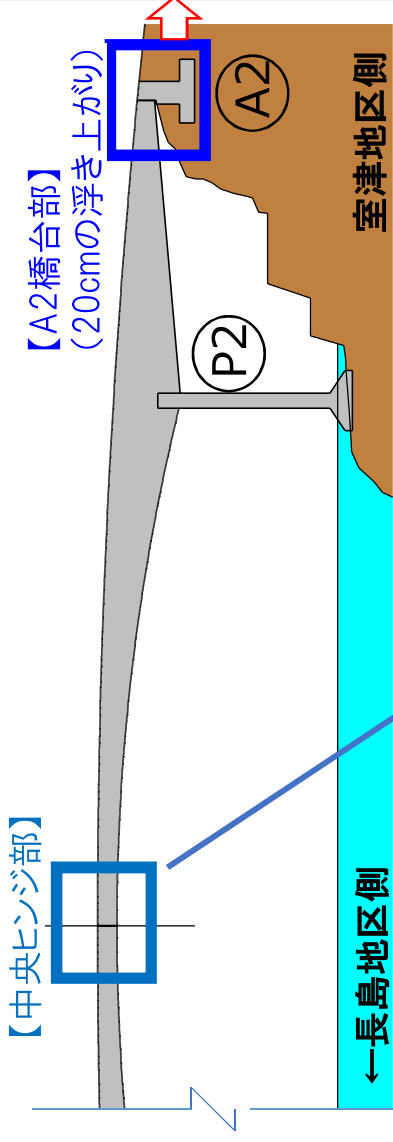


応急復旧①の概要（至急に施工可能な材料・工法で実施済の対策）

◆ 応急復旧時点での通行規制（現状）

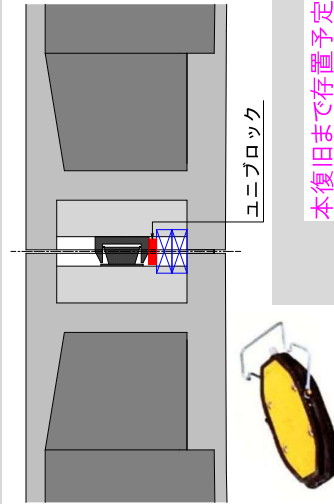
- 片側交互通行
- 2t以下のトラックまでは連続通行
- 2tを超え5t以下のトラックは1台ずつ通行
- 総重量8tを超え14t以下の車両は許可により1台ずつ通行

側面図

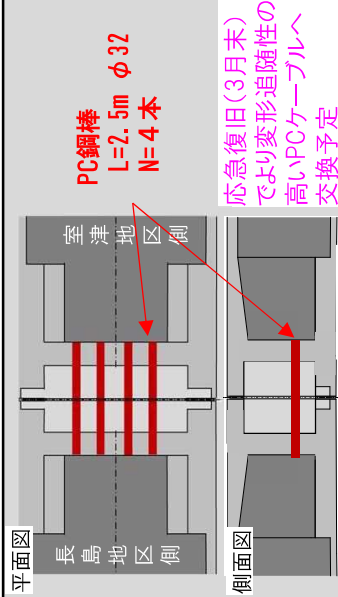


【中央ヒンジ部の応急復旧①】

1) 中央ヒンジ部のユニブロック設置
【11月30日（月）完了】



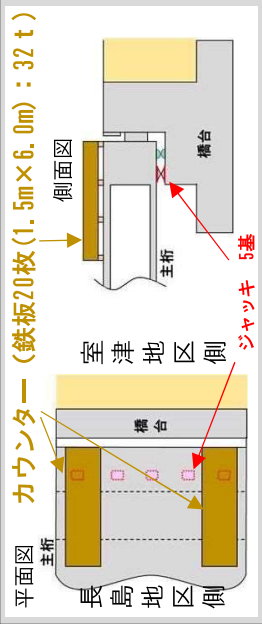
2) 中央ヒンジ部下端相互連結（PC鋼棒）による桁移動抑制【12月6日（月）完了】



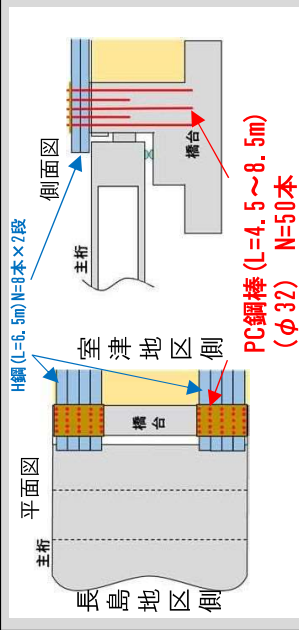
【A2橋台部の応急復旧①】

応急復旧②(3月末)までに①②は撤去。③は状況に応じて切断・部分撤去。

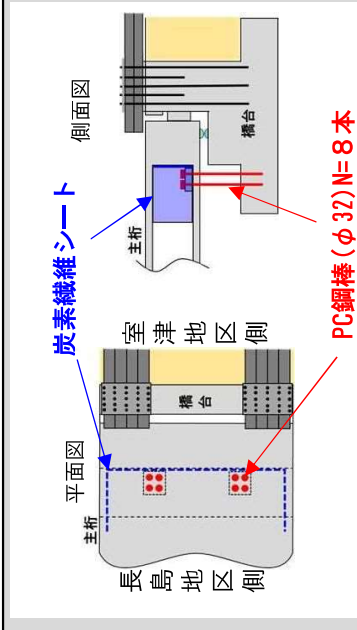
1) 桁移動抑制工事①【11月18日（木）完了】



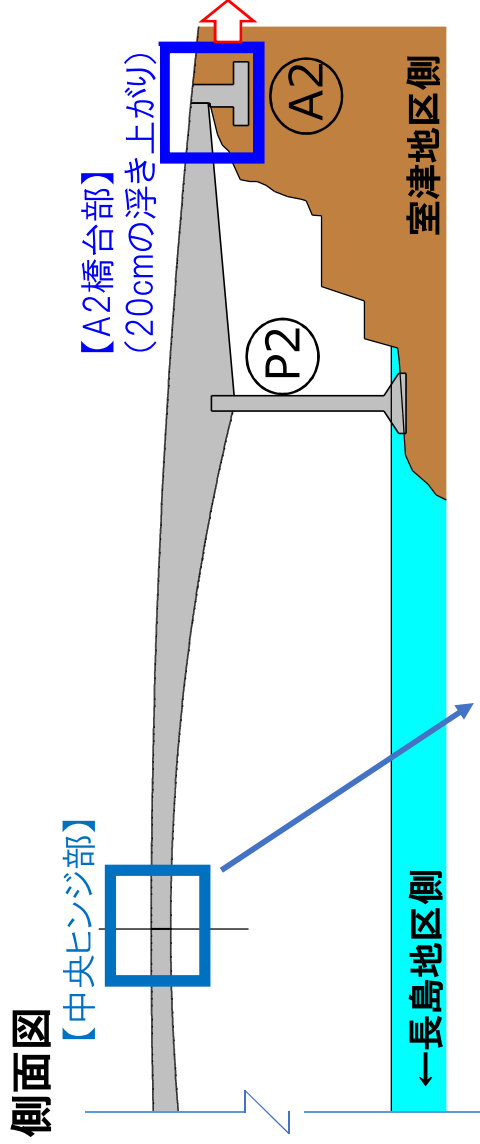
2) 桁の移動抑制工事②【12月6日（日）完了】



3) 桁の移動抑制工事③【12月21日（月）完了】

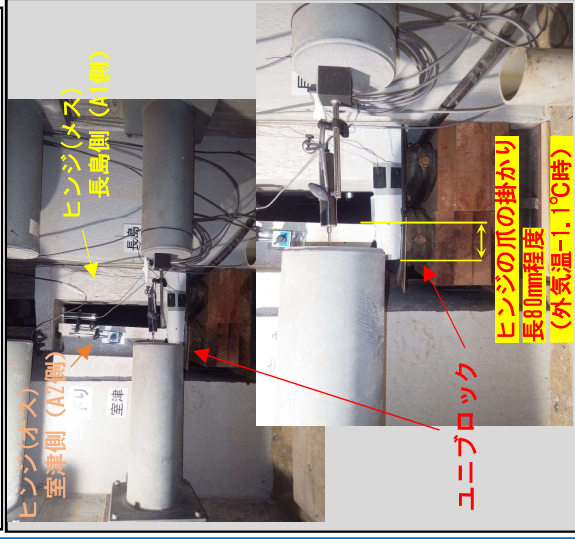


応急復旧①の現地写真



【中央ヒンジ部の応急復旧①】

1) 中央ヒンジ部のユニブロック設置
【11月30日(月)完了】



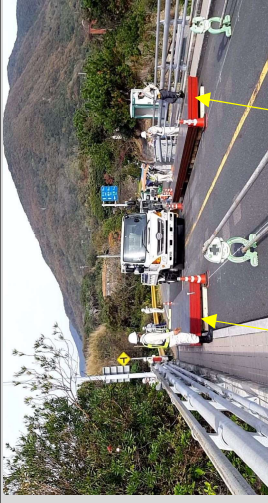
2) 中央ヒンジ部下端相互連結 (PC鋼棒) による桁移動抑制
【12月6日(月)完了】



【A2橋台部の応急復旧①】

応急復旧②(3月末)までに①②は撤去。
③は状況に応じて切断・部分撤去。

1) 桁移動抑制工事①【11月18日(木)完了】



カウンター (鉄板20枚 (1.5m×6.0m) : 32t)

2) 桁の移動抑制工事②【12月6日(日)完了】



3) 桁の移動抑制工事③【12月21日(月)完了】

