

# (5) 現在までの対応内容

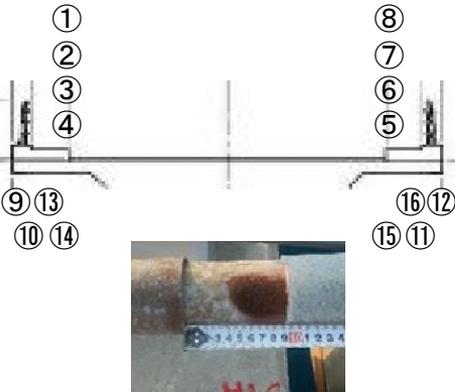
## 【モニタリング 主要位置のすき間変化の確認】

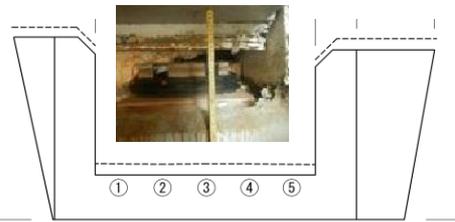
測定位置	測定日	11/17(火)			11/18(水)					
	測定時刻	9:00	15:10	差	12:30	11/17との差				
	第2径間 主桁 ～ 第3径間 主桁	①	156	152	-4	152	0			
		②	230	220	-10	218	-2			
		③	260	258	-2	256	-2			
		④	57	57	0	57	0			
		⑤	52	52	0	52	0			
		⑥	145	143	-2	143	0			
		⑦	150	150	0	150	0			
		⑧	152	152	0	151	-1			
		⑨	48	47	-1	47	0			
		⑩	50	49	-1	49	0			
		⑪	273	272	-1	271	-1			
		⑫	235	235	0	235	0			
		第2径間 ヒンジ部 ～ 第3径間 主桁	⑬	143	139	-4	138		-1	
			⑭	105	100	-5	101		+1	
	⑮		11	10	-1	10	0			
	⑯		102	100	-2	100	0			
	⑰		110	108	-2	107	-1			
	⑱		118	117	-1	117	0			
	⑲		0	0	0	0	0			
	⑳		103	98	-5	97	-1			
	㉑		105	102	-3	102	0			
	㉒		12	12	0	12	0			
	㉓		93	91	-2	91	0			
	㉔		105	101	-4	101	0			
	㉕		115	112	-3	112	0			
	㉖	0	0	0	0	0				
	㉗	102	104	+2	103	-1				

単位(mm)

# (5) 現在までの対応内容

## 【モニタリング 主要位置のすき間変化の確認】

測定位置	測定日		11/17(火)			11/18(水)			
	測定時刻		10:45	16:05	差	8:30	11/17との差	15:00	11/17との差
	第2径間 防護柵 ~ 第3径間 防護柵	①	180	177	-3	178	+1	175	-2
		②	180	177	-3	179	+2	176	-1
		③	182	178	-4	180	+2	177	-1
		④	181	177	-4	179	+2	176	-1
		⑤	97	92	-5	94	+2	92	0
		⑥	107	102	-5	104	+2	103	+1
		⑦	102	97	-5	99	+2	98	+1
		⑧	140	135	-5	136	+1	136	+1
	第2径間 地覆 ~ 第3径間 地覆	⑨	177	173	-4	174	+1	174	+1
		⑩	172	167	-5	169	+2	169	+2
		⑪	170	168	-2	169	+1	169	+1
	第2径間 歩道 ~ 第3径間 歩道	⑫	176	171	-5	172	+1	171	0
		⑬	117	113	-4	115	+2	111	-2
		⑭	110	106	-4	109	+3	105	-1
		⑮	103	98	-5	101	+3	97	-1
		⑯	105	99	-6	102	+3	98	-1

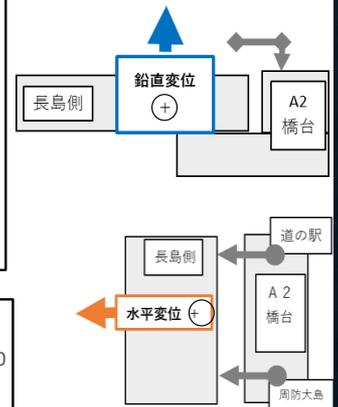
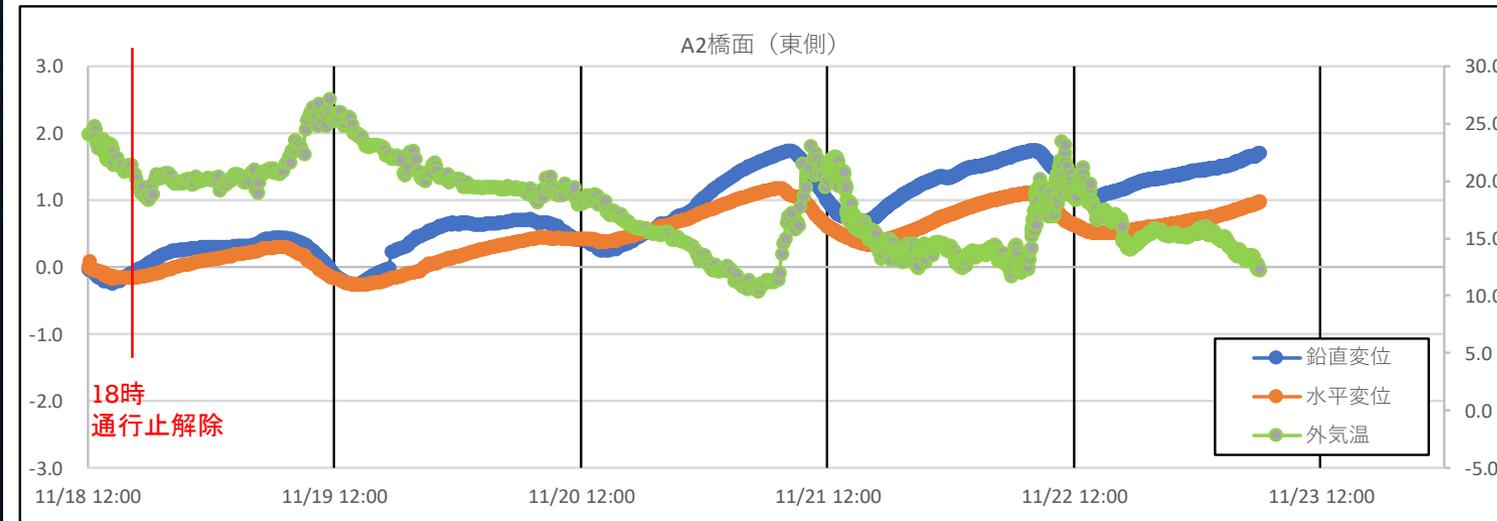
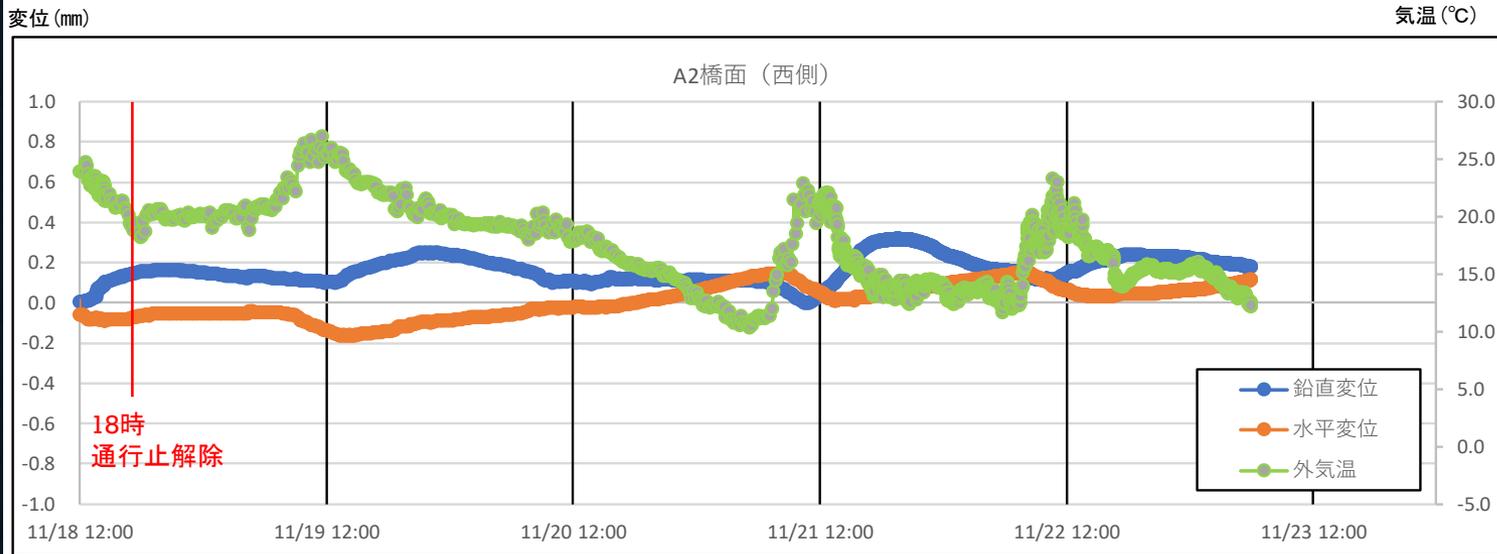
測定位置	測定時刻		11:30	16:20	差	8:20	11/17との差	11:30	11/17との差
		A2橋台	①	265	265	0	263	-2	260
②			255	255	0	254	-1	253	-2
③			265	265	0	263	-2	261	-4
④			265	265	0	265	0	264	-1
⑤			253	253	0	249	-4	250	-3

単位(mm)



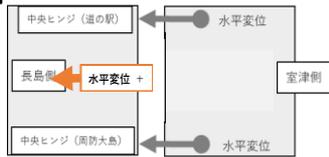
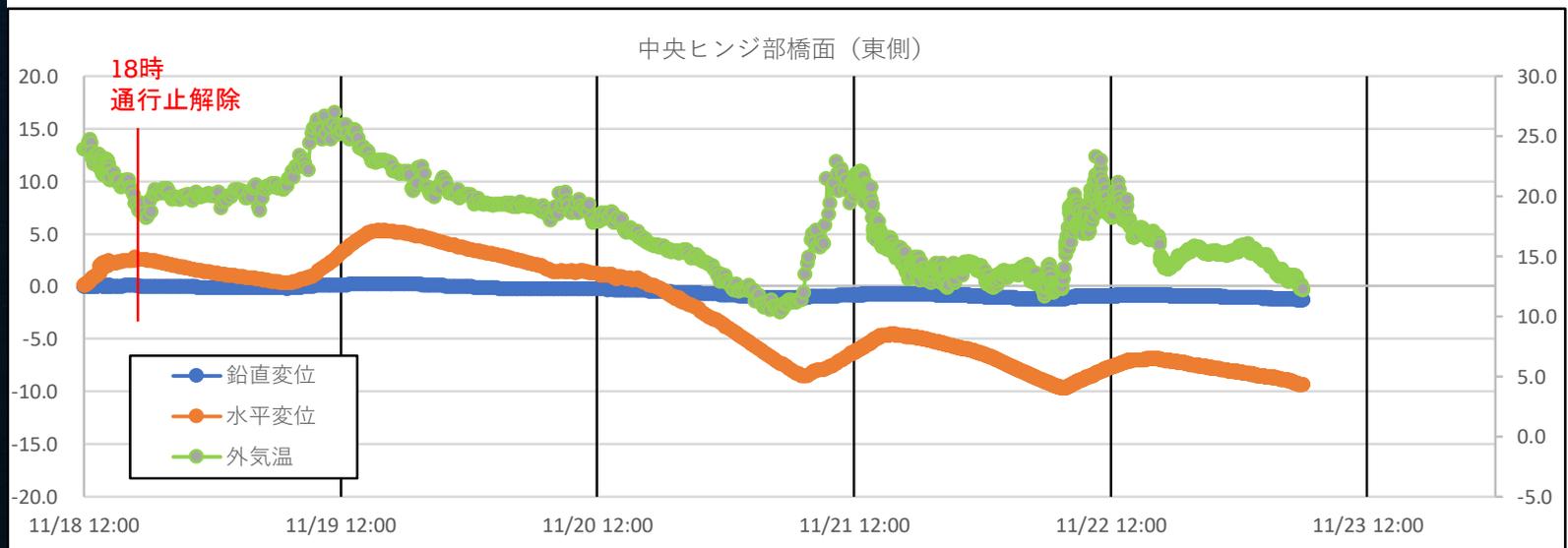
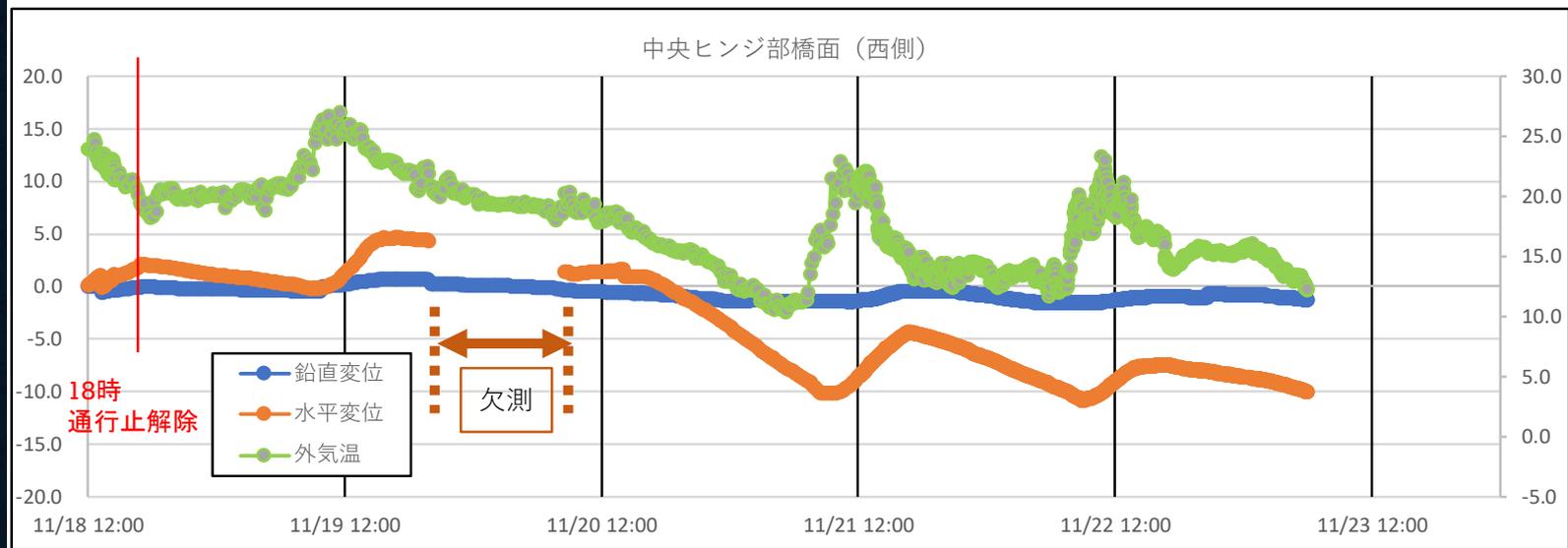
# (5) 現在までの対応内容

## 【モニタリング A2橋台位置の絶対変位】



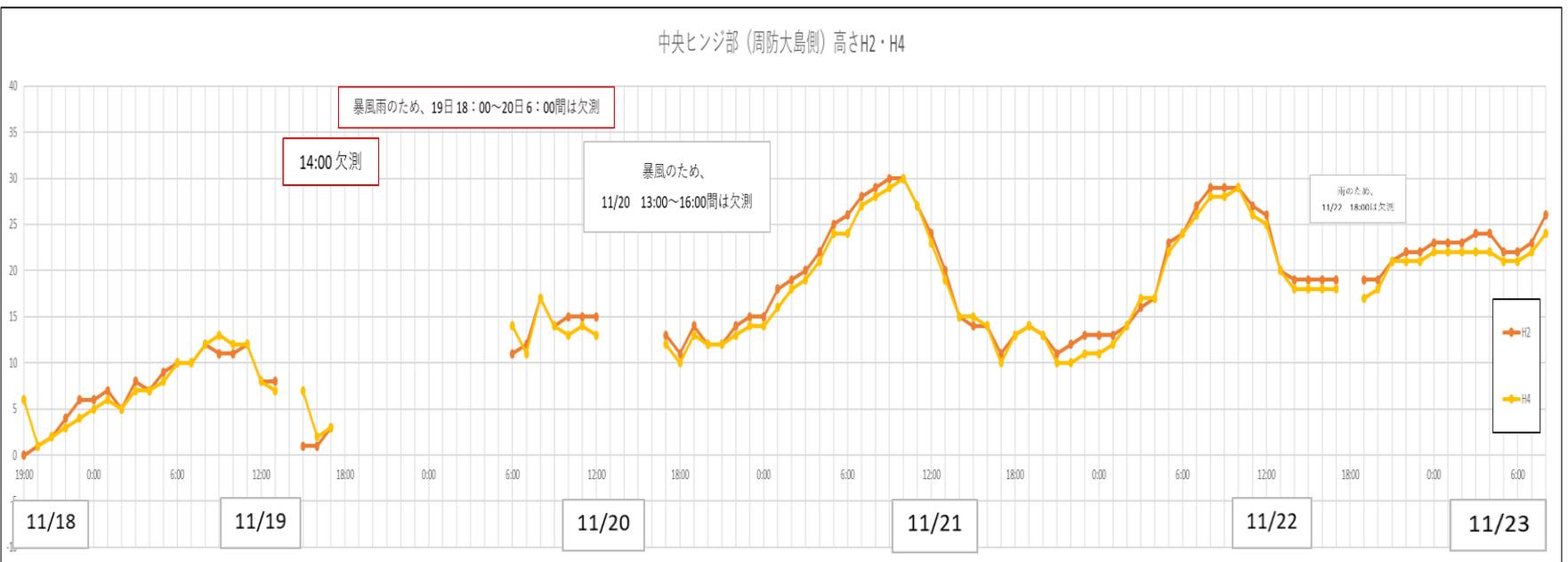
# (5) 現在までの対応内容

## 【モニタリング 中央ヒンジ部の相対変位】



# (5) 現在までの対応内容

## 【モニタリング 中央ヒンジ部の絶対変位】

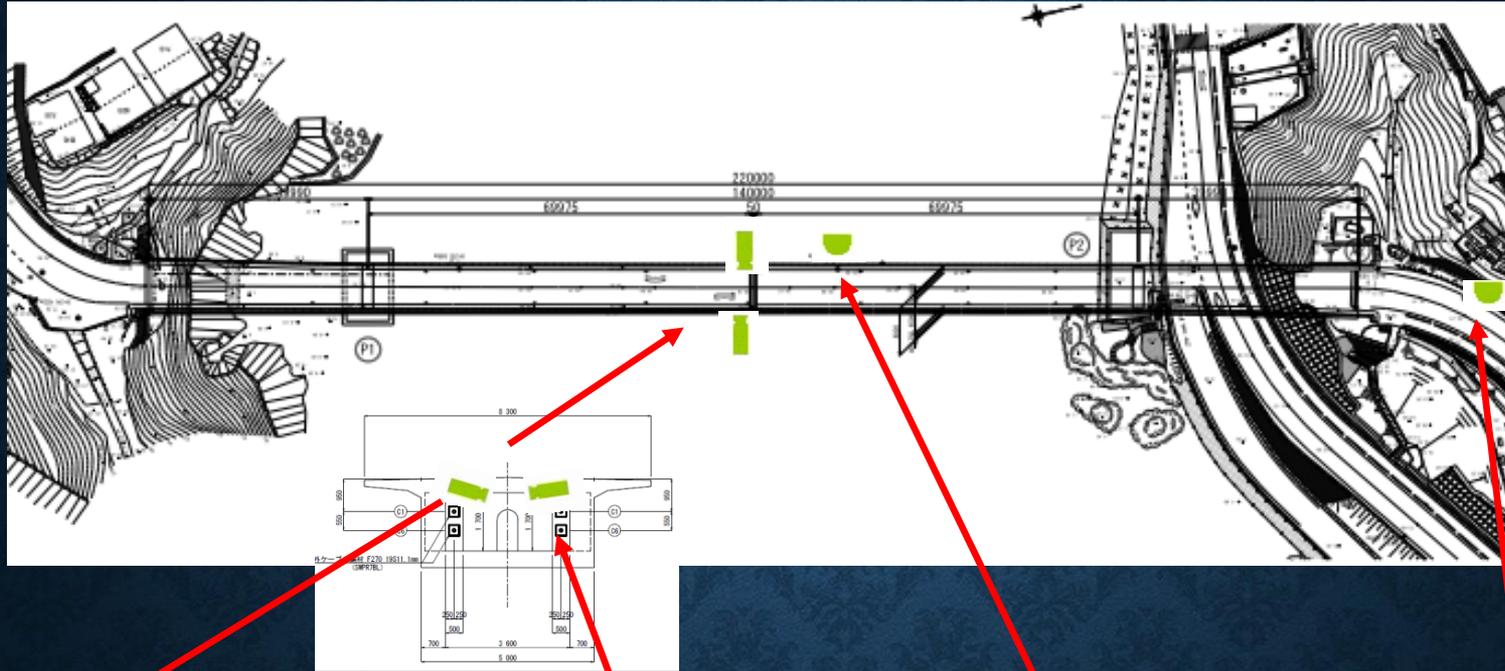


# (5) 現在までの対応内容

## 【モニタリング 上関大橋(県道光上関線)カメラについて 11月21日】

長島(A1)側

室津(A2)側



IPカメラ1

IPカメラ2

PTZカメラ1

PTZカメラ2

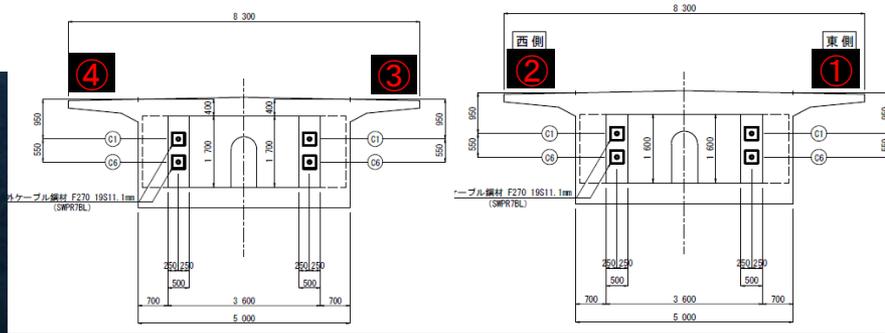
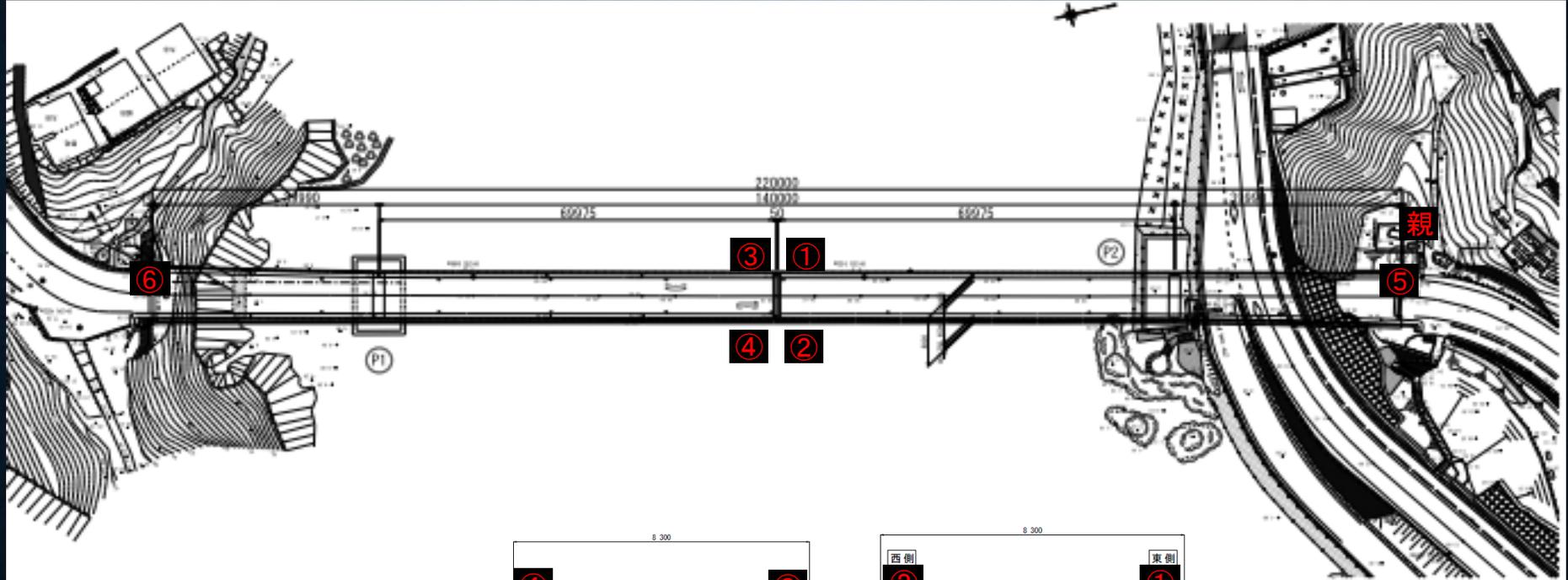


# (5) 現在までの対応内容

## 【モニタリング 上関大橋(県道光上関線)GNSS計測について】

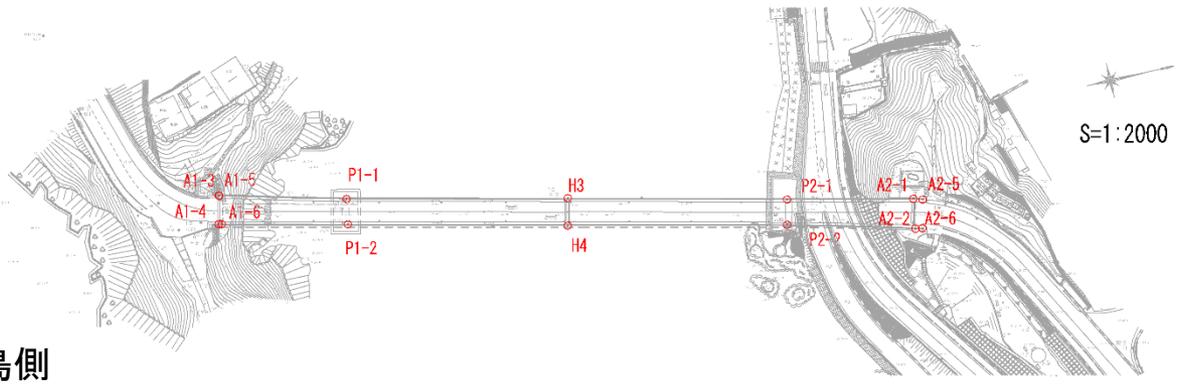
長島(A1)側

室津(A2)側



# (5) 現在までの対応内容

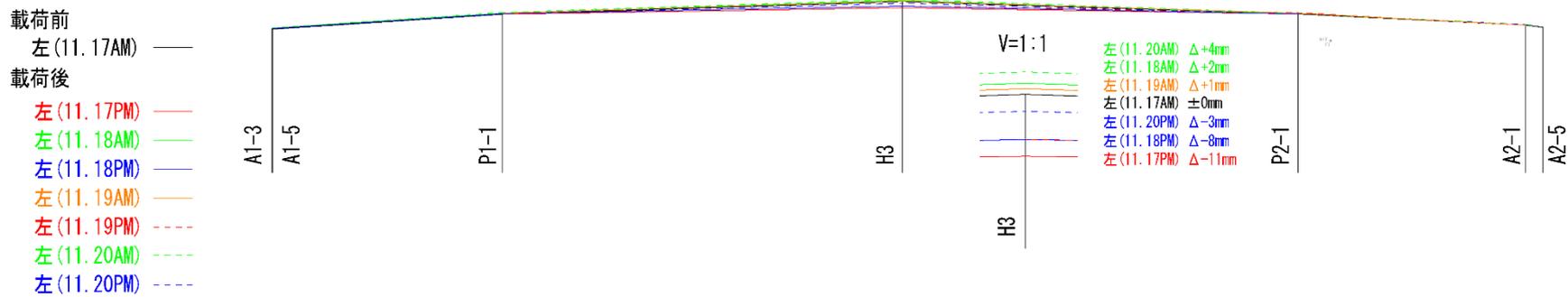
## 【モニタリング 縦断測量のモニタリング】



V=1:10  
H=1:1000

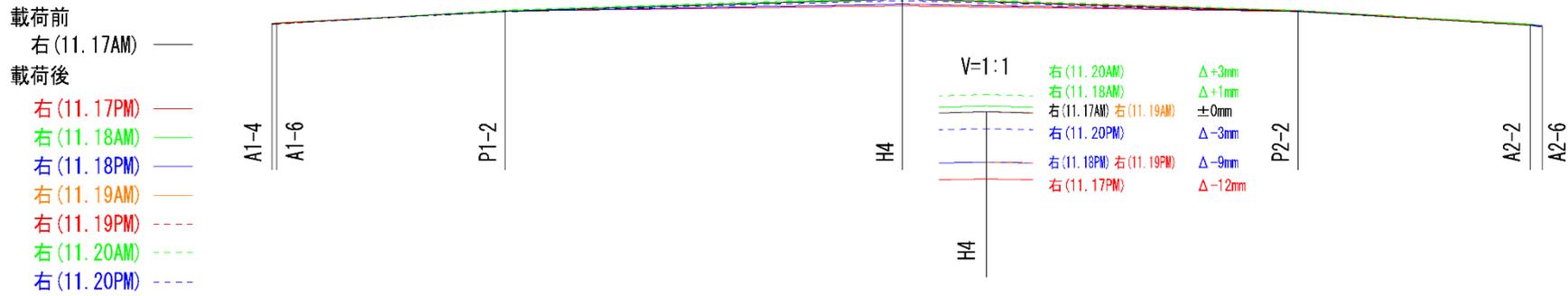
長島側

室津側



長島側

室津側



# (5) 現在までの対応内容

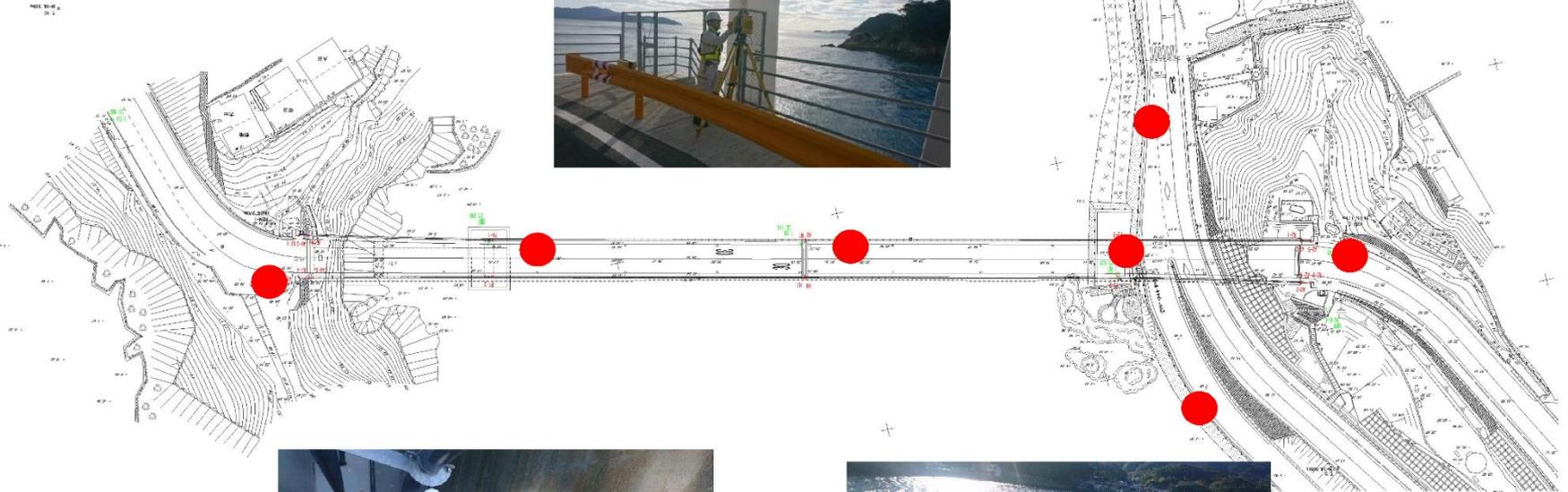
## 【モニタリング 3D測量】

### 3D 測量について

損傷後の上関大橋の全体形状を把握するために、3D 測量を 11/20～21 の 2 日間で実施した。P2-A2 径間下の道路及び A2 橋台前面、路面上など、測定ポイントを設定し、計測した。また、箱桁内部の状況についても 3D 測量を実施予定。

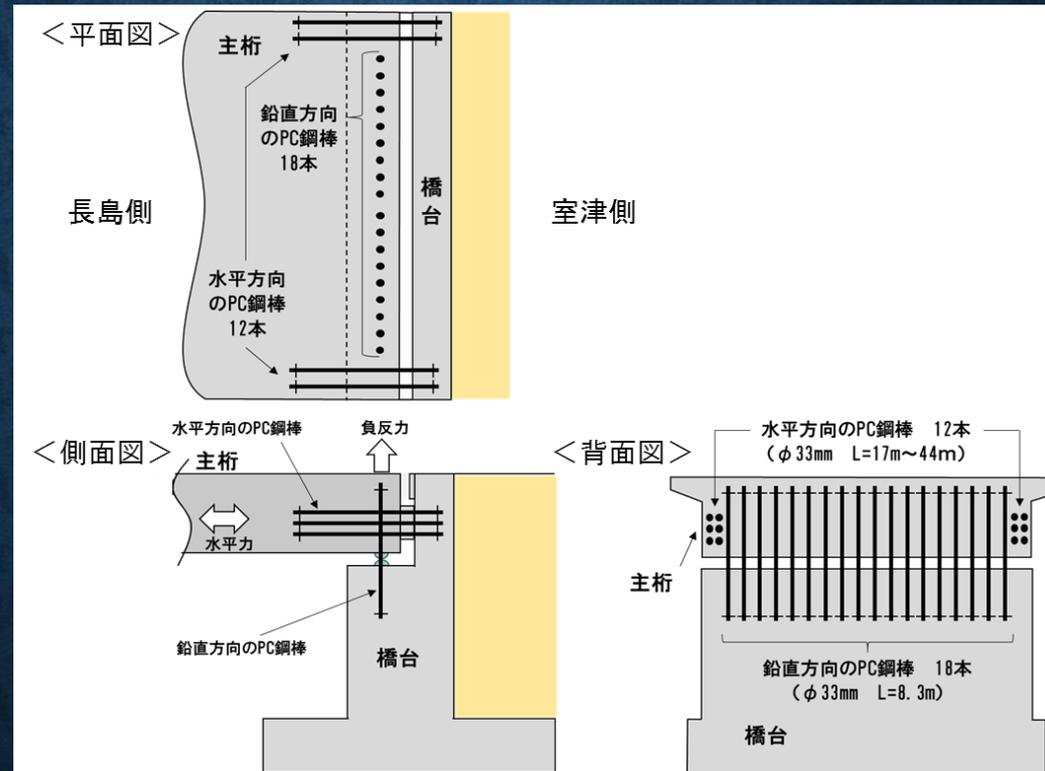
(11/27 実施：11/26 まで変位計やひずみ計などのモニタリング機器設置取り付け作業のため、計測できないため)。

P1～A1 径間にかけては、下からの測定箇所がないため、無人航空機を用いて計測する。



## (6)原因の推定

- 今回事象の原因は、主桁と橋台を連結する鉛直方向のPC鋼棒に破断等が生じていると推定され、20cmの段差が生じている状況を考えると、全ての鉛直PC鋼棒が破断に至っているものと推定される。



- また、水平方向のPC鋼棒についても連結が機能していない可能性が推定される。

## (7) 原因究明に向けた調査方法・計画

PC鋼棒の破断の確認やPC鋼棒の破断が橋全体に与える影響を把握し、本復旧を検討するためには、以下に示す調査の計画・実施が必要と考える。

	確認を要する事項	調査内容
①	既設鉛直PC鋼棒の破断状況	非破壊検査＋はつりによる目視
②	既設水平PC鋼棒の状況	
③	L2地震対応で設置したPCケーブルの健全性、荷重負担	張力調査、渦流探傷試験
④	L2地震対応で設置したグラウンドアンカーの荷重負担	張力調査
⑤	A2橋台躯体コンクリートの健全性	橋台背面より進入してのコンクリート躯体(特に胸壁)の目視調査
⑥	箱桁端横桁の健全性	箱桁内部からのコア削孔による端横桁の亀裂確認
⑦	上部工既設PC鋼材の健全性	非破壊検査
⑧	中央ヒンジ部の健全性	荷重負荷の確認、UT、MT、目視調査
⑨	橋脚(特にP2)の健全性	ひびわれ調査、鉄筋探査

# (7)原因究明に向けた調査方法・計画

## 【①②⑦PC鋼棒・PC鋼材の破断調査方法】

STEP1			STEP2	
調査方法	第2案 超音波探査	第3案 放射線透過法	第4案 漏洩磁束法	
概要図				<p>第1案 はつり・目視調査</p>
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼材表面から超音波を内部に伝搬し破断部から反射された超音波を検出する。</li> <li>鋼材を露出させる必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線を照射することでコンクリート内部の状況を透過する。</li> <li>放射線の安全管理が必要である。</li> <li>部材厚が厚い場合透過精度が落ちる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート表面から鋼材を着磁し、鋼材の磁束密度を計測する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートをはつり、内部鋼材を露出した上で目視確認を行う。</li> <li>直接の目視確認が可能である。</li> <li>おおよその破断箇所が分からない場合、はつり範囲が広くなり非現実的である。</li> </ul>

## (8) 本復旧に向けた調査・計画

本復旧は、(7)で示した調査を踏まえ、各部材が有効に機能する対策、あるいは各部材に期待せず、新たに講じる復旧対策で橋全体を支持する検討を実施。

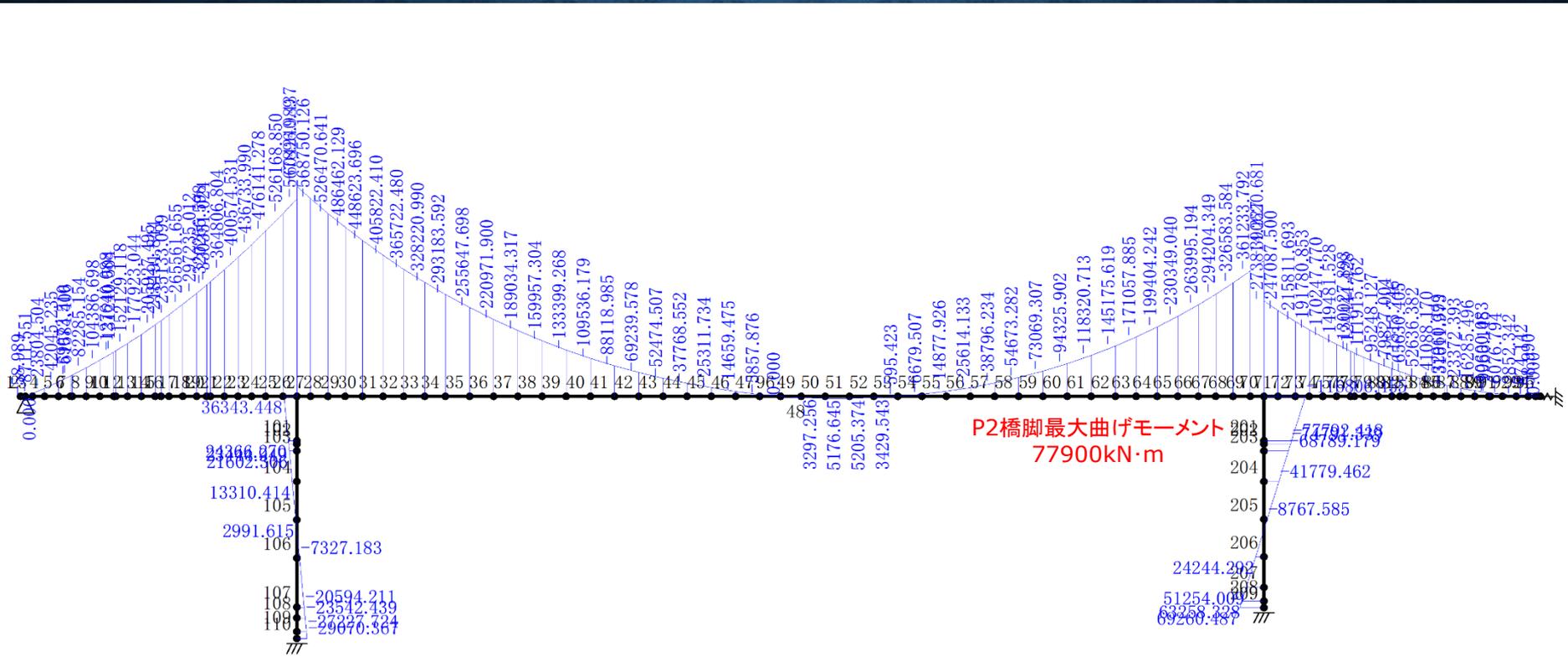
### 【既設PC鋼棒の破断等による橋体への影響解析】

項目	解析条件
鉛直方向の支持	機能しないと仮定、鉛直方向の支持条件【可動】
水平方向の支持	一定の機能を有すると仮定し、水平バネでモデル化（回転方向【可動】）。鉛直の変位量が現状と合うようにバネ定数を設定。
橋脚・上部工の断面剛性	全断面有効剛性
A1橋台部の支持条件	既設水平PC鋼棒と鉛直方向に設置した主桁-橋台連結鋼材が機能していると仮定、竣工時と同様の支持条件を踏襲
橋体モデル	ラーメン橋としてモデル化

# (8) 本復旧に向けた調査・計画

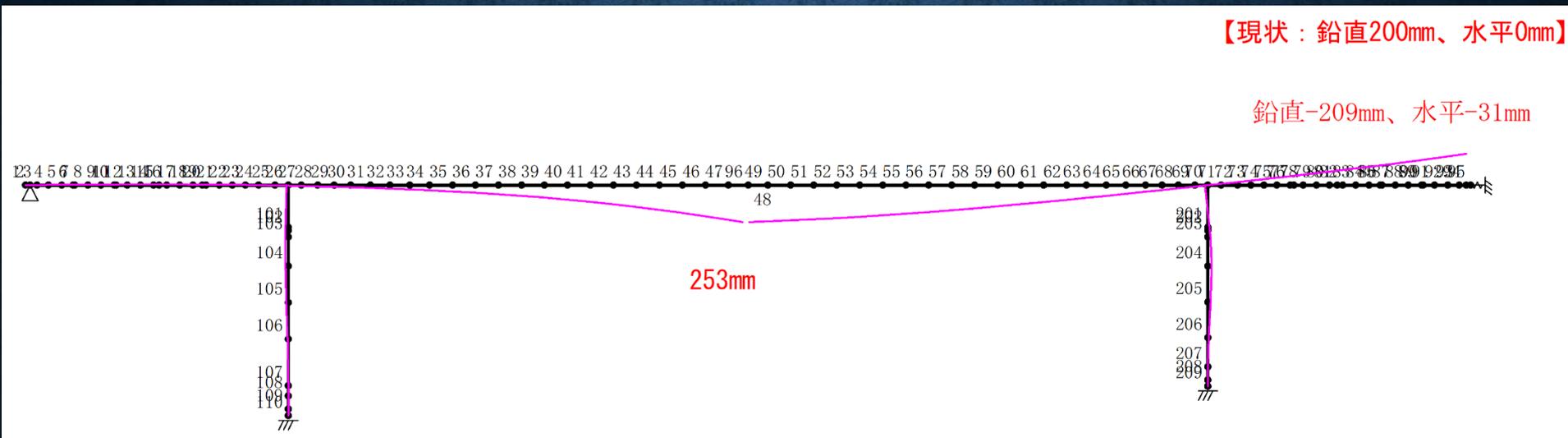
## 【断面力図(死荷重時)】

➤ 損傷前に比べて、P2橋脚の曲げモーメントが増大



## (8) 本復旧に向けた調査・計画

### 【変位図(死荷重時)】



### 【解析の今後】

- 現地調査結果を踏まえてフレーム解析の条件を再設定し、現況をより詳細に再現
- フレーム解析(静的)による再現が難しい実現象に対しては、FEM等、別途の解析手法により検証を行う。

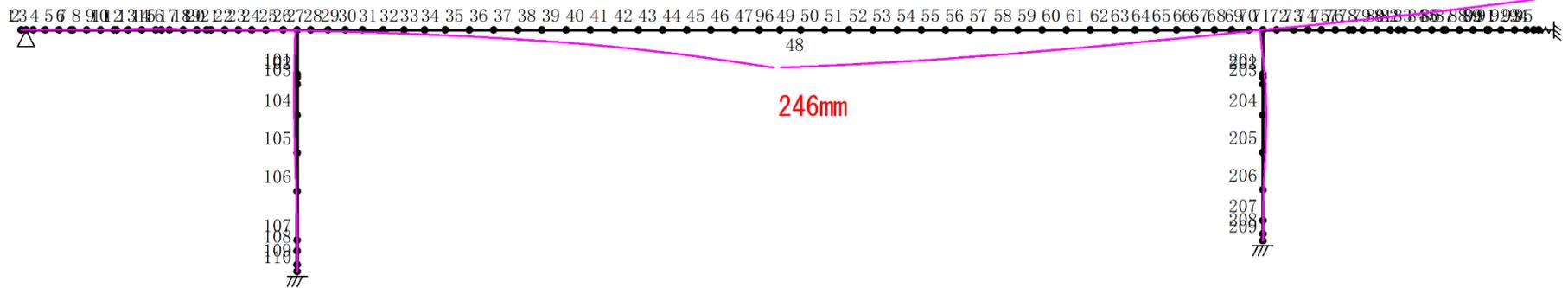
# (9) 応急対策

## 【これまでの対応内容】

- ヒンジ部先端に8tの軸重を載荷し、A2橋台部に32tのカウンター荷重を載荷させて、フレーム解析で変位を確認
- 橋上に8t相当車をテスト走行させ、挙動を確認

【現状：鉛直200mm、水平0mm】

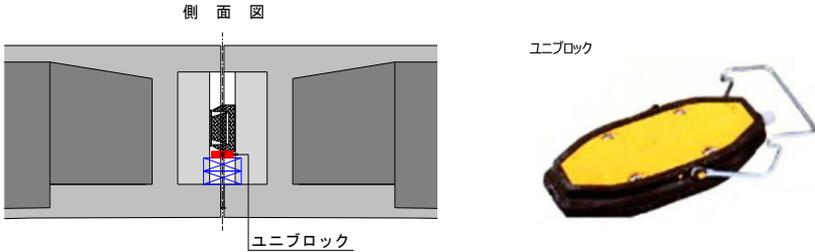
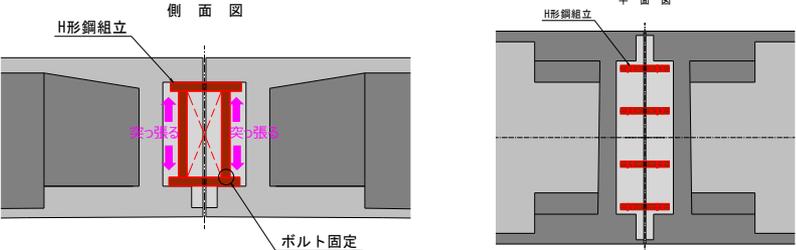
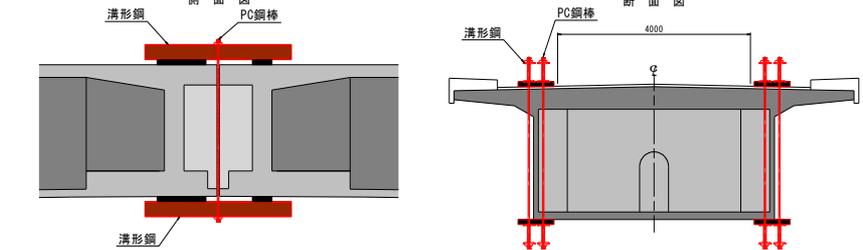
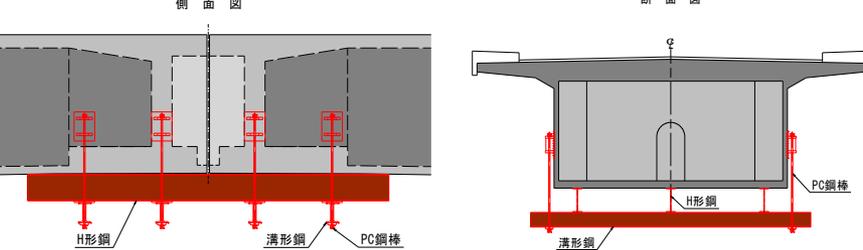
鉛直-195mm、水平-30mm





# (9) 応急対策

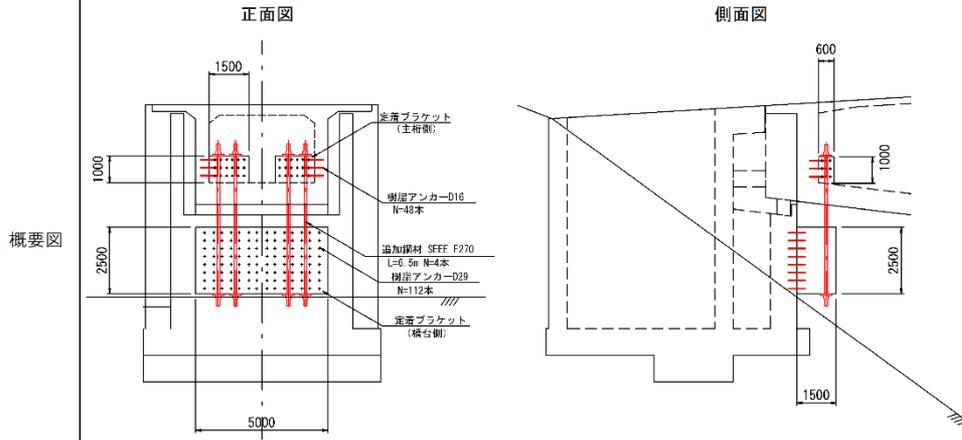
## 【中央ヒンジ部の応急対策】

案	概要図	概要	備考
早期対応策	<p>概要図</p>  <p>側面図</p> <p>ユニブロック</p>	<p>概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒンジ部支承下にユニブロックを設置し、既設支承が破壊された後に桁間に段差が生じることを防ぐ。</li> </ul>	<p>備考</p> <p>第1案～第3案の対応を実施するに先立ち、対策の第1弾として実施する。</p>
第1案	<p>概要図</p>  <p>側面図</p> <p>H形鋼組立</p> <p>ボルト固定</p> <p>平面図</p> <p>H形鋼組立</p>	<p>概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒンジ部支承周りにH形鋼を設置し、支承が破壊された場合にH形鋼が桁を支持する。</li> <li>・桁下面の遊間が20cm程度であるため、H150のH鋼を桁下遊間から搬入し、支承部で組立を行う。</li> </ul>	<p>備考</p> <p>施工性や車両通行への影響の面から、最適な案と考えている。</p>
第2案	<p>概要図</p>  <p>側面図</p> <p>溝形鋼</p> <p>PC鋼棒</p> <p>断面図</p> <p>溝形鋼</p> <p>PC鋼棒</p> <p>4000</p>	<p>概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・PC鋼棒を引張、中央ヒンジを持ち上げる。</li> <li>・橋梁点検車にて、鋼材を取り込むため、荷重に制限がある。</li> <li>・橋体の検討が必要。</li> <li>・伸縮装置に穴を開ける必要がある。</li> </ul>	
第3案	<p>概要図</p>  <p>側面図</p> <p>H形鋼</p> <p>溝形鋼</p> <p>PC鋼棒</p> <p>断面図</p> <p>H形鋼</p> <p>溝形鋼</p> <p>PC鋼棒</p>	<p>概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・箱桁ウェブに取り付けたPC鋼棒と、桁下に設置した鋼材により、ヒンジ部支承が破壊した後も桁を支持できる構造とした案。</li> <li>・橋梁点検車にて、鋼材を取り込むため、荷重に制限がある。</li> <li>・桁ウェブのアンカー削孔が必要となる。</li> </ul>	

# (9) 応急対策

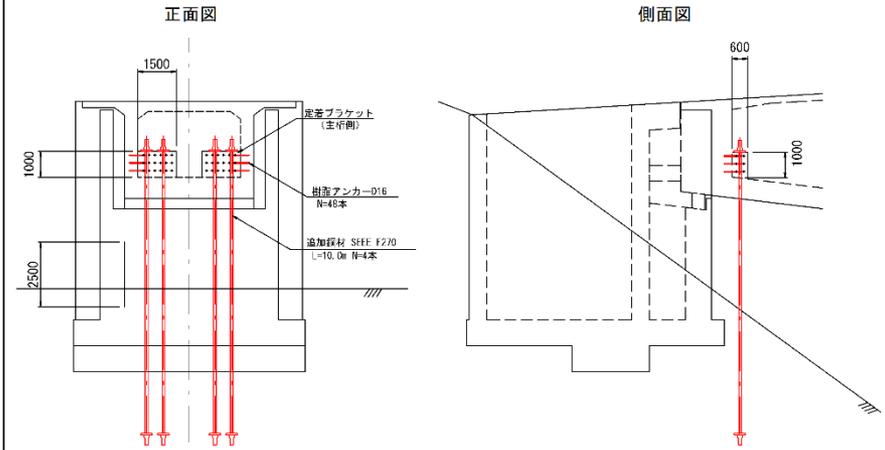
## 【A2橋台部の応急対策】

第1案 PC鋼材アンカー設置(主桁内配置)



主桁内および橋台前面に負反力鋼材定着用ブラケットを設置し、PC鋼材にて両者を緊張する案。

第2案 PC鋼材アンカー設置+グラウンドアンカー(主桁側面配置)



主桁内に負反力鋼材定着用ブラケットを設置し、グラウンドアンカー形式のPC鋼材により補強する案。

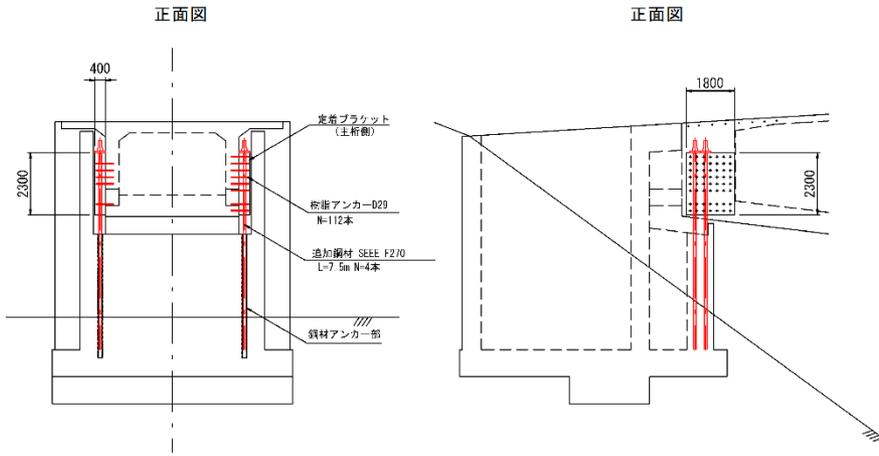
※上表はA1橋台検討時のもの

# (9) 応急対策

## 【A2橋台部の応急対策】

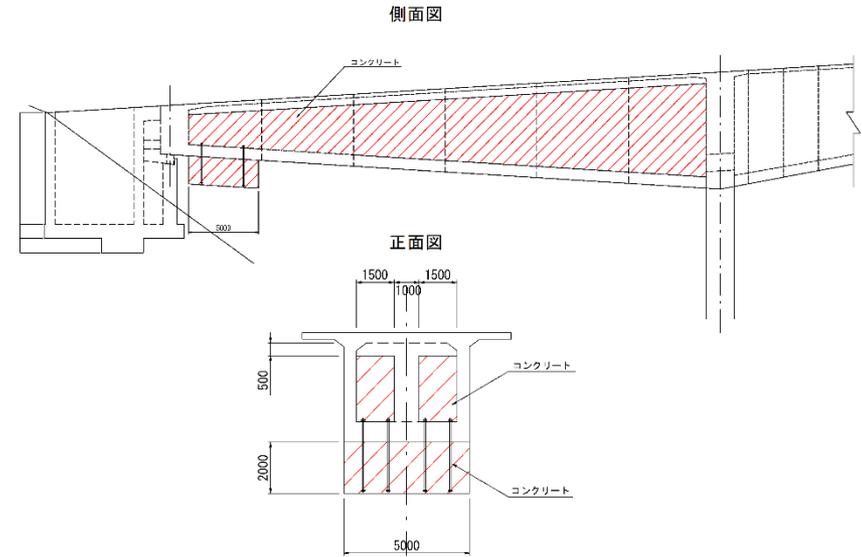
第3案 PC鋼材アンカー設置(主桁側面配置)

概要図



主桁側面に負反力鋼材定着用ブラケットを設置するとともに、橋台壁部の削孔箇所(PC鋼材を付着定着し、両者を緊結する案

第4案 カウンターウェイト



主桁内にカウンターウェイト用コンクリートを打設し、負反力に抵抗する案

※上表はA1橋台検討時のもの

## (9) 応急対策

### 【P2橋脚の補修・補強】

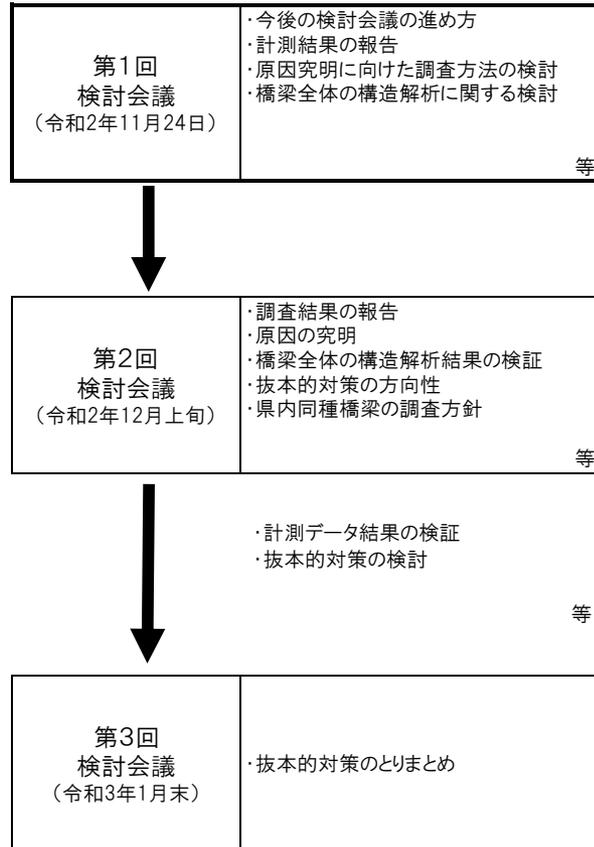
- 橋脚柱上部にひびわれが発生しているため、A2橋台部の応急対策を実施後、繊維シートを剥ぎ取り柱をひび割れ調査や鉄筋探査を実施して、ひび割れ注入や繊維シートを施す。



# (10) 今後の検討会議の進め方について

## 上関大橋復旧検討会議フロー

### 検討会議の進め方



※会議は、検討状況により複数回実施することもある