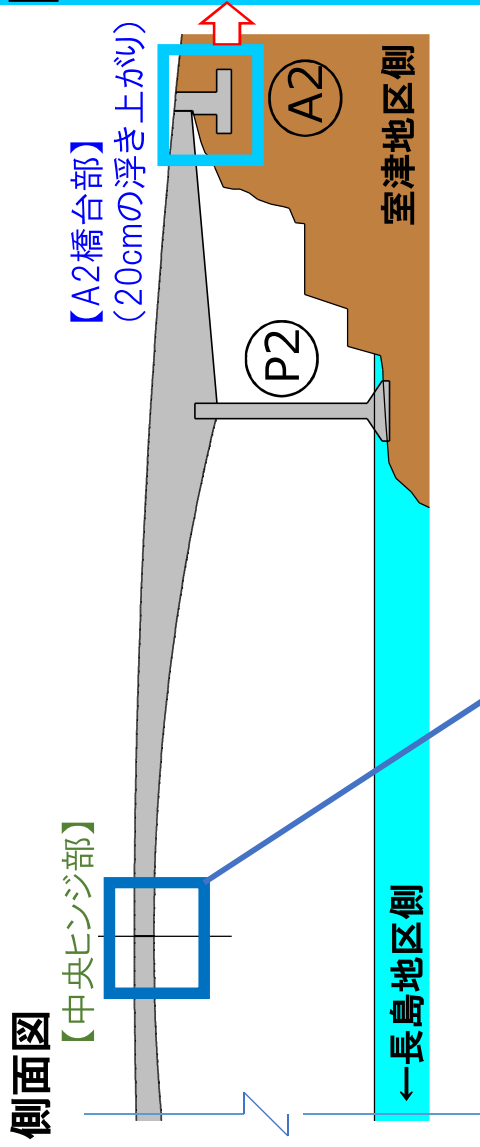
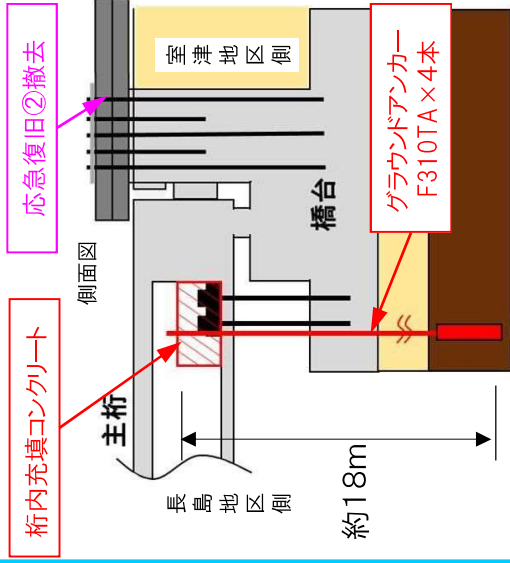


応急復旧②の概要(3月末までに実施予定)



【A2橋台部の応急復旧②】

1) グラウンドアンカー工による桁端鉛直拘束

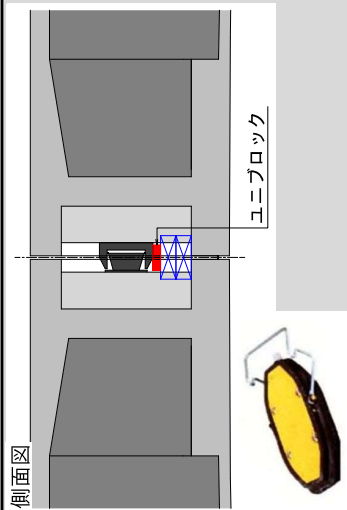


<計画方針>

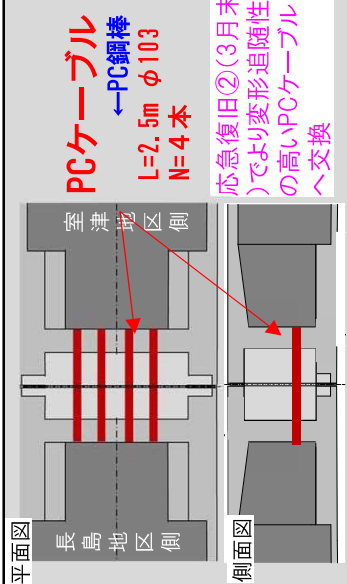
- ◆ 応急復旧②では基本「待ち受け」で設置。
- ◆ 本復旧での緊張時に桁が20cm下がることに対応できる構造
- ◆ 許容引張力 (計750t程度) は、鉛直PC鋼棒の切断により失われた鉛直拘束力約600tf (死荷重430tf+B活荷重170tf) に不均等荷重を考慮した余裕量25%で設定
- ◆ 削孔および緊張は橋面より実施

【中央ヒンジ部の応急復旧②】

1) 中央ヒンジ部のユニブロック
→緊急対策を流用、本復旧で撤去



2) 中央ヒンジ部下端相互連結 (フェイルセーフ) 「PC鋼棒→PCケーブル」による桁移動抑制



2) 段差発生事象の解析的検討

(1) 段差発生前までの復元

【竣工時の復元】

下部工施工～上部工施工（支保工架設・張出架設）～橋面工施工～供用開始までの17ステップより主要7ステップを考慮したステップ解析により復元。

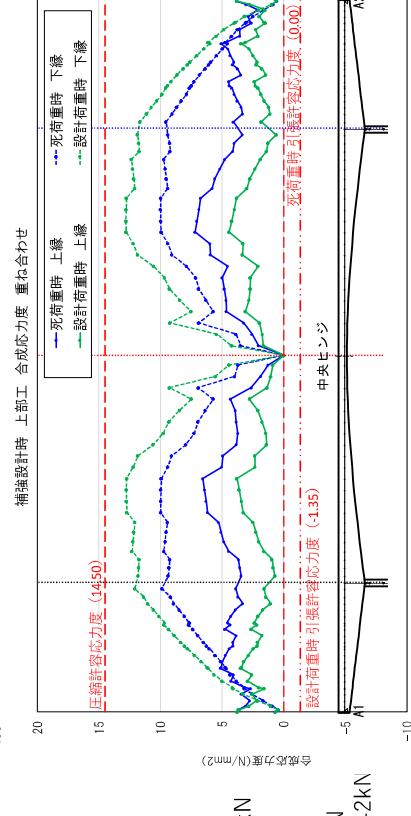
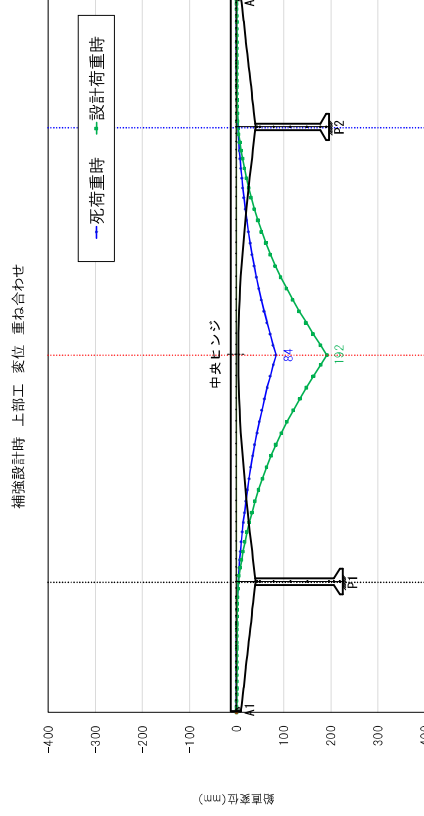
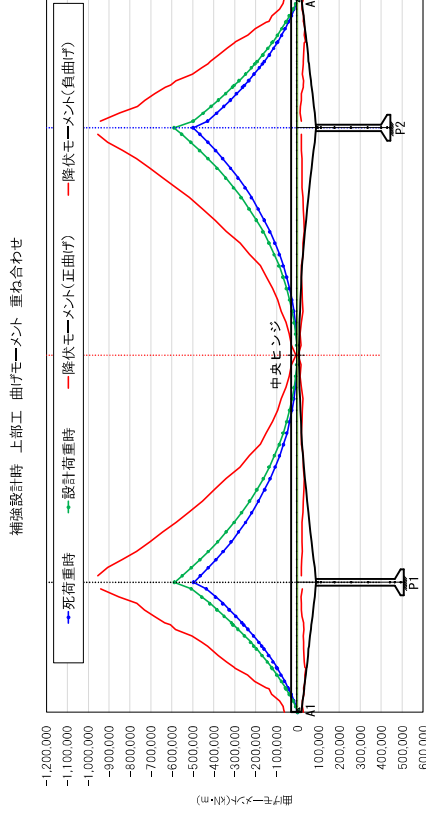
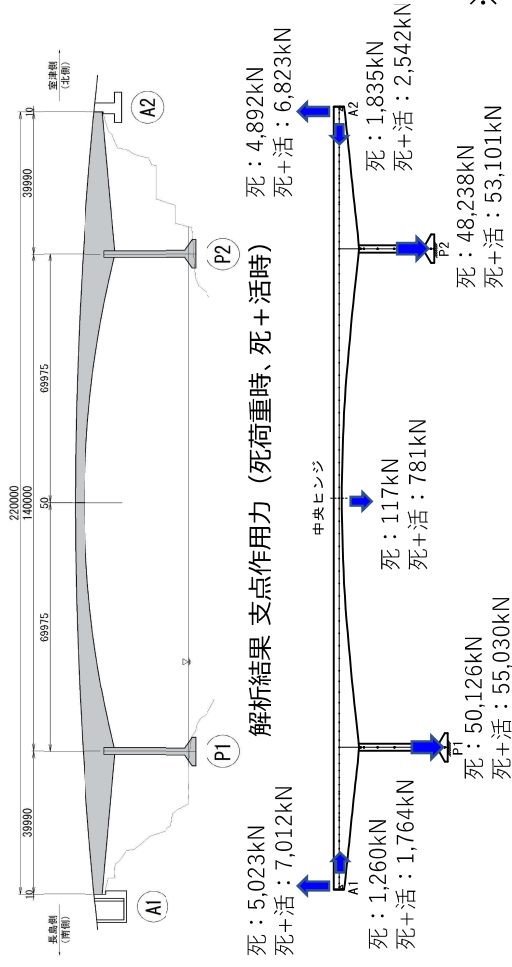
【段差発生前の復元】

竣工時の状況を踏まえた上で、竣工後に施されたB活荷重・耐震補強完了時の状態を復元。

＜段差発生前 解析モデル＞

上部構造・下部構造は、全断面有効剛性を使用。
支点条件は下表のとおりとする（橋脚基部は固定）。

段差発生前 橋台・ヒンジ部支点条件	
A1・A2橋台	鉛直・水平拘束、回転拘束無
ヒンジ部	鉛直拘束、水平・回転拘束無



※ 図は、「段差発生前」の復元した解析結果を示す。

(2) 段差発生後の事象のケーススタディ

【段差発生後 解析モデル】

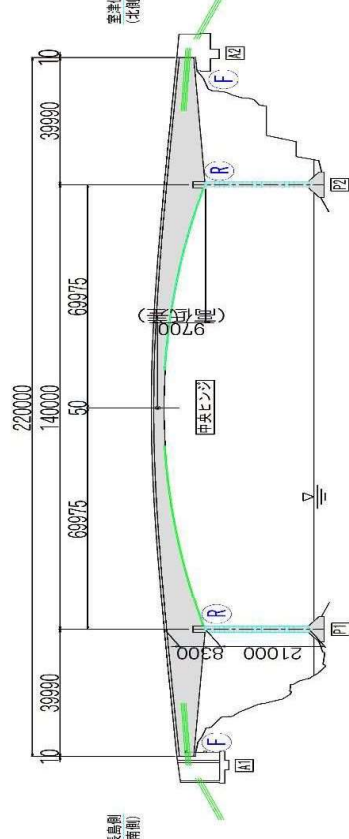
【モデル化における仮定】

A2橋台部の段差発生を踏まえ、A2橋台部の鉛直PC鋼棒が機能しなくなると仮定したモデルとする。

【ケーススタディ】

仮定を踏まえ、A2支点条件のモデル化に対して、下表の3ケースについて考え、現地計測結果との整合を確認する。

	段差発生後 A2橋台 支点条件	
ケース1	鉛直・水平・回転 拘束無	
ケース2	水平 拘束、鉛直・回転 拘束無	
ケース3	水平 バネ支持、鉛直・回転 拘束無	



【A2 水平バネ値の設定】

ケース3では耐震補強で設置した桁端-橋台連結のPC外ケーブルが水平変位を拘束すると仮定し、PC鋼材のバネ値より、支点の水平バネ値を推定する。

PC外ケーブル (F500TD) 1本当たりの水平バネ：23,824kN/m

設置本数：8本

支点 水平バネ：23,824 kN/m × 8本 ≒ 191,000 kN/m

<参考>

PC外ケーブル (F500TD) 1本当たりの許容耐力：4,178kN

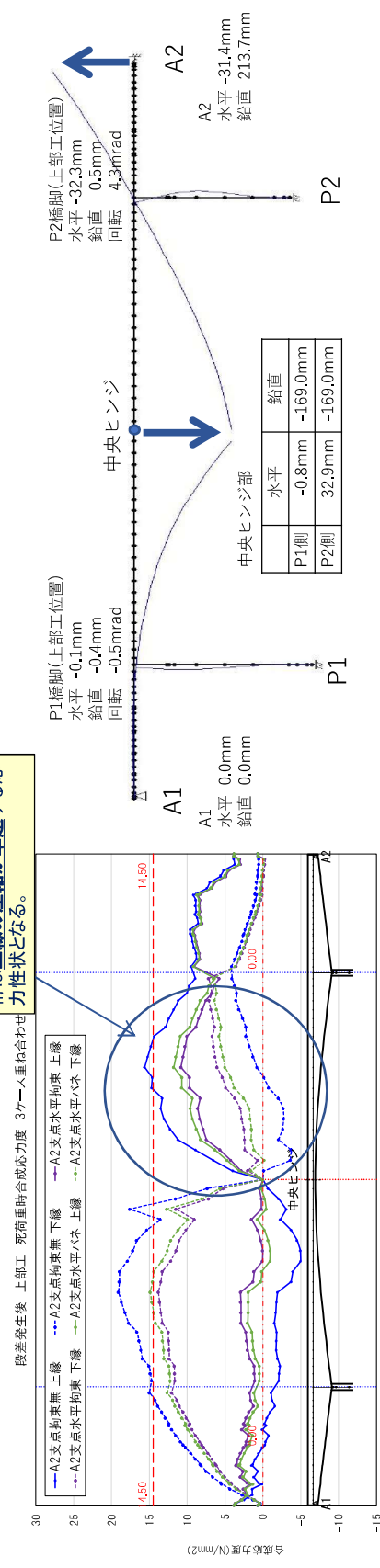
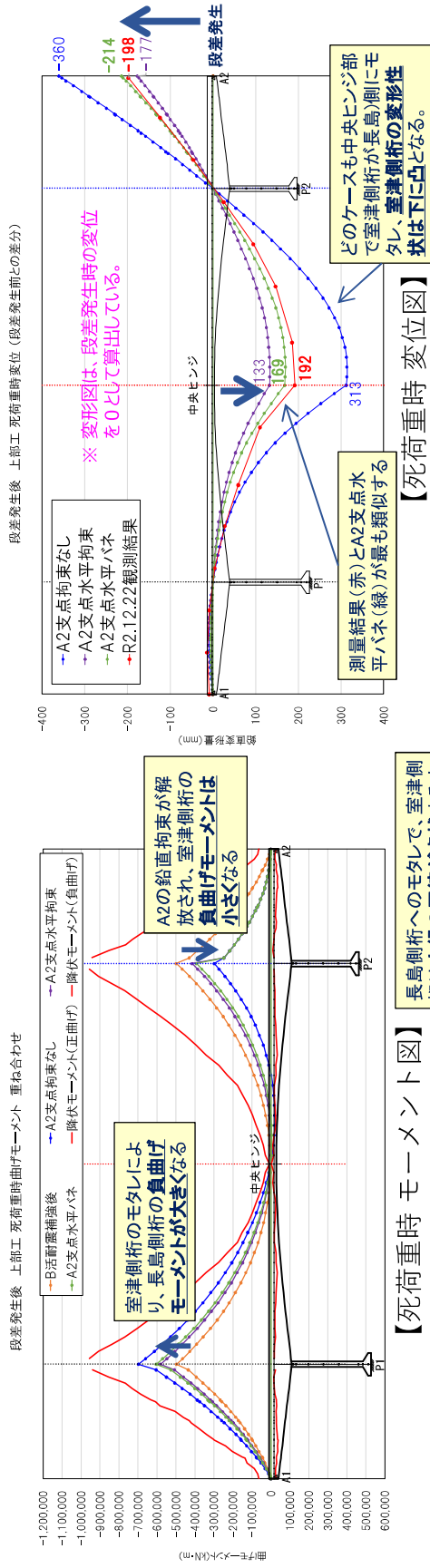
A2橋台部全体の許容耐力：4,178 kN × 8本 ≒ 33,400 kN



(2) 段差発生後の事象のケーススタディ

【3ケースの解析結果】

- ・解析結果では、段差発生により、室津側の桁が長島側の桁にモタれた状態が見られる。
- ・上部構造は、合成応力度が許容応力度を超過する箇所も見られるが、発生モーメントは降伏モーメント内となっている。
- ・変位は、段差発生状況に対してA2支点水平バネ支持のケースに類似傾向が見られる。

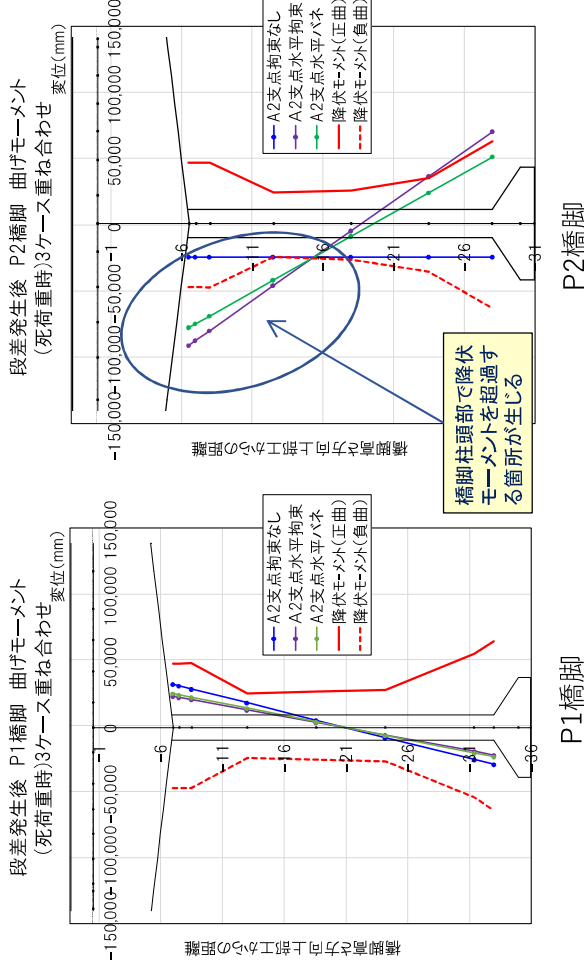


【A2 支点水平拘束時の変位図 (死荷重時)】

(2) 段差発生後の事象のケーススタディ

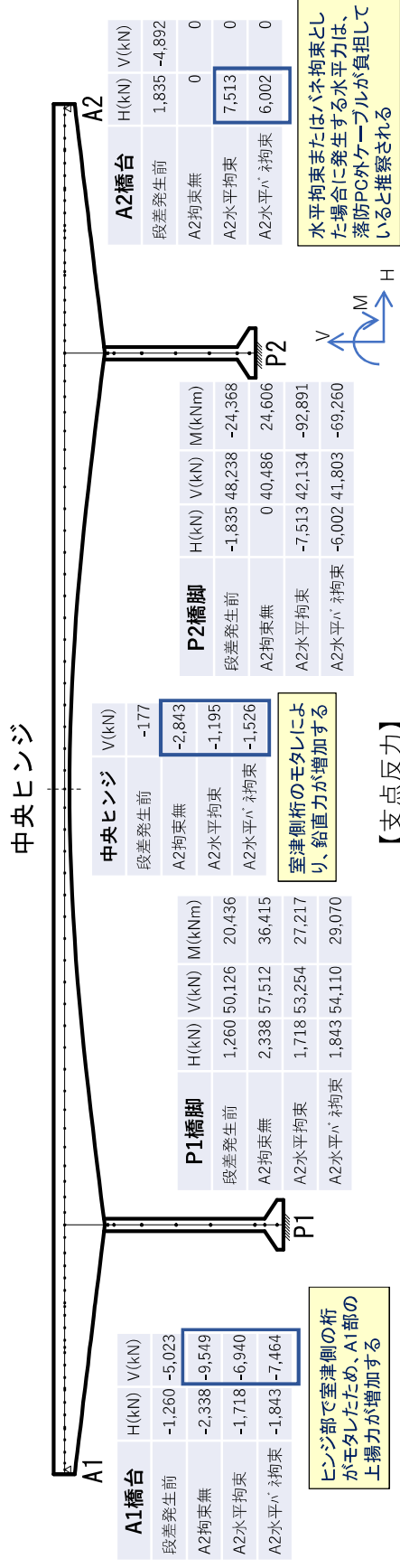
【3ケースの解析結果】

- A2橋台の水平方向を拘束するケースおよびバネ拘束とするケースでは、**解析上P2橋脚柱頭部で降伏曲げモーメントを超過する**（現地調査でP2柱頭部にひび割れ幅最大2mmを確認）。
- 各解析ケースで、**A1橋台(主に上揚力)および中央ヒンジ部の鉛直反力の増加が顕著**。
- 段差発生時、**A2橋台の水平方向を拘束またはバネ拘束としたケースでは、A2支点部の水平力が大きく増加する**。



P1橋脚 P2橋脚

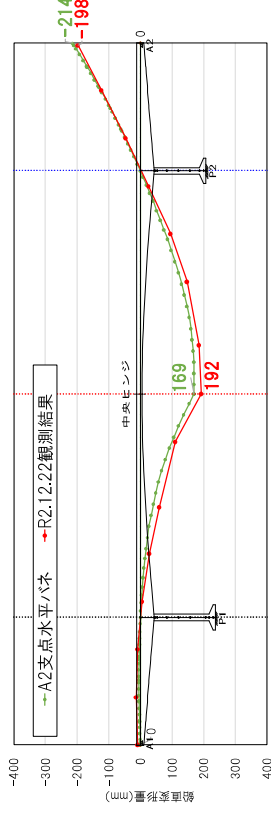
【各解析ケースでの橋脚のモーメント図】



(2) 段差発生後の事象のケーススタディ

【計測結果との整合】

- 1) 水準測量結果との整合（橋面鉛直変位）
桁全長で**計測結果**とA2水平方向をバネ拘束とした場合の**解析値の傾向が概ね一致**。

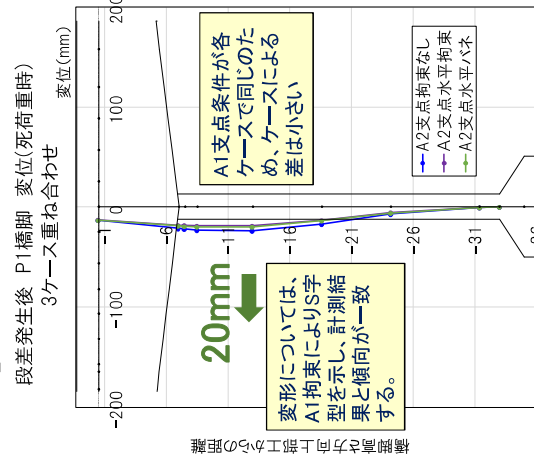
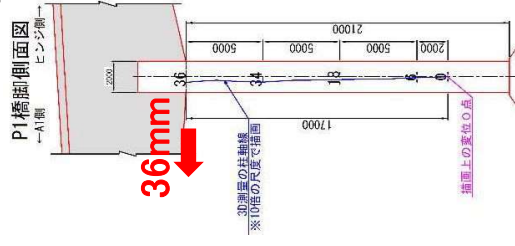


【計測結果とA2水平バネケースとの整合確認【変位図】

- 2) 3D測量による橋脚の変形計測結果との整合

計測結果は概ねS字型を示しているが、**A2水平拘束なしの場合**は片持ち形状の変形モードとなり傾向が異なる。これに対し、**バネ拘束を含めA2支点を水平拘束した場合**は**S字型の変形モード**となり傾向が一致する。

【P1橋脚】



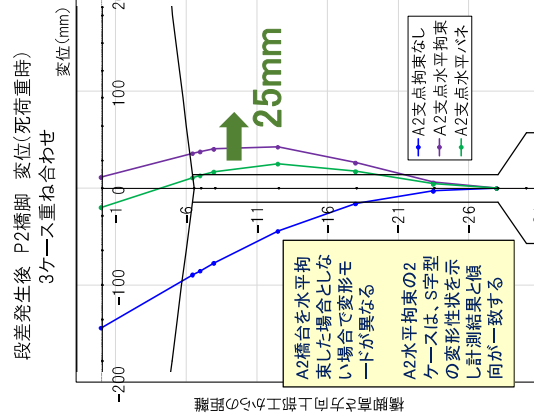
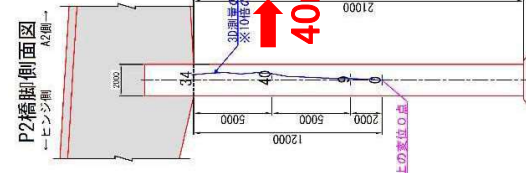
橋面上の変位0点

変形については、A1拘束によりS字型を示し、計測結果と傾向が一致する。

A1支点条件が各ケースで同じのため、ケースによる差は小さい

A2支点拘束なし
A2支点水平拘束
A2支点水平ハネ

【P2橋脚】



橋面上の変位0点

A2橋面を水平拘束した場合としない場合で変形モードが異なる

A2橋面を水平拘束の2ケースは、S字型の変形性状を示し計測結果と傾向が一致する

※3D測量による計測

- 計測値は、鉛直軸からの差異として変位量を計測したもの。
- P1橋脚水平変位量は、測量を実施できなかった柱頭部下方17mを変形のゼロ点として整理。
- P2橋脚水平変位量は、測量を実施できなかった柱頭部下方12mを變形のゼロ点として整理。

【計測結果】

【解析値】

【計測結果】

【解析値】

(2) 段差発生後の事象のケーススタディ

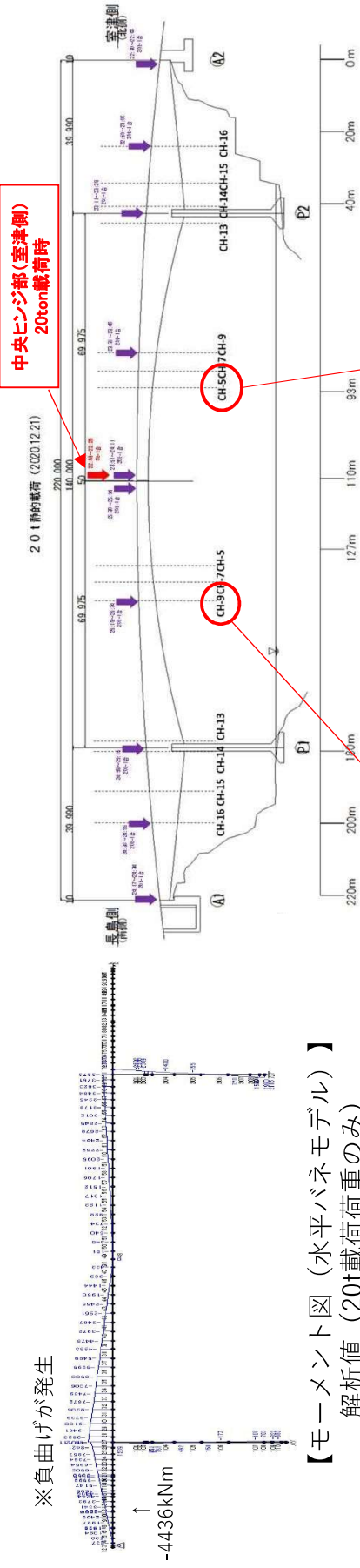
【計測結果との整合】

3) 載荷試験結果との整合 (車両走行による影響)

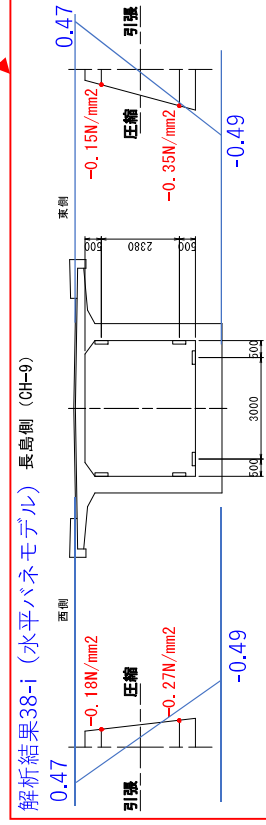
- 鉛直変位では、解析結果と測量結果に差異が見られる。
- 応力度の圧縮・引張の傾向も、解析結果と載荷試験結果で一貫しない箇所が見られる。

【中央ヒンジ部鉛直変位の検証】

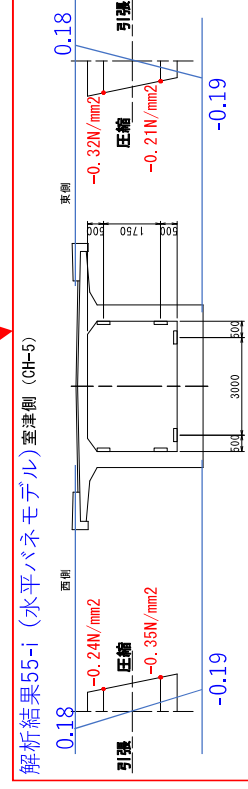
- ◆ 解析結果
ヒンジ部 16.6mm
- ◆ 水準測量結果
【A1側】西側：1mm
【A1側】東側：-1mm
【A2側】西側：2mm
【A2側】東側：0mm



【モーメント図 (水平バネモデル)】
解析値 (20t載荷荷重のみ)



解析結果では負曲げの応力性状に対し、測定結果は圧縮が卓越する傾向
→中央ヒンジ部で軸力(水平力)を伝達している可能性



解析結果では負曲げの応力性状に対し、長島側の結果と同様に測定結果は圧縮が卓越する傾向
→中央ヒンジ部で軸力(水平力)を伝達している可能性

(2) 段差発生後の事象のケーススタディ

【段差発生時の解析的検討の結果整理】

- ①モデルの変形では、室津側の桁が長島側にモタれた状態となり長島側の断面力や反力が増加している。
- ②増加した長島側上部工の応力は一部で許容応力度を超える箇所もあるが、室津側桁を含め上部工の死荷重時の発生モーメントは降伏モーメント以下となる。
- ③段差発生後の桁の変形はA2橋台の水平拘束条件を「バネ支持」とするモデルが最も整合するが、載荷試験での応力状態との整合が検証できないことや、ヒンジ部の拘束状態など不確定要素もあり、正確な応力状態の把握は困難。
- ④橋脚の変形性状は、3D測量で確認された「概ねS字の形」に対して、A2橋台の水平拘束条件を「拘束」あるいは「バネ」としたモデルが変形の形として類似する。
- ⑤橋脚は、室津側のP2橋脚柱頭部（ひびわれ最大2mm発生箇所）において降伏曲げモーメントを超過している可能性が高く、橋脚の塑性化も考慮した更なる検証を要する。

【まとめ】

- 複数ケースの解析より、上部工や橋脚の変形性状が計測結果と概ね整合するケースがあり、段差発生後の応力・反力の変化やそれにより負担増となる部位を推察できた。
- 上記を踏まえ、負担増となる部位が発生している状態を解消し、橋の応力状態を元に戻すには、死荷重時での中央ヒンジ部の応力を開放する必要がある。

(3) 「負担増」となる部位の安全監視

【安全監視の目的と監視項目】

- ◆ 大変形については、応急復旧①により、固定化工事および中央ヒンジ部が正対してぶつかり合う対策を行うため、落橋することはない。
- ◆ 解析（ケーススタディ）と計測結果は概ね整合しており、その結果、段差発生により「負担増」となっている箇所が確認できたため、当該箇所については継続的に安全監視を行う。
- ◆ 想定している橋の挙動と異なる事象が確認された場合、現地にて確認を行う。

①中央径間の引張応力

【理由】解析で引張応力の「負担増」が確認された
【監視項目】応力の経時変化（ひずみゲージ）

②P2橋脚柱頭部のひび割れ幅

【理由】解析でP2橋脚柱頭部が降伏モーメントを超過するケースが確認された
【監視項目】ひび割れ幅の経時変化（亀裂変位計（パイゲージ））

③A1橋台部端横桁のひび割れ幅

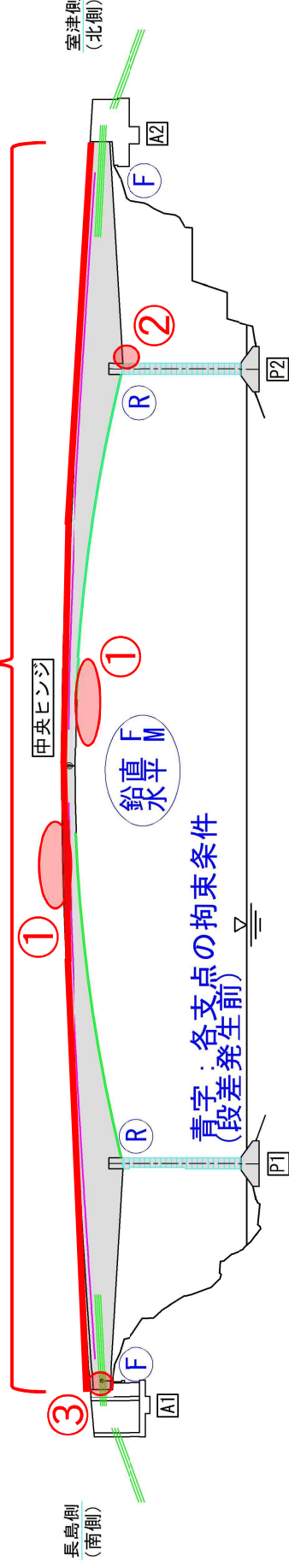
【理由】解析でA1橋台の負反力の増加が確認された
【監視項目】ひび割れ幅の経時変化（亀裂変位計（パイゲージ））

④桁全体の異常な変形と桁折れ

【理由】各部位の異常が桁全体の変形に繋がる
【監視項目】GNSS測量による路面高の経時変化

【主な安全監視箇所】

- ① 中央径間の引張応力
- ② P 2 橋脚柱頭部のひび割れ幅
- ③ A 1 橋台部端横桁のひび割れ幅
- ④ 桁全体の異常な変形と桁折れ



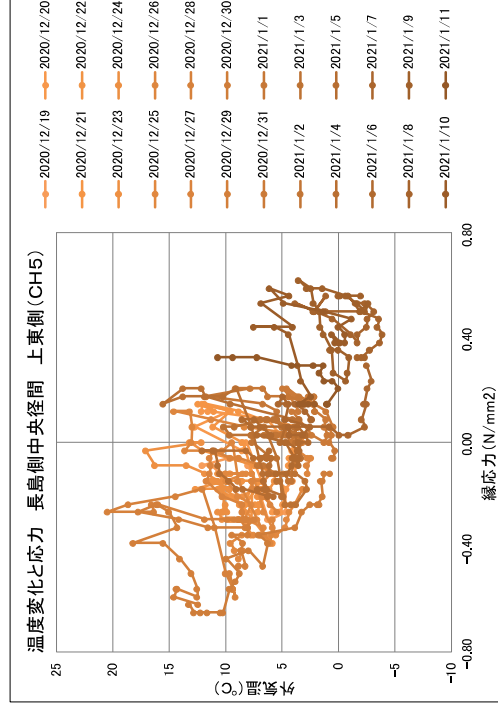
(3) 「負担増」となる部位の安全監視

【「負担増」が懸念される部位の経時変化】

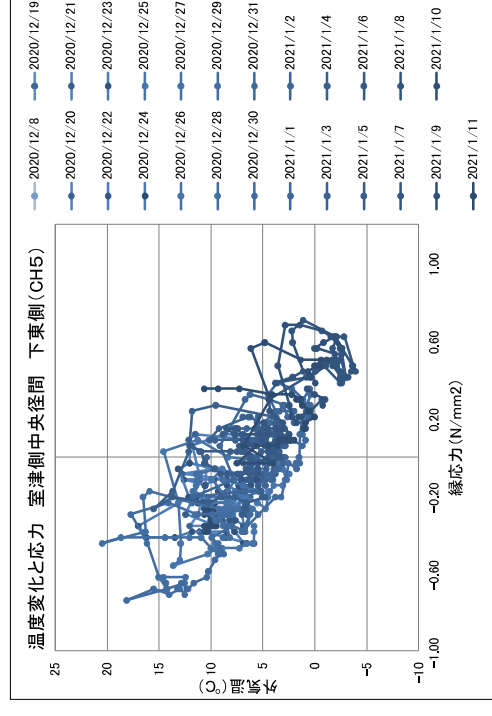
◆ 解析（ケーススタディ）により確認された「負担増」の状況・部位

⇒ 主に温度変化に対する橋の動きに対して、日々の動きの辻褄が合っているかを監視

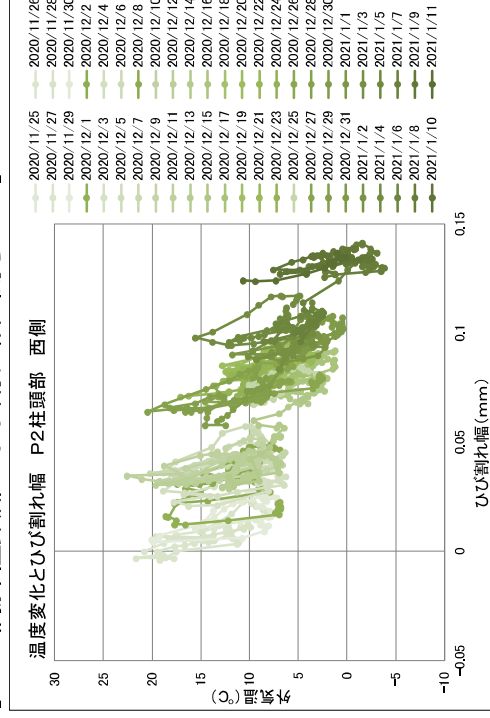
【中央径間（長島側） 上縁応力の経時変化 引張：+】



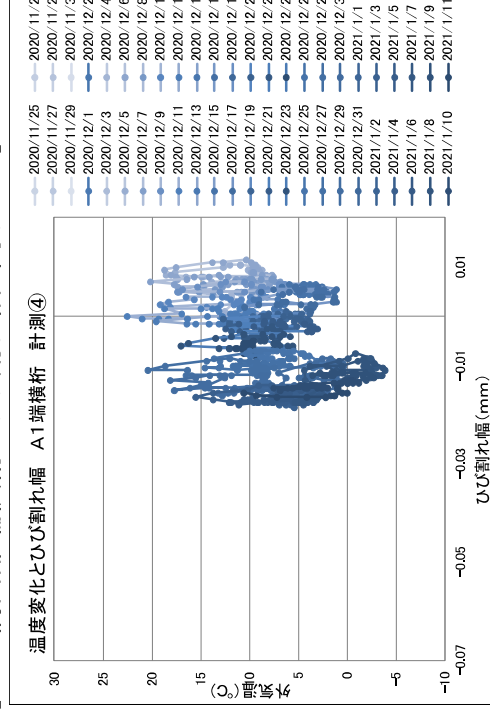
【中央径間（室津側） 下縁応力の経時変化 引張：+】



【P2橋脚柱頭部のひび割れ幅 開き：+】



【A1橋台部端横桁のひび割れ幅 開き：+】



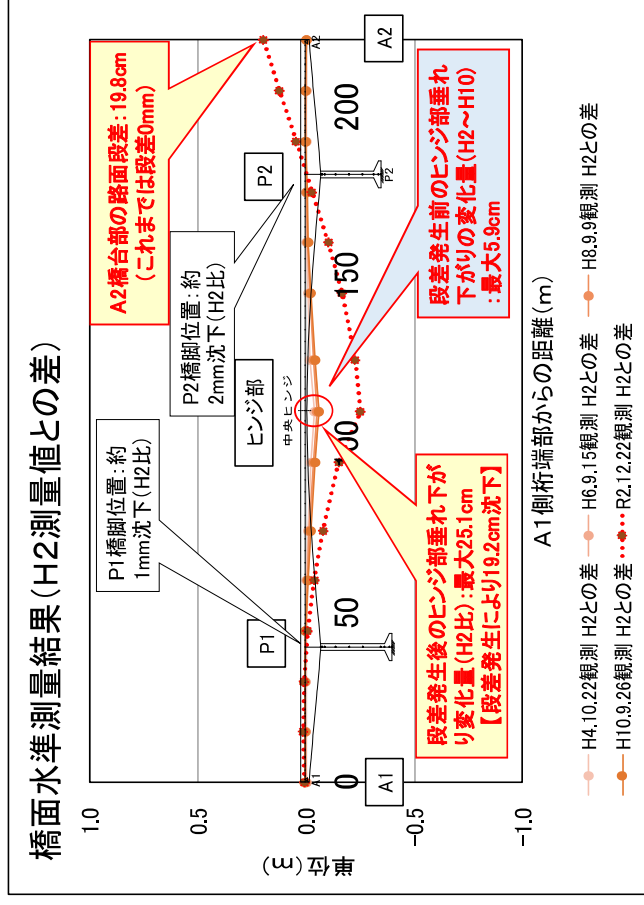
(3) 「負担増」となる部位の安全監視

【「負担増」の各部位が異常を示すことによる桁折れ等の監視】

- ◆ 「負担増」となる各部位が異常を示すことによる、桁の異常な変形や桁折れが懸念される
⇒ [水準測量](#)・[GNSS測量](#)により、桁の通りを監視

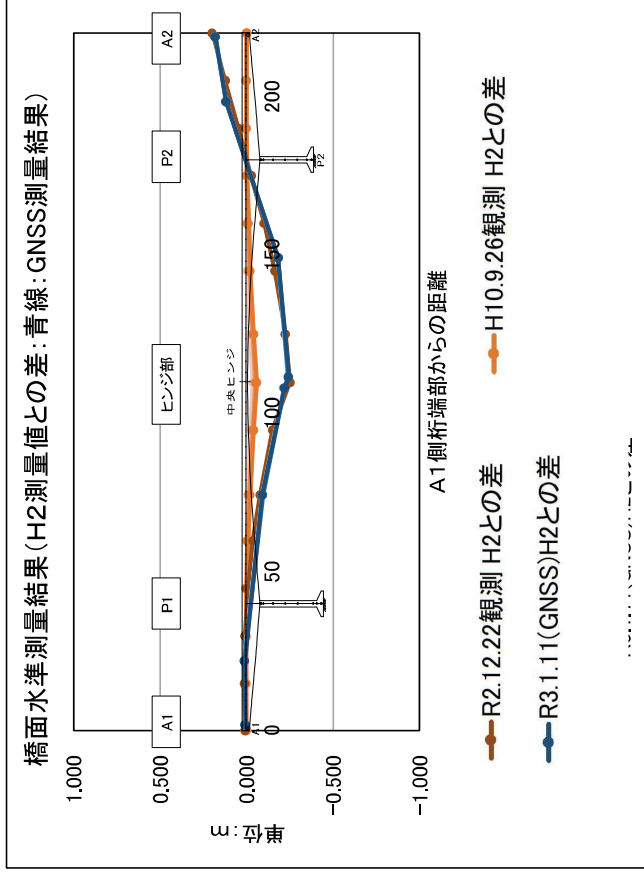
【段差発生前後の桁全体の動き】

- ・段差発生前後の水準測量結果



【段差発生後の桁全体の動き】

- ・GNSS測量により桁の通りの経時変化を監視



本復旧における解析モデルについて

橋台部緊結水平鋼材のバネ値算出



【算出式】 $\sigma = N / A \rightarrow N = (E \cdot A / l) \cdot e$

$\sigma = E \cdot \varepsilon \rightarrow P-C$ 鋼線のバネ K

$\varepsilon = e / l \quad K = E \cdot A / l$

σ : 応力度 (N/mm²)

N : 軸力 (N)

A : 断面積 (mm²)

E : P-C 鋼より線のヤング係数 (N/mm²) (= 1.95x10⁵ N/mm²)

ε : ひずみ (-)

e : 変形量 (mm)

l : ケーブル長 (mm)

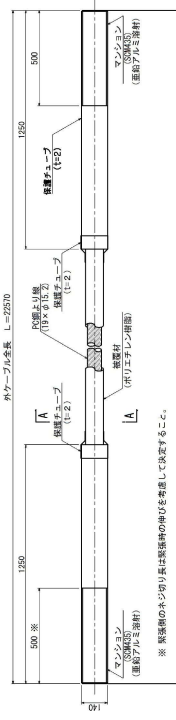
K : バネ値 (N/mm)

◆ P-C ケーブル 1 本当たりのバネ値

E	A	l	K
N/mm ²	mm ²	mm	kN/m
500 t 級	1.95E+05	2,635.3	21,570
			23,824

※ SEEE 落橋防止 F500TD の数値を使用。

外ケーブル 500ton級



■ ケーブル構成表

※注:許容耐力は、道路橋の耐震設計に関する資料(平成9年3月、日本道路協会)に基づいています。

呼名	F20TD	F30TD	F40TD	F50TD	F60TD	F70TD	F100TD	F100TD	F100TD	F150TD	F160TD	F190TD	F200TD	F220TD	F230TD	F270TD	F310TD	F360TD	F400TD	F500TD	
項目	(F20TD-Q)	(F30TD-Q)	(F40TD-Q)	(F50TD-Q)	(F60TD-Q)	(F70TD-Q)	(F100TD-Q)	(F100TD-Q)	(F100TD-Q)	(F150TD-Q)	(F160TD-Q)	(F190TD-Q)	(F200TD-Q)	(F220TD-Q)	(F230TD-Q)	(F270TD-Q)	(F310TD-Q)	(F360TD-Q)	(F400TD-Q)	(F500TD-Q)	
構成	1X φ15.2Bφ15.2H	1X φ17.8 (15.6)	1X φ20.3 (18.3)	1X φ21.8 (20.0)	1X φ21.8 (20.0)	1X φ21.8 (20.0)	7X φ9.5 (8.3)	7X φ11.1 (9.3)	7X φ12.4 (10.8)	7X φ12.7 (11.1)	7X φ12.7H (11.1)	7X φ15.2B (13.5)	10X φ15.2B (13.5)	10X φ15.2H (13.5)	10X φ15.2H (13.5)	10X φ12.7 (11.1)	10X φ12.7 (11.1)	10X φ12.7 (11.1)	10X φ12.7 (11.1)	10X φ15.2B (13.5)	19X φ15.2B (13.5)
公称径	15.2	17.8	20.3	21.8	21.8	21.8	33.3	33.3	37.2	38.1	38.1	45.6	47.5	47.5	54.0	55.6	62.0	63.5	63.5	76.0	76.0
断面積	138.7	138.7	208.4	270.9	312.9	383.9	519.3	660.3	891.0	691.0	691.0	1042.0	1042.0	1323.9	1323.9	1409.6	1765.1	1375.5	1875.5	2835.3	2835.3
単位質量	1.10	1.10	1.65	2.15	2.48	3.04	4.09	5.13	5.45	5.45	7.75	7.75	8.77	8.77	11.10	11.78	14.80	15.70	15.70	20.96	20.96
ケーブル質量	1.37	1.37	1.95	2.49	2.84	3.65	4.92	6.11	6.54	6.54	9.82	9.82	10.47	10.47	13.47	14.10	17.56	18.53	18.53	24.62	24.62
引張容量	261	306	387	495	573	714	966	1120	1281	1525	1680	1827	1938	2144	2280	2622	3040	3477	4141	4761	3819
降伏耐力	222	271	330	422	495	608	826	962	1092	1351	1428	1554	1640	1887	1938	2242	2584	2964	3667	4178	5149
許容耐力	15.2	15.2	17.8	20.3	21.8	21.8	33.3	37.2	38.1	38.1	45.6	47.5	47.5	54.0	55.6	62.0	63.5	63.5	63.5	76.0	76.0
断面図	232	232	258	283	298	385	433	472	481	481	616	616	635	616	740	75.5	620	635	635	960	960
呼名別表示	222	271	330	422	495	608	826	962	1092	1351	1428	1554	1640	1887	1938	2242	2584	2964	3667	4178	5149

● ()内は亜鉛めっき鋼線を使用した場合を表します。(めっき線の公称径、断面積及び質量は参考値となります)

● F400TD以上のタイプは、特注品となりますので事前にご相談ください。

ケーブルの呼名について

IF○○○ TD - GMJ

- マンション部のオプション表示 (M=マンション部Zn-A(溶射))
- *ALM(溶射)に關してはご相慮ください。
- PC鋼より線のオプション表示 (G=亜鉛めっき鋼線)
- 製品別表示 (TD=従来型, TE=タイプリッジ)
- 荷重別表示 (おおよその引張荷重)

- 呼名例
- FOOTD : 従来型
- FOOTD-G : 従来型 亜鉛めっき鋼線仕様
- (特称FOOTG)
- FOOTD-M : 従来型 マンションZn-A(溶射)処理仕様
- FOOTE : タイプリッジ型
- FOOTE-G : タイプリッジ型 亜鉛めっき鋼線仕様

段差発生による緊結水平鋼材(PCケーブル)の安全性について

橋台部緊結水平鋼材の耐力照査

段差発生により支点部に生じる水平力に抵抗していると考えられる
A2橋台部緊結水平鋼材の安全性について検証する。

下記の計算結果より、現状、PCケーブルの許容耐力以下であり、破断等の危険性は低いと推測される。

段差発生前 A2橋台の水平反力 1,835 kN

↓

段差発生後 A2橋台の水平反力 6,002 kN

※ A2支点条件：水平 バネ支持 (191,000kN/m)、鉛直・回転 拘束無

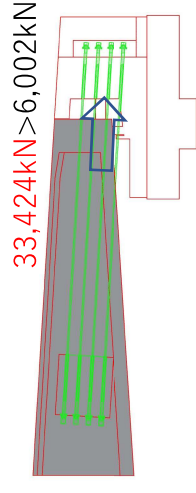
◆ PCケーブル 1本当たりの許容耐力 4,178 kN

※ SEEE 落橋防止 F500TDの数値を使用。

◆ PCケーブル設置本数 8 本

◆ PCケーブル全数の許容耐力 **33,424** kN > **6,002** kN

※ 許容耐力以下である。



段差発生によるA1橋台部の鉛直補強ケーブルの安全性について

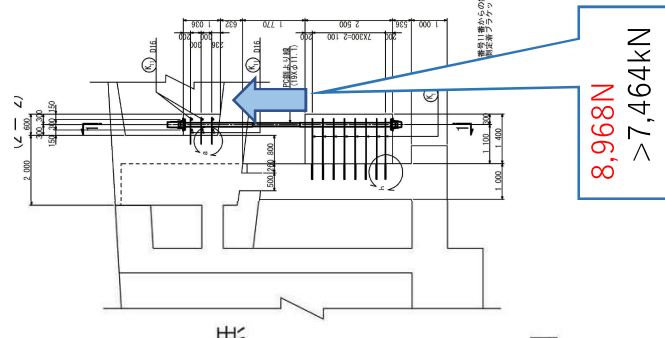
A1橋台部 鉛直補強ケーブルの耐力照査

段差発生によりA1支点部に生じている上揚力が増加していると考えられるため、A1橋台部鉛直補強ケーブルの安全性について検証する。

下記の計算結果より、現状、PCケーブルの許容耐力以下であり、破断等の危険性は低いと推測される。

段差発生前	A1橋台の上揚力	5,023	kN (死荷重時)
↓			
段差発生後	A1橋台の上揚力	7,464	kN (死荷重時)
	※ A2支点条件：水平 バネ 支持 (191,000kN/m)、鉛直・回転 拘束無		
◆ PCケーブル1本当たりの許容耐力		2,242	kN
	※ SEEE 落橋防止 F270TDの数値を使用。		
◆ PCケーブル設置本数		4	本
◆ PCケーブル全数の許容耐力		8,968	kN > 7,464 kN

※ 許容耐力以下である。

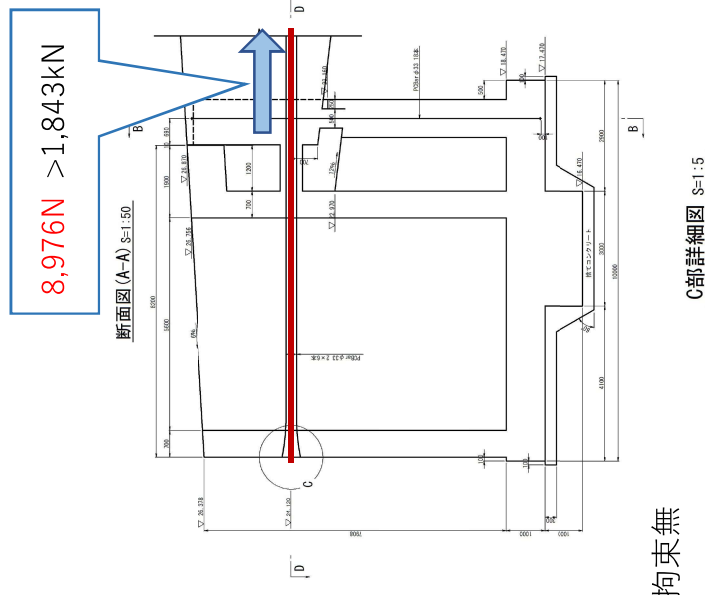


段差発生によるA1橋台部の鉛直補強ケーブルの安全性について

A1橋台部 鉛直補強ケーブルの耐力照査

段差発生によりA1支点部に生じている水平力が増加していると考えられるため、A1橋台部水平PC鋼棒の安全性について検証する。

下記の計算結果より、現状、PC鋼棒の許容耐力以下であり、破断等の危険性は低いと推測される。ただし、PC鋼棒の腐食等の損傷による断面欠損などに留意が必要である。



段差発生前 A2橋台の水平反力 1,260 kN (死荷重時)

↓

段差発生後 A2橋台の水平反力 1,843 kN

※ A2支点条件：水平バネ支持 (191,000kN/m)、鉛直・回転拘束無

- ◆ PC鋼棒 1本当たりの許容耐力
 - 公称断面積 748 kN
 - 降伏点荷重 804.2 mm²
 - ゲビンデスタープ (SBPR 930/1080) ϕ 32の数値を使用。 748 kN (引張荷重 949kN)
- ◆ PC鋼棒設置本数 12 本 (片側6本×左右2ヶ所)
- ◆ PC鋼棒全数の許容耐力 **8,976 kN > 1,843 kN**

※ 許容耐力以下である。

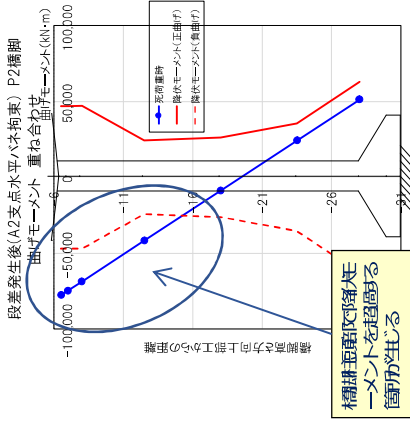
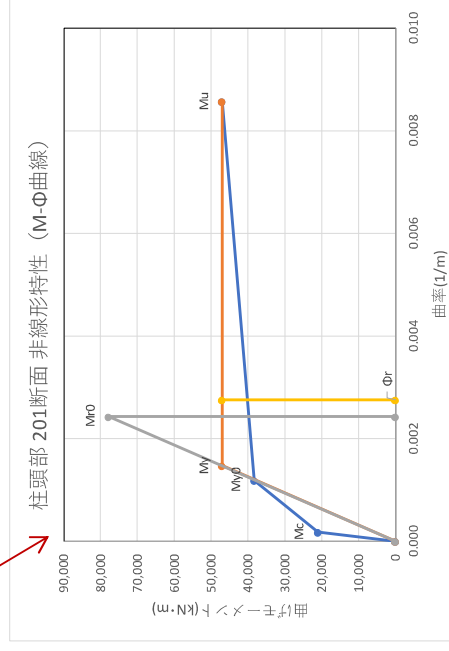
段差発生によるP2橋脚柱頭部付近の塑性化について

- A2橋台の水平方向を拘束するケースでは、解析上P2橋脚柱頭部で降伏曲げモーメントを超過
- 現地調査でP2柱頭部に幅最大2mmの水平ひび割れを確認。
- 段差発生の事象は地震時とは異なるが、塑性化の目安として、調査結果より、塑性化の段階①に相当すると推察される。
- 塑性率をみると、L2地震時タイプI相当の許容塑性率以内であり、機能の回復が速やかにい行い得る状況にあり、致命的な損傷にはないと推測される。

【塑性率一覧表（参考）】

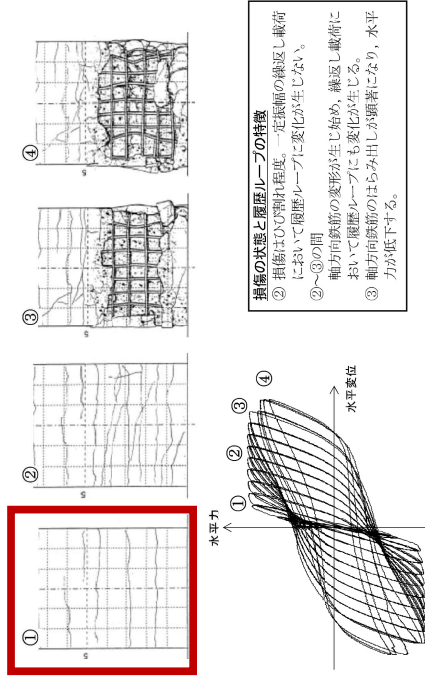
節点番号	M (kNm)	My (kNm)	塑性率	許容塑性率
201	77,792	47,016	1.87	2.60
203	68,789	47,196	1.56	2.59
204	41,779	24,442	1.96	2.07

※Mは死荷重時の発生モーメント、Myは降伏モーメントを示す。
 ※許容塑性率はH24道示Vの耐震性能2タイプI相当の値を示す。



【モーメント図】

橋脚の水平力-水平変位の状態	損傷状況
段階① 軸方向鉄筋が降伏する段階になり、水平力-水平変位の剛性が低下する状態	水平ひび割れが生じる程度の損傷状態
段階② 水平変位が増加しても水平力が概ね一定となる状態	載荷変位の増加に伴い、水平ひび割れの数が増え、柱基部に縦方向のひび割れが生じ始める状態
段階③ はみだしが生じる段階になり水平力が低下し始める状態	かぶりコンクリートが剥がれ、軸方向鉄筋のはらみ出しが生じる状態
段階④ 軸方向鉄筋の破断に伴い、急激に水平力が低下する状態	軸方向鉄筋の破断や内部コンクリートの圧縮破壊が生じる状態

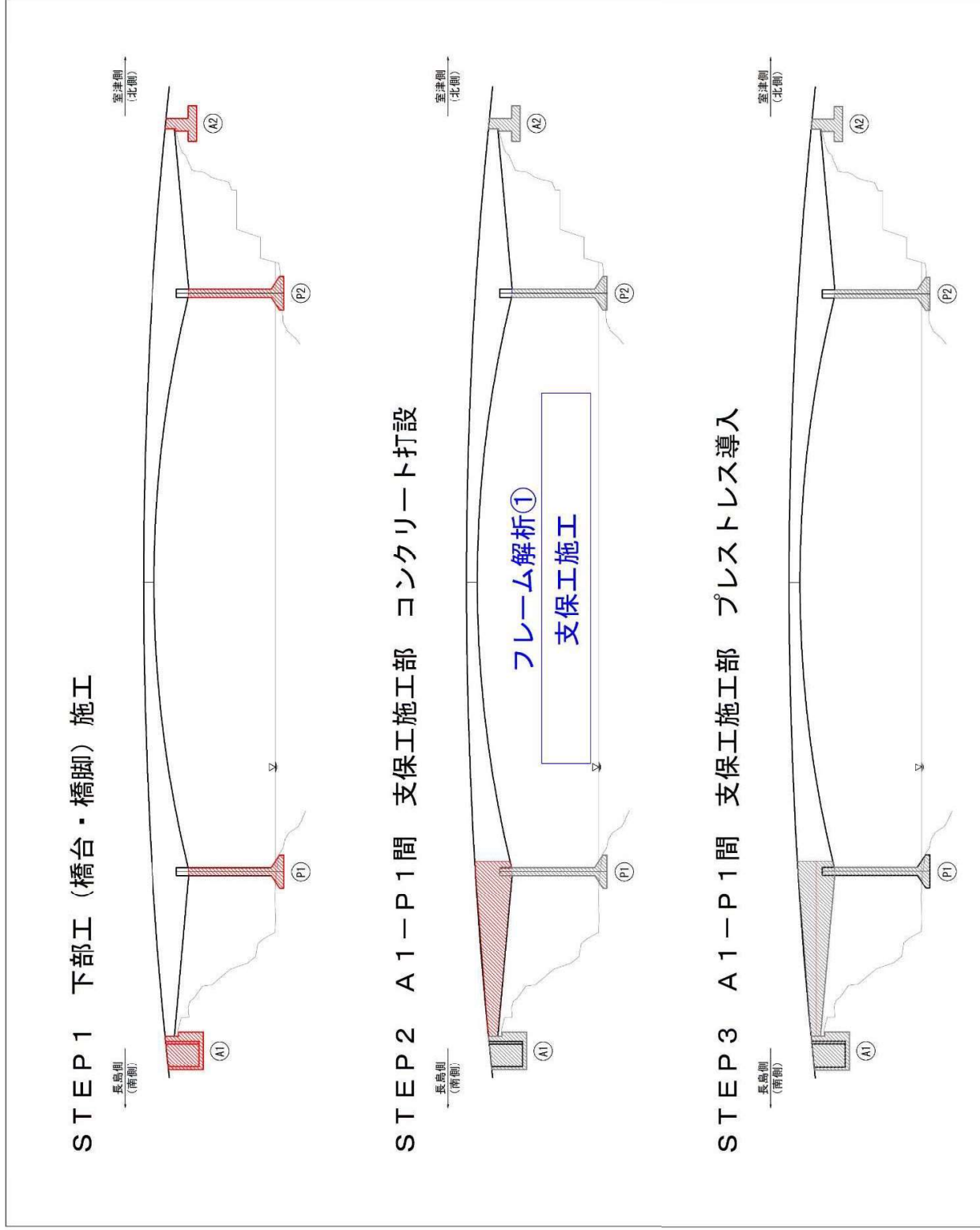


損傷の状態と履歴ループの特徴
 ② 損傷はひび割れ程度、一定荷重の繰返し載荷において履歴ループに変化が生じない。
 ②～③の間
軸方向鉄筋の変形が生じ始め、繰返し載荷において履歴ループにも変化が生じる。
 ③ 軸方向鉄筋のはらみ出しが顕著になり、水平力が低下する。

既設橋の耐震補強設計に関する技術資料（国総研_H24.11）より

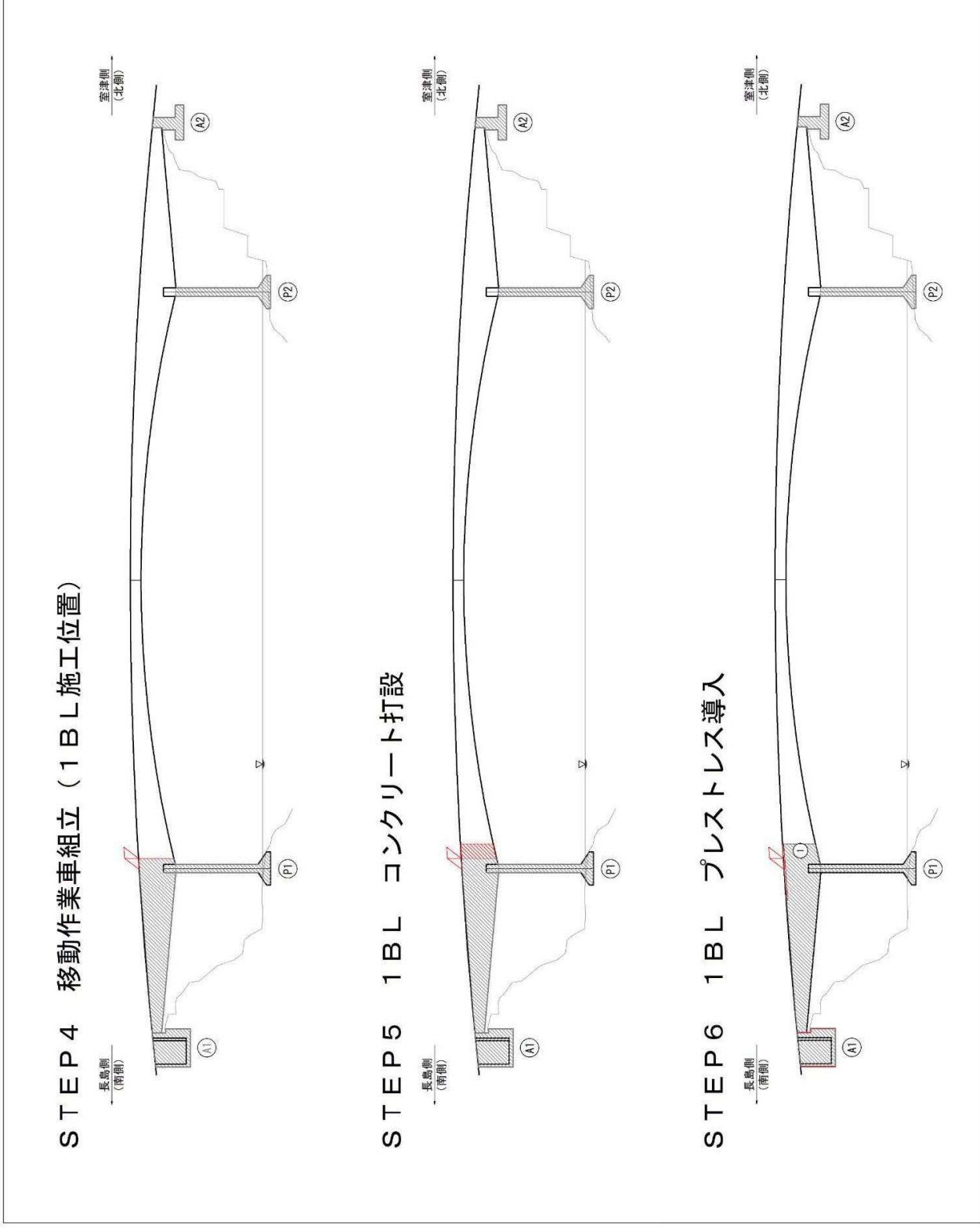
◆ 竣工時の施工ステップ

事故前状態の再現 (1) 竣工時施工ステップ



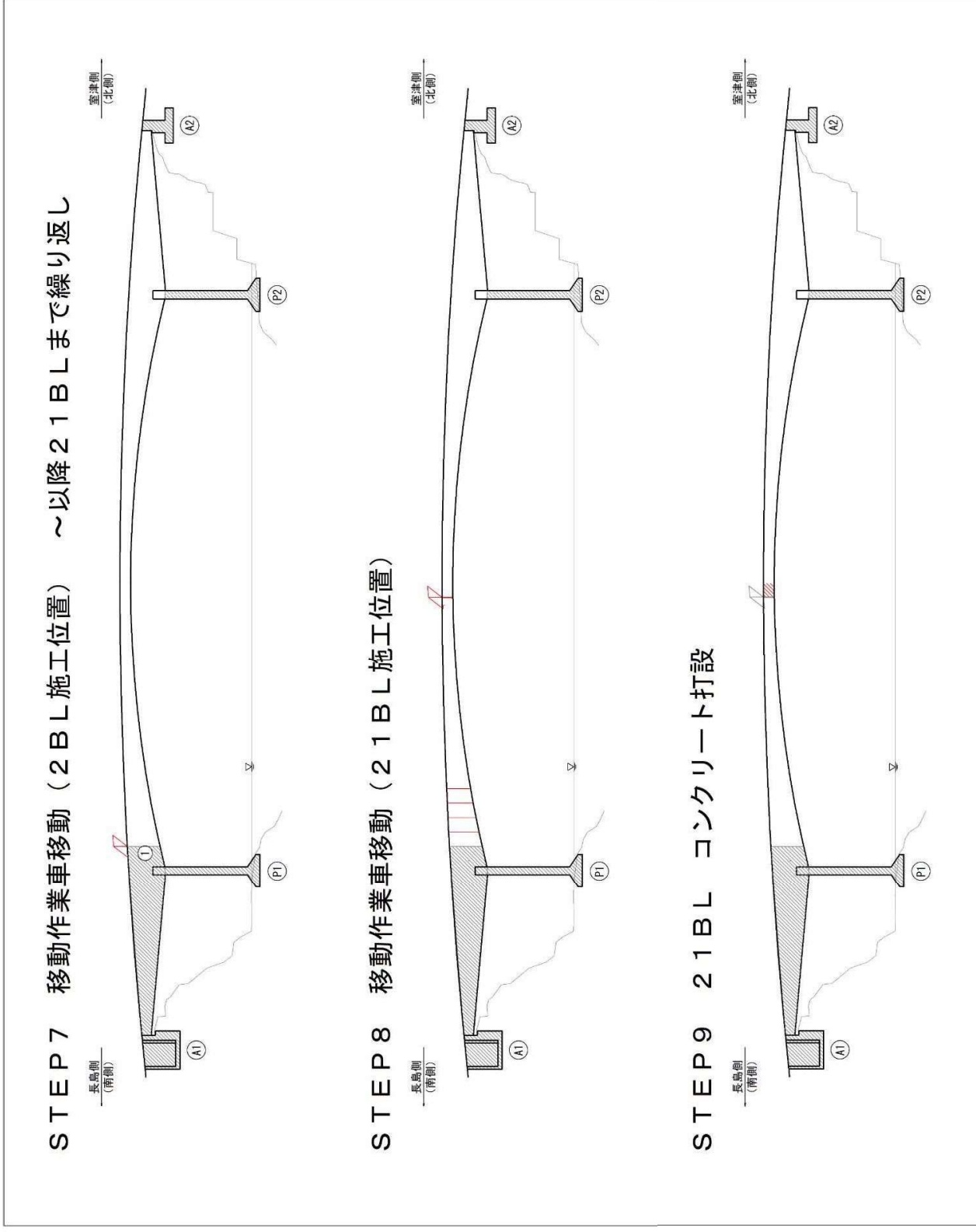
◆ 竣工時の施工ステップ

事故前状態の再現 (1) 竣工時施工ステップ



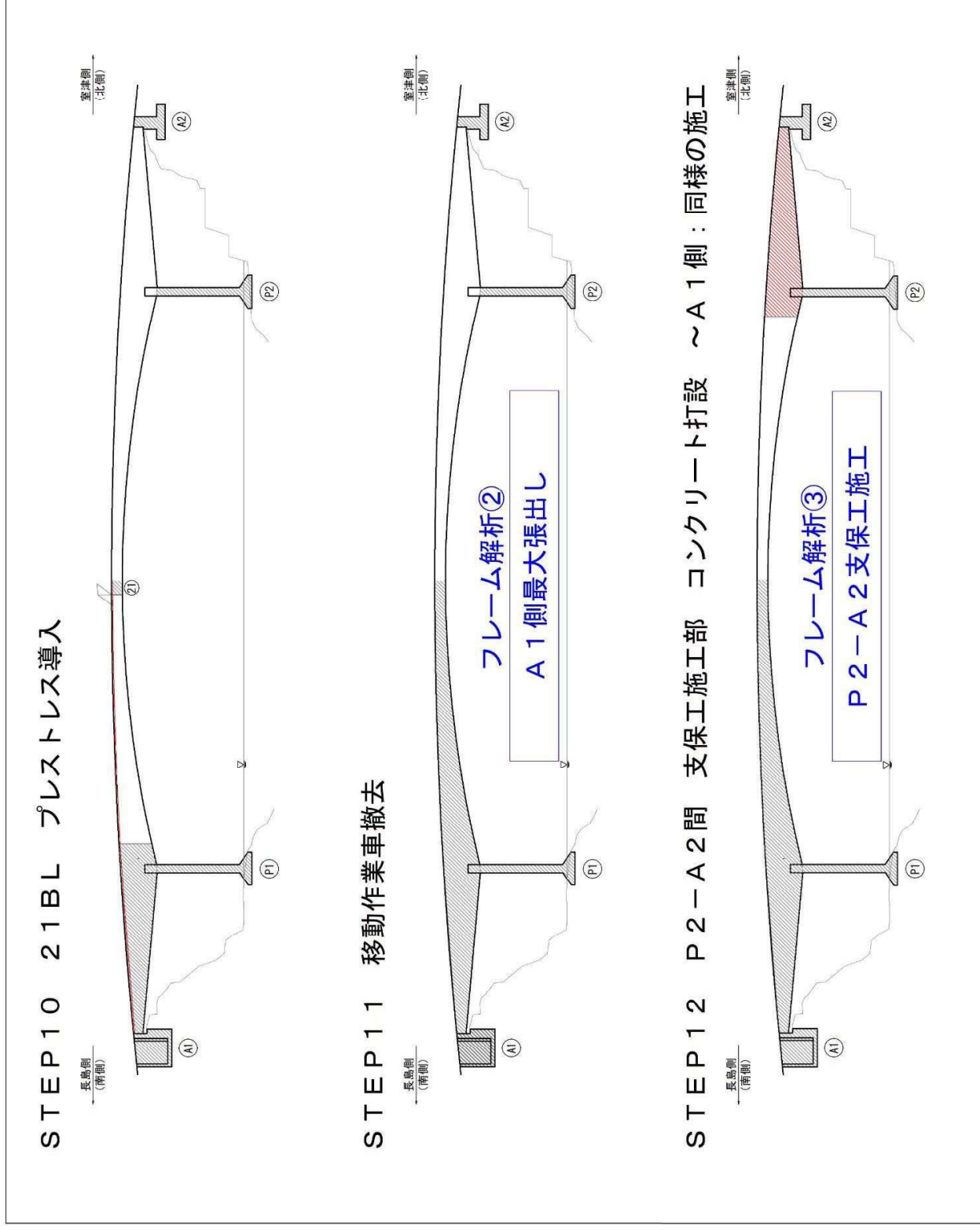
◆ 竣工時の施工ステップ

事故前状態の再現 (1) 竣工時施工ステップ



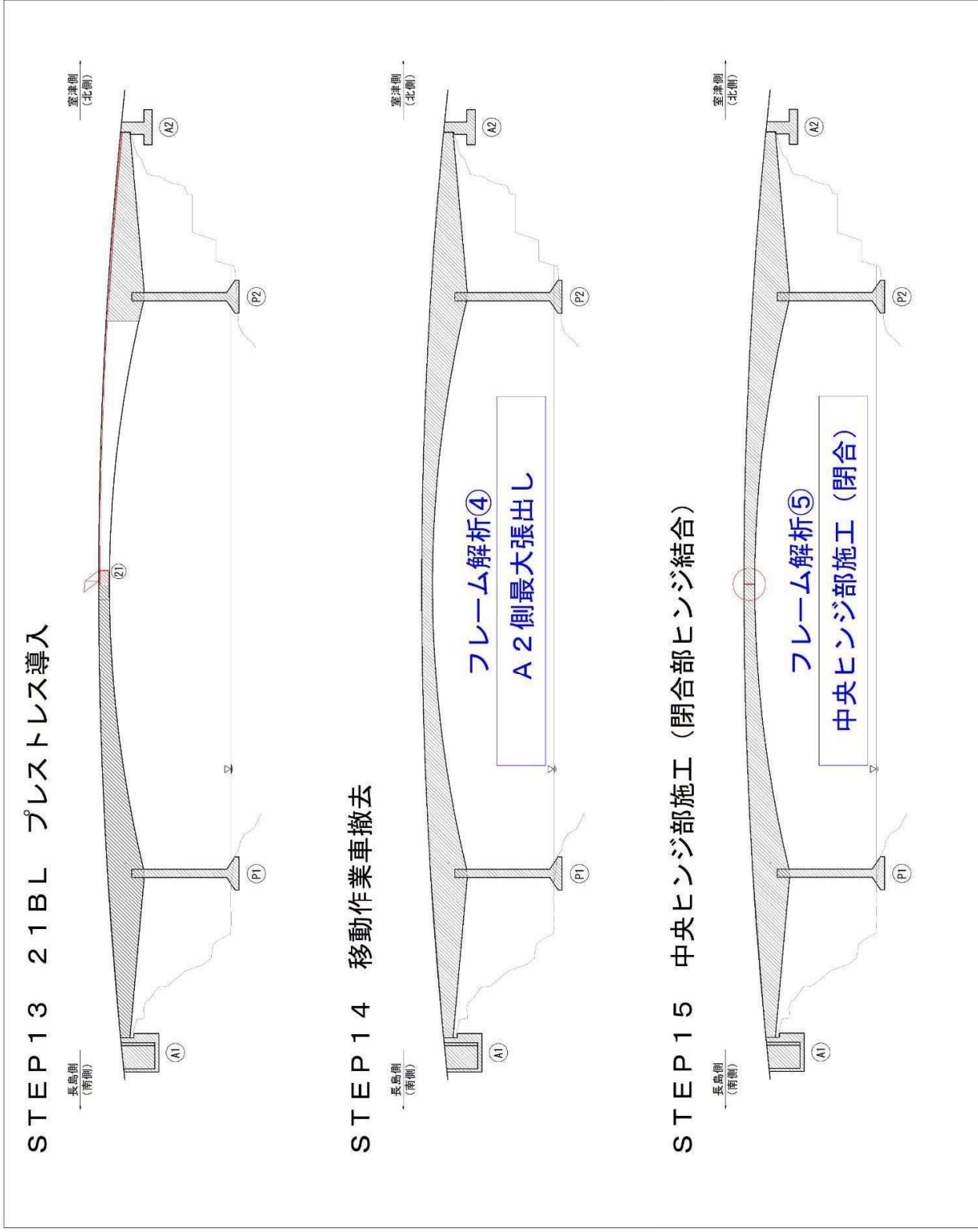
◆ 竣工時の施工ステップ

事故前状態の再現 (1) 竣工時施工ステップ



◆ 竣工時の施工ステップ

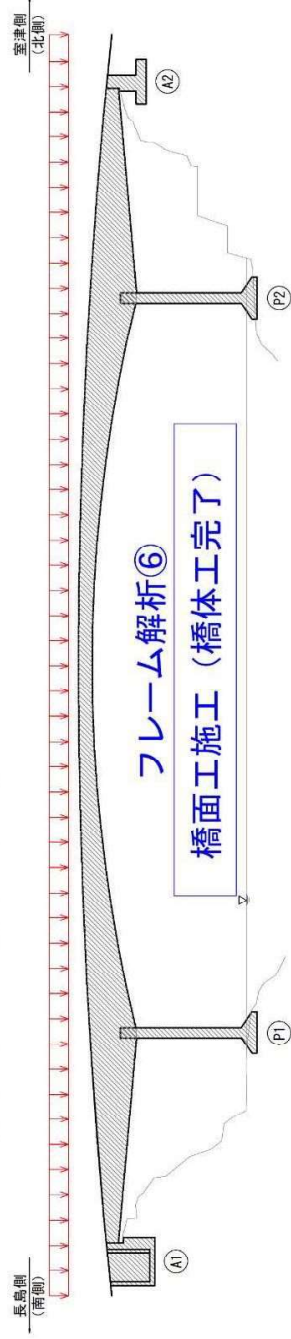
事故前状態の再現 (1) 竣工時施工ステップ



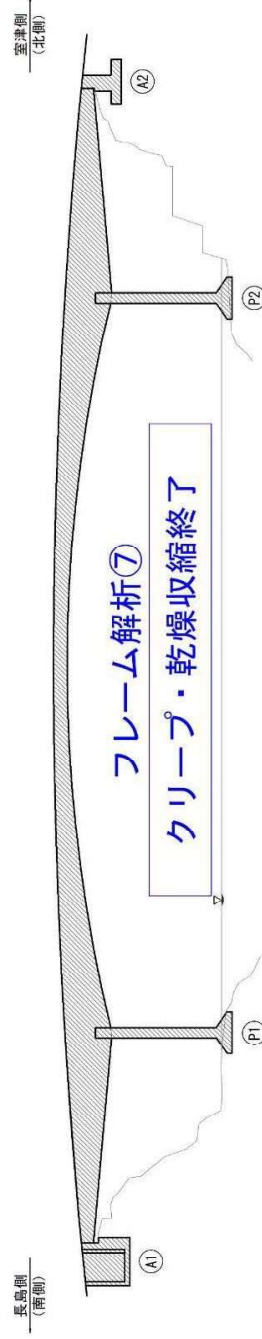
◆ 竣工時の施工ステップ

事故前状態の再現 (1) 竣工時施工ステップ

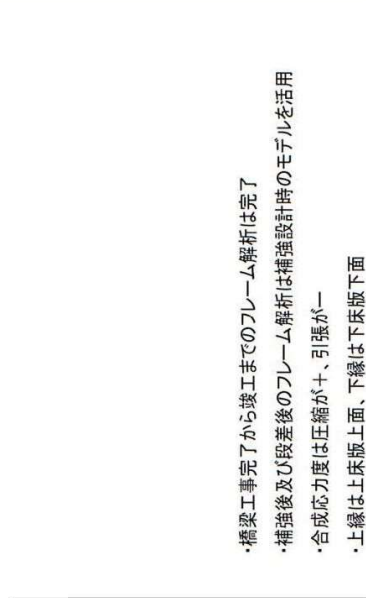
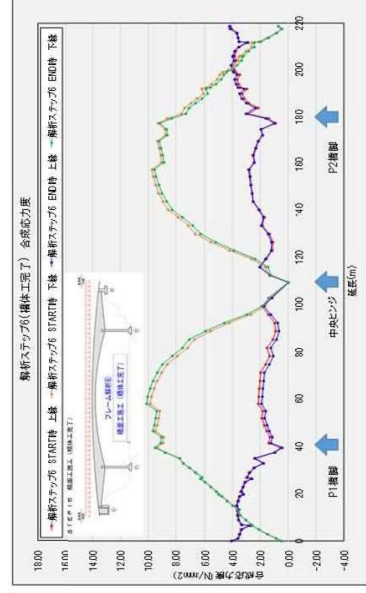
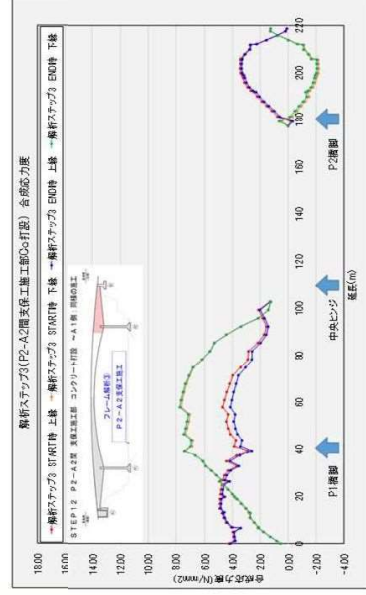
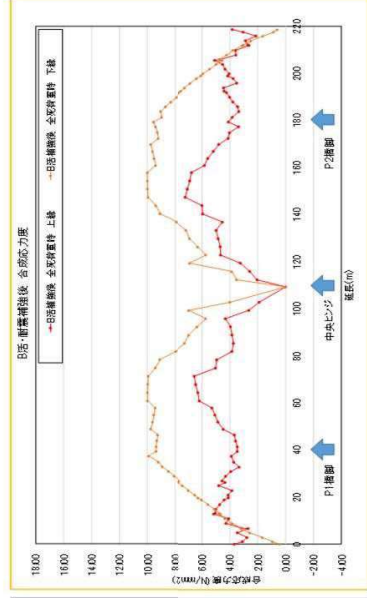
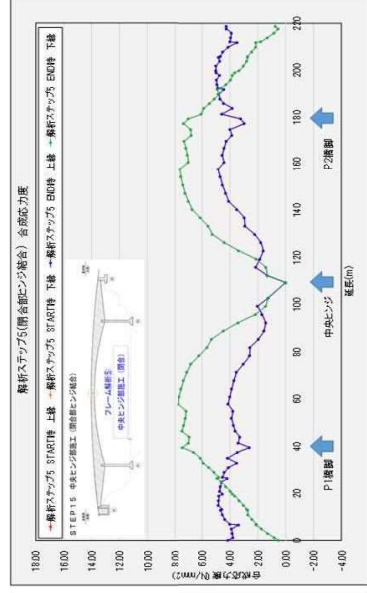
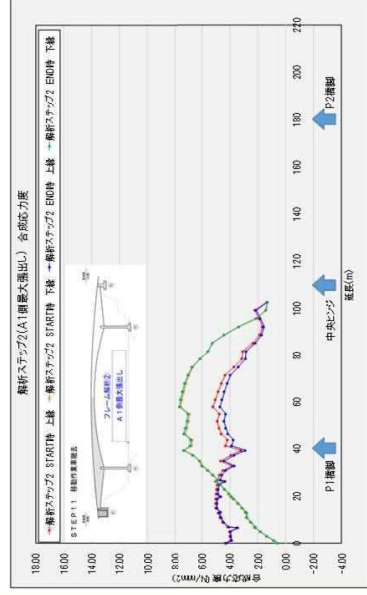
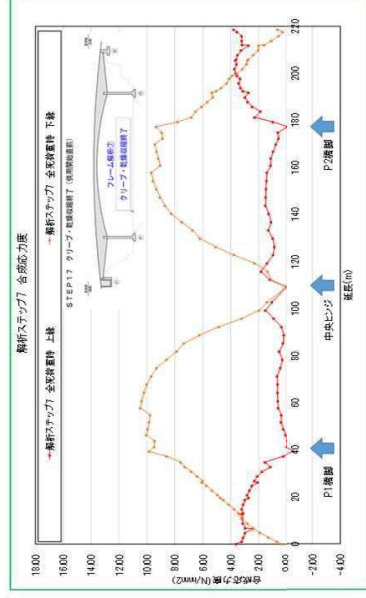
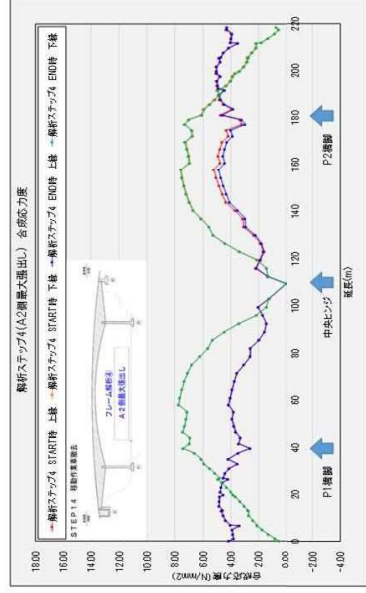
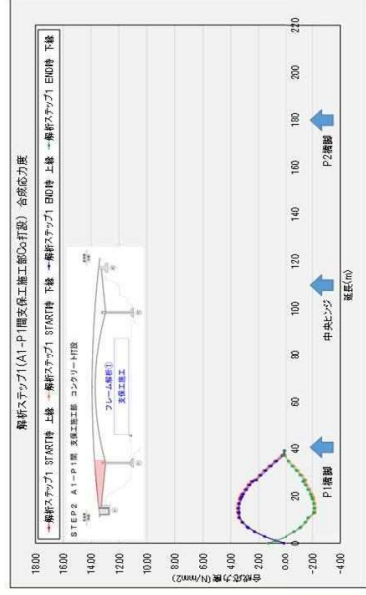
STEP16 橋面工施工 (橋体工完了)



STEP17 クリープ・乾燥収縮終了 (供用開始直前)



竣工時の復元・段差発生前の復元(合成応力度)



- ・橋梁工完了から竣工までのフレーム解析は完了
- ・補強後及び段差後のフレーム解析は補強設計時のモデルを活用
- ・合成応力度は圧縮が+、引張が-
- ・上線は上床版上面、下線は下床版下面

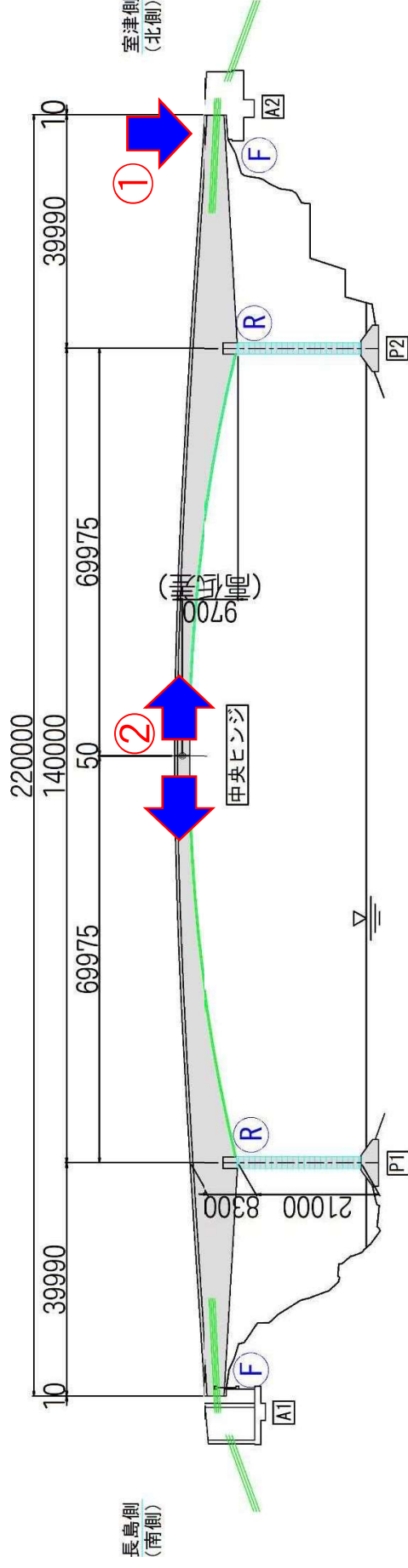
3) 本復旧対策について

◆本復旧対策の方針

<本復旧>：橋の応力状態を元に戻すため、中央ヒンジ部の応力を開放する

- 1) 20cm浮き上がった桁を元の位置に戻し、段差を解消する
- 2) 段差前の構造系は維持し、各部位で必要な補強を実施する

1) 20cm浮き上がった桁を元の位置に戻し、段差を解消する



【工法例】

② 中央ヒンジ部

桁端面にジャッキを設置。お互いの桁を水平に押し広げる方向に水平力を作用させる。

① A2橋台桁端部

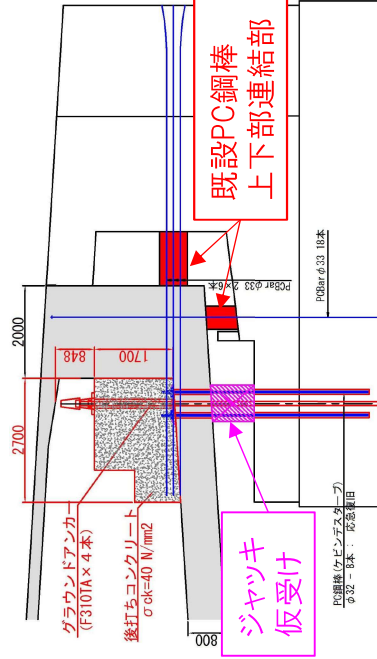
桁端部のグラウンドアンカーを橋面から鉛直方向に緊張し、桁を下方向に押し下げる。

※段差発生後の応力状態を詳細かつ安全側に把握した上で、最適な工法を選定する。

◆本復旧のために必要となる検討・作業内容

＜工事＞

【桁を元の位置に戻す前に必要な工事】
 ①A2橋台 既設PC鋼棒上下部連結部の撤去
 ②A2橋台部桁下のジャッキ仮受け（グラウンドアンカー緊張による桁下げ調整用）



【桁を元の位置に戻す工事】

- ①A2橋台グラウンドアンカー緊張力導入
- ②中央ヒンジ部へのジャッキ水平力導入

【桁を元の位置に戻した後の各部位の補強工事】

- ①A2橋台鉛直・水平支持機能の復旧
- ②P2橋脚柱頭部の補強
- ③（必要に応じ）上部工・中央ヒンジ部・P1橋脚の補強

＜必要となる調査・設計＞

- (調査) A2橋台部の上下部工連結部の調査
- (設計) A2橋台上下部連結部の撤去計画
- A2橋台桁下仮受け構造設計

- (解析) 既往補強から段差発生、本復旧までの施工ステップの詳細追跡
- (解析) P2橋脚柱頭部の塑性化を考慮したモデルによる検証

- (設計) 導入張力・ジャッキ反力の最終設定、各部応力度の詳細検証
- (設計) 施工計画、ジャッキ反力導入時の局部応力に対する対処・補強方法
- (調査) 水平外ケールの張力調査
- (調査) 鉛直張力導入試験

例) A2グラウンドアンカー試験張力導入

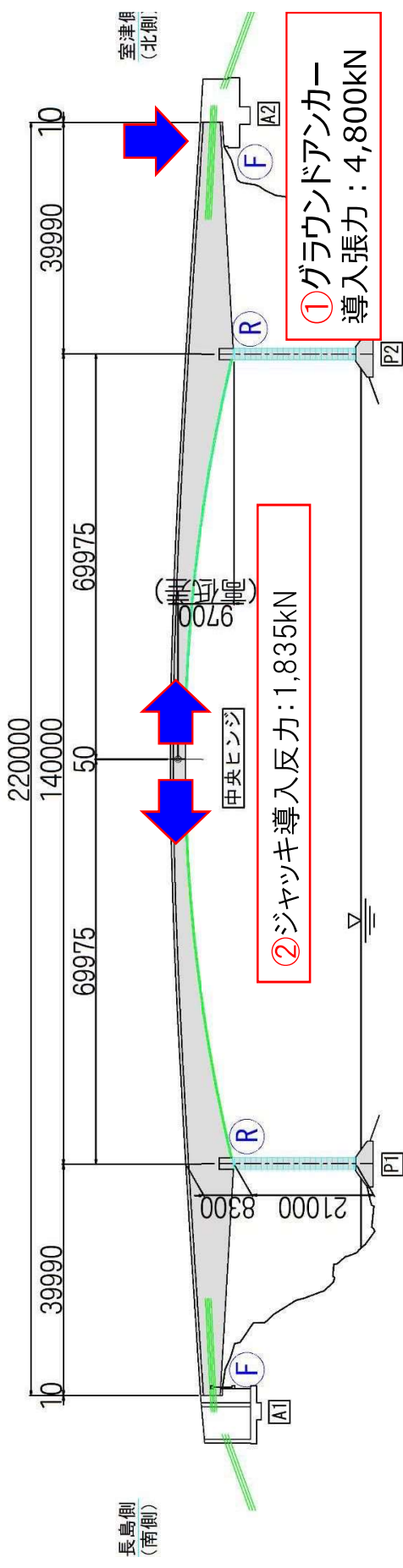
- (設計) 各部位の補強・補修詳細設計
- (調査) 施工時モニタリング
 (以下計測モニタリング項目案)

- ・橋面変位：A2桁端部、ヒンジ部での変位計測
- ・橋脚変状：P1・P2橋脚の変形、P2柱頭部、A1桁端部のひびわれ幅
- ・応力：主桁主要断面の応力変動

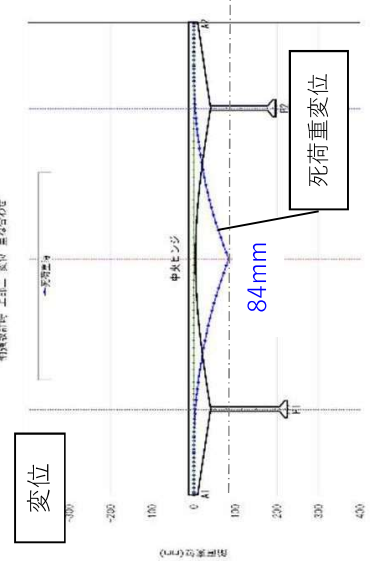
◆(参考)「20cm桁浮き上がった桁を元の位置に戻す」作業のフレーム解析による試算結果

＜桁を元の位置に戻すためのジャッキ導入力（解析による試算）＞

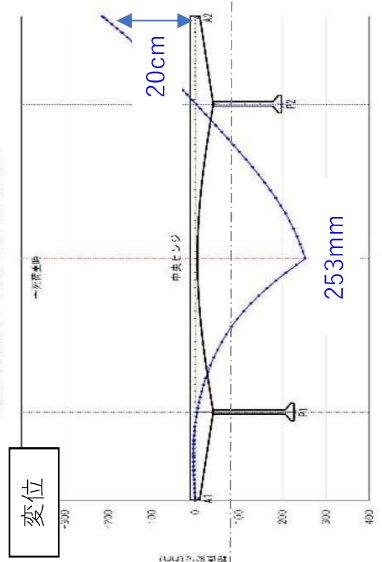
- ① A2橋台グラウンドアンカー 導入張力 : 4,800kN
- ② 中央ヒンジ部水平ジャッキへのジャッキ導入反力 : 1,835kN



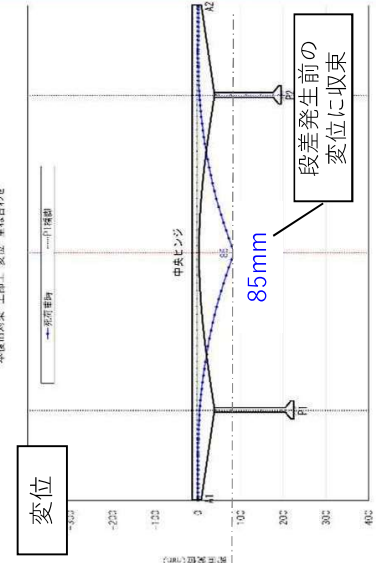
1) 段差発生前の解析結果



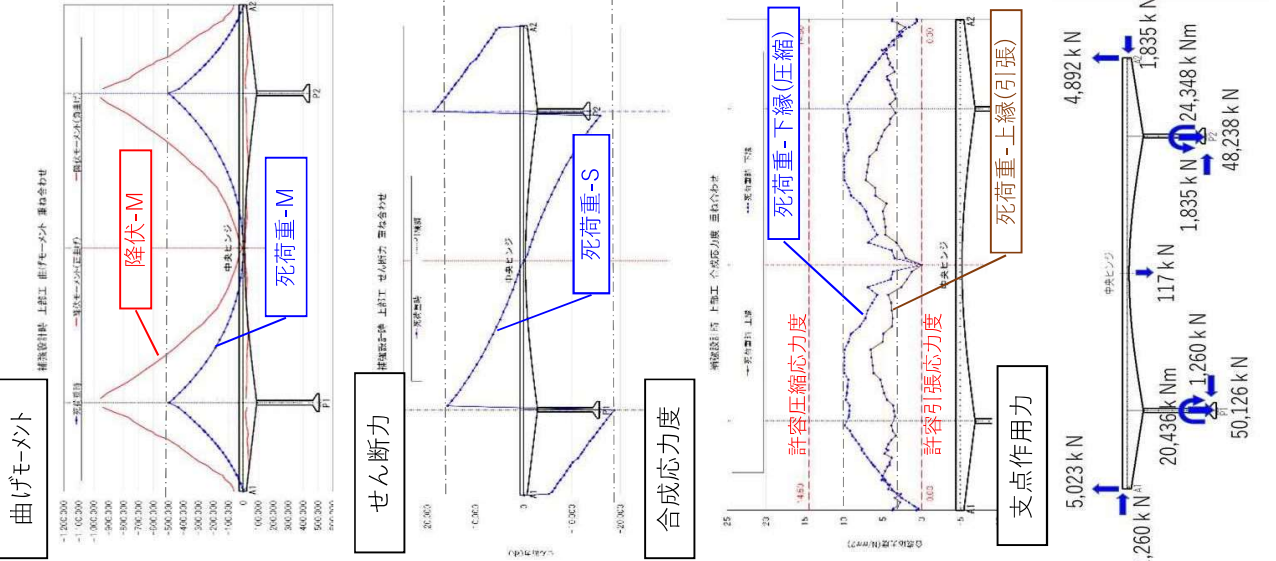
2) 段差発生後の解析結果 (A2橋台水平拘束: バネ)



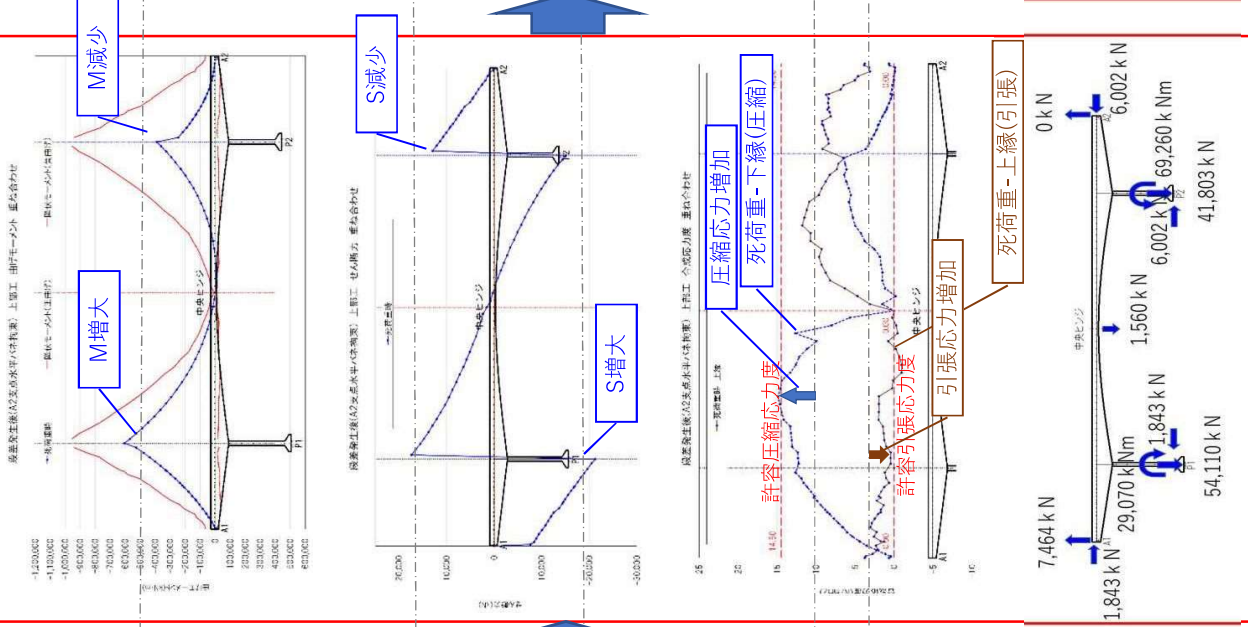
3) 桁を元の位置に戻す状況を試算した解析結果



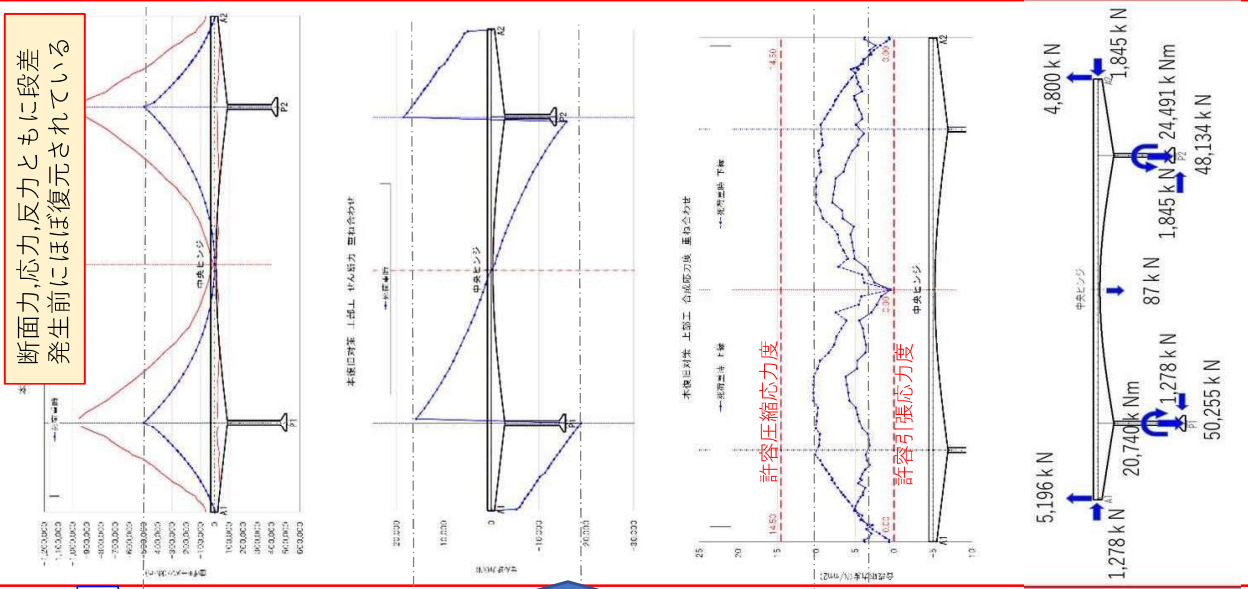
1) 段差発生前の解析結果



2) 段差発生後の解析結果 (A2橋台水平拘束: バネ)

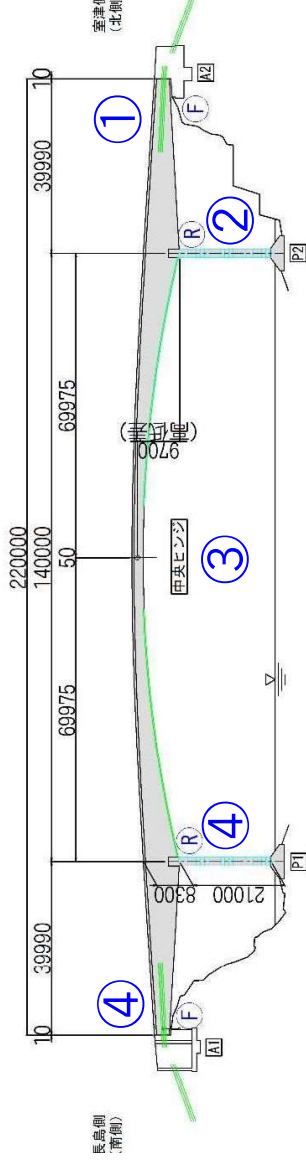


3) 桁の位置を元に戻す状況を試算した解析結果



◆(参考)損傷部位に対する補強

2) 段差前の構造系は維持し、各部位で必要な補強を実施



④ 上部工およびP1橋脚

※最終解析結果で判断

【目的】段差の発生やジャッキ水平力導入による付加応力について必要に応じた補強を実施

特に下記部材に着目し補強の要否を検討する

- 1) P1橋脚(柱頭・基部)
- 2) 端横桁にひび割れが生じているA1橋台桁端部

② P2橋脚

【目的】柱頭部に生じた2mmの亀裂に対する補修・補強

③ 中央ヒンジ部

※最終解析結果で判断

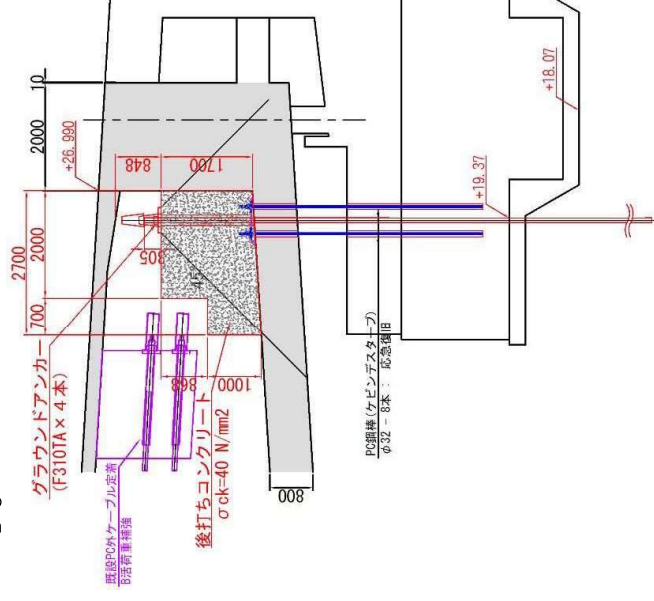
【目的】段差によりヒンジ部材で想定される最大応力履歴を考慮した補強

ヒンジ部材の塑性化が想定される場合、補完する構造の追加あるいは補強を実施

① A2橋台桁端部

【目的】既設PC鋼棒の失われた拘束力の復元

グラウンドアンカーにて、桁の位置を元に戻すための張力に加え、活荷重に抵抗する鉛直拘束力を付与。



既設水平PC鋼棒の機能を補完する構造(水平支承の追加等)について検討。

◆本復旧：A2橋台部グラウンドアンカー工の計画

1. グラウンドアンカーの計画方針

- (1) 本復旧STEP 1 では基本「待ち受け」で設置。
- (2) 桁を元の位置に戻す本復旧STEP 2 の段階で、中央ヒンジ部に設置する水平ジャッキと連動させて再緊張。
- (3) 桁が20cm下がることに対応できる構造とし、本復旧STEP2に流用する。
★桁下がりが200mm + 緊張時のPC鋼材伸び量100m = 300mm
＜ マンション切断可能量185mm + キャップ余長200mm = 385mm

2. 設計アンカー力および許容引張力

- ①設計アンカー力：
鉛直PC鋼棒の切断により失われた死荷重および活荷重時の鉛直拘束力を対象とする。
◆死荷重による上揚力426.6tf + 活荷重による上揚力165.5 tf = 592.1t (5809kN)
- ②許容引張力
不均等荷重を考慮し設計アンカー力に余裕量25%程度で設定
◆許容引張力 (F310TA) : 1824kN × 4本 = 7296kN

∴ 設計アンカー力 5809kN < 許容引張力 7296kN (7296/5809 = 1.255)

3. グラウンドアンカーの最小間隔

- ・アンカー定着体部での最小離隔：1.5m (定着体のグループ効果を無視できる最小間隔)

4. 配置方針

- ①桁内に設置 (橋面からの施工時に上床版とWEBの結合部に集約される既設PC鋼材の切断を回避)
- ②設置高さ：極力桁上面に近い位置に定着 (緊張力による桁局部応力を極力回避)
- ③平面配置：1列配置 (橋脚を回転軸としたアンカーのバネ抵抗を合わせる)
- ④最小離隔の確保：アンカー定着部での最小離隔1.5mを確保するため、グラウンドアンカーは必要に応じて若干の傾斜をつけて配置する。

5. 施工方法

削孔および緊張は橋面より実施する。