

おがわ かしま ぶりょう だいいちばし
主要地方道 小川嘉島線（府領第一橋）
橋梁災害関連事業について

平成28年4月14日～18日 地震



～熊本地震により落橋した橋梁の耐震対策による再度災害防止～

平成29年5月12日

熊 本 県

目次

1	被災概要	.....	P	1
2	施設概要	.....	P	3
3	気象概要（熊本地震）	.....	P	4
4	被災状況	.....	P	6
5	被災メカニズム	.....	P	13
6	災害復旧工法（親災）	.....	P	16
7	改良復旧工法（関連）	.....	P	28



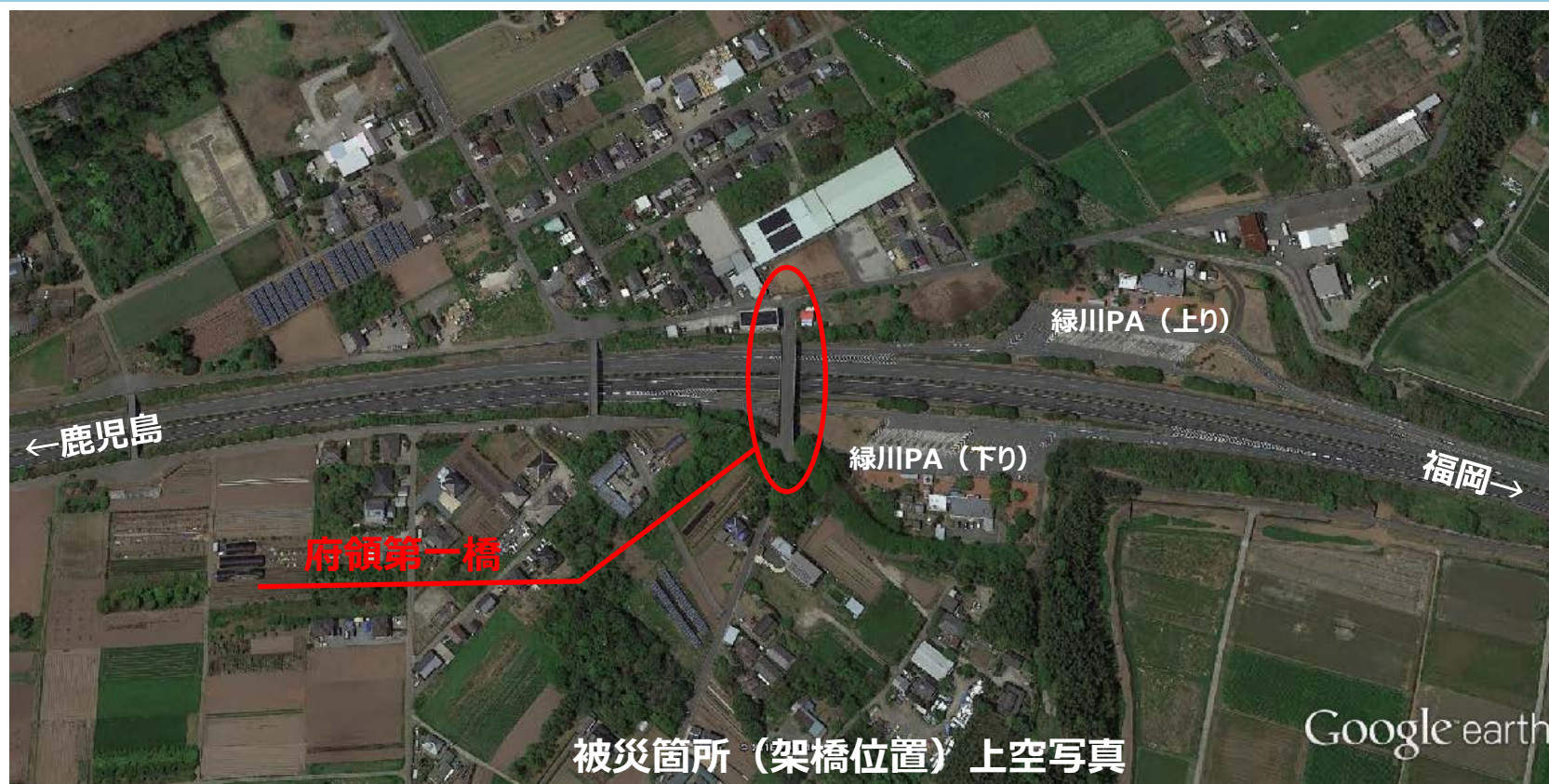
(被災箇所)
くまもとけん かみましきぐんこうさまち ふりょう
熊本県 上益城郡甲佐町 府領 地内



府領第一橋（ふりょうだいいちばし）は、主要地方道小川嘉島（おがわかしま）線の熊本県上益城郡甲佐町府領（かみましきぐんこうさまちふりょう）地内にある、九州自動車道を跨ぐ延長61.3mの橋梁で、昭和49年に架設されたものである。

平成28年4月14日及び16日に熊本県熊本地方で発生した地震（熊本地震）を受け、A1橋台に設置していた変位制限構造が破壊されたことで落橋し、九州自動車道が通行不能となる被害を受けた。

主要地方道小川嘉島線は、宇城市小川町（うきしおがわまち）から上益城郡嘉島町上島（かみましきぐんかしままちうえしま）を結ぶ延長17.8kmの道路で、地域産業と生活道路にかかせない重要な路線であるが、府領第一橋は現在も全面通行止めとなっていることから、県民生活に多大な不便を強いている状況であり、早急な復旧が必要である。

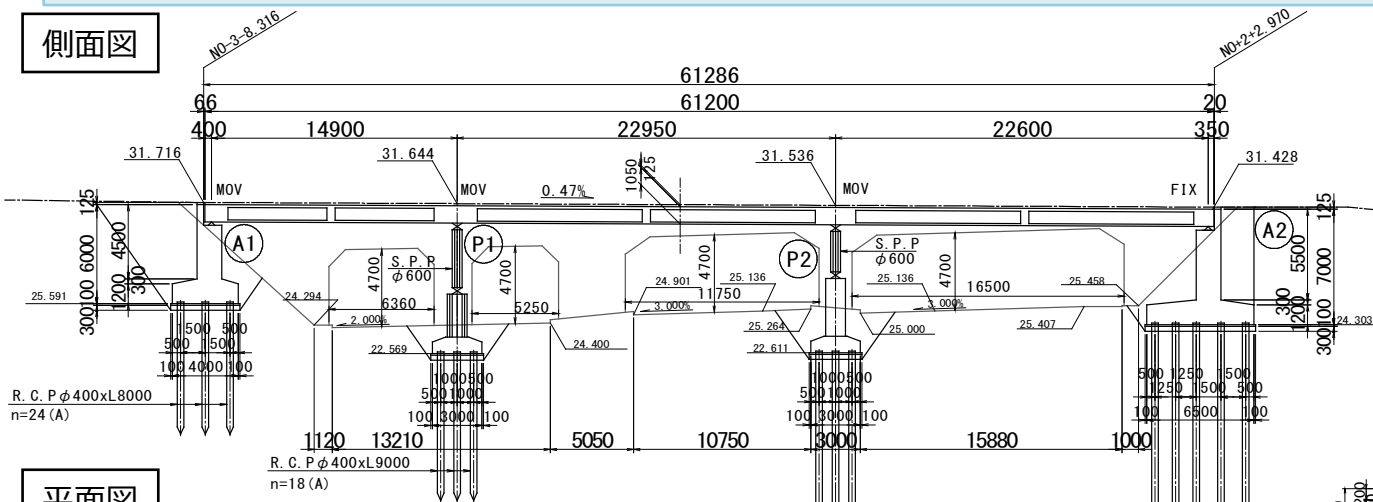


【橋梁諸元】 - 被災前の橋梁構造 -

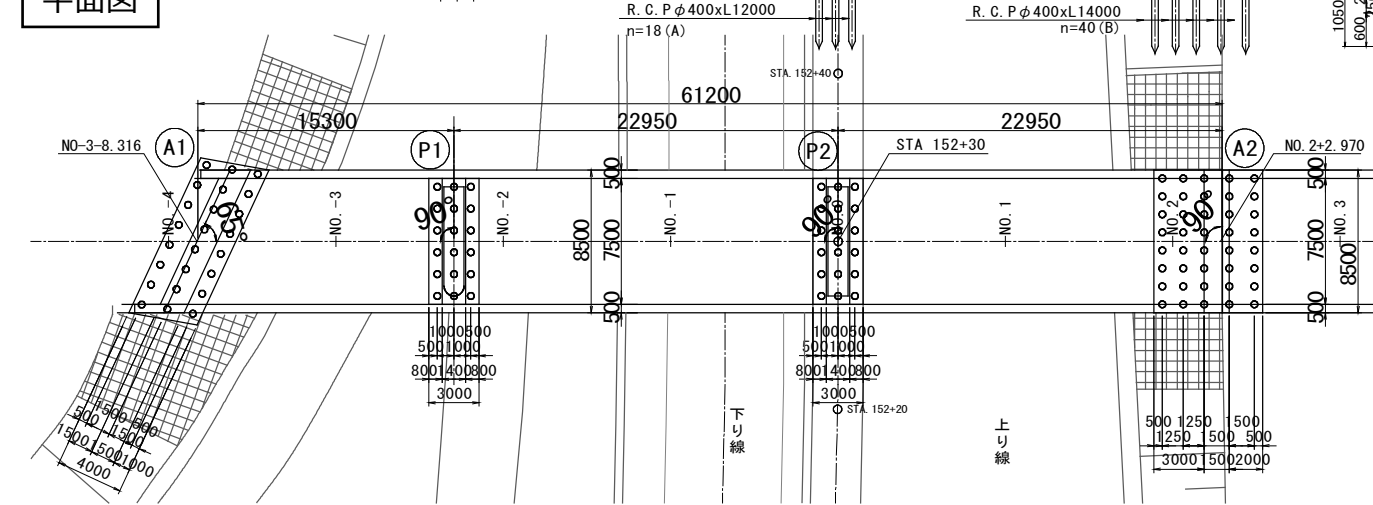
- 橋梁名 : 府領第一橋
- 架設年次(適用図書) : 昭和49年(昭和47年)
- 等級 : 1等橋
- 路線名 : 小川嘉島線
- 橋長 : 61.286m
- 桁長 : 61.200m
- 支間長 : 14.900m + 22.950m + 22.600m

- 全幅員 : 8.500m
- 橋梁形式 : PC 3 径間連続中空床版橋
- 橋台、橋脚形式 : 逆T式橋台、ロッキング橋脚
- 基礎形式 : (A1,P1) RC杭, (P2,A2) PC杭
- 補修・補強履歴 : コンクリート片剥落防止対策
橋台縁端拡幅(A1,A2)
変位制限構造(A1)

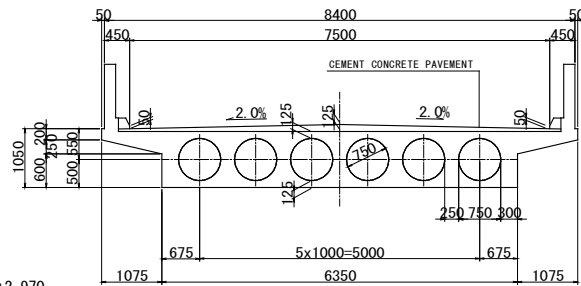
側面図



平面図



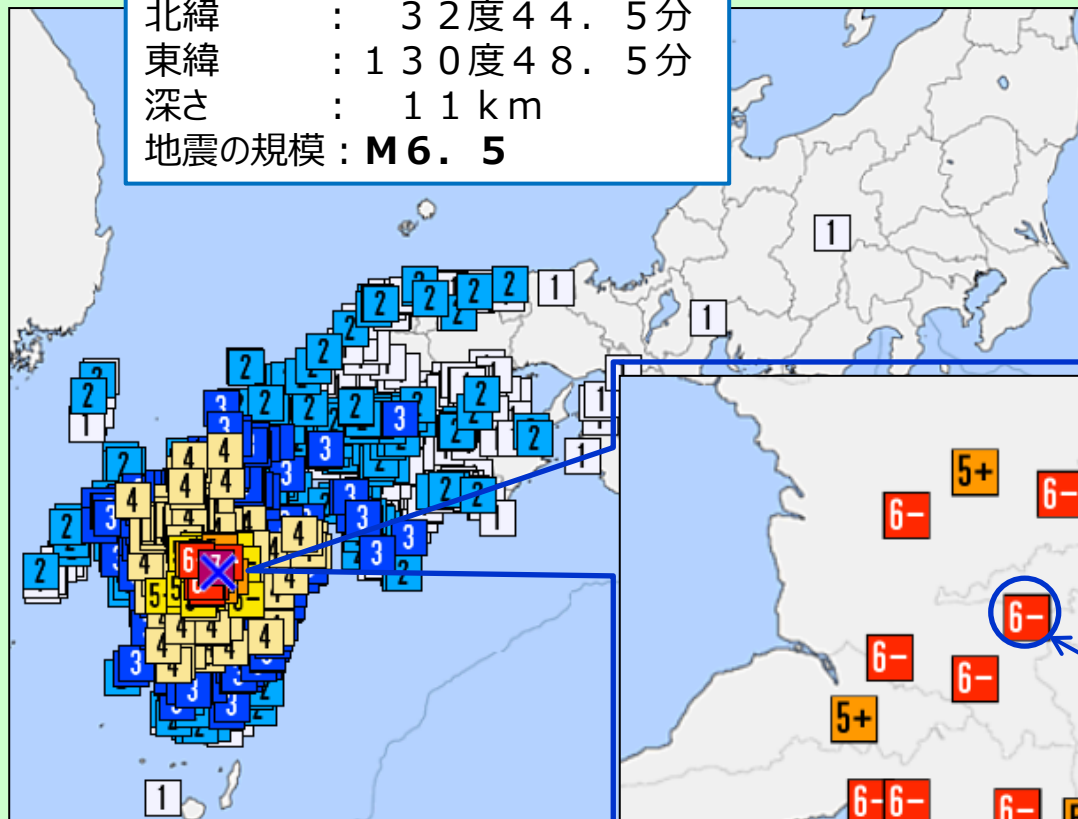
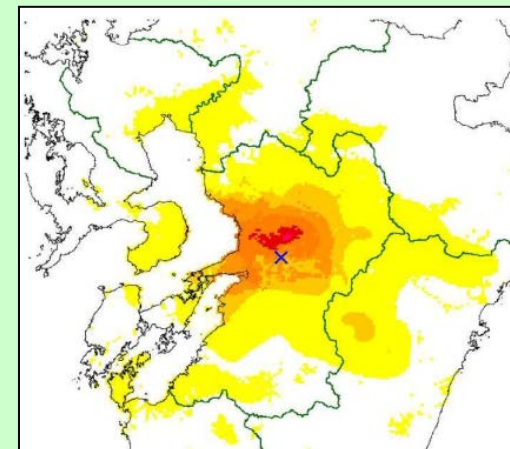
上部工断面図



平成28年4月14日21時26分に、^{ましきまち}益城町で最大震度7を観測する地震 **前震** が発生し、
^{かしまち うえしま}震央から約6km離れた、**嘉島町上島** (府領第一橋に一番近い観測地) では**震度6弱**を観測した。

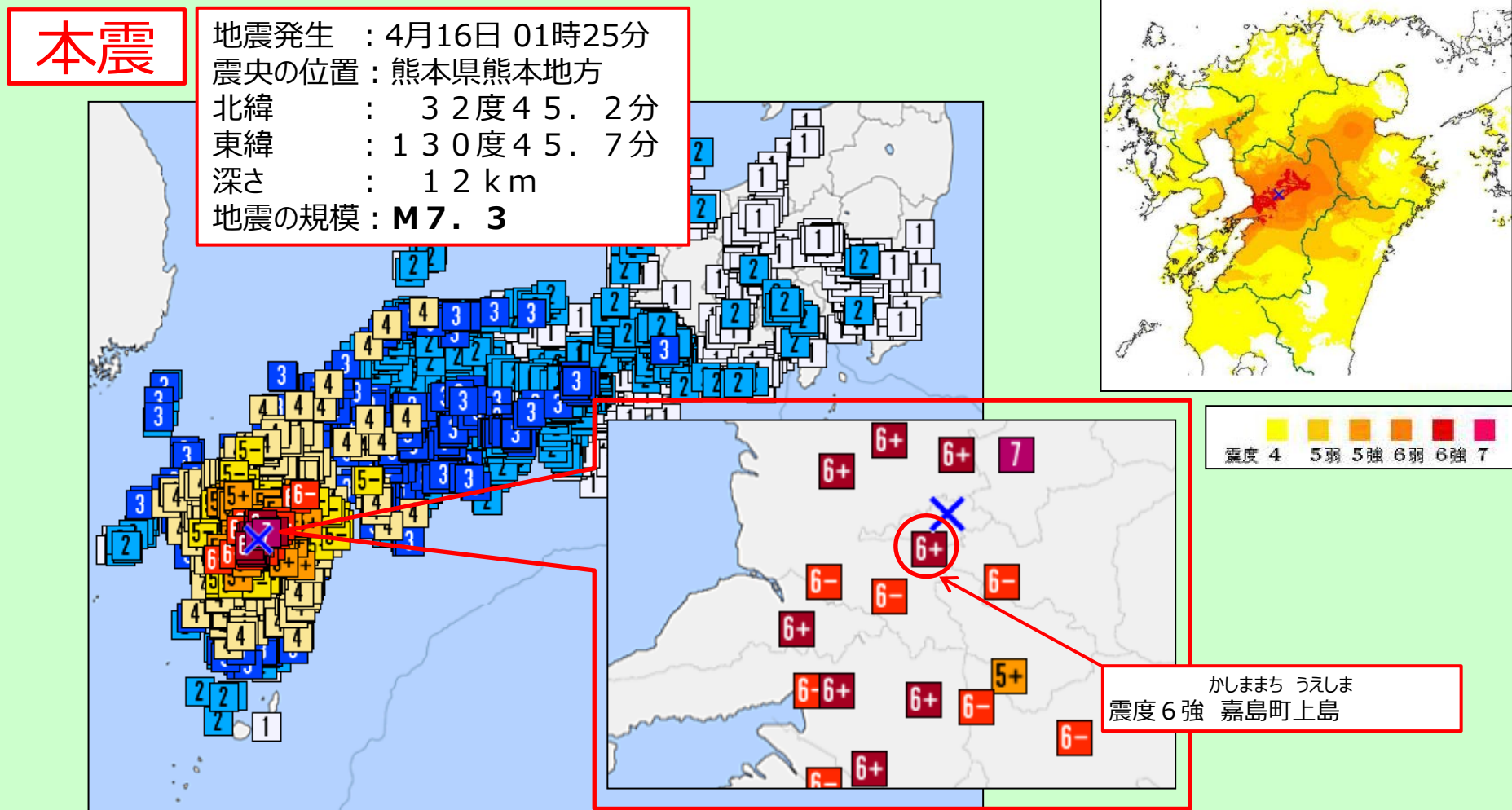
前震

地震発生 : 4月14日 21時26分
震央の位置 : 熊本県熊本地方
北緯 : 32度44.5分
東緯 : 130度48.5分
深さ : 11 km
地震の規模 : **M6.5**



かしまち うえしま
震度6弱 嘉島町上島

さらに、平成28年4月16日1時25分には、^{ましきまち にしはらむら}益城町,西原村で最大震度7を観測する地震 **本震** が発生し、^{かしままち うえしま}震央から約3km離れた、**嘉島町上島** (府領第一橋に一番近い観測地) では震度6強を観測した。



【被災箇所一覧】

被災部位		損傷状況
①上部工	-	落橋
②変位制限構造	A1側	せん断破壊
③伸縮装置	全箇所	全壊
④支承	全支点	全壊
⑤張ブロック	A1,A2橋台	破損

被災部位		損傷状況
⑥下部構造	A1,A2橋台	橋座に欠損
	P1,P2橋脚	ロッキングピア倒壊
⑦車両衝突壁	P1橋脚 (起点側)	全壊
	P2橋脚 (起点側)	断面欠損

【被災状況写真】

①【上部工】；落橋（全景）



Ⓐ1

Ⓐ1

Ⓐ1

Ⓐ2

Ⓐ2

福岡方面へ落橋

【被災状況写真】

②【変位制限構造】；せん断破壊



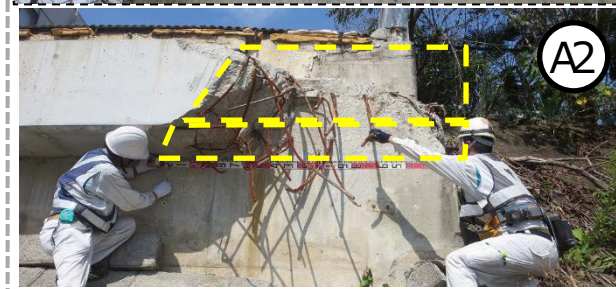
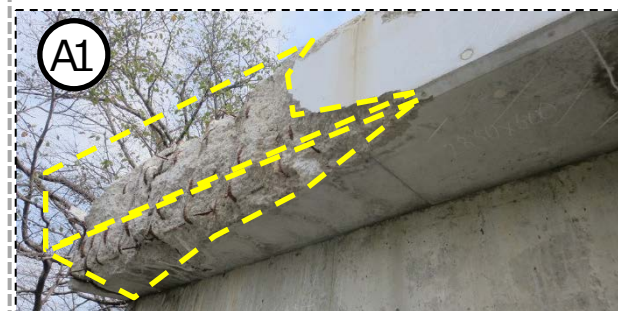
③【伸縮装置】；全壊



⑤【張ブロック】；破損



⑥【A1,A2橋台(縁端拡幅工)】；欠損



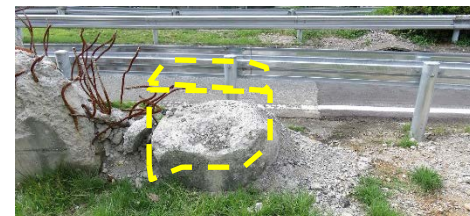
④【支承】；全壊



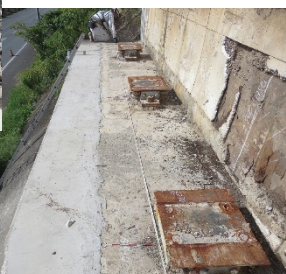
⑥【P1,P2橋脚】；ロッキングピア倒壊



⑦【車両衝突壁(P1起点側)】；全壊



⑦【車両衝突壁(P2起点側)】；断面欠損





全景



縁端拡幅：欠損

右側面図

損傷の凡例

損傷の種類	表示	損傷の種類	表示
ひびわれ		漏水	
剥離		腐食	
鉄筋露出		その他	
遊離石灰			

— 地震による損傷
— その他の損傷

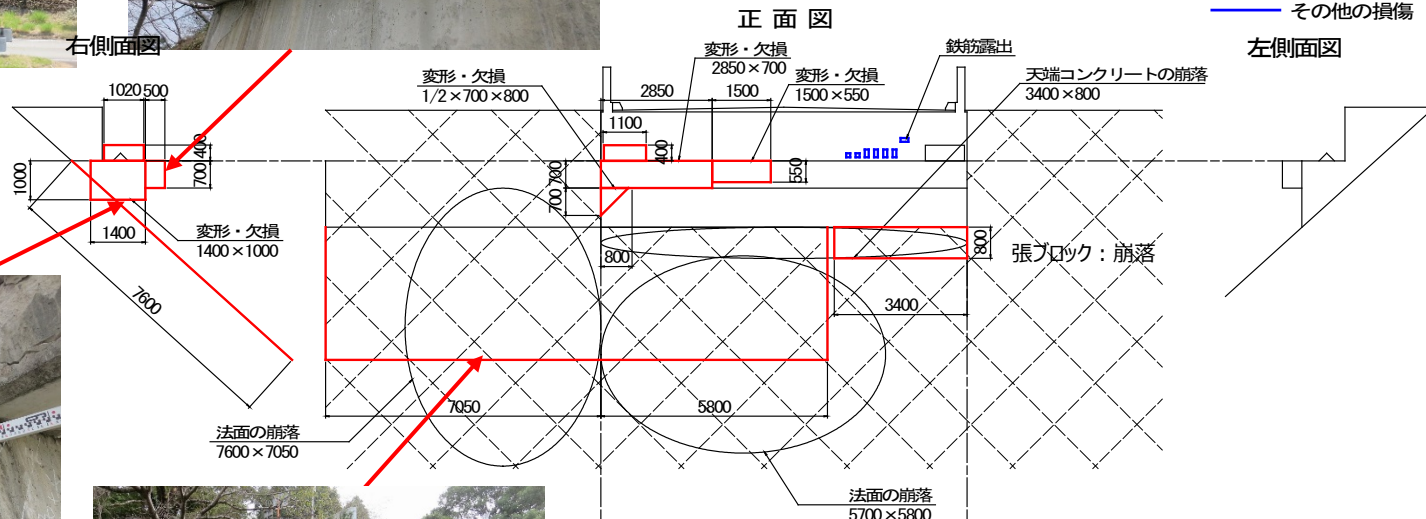
橋座：欠損



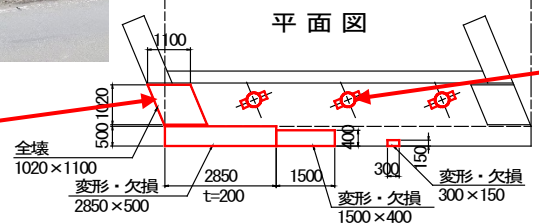
落橋防止構造：全壊



張ブロック：崩落



平面図



支承：全壊



全景



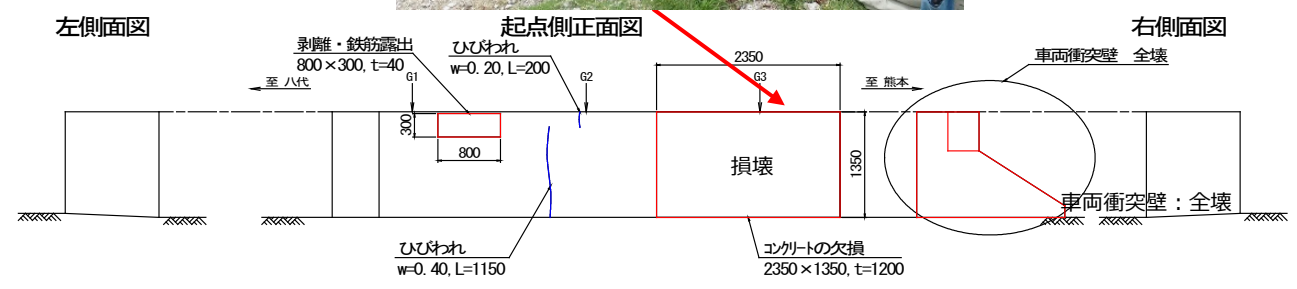
橋脚：損壊



損傷の凡例

損傷の種類	表 示	損傷の種類	表 示
ひびわれ		漏水	
剥離		腐食	
鉄筋露出		その他	
遊離石灰			

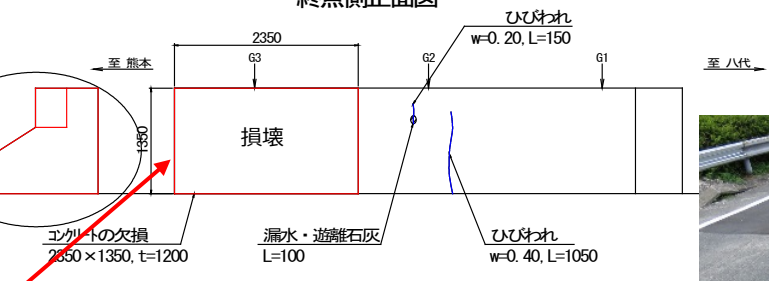
— 地震による損傷
— その他の損傷



橋脚：損壊



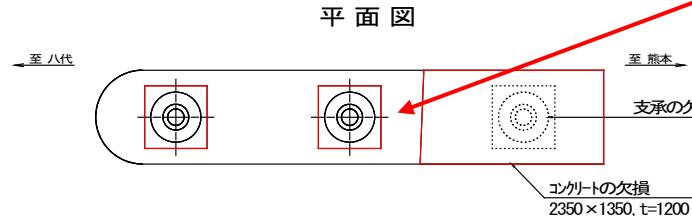
終点側正面図



支承：全壊



平面図



全景



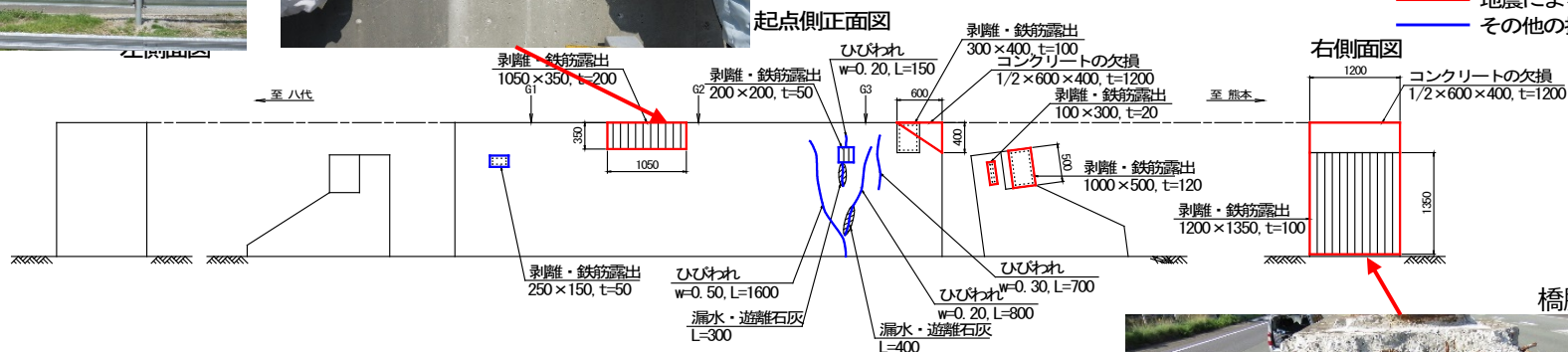
橋脚：欠損



損傷の凡例

損傷の種類	表示	損傷の種類	表示
ひびわれ		漏水	
剥離		腐食	
鉄筋露出		その他	
遊離石灰			

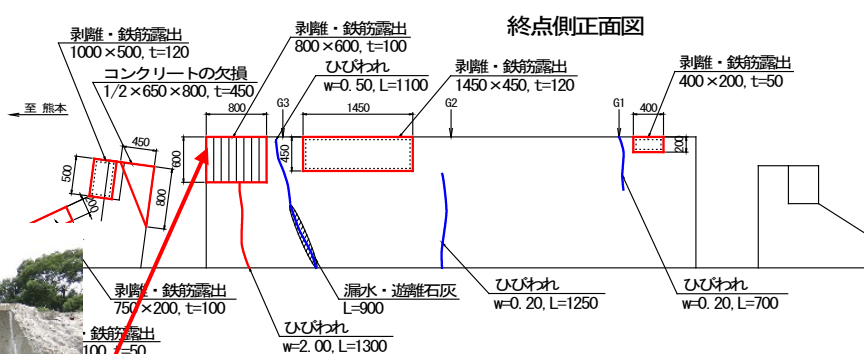
— 地震による損傷
— その他の損傷



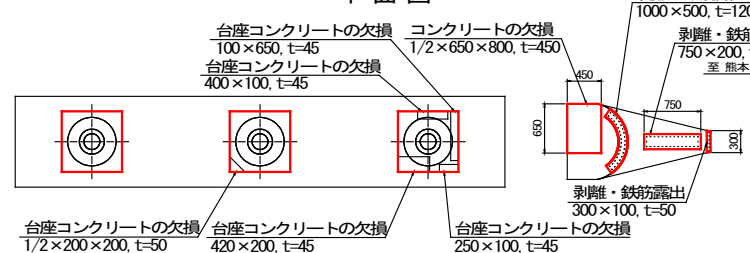
橋脚：欠損



橋脚：欠損



平面図



全景



縁端拡幅：欠損



損傷の凡例

損傷の種類	表示	損傷の種類	表示
ひびわれ		漏水	
剥離		腐食	
鉄筋露出		その他	
遊離石灰			

— 地震による損傷
— その他の損傷

正面図

変形・欠損 2700×1350

右側面図

変形・欠損 500×700

変形・欠損 350×1020, 750×410

法面の崩落 7100×900

法面の崩落 4150×3950

法面の崩落 3350×4500

変形・欠損 2150×300

平面図

変形・欠損 2150×500

変形・欠損 1/2×1000×1100

パラペット：ひび割れ

左側面図



支承：全壊



橋座：欠損



ロッキング橋脚を有する橋梁の落橋

- 熊本県内の高速道路を跨ぐ跨道橋において、4橋が被災し、このうち1橋が落橋した。
- 落橋した橋は、上下端がヒンジ構造の複数の柱で構成され、単独では自立せず、水平方向の上部構造慣性力を支持することができない特殊な橋脚(ロッキング橋脚)を有する橋であった。
- 同橋は、耐震設計基準に準拠して橋台部に横変位拘束構造が追加設置されていたが、大きな地震力により横変位拘束構造が破壊され、上部構造の水平変位を制限することができなくなり、さらに、上部構造の水平変位に伴い、中間支点の鉛直支持を失い落橋に至ったと考えられる。
- 同様の構造は大地震時に落橋に至る可能性があるため、適切な補強又は撤去を行うことが必要。



写真-1 府領第一橋(落橋前)

写真-2 横変位拘束構造の破壊、落橋
(県道小川嘉島線・府領第一橋)

表-1 被災した跨道橋

橋梁名	管理者	跨道橋下路線名	主な被害の状況
ふりよろ 府領第一橋	熊本県	九州自動車道	落橋(ロッキング橋脚)
ひとつばし 一ツ橋側道橋	熊本県	九州自動車道	鋼桁のずれ(支承損傷、段差発生)
こうぞの 神園橋	熊本市	九州自動車道	橋脚傾斜(ロッキング橋脚)
ひむき 日向二号歩道橋	熊本市	九州自動車道	橋脚損傷

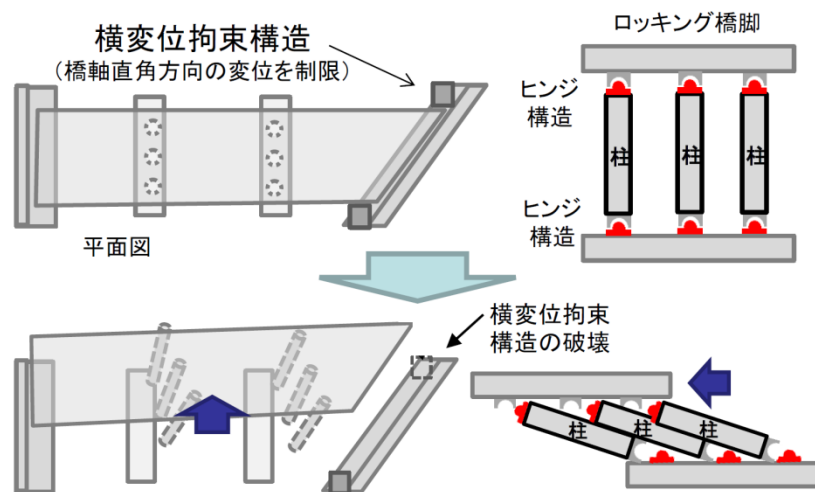


図-1 府領第一橋の想定落橋メカニズム

- ・上下端にピボット支承が取り付けられた橋脚(両端ヒンジ構造)
- ・ピボット支承は鉛直力支持機能と回転機能を有する構造(水平力支持機能を有さない)

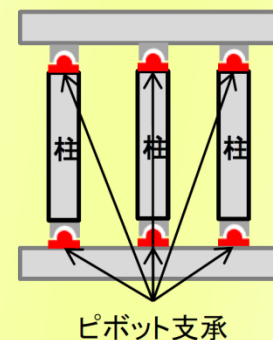


図-2 ロッキング橋脚

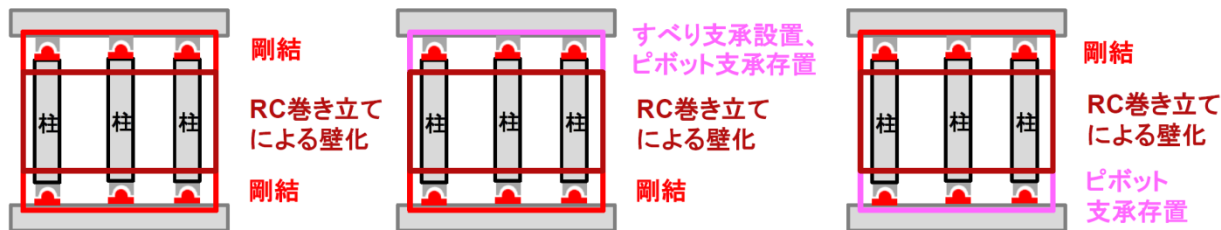
ロッキング橋脚の耐震補強の考え方

- 単独では自立できず、大規模地震による変位が生じると不安定となるロッキング橋脚を有する橋梁では、支承部の破壊により、落橋に至る可能性がある。
- よって、部分的な破壊が落橋につながることを防ぎ、速やかな機能回復を可能とする構造系への転換が必要。
 - ・ ロッキング橋脚に必要な安定性(自立性:水平・鉛直方向に対する抵抗力)の確保
 - ・ 支承破壊による落橋モードを想定した、落橋防止システムの装備

【対策の考え方】

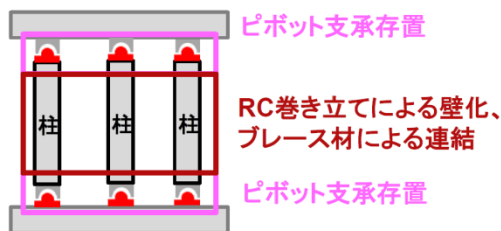
○ロッキング橋脚の安定性を確保するための構造とする

① 単独で自立可能な構造(完全自立構造)を基本とする



ピボット支承には、逸脱防止構造を設置

② 施工上の制約がある場合等には、橋軸方向には単独で自立できないが、橋軸直角方向には自立する構造(半自立構造)とする



ピボット支承には、逸脱防止構造を設置

橋軸方向の抵抗力は別途確保が必要

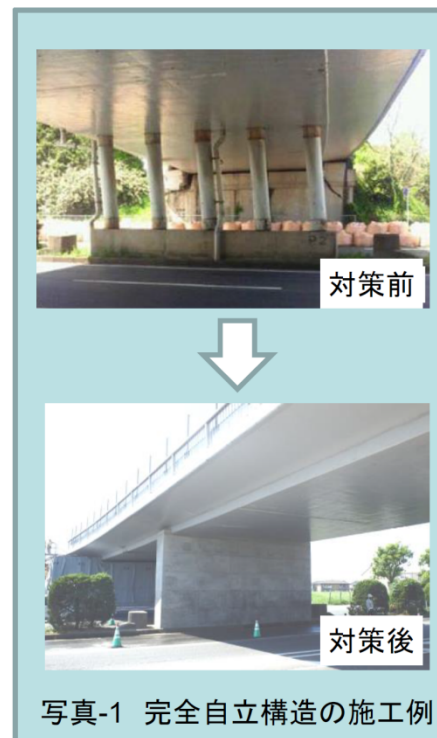
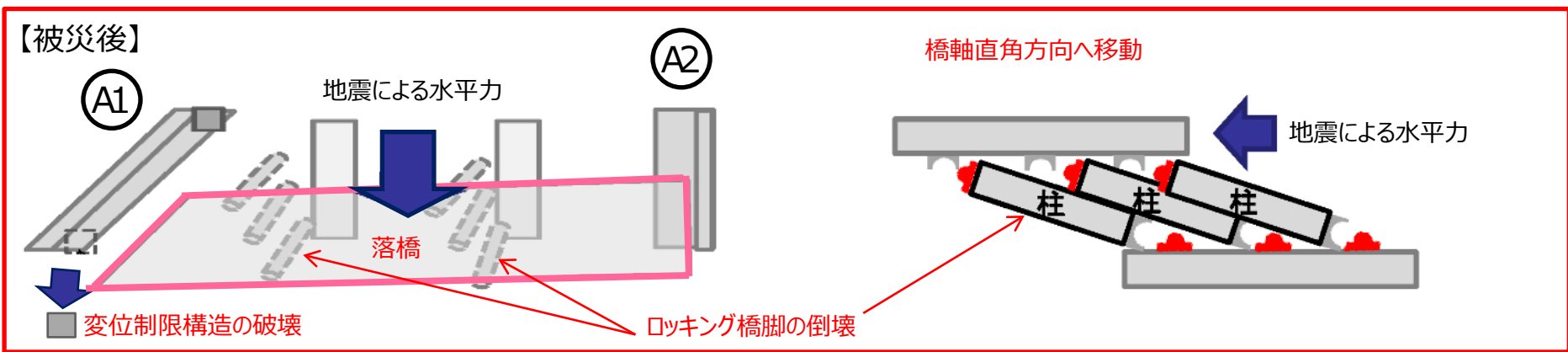
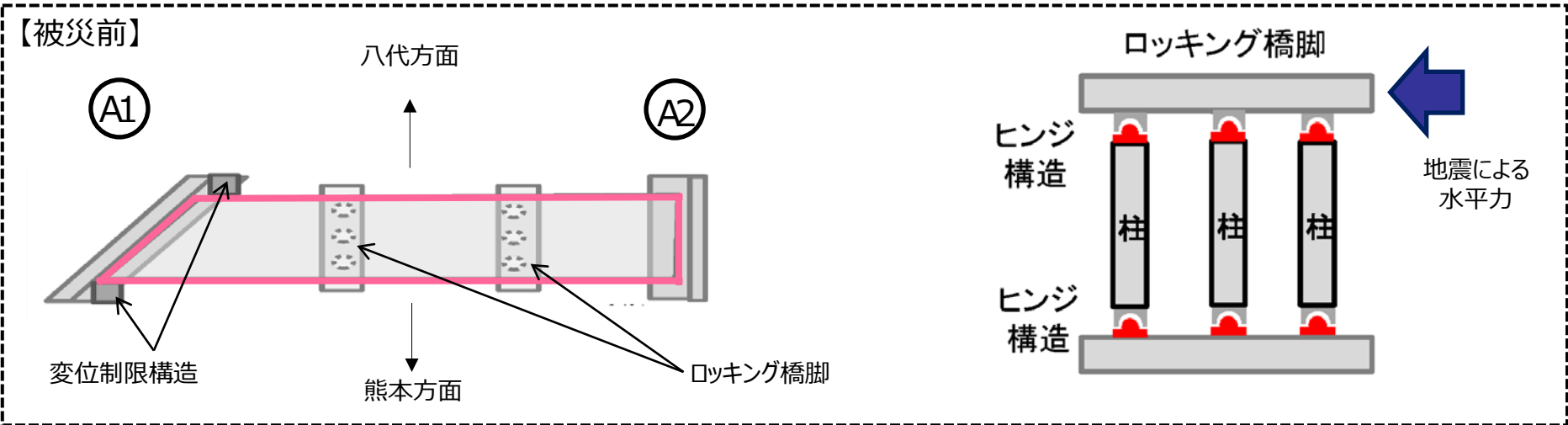


写真-1 完全自立構造の施工例

・橋台パラペットに衝突痕がないことから、橋軸方向ではなく、回転可能な橋軸直角方向へ変形し落橋している。
 ・大きな地震力によりA1橋台部に設置されていた変位制限構造が破壊され、水平方向の地震力に対して抵抗できない
 ロッキング橋脚が橋軸直角方向への上部工の移動により、鉛直支持を失い落橋に至ったと考えられる。

【被災イメージ】



【被災前の橋梁】

- 架設年次(適用図書) : 昭和49年(昭和47年)・・・※レベル1地震相当の設計体系

【復旧方針】

- 原形復旧を基本とするが、高速道路を跨ぐ橋梁であるため、長期の高速道路の全面通行止めによる社会的損失を考慮した工法を選択
 - ・現場打ちPC中空床版橋で、高速道路上で長期の支保工設置は困難
 - ・橋の一部の損傷が要因となって、崩壊等の橋の致命的な状態に至る可能性のあるロッキングピア構造の採用は困難（H24道示 I 共通編1.6.2）

1.6.2 構造設計上の配慮事項

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない。

- (1) 橋の一部の部材の損傷等が原因となって、崩壊などの橋の致命的な状態となる可能性。
- (2) 供用期間中の点検及び事故や災害時における橋の状態を評価するために行う調査並びに計画的な維持管理を適切に行うために必要な維持管理設備の設置。点検施設等を設置する場合においては、5.4の規定による。
- (3) 供用期間中に更新することが想定される部材については、維持管理の方法等の計画において、あらかじめ更新が確実かつ容易に行えるよう考慮しなければならない。

H24道示抜粋

的との適合性を満足させるという意味で重要である。なお、致命的な状態とは、一般的に、落橋や崩壊には至っていないものの、落橋に至る可能性がある変状が生じたために、安全性への懸念から長期に通行止めをせざるを得ないような状態や架け替えを余儀なくされる損傷を生じた状態である。

橋の形式や規模によっては、一部の部材の損傷や異常による影響によって、橋全体が不安定になったり、連鎖的に損傷範囲が拡大して橋全体が致命的な状態に至るものもあると考えられる。そして、これらの事態を回避できることを設計段階で具体的に見込む



【災害復旧工法】

- 上部工構造形式 : 鋼3径間連続鋼床版鈹桁橋（上部工の軽量化による既設基礎の利用）
- 橋脚構造形式 : 単柱式RC橋脚（水平力が支持可能な橋脚構造）
- ※損傷を受けていない下部工基礎や橋台部については、再利用

【下部工基礎の健全性】

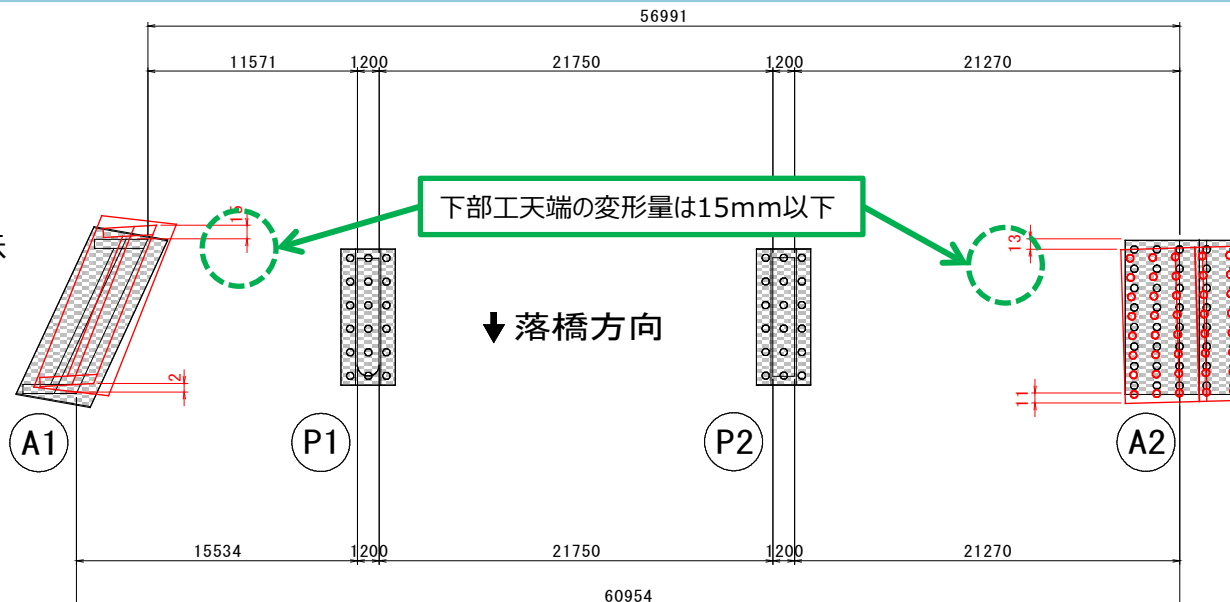
現地測量結果より、落橋した方向への下部工天端の変形量は杭の許容変位量15mm以下である。

⇒下部工基礎は再利用可能であると判断

※)現地測量結果は、「熊本地震被災状況計測整理業務 H28.7 国総研」を参考とする。

【現地測量結果】

- 黒字寸法：被災前の寸法
- 赤字寸法：測量後の寸法
- ※ 震災による変形量は、50倍で表示



② 下部構造から決まる許容変位

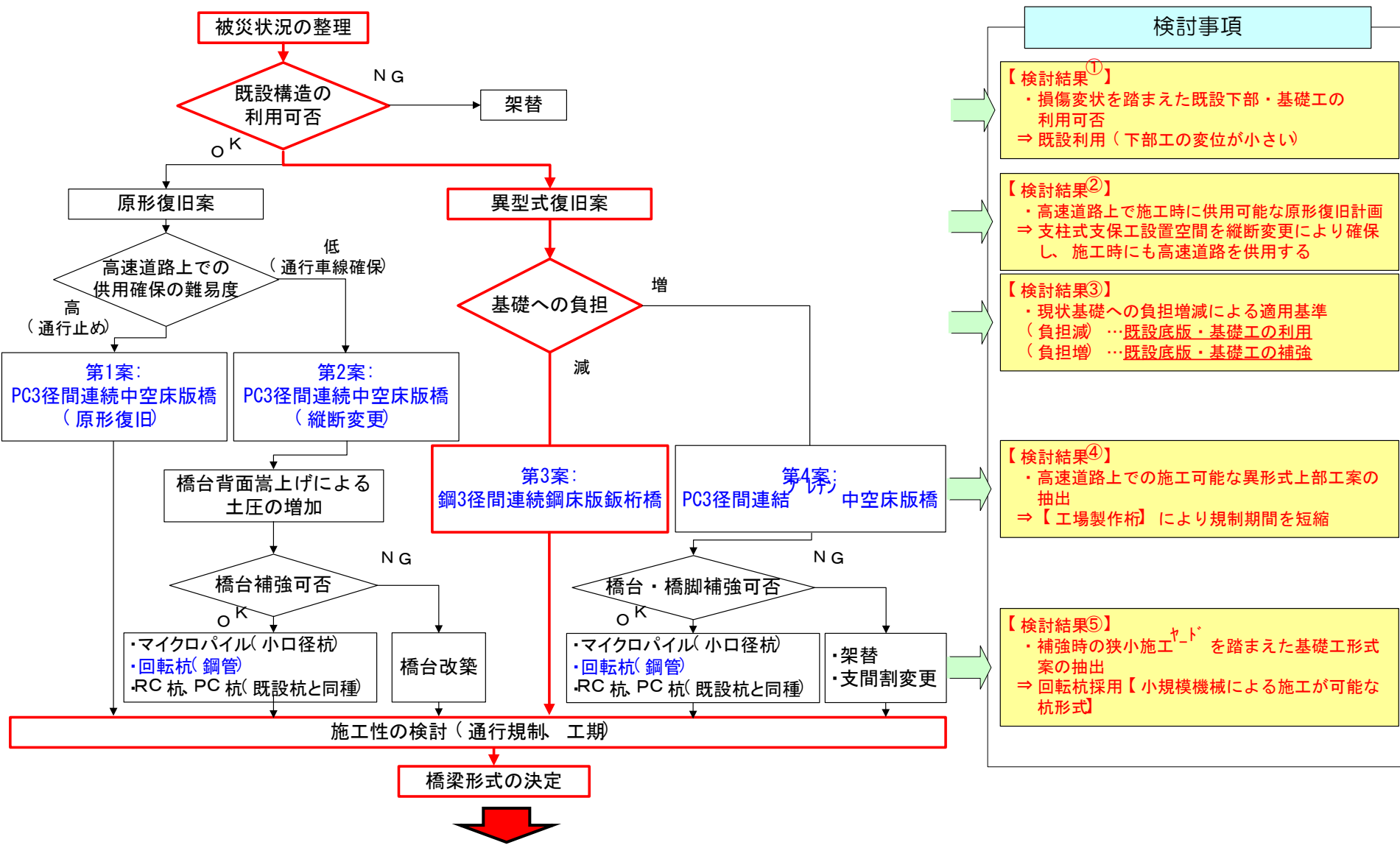
弾性体基礎の場合、過大な基礎の水平変位は有害な残留変位の原因となる。このため、基礎の安定性を確保する意味から、一般的な弾性体基礎においては基礎の残留変位が大きくなりえない範囲に基礎の水平変位を抑えることが望ましい。すなわち、基礎の水平変位を、残留変位が大きくなりなく工学的に弾性挙動として評価できる範囲に抑える意味で定めるのが下部構造から決まる許容変位である。許容水平変位は、多数の載荷試験結果に基づき、原則として基礎幅の1%とする。ただし、基礎幅が5mを超える大型の弾性体基礎の許容変位に関しては載荷試験データが少ないこと等から50mmとし、杭径1.5m以下の杭基礎においては過去の実績を考慮して15mmとする。また、橋台基礎の場合は、基礎幅によらず、常時において15mmとする。ここで、橋台基礎の場合は、クリープ変位や背面土の沈下等により長期にわたって増加すると考えられる変位量に対処するために許容変位を制限している。なお、許容変位は、設計上の地盤面で照査する。

H24道示抜粋

表-解 9.2.1 常時、暴風時及びレベル1地震時における各基礎の安定照査項目

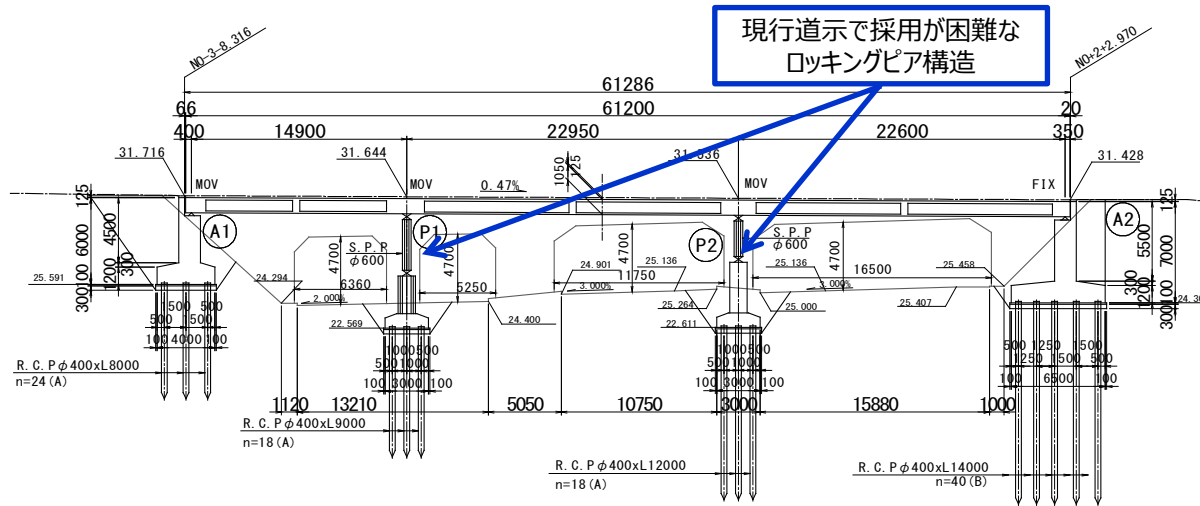
基礎形式	照査項目		支持力	転倒	滑動	水平変位
	鉛直	水平				
直接基礎	○	(○)	○	○	○	-
ケーソン基礎	○	-	-	-	○	○
杭基礎	○	-	-	-	-	○
鋼管矢板基礎	○	-	-	-	-	○
地中連続壁基礎	○	-	-	-	○	○
深礎基礎	○	-	-	-	○	○

() は根入れ部分で荷重を分担する場合

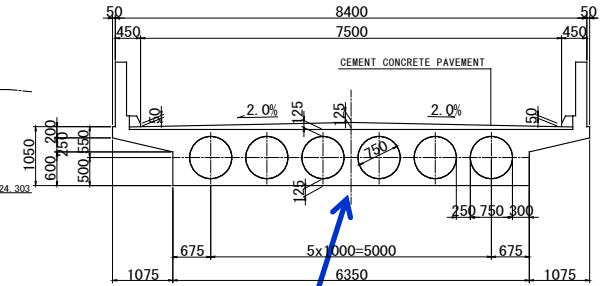


【形式検討結果】
 上記フローより、「第3案：鋼3径間連続鋼床版桁橋」を選定

【被災前橋梁一般図】

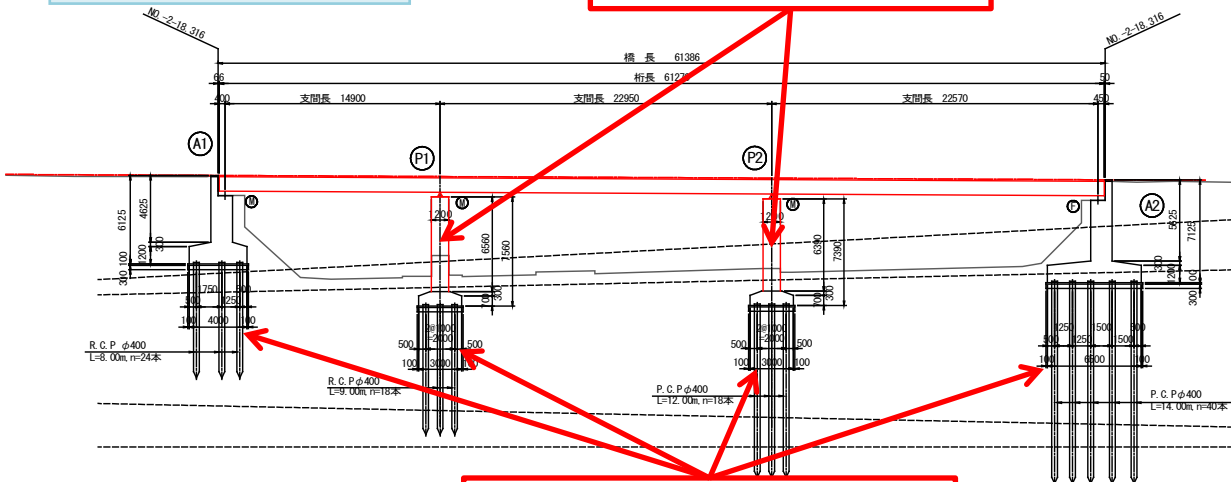


PC3径間連続ポステン中空床版橋

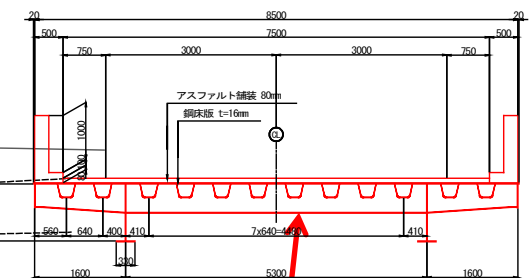


支保工設置が必要な
PC中空床版橋

【復旧橋梁一般図】



鋼3径間連続鋼床版鈹桁橋



【鋼床版鈹桁橋】
・軽量のため下部構造の変更が必要ない
・トラッククレーンにより短期に架設可能

	第1案 PC3径間連続ポステン中空床版橋 (縦断線形変更なし)	第2案 PC3径間連続ポステン中空床版橋 (縦断線形変更有り)	第3案 鋼3径間連続鋼床版桁橋 (縦断線形変更なし)	第4案 PC3径間連続プレテン中空床版橋 (縦断線形変更なし)
上部工断面図				
側面図				
構造形式・特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・上部構造形式：原形復旧 ・橋脚構造形式：原形復旧（ロッキング橋脚） ・縦断線形：現況どおり ・原形復旧のため、既設下部工は補強せず使用する。 ・支柱式支保工架設 ・長期の九州自動車道全面通行止が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・上部構造形式：原形復旧 ・橋脚構造形式：原形復旧（ロッキング橋脚） ・縦断線形：変更 ・架設時の長期通行止を回避するため、縦断線形を上げる。 ・縦断線形の変更により、橋台高さが高くなるため、橋台は再構築する。 ・支柱式支保工架設 	<ul style="list-style-type: none"> ・上部構造形式：鋼床版に変更し軽量化を図る ・橋脚構造形式：壁式橋脚に変更し水平力を支持できるようにする ・縦断線形：現況どおり ・上部工死荷重は、比較案中最軽量で現況の1/2程度であり、既設下部工と基礎工は補強せず使用する。 ・クレーン架設 	<ul style="list-style-type: none"> ・上部構造形式：PC橋で最も経済的なプレテン桁形式に変更 ・橋脚構造形式：壁式橋脚に変更し水平力を支持できるようにする ・縦断線形：現況どおり ・上部工死荷重が増加するため、基礎工の補強が必要となる。 ・クレーン架設
概算工費	160百万円 (1.00) ※社会的損失を算定	340百万円 (2.13)	240百万円 (1.50)	390百万円 (2.44)
評価	×	×	○	△

【第1案（PC中空床版形式）時の支保工設置に伴う社会的損失（高速道路通行止めの影響）の算定】

方法：府領第一橋の施工の際に、高速道路を全面通行止めした場合の影響を試算。
 通行止めによる影響を、
 ①迂回による時間損失額 ②高速道路料金収入の減少 の2つの損失額により算定。

結果：時間損失額は、**約15～32億円程度の損失**
 高速道路料金は、**約11～16億円程度の減収**
 注) 交通量、利用ルート(損失時間)、稼働率(通行止日数)の設定方法により、複数ケースを試算

以上より、社会的損失が膨大であることから第1案は採用しない。

■ 御船IC～松橋IC交通量

	全車	小型車	大型車
H22道路交通センサス	30,370	20,930	9,440

	日平均区間交通量(台/日)	備考
高速道路統計月報H28.4	17,257	震災後
高速道路統計月報H28.3	34,328	当初

注) 雑誌「高速道路と自動車」より

	全車	小型車	大型車
H28.3交通量大型車比率をH22より推計	34,328	23,658	10,670

■ 損失時間

ルート	所要時間(分)	損失時間(分)	備考
現行ルート	7.2	-	
迂回ルート	19.7	12.5	国道利用の場合
	17.1	9.9	最短ルートの場合

■ 時間価値原単位

	円/分
乗用車	40.10
バス	374.27
乗用車類	45.78
小型貨物車	47.91
普通貨物車	64.18

注) 平成20年度価格(費用便益分析マニュアルより)



【第1案（PC中空床版形式）時の支保工設置に伴う社会的損失（高速道路通行止めの影響）の算定】

①時間損失額

	全車	小型車	大型車	備考
交通量 (台/日)	30,370	20,930	9,440	H22道路交通センサス
損失時間 (分)	12.5			国道利用
時間価値 (円/分)		45.78	64.18	乗用車類、普通貨物車の原単位利用
時間損失 (万円/日)	1,955	1,198	757	
通行止日数 146日の総額(百万円)	2,854			稼働率1.8(通常稼働を想定)
通行止日数 98日の総額(百万円)	1,916			稼働率1.2(盆正月以外は日曜のみ休日)

○最短ルートの場合

	全車	小型車	大型車	備考
交通量 (台/日)	30,370	20,930	9,440	H22道路交通センサス
損失時間 (分)	9.9			最短ルート
時間価値 (円/分)		45.78	64.18	乗用車類、普通貨物車の原単位利用
時間損失 (万円/日)	1,548	949	600	
通行止日数 146日の総額(百万円)	2,261			稼働率1.8(通常稼働を想定)
通行止日数 98日の総額(百万円)	1,517			稼働率1.2(盆正月以外は日曜のみ休日)

○H28.3交通量の場合

	全車	小型車	大型車	備考
交通量 (台/日)	34,328	23,658	10,670	H28.3交通量
損失時間 (分)	12.5			国道利用
時間価値 (円/分)		45.78	64.18	乗用車類、普通貨物車の原単位利用
時間損失 (万円/日)	2,210	1,354	856	
通行止日数 146日の総額(百万円)	3,226			稼働率1.8(通常稼働を想定)
通行止日数 98日の総額(百万円)	2,166			稼働率1.2(盆正月以外は日曜のみ休日)

②高速道路料金収入の減少（御船IC～松橋IC）

※ここではターミナルチャージ(150円)はかからないものとした。

	全車	小型車	大型車	備考
交通量 (台/日)	30,370	20,930	9,440	H22道路交通センサス
御船IC～松橋ICの距離 (km)	12.0			
高速道路料金の延長単価 (円/km)		24.6	40.59	普通車 大型車
高速料金 (万円/日)	1,078	618	460	
通行止日数 146日の総額(百万円)	1,573			稼働率1.8(通常稼働を想定)
通行止日数 98日の総額(百万円)	1,056			稼働率1.2(盆正月以外は日曜のみ休日)

【橋脚柱部の健全性】

既設橋脚の柱部は大部分が健全であることから再利用の可否について検討を行う。

なお、柱部撤去工法は、高速道路内での作業および大型ブレーカーでの撤去による撤去物飛散を考慮し、「ワイヤーソー工法」とする。

■ 第1案：既設柱を全撤去し柱を新設

(新規の柱鉄筋は、フーチングを削孔して建て込む。フーチングへの削孔長はエポキシ樹脂注入による最小定着長より20D※)とする。)

■ 第2案：既設柱を部分撤去し再利用

(柱天端から1m下端で切断し、既設柱鉄筋を研り出し、新規の柱鉄筋と接続する。研り位置は切断面より20cm下端とする。)

※「既設橋梁の耐震補強工法事例集 H17.4 (財)海洋架橋・橋梁調査会」参照

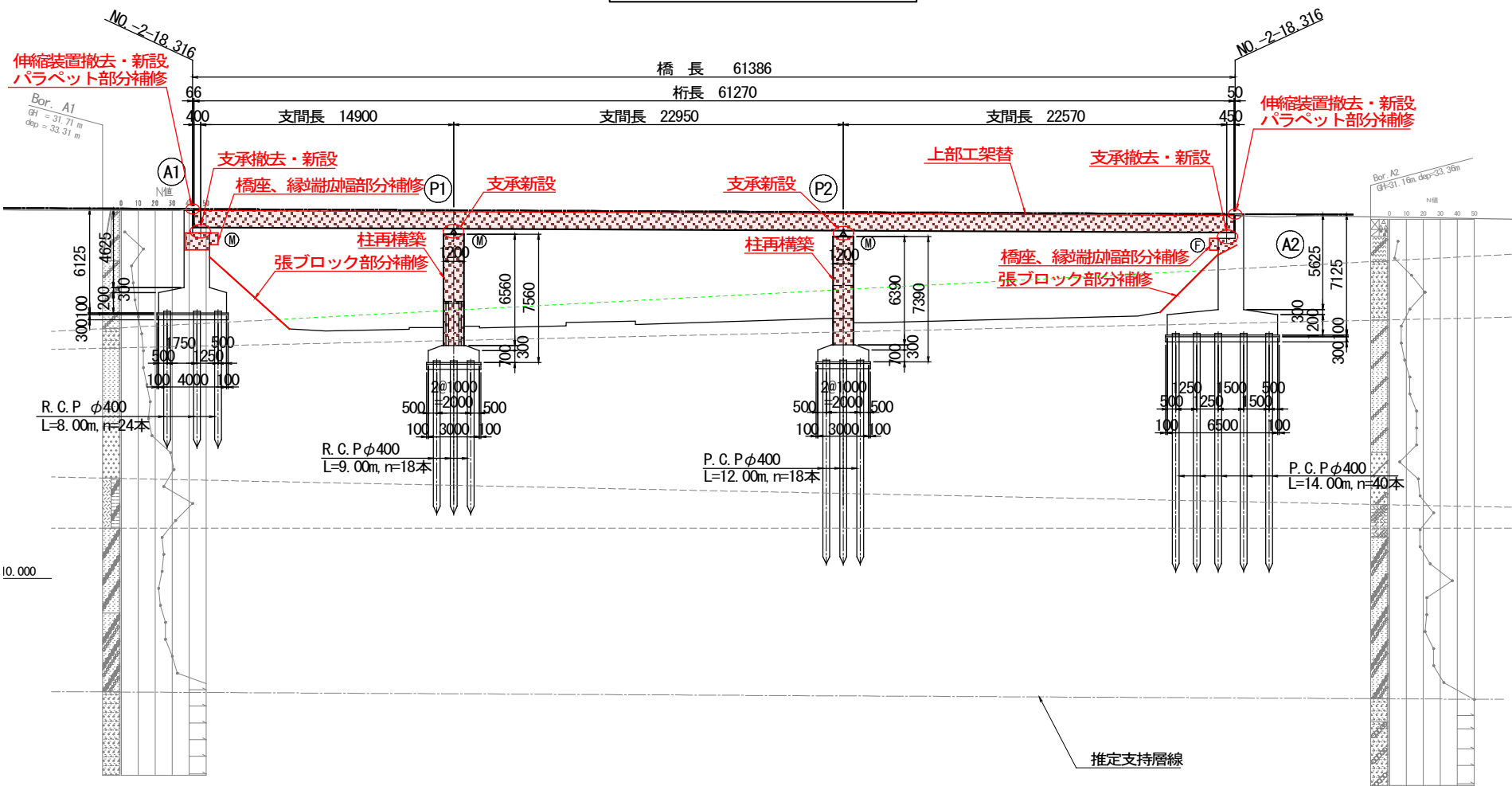
	第1案：既設柱を全撤去し柱を新設 (柱基部で切断)	第2案：既設柱を部分撤去し再利用 (柱天端から1m下で切断)
施工概要 ・断面図		
工法概要	<p>切断しようとする鉄筋コンクリート構造物にダイヤモンドワイヤーソーを環状に巻き付け、その両端を接続して駆動機でエンドレスに高速回転させ構造物を切断する。大断面切断、地下構造物、水中構造物も切断が可能である。粉塵が少なく、低騒音・低振動の施工が可能で公害規制の厳しい場所での適用が可能である。</p>	<p>ワイヤーソー切断は第1案と同じ。 ウォータージェット工法は、ブレーカーや削岩機などの打撃破壊と異なり、ノズルから噴射された高速の水噴流の衝突圧力によりコンクリート構造物の切断、はつりを行う。ウォータージェット工事は、高圧水の噴射によるためにコンクリートにひび割れを生じさせず、粉じんの発生が無く、振動も無い。本工法によりマイクロクラックを防止できる。</p>
概要工費	840千円 (1.00)	950千円 (1.14)
評価	<p>◎ 第2案に比べ施工性、経済性に優れる。</p>	<p>△ 鉄筋の継手位置が柱基部付近で同一断面になり構造的に好ましくない。 第1案に比べ経済性に劣る。</p>

【復旧方針】

部位			損傷状況	復旧方法
上部工	-	-	落橋	架け替え（3径間連続鋼床版鈹桁）
支承	全支点部	-	落橋により全壊	取替え
下部構造	A1、A2橋台	橋座	橋座に欠損	断面修復
	P1、P2橋脚	柱	ロッキングピア倒壊	柱再構築
落橋防止構造	A1橋台	-	落橋防止壁（RC壁）全壊	再構築
伸縮装置	全箇所	-	落橋により全壊	架け替えに伴い新設
車両衝突壁	P1橋脚	起点側	落橋により全壊	再構築
	P2橋脚	起点側	断面欠損	断面修復
張ブロック	A1、A2橋台	-	ブロックの崩落	張ブロックを再設置

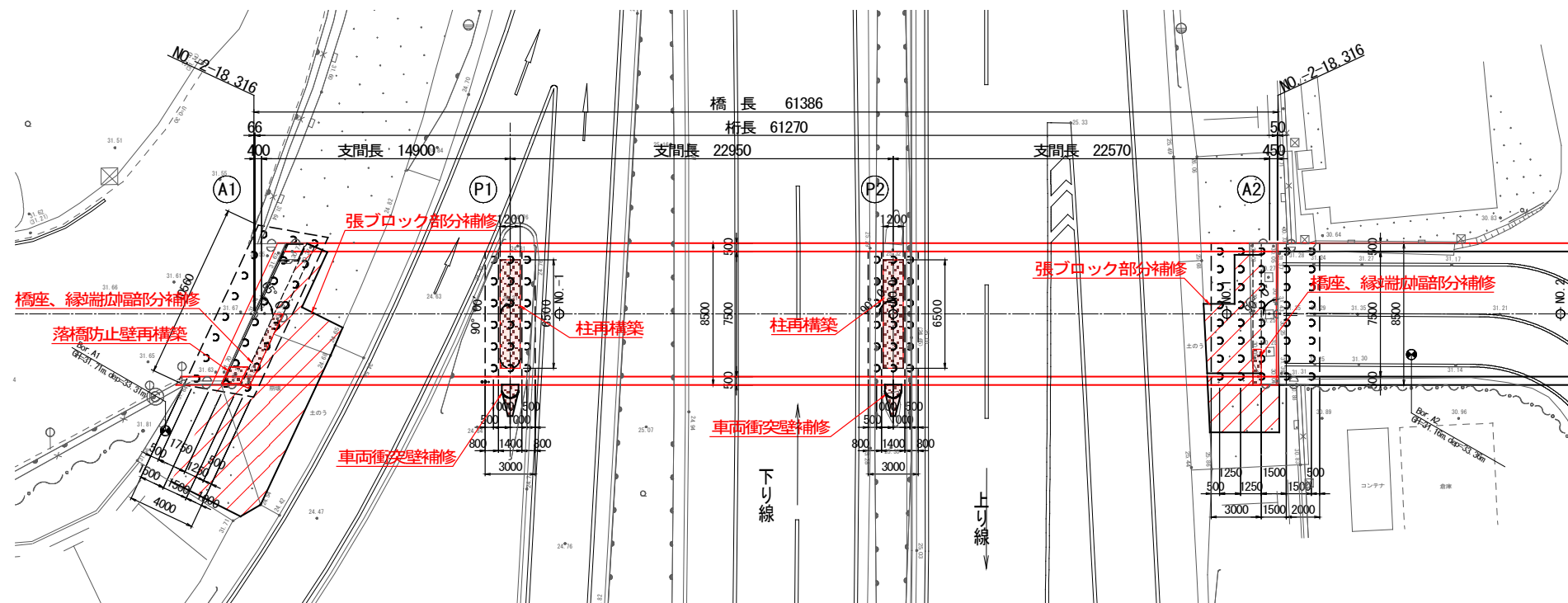
【復旧一般図】

側面図



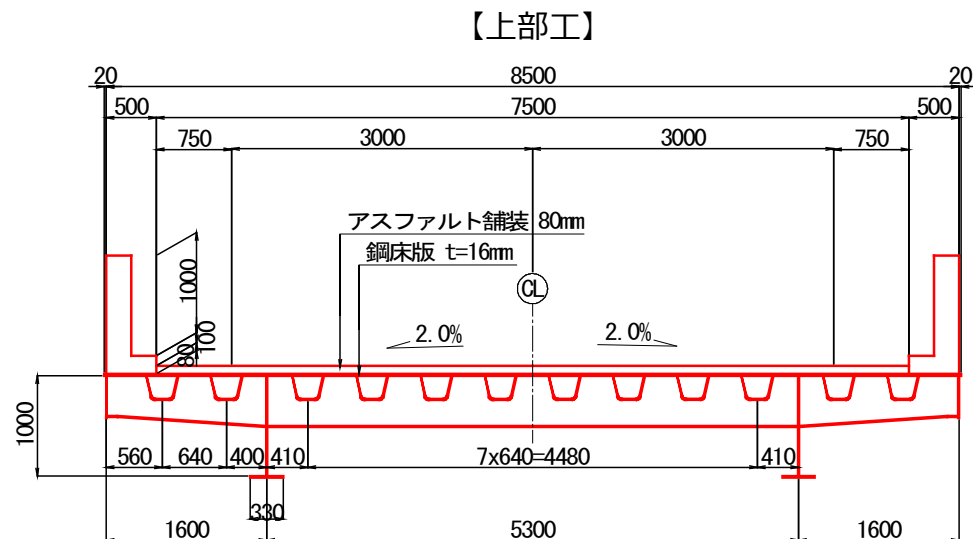
【復旧一般図】

平面図

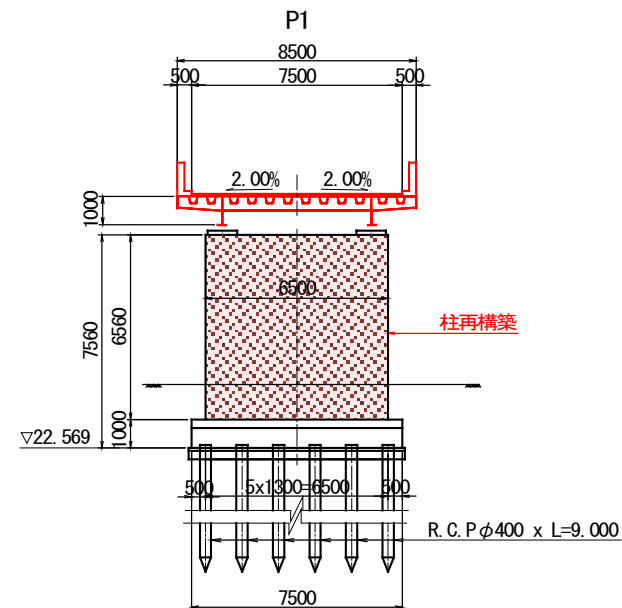


【復旧一般図】

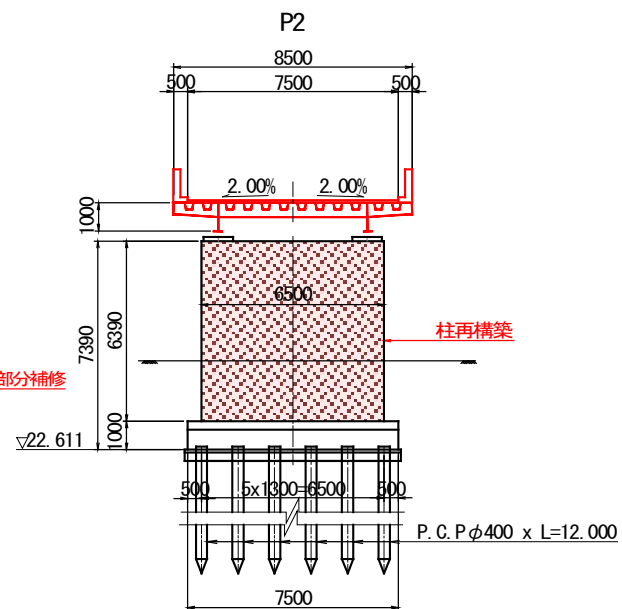
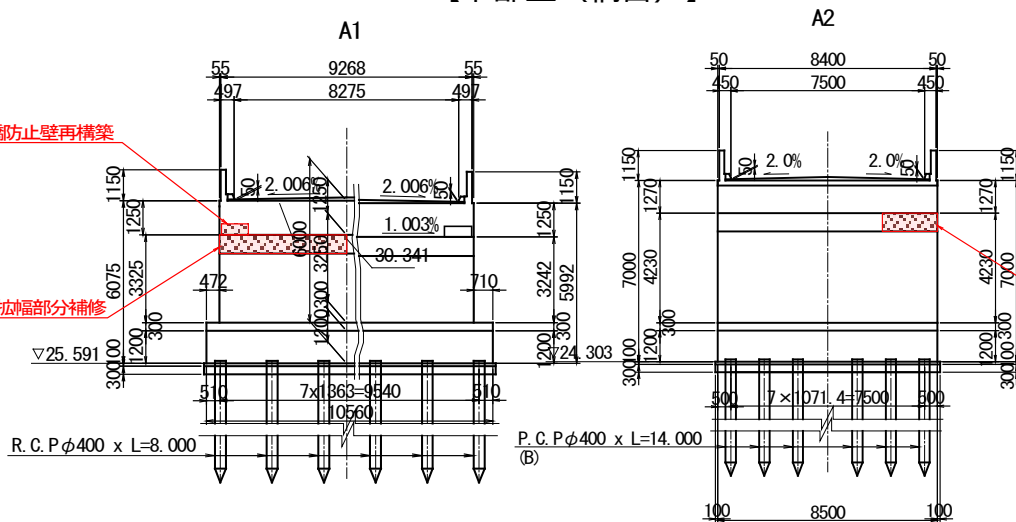
断面図



【下部工 (橋脚)】



【下部工 (橋台)】



【改良の必要性】

- 府領第一橋は、熊本地震により、設計当時に**想定されている以上の荷重を受け**、ロッキング橋脚の倒壊による**落橋**が発生（九州自動車道が通行不能）。
- 再度同程度の地震が発生した場合に、**同様の被害が発生しないよう対策**する必要がある。
- 上記の地震規模に対応した**改良は、高速道路上であるため、施工上の制約が大きく災害復旧と同時に**行う必要がある。****

【耐震性能の照査】

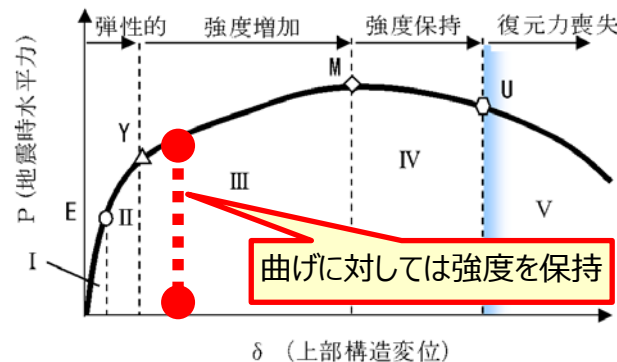
- 原形復旧後の構造で、レベル2地震動の照査を実施。
【既設構造を利用する基礎構造に対して照査を実施】
- 曲げ耐力は超過するものの、塑性化以降（応答塑性率）は強度を保持（塑性率4）
- せん断耐力は、**大幅に超過**し、フーチングと杭の結合部（仮想鉄筋コンクリート断面）も同様**耐力超過**

【改良方針】

- 原形復旧のみでは、レベル2地震動に対する耐震性能不足⇒**基礎に対する対策が必要**

P2橋脚基礎工照査結果

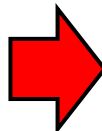
照査方法	L2地震動タイプ I（液状化無視・水位無視）			
	応答塑性率			評価
曲げ耐力 $M_{max} \leq M_y$ <small>kN・m/本</small>	Mmax	判定	M_y	評価
	72.96	\geq	60.50	OUT
押込み支持力 $PN \leq P_{Nu}$ <small>kN/本</small>	PN	判定	P_{Nu}	評価
	707.31	\leq	1317.00	OK
応答塑性率 μ_{Fr}	μ_{Fr}	判定	μ_{FL}	評価
	1.231	\leq	4.000	OK
回転角 α_{Fo} <small>rad</small>	解析値		許容値	評価
	0.0006	\leq	0.0200	OK
杭基礎のせん断 $S \leq P_s$ <small>kN</small>	S	判定	P_s	評価
	2330.42	\geq	1149.16	OUT
仮想鉄筋コンクリート断面 <small>kN・m/本</small>	M	判定	M_y	評価
	96.20	\geq	60.50	OUT



【改良の効果】

■ 原形復旧のみ

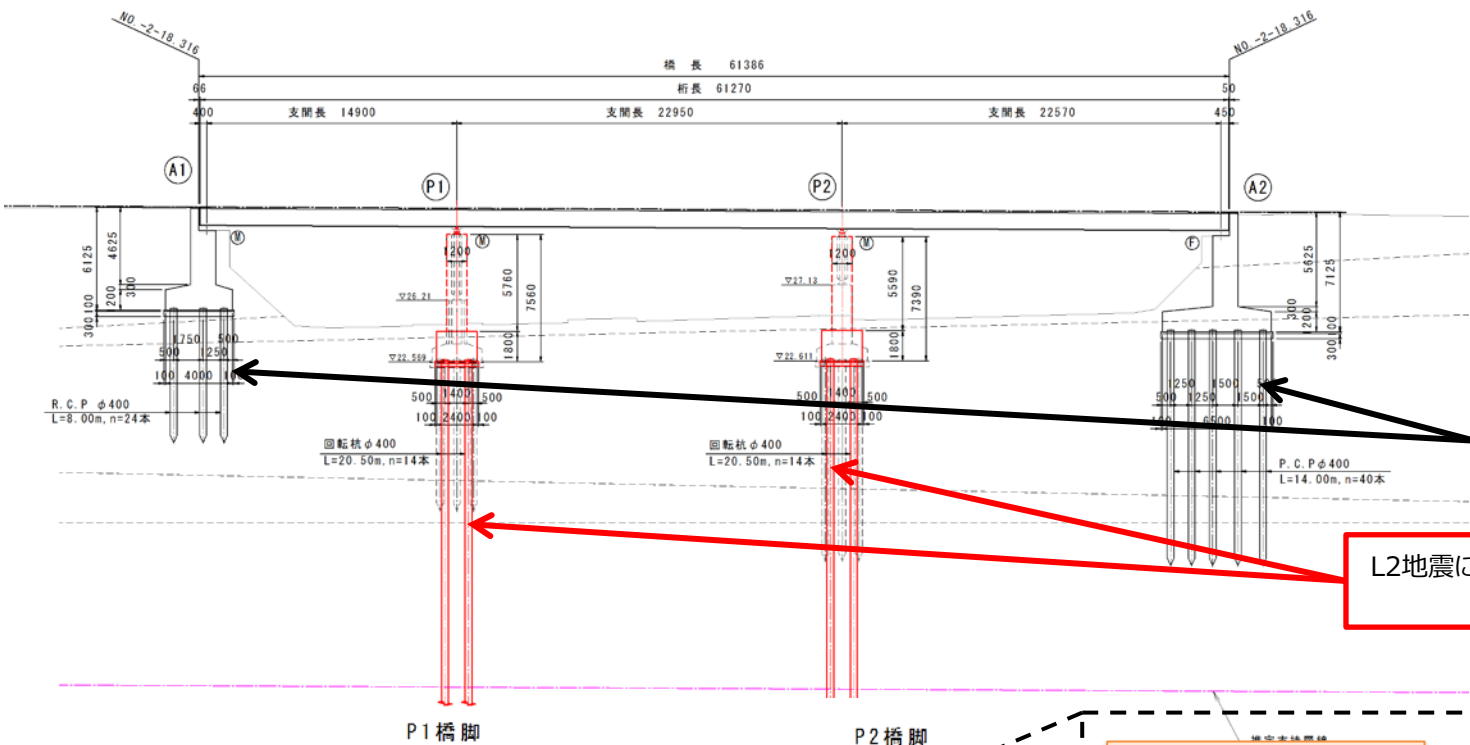
同程度の地震が発生した場合、同様の被害（落橋）が発生し、通行止めによる社会的影響が大きく民生の安定が図れない。



■ 災害関連事業による改良復旧

方針第19条（二）へ（ホ）

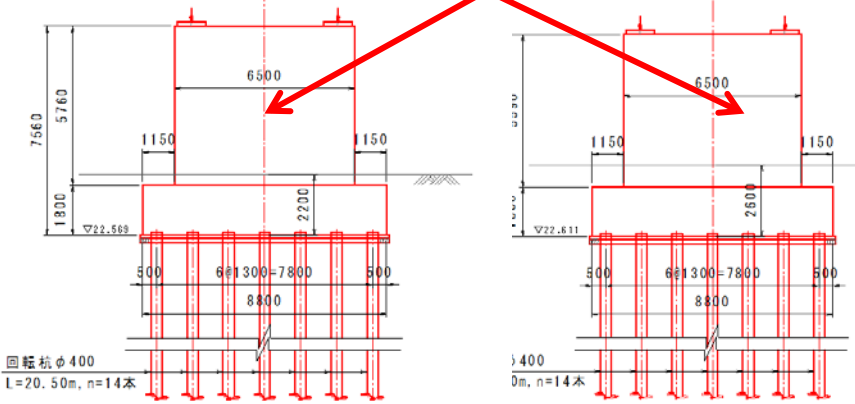
基礎の対策により、レベル2地震動に対する耐震性能を満足する構造が可能であり、落橋等による被害を防止し、民生の安定を図ることができる。



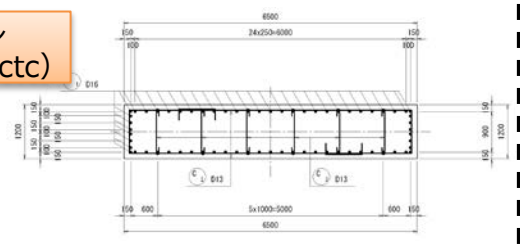
※A1、A2の両橋台は、既設構造で現行基準の性能を満足する。

L2地震に対して耐力を有する杭基礎の設置（回転杭）

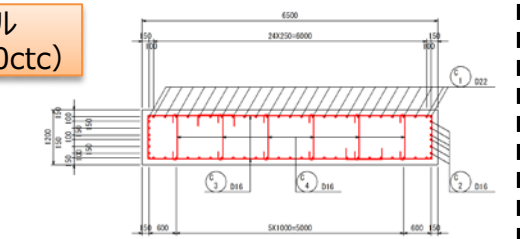
L2地震に対応した橋脚断面の設定



原形復旧レベル
(主鉄筋D16-250ctc)



改良復旧レベル
(主鉄筋D22-250ctc)



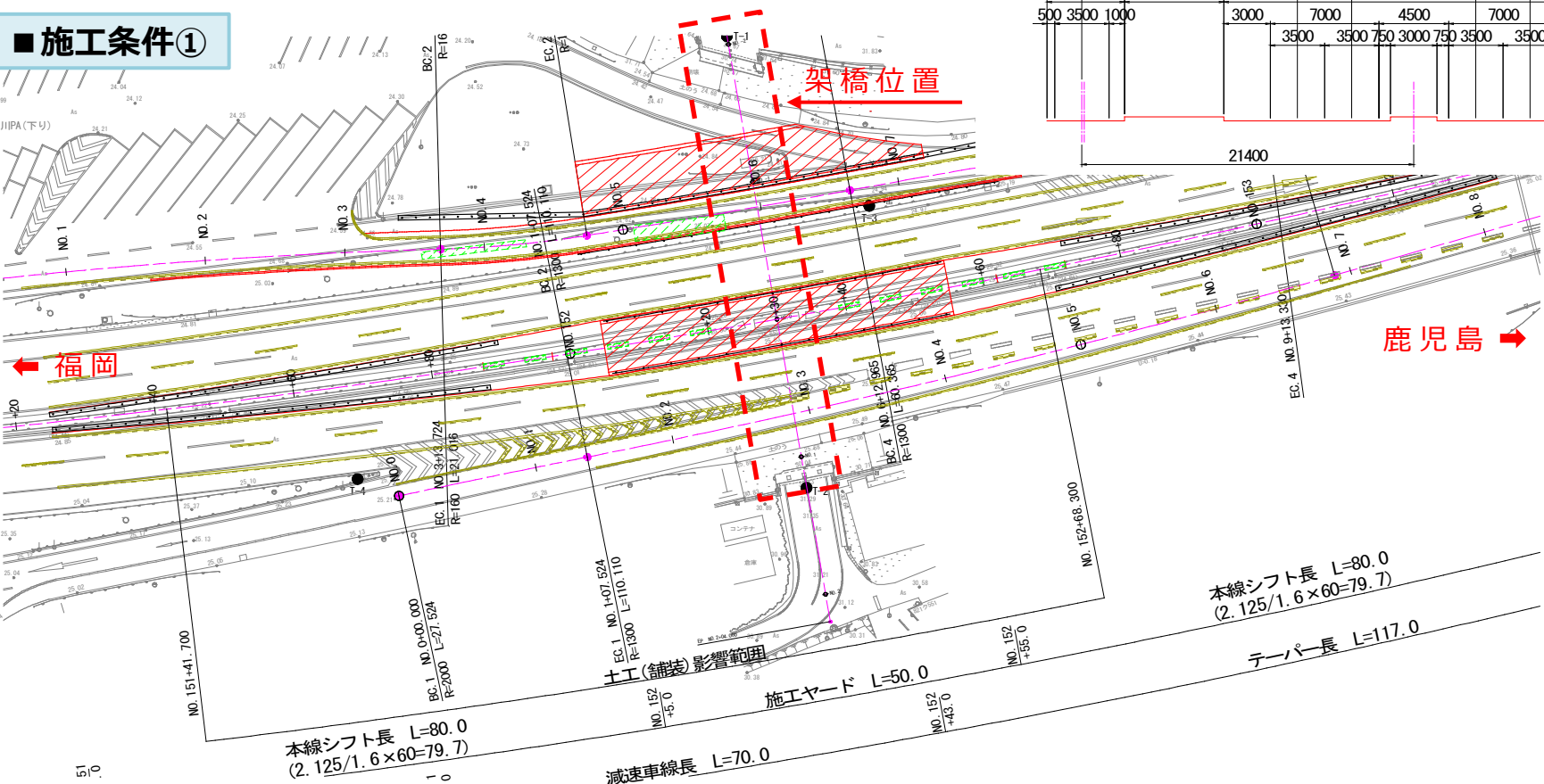
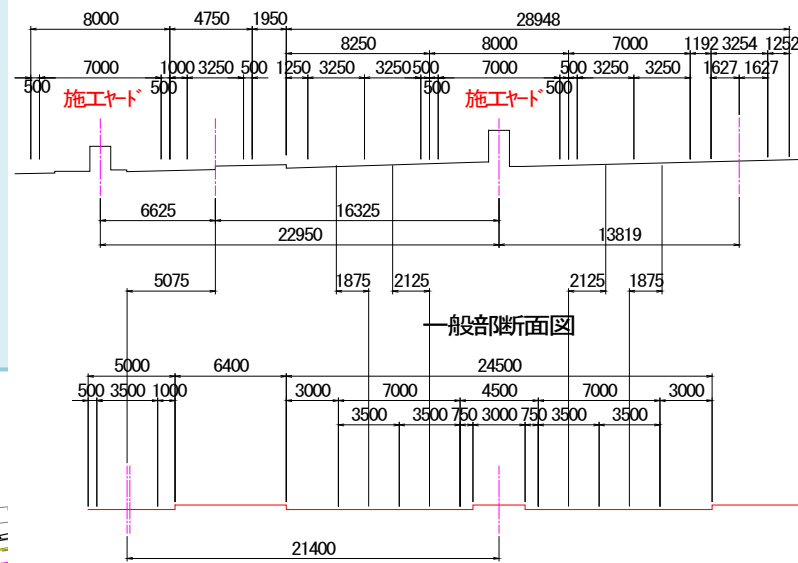
【基礎工形式の選定】

■ 施工条件

- ① 府領第一橋直下の九州自動車道は、上下2車線確保が必須。
⇒設計速度 & 速度規制により可能
- ② 上下2車線確保のため、狭小施工ヤードでの施工となる。
- ③ 九州自動車道の交通影響が最小限となる施工方法の選定が必要。
⇒**杭間へ回転杭を新設**

■ 施工条件①

施工部断面図 (設計速度60km/h)



	災害復旧（原形復旧）案	改良復旧（H24道示対応）案																										
<p>上部工断面図</p>																												
<p>側面図</p>																												
<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・災害復旧は原形復旧が原則のため、既設橋設計当時の設計基準に基づき設計する。 ・基礎杭とフーチングは再利用し、壁式橋脚を構築する。 ・耐震性能2は満足していない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・再度災害防止のため、耐震性能2を満足する設計とする。 ・耐力のある基礎杭を新たに打設する必要があるため、フーチングを撤去し、壁式橋脚を構築する。 ・基礎杭は、高速道路内で道路を供用しながらの施工であり、施工ヤードの制限から、狭隘地で施工可能な回転杭工法を採用する。 																										
<p>概算工費</p>	<table border="0"> <tr> <td>上部工費</td> <td>235百万円</td> </tr> <tr> <td>下部工費</td> <td>15百万円</td> </tr> <tr> <td>撤去費</td> <td>15百万円</td> </tr> <tr> <td>切り回し費</td> <td>70百万円（誘導員等含む）</td> </tr> <tr> <td>土工費</td> <td>0.2百万円</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>335百万円（1.00）</td> </tr> </table>	上部工費	235百万円	下部工費	15百万円	撤去費	15百万円	切り回し費	70百万円（誘導員等含む）	土工費	0.2百万円	合計	335百万円（1.00）	<table border="0"> <tr> <td>上部工費</td> <td>238百万円</td> </tr> <tr> <td>下部工費</td> <td>17百万円</td> </tr> <tr> <td>基礎工費</td> <td>57百万円</td> </tr> <tr> <td>撤去費</td> <td>33百万円</td> </tr> <tr> <td>切り回し費</td> <td>86百万円（誘導員等含む）</td> </tr> <tr> <td>土工費</td> <td>1百万円</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>430百万円（1.28）増額分95百万円</td> </tr> </table>	上部工費	238百万円	下部工費	17百万円	基礎工費	57百万円	撤去費	33百万円	切り回し費	86百万円（誘導員等含む）	土工費	1百万円	合計	430百万円（1.28）増額分95百万円
上部工費	235百万円																											
下部工費	15百万円																											
撤去費	15百万円																											
切り回し費	70百万円（誘導員等含む）																											
土工費	0.2百万円																											
合計	335百万円（1.00）																											
上部工費	238百万円																											
下部工費	17百万円																											
基礎工費	57百万円																											
撤去費	33百万円																											
切り回し費	86百万円（誘導員等含む）																											
土工費	1百万円																											
合計	430百万円（1.28）増額分95百万円																											

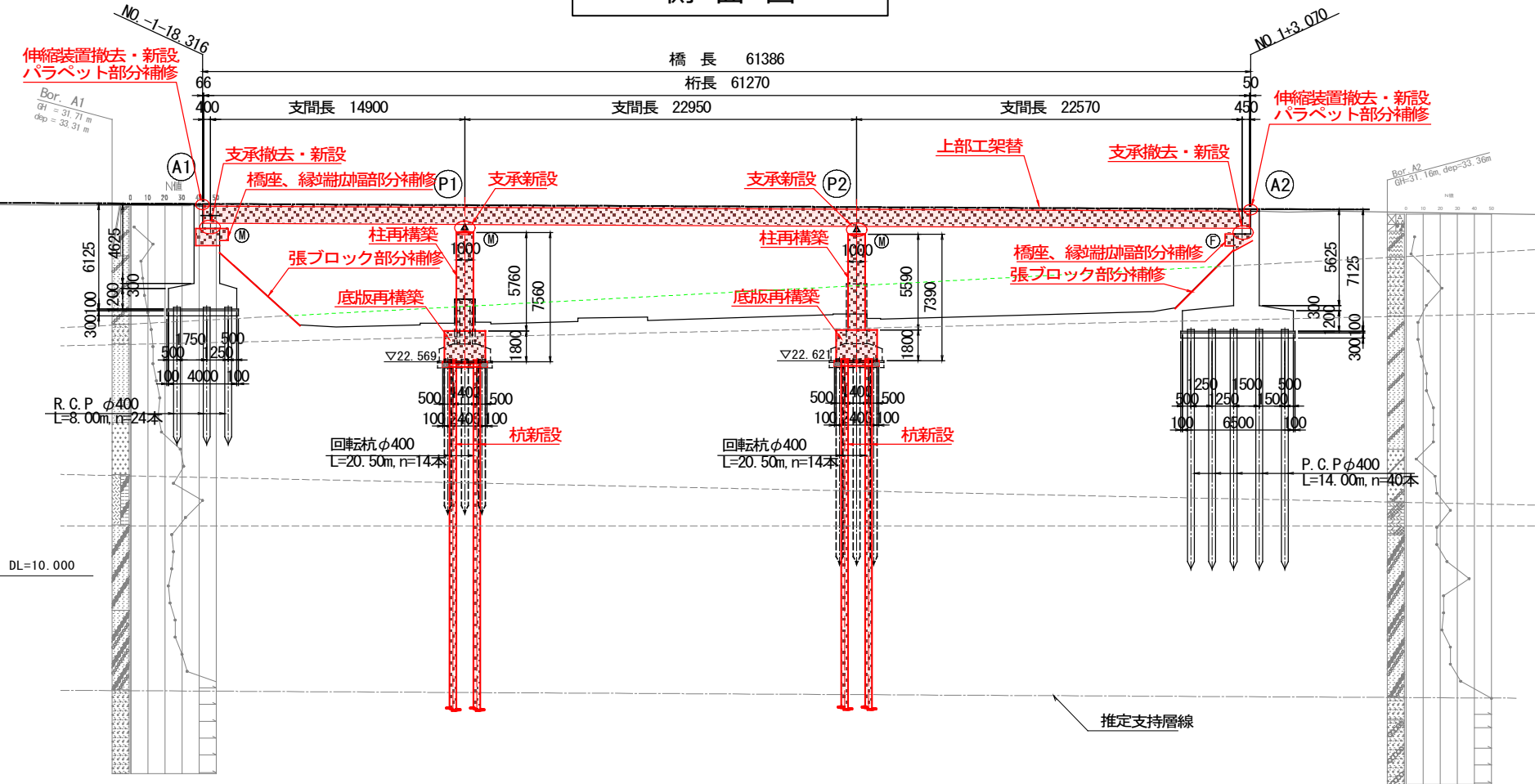
【復旧方針】

部位			損傷状況	復旧方法
上部工	-	-	落橋	架け替え (3径間連続鋼床版鈹桁 B活荷重対応)
支承	全支点部	-	落橋により全壊	取替え (B活荷重対応)
下部構造	A1、A2橋台	橋座	橋座に欠損	断面修復
	P1、P2橋脚	柱	ロッキングピア倒壊	柱再構築
	P1、P2橋脚	底版	損傷なし	底版再構築
基礎	P1、P2橋脚	杭	損傷なし	基礎新設
落橋防止構造	A1橋台	-	落橋防止壁 (RC壁) 全壊	再構築
伸縮装置	全箇所	-	落橋により全壊	架け替えに伴い新設
車両衝突壁	P1橋脚	起点側	落橋により全壊	再構築
	P2橋脚	起点側	断面欠損	断面修復
張ブロック	A1、A2橋台	-	ブロックの崩落	張ブロックを再設置

□ : 赤枠囲みが改良復旧対象

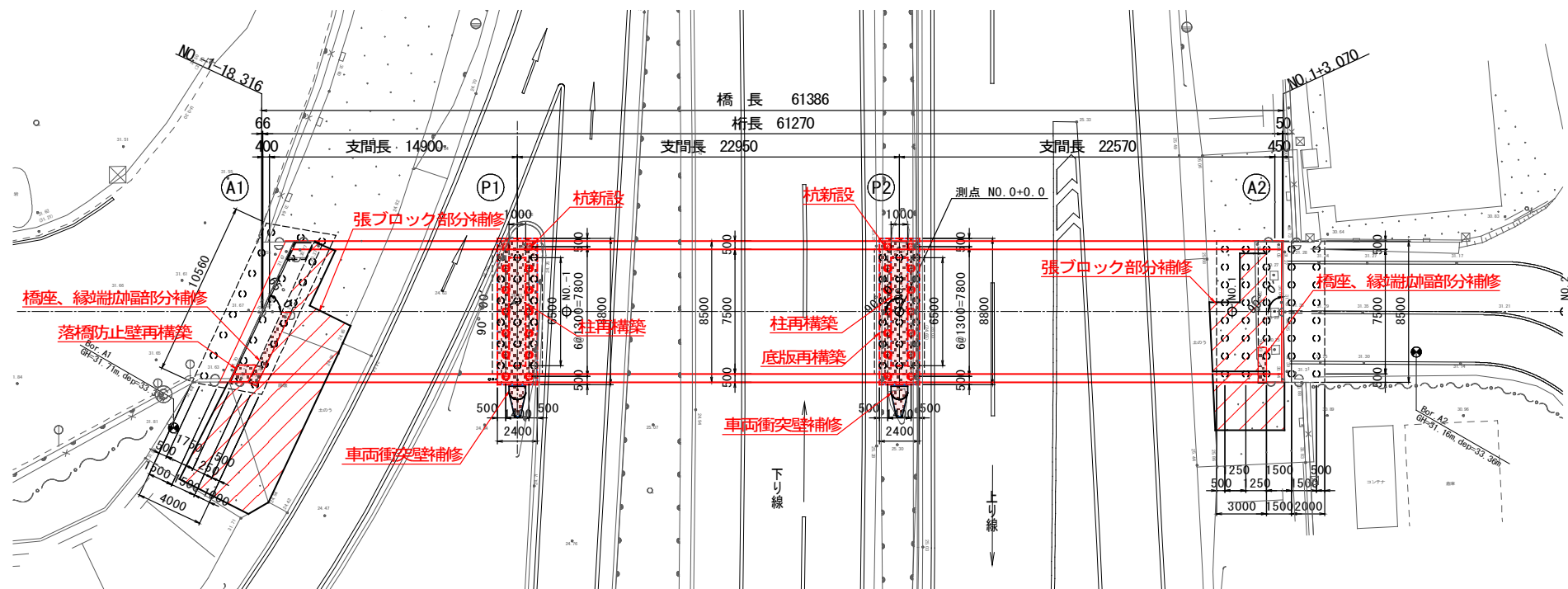
【復旧一般図】

側面図



【復旧一般図】

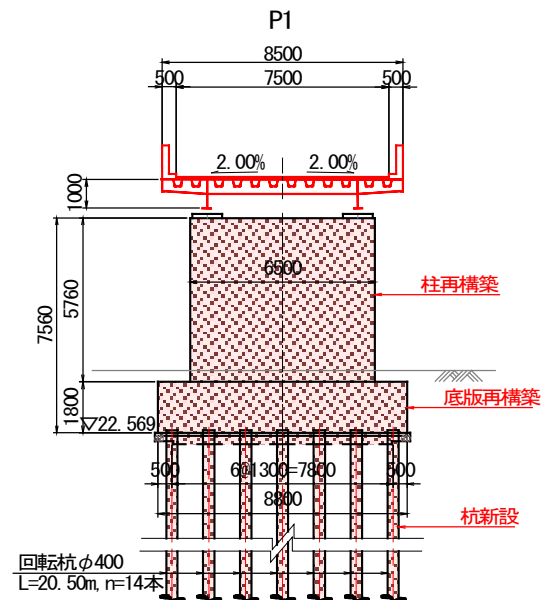
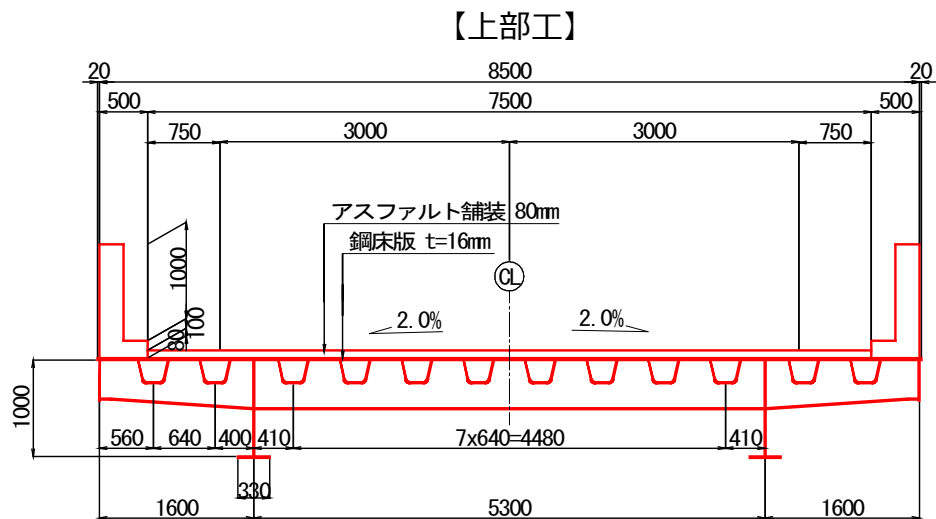
平面図



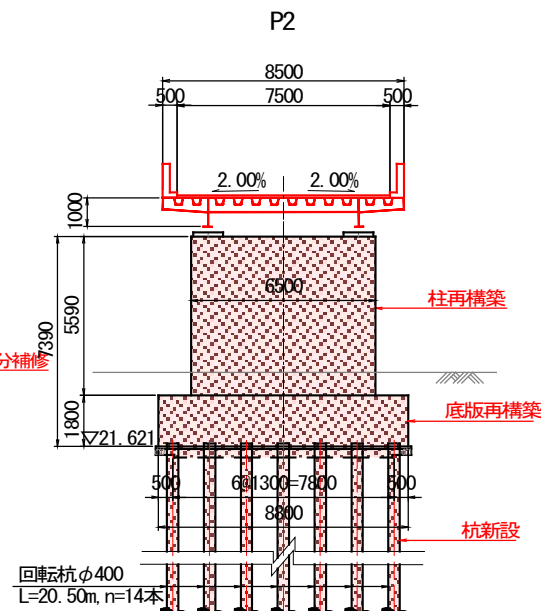
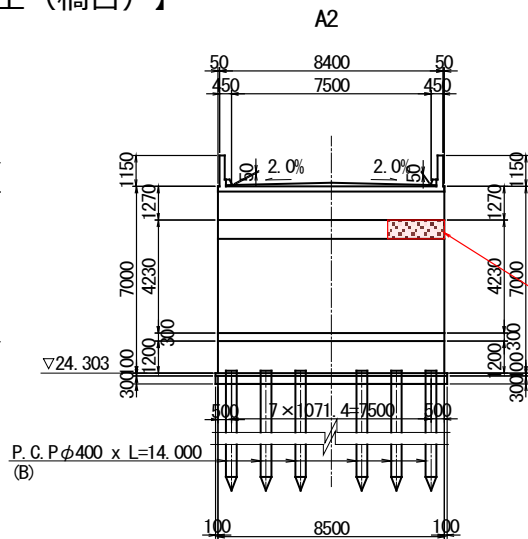
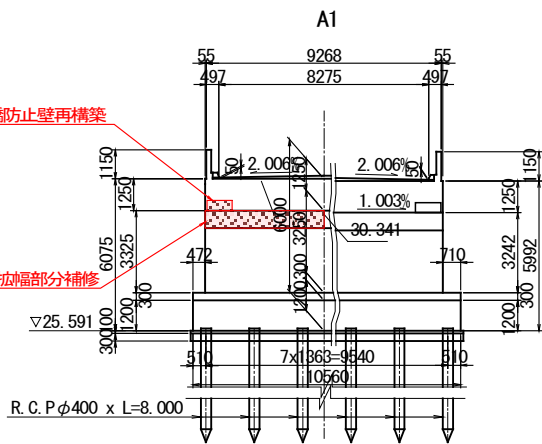
【復旧一般図】

断面図

【下部工 (橋脚)】



【下部工 (橋台)】



落橋防止壁再構築

橋座、縁部加幅部分補修

橋座、縁部加幅部分補修

最後に、府領第一橋をはじめとする熊本地震で被災した公共土木施設の災害復旧では、事前協議や災害査定などにおいて、国土交通省水管理・国土保全局防災課の方々より多岐に渡るご指導をいただき、誠にありがとうございました。

この場をお借りして、厚くお礼申し上げます。

府領第一橋は、高速道路上に落橋するという甚大な被災でしたが、再度災害防止の観点から、新たな基礎杭を打設し橋脚を構築するなどの耐震対策を行う、これまでに経験のない改良復旧となりました。

今後は、早期復旧を目指し、一日も早い、県民の皆様の安全・安心の確保と、道路利用者の利便性向上のため、復旧事業を推進して参ります。