

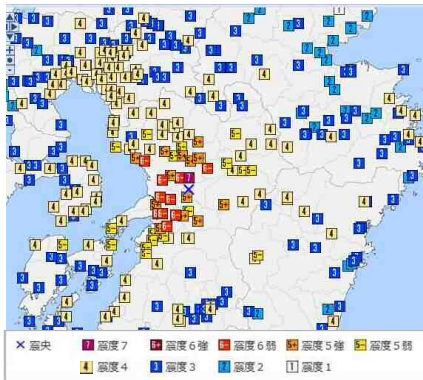
熊本地震による被災及び復旧状況

平成28年熊本地震の概要(震度及び地震の頻度)

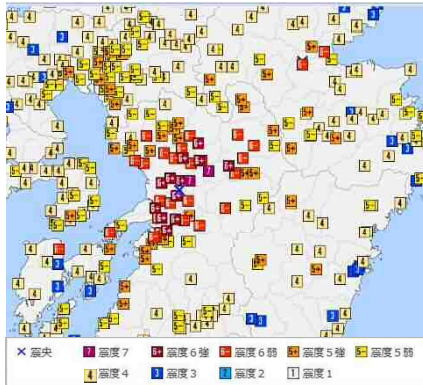
- 4月14日21時26分に熊本地方でM6.5の地震が発生。また、16日01時25分にもM7.3の地震が発生。これらの地震により熊本県で最大震度7を観測。
- このほか、4月14日21時26分以降、最大震度6強を観測する地震が2回、最大震度6弱を観測する地震が3回発生。
- 熊本地方のM3.5以上の地震の回数は新潟県中越地震等を上回る257回(6月21日13時半現在)

震度分布図

■4月14日21時26分に発生した地震



■4月16日01時25分に発生した地震



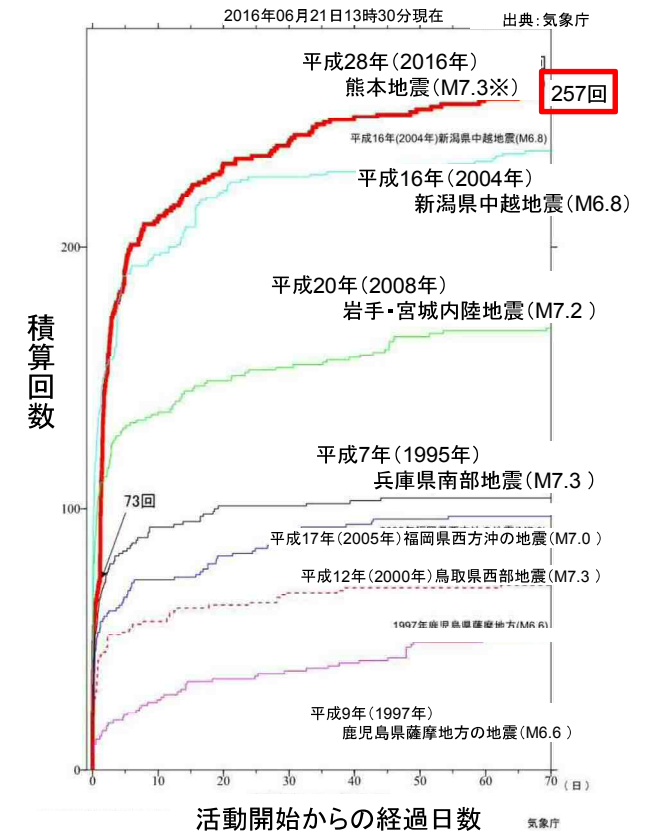
震度6弱以上の地震

(5月29日17時現在)

発生時刻	震央地名	マグニチュード	最大震度
4月14日 21時26分	熊本地方	6.5	7
4月14日 22時07分	熊本地方	5.8	6弱
4月15日 00時03分	熊本地方	6.4	6強
4月16日 01時25分	熊本地方	7.3	7
4月16日 01時45分	熊本地方	5.9	6弱
4月16日 03時55分	阿蘇地方	5.8	6強
4月16日 09時48分	熊本地方	5.4	6弱

※マグニチュードは暫定値

内陸及び沿岸で発生した主な地震の回数比較 (マグニチュード3.5以上)



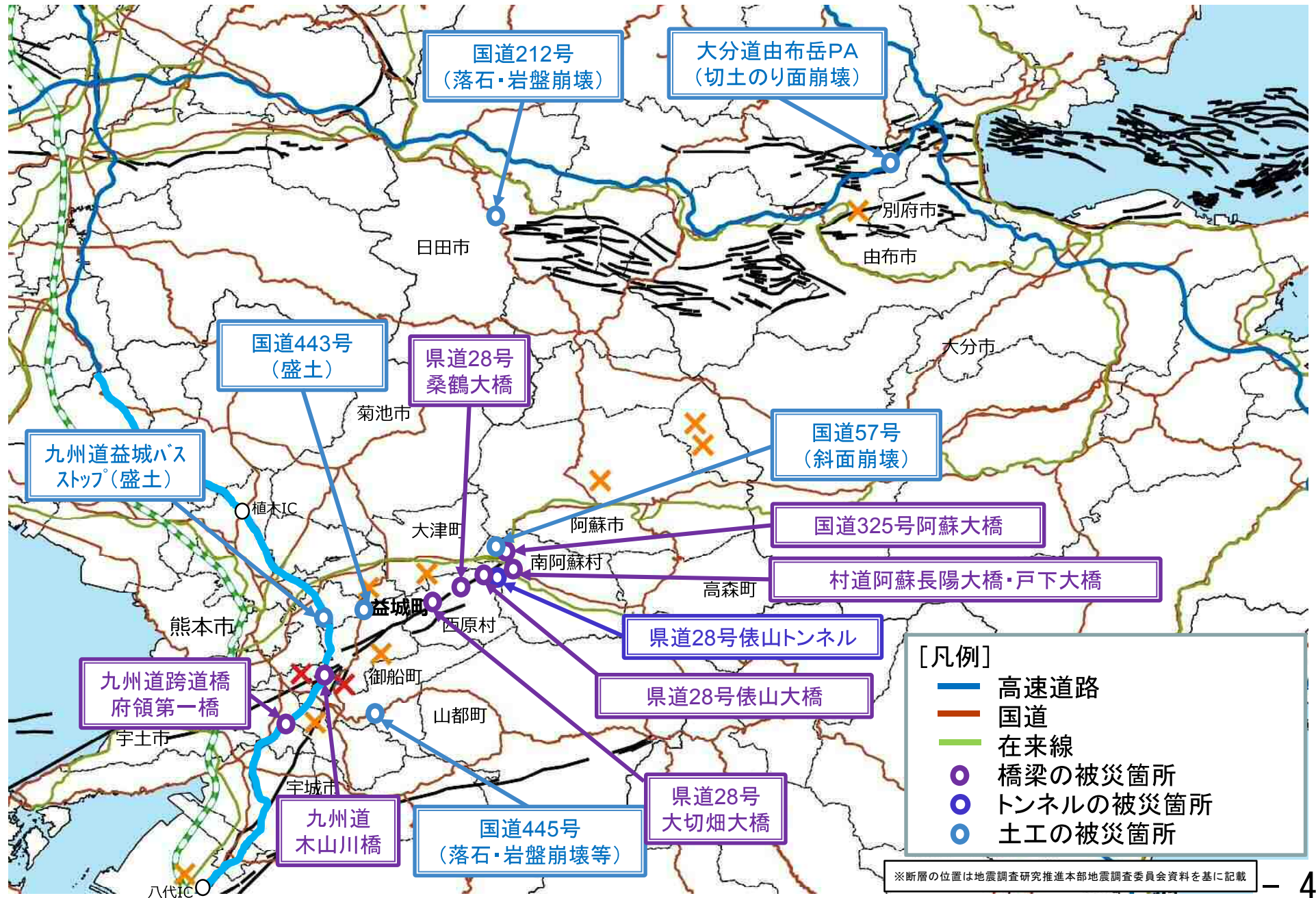
※この資料は速報値であり、後日の調査で変更することがあります。
 ※今回の地震14日21時26分の地震からの経過日数及び積算日数を示している。
 ※今回の地震は主に熊本県熊本地方の地震の積算回数を示している。
 ※今回の地震のマグニチュードについては、これまでの最大を示している。

平成28年熊本地震の概要(断層の位置と主な被災箇所)

- 4月14日のM6.5の地震の震源域付近には^{ひなぐ}日奈久断層帯、4月16日のM7.3の地震の震源域付近には^{ふたがわ}布田川断層帯(M5.7の地震の震源域付近には別府-万年山断層帯)が存在。*
- 布田川断層帯で長さ約28km、日奈久断層帯で長さ約6kmにわたる地表地震断層を確認、益城町堂園付近では最大約2.2mの右横ずれ変位を確認。



道路の主な被災状況



高速道路の被災状況

- 九州道・植木IC～八代IC間(56km)の盛土のり面や橋梁、跨道橋等で損傷が発生
- 大分道・湯布院IC～^{ひじ}日出JCT間(17km)の切土のり面の崩壊等が発生

(1)九州自動車道



(2)大分自動車道



写真-4 切土のり面の崩壊 (由布岳PA付近)

一般道路の被災状況(1)

- 阿蘇大橋地区では大規模な斜面崩落により、国道57号や国道325号が寸断
- 県道熊本高森線や村道栃の木～立野線では連続的に橋梁やトンネルが損傷

(1) 阿蘇大橋地区

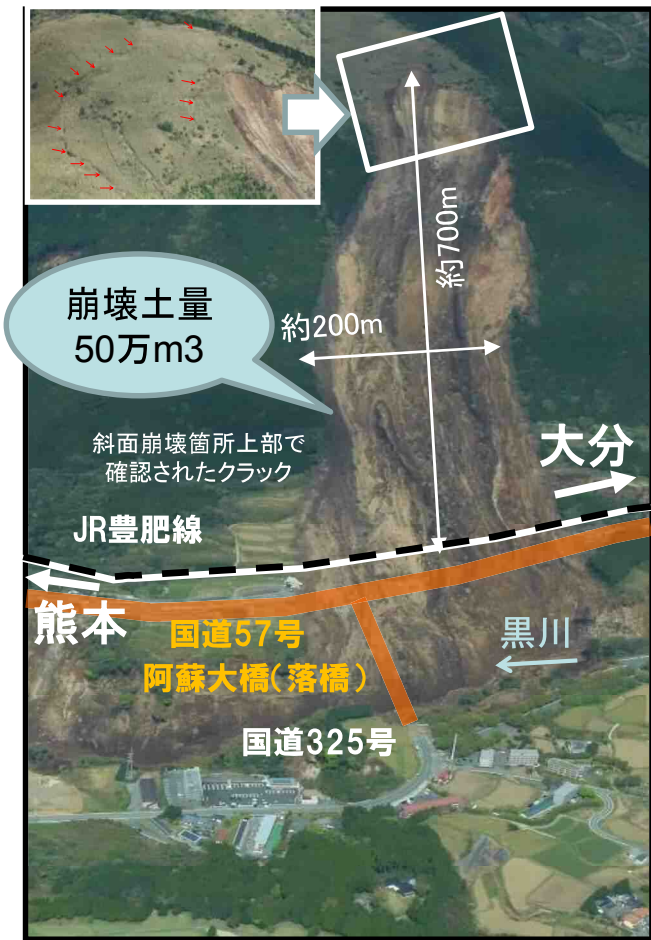


写真-5 斜面崩落と阿蘇大橋の落橋
(国道57号・国道325号)

(2) 県道熊本高森線



写真-6 支承部の損傷
(桑鶴大橋)

(3) 村道^{とちき}栃の木～^{たての}立野線



写真-8 橋台の損傷
(阿蘇長陽大橋)

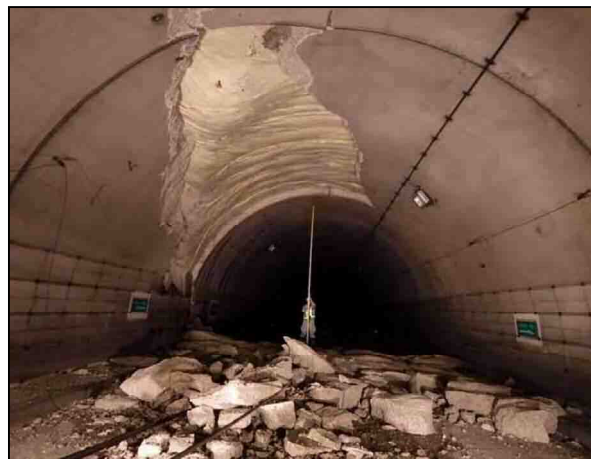


写真-7 覆工コンクリートの崩落
(俵山トンネル)

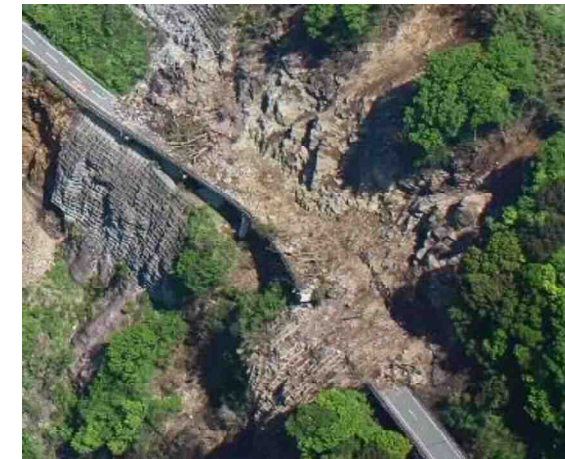


写真-9 斜面崩落による橋の流出
(戸下大橋)

一般道路の被災状況(2)

- 盛土の崩壊や落石・岩盤崩壊等により、本震直後は約200箇所※1で通行止めが発生
- 地震で倒壊した電柱等は244本、傾斜した電柱は4,091本※2

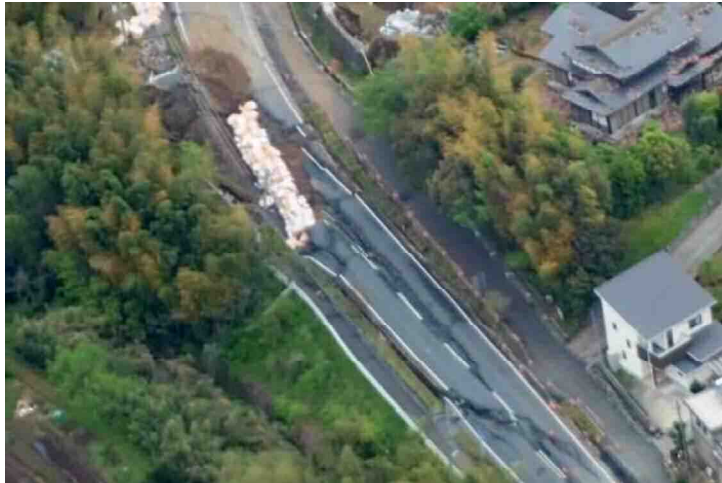


写真-10 盛土の崩壊
(国道443号熊本県益城町内)



写真-12 電柱の倒壊
(町道・熊本県益城町宮園地先)



写真-11 落石・岩盤崩壊により全面的に通行止め
(国道445号熊本県御船町内)

※1 高速道路、国道、県道の通行止め箇所の合計



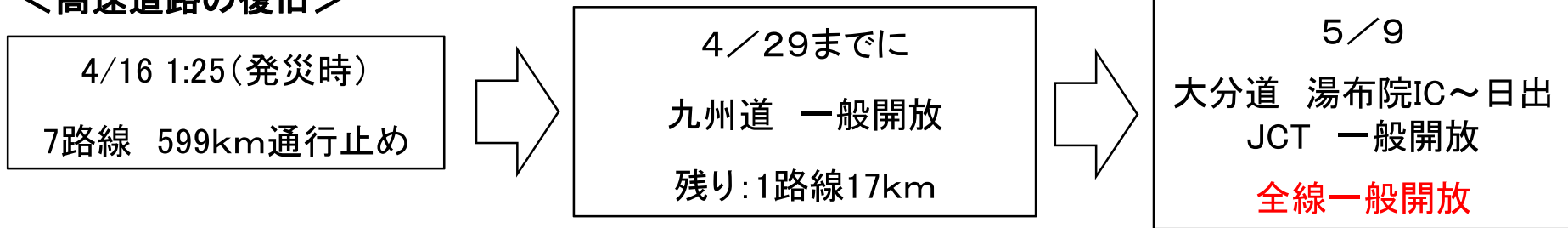
写真-13 電柱の沈下やマンホールの浮き上がり及び周辺地盤の沈下
(左:町道・熊本市南区近見地先、右:町道・熊本県益城町寺迫地先)

※2 電柱の被害本数は、総務省、経済産業省調べ(平成28年6月6日時点)
倒壊本数には、土砂崩壊等によって倒壊した本数も含む。

道路インフラの復旧

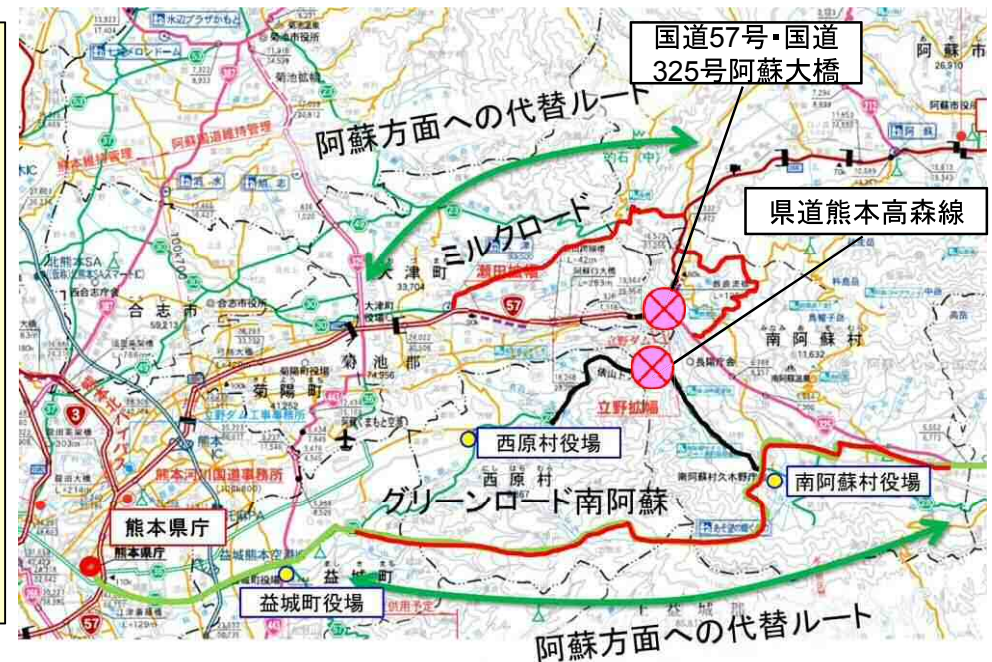
- 高速道路は前震の4月14日以降、25日後に全線一般開放
- 一般道路のうち、土砂崩落により通行止めとなった国道57号及び国道325号阿蘇大橋等の迂回路として県道北外輪山大津線(通称ミルクロード)を整備することで2日後に東西軸の通行を確保

< 高速道路の復旧 >



< 一般道路: 国道57号、国道325号阿蘇大橋等の代替路確保 >

- 4月18日(月)「ミルクロード」一般開放(4t未満の車両のみ)。
⇒ 国道57号の迂回路として活用
- 4月22日(金)「グリーンロード南阿蘇」大型車利用可能に。
⇒ 熊本市内から南阿蘇地域への東西経路を確保
- 5月23日(月)国道325号(阿蘇大橋)の応急的な迂回路を確保
⇒ 阿蘇市側から南阿蘇村へ大型車の通行時間を約25分短縮(75分→50分)



橋梁の被害の概要

- 熊本県内、大分県内の震度6弱以上を観測した地域における橋梁数は約15,700橋であり、このうち、軽微な損傷を含め、何らかの被災が生じた橋梁は182橋※1
(軽微な損傷には、橋梁取り付け部に生じた段差等、橋梁以外の損傷も含む)

※1 地方公共団体が管理する橋梁の被災は国交省所管施設災害申請ベース(平成28年5月31日時点)

表-1 震度6弱以上を観測した地域における橋梁数、被災橋梁数

	計
橋梁数	15,689
被災橋梁数	182

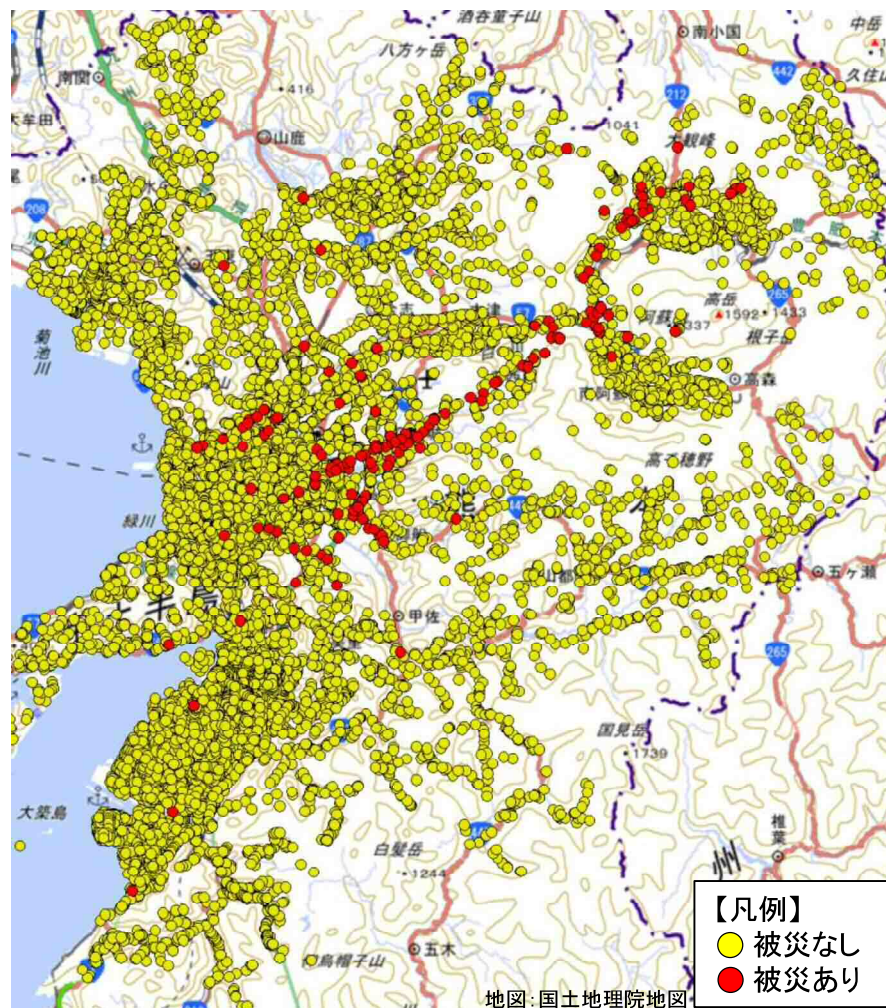
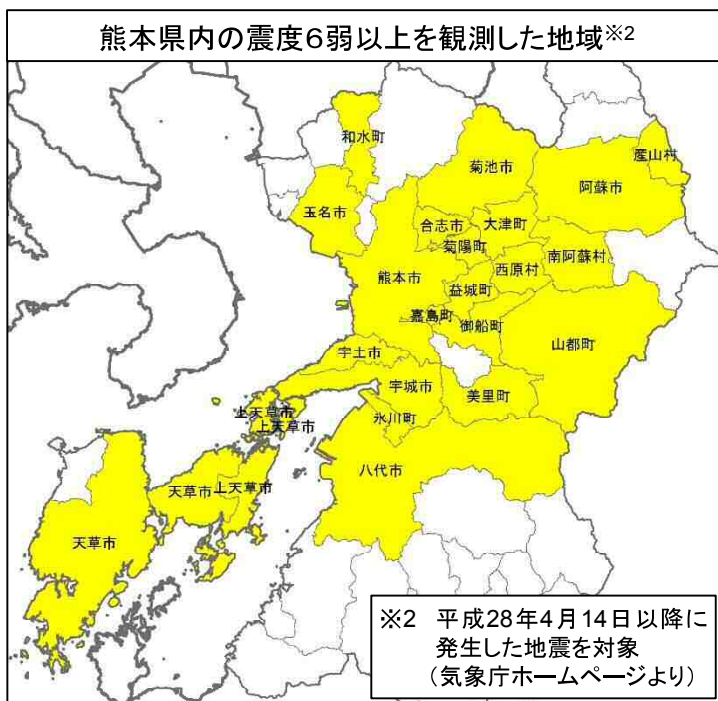


図-1 橋梁の被災状況(熊本県内で震度6弱以上を観測した主な地域)

橋梁の被害の概要

- 熊本県内、大分県内の震度6弱以上を観測した地域における、兵庫県南部地震以降の基準を適用したと考えられる橋梁1,250橋のうち、何らかの被災が生じた橋は20橋であるが、このうち、
 - 落橋、倒壊しないことを目標とした橋は全て目標を達成
 - 一方、「橋としての機能の回復が速やかに行い得る」ことを目標とした橋については、目標を達成できなかった橋は4橋(0.3%)

※高速道路、直轄国道については、兵庫県南部地震と同程度の地震に対して、落橋・倒壊等の致命的被害を起こさないレベルの対策は完了

兵庫県南部地震以降の基準を適用したと考えられる橋※
1,250橋 ※平成9年以降に供用した橋梁



図-1 被災状況の内訳

表-1 被災した20橋の目標とした耐震性能と達成状況

目標とした耐震性能	達成状況	
地震による損傷が限定的なものに留まり、橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能	4橋	目標を達成しなかった橋
落橋、倒壊しない性能	16橋	

目標を達成した橋



図-2 兵庫県南部地震以降の基準を適用したと考えられる橋の目標達成状況（熊本県内で震度6弱以上を観測した主要地域）

橋梁の被害の概要

①耐震補強が完了していなかった橋の被災



写真-1 市道中央線・中央線陸橋
における段落し部の損傷

②緊急輸送道路の橋の被災



写真-2 九州自動車道・木山川橋
における支承部の損傷

③ロッキング橋脚を有する橋の落橋



写真-3 県道小川嘉島線・府領第一橋の落橋

④地盤変状による被災



写真-4 県道熊本高森線・依山大橋における橋台の沈下

⑤設計の意図とは異なる壊れ方をした橋



写真-5 県道熊本高森線・大切畑大橋におけるゴム支承の損傷（左）
と国道325号・南阿蘇橋におけるダンパー取付部の損傷（右）

耐震補強の効果の検証

- 兵庫県南部地震を受けて、耐震設計基準の改訂、緊急輸送道路等について耐震補強などを進めてきた結果、一部の橋梁を除いて、地震の揺れによる落橋・倒壊などの致命的な被害は生じていない。

【兵庫県南部地震による被害との比較】

表-1 地震の揺れによる落橋・倒壊事例

	兵庫県南部地震	熊本地震
発生年	平成7年	平成28年
最大震度	震度7	震度7
落橋数	11橋(47径間)	2橋(6径間)※

※^{ふりょう}府領第一橋(後述)、田中橋(斜面崩壊等によるものを除く)



写真-1 県道小川嘉島線 府領第一橋



写真-2 平田・小柳線 田中橋

【土木学会会長特別調査団 調査報告】 (H28.4.30)

- ・兵庫県南部地震などの過去の地震被害を教訓に、耐震設計基準の改訂、耐震補強などを進めてきた。
- ・今回の地震被害を見ると、この成果が着実に効果をあげていることが確認された。

【耐震補強の効果があった事例】

(緊急輸送道路としての機能を速やかに回復した事例)



写真-3 国道3号 跨線部

国道3号の橋梁では、耐震補強の実施により、損傷は限定的であった。



写真-4 阿蘇口大橋
(国道57号)

支承が損傷したものの、アンカーバーによる補強により、損傷は軽度であった。(ブロックのひび割れから、アンカーバーに力が作用したことがわかる)



写真-5 アンカーバー
のイメージ



写真-6 支承の破損の状況

【耐震補強が未実施で

被害を受けた事例】



写真-7 段落し部の損傷
市道(1-3)中央線・中央線陸橋

耐震補強の効果の検証

- 熊本県内、大分県内の震度6弱以上を観測した地域における緊急輸送道路において、速やかに機能を回復するという目標を達成できなかった橋が12橋あり、緊急輸送等の大きな支障となった。
- これまで取り組んできた耐震補強により、落橋しないための対策は完了※していたものの、速やかに機能を回復するための対策が十分でなかったこと等が原因と考えられる。
- 今後、緊急輸送道路等の重要な橋について、被災後速やかに機能を回復できるよう耐震補強を加速化する必要がある。

※高速道路、直轄国道については、兵庫県南部地震と同程度の地震に対して、落橋・倒壊等の致命的被害を起こさないレベルの対策は完了

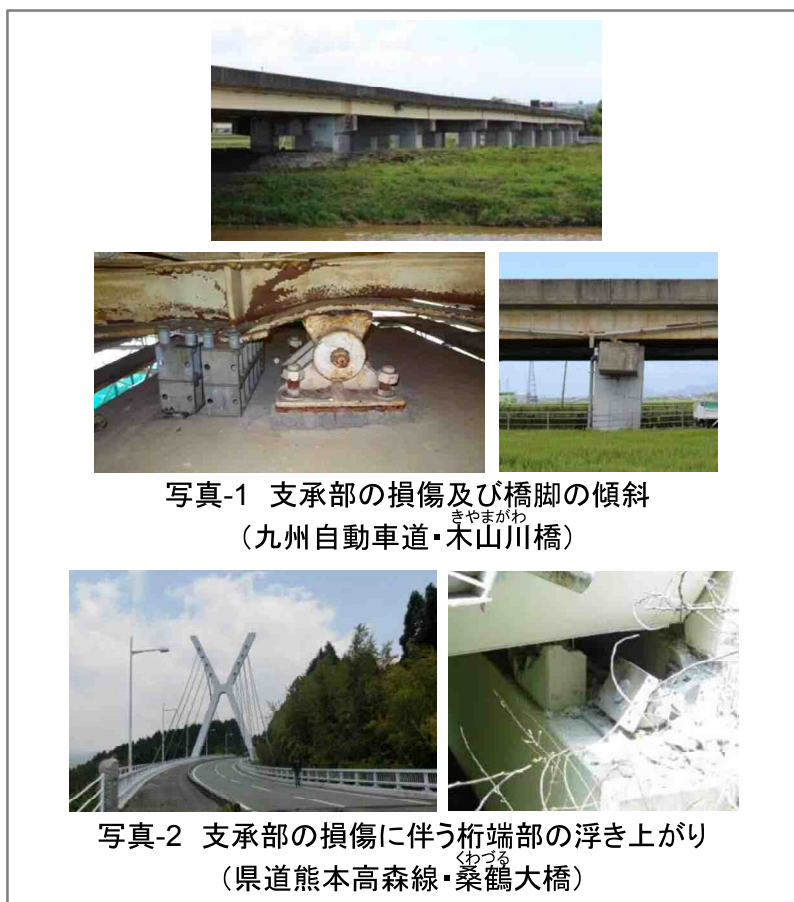


図-1 緊急輸送道路の橋の耐震性能の発揮状況
(熊本県内で震度6弱以上を観測した主な地域)

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
ふりょう府領第一橋	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)
こうその神園橋	熊本市	九州自動車道	橋脚傾斜(ロッキング橋脚)
ひむま日向二号歩道橋	熊本市	九州自動車道	橋脚損傷

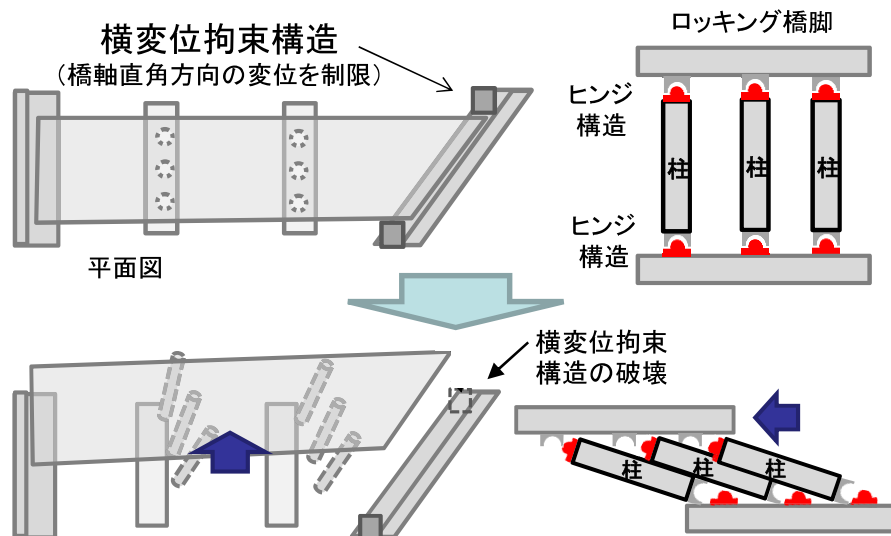


図-1 府領第一橋の想定落橋メカニズム

- ・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)

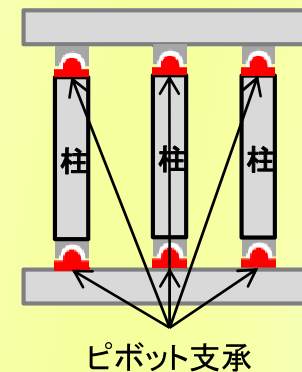


図-2 ロッキング橋脚 - 14 -

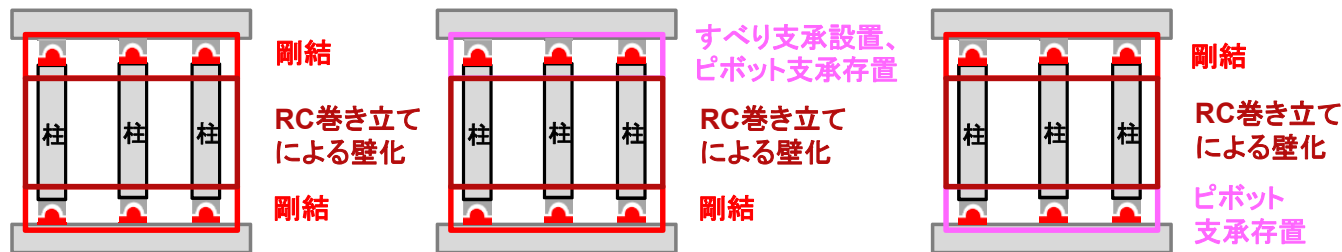
ロッキング橋脚の耐震補強の考え方

- 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】

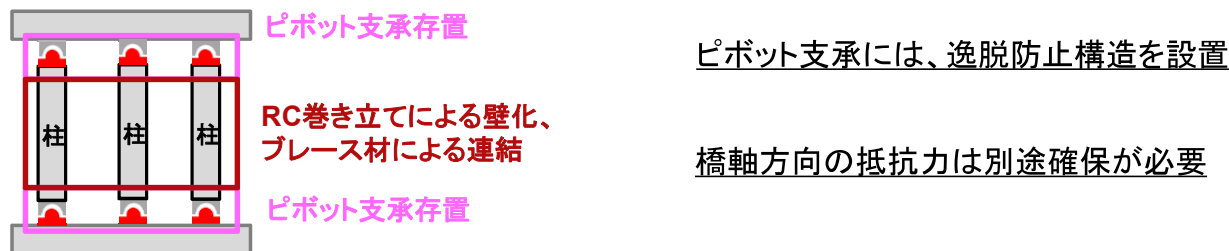
○ロッキング橋脚の安定性を確保するための構造とする

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



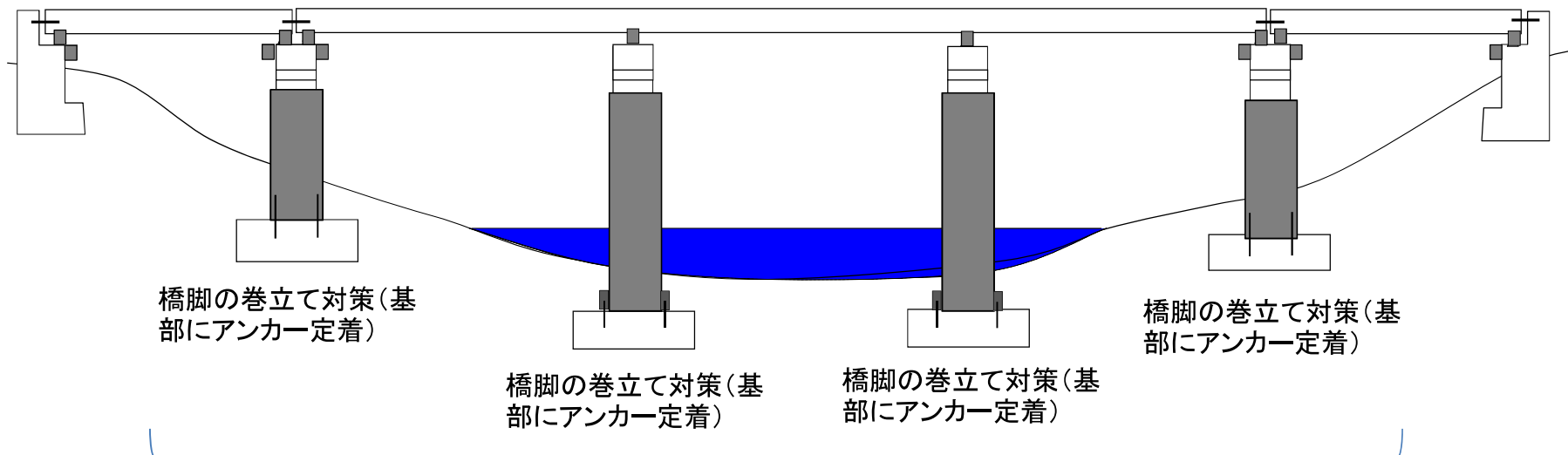
平成8年道路橋示方書の主な改定項目

耐震補強の例

- ・免震設計の採用
- ・橋脚のねばり強さの確保
- ・落橋防止装置の強化

落橋防止装置の強化

- ・落橋防止構造
- ・桁かかり長の確保
- ・支承補強※
- ・落橋防止構造
- ・桁かかり長の確保
- ・支承補強※
- ・落橋防止構造
- ・桁かかり長の確保
- ・支承補強※
- ・落橋防止構造
- ・桁かかり長の確保
- ・支承補強※



橋脚のねばり強さの確保

※支承補強(変位制限構造の設置、免震支承への交換も含む)

免震設計の採用

図-1 耐震補強の例

府領第一橋

- ・路線名：県道小川嘉島線
- ・設計基準：S47道路橋示方書
- ・管理者：熊本県
- ・径間数：3径間
- ・橋長：61.3m
- ・橋梁形式：RC中空床版橋
- ・架設年次：1975年(S50)
- ・跨道橋下路線名：九州自動車道



写真-1 落橋の状況



写真-3 横変位拘束構造の破壊

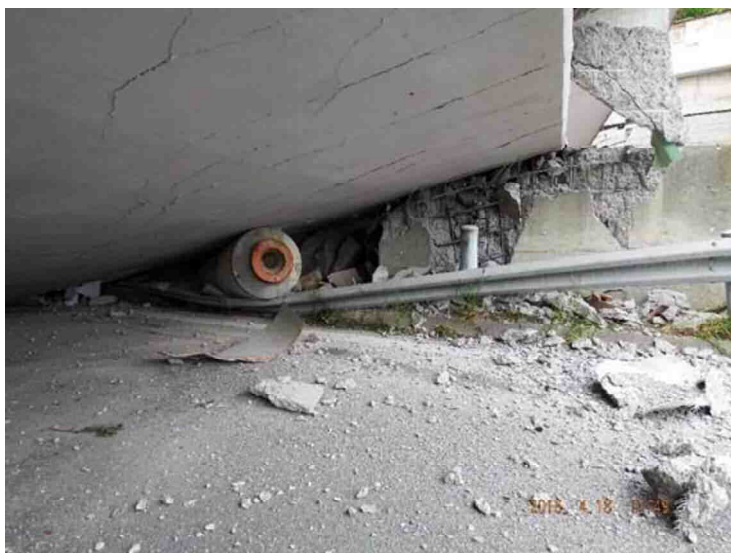


写真-2 ロッキング橋脚の脱落・転倒



写真-4 斜角側橋座部に残された擦過痕

一ツ橋側道橋

- 路線名：県道松橋インター線
- 設計基準：H8道路橋示方書
- 管理者：熊本県
- 径間数：1径間
- 橋長：40.8m
- 橋梁形式：鋼鈹桁
- 架設年次：2003年(H15)
- 跨道橋下路線名：九州自動車道



写真-1 橋梁概観



写真-2 ゴム支承の破断



写真-3 落橋防止構造が効果を発揮した状況



写真-4 舗装段差

中央線陸橋

- 路線名：市道(1-3)中央線
- 径間数：9径間
- 管理者：宇土市
- 橋梁形式：PC中空桁橋
- 橋長：180.0m



跨線部はラーメン橋脚

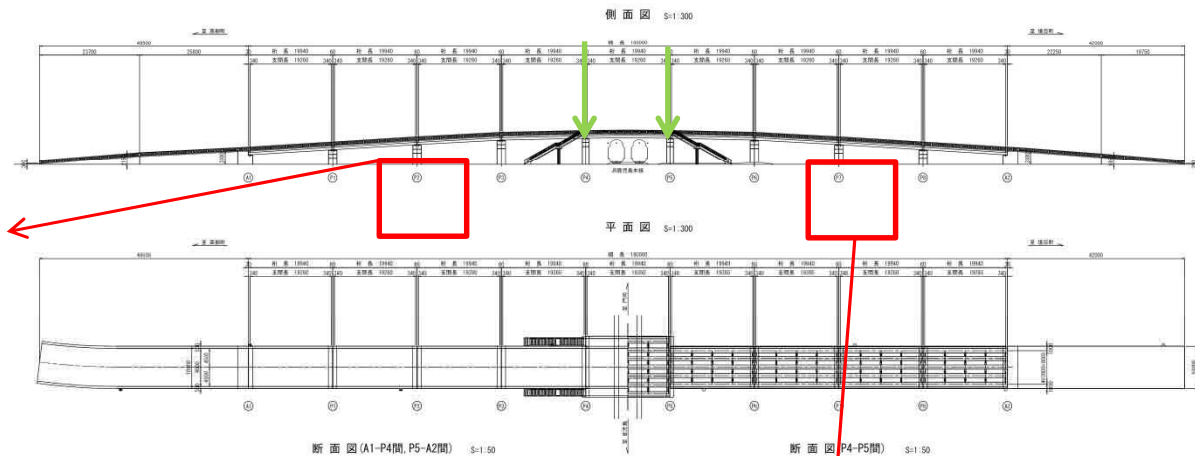


図-1 側面図、平面図

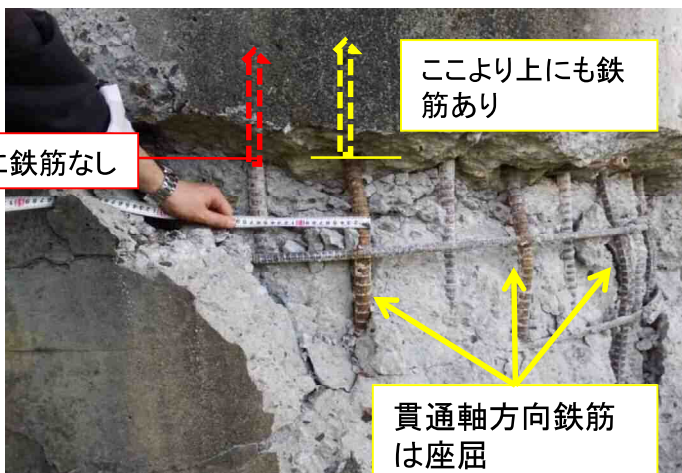


写真-1 段落し部の損傷



写真-2 曲げせん断ひび割れ

日向二号歩道橋

- 路線名：市道戸島町第60号線
- 管理者：熊本市
- 橋長：59.0m
- 架設年次：1975年(S50)
- 径間数：3径間
- 橋梁形式：PCラーメン橋
- 跨道橋下路線名：九州自動車道



写真-1 橋梁概観



写真-2 橋脚の損傷