

播但連絡道路の大規模修繕等に関する 有識者会議(第二回)

開催日:令和元年10月8日(火)

場 所:播但連絡道路(現地調査)

事務局:兵庫県高速道路推進室・兵庫県道路公社



第2回有識者会議 現地調査箇所図



調査箇所① 第2高架橋(その3)上り

●位置図



●橋梁諸元

- ・橋名: 第2高架橋(その3)上り
- ・橋梁形式: 3径間連続PCポステン中空床版橋
- ・橋長: 64.00m
- ・幅員: 10.25m
- ・架設年度: 平成4(1992)年(26年経過)
- ・適用示方書: 平成2年道路橋示方書
- ・設計荷重: TT-43、TL-20

●点検結果

- ・点検年度: 平成27(2015)年度

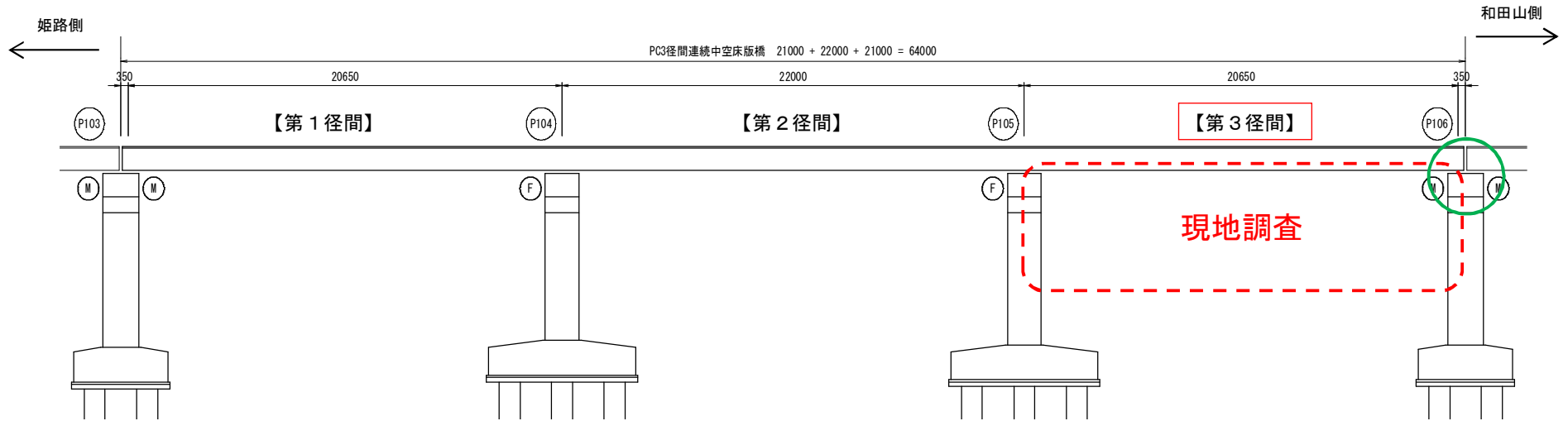
⇒ (点検結果)判定区分Ⅲ

●全景写真



●橋梁側面図

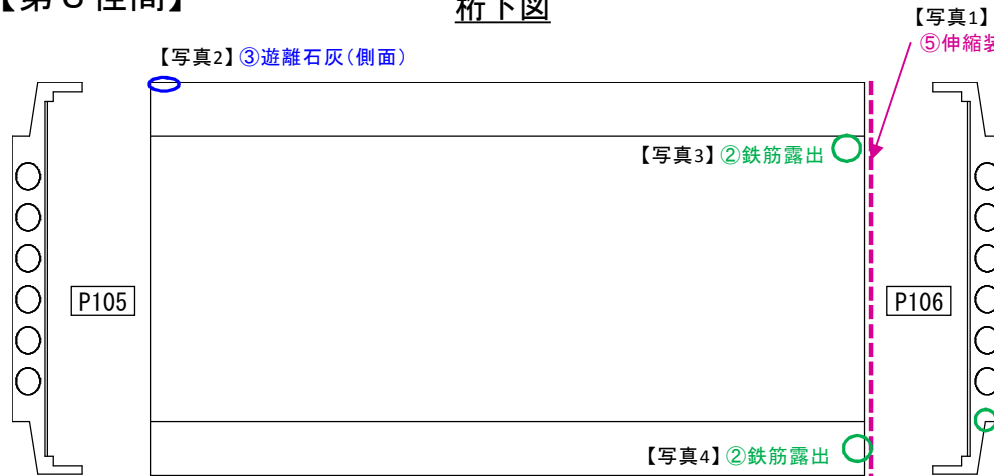
橋面の継手部(伸縮装置)からの漏水により、橋梁下面の部材端部の劣化・損傷が進行



●主な損傷箇所図及び損傷写真

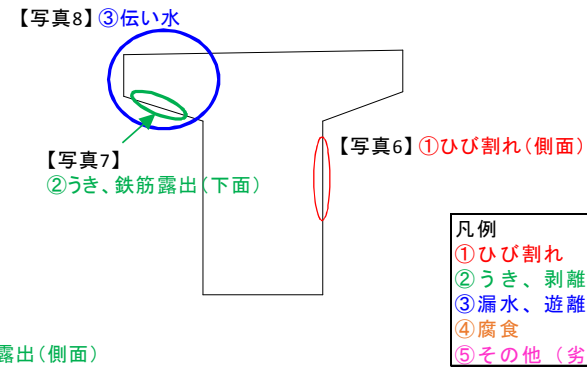
【第3径間】

桁下図



P106橋脚 正面図

和田山側



凡例	
①	ひび割れ
②	うき、剥離、鉄筋露出
③	漏水、遊離石灰
④	腐食
⑤	その他(劣化損傷等)



調査箇所② 市川大橋5

●位置図



●橋梁諸元

- ・橋名: 市川大橋5
- ・橋梁形式: 3径間連続鋼非合成鈹桁橋
- ・橋長: 133.50m
- ・幅員: 19.75m
- ・架設年度: 昭和48(1973)年(45年経過)
- ・適用示方書: 昭和39年道路橋示方書
- ・設計荷重: TL-20

●点検結果

- ・点検年度: 平成27(2015)年度

⇒ (点検結果)判定区分Ⅲ

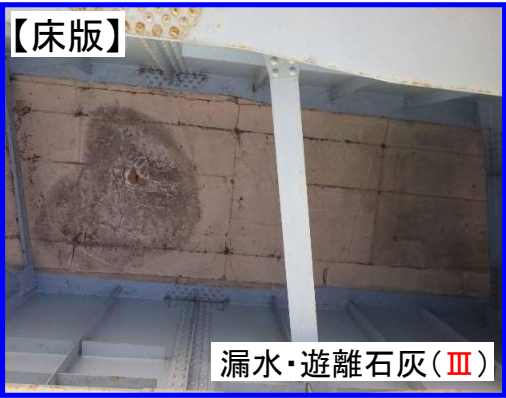
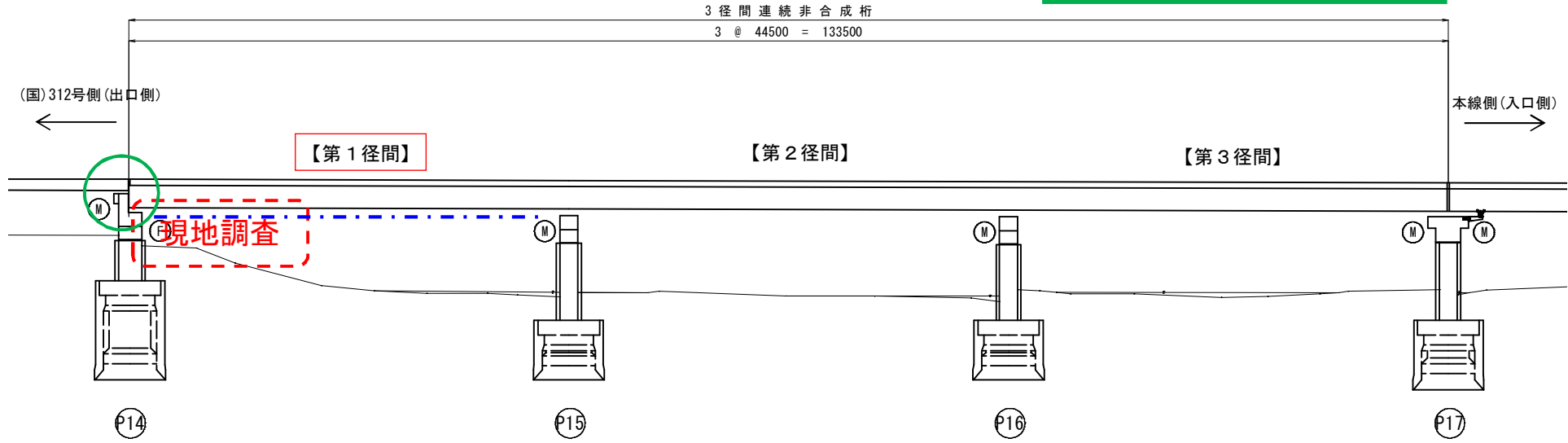
●全景写真



●橋梁側面図

橋面の継手部(伸縮装置)からの漏水により、橋梁下面の部材端部の劣化・損傷、支承の腐食が進行

自動車荷重による負荷及び経年劣化によるひび割れが進行し、橋面上の雨水が床版下面へ浸透したことにより、漏水・遊離石灰が発生



●主な損傷箇所図及び損傷写真（下り車線のみ）

【第1径間】

桁下図

P14橋脚 正面図

本線側

【写真8】①ひび割れ

【写真2】④伸縮装置腐食（橋面）

【写真7】①ひび割れ（防護柵）

【写真4】②剥離、鉄筋露出

【写真1】

④支承腐食

【写真3】

④伸縮装置腐食

【写真5】

③漏水、遊離石灰（補強部）

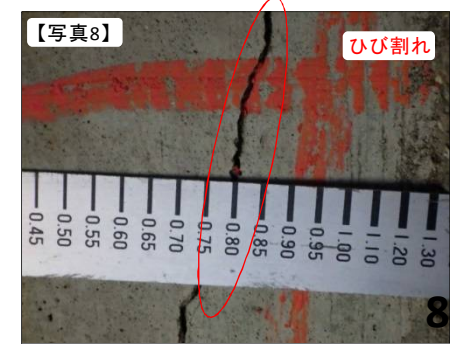
【写真6】③漏水、遊離石灰

P14

P15

凡例

- ① ひび割れ
- ② うき、剥離、鉄筋露出
- ③ 漏水、遊離石灰
- ④ 腐食
- ⑤ その他（劣化損傷等）



調査箇所③ 落ヶ池橋2

●位置図



●全景写真



●橋梁諸元

- ・橋名: 落ヶ池橋2
- ・橋梁形式: 2径間単純鋼合成鈹桁橋
- ・橋長: 64.90m
- ・幅員: 27.50m
- ・架設年度: 昭和48(1973)年(45年経過)
- ・適用示方書: 昭和39年道路橋示方書
- ・設計荷重: TL-20

●点検結果

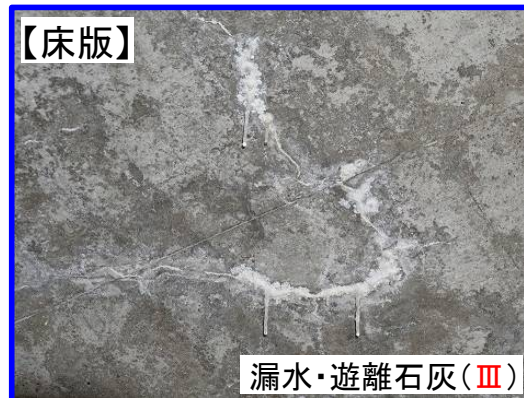
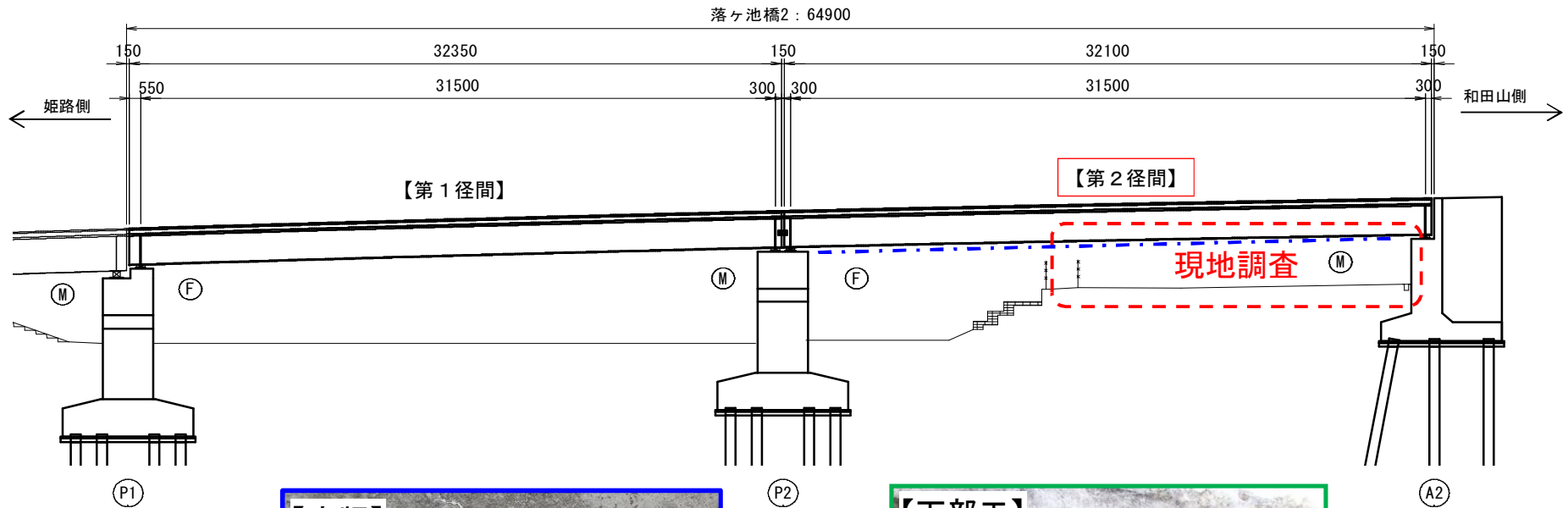
- ・点検年度: 平成27(2015)年度
⇒ (点検結果)判定区分Ⅲ



● 橋梁側面図

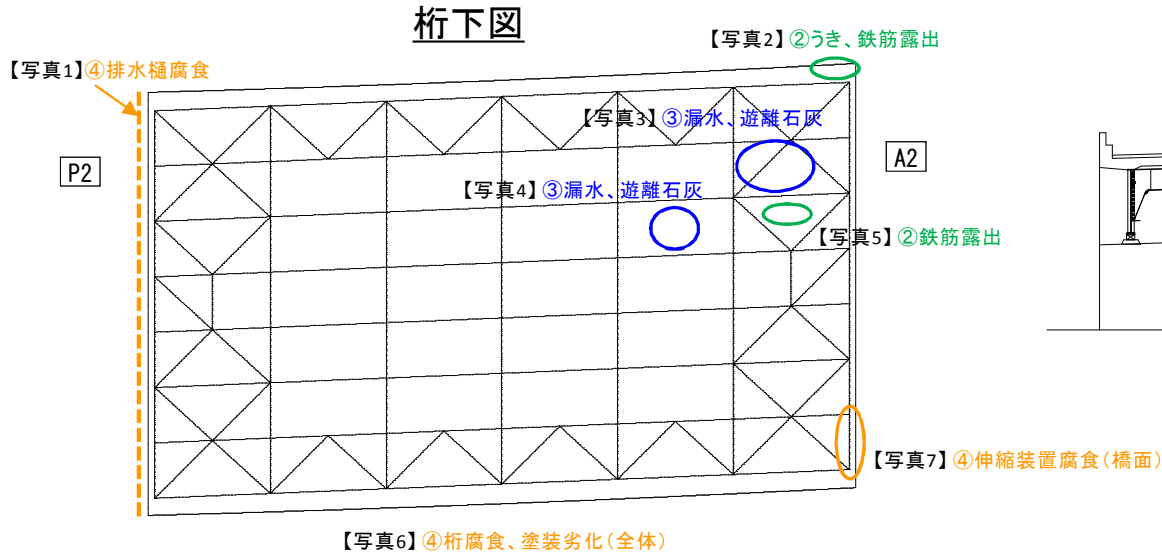
橋面の継手部(伸縮装置)からの漏水により、橋梁下面の部材端部の劣化・損傷、桁の腐食が進行

自動車荷重による負荷及び経年劣化によるひび割れが進行し、橋面上の雨水が床版下面へ浸透したことにより、漏水・遊離石灰が発生

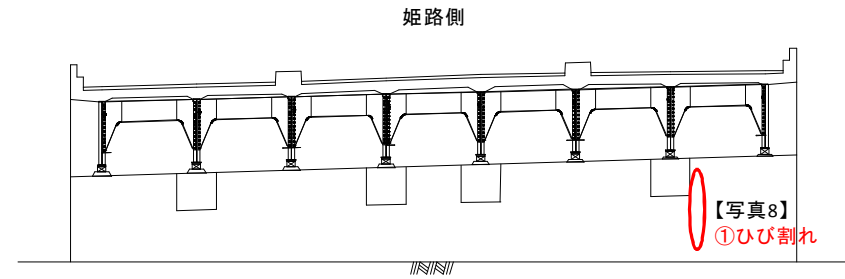


●主な損傷箇所図及び損傷写真

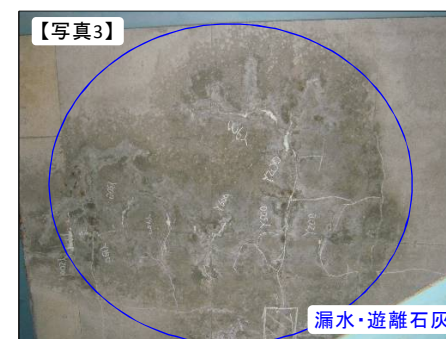
【第2径間】



A2橋台 正面図



- 凡例
- ①ひび割れ
 - ②うき、剥離、鉄筋露出
 - ③漏水、遊離石灰
 - ④腐食
 - ⑤その他(劣化損傷等)

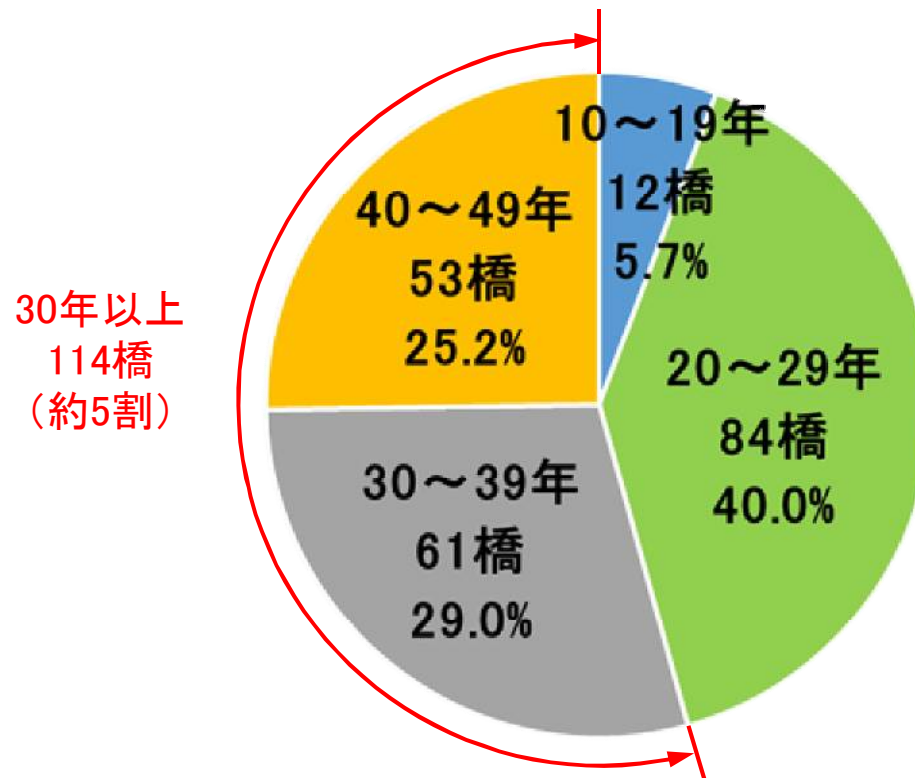


橋梁の損傷原因について①(経年劣化)

経年による劣化

○管理している橋梁(210橋)のうち、5割以上が架設から30年以上経過しており、橋梁の高齢化による損傷が顕在化している。

○現地調査の市川大橋5、落ヶ池橋2は、架設から45年が経過しており、経年による劣化の進行が著しい。



【架設経過年数〔H30年度末時点〕】

橋梁の損傷原因について②(車両制限令の規制緩和1)

○橋の設計に用いる設計荷重(自動車荷重)の変遷

- ・平成5年の車両制限令の改正により、車両総重量20トンから25トンに引き上げられた。これに合わせて主に高速自動車国道で適用されたトレーラ荷重(総重量43トン)による条件は撤廃された。

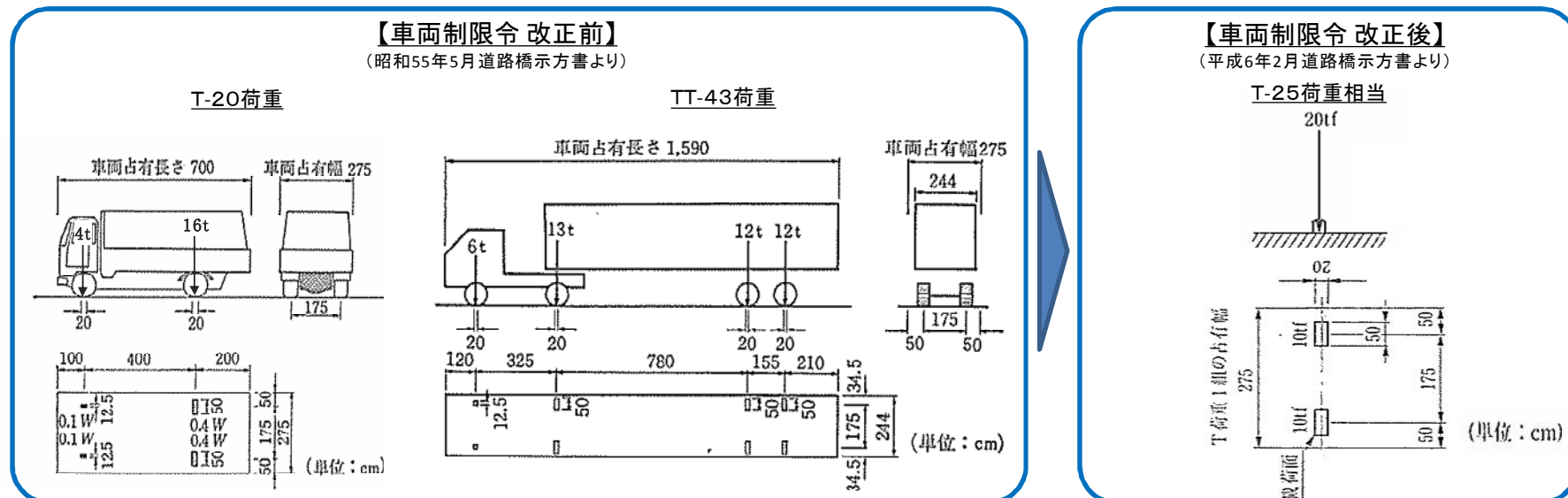
	基準名称	内容
昭和31年8月	鋼道路橋設計示方書	TL-20荷重※1、TL-14荷重が規定
昭和48年4月	特定の路線にかかる橋・高架の道路等の技術基準(国通達)	TT-43荷重※2が規定
昭和55年2月	道路橋示方書	TT-43荷重※2の規定が追加
平成5年11月	道路橋示方書	車両制限令の改正により、自動車荷重がT-25荷重相当へ引き上げ※3

※1 TL-20荷重：総重量20トンの自動車荷重（T荷重：床版設計のための荷重、L荷重：主桁設計のための荷重）

※2 TT-43荷重：総重量43トンのトレーラー荷重

※3 播但道の橋梁は荷耐力照査の結果、対応可能

○橋梁に負載する荷重(T荷重のみ記載)



橋梁の損傷原因について②(車両制限令の規制緩和2)

車両制限令の規制緩和

- 平成5年に車両制限令の改正で規制が緩和されたことにより、車両の大型化が進み、橋梁にとって過酷な状況となったことから、床版等の劣化要因となっている。
- 平成3年の山陽道の播但道以西の開通(3月28日)から、平成9年の播但道以东の開通(12月10日)までの間は、中国道や姫路バイパスを経由する大型車両の通行台数が一時的、爆発的に増加した。
この間を除いた前後の期間で見ても**大型車両は増加。(S61～H10の13年間で23%増)**
- 平成12年の播但道の全線開通後(5月27日～)の大型車両の通行台数は、北近畿道の和田山までの開通(H18年7月22日)もあったが横ばいが続いた後、**平成22年からは年平均で5.4%ずつ増加しており、近年の増加ぶりが顕著となっている。**

区間 ※区間別料金 当時の区分	播但道の「大型車両」通行台数 (年度別)						
	姫路jct～生野北までの開通時点				全線開通後(～和田山)		
	区間別通行台数 (区間別料金) (注) 1台が2つ以上の区間を通行する場合、 合計欄の台数は累積する (最大5区間走行の場合=合計欄は5台)				通行台数 (対距離料金) (注) 通行区間にかかわらず通行した 台数(実数) (全線利用でも1台) ※ 左記の区間別台数とは比較できない		
	S61	H2	H7	H10	H13	H20	H30
生野北～和田山	(未開通)				104万台	104万台	162万台
神崎南～生野北	19万台	23万台	27万台	23万台			
砥堀～神崎南	13万台	19万台	26万台	23万台			
福崎～神崎南	12万台	14万台	13万台	11万台			
砥堀～福崎	39万台	90万台	367万台	28万台			
花田	13万台	22万台	30万台	22万台			
花田(本線)	32万台	88万台	103万台	52万台			
(単純合計)	(128万台)	(257万台)	(566万台)	(158万台)			
増加率	128万台	→ 123%	→	158万台	104万台	→156%→	162万台

橋梁の損傷原因について③(冬期交通対策)

冬期交通対策(凍結防止剤の散布)

- 播但連絡道路は、播磨北部や但馬の積雪寒冷地域を通過するため、積雪時の通行規制及び除雪作業や、凍結対策として凍結防止剤(塩化ナトリウム、塩水等)の散布を行い、利用者の安全確保に努めている。
- また、比較的降雪の少ない南部地域についても、特に凍結しやすい橋梁区間が多いため、雪寒地域同様に凍結防止剤の散布を行っているが、橋面の継手部(伸縮装置)からの塩水の浸透によって、現地調査の第2高架橋にみられるような、桁等の端部の損傷が進行している。

(冬期交通対策状況)



塩水散布状況



除雪状況

(同様の損傷事例)



第9-1高架橋 上り
(主桁損傷:判定区分Ⅲ)



第8高架橋 下り
(主桁損傷:判定区分Ⅲ)



第7高架橋(その3) 下り
(主桁損傷:判定区分Ⅲ)

橋梁の修繕方法①

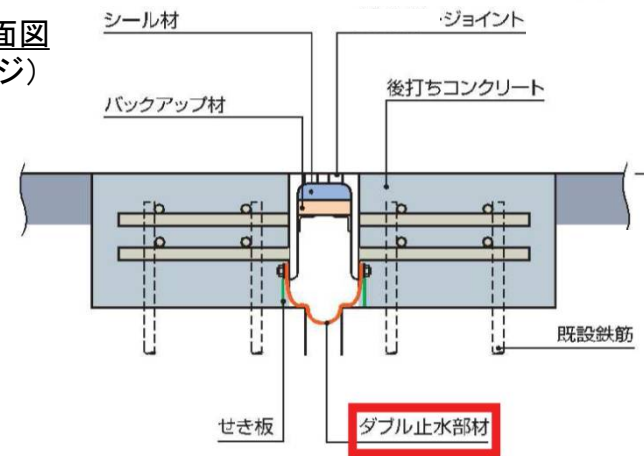
伸縮装置の取替

本体の腐食や劣化によって橋面継手部(伸縮装置)から下面への漏水が発生しているため、新たに止水機能を強化した材料への取替を実施。

事例)第6高架橋(その3)



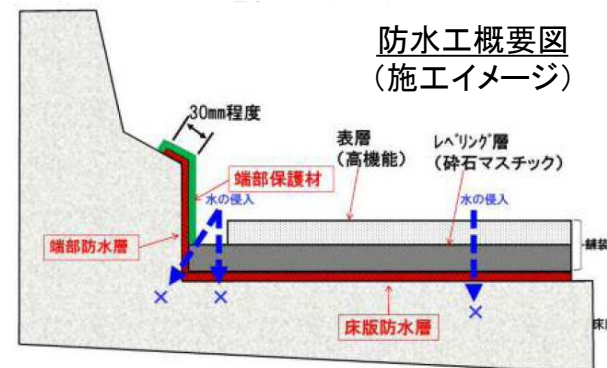
伸縮装置断面図
(取替イメージ)



橋面防水工の施工

コンクリート床版の損傷(漏水、遊離石灰等)の主要因である、水や塩化物の浸透を排除するため、新たに床版上面に高性能の防水層を施工。

事例)市川大橋2



※NEXCO資料「東・中・西日本高速道路の更新計画
について(平成27年1月15日)」より抜粋

橋梁の修繕方法②

コンクリートのひび割れ注入工

ひび割れからの漏水防止のため、ひび割れ注入工を施工。

事例)豊国第5橋



事例)市川大橋3



事例)佐良和高架橋



コンクリートの剥離、断面欠損部の修復

断面欠損部からの劣化進行を防ぐため、断面修復工を施工。

事例)岡部川大橋3



橋梁の修繕方法③

コンクリート床版下面の補強

コンクリート床版の下面に炭素繊維シート接着工を施工し、疲労耐久性の回復を図る。

施工イメージ



※NETIS新技術情報提供システムより引用

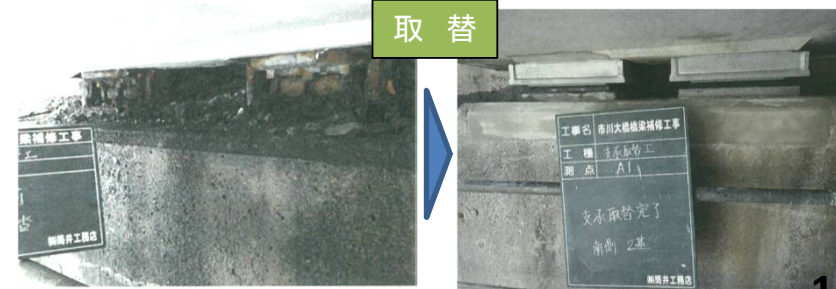
支承の修繕

伸縮装置からの漏水によって腐食が進行しているため、伸縮装置の漏水対策と合わせて防錆工(若返り工)を施工。機能低下が著しい場合は新たな支承へ取替。

事例)豊国第5橋



事例)市川大橋1



橋梁の修繕方法④

コンクリート床版の取替

コンクリート床版の健全性が著しく低下し、修繕では機能回復が見込めない場合は、耐久性の高いプレキャスト床版への取替を実施。

事例)市川大橋2

劣化状況



取替状況



【橋梁耐震対策】①

阪神・淡路大震災を受けて

◆阪神・淡路大震災後の橋梁対策（H7 国土交通省通知）

阪神・淡路大震災で、旧基準が適用された、単柱橋脚の橋梁の被害度合いが高かったことから、「緊急度の高い橋梁（複断面区間の橋梁や跨線橋・跨道橋）のうち、昭和55年の道路橋示方書※（以下「道示」という）より古い耐震設計に係る基準を適用した鉄筋コンクリート製の単柱橋脚及び落橋防止装置の補強を優先的に実施する」

※道路橋示方書とは、道路法に基づく政令である道路構造令により、国土交通省が定めた日本における橋や高架の道路等に関する技術基準

◆播但連絡道路の取組み状況

地震時に落橋・倒壊の恐れのあるS55道示※より前の基準で設計された橋梁について、耐震性能3を確保する対策に取り組んでいる

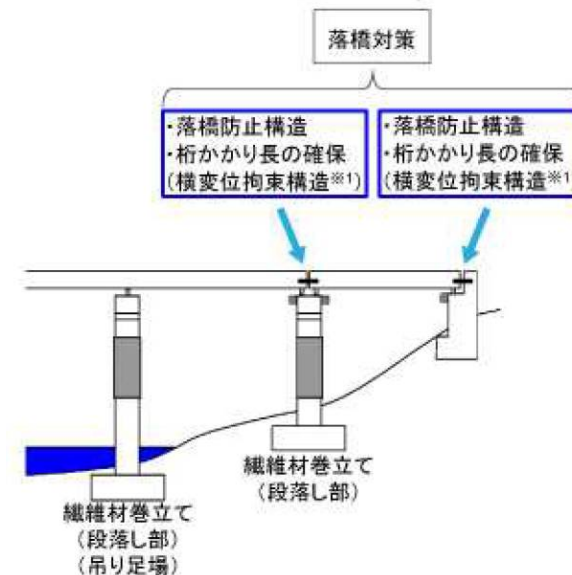
※S55道示＝昭和55年 道路橋示方書

【耐震性能の定義】

○耐震性能3とは・・・

地震による損傷が致命的とならない性能

※対策内容：落橋防止構造、桁かかり長の確保



【橋梁耐震対策】② 熊本地震を受けて

◆国の新たな方針（H29年度公表）

～緊急輸送道路の耐震補強の加速化～

- H28熊本地震を受け、高速道路や直轄国道について、落橋・倒壊対策に加え、路面に大きな段差が生じないよう、支承の補強や交換等を行う対策を加速化させる
- 今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率が26%以上の地域では当面5年間で、それ以外の地域も10年間(R8年まで)で対策完了を目指す

⇒性能を耐震性能2確保へ向上

※播但連絡道路の区間は、
全線“それ以外の地域”に該当

【耐震性能の定義】

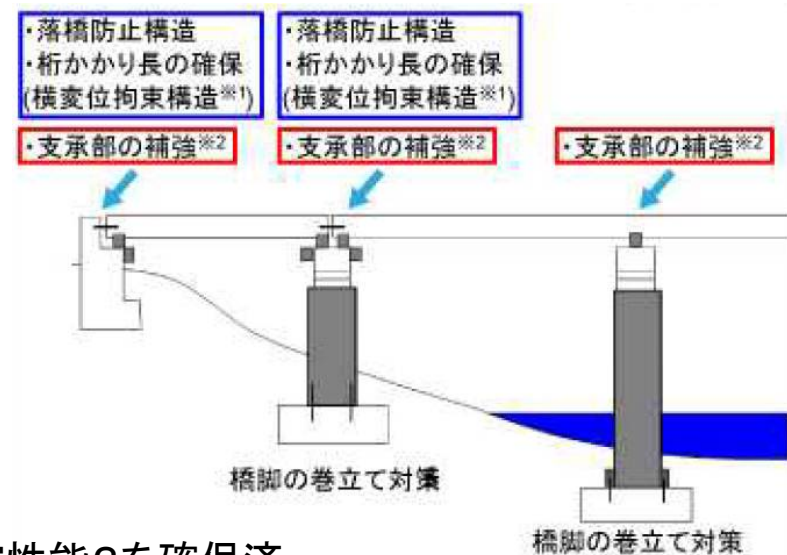
○耐震性能2とは・・・

橋としての機能を速やかに回復させることができる性能

※対策内容：落橋防止構造、桁かかり長の確保

+

橋脚全体の補強、支承部の補強



播但連絡道路のこれまでの耐震対策実施分は耐震性能2を確保済
⇒残る81橋の対策が課題

橋梁の耐震対策①

鉄筋コンクリート巻立て工法

橋脚をねばり強い構造とするために、
橋脚全面に鉄筋コンクリートを巻立てる

地震による揺さ振り

対策前

地震時

耐震性能3
の橋

地震後

- ・ 残留変位：大きい
- ・ 水平耐力：大きく低下

橋脚は倒壊には至らないが、
かぶりコンクリートが大きく剥落し、
水平耐力が大きく低下するため
車両の通行には本復旧が必要

地震による揺さ振り

対策後

地震時

鉄筋コンクリート巻立て

耐震性能2
の橋

地震後

- ・ 残留変位：小さい
- ・ 水平耐力：低下は限定的
かぶりコンクリートは剥落するものの、
水平耐力の低下は少ないため
車両の通行は可能

橋梁の耐震対策①

◆橋脚の全面巻き立て



【対策前】



【対策完了】

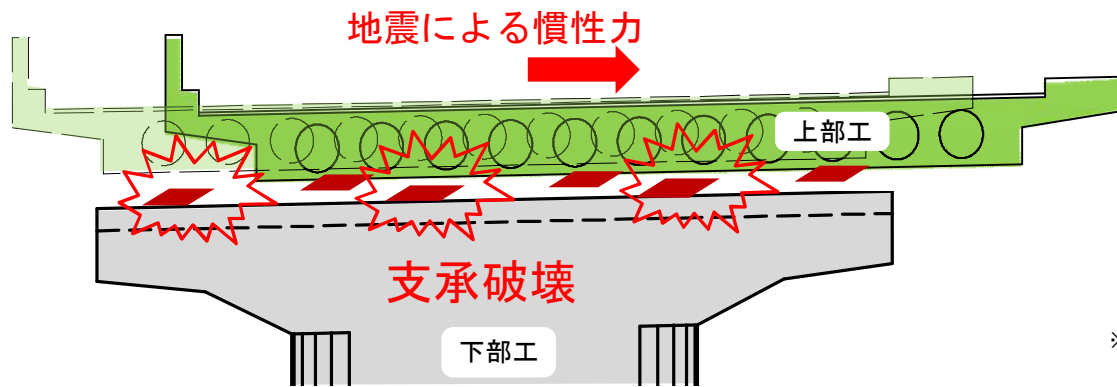
大門橋

橋梁の耐震対策②

支承部の耐震補強対策

支承に過度の水平力が生じて破壊しないように、水平力を分担する装置を設置する

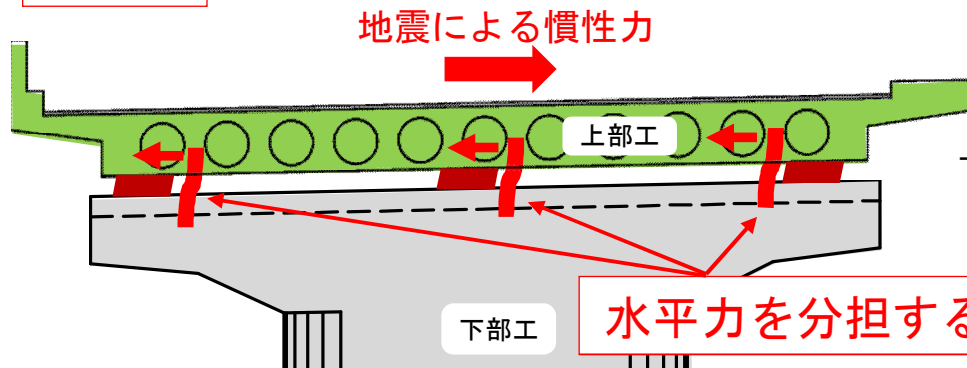
対策前



熊本地震における
ゴム支承の破損事例

※一社) 日本建設橋梁協会 熊本地震橋梁被害調査報告書
平成28年10月より引用

対策後



上部工と下部工が大きくずれないように
ストッパーを設ける
→ずれようとする力をストッパーに受け持たす

水平力を分担する装置 (せん断ストッパー等)

【橋梁耐震対策】対策事例②

◆ 支承部の補強(せん断ストッパー)



【対策前】

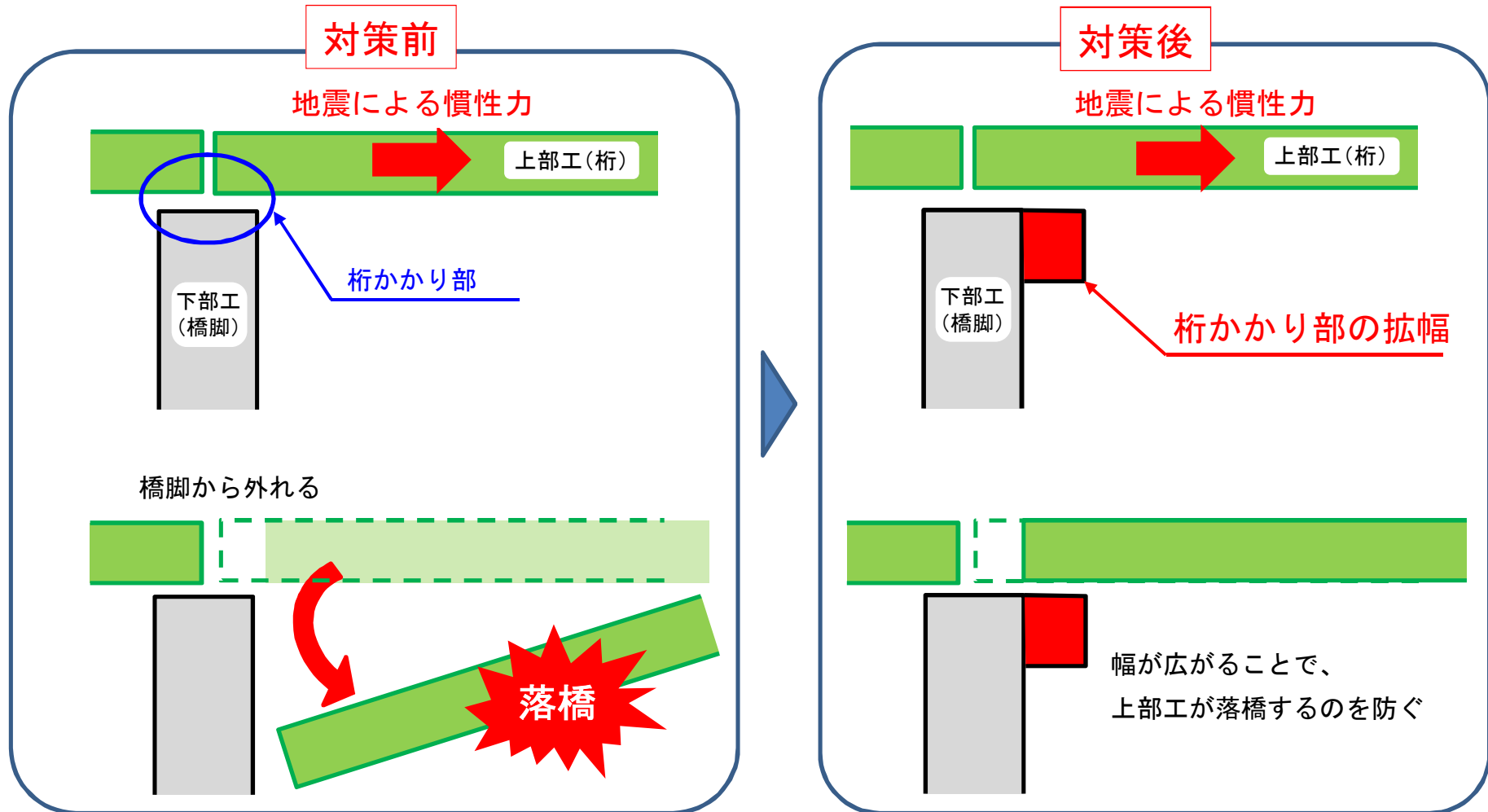


【対策完了】

橋梁の耐震対策③

上部工の落橋対策(その1)

桁の落下を防ぐ対策として、橋脚(橋台)の桁かかり部を広げる工事を行う



【橋梁耐震対策】対策事例③

◆桁かかり長の確保



【対策前】



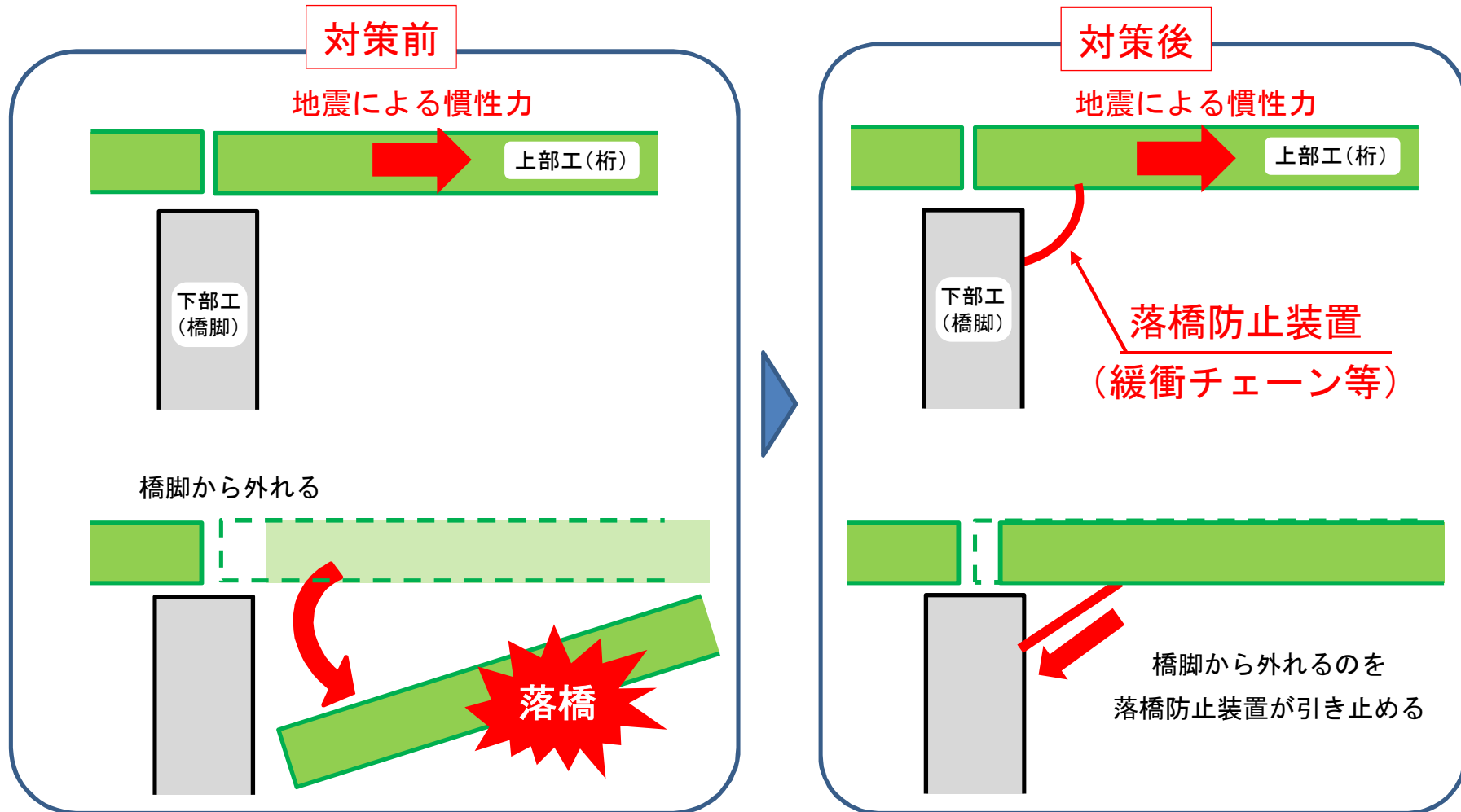
【対策完了】

深志野高架橋

橋梁の耐震対策④

上部工の落橋対策(その2)

桁の落下を防ぐ対策として、桁と橋脚(橋台)、桁と桁を連結する装置を設置する



【橋梁耐震対策】対策事例④

◆落橋防止構造の設置



【対策前】



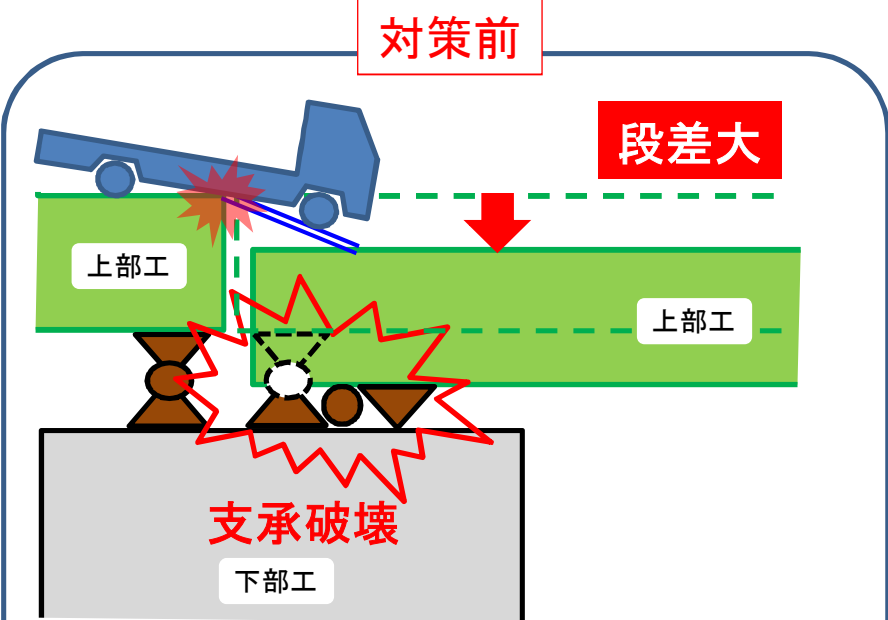
【対策完了】

庄跨道橋

橋梁の耐震対策⑤

段差防止対策

高さのある支承が破壊した場合、上部工が落下し路面の段差が大きくなるのを防ぐ

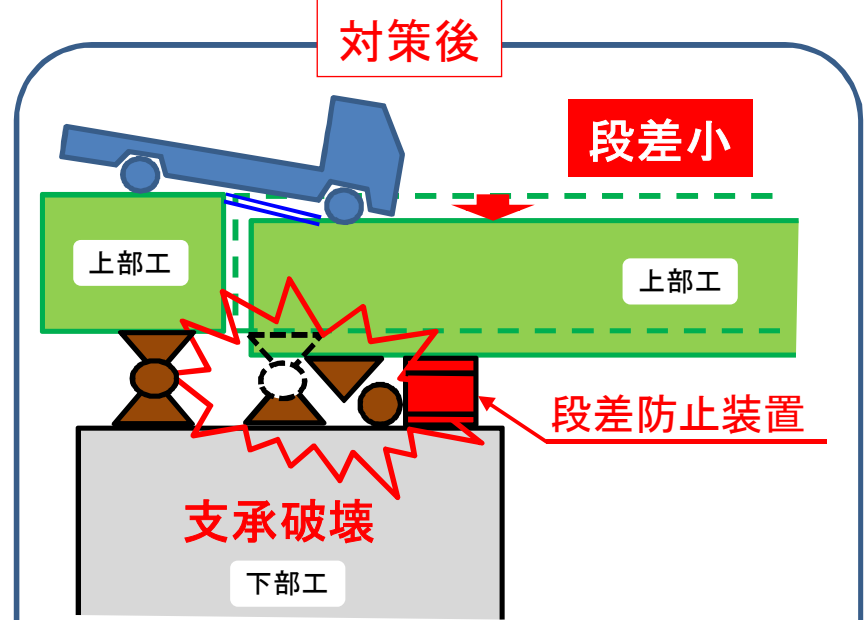


段差が大きく車両が通行できない



熊本地震における鋼製支承の破損事例

※国土交通省
 国土技術政策総合研究所
 国総研資料第967号 及び
 国立研究開発法人 土木研究所
 土研資料 第4359号
 “平成28年(2016年)熊本地震
 土木施設被害調査報告”
 より引用



段差が小さく車両が通行できる



段差防止構造の設置事例

※一社) 日本建設橋梁協会
 熊本地震橋梁被害調査報告書
 平成28年10月より引用