



Possibilities for the Future  
We develop a flourishing environment that creates harmony between human and nature.

岡山県コンクリート診断士会

(株)ピーエス三菱 広島支店土木営業部  
石田 邦洋

1

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

ご説明内容

亜硝酸リチウムを用いたグラウト再注入  
中国自動車道の床版取替の事例

2

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

亜硝酸リチウムを用いたグラウト再注入  
～リパッシブ工法～



3

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

劣化事例



PC鋼材に沿ったひび割れ  
エフロや錆汁の発生

4

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

### PC鋼材の腐食状況①



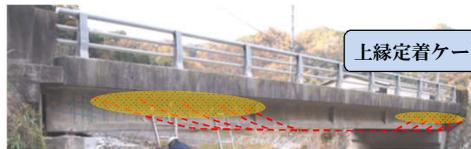
5

### PC鋼材の腐食状況②



6

### 劣化原因



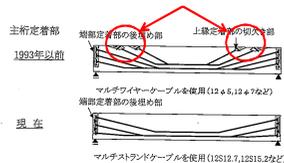
上縁定着ケーブル

グラウト充填不足



+

凍結防止剤を含んだ雨水



7

### グラウト充填不足の原因

PC鋼材を腐食から保護し、PC鋼材と部材コンクリートとの一体性が確保できるものでなければならない



耐久性確保のために非常に重要

グラウト注入作業は、いたって単純に見えるが



狭隘な隙間  
数m~数10mも片押し  
シーズの曲線配置

高度な施工技術とそれを可能にするグラウト材料が必要

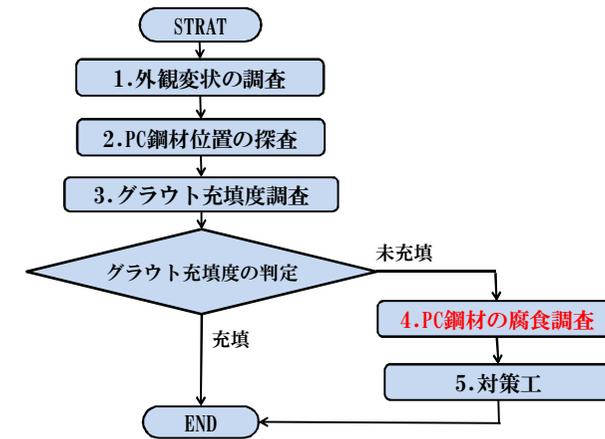
8

## グラウトの基準類の変遷

- 1955年：PCコンクリート設計施工指針  
グラウトはPC鋼材をつつみ、確実に付着させるもの
- 1961年：同上改定 具体的な品質管理，試験方法の記述
- 1973年：PC橋施工便覧 基準類の整備
- 1986年：PCグラウト施工マニュアル 全塩化物イオン量 $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ 以下
- 1996年：同上マニュアル ノンブリージングタイプを併記  
グラウト講習会修了証携帯  
グラウト流量計の導入 注入量の管理
- 1999年：同上マニュアル ノンブリージングタイプグラウト使用規定
- 2002年：真空ポンプの導入 注入の確実性向上
- 2005年：同上マニュアル 全塩化物イオン量  $C \times 0.08\%$ （普通ポルト）

9

## グラウト充填不足に対する対策手順



10

## PC鋼材の腐食調査

### CCDカメラ観察



シース内部の状況が良く分かる  
グラウトと思われるノロ

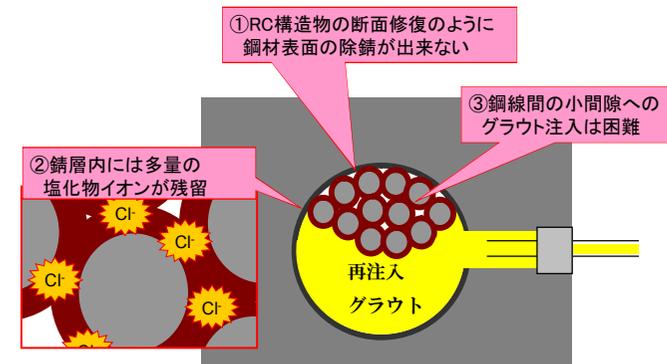
### 塩分ふき取り



PC鋼材腐食の原因が塩化物  
によるものか判定

11

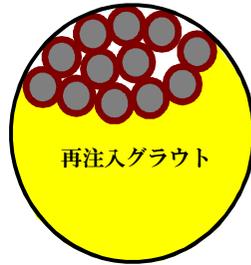
## 従来工法の課題①



12

## 従来工法の課題②

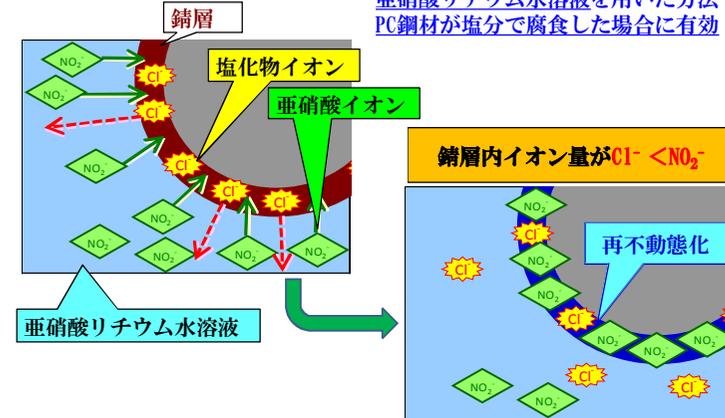
～鋼線間の状況～



13

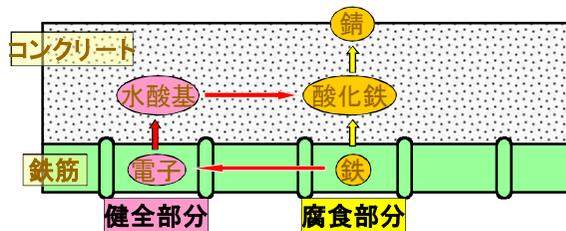
## 亜硝酸リチウムを用いた場合の効果

亜硝酸リチウム水溶液を用いた方法  
PC鋼材が塩分で腐食した場合に有効

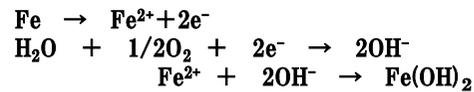


14

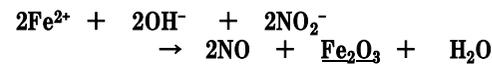
## 錆の発生と不動態被膜の形成



錆層発生

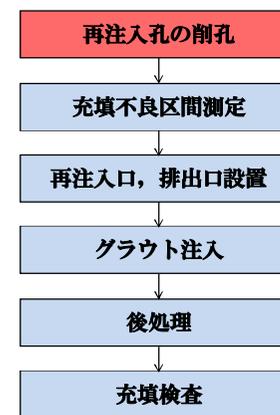


不動態被膜形成



15

## グラウト充填の施工フロー①



【削孔方法】

ウォータージェット  
コアドリルマシーン

【孔径】

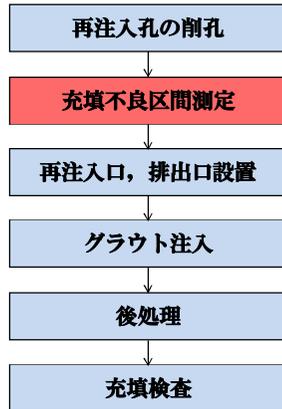
φ 80mm

【ポイント】

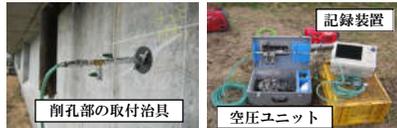
PC鋼材への損傷に留意。  
先進削孔 (φ 25～35mm程度)  
シース上方を削孔  
マグネット使用

16

### グラウト充填の施工フロー②



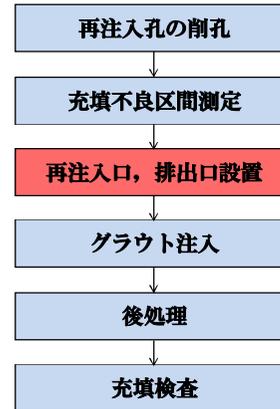
【検測方法】  
 検測尺挿入・空圧法  
 (備考)  
 いずれの方法も精度に欠けます。  
 使用数量は設計変更, 大きなロ  
 ス率等に対応してます。



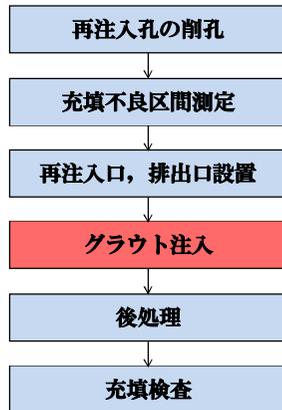
(株) 国際建設技術研究所 資料より

シース内に単位時間当たり一定量の空気を送り, 圧力上昇に必要な時間からグラウト充填不足部の体積を算出

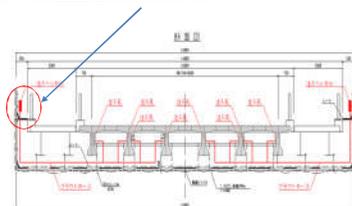
### グラウト充填の施工フロー③



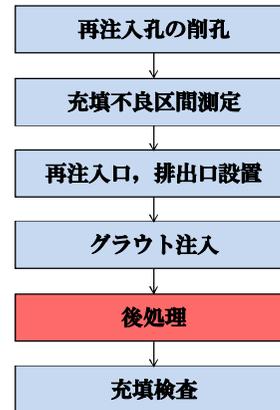
### グラウト充填の施工フロー④



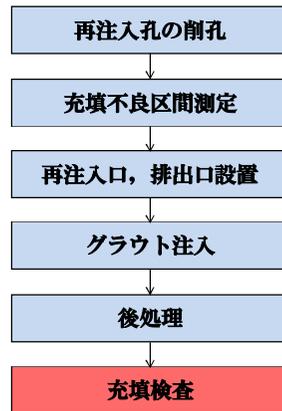
自然流下による充填



### グラウト充填の施工フロー⑤



## グラウト充填の施工フロー⑥



グラウト充填不足部の非破壊検査方法を用いて、再充填前後で確認をとる場合がある。

断面修復工や表面被覆工と異なり、一回しか補修工事ができないので、しっかり施工をすることが大切です。

21

## 参考図書①

(財) 鉄道総合技術研究所

旧日本道路公団  
(社) PC建設業協会



22

## 参考図書②

既設ポストテンション橋のPCグラウト問題対応委員会 (PC工学会)



23

## 中国自動車道の床版取替の事例 ～全断面と半断面～



24

## 全断面床版取替（吹矢谷橋下り線）



25

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

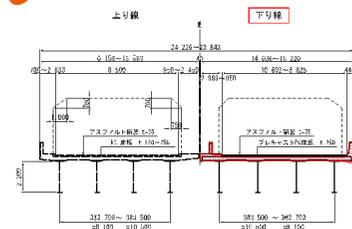
## 吹矢谷橋工事概要①

工事名	: 中国自動車道 吹矢谷橋床版補修工事
工事区間	: 自) 広島県庄原市東城町戸字 (KP250.300) 至) 東城町帝釈字山 (KP254.200)
発注者	: 西日本高速道路株式会社 中国支社 三次高速道路事務所
構造形式	: 鋼3径間連続桁非合成板桁橋 (2橋)
橋長	: 243.0m
桁長	: 121.220m + 121.220m
支間長	: 39.950m + 40.550m + 39.950m (1橋当り)
有効幅員	: 10.602m ~ 8.825m
工期	: 自) 平成22年10月2日 至) 平成24年3月24日

26

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

## 吹矢谷橋工事概要②



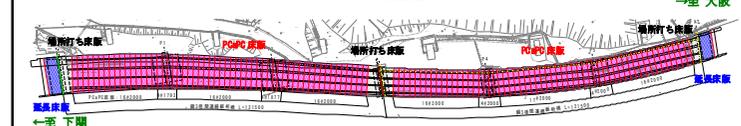
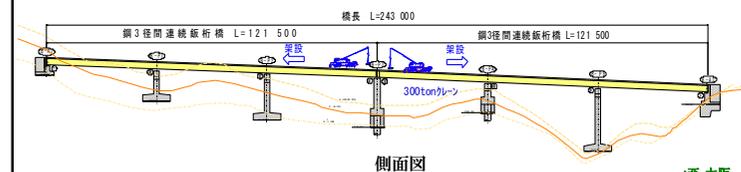
### ■ 施工数量

・プレキャスト床版面積	2,390.5 m <sup>2</sup>
・プレキャストPC床版の製作	113 枚
・プレキャストPC床版体積	653.9 m <sup>3</sup>
・床版間詰め工	108.5 m <sup>3</sup>
・場所打ち床版工	71.5 m <sup>3</sup>
・地覆壁高欄工	160.4 m <sup>3</sup>
・プレキャスト延長床版工 (設置面積)	114.2 m <sup>2</sup>

27

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

## 吹矢谷橋工事概要③



橋長	: 243m (121.5m × 2連)
有効幅員	: 8.8 ~ 10.6m
平面曲線	: R=250~300m
縦断	: 4%
横断	: 8% (変化)
PcaPC床版	: 113枚

28

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

### 吹矢谷橋工事概要④

形式	鋼3径間連続桁橋×2連
橋長	243.000m
支間	39.950m+40.500m+39.950m×2連
有効幅員	10.602m~8.825m
斜角	$\theta=93^{\circ}40'38''\sim 82^{\circ}01'44''$
荷重	補強前 TT-43
	補強後 B活荷重
平面曲線	$\pm 250m$ A=150 A=160 R=300m
縦断勾配	3.75%(-)~4.306%(-)
横断勾配	←8.000%(+)~8.000%(-)→



路面状況



床版下面状況



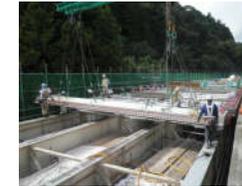
ジョイント部状況

### 吹矢谷橋工事概要⑤

- 劣化床版の取替え工事にてプレキャストPC床版を採用
  - ・供用開始後33年経過した橋梁であり、経年劣化や冬期の凍結防止材の散布によりRC床版が劣化。
  - ・ライフサイクルコストの最小化を目指し、高品質で高耐久なプレキャストPC床版に取り替える工事が採用された。

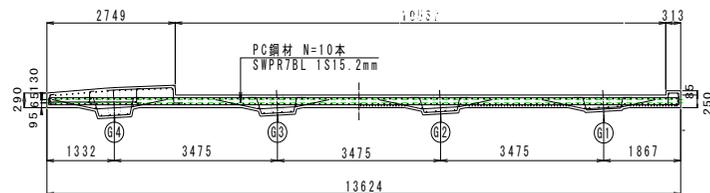


架設状況 全景

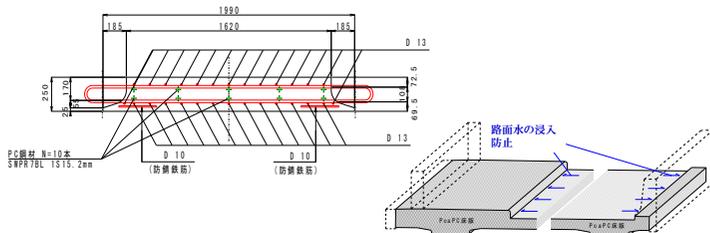


プレキャストPC床版架設

### プレキャストPC床版形状



■PC床版重量(最大) = 約19ton/枚



### プレキャストPC床版製作状況



プレキャストPC床版 配筋状況



プレキャストPC床版形状

## 施工工程

	7月		8月		9月		10月		11月	
	19	10	20	1	10	20	10	20	10	20
交通規制	昼夜連続車線規制		昼夜連続対面交通規制		昼夜連続車線規制					
迂回路工	夏期交通混雑期間 (作業休止)									
舗装撤去										
既設床版撤去										
橋梁部床版	プレキャスト PC床版架設									
	桁床版定着工									
	床版間詰め工									
場所打ち床版工										
延長床版工										
壁高欄工										
舗装工										

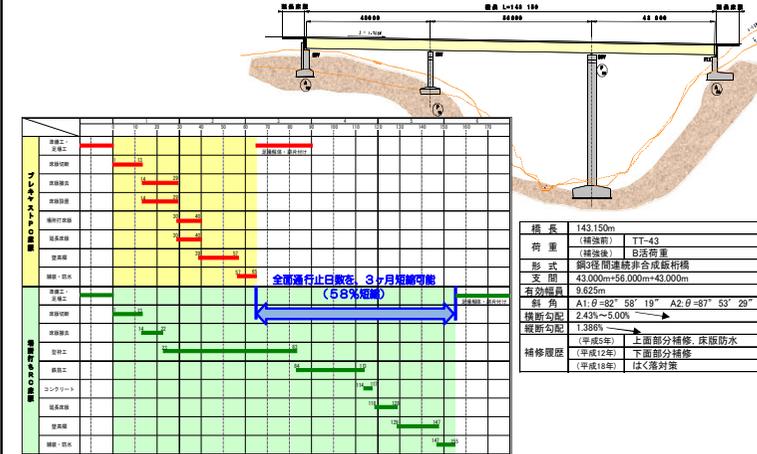
車線規制・対面通行規制

7月20日～11月19日 (対面交通規制 79日間)

33

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

## 場所打ちRC床版との施工工程比較 (例)



34

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

## 半断面床版取替 (道谷第二橋上り)



35

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

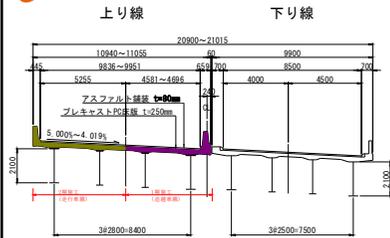
## 半断面床版取替 (道谷第二橋上り線)

- 工事名 : 中国自動車道 (特定更新等)  
 道谷第二橋 (上り線) 床版取替工事  
 工事区間 : 自) 山口県周南市築山 (KP437.648)  
 至) 山口県山口市徳地鱒河内 (KP437.838)  
 発注者 : 西日本高速道路株式会社 中国支社  
 山口高速道路事務所  
 構造形式 : 鋼3径間連続桁非合成版桁橋  
 橋長 : 115.012m  
 支間長 : 38.000m + 38.002m + 38.000m  
 有効幅員 : 8.838~9.953m  
 工期 : 自) 平成27年10月23日  
 至) 平成29年 4月 24日

36

P.S.Mitsubishi Construction Co.,Ltd.

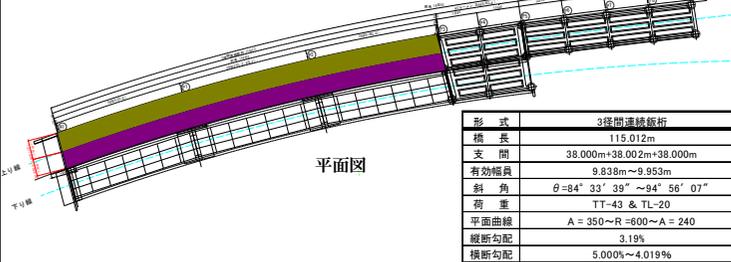
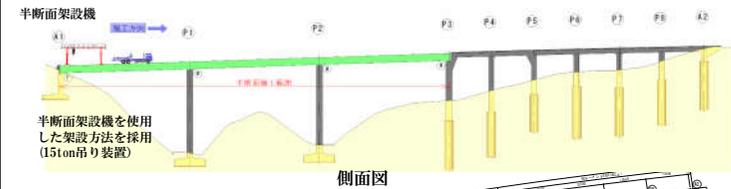
### 道谷第二橋工事概要①



#### ■施工数量

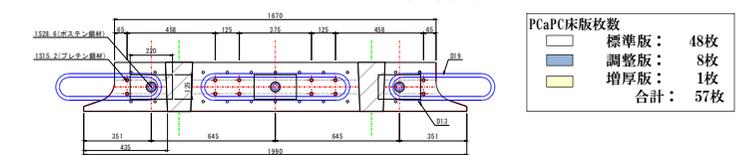
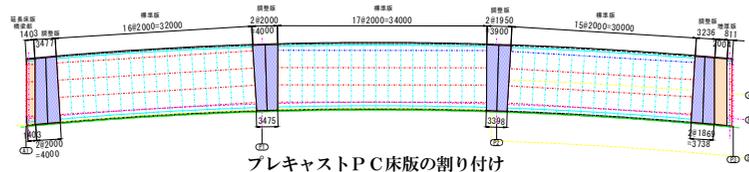
- プレキャスト床版面積 1,160.3 m<sup>2</sup>
- プレキャストPC床版の製作 57 枚 (半断面床版: 114枚)
- プレキャストPC床版体積 281.1 m<sup>3</sup>
- 床版間詰め工 41.7 m<sup>3</sup>
- 地覆壁高欄工 33.5 m<sup>3</sup> (プレキャスト部)
- プレキャスト延長床版工 (設置面積) 62.8 m<sup>3</sup> (場所打ち部)
- プレキャスト延長床版工 (設置面積) 65.3 m<sup>2</sup> (A1側)

### 道谷第二橋工事概要②

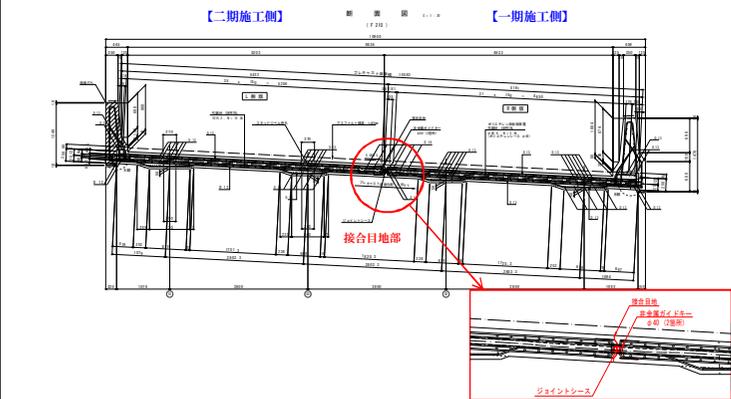


### 道谷第二橋工事概要③

- 片側1車線規制毎の半断面床版分割施工を模擬した取替え施工を行うパイロット工事。
- 架設は、半断面取替え対応の新規架設機を使用。また、床版分割施工であることからオールプレキャストの床版割り付けとしている。



### 道谷第二橋工事概要④



■プレキャストPC床版重量 (最大) = 約 7ton/枚 (半断面)

## 施工工程

	4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月	
	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
交通規制	← 昼夜連続中分規制		← 昼夜連続対面通行規制										→ 昼夜連続中分規制			
迂回路工	■															
舗装撤去			■				■									
既設床版撤去			■ 一期施工		■ 二期施工		■ 二期施工									
橋梁架設					■		■		■		■		■		■	
					■		■		■		■		■		■	
					■		■		■		■		■		■	
壁高機工					■						■		■		■	
伸縮装置工											■		■		■	
延長床版工											■		■		■	
防水工											■		■		■	
舗装工											■		■		■	

車線規制・対面通行規制期間  
 5月9日～10月31日 (対面通行規制：176日間)

41

## 施工状況①



①既設床版の切断状況



③架設状況全景 (一期)



②プレキャストPC床版



④プレキャストPC床版架設状況 (一期)

42

## 施工状況②



⑤プレキャストPC床版架設後 (一期)



⑥プレキャストPC床版架設状況 (二期)

43

## 完成状況



44