



コンクリート構造物  
の延命対策  
電気防食工法

チタンロッド内部  
挿入陽極工法

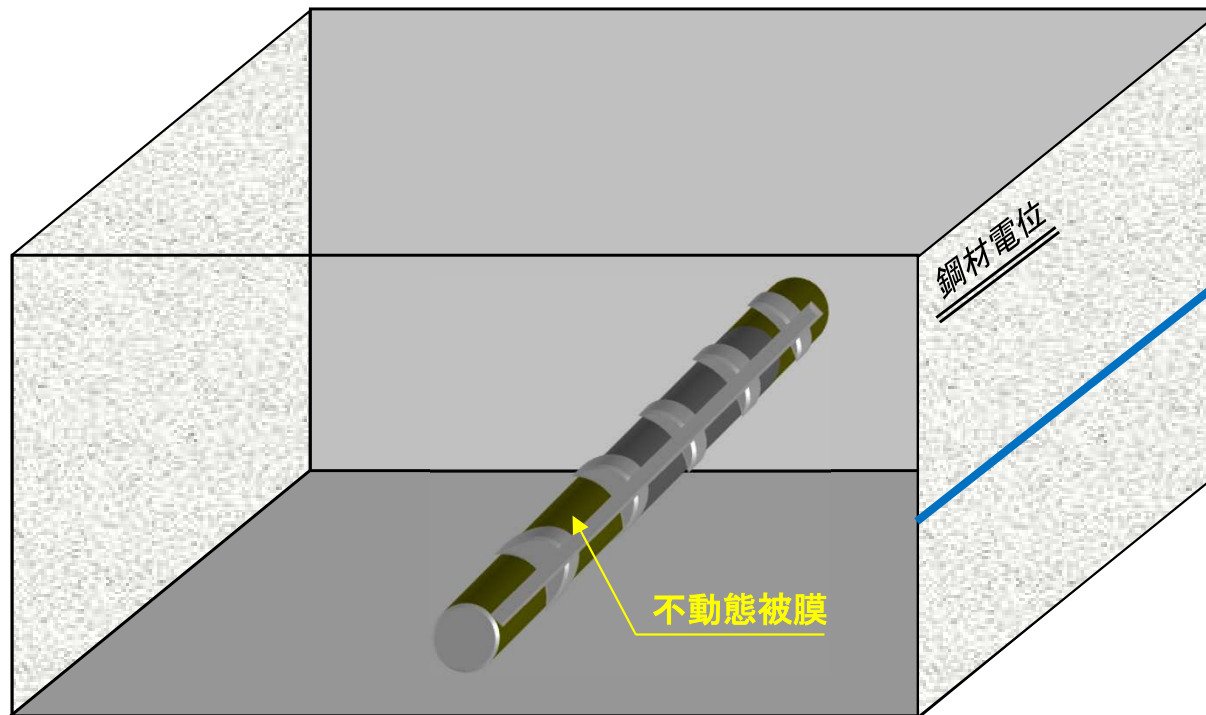
# 目次

- 1. コンクリート構造物の劣化
- 2. チタンロッド内部挿入陽極工法
- 3. 施工実績
- 4. まとめ

# 1. コンクリート構造物の劣化



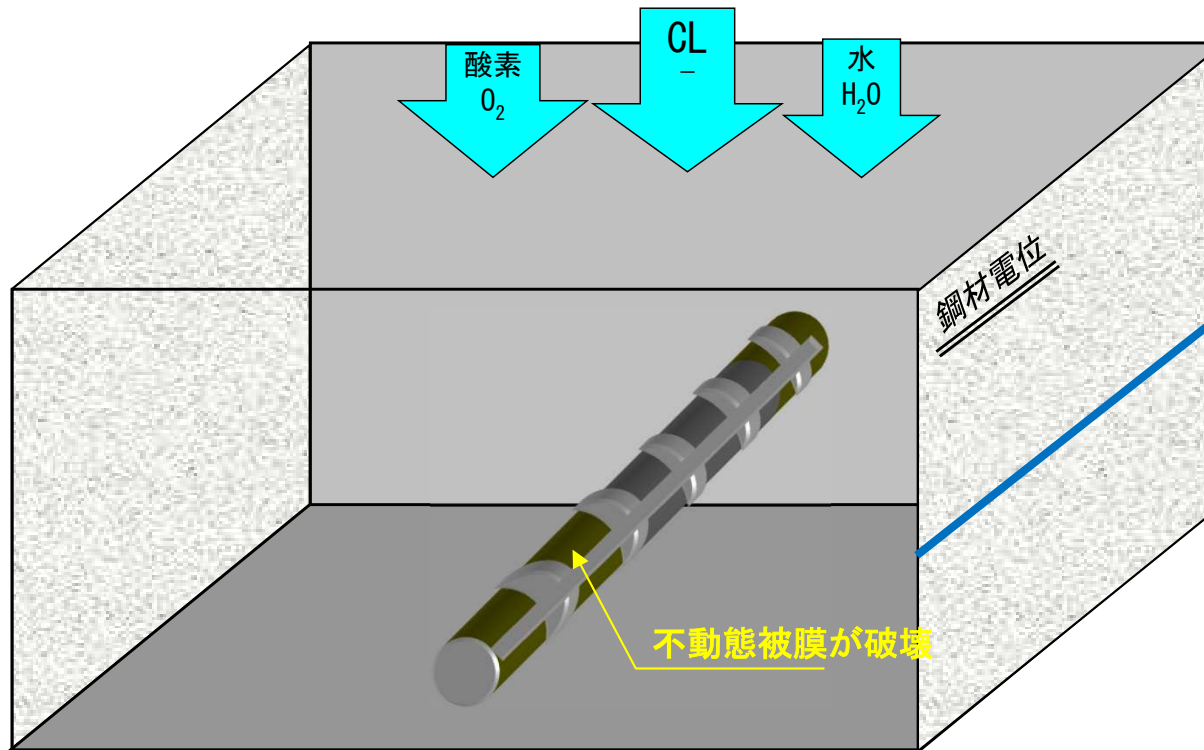
# 鋼材腐食のメカニズム（1）



コンクリート内の鋼材は、コンクリートの強アルカリによって不動態被膜を形成。

鋼材は、コンクリートと不動態被膜によって、酸素や水分から保護されています。

# 鋼材腐食のメカニズム (2)



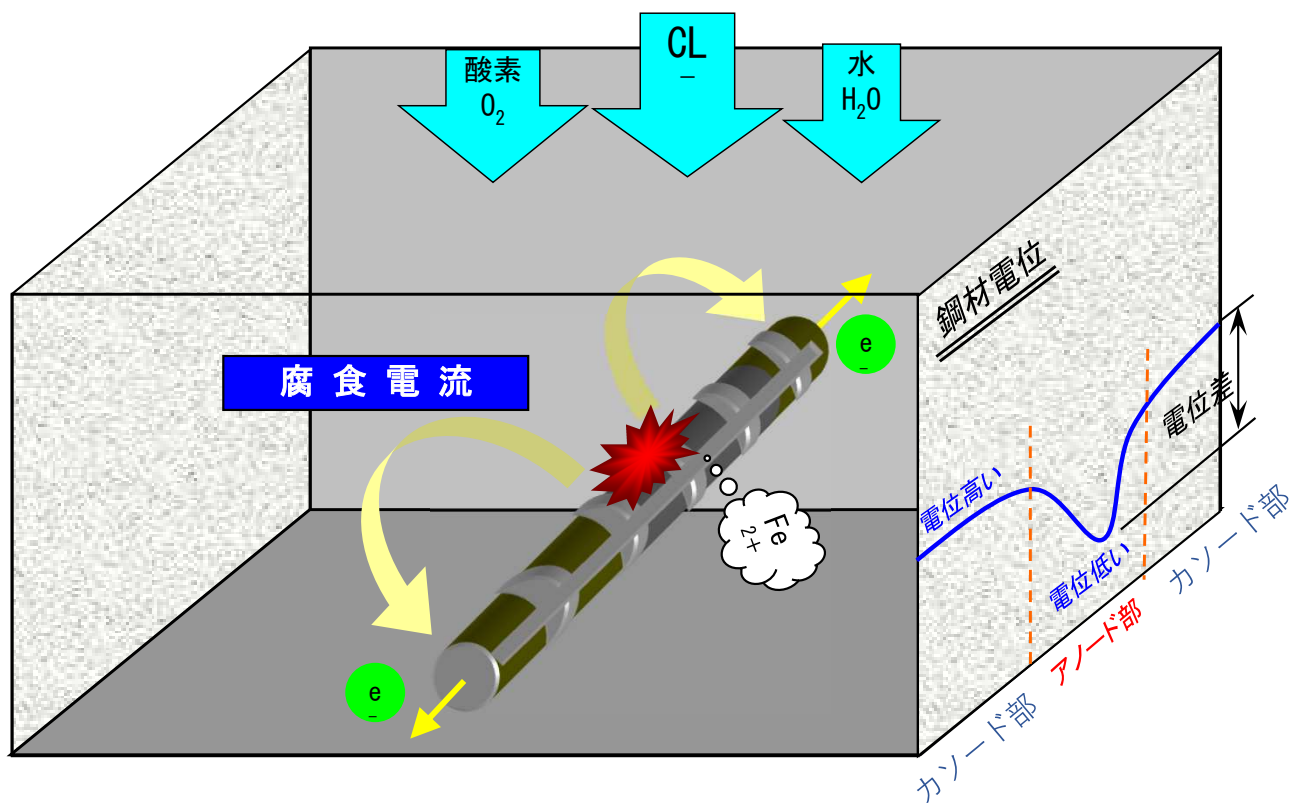
塩化物イオンの侵入



不動態被膜が破壊

コンクリートの中酸化や塩化物イオンの進入 [発錆限界1.2 k g / m<sup>3</sup>] がコンクリート中の鋼材位置まで達すると、不動態被膜は破壊されます。

# 鋼材腐食のメカニズム (3)



鋼材電位に電位差が発生

不動態被膜は破壊され、鉄のイオン化によるアノード反応と酸素の還元反応であるカソード反応により、鋼材が腐食します。

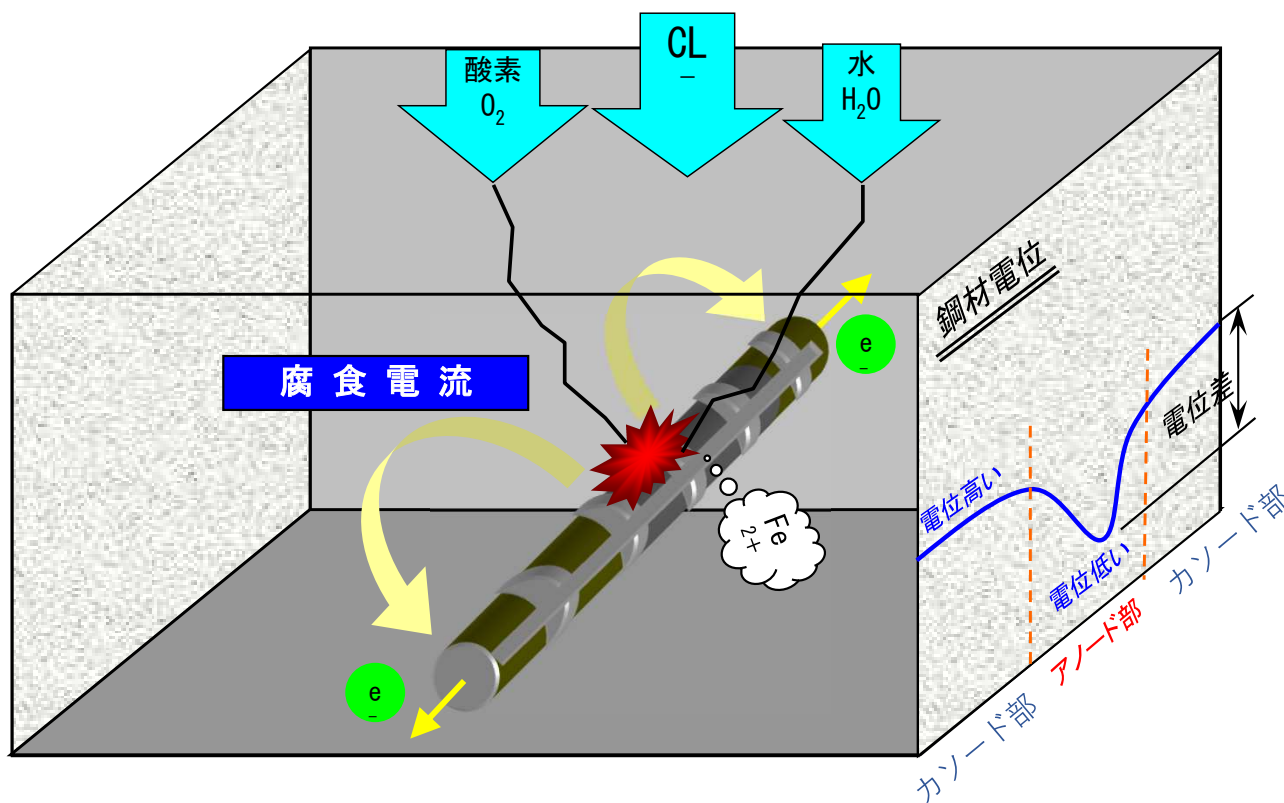
アノード反応



カソード反応



# 鋼材腐食のメカニズム（4）



発錆により鋼材の  
体積膨張



コンクリートのひ  
び割れ



コンクリートの剥  
落

鋼材の体積が膨張し、かぶりコンクリートのひび割れや剥落が発生します。さらにこの部分より水分や酸素が供給されることで、錆は加速度的に進行します。

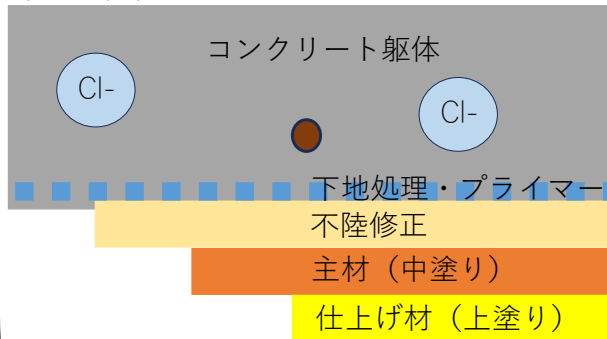
# 補修工法の種類

## 塩害対策工法

### 表面被覆工法

劣化因子（塩化物イオン等）の供給抑制

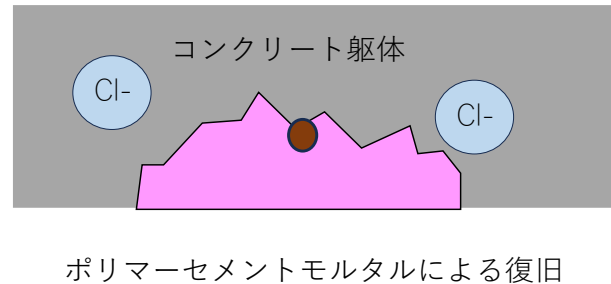
概念図



### 断面修復工法

劣化部分を除去した後の断面復旧

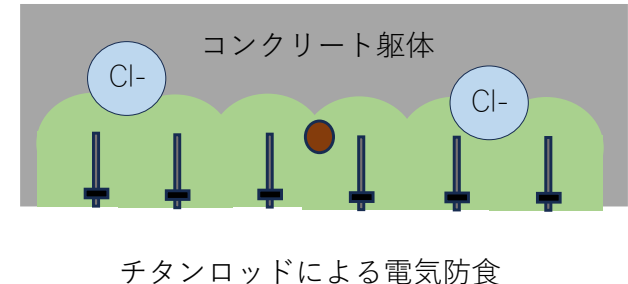
概念図



### 電気防食工法

鋼材表面に防食電流を流し、腐食電流の消滅

概念図



コンクリート内部に残留した塩化物イオンにより内部の鉄筋が腐食し再劣化を生じる可能性がある。

残留した塩化物イオンによる再劣化の可能性は低い。



# 塩害により劣化した構造物

RC栈橋



橋梁

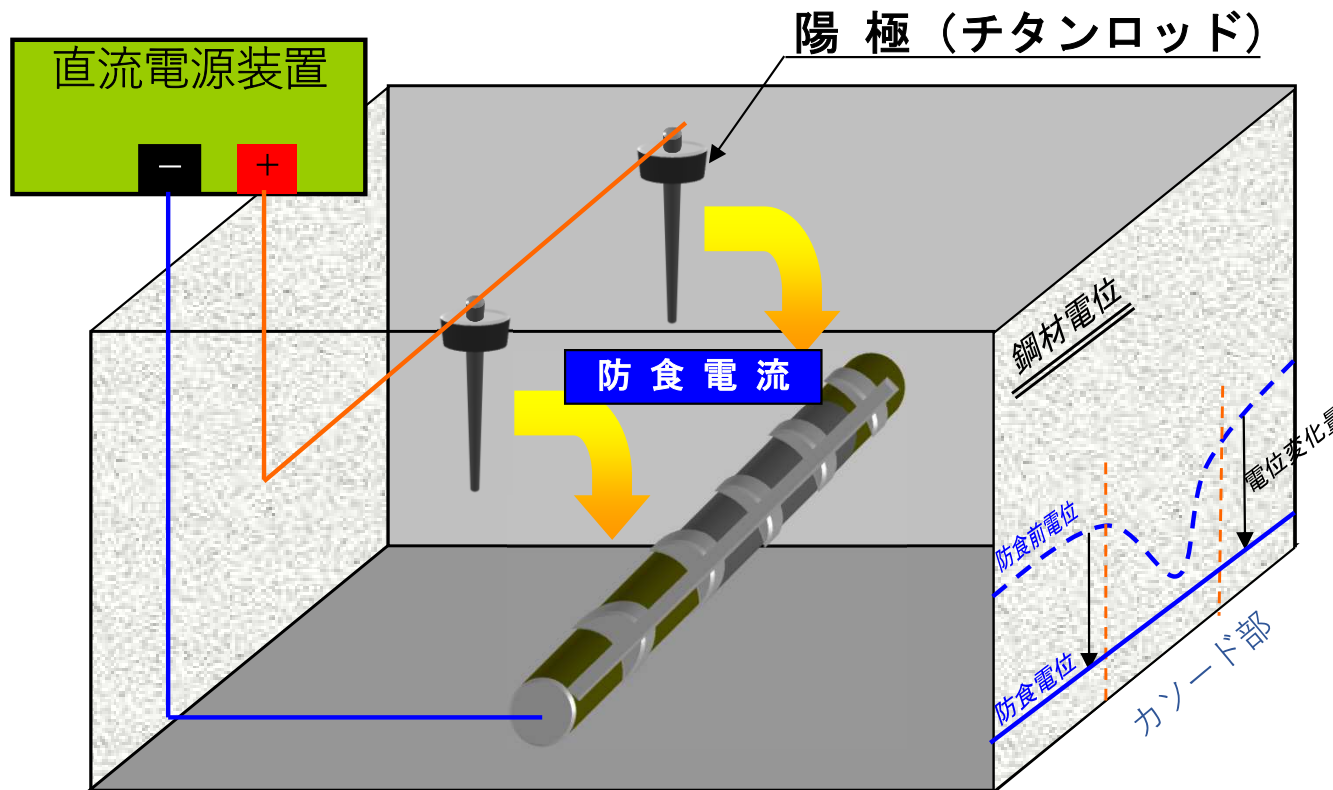


補修後の再劣化

## 2. 電気防食工法 チタンロッド内部挿入陽極工法



# 電気防食の構造



防食電流を供給

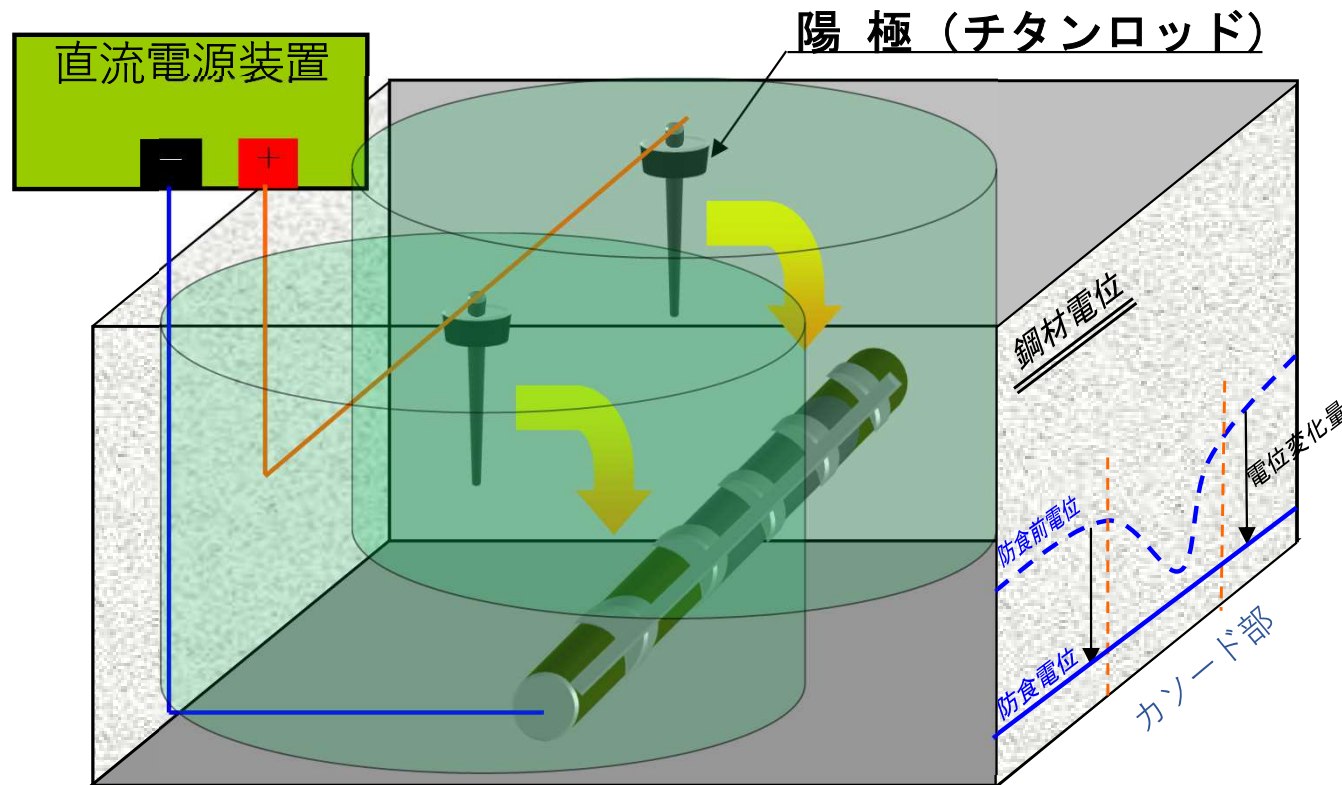


鋼材の電位がマイナス方向に変化

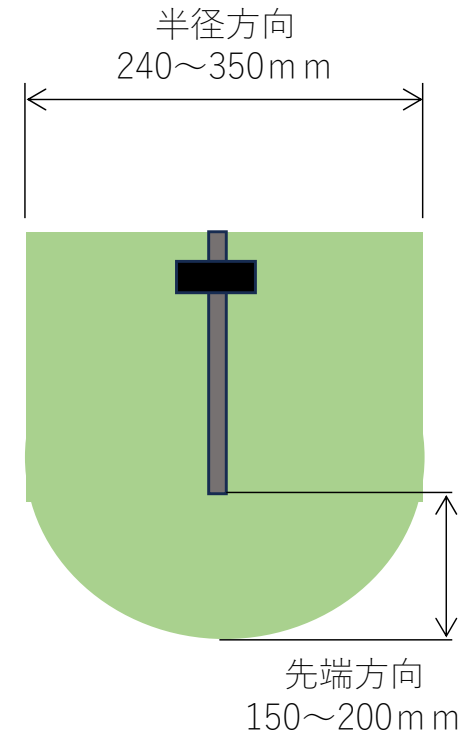


鋼材の電位差→少  
腐食反応が不活性な  
状態となる

# 防食のイメージ図



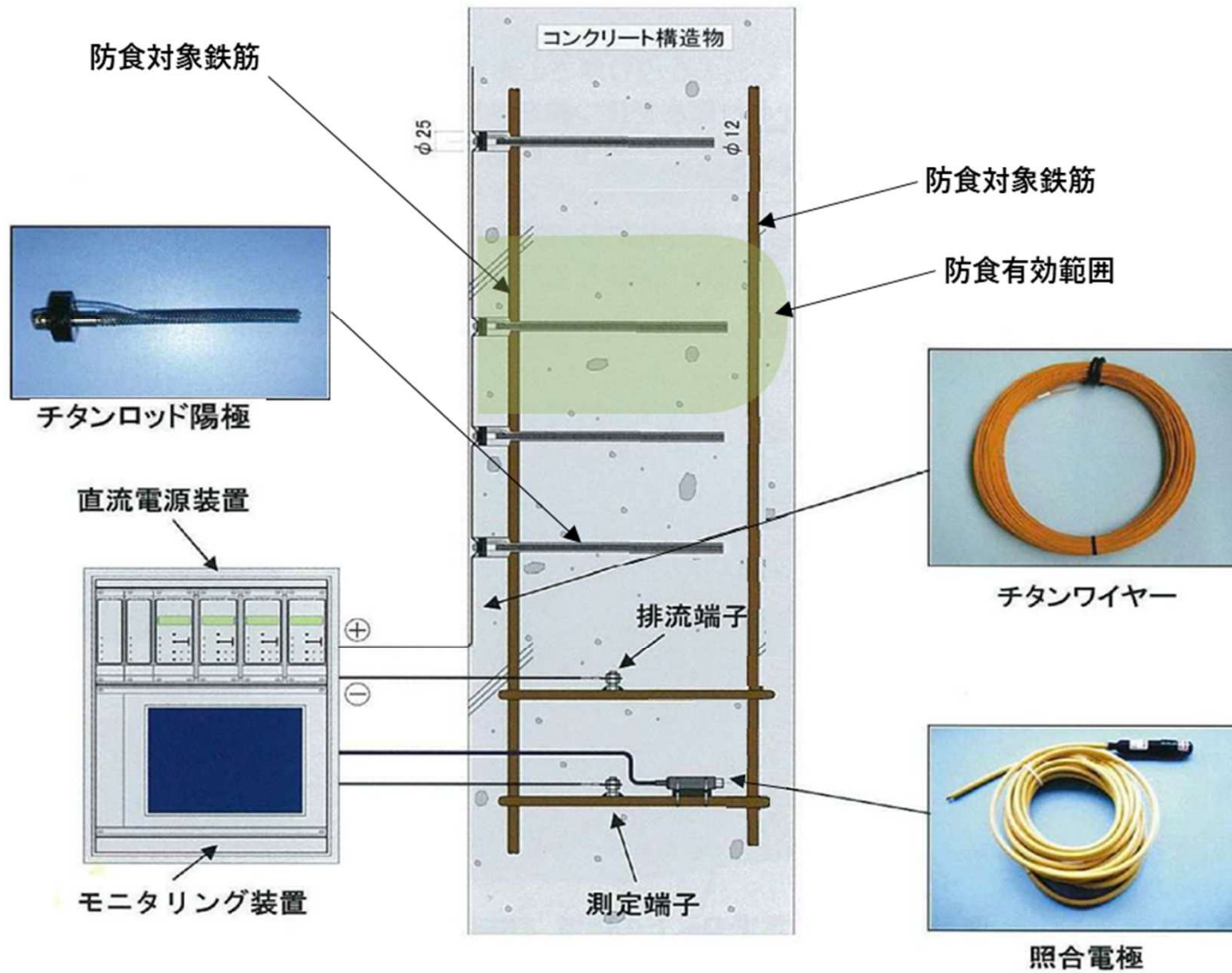
防食有効範囲



ロッド長さ ( $l$ =mm)	50	100	150	200	250	300	350	400
半径方向有効範囲 ( $r$ =mm)	< 240	< 270	< 290	< 310	< 320	< 330	< 340	< 350
ロッド先端方向 有効範囲 ( $L_v$ =mm)	< 150			< 200				

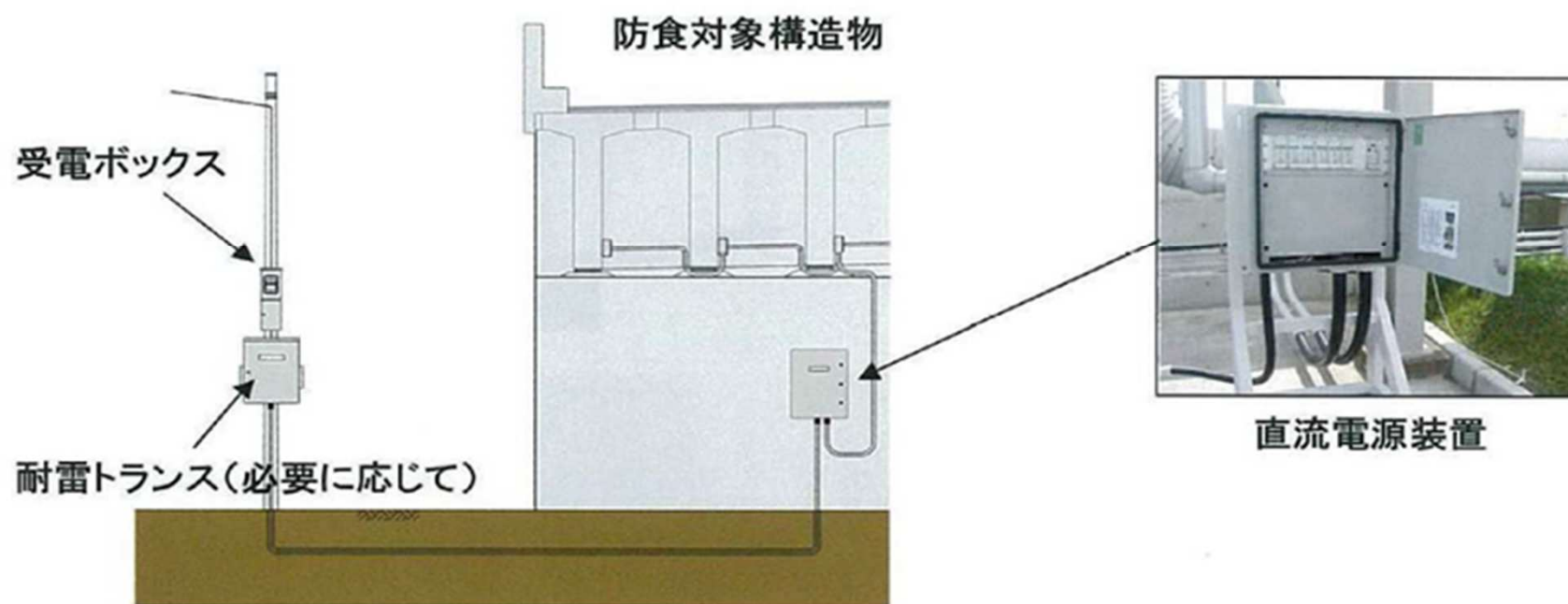


# 構成材料



# 構成材料

## 周辺機器



# 構成材料

モニタリングシステム 遠隔対応直流電源装置  
(durAcenter)



機能

自動インスタントオフ

自動復極量試験

USBプラグ装備（データ外部持ち出し用）

LANポート及びネットワーク接続端子標準装備



# 施工フロー

1. 墨だし・鉄筋探査



2. 削孔・溝切り



3. 陽極設置



4. 陰極・照合電極設置



5. 結線・配管配線工



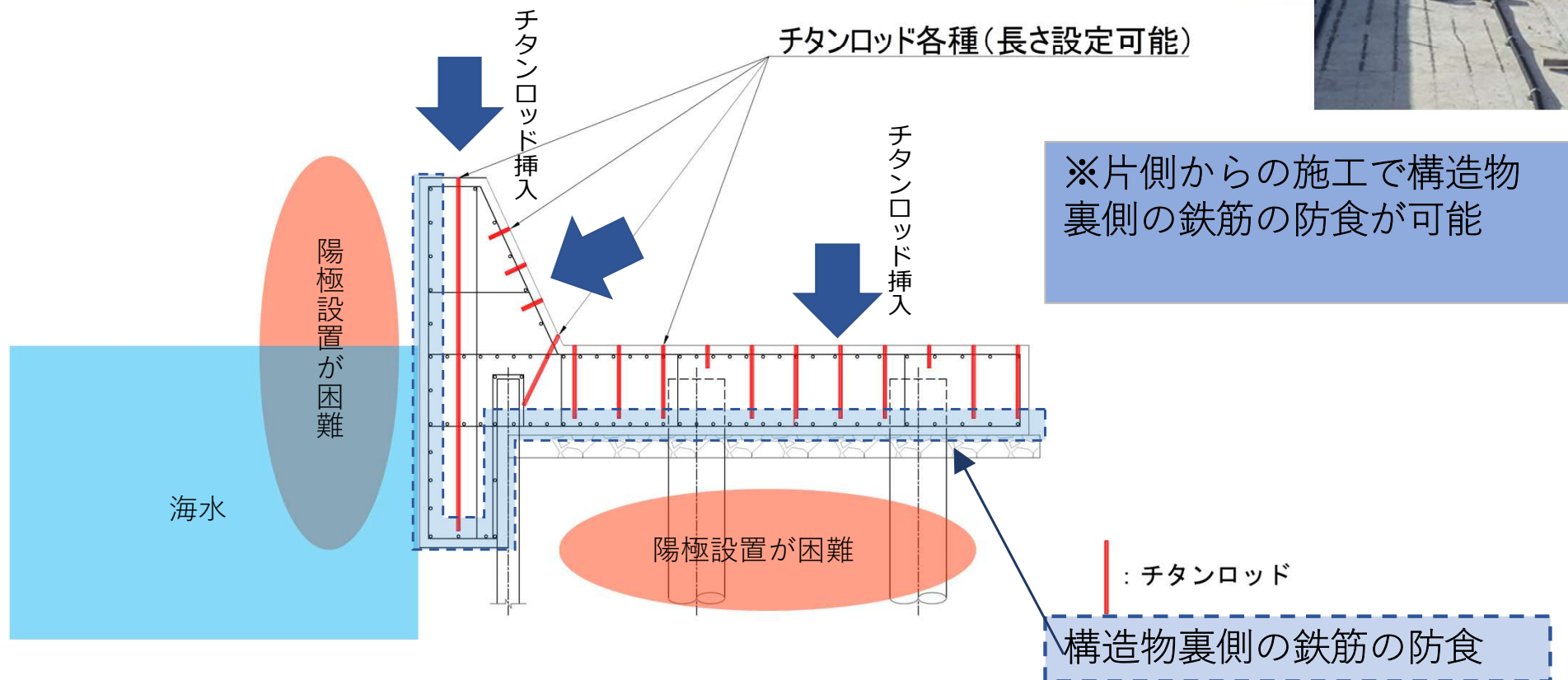
6. 通電調整工





# 特徴①：片面からの一方向施工が可能

## 護岸での施工例

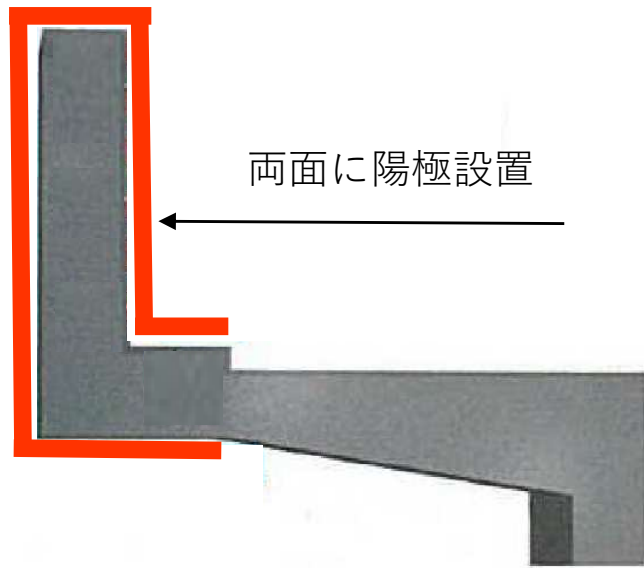


# 特徴①：片面からの一方向施工が可能

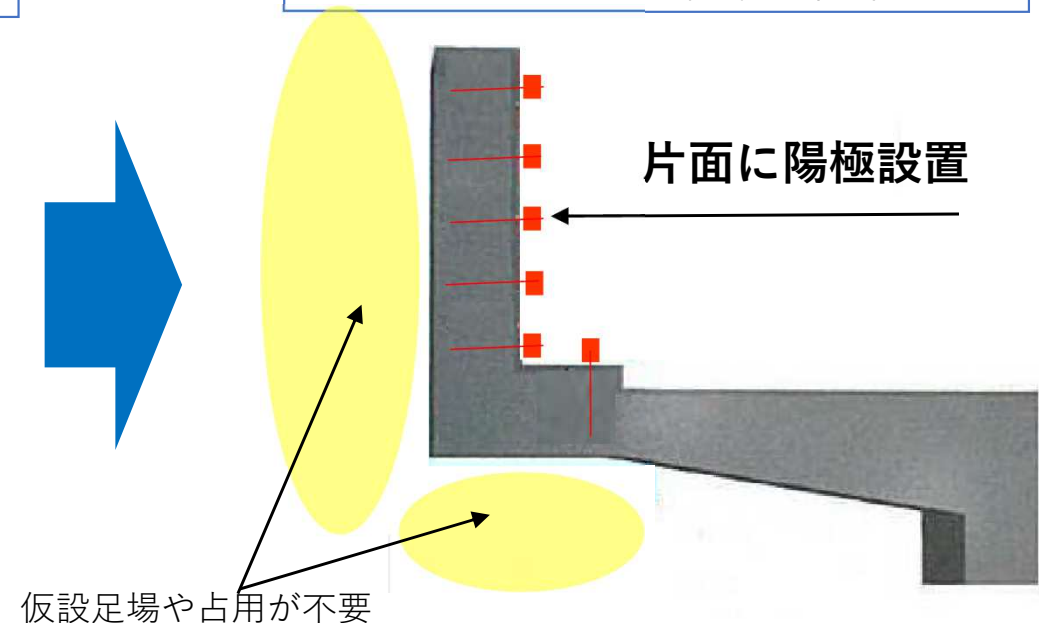
## 橋梁での施工例

チタンロッド工法では片面から内部に挿入することにより直接アプローチ出来ない背面等の防食が可能

一般的な電気防食工法

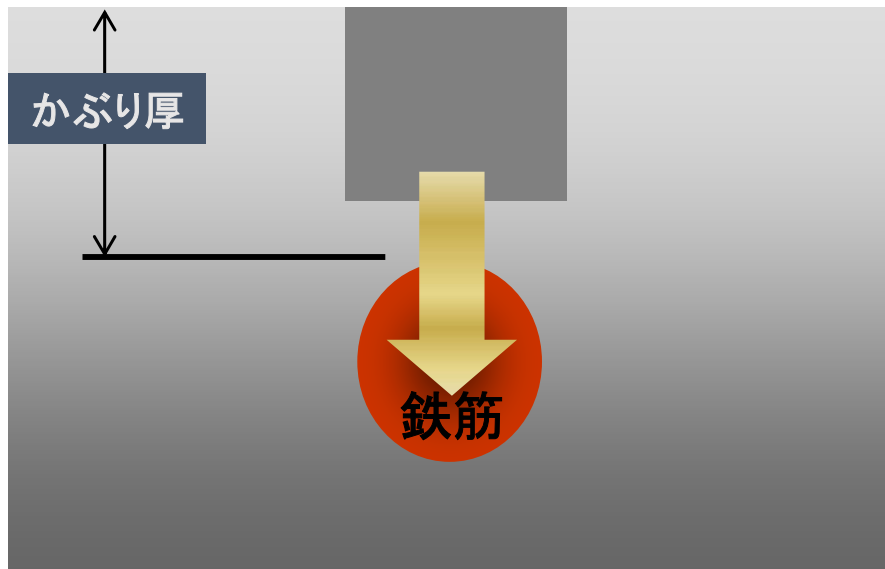


チタンロッド内部挿入陽極工法



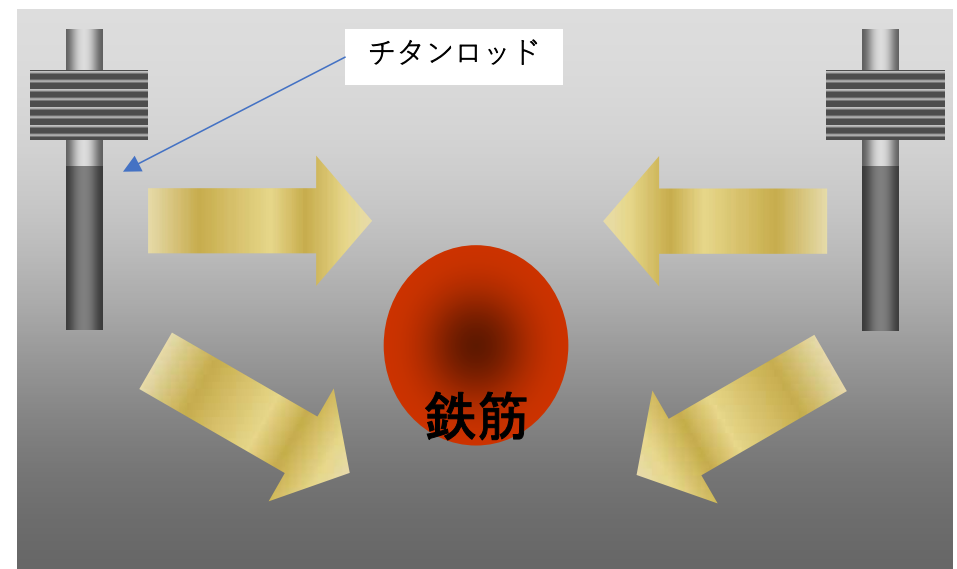
# 特徴②：コンクリートかぶり厚に影響されにくい

一般的な電気防食工法



かぶりが不足している場合、**施工が困難かつ短絡しやすい。**

チタンロッド内部挿入陽極工法



かぶり厚に影響されにくいため、**短絡しにくい。**

# 特徴③：防食対象面の塗装を除去する必要がない

面状陽極



コンクリート表面から防食を行うので塗装を除去する必要がある。

チタンロッド内部挿入陽極工法



コンクリート内部から防食を行うので塗装を除去する必要が無い。

一般的な塗装材は導電性が無いので防食電流を通さない。

## 特徴④：ロッド内部に装備された抵抗により、乾湿の影響による電流集中を軽減



湿潤部



チタンロッド内部に抵抗を装備

湿潤部においては電流が流れやすく、過大な電流が流れると、陽極周辺の埋め戻し材が劣化するケースがある。

チタンロッドは内部に抵抗を装備しているので、湿潤時に過大な電流が流れにくく、劣化を軽減する効果がある。



# 3. 施工実績



国内実績（土木構造物）

- 国土交通省
- NEXCO
- JR
- その他民間（電力等）

# 橋梁における実績

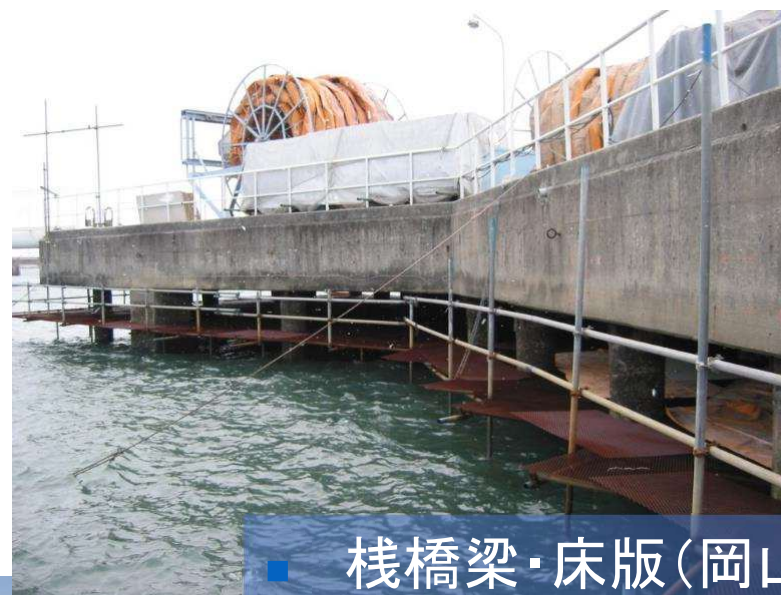




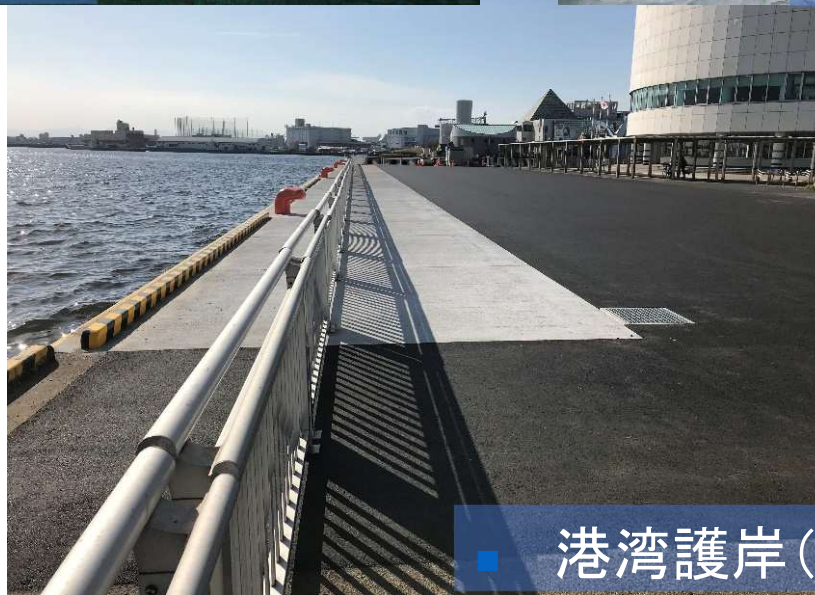
# 海洋構造物における実績



■ 海上鉄塔基礎(岡山)



■ 棧橋梁・床版(岡山)



■ 港湾護岸(愛知)



# 4. まとめ

チタンロッド内部挿入陽極工法

25

# チタンロッド内部挿入陽極工法

- ①片面からの一方向施工が可能
- ②コンクリートかぶり厚に影響されにくい
- ③防食対象面の塗装を除去する必要が無い
- ④乾湿の影響による電流集中を軽減