

コンクリート中の鋼材の腐食防止技術

～塩害劣化を受けるコンクリート構造物の延命化に有効な電気防食技術～

「NAKAROD方式」



1 ナカボーテックについて

2 コンクリート構造物の塩害劣化とは？

3 電気防食技術

4 新工法！「NAKAROD方式」

本店および支店・営業拠点

いまある
“価値”を
次代へ!

NAKABOHTEC

15の本支店・営業拠点

本店所在地：東京都中央区新川1丁目17番21号

設立年月日：1951年8月27日（創業74年）

従業員数：約320名



ナカボーテックの防食技術

いまある
“価値”を
次代へ!



日本を取り囲む 港湾構造物



塩害をうける コンクリート構造物



生活基盤を支える 地中パイプライン



発電所・化学プラント等 設備

1 ナカボーテックのご紹介

2 コンクリート構造物の塩害劣化とは？

3 電気防食技術

4 新工法！「NAKAROD方式」

コンクリート構造物の塩害劣化

四方を海に囲まれたわが国では、
塩害によるコンクリート構造物の劣化が深刻な問題となっている。



劣化事例①…港湾施設の棧橋上部工

コンクリート構造物の塩害劣化



劣化事例②…コンクリート橋梁（鉄道・道路）

▷海砂の使用

- ・ 建設ラッシュの結果、骨材枯渇、法改正による川砂不足
- ・ 1965年以降、除塩不足の海砂と川砂の併用が始まる

内在塩分

▷飛来塩分

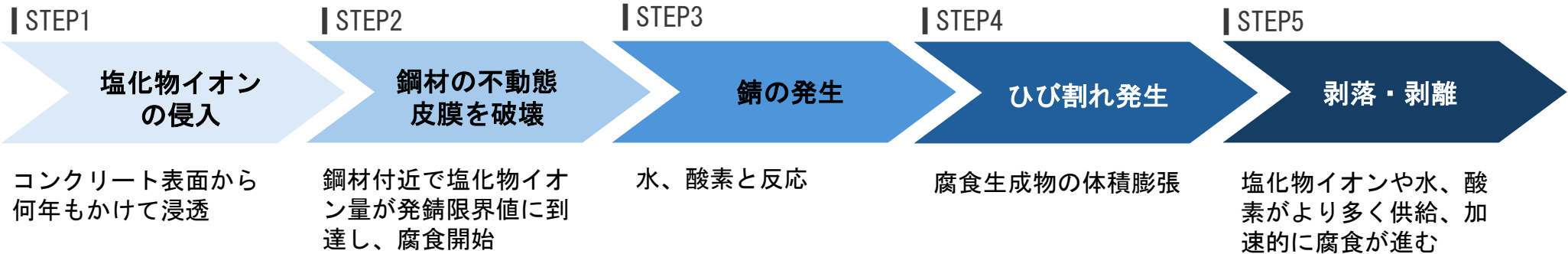
- ・ 1981年頃より飛来塩分による塩害が道路橋で顕在化

塩分の浸透

▷凍結防止剤の散布

- ・ 1991年にスパイクタイヤの使用が禁止
⇒凍結防止剤の散布量増加による影響が増加

塩害のメカニズム

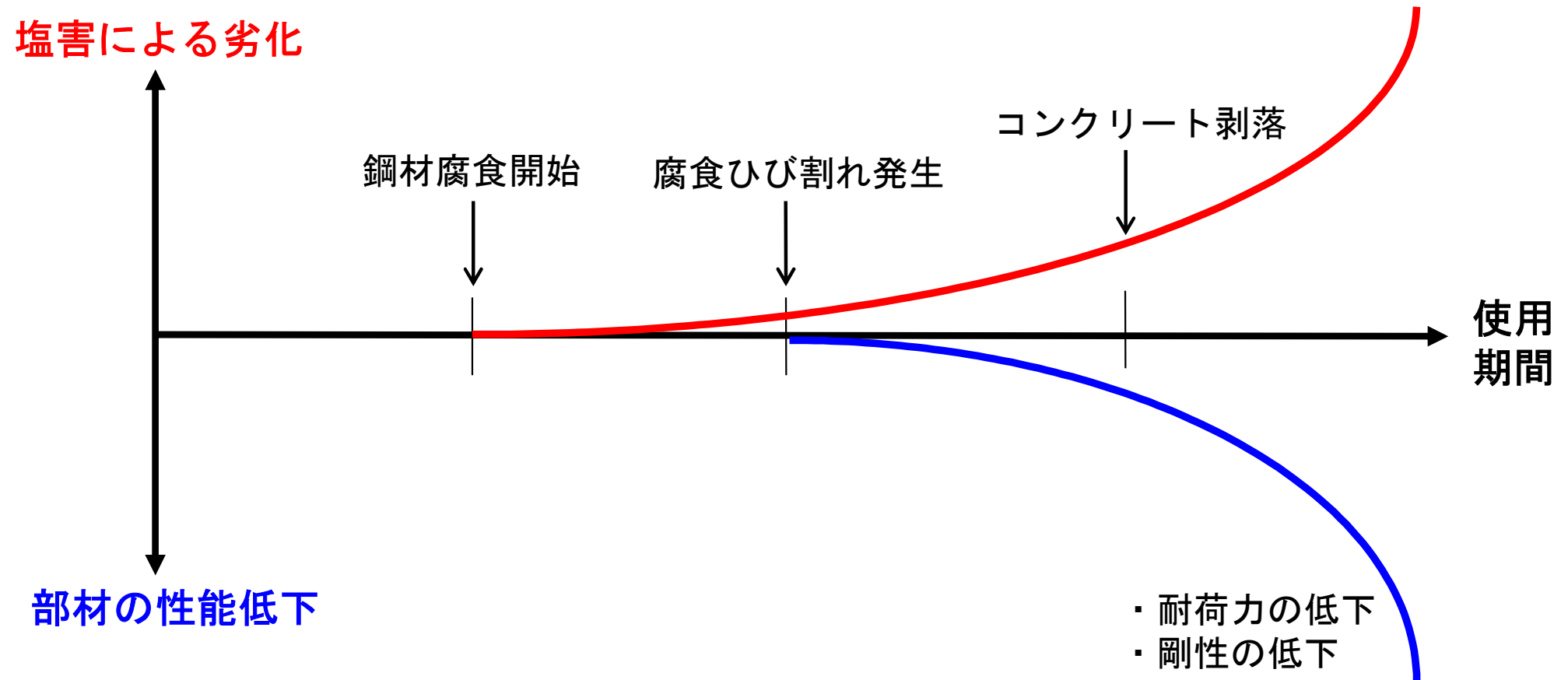


✦ 健全なコンクリート中では高アルカリ環境（pH12～13）であるため、鋼材表面に不動態皮膜を形成して高耐食性を示す。



かぶりコンクリートが剥落し、内部鉄筋が露出している様子

劣化進行過程



劣化過程：

潜伏期

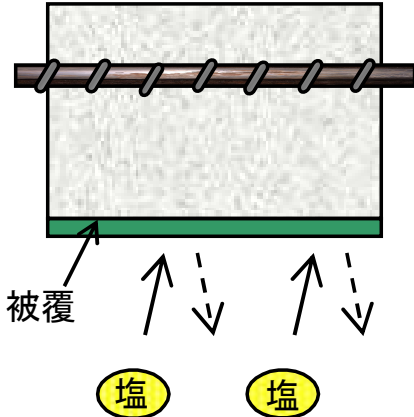
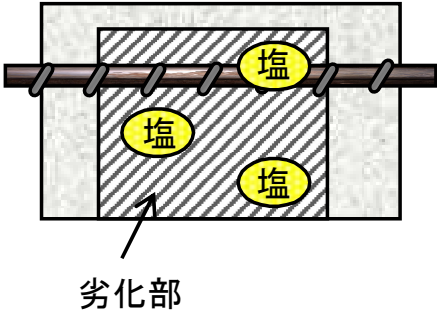
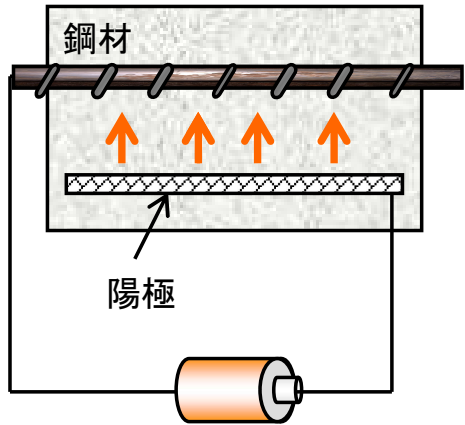
進展期

加速期

劣化期

どの過程でも電気防食の適用可能！ ※加速期以降は断面修復などの補修が必要

塩害補修対策 主な補修工法

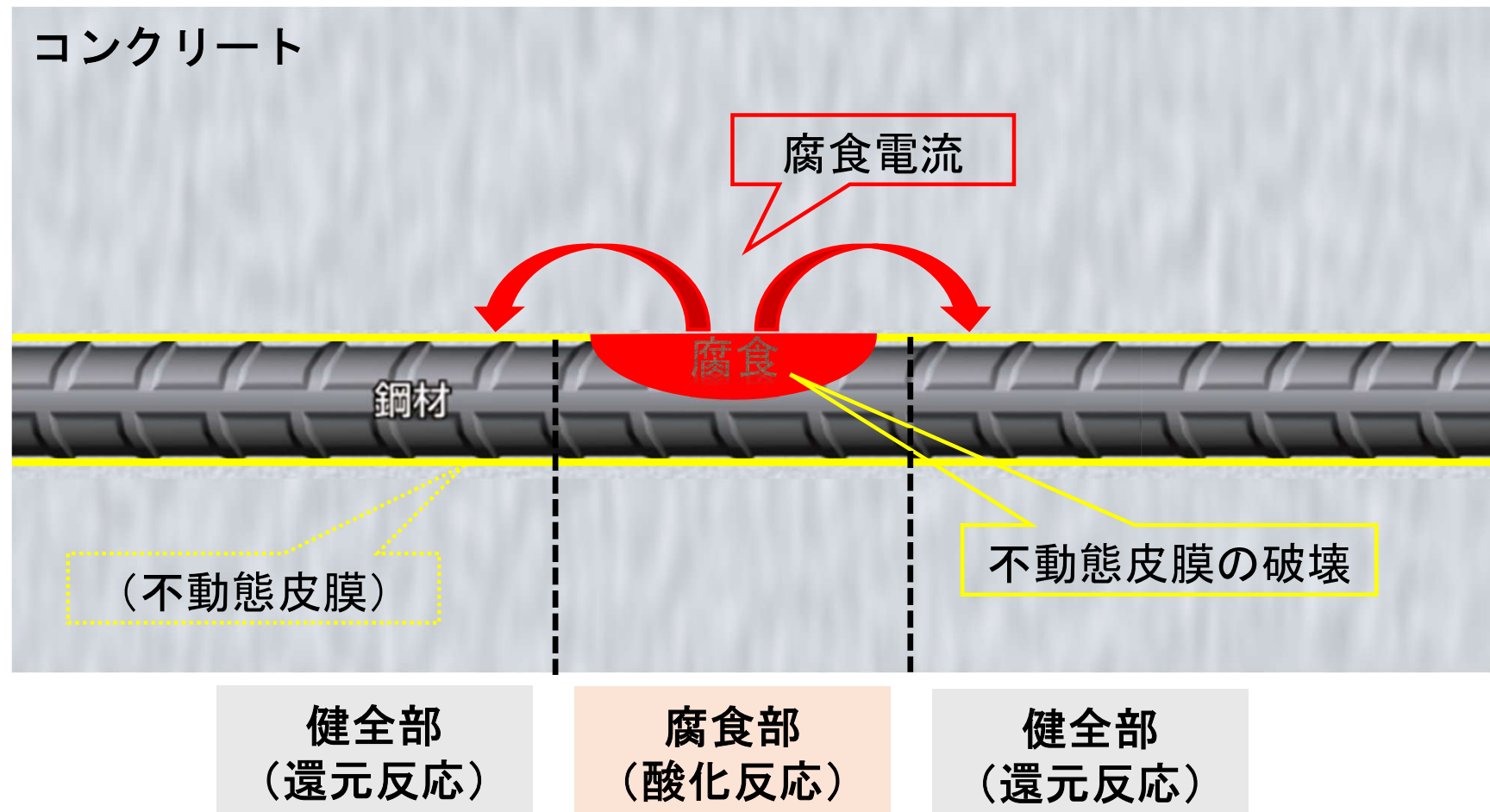
① 表面被覆	② 断面修復	③ 電気防食
塩分の侵入防止	劣化部の修復	腐食反応を電気化学的に抑制
塩分が侵入しないよう表面を被覆する。	コンクリート中の塩分を物理的に除去する。	防食電流を鋼材表面に供給し電位差を解消する。
 “塩分（水、酸素）の進入防止”	 “塩分の除去”	 “電位差の解消”

1 ナカボーテックのご紹介

2 コンクリート構造物の塩害劣化とは？

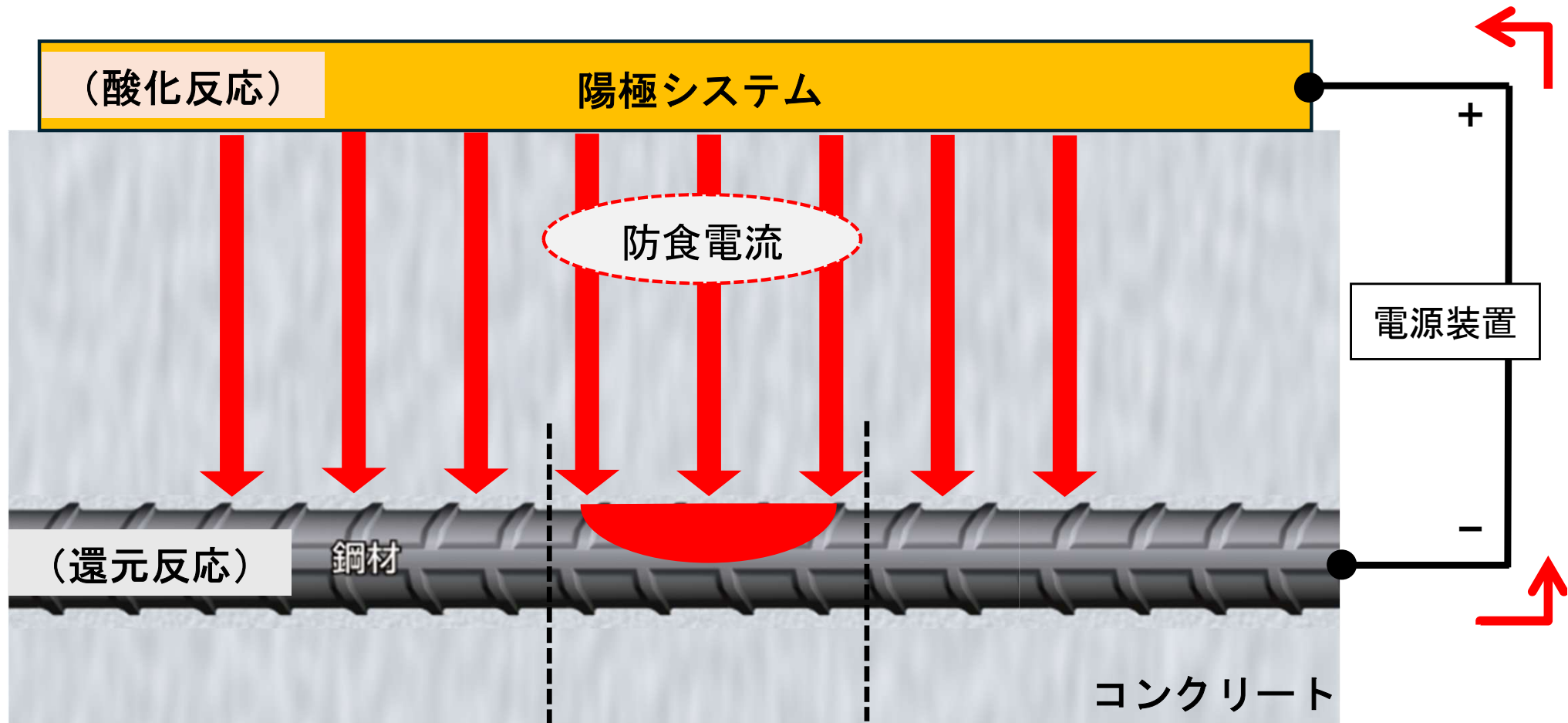
3 電気防食技術

4 新工法！「NAKAROD方式」



鋼材の表面では、腐食部では酸化反応、健全部では還元反応が同時に進行

部材の表面に陽極を設置し、コンクリート内部の鋼材に防食電流を供給することによって、鋼材の腐食反応を停止させる工法。



電気防食方式概念図

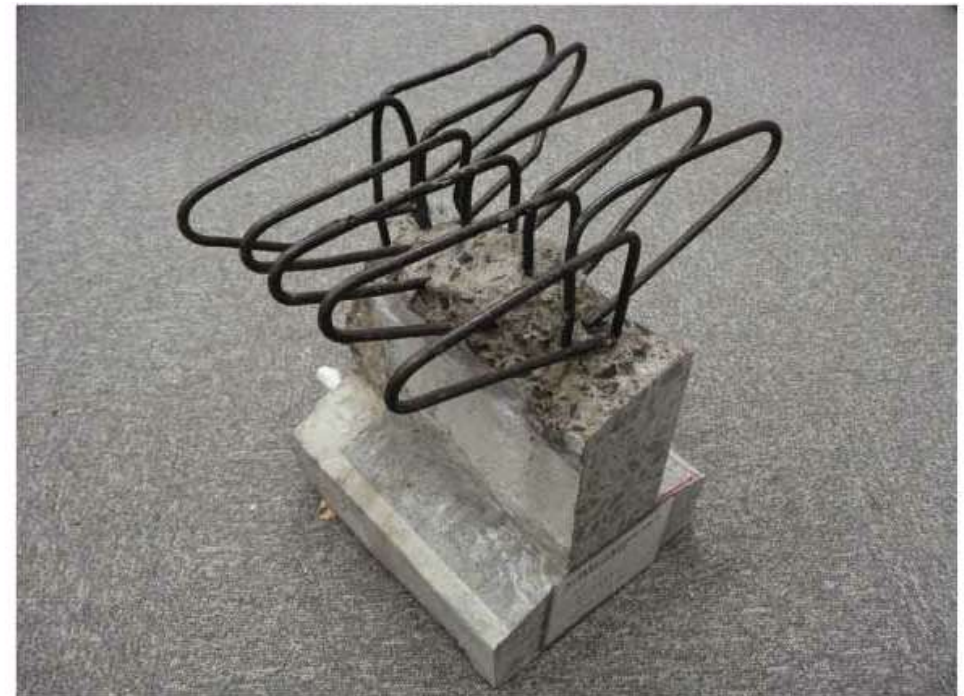
電気防食の効果

予め塩分を含有した供試体の10年間試験結果

無防食状態のコンクリート中の鋼材



防食状態によるコンクリート中の鋼材



電気防食の効果を実証された例

出典：海洋環境下にあるプレテンション方式PC構造物への電気防食の適用に関する研究
暴露10年結果報告, 港湾空港技術研究所, 2001. 09

電気防食工法の種類

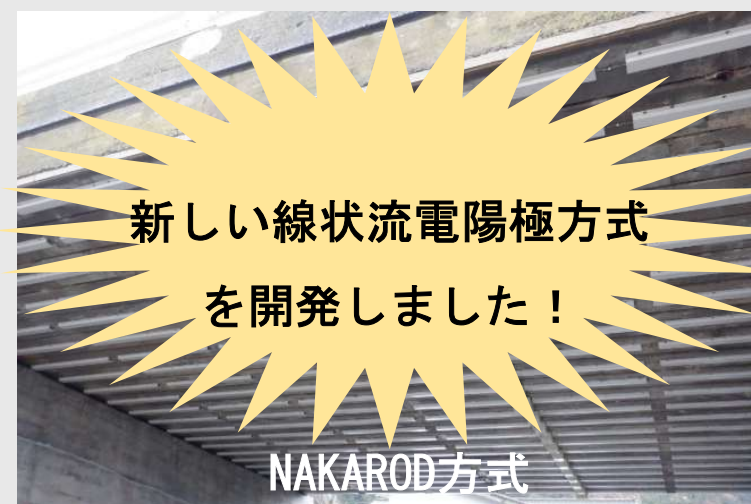
外部電源方式

流電陽極方式

面状陽極



線状陽極



1 ナカボーテックのご紹介

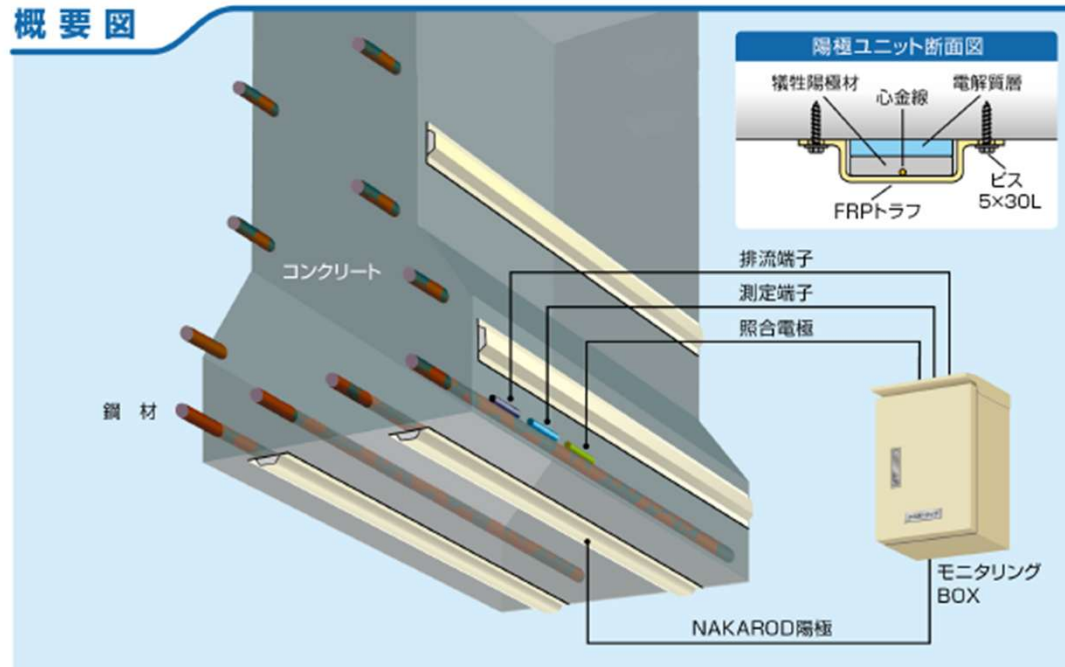
2 コンクリート構造物の塩害劣化とは？

3 電気防食技術

4 新工法！「NAKAROD方式」

NAKAROD方式

NETIS登録番号:KT-180059-A



✦ NAKAROD方式とは、
コンクリート表面に設置するNAKAROD陽極（亜鉛）とコンクリート内部の鋼材との金属固有の電位差を利用し、陽極から鋼材へ防食電流を供給する流電陽極方式の電気防食工法です。

特徴

- ① 電源がいない電気防食！
- ② ミニмумメンテナンスを実現！
- ③ ユニット化により設置が簡単！
- ④ 目視によりコンクリート表面の観察が可能！

顧客ニーズ

対応



電源のいらない設備

電源不要の流電陽極方式



管理が容易でること

ミニмумメンテナンス



表面変状など、外観目視点検が可能

外観目視可能な線状方式



低価格であること

省力化で低コスト



長寿命であること

期待耐用年数30年以上



初期は小規模で適用したい

防食範囲の追加が容易



NAKAROD方式の特徴

外部電源方式

直流電源装置



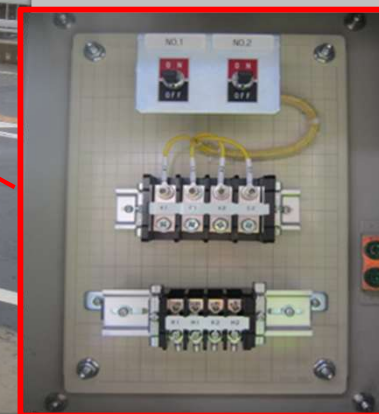
- ・ 防食電流の調整が可能
- ・ 直流電源装置が高価
- ・ 部品交換などのメンテナンスが必要
(運転ランプ、ヒューズ等)
- ・ 落雷等で通電が遮断されることがある。
⇒復旧後は専門技術者の通電電流調整が必要

流電陽極方式

モニタリングボックス



ボックス内部



- ・ 防食電流の調整は不可
- ・ 高価な直流電源装置が不要
- ・ 部品交換はほぼ不要
- ・ 落雷等での通電遮断はない。
- ・ 運用中の電流調整も不要。

電源装置不要、維持管理が容易

NAKAROD方式の特徴

面状陽極（亜鉛シート）



- ・ 陽極材の重量があり運搬、取り回しが困難
- ・ 固定方法を強固にする必要がある
- ・ 作業工程が多く煩雑になりやすい
- ・ 現場での加工が困難なため、事前の形状測定や割付図の作成に時間を要する
- ・ 設置後コンクリート面の外観目視が困難（再劣化等の発見が困難となる）

線状陽極（NAKAROD）

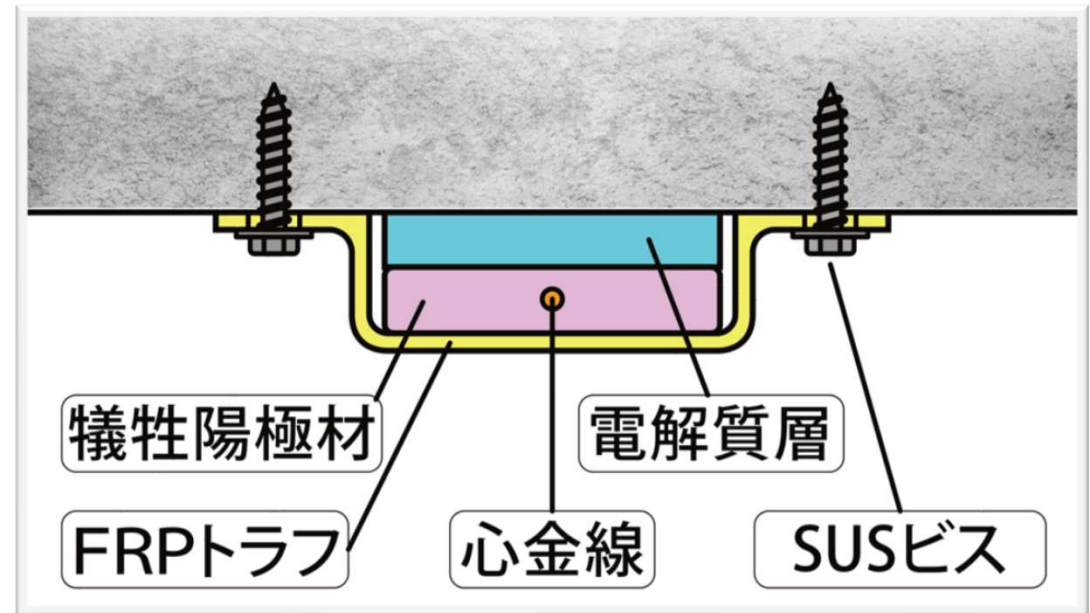


- ・ 陽極材が比較的軽く、取り回しが容易
- ・ 取付が簡易で現場作業が少ない
- ・ 現場加工が容易なため現地での形状変更に対応しやすい
- ・ コンクリート面の目視も可能なため、変状の発見も可能

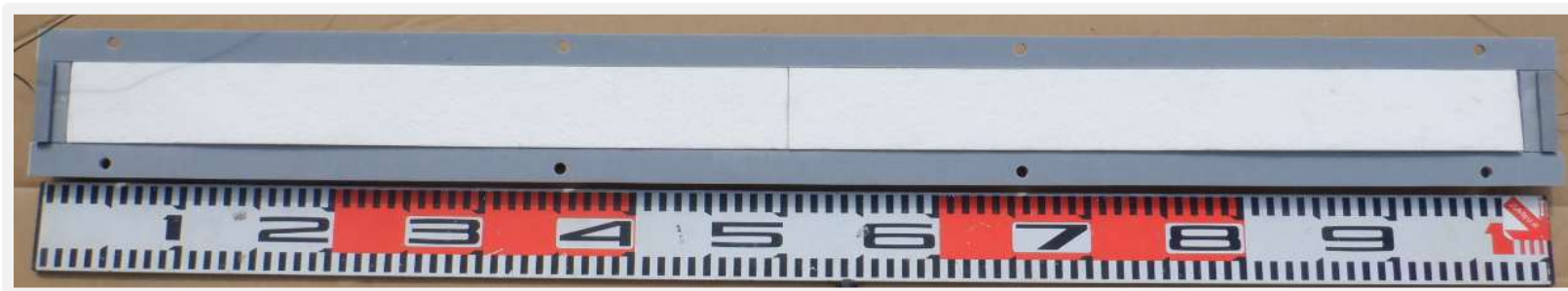
工期短縮、コンクリートの目視点検可

NAKAROD陽極ユニット

いまある
“価値”を
次代へ!



陽極ユニットの断面図



標準サイズ : 1000mm × 100mm × 23mm
重量 : 約5kg/本

NAKAROD方式の施工手順

①照合電極・端子類設置

②下穴削孔

③陽極ユニット設置

④陽極接続

⑤配線配管

⑥モニタリングボックス設置

施工完了



NAKAROD方式の施工手順

①照合電極・端子類設置

②下穴削孔

③陽極ユニット設置

④陽極接続

⑤配線配管

⑥モニタリングボックス設置

施工完了



②下穴削孔

NAKAROD方式の施工手順

①照合電極・端子類設置

②下穴削孔

③陽極ユニット設置

④陽極接続

⑤配線配管

⑥モニタリングボックス設置

施工完了



③陽極ユニット設置

NAKAROD方式の施工手順

①照合電極・端子類設置

②下穴削孔

③陽極ユニット設置

④陽極接続

⑤配線配管

⑥モニタリングボックス設置

施工完了



④陽極接続

NAKAROD方式の施工手順

いまある
“価値”を
次代へ!



①照合電極・端子類設置

②下穴削孔

③陽極ユニット設置

④陽極接続

⑤配線配管

⑥モニタリングボックス設置

施工完了



⑤配線配管

NAKAROD方式の施工手順

いまある
“価値”を
次代へ!



①照合電極・端子類設置

②下穴削孔

③陽極ユニット設置

④陽極接続

⑤配線配管

⑥モニタリングボックス設置

施工完了



⑥モニタリングボックス設置

NAKAROD方式の施工手順

①照合電極・端子類設置

②下穴削孔

③陽極ユニット設置

④陽極接続

⑤配線配管

⑥モニタリングボックス設置

施工完了



NAKAROD方式の施工事例





ご清聴ありがとうございました

【お問い合わせ先】

株式会社ナカボーテック

東京都中央区新川1-17-21 6F

☎ : 03-5541-5813

担当：橋梁RCプロジェクトチーム 立石

www.nakabohtec.co.jp

