

令和2年10月22日

国土交通省 中部地方整備局  
名古屋港湾空港技術調査事務所  
第22回 民間技術交流会

# 流電陽極寿命推定に使用する 陽極出力電流逆解析手法の紹介

日本防蝕工業(株)技術研究所  
田代賢吉



# 本手法の必要性

- 港湾鋼構造物の防食には電気防食が有効です
- 電気防食は主に犠牲陽極（流電陽極）法
- 犠牲陽極には寿命があります
- 構造物が適切に防食されているか確認するために、通常点検として電位測定を行っています



NCE



# 本手法の必要性

- 犠牲陽極の寿命は質量で決まります
- アルミニウム合金陽極有効電気量 2600A·h/kg
- 2.5A-20年陽極 25.02A·Yr 84.3kg
- 2.5A-30年陽極 37.51A·Yr 126.4kg
- 通常は潜水作業で陽極寸法を計測し、余寿命を求めます



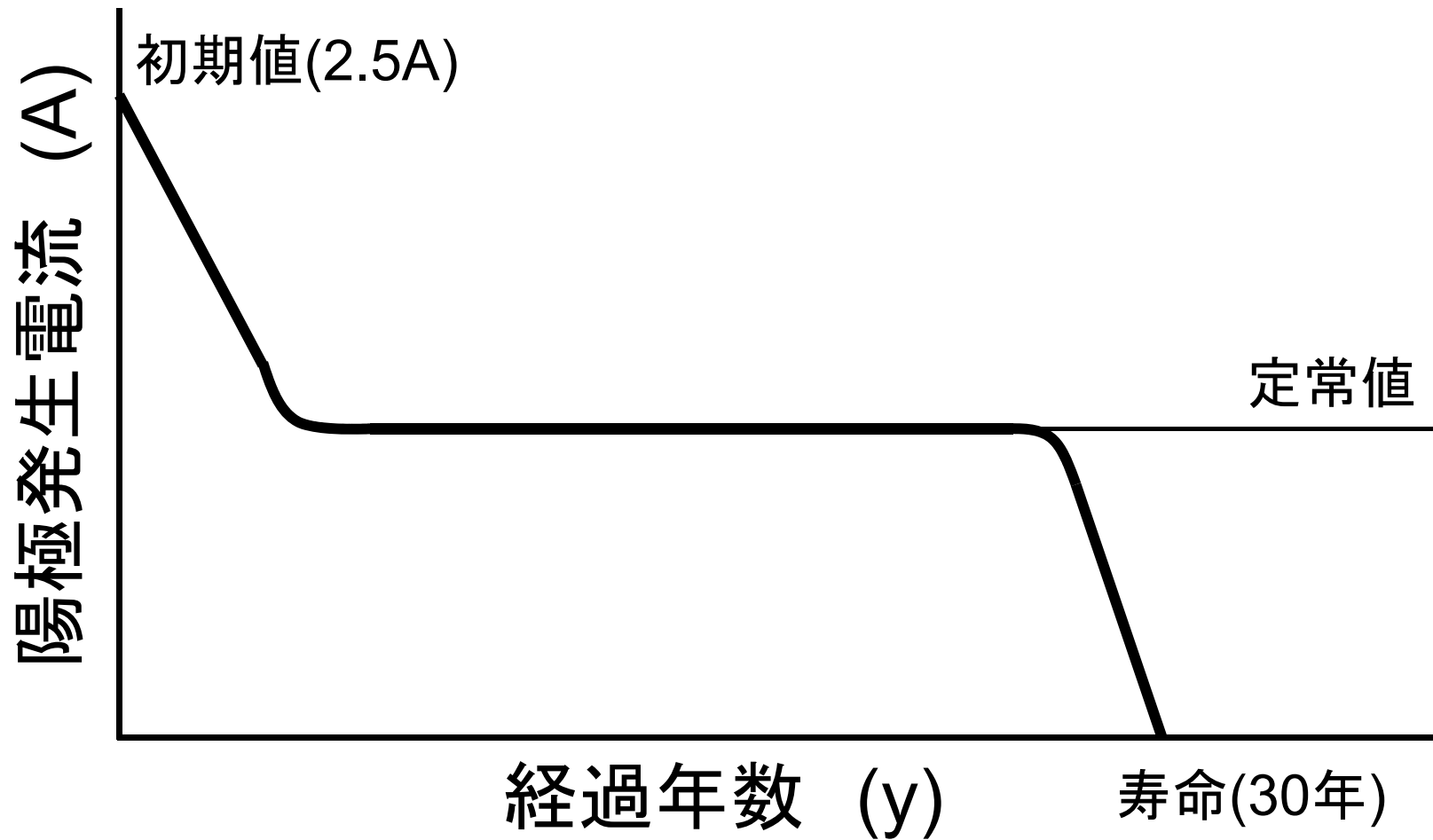


# 本手法の必要性

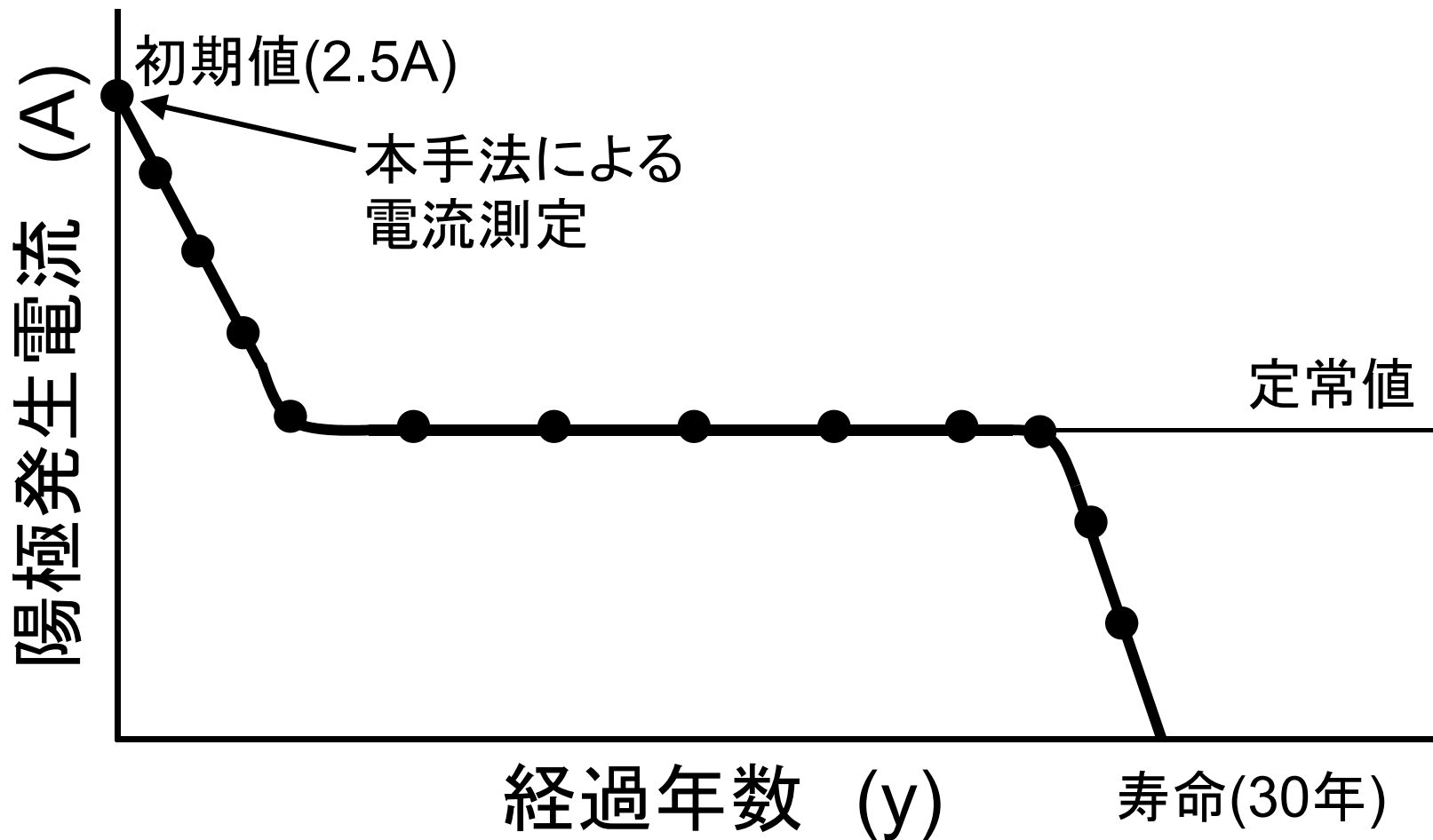
- 陽極の溶解形状は一様では無く、正確ではありません
- 一方、陽極の消耗量は流れた電流 × 時間でも求められます
- ファラデーの法則  $w [\text{kg}] = k [\text{kg/Ah}] \times i [\text{A}] \times t [\text{h}]$
- 陽極発生電流を知る = 消耗量を知る



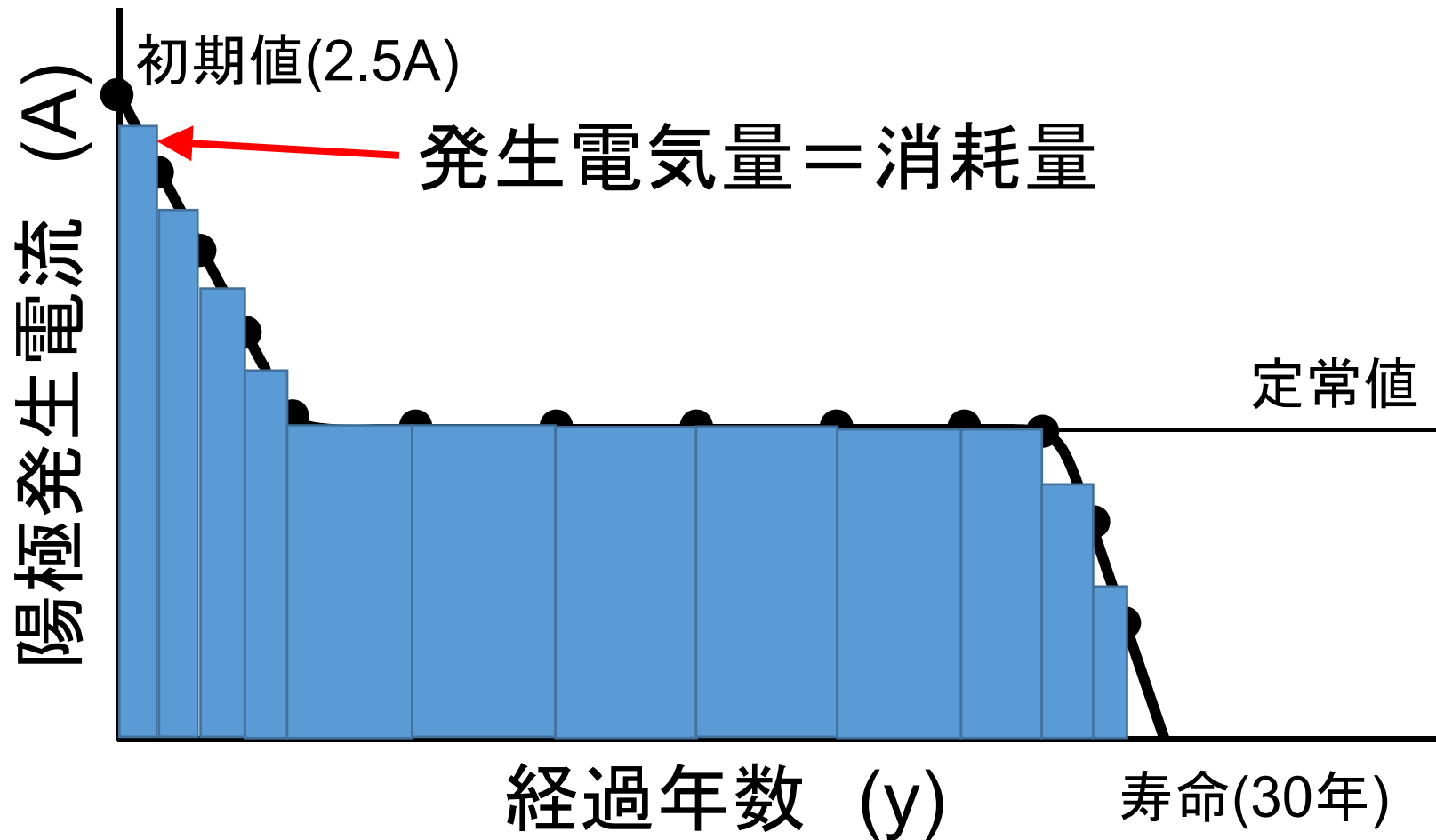
# 陽極発生電流測定的重要性



# 陽極発生電流測定的重要性



# 陽極発生電流測定的重要性



# 本手法の必要性

- 陽極の溶解形状は一様では無く、正確ではありません
- 一方、陽極の消耗量は流れた電流 × 時間でも求められます
- ファラデーの法則  $w [\text{kg}] = k [\text{kg/Ah}] \times i [\text{A}] \times t [\text{h}]$
- 消耗量が分かれば余寿命が分かります
- 余寿命、つまり陽極更新時期が明確になるため、維持管理計画が立てやすくなります

# 本手法の必要性

- しかし、陽極出力電流は時間が経つにつれて低減します
- また、陽極出力電流は予め電流測定用抵抗器などを構造物に設置しておかない限り、測定できません
- そのため、大多数の既存の施設では陽極発生電流を知ることは困難です
- 本手法は岸壁などから定期点検の電位測定をする要領で得た電位分布から、陽極出力電流を推定する画期的な手法です

# 本手法の必要性



# 本手法の優位性

- ダイバー作業を伴わず、安全
- 新設、既設問わず陽極電流推定が可能
- 定期点検、詳細点検時の電位測定 +  $\alpha$  のデータ取得で良い
- 海洋港湾鋼構造物の電気防食維持管理に有用な情報(陽極余寿命)を簡易な測定で得られる

以下、学会での口頭発表資料を用いてご説明いたします

# 逆解析手法を用いた海洋鋼構造物の 犠牲陽極発生電流の推定技術

日本防蝕工業(株)技術研究所  
東京工業大学工学院



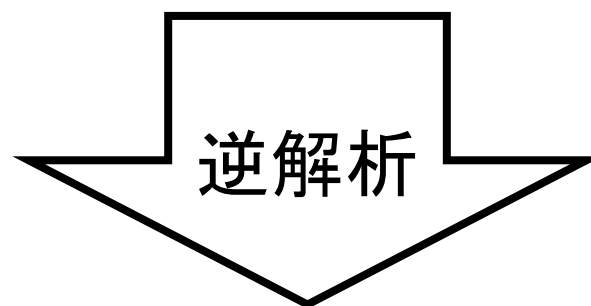
# 順解析と逆解析

順解析 陽極出力電流(原因)から電位分布(結果)を計算する

逆解析 電位分布(結果)から陽極出力電流(原因)を推定する

本手法は逆解析

港湾施設の電位(差)分布を測定(結果)

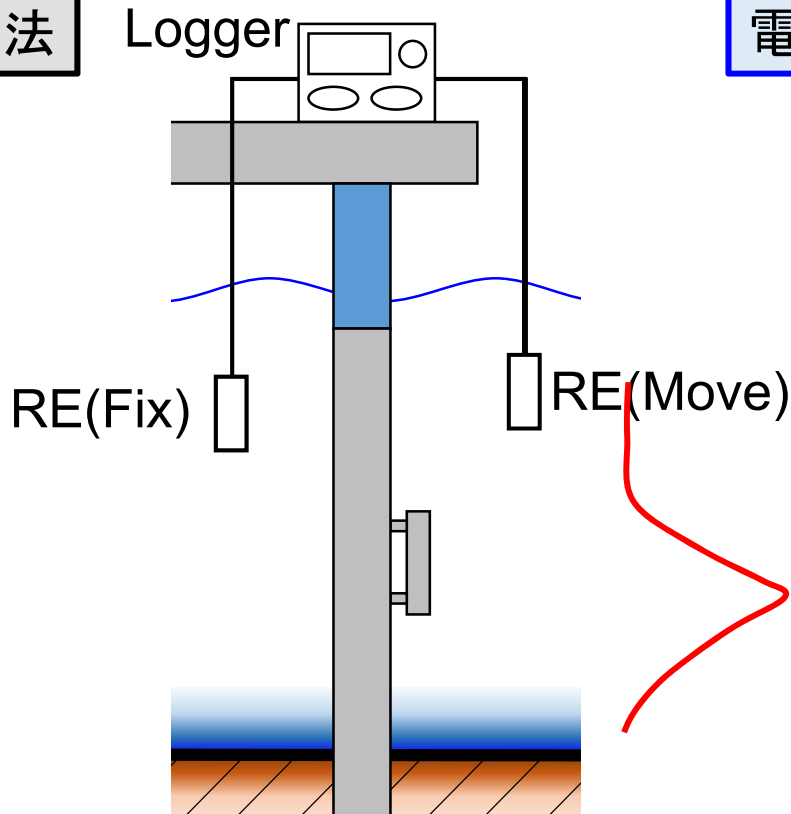


陽極出力電流を推定(原因)

# 緒言

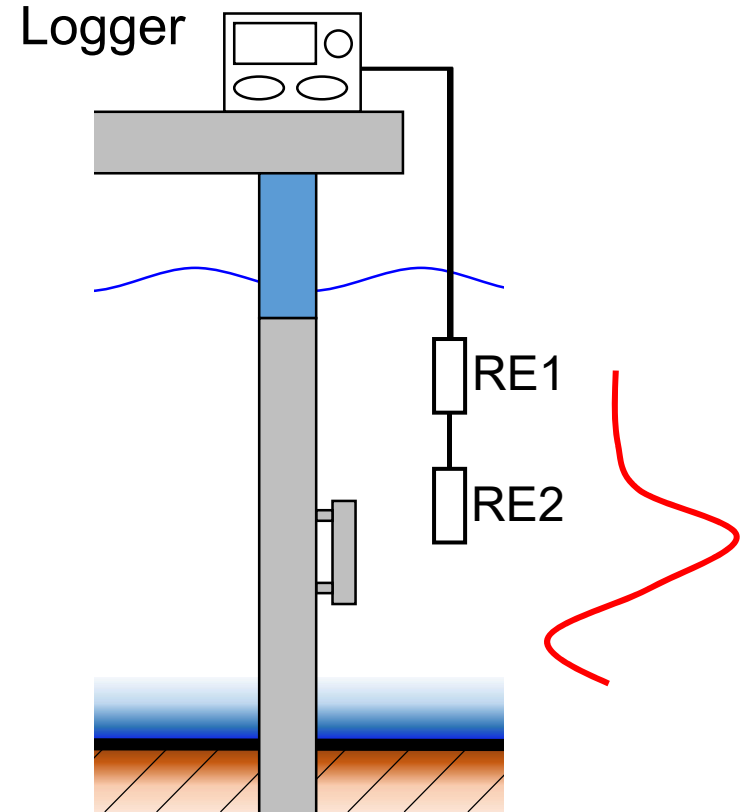
当社では推定精度の高い電位差分法を開発

従来法



測定値  $\phi' = \phi_{\text{Move-Fix}}$   
○ピークが分かりにくい可能性  
・ノイズの影響を受けやすい

電位差分法



測定値  $\phi' = \phi_{\text{RE2-RE1}}$   
○電流流出点分かりやすい  
・ノイズの影響を受けにくい

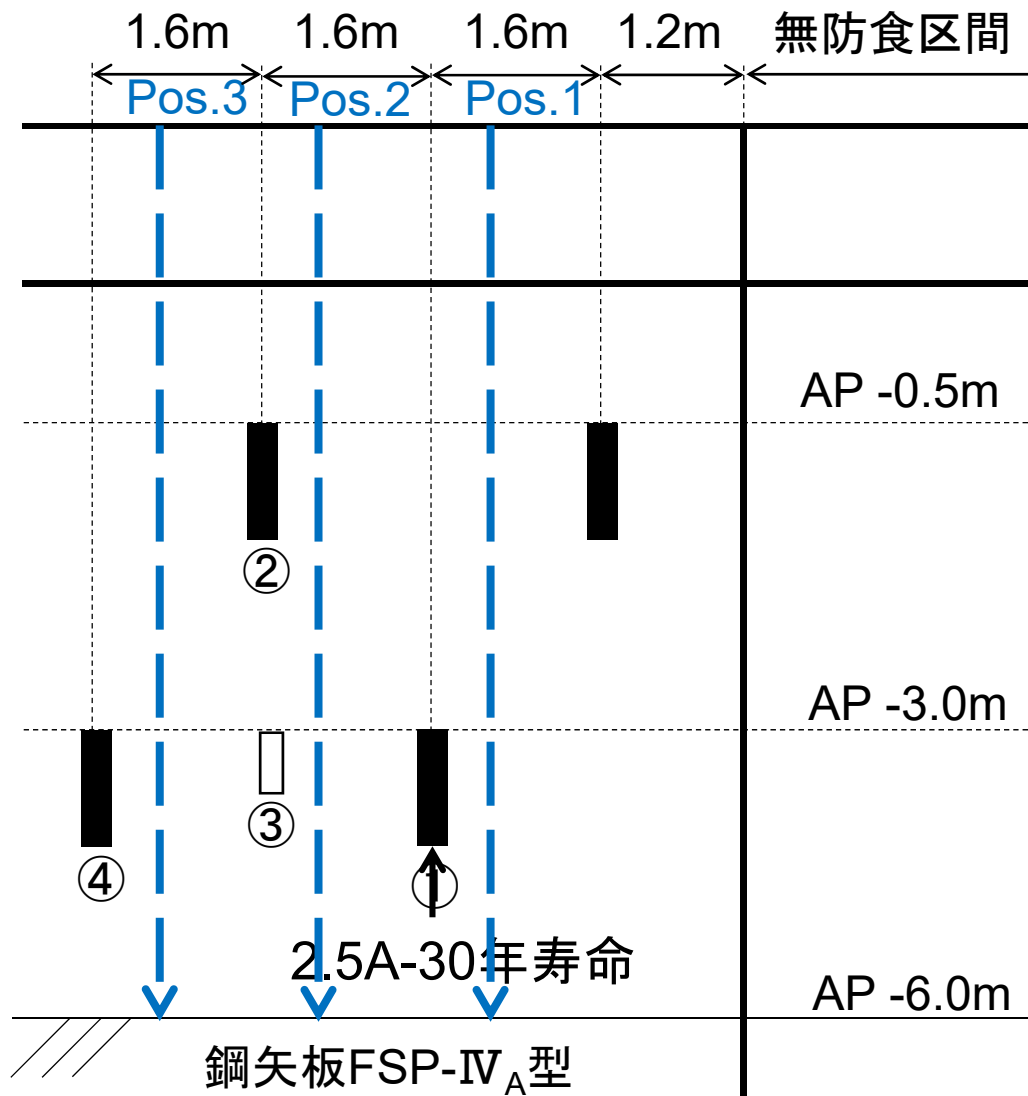
# 概要

関東地方の民間施設の岸壁で検証を行った

約40年供用の鋼矢板岸壁(無防食)

犠牲陽極設置から1週間後に電位差測定

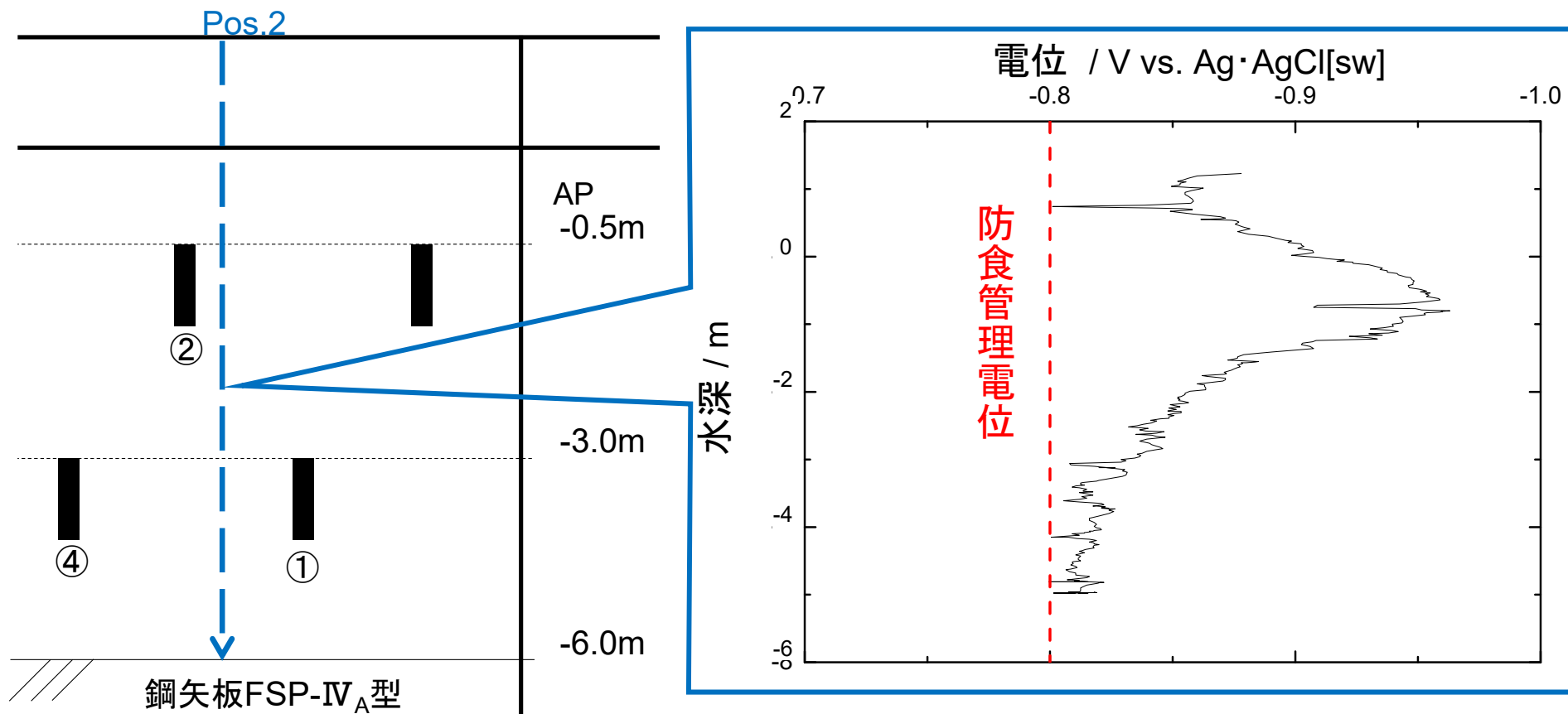
# 測定～概要～



測定場所	東京湾に面するA岸壁
陽極型	2.5A-30年寿命
運用開始	H28.8
測定時期	H28.9

①②④	既設陽極
③	仮設陽極(シャント抵抗付) <ul style="list-style-type: none"> <li>・構造物と電氣的に一体</li> <li>・発生電流実測</li> <li>・実測値を正解値とする</li> </ul>

# 結果～電位分布～



構造物の電位は-0.8V vs. Ag·AgCl[sw]よりも卑

⇒ 構造物は適切に防食できていた



# 結果の判定方法

本手法は統計的に陽極発生電流を推定

→ 推定値は離散的ではなく、分布で表現

- ① 確率的に高い値が推定値
- ② 推定値が取り得る範囲(保証範囲)

正解値が保証範囲内に収まっている

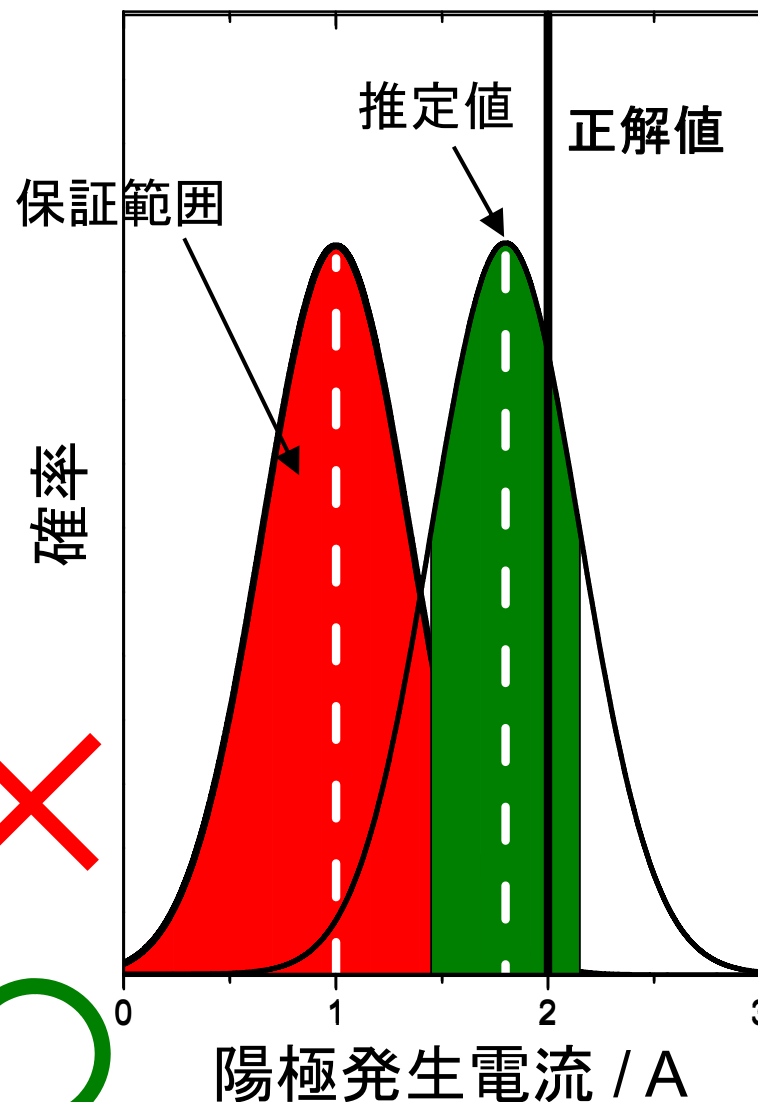
⇒ 正しく推定できた

- ③ 保証範囲が広い場合 →  $3\sigma$

正解値が保証範囲の裾野部分でも  
正しく推定できたと判断

- ④ 保証範囲が狭い場合 →  $1\sigma$

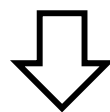
確率的に高い部分に収まっていれば  
正しく推定できたと判断



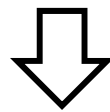
# 結果～陽極発生電流の推定～



仮設陽極の発生電流を正確に推定

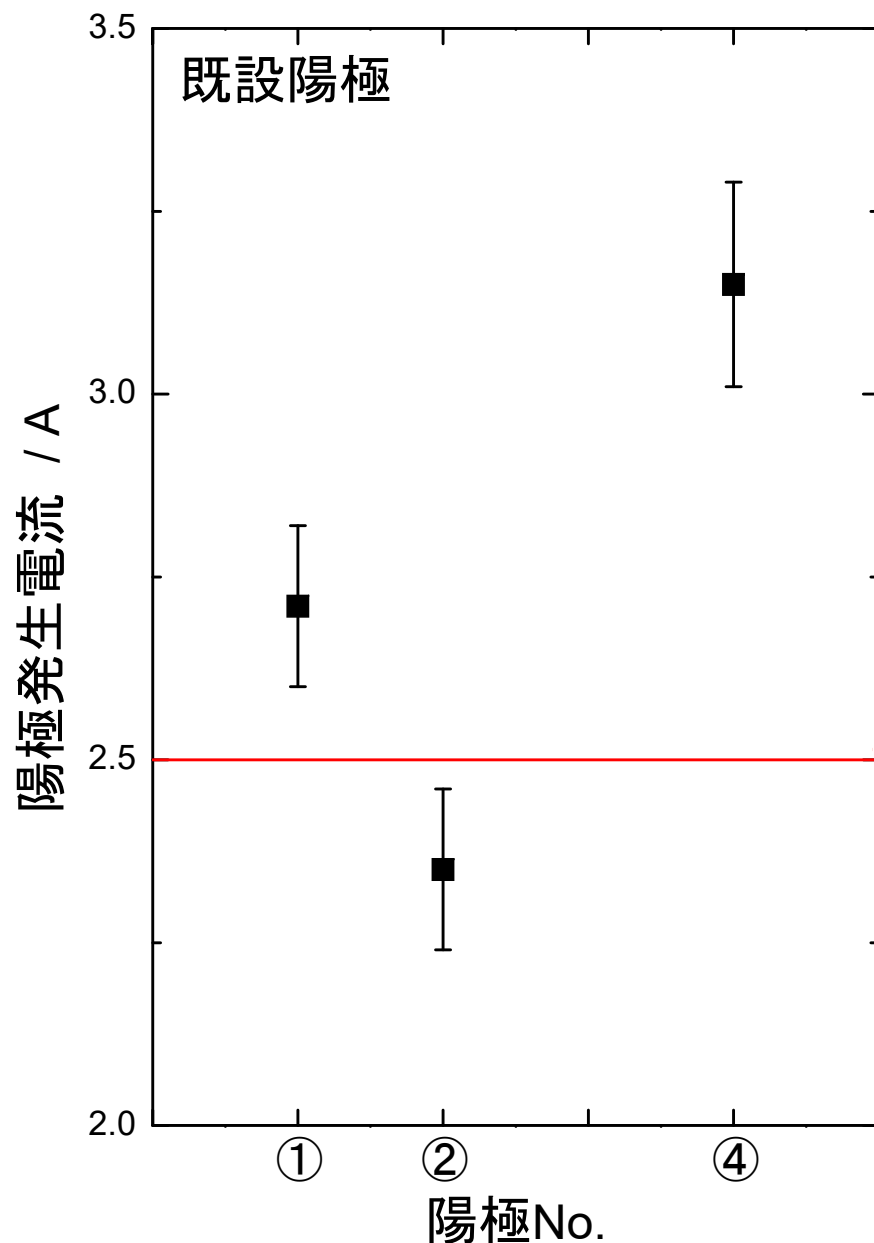


同様の位置に取り付けられている既設陽極も同等の精度で推定



①,②,④「判定」 → 「○」

# 結果～陽極発生電流の推定～



2.5A陽極で3A前後の値を推定

## 要因

- ・陽極設置から約1週間後に測定  
→矢板—陽極の有効電位差が大きかった
- ・約40年間無防食の矢板に発生した  
錆の還元を要した

従って、これらは**妥当な値**だと考えられる



# まとめ

開発した提案手法を実海洋鋼構造物において検証試験を行った

- 1) 実海洋鋼構造物で測定した電位差を用い、逆解析を行い、犠牲陽極の発生電流を推定した。
- 2) A岸壁における検証試験の結果、仮設陽極の発生電流の推定値を正解値との誤差2%と正確に推定できた。
- 3) 既設陽極の発生電流は設計値の2.5A以上となった。  
→陽極設置直後に測定を行ったためと考察した。
- 4) 潜水作業を行わず犠牲陽極の余寿命を推定できる可能性を示した

# 本手法の優位性

- ダイバー作業を伴わず、安全
- 新設、既設問わず陽極電流推定が可能
- 定期点検、詳細点検時の電位測定 +  $\alpha$  のデータ取得で良い
- 海洋港湾鋼構造物の電気防食維持管理に有用な情報(陽極余寿命)を簡易な測定で得られる

# 発表一覧

- 口頭発表数 13件
- 論文発表数 4報(レビュー含む)
- 特許取得数 2件 出願数 3件
- いずれも下記共同研究者による連名発表を含む

港湾空港技術研究所

東京工業大学

弊社

ご清聴有難うございました

