

さび

vol.49-1 140



さ び 第 140 号

目 次

ご挨拶	1
日本防蝕工業株式会社 代表取締役社長	糸賀 紘侑
新型海水電解装置 S P 型の開発	2
技術開発部	須藤 光
技術研究所	後藤 大
新陽極「アグリノード [®] 」による建屋基礎鋼材の電気防食施工事例	6
技術研究所	田代 賢吉
コンクリートプロジェクト	小袋 正幸
	山本 悟

平成 19 年 1 月 発行

日本防蝕工業株式会社「さび」編集室 (非売品)

ご挨拶



日本防蝕工業株式会社

代表取締役社長 糸賀 紘侑

皆様におかれましては、ますますご健勝のこととお喜び申し上げます。

当社技術開発の成果を公表させていただく技術情報誌「さび」をご愛読戴きまして、誠に有難うございます。

平成18年におけるわが国の経済は、低成長ながらも戦後最長の景気拡大を持続し、底固く推移しました。しかし、防食業界においては、民間部門の設備投資増加という明るい兆しはあるものの、公共設備投資は相変わらずの減少傾向にあり、厳しい受注環境が続きました。

当社は、このような状況のなかで、全社一丸となって受注拡大に力を注いでまいりました結果、受注高、完工高とも前年を上回る成績を上げることができました。これも、皆様のお力添えあつての結果と深く感謝致しております。

今年は、当社が長年取り組んできましたコンクリート防食業務の拡販推進に取り組む所存です。また、市場ニーズを先取りする研究開発の推進に努め、今日までに培ってきた防食技術を駆使して皆様の施設の安全維持と災害の防止に貢献してまいりますので、当社製品並びにサービスへのご愛顧のほど宜しくお願い申し上げます。

さて今回、本紙で紹介しておりますのは、右のテクニカルレポート2点です。

・ 新型海水電解装置SP型の開発

当社では従来から、主に船舶の海水使用機器への海洋生物付着を防止する、海水電解装置に多くの実績を有しております。

近年、船舶のバラスト水に含まれていた海洋生物が、船舶の移動先の海域に放出され、当該海域の生態系を破壊するという環境問題が大きくクローズアップされ、その解決手段として海水電解装置が注目されています。

そこで当社では、かかえるニーズに応えるとともに、陸上プラントにも使用できる大型の省エネルギー型海水電解装置の開発に努めてまいりました。

・ 新陽極「アグリノード[®]」による建屋基礎鋼材の電気防食施工事例

コンクリート構造物中の鉄筋や鋼材を外部電源方式で電気防食する際に使用する陽極には様々な種類があります。しかし、従来の陽極は金属部が露出しています。そのため陽極を設置する際に防食対象鋼材が露出している場合、陽極－鋼材間が絶縁し電気防食回路が構成出来なくなる可能性があります。

そこで当社では、陽極－鋼材間が構造上絶縁しない陽極「アグリノード」を開発しました。このアグリノードを実構造物の狹隘部に施工し良好な結果が得られました。

新型海水電解装置SP型の開発

日本防蝕工業株式会社 技術開発部 須藤 光
技術研究所 後藤 大

1. まえがき

わが社では、40年以上前から海水電解装置を取り扱ってきた。

販売実績としては、塩素発生量が1kg/h以下の船用のMGPS (TM: 三菱重工) が最も多く、1kg/hを超えるわが社にとっての大型海水電解装置は販売数が限られていた。

近年船舶のバラスト海水の排水による環境問題がクローズアップされており、海水の殺菌が義務付けられるようになった。

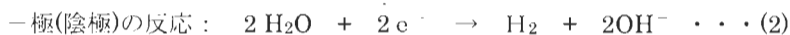
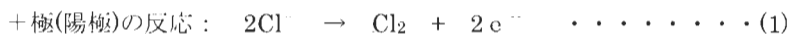
バラスト海水の殺菌には、より大型の海水電解装置が必要となる。

海水電解装置は、船用の他に臨海工業地帯の海水取水設備を備える工場にも多数使用されており、これ等の工場にも使用できる省エネ型の海水電解装置の開発を行ったので、報告する。

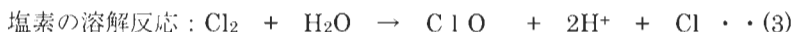
2. 海水電解装置

海水電解装置は電気防食装置ではないため、ご存じない方のために概要を説明する。

海水中には、約3%の食塩 (NaCl) が含まれており、海水を直流電流で電気分解すると、+極(陽極)から塩素を、-極(陰極)から水素を発生する。



+極で発生した塩素は、水に溶けやすいため、直ちに水に溶解して次亜塩素酸になる。



次亜塩素酸は、家庭用の塩素系漂白剤として殺菌漂白やヌメリ取りに、また水道水の殺菌用に広く使用されている。

海水を使用する設備では、装置内部への海生生物の付着が大きな問題であり、夏場には海生生物が多量に付着して、海水の取水が困難になる場合もあり、防汚塗装や塩素注入(次亜塩素酸注入)、紫外線殺菌、オゾン注入、過酸化水素水注入等の各種の海生生物付着防止対策が行われている。

このうち、海水電解装置は海水を電気分解するだけで低濃度(1ppm以下)の塩素(次亜塩素酸)を発生させ、海洋生物の付着が防止できる装置である。

3. 電解槽の種類

海水電解装置は海水を直流電流により電気分解して塩素を発生させる。

塩素を発生させる電解槽には、次ページ図に示す単極式と複極式の2種類がある。

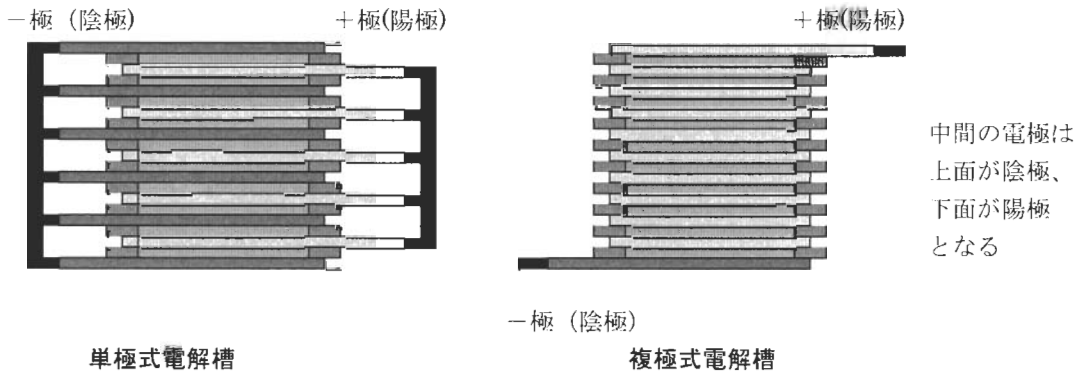
単極式は、陽極と陰極の対(セル)を並列に接続して電解する方法である。

塩素1gを発生させるためには約1Ahの直流電流量が必要であるから、単極式電解槽で1時間に10kg(10000g)の塩素を発生させるためには、約10000Aの直流電流が必要となる。

一方、複極式はセルを直列に接続して電解する方法である。

複極式電解槽の特徴は、単極式電解槽に比べ、直列に接続する電極枚数分の1の電流で同じ量の塩素を発生できる点にある。

すなわち、10組の電極を直列に接続した複極式の電解槽では、単極式の1/10の電流で同じ量の塩素を発生できるから、1時間に10kgの塩素を発生させるためには、1000Aの直流電流で可能となる。



4. 直流電源装置

海水電解に使用する直流電流は、商用の交流電流を整流器により直流に変換する直流電源装置から供給される。

交流を直流に変換する際に、ダイオードの電圧降下による電力損失が発生する。

ダイオードの電圧降下は、1個につき約1Vで全波整流するためには2個のダイオードを電流が通過するため、約2Vの電圧降下が発生する。さらに、配線等でも2V程度の電圧降下が発生し、合計4V程度の電圧降下が発生する。

これ等の電圧降下は、電力損失となり、電気エネルギーが無駄に消費され、発熱する。

この電力損失は、直流電源装置の電流値に比例するから、塩素発生量10kg/hに使用される10000Aの直流電源装置では、 $4V \times 10000A = 40000W = 40KW$ の電力損失が発生する。

一方、同じ塩素発生量の電極板10枚直列の複極式電解槽では電流量が1000Aであるから電力損失は、4KWと少なくなり、直流電源装置の変換効率が高く、省エネ型の海水電解装置が実現できる。

さらに、電解槽では、電解するために1セル当たり5V程度の電圧が必要になる。

これは、電極の陽分極と陰分極、海水中の電圧降下等によるものである。

単極式電解槽では、セルの5Vと電圧降下の4Vで電圧が9Vの直流電源装置が必要となるが、複極式電解槽では10セル分の50Vと電圧降下の4Vで54Vの直流電源装置になる。

塩素発生量10kg/hの海水電解装置用の直流電源装置の容量としては、単極式では $9V10000A = 90KW$ 、一方複極式では $54V1000A = 54KW$ と複極式の電力消費量ははるかに少なくて済む。

これを年間電気料金で比較すると、電力単価を10円/KWhとしても、単極式では788万円/年、複極式では473万円/年と年間300万円以上の経費節減になる。この他、複極式には電流が小さいため、電解槽に接続する配線が細くて良いという利点もある。

5. 新型海水電解装置

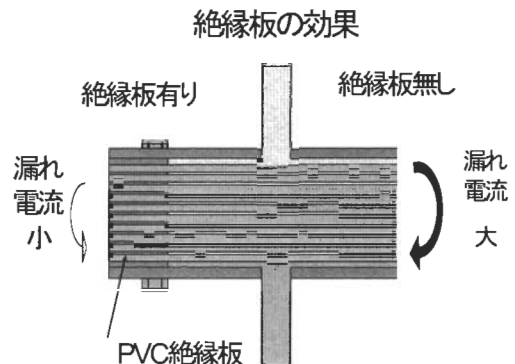
以上の点から、新型の海水電解装置には、複極式の電解槽を採用することにした。

5.1 複極式電解槽の問題点

複極式電解槽は、上記の大きな利点があるが、問題点もある。

複極式電解槽では中間の電極を経由しないので、右図の右側に示すように+極から-極に直接流れる漏れ電流(電解に関与しない電流)が発生する。

漏れ電流は、中間電極での電解に関与しない



め、電解効率の低下を招く他、陽極板の異常消耗等の原因になる。

漏れ電流を減少する方法として、説明図の左側に示すように、電極の周囲を絶縁材で囲む方法がとられている。

漏れ電流量は絶縁板の大きさに反比例するため、10cm程度のPVC製絶縁板を取り付けることにより、漏れ電流を数A以下と無視できる数値にすることができる。

しかし、絶縁板を取り付けると、スケールの付着の問題が発生する。

前述の(1)式で示したように、陰極ではOH⁻が発生しアルカリ性になるため、海水中に含まれているCaやMgがスケールとなって析出する。陰極表面では同時に発生する水素ガスによりスケールの付着が阻止されるが、右の写真のように、電極周囲の絶縁板にスケールの付着を生じる。

スケールの付着は、正常な海水電解を妨げ、電解槽の寿命低下を招く。

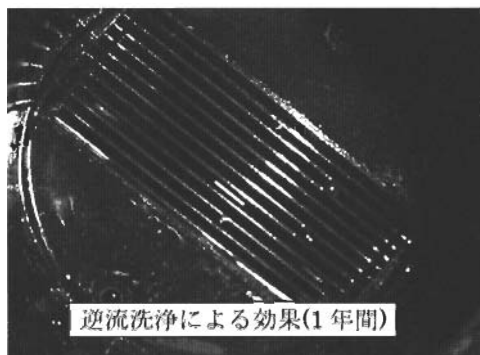


5.2 問題点の解決

スケールの付着防止方法として、極性変換、海水流速の増加、海水へのエア吹き込み、逆流洗浄等が知られている。

種々の実験の結果、今回の新型電解槽では、逆流洗浄による方法を採用した。

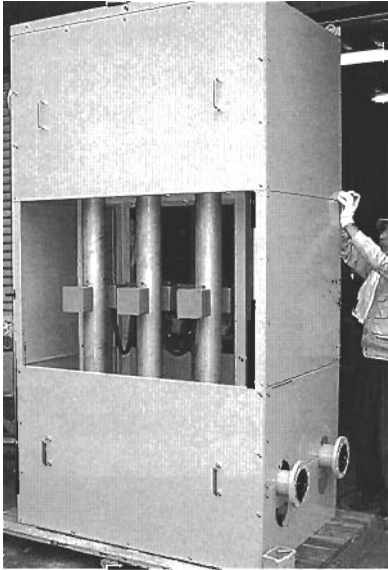
海水を電解しながら、一定時間ごとに海水の流れを逆方向に切り替えることにより、スケールの付着を防止し、1年間以上の連続運転が可能となった。逆流洗浄による効果を写真に示す。



6. 新型海水電解装置SP型

SP型海水電解装置は、複極式の電解槽を採用し、塩素発生量が1~20kg/hに対応できる。船用・陸上プラント用に使用でき、電力消費量もこれまでの2/3(当社比)に抑えることができ、省エネ型となっている。

実機の例を次ページに示す



S P06-JH型『塩素発生量：10Kg/h』

電解槽(写真左)

型式：SP06J(塩素発生量：1.25kg/h)×8槽
設置寸法：180W×90D×220H(cm)

直流電源装置(写真右)

直流出力：100V 480A
電力消費量：53KW h
設置寸法：150W×90D×190H(cm)
質量：1,100kg

以上

新陽極「アグリノード®」による建屋基礎鋼材の電気防食施工事例

日本防蝕工業株式会社 技術研究所

田代賢吉

コンクリートプロジェクト 小袋正幸

コンクリートプロジェクト 山本 悟

1. はじめに

供用開始より 30 年程度経過している変電設備の内、集約型の設備では防音用建屋の基礎鋼材に雨水などによる腐食が生じている事が多い。そこで当社は港湾構造物やコンクリート構造物の腐食対策として一般化している電気防食工法を、供用中の 154kV 変電設備基礎に適用した。この変電設備基礎は H 形鋼で構成されていることから隅角部や狭隘部が多く、既存の電気防食用陽極の設置が難しかった。そのため新たに狭隘部でも対応できる電気防食用陽極「アグリノード」(*)を開発し、本設備の基礎鋼材の電気防食工事を行い良好な結果を得たので以下に報告する。

2. 開発の経緯

変電設備の防音用建屋基礎の H 形鋼は、写真-1 に示すように、雨水などの浸入によって腐食が生じている。上部に変圧器などの重量物が設置されていることから、H 形鋼基礎の取替は事実上不可能な状況にある。特に隅角部や狭隘部では、塗装などの防錆処理が不十分となり、基礎の強度に影響を及ぼす鋼材の腐食進行が懸念される（写真-2）。

本工法は、コンクリート構造物の鉄筋の腐食防止に実績のある電気防食工法を応用したものであり、基礎鋼材の腐食進行を防ぐと共にモニタリングを行い、防食状態の判定が容易にできるシステムとなっている。

既存のコンクリート電気防食用陽極は金属面が露出した構造であり、本設備の様な狭隘部に陽極を設置すると陽極と鋼材間が短絡する恐れが強く電気防食回路が構成できない可能性が高い。

そこで、構造上陽極と鋼材間の短絡の恐れがないアグリノードを開発した。

3. 施工方法

3. 1 電気防食の原理

鋼材は、自然界では安定した酸化鉄（鉄鉱石）いわゆる錆の状態で存在している。一般に使用している鋼材は、この酸化鉄を人為的に加工し易い鋼材（H 形鋼等）とするために精錬（還元）し、用途に合わせた材料として使用している。このため鉄は周囲の水や酸素と反応し、元の安定した酸化鉄（錆）に戻ろうとする。この鉄を如何に錆びないようにするかを考え、塗装やライニングなどを行っており、電気防食もその一工法である。

鋼材の腐食は、図-1 に示すように鋼の表面に付着した水分などの電解質を介し腐食電流が流れることで進行する。このため常に鋼表面に電流を入れることで腐食進行を停止させる方法が電気防



写真-1 建屋内雨水浸入状況



写真-2 H形鋼の腐食状況

食工法である。変電設備基礎は、コンクリート基礎上に H 形鋼を設置しているのので、防食電流を流すのに必要な電解質としてモルタルを充填あるいは盛付ける必要がある。図-2 に電気防食の回路構成を示す。防食電流を流す陽極はモルタル中に配置し、陽極と鋼材からのリード線を直流電源装置まで配線接続する。陽極の配線を直流電源装置のプラス出力端子に、鋼材の配線をマイナス出力端子に接続し防食電流を連続して流す。防食電流の管理は、モルタル中に設置した鉛照合電極で鋼材の電位を計測することで適正な電流値に調整する。

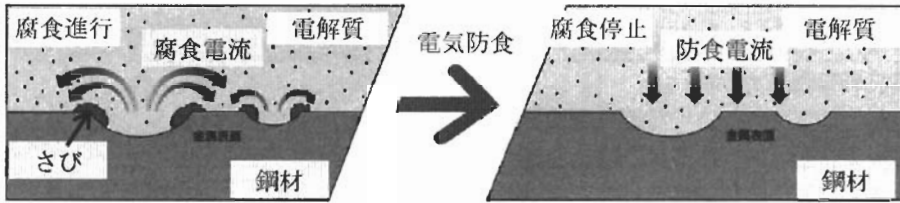


図-1 鋼材の腐食防食機構

3. 2 施工フロー

変電設備の H 形鋼基礎に対し、次のような材料で電気防食を施工した。材料の設置状況を写真-3 に示す。

- ・陽極(アグリノード)は、チタンに貴金属触媒をコーティングしたものを一定間隔でチタン線に取付け、モルタル被覆が施されている。
- ・排流端子は、鋼材側のリード線接続部として H 形鋼に溶接して取付けた。
- ・鉛照合電極は、陽極と H 形鋼の間に配置し、リード線は排流端子と共に立ち上げた。

施工手順を図-3 に示す。

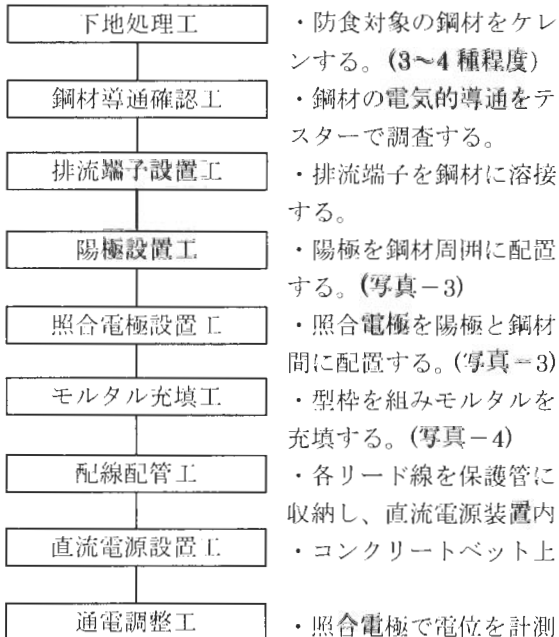


図-3 施工フロー

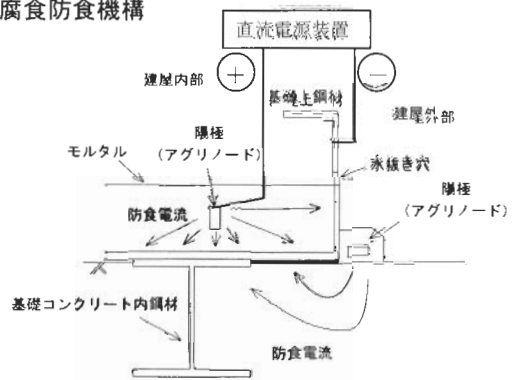


図-2 電気防食の回路構成

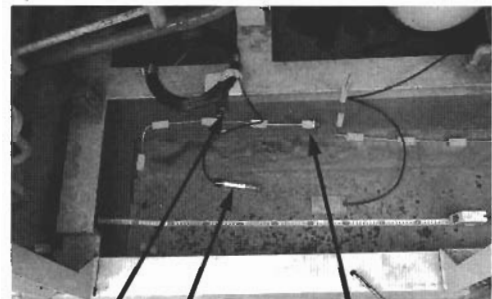


写真-3 材料設置状況

写真-3 材料設置状況

4. 防食効果確認試験結果

4. 1 復極量試験

防食回路が短絡せず正しく構成されているかどうかは、陽極から鋼材に防食電流を流し鋼材の電位が卑（マイナス）方向に変化するかで判定する。防食回路が正しく構成されていた場合、通電電流値を決定するために分極試験を行う。その後、一定期間通電し復極量試験を行って通電電流値を調整する。

鋼材の電位はモルタル内に設置した鉛照合電極で計測する。図-4 に示すように防食電流通電（電源オン）時の鋼材電位を「オン電位」と呼ぶ。電源をオンからオフにすると鋼材に入る防食電流が停止し、電位は元の電位に戻ろうとするため、貴（プラス）方向に変化する。オフにした直後の電位を「インスタントオフ電位」、24時間オフにした後の電位を「オフ電位」と呼ぶ。このオフ電位とインスタントオフ電位の差を「復極量」と呼び、復極量が 100mV 以上あることが防食状態（鋼の腐食停止）を判定する目安として、我が国では認知されている。

通電一ヶ月後の復極量試験結果を次ページの表-1 に示す。復極量は全ての回路で 100mV 以上の条件を満足しており、防食状態に保たれていた。なお、表-1 に示した鋼材電位は硫酸銅電極基準に換算した値である。

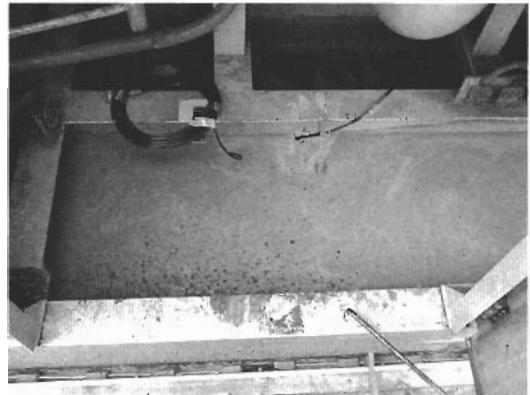


写真-4 モルタル充填状況



写真-5 直流電源装置設置状況

5. まとめ

これまで基礎鋼材は、腐食防止のために定期的な塗装や建屋の防水処理などを行ってきた。

本工法は、隅角部や狭隘部などこれまで電気防食の対処が困難な部位、また装置の機能上水分が滞留し易い部位なども含め、基礎鋼材腐食を確実に防止し、防食状態はモニタリングによって簡易に判定ができる工法として開発できた。

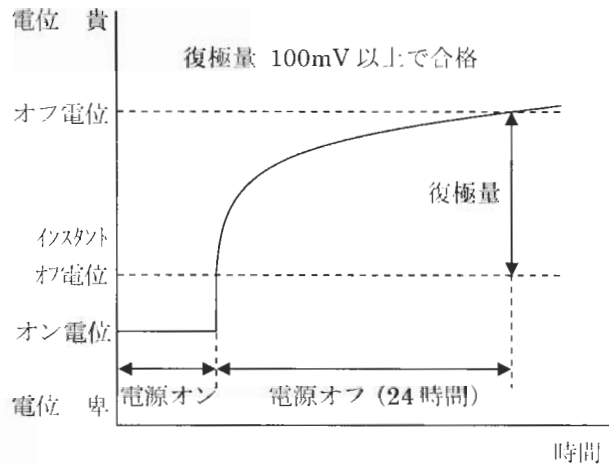


図-4 復極量試験概念図

以上

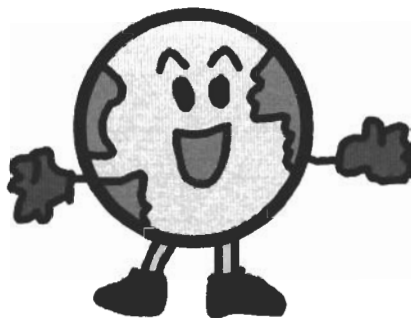
(*)電気防食用電極「アグリノード」に関しては特許出願中である。

表-1 復極量試験結果

回路 番号	出力電圧	出力電流	鋼材電位 [mV vs. 硫酸銅電極基準]		復極量
	[V]		[mA]	インスタントオフ電位	オフ電位
1	4.20	101.0	-657	-493	164
2	2.99	31.6	-694	-547	147
3	2.49	97.6	-563	-391	172
4	2.02	26.6	-793	-657	136
5	2.49	13.6	-690	-522	168
6	3.39	56.0	-644	-498	146
7	4.05	100.0	-500	-394	106
8	2.89	28.0	-622	-418	203
9	2.80	32.5	-635	-481	154

[亜鉛合金流電陽極]

地球に優しい 『ジンノードS』



現在世界市場で使われている電気防食用亜鉛合金陽極はZn-Ag-Cd合金が主流であり、有害物質に指定されているカドミウムが添加されています。カドミウムは高効率の陽極性能を保持するためには不可欠な添加物でした。

現状の亜鉛陽極では使用することにより、添加したカドミウムが海水中に溶解しています。当社は「地球環境に優しい製品の提供」の合言葉のもと、有害物質であるカドミウムを添加しない無公害型の亜鉛合金流電陽極『ジンノードS』を開発しました。(特許申請中)

<従来陽極との性能比較>

陽極名称	有効電気量 (A・h/kg)	理論電気量 (A・h/kg)	電流率 (%)	陽極電位(閉路) (mV vs. SCE)
ジンノードS	780以上	824	95以上	-1000以下
ジンノード	780以上	824	95以上	-1000以下

従来品と同等の性能を有しています。

●優れた特性で、環境汚染を防止します。

ジンノードSはカドミウムに替え、錫を添加した環境保全型陽極です。

●安定した性能を供給します。

ジンノードSは長時間経過しても殆ど陽分極が見られず防食期間を通して安定した陽極電位を維持し、且、安定した発生電流を供給します。

環境への優しさが、わたしたちの願いです。



日本防蝕工業株式会社

THE NIPPON CORROSION ENGINEERING CO.,LTD.

製品一覧

■ Fタイプ

型名	形状・寸法 (W×D×Lmm)	質量(kg) Gross
1-30S	70×30×100	1.16
1-50S	70×50×100	1.87
2-25S	70×25×150	1.42
2-50S	70×50×150	2.65
3-30S	100×30×100	1.77
3-50S	100×50×100	2.87
4-30S	150×30×150	4.28
4-50S	150×50×150	7.02
4-70S	150×70×150	9.53
5-30S	100×30×200	3.61
5-50S	100×50×200	5.88
6-30S	150×30×300	8.67
6-50S	150×50×300	14.26
6-70S	150×70×300	19.49

(スタンダードタイプ) (ハーフタイプ)

※陽極取付金具は別途図面で明示します。

■ Sタイプ

型名	形状・寸法 (W×D×Lmm)	質量(kg) Gross
SN-4/4S	53×54×250	5.3
SO-2/2S	43×44×500	6.9
SO-4/2S	62×62×500	13.9
SP-2/2S	48×49×500	8.6
SP-3/2S	60×61×500	13.0
SP-4/2S	74×74×500	19.8
SP-4/4S	74×74×250	10.1
SQ-1S	22×22×1000	3.4
SQ-2S	31×31×1000	7.2
SQ-3S	37×37×1000	10.4
SQ-4S	43×44×1000	14.0

※陽極取付金具は別途図面で明示します。

■ Lタイプ

型名	形状・寸法 (W×D×Lmm)	質量(kg) Gross
LNZ-25S	60×53×250	5.8 ~ 6.2
LNZ-50S	60×53×500	11.5 ~ 11.7
LNZ-70S	60×53×700	16.1 ~ 16.2
LNZ-100S	60×53×1000	22.9 ~ 23.0

(A型) (C型)

(B型) (D型)

※陽極芯金構造等は別途図面で明示します。

※上記形状以外にも取り扱っておりますので、ご注文の際はお問合せ下さい。

 **日本防蝕工業株式会社**

本社 〒144-8555
 東京都大田区南蒲田 1-21-12(昭和ビル)
 (03)3737-8441(代) FAX(03)3737-8458
 URL <http://www.nitibo.co.jp>



[MEMO]

全国を網羅するサービスネットワーク

- 北海道地区 ●北海道支店
〒060-0807 札幌市北区北七条西1-1-2 (SE 山京ビル)
Tel (011) 736-6591 FAX (011) 736-6593
- 東北地区 ●東北支店
〒980-0804 仙台市青葉区大町1-1-8 (第三青葉ビル)
Tel (022) 264-5511 FAX (022) 265-6506
- 関東甲信越地区 ◎本社
〒144-8555 東京都大田区南蒲田1-21-12 (昭和ビル)
Tel (03) 3737-8400 FAX (03) 3737-8479
●コンクリートプロジェクト (本社内)
Tel (03) 3737-8403 FAX (03) 3737-8459
●東京支店 (本社内)
Tel (03) 3737-8441 FAX (03) 3737-8458
●千葉支店
〒260-0834 千葉市中央区今井1-20-1 (Y_a21 ビル)
Tel (043) 263-2118 FAX (043) 263-2558
●新潟営業所
〒950-0086 新潟市花園2-1-16 (三和ビル)
Tel (025) 244-0911 FAX (025) 247-6030
- 中部地区 ●名古屋支店
〒464-0075 名古屋市千種区内山1-10-10
Tel (052) 735-3481 FAX (052) 735-3480
●四日市営業所
〒510-0093 四日市市本町1-1 (服部ビル)
Tel (059) 351-7163 FAX (059) 353-8599
- 関西地区 ●大阪支店
〒530-6004 大阪市北区天満橋1-8-30 (OAPタワービル)
Tel (06) 6356-9800 FAX (06) 6356-9820
●神戸営業所
〒651-0085 神戸市中央区八幡通4-1-38 (東洋ビル)
Tel (078) 242-2535 FAX (078) 242-5426
●本四支店
〒700-0818 岡山市蕃山町4-5 (岡山繊維会館新館)
Tel (086) 227-0280 FAX (086) 235-4450
- 中国地区 ●中国支店
〒730-0051 広島市中区大手町4-6-24 (重岡ビル)
Tel (082) 243-2720 FAX (082) 248-2364
●徳山営業所
〒745-0073 周南市代々木通り1-30 (山陽ビル)
Tel (0834) 31-3762 FAX (0834) 31-3791
●福山営業所
〒721-0931 福山市鋼管町1番地
JFE スチール 西日本製鉄所 (福山地区) 作業所内
Tel (084) 941-2254 FAX (084) 943-3680
- 九州地区 ●九州支店
〒810-0013 福岡市中央区大宮1-4-34 (五常物産ビル)
Tel (092) 523-8001 FAX (092) 523-8002
●沖縄営業所
〒900-0006 那覇市おもろまち4-10-18 (高田新都心マンション)
Tel (098) 862-0226 FAX (098) 864-2383