

NAKABOH REPORT

CathodicProtection CathodicProtection CathodicProtection CathodicProtection Cathodic
 ω , $l_a = \Delta V / (R_a + R_c)$, $R_c = \omega / S$, $R_a = \rho / 2\pi L [\ln(4L/Da) - 1]$, $R_a = 0.266 \rho / \sqrt{S}$, $W = I_a t$, $S = \pi DL$, $I =$
 $= \text{Emcosh}(\sqrt{rgl})$, $I = \text{Eatanh}(\sqrt{rgl}) / \sqrt{r/g}$, $r = \alpha 10^3 / \pi t(Dc - t)$, $g = \pi Dc1 / \omega 10^3$, $E_a = \text{Emcosh}(\sqrt{rgl})$
GNAP, ALAP, ZAP, ZAPLINE, FERAP, Y. NAGAIWA, NAFES, RC-NICESstem, MAGNAP, ALAP, ZAP, ZAPLINE, FE
 $E = -770\text{mV}$, $\text{CSE} = -850\text{mV}$, anode, cathode, $\text{SCE} = -770\text{mV}$, $\text{CSE} = -850\text{mV}$, anode, cathode, $\text{SCE} = -770\text{mV}$, CSE
 $E^0 + (RT/nF) \ln a_M \rightarrow M^+ + ne$, $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$, $D_2 + 4H^+ + 4e \rightarrow 2H_2O$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $M^+ + e \rightarrow M^0$, $E = E^0 + E$
 $\rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$, $2Fe(OH)_2 + H_2O + 1/2O_2 \rightarrow Fe(O$
 $(OH)_3 \rightarrow FeOOH$, $2Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH$
 $E^0 + (RT/nF) \ln a_M \rightarrow M^+ + ne$, $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$, $D_2 + 4H^+ + 4e \rightarrow 2H_2O$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $M^+ + e \rightarrow M^0$, $E = E^0 + E$
 $\rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$, $2Fe(OH)_2 + H_2O + 1/2O_2 \rightarrow Fe(O$
 $(OH)_3 \rightarrow FeOOH$, $2Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH$
thodicProtection CathodicProtection CathodicProtection CathodicProtection CathodicPr
 πDL , $l = S$, $id = \Delta V / \omega$, $l_a = \Delta V / (R_a + R_c)$, $R_c = \omega / S$, $R_a = \rho / 2\pi L [\ln(4L/Da) - 1]$, $R_a = 0.266 \rho / \sqrt{S}$
 $= \text{Emcosh}(\sqrt{rgl})$, $I = \text{Eatanh}(\sqrt{rgl}) / \sqrt{r/g}$, $r = \alpha 10^3 / \pi t(Dc - t)$, $g = \pi Dc1 / \omega 10^3$, $E_a = \text{Emcosh}(\sqrt{rgl})$
GNAP, ALAP, ZAP, ZAPLINE, FERAP, NACC, NCP, PTC, NAFES, RC-NICESstem, MAGNAP, ALAP, ZAP, ZAPLINE
 $E = -770\text{mV}$, $\text{CSE} = -850\text{mV}$, anode, cathode, $\text{SCE} = -770\text{mV}$, $\text{CSE} = -850\text{mV}$, anode, cathode, $\text{SCE} = -770\text{mV}$, CSE
 $E^0 + (RT/nF) \ln a_M \rightarrow M^+ + ne$, $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$, $D_2 + 4H^+ + 4e \rightarrow 2H_2O$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $M^+ + e \rightarrow M^0$, $E = E^0 + E$
 $\rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$, $2Fe(OH)_2 + H_2O + 1/2O_2 \rightarrow Fe(O$
 $(OH)_3 \rightarrow FeOOH$, $2Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH$
thodicProtection CathodicProtection CathodicProtection CathodicProtection CathodicPr
 πDL , $l = S$, $id = \Delta V / \omega$, $l_a = \Delta V / (R_a + R_c)$, $R_c = \omega / S$, $R_a = \rho / 2\pi L [\ln(4L/Da) - 1]$, $R_a = 0.266 \rho / \sqrt{S}$
 $= \text{Emcosh}(\sqrt{rgl})$, $I = \text{Eatanh}(\sqrt{rgl}) / \sqrt{r/g}$, $r = \alpha 10^3 / \pi t(Dc - t)$, $g = \pi Dc1 / \omega 10^3$, $E_a = \text{Emcosh}(\sqrt{rgl})$
GNAP, ALAP, ZAP, ZAPLINE, FERAP, NACC, NCP, PTC, NAFES, RC-NICESstem, MAGNAP, ALAP, ZAP, ZAPLINE
 $E = -770\text{mV}$, $\text{CSE} = -850\text{mV}$, anode, cathode, $\text{SCE} = -770\text{mV}$, $\text{CSE} = -850\text{mV}$, anode, cathode, $\text{SCE} = -770\text{mV}$, CSE
 $E^0 + (RT/nF) \ln a_M \rightarrow M^+ + ne$, $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$, $D_2 + 4H^+ + 4e \rightarrow 2H_2O$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $M^+ + e \rightarrow M^0$, $E = E^0 + E$
 $\rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$, $2Fe(OH)_2 + H_2O + 1/2O_2 \rightarrow Fe(O$
 $(OH)_3 \rightarrow FeOOH$, $2Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH$
thodicProtection CathodicProtection CathodicProtection CathodicProtection CathodicPr
 πDL , $l = S$, $id = \Delta V / \omega$, $l_a = \Delta V / (R_a + R_c)$, $R_c = \omega / S$, $R_a = \rho / 2\pi L [\ln(4L/Da) - 1]$, $R_a = 0.266 \rho / \sqrt{S}$
 $= \text{Emcosh}(\sqrt{rgl})$, $I = \text{Eatanh}(\sqrt{rgl}) / \sqrt{r/g}$, $r = \alpha 10^3 / \pi t(Dc - t)$, $g = \pi Dc1 / \omega 10^3$, $E_a = \text{Emcosh}(\sqrt{rgl})$
GNAP, ALAP, ZAP, ZAPLINE, FERAP, NACC, NCP, PTC, NAFES, RC-NICESstem, MAGNAP, ALAP, ZAP, ZAPLINE
 $E = -770\text{mV}$, $\text{CSE} = -850\text{mV}$, anode, cathode, $\text{SCE} = -770\text{mV}$, $\text{CSE} = -850\text{mV}$, anode, cathode, $\text{SCE} = -770\text{mV}$, CSE
 $E^0 + (RT/nF) \ln a_M \rightarrow M^+ + ne$, $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$, $D_2 + 4H^+ + 4e \rightarrow 2H_2O$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $M^+ + e \rightarrow M^0$, $E = E^0 + E$
 $\rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH^- \rightarrow Fe(OH)_2$, $2Fe(OH)_2 + H_2O + 1/2O_2 \rightarrow Fe(O$
 $(OH)_3 \rightarrow FeOOH$, $2Fe(OH)_2 \rightarrow Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$, $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e$, $O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^-$, $2Fe + 2H_2O + O_2 \rightarrow 2Fe^{2+} + 4OH$

新世紀の防食技術 キーワードは“LCCと環境”

株式会社 ナカボーテック
代表取締役社長 木下芳明



平成 14 年度の下期にいたるも、依然として景気好転の兆しはみられず、日経平均株価はバブル期の最安値を更新するありさまで、企業倒産の状況も目立ち、大型倒産は無いものの、地場有力企業などにおいて、不況型倒産が相変わらず続いており、誠に厳しい企業経営を強いられ続けている昨今であります。こういった中で、弊社はライフサイクルコスト（LCC）と環境という面から防食の有効性を市場に PR し、新商品・新技術の開発に努めてまいりました。

本レポートにおきまして、その成果の一端をご紹介しますと考えています。

さて、21 世紀は維持管理の時代と言われています。昭和 30 年以降に様々な重要鋼構造物が数多く建設されましたが、それらの機能を低下させることなく安全にしかも長期間使用するために、適切な防食・補修対策を提供することは、防食・補修に携るものとして、最も重要な責務と認識しています。一口に鋼構造物といっても橋梁、港湾施設などの大型構造物から配管、機械設備、あるいはコンクリート中の補強鉄筋など様々なものがあり、またそれらが設置されている環境も様々であります。

また、最近は防食・補修の分野においても、新たなキーワードとして“LCC”あるいは“環境”という言葉が出現してまいりました。単に安価なコストで防食すればよいという時代は終わりました。構造物の耐用期間に必要なトータルコストや供用後の廃棄処理、さらには維持管理技術の環境負荷といった項目を同時に考慮せざるを得なくなると、防食・補修という技術の必要性の拡大と同時に新たな解決すべき課題もみえてきます。

日本は 21 世紀にはいった現在でも粗鋼生産量が年間約 1 億トンあります。これは依然として強度、生産性、加工性等の点から鉄が優れた構造材料として必要とされているからであります。一方、ステンレス、チタン、銅などの各種金属材料も、各金属の特性が活かされる環境に使用されていますが、各環境で長期間使用していくためには多くの課題が残されていると思われます。

弊社には防食・補修に関する 50 年を超える実績と豊富な経験が蓄積されています。貴重な構造材料を腐食から守り、社会生活に欠くことができない構造物を適切に維持管理することの手助けとして、広く皆様のお役に立ちたいと考えています。このレポートもその一助となることを願っていますので、お気付きの点がありましたら、ご意見、ご指導をいただけますよう今後ともよろしくお願い申し上げます。

— 目 次 —

●巻頭言

新世紀の防食技術 キーワードは“LCC と環境” ……………代表取締役社長 木下芳明

●技術報告

土壌・淡水中で高性能を有するマグネシウム合金陽極 ……………1

技術開発研究所 小林浩之

港湾既設鋼構造物管理点検システム ……………5

港湾施設事業部 田中一弘

太陽光発電システムを用いた埋設管の電気防食 ……………9

地中施設事業部 竹尾浩美

移動式槽型鉄イオン供給装置による熱交換器銅合金の防食 ……………13

陸上施設事業部 鈴木裕之

同 東関東支店 南 正信

東京港大井コンテナ埠頭コンクリート構造物における電気防食工法 ……………17

R C 事業部 小熊文雄

土壌・淡水中で高性能を有するマグネシウム合金陽極

技術開発研究所
開発研究室 小林浩之

1. はじめに

Mg 合金陽極は、他の Al 系、Zn 系合金陽極に比べて低電位を有することから、土壌環境下で使用されているが、近年では高抵抗環境下にある河川施設にも使用されるようになってきた。国内で最も使用されている AZ63 合金（当社製品名：MAGNAP-2）は、海水を用いた $0.1\text{mA}/\text{cm}^2$ の定電流アノード電解試験（（社）腐食防食協会規格 JSCE S-9301）で約 -1500mV vs. SCE の電位を示す。しかし、陽極電位には塩化物イオン濃度依存性があり、塩化物イオン濃度の減少にともない高電位となることがこれまでの研究^{1) 2)}により明らかになっている。流電陽極方式は陽極と陰極の自然電位の差を起電力として防食電流を供給することから、陽極電位の上昇は回路電流を減少させ、場合によっては陽極取付け個数や施工コストの増大につながることも考えられる。

技術開発研究所では1996年よりMg合金陽極の性能向上を目的として種々の研究を重ねてきた。その結果、淡水環境においてAZ63合金よりも高性能を有するMg合金陽極の開発に成功し、さらに、土壌環境下への適用についても検討を行なった。本報では、高性能Mg合金陽極の諸特性について紹介する。

2. 高性能 Mg 合金陽極の化学成分

高性能 Mg 合金陽極（以下、開発合金と称す）、AZ63 合金および高抵抗環境下で使用される海外品の Mg-1Mn 合金陽極（当社製品名：MAGNAP-4）の化学成分を表 1 に示す。開発合金は Mg-1Mn 合金をベースに 0.20～0.35mass%のカルシウムを添加したものであり、現用品以上の陽極性能を発揮する。

表 1. 開発合金および現用陽極の化学成分（mass%）

陽極名称	Al	Zn	Mn	Ca	Fe	Si	Cu	Mg
AZ63 合金	5.3～ 6.7	2.5～ 3.5	0.15～ 0.60	—	0.003 以下	0.10 以下	0.02 以下	残部
Mg-1Mn 合金	0.01 以下	—	0.50～ 1.3	—	0.03 以下	—	0.02 以下	残部
開発合金	0.01 以下	0.05 以下	0.75～ 0.85	0.20～ 0.35	0.01 以下	0.01 以下	0.001 以下	残部

3. 開発合金の陽極特性

3.1 標準性能

標準性能とは品質管理上の評価基準のことであり、水酸化マグネシウムを飽和させた天然海水中において電流密度 $0.1\text{mA}/\text{cm}^2$ で 10 日間定電流通電をしたときの陽極特性値である。開発合金と現用陽極の標準性能を図 1、溶解形態を写真 1 に示す。

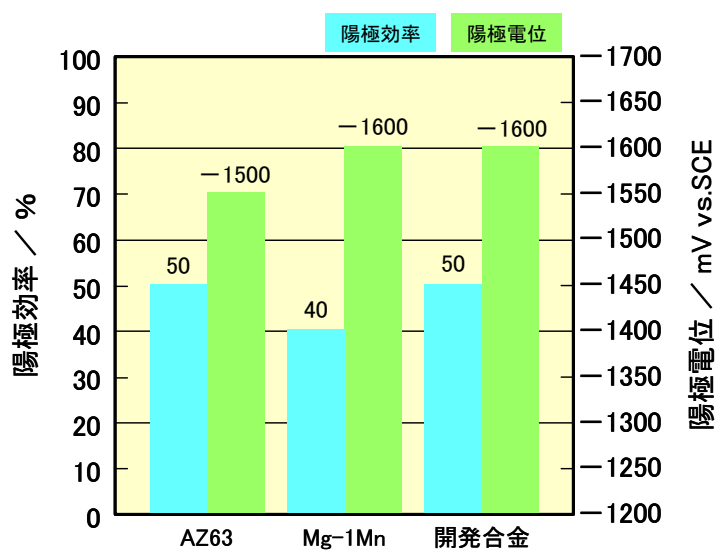


図 1. 開発合金と現用陽極の標準性能



写真 1. 海水環境下の溶解形態

開発合金の陽極電位は AZ63 合金に比べて約 100mV 低く、Mg-1Mn 合金と同等の電位を有する。また、陽極効率は AZ63 合金と同等であるが、Mg-1Mn 合金に比べて約 10% も高い値を示す。このように開発合金は、AZ63 合金と Mg-1Mn 合金の利点を兼ね備えた陽極であるといえる。

溶解形態は開発合金が局部溶解（溶解部と無溶解部がハッキリしているが、深さ方向への溶解は小さい）、AZ63 合金が全面溶解、Mg-1Mn 合金が孔食を生じていた。孔食の場合には物理的に金属が崩落することがあるため、流電陽極としては全面溶解が望ましいといえる。本試験では開発合金は初期段階で局部溶解を生じたが、1 ヶ月以上通電を行った場合には AZ63 合金と同様の全面溶解になった。

3.2 淡水環境

技術開発研究所の地下水および水道水中において、電流密度 $0.03\text{mA}/\text{cm}^2$ で約 3 ヶ月間（地下水：4～26℃，水道水 15～25℃）通電したときの陽極性能試験の結果を図 3、4 に、溶解形態を写真 2、3 に示す。各環境の抵抗率は、地下水が約 $3500\ \Omega \cdot \text{cm}$ ，水道水は若干の変動があるが平均で $4500\ \Omega \cdot \text{cm}$ 程度である。

地下水の試験では、開発合金の陽極電位は AZ63 合金よりも約 300mV 低い -1430mV vs. SCE を示し、陽極効率は AZ63 合金と同程度の 58% である。また、地下水よりもさらに高抵抗環境である水道水の試験では、開発合金の電位は AZ63 合金よりも約 200mV 低く、Mg-1Mn 合金と同程度の -1375mV vs. SCE を示し、陽極効率では 3 種類の中では最も高い 60% を示した。

溶解形態はいずれの陽極も地下水の試験では局部溶解、水道水の試験では孔食を生じていた。この結果から、高抵抗環境になるに従い溶解形態は全面溶解から局部溶解を経て孔食に変化するものと考えられる。

流電陽極方式では電位差が非常に重要となることから、高抵抗環境下でも低電位を維持する開発合金は、AZ63 合金よりも優れた流電陽極特性を有しているといえる。特に、河川水やダム湖水のような高抵抗環境では、開発合金を使用することにより AZ63 合金よりも陽極取付け個数が

少なくすみ、施工コストを低く抑えることが可能となる。また、低電位であることから AZ63 合金よりも適用範囲が広がるというメリットもある。

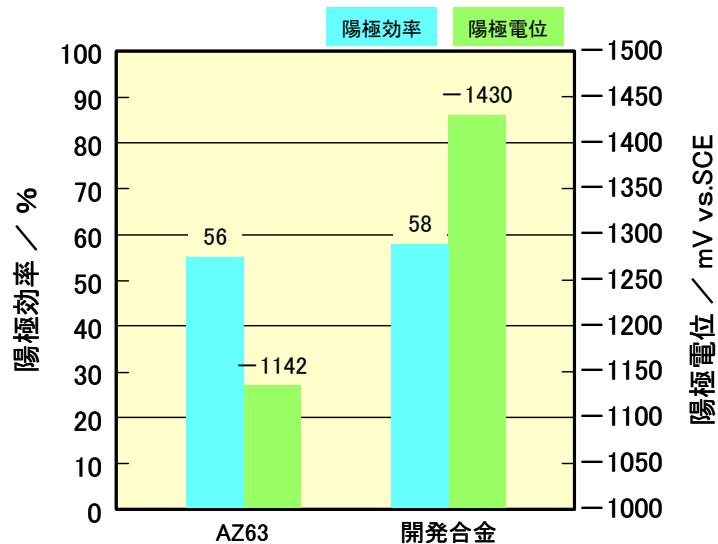


図 2. 地下水環境下の陽極特性

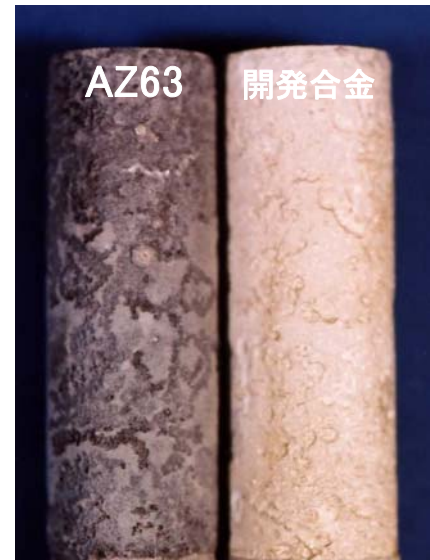


写真 2. 地下水環境下の溶解形態

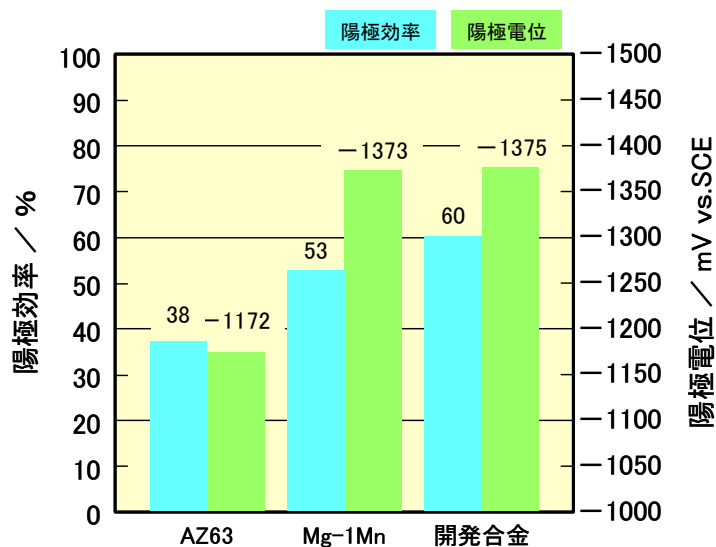


図 3. 水道水環境下の陽極特性

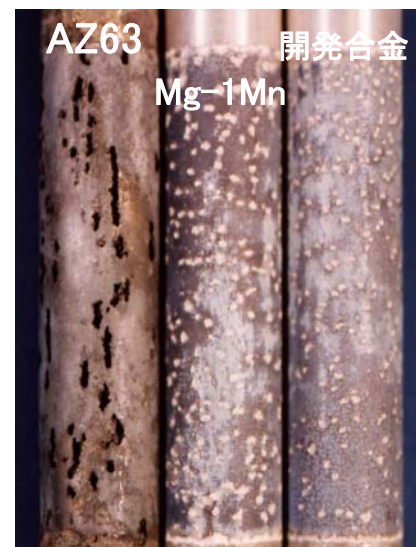


写真 3. 水道水環境下の溶解形態

3.3 バックフィル環境

バックフィル中において電流密度 $0.039\text{mA}/\text{cm}^2$ で 10 日間通電したときの陽極性能試験の結果を図 4, 溶解形態を写真 4 に示す。試験に用いたバックフィルはベントナイト、焼石膏、芒硝で構成され、各成分の含有比率（重量比）は 6 : 3 : 1 である。このバックフィルに純水を加え含水率を 40% にして試験に使用した。バックフィルの抵抗率は約 $50\Omega \cdot \text{cm}$ である。

バックフィル中の試験では、開発合金が最も低電位である -1660mV vs. SCE を示したのに対し、AZ63 合金は -1493mV vs. SCE を示した。一方、陽極効率は AZ63 合金が最も高効率である 56%

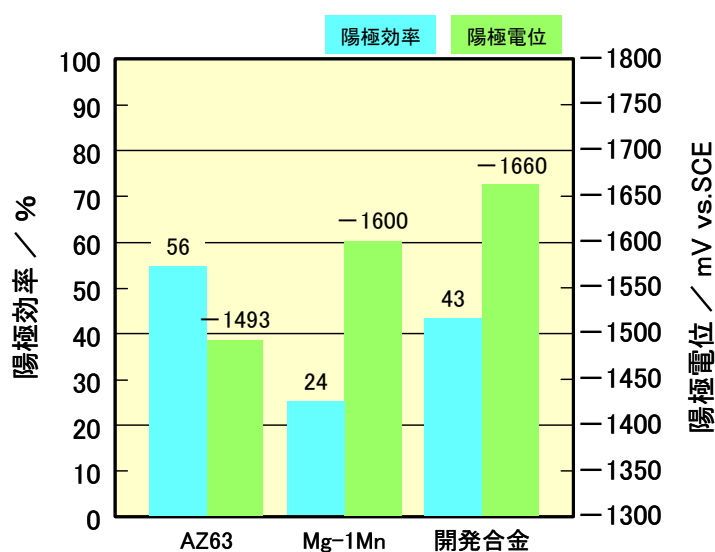


図 4. バックフィル環境下の陽極特性



写真 4. バックフィル環境下の溶解形態

を示し、開発合金は 13%と低効率であった。しかしながら、開発合金は低電位 Mg 合金と呼ばれている Mg-1Mn 合金に比べて低電位、高効率であることから、Mg-1Mn 合金の代替品として十分使用できるものと思われる。溶解形態はいずれの陽極も局部溶解を生じているが、AZ63 合金は若干深さ方向に溶解しているのが認められる。

より適正な防食設計をするためにも、AZ63 合金は高陽極効率、開発合金は低電位という特徴を活かし、臨機応変に開発合金と AZ63 合金を使い分けていくことが重要といえる。

4. おわりに

本報告をまとめると以下のとおりである。

- (1) 高抵抗環境下において、現用陽極である AZ63 合金、Mg-1Mn 合金よりも高性能を有する Mg 合金陽極を開発した。
- (2) 淡水環境下では、開発合金は AZ63 合金よりも低電位かつ高陽極効率を示す。その結果、防食設計においては陽極取付け個数が少なくすみ、施工コストの低減も期待できる。
- (3) バックフィル環境下では、開発合金は低電位を有し、Mg-1Mn 合金よりも高い陽極効率であることから、Mg-1Mn 合金の代替品として十分使用できる。
- (4) 今後は環境とコストのバランスを考え、開発合金と AZ63 合金を使い分けていくことが望ましい。

以上

—参考文献—

- 1) 淡水・汽水環境下における流電陽極法の電気防食設計、守屋 進、小林浩之、望月紀保、山田真澄、材料と環境 2000 予稿集
- 2) 高性能 Mg 陽極の開発、小林浩之、山内 霞、望月紀保、第 47 回材料と環境討論会 予稿集

港湾既設鋼構造物管理点検システムの概要

港湾施設事業部 技術部

技術第一課 田中 一弘

1. はじめに

関電興業株式会社と弊社が共同開発し港湾構造物の管理点検に使用されている“港湾既設鋼構造物管理点検システム”（以下、鋼材点検システム）についての概要を紹介する。

最近、官庁、民間をとわず、これまでの経済効率重視のフロー型から超長期の耐久性を求めるストック型へと社会が変化してきており、建設費の3～4倍にもなるというLCC（ライフサイクルコスト＝建物の建設から廃棄までの総コスト）の抑制は大きな課題となっている。

港湾鋼構造物においてもこれまでに多くの施設が建設され整備されてストックとして保有されている。

経済復興期および高度経済成長期にかけて建設された鋼構造物は、すでに数十年が経過し耐用年数を過ぎたか、今後迎える時期に入っている。構造物の機能をできるだけ小さなコストで維持していくためには、計画的な維持管理のシステム化が必要となってくる。そのためには、構造物の完成直後から、既設構造物にとっても早い時期から、構造物全体や部材ごとの劣化や変化の状況を定期的に点検・調査し、その進行を予測するモデルを構築することで将来の変化を定量的に予測することが可能となり、その結果もっとも適切な対策を図れることとなる。

維持管理システムの構築には、まず点検・調査により構造物の劣化や変化を具体的に表したデータベースを揃えていくことが基本となる。それに加えて、点検・調査結果に基づき、構造物の性能評価および対策実施時期を客観的にかつ的確に行う診断・評価技術が必要になる。

このような状況を踏まえ、関電興業株式会社および弊社は、港湾構造物に使用されている鋼部材およびコンクリート部材における健全度を、より迅速かつ的確に把握し、より低コストでより効率の高い補修方法を立案するために、各施設の劣化、変状データベースに関するシステムの開発を行った。

本システムは、構造物の目視点検、各種防食装置の点検結果のデータベースツールとして活用されており、各構造物の経年変化を把握することでは十分な能力があると考えている。今後このシステムを発展させ、構造物のライフサイクルマネジメント（LCM）に寄与したいと考えている。



図1. 鋼材点検システム初期画面

2. システム構成

鋼材点検システムは、Microsoft Windows98 以上で、CPU は、Intel pentiumII またはそれ以上のプロセッサを搭載したパーソナルコンピュータにおいて、単体システムで動作する。

ただし、帳票を出力するには、Microsoft EXCEL97 以上がインストールされている必要がある。尚、本システムにおいて入力できる項目を下記に示す。

鋼材点検システム	—	工事概要・施設履歴（支店、工場ごと）
	—	診断結果一覧表・総論（工場の施設ごと）
	—	環境点検（海上大気飛沫部、海中・海底土中・干満部、背面土中部）
	—	鋼材腐食点検（外観調査、肉厚測定、局部腐食深さ測定）
	—	電気防食点検（電位測定、陽極外観調査、陽極消耗調査）
	—	有機ライニング点検（外観調査、計器調査）
	—	塗装点検（外観調査、計器調査）
	—	複合被覆点検（外観調査、打診調査、剝離調査、保護カバー材強度調査）

3. システム概要

鋼材点検システムの流れは、下記のとおりである。

(1) MENU 画面起動

システムを起動すると、前頁の図 1 初期画面が表示される。「鋼材点検入力」ボタンをクリックすると図 2 の施設位置選択画面に移動する。



図 2. 施設位置選択画面

(2) 支店・工場名称の選択

編集あるいは閲覧する支店および工場名を選択すると図 3 の点検項目・施設の選択画面に移動する。なお、支店および工場等は後述する“メンテナンスソフト”によって追加・削除等の編集が可能である。



図 3. 点検項目・施設選択画面

(3) 施設構造図面の表示

支店・工場名称を選択した後、「画像表示」を選択すると、図 4 施設の構造図面が表示される。

(4) 点検年度・対象施設・点検種別・
点検項目選択

編集あるいは閲覧する施設を年度別、対象施設点検種別あるいは点検項目を選択することにより点検の経歴を検索することができる。

編集したい点検項目をダブルクリックすると、各データの入力画面が表示される。

入力項目については、前項システム構成に記載されているとおりである。

代表的な入力画面を図5、図6に示す。

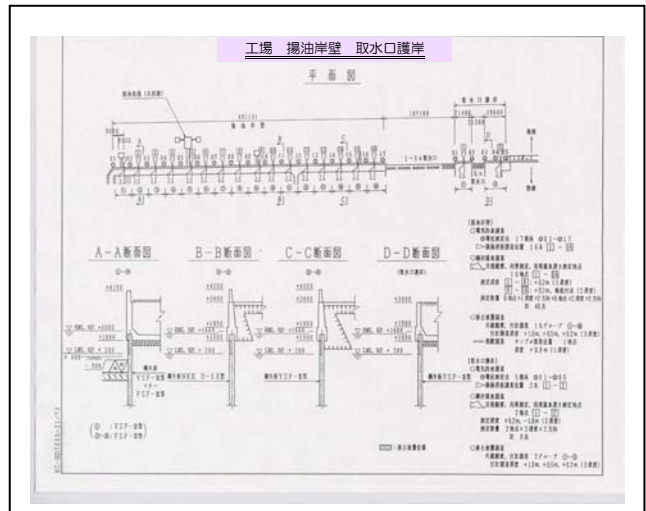


図4. 施設の構造図面

図5. 電気防食調査／電位測定入力画面

図6. 塗膜調査／入力画面

(5) データの評価と出力

閲覧・編集したデータを、EXCEL データとして出力・印刷することができる。また、データをもとに自動的に健全度評価が算出され、そのまとめを出力・印刷することが可能である。

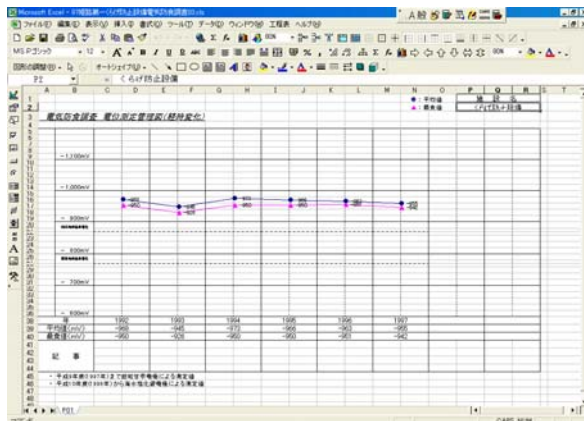


図7. 電位測定経年変化図

図8. 電気防食健全度評価

Microsoft Excel - 7月26日 水曜日 - 検査年度: 平成25年度 検査項目: 鋼材の腐食調査 工事名: A-572																			
MS Excel 2003																			
印刷範囲: 1 - 10																			
F12																			
A B C D E F G H I J K L																			
鋼材腐食 肉厚・局部腐食深さ測定 健全度評価表																			
(省防施設)																			
施設名称																			
構造物型・箇所名称																			
地点	深さ	測定点	平均肉厚	平均腐食速度	健全度	局部腐食	局部腐食深さ												
	(mm)		減少量	(mm/年)		(mm)													
		1	0.83																
		2	0.87																
		3	0.70		0.01	優	0.30	0.87778			優								
		4	0.82																
		1	0.51																
		2	0.64																
	-1.8	3	0.58		0.01	優	0.25	0.90444			優								
		4	0.70																
		1																	
		2																	
		3																	
		4																	
		1																	

図 9. 鋼材腐食調査評価

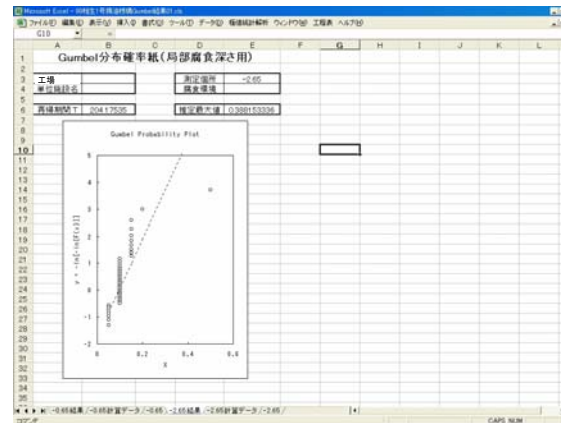


図 10. 局部深さ Gumbel 分布図

4. メンテナンスソフト

本システムには、鋼構造物の初期データの追加・修正・削除をするためのメンテナンスソフトが別途用意されている。このメンテナンスソフトにて、新たな構造物や施設等が新設された場合や、既存施設の構造が変更された場合などにも、修正することが可能である。

図 11. メンテナンスソフトメニュー画面

5. 本システムの特長

- (1) 全ての施設の履歴、点検データを入力することにより、港湾鋼構造物のデータベースを構築することが可能である。
- (2) 今までに実施した点検データを入力することにより経年変化がわかる。
- (3) 劣化の度合いが評価点、判定により定量化され、客観的な評価ができる。
- (4) 点検データを入力するだけで、評価、判定を自動的に行い、E X C E L形式の帳票が作成できる。
- (5) 評価、判定結果にもとづき、補修時期が計算できるため、補修計画の策定が容易である。

6. おわりに

今後、施設の延命を図るために維持管理業務がますます重要になってくるとわれ、既設の港湾施設において鋼材点検システムを利用し、適切な補修計画を立案していく必要がある。

以上

太陽光発電システムを用いた埋設管の電気防食

地中施設事業部 技術部

技術第三課 竹尾 浩美

1. はじめに

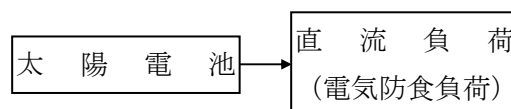
次世代エネルギーとして注目されている自然エネルギーのうち、弊社では電力を確保する方法として、クリーンで環境に優しく騒音もない太陽光発電システムを採用している。そのシステムを埋設管の電気防食に応用した例を以下に示す。

2. 太陽光発電システムの構成

太陽光発電システムとしては、次のようなものがある。

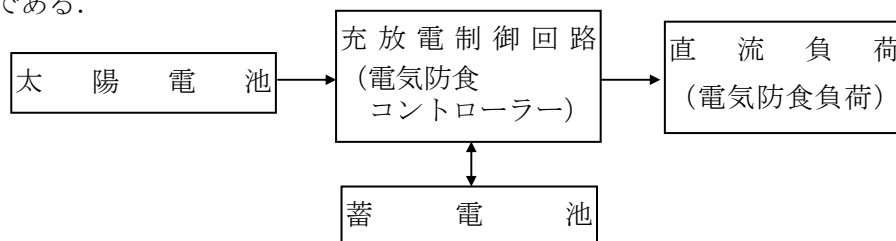
(1) 直流負荷直結システム

太陽電池と機器を直接つなぐ簡単な構成のもので、太陽電池に光が当たっている間だけ機器を駆動させるシステムである。



(2) 直流負荷蓄電池使用システム

昼間、太陽電池で発電した電力を蓄電池に充電し、夜間や雨天時にも電力を供給できるシステムである。



- ① 太陽電池 : 太陽光発電エネルギーを電気エネルギーに変換する、発電機に相当する部分である。
- ② 充放電制御回路 : 太陽電池で発電した電力を最適な状態で蓄電池に充電する充電制御回路、直流負荷に対し適切な防食電流を供給するための防食制御回路、回路保護装置および運転状態表示回路により構成される。
- ③ 蓄電池 : 日照のない時間帯でも直流負荷（電気防食負荷）に対して防食電流を供給するためのバックアップ電源である。コストおよび貯蔵する電気量から通常、鉛蓄電池が使用される。
- ④ 直流負荷 : 通常の外部電源装置と同様の通電電極、防食対象物からの排流端子および配線等より構成される。

通常、埋設管の電気防食装置では常に電力を供給しなければならないので、後者の直流負荷蓄電池使用システム（連続通電）を採用する。

3. 設計例

3.1 概要

電力会社の配電線から離隔した部分に布設されている埋設管の電気防食装置に太陽光発電システムを適用した例を以下に示す。

この電気防食装置はC/Sマクロセル腐食対策用であり、埋設管が分極するのに十分な電流を供給するシステムではないが、夜間や雨天時の不日照時にも安定して直流電流を連続供給する必要があるため、本設計では蓄電池を使用したシステムを採用した。

ここで、本装置の概念図を図1に示す。

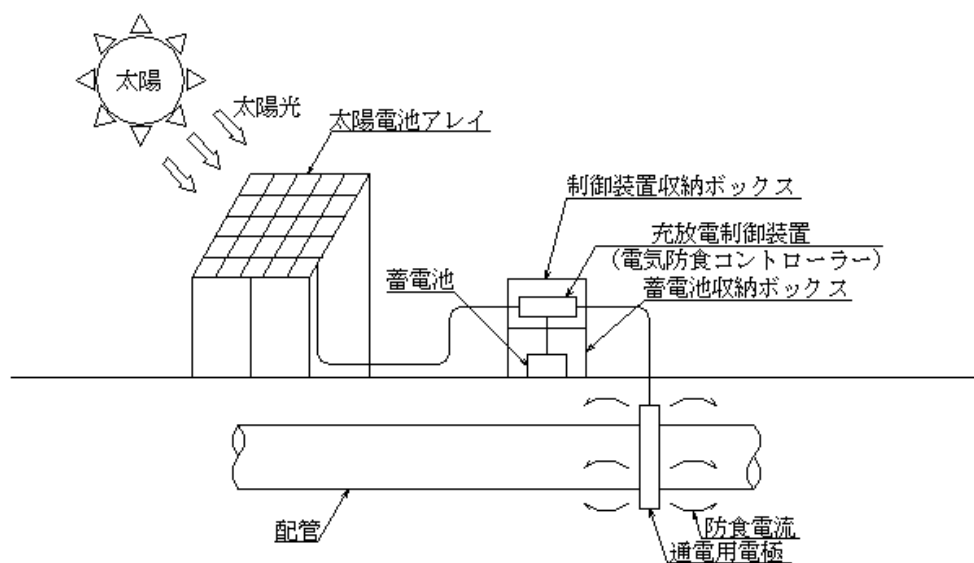


図1. 直流負荷蓄電池使用システム概念図

3.2 確認事項

太陽光発電システムを設計するにあたり、以下の項目について確認した。

- (1) 設置場所 : 太陽電池アレイ（太陽電池モジュールおよび鋼製架台）を設置するのに十分なスペースがあるか確認する。また、太陽光を妨げるような木、山や建物等があるか確認する。
- (2) 日射量 : NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の公開プログラムによって日射量の設定が可能である。
- (3) 反射・日照権 : 太陽電池モジュールが道路や空港等に面している場合、反射対策をする必要がある。また、水田、畑等に設置するときは太陽電池モジュールの影によって日照権問題がある。
- (4) 環境温度 : 環境温度が低下する冬季においては蓄電池の充放電特性が低下するため、極端に温度が低下する場所では環境温度を考慮する必要がある。
- (5) 連続不日照日数 : 蓄電池以外の補助電源がないシステムに適用し、連続的な不日照状態に対して、システム設計上電力供給が可能な期間。また、蓄電池の容量を決定するために必要である。通常3日～10日とする。

3.3 設計内容

主な設計内容を以下に示す。

- (1) 太陽電池モジュール最大出力 : 約 125W/枚 (1200 mm×802 mm×46 mm/枚)
(最小単位である太陽電池セルを数十枚直並列に接続したものを太陽電池モジュールという)
- (2) 太陽電池モジュール数量 : 2 枚
- (3) 蓄電池容量 : 225A・h/個 (20 時間率) (264 mm×181 mm×284 mm/個)
- (4) 蓄電池数量 : 4 個
- (5) 直流負荷 (対象施設) : 約 10V×約 1A
- (6) 連続不日照日数 : 7 日

4. 施工

4.1 施工写真

太陽光発電システム全景、蓄電池および制御装置の施工写真を以下に示す。



写真 1. 太陽光発電システム全景



写真 2. 太陽光発電システム全景



写真 3. 蓄電池



写真 4. 制御装置
(電気防食コントローラー)

4.2 測定データ

太陽電池出力電圧・電流，蓄電池電圧・電流，電気防食回路出力電圧・電流および管対地電位をデータロガーを用いて測定した．測定結果の一例を図2～図4に示す．

データから，太陽電池は天候に応じて適正な出力を示し，蓄電池も正常に充放電していることが判断できる．

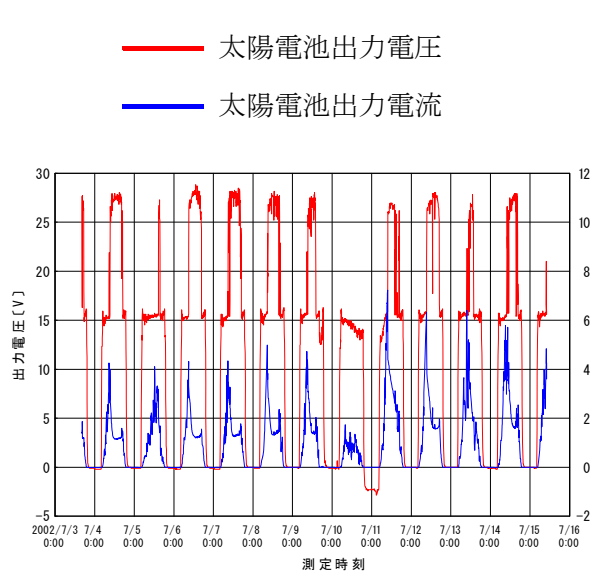


図2. 太陽電池出力電圧・電流

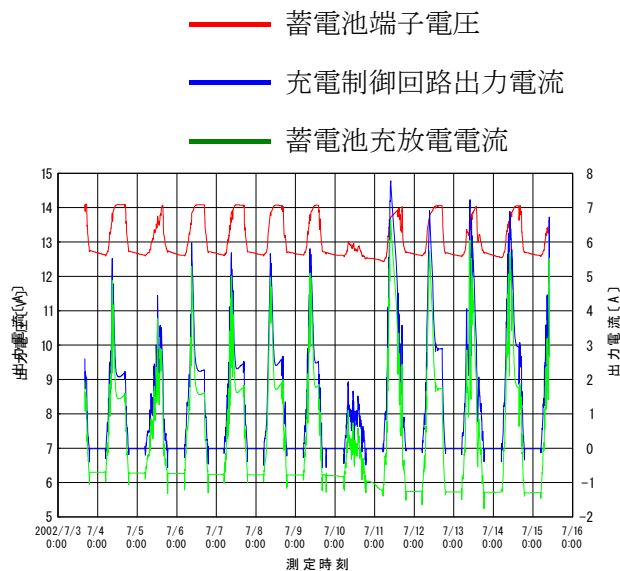


図3. 蓄電池電圧・電流

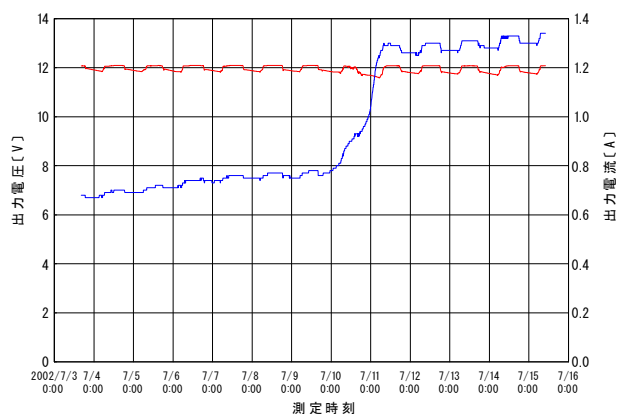


図4. 電気防食出力電圧・電流

表1. 測定期間中の天候

測定期間 : 2002/7/3 16:13～2002/7/15 10:08

日付	7/3	7/4	7/5	7/6	7/7	7/8	7/9	7/10	7/11	7/12	7/13	7/14	7/15
日中	曇	晴	曇	曇	晴	晴	晴/曇	曇/雨	晴	晴	曇/晴	晴	晴/曇
夜間	—	—	—	—	—	—	雨	雨	雨	—	—	—	—
降水量	1 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	53 mm	53 mm	21 mm	0 mm	2 mm	0 mm	0 mm

以上

移動式槽型鉄イオン供給装置による 熱交換器銅合金の防食

陸上施設事業部 技術部 技術課 鈴木裕之
同 東関東支店 南 正信

1. はじめに

原子力、火力発電所または製油所等の海水を冷却水として使用する機器(復水器、熱交換器等)では、冷却管として使用される銅合金の防食対策として鉄イオンの供給が広く実施されている。

今回当社では、短期間(1~2 ヶ月)の低濃度連続供給を実施することで初期皮膜として緻密な防食皮膜を形成させる『移動式槽型鉄イオン供給装置(移動式槽型 NAFES)』を開発した。

本装置は、恒久施設として設置する従来方式と異なり、装置一式をトラックに搭載し各機器間を容易に移動させることを可能とするとともに自動化による運転で大幅な省力化を図った。

2001 年から火力発電所用として運用されているので紹介する。(特願 2001-106263)

2. 装置の構成

本装置は、鉄電解装置(電解槽および鉄電極装置)、現場制御盤、海水ポンプ、ストレーナ、超音波流量計、電気防食装置、遠隔監視装置、配管弁類および作業用架台から構成され、装置一式を予め工場にて共通ベース上に組み立てユニット化した後、トラック(8t 車)に搭載したものである。

なお、ユニットから海水取水点および注入点までの配管は、樹脂製フレキシブルホースにより仮設している。

3. 装置の特徴(写真 1, 2 参照)

- ① 装置一式をユニット化したことにより、形状がコンパクトになり設置(搭載)工数を大幅に削減することが可能
- ② ユニットをトラックに搭載しているため、仮設装置として運用することが可能
- ③ 据付、撤去時のクレーン等の重機が不要なため、現場施工が簡便かつ安全
- ④ 必要時のみ鉄イオン(鉄皮膜)を供給することが可能
- ⑤ 遠隔監視装置により携帯電話を介して警報送出が可能



写真 1. 移動式槽型 NAFES



写真 2. 従来の固定式槽型 NAFES

4. 装置のシステム

海水は、取水点から電気防食装置、ストレーナ、海水ポンプを経由して電解槽へ供給され、電解槽内の鉄電極装置にて鉄イオンを発生させた後、超音波流量計を経由して注入点へ戻す。

なお、各構成装置と取り合う現場制御盤の入力電源は、所内仮設電源を使用している。

また、遠隔監視装置との連動により外部(弊社事務所)にて運転状況を常時監視している。図1に配管計装線図の一例を示す。

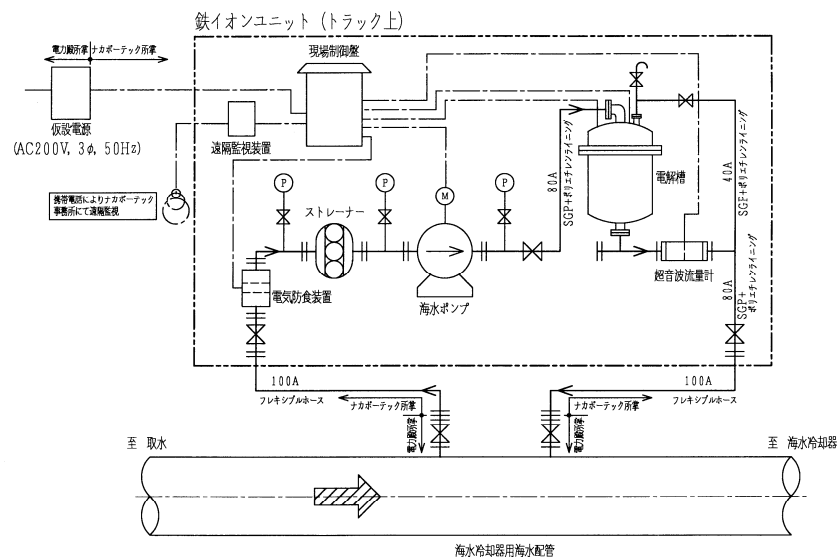


図1. 配管計装線図

5. 構成装置の概要

5.1 鉄電解装置

鉄電解装置は、現場制御盤から供給される直流電流により鉄電極板を電気分解し鉄イオンを発生させるもので、電解槽、鉄電極板、不溶性導電部および絶縁材等より構成され、鉄電極板と不溶性電導部、絶縁材等をパッケージ化した後、電解槽内へ設置する。(写真3、4参照)

- ・ 電 解 槽：寸法(φ800×約2100mm)，質量(約800kg)
- ・ 鉄電極板：寸法(45×580×1000mm×2枚+80×700×1000mm×1枚)，質量(約850kg)



写真3. パッケージの設置



写真4. パッケージの設置

5.2 現場制御盤

現場制御盤は、仮設電源より交流入力(AC200V, 3φ, 50Hz)を受電し鉄電極板の電気分解に必要な電圧まで降圧し直流電源に変換する整流回路部と、海水ポンプ、電気防食装置用制御回路部を一括収納している。(写真5 参照)

- ・ 現場制御盤：出力(DC25V×100A)，
電源容量(約 5.8kVA)，寸法(800×1000×2000 mm)，
質量(約 600 kg)



写真5. 現場制御盤

5.3 遠隔監視装置

遠隔監視装置は、ネットワーク機能付きレコーダ、ルータおよび携帯電話等より構成され、運転状況を常時監視するもので装置異常発生時には携帯電話により外部(弊社事務所)へ警報を送出する。(写真6 参照)

また、レコーダにより、運転データを常時記録、監視している。

- ・ レコーダ：メーカー(横河電機)、監視項目(警報、出力電流値、出力電圧値、海水流量)
- ・ 携帯電話：メーカー(NTT ドコモ)



写真6. 遠隔監視装置

5.4 海水ポンプ

海水ポンプは、鉄電解装置で発生した鉄イオンを海水注入点まで圧送するものである。(写真7 参照)

- ・ 海水ポンプ：型式(渦巻きポンプ)、吐出力(40m³/h)，
全揚程(15m)，電動機出力(約 3.7kW)



写真7. 海水ポンプ

5.5 ストレーナ

ストレーナは、配管内に流入した海生生物やゴミを除去するためのものである。(写真8 参照)

- ・ ストレーナ：型式(U型ストレーナ)，
メッシュ(φ5+10 メッシュ)



写真8. ストレーナ

5.6 超音波流量計

超音波流量計は、配管内の流量を計測、監視するためのものである。(写真9 参照)

- ・ 超音波流量計：型式(クランプオン式超音波流量計)



写真9. 超音波流量計

5.7 電気防食装置

電気防食装置は、現場制御盤から供給される直流電流によりストレーナのスクリーンを防食するためのものである。
(写真 10 参照)

- ・ 電気防食装置：通電電流(3A)

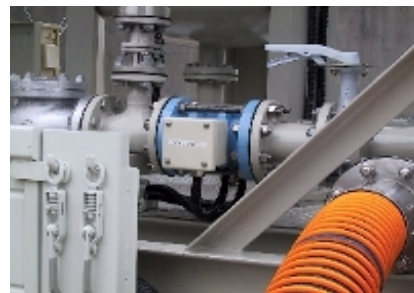


写真10. 電気防食装置

6. 現場据付状況



写真11. ユニット(トラック)
据付状況



写真12. ユニット内配管
取合点



写真13. 海水母管取合点

7. 実施結果

7.1 運転状況

- ① ユニット：某火力発電所内冷却水冷却器
- ② 注入濃度：60ppb(0.06ppm)連続
- ③ 注入期間：約1ヶ月
- ④ 点検時期：注入終了から約2ヶ月後



写真14. 鉄電極板使用後

7.2 目視観察状況

鉄皮膜の形成は認められたが、注入終了から約2ヶ月経過し細管ブラシ洗浄後の点検であったため、部分的に皮膜が磨耗した箇所があった。(写真 14～16 参照)

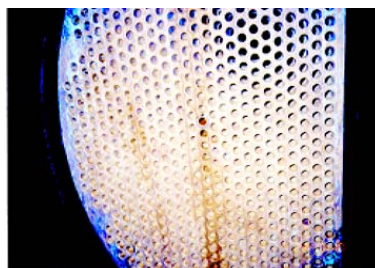


写真15. 【注入前】



写真16. 【注入後】

7.3 分極抵抗測定

分極抵抗値は、本装置導入前後で上昇傾向を示している。
測定結果を以下に示す。(写真 17 参照)

(測定点：2点/台×2台=4点)

- ・ A点：1872→2652, B点：16→3484, C点：47→3900,
D点：29→3952 [単位： $\Omega \cdot \text{cm}^2$]

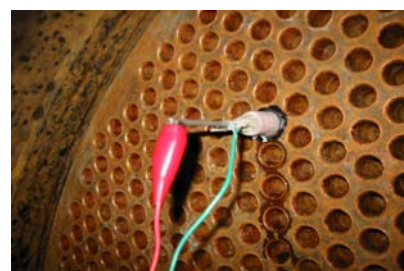


写真17. 分極抵抗測定状況

以上

東京港大井コンテナ埠頭コンクリート構造物における電気防食工法

RC事業部

小熊 文雄

1. はじめに

大井埠頭の栈橋は、昭和45年度から昭和48年度にかけて建設された直杭式横栈橋で、建設後約30年を経過している。（平成13年度現在）

この間、当該栈橋は海洋コンクリート構造物として厳しい環境に置かれてきたため、塩害が進行し、かぶりコンクリートの剥離・剥落および鉄筋腐食の劣化現象が昭和59年度に確認された。このため、昭和59年度の劣化調査を初年度とし、翌昭和60年度から断面修復を中心とした補修工事に着手した。

大井埠頭の塩害の現状から、今後の進行および健全部での劣化現象の顕在化が懸念されることから、将来計画としての大井埠頭の再整備計画を念頭においた、補修を中心とした維持管理が必要となる。したがって、今後大井埠頭を維持管理するには、経済性と効率性の両面で検討が必要となる。このような経緯を踏まえて（財）東京港埠頭公社は研究会を平成4年度に設置し、補修計画の立案を行うとともに、劣化調査および補修に関するマニュアルを取りまとめることとなった。平成6年度には、それまでの成果を取りまとめて「大井埠頭栈橋劣化調査・補修マニュアル（案）」を作成し、さらに、平成12年度には平成11年度までの大規模補修工事の実績を踏まえて、より実態に即した「大井埠頭栈橋劣化調査・補修マニュアル」として改訂された。現在の既存栈橋の劣化補修工事は、このマニュアルをもとに設計・施工されている。

マニュアル制定後に実施された平成7年度以降の劣化調査結果では、昭和60年度から順次実施された断面修復工法や表面塗装工法による補修跡およびその周辺部にも再劣化現象が確認された。本マニュアルでは、劣化度Ⅲ以上の場合には部材の位置によって断面修復工法あるいは電気防食工法による補修工法が適用されるが、特に旧断面修復部の周辺においてはマクロセル腐食を防止させるために電気防食工法を適用することが明記されている。また、劣化度Ⅱ以下の床版部に表面塗装工法を適用しても、鉄筋位置の塩化物イオン濃度が発錆限界値（大井埠頭では 1.88kg/m^3 ）を超える床版は電気防食工法を適用することが明記されている。

このようなことから平成7年度より電気防食工法が本格的に適用された。

2. 大井埠頭栈橋 劣化補修対策の経緯

- ① 昭和45～48年 ： 建設 昭和47年～49年：共用開始
- ② 昭和59年頃 ： 塩害劣化現象発現（建設13年経過後）

劣化調査開始 調査項目：外観目視観察、コアによる圧縮強度・塩分量試験
中性化試験、鉄筋腐食調査（かぶり）、自然電位測定

- ③ 昭和60年度 ： 補修工事開始（断面修復工法、表面塗装工法）
- ④ 昭和61～62年度 ： 補修工事（断面修復工法）

- ⑤ 昭和 63 年度 : 補修工事（断面修復工法，表面塗装工法）
- ⑥ 平成元年度 : 補修工事（断面修復工法，電気防食工法 試験工事；亜鉛シート
72 m²）
- ⑦ 平成 2～3 年度 : 補修工事（断面修復工法）
- ⑧ 平成 4 年度 : 「大井埠頭棧橋劣化調査・補修マニュアル作成研究会」発足
- ⑨ 平成 6 年度 : 「大井埠頭棧橋劣化調査・補修マニュアル(案)」制定
- ⑩ 平成 7 年度 : 第 2 バース 電気防食工事 亜鉛シート方式（232 m²）
- ⑪ 平成 8 年度 : 旧第 8（新 7）バース 電気防食工事 リボンメッシュ方式
(778 m²)
チタングリッド方式
(510 m²)
- ⑫ 平成 9 年度 : 新 3 バース 電気防食工事 リボンメッシュ方式（2,183 m²）
- ⑬ 平成 11 年度 : 新 6 バース 電気防食工事 リボンメッシュ方式（1,904 m²）
- ⑭ 平成 12 年度 : 新 4 バース 電気防食工事 リボンメッシュ方式（2,566 m²）
- ⑮ 平成 13 年度 : 新 5 バース 電気防食工事 リボンメッシュ方式（2,205 m²）



写真 1. 大井埠頭工事区域全景

3. マニュアルにおける補修工法の選定について

平成 6 年度には「大井埠頭棧橋劣化調査・補修マニュアル（案）」の作成が完了し，その内容にしたがって，劣化調査に基づく補修計画が作成され，劣化程度に応じた各補修工法が選定され，順次補修が実施されていった．この中では特に補修工法の選定の流れが重要なポイントになっているので以下にその内容について示す．補修工法選定のフローを図 1 に，各補修工法の組合せの例を図 2 に示す．

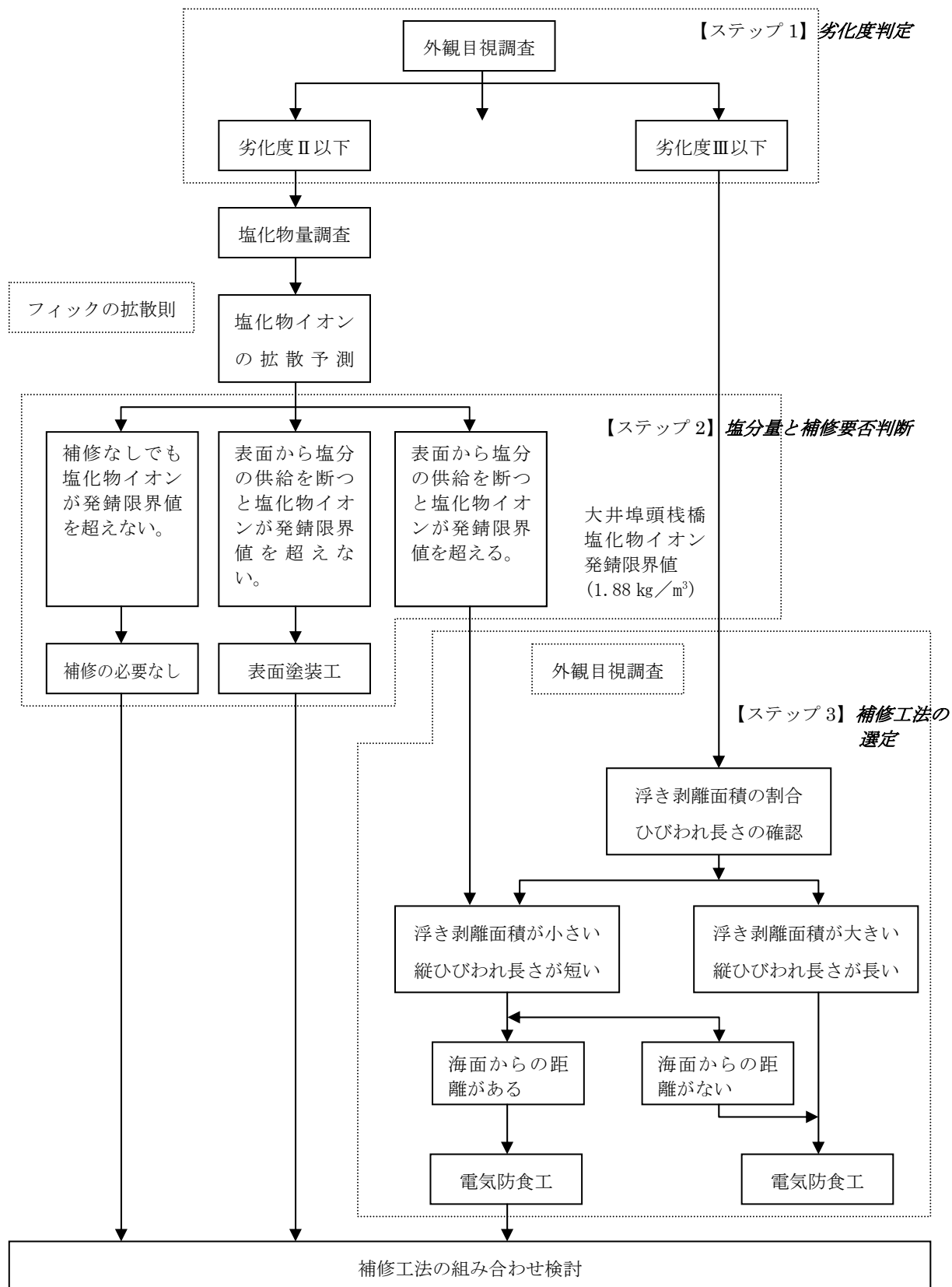


図 1. 補修工法選定の流れ

① クレーン梁（1～8 バースの最前列）

② クレーン梁以外の梁

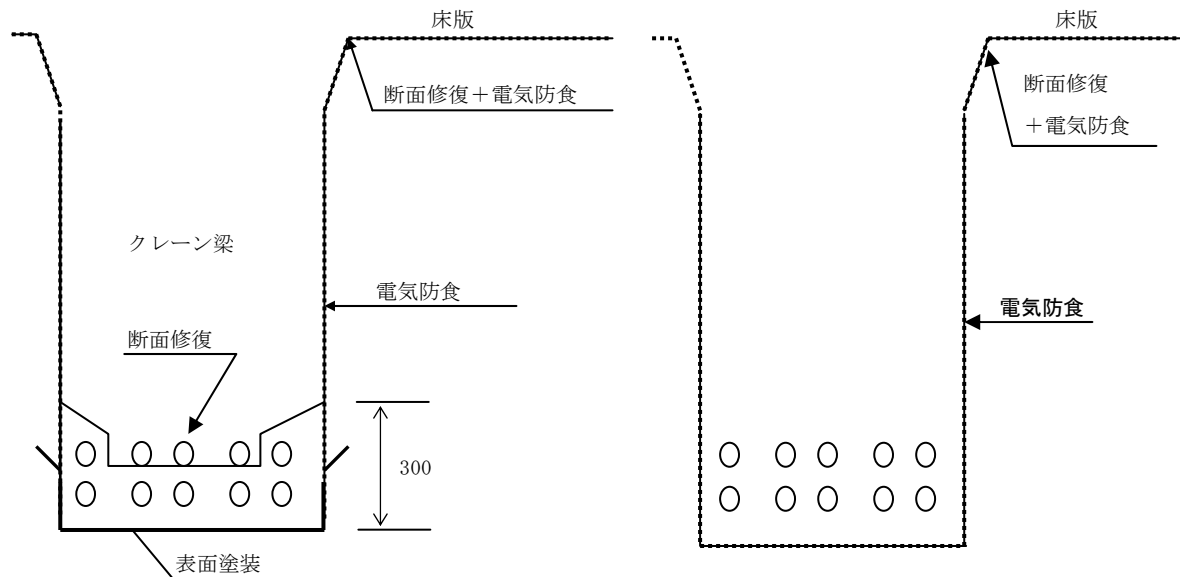


図 2. 補修工法の組合せの例

4. 本埠頭棧橋の実施工事例

本埠頭棧橋電気防食工事の実施例（平成 12 年度発注工事）の概要を以下に示す。

- (1) 工事件名：平成 12 年度大井埠頭新 4 バース既存棧橋劣化補修および補強工事（その 2）
- (2) 電気防食方式：チタンリボンメッシュ方式
- (3) 電気防食対象面積：2,566 m²
- (4) 対象：前棧橋（1～8 ブロック：1,258 m²）後棧橋（1～8 ブロック：1,308 m²）
- (5) 対象部材：前棧橋（梁両側面&底面部）後棧橋（梁両側面&底面部，床版部）
- (6) 電気防食回路数：前棧橋（4 回路）後棧橋（4 回路） 合計：8 回路
- (7) モニタリング数：各回路に照合電極（鉛電極） 4 個設置 合計：32 箇所
- (8) 直流電源装置：30V×15A 全 14 回路（遠隔制御監視装置付き）弊社担当分：8 回路
- (9) 通電結果：本工事における通電試験要領および通電結果を図 3，表 1 に示す。

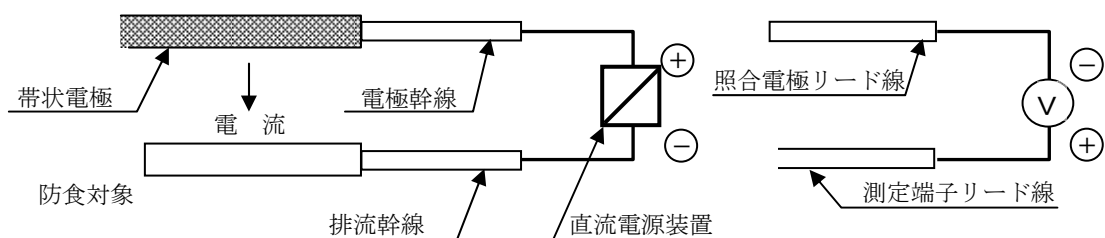


図 3. 通電試験要領図

表 1. 通電 1 ヶ月後結果（防食回路 No. 7～No. 14）

回路	電源 電圧 (V)	電流 (A)	電流 密度 (mA/m ²)	照合電極 No. 1			照合電極 No. 2			照合電極 No. 3			照合電極 No. 4		
				Eins	Off	ΔE	Eins	Off	ΔE	Eins	Off	ΔE	Eins	Off	ΔE
7	9. 1	5. 6	15. 3	313	633	320	222	622	400	204	589	385	407	616	209
8	7. 7	4. 5	15. 7	166	569	403	52	641	589	337	506	169	249	649	400
9	6. 1	3. 7	10. 1	276	589	313	364	610	246	267	560	293	283	558	275
10	5. 0	3. 0	10. 5	322	555	233	50	596	546	291	598	307	226	575	349
11	6. 5	3. 8	10. 2	162	553	391	357	595	238	208	565	357	231	585	354
12	6. 7	3. 0	10. 5	125	579	454	245	615	370	248	583	335	359	581	222
13	6. 2	3. 8	11. 9	61	531	470	258	565	307	245	600	355	394	577	183
14	5. 4	3. 0	10. 5	262	564	302	265	533	268	185	486	301	175	547	372

Eins. :Instant off 電位 off:通電オフ 24 時間後の電位 ΔE= (off) - (Eins) (mV vs, 鉛照合電極)

本施設の電気防食装置は、現在まで順調に稼働している。



写真 2. 電極設置状況



写真 3. 排流端子取付け状況

以上

部・支店・営業所	郵便番号	所在地	電話番号	FAX番号
経営企画部	104-0033	東京都中央区新川2-5-2	03-5541-5816	03-5541-5838
技術部	104-0033	東京都中央区新川2-5-2	03-5541-5814	03-5541-5835
品質保証部	362-0052	埼玉県上尾市中新井417-16	048-781-9812	048-781-9194
総務部	104-0033	東京都中央区新川2-5-2	03-5541-5801	03-5541-5831
経理部			03-5541-5805	03-5541-5835
上尾工場	362-0052	埼玉県上尾市中新井417-16	048-781-5511	048-781-5513
技術開発研究所	362-0052	埼玉県上尾市中新井417-16	048-781-5431	048-781-5432
港湾施設事業部	104-0033	東京都中央区新川2-5-2	03-5541-5804	03-5541-5808
地中施設事業部	104-0033	東京都中央区新川2-5-2	03-5541-5813	03-5541-5833
陸上施設事業部	104-0033	東京都中央区新川2-5-2	03-5541-5822	03-5541-5832
RC事業部	104-0033	東京都中央区新川2-5-2	03-5541-5807	03-5541-5832
国際事業部	104-0033	東京都中央区新川2-5-2	03-5541-5812	03-5541-5832
北海道支店	060-0807	札幌市北区北七条西4-1-2 (札幌丸増ビル)	011-726-5880	011-726-5850
東北支店	980-0021	仙台市青葉区中央1-2-3 (第一ビル)	022-262-6060	022-262-6061
福島営業所	979-1301	福島県双葉郡大熊町夫沢字北原 (企業センター)	0240-32-3062	0240-32-3859
北陸支店	951-8124	新潟市医学町通二番町11 (BSN産業会館)	025-222-1621	025-222-1624
東関東支店	290-0057	市原市五井金杉2-2-2	0436-23-4711	0436-23-4716
大阪支店	532-0003	大阪市淀川区宮原3-5-24 (新大阪第一生命ビル)	06-6399-2431	06-6399-2430
名古屋支店	460-0011	名古屋市中区大須1-35-18 (一光大須ビル)	052-223-3277	052-223-3278
中四国支店	712-8011	倉敷市連島町連島35-23	086-444-3700	086-444-9814
中国支店	733-0011	広島市西区横川町3-10-22 (エミネンスオクダ)	082-235-3776	082-235-3774
九州支店	810-0041	福岡市中央区大名2-4-22 (新日本ビル)	092-771-4664	092-771-4665
大分営業所	870-0106	大分市鶴崎字寺司2055	097-527-4521	097-527-3232
南九州営業所	891-0113	鹿児島市東谷山1-71-10	099-266-2135	099-266-2136
沖縄支店	900-0015	那覇市久茂地2-12-21 (電波堂ビル)	098-862-9211	098-867-5653

《編集後記》

厳冬の季節を迎え、経済環境の悪化がますます世相を暗くしている感じがしますが、小柴、田中両氏のノーベル賞受賞は明るいニュースで何かと救いのようでした。

私どもエンジニアリング会社にとっては、低成長時代こそ研究・開発は使命であり、研究者、技術者には努力の長期継続がいかに大切であることをあらためて学んだ幸いです。

この度、しばらく休刊していましたナカボーレポートをお届けできることになりました。

本号では各事業における最新技術を紹介し、少しでも皆様のお役に立てればと思います。

“LCCと環境”をキーワードに、今後とも紙面の充実を図っていきたいと考えておりますので、皆様のご意見を頂ければ幸いです。

NAKABOH REPORT

編集発行人 樋口 忠正

発行所 株式会社 ナカボーテック

〒104-0033 東京都中央区新川2-5-2

TEL 03-5541-5814 Fax 03-5541-5835

ホームページアドレス <http://www.nakabohtec.co.jp>

No.43 2003年1月発行
(非売品、無断転載を禁ず)