

さび

第158号

日本防蝕工業株式会社

さ び 第 158 号

目 次

ご挨拶	1
代表取締役社長	佐藤元彦
再生可能なコンクリート埋設型照合電極の開発	2
技術研究所	中澤貴幸
”	田代賢吉
雨天時自動切換装置付き外電の紹介	4
東京支店 第一技術部	小山翔平
”	山野 剛
技術研究所	三鍋 俊
浅埋電極井設置工法の紹介	9
東京支店 第二技術部	藤川涼太
”	大西良和

ご挨拶



日本防蝕工業株式会社

代表取締役社長 佐藤 元彦

皆様方におかれましては、健やかに新年を迎えられたこととお慶び申し上げます。本年も当社の技術情報誌『さび』をご愛読いただきまして、誠にありがとうございます。第158号を発刊することができましたのも、ひとえに皆様方のご支援の賜物と感謝申し上げます。

昨年は元日に能登半島において地震が発生し、8月には宮崎県日向灘での地震を契機に、気象庁より南海トラフ地震臨時情報が発表されました。また、台風や線状降水帯による水害、大規模な土砂災害も発生し、一年を通して災害の多い年となりました。被災された皆様には謹んでお見舞い申し上げますとともに、一日も早い復興を心よりお祈り申し上げます。

自然災害は避けられませんが、研究者はそれぞれの分野で災害リスクを減らし、安全性を高めることを目指しています。分野は異なりますが、防食技術においてもさまざまな研究が行われています。当社も神奈川県に小規模ながら技術研究所を持ち、そこで研究開発された製品が港湾施設の寿命延命化やガス・水道導管の腐食防止に寄与しています。被災された地域におきましても、港湾施設やガス・水道導管等に防食対策が採用されており、震災直後から現地調査を行い、また多くのご相談をいただくなど、当社の防食技術が社会に貢献できていることを改めて実感いたしました。今後もより良い商品とサービスを提供

できるよう努めてまいります。本年も引き続き変わらぬご愛顧を賜りますよう、何卒よろしくお願い申し上げます。

今回お届けする技術報告は以下の3件です。

・再生可能なコンクリート埋設型照合電極の開発

コンクリート中の鋼材の腐食または防食状態をモニタリングするために使用される照合電極について、長期使用時に照合電極の電位が変化した場合でも照合電極に対して適切な電解酸化を行うことにより再生可能な酸化銀照合電極を開発することができました。本報では当該照合電極についてご紹介いたします。

・雨天時自動切換装置付き外電の紹介

雨天時の迷走電流対策として、定電流制御の雨天時自動切換え装置付き外電を設置しましたところ、良好な結果を得ることができました。本報では当該外電についてご紹介いたします。

・浅埋電極井設置工法の紹介

ウォータージェットによる水力切削は軟弱地盤での試掘や土被りの深い埋設管の調査に使用される工法であり、開削面積および工事専有面積が少なく経済的で、掘削機を使用しないため騒音や振動による公害の影響が軽微であるという特徴があります。本報では当該工法を電極井戸へ適用した施工事例をご紹介します。

再生可能なコンクリート埋設型照合電極の開発

技術研究所 中澤貴幸

〃 田代賢吉

1. 緒言

コンクリート中の鋼材は塩害や中性化といった環境変化によって不動態皮膜が維持できず腐食が進行し、構造物の性能が低下する。性能低下が生じた構造物に対しては断面修復工法や電気防食工法といった対策が講じられる。その際、コンクリート中の鋼材の腐食または防食状態をモニタリングするために照合電極をコンクリート中に埋設することがある。埋設される照合電極として例えば鉛照合電極がある。鉛照合電極から環境中へ鉛が流出する可能性は低いがコンクリート構造物中に残置された場合、環境を汚染する可能性は否定できないため、今後使用が制限される懸念がある。

一般に照合電極に求められる性能として電極電位が長期間安定であることが挙げられる。そこで我々は鉛照合電極に代わり、長期使用時に照合電極電位が変化した場合でも照合電極に対して適切な電解酸化を行うことにより再生可能な酸化銀照合電極の開発を行った。

2. 試験方法

2.1 室内試験

文献¹⁾を参考にして銀線に試薬の酸化銀を塗布した酸化銀照合電極を作製した。その電極をコンクリート内環境を模擬した飽和水酸化カルシウム溶液中に浸漬し、自然電位を測定した。

2.2 電解酸化後の電位挙動

電解酸化により酸化銀照合電極を作製し前節の結果と比較した。純銀板（99.98%）の10mm×10mmを露出させた電極を作製し、飽和水酸化カルシウム溶液中で定電流電解（0.5mA/cm²）を行い、自然電位測定を行った。電解酸化した電極は遮光容器内の飽和水酸化カルシウム溶液に静置した。自然電位の測定には塩化物イオンによる汚染を防ぐために、硝酸カリウムの塩橋を介した飽和銀塩化銀照合電極を用いた。

2.3 屋外暴露試験

鉛照合電極および電解酸化で作製した酸化銀照合電極をコンクリート供試体内に埋設し、屋外暴露した。コンクリート配合はセメント：水：砂：砂利=1：0.65：3：3.2である。同一供試体内に設置した鉛照合電極を基準として酸化銀照合電極の電位測定を行った。酸化銀照合電極電位が卑化した場合、任意のタイミングで電解酸化を行い、卑化する前の電極電位に回復するか検証した。

3. 試験結果と考察

3.1 室内試験結果

室内試験における酸化銀照合電極の自然電位の経時変化を図1に示す。図1より、室内試験において600日経過後に急激な電極電位の卑化が生じた。原因としては塗布した酸化銀が電解質中に拡散し、電

極内部の酸化銀の活量が減少したためであると考えられる。

3.2 電解酸化後の電位挙動

電解酸化した銀板の自然電位経時変化の一例を図2に示す。この結果から30日間程度安定な酸化銀の電極電位(約+230mV vs. SSE)を示し、電解酸化でも前節と同等の酸化銀照合電極を作製できた。また電極電位が卑化した場合でも電解酸化により電位を回復できる可能性が示唆された。

3.3 屋外暴露試験結果

屋外暴露試験結果を図3に示す。酸化銀照合電極電位が210日程度で卑化した後、コンクリート中に埋設された環境においても適切な通電条件で電解酸化を行うことで電極電位が回復し、その後も比較的長期間安定な電極電位を維持し続けることができた。

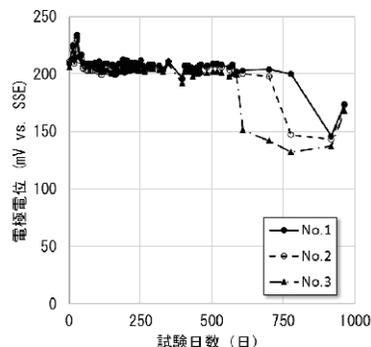


図1 室内試験における酸化銀電極の電位挙動

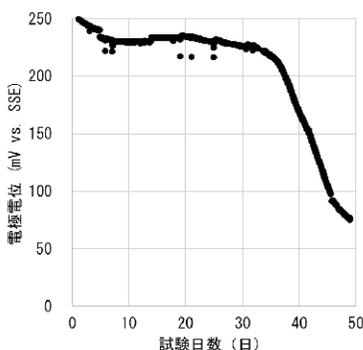


図2 電解酸化した純銀板の電位挙動

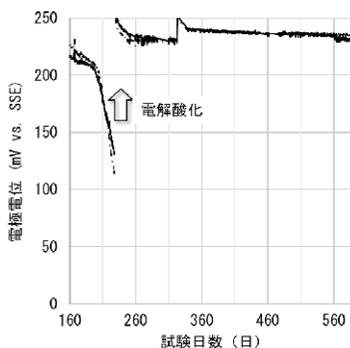


図3 屋外暴露されたコンクリート供試体中に埋設した酸化銀電極の電位挙動

4. まとめ

再生可能なコンクリート埋設型酸化銀照合電極の開発を行った。コンクリートに埋設された状態において適切な通電条件で電解酸化を行うことで、照合電極の性能を回復することができた。今後性能回復の再現性および回復後の寿命を確認予定である。

なおこの内容に関して、第71回材料と環境討論会で発表を行った。

参考文献

- 1) 望月紀保, 田中健一郎, 白水司, 防錆管理, 39巻, pp. 155-161, (1995)

雨天時自動切換装置付き外電の紹介

東京支店 第一技術部 小山翔平
" 山野 剛
技術研究所 三鍋 俊

1. 概要

小田原ガス(株)の定期点検において、開成地区では雨天時の迷走電流の影響により、電鉄近傍部での吸い込みと遠方部での押し出しによる電位不良が確認された。そのときの測定結果を図1、位置図を図2に示す。図1より電鉄近傍部の電位がマイナス方向に変化するとき、電鉄遠方部ではプラス方向に変化する逆相と、防食電位 (-850 mV 以下、飽和硫酸銅電極基準) を満たさない電位不良が確認された。選択排流器や自動定電位制御では遠方部の電位不良を改善できないため、雨天時自動切換装置付き外電を路線全体の電位のベースアップを目的として設置した。本報ではその外電について紹介する。

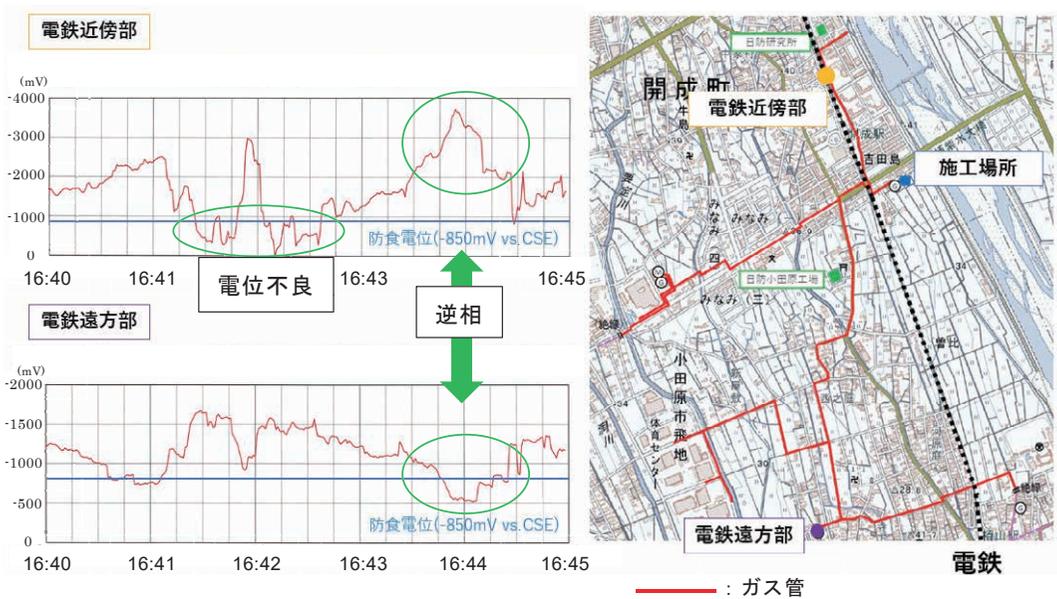


図1 測定結果

図2 位置図

2. 製品の紹介

2.1 概要

雨天時自動切換装置付き外電とは、自動定電位制御方式の外電に降雨警報器を加えた外電である（図3）。降雨警報器の制御盤を図4、雨センサーを図5および図6に示す。本製品は、晴天時に自動定電位制御で稼働しており、雨天時に図5および図6に示す雨センサーの銅のくし形電極同士が水滴により導通すると制御盤に信号が送られて、定電流制御方式に切り替わる。



図3 雨天時自動切換装置付き外電



図4 制御盤



図5 雨センサー屋根設置



図6 雨センサー

2.2 仕様

本工事で使用した降雨警報器の仕様を下記に示す.

- 1) 品名 : 降雨警報器 (制御盤 + 雨センサー)
- 2) メーカー : (株)ライジング
- 3) 型式 : RH-7
- 4) 入力 : AC100 V, AC200 V
- 5) 寸法 : 制御盤 L240 × W150 × t120 mm
雨センサー L75 × W50 × t10 mm
- 6) その他 : 雨センサーは5年を目安に交換
ヒーター付きなので夜露の心配もなく, 雨上がり後の復帰も早い

3. 施工事例

3.1 施工概要

- 1) 工事件名 : 開成地区電気防蝕設備設置工事
- 2) 客先 : 小田原ガス株式会社殿
- 3) 施工場所 : 神奈川県足柄上郡開成町吉田島 4189-3
開成地区整圧器室 (ガバナ) 地内 (図 2)
- 4) 防食対象 : ガス管 (中圧管 100A, 150A, 200A, 300A) 約 7 km
- 5) 電防方式 : 外部電源方式 DC 60V-5A × 1 回路 (ハイデック製)
- 6) 制御方式 : ①手動 or 自動定電位制御 (晴天時)
②定電流制御 (雨天時)

3.2 施工フロー

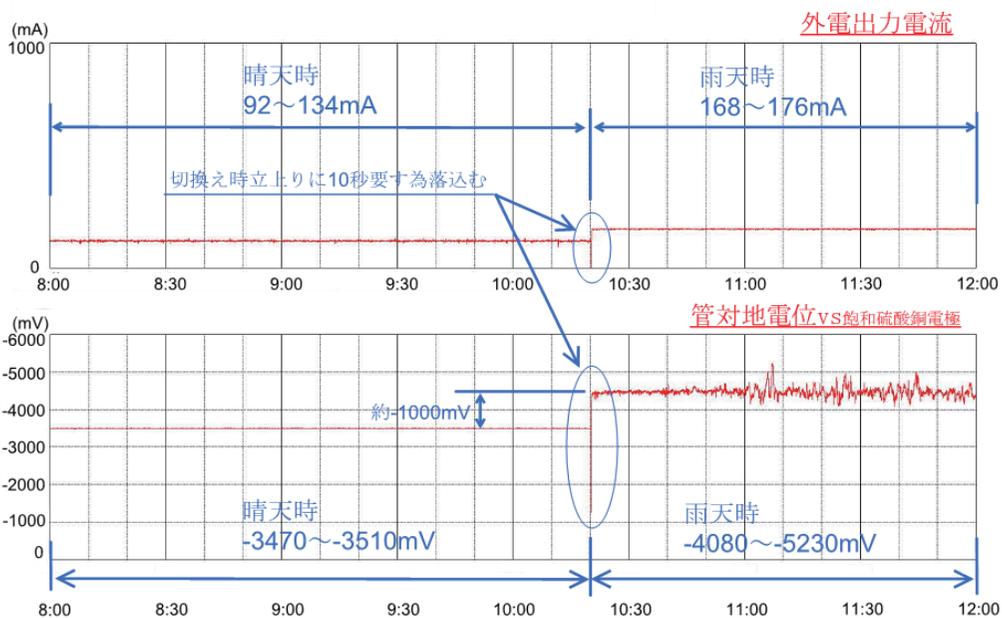


3.3 完工測定結果

完工測定結果を表1および図7に示す。

表1 完工測定結果

	晴天時			雨天時			切替えによる変化量
	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	
出力電流 (mA)	134	120	92	176	174	168	54



[設定]
 定電位制御 設定電位 : -3500 mV
 定電流制御 設定電流 : 175 mA

図7 完工測定データ

上記のとおり、電位変動幅が大きくなる雨天時も防食電位-850 mV以下を維持し良好な結果を得ることができた。

4. まとめ

雨天時の迷走電流対策として、定電流制御への雨天時自動切換え装置付き外電を設置したところ、良好な結果を得ることができた。

また、雨天時切替え装置の利用による切替パターンを表2に示す。

表2 切替パターン

晴天時	雨天時	備考
手動 or 自動定電位制御	定電流制御	今回
定電流制御（例：1A）	定電流制御（例：3A）	電流値アップ
Mg 陽極による防食	定電流制御 or 自動定電位制御 or 手動タップ	

なお、懸念事項として下記事項が確認されている。

- ① 定電流制御へ切換わる際、立ち上りに10秒程度要するため、電位が落ち込む。定電位制御へ戻る時は瞬時に立ち上る。2回路盤とし晴天時・雨天時を別回路で稼働させ定電位制御OFFのタイミングを10秒程度遅らせられれば解消できるが、現状それ以外の妙案はない。
- ② 水滴へのセンサーの感度が良く、断続的に小雨が降ると自動切換えを繰り返してしまう。小雨だとセンサーのヒーターにより即座に乾いてしまい、水滴によるくし形電極の導通と乾燥による開放を短時間で繰り返す。切換え時のマグネットスイッチの音が大きいため、深夜に頻繁な切換えが行われると住民からの苦情が懸念される。

浅埋電極井設置工法の紹介

東京支店 第二技術部 藤川涼太
// 大西良和

1. 概要

外部電源装置設置工事において、電極井戸の掘削はロータリー式工法が一般的であるが、泥水を循環させながら掘削するため、掘削機の他に泥水タンク、種々のポンプ類、マッドスクリーン等のプラント設備を要する。したがって、工事期間中は一時的に相応の用地を占有する必要がある。

今回の工事では以下の制約があった。

- ①工事用地が限られているため、従来のプラント設備を設置してボーリングを行うことは困難である。
- ②工期短縮が求められた。
- ③騒音に関して近隣住民への対応が必要とされた。

以上の理由から、本工事においては客先にて施工実績のあったウォータージェットによる水力切削を選定した。ウォータージェットによる水力切削は、従来の工法であるが電極井戸への施工適用は少ない。

2. 水力切削

水力切削は軟弱地盤での試掘や土被りの深い埋設管の調査に使用される工法であり、以下に示す特徴がある。

- ①開削面積および工事専有面積が少なく経済的である。
- ②掘削機を使用しないため騒音や振動による公害の影響が軽微である。

3. 外部電源装置仕様

外部電源装置の仕様の概略を以下に示す。

3.1 使用電極

名 称：MMO 電極
材 質：複合酸化物被覆電極
形 状：φ30×L1200 mm
使 用 本 数：2 本

3.2 電極井戸構成

絶縁部ケーシング：VPφ150：9.5m
電極部ケーシング：SGPφ150：5.5m

3.3 直流電源装置

交流入力：AC100V 50Hz 1φ
直流出力：50V-5A
制御方式：自動

4. 施工方法

作業状況を図1に示す。

4.1 ボーリング工事

電極井設置位置において、試掘により他埋設物の有無を確認した後、掘削専用機を設置し、コアボーリング(φ300)を実施した。

高圧ポンプから送られるウォータージェットにて水力切削し、切削過程において井戸崩落防止としてガイド管を掘削専用機にて順次挿入した。掘削した土砂等は泥水状態になるので、バキューム車にて適宜吸引しながら水力切削した。



図1 作業状況

4.2 ケーシング設置工事

掘削孔内にケーシング(SGPφ150A および VPφ150A)を順次設置した。

4.3 電極設置工事

ケーシング外側～井戸外壁の鋼管ケーシング部分にはアースコンタクトバックフィルを、VP ケーシング部分には3分砂利を充填し、その後ケーシング内の所定の深度(No.1:13m, No.2:11m)にMMO電極を設置し、ケーシング内部にもアースコンタクトバックフィルを充填した。

4.4 電極上部へのピット据え付け

電極井戸の上部地表面にハンドホールを据え付けた。

防食井戸の構成を図2に示す。

5. 考察

ウォータージェットの水力切削による電極井戸設置の長所および短所は以下のとおりである。

5.1 長所

- ① 工事占用面積が従来のボーリング工と比較して小さくても施工可能である。ただし、掘削専用機、クレーン付きトラック、高圧ジェットポンプ、発電機、バキューム車、清水車の配置が必要である。
- ② プラント設備の設置および撤去等の必要が無いため、工期の短縮が可能である。
- ③ ローター式工法で使用するスピンドル型掘削機等を使用しないため、振動による公害の影響が軽微である。
- ④ 井戸崩落防止としてガイド管を挿入しながら掘削を行うため、軟弱地盤でも施工が容易である。

5.2 短所

- ① 水力切削のため、土質によっては掘削不可となる可能性がある。
- ② 掘削深度は通常10m程度であるが、本工事で行った15mの掘削が限界であると感じた。
- ③ 発電機、高圧ポンプおよびバキューム車を使用するため、騒音については従来のボーリング工事と大差ないように感じた。

6. まとめ

ウォータージェットによる水力切削は以下の条件の場合、他の工法と比較して優位性がある
と考える。

- ①掘削深度が4 m～15 m で土質条件が適している場合.
- ②工事占用面積に制約があり、従来のボーリング工事が困難な場合.
- ③地下水位が高い場合や軟弱地盤である場合.

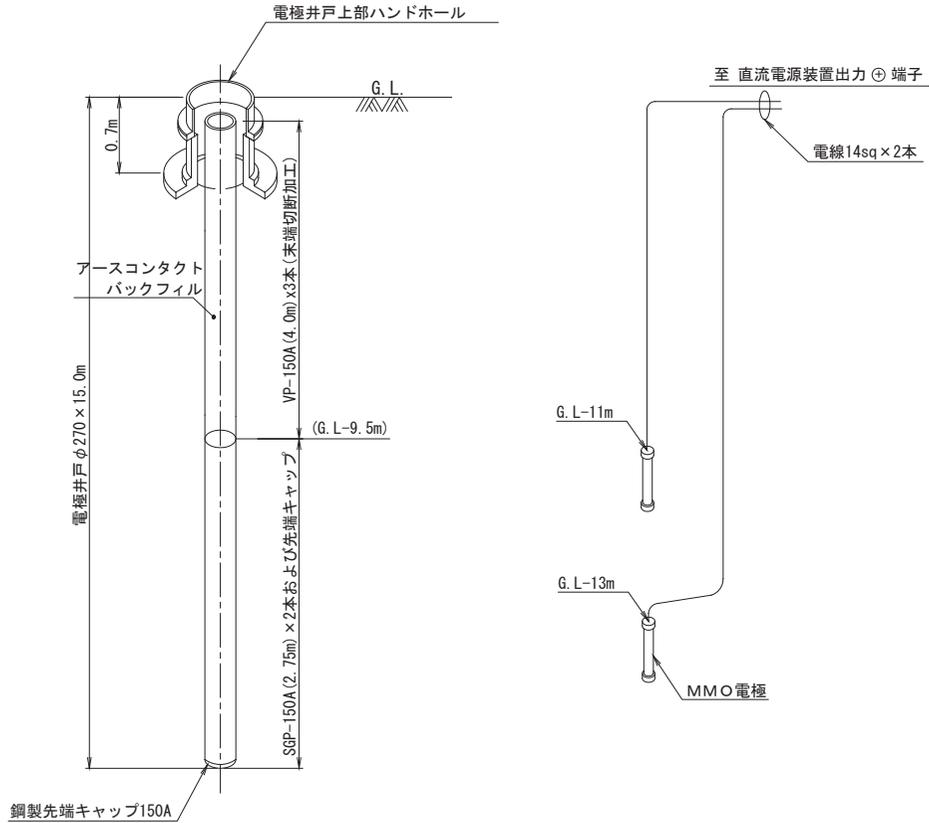


図 2 防食井戸構成図



陸上からの簡易な電位測定の結果
を用いた犠牲陽極寿命評価技術

Quick Anode Checker

クイック アノード チェッカー (Q.A.CHECKER)



QAチェッカーは、陸上からの簡易な電位測定の結果から、鋼構造物に取付けられた犠牲陽極の発生電流を統計学的手法に基づいて推定し、犠牲陽極の残寿命を求める計測機器です。本計測では、ケレンを伴う潜水作業を必要とせず、安全でかつ定量的に評価可能な手法です。

本技術は、国土交通省「港湾の施設の新しい点検技術カタログ」に掲載されています。



カタログ



動画



日本防蝕工業株式会社
THE NIPPON CORROSION ENGINEERING CO.,LTD

水中ROVを活用した 海洋鋼構造物および浮体施設等 の電気防食点検技術



本技術は、照合電極（海水塩化銀照合電極等）を装備させた水中ROVにより、矢板式構造物（係船岸・護岸）のほか、棧橋の内部鋼管杭や浮体施設底板など上部工の上からでは測定が困難な部位の鋼材電位を潜水土に頼らず測定可能とした点検技術です。

本技術は、国土交通省「港湾の施設の新しい点検技術カタログ」に掲載されています。



カタログ



動画



日本防蝕工業株式会社
THE NIPPON CORROSION ENGINEERING CO., LTD

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 札幌ビル 6 階)
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 2-15-28 (藤崎大町ビルディング 1 階)
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一丁目 21 番 12 号 (昭和ビル)
TEL (03) 3737-8400 FAX (03) 3737-8479
- 広域営業部 (本社内)
TEL (03) 3737-8441 FAX (03) 3737-8459
- 東京支店 (本社内)
TEL (03) 3737-8450 FAX (03) 3737-8458
- 千葉営業所
〒260-0013 千葉市中央区中央 1-11-1 (千葉中央ツインビル 1 号館 9 階)
TEL (043) 441-4075 FAX (043) 441-4076
- 新潟営業所
〒950-0086 新潟市中央区花園 2-1-16 (三和ビル 3 階)
TEL (025) 244-0911 FAX (025) 247-6030
- 中部地区 ●名古屋支店
〒464-0850 名古屋市千種区今池 1 丁目 5 番 10 号 (千種 KI ビル 2 階)
TEL (052) 735-3481 FAX (052) 735-3480
- 四日市営業所
〒510-0061 四日市市朝日町 3-2 (PLAZA1986 2 階)
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 4 階)
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 7 階)
TEL (078) 242-2535 FAX (078) 242-5426
- 本四営業所
〒700-0962 岡山市北区北長瀬表町 3-1-12 (北長瀬駅前 II ビル 1 階)
TEL (086) 805-0287 FAX (086) 244-1077
- 中国地区 ●中国支店
〒730-0051 広島市中区大手町 5-1-1 (大手町ファーストビル 3 階)
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 4 階)
TEL (0834) 31-3762 FAX (0834) 31-3791
- 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 2 階)
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 (タカダ新都心マンション 2 階)
TEL (098) 862-0226 FAX (098) 864-2383