

低速浸透ながら多点同時注入による急速施工を実現

超多点注入工法



日本基礎技術株式会社

Japan Foundation Engineering Co., Ltd.

超多点注入工法の概要

■ 超多点注入工法の概要

薬液注入における一つの理想は、薬液を均等に土粒子間にしみ込ませる浸透注入にあります。

少しずつゆっくりと注入することで球体に近い理想的な固結体が得られますが、従来の方法では莫大な時間と手間を要し、施工効率の改善が大きな課題でした。

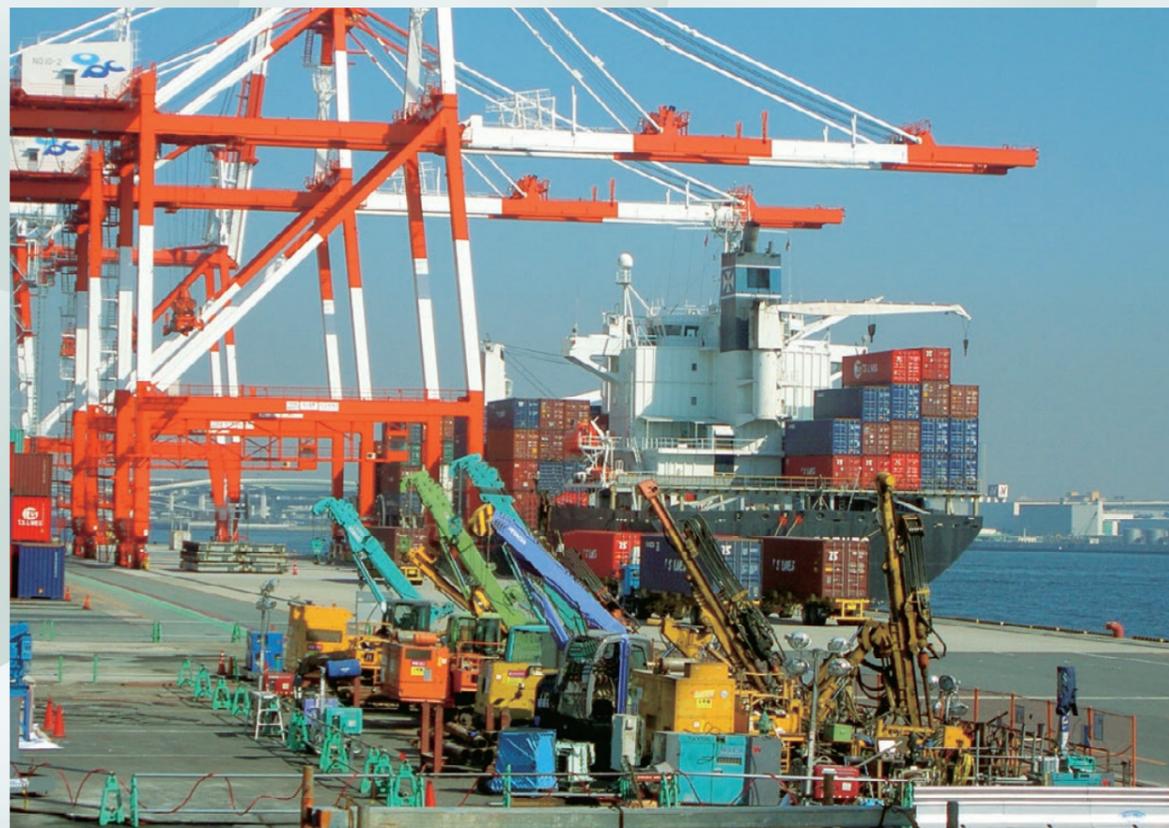
この課題を解決するため、低吐出量のポンプを用いて多数の注入ポイントから同時に注入し、急速施工を可能にした技術が、『超多点注入工法』です。



■ ウォーターフロント、港湾設備、そして海上空港……。

地盤の液状化が懸念される様々な施設における地震対策は、今や喫緊の課題となっております。

超多点注入工法は、理想的な浸透固結による高い改良効果、地盤の実態と施工の安全性を迅速・的確に確認する情報化施工、そしてコンパクトで無騒音・無振動の施工機器群で解決し、薬液注入の世界に変革をもたらした理想的な注入技術です。



栈橋式岸壁直下地盤の液状化対策

業界初のリアルタイムシステム

Option

Ground-4D

3次元データに時間軸をプラスした4次元での可視化
現場のモニタリングと過去へのタイムトラベル

■ 特長

遠隔地にいながら施工状況を瞬時に把握可能!!

今までは、管理室で確認していた注入データや変位計測データなどの施工情報が、クラウドにアクセスすることで相関関係をモニタリングすることが可能です。

過去のデータをその場で確認!!

従来、チャート紙から読み取っていたデータがクラウドに保存され、いつでも確認できます。改良体や時間を指定して過去のデータ表示が可能です。

進捗状況をアニメーションで確認!!

簡単な設定で指定した期間のアニメーション作成が可能です。

■ 施工データ (施工時)

● 現場の“今”がわかる

施工データ

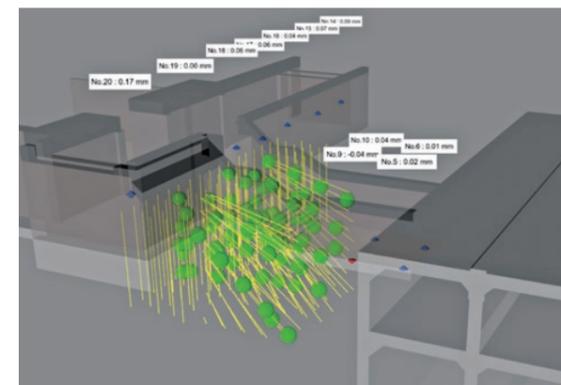
注入量に応じた球体イメージをリアルタイムで色と大きさで表示します。

周辺構造物への影響

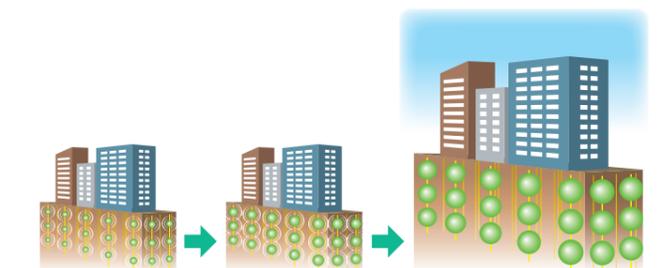
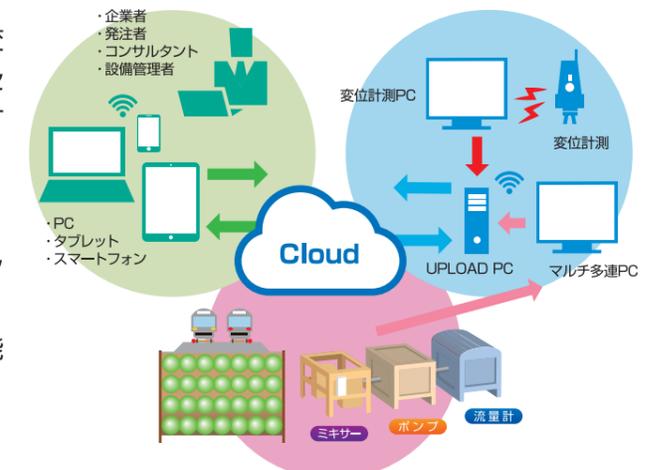
変位計のデータを矢印の色と長さ及び数値で表示します。

● 過去の状況をアニメーションに!!

蓄積されたデータは、いつでもアニメーションで表示できます。



■ 4D可視化イメージ

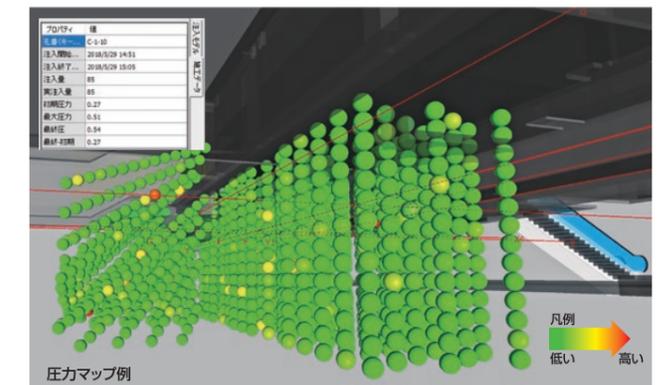


注入量と共に改良体が大きくなります。

■ 施工データ (施工時及び完成後)

- データを3次元モデルで納品※1
- 3D マップを簡易に作成

※1 データの確認にはNavisworks® ※2が必要です。
※2 Navisworks® はAUTODESKの登録商標です。

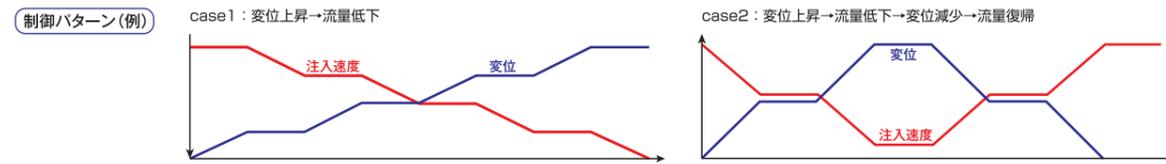


Option DCI 多点注入工法

概要

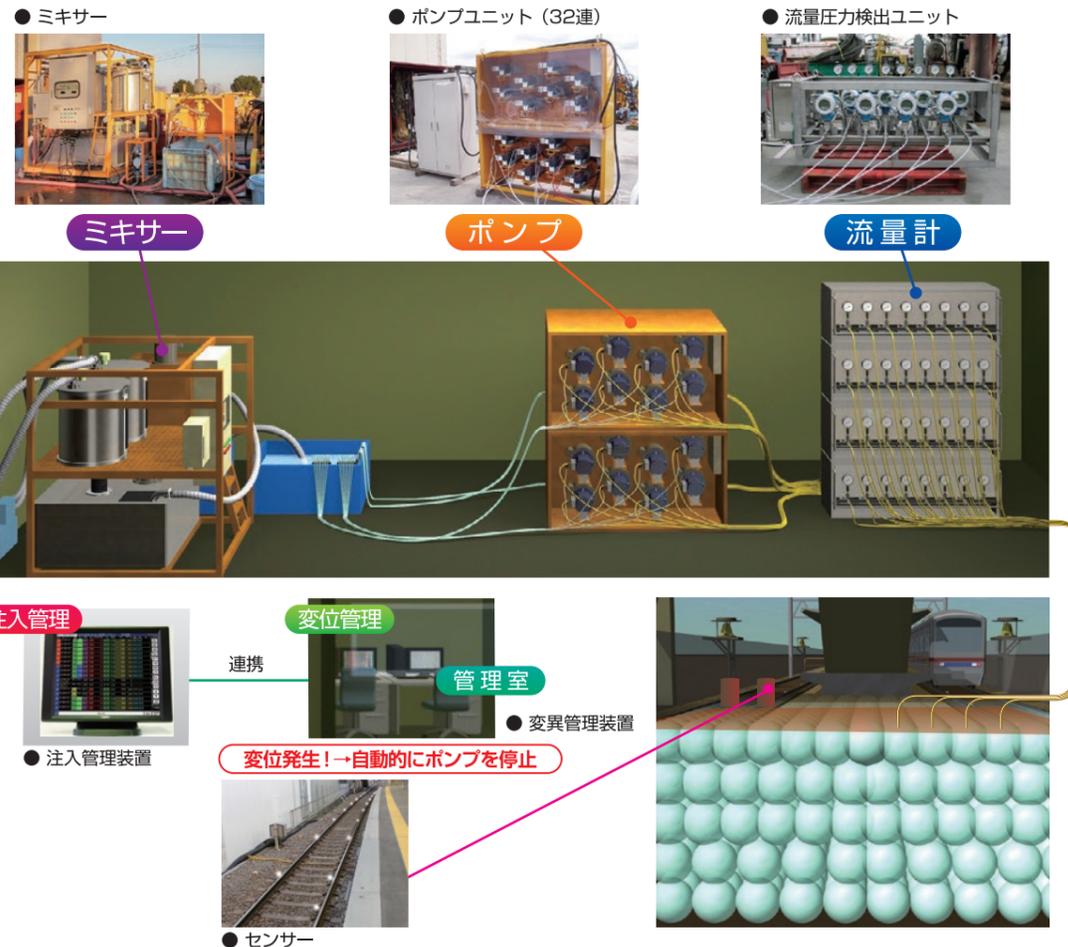
軌道近傍や構造物直下で薬液注入工法を用いる場合、注入圧力により隆起が生じることが課題でした。そこで、変位データを連動して注入することで、変位を抑制できる「DCI多点注入工法」を開発しました。

- 鉄道ACT研究会:PR対象工法
- 東京都下水道局:新技術データベース登録 No.II-10-1、2009
- 東京都港湾局:新材料・新工法DB No.21018



専用システム(マルチ多連システム) 模式図

変位抑制、全自動、コンパクトにユニット化、施工時のCO₂排出量を低減



超多点注入工法とは

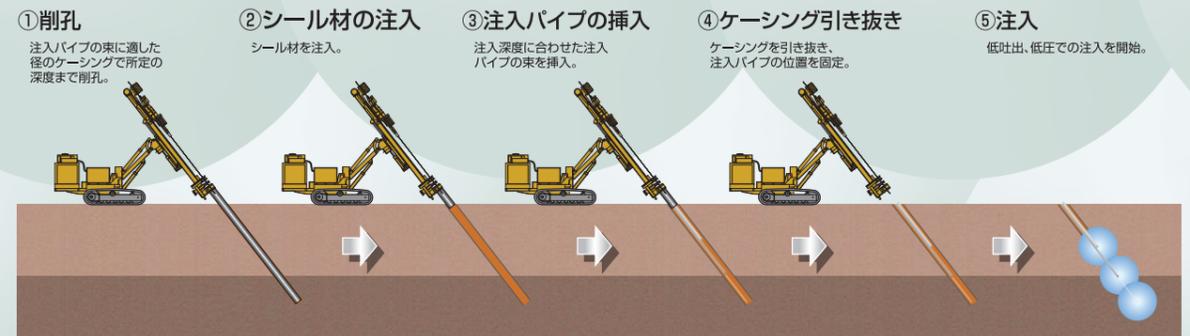
- 既設構造物近傍・直下の施工が可能
- 1ポンプ当りの注入速度は低速(毎分1~6ℓ)ながら、多点同時注入(32連)による急速施工が可能
- ユニット化された専用システムにより、狭隘部での施工が可能
- 注入圧力に応じて、個々のポンプを機械的に自動制御
- フレキシブルな注入管を集積し、占用範囲を限定



空頭制限下(H=3.0m)での施工

- 運輸省民間技術評価証 第00103号
- ARIC登録番号: No.0398
- 平成14年度(社)地盤工学会技術開発賞受賞「恒久グラウトと注入技術」

施工手順 (360°全方位削孔可能)



注入設備

注入プラントから注入ポイントを結ぶ注入配管、注入管、ノズルチップ。超多点注入工法の配管系統は、驚くほどコンパクトです。

一つの注入孔にセットされるノズルと注入管は、芯材を中心に束ねられます。深度方向のノズルピッチは任意に設定可能であり、不均質な地質状況に応じて適切な改良体配置が可能です。

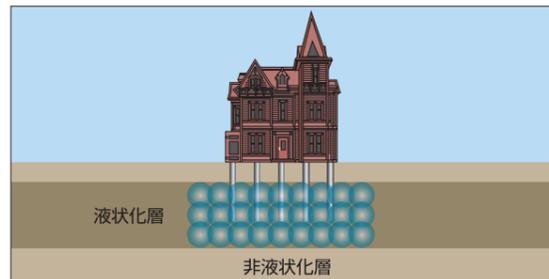
また、軽量で扱いやすい注入管は、極めて簡単にセットすることができます。

定置式プラントは、1ユニット(32連)当り100m²、車載式プラント(16連)は4tトラック2台とコンパクトな設計となっております。



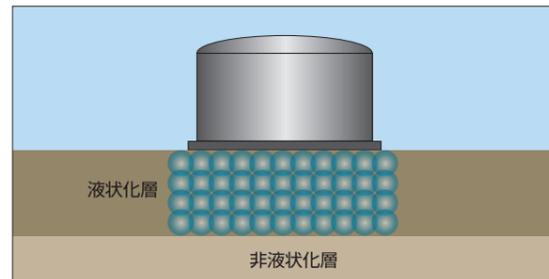
適用例

①杭基礎の地盤改良



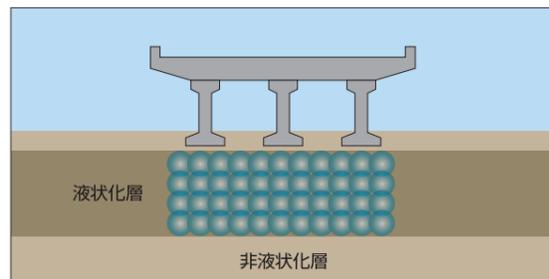
杭基礎などに影響を与えることなく地盤改良を行えるため、歴史的建造物の耐震補強にも採用されています。

②構造物直下の地盤改良



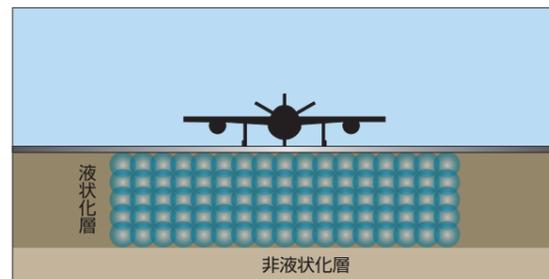
タンクなどの地盤及び基礎の地盤改良において、稼働しながらの施工が可能です。

③直接基礎の地盤改良



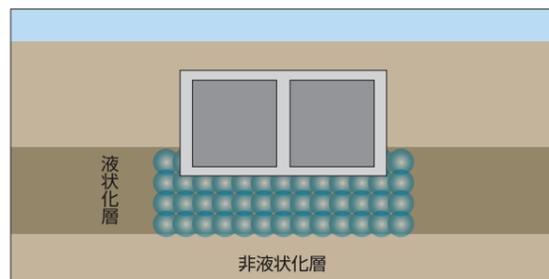
直接基礎下部の施工時においても変位を抑制できます。

④滑走路・道路の地盤改良



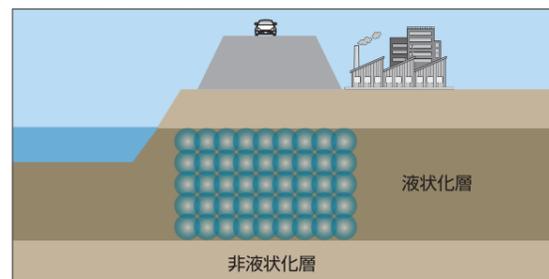
実物大の空港施設を用いた液状化実験により、確実に過剰間隙水圧の発生が抑制されることが分かりました。

⑤地中構造物の浮上がり防止



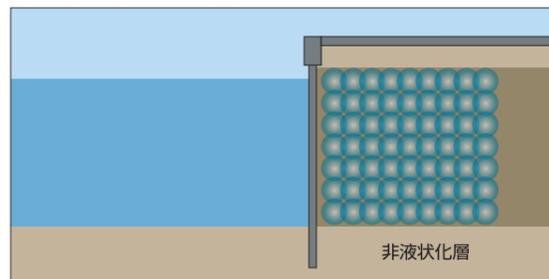
ボックスカルバートなど地下構造物の液状化に伴う浮上がり防止に変異を抑制しながら適用できます。

⑥盛土構造物(狭隘・近接部)の地盤改良



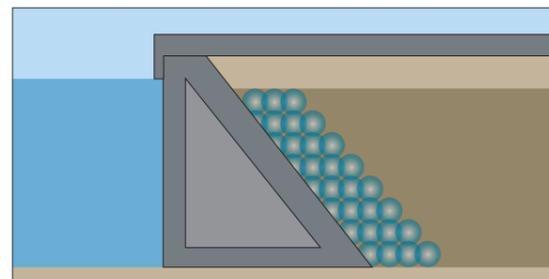
占用帯の極小化が可能であり、道路を供用しながら施工できます。

⑦既設岸壁・護岸の地盤改良



ウォーターフロントの埋立層の大規模な液状化対策において、急速施工が可能です。

⑧既設岸壁・護岸の吸い出し防止・止水



注入速度は低速であり、均質な改良効果が得られるため、高い止水性を発揮します。

●適用範囲 適用限界地盤：砂質土盤 細粒分含有率 $F_c < 40\%$

※細粒分含有率 $20\% \leq F_c < 40\%$ の場合においては、改良径や注入速度などの注入諸元の設定を十分に検討する必要があります。

改良土の特性

●改良土の液状化強度比

超多点注入工法で改良された地盤は地震時に発生する過剰間隙水圧の上昇が抑制され、液状化を防止します。図-1は、改良砂の繰返しせん断応力比Rと繰返し回数 N_c の関係を示しています。マグニチュード8.0の地震動に相当する繰返し回数20回の際の液状化強度比 R_{L20} をみると、改良後は0.5程度以上となり、液状化防止に十分な強度を発揮します。

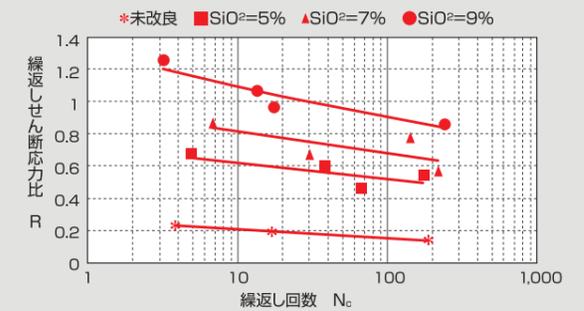


図-1 せん断応力比と繰返し回数の関係^{※1}

●一軸圧縮強さと液状化強度比の関係

既往の試験結果による、一軸圧縮強さと液状化強度比の関係から、一軸圧縮強さが増加するとともに液状化強度比も大きくなるのが分かっています。この $q_u \sim R_{L20}$ ($DA=5\%$) 関係を用いて、簡易的に設計基準強度を決定することができます。

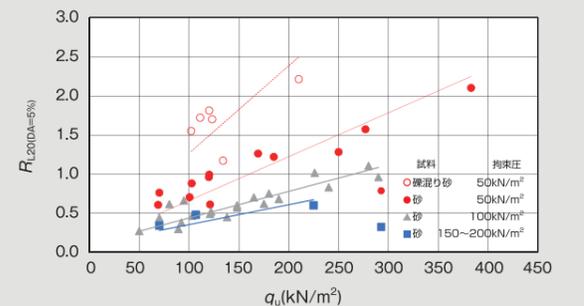


図-2 一軸圧縮強さと液状化強度比の関係^{※2}

●恒久的な改良効果が持続

超多点注入工法に用いる注入材料は、水ガラスの Na^+ をイオン交換法により除去して増粒した純粋なコロイダルシリカからなる活性シリカがベースとなっています。そのため、ゲルは劣化の要因となる Na^+ を含まないため、改良体からのシリカの溶脱がほとんど無く、また体積収縮も極めて少ないため、長期耐久性に優れています。

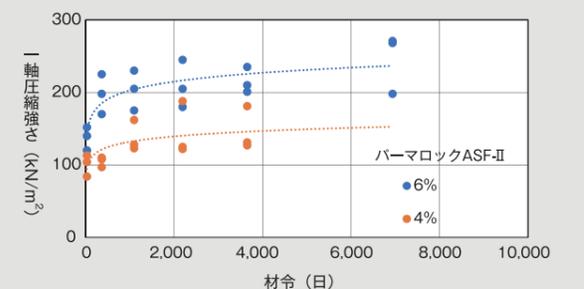


図-3 改良地盤の一軸圧縮強さの経時変化^{※1}

※1 超多点注入工法 技術マニュアル参照
 ※2 恒久グラウト注入工法 技術マニュアル参照

■専用注入材

埋立層や沖積砂層を対象に、本設注入では液状化対策・吸出し防止・基礎の補強など、仮設注入では長期止水や高強度補強などで優位性を発揮します。

目的	分類		名称	主な用途	ゲルタイム	
本設用	溶液型 恒久グラウト [®]	無機 溶液型	活性シリカ [®]	パーマロック [®] ・ASF シリーズ パーマロック [®] ・AT シリーズ	液状化防止 止水と地盤強化	数秒 十数時間
仮設用	シリカゾル グラウト [®]	無機 溶液型	シリカゾル [®]	ハードライザー [®] シリーズ ジオシリカ [®]	止水と地盤強化	数秒 十数時間



日本基礎技術株式会社

Japan Foundation Engineering Co., Ltd.

<http://www.jafec.co.jp>

本 社	〒530-0043 大阪府大阪市北区天満1丁目9番14号	TEL. 06(6351)5621	FAX. 06(6355)2077
東 京 本 社	〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷1丁目1番12号 NKG東京ビル	TEL. 03(5365)2500	FAX. 03(5365)2522
札 幌 支 店	〒060-0033 北海道札幌市中央区北3条東8丁目8番地4	TEL. 011(252)3670	FAX. 011(252)3671
東 北 支 店	〒984-0032 宮城県仙台市若林区荒井6丁目2番地12	TEL. 022(287)5221	FAX. 022(390)1263
首都圏支店	〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷1丁目1番12号 NKG東京ビル	TEL. 03(5365)2900	FAX. 03(5365)2830
中 部 支 店	〒462-0819 愛知県名古屋市北区平安2丁目4番68号 井元ビル3F	TEL. 052(910)1881	FAX. 052(917)3553
関 西 支 店	〒530-0043 大阪府大阪市北区天満1丁目9番14号	TEL. 06(6351)0562	FAX. 06(6351)7039
九 州 支 店	〒815-0075 福岡県福岡市南区長丘5丁目28番6号	TEL. 092(552)2111	FAX. 092(554)1133