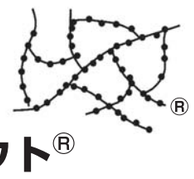
地盤注入開発機構 ── 絶え間ない研究開発と実用化された新規技術を発信し続ける組織 ──

無機溶液型耐久グラウト －本格仮設注入材－
シリカゾルグラウト®

シリカゾルグラウト会／耐久グラウト研究会®

掘削工事 施工実績 1973年以来
国内 50,000 件以上
海外（台湾,韓国）100件以上



シリカゾルグラウト®

瞬結～緩結:
- ハードライザー・セブン
- ハードライザー・セブンＨｉ
- シリカライザー
- ハードライザー(SS)
- ジオシリカ
- クリーンロック(Ⅳ)

シリカゾルグラウトとは、水ガラスの劣化要因であるアルカリを酸性反応剤により中和・ゾル化した注入材の総称です。主材は JIS 規格～アルカリ分の少ない特殊水ガラス（高モル比水ガラス）で、添加剤に無機塩や多価金属化合物を用いることができます。ゲルからのシリカの溶出量がきわめて少なく長期耐久性に優れ、掘削工事における本格仮設注入材に用いる耐久グラウトとして我が国最大の施工実績を有しております。また近年高強度シリカゾルグラウト（無機溶液型最高強度）も開発されております。

上記のシリカゾルグラウトは全自動製造装置を用いた間接法により水ガラス（径0.1nm）を中和・ゾル化（径1nm）して耐久性を付与したシリカゾル®（耐久シリカゾルグラウト®ともいう）を形成して地盤中に注入します。

懸濁型グラウトでは浸透不能な地盤の高強度補強

高強度浸透性無機溶液型シリカグラウト FASSシステム

大深度地下掘削に
シリカゾルグラウト-Hi
巨大地震の耐震補強に
パーマロック・ASF-Hi
通常配合および海水使用にも対応

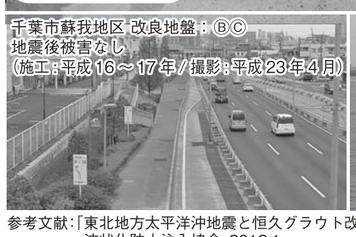
（右写真）全自動シリカゾル製造装置（ＦＡＳＳシステム）

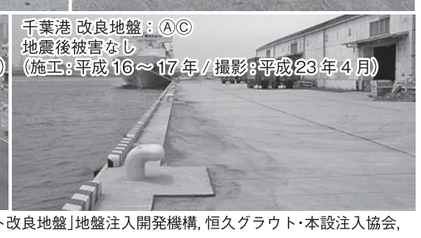
施工事例

「東北地方太平洋沖地震」における施工現場の追跡調査／地盤改良効果の確認

恒久グラウトを用いた急速浸透注入工法により液状化対策工事を行った8現場において、東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日）後の追跡調査を行った結果、全く被害を受けなかったことが確認された。

注入工法：Ⓐ超多点注入工法　Ⓑエキスパッカ工法　　注入材：Ⓒパーマロック・ASF-Ⅱ





参考文献：「東北地方太平洋沖地震と恒久グラウト改良地盤」地盤注入開発機構, 恒久グラウト・本設注入協会, 液状化防止注入協会, 2012.1

お問い合わせ
【事務局】〒113-0003 東京都文京区本郷 3-15-1 美工ビル 5階　ジャテック㈱内
TEL. 03-3815-2162・FAX. 03-3815-2102　URL:http://www.jckk.jp
【工法事務局】強化土エンジニヤリング株式会社

護岸と基礎の高強度恒久補強,液状化防止,無収縮性恒久止水
恒久グラウト本設注入工法

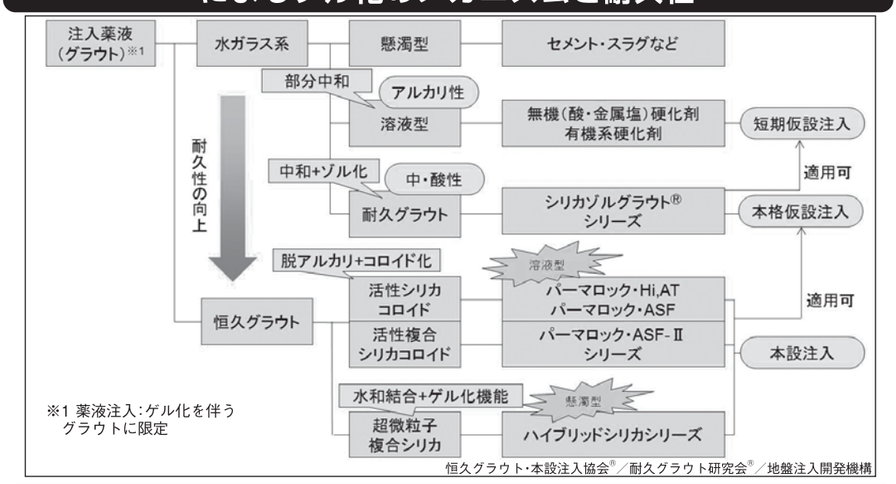
恒久グラウト・本設注入協会／液状化防止注入協会／強化土グループ
平成14年度（社）地盤工学会　技術開発賞「恒久グラウトと注入技術」受賞技術

「恒久グラウトと注入技術」は 30 年以上に亘る産学協同研究による薬液注入の長期耐久性の研究を背景に生れ、これらの研究の成果が評価され平成 14 年度の地盤工学会技術開発賞（米倉亮三、島田俊介）を受賞、薬液注入工法は仮設から本設を目的とした地盤注入工法として質的転換を遂げ今日に至っております。室内試験のみでは、確認しきれない実際の耐震効果について、長期野外試験に加えて恒久グラウト・本設注入工法の施工現場は東日本大震災後の地盤を確認調査した結果、いずれも液状化は見られず、理論と有効性が実証されました。

恒久グラウト施工実績 1,200件 以上
液状化対策注入工法実績 6億リットル以上

産学協同研究による30年間の恒久性の実証と、大規模野外試験による13年以上の浸透固結性と経年固結性の実証

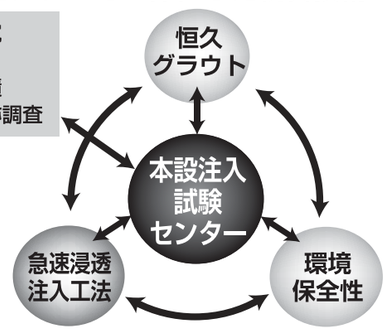
30年以上の薬液注入の長期耐久性の産学協同研究によるゲル化のメカニズムと耐久性



恒久グラウト・本設注入工法のコンセプト

互いに関連する三大要件と要素技術を本設注入試験センターで一体化した統合技術

産学協同実証研究
異業種共同研究
現場データの集積
東日本大震災後の追跡調査



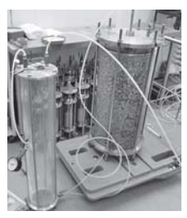
本設注入試験センター

試験研究機能
データ集積機能

現場採取土を用いた液状化対策配合設計とデータ集積

本設注入試験センターでは多数の施工実績によるデータを蓄積し、所定の液状化強度を得るための現場採取土を用いた配合設計を行い、データの提供やコンサルティングを行っています。また改良地盤から可溶性 SiO_2 含有量を測定し、改良効果を推定する地盤珪化評価法が実用化されています。

現場採取土を用いた本設注入試験センターにおける供試体注入試験（本設注入試験センター／強化土研究所内）撮影：2015年9月



大型供試体作製装置

ICP分析による地盤珪化評価法（強化土エンジニヤリング㈱、日本化学工業㈱共同開発）

恒久グラウト

液状化防止・恒久地盤改良・環境保全・恒久止水
●活性シリカコロイド・活性複合シリカコロイドー安定したゲル構造ー

パーマロック®シリーズ

パーマロック・ＡＴ, Ｈｉ
活性シリカコロイド

パーマロック・ＡＳＦ
活性複合シリカコロイド

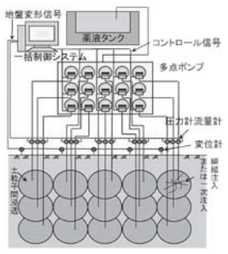
基礎の恒久強化と掘削地盤の高強度補強
●超微粒子複合シリカ
ハイブリッドシリカ®シリーズ

基礎の高強度恒久補強
1995年阪神・淡路大震災復旧工事
以来基礎の高強度補強多数 **700件**

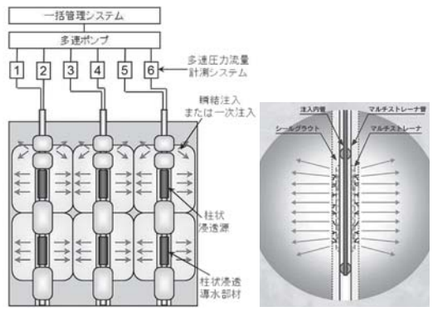
急速浸透注入工法

急速浸透注入工法は注入材に恒久グラウトを使用し「急速施工・経済性・高品質・液状化防止・高強度地盤改良」を実現する地盤改良工法です。

三次元同時注入工法
●超多点注入工法®
国土交通省NETIS:KK-120050-A
●多点同時注入工法®
ー 恒久グラウトを用いた変位抑制型の薬液浸透注入工法 ー
沿岸技術研究センター認定番号:第14002号

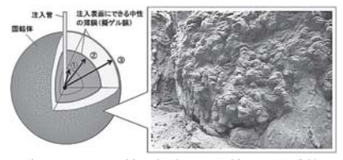


柱状浸透注入工法
●エキスパッカ®工法
●マルチストレーナ®工法
国土交通省ＮＥＴＩＳ:KT-140123-A

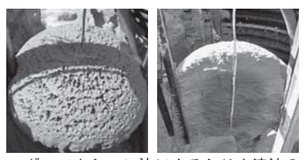


環境保全性

- ●土中構造物保護技術
  マスキングシリカ®法・活性シリカ®法・多点®システム・多連®システム
- ●水質保全、水生生物に対する安全性
- ●生分解性バイオチューブ®注入管
- ●浸透ゲル化特性による広範囲浸透固結性（マグマアクション®法）



マグマアクション法の概念図と同法による乗越え浸透注入状況



マグマアクション法によるシリカ溶液の浸透固結性の実証

地盤注入開発機構

シリカゾルグラウト®
「ハードライザー」「ハードライザー・セブン」
「シリカライザー」「ジオシリカ」「クリーンロック」
高強度型「ハードライザー・セブンHi」
17年間の長期耐久性を現場実証
本格仮設注入材　施工実績5万件以上

シリカゾルグラウト会

【正会員】
三信建設工業㈱
ライト工業㈱
日特建設㈱
日本基礎技術㈱
㈱大阪防水建設社
ケミカルグラウト㈱
日本綜合防水㈱
セキソ㈱
小野田ケミコ㈱
東興ジオテック㈱
東亜グラウト工業㈱
㈱ニチボー
三和土質基礎㈱
芝田土質㈱
太洋基礎工業㈱
㈱ニッソ
㈱牛福久
地下防水工業㈱
新日本グラウト工業㈱
㈱ティシーエー
双栄基礎工業㈱
㈱地巧社
㈱山野建設
【特別会員】強化土㈱・強化土エンジニヤリング㈱
【賛助会員】強化土グループ参照

耐久グラウトによる長期仮設注入
耐久グラウト研究会　43社加盟

シリカゾルグラウトは水ガラス中のアルカリを酸で除去した非アルカリ性シリカ溶液の総称であって、上記名称の商品を対象としています。

二重管複合注入工法
「ユニパック工法」
「マルチライザー工法」
「ジオコンポ注入工法」
施工実績7,000件以上

複合注入工法研究会

【正会員】
三信建設工業㈱
ライト工業㈱
日特建設㈱
日本基礎技術㈱
㈱大阪防水建設社
ケミカルグラウト㈱
セキソ㈱
小野田ケミコ㈱
東興ジオテック㈱
㈱ニチボー
三和土質基礎㈱
芝田土質㈱
太洋基礎工業㈱
㈱牛福久
地下防水工業㈱
㈱エムテック
日本綜合防水㈱
新日本グラウト工業㈱
双栄基礎工業㈱
㈱ティシーエー
東亜グラウト工業㈱
大善建設㈱
㈱ニッソ
㈱地巧社
【特別会員】
強化土㈱・強化土エンジニヤリング㈱
【賛助会員】
強化土グループ参照

恒久グラウト・本設注入工法
平成14年度地盤工学会技術開発賞受賞技術

活性シリカ：液状化防止
マスキングシリカコロイド
「パーマロックシリーズ」
超微粒子複合シリカ：高強度構造
「ハイブリッドシリカシリーズ」
急速浸透注入工法
「超多点注入工法」「多点同時注入工法」
「エキスパッカ工法」
「スリーＰ工法」
「マルチストレーナ工法」
施工実績1,200件以上　注入実績6億リットル以上

恒久グラウト・本設注入協会

【正会員】
三信建設工業㈱
ライト工業㈱
日特建設㈱
日本基礎技術㈱
㈱大阪防水建設社
ケミカルグラウト㈱
㈱地巧社
セキソ㈱
小野田ケミコ㈱
東亜グラウト工業㈱
太洋基礎工業㈱
三和土質基礎㈱
芝田土質㈱
㈱ニチボー
㈱ニッソ
㈱エムテック
地下防水工業㈱
新日本グラウト工業㈱
日本綜合防水㈱
㈱ティシーエー
双栄基礎工業㈱
地建興業㈱
【特別会員】強化土㈱・強化土エンジニヤリング㈱
【賛助会員】強化土グループ参照

関連組織
本設注入試験センター（強化土研究所内）
急速浸透注入協会　16社加盟
液状化防止注入協会　13社加盟

「マルチパッカ工法」
自在複合注入工法
マルチパイプによる
瞬結・長結単独注入
複合注入、複段同時注入

マルチパッカ工法協会

【正会員】
三信建設工業㈱
ライト工業㈱
日特建設㈱
日本基礎技術㈱
㈱大阪防水建設社
ケミカルグラウト㈱
㈱地巧社
東亜グラウト工業㈱
セキソ㈱
㈱ニチボー
三和土質基礎㈱
芝田土質㈱
日本綜合防水㈱
㈱ニッソ
㈱牛福久
地下防水工業㈱
㈱エムテック
双栄基礎工業㈱
新日本グラウト工業㈱
㈱ティシーエー
【特別会員】
強化土㈱・強化土エンジニヤリング㈱
【賛助会員】
強化土グループ参照

産学協同 新規技術研究開発組織
強化土㈱・強化土エンジニヤリング㈱
強化土研究所
「パイプライン急速浸透注入工法」
「マイクロバブル水注入工法」
「可塑状ゲル圧入工法」（TGC工法）
「バイオグラウト・バイオパイプ」「土壌浄化法」

強化土グループ

㈱ADEKA
東曹産業㈱
日本化学工業㈱
ラサ工業㈱
日本建設機械商事㈱
原工業㈱
鉱研工業㈱
ADEKAケミカルサプライ㈱
㈱島田商会
㈱立花マテリアル
㈱薬材開発センター
カセイ商事㈱
林六㈱
東陽商事㈱
繁和産業㈱
カツラギ商事㈱
㈱服部商店
四国通建㈱
ソーダニッカ㈱
新潟ケミカル㈱
㈱ベイテック
ジャテック㈱
【特別会員】
強化土㈱・強化土エンジニヤリング㈱

強化土グループは左記契約正会員と上記賛助会員、特別会員で構成されます

【事務局】〒113-0033 東京都文京区本郷3-15-1 美工ビル5F ジャテック㈱内　TEL 03(3815)2162・FAX 03(3815)2102　【強化土エンジニヤリング㈱研究開発本部】TEL 03(3815)1687・FAX 03(3818)0670

※「シリカゾル」、「シリカゾルグラウト」は登録商標です。

下水道事業に貢献する団体の声

液状化防止、高強度耐震補強に優れた「恒久グラウト・本設注入工法」の普及・発展を図り防災技術に貢献する

地盤注入開発機構

会長　屋宮　康信

地盤注入開発機構は、薬液注入分野の５協会「複合注入工法研究会」「シリカゾルグラウト会」「マルチパッカ工法協会」「恒久グラウト・本設注入協会」「強化土グループ」を統括する組織として2003年に設立され、おかげさまで本年13年目の活動を行っております。

東日本大震災の発生以来、建設業界を取り巻く環境は大きく変動し、防災への対策を強化していく事が大きなテーマとなってまいりました。このことは従来にも増して技術重視型に変革したということで、専門工事業者にとっては自社の技術をどのように活用して社会に貢献していくかを問われていく事と思われます。

当機構は永年に亘り常に時代の要望・変化に対応すべく、従来技術の改良や新規技術の開発を進めてまいりました。また、東日本大震災以前に当機構の技術により改良した地盤は、震災後の現地調査で液状化被害皆無という大きな成果が確認されました。このことは従来提案・推奨して参りました理論・技術の正しさが実地で確認・証明できた事例となりました。これを纏めた報告書（「東北地方太平洋沖地震と恒久グラウト改良地盤」）は既に発表させて頂き、各種資料を取り揃えておりますので是非当機構迄お問い合わせ頂きますようお願い申し上げます。

以下に当機構の各協会の活動をご紹介させて頂きます。

「複合注入工法研究会」

当研究会が推進する二重管ロッド複合注入工法は長い歴史を持つ工法ですが、現在なお薬液注入工法の主力として群を抜く実績をあげております。その施工件数は7000件以上におよび、本工法の高い技術を証明しております。

「シリカゾルグラウト会」

協会内における耐久グラウト研究会を中心に産学協同による長期耐久性の研究を行い、シリカゾルグラウトの耐久性のメカニズムを解明しホモゲルおよびサンドゲルの長期耐久性について確認・実証し、耐久グラウトとしてその施工実績は５万件以上に上ります。又、長期耐久性を持つシリカゾルグラウトには環境対策も重要な項目となってまいりますのでコンクリート構造物に対する保護機能をもつマスキングシリカを開発し、10年以上の研究によりそれを実証したマスキングシリカゾル「ハードライザーシリーズ」を使用しております。

更に業界で初めて無機系溶液型で高強度を期待できるシリカゾルを全自動で連続製造し、配合水への海水利用も可能にしたシステム（「フルオートシリカシステム」）の開発に成功しました。

「マルチパッカ工法協会」

本工法は特殊な注入管（内管、外管）を用いることにより、従来の二重管ダブルパッカ工法の改良効果の信頼性を保持しながら様々なバリエーションを備えた画期的な注入工法です。２ステージ同時注入や一次・二次同時注入が可能ですので工期短縮に大きく貢献できる工法と言えます。

「恒久グラウト・本設注入協会」（**別記事をご覧ください。**）

「強化土グループ」（**別記事をご覧ください。**）

このような現状を踏まえ、㈱地盤工学会、㈱土木学会の特別会員であります当機構は、本年度、九州地区（福岡商工会議所）、北海道地区（札幌エルプラザ）におきまして「最近の薬液注入工法技術研究発表会」（ＣＰＤ認定プログラム）を開催し、耐震補強、恒久グラウトによる本設地盤改良・液状化対策工に加えまして、東日本大震災における改良効果の実証確認を題材に300名を超える発注者・コンサルタント・建設会社の皆様にご聴講頂き、当機構の保有する技術に対する高い期待を感じました。当日は東京都市大学末政直晃教授、九州大学平澤充成教授、北海道大学川﨑了教授に特別講演を頂き、当機構の技術陣が最先端技術をご披露し好評をいただきました。

本年度につきましても、引き続き全国各地での技術研究発表会に加え、会員（専門工事業者）と賛助会員向けの会員講習会、個別の公共機関・団体様向けの技術研修会も随時開催致します。

地盤注入開発機構は今後も薬液注入分野における最大の業界団体の一つとして、絶え間ない研究開発とそれにより実用化された新規技術の情報を皆様に発信し続け、工法コンプライアンスを重視しながら材料のみならず、注入工法を含む統合技術として耐震補強、液状化対策工を中心に皆様にご提案し、社会貢献へ努めて参りたいと念願しております。

今後とも皆様方のご指導・ご鞭撻をお願い申し上げます。

本設注入のコンセプトの確立を目指す
－地盤の多様性に要素技術と本設注入試験センターで対応－

地盤注入開発機構名誉会長・強化土グループ会長　島田　俊介

地盤注入開発機構は創立以来、「産学協同研究」を基本とした「施工会社、材料メーカー、機械メーカー」からなる組織です。本機構はシリカを素材とした「環境・耐久・浸透」をテーマとした「注入材と工法」を一体化した本設注入技術の開発に努めて参りました。

1982年にスタートした東洋大学米倉研究室の「薬液注入の長期耐久性の研究」による無機系水ガラス、有機系水ガラス、シリカゾル系、活性シリカコロイド系、超微粒子複合シリカ系の最初の研究発表が「土と基礎」に（1992年12月）、その後30年以上の長期耐久性の実証研究について2015年２月、地盤工学会誌に発表され、耐久性のメカニズムの解明と耐久性からみた注入材の体系化が行われました。

これらの研究を背景に脱アルカリとコロイド化を付与した無機溶液型活性シリカコロイド「パーマロックシリーズ」と水和結合による高強度とゲル化機能を付与した超微粒子複合シリカ「ハイブリッドシリカシリーズ」等の恒久グラウトが開発されました。

また平行して「急速浸透注入工法」として、三次元同時注入工法「超多点注入工法」、「多点同時注入工法」や柱状浸透注入工法「エキスパッカ工法」、「マルチストレーナ工法」等が開発され、更に土粒子間急速浸透注入システムとして、「スリーＰシステム」や「多点システム」、「多連システム」、「マグマアクション法」等が開発されました。そして恒久グラウトを用いた急速浸透注入工法は大規模野外試験により13年以上の浸透固結性と経年固結性の実証が行われ、現在も継続しております。これらの成果は2002年度地盤工学会技術開発賞「恒久グラウトと注入技術」（米倉亮三、島田俊介）として評価されました。

本設注入は物理的地盤改良と異なり、多様な地盤条件によって結果が異なる、化学反応に依存した地盤改良工法です。また液状化対策工は1.5～3.0ｍの注入孔間隔（仮設注入では1.0ｍ）で現場ごとに異なる地盤条件、施工条件、環境条件下でいつ発生するかわからない地震に対して所定の効果の永続性が要求されます。

このため2007年に強化土研究所内に本設注入試験センターを設立し、現場採取土注入設計法や地盤珪化評価法の開発等を進め、工事毎に現場採取土を用いて所定の強度を得るための配合設計を行うと共に多数の現場データを蓄積しております。このようにして30年来、多くの現場経験において直面した課題ごとに産学協同研究で本設注入に必要な要素技術の研究開発を行う事で得られた知見から、恒久グラウト・本設注入工法は互いに関連する「恒久グラウト」、「急速浸透注入工法」、「環境保全技術」の三大要件からなり、この三大要件と要素技術を本設注入試験センターで一体化した統合技術であるとのコンセプトに至りました。このようなコンセプトのもとに本工法は日本各地で液状化対策工へと使用されるようになりました。その結果、現在施工実績は1200件以上で注入実績は６億リットル以上となっております。また本年度には「多点同時注入工法―恒久グラウトを用いた変位抑制型の薬液浸透注入工法―」が沿岸技術研究センター評価証、第14002号として認定されております。

2011年３月11日の東日本大震災では広範囲にわたって液状化が生じましたが、恒久グラウト・本設注入工法により液状化対策工を実施した地盤で確認した限りでは液状化被害が皆無であることを施工地盤（８現場）の追跡調査によって確認しました。また改良地盤は地震後も液状化強度の劣化がないことも確認しています。このように本設注入は多様な地盤条件下での化学的地盤改良工法であるが故に室内試験のみでは確認しきれない現場の実際での耐震効果を確認することができました。

また近年は東京都市大学末政研究室のご指導のもとに地盤強化のメカニズムの解明による合理的な耐震設計を進めております。

今後とも産学協同研究のもとに本設注入試験センターを中心にして、現場データの集積と信頼性技術の向上に努めて多様な地盤条件、環境条件に対応できる恒久グラウト本設注入のコンセプトと設計法のさらなる確立を目指す所存ですので、関係各位の御指導と御鞭撻を心よりお願い申し上げます。