

薬液注入工法の設計と施工

柴崎光弘

下田一雄 著

野上明男



188943

薬液注入工法の設計と施工

柴崎光弘

下田一雄 著

野上明男



山海堂

〈著者略歴〉

しばさき みつひろ
柴崎 光弘

昭和33年 東京大学農学部農業工学科卒
昭和33年 鹿島建設㈱入社
昭和40年 鹿島建設㈱技術研究所ケミカルグラウト㈱兼務
その後、薬液注入工法を始めとした各種基礎工法研修のため、再三欧米に出張
現在 ケミカルグラウト㈱土質工事部次長
・社団法人「日本薬液注入協会」技術委員長
・土質工学会理事（昭和49年）、現在「土と基礎」編集委員
・日本材料学会土質安定材料委員会委員

おもな著書「土木設計便覧—アースアンカー工法」丸善、「土留構造物設計法—アースアンカー工法」土質工学会、土木学会誌「薬液注入工法」1975.4月
土木学会、土木施工「連載講座・わかりやすいグラウトの話」山海堂、ほか
雑誌論文多数

しもだ かずお
下田 一雄

昭和37年 近畿大学理工学部化学科卒
昭和38～48年 日本綜合防水㈱勤務
昭和48～50年 ニッサンフリーズ㈱勤務
昭和52年現在 日本クリーン素材㈱代表取締役
㈱シモダ技術研究所代表取締役
東京大学生産技術研究所受託研究員

おもな論文 水ガラスを主材料とした新しい薬液の開発研究：土と基礎；土質工学会ほか

のがみ あきお
野上 明男

昭和33年 神戸大学工学部土木工学科卒業
昭和33年 三井建設(株)入社
昭和38年 (株)地巧社創立 取締役工事部長
昭和48年 地盤改良工法に関する海外技術研修視察（ソ連、ヨーロッパ）
昭和50年 同社常務取締役就任 現在に至る。
昭和49年～51年 社団法人「日本薬液注入協会」技術担当常務理事

薬液注入工法の設計と施工

昭和52年7月25日 初版印刷
昭和52年7月30日 初版発行

(定価はカバーに表示)
(してあります)

検印省略

著者 柴崎 光弘
下田 一雄
野上 明男
発行者 川井 正男
印刷所 鎌倉印刷株式会社

発行所 株式会社 山海堂

東京都文京区本郷5-5-18
振替東京4-194982番
TEL (03) 810-1611 (代)

序

わが国における薬液注入工法は戦後間もなく研究開発が始められ、昭和37年に米国より新技術が導入されたのを契機として急激にその使用実績が増加し、技術的に発達したものである。

そのおもな理由は、国土の開発、なканずく人口の都市集中に伴う上下水道および交通機関等の整備が急務とされ、本工法が都市土木にとって不可欠なものとなったことである。

しかしながら、本工法は不用意な施工によって、人の健康被害を生じないとも限らないもので、十分な専門的知識と経験を持った技術者によって施工されることが必要である。建設省においては、昭和49年7月に「施工に関する暫定指針」を通達し、さらに52年4月には「薬液注入工法の管理」についての通達を行なうなどして施工の安全に万全を期している。この時にあたり、薬液注入工法の専門技術者により、本書が刊行されたことは、正に時宜を得たものと思う。本書の特長は、実際の具体例をふんだんに盛り込み、それに基づいた理論を展開していることにある。

施工技術者は、その一人一人が立派な技術を修得し、万遺漏なきよう施工に意を用いて欲しいものである。

本書が技術者のよき友であり、道標とならんことを望む。

昭和52年7月

建設省大臣官房技術参事官

細 川 弥 重

序

わが国における薬液注入の大幅な採用は戦後のことであり、特に東京オリンピックのころから大量に使用され、大阪万国博などを経て今日では地盤改良工法の花形として土木工事、特に下水道工事にはなくてはならない工法となっている。

薬液注入工法は主として止水、地盤の強化の目的で使用されるが、そのほかにも地下埋設物、建造物の保護などにも効果をあげている。また、都市における土木工事では、悪化する交通事情、狭い道路、住宅の密集、ふくそうする地下埋設物、軟弱地盤地帯での施工などあげればきりがなく悪条件が重なりあっており、これらを避けて工事を実施することはまず不可能である。

このような悪条件を克服し、工事の安全、確実を図る一つ的手段として薬液注入工法が大きな役割をしめており、他の工法で達成不可能な成果を与える場合も多く今日では土木、建築工事になくてはならない工法となっている。

国は、環境整備、公害防止促進のため、51年度から第4次下水道整備5ヶ年計画を発足させ、7兆5千億円という膨大な投資により、50年度末人口普及率22.8%を55年度末には40%に引き上げようとしている。

このように下水道事業は飛躍的に拡大していく方向にあるのだが、施工環境は従来とは比較にならないほどきびしいものとなってきており、特に都市部において顕著なものとなってきている。このような情勢の中で施工技術者は総合力を結集して各種工法の研究開発を行なっているわけであるが、今後とも薬液注入工法が担う役割は大きなものがあると考えられる。しかし、特に地盤の性質等の影響を受けやすい注入工法は、日本のように複雑な成層をなす地盤や、地下水の状態のなかで実施する場合、綿密な計画と細心の注意をもって施工されなければならない。注入工法が本格的に採用されるようになって十数年が経過したわけであるが、その間に高分子系薬液が導入され、その施工性の高い効果にのみ注目し、その安全性がおろそかにされてきたきらいがあったのではなかろうか。注入工法の技術は数年前と比較すればかなり高まってきてはいるがまだまだカンにたよって施工されている場合がある。

先般発生した薬液注入による事故は、土木工事に重大な影響を及ぼしたことは周知の事実である。二度とこのような不祥事を起こすことは許されない状況

にあり担当技術者は薬液注工法に係わる知識を十分に習得していなければならぬ。

本書は、このような認識をふまえて薬液注工法に深い見識を持つ諸氏が長期間に亘る経験と実績をもとに執筆したものであり、薬液注工法の理解と安全施工の促進に十分答えてくれるものと確信する次第である。

昭和52年7月

東京都下水道局事業計画課長

武 見 英 雄

まえがき

薬液注入工法が、本格的にわが国の基礎工法の一手段として確固たる位置を占めるようになり、今や、少なくともoverburden（岩盤上に堆積した土）にとって、不可欠な工法になってきている。

しかし、薬液注入工法に関する真の意味でのガイドとなるべき、または、教科書になるような本は未だに出現していない。これは次のような理由による。つまり、土中のことは、表層に付む人間は直接見たり、さわったりすることができない。したがって、経験的事実および在来の土質力学等に基づく解析のみに頼らざるを得ない。ところが、実状は、そのような学問から遠くはなれた事実、現象を示すばかりなのである。注入に関する限り、支持力論に基づく土質力学だけでは説明できないのである。実にこのことが、“注入技術もしくは工法”というものを、“工学的な何ものか”へ昇格させられなかったのであり、したがってガイドブックを世に送りだすことを困難にさせたと思う。

筆者らは、注入工法に特別な興味を覚え、長期間にわたって、現実の工事に数多くたづさわリ、失敗をくりかえしながら、資料の蓄積をみることができ、注入に関して、経験と工学の境界分野をさまよった結果、両者を混然一体化するためのパラメータを発見した。

その結果、注入工法を工学的に説明することが可能になったので、ここに注入工学なる分野を本書において設定した。これは土を従来の土質力学の範ちゅうではなく、注入工学的にとらえなければ現象の解析にはならないということを根幹としている。

冒頭にも述べたとおり、薬液注入工法は、最近の都市土木、建築になくてはならない基礎工法の1つになってきたが、その割に、非常に安易な使われ方をしている。つまり、土中の不確定要素の仮定の仕方が一面的であり、その結果注入材の土中における挙動を正確にとらえることができなくなり、事故につながるケースも多々ある。

1974年3月、福岡県で薬液注入により、沿道住民の健康に障害を与える事件が発生し、薬液注入工法そのものの前途に大きなショックを与えた。

その結果、建設省から同年7月「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」が出され、それに準拠することを条件として、この工法が再開さ

まえがき

れたものの、事実上非常に厳しい制約を受けた。しかし、この事実は、起こるべくして起こったものとあえていうことができる。つまり土中の現象が目に見えないからこそ、この工法の基本的原理、基本事象を工学的に解明する術（スベ）を心得ておかねばならないのであっていいかえれば実績に裏付けされた理論こそが、今後の公害を発生させない武器となりうるのである。

筆者らは上述したように、発展してきた当工法の基本的あり方、メカニズム等にメスを入れ、公害を誘起せず、公害防止のための工法としてさらに延びるための条件を説くものである。

具体的には、提唱する理論がどのような実績に裏付けられているかを実証し、またよりよい理解のために失敗例を解説する。

この工法において最も重要なことは、正しい設計と、正しい施工管理であることを力説し、将来の姿を浮きぼりせんとするものである。

また、環境インパクトがきびしいこのごろ、新しい中性領域で固化する薬液が開発され、実用化されてきているので、これについても言及する。

この本の中でふんだんに用いられている資料は、内外文献はいうにおよばず、薬液注入協会の技術委員会に各協会員からよせられた貴重なものであることを付記する。

この稿を上げるにあたっては、建設省の沓掛哲男技術調査室長を始め、東京大学の三木五三郎教授、鹿島建設㈱技術研究所の鈴木音彦氏、㈱地巧社の桑原孝夫氏、ケミカルグラウト㈱の太田想三氏、伊地正博氏、および、薬液注入協会の幹部の方々に多々御指導頂いたことを紙上を借りて深謝する次第である。

昭和52年 7 月

著 者

目次

1 章 総 論

1.1 薬液注入工法の歴史……………	1
1.2 薬液注入工法の概要……………	1
1.2.1 薬液注入とセメント注入 ……	2
1.2.2 薬液注入工法の使命, 目的…	3
1.2.3 薬液注入工法の適用範囲 ……	5
(1) 止水もしくはしゃ水グラウト (カーテングラウト) ……	5
(2) ヒービング防止グラウト ……	6
(3) 沈下防止グラウト……………	7
(4) ブロー防止グラウト (および酸欠防止) ……	7
(5) 土圧軽減グラウト……………	7
(6) 支持力増加グラウト……………	7
(7) 吸出防止グラウト……………	8

2 章 薬液注入工法の設計

2.1 土質のとらえ方と注入機構……………	9
2.1.1 薬液注入工法へのアプローチ ……	9
2.1.2 注入の機構 ……	10
(1) 粘性土……………	11
(2) 砂質土……………	14
(3) 境界面……………	14
(4) 複合注入……………	15
2.2 注入のための事前調査……………	17
2.2.1 土質調査 ……	17

2.2.2 地下水調査 ……	18
2.2.3 環境調査 ……	19
2.2.4 埋設物, 既設構造物の調査…	19
2.3 薬液と化学 ……	20
2.3.1 薬液の基本的物性 ……	20
(1) 薬液の定義……………	20
(2) 注入材の分類……………	20
(3) 水ガラス (珪酸ソーダ) ($\text{Na}_2 \cdot \text{SiO}_2$) ……	21
(4) 薬液の同結機構と特性……………	26
2.3.2 薬液の化学的および力学的特性 ……	47
(1) ゲル化するまでの注入液の特性……………	47
(2) ゲル化物の物性……………	56
2.4 注入された土の工学的特性……………	59
2.4.1 土の強度 ……	54
(1) 強度増加機構……………	60
(2) 強度と相対密度……………	62
(3) 強度および応力-ひずみ……………	63
(4) 強度の実測例 (現場実測値) ……	66
2.4.2 土の透水性 ……	71
(1) 室内実験におけるサンドゲルの透水性……………	71
(2) 透水性の実測例……………	71
2.4.3 注入された土の密度増加 ……	72
2.5 注入の設計 ……	73
2.5.1 設計資料 ……	74

目次

(1) 注入孔間隔……………74	(1) 標準貫入試験（その他のサ ウンディングを含む）…… 164
(2) 注入率についての考え方……79	(2) 透水度…………… 166
(3) 注入圧力と注入率との関係……85	(3) 着色剤混入による視認…… 166
(4) 注入材の選定基準……………89	(4) 透気度…………… 167
(5) 注入範囲……………93	(5) 電気的比抵抗法…………… 167
2.5.2 設計法……………97	(6) 線密度計（放射能利用法） …………… 168
(1) 水に関する問題……………98	(7) ほう素を利用した中性子水 分計（放射能利用法）…… 169
(2) 地盤改良に関する問題…… 113	(8) 化学分析…………… 171
3 章 薬液注入工法の 施工	(9) 試料採取…………… 171
3.1 施工方法…………… 131	3.4 技術上の諸問題…………… 172
3.1.1 注入方式による分類…………… 131	3.4.1 薬液の希釈…………… 172
(1) コレクタ法…………… 132	3.4.2 酸欠問題と注入…………… 174
(2) ストレーナ法…………… 132	3.4.3 各薬液の検出方法（分析 法を含む）…………… 175
(3) ヘルパー法…………… 132	(1) 薬液に含有している物質の 分析による検出方法…………… 176
(4) 2重管方式…………… 134	(2) トレーサを利用した検出方 法…………… 176
3.1.2 ショット方式による分類 …………… 134	3.4.4 薬液の逸出防止…………… 178
3.1.3 注入量の設置角度による 分類…………… 135	(1) 薬液で行なう方法…………… 178
3.1.4 注入順序による分類…………… 136	(2) 特殊な装置を用いる方法… 179
3.2 施工管理…………… 138	(3) パッカー等機械を用いる方 法…………… 179
3.2.1 注入技術上の管理…………… 138	3.4.5 注入による地盤の隆起 … 181
(1) 圧力管理…………… 138	3.4.6 非固結現象…………… 185
(2) その他の管理項目…………… 144	(1) 土粒子の pH の影響…………… 185
3.2.2 環境保全のための管理 … 147	(2) 地盤中に含まれる貝ガラ の影響…………… 191
(1) 飲料設備…………… 147	(3) 地盤中の可溶性金属塩の影 響…………… 192
(2) 魚類に対する影響…………… 149	(4) 地盤中有機不純物の影響… 195
(3) 植物、農作物に対する影響 …………… 150	3.4.7 切端注入のポイント…………… 195
(4) 泥水の処理…………… 151	3.4.8 応急注入のテクニック … 197
(5) 地下埋設物に対する影響… 157	
(6) 近接構造物に対する影響… 162	
3.3 効果確認…………… 163	
<効果判定法の種類>…………… 164	

目 次

(4) 懸濁形シリカゾルの施工と適用.....	247	(1) 瞬結注入—その理論と施工.....	250
4.3 これからの注工法.....	249	(2) 動的圧入—その理論と施工.....	256
4.3.1 注工法構成の三要素 ...	249	(3) ジェットエネルギーを利用した工法（超高圧および高圧注工法）.....	261
4.3.2 これからの注工法の新要素	250		
4.3.3 これからの注工法の基本.....	250		

1 章 総論

1.1 薬液注入工法の歴史

19世紀初頭、画期的な工法として、注入工法が、フランスのシャルル・ベリニ (Charles Bérigny) によって陽の目を見るに至った。もちろんこの段階では、粘土と石灰をスラリー状にした不安定注入材を用いた程度のものである。

19世紀後半になって、粘土等のスラリーだけでは、すべての注入に適してはいないことがわかり、ポルトランドセメントの開発〔イギリスのアспディン (Aspdin) による〕と相まって、ドイツのティーティエンス (Tietiens) がセメント懸濁液を岩盤の空げきに注入して大成功をおさめ、一躍注入工法が脚光を浴びるに至った。

これと相前後して、やはりドイツのエツィオルスキ (Jeziorsky) が1887年に、水ガラス (硅酸ソーダ) と塩化カルシウムを使用した最初の硅化法をあみだした意義は大きい。これに引きつづいて、20世紀にはいってからは、続々と硅化法の改良が試みられ、ベルギーのルメール・デュモン (Lemaire Dumont) が、水ガラスに濃度の低い酸を使用し、水ガラスの pH を移行させることによる固結機構を発見したことおよび2液を1系統、つまり、ワンショット (one-shot) 工法を開発したことはまことに画期的なことであったといえる。

さらにこれらの工法は、ベルギーのアルベール・フランソワ (Albert François), オランダのヨーステン (Joosten) などにうけつがれ発展した。また、水ガラスの懸濁液形の薬液は、ドイツのハンス・イエーデ (Hans Jähde) によって開発され、現在の注入材の主流になっている。

一方、わが国における注入工法を歴史的にみるとその起源は割合古く、大正4年 (1915年) すでに、長崎県松浦炭坑建設にさいして、立て坑部の止水にセメント注入を行なったことが記録されている。その後、丹那トンネルの建設にさいして、わが国で始めての硅化法が用いられたのである (大正7年～昭和9年)。しかし、わが国における硅化法の確立は、やはりその後の昭和26年の丸安、今岡両氏による、硅化法 (水ガラスとアルミン酸ソーダ)、それと前後して水ガラス、重炭酸ソーダ、および硅弗化ソーダの組合わせによる方法、さらに昭和36年の樋口氏による不安定水ガラス法 (水ガラスとセメント) 等である。

1 章 総論

といえよう。前2者は、溶液形水ガラスであり、後者は懸濁液形水ガラスであり、両者とも、現在の薬液注入の2大バックボーンになっている。

1.2 薬液注入工法の概要

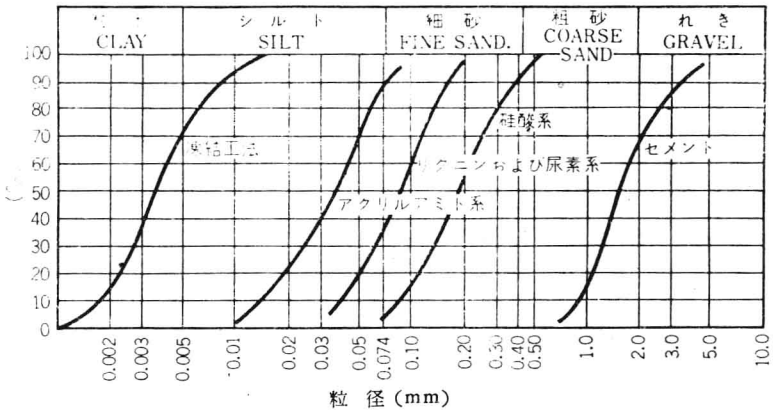
1.2.1 薬液注入とセメント注入

従来、ダムグラウトおよびトンネルの裏込めグラウトに適用されてきた工法は、一般的にはセメントグラウトである。これは、いうまでもなくセメント懸濁液をポンプで圧送して地盤内にセットするものである。セメントが水と混合して、水和反応を起こし、ゾル (sol) からゲル (gel) になるに要する時間は温度によって異なるが、だいたい何時間という単位であるので、連続的に圧送した場合、もしも注入可能な空げきが絶えることがなければ、グラウトのセットされる場所も無限遠となる。しかもその位置的な関係を人為的には規制できない。

これに比べて薬液による注入は、理論的には、人為的にポジションを規制できる。つまり、注入孔から一定の距離内にグラウトをセットすることができるという点にその本質的な相違点を見出すことができる（ただし、後述するように、これは、あくまでも理論上であり、土質が完全にホモジニアスであるという前提にたった場合にのみいえる）。薬液によるグラウトは、文字どおり、薬の有する特性を利用して、AおよびB液を混合することにより、固結するに必要な時間（ゲルタイムとする）を人為的に決定することができるわけである。したがって、セメントグラウトでは注入量を事前に推定することが困難であるのに比して、薬液注入工法はあらかじめ注入すべき量を算出するのが基本的な原則となっている。

次に、グラウトの注入性能の点からみると、セメントは粒子を有する懸濁液であり、界面張力その他の原因によりセメントの粒子の10倍以上の単位間げきにしか浸透しないことが一般的にはいわれている。つまり非圧縮性の土質を対象とする場合、セメントグラウトの適用範囲は限定されることになる。

薬液を用いた場合（もちろん薬液にも粒子形と溶液形があるが、詳細は後述することにして、ここでは溶液タイプとする）あらゆる土質に、理論上、実験室上適合することになっているのが大きな特長である。このちがいは薬液の粘性 (viscosity) によるものであり、粘性の小さい、たとえばアクリルアミド系薬液（粘性 $\rho=1.2$ cp）ではかなり間げきの小さいところまで浸透できることがわかる（図1.1参照）。



注) 上図は注入という現象を浸透作用のみで説明しているものであり、現実とは大きくかけはなれている。

図1.1 各種注入材の注入可能範囲粒度分布図(実験室的分類)

土中を水が動いている場合に、その水の動きを阻止させることを目的とするグラウトについて考えてみると、セメントが水和反応→固結という段階に至る間に動いている水により懸濁液が流出してしまうので止水することがむずかしい。これに対して薬液は、前述のようにゲルタイムを有するので、水により運び去られないうちに固まってしまうようにできるのが強味である。

以上のように、セメントグラウトと薬液の間にはいくつかの根本的な性質の相違がありおのおのの特長に従って使い分けをする必要がある。このほか、概念的にはセメントより薬液のほうが強度が低いし、そのうえ価格も高いことは自明の理である。

1.2.2 薬液注入工法の使命、目的

そこで、薬液注入工法を論ずるにあたって、わが国における地盤の特殊性を度外視するわけにはいかない。特に都市土木および建築工事の場合、基礎地盤は通常軟弱地盤である(この場合、Rock に対する Overburden もしくは Alluvium のことを指す)。これらの層は一様なものでなく複雑多岐にわたり、東京でいえば、武蔵野段丘層、上部東京層、下部東京層、山の手層などが重層していることが多く、しかも土性が著しく異なっていることが多い。透水係数、せん断強度、含水比、圧縮指数その他種々の土性値が異なっていると構造物を築造するさいに数々の問題を提起することになる。特に最近の土木建築構造物は、都市の過密化によりいや応なしに地中深くその姿を埋設させられており、した

1章 総論

がって構造物をとりまいてる土質環境は非常に変化に富んでおりヨーロッパ等の氷積土、氷れき土からなる単純さとは比べるべくもない。つまり、わが国の場合は、都市部においては、ほとんど例外なしに、圧縮性土質と透水性土質からなっているので、構造物築造のさい必ずといってよいほど問題が起こることになる。

問題としては、掘削時の湧水、ヒーピング、ボイリング、シールド切端の崩壊、シールド通過による地表面の沈下、土止め壁への土圧の増加による破壊、その他護岸における波力、波圧による吸出現象による路盤の陥没等があり、現在これらの事故防止のために種々の対策が講じられている。

注入による方法も最近確立されつつある1つのユニークな対策工法である。上述 たいずれの場合にもその効力を発揮しているし、また、薬液注入工法以外には対策がないという場合にもたびたび遭遇している。

ただここで気を付けなければいけないことは、1つには、薬液注入工法は原則としては仮設的に適用すべきであるということである。なぜならば薬液の固結物はある一部のものを除いては永久的なものではないからである。固結物が水と接している状態において、ある薬液では、直後から成分が水の中に溶解して行き（溶脱）数日後には原形が失われた実験結果も報告されている。このことは意外に知られていないが、止水の目的で薬液注入を行なう場合心すべきことである。目的と期待度により、使用すべき薬液の種類は自ずから異なってくるが当然であるが、経済的事由のみによる選択は、効果のうえから考えても厳にいましむべきである。

次に土質の差による薬液の選定方法に留意する必要がある。上述したように深い土層を処理する場合、当然数種類の土層があり、それに伴う層の境界が存在する。われわれが注入の対象にしていたのは、数種類の土層だけであり層境に関しては何ら考慮していなかったが、実はこの層境こそが曲者であり、事故の主犯である場合がまことに多い。このことは、地上にいながらにして地中を律しようとする人間の身勝手さが喫した強烈なカウンターパンチといえるだろう。なぜならば、ここで人間が犯しているあやまちは、

- ① 土の間げき率だけから注入量を算定している。
- ② ゲルタイムに頼りすぎ、薬液の行き先をコントロールできたと思いこんでいる。
- ③ 各層の透水係数だけを考慮している。つまり層境の透水をまったく無視している。それに水平方向と鉛直方向の透水を同一と思いこんでいる。等である。

1.2 薬液注入工法の概要

薬液は、ゲルタイムをいかに短くしようともいったん人間の手をはなれば、注入先端の場所にかかわらずはいりやすいところにはいるものであることを知るべきである。したがって、層の境目がポーラスもしくは圧縮性が大であることを考えれば、当然その個所に薬液が集中し目指す層にはセットされなくなり、これで安心と掘削して事故を起こした例は枚挙にいとまがないくらいである（図1.2参照）。地盤の異方性、不均質性を考慮することは注入工法を採用するさいの最も重要な要素の1つである。

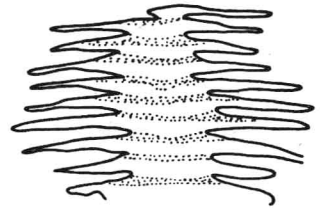


図1.2
各種の土層構成をもつ人工地盤に
注入し層境に注入材が走った状況
（側面図）（Karol）

この異方性を解決するためにはまず粗目の注入材を層境を対象にして注入し、土質資料どおりの土層構成を再現し、しかるのちに、各層に対してあらかじめ計画しておいた注入材をグラウトしてやることである（複合注入）。この場合詳細は後述するが、粘性土（圧縮性土）に注入してから砂質土（非圧縮性土）へと移行しなければならない。

1.2.3 薬液注入工法の適用範囲

薬液注入工法がどのような使われ方をしているか、またはどのような使い方をしたらよいかについて述べる。

薬液注入工法がどのような構造物に対してどのような形で使用されるのかということ、地盤が引き起こすどのような現象に適しているかを論じてみたい。

(1) 止水もしくはしゃ水グラウト（カーテングラウト）（図1.3参照）

これは注入によりある厚さのしゃ水膜を形成し、カーテンフィルムを浸透す

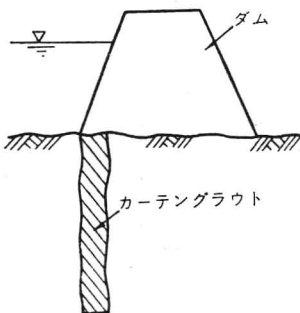


図1.3 カットオフグラウト

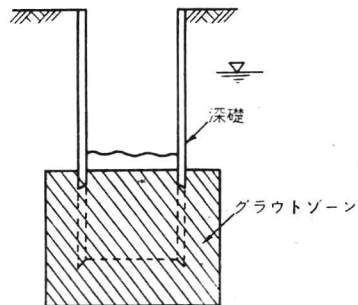


図1.4 ボイリング防止グラウト