

薬液注入工施工要綱

目 次

第1章 総 則	
1.1 目 的	3
1.2 要綱の取扱い	3
1.3 適用範囲	3
第2章 事前調査	
2.1 一般事項	3
2.2 調査内容	4
第3章 基本計画	
3.1 効果検討	4
3.2 注入の機構	5
3.3 注入方式	5
3.4 注入材料	6
第4章 注入範囲	
4.1 注入範囲の設計	7
4.2 必要最小改良範囲	7
4.3 設計定数	8
第5章 注入計画	
5.1 注入量	8
5.2 注入速度	9
5.3 ゲルタイム	9
5.4 注入圧力	10
5.5 注入管の配置	10
5.6 注入順序	12
5.7 ステップ長	12
第6章 試験注入	
6.1 試験注入の目的	12
6.2 実施細目	13
6.3 試験注入の効果確認	13

第7章 注入工事

7.1	施工計画書	14
7.2	薬液注入工事管理連絡会	15
7.3	責任技術者	15
7.4	注入設備	16
7.5	削 孔	16
7.6	注 入	16
7.7	効果確認	17
7.8	地下水等の水質監視	18
7.9	安全管理	19
7.10	薬液の管理	20
7.11	施工報告	21

薬液注入工施工要綱

第1章 総則

1.1 目的

本要綱は、薬液注入工の計画及び施工の方針を定め、もって、薬液注入工事（以下「注入工事」という。）の適切かつ安全な施工を確保することを目的とする。

1.2 要綱の取扱い

薬液注入工は、「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針（建設事務次官通達：建設省官技発第160号・昭和49年7月10日付）」に基づいて施工するとともに、計画及び施工の詳細は本要綱の定めによらなければならない。

（解説）

「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針（以下「暫定指針」という。）」は、注入工事による地下水の汚濁により発生した人的な健康被害を契機に、注入工事における地下水等（等とは、公共用水域を含む。）の水質保全を図るため、暫定的な指針として建設省が取りまとめたものである。

本要綱は、暫定指針と併せて注入工事の計画及び施工の基準として取扱うものとする。なお、本要綱に定めない事項については、関連する通知及び通達並びに基準図書等によるものとする。

1.3 適用範囲

本要綱は、地盤の所定の位置に薬液を注入し、薬液の凝結効果により地盤の透水性を減少させ、又は地盤の強度を増加させる薬液注入工に適用する。

（解説）

本要綱は、下水道施設の建設において、開削工事における地下水の止水及び地盤の強化、シールド・推進工事における切羽の安定、近接構造物の防護等を目的に施工する薬液注入工に適用する。

第2章 事前調査

2.1 一般事項

薬液注入工にあたっては、注入工事の計画及び施工に必要な事項について、事前調査を行わなければならない。

2.2 調査内容

事前調査では、注入地盤・地下埋設物・周辺構造物・周辺井戸等について、現地調査並びに机上調査等により、その状況・位置・構造等を的確に把握するものとする。

(解説)

(1) 注入地盤の調査（土質調査）

- ① 土層の構成並びに連続性、土の性状、地下水の状況等について調査する。
- ② ボーリング間隔は、原則として100m毎に1箇所行うことを標準とする。ただし、土層の連続性を欠く場合等は、必要に応じてボーリング間隔を短縮して行うものとする。
- ③ ボーリング深さは、沖積層を貫通させるか、掘削深さ又はトンネル深さ（中心深さ）の2倍程度を標準とする。
- ④ 土質調査は、別に定める「土質調査業務仕様書」に準じて計画する。
- ⑤ 近辺で行った信頼性の高い土質調査資料がある場合は、これを使用することができる。

(2) 地下埋設物調査

- ① 地下埋設物は、原則として試験掘により種別・位置・形状寸法等を調査する。
- ② 試験掘の間隔は、30m毎を標準とするが、埋設物の不整合及び不明管等があれば、必要に応じて試験掘を追加する。
- ③ 試験掘は、原則として地下埋設物管理者の立会のもとで行う。

(3) 周辺構造物調査

注入工事に近接する鉄道施設、高架橋、地下室のある建築物等について、その位置や構造を調査する。なお、必要に応じて試験掘を行いその詳細について確認する。

(4) 周辺井戸等の調査

- ① 薬液による水質の汚濁防止対策として、周辺井戸及び公共用水域等の調査を行う。調査範囲は、注入工事の施工箇所から半径100m以内を標準とする。
- ② 周辺井戸は、井戸内の水位、水質、構造、使用目的、使用状況等について調査する。
- ③ 公共用水域（河川、湖沼、海域等）及び飲用のための貯水並びに養魚施設等については、位置、構造、利用目的、利用状況等について調査する。

(5) 周辺環境調査

施工場所の周辺環境（道路、学校、商店街、病院、交通量等）を調査する。

第3章 基本計画

3.1 効果検討

薬液注入工の計画にあたり、改良効果について効果検討を行わなければならない。効果検討とは、薬液注入工の採用目的に対して、工学的な手法により改良効果を推定することをいう。

(解説)

- (1) 効果検討においては、薬液注入工の検討と併せて他の代替工法との比較を行い、改良効果・施工性・経済性等について、計画上の妥当性を確認しなければならない。
- (2) 止水（透水性を減少させる）を目的とする注入工事では、原地盤の透水係数が大きい場合には改良効果も大きい、透水係数が小さい場合には改良効果に限度があることに留意する。
- (3) 透水係数が $k = 10^{-4} \text{ cm/sec}$ 以下の地盤は、一般的に不透水性地盤と評価されるため、止水を目的とする注入工事ではこの数値を改良の目安とする。
- (4) 一般的な土のせん断強さは次式から求められる。
粘性土地盤における注入工事ではCが増加すると考え、砂質地盤における注入工事では、Cの発生により粘着力が付加されると考える。

$$S = C + \sigma \tan \phi$$

ここで、S：土のせん断強さ

C：粘着力

σ ：土の垂直応力

ϕ ：土の内部摩擦角

- (5) 漏気防止のための設計では、透気係数は透水係数との相関から設定することができる。
- (6) 軟弱粘性土における注入工事では、注入による一時的な地盤の強度劣化が生じるので、慎重な検討が必要である。

3.2 注入の機構

砂質地盤における薬液注入は「浸透注入」を基本とし、粘性土地盤における薬液注入は「割裂注入」を基本とする。

(解説)

- (1) 砂質地盤では、土の間隙に薬液を浸透させる「浸透注入」が基本となる。透水係数が $k = 10^{-1} \sim 10^{-2} \text{ cm/sec}$ の場合では浸透注入を図ることが容易であるが、 $k = 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 以下の場合には割裂が生じ易く、このような地盤では、薬液の浸透が効果的に図れるように検討しなければならない。
- (2) 粘性土地盤では、薬液の割裂脈により加圧し、原地盤を脱水・圧密させる「割裂注入」が基本となる。粘性土地盤における計画では、割裂脈が計画範囲内にとどまるように検討しなければならない。

3.3 注入方式

注入方式は、注入地盤、注入目的及び注入工事の重要度等を考慮して、適切に選定しなければならない。

(解説)

(1) 一般に、薬液注入工に採用されている注入方式は表-1のとおりである。

表-1 注入方式の分類

注入方式		混合方法	ゲルタイム
二重管 ストレーナー	単相式	2ショット	数秒~数十秒
	複相式	1、1.5、2ショット	全 域
二重管ダブルパッカー		1、1.5ショット	十数分以上

- (2) 二重管ストレーナー単相方式は、割裂と浸透を兼用させている。ゲルタイムを、非常に短くし、範囲外への拡散防止を図る方式である。
- (3) 二重管ストレーナー複相方式は、短いゲルタイムの薬液で注入管回りのシール及び地盤の粗詰めを行い、長いゲルタイムの薬液を地盤に浸透させる方式である。
- (4) 二重管ダブルパッカー方式は、注入管の周囲から地表へ注入材がリークしないように確実なパッカーを行った後、長いゲルタイムの薬液を、低い注入速度で地盤に浸透させる方式である。
- (5) 注入方式と適応土質
- ① 二重管ストレーナー単相方式は、地盤の全域に適応可能であるが、比較的緩い砂質地盤及び粘性土地盤の施工に適している。
 - ② 二重管ストレーナー複相方式は、地盤の全域に適応可能であるが、主として砂質地盤の施工に適している。
 - ③ 二重管ダブルパッカー方式は、砂質地盤の全域に適応可能である。二重管ストレーナー方式に比較して、より均質な改良が可能で固結土の改良強度も大きく、重要度の高い注入工事に適している。

3.4 注入材料

- (1) 注入材料は、原則として水ガラス系薬液を使用するものとする。
- (2) 注入地盤、注入方式、改良目的等を考慮して、施工条件に適合する薬液を選定しなければならない。

(解 説)

- (1) 注入工事に用いる薬液は、「水ガラス系」、「リグニン系」、「ウレタン系」、「尿素系」、「アクリルアミド系」に分類されるが、暫定指針では、薬液は水ガラス系の薬液（主剤が珪酸ナトリウム）で、劇物又は弗素化合物を含まないものに使用が限定されている。
- (2) 水ガラスは、JISK1408の規定に適合するものとし、製造メーカーの品質証明書等によりその品質を確認しなければならない。
- (3) 水ガラス系薬液は、液態の違いにより「溶液型」と「懸濁型」に分類され、PHによって「アルカリ系」と「中性・酸性系」に分類される。また、ゲル強度的性質により「無機系反応剤」と「有機系反応剤」とに分類される。

- (4) 溶液型と懸濁型との比較を表－2に示す。

表－2 溶液型と懸濁型との比較

注入材料	適応土質	注入形態
溶液型	砂質土 (砂及び砂レキ)	浸透注入
懸濁型	粘性土(シルト及び粘土)	割裂注入
	レキ層	一部充填注入及び浸透注入

- (5) 砂質地盤を対象に注入する場合は、浸透注入が基本となるため、浸透性の優れた溶液型の注入材料を使用するものとする。
- (6) 粘性土地盤を対象に注入する場合は、割裂注入が基本となるため、主として懸濁型の注入材料を使用するものとするが、状況に応じて溶液型の注入材料も使用することができる。

第4章 注入範囲

4.1 注入範囲の設計

注入範囲は、原則として工学的手法を用いて計算で求めるものとし、安全率や必要最小改良範囲を考慮して決定しなければならない。

(解説)

- (1) 注入範囲は、工学的な手法により必要な範囲を計算で求め、安全率及び必要最小改良範囲を考慮して決定する。
- (2) 注入範囲は、所期の改良効果を得るための必要最小限の範囲とする。
- (3) シールド・推進工事における鏡切り防護の設計では、押し抜きせん断応力及び曲げ応力から注入範囲を求める。
- (4) 土留め欠損部(ライナープレート式立坑の側部を含む)のような、直立面における防護工事の設計では、すべり面を平面と仮定した、直立面の安定から注入範囲を求める。
- (5) シールド・推進工事における掘進防護の設計では、応力開放によって生じる、土の塑性領域から注入範囲を求める。
- (6) 地下水の揚圧力を受ける注入工事の設計では、押し抜きせん断応力から注入範囲を求める。
- (7) 土留め欠損部における土留め壁との重ね長さは1.0mを確保するものとする。
- (8) 砂質地盤と粘性土地盤の境界面における、粘性土地盤への貫入深さは1.0mを標準とする。

4.2 必要最小改良範囲

- (1) 注入範囲に未改良部分が生じないように、必要最小改良範囲を確保するものとする。
- (2) 必要最小改良範囲は、直立面の改良及び版状の改良とも1.50mを確保する。

(解 説)

注入管を単列に配置して薬液注入を行った場合、浸透状況によっては改良範囲が連結せずに、未改良部分が生じることが懸念される。この場合に、当該部分からの湧水及び湧水に伴う土砂の流出等により、注入工事の所期の目的が達成できなくなるのみならず、土砂の崩壊事故を招く恐れがある。

このため、本要綱では直立面（垂直方向）の改良においては、注入管を複列に配置すべく必要最小改良範囲を1.50m確保することとした。なお、版状（水平方向）の改良においても、施工の確実性を図る見地から、これまでの実績を考慮して1.50mを確保することとした。

4.3 設計定数

改良土（固結土）の強度等、注入範囲の設計に必要な定数は、注入地盤の性状、注入方式、薬液の種類等を考慮して、適切な値を採用しなければならない。

(解 説)

- (1) 改良土の強度は、注入方式、施工地盤の性状、注入材料、注入条件等によって相違することがこれまでの実績から解っている。注入範囲の設計にあたっては、注入方式、施工地盤の性状、薬液の種類等を考慮して、適切な改良土の強度を採用しなければならない。
- (2) 砂質土における注入範囲の設計では、土の内部摩擦角（ ϕ ）は変動せずに、粘着力が付加されるものとして注入範囲を求める。
- (3) 粘性土における注入範囲の設計では、原地盤の有する粘着力が $9.8\text{kN}/\text{m}^2$ （ $1\text{tf}/\text{m}^2$ ）増加するものとし、最大 $39.2\text{kN}/\text{m}^2$ （ $4\text{tf}/\text{m}^2$ ）の粘着力として注入範囲を求める。
- (4) 土の単位体積重量は、注入により地盤が改良されると大きくなるが、注入範囲の設計では、砂質土・粘性土ともに変化しないものとする。

第5章 注入計画

5.1 注入量

注入範囲が効果的に改良できるように、注入地盤の性状及び注入方式等を考慮した適切な注入量を定めなければならない。

(解 説)

- (1) 注入量（ Q ）は、理論的には次式から求まる。

$$Q = V \cdot \lambda$$

ここで、 V ：注入対象土量

λ ：注入率（ $n \cdot \alpha$ ）

注入率（ λ ）は、 n （間隙率）と α （充填率）の積から求める。

砂質地盤の場合は、浸透注入を基本としているため、原則として前式から注入量を求めるも

のとする。

粘性土地盤の場合は割裂注入を基本としているため、理論的に注入量を求めることが困難であるが、過去の実績や前式の考え方等を参考にして、注入地盤や注入方式等に適合する注入量を求めるものとする。

- (2) 二重管ストレーナー・複相式における、一次注入（瞬結）と二次注入（中結～緩結）の比率は、土質条件や過去の実績等を参考にして定めるものとする。

5.2 注入速度

- (1) 注入速度（吐出量）は、注入地盤の性状、注入方式、注入材料等に応じた適切な値を定めるものとし、施工状況の変化に応じて臨機に変化させるものとする。
- (2) 注入速度は、二重管ストレーナー方式では8 $\frac{1}{2}$ 分～20 $\frac{1}{2}$ 分、二重管ダブルパッカー方式では6 $\frac{1}{2}$ 分～10 $\frac{1}{2}$ 分を目安とする。

(解 説)

- (1) 注入に伴う地盤の隆起と、注入速度・ゲルタイム・注入圧力とは密接に関連しているが、施工地盤の性状や注入方式等の相違により、これらの関係を定量的に把握することが困難である。このため、施工状況の変化に応じて、注入速度を変化させながら注入を行わなければならない。
- (2) 注入速度は、注入地盤の性状や及び注入材料等によって相違するため、一義的に定めることが困難である。このため、本要綱では注入速度の目安に幅を持たせることにした。

5.3 ゲルタイム

ゲルタイムは、注入方式や注入地盤の性状等を考慮して適切に定めなければならない。なお、ゲルタイムは、施工状況の変化に応じて臨機に変化させるものとする。

(解 説)

- (1) ゲルタイムは、注入方式によって表 - 3 のように範囲が限定される。

表 - 3 注入方式とゲルタイム

注入方式		ゲルタイム
二重管ストレーナー	単相式	瞬結
	複相式	一次：瞬結、二次：中結～緩結
二重管ダブルパッカー		緩結

(注) 瞬結：数秒～数十秒、中結：数分～数十分、緩結：数十分～数時間

- (2) ゲルタイムは、一定の値に限定して施工するのではなく、注入方式や土質条件等を考慮して、ある幅の中から、施工状況の変化等に応じて適切に定めるものとする。
- (3) 注入速度と同様に、注入に伴う地盤の変形はゲルタイムにも密接に関連しており、施工状況の変

化に応じて、ゲルタイムを変化させながら注入を行わなければならない。

5.4 注入圧力

注入圧力は、周辺構造物や地下埋設物等に変状を与えないように、注入速度やゲルタイム等を変化させながら適切に管理するものとする。

(解 説)

- (1) 注入圧力は、地盤の性状、注入速度、注入方式及び注入材料等によって相違するため、注入圧力を一義的に定めても意味を持たない。このため、本要綱では「周辺構造物や地下埋設物等に有害な変状を与えない程度に注入圧力を押さえること」を基本とした。
- (2) 注入圧力が大きくなると、地盤の隆起が生じて周辺構造物や地下埋設物等を損傷させることが少なくない。このため、注入工事の施工中は注入圧力の監視と併せて、常時、周辺地盤を監視し、未然に損傷事故を防止するように努めなければならない。

5.5 注入管の配置

- (1) 注入管は、注入範囲が均一に改良できるように配置しなければならない。
- (2) 原則として、注入管は均等に配置するものとするが、地下埋設物等により均等に配置することが困難な場合は、斜め注入等により未改良部分が生じないように配慮しなければならない。

(解 説)

- (1) 注入範囲を均一に改良するために、注入管の配置間隔は1.0mを標準とする。
- (2) 注入管の配置計画は図面化し、注入孔番号、斜打ちの有無、地下埋設物等を表示するものとする。

表－4 斜打ち角度表（作成例）

記号	番号	角度	方向	近接する埋設物
a	2	○° ○′ ○″	南	Wφ 150mm
	5	○° ○′ ○″	南	Wφ 1350mm
	10	○° ○′ ○″	南	Wφ 150mm
b	4	○° ○′ ○″	南	Wφ 150mm
c	4	○° ○′ ○″	南	Wφ 1350mm
	6	○° ○′ ○″	南	Wφ 150mm
	8	○° ○′ ○″	北	Wφ 150mm

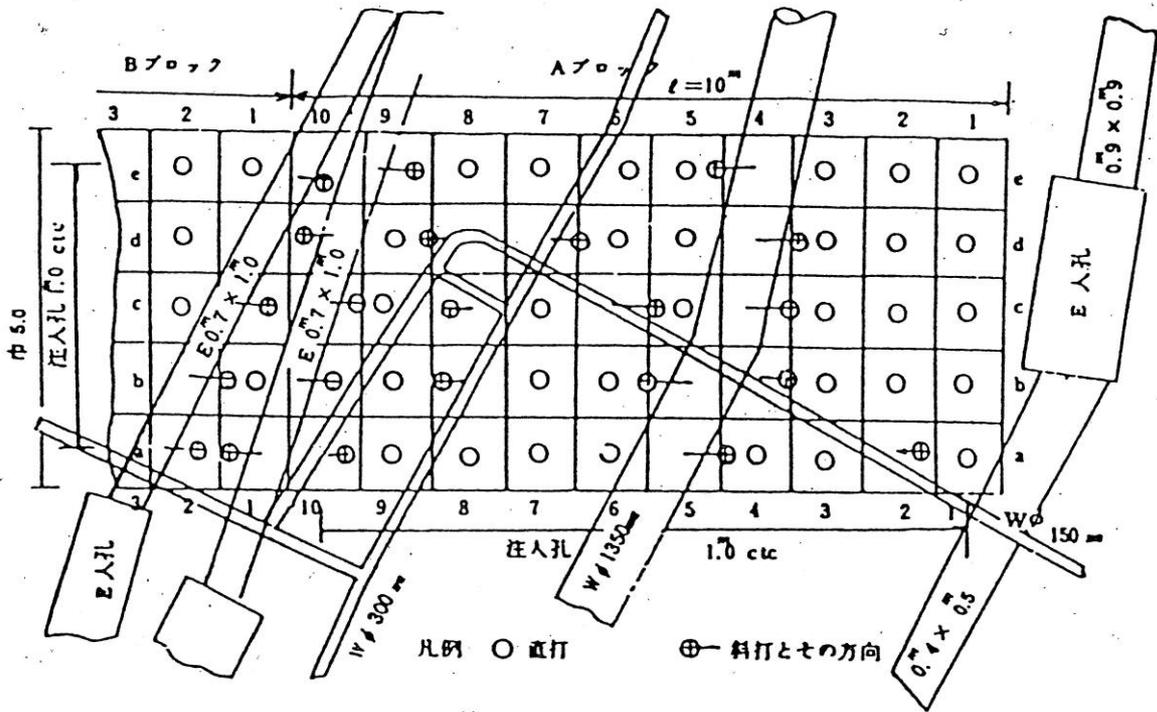


図-1 注入孔配置平面図 (作成例)

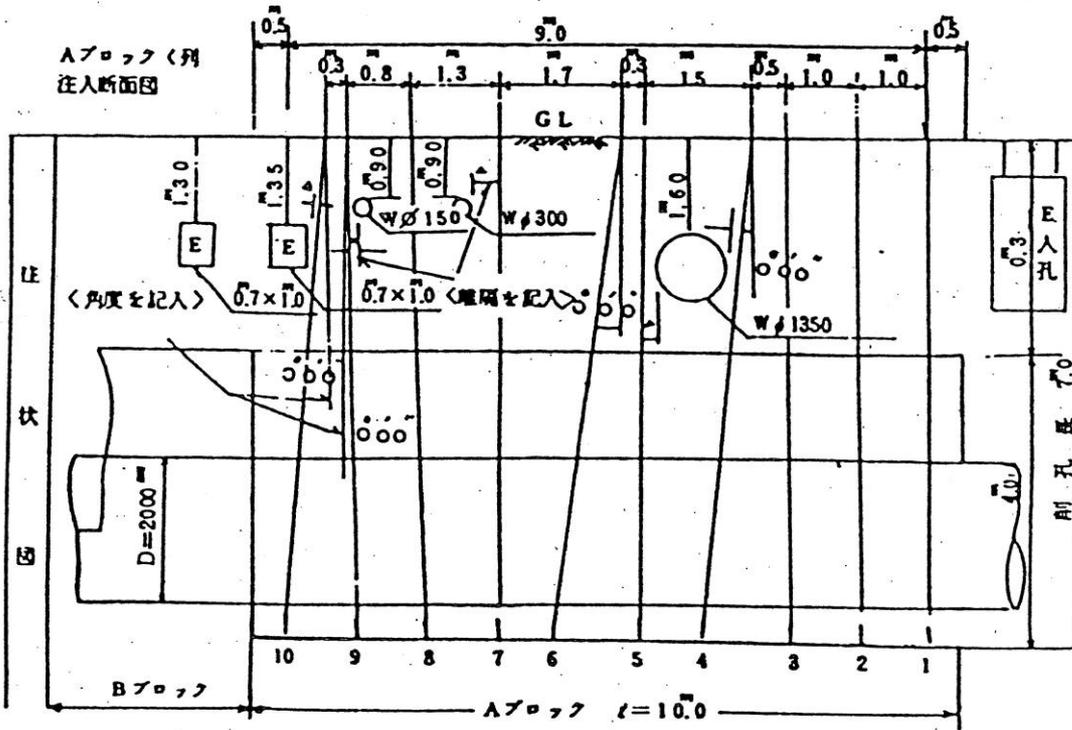


図-2 注入孔配置断面図 (作成例)

5.6 注入順序

- (1) 注入は、原則として1孔置きに行うものとする。
- (2) 家屋に近接する場合等、特に地盤の変形を抑える必要がある箇所では、注入順序について綿密に検討するものとする。

(解 説)

- (1) 注入範囲を均一に改良するために、注入順序は「1孔置き」を原則とした。
- (2) 家屋に接近する注入工事では、家屋側の注入を先行させる等によって、注入工事に伴う家屋への弊害を抑制しなければならない。

5.7 ステップ長

ステップ長は、注入方式及び土質条件等を考慮して適切に定めなければならない。なお、ステップ方式は、上昇ステップ方式を標準とする。

(解 説)

- (1) ステップ長は、25cm～50cmの範囲を標準とし、注入方式や土質条件、ゲルタイム等を考慮して定めるものとする。
- (2) ステップ方式は、上昇式と下降式とがあるが、施工実績の多い上昇ステップ方式を標準とした。
- (3) 水平注入の場合は、改良断面の上部を先行し、順次下方へ進めることを標準とする。

第6章 試験注入

6.1 試験注入の目的

薬液の注入量が50k μ を超える工事では、注入による改良効果を実地に確認することを目的として、試験注入を行わなければならない。

(解 説)

- (1) 注入工事は、沖積地盤のような複雑な土層構成の地盤で施工されることが多く、計画どおりに施工がなされても、その改良効果が期待通りであるか否かは不確かである。このため、注入工事に先立って試験注入を行い、改良効果を的確に把握することとした。
- (2) 試験注入は、全ての注入工事において行うことが望ましいが、注入工事の重要度により、実施の有無を判断するのが現実的であるとの見地から、薬液の注入量が50k μ を超える場合について試験注入の実施を規定した。
- (3) 薬液の注入量が50k μ を超える場合であっても、土留め欠損部の注入等、注入目的が軽易な場合等にあっては試験注入を省略することができる。

6.2 実施細目

試験注入は、改良効果が的確に把握できるように計画・実施するものとし、原則として注入工事の予定位置（以下、「施工予定位置」という。）で行うものとする。

(解説)

- (1) 試験注入は、よりの確に注入効果を把握すべく、本要綱では、原則として施工予定位置で行うこととした。なお、施工予定位置で行うことが困難な場合は、立坑内や工事基地内等、出来るだけ施工予定位置の付近で行うように計画する。
- (2) 注入孔の配置は、施工予定位置の注入計画に基づいて配置する。なお、施工予定位置以外で行う場合は、図-3に示す三点注入孔法による。
- (3) 試験注入は、実施計画をベースとして、注入率・薬液の配合・薬液の種類等を変化させた、いくつかのケース（3ケース程度を目安とする）について行うものとする。
- (4) 注入効果を的確に把握するために、実施工と同様の施工管理を行うものとする。
- (5) 注入量・注入圧力・注入時間は、チャート紙に記録する。
- (6) 試験注入では、改良効果の確認のみならず、地下埋設物への影響、地盤の変形（隆起）、周辺家屋の状況、地下水の水質等についても把握するものとする。

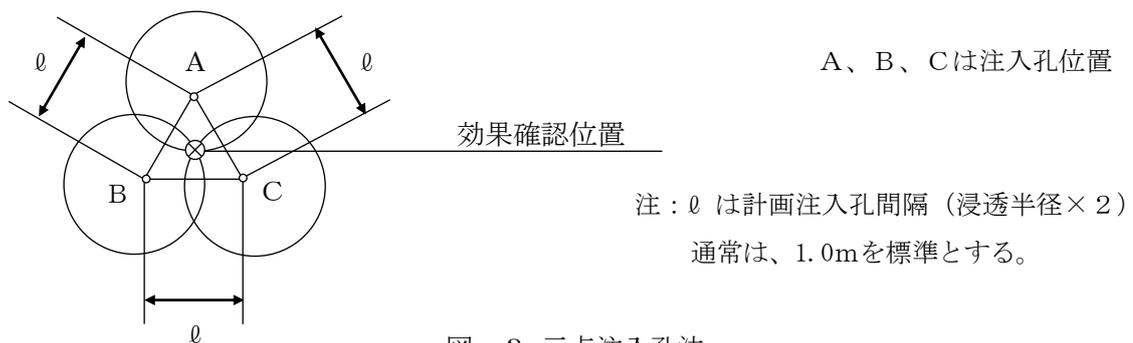


図-3 三点注入孔法

6.3 試験注入の効果確認

試験注入の終了後、注入による改良効果を把握するため、適切な手法により効果確認を行わなければならない。

(解説)

- (1) 注入による改良効果は、改良土の現位置試験や室内試験、改良土の観察、注入工事の管理資料、各種測定資料等を総合的に評価して判断する。
- (2) 土質調査による現位置試験及び室内試験は、次の事項を標準とする。
 - ① 止水を目的とした注入工事では、現場透水試験（ケーシング法）により改良効果を確認する。
 - ② 地盤の強化を目的とした注入工事では、砂質土は標準貫入試験、粘性土は一軸圧縮試験又は三軸圧縮試験のいずれかによって改良効果を確認する。

- ③ 標準貫入試験のサンプラー又はブロックサンプリング等により改良土の試料を採取し、薬液の浸透状況並びに土の脱水状況等について改良効果を確認する。
- (3) 「試験注入報告書」を作成し、試験注入にかかる下記の事項を収録する。
 - ① 試験注入の実施内容（注入断面、注入孔の配置、注入量、薬液の配合、使用機器等）
 - ② 注入後の土質調査結果（現場透水試験、標準貫入試験、圧縮試験等の結果）
 - ③ サンプリング試料の観察結果
 - ④ 注入圧力と注入速度との相関についての考察
 - ⑤ チャート紙
 - ⑥ 記録写真
 - ⑦ 各種の測定記録（地盤及び地下埋設物等の隆起測定記録、水質の監視記録等）
 - ⑧ 改良効果の考察（注入工事の目的に着目した注入前・後の比較を中心に記載する）
- (4) 効果確認の結果、期待どおりの改良効果が得られない場合は、計画を再検討し、改めて試験注入を実施する。

第7章 注入工事

7.1 施工計画書

- (1) 注入工事にあたっては、「施工計画書」を作成し本市に提出しなければならない。
- (2) 施工計画書には、注入工事にかかる細部の実施計画を明記するものとする。

(解 説)

- (1) 薬液注入工は、複雑で不確かな性状を持つ地盤を対象に施工するため、事前調査の結果に基づいて、土層の構成や土の性状等について検討し、注入工事の目的が達成できる、適切かつ確実な施工計画としなければならない。
- (2) 注入工事に伴う測定及び検査等については、暫定指針の規定並びに施設管理者との協議結果に基づいて計画しなければならない。
- (3) 施工計画書には、以下の内容について記載するものとする。
 - ① 注入工事の目的
 - ② 試験注入の結果
 - ③ 基本計画（注入方式、改良範囲、注入材料の種類及び配合、注入量等）
 - ④ 注入管の配置計画（平面図及び断面図、斜打ち角度表等）
 - ⑤ 注入作業計画（注入順序、削孔、注入速度、ゲルタイム、ステップ長等）
 - ⑥ 注入設備計画
 - ⑦ 注入材料の管理計画（入荷、受払い、保管等）
 - ⑧ 注入工事の施工管理計画（品質管理、工程管理、安全管理）
 - ⑨ 効果確認計画
 - ⑩ 地下水等の水質監視計画
 - ⑪ その他必要な計画

7.2 薬液注入工事管理連絡会

注入工事の実施にあたり、本市及び請負者並びに注入工事の施工者で構成する「薬液注入工事管理連絡会（建設大臣官房技術参事官通達参照）」を設置し、注入工事が安全に施工されることを相互に確認しなければならない。

（解 説）

- （1）薬液注入工事管理連絡会（以下「連絡会」という。）は、注入工事に伴う地下水等の汚染や人的健康被害を防止することを目的に、発注者、請負者及び注入工事の施工者が、当該注入工事が安全かつ適切に行われることを相互に確認するために設置するものである。
- （2）連絡会においては、下記の事項について確認するものとする。
 - ① 連絡会の設置目的
 - ② 連絡会の構成（連絡会の構成表を作成する）
 - ③ 責任技術者の資格及び経歴（資格者証の写し及び経歴書を提示する）
 - ④ 注入工事の目的
 - ⑤ 注入工事の計画（注入方式、注入範囲及び注入量等）
 - ⑥ 注入材料（品質及び品質管理、配合、ゲルタイム、搬入及び保管等）
 - ⑦ 注入工事の施工（注入孔の配置、注入順序、削孔、注入速度、注入圧力、注入設備等）
 - ⑧ 地下水等の水質監視（周辺井戸等の有無、観測井の設置及び構造、水質の測定及び検査等）
 - ⑨ 安全管理（地下埋設物の防護、第三者災害の防止、労働災害の防止、安全管理体制等）
 - ⑩ 緊急連絡体制

7.3 責任技術者

注入工事には、注入工事に関する知識と経験を有する技術者（以下「責任技術者」という。）を配置しなければならない。

（解 説）

- （1）「薬液注入工法の管理について（建設省官技発第157号：昭和52年4月21日付）」では、注入工事の安全を期するために責任技術者の配置を規定している。
- （2）責任技術者とは、「注入工事に用いる薬液の性質、注入後における土中の薬液の挙動、注入機械の機能と操作方法、暫定指針等を熟知し、注入工事の責任者として現場で直接施工又は監督した経験を有する技術者」をいう。
- （3）前記内容を記した、責任技術者の「経歴書」を施工計画書に添付する。

7.4 注入設備

1. 注入方式に適合する、必要な注入設備を設置しなければならない。
2. 注入設備は、工程や道路使用条件等を考慮して、必要なセット数を配置するものとする。

7.5 削 孔

注入管の削孔は、所定の位置及び深さに正確に行うものとする。なお、削孔中に地下埋設物等を損傷させてはならない。

(解 説)

- (1) 注入範囲に的確に薬液を注入するには、所定の位置及び深さに正確に注入管を設置する必要がある。このために、注入管の配置計画に基づいた平面位置、削孔精度及び削孔角度、削孔深度について綿密に管理しなければならない。
- (2) 地下埋設物等の損傷事故を防止するために、綿密な事前調査の実施、路上へのマーキングの実施、防護用ガイドパイプ（鋼管を標準とする）の設置、プラスチックビットの使用等、必要な防護措置を組み合わせることで事故防止に努めなければならない。

7.6 注 入

注入範囲が均一に改良されるように、所定の位置に適確に薬液を注入しなければならない。なお、注入に伴う地盤の変形（隆起等）により、周辺構造物及び地下埋設物等を損傷させてはならない。

(解 説)

- (1) 所定の品質の薬液を、所定の位置に適確に注入するために、必要な管理を行うものとする。
 - ① 注入プラントでは、薬液の配合、ゲルタイム、注入速度、注入量、注入圧力等について適切に管理しなければならない。
 - ② 注入箇所では、注入管の位置、注入順序、注入ステップ等について適切に管理しなければならない。
- (2) 原則として、注入は「定量注入」によるものとする。
- (3) 注入の管理と併せて、地表面・地下埋設物・周辺家屋等の変状について監視し、注入工事に伴う弊害の防止に努めなければならない。
- (4) 注入中に、注入圧力の急変や地盤の著しい隆起等が生じた場合は、注入作業を一旦中止して必要な措置を講じなければならない。

7.7 効果確認

- (1) 注入工事の完了後、効果確認を行わなければならない。
- (2) 効果確認は、改良効果が的確に把握できる手法によって行うものとする。

(解 説)

- (1) 注入工事は、一般に、補助工事として一時的な目的を達成するために行われるが、施工者の善良な管理によって施工がなされても、地盤性状の変化等により、所期の成果が得られないことがある。このため、注入工事の完了後に効果確認を実施することとした。
- (2) 改良効果は、注入工事の目的に応じて、改良土の現位置試験や室内土質試験、サンプリング試料の観察結果等から総合的に判断する。
- (3) 現位置試験及び室内土質試験等は、「6.3 試験注入（2）」の規定による。
- (4) 効果確認の頻度は以下のとおりとする。
 - ① 改良断面が一様で、路線単位で施工する注入工事（例えば、シールド・推進工事における掘進防護等）の場合は、延長50m毎及びその端数に一箇所以上行うものとする。なお、同一路線で改良断面が変化する場合についても、断面毎に同様の頻度で行うものとする。
 - ② 箇所単位で施工する注入工事（例えば、シールド・推進工事における発進防護等）の場合は、施工箇所毎に一箇所以上行うものとする。
 - ③ 土留め欠損部の止水注入等、比較的軽易な目的で施工する場合は、施工の規模等を考慮のうえ効果確認を省略することができる。
- (5) 「効果確認報告書」を作成し、効果確認にかかる下記の事項を収録する。
 - ① 注入後の土質調査結果（現場透水試験、標準貫入試験、圧縮試験の結果）
 - ② サンプリング試料の観察結果
 - ③ 記録写真
 - ④ 改良効果の考察（注入工事の目的に対する改良効果の考察）
 - ⑤ 別途に、サンプリング試料の標本を提出する。
- (6) 効果確認の結果、改良効果が不十分と認められる場合は、所期の効果が現れるまで再注入を行わなければならない。

7.8 地下水等の水質監視

注入工事においては、施工に伴う地下水等の汚染や人的健康被害を防止するために、地下水等の水質監視を行わなければならない。

(解説)

(1) 地下水等の水質監視は、暫定指針に必要事項が定められており、ここでは、それらの具体的な内容について解説することとする。

(2) 観測井の設置及び構造

- ① 地下水の観測井は、注入箇所からおおむね10m以内に、延長100m当り2箇所以上設置するものとする(図-4参照)。なお、当該区域内に既存の井戸がある場合は、当該井戸を利用することができる。

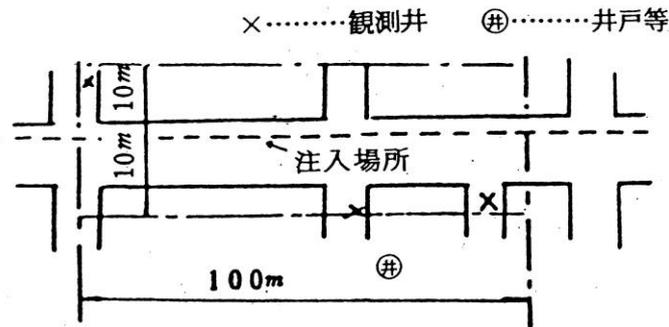


図-4 観測井の設置平面図(参考)

- ② 観測井の構造は図-5を標準とする。

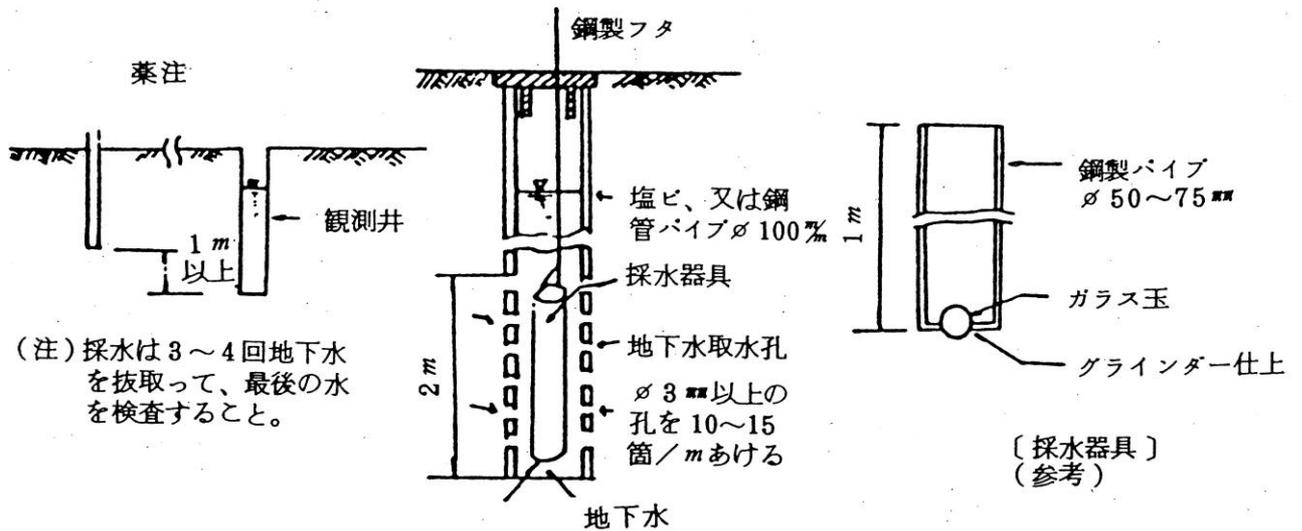


図-5 観測井の構造図(参考)

(3) 地下水等の採水並びに水質の検査は以下の規定によるものとする。

- ① 地下水は、観測井から採水するものとする。
- ② 注入箇所から概ね100m以内に井戸、貯水池、養魚池、かんがい用水等がある場合は、それぞれの施設から採水するものとする。

- ③ 注入箇所から概ね100m以内にある公共用水域（河川、湖沼、海域等）については、当該水域の状況に応じて、監視の目的を達成するために必要な箇所について採水するものとする。
- ④ 採水及び水質検査の頻度は、原則として表－5による。

表－5 採水及び水質検査

注入工事の状況	採水回数	検査回数	
		現場	公的機関
工事着手前	1回	1回	1回
注入工事中	毎日1回	毎日1回	7日に1回 ※2
注入工事終了後2週間を経過するまで※1	毎日1回	毎日1回	2週間に1回※2
2週間経過後、半年を経過するまで	月2回	月に2回	月に1回

※1：地下水の状況が変化しないと判断される場合は週1回以上とする。

※2：過マンガン酸カリウム消費量を測定する場合は毎日とする。

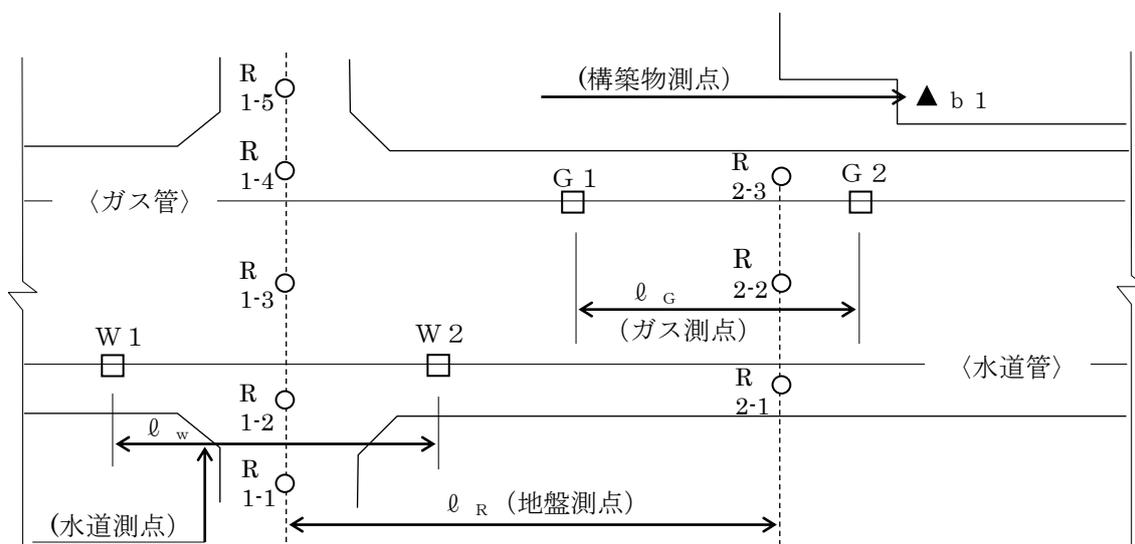
- (1) 水質の検査は以下の規定によるものとする。
 - ① 無機系反応材を使用する場合は、水素イオン濃度（PH値）を測定するものとする。
 - ② 有機系反応材を使用する場合は、過マンガン酸カリウム消費量を測定するものとする。
 - ③ 水質基準は、暫定指針の「別表－1」による。
- (2) 水質監視の結果、暫定指針の「別表－1」に定める水質基準に適合しない場合又はその恐れのある場合は、注入工事を中止し必要な措置を講じなければならない。

7.9 安全管理

注入工事にあたっては、地下埋設物等の損傷事故の防止、第三者災害の防止、労働災害の防止等、工事の安全確保に努めなければならない。

(解説)

- (1) 本要綱では、各章の規定及び解説の中で、関連する安全対策（埋設物の損傷防止対策、周辺家屋への弊害対策等）について述べているため、ここでは、それら以外の安全対策について解説する。
- (2) 第三者災害の防止対策
道路上で注入工事を行う場合は、所轄警察署の道路使用許可条件を順守し、歩行者及び自転車、通過車輛の安全確保に努めなければならない。
- (3) 周辺施設の防護対策
施工箇所周辺の施設（地下埋設物及び周辺構造物等）には、必要に応じて観測孔及び観測点を設けて、注入工事による施設の変状を把握するものとする。図－4に観測孔及び観測点平面図、表－5に観測点測定表の作成例を示す。



図－４ 観測孔及び観測点平面図（作成例）

表－５ 観測点測定表（作成例）

No.	W 1		W 2		G 1		G 2		b 1	
	OP	累計差								
初期値										
測定年月日										

(4) 地下埋設物や地下室等への薬液の流入防止に努めなければならない。以下に、参考としてこれまで行われてきた流入防止対策を示す。

- ① 下水道管及び地下の洞道、建築物の地下室等は、目視によって流入の有無を確認する。
- ② 電気及び電話の空管路は、注入作業中は水を循環させてその濁り確認し、注入作業終了後は試験棒通しによって流入の有無を確認する。
- ③ 流入監視用の観測井を設置して流入の有無を確認する。
- ④ 矢板等による遮断壁を設置して流入防止を図る。

7.10 薬液の管理

薬液は、所期の改良効果が発揮できるように適正な品質管理を行うとともに、厳正に受入れ及び保管を行なわなければならない。

(解説)

(1) 薬液の品質管理は、以下の規定によるものとする。

- ① 注入材料（主剤及び硬化剤・助剤）の品質は、製造メーカーの「品質証明書」及び「分析結果報告書」等によって確認する。

- ② 薬液は、配合計画に基づいて正確に計量し確実に混合させる。
- ③ ゲルタイムは、カップ倒立法等によって正確に測定する。
- (2) 薬液の受入及び保管は、以下の規定によるものとする。
 - ① 注入材料の搬入時には、製造メーカーの計量証明書等と入荷数量の整合について確認する。
 - ② 注入材料の受払簿を作成し、入荷数量・使用数量及び残数量を的確に把握する。
 - ③ 大規模注入工事（注入量500kℓ以上）の場合は、プラントのタンクからミキサー迄の間に積算流量計を設置し、水ガラスの使用量を的確に管理する。
 - ④ 液態の主剤及び硬化剤・助剤は密閉式のタンクに、袋詰め硬化剤及び助剤は湿気を帯びないように保管する。
 - ⑤ 注入材料は、流出・飛散・盗難・火災等の恐れのないように保管する。

7.11 施工報告

- (1) 注入工事の完了後、「薬液注入工報告書」を作成し本市に提出しなければならない。
- (2) 薬液注入工報告書には、注入工事にかかる各種の記録を収録するものとする。

(解 説)

「薬液注入工報告書」に収録する記録は以下とおりとする。

- (1) 薬液注入工事日報
- (2) 施工計画書
- (3) 注入工事記録写真
- (4) 注入工事管理記録（試験注入報告書、効果確認報告書、注入管配置計画図、チャート紙、薬液の比重測定記録等）
- (5) 注入材料管理記録（受払簿、主剤の計量伝票、硬化材及び助材の納品書、主剤及び硬化材・助材の品質証明書及び分析結果報告書等）
- (6) 水質監視記録（観測井の設置位置平面図、公的機関の水質検査成績表、水質監視にかかる測定記録等）
- (7) 施設の監視記録（施設監視にかかる計画図、施設の測定記録等）
- (8) その他注入工事に関する記録