

「薬液注入工法暫定取扱指針」の内容と下水道工事への適用について

たけ 見 ひで お
武 見 英 雄*

1. はじめに

昭和49年の土木、建築関係事業の十大ニュースに、薬液注入工法の長期間にわたる使用中止があげられる。

この措置の発端となったのは、福岡県新宮町においてアクリルアミド系薬液が井戸に混入し、その井戸水を飲用した一家5人が歩行障害、平衡障害の疾患を生ずるという事件が発生したことである。その後成田国際空港におけるパイプライン工事に伴う井戸の汚染問題、江戸川区松島町における植木の被害など新たな公害として大きな社会問題化したことはまだ記憶に新しいところである。これらのニュースは全国の薬液注入工法を採用している工事関係者に大きなショックを与えるとともに、薬液注入工法を予定している工事の大部分が数ヶ月にわたってストップするという事態に発展し、工事の前途に大きな不安を与えたものである。

建設省は、この事故の重大性にかんがみ昭和49年5月にすべての薬液注入工事を一時中止し、安全の確認をしたうえで再開するよう次官通達を出すとともに、調査委員会を発足させ施工に関する暫定指針の作成にとりかかった。

東京都においても、薬液注入工法を必要とする工事を全面的にストップし、関連各局によるプロジェクトチームを発足させ安全施工のための基準作成にとりかかった。

指針の作成に当たって建設省、東京都それぞれの委員会とも事故の分析、薬液の安全性、施工管理などについて討議された。

従来、薬液はモノマーの状態では不安定であったりまたは劇物に指定されているものであっても、助剤との混合注入によってポリマーとなり、このポリマーとなったものは絶対に安全であるといわれてきた。しかし、薬液の土中における挙動などについてもまだ十分に解明が行なわれていない面もあり、薬液注入による環境への影響も含めて恒久的な指針を作成するにはなお詳細な調査研究をする必要があるわけで、これにはまだかなりの期間が必要となってくる。そこで毒物、劇物に指定された薬液の使用が強く規制され、水ガラス系の薬液のみに限定し、加えて水質監視など非常にきびしい暫定指針が作成され、人体と環境を守るため安全施工の徹底をはかることとしたわけである。

2. 薬液注入工法採用の現状と中止に伴う影響

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地盤の強化、止水の目的で使用されるものであり、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ものである。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ほど悪条件が重なり合っており、これらの悪条件を避けて工事を実施することは、まず不可能であり、これに対決しあらゆる工法を選択し採用して克服していくわけであるが、この工法のなかに地盤改良工法がありそのなかでもきわめて直接的で有効なものが薬液注入工法である。また薬液注入工法は他の工法で達成不可能な成果を与える場合が多く、土木、建築工事になくてはならないものとなって今日に至っている。

都の下水道工事においても前述のような都市の悪条件のなかで1日も早い下水道施設の建設のため、薬液注入が大きな役割を占めていることは論をまたないところであり、特に軟弱地盤帯、レキ層地帯においては大きな効果をあげている。

最近の下水道管きょ工事は社会的な要請によりトンネル工事（シールド、推進工事）が多くなり、トンネル先端における土砂崩壊防止、止水防止や圧気による酸欠空気の漏気防止などに大きな効果があり、薬液注入工法がなくてはトンネル工事の大部分の施工が不可能になってしまうほどに不可分な関係にある。また、開削、トンネル工事を問わず止水効果を十分にあげなければ、地下水の汲みあげによる井戸枯れや地盤の沈下による家屋などの被害が増大し、逆にこの方面で大きな社会問題となって工事の進ちよくがストップする可能性もある。

都における薬液の使用量を見てみると都下市町と事業5局（建設、上、下水道、交通、港湾）で46～48年度の3個年間で約30万klになっており、49年度においては約16万klが見込まれている。この中でも事業量が多く、施工条件の

* 東京都下水道局建設部工事課長

資料—229

悪い下水道工事においては使用量も多くこのうちの約半分を占めている。

下水道局は49年5月1日以降薬液注入工事の一時中止を実施したわけであるが、この時点で影響を受けた工事は、工事件数339件中75件にも及び、その半数が代替工法がなく工事を全面的にストップしたがその大部分がシールド工事であった。またこの工事中止は3ヶ月にも及び、現場の保安、安全管理に多大の労力と費用を費やし工事が大幅に遅延しいまだに影響を残している。

3. 都の暫定取扱指針について

東京都が作成した指針は、建設省が定めた「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針」が基になっている。国は全国を対象とした指針であるので都市の実状によって調査範囲や対象などを考える必要があり、また実際現場において実施する場合の混乱を避けるような配慮も都の指針では考えたわけである。

つぎに都の指針の概要と建設省の指針との相違点、ならびに特に加えたものなどを以下に述べてみたい。

① 構成

「東京都薬液注入工法暫定取扱指針」と「東京都薬液注入工事設計施工暫定基準」の二本立てとし、設計、施工の具体的な基準を後者に示した。

② 取扱指針（後記の参考欄参照）の要旨

ア “目的”の中で人の健康被害の発生を防止するとともに動、植物などに対する被害を防止する意味も含めて「環境の保全をはかる」という表現を特に加え、事前調査の項で植物、農作物などの調査を義務付け、設計、施工暫定基準で植物、農作物などに近接して注入を行なう場合の注入範囲を以下のように明記した。

薬液注入箇所近接して、樹木、草本類及び農作物がある場合、果樹等を含めた樹木類については、その箇所より垂直距離2.00m以内、水平距離3.00m以内、又、農作物を含めた草本類については、その箇所より垂直距離1.50m以内、水平距離1.00m以内の土壤に薬液が浸透しないようにしなければならない。

イ 薬液注入工法の採用は、他の工法を検討したうえ必要最少限にとどめるようにした。

ウ 土質、地下埋設物、地下水位、植物、農作物などの事前調査を行なうこととし、この場合の調査範囲を開東ローム層相当の地層では注入箇所から100m以内、砂レキ層相当の地層では150m以内と距離を明示し現場の対応を容易にした。

エ 使用できる薬液は、水ガラス系の薬液で劇物またはフッ素化合物を含まないものに限定することとし、専門調査機関の調査結果が判明した時点で見直しをすることとした。

オ 緊急事態の場合の応急措置として建設省の指針はすべての薬液を解除しているが、都の指針ではこの場合

であってもアクリルアミド系薬液は全面的に使用を禁止し、その他の薬液で安全性の高いものから使用することとした。

カ 地下水の水質監視、残土処分については建設省の指針と同じである。

キ 井戸などの定義として飲用井戸、雑用井戸、地下受水そう、プールとし都市の実態に即したものとした。

なお、この取扱指針に基づき薬液注入工事を実施するにはつぎのようないくつかの問題点を解決しなければならず、これらについて種々検討を重ねてきた結果当面の運用方針を定め現在実施している。

① 観測井の数とその設置位置、距離など

② 水ガラス系薬液でも無機のものとは有機のものとは水質監視費用が大幅に違ってくる。

③ 水質の検査機関については「公的機関またはこれと同等の能力および信用を有する機関」とあるが、採水回数が多いため検査機関の選定と受け入れ能力について問題はないか。

以上指針の概要について述べたわけであるが、東京都においては、現在基礎的調査のプロジェクトチームによって薬液とその土中における挙動ならびに薬液による人体や動植物に与える影響などについて調査に入っているところであるが、これらの調査結果がわかるまでにはまだかなりの日時を要するであろう。

4. おわりに

この指針はあくまで暫定的な指針であり、今後の研究、調査などにより薬液の性質、土中での挙動などが解明されれば見直しをするわけであるがそれには相当の日時を必要とするわけで、当分の間はこの指針に基づいて薬液注入工事が実施されるわけである。はじめにも述べたように、この指針は相当きびしい内容になっているが、われわれは当然のものとして受け止め、つねに安全な施工を心がけなければならない。また、この規制によって一般的には水ガラス系薬液のみしか使用できなくなるわけであり、工事効果は尿素系、アクリルアミド系のものより悪くなると思われるが、他の工法との併用、注入の範囲・量の改善、効果的な注入方法の検討などにより工事事故の発生、地盤沈下などを防止することにも十分な配慮をしていかなければならない。当分の間試行錯誤を繰り返していくことであろうがそのなかで多くのより良いデータを集約し、薬液注入工法の安全、確実な施工法と未知な部分の解決のための資料としなければならない。そして何よりも、今回の事故例が示すように完璧な施工管理がますます重要となってくるわけで、これらについてもわれわれは再度チェックし、より良い制度を確立していかなければならない。

なお、多様化する社会の要求のなかで新しい機械、工法の開発にも今まで以上の努力をしていく必要がある。

薬液注入工法が現在の土木工事のなかで重要な位置を占めていることはすでに既成の事実であり、大きな効果をあげていることも事実である。複雑な施工環境を示す現在の土木工事においては、今後も当分の間これに変わる良い工法を見いだすことは非常にむずかしく、まだまだ薬液注入工法が重要な工法として残るわけである。この意味からいってもこの工法の健全なる発展が望まれる。

東京都薬液注入工法暫定取扱指針

目次

第1章 総則	第2章 薬液注入工法の選定
1-1 目的	2-1 薬液注入工法の採用
1-2 適用範囲	2-2 事前調査
1-3 用語の定義	2-3 使用できる薬液
第3章 設計及び施工	
3-1 設計及び施工に関する基本的事項	
3-2 現場注入試験	
3-3 注入にあたっての措置	
3-4 労働災害の発生の防止	
3-5 薬液の保管	
3-6 排水等の処理	
3-7 残土及び残材の処分方法	
第4章 地下水等の水質の監視	
4-1 地下水等の水質の監視	
4-2 採水地点	
4-3 採水回数	
4-4 監視の結果講ずべき措置	

第1章 総則

1-1 目的

この指針は、薬液注入工法による人の健康被害の発生を防ぐとともに環境の保全をはかるために必要な工法の選定、設計施工及び水質の監視についての暫定的な指針を定めることを目的とする

1-2 適用範囲

この指針は、東京都が薬液注入工法を採用して施工する工事について適用する。

1-3 用語の定義

この指針において、次に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- (1) 薬液注入工法：薬液を地盤に注入し地盤の透水性を減少させ、又は地盤の強度を増加させる方法をいう。
- (2) 薬液：次に掲げる物質の1以上をその成分に含有する液体をいう。

イ けい酸ナトリウム(水ガラス系)、ロ リグニン又はその誘導体(リグニン系)、ハ ポリイソシアネート(ウレタン系)、ニ 尿素、ホルムアルデヒド初期縮合物(尿素系)、ホ アクリルアミド(アクリルアミド系)

第2章 薬液注入工法の選定

2-1 薬液注入工法の採用

薬液注入工法の採用は、あらかじめ2-2に掲げる事前調査を行ない、地盤の改良を行う必要がある箇所について他の工法の採用の適否を検討した結果、薬液注入工法によらなければ工事現場の保安、地下埋設物の保護、周辺の家屋その他の工作物の保全及び周辺の地下水位の低下の防止が著しく困難であると認められる場合に限るものとする。

2-2 事前調査

薬液注入工法の採用の決定にあたって行う調査は次のとおりとする。

- (1) 土質調査：土質調査は、次の定めるところに従って行うものとする。
イ 原則として、施工面積1,000平方メートルにつき1箇所以上、各箇所間の距離100メートルを超えない範囲でボーリングを行い、各層の資料を採取して土の透水性、強さ等に関する物理的試験及び力学的試験による調査を行わなければならない。
ロ 河川の付近、旧河床等局部的に土質の変化が予測される箇

所については、イに定める基準よりも密にボーリングを行なわなければならない。

ハ イ又はロによりボーリングを行った各地点の間は、必要に応じサウンディング等によって補足調査を行い、その間の変化を把握するように努めなければならない。

ニ イからハまでにかかわらず、岩盤については別途必要な調査を行うものとする。

(2) 地下埋設物調査：地下埋設物調査は、工事現場及びその周辺の地下埋設物の位置、規格、構造及び老朽度について関係諸機関から資料を収集し、必要に応じつぼ掘りにより確認して行なうものとする。

(3) 地下水位等の調査：工事現場及びその周辺の井戸等について、次の調査を行うものとし、範囲はおおむねハによるものとする。

- イ 井戸等の位置、深さ、構造、使用目的及び使用状況
- ロ 河川、湖沼、海域等の公共用水域及び飲用のための貯水池並びに養魚施設(以下「公共用水域等」という。)の位置、深さ、形状、構造、利用目的及び状況

ハ 調査範囲

関東ローム層相当の地層 周囲100m以内
砂れき層相当の地層 // 150m //

(4) 植物、農作物等の調査：工事現場及びその周辺の樹木、草本類及び農作物についてその種類、大小、利用目的、位置等を調査する。

2-3 使用できる薬液

薬液注入工法に使用する薬液は、専門調査機関の調査結果が判明するまで水ガラス系の薬液(主剤がけい酸ナトリウムである薬液をいう。以下同じ)で劇物又は弗素化合物を含まないものに限るものとする。ただし、工事施工中緊急事態が発生し、第二次災害を防ぐため応急措置として薬液注入工事を施工する場合は、現場の状況に応じて、劇物の少ない薬液から順次使用することができる。この場合においてもアクリルアミドは使用しないものとする。

応急措置の実施にあたっては、この指針の趣旨を十分に考慮し、薬液使用に対する安全性の確保に努めるとともに、水質の監視、残土、排水等の処理については次によるものとする。

- (1) 掘削残土の処分にあたっては、地下水等としゃ断しなければならない。
- (2) 地下水等の水質の監視については、別表一3に定める検査項目、検査方法及び水質基準により行うこと。この場合において採水回数は、薬液注入完了後1年間1ヵ月に2回以上行うものとする。
- (3) 排水等の処理にあたっては、別表一4の基準に適合するように行わなければならない。

第3章 設計及び施工

3-1 設計及び施工に関する基本的事項

注入工法による工事の設計及び施工については、薬液注入箇所周辺の地下水及び公共用水域等において別表一1の水質基準が維持されるよう、当該地域の地盤の性質、地下水及び公共用水域等の状況は把握し、この章に定めた基準及び別に定める設計、施工基準等によって適切に行わなければならない。

3-2 現場注入試験

薬液注入工事の施工にあたっては、あらかじめ、注入計画地盤又はこれと同等の地盤において設計どおりの薬液の注入が行われ

別表一1 水質基準

薬液の種類	検査項目	検査方法	水質基準
水ガラス系	有機物を含まないもの 水素イオン濃度	水質基準に関する省令(昭和41年厚生省令第11号。以下「厚生省令」という)又は日本工業規格K0102に定める方法。	PH値8.6以下(工事直前の測定値が8.6を超え下)であること。
	有機物を含まないもの 水素イオン濃度	同	同上
	過マンガン酸カリウム消費量	厚生省令に定める方法。	10P.P.M以下(工事直前の測定値が10P.P.Mを超えときは当該測定値以下)であること。

別表-2 排水基準

薬液の種類	検査項目	検査方法	排水基準
水ガラス系	有機物を含まないもの 水素イオン濃度	日本工業規格K0102に定める方法。	排水基準を定める総理府令(昭和46年総理府令第35号)に定める一般基準に適合すること。
	有機物を含むもの 水素イオン濃度 生物化学的酸素要求量 又は化学的酸素要求量	同上	同上

別表-3 水質基準

薬液の種類	検査項目	検査方法	水質基準	備考
水ガラス系	水素イオン濃度	厚生省令に定める方法	PH値 8.6以下(工事直前の測定値が8.6を超えるときは当該測定値以下)であること。	
	過マンガン酸カリウム消費量	厚生省令に定める方法	10P.P.M以下(工事直前の測定値が10P.P.Mを超えるときは当該測定値以下)であること。	薬液成分として有機物を含むものに限る。
	弗素	厚生省令に定める方法	0.8P.P.M以下であること。	薬液成分として弗素化合物を含むものに限る。
尿素系	ホルムアルデヒド	日本薬学会協定衛生試験方法による方法	検出されないこと。	
リグニン系	6個クロム	厚生省令に定める方法	0.05P.P.M以下であること。	

注 検出されないことは定量限界以下をいう。
定量限界は次のとおりである。
ホルムアルデヒド 0.5P.P.M

るか否かについて調査を行うものとする。

3-3 注入にあたっての措置

- (1) 薬液の注入にあたっては、薬液が十分混合するように必要な措置を講じなければならない。
- (2) 薬液の注入作業中は注入圧力と注入量を常時監視し、異常な変化を生じた場合は、直ちに注入を中止し、その原因を調査して、適切な措置を講じなければならない。
- (3) 埋設物に近接して薬液の注入を行う場合においては、当該地下埋設物に沿って薬液が流出する事態を防止するよう必要な措置を講じなければならない。

3-4 労働災害の発生の防止

薬液注入工事及び薬液注入箇所掘削工事の施工にあたっては、労働安全衛生法その他の法令の定めるところに従い、安全教育の徹底、保護具の着用、換気の徹底等、労働災害の発生の防止に努めなければならない。

3-5 薬液の保管

薬液の保管は、薬液の流出、盗難等の事態が生じないよう厳正に行なわなければならない。

3-6 排水等の処理

- (1) 注入機器の洗浄水、薬液注入箇所からの湧水等の排水水を公共用水域へ排出する場合には、その水質は、別表-2の基準に適合するものでなければならない。
- (2) (1)の排水の排出に伴い排水施設に発生した泥土は「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」その他の法令の定めるところに従い、適切に処分しなければならない。

3-7 残土及び残材の処分方法

- (1) 薬液を注入した地盤から発生する掘削残土の処分にあたっては、地下水及び公共用水域等を汚染することのないよう必要な措置を講じなければならない。
- (2) 残材の処理にあたっては、人の健康被害及び動植物の被害が発生することのないよう措置しなければならない。

第4章 地下水質の監視

4-1 地下水等の水質の監視

- (1) 事業主体は、薬液注入による地下水及び公共用水域等の水質汚濁を防止するため、薬液注入箇所周辺の地下水及び公共用水域等の水質汚濁の状況を監視しなければならない。
- (2) 水質の監視は4-2に掲げる地点で採水し、別表-1に掲げる検査項目について同表に掲げる水質基準に適合しているか否かを判定することにより行うものとする。
- (3) (2)の検査は、公的機関又はこれと同等の能力及び信用を有する機関において行うものとする。

4-2 採水地点

採水地点は、次の各号に掲げるところにより選定するものとする。

- (1) 地下水については、薬液注入箇所及びその周辺の地域の地形及び地盤の状況、地下水の流向等に応じ、監視の目的を達成するため必要な箇所について選定するものとする。この場合において、注入箇所からおおむね10メートル以内においては、少なくとも数箇所の採水地点を設けなければならない。

なお、採水は観測井を設けて行なうものとし、状況に応じ既存の井戸を利用して差し支えない。

- (2) 公共用水域等については、(1)の規定を準用するとともに、当該水域の状況に応じ、監視の目的を達成するため必要な箇所について選定するものとする。

4-3 採水回数

別表-4 排水基準

薬液の種類	検査項目	検査方法	排水基準	備考
水ガラス系	水素イオン濃度	日本工業規格K0102に定める方法	排水基準を定める総理府令(昭和46年総理府令第35号。以下「総理府令」という)に定める一般基準に適合すること。	
	生物化学的酸素要求量 又は化学的酸素要求量	日本工業規格K0102に定める方法	総理府令に定める一般基準に適合すること。	薬液成分として有機物を含むものに限る。
	弗素	日本工業規格K0102に定める方法	総理府令に定める一般基準に適合すること。	薬液成分として弗素化合物を含むものに限る。
尿素系	水素イオン濃度	日本工業規格K0102に定める方法	総理府令に定める一般基準に適合すること。	
	ホルムアルデヒド	日本薬学会協定衛生試験方法に定める方法	5P.P.M以下であること。	
リグニン系	6個クロム	日本工業規格K0102に定める方法	総理府令に定める一般基準に適合すること。	

採水回数は、次の各号に定めるところによるものとする。

- (1) 薬液注入工事着手前 1回
- (2) 薬液注入工事中 毎日1回以上
- (3) 薬液注入終了後
 - イ 2週間を経過するまで毎日1回以上(当該地域における地下水の状況に著しい変化がないと認められる場合で、調査回数を減しても監視の目的が十分に達成されると判断されるときは週1回以上)
 - ロ 2週間経過後半年を経過するまでの間にあつては、月2回以上。

4-4 監視の結果講ずべき措置

監視の結果、水質の測定値が別表-1、及び別表-3に掲げる水質基準に適合していない場合又は、そのおそれのある場合には、直ちに工事を中止し、必要な措置をとらなければならない。
(原稿受理 1975.1.18)