

(別紙)

薬液注入工法による地盤改良工事に係る適切な施工管理等について

1. 施工計画書に明示する事項

薬液注入工法による地盤改良工事(以下、「薬液注入工事」という。)において、工事受注者(以下、「受注者」という。)が提出する施工計画書に明示する事項を下記のとおり定める。

発注者は、受注者から提出される施工計画書により、薬液注入工事に係る施工管理等について確認する。

また、下記 1-1 の 1) から 2) については、発注者は、設計図書(図面、特記仕様書)に明示する。また、下記 1-2 の 1) から 5) 及び 29) については、発注者は、設計図書(図面、特記仕様書)に明示する。

なお、工法等は、指定する工法がない場合には、積算において想定している工法について明示する。

1-1 適用する基準類の名称

受注者は、使用する工法名称及び基準類について明示。

- 1) 適用する工法の名称(〇〇工法等、工法の正式名称を明示)。
- 2) 適用する工法の出来形管理基準及び品質管理基準を記した基準類の名称(港湾工事共通仕様書、〇〇工法マニュアル等を明示)。
- 3) 出来形管理項目及び品質管理項目等の管理方法、管理頻度、管理値、出典根拠。
※(参考)明示例を参照

1-2 薬液注入工法の適切な施工管理に必要となる事項

受注者は、施工管理等に必要となる以下の事項について明示。

なお、薬液(シリカ等)の濃度等、室内配合試験の実施等により明らかとなる事項については、その都度、施工計画に追加すること。

1) 工法区分 ①二重管ストレーナー、ダブルパッカー 等

2) 材料種類 ①溶液型、懸濁型等の別(無機系、水ガラス系等の別)
②溶液型の場合は、無機、有機の別
③瞬結、中結、長結の別
④薬液(シリカ等)の濃度(〇%)

3) 施工範囲等 ①注入対象範囲

②注入対象範囲の土質分布(改良対象土層毎の細粒分含有率 F_c (%)、均等係数 U_c 等)

4) 削 孔 ①削孔間隔及び配置

②削孔総延長

③削孔本数

5) 注 入 量 ①総注入量

②土質別注入率

③土質別注入量

6) 確認施工の施工内容

・ 確認施工に係る施工内容。

7) 地盤改良の効果の確認方法

・ 地盤改良の効果は、発注者において別途実施するボーリング調査、原位置試験及び土質試験により確認することとし、受発注者と協議の上決定した確認方法(土質試験の方法(原位置試験、室内試験)及び土質試験項目(一軸圧縮試験、シリカ含有量試験等))。

8) 薬液注入工法の現場責任者の配置

・ 薬液注入工法に関する十分な技術的知識と経験を有する現場責任者の配置。

9) 使用機械

・ 施工に使用する削孔機械、注入機械、ミキシングプラント等、その他設備。

10) プラント配置及び配管ルート図等

・ プラントの配置図、薬液等の配管ルート図、薬液の運搬経路図、薬液材料の保管場所。

・ 配管ルート図は、プラントから積み替え口、又は薬液吐出口までの一連の配管。

・ プラントの配置図は、水タンク、反応材タンク、薬液管理室、積算流量計等の計測機器の設置箇所。

11) 室内配合試験等

・ 別表に示す試験項目(土懸濁液 pH 試験(pH)、シリカ含有量試験(mg/g-dry)、カルシウム含有量試験(%))、実施内容、実施時期。

・ 別途、室内配合試験計画書を提出。

12) 薬液配合の管理

- ・ 薬液材料について、各材料の名称、各材料の使用目的、各材料の単位当たり使用量、作液時の配合割合、作液方法、各材料の管理方法、各材料の管理頻度、各材料の管理値、各材料の保管方法。

13) 土中ゲルタイム(硬化時間)の設定及び管理

- ・ 別表に示す土中ゲルタイム試験の実施内容、実施時期。
- ・ 改良対象土を用いた土中ゲルタイム、薬液の水素イオン濃度(pH)の設定根拠(地域特性や季節を考慮しつつ土中温度で設定、改良対象土のカルシウム含有量及水素イオン濃度(pH)で設定)
- ・ 設定した土中ゲルタイム及び土中ゲルタイムを管理する際の薬液の水素イオン濃度(pH)の確認方法、確認頻度、管理値。

14) 薬液注入量等の管理

- ・ プラントで練り混ぜられた薬液の、管理方法、管理頻度、管理値。
- ・ 積算流量計等、使用する計測機器の測定精度。
- ・ プラントで練り混ぜられた薬液の、注入速度(時間当たり流量)、積算流量がチャート紙に適切に記録されるよう、キャリブレーションの方法及び頻度。
- ・ 発注者が検印したチャート紙を受注者が使用すること。
- ・ 薬液注入量等を管理する施工管理担当者を受注者の中から定め、担当する者の氏名を記載すること(施工管理担当者は複数名定めてもよい)。
- ・ 施工管理担当者は日々作業開始前にサイン及び日付を記入すること。

15) 削孔位置、削孔長、注入外管挿入長、削孔角度の管理

- ・ 削孔位置、削孔長、注入外管挿入長、削孔角度の確認方法、管理値。
- ・ 挿入式ジャイロ等の位置計測装置等、使用する計測機器の測定精度。
- ・ 曲り削孔工法の場合、挿入式ジャイロ等の位置計測装置等による位置確認の方法、挿入式ジャイロ等の位置計測装置のキャリブレーションの方法及び頻度。

16) パッカー等の施工

- ・ 薬液注入前に行うパッカー等の施工方法。
- ・ パッカー等に使用する材料(セメント等)の種類、配合割合、単位当たり使用量、実施時期、管理値。

17) 注入速度及び注入圧力の設定

- ・ 別表に示す限界注入速度試験(注入速度及び注入圧力を設定する方法)の内容、実施時期、管理値。

18) 注入順序

- ・地盤に注入する薬液の施工順序。

19) 改良範囲、ステップ長、注入孔間隔

- ・当該地盤改良工事にて施工する改良範囲(改良径含む)、ステップ長(鉛直方向の注入口間隔)及び注入孔間隔(平面配置)。

20) 削孔跡の充填

- ・薬液注入終了後の削孔跡の処理方法。
- ・削孔跡を塞ぐための材料(セメント等)の種類、配合割合、単位当たり使用量、実施時期、管理値。

21) 排水、排泥、廃液の処理方法

- ・削孔等より発生する排水量、排泥量の管理方法、保管方法、処理方法。
- ・プラントや注入外管等の洗浄により発生した廃液量の管理方法、保管方法、処理方法。
- ・危険性又は有害性のある化学物質を含む廃液等は、中和処理装置等を用いた処理方法。

22) 余剰薬液及び余剰薬液材料の返品方法

- ・余剰となった薬液及び薬液材料(特殊シリカや希硫酸等)の返品量の確認方法、返品時期、返品方法。

23) 障害物(埋設物)調査(防護方法等)

- ・障害物(埋設物)調査の有無。
- ・障害物(埋設物)調査を行う場合は、調査方法、調査頻度。
- ・障害物(埋設物)を把握している(した)場合は、防護方法等(撤去方法等)。

24) 地下水及び公共水域等の水質監視

- ・施工区域周辺の地下水及び海水等の公共用水域等について、水質監視孔の設置有無、水素イオン濃度(pH)等の観測の有無。
- ・水質の調査方法及び確認頻度。

25) 施工時の隆起対策

- ・施工時の地盤等の隆起観測方法、隆起防止対策、隆起量管理値。

26) 施工時の薬液漏洩(逸走)対策

- ・施工時の薬液漏洩(逸走)対策。

27) 施工時トラブル対処法

- ・ 施工時のトラブルを想定した施工管理の内容及び対処法。

28) 薬液注入工事管理連絡会の設置

- ・ 薬液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ための薬液注入工事管理連絡会の設置、連絡会の構成、地下水等の水質等の監視体制、安全管理体制、緊急連絡体制等。

29) その他

- ・ 1) から 5) の他、薬液注入工法の適切な施工管理に必要な事項。
なお、「薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針(建設省官技第160号(昭和49年7月10日))」について記載している事項についても適切に明示。

2. 監督・検査及び施工管理

1) 工法関係

① 削孔・注入深度

- ・ 監督職員は、挿入式ジャイロ等の位置計測装置等使用する計測機器の測定精度について、試験成績表等により適宜確認する。
- ・ 監督職員は、受注者が行う計測機器のキャリブレーションに現場立会する。
- ・ 受注者は、注入外管に孔番や注入番号等を記入する。
- ・ 監督職員等は、注入外管立込時において、使用する注入外管の長さ及び使用本数を適宜確認する。
- ・ 監督職員等は、受注者において記入した孔番や注入番号等により、削孔及び注入の進捗を適宜確認する。
- ・ 監督職員等は、注入深度の検尺に適宜立会するものとする。

② ステップ長、注入孔間隔

- ・ 監督職員等は、受注者が施工計画書に明示したステップ長(注入口間隔)及び注入孔間隔(平面配置)のとおり施工していることを適宜確認する。

③ 注入順序

- ・ 監督職員等は、受注者が施工計画書に明示した注入順序のとおり施工していることを適宜確認する。

④ 注入圧・注入量(積算流量)(チャート紙)

- ・ 監督職員は、積算流量計等使用する計測機器の精度について、試験成績表等により適宜確認する。
- ・ 監督職員は、受注者が行う計測機器のキャリブレーションに現場立会する。
- ・ 受注者は、発注者の検印があるものを使用する。
- ・ 受注者は、発注者が検印したチャート紙に、日々作業開始前にサイン及び日付を記入する。
- ・ 受注者は、チャート紙を原則切断せず1ロール使用毎に監督職員等に提出する。やむを得ず切断する場合は監督職員等が検印する。
- ・ 監督職員等は、現場立会した場合等には、注入状況がチャート紙に適切に記録されていることを把握し、チャート紙にサイン及び日付を記入する。

⑤注入速度

- ・ 監督職員等は、受注者が施工計画書に明示した注入速度のとおり施工していることを適宜確認する。

⑥薬液の使用量

- ・ 受注者は、大規模注入工事(注入量500キリットル以上)においては、プラントのタンクからミキサー迄の間に流量積算計を設置し、水ガラス等の薬液材料の日使用量等を管理する。
- ・ 監督職員等は、適宜日々の薬液材料の使用量及び残数量を適宜確認する。

⑦注入時の管理

- ・ 受注者は、当初設計量(限界注入試験等により設計量に変更が生じた場合は、変更後の設計量)を目標として注入する。
- ・ 受注者は、注入量－注入圧力の状況及び施工時の周辺状況を常時監視し、適切に注入する。
- ・ 受注者は、以下の場合、直ちに注入を中止し、監督職員と協議のうえ適切に対応する。
 - イ：注入速度(吐出量)を一定のままで圧力が急上昇、又は急降下する場合(ただし、継続する場合)。
 - ロ：隆起量管理値を超えた場合、又は周辺地盤等の異常の予兆がみられる場合。
- ・ 受注者は、以下の場合、監督職員と協議のうえ、必要な注入量を追加する等の処置を行う。
 - イ：掘削時湧水が発生する等止水効果が不十分で、施工に影響を及ぼすおそれがある場合。
 - ロ：地盤条件が当初の想定と異なり、当初設計量の注入では地盤強化が不十分で、施工に影響を及ぼすおそれがある場合。

⑧注入効果(地盤改良効果)の確認

- ・発注者は、確認施工及び本施工後、適切な手法により地盤改良効果を適宜確認する。
- ・受注者が、ボーリング調査及び土質試験等への立会を希望する場合には、これを認める。

⑨設計変更

- ・発注者は、注入量が当初設計量と異なるなど、契約条件に変更が生じた場合は、設計変更により適切に対応する。

⑩薬液注入工事の安全性の管理

- ・薬液注入工事が、安全に施工されていることを確認するため、発注者、受注者及び薬液注入工事の施工者は、「薬液注入工事管理連絡会」を設け、施工管理及び地下水の水質監視等が適切に行われていることを相互に確認する。

(確認事項)

- イ：連絡会の設置状況(受注者は、連絡会を設置)。
- ロ：連絡会の構成(受注者は、連絡会の構成表を作成)。
- ハ：地下水等の水質の監視状況。
- ニ：安全管理状況(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、緊急連絡体制等)。

2) 材料関係

①材料(購入・流通経路等を含む)

- ・材料証明書：受注者は、メーカー等による水ガラス等の薬液材料の品質証明書を監督職員に提出する。
- ・提出頻度：受注者は、水ガラス等の薬液材料の品質証明書を工事着手前及び1ヶ月経過毎に提出する。
- ・納入伝票：受注者は、水ガラス等の薬液材料の入荷時に搬入状況の写真を撮影する。
受注者は、薬液材料の納入伝票をその都度監督職員に提出する。
監督職員等は、必要に応じて、薬液材料入荷時の写真及び薬液材料の数量証明書等について、作業日報等と照合するとともに、書面により水ガラス等の薬液材料の数量証明書の内容をメーカー等に照合する。
- ・返品状況：受注者は、水ガラス等の薬液材料をメーカー等に返品する場合は、薬液材料の種類及び返品数量について、納入数量と返品数量の整合が確認できる書面を作成し、適宜発注者の確認を受ける。また廃棄する場合も同様とする。

監督職員は、返品数量に大きな差異が発生していないことを適宜確認する。

②土中ゲルタイム(硬化時間)及び薬液の水素イオン濃度(pH)の管理

- ・ 受注者は、適正な配合とするため、土中ゲルタイム及び水素イオン濃度(pH)を管理するものとする。自動で薬液が製造できるミキシングプラントを使用する場合は、薬液の水素イオン濃度(pH)を作業開始時及び作業途中において各1回以上測定し、管理状況を作業日報で記録する。
- ・ 監督職員等は、受注者が施工計画書に明示した薬液の水素イオン濃度(pH)の管理値のとおり管理していることを適宜確認する。また、受注者が施工計画書に明示した土中ゲルタイムのとおり薬液が硬化することを、改良対象土を用いて適宜確認する。
- ・ 土中ゲルタイムは、注入時間の1/2から2倍の時間以内を目安とする。ただし、改良対象土のカルシウム含有量の影響により、目安の土中ゲルタイムが得られない場合は、カルシウム含有量を考慮した室内配合試験によって設定した土中ゲルタイムを目安とすること。
- ・ 受注者は、作業途中で土中ゲルタイム、水素イオン濃度(pH)を変更する場合は、事前に監督職員等に報告するとともに、これに係る施工計画書の内容を変更する。また、監督職員等は、速やかに変更した土中ゲルタイム、水素イオン濃度(pH)を確認する

③配合管理

- ・ 監督職員等は、適宜受注者が施工計画書に明示した薬液材料及びプラント等の機械を用いて、配合のとおり混合し施工していることを適宜確認する。

④排水・排泥・廃液処理

- ・ 監督職員等は、排泥や廃液に余剰薬液等を混合するなどして不正な処理を行わないよう、適宜薬液材料の納入量及び返品量の確認と合わせて、排水、排泥、廃液等の処理量が、施工計画に明示した量と比べて大きな差異が発生していないことを雨水等の影響を踏まえ適宜確認する。

【用語の定義】

- ・ プラント：水タンク、反応材タンク、薬液管理室等を含むプラント設備全体。
- ・ ミキシングプラント：主材(特殊シリカ等)や希硫酸等を混合するプラント。
- ・ 監督職員等：国の職員(監督職員)及び補助者。
- ・ 薬液：薬液材料(希硫酸、特殊シリカ等、硬化剤、クエン酸等)によって、練り混ぜて製造された薬液
- ・ 薬液材料、材料：希硫酸、特殊シリカ等、硬化剤、クエン酸等の薬液の原材料。
- ・ 材料(セメント等)：地山パッカー方式等で用いられるセメント等の原材料。

(別表) 施工計画段階の調査・試験項目

種別	試験項目	調査・試験内容	重要度	試験方法	目的	
施工計画段階	既存資料の収集	-	○	-	設計時の改良仕様、改良目標	
	土質調査 (現地試験)	標準貫入試験	N値	△	JIS A 1219	・対象地盤の詳細区分 ・土質に基づく施工仕様の区分
		電気式三成分コーン貫入試験	先端抵抗、間隙水圧、周面摩擦力	△	JGS 1435	
		間隙水圧が測定できる動的コーン貫入試験(PDC等)	換算N値、細粒分含有率等	○	NETIS No.TH-100032-A 等	
	土質試験 (室内試験)	土粒子の密度試験	土粒子の密度	○	JIS A 1202	・工事前の周辺環境(地下水水質等)の把握 ・地盤改良効果の把握
		土の含水比試験	含水比	○	JIS A 1203	
		土の粒度試験	粒度	○	JIS A 1204	
		土の湿潤密度試験	湿潤密度・乾燥密度・間隙比	○	JIS A 1225	・対象土の性質の把握 ・適切な土中ゲルタイム・注入速度・注入圧力設定のためのデータ取得
		土懸濁液のpH試験	対象土のpH	○	JGS 0211	
		土の透水性試験	透水係数	△(※)	JGS 0311 ※クレガー式等による推定も可	
		カルシウム含有量試験	カルシウム含有量	○	H24環水大水発第120725002号 II 5.金属 5.1	
	室内配合試験	一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ	○	JIS A 1219	・薬液配合の決定 ・施工後の品質評価指標の決定 ・対象土(未改良地盤)のシリカ含有量初期値の把握 ※シリカ含有量試験の試験法は、施工前後で同一の試験法とする ・施工時の薬液の土中ゲルタイム、pH管理値の設定
		シリカ含有量試験 (一軸供試体)。(未改良地盤土)	シリカ含有量増分一軸圧縮強さ関係、原地盤のシリカ含有量	○	原子吸光法 ICP法	
		土中ゲルタイム試験	土中ゲルタイム	○	-	
	土質調査 (現地試験)	限界注入速度試験	注入速度-注入圧力関係	○	-	・適切な注入速度・注入圧力設定のためのデータ取得 (原位置において注入開始前に実施)

重要度区分 ○:実施することを標準とする試験

△:必要に応じて実施する試験

備考:受注者は、土懸濁液 pH 試験、カルシウム含有量試験、シリカ含有量試験、土中ゲルタイム試験、限界注入試験を行い、施工管理に必要な管理値を設定する。

(参考) 出来形管理項目の明示例

出来形管理項目					
施工管理項目	施工管理項目	管理方法	管理頻度	管理値	管理項目の展覧・根拠
削孔位置	削孔開始位置	トランシット、テープ等による測量	施工前1回	設計箇所	〇〇工法マニュアルに準拠
障害物調査	障害物調査	既存資料、測量	施工前1回	—	
削孔長	削孔長	ケーシングロッド長、残尺	全孔(各削孔箇所と同義)	+規定しない -0	
	注入外管挿入長	注入外管検尺	全孔(各削孔箇所と同義)	+規定しない -0	
削孔角度	削孔開始角度	水準器、スラントルール等による測量	全孔	+0.5° -0.5°	
注入中心位置	注入中心位置	位置計測	全孔	改良直径の1/4以下	
	削孔位置	(曲り削孔の場合) 挿入式ジャイロ測定解析結果	全孔	改良直径の1/4以下	
	削孔到達位置	(曲り削孔の場合) 挿入式ジャイロ測定解析結果	全孔	改良直径の1/4以下	
	注入外管位置	(曲り削孔の場合) 挿入式ジャイロ測定解析結果	全孔	改良直径の1/4以下	
	注入外管到達位置	(曲り削孔の場合) 挿入式ジャイロ測定解析結果	全孔	改良直径の1/4以下	
薬液注入量	セメントベントナイト注入量	圧力流量測定装置	各改良体	設計値以上	
	薬液注入量	圧力流量測定装置	各改良体	設計値以上	
薬液注入速度	薬液注入速度	圧力流量測定装置	各改良体	管理値以下	
薬液注入圧力	薬液注入圧力	圧力流量測定装置	各改良体	管理値以下	
薬液注入量	流量計吐出量	性能確認試験	作業開始前、施工途中	±1%	
既設構造物への影響	既設構造物への影響	レーザーレベル	毎日注入完了時	初期値+30mm以下	〇〇工法マニュアルに準拠
その他	注入用外管撤去深度	スチールテープ等により測定	全孔	特記仕様書による	特記仕様書
	ケーシング	スチールテープ等により測定	全孔	—	〇〇工法マニュアルに準拠
	注入口位置	スチールテープ等により測定	全孔	—	

備考：明示例は、あくまでも参考である。受注者が提出する施工計画書には薬液に係る通達や指針等に基づき適宜明示させること。

(参考) 品質管理項目の明示例

品質管理項目					
施工管理項目	施工管理項目	管理方法	管理頻度	管理値	管理項目の展覧・根拠
使用材料(薬液)	特殊シリカ (薬液材料)	試験成績表、出荷証明書	工事着手前及び1カ月経過毎	工場規格	〇〇工法マニュアルに準拠
	反応材 (EF硬化剤)	試験成績表、出荷証明書	工事着手前及び1カ月経過毎	工場規格	
	助剤 (反応材B)	試験成績表、出荷証明書	工事着手前及び1カ月経過毎	工場規格	
	助剤 (EFリアクターI)	試験成績表、出荷証明書	工事着手前及び1カ月経過毎	工場規格	
使用材料(バッカー)	セメント	ミルシート、出荷証明書	作業開始前1回	JIS R 5210 (ポルトランドセメント)	
	ベントナイト	ミルシート、出荷証明書	作業開始前1回	工場規格	
薬液管理	薬液配合管理	比重計測	作業開始前1回	1.09±0.01g/cm ³	
		作液pH計測	作業開始前1回	1.70±0.20	
	ゲルタイム管理	土中ゲルタイム(硬化時間)	工事着手前1回以上		
	計量機器 (流量計・圧力計・チャート紙記録機械等)	性能確認試験 (キャリブレーション)	作業開始前1回	計量機器の精度確認	
注入用外管	注入用外管	ミルシート、出荷証明書	作業開始前1回	設計注入間隔	
練り混ぜ水	練り混ぜ水	pH、濁度など	使用前に1回	上水と同程度	
セメントベントナイト	セメントベントナイト配合管理	比重計測	作業開始前1回	1.21±0.02	
その他	削孔用泥水材	試験成績表、出荷証明書	工事着手前及び1カ月経過毎	工場規格	
	各注入材使用量	納品書、空缶	施工完了時	設計値以上	
地盤改良の効果	一軸圧縮試験等 ※配合試験、事前事後調査	JIS A 1216 等	特記仕様書による	特記仕様書による ※一軸圧縮強度 q_u が設計強度以上 ※但し別件契約による地質調査により確認	特記仕様書

備考：明示例は、あくまでも参考である。受注者が提出する施工計画書には薬液に係る通達や指針等に基づき適宜明示させること。

(参考) 環境管理項目の明示例

環境管理項目					
施工管理項目	施工管理項目	管理方法	管理頻度	管理値	管理項目の展覧・根拠
排水・排泥・廃液処理	排水・排泥	水質管理		環境基準値以下	薬液注入工法による建設工事の施工に関する暫定指針(S49年)
	廃液	中和処理装置等による処理	洗浄等作業時	環境基準値以下	
地下水	地下水	pH等	工事着手前1回 工事中は毎日1回	環境基準値以下	

備考：明示例は、あくまでも参考である。受注者が提出する施工計画書には薬液に係る通達や指針等に基づき適宜明示させること。