

事 務 連 絡  
平成 29 年 8 月 1 日

各地方整備局 港湾空港部長 殿  
各地方航空局 次長 殿  
(参考送付)  
北海道開発局 港湾空港部 港湾建設課長 殿  
                                空港・防災課長 殿  
沖縄総合事務局 開発建設部長 殿

国土交通省 港湾局 技術企画課長  
                                航空局 航空ネットワーク部 空港技術課長

薬液注入工法による地盤改良工事に係る地盤改良効果の調査方法等について

薬液注入工法による地盤改良工事の施工不良及び虚偽報告の再発防止策については、「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」(平成 29 年 8 月 1 日付け国港技第 27 号・国空空技第 111 号)をもって指示したところであるが、別紙のとおり、薬液注入工法による地盤改良工事に係る地盤改良効果の調査方法等について定めたので、所管工事の実施にあたっては、これに基づき適切な施工管理が行われるよう徹底されたい。

なお、本事務連絡は、水ガラス系溶液型恒久薬液を使用した曲り削孔による薬液注入工事を想定しているが、使用する薬液及び削孔方法に応じ、該当する事項について適宜対応されたい。

また、今後、薬液注入工法に係る研究開発や地盤の評価方法の進展等により、本事務連絡の内容を見直す必要が生じた場合には、適宜改正する。

(別紙)

## 薬液注入工法による地盤改良工事に係る地盤改良効果の調査方法等について

### 1. 調査概要

地盤改良効果の調査は、確認施工(本施工を実施する前)及び本施工を対象に実施する。

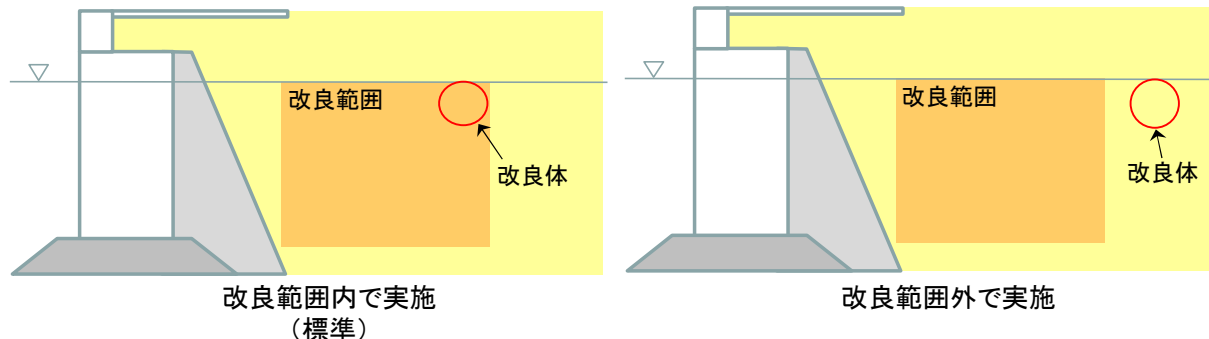
### 2. 確認施工

#### ①実施箇所

- ・改良範囲内で「1改良体以上」造成することを標準とする(図1 CASE①)。この場合、確認施工に係る費用は、別途計上しない。
- ・工事受注者(以下、「受注者」という。)が、改良範囲外で実施することを希望する場合は、発注者と協議の上、改良範囲外で実施することができる(図1 CASE②)。この場合、確認施工に係る費用は、受注者の負担とする。
- ・発注者が、当該施設の利用状況等により改良範囲内での確認施工が困難と判断される場合は、改良範囲外で確認施工を実施する(図1 CASE②)。この場合、確認施工に係る費用は、別途計上する。ただし、下記「②確認施工を省略できる場合」を適用する場合には、適切に契約変更する。

【CASE①】

【CASE②】



※図中に示した改良体の造成箇所及び数量は一例であり、現場条件を踏まえ実施する

図1 確認施工の施工箇所のイメージ

#### ②確認施工を省略できる場合

以下の(i)から(ii)の条件を全て満たす場合は、確認施工を省略して本施工を開始することができる。

(確認施工の実施を省略できる条件)

- (i) 改良対象地盤の特性(粒度、密度等)が、過年度に実施した改良対象地盤と類似し不均一性が小さいこと。
- (ii) 採用する施工方法が、過年度に実施した工事のものと同一であること。
- (iii) 使用する薬液が、過年度に実施した工事のものと同一であること。
- (iv) 過年度に実施した工事において施工不良が確認されていないこと。

### 3. 調査項目

地盤改良効果の調査項目は、以下の調査項目①から③を標準として実施する(調査項目③は必要に応じて実施する)。

#### ①間隙水圧が測定できる動的コーン貫入試験

- ・間隙水圧が測定できる動的コーン貫入試験(以下、動的コーン貫入試験という)により、間隙水圧比( $u/\sigma v'$ )の増加または細粒分含有率( $F_c$ )を確認する。

#### ②一軸圧縮試験

- ・地盤改良後における一軸圧縮強度  $q_u$  ( $\text{kN}/\text{m}^2$ ) が、設計強度以上であることを確認する。
- ・一軸圧縮試験に用いる試料の採取は、乱れの少ない試料とし、ロータリー式三重管サンプラー( $\phi 116\text{mm}$ )で行うことを標準とする。
- ・また、後述の「ボーリングによる試料の採取にあたっての留意事項」に留意して一軸圧縮強度試験を実施する。
- ・礫分の混入等により乱れの少ない試料を採取することが困難であると考えられる場合は、一軸圧縮試験に代えて三軸圧縮試験等により、地盤改良の効果を確認してもよい。

#### ③シリカ含有量試験

- ・試料の乱れや供試体の整形が不可等により、一軸圧縮強度試験等での確認が困難な場合は、シリカ含有量  $S_i$  ( $\text{mg}/\text{g-dry}$ ) の増加分  $\Delta S_i$  により推定される一軸圧縮強度の設計強度以上であることを確認する。
- ・地盤改良の前後を比較するため、改良前の地盤についても、シリカ含有量試験を実施する。

### 4. 調査方法

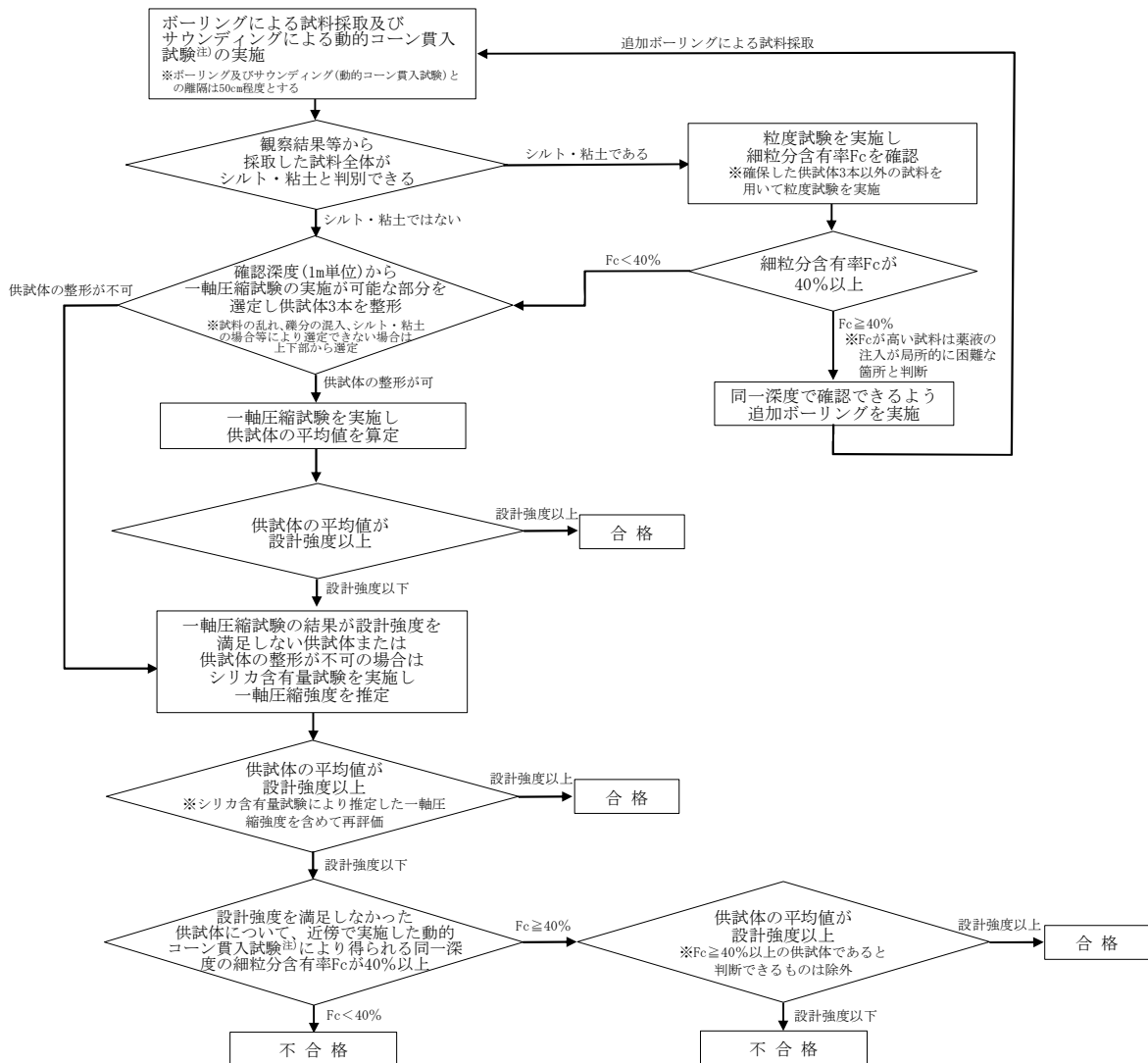
#### 4-1 確認施工における調査方法

- ・確認施工における調査では、下記の手順を標準に実施する。
  - ・地盤改良の前後を比較するため、改良前の動的コーン貫入試験は、改良後と同程度箇所以上実施する。
- 1) 動的コーン貫入試験により、改良前の地盤における間隙水圧比( $u/\sigma v'$ )を確認する。
  - 2) 確認施工(削孔工・注入工)を実施する。
  - 3) 動的コーン貫入試験により、改良後の地盤における間隙水圧比( $u/\sigma v'$ )を確認する。改良前後の間隙水圧比( $u/\sigma v'$ )の増加が、改良地盤において満遍なく確認できた場合には、発注者は、受注者に本施工の開始を指示する。
  - 4) 一軸圧縮強度試験により、設計強度以上であることを確認する。一軸圧縮強度は、配合試験で得られる一軸圧縮強度と材齢との関係式により推定してもよい。

- 5) 試料の乱れや供試体の整形が不可等により、一軸圧縮強度試験での確認が困難と考えられる場合には、シリカ含有量の増加分( $\Delta Si$ )により推定される一軸圧縮強度が設計強度以上であることを確認する。
- なお、シリカ含有量試験の結果を得るには時間を要するため、一軸圧縮試験と並行してシリカ含有量試験を実施することが望ましい。
- 6) 上記4)または5)の結果から、地盤改良範囲内に薬液が適切に注入されていないと判断される場合には、発注者は、受注者に直ちに本施工の中止を指示し、受注者と対応について協議する。

#### 4-2 本施工における調査方法(図2参照)

- ・本施工における調査では、「本施工における調査フロー」を標準に実施する。
- ※動的コーン貫入試験による評価は、当面の間、細粒分含有率による土質の評価とする。
- ・ボーリング調査の実施本数は、改良対象土量 5,000m<sup>3</sup> 未満は 3 箇所程度、5,000m<sup>3</sup> 以上は 2,500m<sup>3</sup> 増える毎に 1 箇所追加する程度を目安とする。



注) 間隙水圧が測定できる動的コーン貫入試験

図2 本施工における調査フロー

## 5. 調査箇所等(図3及び図4参照)

### ①平面位置

- ・改良体半径の1/2の箇所において、ボーリング及び動的コーン貫入試験を行う。
- ・ただし、ボーリングと動的コーン貫入試験との離隔は、試料採取に乱れ等の影響がないよう50cm程度を目安に実施する。なお、ボーリング及び動的コーン貫入試験との離隔は、改良対の直径に応じて適宜変更してもよい。

### ②調査深度

- ・一軸圧縮強度試験及び動的コーン貫入試験による調査深度は、改良範囲の上端から下端までを標準とし、改良層厚が6m以上の場合は、ボーリング孔1孔につき、「上」「中」「下」を選定し実施する。
- ・確認施工における調査の場合は、1改良体の上端から下端までを標準とする。
- ・薬液が改良範囲に適切に注入されていることを確認するために、必要に応じて、改良範囲(改良体)の直上や直下についても調査してもよい。

### ③試験の順序

- ・削孔により生じる穴の影響を受けないよう、動的コーン貫入試験を先行して実施する。次に試料採取のボーリングを実施する。

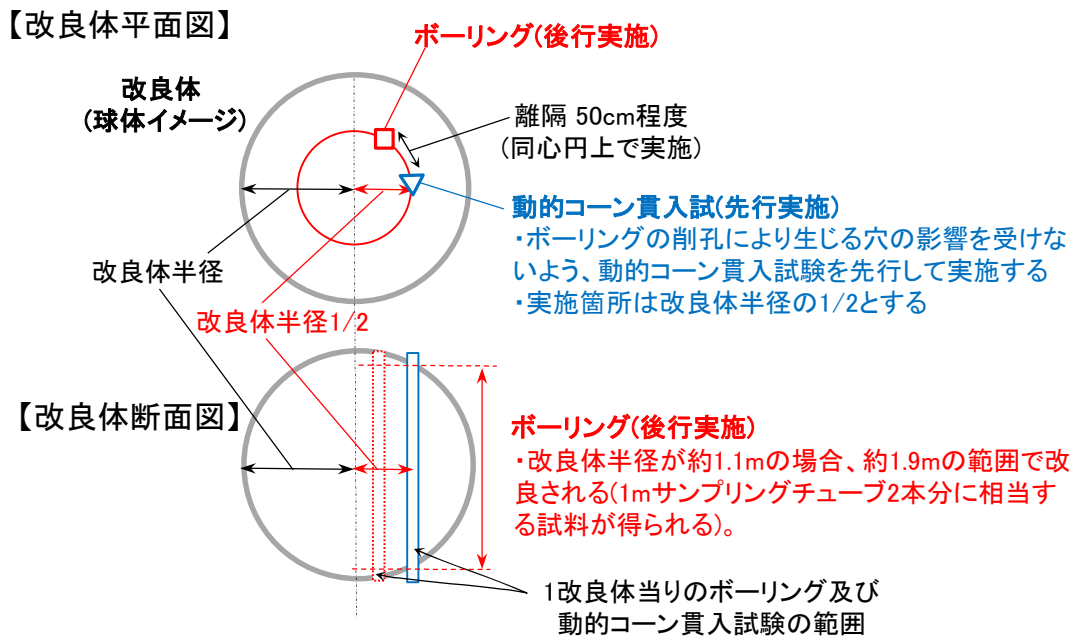


図3 ボーリングとサウンディングの離隔等

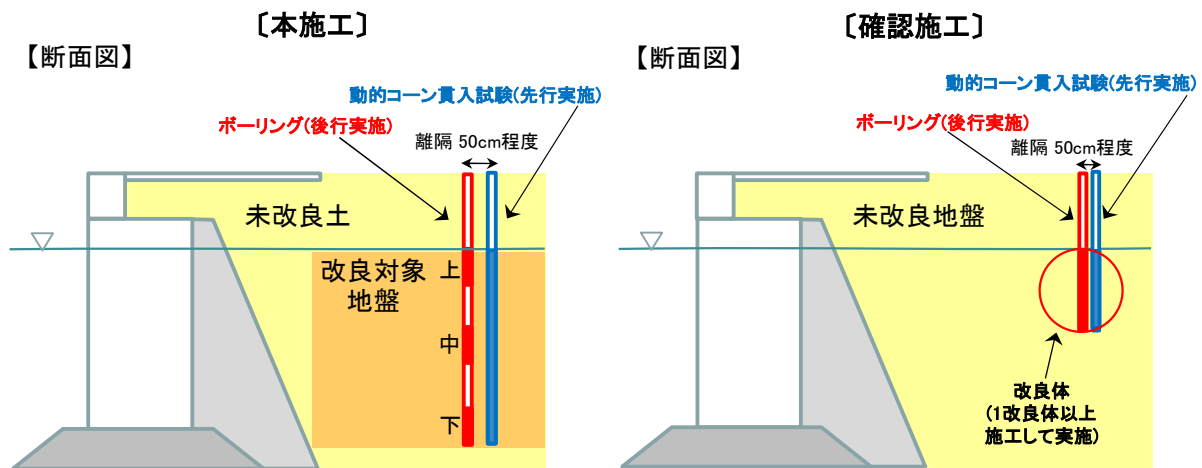


図4 調査箇所、確認深度、実施順序

## 6. ボーリングによる試料の採取にあたっての留意事項

水ガラス系溶液型恒久薬液を使用した地盤改良における改良強度は、一軸圧縮強度が50~100kN/m<sup>2</sup>であり、ボーリングによる試料採取や供試体整形時の乱れ等が試験結果に影響を及ぼす。

このため、ボーリングによる試料採取に関して、以下の留意事項をとりまとめたので、これに留意し試験を実施すること。

### (留意事項)

#### ○一軸圧縮試験

- ・塩ビ管からの試料開封は、塩ビ管が半割れになるように電動ノコギリ等にて切り込みをいれ、試料が傷つかない様に慎重に取り出すこと。押し出し型の脱形器は使用しないこと。垂直や水平での押し出しは絶対に行わないこと。
- ・開封した試料は、潜在クラックがある可能性があるため、全体を観察し、乱れの影響が小さい箇所を選定の上、供試体を整形すること。
- ・供試体整形時には、周囲の弱部のみを取り除く様にトリミングを行い、供試体内部のクラックが生じない様に礫や強い粘性部分を破壊しない様に行うこと。
- ・供試体の整形により、試料を乱すおそれがある場合は、採取した試料を整形せず一軸圧縮強度試験を行ってもよい。ただし、供試体の高さは直径の約2倍を確保すること。
- ・供試体上下の端面が平坦にできない場合は、上下を石膏にて固め(キャッピング)、一軸圧縮試験機からの力が供試体へ均等に作用する様にする。

#### ○シリカ含有量試験

- ・試料採取時の乱れの影響等によって設計強度を満足しなかった場合は、シリカ含有量試験を行うことにより、一軸圧縮強度を推定する。ただし、シリカ含有量試験に用いる土試料は、微量であり、バラツキも大きいため、1本の供試体から複数の土試料を採取し試験することが望ましい。
- ・シリカ含有量試験の方法は、浸透固化処理工法技術マニュアルに準拠し、シリカ含有量の単位は「mg/g-dry」とすること。
- ・「原子吸光分析法」または「ICP分析法」とする。ただし、適用する分析法は、改良前後で同じ方法で行うこと。

## 7. 工事における特記仕様書記載例

### ○地盤改良効果の確認

地盤改良後における設計強度は、一軸圧縮強度  $q_u = \text{〇〇kN/m}^2$  以上<sup>注)</sup>とする。

確認施工及び本施工における地盤改良効果の確認は、発注者が別途実施するボーリング調査及び土質試験等により行う。

なお、地盤改良効果の確認のために行う土質試験等を実施する際は、受注者の立会を認める。

注)改良対象土層の種類が複数ある場合等は、各層の設計強度を記載する。

### ○確認施工

(発注者の指定により改良範囲内で実施する場合)

本工事においては、注入工(本施工)の実施前に、薬液が適切に注入されることを確認するため、改良範囲内で確認施工を実施する。

ただし、過年度工事との共通性等がある場合は、確認施工の実施を省略することができる。

また、受注者において改良範囲外で実施することを希望する場合は、発注者と協議の上、改良範囲外で実施することができる。この場合、確認施工に係る費用は、受注者の負担とする。

なお、注入工(本施工)は、確認施工による地盤改良効果の確認後、監督職員の指示により着手すること。

(発注者の指定により改良範囲外で実施する場合)

本工事においては、注入工(本施工)の実施前に、薬液が適切に注入されることを確認するため、改良範囲外で確認施工を実施する。

ただし、過年度工事との共通性等がある場合は、確認施工の実施を省略することができる。その場合には、確認施工に係る費用は減額変更する。

なお、注入工(本施工)は、確認施工による地盤改良効果の確認後、監督職員の指示により着手すること。