

高圧噴射攪拌工法による地盤改良工の出来形確認について

静岡県土木施工管理技士会
丸三工業 株式会社
土木課 壺井 文規
技術者番号 CPDS 98150

1.はじめに

本工事は静岡県第3次地震被害想定液状化対策工事であり、地震によって発生した地中の液状化及び波返し転倒防止として施工するもので、平成26年度に20本の施工済で今回は残る10本を1工区6本、2工区4本の施工を行い完了予定の工事である。

- (1)工事名:吉佐美海岸高潮対策事業(防災・安全交付金)工事(地盤改良工)(11-01)
(2)発注者:静岡県下田土木事務所
(3)工事箇所:静岡県下田市 吉佐美 地先
(4)工 期:平成27年9月15日～平成28年3月15日
(5)工事概要:・固化工 高圧噴射攪拌工法(GEOPASTA工法)

改良数量	6.0箇所
設計基準強度	2,160kN/m ²
改良体径	3.50m
改良体長	23.20m
固化材添加量	0.76t/m ³

2.現場における課題・問題点

当工事で施工する固化工は高圧噴射攪拌工であり、改良体天端はGLから-5.00m下りからスタートし改良深度が23.20mでGLから計28.20m下りが最下部となります。

ここで固化工の出来形管理について問題点があり検討をしました。

固化工の出来形管理項目は基準高、位置・間隔、杭径、深度であり、まず、位置・間隔は固化工施工用に設置したステージ(単管、足場板)上に各改良体の中心を光波測距器で測定しタックピンを打ち、段階確認で再確認後、施工機械を設置し、再度設置誤差をスケールで測定を行い算出する。また、そのデータを集計し座標値で間隔を測定する。

基準高(改良天端)はステージ上の各中心点をレベルで測定し、改良完了時の残尺と使用ロッドの差し引きで計算します。深度も同等に改良開始時の残尺と完了後の残尺、ロッド本数で計算します。

問題は残る杭径で、一般的には改良体天端を掘削し目視・計測する方法ですが、今回は改良体天端がGLより-5.00mと深く困難な為、出来形確認(杭径)の方法について検討が必要となった。

また、固化工の管理については発注者より施工の記録を詳細に作成をする指示があり品質管理、施工記録をデータとして残す管理を検討した。

3.対応策・工夫・改善点

固化工の出来形(杭径)確認方法として下記の方法を提案し検討した。

・開削工法(土留工無し)

開削により、改良体天端を確認する。改良体天端はGL-5.00m程度に位置する。

・掘削工法(土留工有り)

掘削により、改良体天端を確認する。

※改良体天端はGL-5.00m程度に位置するため、土留め工を実施する必要がある。

・サンプリング

各改良体の端部を範囲が確認できるように全数サンプリングすることで、各改良体の改良径をそれぞれ評価する。

・サウンディング

各改良体の端部を範囲が確認できるようにサウンディングを行うことで、個の改良体天端評価を複数実施し、全体を評価する。

以上の内容を点数化(図-1)し発注者と検討を行った。

図-1 効果確認方法検討表

効果確認方法の検討

工法	開削工法	掘削工法	サンプリング	サウンディング
略図				
信頼性	掘削後の目視確認のため、信頼性は高い。 ○(2)	掘削後の目視確認のため、信頼性は高い。 ○(2)	目視確認と比較すると、信頼性は劣るが、必要範囲は確認できる。 ○(2)	サウンディングにより確認した層が固化体天端であることの証明ができない。 ×(0)
施工性	掘削範囲と掘削土より大規模な施工範囲を必要とする。 堤防の一部撤去が必要となる。 ×(0)	掘削範囲と掘削土より大規模な施工範囲を必要とする。 堤防の一部撤去が必要となる。 ×(0)	天端サンプリングのコア採取となるため、コアボーリングのみで施工性は良い。 ○(2)	サンプリングと比較して、天端確認効率が良い。 ○(2)
工期	大規模掘削のため、長期工程を必要とする △(1)	土留め工を実施しながらの大規模掘削となるため、長期工程を必要とする。 ×(0)	複数量のコア採取となるため、多少工期を要する。 △(1)	サンプリングと比較して、天端確認効率が良い。 ○(2)
安全性	施工深度と範囲を検討する必要がある。 ×(0)	土留め工後の掘削のため、安全性は高い。 ○(2)	施工基面からのコア採取のため、安全性は高い ○(2)	施工基面からのコア採取のため、安全性は高い ○(2)
コスト	開削費用 堤防復旧費用 埋戻し費用 ×(0)	開削+土留め工費用 堤防復旧費用 埋戻し費用 ×(0)	天端サンプリングコア採取費用 ○(2)	サウンディング費用 ○(2)
評価点合計	2+0+1+0+0=3 3点	2+0+2+0=4 4点	2+2+1+2+2=9 9点	0+2+2+2+2=9 8点
問題点	掘削深5.0mの開削の為、周囲を大輪に掘削しなければならぬ、また、波返しに転倒も予想されます。	矢板先行工法となりますが、海側については波返しの中に端部があるので、一部を撤去する必要があります。	改良体の一部を欠損しますのでコア採取後に同質のグラウト材を注入することで復旧を行います。	サウンディングにより確認した層が固化体天端であることの証明ができない。
総合評価				

協議の結果、サンプリングで確認を行うこととなったのだが、直接目視で確認する方法ではない為、採取方法、採取箇所、判定の方法の検討を行った。

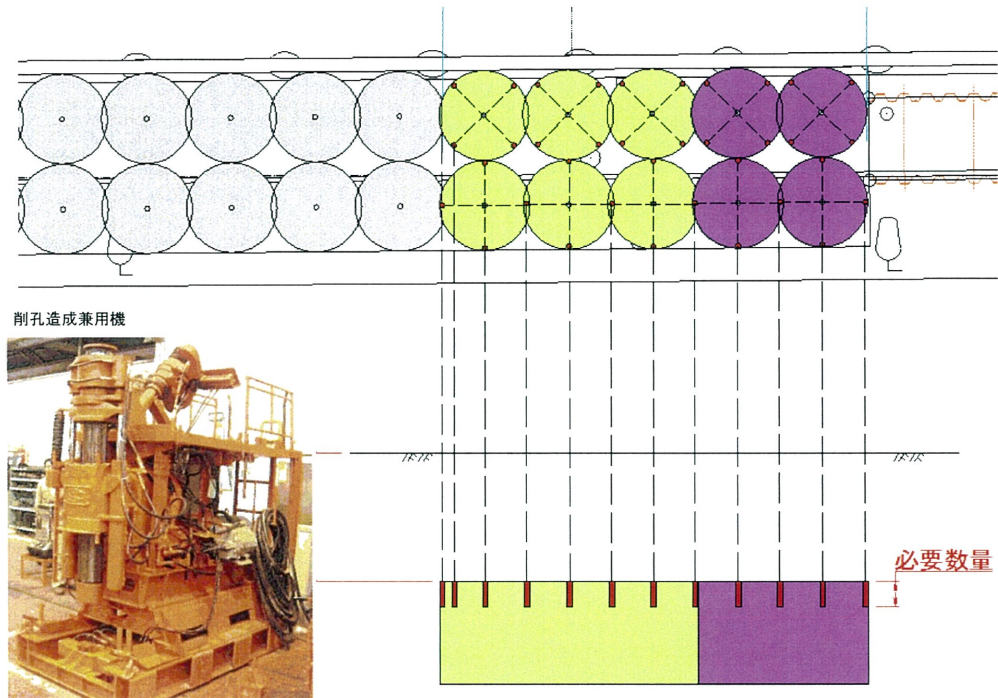
検討の結果、採取方法は固化工で使用する高圧噴射削孔用ケーシングを使うことにより調査ボーリングの手配が重複なく、既設の水叩工(Co t=300mm)もそのまま削孔ができ、通常のボーリングロッドより削孔時間が短く、工期の短縮を図れる為、これを選定した。(写真-2)

コア採取はGLから改良天端の500mm程度まで削孔しコアを採取する。

次に採取箇所は、海岸側の端部が波返しの下にあり横断方向の採取は不可能である。よって海岸側の3本は斜め方向に削孔し杭径を確認することとした。(図-2)

1改良体につき4箇所とし、重複した箇所が2か所あり、総数を22箇所の採取とした。(図-2)

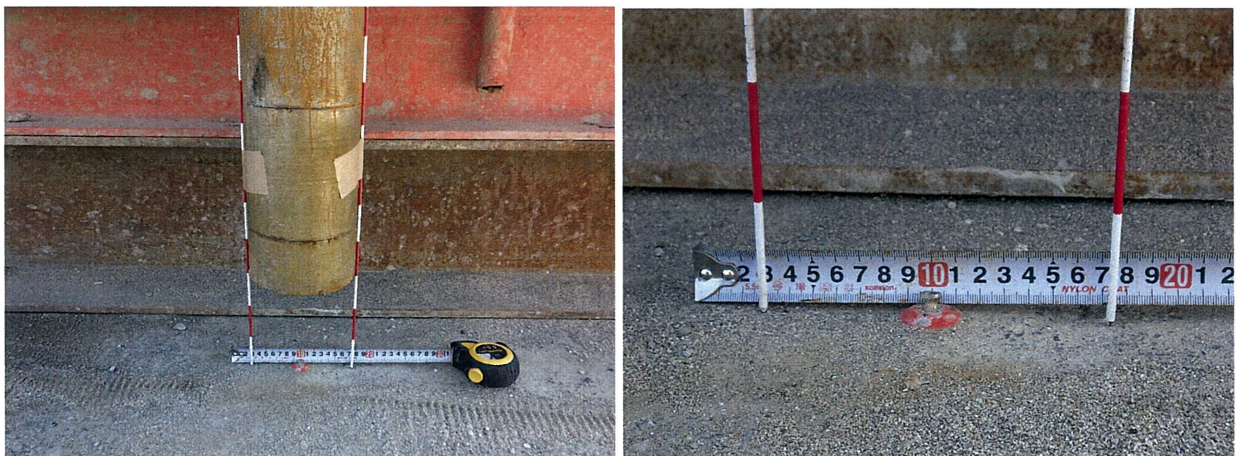
図-2 出来形コア採取箇所図



位置は改良体の端部接点座標を中心として現地にタックピンで出し、段階確認で座標確認後、マシンを据え付け、コアビットの端部とタックピンをXY方向でスケールで測定する。

最終誤差は段階確認で座標確認を行い算出した誤差にマシンを据え付けた後の誤差を加算して算出する。(写真-1)

実施状況写真(写真-1)



判定についてはコアの採取箇所を計画改良体の両端部とし、コアの形状で判定する。(コア径125mm)

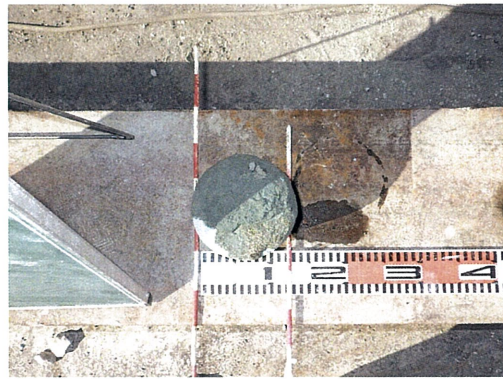
例えば、両端で採取したコアが双方〇であった場合は改良径3500mm+コア半径62.5mm+コア半径62.5mm
合計3625mmとなる。(推定で測定する最大値) 写真-3

また、両端のコアが双方半円(コアの最端部がコアビットの中心)であった場合、改良径3500mm±0mm
となる。

出来形管理コア採取状況(写真-2)



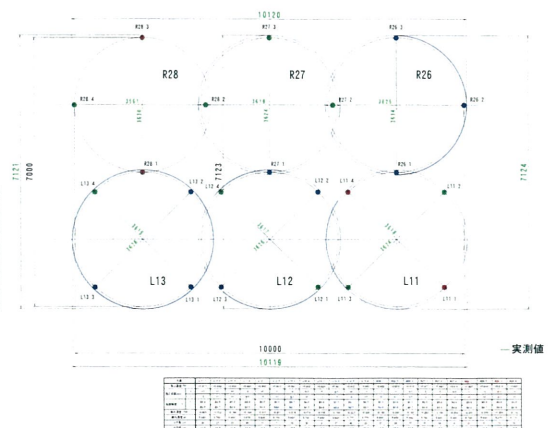
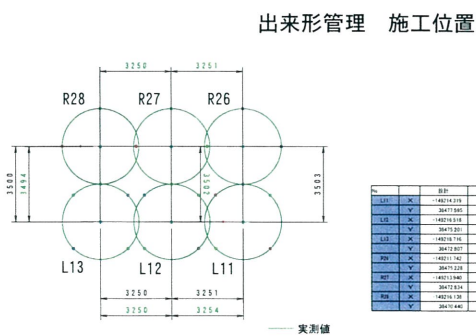
出来形管理コア検測(写真-3)



以上の内容にて実測管理を行い管理図(図-3)を作成し提出した。

図-3 施工位置・間隔管理図

杭径管理図



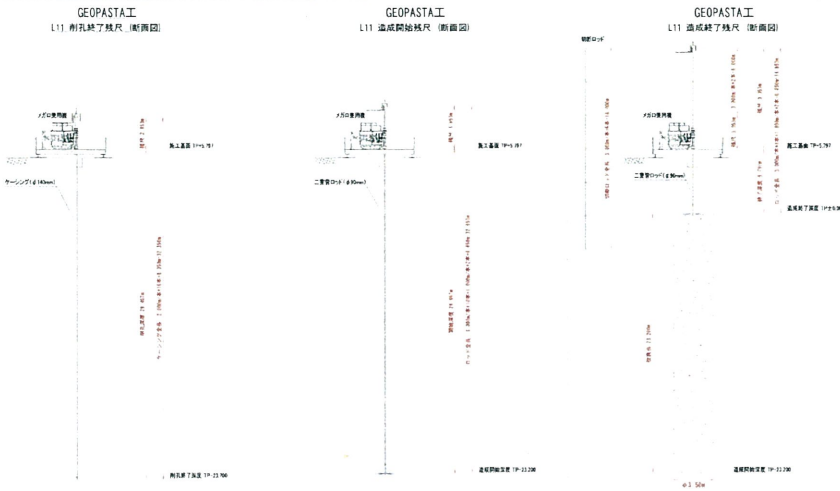
そして、各改良体ごとに測定した施工基面高、ケーシング残尺、固化材比重などを施工記録として集計し、削孔サイクル、造成サイクル、固化材噴射サイクルも日々の施工時間を計測しまとめた。(図-4)

図-4 施工記録表

施工記録表

施工箇所		1工区		杭番号		L11		施工日		2016年1月11日					
社	施工基面高	A	TP+5.797m	ケーシング全長	D	32.350m	造成用ロッド全長	G	32.850m	切断ロッド長	J	18.000m	改良長	M	23.200m
業	改良天端	B	TP+0.000m	削孔終了深度	E	29.497m	造成開始深度	H	28.997m	造成終了深度	K	5.797m			
理	改良下端	C	TP-23.200m	削孔終了残尺	F	2.853m	造成開始残尺	I	3.853m	造成終了残尺	L	9.053m			

No.	管理項目	測定時期	管理基準	記録	No.	管理項目	測定時期	管理基準	記録
1	施工位置位置	掘付時	施工位置中心より10cm	X: -6mm Y: +1mm	8	固化材圧力	造成時	33~38MPa	36MPa
2	精度精度確認	掘付時	±0.5' 以内	X: 89.7' Y: 89.5'	9	固化材比重	造成時	1.51±0.05	午前: 1.51 午後: 1.51
3	削孔終了残尺	削孔終了時	設計値	誤差±0	10	マシン回転数	造成時	3.0~5.0r.p.m	4.0r.p.m
4	造成開始残尺	造成開始時	設計値	誤差±0	11	マシン引上げ速度	造成時	15秒/step以上	15秒/step
5	エア一圧力	造成時	10m/分以上	15m/分以上	12	マシン引上げ速度	造成時	2.5cm/step	2.5cm/step
6	エア一圧力	造成時	0.70~1.05MPa	0.82MPa	13	切断ロッド残尺	造成終了時	3.0m/本×6本	3.0m/本×6本
7	固化材流量	造成時	370L/分	370L/分	14	造成終了残尺	設計値	誤差±0	
					15	二重管ロッド残尺	造成終了時	32.85m	32.85m



工事名 平成27年度[第26-K5026-01号]古佐美海岸高潮対策事業(防災・安全交付金)工事(地盤改良工)(11-01)
 孔番号 L11
 削孔日 2016年1月9日
 造成日 2016年1月11日

開始時刻	終了時刻	施工時間
削孔時間 10:07	11:53	1:46
造成時間 9:40	14:43	5:03

造成サイクルタイム

時間	項目	深度		記事
		m	m	
9:40	造成開始	-23.20	0.00	
10:19	造成中断	-19.30	3.90	排泥管閉塞解消の為中断
10:24	造成再開	-19.30	3.90	
10:37	1本目切断	-18.20	5.00	
10:42	1本目切断完了、再開	-18.20	5.00	
11:44	2本目切断	-12.20	11.00	
11:49	2本目切断完了、再開	-12.20	11.00	
11:53	造成中断	-12.00	11.20	排泥による閉塞解消の為中断
12:01	造成再開	-12.00	11.20	
12:51	造成中断	-7.20	16.00	排泥による閉塞解消の為中断
13:03	造成再開	-7.20	16.00	
13:14	3本目切断	-6.20	17.00	
13:19	3本目切断完了、再開	-6.20	17.00	
14:43	造成終了	0.00	23.20	

固化材吐出量: 370L/分
 注入時間: 261.5分(造成時間303分)
 注入量: 370L/分 × 261.5分 = 96.755L

