

新技術調査表 (1)

		登録番号		1701004		
名 称	AWARD-Sapli 工法			作成年月日	2017 年 07月 07日	
				更新年月日	2023 年 04月 06日	
副 題	高吸水性ポリマー安定液による地盤掘削技術			開発年月日	2012 年 01月 06日	
分 野	①共通 3公園 5海岸 7その他	2道路 4河川 6砂防	区 分	1材 料	大 分 類	特 記 項 目
				②工 法		
				3製 品		
				4機 械		
				5そ の 他		
開 発 者 等	開 発 会 社	会社等名	戸田建設(株), (学)早稲田大学, (有)マグマ		担当部署	戸田建設(株) 技術研究所
		担当者名	下坂 賢二		TEL	050-3818-4776
	提 案 会 社 兼 問 い 合 せ 先	会社等名	一般社団法人 気泡工法研究会		担当部署	「特別会員」戸田建設(株)
		担当者名	下坂 賢二	〒 104-0032	TEL	050-3818-4776
		住 所	東京都中央区八丁堀2-9-1		FAX	03-3297-2170
ホームページ	http://award.or.jp/		e-mail	kenji.shimosaka@toda.co.jp		

【概要】

AWARD-Sapli (アワードサプリー) 工法は、場所打ち杭等の安定液掘削工事において、高吸水性ポリマー材を利用した安定液(サプリー安定液)を用いることで、杭体の品質確保、産廃量の減量化が図れる技術である。

【特徴】

- (1) 孔壁の崩壊が生じやすい透水性の高い砂質地盤においても孔壁の安定性が図れる工法。
- (2) 安定液の劣化が生じやすい細粒分の多い粘性土地盤においてもコンクリート杭の品質への影響を抑制できる工法。
- (3) 使用後の安定液は水と泥土に分離することで産廃処分量の減量化を図れる工法。
- (4) 少ない材料使用量で掘削性能を確保でき産廃処分費の低減によりコスト縮減が図れる工法。

アースドリル工法



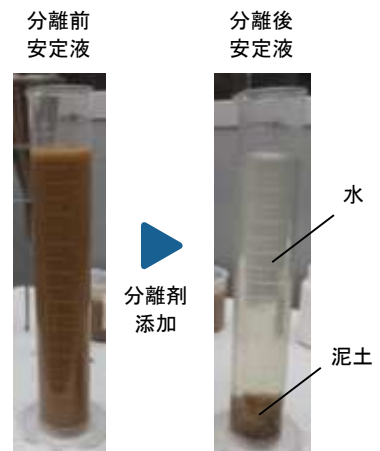
TBH工法



優位性が発揮できる安定液掘削工事



サプリー安定液の孔壁安定性 (掘底杭を模擬した試験)



サプリー安定液の分離 (水と泥土に分離)

## 新技術調査表（2）

実績件数	東京都： 3件 国土交通省： 1件 その他公共機関： 1件 民間： 25件	（内訳） 東京都	建設局： 2件 都市整備局： 1件 港湾局： 1件	水道局： 1件 下水道局： 1件 交通局： 1件 その他： 1件
特許	①有り	2出願中	3出願予定	4無し (番号：特許第6113433号)
実用新案	1有り	2出願中	3出願予定	④無し (番号： )
評価・証明	1 技術審査（番号： ) ・証明年月日 ( )		2 民間開発建設技術（番号： ) ・証明年月日 ( ) ・証明機関 ( )	
	3 新技術情報提供システム[NETIS] (番号： ) 登録年月日： )		4 その他 ( )	
キーワード	①安全・安心 ②環境 ③ゆとりと福祉 ④コスト縮減・生産性の向上 ⑤公共工事の品質確保・向上 ⑥リサイクル ⑦景観			
	自由記入	掘削安定液、場所打ち杭、吸水性ポリマー、産廃減量化、環境負荷低減		
開発目標 (選択)	1 省人化 ②省力化 3 作業効率向上 4 施工精度向上 5 耐久性向上 ⑥安全性向上 ⑦作業環境の向上 8 周辺環境への影響抑制 ⑨地球環境への影響抑制 ⑩. 省資源・省エネルギー ⑪. 出来ばえの向上 12. リサイクル性向上 13. その他			
従来との比較	従来の材料名・工法名：ベントナイト系安定液 1 工程【1短縮 ( %) ②同程度 3 増加 ( %)】 ( ) 2 省人化【1向上 ( %) ②同程度 3 低下 ( %)】 ( ) 3 経済性【①向上 ( 7%) 2同程度 3 低下 ( %)】 (産廃処分費 ) 4 施工管理【1向上 ②同程度 3 低下】 ( ) 5 安全性【①向上 ②同程度 3 低下】 (孔壁の安定性 ) 6 施工性【1向上 ②同程度 3 低下】 ( ) 7 環境【①向上 2同程度 3 低下】 (産廃処分量の減量化 ) 8 汎用性【1向上 ②同程度 3 低下】 ( ) 9 品質【①向上 2同程度 3 低下】 (杭径確保、鉄筋付着力 ) 10 その他 ( )			

**【歩掛り表】** 標準 ・ 暫定

本工法は、各安定液掘削工法（場所打ち杭工法、連続地中壁工）の標準歩掛りに準じる。

**【施工単価等】**

項目	単位	従来工法		効果	備考	
		ベントナイト安定液	新工法 サブリ安定液			
施工条件	杭径	m	2.0	2.0	-	場所打ち杭リハース工法
	掘削長	m	35.0	35.0	-	スタッドパイプ10m 径2.2m
	杭長	m	32.5	32.5	-	空掘り2.5m
	本数	本	1	1	-	
数量	掘削土量	m <sup>3</sup>	116	116	-	産廃処分
	安定液量	m <sup>3</sup>	180	180	-	作液量
	産廃泥水量 <sup>※1</sup>	m <sup>3</sup>	180	126	30%	安定液比重1.12
経済性	安定液材料費	円	374,400	396,000	-6%	作液材料、分離剤
	工事費 <sup>※2</sup>	円	3,900,000	3,900,000	-	
	産廃処分(残土)	円	1,276,000	1,276,000	0%	掘削土量×1.1
	産廃処分(泥水)	円	1,800,000	1,260,000	30%	
	計	円	7,350,400	6,832,000	7%	

<sup>※1</sup> 産廃泥水量は、最終杭完了時に水槽に残った安定液量(新工法は分離後)

<sup>※2</sup> 安定液材料費、機械組立解体・運搬費を除く

**【施工上・使用上の留意点】**

- ・ サブリ安定液は、海水など電気伝導率の高い( $E_c=1000 \mu S/cm$ 以上)地下水が存在する場合は適用できない。また、現場適用の際には、作液に使用する水や現場の地下水の水質調査を行い、試験練りで所要性能を確保できるか事前確認することが望ましい。
- ・ コンクリート中のカルシウムイオンの安定液の混入は安定液劣化の原因となるので、安定液中へのコンクリート成分の混入を極力避ける配慮が必要。

**【参考資料】** AWARD-Sapli工法 技術マニュアル 平成26年度版 気泡工法研究会

## 新技術調査表 (3)

### (1) 孔壁の崩壊が生じやすい透水性の高い砂質地盤でも孔壁の安定性が図れる工法

透水性の高い砂質地盤を鉛直に掘削した場所打ち杭の孔壁は、地下水が土砂とともに流出したり、土の自立高さを超える場合に崩壊する。そのため掘削で使用する安定液には、孔壁にマッドケーキと呼ばれる泥膜による難透水層を速やかに形成し、安定液圧を孔壁面に伝達することが要求される。(図-1参照) サプリ安定液と従来のベントナイト系安定液による難透水層の形成状況と遮水性能を比較するために実施した実験結果を以下に示す。

- 1) 試験目的：サプリ安定液とベントナイト系安定液の遮水性能を比較。
- 2) 試験方法：粒径の異なる砂質地盤(3、5、7号硅砂)における各安定液の加圧透水試験を実施。
- 3) 試験機関および試験日：早稲田大学 2010年7月～12月
- 4) 試験結果および評価：ベントナイト系安定液(図-2)は、粒径の大きい3号(D<sub>50</sub>=1.5mm)、5号硅砂(D<sub>50</sub>=0.5mm)では難透水層を形成できず透水した。一方、サプリ安定液(図-3)ではいずれの模擬地盤においても透水係数 10<sup>-7</sup>cm/sec以下の難透水層を形成し、遮水性能の高さを確認した。

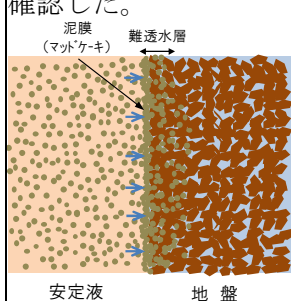


図-1 難透水層形成模式図

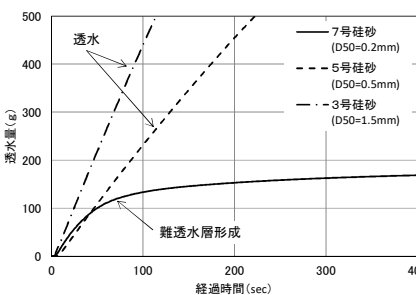


図-2 透水量経時変化 (ベントナイト系安定液)

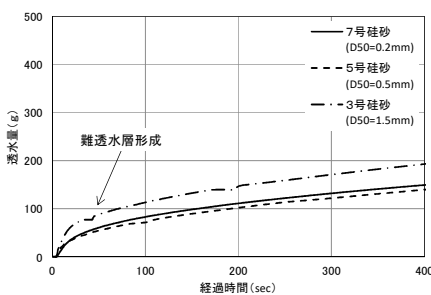


図-3 透水量経時変化 (サプリ安定液)

検査・試験データ等

### (2) 安定液の劣化が生じやすい細粒分の多い粘性土地盤においてもコンクリート杭の品質への影響を抑制できる工法

従来のベントナイト系安定液は、細粒分の多い粘性土地盤で使用頻度が増すごとに比重の増大やコンクリートとの接触によるゲル化等の安定液の劣化により、マッドケーキと呼ばれる泥膜が厚く付着する傾向がある。そのため、鉄道構造物等設計標準・同解説、道路橋示方書・同解説等の仕様書において、場所打ち杭については泥膜を考慮した杭の有効径(公称径の-5cm)、杭の周面摩擦力の低減が規定されている。ベントナイト系安定液とサプリ安定液における泥膜形成状況を確認するために実施した実験結果を以下に示す。

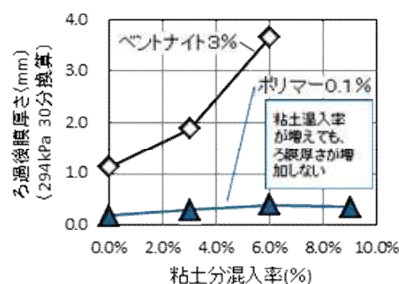


図-4 安定液粘土混入率と泥膜厚

- 1) 試験目的：安定液に含まれる粘土分混入量の違いによる泥膜の厚さの比較。
- 2) 試験方法：API規格加圧ろ過試験器を使用、ろ紙上に形成される泥膜厚を計測。
- 3) 試験機関および試験日：戸田建設(株)筑波技術研究所 2012年5月

4) 試験結果および評価：ベントナイト系安定液は、粘土分混入量が多くなるに従い泥膜厚が増加するのに対し、サプリ安定液は粘土分混入量が増大しても膜厚が増えず、従来のベントナイト系安定液に比べてコンクリート杭の杭径不足や周面摩擦力の低下等への影響を抑制できる。



写真-1 各安定液で形成された泥膜

建設局  
事業への  
適用性

安定液掘削工法を用いる場所打ち杭工事、地中連続壁工事  
(アースドリル工法、リバース工法、TBH工法、BH工法等)

## 新技術調査表（４）

### （３） 使用後の安定液は水と泥土に分離することで産廃処分量の減量化を図れる工法

安定液は、可能な限り繰り返し使用されるが、掘削土砂の混入やコンクリート打設時のセメント成分の影響などによって徐々に性能が低下する。性能低下した安定液は、再生・調合が不可能となった場合は、産業廃棄物の「汚泥」として産廃処分される。従来のベントナイト系安定液では、掘削土砂の分離が困難であるため、その性能低下にともなって発生する多量の安定液の処分が問題となっている。サブリ安定液は、掘削施工中は吸水膨潤した高吸水性ポリマー材にプラス（+）に荷電した細粒分土粒子を取り込んで膨潤した状態で懸濁性を保持している。この安定液に塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$  を添加すると、吸水していた水を放出し膨潤ゲルが小さくなり付着土粒子とともに沈降し、安定液を水と土砂に容易に分離することができる。この分離特性を確認するため室内及び現場で分離試験を実施した。

1) 試験目的：施工完了後の細粒分が混入した安定液の分離特性と現場検証。

2) 試験方法：①比重をパラメータとした安定液分離度測定（室内試験）

②廃棄安定液水槽での分離剤攪拌と分離度の測定（現場検証）

3) 試験機関および試験日：戸田建設(株)筑波技術研究所 2013年11月

4) 試験結果および評価：図-5に①室内試験結果、表-1に現場検証結果を示す。現場検証で、安定液水槽に分離剤を投入攪拌し循環させることで、室内試験とほぼ同等の分離度である約29%（比重1.11～1.12 51m<sup>3</sup>（分離水）/176m<sup>3</sup>（廃棄安定液量））の産廃処分の減量化が図れることを確認した。

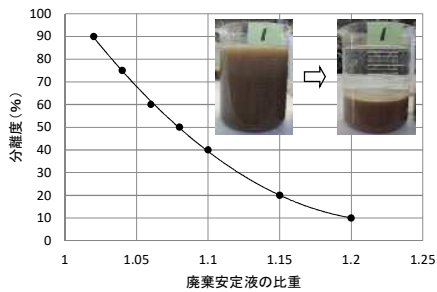


図-5 安定液比重と分離度の関係（室内）

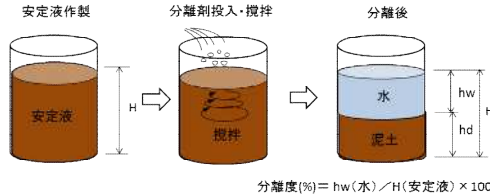


図-6 分離試験手順（室内）



写真-2 現場検証状況

表-1 分離試験結果（現場検証）

水槽	分離前		分離後				
	回収安定液		分離量		比率		分離水 pH
	泥水量	比重	水	泥土	水	泥土	
作液槽	26.4m <sup>3</sup>	1.12	6.4m <sup>3</sup>	20.0m <sup>3</sup>	2.4	7.6	7.67
回収槽①	14.3m <sup>3</sup>	1.12	3.6m <sup>3</sup>	10.7m <sup>3</sup>	2.5	7.5	7.67
回収槽②	0.0m <sup>3</sup>	-	0.0m <sup>3</sup>	0.0m <sup>3</sup>	-	-	-
回収槽③	0.0m <sup>3</sup>	-	0.0m <sup>3</sup>	0.0m <sup>3</sup>	-	-	-
回収槽④	37.0m <sup>3</sup>	1.11	8.0m <sup>3</sup>	29.0m <sup>3</sup>	2.2	7.8	7.67
回収槽⑤	28.0m <sup>3</sup>	1.11	6.0m <sup>3</sup>	22.0m <sup>3</sup>	2.1	7.9	7.67
循環槽①	22.0m <sup>3</sup>	1.11	8.3m <sup>3</sup>	13.7m <sup>3</sup>	3.8	6.2	7.67
循環槽②	26.4m <sup>3</sup>	1.11	10.0m <sup>3</sup>	16.4m <sup>3</sup>	3.8	6.2	7.67
循環槽③	22.0m <sup>3</sup>	1.11	8.3m <sup>3</sup>	13.7m <sup>3</sup>	3.8	6.2	7.67
計	176.1m <sup>3</sup>		50.6m <sup>3</sup>	125.5m <sup>3</sup>	2.9	7.1	

表-2 分離水計量検査結果（現場検証）

■建設工事に伴い発生する汚水の基準（規則別表第15（第61条関係）※）

項目	基準	計量値	計量の方法
1 外観	異常な着色又は発泡が認められないこと	異常なし	JIS K 0102-12.1
2 水素イオン濃度 pH	5.8 以上、8.6 以下	7.4	昭和46年環告第59号付表9
3 浮遊物質質量	120 ミリグラム/リットル	6.7	昭和49年環告64付表4 JIS K0102付属書5
4 /揮発性抽出物質含有量（鉱油類含有量）	5 ミリグラム/リットル	不検出	JIS K 0102 8

※都民の健康と安全を確保する環境に関する条例施行規則

### （４） 少ない材料使用量で掘削性能を確保でき産廃処分費の低減によりコスト縮減が図れる工法

サブリ安定液は、粘性を上げて比重が1.01以下と低比重であり、高粘性・低比重の安定液である。従来のベントナイト安定液が水1m<sup>3</sup>当り30～50kg（添加率3～5%）のベントナイト材料を添加するのに対し、サブリ安定液は高吸水性ポリマー材 1 kg（添加率0.1%）前後の添加で、ベントナイト安定液と同等の性能を確保できる。また、表-3に示す安定液材料費はほぼ同等で、廃棄安定液の分離によりコスト縮減が図れる。

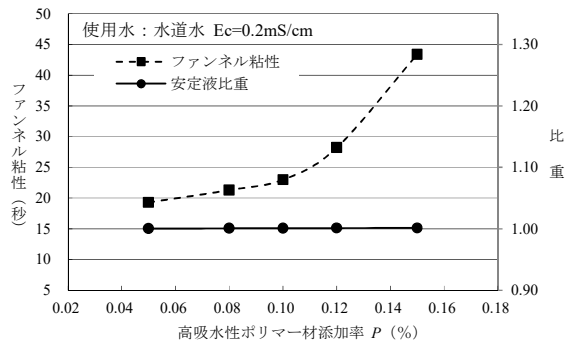


図-7 高吸水性ポリマー材添加率と安定液性状

表-3 安定液単価表

◇サブリ安定液単価

材料	主剤		助剤		水
	吸水性ポリマー	安定剤			
添加率	0.12%	0.01%			-
使用量	1.2kg	0.1kg			1000.0kg
単価	1,600円/kg	1,000円/kg			0.00円/kg
金額	1,920円	100円			0円

◇ベントナイト安定液単価

材料	主剤		助剤		水
	ベントナイト	CMC	分散剤		
添加率	3%	0.05%	0.050%		-
使用量	30.0kg	0.5kg	0.5kg		1000.0kg
単価	45円/kg	990円/kg	470円/kg		0.00円/kg
金額	1,350円	495円	235円		0円

**新技術調査表（5） 《実績表》**

	局名	事務所名	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.
東京都における施工実績	建設局	道路建設部	(京浜急行電鉄株式会社) 京急蒲田駅付近連続立体 交差事業第8工区	2013/4～2013/7	11919524Q
	建設局	道路建設部	(西武鉄道株式会社) 石神井公園駅付近高架事 業に伴う第Ⅱ期土木工事 第7工区	2012/7～2014/3	不明
	水道局	建設部	和田堀給水所2号配水池 及び第二配水ポンプ所並 びに管廊築造工事	2022/3～2022/12	4040275438
【評価等がある場合、その内容】					
東京都以外の施工実績(国土交通省・地方自治体・民間等)	発注者	工事件名	施工期間	CORINS 登録 No.	
	・鹿島田西部地区再開発株式会社	・公共施設整備新川崎側 ペDESTリアンデッキ 工事	2013/11～2014/8	なし	
	・阪神電鉄株式会社	・阪神本線鳴尾駅付近連続 立体交差工事第2工区	2013/4～2013/5	4012882638	
	・瀬谷駅南口第1地区 市街地再開発組合	・瀬谷駅南口第1地区 再開発工事	2019/9～2019/11	なし	
	・日鉄興和不動産株式会社	・末広町一丁目計画	2022/12～2023/02	なし	
【評価等がある場合、その内容】					