

地中連続壁工事で使用する安定液用ポリマーの開発

三浦俊彦 森下智貴

荒川真

(ロボティクス生産本部)

Development of a new polymer for slurry used in the construction of underground continuous walls

Toshihiko Miura Tomotaka Morishita

Makoto Arakawa

Abstract

In the construction of underground continuous walls and cast-in-place piles, a slurry with bentonite, polymers, and dispersants is used to prevent the collapse of excavated holes. Carboxyl methyl cellulose (CMC) is generally used as a polymer that has wall-building and viscosity-enhancing properties. We developed Super Slurry D (SSD), a polymer based on sodium polyacrylate, to reduce degradation of polymers owing to microbial degradation and calcium aggregation. We used SSD at several sites and noted that it had certain problems such as high viscosity and high concentration. We developed a new polymer, SSDH, and confirmed that it had better workability than SSD, could be used at half the concentration of SSD, and was effective in restoring the degraded slurry.

概要

地中連続壁や場所打ち杭工事では、掘削孔の崩壊防止を目的としてベントナイト、ポリマー、分散剤等を用いた安定液が使用されている。一般的なポリマーはカルボキシルメチルセルロース (CMC) で、逸泥を防止するための造壁性や粘性を上げる機能を持っている。筆者らはポリマーの微生物分解やカルシウム凝集による劣化を低減するため、ポリアクリル酸ソーダを主成分とする「スーパースラリーD (SSD)」を開発し、複数の現場で適用してきた。この SSD は原液の粘度が高いことや、使用濃度が大きい等の課題があったため、新しい「スーパースラリーDH (SSDH)」を開発した。室内配合試験及び現場適用の結果、SSDH は SSD よりも粘度が低く、SSD の半分の濃度で同等の安定液機能を持つこと、そしてカルシウムによる凝集を防ぎ、劣化安定液の回復にも効果があることを確認した。

1. はじめに

地中連続壁や場所打ち杭工事では、掘削孔の崩壊防止を目的として安定液が使用されている。安定液は、主にベントナイト、ポリマー、分散剤が成分として含まれており、その中でもポリマーは逸泥を防止するための造壁性や粘性を上げる重要な機能を持っている。

一般的に、ポリマーはカルボキシルメチルセルロース (CMC) が使用されており、他の高分子と比べて造壁性に優れていることが報告されている¹⁾。これは CMC の疎水部分が粘土粒子と結合して保護コロイドを作ること、そして CMC の水酸基とカルボキシル基の陰イオンが粘土粒子の分散に寄与するためである。陰イオンの電荷を持つ CMC と粘土粒子のコロイドは、凝集することなく安定液に存在し、水圧によって掘削孔壁に連続かつ複層状に細孔を目詰めることで、高い造壁性を有する。

しかし CMC は、水温が上昇する場合や、安定液の pH

がアルカリ性に維持しにくい場合は、微生物による分解が生じ、機能が低減するケースがある。これは、夏季の工事や、対象土が pH 緩衝力の大きい粘土等で発生する。近年では、都市臨海部の再開発工事において杭や地中連続壁の施工を行うことが多く、pH 緩衝力の大きい沖積粘土を掘削対象とするケースが増えており、CMC の劣化による造壁性や粘性の低下が問題となっている。

また、過去に地盤改良や流動化処理土を施工した場所で安定液を使用するケースも増えており、CMC の水酸基やカルボキシル基がセメント由来のカルシウムと結合し、安定液の機能を損なう例も増えている。CMC の耐微生物分解性を上げ、かつカルシウムによる劣化を防ぐために、エーテル化度 (CMC の水酸基がカルボキシル基に置換されている割合) の高い CMC が選択使用されることもある²⁾が、劣化を完全に防ぐことは難しい。安定した掘削を実現するためには、CMC よりも耐微生物分解性が高く、カルシウム結合で劣化しにくいポリマーが必要である。

筆者らは、微生物やセメント混入による劣化を抑えることを目的に、工期が比較的長い地中連続壁工事を対象として、ポリアクリル酸ソーダを主成分としたポリマー「スーパーラリーD (SSD)」³⁾を開発し、複数の現場で使用してきた。ポリアクリル酸ソーダは微生物分解性が小さく、かつカルシウムと結合するカルボキシル基が CMC よりも多く存在するため、セメント耐性にも優れている。しかし、SSD には原液の粘性が高く、施工上扱い難いという課題があった。また、SSD に CMC と同等の機能を持たせるためには、CMC が 0.1~0.2% に対して SSD は 0.8% と高い濃度で使用する必要があり、材料費や運搬費等のコストがかかる課題もあった。そのため、基本的なポリアクリル酸ソーダの構造は SSD と同等としたうえで、粘性を抑えてかつ低濃度で使用できるように、ポリアクリル酸ソーダの構造や分子量の調整を試みて、新しいポリマー「スーパーラリーDH (SSDH)」を開発した。本報は、この SSDH の性状及び室内試験による安定液機能の調査、そして現場での適用結果を報告する。

2. SSDH の性状試験

ポリアクリル酸ソーダを用いて低濃度で安定液機能を確保するためには、分子量を大きくして目詰まりしやすくすることで造壁性を高める必要があるが、一方で原液の粘度が増加する。そこで、ポリアクリル酸ソーダが pH によって粘性が変化する特徴を利用して、最適な粘性になるように、ポリアクリル酸ソーダの pH と平均分子量を調整した試験を実施した。

2.1 方法

SSD と同じ分子構造を持つが、平均分子量の異なるポリアクリル酸ソーダの試料 A~試料 G を作製し、pH を 2 と 7 に調整して、実際の平均分子量と原液粘度の測定を行った。平均分子量はゲルパーミエーションクロマトグラフィーを用いて測定した。粘度は、冬季を想定した 5°C と夏季を想定した 25°C の条件で、B 型粘度計を用いて回転数 12rpm で測定した。

いずれの試料も蒸発残留物量は約 23% のため、平均分子量は異なるが、試料中のポリアクリル酸ソーダの含有量は全て同量である。試料 A~試料 G の安定液性能を調べるため、ベントナイト (クニゲル V2) 2%、笠岡粘土 8% の泥水に試料 A~試料 G をそれぞれ 0.4、0.8、1.6% 添加して安定液を作製し、安定液の粘度はファンネル粘度計で、造壁性は API 規格の造壁性試験で API 濾水量を測定した。

2.2 結果

Fig. 1 に試料 A~試料 G の平均分子量と原液粘度の関係を示す。SSD の粘度は、25°C で約 10,000mPa・s であり、容器を傾けるとゆっくり流れ出す流動状態であったが、温度の低い冬季では粘度が大きくなり、容器を傾けても

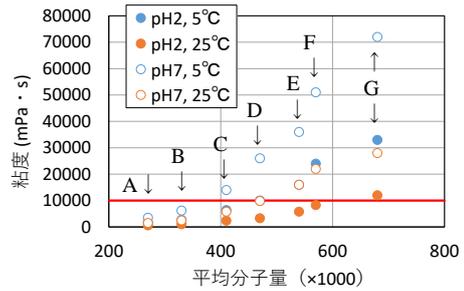


Fig. 1 平均分子量と原液の粘度の関係

Relationship between Molecular Weight and Viscosity

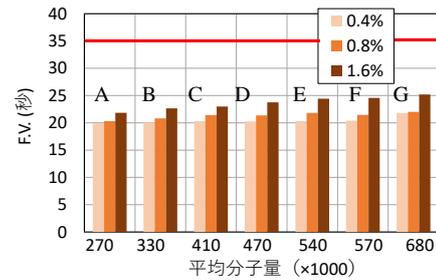


Fig. 2 平均分子量と安定液の粘度の関係

Relationship between Molecular Weight and Viscosity of Slurry

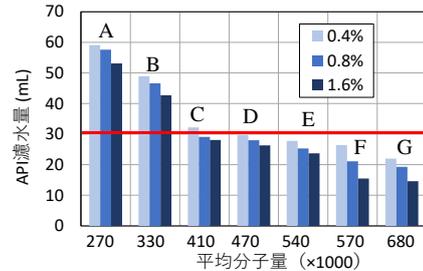


Fig. 3 平均分子量と安定液の API 濾水量の関係

Relationship between Molecular Weight and API Filtered Water Volume of Slurry

流出し難く流動性が悪かった。そのため、ポリアクリル酸ソーダの平均分子量の条件は、冬季を想定した 5°C でも 10,000mPa・s 以下となることを目標値にした。

pH2 と pH7 のケースを比較すると、粘度は pH2 の方が小さくなる傾向を示した。したがって、原液の pH を酸性にすることで、粘度を低く維持しながら平均分子量の大きいポリアクリル酸ソーダが使用できることがわかった。pH2 で原液の粘度が 10,000mPa・s 以下となるのは、試料 A~試料 D であり、試料 D の平均分子量 470,000 が最大値であった。なお、安定液はアルカリ性が望ましいことから、ポリマーが酸性の場合には、安定液の作成時に pH を調整することで対応できる。

Fig. 2 と Fig. 3 に試料 A~試料 G で作成した安定液のファンネル粘度 (F.V.) と API 濾水量の結果を示す。試料の pH 調整には、中和に必要な炭酸ナトリウムを添加している。ファンネル粘度は、平均分子量が大きいほど大きくなる傾向にあったが、最大でも 25 秒であり、一般の管理基準値が 35 秒以下⁴⁾であることを考えると、十分に安定液として適用できる範囲であった。API 濾水量は、平均分子量が大きいほど小さくなる傾向にあった。API

濾水量が小さいほど造壁性が良いため、造壁性は平均分子量が大きいほど優れていた。管理基準値が 30mL 以下であることを考慮すると、低濃度 0.4% で造壁性を確保できるのは、試料 D よりも平均分子量が大きいポリアクリル酸ソーダである。したがって、原液の粘度と造壁性の観点から、試料 D の平均分子量が最も適当と考えられ、SSDH として pH2 の試料 D を選定した。

3. SSDH を用いた室内配合試験

SSDH の安定液機能を調べる目的で、現場を想定した泥水を用いて配合試験を実施した。安定液の機能確保に必要な SSDH 添加量を求める基本的な配合試験と、施工中に泥水の土粒子濃度と SSDH 濃度が変化した際に安定液機能にどのように影響するかを調べる試験、そして劣化して造壁性が低下した安定液を対象に、SSDH の添加による回復効果を調べる試験の 3 つの試験を実施した。

3.1 方法

3.1.1 SSDH 添加量を求める配合試験 試験ケースを Table 1 に示す。配合試験は次の手順で行った。1) 現場で採取した 2 種類の沖積粘土 C1 と C2 を粒径 75 μm 以下に調整して、比重 1.1 の泥水を 2L 作成した。2) 泥水にベントナイト (クニゲル V2)、ポリマー、炭酸ナトリウム、分散剤を添加し、安定液を作成した。ポリマーは、CMC は 0.2%、SSD は 0.8%、SSDH は 0.4、0.6、0.8% で比較した。CMC との併用を想定したケースについて、CMC と SSD および CMC と SSDH の条件も実施した。全てのケースにおいて分散剤は 0.2%、炭酸ナトリウムは 0.15% とした。3) 一晩養生後、攪拌せずに傾けて上部 0.3L を除去した後、1L を採取して比重、ファンネル粘度 (F.V.)、API 濾水量を測定した。セメントの影響を調べるため、普通ポルトランドセメントを 0.4%、0.8% 添加して 7 日間養生した試料についても、同分析を実施した。

3.1.2 土粒子濃度と SSDH 濃度の影響確認試験 本試験は次の手順で行った。1) 沖積粘土を用いて 4% と 8% の泥水を作成し、ベントナイト (クニゲル V2) 2%、ポリマーを添加し、土粒子重量 S とポリマー重量 P の比 (S/P) が 3~300 になるように安定液を作成した。本試験は、S/P が安定液機能に与える影響を調べる試験である。ポリマーは CMC、SSD、SSDH を比較した。なお、SSDH のケースは、中和のため 20% の炭酸ナトリウムを添加した。2) 1 日養生後、攪拌せずに傾けて上部 0.3L を除去した後、1L を採取して比重、ファンネル粘度 (F.V.)、API 濾水量を測定した。セメントの影響を調べるため、安定液作成後に、普通ポルトランドセメントを 0.4%、0.8% 添加して 1 日間養生した後、同分析を実施した。

3.1.3 SSDH による劣化安定液の回復試験 試験ケースを Table 2 に示す。本試験は次の手順で行った。1) 2 つの現場から劣化泥水を採取して (試料 S1 と試料 S2)、ポリマー、分散剤、炭酸ナトリウムを添加した。ポリマーは SSD と SSDH を使用し、SSD は 0.4%、SSDH は 0.2、0.3、0.4% を添加した。分散剤は 0.1%、炭酸ナトリウムは 0.2% とした。2) 1 日間攪拌した後、均一になった泥水を 1L 採取して、比重、ファンネル粘度 (F.V.)、API 濾水量を測定した。なお、いずれの現場においても、安定液の初期配合として、ポリマーは CMC0.2% と SSD0.4% を併用しており、土粒子やセメント混入のため、造壁性が低下した廃棄用の劣化泥水を試験に用いた。

3.2 結果

3.2.1 SSDH 添加量を求める配合試験 Table 1 に配合試験の結果を示す。いずれの試料土においても、セメント添加のない 1 日養生後の安定液は、CMC と SSD、SSDH とともに、ファンネル粘度と API 濾水量は管理基準値 (ファンネル粘度は 35 秒以下、API 濾水量は 30mL 以下) を達成できた。SSDH は、その濃度の低減とともに API 濾水量が増加し造壁性が低下したが、管理基準値以

Table 1 SSDH 添加量を求める配合試験の結果
Results of Formulation Tests to Determine SSDH Additions

試料土	ポリマー		1日後 (セメントなし)			7日後 (セメント0.4%)			7日後 (セメント0.8%)		
	種類	(%)	比重	F.V. (秒)	API濾水量 (mL)	比重	F.V. (秒)	API濾水量 (mL)	比重	F.V. (秒)	API濾水量 (mL)
沖積粘土 C1	CMC	0.2	1.107	34.8	5.6	1.113	44.7	8.8	1.116	90以上	10.5
	SSD	0.8	1.114	21.8	17.6	1.050	22.3	16.9	1.140	38.8	27.5
	SSDH	0.4	1.084	25.6	24.3	1.102	23.4	23.1	1.102	54.7	83.3
		0.6	1.094	22.9	21.6	1.071	21.6	23.1	1.103	55.0	55.9
		0.8	1.107	33.7	20.3	1.114	31.6	25.5	1.160	90以上	70.7
	CMC+SSD	0.1+0.4	1.093	27.2	11.4	1.109	26.9	9.7	1.108	87.2	25.1
	CMC+SSDH	0.1+0.2	1.113	29.1	14.3	1.105	25.7	14.9	1.104	65.7	33.8
		0.1+0.3	1.115	28.4	12.5	1.091	24.8	12.6	1.103	68.2	33.1
		0.1+0.4	1.101	27.1	12.4	1.103	26.5	11.1	1.106	87.0	37.0
	沖積粘土 C2	CMC	0.2	1.079	30.6	9.4	1.115	52.4	12.5	1.112	73.0
SSD		0.8	1.040	21.7	18.1	—	—	—	—	—	—
SSDH		0.4	1.037	21.0	21.0	—	—	—	—	—	—
		0.6	1.040	21.6	18.3	—	—	—	—	—	—
		0.8	1.040	22.0	18.1	—	—	—	—	—	—
CMC+SSD		0.1+0.4	1.060	24.1	14.0	1.075	24.1	15.2	1.090	35.1	24.1
CMC+SSDH		0.1+0.2	1.059	23.6	16.0	1.097	26.7	14.4	1.102	26.9	15.7
		0.1+0.3	1.058	23.6	14.3	1.083	25.9	14.5	1.083	45.2	21.2
		0.1+0.4	1.059	23.6	14.2	1.066	24.3	12.8	1.098	55.4	20.3

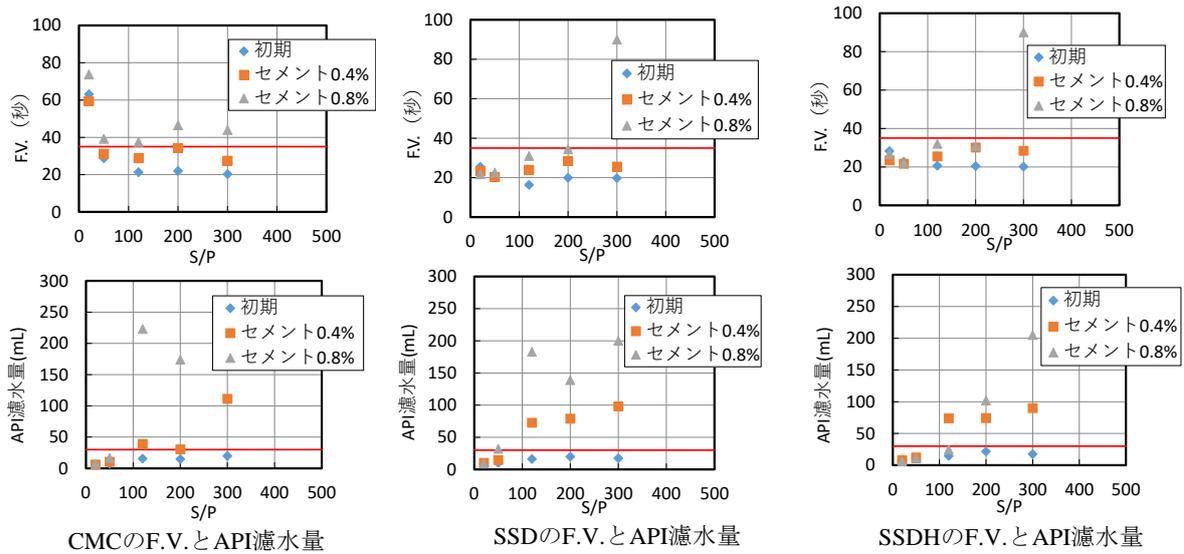


Fig. 4 土粒子重量とポリマー重量の比率 (S/P) を変えた試験

Tests with Different Ratios of Soil Particles and Polymer Concentration

下を維持しており、濃度を下げて使用できることが示された。また、CMCと併用したケースでは、SSDH 単独使用よりも小さい API 濾水量を示しており、併用して使用できると考えられた。セメントを 0.4% 添加した場合は、CMC 単独ではファンネル粘度が大きく増加したが、SSD や SSDH を併用したケースでは、ファンネル粘度と API 濾水量ともに管理基準値以下となった。CMC を併用した SSDH 0.2% においても、ファンネル粘度と API 濾水量ともに管理基準値以下を満たしており、低濃度で使用できることを確認した。セメントを 0.8% 添加した場合は、いずれのケースにおいてもカルシウム凝集によりファンネル粘度が大きくなり、API 濾水量も大きく変動した。安定液上面に透明の分離水が発生しており、適当な状態ではなく、セメントが 0.8% 混入すると、安定液機能を維持できないと考えられた。したがって、SSDH は 0.4% の低濃度でも使用できること、SSDH は SSD や CMC と同等のセメント耐性を示すことがわかった。

3.2.2 土粒子濃度と SSDH 濃度の影響確認試験 S/P とファンネル粘度、API 濾水量の関係を Fig. 4 に示す。CMC のファンネル粘度は、S/P が小さい (ポリマー量に対して土粒子量が小さい) 範囲では大きくなり、S/P が大きくなるとともに低減した。これは、CMC 量が相対的に大きいと、土粒子に結合していない CMC 量が大きくなり、CMC の粘性が顕著になるためである。一方で、SSD と SSDH のファンネル粘度は、材料としての粘性が低いいため、S/P が小さい範囲でもファンネル粘度を小さく維持できた。セメントを 0.4%、0.8% と添加すると、初期に比べてファンネル粘度が増加する傾向を示し、CMC はセメント 0.4% で、SSD と SSDH は 0.8% で管理基準値を超過するケースがあった。このファンネル粘度の増加は、セメントによる土粒子凝集が原因と考えられた。ポリマーが多く S/P が小さい 50 以下の範囲では土粒子の凝集が進みにくいため、CMC と SSD、SSDH とともに、API 濾水量はセメント添加量が大きくても小さい値を示し、

Table 2 劣化安定液の回復試験の結果

Results of Recovery Test of Degraded Slurry

試料	ポリマー		添加1日後		
	種類	(%)	比重	F.V. (秒)	API濾水量 (mL)
S1	初期	—	1.190	25.5	53.4
	SSD	0.4	1.184	24.9	16.2
		0.2	1.186	25.3	18.8
	SSDH	0.3	1.184	25.6	16.4
		0.4	1.187	26.5	16.3
S2	初期	—	1.197	62.7	74.2
	SSD	0.4	1.177	27.9	19.4
		0.2	1.177	28.4	17.6
	SSDH	0.3	1.181	28.5	17.9
		0.4	1.181	28.0	14.2

造壁性は良い結果となった。土粒子量が増加して S/P が大きくなると、セメントを添加したケースでは API 濾水量が増大し、セメント 0.4% 以上、かつ S/P が 100 以上で管理基準値を超える傾向にあった。

安定液の劣化は、セメント混入によるポリマーとカルシウムの結合および、土粒子量に対するポリマー量の不足が原因になるため、これら両方を管理することの重要性を示している。SSDH の S/P とファンネル粘度、API 濾水量の関係は SSD の傾向と似ており、CMC に比べても造壁性は同等である。SSDH は、セメントの影響による凝集が発生し難く、粘度上昇を抑えることができ、SSD と同等に使用できることがわかった。

3.2.3 SSDH による劣化安定液の回復試験 Table 2 に試験結果を示す。API 濾水量は、初期値の試料 S1 が 53.4mL、試料 S2 が 74.2mL といずれも管理基準値 30mL よりも大きく、劣化した状態を示した。試料 S1 は、比重が約 1.2 と大きいことから、劣化は施工中の土粒子混入量が大きく、ポリマーの消費が大きかったためと推定された。一方、試料 S1 と試料 S2 に SSD あるいは SSDH を添加した条件では、API 濾水量が低減し、造壁性が良好になっており、安定液機能を回復することが確認できた。SSDH 0.2% のケースも、SSD と同等の回復効果を示した。

試料 S2 は、表に未記載だが pH が 12 以上と高くファンネル粘度が高いこと、そして比重も 1.2 程度と大きいことから、セメント混入による土粒子の凝集と、土粒子混入によるポリマー消費の両方が劣化の原因と推測された。SSD または SSDH を添加すると、ファンネル粘度と API 濾水量が低減し、安定液機能が回復することが確認できた。試料 S1 と同様に SSDH 0.2% でも十分な効果を示し、SSDH は低濃度で使用できることが示された。

4. 現場への適用

前述した 3 つの室内試験の結果から、SSDH が低濃度で使用できることが確認できたため、地中連続壁工事で使用する安定液のポリマーとして、SSDH を実際に現場で使用し、その効果を SSD と比較した。

4.1 方法

本工事は、シルト層と砂礫層の互層を対象に、水平多軸掘削機を用いて掘削した後、安定液を充填した掘削溝に鉄筋籠を挿入し、コンクリートを打設して地中に連続した鉄筋コンクリート壁を構築している。今回工事の対象面積は 3,532m² であり、1 エレメントの寸法は深度約 70m、壁厚 1.5m、エレメント長 2.4m で、掘削土量は約 260m³ である。安定液のポリマーは、砂礫層を含む地盤であることから、CMC を多めに配合し、CMC 0.2% と SSD 0.4% の併用ケースと、CMC 0.2% と SSDH 0.2% の併用ケースを実施した。分散剤や炭酸ナトリウムは、現場状況を見て適宜調整したが、施工中なるべく濃度が一定となるように調整した。Fig. 5 に安定液のプラント概要を示す。SSDH の投入と掘削溝の様子を Photo 1 と Photo 2 に示す。SSDH を使用した安定液は循環槽に投入され、掘削機から掘削溝へと供給される。掘削溝の安定液は土砂分離機で砂を除去した後に、循環槽へと移行する。循環槽では定期的にスクリュデカンタで残存する砂が除去され、再度循環槽に戻り掘削に使用される。工事は 2 期に分けて施工し、それぞれ掘削中に循環槽から安定液試料を採取し、比重とファンネル粘度 (F.V.)、API 濾水量を測定した。一期工事は最初に SSD を使用した後 SSDH に切り替えており、二期工事は最初に SSDH を使用して、その後 SSD に切り替えた。

4.2 結果

Fig. 6 に一期工事、Fig. 7 に二期工事の結果の一部を抜粋する。二期工事は SSD と SSDH の 2 回ずつ実施した結果を示している。先行エレメント (先行 EL) は、地山を掘削するためセメント混入の影響は小さく、後行エレメント (後行 EL) は先行 EL で打設したコンクリート壁をカッティングするため、セメント混入の影響が大きい。一期工事の比重は、施工中 1.04~1.13 の範囲で変動しており、SSDH 0.2% と SSD 0.4% とともに管理基準値 (掘削時 1.20) 以下を達成できた。比重は先行 EL と後行 EL と

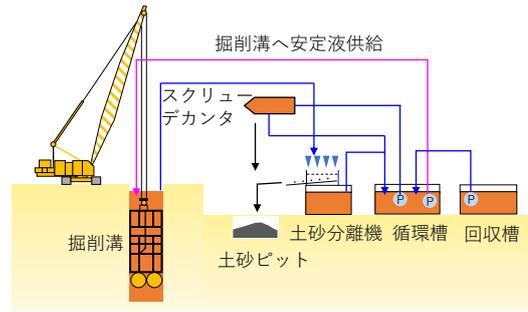


Fig. 5 安定液のプラント概要
Overview of Slurry Plants



Photo 1 安定液プラントへ SSDH 投入
SSDH Input to Slurry Plants

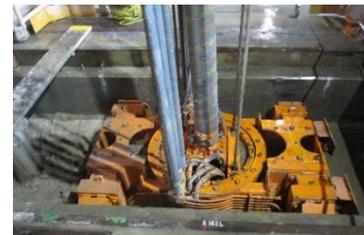


Photo 2 地中連続壁工事の掘削溝の様子
Excavation Trench for Underground Continuous Wall

もに SSDH 0.2% は SSD 0.4% よりも少し大きい値となったが、SSD を使用した施工時期が比較的早かったこと等が原因であり、ポリマーによる差は小さいと考えた。ファンネル粘度は、先行 EL と後行 EL とともに管理基準値の 35 秒以下を達成したが、後行 EL 時は粘度が大きい値もあった。これはカッティングによるセメント混入が原因である。API 濾水量は、先行 EL においては SSDH と SSD とともに管理基準値 (30mL) 以下を達成したが、後行 EL では SSD で濾水量が増加し、管理基準値を超過する値もあった。その後分散剤投入等により回復させたが、SSDH は SSD に比べて API 濾水量を小さく維持することができ、造壁性の確保には効果的であることがわかった。

二期工事の比重は、先行 EL と後行 EL とともに、SSD 0.4% と SSDH 0.2% の両ケースとも 1.2 以下であり、管理基準値以下を達成できた。SSDH と SSD を比較すると、SSDH の比重が小さい傾向にあった。ファンネル粘度は、先行 EL 時は 25 秒以下で安定していたが、後行 EL では粘度が変動し、一部で管理基準値の 35 秒を超過した。これはセメント混入によりポリマーが凝集し、粘性が増加したためであるが、最終的には分散剤等の添加により粘度を下げて管理することが可能であった。API 濾水量は、先行 EL と後行 EL とともに、管理基準値以下を達成でき

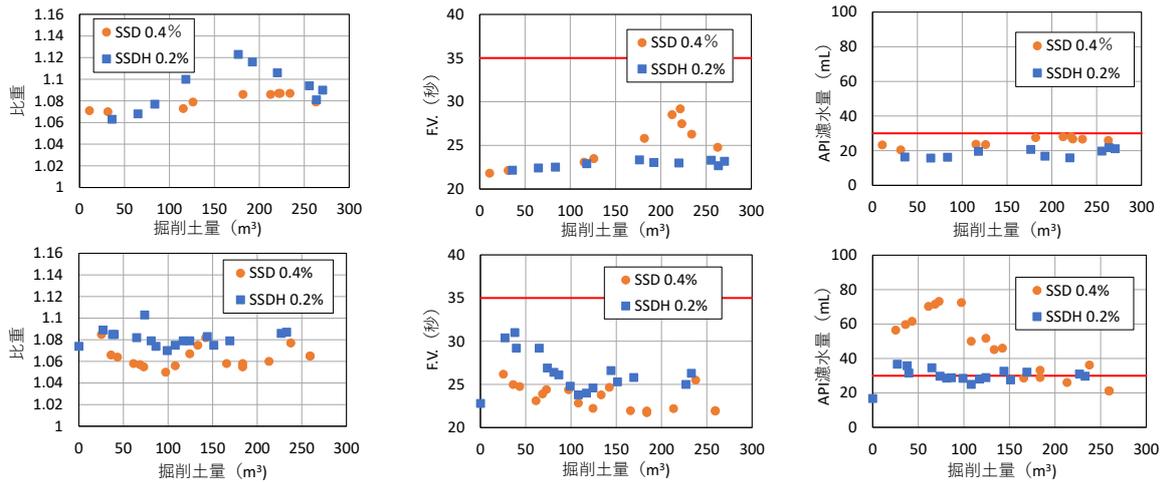


Fig. 6 一期工事への適用結果 (上は先行エレメント, 下は後行エレメント)

Results of Application to First Phase of Construction (Top: Prior Excavation, Bottom: Post-Excavation.)

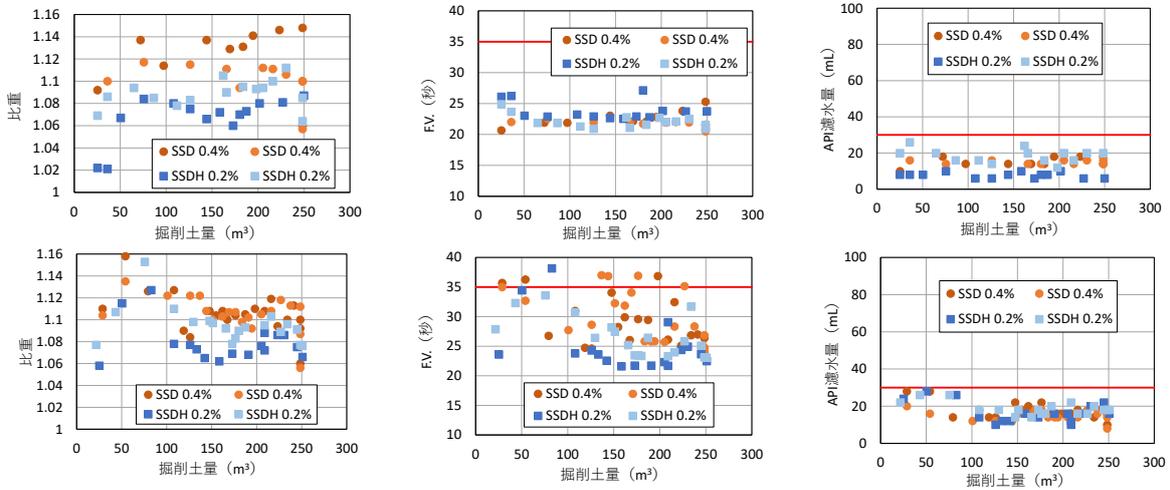


Fig. 7 二期工事への適用結果 (上は先行エレメント, 下は後行エレメント)

Results of Application to the Second Phase of Construction (Top: Prior Excavation, Bottom: Post-Excavation.)

た。以上のことから、SSDHはSSDの半分の濃度である0.2%で、十分な安定液機能を有することを確認できた。

5. まとめ

耐微生物分解性、耐セメント劣化性に優れ、かつ低濃度で使用できる新しい安定液用ポリマーSSDHを開発し、室内試験と現場での安定液機能の検証を行った。その結果を以下にまとめる。

- 1) SSDよりも分子量を大きくして、酸性に調整することで、原液の粘度を下げて施工性を改善しながら、造壁性に優れたポリマーSSDHを開発できた。
- 2) 室内配合試験の結果、SSDHはSSDの半分の濃度で同等の安定液機能を有することがわかった。
- 3) SSDHはSSDと同様に、CMCよりもセメント混入による劣化もしにくいことを確認できた。
- 4) 実際の現場適用においても、SSDHは通常用いるSSDの半分の濃度で使用できることを示した。

今後も地中連続壁工事で適用を図り、SSDHの信頼性を確認していく予定である。

謝辞

本開発を進めるにあたって多大なご協力を頂いた共同研究者の三洋化成工業株式会社、松下鋳産株式会社の関係諸氏に深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) 喜田大三, 川地武: 泥水工法における泥水管理におけるポリマー泥水の開発 (I), 大林組技術研究所報, No.8, 1974
- 2) 一般社団法人日本基礎建設協会: 場所打ちコンクリート杭施工指針・同解説, pp. 42-45, 2022.4
- 3) 佐藤裕司, 炭田光輝, 川地武: 泥水工法用高性能分散剤「Super Slurry」の開発, 大林組技術研究所報, No.60, 2000
- 4) 地中連続壁工法編集委員会: 地盤工学会・実務シリーズ 地中連続壁工法, 社団法人地盤工学会, pp. 57-197, 2004.11