

戻りコンクリートから製造した乾燥スラッジ微粉末の親杭横矢板壁用
セメントベントナイト液への適応

三和石産(株) 正会員 ○宮本 勇馬 大川 憲
非会員 青木 真一
ジェコス(株) 正会員 岩崎 伸一 後藤 健治
丸紅建材リース(株) 非会員 中嶋 義雄 吉本 裕
東海大学 正会員 笠井 哲郎

1. はじめに

現在、生コンクリート工場で発生する戻りコンクリート（以下、戻りコンと称す）は、再生利用がほとんど進んでいないのが現状である。著者らはこれまでに、コンクリート施工時に生ずる戻りコンや生コンプラントおよびアジテータ車の洗浄時に発生する生コンスラッジを脱水後、破碎乾燥処理した微粉末（以下、DSP と称す）が普通ポルトランドセメント（以下、N と称す）の4～5割の強度発現を有すること等から、親杭横矢板壁のセメントベントナイト液（以下、CB 液と称す）への DSP の有効利用について室内での検討を報告した¹⁾。

本研究では、実際の現場を想定した実施工により、親杭横矢板壁の CB 液への DSP の有効利用の実用化に向け、その適正配合や施工性等を明確にすることを目的とし、 DSP を用いた CB 液のフレッシュ性状、一軸圧縮強度およびソイルセメントに含まれる砂分含有率について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 DSP の概要

DSP は戻りコン等から生じるスラッジ水をフィルター加圧装置で脱水し、破碎乾燥機（乾燥温度 120～130℃）を用いて含水率が1～2%程度となるまで破碎乾燥処理して製造したものである。代表的な DSP の密度、比表面積および強熱減量は 2.30～2.80g/cm³、5000～12000 cm²/g、8～18%であり、強度発現は N の 40～55%を発揮する²⁾。

表-1 使用材料

名称	記号	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)
普通ポルトランドセメント	N	3.16	3250
ベントナイト	GS	2.60	-
乾燥スラッジ微粉末(C現場)	DSP①	2.49	9590
乾燥スラッジ微粉末(S現場)	DSP②	2.62	9140

2.2 親杭横矢板壁の CB 液の概要

親杭横矢板壁は、山留め壁工事の一つであり、山留め壁と支保工により側圧（土圧・水圧）を支持するとともに、背面地盤や近接構造物の安全を確保し、周囲の土砂の崩壊・流出を防止するために設置するものである。一般的に親杭横矢板壁は特殊混練オーガーを用いて、原地盤を削孔し、削孔刀の先端から CB 液を削孔部分に注入し、親杭を立て込むものである。親杭横矢板壁の CB 液の配合例として、N が 75～180kg/m³、ベントナイトが 30～90kg/m³、水が 600～900kg/m³とされている³⁾。

表-2 配合表

現場	No	分類	配合	W/C(%)	W/DSP (%)	単位量(kg/m ³)				
						N	W	GS	DSP①	DSP②
C現場	1	親杭	1000-N75-GS37.5	1000	-	75	750	37.5	-	-
	2		1389-N75-GS37.5	1389	-	75	750	37.5	-	-
	3		658-N114-GS37.5	658	-	114	750	37.5	-	-
	4		2000-N37.5-GS37.5	2000	-	37.5	750	37.5	-	-
	5	DSP	610-DSP123-GS37.5	-	610	-	750	37.5	123	-
	6		806-DSP93-GS37.5	-	806	-	750	37.5	93	-
	7		610-DSP123-GS18.0	-	610	-	750	18.0	123	-
	8		610-DSP123-GS9.0	-	610	-	750	9.0	123	-
	9		521-DSP144-GS18.0	-	521	-	750	18.0	144	-
	10		490-DSP153-GS9.0	-	490	-	750	9.0	153	-
S現場	1	親杭	1000-N75-GS37.5	1000	-	75	750	37.5	-	-
	2		1389-N75-GS37.5	1389	-	75	750	37.5	-	-
	3		667-N112.5-GS37.5	667	-	112.5	750	37.5	-	-
	4		2000-N37.5-GS37.5	2000	-	37.5	750	37.5	-	-
	5	DSP	500-N150-GS37.5	500	-	150	750	37.5	-	-
	6		1000-DSP75-GS37.5	-	1000	-	750	37.5	-	75
	7		667-DSP112.5-GS37.5	-	667	-	750	37.5	-	112.5
	8		500-DSP150-GS37.5	-	500	-	750	37.5	-	150
	9		400-DSP187.5-GS37.5	-	400	-	750	37.5	-	187.5

2.3 使用材料および配合

使用材料および配合を表-1、表-2 に示す。

キーワード 戻りコンクリート、スラッジ微粉末、親杭横矢板壁、セメントベントナイト液、一軸圧縮強度

連絡先 〒252-0823 神奈川県藤沢市菖蒲沢 710 番地 三和石産(株) TEL. 0466-48-5515

セメントは N, ベントナイトは 250Mesh を 70% 以上通過したものを使用し, DSP は比表面積が $9590\text{cm}^2/\text{g}$ (以下, DSP①と称す) および $9140\text{cm}^2/\text{g}$ (以下, DSP②と称す) の 2 種類を使用した. C 現場は $W/C=1000\sim 2000\%$, $W/DSP=490\sim 806\%$, ベントナイトの添加量を m^3 当たり 37.5, 18.0, 9.0kg とした. S 現場は $W/C=500\sim 2000\%$, $W/DSP=400\sim 1000\%$, ベントナイトの添加量は同一とした.

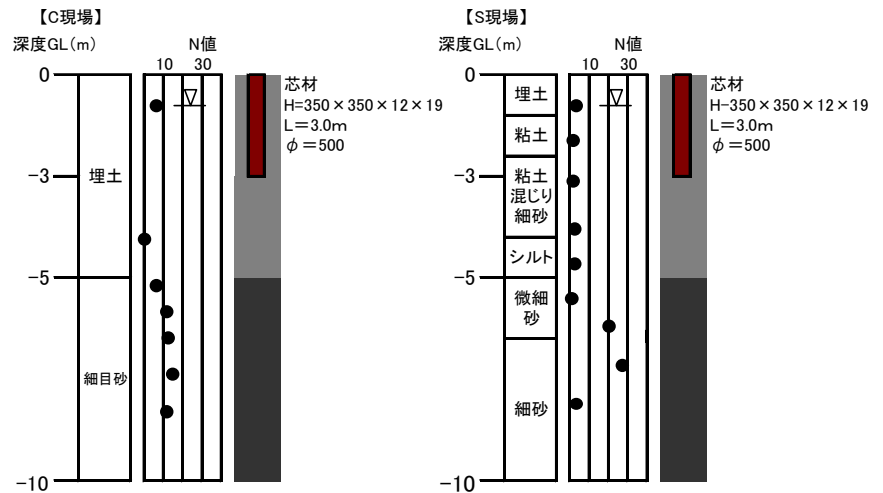


図-1 施工箇所の地盤状況

2.4 施工箇所の条件

図-1 に施工箇所の地盤状況を示す.

今回の両施工箇所は, 削孔長は 5.0m, 削孔径は $\phi 500$ で実施した. 尚, C 現場の地盤は埋土, S 現場は粘土混じり細砂であった.

2.5 親杭配合および DSP 配合の CB 液の評価試験

親杭配合および DSP 配合の CB 液について, CB 液は現地プラントから試料を採取しフレッシュ試験を, ソイルセメントは削孔後芯材に取付けた試料採取箱から試料を採取し, フレッシュ試験を実施した. CB 液, ソイルセメントは, 試験後供試体に投入し, 材齢まで封かん養生とした. 供試体作製方法は, 「セメントミルク工法に用いる根固め液および杭周固定液の圧縮強度試験方法 (コンクリートポール・パイル協会)」に準拠して行った. それに伴い, ソイルセメントの施工の際, 地盤の崩壊が予想されたので, 崩壊分による土の含有率 (以下, 崩壊土と称す) を確認する為, スラッジ固形分中の砂分含有率試験方法 (ZKT-103) を実施した. 各試験項目として, フロー試験 (JHS A 313-1992), JP 漏斗試験 (JSCE F 531-2010) およびブリージング試験 (JSCE-F 522-2007), 一軸圧縮強度試験 (JIS A 1216) をそれぞれに準拠して行った.

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュ性状

図-2 に C 現場のフロー値と W/C の関係を, 図-3 に S 現場のフロー値と W/C の関係を示す. 図より CB 液において, W/C が大きくなるにつれ, 親杭配合のフロー値は大きくなった. さらに, DSP 配合は W/DSP が同等の場合, ベントナイトの置換率が小さい程, フロー値は大きくなった. これは, 吸水性の高いベントナイトの影響が大きいためであると考えられる. 次に, ソイルセメントにおいて, 親杭配合は W/C が大きく

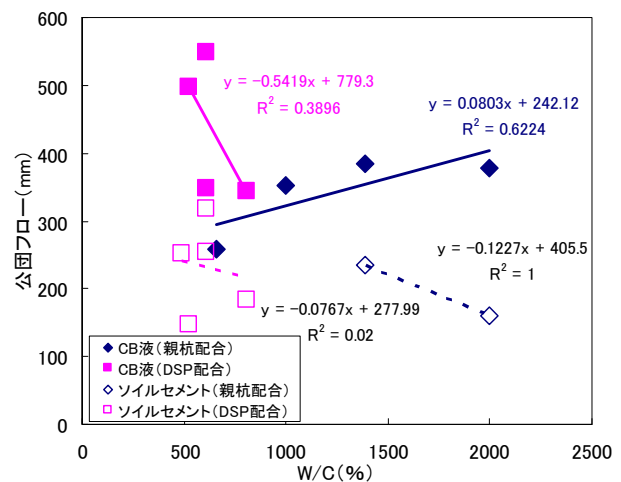


図-2 C 現場のフロー値と W/C の関係

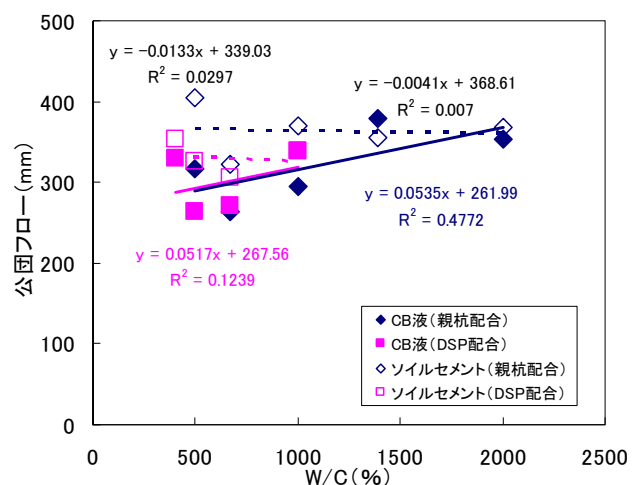


図-3 S 現場のフロー値と W/C の関係

なるにつれ、フロー値は小さくなった。一方、DSP 配合は、W/DSP が大きくなるにつれフロー値は小さくなる傾向であった。今回の試験でソイルセメントに関して崩壊した土の影響が大きく作用したと考えられ、従来予想していた傾向とは異なった。図-3 より CB 液において、S 現場は、W/C が大きくなるにつれ、親杭配合のフローは大きくなった。さらに、DSP 配合は、W/DSP が大きくなるにつれ、フロー値は大きくなった。一方、ソイルセメントにおいて、親杭配合、DSP 配合ともに、W/C、W/DSP が大きくなるにつれ、フロー値に変化は見られなかった。

3.2 圧縮強度試験結果

図-4 に C 現場の圧縮強度とセメント (N・DSP) 添加量の関係を、図-5 に S 現場の圧縮強度とセメント (N・DSP) 添加量の関係を示す。図-4 より CB 液において、DSP の添加量を大きくすると、圧縮強度が大きくなった。これらは、N に対して DSP を 1.2~1.7 倍増加させることにより、親杭配合の圧縮強度を超過することができた。しかし、今回の試験では No3 のような富配合に対しては、DSP の添加量を大きくしても同等の圧縮強度は得られなかった。一方、ソイルセメントでは、親杭配合が DSP 配合より圧縮強度が大きい傾向であった。図-5 より、CB 液において、親杭配合、DSP 配合共に、結合材添加量が大きくなるにつれ、圧縮強度は大きくなった。一方、ソイルセメントでは、CB 液と同様の結果であったが、親杭配合より DSP 配合の方が圧縮強度は大きくなった。これらは、N に対して DSP を 1.3~1.7 倍増加させることにより、親杭配合の圧縮強度を超過することができた。

3.3 崩壊土と圧縮強度の関係

図-6 に S 現場の崩壊土と圧縮強度の関係を示す。削孔時に崩壊土の割合が大きくなるにつれ、圧縮強度が大きくなった。さらに、親杭配合と DSP 配合では、同等付近の砂分含有率で比較した場合、DSP 配合の方が圧縮強度は大きくなった。これらは、既往の研究と同様な結果となった¹⁾。

4. 現場の施工性

DSP 配合は、DSP の比表面積が N と比較し大きいことから、粘性が大きくなると予想され、H 鋼の建込みが懸念されたが、今回の現場では特に H 鋼の建込み、施工性に問題なかった。

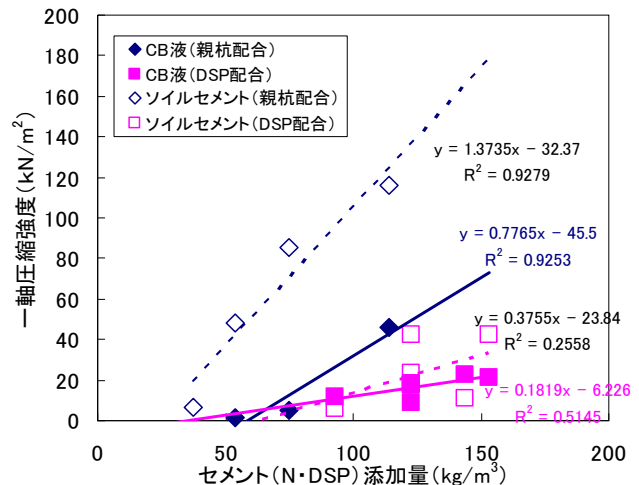


図-4 C 現場の圧縮強度と添加量の関係

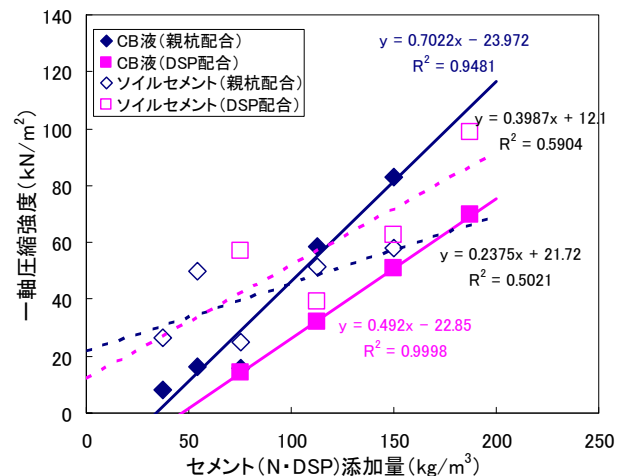


図-5 S 現場の圧縮強度と添加量の関係

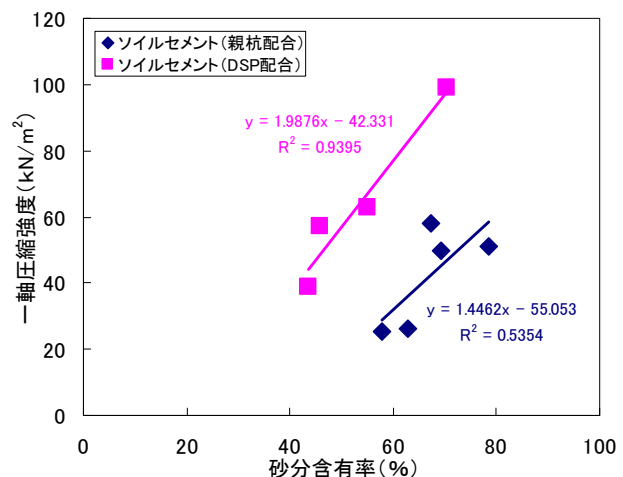


図-6 S 現場の崩壊土と圧縮強度の関係

5. まとめ

本論では、実際の現場を想定した実施工により、親杭横矢板壁の CB 液への DSP の有効利用の実用化に向け、その適正配合や施工性等を明確にすることを目的とし、DSP を用いた CB 液のフレッシュ性状、一軸圧縮強度およびソイルセメントに含まれる砂分含有率について検討し、以下の事項が明らかとなった。

- (1) CB 液において、親杭配合の N に対して DSP を 1.2～1.7 倍添加することにより同等以上の圧縮強度が得られた。
- (2) ソイルセメントにおいて、親杭配合の N に対して DSP を 1.3～1.7 倍添加することにより同等以上の圧縮強度が得られた。
- (3) 親杭配合、DSP 配合ともに崩壊土の割合が大きくなるにつれ、圧縮強度が大きくなった。
- (4) DSP 配合において、H 鋼の建込み、施工性に問題なかった。

よって、DSP は親杭横矢板壁の CB 液として有効利用することが可能であると考えられる。

6. 参考文献

- 1) 大川憲，宮本勇馬，他：戻りコンクリートから製造した乾燥スラッジ微粉末を用いた親杭横矢板壁用セメントベントナイト液への有効利用について，第 72 回土木学会年次学術講演会 vol.5，No.232，pp.463-464
- 2) 大川憲，青木真一，他：乾燥スラッジ微粉末と産業副産物混和材を併用したクリンカーフリーコンクリートに関する実験研究，日本建築学会構造系論文集，Vol.80，No.710，pp.539-549，2015.4
- 3) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS3 土工事および山留め工事 JASS4 杭・地業および基礎工事，丸善，2009.10，pp.67