

微粉碎乾燥スラッジ(PDS)を混入したコンクリートの特性に関する研究

佐藤 亮・佐藤嘉昭*・清原千鶴*・薬師寺照夫**

工業化学部*・大分大学工学部**・大分県生コンクリート工業組合

PROPERTIES OF CONCRETE MIXING PULVERIZED DRY SLUDGE (PDS)

Atsusi SATO, Yoshiaki SATO*, Chizuru KIYOHARA*, Teruo YAKUSHIGI**

Industrial Chemical Division · *Oita University · **Ready Mixed Concrete Industrial Association of Oita Prefecture

要旨

生コンクリート工場、コンクリート製品工場、など土木・建築に関係する分野から発生する廃水、汚泥は厚生省が定めた「廃棄物処理法」によれば汚泥を最終処分する場合には管理型処分場での処分が義務づけられている。汚泥の大半は再資源化されることなく処分されているのが実状である、地球環境の保全、処理コストの観点および、管理型処分場を将来にわたって安定的に確保することは困難であることから廃水の処理を適切に行い汚泥の処理も容易でかつ付加価値の高い粉体材として再資源化する処理技術の実用化を目指す。

1. はじめに

微粉碎乾燥スラッジ(PDS)の利用方法としては、1)コンクリート用混和材料、2)高流動コンクリート用の微粉末、3)地盤改良材、4)土壌改良材などの各種用途が挙げられる。ここでは、使用した微粉碎乾燥スラッジ(Pulverized Dry Sludge, PDS)の成分分析及び粒度分布、SEMによる形状観察等を行うとともに、コンクリート用混和材料(細骨材やセメントの一部)および高流動コンクリート用微粉末として微粉碎乾燥スラッジ(PDS)を利用したコンクリートの性状や強度特性、乾燥収縮特性について明らかにすることとした。

意味を持たない。PDSは微粉末であるので粉末、粒形などが品質管理項目として考えられる。Table1は化学分析結果の一覧であり、Fig. 2は普通ポルトランドセメントおよびPDSの粒度分布の一例である。これによるとPDSはアルカリ性を示す丸みを帯びた微粉末で、粒子径が小さいことが分かり、コンクリートの混和材料として用いた場合組織が緻密になるなど、従来のものよりも機能性に優れたコンクリートを製造できる。

Fig.3に普通ポルトランドセメント、Fig.4にPDSの顕微鏡写真を示す。

2. 実験方法及び結果

本実験は、微粉碎乾燥スラッジ(PDS)が微粉末であるという特徴を利用して、高流動コンクリート用の微粉末として用いた場合の評価実験として、高強度ではない、普通強度のコンクリートで流動性のあるコンクリートを製造し、スランプフロー試験および間隙通過性試験などのフレッシュ性状について測定を行うとともに、圧縮強度試験を行った。

Table1 PDSの成分

	(単位%)		
	PDS 凝集剤無添加	PDS 凝集剤添加	普通ポルト ランドセメント
SiO ₂	27.4	26.70	20.1
Al ₂ O ₃	7.74	6.83	4.47
Fe ₂ O ₃	2.90	2.88	2.16
CaO	53.8	55.8	66.3
MgO	2.69	2.07	1.96
SO ₃	2.66	2.47	3.37
NaO	0.27	0.48	0.51
K ₂ O	0.43	0.38	0.48

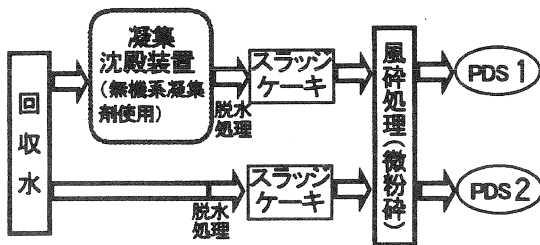


Fig. 1 PDS作成方法

2.1 使用材料

2.1.1 PDSの成分

PDSを材料として利用する場合はその品質が問題となる。一般に、材料の品質項目はその化学成分や比重である。PDSの原材料は様々な種類、材齢のコンクリートスラッジより成り立っているため、PDSの品質を管理することにあまり

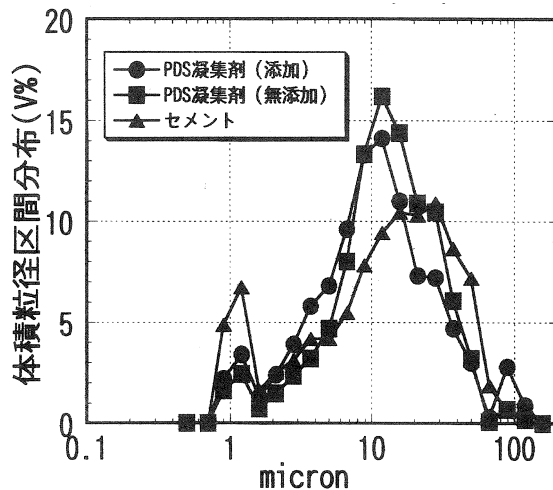


Fig. 2 粒度分布

使用した材料は、セメント(高炉セメントB種, 比重3.02), 細骨材(表乾比重2.60), 粗骨材(表乾比重2.65)である。混和材には高性能AE減水剤(ポリカルボン酸エテル系)を用いた。用いた微粉砕乾燥スラッジは, Fig.1に示すように, 沈殿槽から採取した回収水を凝集沈殿装置に通して無機系凝集剤を用いて処理したスラッジを脱水ケーキ化し30%程度までの含水率にしてから風砕処理を行ったPDS①(凝集剤添加, 比重2.13), 無機系凝集剤を使用せず, 従来からの自然沈降によって採取したスラッジを脱水ケーキ化し風砕処理を行ったPDS②(無添加, 比重1.95)の2種類を用いた。

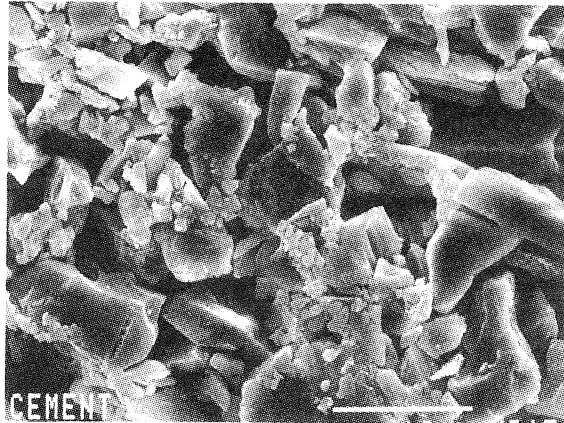


Fig3 セメント 10 μm

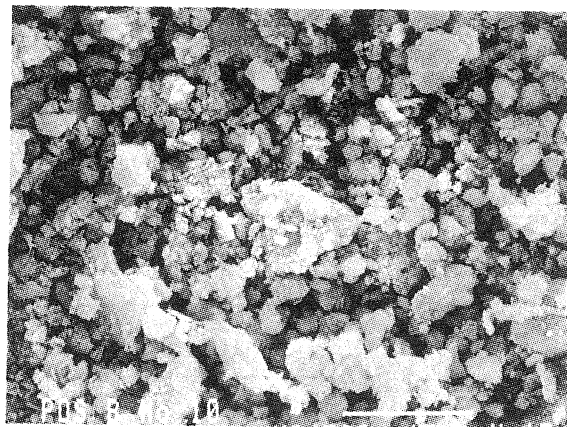


Fig4 PDS 10 μm

2.2 調合および養生

微粉砕乾燥スラッジを用いた高流動コンクリートの調合は, Fig.5に示すように, 絶対容積調合で単位水一定および水結合材比(W/B=水/(セメント+PDS))一定とし, スランプフロー値を60cm得るために, 高性能AE減水剤で調節した3種類の調合とした。調合表をTable2に示す。コンクリートとは型枠に打込み4~5時間程度で表面を平滑にし, その後シーシートで覆って養生した。材齢3日で脱型し, 所定の材齢まで水中養生(温度20±1℃)を行った。

水	セメント		細骨材	粗骨材	空気
170	90	74	304	342	20
1000 ℓ					

Fig.5 調合の基本的な考え方

Table2 調合表

調合 No.	種類	W/C (%)	W/B (%)	S/a (%)	単位質量(kg/m ³)					
					W	C	PDS	S	G	AD.
1-1	PDS① (凝集剤無添加)	59.9	39.7	47.0	170	284	144	785	902	8.13
1-2	PDS② (凝集剤無添加)	61.6	40.9	47.0	175	284	144	778	895	7.7
2	PDS② (凝集剤添加)	59.9	39.7	47.0	170	284	144	785	902	8.13

W:水, C:セメント, PDS:微粉砕乾燥スラッジ, S:細骨材, G:粗骨材, AD.:混和剤

2.3 フレッシュ性状試験

練り上がったフレッシュコンクリートについてスランプフロー試験および間隙通過性試験(U型充填試験)を行った。U型充填試験装置はFig.6に示す試験装置を用いてコンクリートが流動障害を通過しながらA室から反対側のB室に流動し, 流動が停止した時のB室の充填高さ(Uh)を測定するものである。この充填高さ(Uh)が大きいほど良好な自己充填性を有すると評価できる。流動障害となる鉄筋の配筋条件は異形鉄筋13mmを3本等間隔になるように配置した。圧縮供試体はφ10×20cmの円柱供試体を用いて材齢7, 28日において測定を行った。

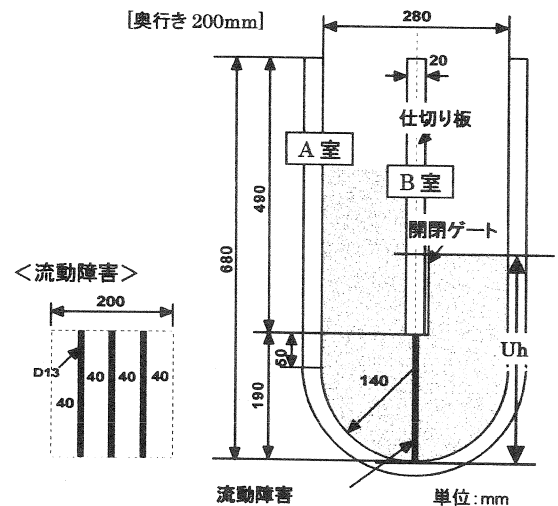


Fig6 U型充填試験装置

フレッシュ性状試験の実験結果はスランプフロー値60±5cm, を目標としたものであり, 本実験で用いた微粉砕乾燥スラッジの高流動コンクリートは, ほぼその性能を満足し, ペーストの分離も問題ないものと判定できた。Fig.7スランプフローの測定状況を示す。これらの結果より, 微粉砕乾燥スラッジを高流動コンクリート用の混和材(微粉末)として用いても, スランプフローが要

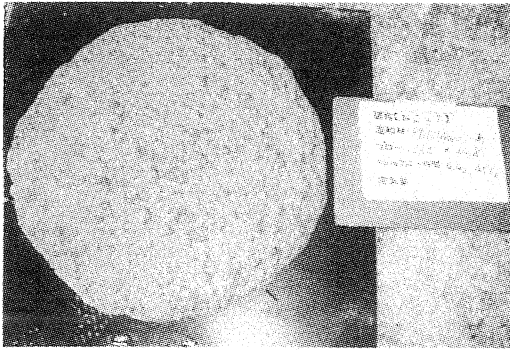


Fig.7 スランプフローの測定状況

求性能を満たす高流動コンクリートの製造が可能であるということがわかった。

間隙通過性試験(U型充填試験)の結果はPDSを高流動コンクリート用の混和材(微粉末)として用いても、自己充填性の値が非常に良く、コンクリートの製造が可能であることがわかった。また、本実験の範囲内においてフレッシュ性状試験における無機系凝集剤の使用の有無による影響はほとんど現れなかった。

2.4 圧縮強度試験

材齢7, 28日における圧縮強度試験結果をFig.8に示す。これによると調合 No.2-1 は水セメント比が他の2調合よりも2%程度大きいため、強度の値は小さいが、無機系凝集剤を添加した微粉碎乾燥スラッジを用いた方が若干大きな値を示した。

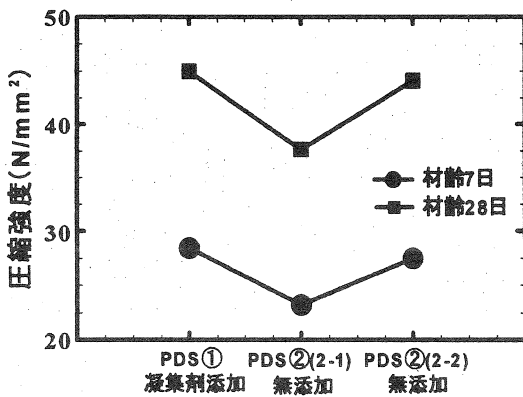


Fig.8 圧縮強度

3. むすび

高流動コンクリート用の微粉末としてPDSが有効であることが分かった。

セメントの代用として30%程度は添加できることが判明した。

今後収縮率等コンクリートとしての特性及びPDSの作成方法についての実験, 検討が必要である。