

コンクリート用混和材としての廃棄物汚泥の適用性

岩手大学大学院 学生員 坂上 純一
 岩手大学工学部 岡部 洋介
 岩手大学工学部 正員 藤原 忠司

1. はじめに

汚泥状で発生する産業廃棄物の場合、管理型廃棄物となるため、処分場や処理費用などで、多くの問題を抱えている。汚泥は、一般に、細かい粒子であり、乾燥させれば、粉体状となる。これをコンクリート用混和材として活用できれば、廃棄物の有効利用となり、その意義は大きい。本研究では、燐酸質肥料を製造する工場で発生するフッ化カルシウム汚泥およびセラミック工場から発生するアルミナシリカ汚泥を対象とし、コンクリート用混和材としての適用性を検討した。いずれの汚泥とも、粘性が高いと予測されたため、大きなスランプを有するコンクリートの材料分離を防ぐ混和材としての役割を期待した。

2. 実験概要

フッ化カルシウム汚泥（F）およびアルミナシリカ汚泥（A）とも、絶乾状態となるよう温度 110 で 3 日間程度乾燥させ、その後、解砕した。いずれの粉体も細かく、ブレン値は、フッ化カルシウムで 14500cm²/g、アルミナシリカで 34300cm²/g ときわめて大きな値を示した。表-1 は、絶乾密度および成分を示している。これらの粉体に水を加えてペースト状とし、水粉体容積比と塑性粘度および降伏値の関係を求め、セメントと比較した。

表-2 に、コンクリートの配合を示す。基準コンクリート（N）の目標スランプは、21 ± 1cm と大きめに設定した。施工性の観点からは、流動性に優れたコンクリートが望まれるが、材料分離が懸念されるため、一般に、このように大きなスランプ値は許されない。このコンクリートに、廃棄物

粉体を加え、材料分離低減の効果を期待する。粉体は、セメントの一部と置換えた。置換率は、セメントの体積に対し、3%、5%および 10%の 3 水準とした。粉体を加えても、単位水量は一定とし、高性能 AE 減水剤（SP）および AE 剤の量を調節して、基準コンクリートと同等のスランプになるようにした。セメントには、普通ポルトランドセメント（密度:3.15g/cm³）、細骨材に砕砂(密度:2.86g/cm³、吸水率:1.52%)、粗骨材に砕石(密度:2.95g/cm³、吸水率:0.52%)を使用し、AE 剤は変性ロジン酸化合物系、高性能 AE 減水剤はポリカルボン酸系とした。コンクリートの試験項目は、材料分離抵抗性を調べるブリーディング試験、廃棄物粉体による凝結への影響を検討するための凝結試験および材齢 7 日と 28 日における圧縮強度試験である。

3. 実験結果および考察

セメント、フッ化カルシウムおよびアルミナシリカをそれぞれ単独で用いたペーストの水粉体容積比と降伏値との関係を図-1 に示す。水粉体容積比 1.7 程度で比較すると、フッ化カルシウムおよびアルミナシリカともに、セメントよりも大きい降伏値を示している。とくに、アルミナシリカの場合に、きわめて大きな降伏値を示す。図-2 は、水粉体容積比と塑性粘度の関係である。同じく、水粉体容積比 1.7 程度で比較すれば、セメントに対し、フッ化カ

表-1 廃棄物汚泥の特性および成分

フッ化カルシウム								
絶乾密度 (g/cm ³)	成分割合(%)							
	CaO	F	SiO ₂	P	MgO	SO ₃	Na ₂ O	その他
2.50	46.6	27.1	6.7	2.1	1.1	2.3	1.0	13.0

アルミナシリカ						
絶乾密度 (g/cm ³)	成分割合(%)					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	BaO	MgO	CaO	その他
3.30	16.8	78.1	1.7	1.4	0.6	1.4

表-2 コンクリートの配合

種類	W/C %	水粉体 容積比 Vw/(Vc +Vp)	細骨 材率 s/a %	粉体添 加率 C × vol%	単位量(kg/m ³)					SP C × %	AE 剤 C × %
					C	P	W	S	G		
N	55	1.7	52	0	336	0	185	984	938	0.7	0.22
F3	56	1.7	52	3	328	8	185	984	938	0.8	0.18
F5	58	1.7	52	5	321	13	185	984	938	0.8	0.18
F10	61	1.7	52	10	302	28	185	984	938	1.0	0.18
A3	56	1.7	52	3	328	10	185	984	938	0.9	0.15
A5	58	1.7	52	5	321	17	185	984	938	1.0	0.15
A10	61	1.7	52	10	302	36	185	984	938	1.2	0.15

キーワード：廃棄物汚泥、フッ化カルシウム汚泥、アルミナシリカ汚泥、コンクリート混和材、分離抵抗性

連絡先：岩手県盛岡市上田 4 丁目 3-5 岩手大学工学部建設環境工学科 TEL・FAX：019-621-6442

ルシウムおよびアルミナシリカの塑性粘度が大きく、とくにアルミナシリカで著しい。ただし、降伏値および塑性粘度とも、アルミナシリカの場合、水粉体容積比の変化に比較的敏感であり、水粉体容積比が大きくなれば、これらは急激に低下する。いずれにしても、水粉体容積比が適切であれば、フッ化カルシウムおよびアルミナシリカとも、粘性を付与する材料であると評価できる。事実、コンクリートの練混ぜ時には、いずれの粉体を添加した場合とも、基準コンクリートに比べて粘りがあり、粗骨材とモルタルとの分離は見られなかった。

図-3に、コンクリートの凝結試験の結果を示す。フッ化カルシウムを添加した場合、置換率が大きくなるにつれ、凝結は著しく遅延し、置換率10%では、終結に約18時間もの長時間を要している。このことから、フッ化カルシウムには水和を妨げ、遅延作用を引き起こす成分が含まれていると推察される。アルミナシリカを添加しても、基準コンクリートより凝結が遅れるが、フッ化カルシウムほどではない。

図-4に、ブリーディング試験の結果を示す。基準コンクリートに比べ、フッ化カルシウムを添加した場合に、ブリーディング量が大きく、置換率が増すほど、その傾向が著しくなる。その主因は、凝結の遅延にあると思われる、ブリーディングは長時間にわたって継続した。これに対し、アルミナシリカを添加した場合には、ブリーディングが抑制され、置換率を増すほど、ブリーディング量は僅かとなる。2つの粉体には、材料分離低減の役割を期待した。フッ化カルシウムの場合、たしかに粘性を付与して、練混ぜ時における材料分離を抑制するが、凝結が遅いため、ブリーディングが著しくなり、この期待に応えられない。一方、アルミナシリカは粗骨材分離やブリーディングを抑制し、高いスランプのコンクリートを可能にする材料であると評価できる。

圧縮強度試験の結果を図-5に示す。フッ化カルシウムを添加した場合、材齢7日における圧縮強度は基準コンクリートにほぼ等しい。粉体をセメントと置換するため、置換率が大きくなるにつれ、配合上は、水セメント比が大きくなる。硬化過程では、置換率が大きいほど、ブリーディングが著しくなり、コンクリート中の水が減って、水セメント比が小さくなる。これらが相殺され、結果的に、基準コンクリートと差のない強度になったと推察される。材齢28日ではフッ化カルシウムの置換率が大きいほど、強度が若干小さくなる傾向にある。アルミナシリカを添加した場合、7日強度は、置換率3%および5%で、基準コンクリートを上回る。配合上、水セメント比が大きくなることに加え、ブリーディングの抑制も相対的に水セメント比を大きくする。それにもかかわらず強度が基準コンクリートを上回ったのは、アルミナシリカに含まれる何らかの成分が強度発現に寄与するためと考えざるを得ない。この効果は、早期に限られるようであり、材齢28日では、基準コンクリートと同等以下の強度に留まる。

以上のように、対象とした廃棄物汚泥のうち、アルミナシリカについては、高いスランプのコンクリートの材料分離を抑制する混和材として、適用の可能性があるとの結果を得た。強度が小さくなる点については、セメントと置換するのではなく、骨材の一部として添加することにより、解決できると思われる。

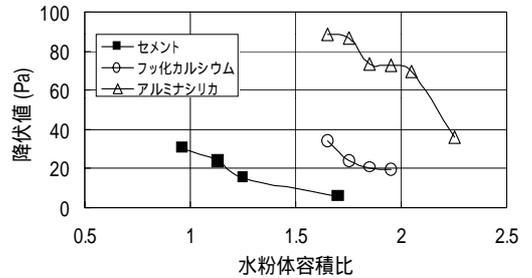


図-1 水粉体比容積比と降伏値

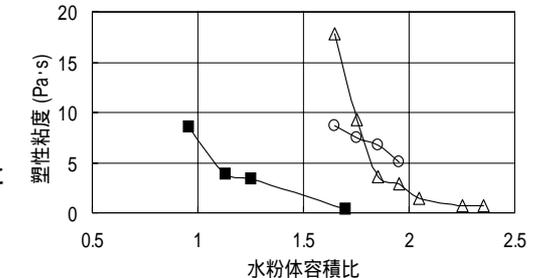


図-2 水粉体容積比と塑性粘度

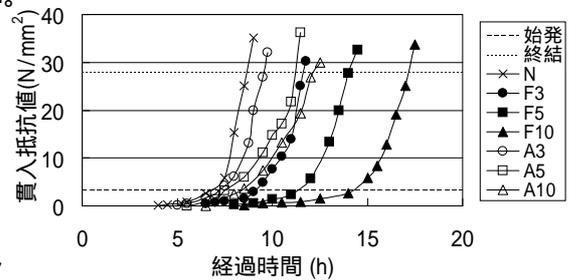


図-3 凝結時間

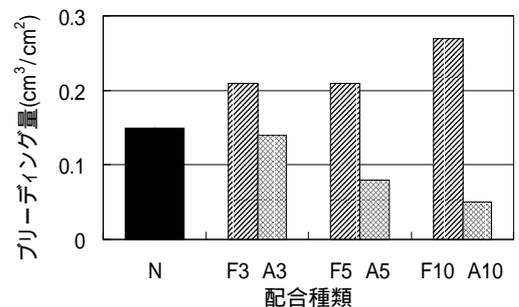


図-4 ブリーディング量

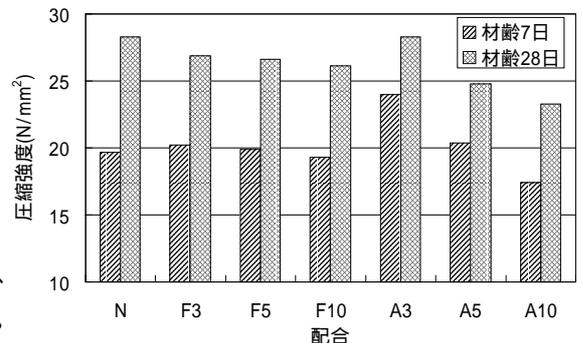


図-5 圧縮強度