

下水汚泥焼却灰を混入したフレッシュコンクリートの性質

九州大学大学院	学生会員	岸田政彦
九州大学工学部	フェロー	松下博通
九州共立大学工学部	正会員	牧角龍憲
九州大学工学部	正会員	鶴田浩章

1. まえがき

現在、下水処理汚泥は大部分が埋立用として処理されているが、その焼却灰は結合材として有効な化学成分を含んでおり、建設材料への有効利用の可能性を有している。そこで本研究では、まずセメントの凝結試験を行い焼却灰がセメントの凝結に及ぼす影響を調べた後、下水汚泥焼却灰を混和材としてコンクリートに混入し、その基礎的物性について検討を行いコンクリート混和材としての可能性について検討した。

2. 実験の概要

2. 1 使用材料

セメントとしては、普通ポルトランドセメント（比重 3.15、非表面積 3300cm²/g）を用いた。細骨材としては、海砂（比重 2.56）を用い、粗骨材としては角閃岩碎石（比重 2.90）を用いた。減水剤としては、ナフタレン系非空気連行型高性能減水剤を用いた。焼却灰としては、混合系焼却灰を用いた。焼却灰の比重と比表面積と化学成分分析結果を表-1に示す。

表-1 焼却灰の化学成分分析結果

	比重	比表面積 (cm ² /g)	化学成分 (%)												
			igloss	insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Cl
混合系	3.05	6932	5.2	8.1	8.7	5.7	9.8	46.3	2.8	4.6	0.59	0.48	0.11	7.73	1.23

2. 2 試験項目および試験結果

(1) セメントの凝結試験

焼却灰には比較的多くの塩素やリンが含まれていることが分かっているためセメントの凝結試験を行い、焼却灰がセメントの凝結時間にどのような影響を及ぼすかを調べる。配合としては、W/C=29%のセメントペーストにセメント重量に対して、0、5、10、15、20、30 および 40%の焼却灰を置換した。セメントの凝結試験を行う場合、セメントペーストを標準軟度に調整して試験を行わなければならないため、焼却灰混入によるワーカビリティの低下に対しては、焼却灰重量に対して 25%の割り増し水により標準軟度の調整を行った。焼却灰置換率と標準軟度を得るための W/C との関係を図-1に示す。セメントの凝結試験の結果を表-2に示す。置換率 15%まではプレーンと変わらず、20%では凝結時間が短くなることが分かった。しかし、置換率 30%では、かろうじて測定できたものの置換率 40%では急結を起こし、ワーカビリティが著しく低下したため測定が不可能となった。

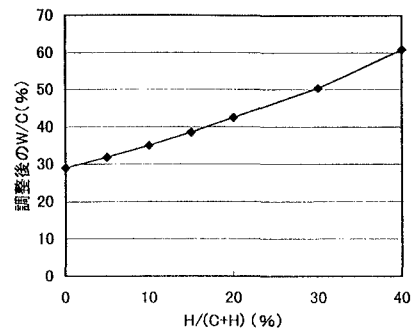


図-1 焼却灰置換率とW/Cとの関係

表-2 セメントの凝結試験結果

置換率 (%)	始発 (h-m)	終結 (h-m)
0	2-35	4-00
5	2-24	4-01
10	2-19	3-56
15	2-10	3-50
20	1-05	2-25
30	0-14	0-23
40	測定不可能	

キーワード：下水汚泥焼却灰、凝結試験、始発、終結、塩化物イオン含有量

〒812 福岡市東区箱崎 6-10-1 TEL 092-641-3131 内線 8654 FAX 092-642-3306

（2）焼却灰を多量に混入したフレッシュコンクリートの性質

焼却灰には比較的多くの塩素とリンが含まれていることが分かっているのでコンクリートの凝結試験と塩化物イオン含有量試験を行った。配合としては、 $W/C=50\%$ 、 $s/a=44\%$ 、 $W=165\text{kg/m}^3$ のコンクリートを基準として、焼却灰を細骨材体積に対して内割りで0、5、10、15、20、30 および40%置換した。焼却灰混入によるワーカビリティの低下に関してはスランプ10cm、空気量2.0%となるように混和材量を増やしたり単位水量を増やしたりして調整した。粗骨材最大寸法は20mmであり、コンクリートの配合を表-3に示す。コンクリートの凝結試験の方法としては、コンクリートを打設し、そのコンクリートを5mmふるいでウェットスクリーニングして作製したモルタルを準備し、試料モルタルを容器に入れ、突き棒を用いて締め固め、容器の側面を軽くたたき突き穴をなくした後、上面を水平に仕上げ、貫入試験を行った。

コンクリートの凝結試験の結果を図-2に示す。焼却灰置換率5%ではプレーンのものと変わらないが、置換率10、15および20%のものはプレーンより始発は早くなり、終結は遅くなった。置換率10%以上のフレッシュコンクリートはプレーンと異なった性状となり、置換率30および40%に関しては急結のような性状となり凝結試験をすることができなかった。塩化物イオン含有量試験は、日本コンクリート工学協会「塩化物イオン選択電極法によるフレッシュコンクリート中の塩化物イオン含有量試験方法」に基づいて行った。

塩分含有量試験の結果を表-4に示す。塩化物イオン含有量試験に関しては、 0.3kg/m^3 という規定を満たしているのが置換率5%までということで、置換率10%以上に関しては塩化物イオン量に注意しながら、無筋コンクリートとして使うべきであろう。

3. まとめ

本実験の結果、明らかになった事項を以下に示す。

- （1）焼却灰を多量に混入した場合、急結とよばれる異常凝結の現象が起こる。
- （2）混入率5%では、コンクリートへの悪影響は全くないといえる。
- （3）焼却灰を多量に混入する場合、塩化物イオン量に注意しなければならない。

【参考文献】

- 1) 杉田修一ら：シラスおよびもみ殻灰混入モルタルの基礎的性状、第43回セメント技術年報、pp206-211
- 2) 蓮本清二、阪本好史、牧角龍憲：下水処理汚泥焼却灰を混入したコンクリートの性状について、土木学会第48回年次学術講演概要集、pp446-447
- 3) 土井至朗、牧角龍憲、阪本好史：下水処理汚泥焼却灰を混入したコンクリートの基礎的物性について、土木学会第49回年次学術講演概要集、pp402-403

表-3 コンクリートの配合表

混入率 (%)	s/a (%)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	G (kg)	H (kg)	混和剤 (kg)
0	44	165	330	800	1153	0	3.3
5	43	165	330	764	1147	48	5.3
10	42	165	330	730	1142	95	8.5
15	41	197	324	682	1111	140	5.1
20	40	206	321	643	1094	183	8.1
30	39	219	307	572	1014	265	9.1
40	38	254	294	506	936	339	10.1

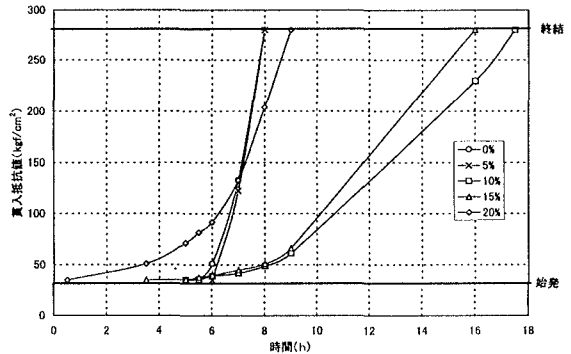


図-2 コンクリートの凝結試験結果

表-4 塩化物イオン含有量試験結果

置換率 (%)	塩化物イオン含有量 (kg/m^3)
0	0.02
5	0.22
10	0.44
15	0.92
20	1.21
30	1.29
40	1.04