

V-4

青森・岩手県境の不法投棄産業廃棄物の建設材への利用に関する基礎的研究

八戸工業大学 学生員 ○根本 康春

循環型社会技術システム研究センター 正会員 山道 浩仁

八戸工業大学 正会員 庄谷 征美

1. はじめに

青森・岩手県境に不法投棄された産業廃棄物の量は国内最大規模であり周辺環境の汚染や景観の破壊等で両県にとって大きな問題となっている。そのため産業廃棄物の減量化、無害化、再資源化にあたっての技術の確立が求められている。そこで本研究では廃棄物の再資源化について着目し、建設材料への利用にあたり、廃棄物焼却灰を混合し製造した試製セメント（以下「試製セメント」と記す）の化学組成及びセメントの水和物、コンクリートの特性について報告する。

2. 試製セメントの製造

本研究で用いた試製セメントは、普通ポルトランドセメントと同等となるように原料配合の目安として、諸率を、水硬率（HM）2.1、ケイ酸率（SM）2.7、鉄率（IM）1.7として重金属類の基準値内で廃棄物焼却灰の混合率を最大とした廃棄物焼却灰7.1%を混合した水準-1及び混合率をその半分の3.5%とした水準-2の2種類を製造した。試製セメントクリンカーの化学組成を表-1に示す。試製セメントクリンカーの化学組成は普通ポルトランドセメントとほぼ同等となつて

表-1 試製セメントの化学組成

いることを確認した。また、製造したセメントの密度は水準1及び水準2のいずれも密度は3.16g/cm³であった。

	ig.loss	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	MnO	Cl
OPC	1.17	21.40	5.65	2.98	64.18	1.22	2.03	0.27	0.38	0.29	0.18	0.17	0.019
水準-1	0.09	23.10	5.63	3.47	65.22	1.67	0.09	0.11	0.01	0.24	0.21	0.06	0.001
水準-2	0.02	23.08	5.66	3.54	65.54	1.61	0.07	0.05	0.01	0.14	0.17	0.05	0.001

(Unit:%)

3. 使用材料

本研究では、セメントは普通ポルトランドセメント（密度3.16g/cm³）、試製セメント水準-1、水準-2の3種類を用い、細骨材は石灰岩砕砂（密度2.69g/cm³、吸水率0.27%）、粗骨材を最大寸法20mmの石灰岩碎石（密度2.71g/cm³、吸水率0.97%）を使用し、AE剤についてはアニオン系界面活性剤を主成分としたものを使用した。

4. 実験概要

4.1 セメント水和物の定量：試製セメントの水和物の定量は、水セメント比を40%とし、内容量20ccのガラス瓶に封かんして所定の材齢まで恒温恒湿室で養生を行ったもの試料とした。試料はアセトンによって水和を停止させた後、重液分離を行ってセメント水和物と未水和セメント及び炭酸カルシウムとに分離して水和物量を計量した。

4.2 コンクリートの強度特性：製造した試製セメントを用いたコンクリートの力学的特性として圧縮強度試験および引張強度試験をJIS A 1108およびJIS A 1113に準じて行った。供試体はφ100×200mmの円柱供試体とし、各試験材齢まで標準水中養生を行った。試

験材齢は3日、7日、14日、28日及び

91日とした。配合は水セメント比55%、

目標スランプ値80mm、目標空気量

5.0%とした。配合を表-2に示す。

表-2 コンクリートの配合

	W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)				AE (%)
			W	C	G	S	
OPC	55	41.0	160	291	770	1116	0.018
水準-1			158	287	773	1121	0.015
水準-2			158	287	773	1121	0.012

4.3 コンクリートの中性化性状：促進中性化試験の試験条件はJIS A 1153に準拠し、炭酸ガス濃度5.0%、温度20℃、相対湿度60%とした促進中性化槽を用いて行った。供試体は強度試験と同じものとし、材齢28日で試験を開始した。試験材齢は、2週、4週、8週とした。

5. 実験結果及び考察

5.1 セメント水和物の生成率

セメントペーストの水和物生成率と材齢の関係を図-1に示す。普通ポルトランドセメントの水和物生成率は材齢7日まで直線的に増加しその後ほぼ一定となるのに対し、試製セメントの水準-1及び水準-2は、材齢7日以降において、水和物の生成率が低くなる傾向を示すことが確認された。

5.2 コンクリートの強度特性

コンクリート圧縮強度試験における圧縮強度と材齢の関係を図-2に示す。圧縮強度試験において試製セメント水準-1及び水準-2の初期強度は普通ポルトランドセメントと同等であるが材齢7日以降の強度発現は遅くなる傾向を示す。長期材齢においては、試製セメント水準1及び水準2の圧縮強度は普通ポルトランドセメントと同等であることが確認された。

コンクリート引張試験における引張強度と材齢の関係を図-3に示す。引張強度においても圧縮強度と同様の傾向となることが確認できた。

この原因として、セメント水和物の生成率が材齢7日から28日の間において普通ポルトランドセメントに対して試製セメントは低い傾向を示していることから、小型実験用ロータリーキルンを用いているため、焼成時の熱履歴に差異があった、もしくは冷却時の温度等によって結晶の状態が異なったこと等が考えられる。

5.3 コンクリートの中性化性状

促進中性化試験における中性化深さの関係を図-4に示す。促進中性化試験において、試製セメント水準1及び水準2は、試験材齢2週において中性化の進行は普通ポルトランドセメントと同等であるが、4週以降、水準1及び水準2は普通ポルトランドセメントよりも中性化の進行は早い傾向を示すことが確認された。試製セメント水準1及び水準2の中性化促進の要因としては強度試験で見られる強度発現の遅延が考えられる。

6. まとめ

試製セメント水準1及び水準2において、圧縮強度及び引張強度は初期材齢での強度は低いが、長期材齢において強度は回復することが確認できた。促進中性化試験において、試製セメント水準1、水準2はともに初期材齢での中性化の進行は、普通ポルトランドセメントと大きな差はないが、材齢の増加とともに中性化の進行は早くなることが確認された。

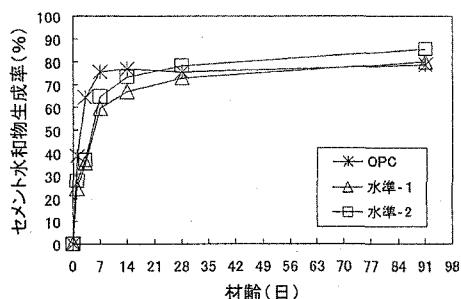


図-1 セメント水和物の生成率と材齢の関係

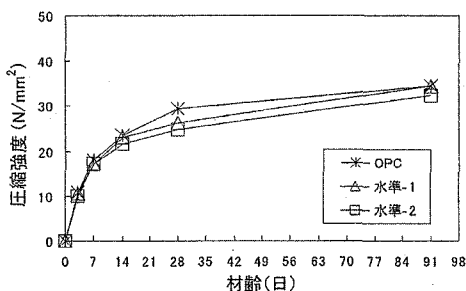


図-2 圧縮強度と材齢の関係

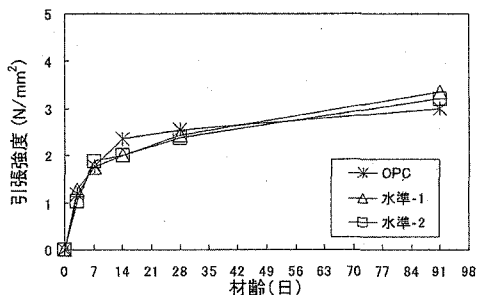


図-3 引張強度と材齢の関係

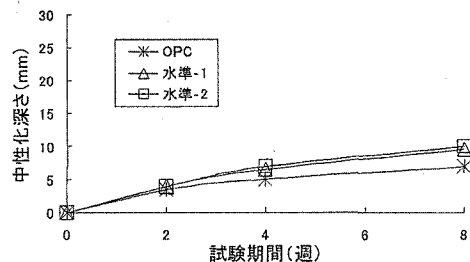


図-4 中性化深さと試験材齢の関係