

焼却灰造粒細骨材を用いたコンクリートの物理的特性

秋田大学 学生会員 ○壁優和, 佐久間篤

秋田大学 正会員 齋藤憲寿, 正会員 徳重英信

日本製紙(株) 秋田工場 秋山勇介, 門別恵二

1. はじめに

製紙工場では大量の電力を扱うために自家発電用の発電ボイラーを各工場で設置しており、その一部は廃タイヤやペーパースラッジなどを燃料とした廃棄物ボイラーである。本研究はこの廃棄物ボイラーから排出される焼却灰の建設材料への有効利用を目的とし、焼却灰を造粒固化した人工軽量骨材(焼却灰造粒細骨材)¹⁾の物性ならびにそれを用いたコンクリートのフレッシュ性状、圧縮強度および凍結融解抵抗性について明らかにした。

2. 実験概要

2.1 焼却灰造粒細骨材の物理的特性

造粒専用特殊ミキサを使用して焼却灰(3.45 g/cm³):水:

セメント系固化材(3.02 g/cm³)を2:1:1の割合で混練し、焼却灰造粒細骨材を製造した。表1に焼却灰造粒細骨材の絶乾密度、表乾密度、吸水率、実積率および粗粒率、図1に粒度分布を示す。焼却灰造粒細骨材は球形で密度が低く、吸水率が38.5%と非常に高い。また、5mm以上の骨材が約18%含まれており粒度の標準範囲から外れているが、本研究では焼却灰造粒細骨材の積極的な活用のため、粒度調整を行わず全量をコンクリート用細骨材として用いた。

表1 焼却灰造粒細骨材の物性

焼却灰造粒細骨材	絶乾密度(g/cm ³)	表乾密度(g/cm ³)	吸水率(%)	実積率(%)	粗粒率
	1.41	1.96	38.5	51.5	3.37

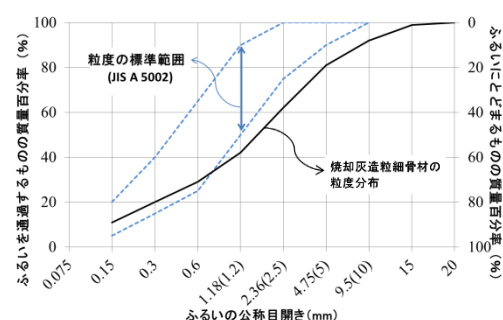


図1 焼却灰造粒細骨材の粒度分布

2.2 焼却灰造粒細骨材を用いたコンクリートの製造および実験概要

コンクリートの配合および使用材料を表2、表3

に示す。表2はすべて焼却灰造粒細骨材を用いたコンクリートで混和剤を使用していない。表3は混和剤(AE剤および減水剤)を使用した配合で、焼却灰造粒細骨材を用いたコンクリートはW/Cおよびs/aを変えた4配合(50-60,65,70および

表2 混和剤を使用していない配合

名称	G _{max} (mm)	スランプ(cm)	空気量(%)	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)			
						水	セメント	細骨材	粗骨材
						W	C ₁	C ₂	G ₂
50-44	20	18	1.0前後	50	44	180	360	573	987
50-50	20	18	1.0前後	50	50	180	360	652	881
50-60	20	18	1.0前後	50	60	180	360	782	705
60-60	20	18	1.0前後	60	60	193	321	782	705
70-70	20	18	1.0前後	70	70	202	289	954	551

表3 混和剤を使用した配合

名称	G _{max} (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							
						水 W	セメント		細骨材		粗骨材G 5~20mm	混和剤A	
							C ₁	C ₂	S ₁	S ₂		AE	SP
50-60	20	14±2	4.5±1.5	50	60	180	360	776	700	0.252			
50-65	20	14±2	4.5±1.5	50	65	180	360	841	612	0.252			
50-70	20	14±2	4.5±1.5	50	70	180	360	906	525	0.252			
50-42	20	8±2	4.5±1.5	50	42	165	330	746	1030	0.231	2.310		
35-65	20	8±2	4.5±1.5	35	65	154	440	841	612	0.308	5.280		

注: C₁: 普通ポルトランドセメント(密度: 3.15 g/cm³)・・・50-42のみ

C₂: 早強ポルトランドセメント(密度: 3.14 g/cm³)・・・50-42以外

S₁: 砕砂(秋田県西木産、絶乾密度: 2.60 g/cm³、表乾密度: 2.65 g/cm³、吸水率: 1.41%、実積率: 62.7%、粗粒率: 2.83)

S₂: 焼却灰造粒細骨材(物性値は表1に示す)

砕石(秋田県西木産、絶乾密度: 2.61 g/cm³、表乾密度: 2.65 g/cm³、吸水率: 1.49%、実積率: 62.0%、粗粒率: 6.37)

混和剤: AE剤(天然樹脂塩酸、密度: 1.09 g/cm³)、高性能減水剤(ナフタリンスルホン酸、密度 1.190~1.210 g/cm³)

35-65)、プレーンとして砕砂を用いたコンクリートの1配合(50-42)の計5配合とした。コンクリートの製造は50ℓパン型強制練りミキサで行い、フレッシュ性状を明らかにするためスランプ試験(JIS A 1101)および空気量試験(JIS A 1128)を行った。硬化後の物性試験は配合名50-60, 65, 70と35-65は7日、50-42は14日間標準養生を行い、圧縮強度試験(JIS A 1108)および凍結融解試験(JIS A 1148 A法)を行った。

キーワード: 焼却灰 細骨材 軽量骨材 コンクリート 圧縮強度 凍結融解

連絡先: 〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町1-1 秋田大学工学資源学部 TEL:018-889-2367 fax:018-837-0407

3. 実験結果および考察

3.1 混和剤を使用していない配合のフレッシュ性状

混和剤を使用しない配合のスランプおよび空気量を図2および図3に示す。本研究の範囲では W/C が一定の場合に s/a の増加とともにスランプは増加した。空気量は全配合において 1 %以下であったが、W/C が 50 %以上では材料分離が顕著となることが明らかとなった。

3.2 混和剤を使用した配合のフレッシュ性状

次に材料分離を抑制するために目標スランプを下げ、さらに AE 剤および高性能減水剤を使用した各配合のスランプおよび空気量を、図4および図5に示す。混和剤を用いない場合と同様に、W/C が一定の場合に s/a の値を増加させることでスランプを増加させることが可能であるが、s/a の変化は空気量に影響は与えないことが明らかとなった。

3.2 圧縮強度

混和剤を使用した配合の圧縮強度試験の結果を図6に示す。s/a の差異が圧縮強度に与える影響はほとんど認められなかった。しかし、s/a が同様に W/C が 50 %の場合 (50-65) と W/C が 35 %の場合 (35-65) を比較すると、W/C を 15 %下げることにより圧縮強度が 1.4 倍大きくなることが明らかとなった。これは、吸水率が高い骨材であるものの、W/C の低下によって圧縮強度を増加させることが可能であることから、焼却灰造粒細骨材がコンクリートの力学的特性に与える影響は大きくないものと考えられる。

3.3 凍結融解抵抗性

凍結融解サイクル数と質量減少率および相対動弾性係数の関係を図7および図8に示す。砕砂を用いたプレーンのコンクリートは凍結融解サイクル数が増加しても質量減少率および相対動弾性係数の変化は小さい。しかし、焼却灰造粒細骨材を用いたコンクリートは s/a を増加させることにより質量減少率は増加し、相対動弾性係数は低下する傾向が認められた。これは焼却灰造粒細骨材の吸水率が 38.5 %と非常に高く、ポップアウトが発生することにより供試体の劣化が生じたものと考えられる。一方、W/C を低下させた 35-65 は質量減少率の変化は小さいが、相対動弾性係数の低下が顕著に見られた。これは供試体内部の水圧が高まったために内部からひびが生じたことが原因である²⁾と考えられ、W/C の低下による凍結融解抵抗性の向上は認められなかった。したがって、本研究で製造したコンクリートは、比較的高強度が要求されるアプリケーションには耐久性の確保が懸念されるが、非構造用コンクリート等には十分適用可能であるものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 焼却灰造粒細骨材を用いたコンクリートは、本研究の範囲では s/a の増加とともにスランプは増加するが、空気量や圧縮強度に影響は認められない。
- (2) 凍結融解試験では s/a の増加に伴い質量減少率は増加し、相対動弾性係数は低下する傾向となり、W/C を低下させた配合では相対動弾性係数の低下が顕著に見られた。

参考文献：1) 川端ほか：廃棄物焼却灰の細骨材への適用に関する研究,土木学会東北支部技術研究発表会(2015)

2) 藤木ほか：軽量コンクリートの凍害劣化機構に関する研究,土木学会論文集 No.627(1998)

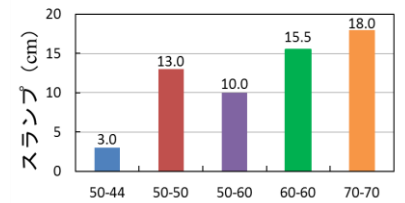


図2 混和剤なしの各配合のスランプ

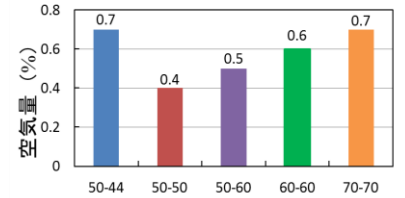


図3 混和剤なしの各配合の空気量

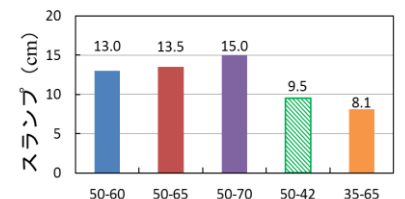


図4 混和剤ありの各配合のスランプ

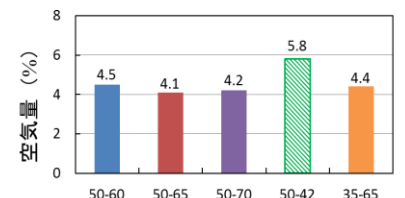


図5 混和剤ありの各配合の空気量

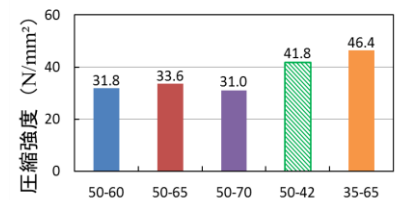


図6 各配合の圧縮強度

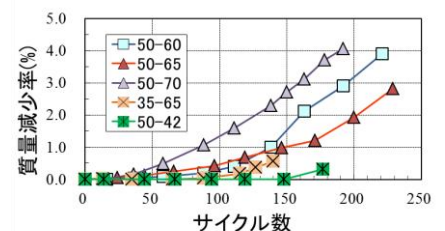


図7 凍結融解サイクル数と質量減少率の関係

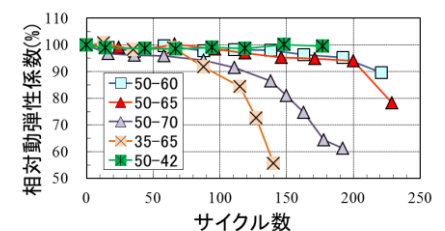


図8 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係