

非 JIS 灰を使用したコンクリートの耐久性

徳島大学工学部 正 会 員 河野 清
徳島大学大学院 学生会員 ○山地功二
徳島大学大学院 学生会員 川崎真治
㈱四国総合研究所 正 会 員 馬越唯好

1. 研究目的

現在、原子力発電の立地難、石油燃料の埋蔵量などの問題によって、石炭火力発電が見直されつつある。それに伴い、石炭火力発電所が増加し、副産物である石炭灰が多量に発生することが予想される。そこで、従来石炭火力発電所から排出される石炭灰の中で、JIS A 6201 “フライアッシュ” に合格する灰は、フライアッシュセメントやコンクリート用混和材として活用されているが、近年輸入炭の品質や燃焼温度によって、JIS に合格しないフライアッシュ、すなわち非 JIS 灰（図表には NJ と略記）が増加している。非 JIS 灰は、混和材として使用できないので、増量材として細骨材の一部に代替して使用することが考えられる。したがって、本研究は非 JIS 灰を細骨材に容積で 0、10 および 20% 代替したコンクリートの耐久性に関して試験を行い、耐凍害性、耐摩耗性、耐硫酸塩抵抗性などについて検討を行ったものである。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメント（比重 3.15、28 日圧縮強さ 42.0MPa）、粗骨材には徳島県那賀川産玉碎石（比重 2.64、吸水率 1.08%）、細骨材には徳島県那賀川産川砂（比重 2.60、吸水率 1.72%）を用いた。細骨材の一部に代替使用した非 JIS 灰の物理的性質を表-1 に示す。なお、混和剤として AE 剤および高性能減水剤を使用した。

2. 2 実験

表-1 非 JIS 灰の物理的性質

種類	比重	比表面積 (cm ² /g)	平均粒径 (μm)	強熱減量 (%)
非 JIS 灰 (NJ)	2.20	4160	20.1	6.2
JIS 規格値	1.95 以上	2400 以上	—	5.0 以下

(1) コンクリートの配合

コンクリートの配合は一般土木用を対象に目標スランプ 12cm、目標空気量 4%，水セメント比 50% の一定とし、細骨材の容積に対する非 JIS 灰の代替率は、フレッシュコンクリートのワーカビリティと高性能減水剤の使用量を考慮して 0、10 および 20% と設定（以下それぞれ PL、NJ10 および NJ20 と略記）した。コンクリートの配合を表-2 に示す。なお、所要のスランプ 12±2 cm を得るため、代替率の増加に伴い高性能減水剤の使用量を増加した。

表-2 使用したコンクリートの配合

種類	骨材の 最大寸法 (mm)	スラッ プの範 囲 (cm)	空気量 の範 囲 (cm)	水セメン ト 比 (%)	細骨材 率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)						
						水 W	セメント C	細骨材		粗骨材 G	高性能 減水剤	AE 剤
								S	NJ			
PL	25	12±2	4±1	50	42	160	320	763	0	1069	1.92	0.19
NJ10								686	65		2.56	0.58
NJ20								610	129		6.40	0.58

(2) 実験方法

コンクリートは、容積 60 ㍓の 2 軸強制練りミキサで 3 分間練り混ぜ、供試体を作製し、耐凍害性は JSCE-

1986「コンクリートの凍結融解試験方法」、耐摩耗性はASTM C 779の規定に従い、耐硫酸塩抵抗性はJIS 原案「コンクリートの溶液浸漬による耐薬品性試験方法」に基づいて行った。各試験開始までは供試体を標準養生とし、その養生期間は、耐凍害性、耐硫酸塩抵抗性は材齢28日、耐摩耗性は91日とした。

3. 実験結果および考察

3. 1 耐凍害性

耐凍害性を調査するため凍結融解試験を行った結果を図-1に示す。非JIS灰コンクリートの300サイクルにおける相対動ヤング係数は約90%であり、普通コンクリートと比較して同程度で良好な耐凍害性を示している。これは、ポゾラン反応により、コンクリートの組織が緻密となり、長期材齢の品質が向上すること、コンクリート中のエントレインドエアを確保すれば、凍結融解の繰り返しの影響が緩和されるためと思われる。

3. 2 耐摩耗性

材齢91日におけるコンクリートの耐摩耗試験結果を図-2に示す。6000回転までは非JIS灰コンクリートと普通コンクリートの耐摩耗性はほぼ同等であるのに対し、10000回転時における両者のすり減り深さを比較すると非JIS灰コンクリートは、耐摩耗性に優れている結果となった。これは、非JIS灰を用いたNJ20については微粉末効果とポゾラン反応による材齢91日への強度増進とにより耐摩耗性が普通コンクリートより優れた結果が得られたと思われる。

3. 3 耐硫酸塩抵抗性

PL, NJの各代替率における硫酸マグネシウム溶液に対する浸漬材齢と相対動ヤング係数との関係を図-3に示す。非JIS灰コンクリートは普通コンクリートより相対動ヤング係数は低い値を示す。NJの代替率が増加するにつれて、相対動ヤング係数は同等かより大きくなる。これは、非JIS灰がフライアッシュと同一の成分を多く含んでいるため、ポゾラン反応による長期材齢の品質向上が影響したものと思われる。

4. 結論

非JIS灰を細骨材に対して0, 10および20%代替使用したコンクリートの耐久性について調査した結果、本実験の範囲内で次のことがいえる。

- (1) 代替率20%のコンクリートの耐凍害性は、普通コンクリートと比較してほぼ同程度であり、良好な結果が得られている。
 - (2) 20%代替使用したコンクリートの長期材齢における耐摩耗性は、普通コンクリートに比べると改善される傾向がある。
 - (3) 耐硫酸塩抵抗性は普通コンクリートと同程度であり、良好である。
- 今後は、非JIS灰の強熱減量、 SiO_2 含有量、比表面積など品質変動の影響を調査する必要がある。

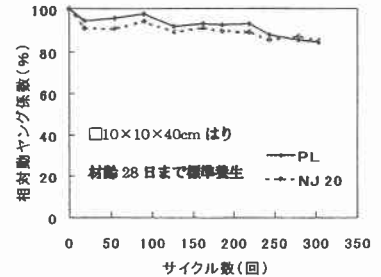


図-1 凍結融解試験における相対動ヤング係数

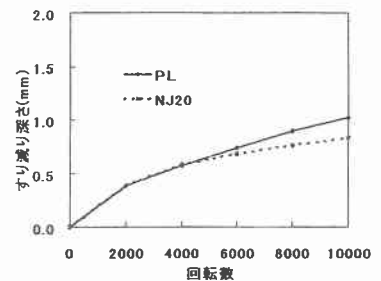


図-2 耐摩耗試験結果

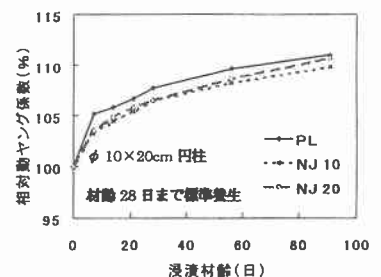


図-3 浸漬材齢と相対動ヤング係数との関係