

一般産業石炭灰とシラスを使用した石炭灰硬化体の性状

アッシュクリート 正会員 坂本 守
鹿児島大学 正会員 武若 耕司

1. はじめに

石炭灰とセメントを最適含水比に近い低水粉体比で練り混ぜ、振動作用で流体化させ締固める製造方法で作製する硬化体は、余剰水が極めて少ない状態で締固めることが可能なため、少ないセメント量で石炭灰を多量に有効利用できる点で効果的である¹⁾。ここでは、より広範囲の材料に対するこの工法の適用可能性を検討するため、電気事業以外の一般産業石炭灰や南九州に広く分布しポゾランの一種であるシラスを取り上げ、一般産業灰とシラスを混合した石炭灰硬化体の性状について検討した。

2. 使用材料

本研究では一般産業石炭灰として製紙事業の発電において産出された石炭灰（比重：2.24，最適含水比：34.9）を使用した。この灰の最適含水比は、一般に電力事業の発電所から産出される石炭灰¹⁾よりも若干高いものである。一方、シラスは、表-1 に示す産地の異なる3種類を取り上げ、それぞれその5 mm以下の試料を使用した。本試験では、絶乾状態のシラスを石炭灰に内割で置換使用した。セメントは、普通ポルトランドセメントを用い、硬化促進剤としてNaClを単位水量の3.3%添加した。

3. シラス混合時の基本性状

図-1 に例としてシラスAの場合の置換率と最適含水比の関係を示す。置換率の増加とともに最適含水比は低下することが認められた。これは石炭灰とシラスの混合により、粒度分布が改善され締固め性状が向上したことによると考えられる。また、シラスを混入した場合でも、今回の試験範囲では石炭灰単味の場合と同様に振動によって流体化し、締固めることが可能であることを確認した。

また、シラス無混入時の配合と水粉体比を同一とし、シラスの置換率のみを変化させた場合の強度比率を、シラス3種類の結果の平均値として図-2 に示す。石炭灰に比べ、シラスの初期活性度が低いいため置換率とともに強度は低下するが、材齢とともにシラスを混入した配合も強度が増進し、材齢28日ではシラス置換率15%あたり約10%の強度低下となっている。

4. セメント置換率による強度変化

石炭灰硬化体の強度管理はセメントの置換率により行う。そこで、一般産業灰単味（置換率0%）およ

表-1 シラスの品質

項目	密度(g/cm ³)	粗粒率
シラスA	2.27	1.88
シラスB	2.35	1.37
シラスC	2.28	1.67

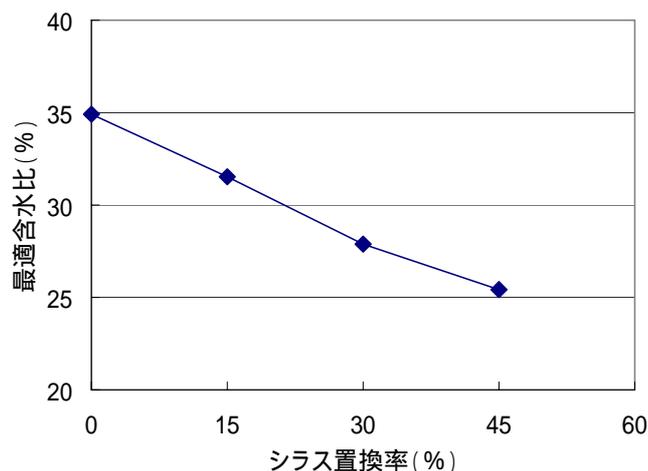


図-1 シラスAの置換率と最適含水比の関係

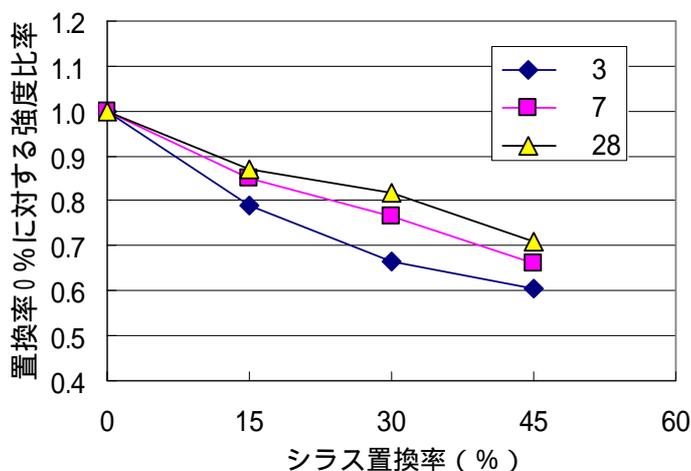


図-2 シラス置換率増加による強度低下

キーワード：一般産業石炭灰，シラス，最適含水比，硬化体，圧縮強度，

連絡先：(株)アッシュクリート〒151-0062 東京都渋谷区元代々木町 30-13 TEL 03-5790-0275

びシラス置換率30%の場合について、セメント置換率が強度に及ぼす影響を検討した。その結果を図-3に示す。一般産業石炭灰単味の場合、電力灰と同様¹⁾にセメント置換率の増減に伴い、圧縮強度は線形に変化した。またシラスを混入した場合にも、同様にセメント置換率と強度とに線形関係が認められる。さらに両者がほぼ同じ勾配を有することから、シラスの混入に対しても、その強度低下に対して同等のセメント置換率の補正で対応することが可能である。

5. 最適含水比の変化を考慮した強度変化

図-1の結果におけるシラス置換率と最適含水比の関係から、同一の締固め性を有する石炭灰硬化体の水粉体比はシラス置換率の増加とともに小さくなることから、この点を考慮した基本配合を表-2のように設定した。また、この配合に基づいて作製した硬化体の強度とシラス置換率との関係を図-4に示す。この結果、置換率とともに強度比は線形に低下するものの、シラス置換率15%あたりの強度比低下は約7%程度であり、最適含水比の変化を考慮しない図-2の結果に比べ約3%強度の増加が見込まれた。さらにこの結果に、図-3に示す強度補正を考慮し、シラス無混入と同等の圧縮強度を得るためのセメント量を試算すると表-3のようになる。これより、シラス混入によって、同等強度をシラス無混入時よりも少ないセメント量で得ることが可能となることが明らかとなった。

6. まとめ

本研究により、石炭灰にシラスを混合することによって締固め性を確保するための水粉体比を低減できること、シラスを混入した場合もセメント置換率の補正により強度管理を行うことが可能であること、一般産業灰についても従来と同等の配合設計手法で使用可能であること、などが明らかとなった。また結果として、一般産業灰にシラスを混合した場合、シラス無混合の場合と同一強度の硬化体をセメント量が少ない状況で作製できた。なお、一般産業灰と同様、電力灰についてもシラスとの混合により水粉体比を低減できる品質向上の可能性があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 福留和人他：最適含水比近傍で練り混ぜたフライアッシュセメント混合物の振動締固め特性に関する研究：土木学会論文集 No.627 / -44, 55-66, 1999.8
- 2) 福留和人他：フライアッシュを多量に用いた硬化体の配合設計手法の検討：土木学会フライアッシュコンクリートシンポジウム論文報告集, 37-44, 1997.12

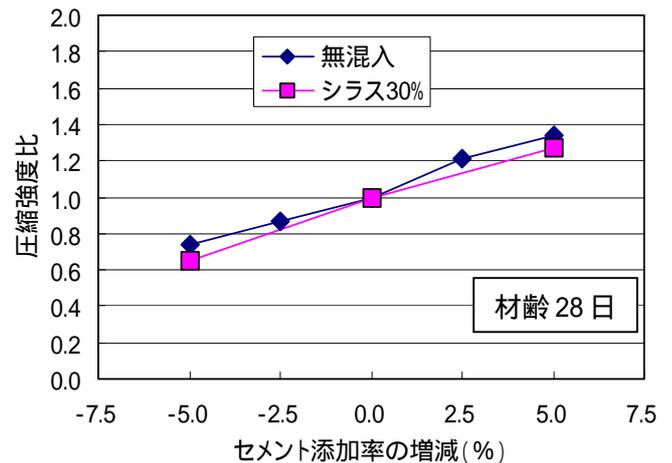


図-3 セメント添加率による圧縮強度の変化

表-2 基本配合

シラス置換率 (%)	水粉体比 W/Pw (%)	セメント添加率 C/Pw (%)	単位量 (kg/m ³)			
			水 W	セメント C	石炭灰 F	シラス
0	33.8	19.2	414	235	990	-
15	31.3	17.1	395	216	889	157
30	28.6	14.8	373	193	778	333
45	26.6	13.2	356	177	639	522

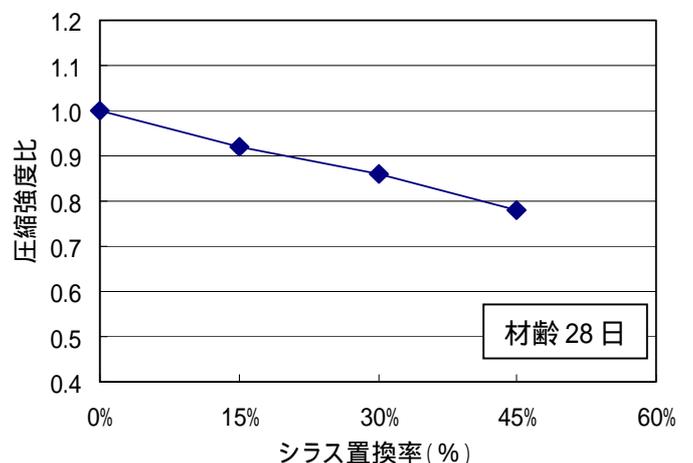


図-4 水粉体比を考慮した場合の強度低下

表-3 強度補正後の試算単位セメント量

シラス置換率 (%)	補正前セメント量 (kg)	補正後セメント量 (kg)
0	235	
15	216	230
30	193	223
45	177	222