

フライアッシュの品質影響を考慮したノンセメント硬化体の配合と特性

函館工業高等専門学校 正会員 ○橋本紳一郎
 函館工業高等専門学校 正会員 澤村 秀治
 北電興業株式会社 正会員 小野寺 収
 徳島大学大学院 正会員 橋本 親典
 函館工業高等専門学校 竹内 孝

1. はじめに

著者らは、ノンセメント硬化体の配合として、種フライアッシュ（FA 種）の品質影響を考慮した配合を提案している¹⁾。しかし、この配合の検討には様々な地域の FA 種が使用されていないことや FA 種と同等量の高炉スラグ微粉末（スラグ）が必要なため、より多く FA 種を有効利用できていないこと等が挙げられる。そこで、本研究では、これまでの配合検討に使用されていない地域から採取した FA 種を使用し、より多くの FA 種を有効利用できる配合の検討を行った。また、決定した配合を使用し、凝結特性や養生方法についても検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用した材料は、FA 種、スラグ、二水石膏（石膏）である。FA 種は A 石炭火力発電所（A）と B 石炭火力発電所（B）及び C 石炭火力発電所（C）から排出された石炭灰を使用した。FA

表-1 FA 種の物理的性質

FA 種 (石炭火力発電所名)	密度 (g/cm ³)	強熱減量 (%)	比表面積 (cm ² /g)	塩基度
A	2.32	1.80	3,680	0.659
B	2.32	2.10	4,240	0.310
C	2.35	2.10	3,810	0.609
JIS	1.95 以上	5.0 以下	2,500 以上	—

種の物理的性質を表-1に示す。FA 種は全て JIS 規格を満たしているものである。スラグは粉末度 4,000cm²/g 以上の BS4（密度：2.86g/m³、比表面積：4,620cm²/g）と粉末度 8,000cm²/g 以上の BS8（密度：2.91g/m³、比表面積：8,330cm²/g）を使用した。石膏は、全て同一のものをを使用した。

2.2 硬化体の配合と養生方法

本研究では、まず予備実験として既往の研究¹⁾により FA 種の品質影響を考慮した配合として提案している配合名：（BS4）を使用し、今回使用する FA 種で硬化体を作製し、強度試験を行った。その結果 A と C の FA 種を使用したものに関しては、材齢 28 日で十分な強度が確認されたが、B の FA 種を使用したものは全く硬化しなかった（図-1 の配合名：A- と C-）。そこで、本研究では B の FA 種を使用し、12 種類の配合で FA 種の品質影響を考慮した配合を検討した。使用した配合を表-2 に示す。配合名：（BS4）は、練混ぜ時の温度の影響も考慮し、練混ぜ時の温度を 20、30、40 として、再度検討した。

養生は、脱型後に水中養生と封かん養生（供試体全体をビニールで包装し、外気と遮断して養生）により、強度の比較検討をした。

表-2 硬化体の配合

配合名	FA	スラグ	石膏
(BS4)	1	1(BS4)	0.1
(BS4)	1	1(BS4)	0.2
(BS4)			0.3
(BS4)			0.4
(BS4)			0.5
(BS8)	1	0.5(BS8)	0.1
(BS8)			0.2
(BS8)			0.3
(BS8)			0.1
(BS8)			0.1
(BS8)		0.6(BS8)	0.1
(BS8)			0.2
(BS8)			0.3
(BS8)			0.4
(BS8)			0.1
(BS8)			0.2
(BS8)			0.3
(BS8)			0.4

*FA 種、高炉スラグ微粉末及び二水石膏の値は質量比

2.3 試験項目

配合の検討では材齢 28 日、養生方法の検討では材齢 7、14、28、91 日で JIS A 1108 に準拠して圧縮強度試験を行った。硬化体の凝結特性を把握するため、凝結試験も行った。凝結試験は、セメントの物理的試験方法

キーワード：フライアッシュ、塩基度、高炉スラグ微粉末、二水石膏、凝結特性、養生方法

連絡先：北海道函館市戸倉町 1 4 番 1 号 函館工業高等専門学校環境都市工学科 TEL/FAX：0138-59-6486

(JIS R 5201-1997) に規定されているセメントの凝結試験で行った。また、試験は練混ぜ時の温度を 20 と 30 と設定し、同温度の恒温室内で行った。

3. 結果及び考察

図-1 は、B の FA 種を使用し、配合を検討した硬化体の圧縮強度試験結果である(予備実験の配合名:A-とC-の結果を除く)。硬化体が十分に硬化し、強度の測定が可能であった配合の結果を図に示す。配合名:(BS4) は、練混ぜ時の温度の影響を考慮したが、B の FA 種の品質影響には有効ではなかった。今回使用した FA 種の中でも B の FA 種の塩基度が一番低く、既往の研究¹⁾にも示されているように、この塩基度の影響によるものと考えられる。図より、配合名: からの配合を使用したものに関しては、材齢 28 日で 20N/mm^2 程度の圧縮強度が得られた。これらの配合は、スラグに粉末度の高い BS8 を使用し、質量粉対比を FA 種に対して 0.6% 以上のスラグを使用したものである。以上から、より多くの FA 種を有効利用できる配合名: を本研究の最適配合とした。

図-2 は、配合名: を使用し、硬化体を水中養生及び封かん養生した材齢 91 日の圧縮強度試験結果である。FA 種は、B と C を使用した。図より、水中養生と封かん養生の圧縮強度試験結果を比較した場合、封かん養生を行った圧縮強度が高くなった。この結果は、B の FA 種を使用した場合の材齢 91 日に特に顕著に現れている。また、B のような FA 種を使用した場合、強度発現が遅いことが明らかになった。以上から、封かん養生は FA 種を多量に使用した本研究のようなノンセメント硬化体に有効である。

図-3 は、3 つの FA 種を使用し練混ぜ時の温度を 20 と 30 に設定した凝結試験結果である。図より、練混ぜ時の温度を上げることは、硬化体の始発と凝結に有効である。しかし、B の FA 種を使用した場合、練混ぜ時の温度の影響は少なく、始発までの時間も他に比べて遅い。

4. まとめ

粉末度の高いスラグを使用し、スラグを FA 種の質量粉対比に対して 0.6% 以上使用した配合は、FA 種の品質影響を受けない。また、封かん養生は、ノンセメント硬化体の強度増進に有効である。

謝辞

本研究は、日本学術振興会平成 18 年度科学研究費補助金の若手研究(スタートアップ)(課題番号 18860084, 研究代表: 橋本紳一郎)に基づき実施されたものであることを付記し、感謝の意を表します。

参考文献

1). 橋本紳一郎ら: フライアッシュを用いたノンセメント硬化体の配合に関する検討, 土木学会第 60 回年次学術講演会, V-428, pp.855-856, 2005.9

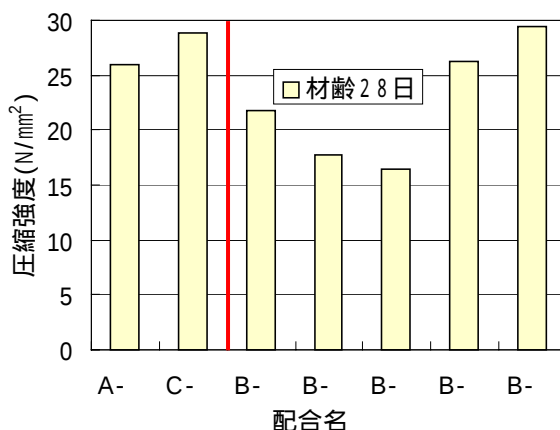


図-1 硬化体の圧縮強度試験結果(配合の検討)

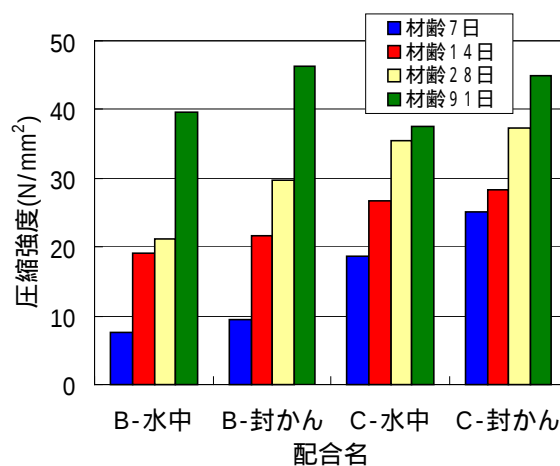


図-2 硬化体の養生方法と圧縮強度の関係

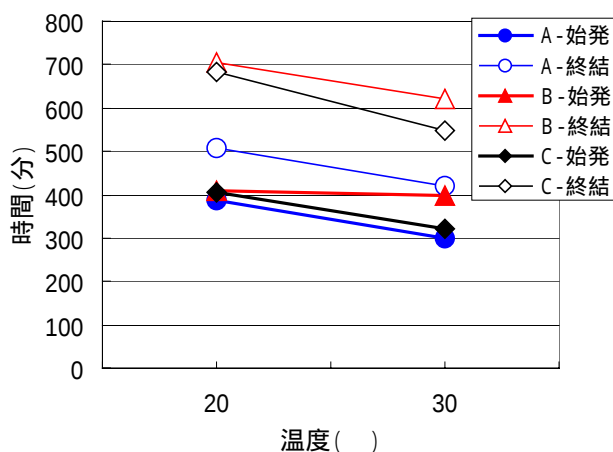


図-3 硬化体の凝結試験結果