

阿多火砕流を起源とするしらす及び廃石膏ボードを有効利用するための基礎的研究について

鹿児島大学大学院 学生会員 ○杉元 良成

鹿児島大学大学院 正会員 三隅 浩二

鹿児島工業高等専門学校 正会員 福永 隆之

鹿児島工業高等専門学校 正会員 池田 正利

1. はじめに

現在、人工のポズラン材料としてフライアッシュがある。鹿児島県には火山灰の堆積物であるしらすが豊富に存在している。しらすは天然のポズラン材料として期待されている。既往の研究により、セメントに阿多火砕流を起源とするしらす（阿多しらす）を混合した混合セメントはポズラン反応を起こし、長期強度を発現することが明らかになっている¹⁾。また、近年廃石膏ボードの再利用が注目されている。石膏はセメントに混合することで、エトリンガイト（以下 AFt）を生成し強度を発現することが明らかになっている²⁾。本研究では混合セメントに廃石膏ボードから分離した微粉末（廃石膏）を混合することで、強度発現を試みた。モルタル試験及びペースト試験により力学的、及び化学的特性を明らかにし、阿多しらす及び廃石膏の有効利用性を明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1. 使用材料

材料としてセメント（OPC）、阿多しらす、及び廃石膏を使用した。使用材料の化学組成を表1に示す。阿多しらすは長石類を含有しており、 Al_2O_3 が通常のしらすと比較して豊富に含まれている。廃石膏は、粒径が $425\mu m$ 以下を試料として用いた。阿多しらす、廃石膏は105度で乾燥させ絶乾状態にして使用した。

表1 使用材料の化学組成

材料	化学組成(mass%)					
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	その他
OPC	67.2	20.6	4.08	3.3	2.96	1.86
廃石膏	79.4	5.92	0.94	1.27	12	2.77
阿多しらす	1.13	63.1	27.7	5.19	0.11	3.21
一般的しらす	2.79	79	11.7	3.21	0.09	0.47

2.2. モルタル試験

OPC に対し内割りでしらすを 10～30 mass%混合した配合を混合セメントⅠとし、さらにしらすに対して廃石膏を 5 mass%混合した配合を混合セメントⅡとした。これら混合セメントを用いて砂セメント比 3、水セメント比 50%のモルタル供試体を作製した。また、比較用にしらす未混合の供試体を作製した。供試体は打設 1 日後に脱型し、水温 20 度で水中養生した。材齢 7, 28, 91 日の供試体に対して強度試験を行った。

2.3. 水和生成物の確認

2.2 に記述した混合セメントを用いて水セメント比 100%のペースト供試体を作製した。材齢 0, 7, 28, 91 日の供試体に対して X 線回折 (XRD) による化学分析を行った。なお、内部標準試料として酸化マグネシウム (MgO) を用いた。

3. 実験結果及び考察

図1に CH の生成量をピーク強度比で示す。図1より混合セメントⅠの配合では材齢経過に伴い CH が減少している。混合セメントⅡの配合においては材齢 28 日以降に減少している。しかし、混合セメントⅡしらす 30%混合の配合は材齢 91 日以降で CH が増加している。これはしらす混合割合に対して廃石膏混合量も増加するため、CH が多く生成されたと考えられる。

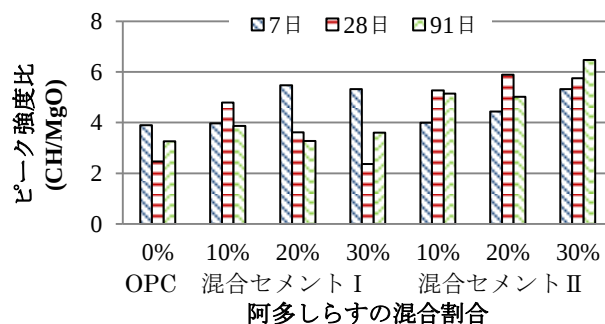


図1 CHの生成量の変化

キーワード：廃石膏ボード、しらす、地盤改良材、土壌固材、ポズラン反応、エトリンガイト

連絡先：〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元1-21-40 TEL 099-285-8215

図2にケイ酸カルシウム水和物(C-S-H)の生成量をピーク強度比で示す。図2より、混合セメントI、IIの両配合において材齢経過に伴うC-S-Hの生成量増加が確認できた。また、しらす混合割合が小さい程C-S-H生成量が多い。特に混合セメントIIしらす10%混合の配合は材齢91日において生成量の増加が著しい。さらに、XRDの結果より、長石類が材齢7日以降減少していることを確認した。

以上より、混合セメントIは7日以降CHと長石類が減少しており、C-S-Hは材齢28日以降増加している。また、混合セメントIIではCHが材齢28日以降減少し、C-S-Hは増加している。これより、CHと長石類のSiO₂が反応しC-S-Hを生成したと推察できる。

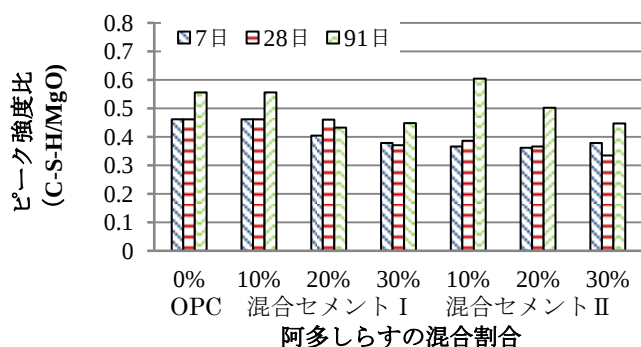


図2 C-S-Hの生成量の変化

図4に半水石膏(Bassanite)の含有量をピーク強度比で示す。図4より混合セメントIIは材齢0日でピークがある。そして7日以降減少している。ピーク強度比0.1程度はバックグラウンドであると考えられ、半水石膏が材齢経過により反応していると推察できる。

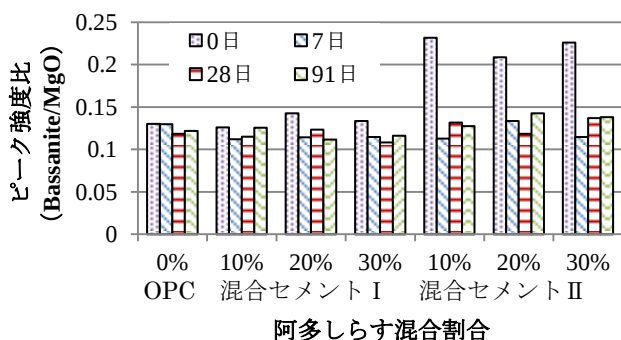


図4 半水石膏含有量

図5にAFtの生成量をピーク強度比で示す。図5より、混合セメントIIではAFtの生成が長期で確認できる。また、混合セメントIよりも生成量が多い。このことから、廃石膏を混合したことによりAFtが生成されたと推察できる。初期での生成量は混合セメントI、混合セメントIIについて差がなかった。

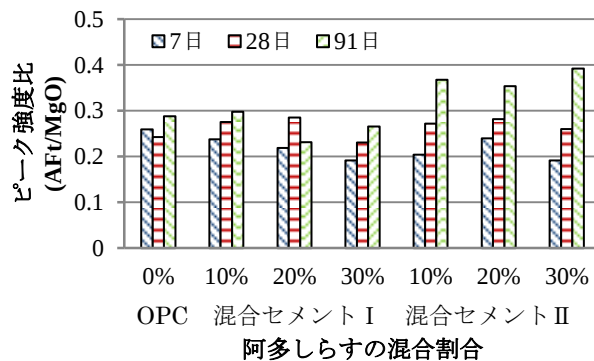


図5 エトリンガイトの生成量

図6に圧縮試験結果を示す。図6より、どの配合でも初期強度に大差ない。しかし、混合セメントIIしらす10%混合の配合は材齢91日で最も高い強度となった。

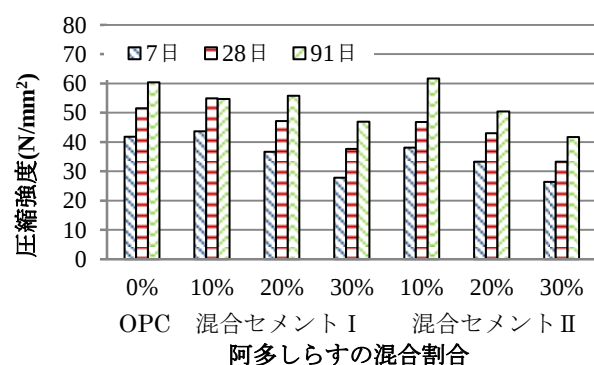


図6 一軸圧縮試験結果

4. まとめ

セメントに阿多しらす及び廃石膏を混合した混合セメントIIのAFt生成量は初期において差がない。しかし、長期で混合セメントIよりも多く生成された。また、混合セメントIIしらす10%混合の配合において長期強度を発現した。これよりC-S-HとAFt生成によって強度が増加したと推察できる。一方しらす混合20%以上の配合では混合セメントIより強度が小さい。よって、配合を再度検討する必要がある。

混合セメントIIは長期で水和反応があることから、廃石膏は長期材齢で廃石膏を混合した効果が出ると考えられる。したがって、今後も長期材齢について検討の余地がある。

以上の結果より、阿多しらす及び廃石膏の水和反応特性を明らかにし、有効利用の可能性を見出した。

参考文献

- 1) 横川芹加: 赤しらすとセメントの水和反応特性, 平成25年度土木学会西部支部研究発表会, pp. 637-638, 2014
- 2) 六車熙, 他3名: 無水石膏系混和剤を用いた高強度コンクリートの長期安定性と微細構造, 材料, Vol.44, No.502, pp.967 - 972, 1995