

Ⅲ－15 水ガラスを用いた石炭灰の固化特性

愛媛大学 正 横田 公忠
愛媛大学 正 二神 治
愛媛大学大学院 学 稲村 貴志
愛媛大学大学院 学 ○高田 修三

1. はじめに

石炭は、賦存量が豊富なおうえに、他の化石燃料に比べて経済性において優れているために、石油代替エネルギーとして原子力に次ぐものとして位置づけられている。したがって、石炭を大量に使用する火力発電所は今後さらに増設・新設が予想される。そのために今後、火力発電所から排出される石炭灰の処分方法が大きな課題となると考えられる。また、石炭灰は、「再生資源の有効利用に関する法律」において指定副産物に位置づけられているため、有効利用拡大の重要性はますます大きくなっている。現在、石炭灰の年間総排出量は約 720 万トンである。そのうち約 55%が有効利用され、残り 45%が埋立処分されている。本研究では、埋立処分されており、有効利用されていない石炭灰を有効利用するために、水ガラスを用いて石炭灰の固化特性について検討した。

2. 供試体作製および試験概要

水ガラスは、薬液注入工法の止水材として一般的に使用されているもので、JIS で規格されている 3 号水ガラスを使用した。水ガラスと混合する試料として石炭灰の他に、潜在水硬性（それ自身では水硬性を持たないが、アルカリ存在下においてアルカリ性に刺激されて徐々に水硬性を発揮する性質）を有する高炉スラグ（商品名：エスメント）を使用し、比較検討した。石炭灰とエスメントの物性試験結果を図－1 に示す。供試体は、石炭灰と水ガラス、エスメントと水ガラス、石炭灰とエスメントと水ガラスを混合し、攪拌したものを、内径 50mm、高さ 100mm の円柱のモールド缶に流し込み、食品包装用ラップフィルムで密閉し作製した。その後、供試体の自立・変形などを考慮し、7 日間静置して脱型し、20℃の恒温槽で自然乾燥養生を行った。脱型直後を養生日数の 0 日目に定め、0・7・14・28・60・90 日後に一軸圧縮試験(JSF T 811)を行った。また、耐水性を調べるために自然乾燥養生後、7 日間水浸した後に一軸圧縮試験を行った。

それぞれの供試体 Type を表－2 に示す。

3. 試験結果

配合比の違いによる一軸圧縮強度・含水比と養生日数の関係を図－1・図－2 に示す。3 供試体とも、コンクリート強度基準の 28 日まではあまり強度差はみられなかった。しかし、28 日以後、強度差が生じ、90 日には、Type C で 282kgf/cm² の一軸圧縮強度が得られた。また図－1 から、石炭灰の配合割合が高くなるにつれ、高い強度が発現されることがわかる。図－2 から、石炭灰の配合割合が高い供試体ほど含水比は低

表－1 試料の物性試験結果

試 料		石炭灰	エスメント
粒子密度	ρ_s (g/cm ³)	2.28	2.90
含水比 (平常時)	w (%)	0.23	0.15
粒度分布 (%)	礫 分	0.00	0.00
	砂 分	9.00	0.00
	シルト分	85.30	80.20
	粘土分	5.70	19.80
液性限界	W _L (%)	NP	NP
塑性限界	W _p (%)	NP	NP
塑性指数	I _p	NP	NP

表－2 供試体 Type 早見表

供試体Type	配合試料	配合比 (重量比)	養生状態	試験方法
A	非JIS石炭灰：水ガラス	45%：55%	自然乾燥	一軸圧縮試験
B		50%：50%		
C		55%：45%		
D	エスメント：水ガラス	50%：50%		
E		55%：45%		
F	非JIS石炭灰：エスメント：水ガラス	20%：30%：50%		
G		25%：25%：50%		
H		30%：20%：50%		
I	Type Aと同じ		水浸後 一軸圧縮試験	
J	Type Bと同じ			
K	Type Cと同じ			

Type	非JIS石炭灰：水ガラス	養生状態
● Type A	45% : 55%	自然乾燥 (20℃)
■ Type B	50% : 50%	
▲ Type C	55% : 45%	

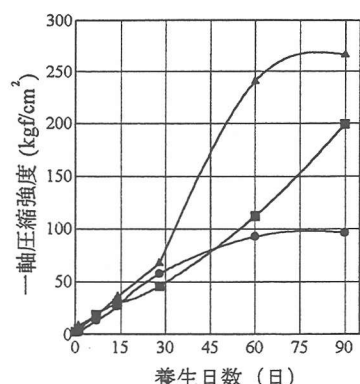


図-1 配合条件の違いによる
一軸圧縮強度と養生日数の関係

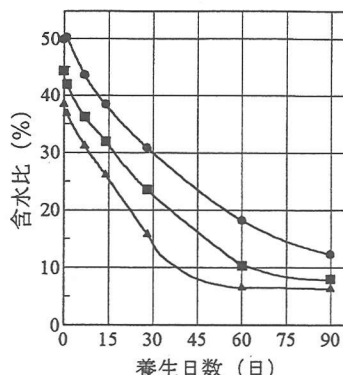


図-2 配合条件の違いによる
含水比と養生日数の関係

Type	非JIS石炭灰：エスメント：水ガラス	養生状態
● Type B	50% : 0% : 50%	自然乾燥 (20℃)
■ Type D	0% : 50% : 50%	
▲ Type E	20% : 30% : 50%	
△ Type F	25% : 25% : 50%	
▲ Type G	30% : 20% : 50%	

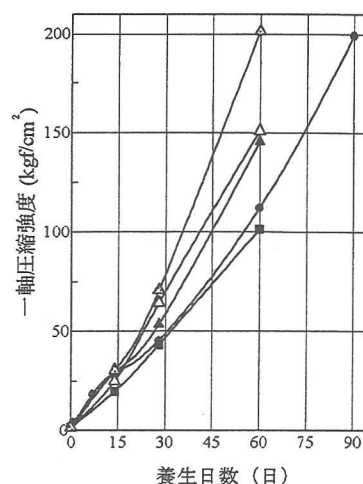


図-3 配合試料の違いによる
一軸圧縮強度と養生日数の関係

く、含水比が低下するにつれ一軸圧縮強度も高くなることがわかる。

配合試料の違いによる一軸圧縮強度と養生日数の関係を図-3に示す。石炭灰単体・エスメント単体のものと、石炭灰とエスメントを混合したものを比較すると、後者を水ガラスで固化させた供試体の方が高い強度が得られた。それらのうち、石炭灰の混合割合がエスメントより高い供試体 (Type G) が、60 日に約 200kgf/cm² の一軸圧縮強度が得られた。このことから、石炭灰を水ガラスで固化する際にエスメントを少量添加することで、強アルカリの水ガラスにより、エスメントの有する潜在水硬性が発揮され、より高い強度発揮期待できる。

水浸前後における一軸圧縮強度と養生日数の関係を図-4に示す。Type A～Type Cを自然乾燥養生後に、7日間水浸させたものをType I～Type Kとする。すべての供試体において、強度低下していることがわかる。このことから、高強度が得られた供試体でも、耐水性に乏しいということがわかる。

4. まとめ

- ①石炭灰の配合割合が高いほど高強度が得られる。
- ②エスメントを添加することにより、潜在水硬性が発揮され、強度増加が期待できる。
- ③水浸する事により強度低下を起し耐水性に乏しい。

5. おわりに

本研究では固化特性の解明には至らなかった。以下に、今後の課題を記す。

高強度を得るためには、長期間の養生日数を必要とするために、焼成 (含水比の低下) などにより養生期間を短縮する必要がある。耐水性に乏しかったことから、高温焼成・表面加工などの処置を施し耐水性の向上に努めなければならない。

Type	非JIS石炭灰：水ガラス	水浸	養生状態
○ Type A	45% : 55%	7日間	自然乾燥 (20℃)
● Type H		7日間	
□ Type B	50% : 50%	7日間	
■ Type I		7日間	
△ Type C	55% : 45%	7日間	
▲ Type J		7日間	

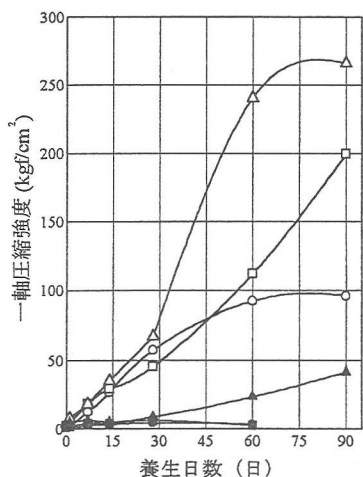


図-4 水浸前後における
一軸圧縮強度と養生日数の関係