

石炭灰気泡混合モルタルの力学特性

熊本大学工学部 学生員○西原 宏一 熊本大学工学部 正会員 林 泰弘
 熊本大学工学部 正会員 北園 芳人 熊本大学工学部 正会員 鈴木 敦巳
 熊本大学工学部 正会員 丸山 繁

1. はじめに

現在、わが国ではエネルギー源多様化の必要性により石炭火力発電所の建設を積極的に推進している。それにつれて石炭灰の発生量は年々増加する傾向にある。そこで、有効利用の一環として石炭灰に気泡セメントミルクを混合して軽量固化処理を施し、建設材料などへの応用を考えた研究が行われている^{1), 2)}。有効利用方法として、そのほとんどがセメント用材料として利用されているが、セメント需要の大きな伸びが今後期待できず、また建築材料や人工骨材などへの利用は大量使用が困難なことなどから安定的な定量利用にほど遠いのが現状である。したがって、ここでは石炭灰の大量使用が可能な土木分野で新しい有効利用方法を検討することとし、これらの中で最近広く用いられようになった軽量盛土材としての気泡混合モルタルに注目し、今回は、気泡混合モルタルの骨材としての石炭灰を利用した場合の有効性を定量的に把握するとともに、養生日数 28 日における一軸圧縮強度の目標値 $q_u > 1200 \text{ kPa}$ として、気泡混合モルタルの配合設計に必要なデータを得ることを目的とした。

2. 試料および実験方法

今回使用した石炭灰は九州電力

表-1 物理、化学特性

石炭灰	灰粒子密度 ρ_s (g/cm^3)	粒度構成			SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	MgO (%)	CaO (%)	lg.loss (%)
		砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)						
D灰	2.318	7.3	68.2	24.5	59	19	8.5	0.7	3.7	0.73
Y灰	2.194	5.5	68.6	25.9	64	19	6.4	0.1未満	1	1.02

茶北発電所で排出されるD灰およびY灰を用いた。その物理・化学特性を表-1に示す。これら 2 つの違いは灰粒子密度が 2.318 と 2.194 と違うだけで、その他の特性に大きな違いは見られない。固化材は普通ポルトランドセメント、気泡は界面活性剤系溶液を容積比で原液 1 : 水 19 で希釈し発泡装置に通し気泡密度を 0.05 t/m^3 に調整した。

表-2 配合表 (D灰)

セメント	配合ケース	灰セメント比	水セメント比	泡セメント比	フロー値 (mm)	湿潤密度 (t/m^3)	フリージング率 (%)
150kg	①	1	1.15	0.238	181	0.536	1.1
	②	2	1.43	0.203	184	0.748	0.0
	③	3	1.81	0.162	186	0.869	0.0
	④	4	2.05	0.129	186	1.142	0.0
	⑤	1	1.00	0.163	172	0.670	0.0
200kg	⑥	2	1.29	0.127	179	0.917	0.0
	⑦	3	1.61	0.089	184	1.162	0.0
	⑧	4	1.88	0.054	192	1.540	0.8
	⑨	1	0.93	0.116	170	0.809	0.0
	⑩	2	1.25	0.079	183	1.156	0.0
250kg	⑪	3	1.51	0.044	186	1.423	0.0
	⑫	4	1.73	0.011	179	1.728	1.1

基本配合はセメント量 (C) を $C=150\text{kg/m}^3, 200\text{kg/m}^3, 250\text{kg/m}^3$ とし、石炭灰量 (F) を $F/C=1.0, 2.0, 3.0, 4.0$ とした。本実験に先立ち、数種の水セメント比、泡セメント比により予備試験を行い最終的にフロー値、 $180\text{mm} \pm 20\text{mm}$ を得られたものについて表-2、表-3に示す各配合ケースで本実験を行うことにした。表-2、表-3よ

表-3 配合表 (Y灰)

セメント	配合ケース	灰セメント比	水セメント比	泡セメント比	フロー値 (mm)	湿潤密度 (t/m^3)	フリージング率 (%)
150kg	①	1	1.40	0.225	187	0.574	1.7
	②	2	1.60	0.192	190	0.767	0.0
	③	3	1.95	0.152	185	0.952	0.0
	④	4	2.30	0.111	186	1.148	0.0
	⑤	1	1.10	0.156	176	0.646	0.0
200kg	⑥	2	1.49	0.114	186	0.960	0.0
	⑦	3	1.83	0.074	186	1.176	0.0
	⑧	4	2.15	0.035	187	1.455	0.3
	⑨	1	1.05	0.109	183	0.823	0.0
	⑩	2	1.38	0.070	186	1.165	0.0
250kg	⑪	3	1.70	0.031	176	1.340	0.0
	⑫	4	-	-	-	-	-

り灰粒子密度の違いによってY灰の方の水セメント比が大きくなり、ケース⑫については満足するフロー値を得られなかったため本実験は実施しなかった。尚、供試体作製は、ハンドミキシングによりセメントミルクに石炭灰を混合し、その後、気泡を混合する手順で行いモールド（D≒5cm、h≒10cm）へ3層に分けてタamping充填し、翌日脱型後、ポリエチレンフィルムでラッピングし、恒温室（20±1℃）で所定の日数養生した。

3. 実験結果と考察

図-1、図-2にD灰とY灰の養生日数と一軸圧縮強度の関係を示す。配合ケースは各セメント量の灰セメント比3：1のケースを代表的な形として示す。各図より、セメント添加量が増加すると一軸圧縮強度は増加することが確認できる。また、③⑦では3日養生において大きな強度発現がみられ、28日養生でも緩やかな強度発現がみられる。今後の強度発現にも期待がもたれる。図-3には横軸に灰セメント比、縦軸に一軸圧縮強度として28日養生について比較を行った。D灰とY灰は一軸圧縮強度について大きな違いはみられないことが判り、灰セメント比つまり石炭灰の添加量が多くなれば強度増加が得られることが判る。又、骨材として砂を用いるより石炭灰を用いた方が一軸圧縮強度は大きい³⁾。

4. まとめ

- 1) セメント添加量や灰セメント比を大きくすると湿潤質量は大きくなる。
- 2) 一軸圧縮強度 $q_u > 1200\text{kPa}$ を満足するためには灰セメント比 3.0 でセメント添加量は $C=200\text{kg}$ 、 250kg 必要となる。
- 3) 気泡混合モルタルに骨材として石炭灰を用いたほうが砂を用いた方よりも必要な一軸圧縮強度を得るためのセメント添加量が少なく済む。
- 4) 同じセメント添加量では、石炭灰の添加量が多くなるにつれて一軸圧縮強度は大きくなる。

【参考文献】

- 1) 桑木・鈴木・林・丸山・赤木：石炭灰の軽量固化処理に対する含有成分の影響、平成9年度土木学会西部支部研究発表会概要集 pp.452～453, 1998
- 2) 法政大学工学部土木学科：軽量土工法への石炭灰の有効利用 室内配合試験報告書 p.42, 2001
- 3) 日本道路公団：気泡混合土を用いた軽量盛土工法の設計・施工指針 p.15, 1996

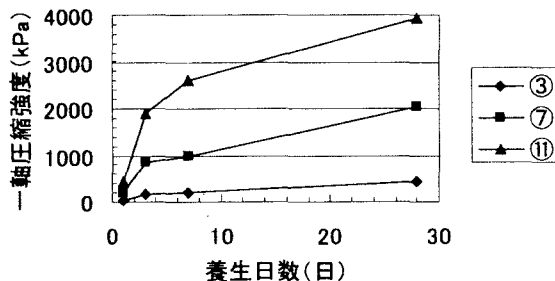


図-1一軸圧縮強度における養生日数効果 (D灰)

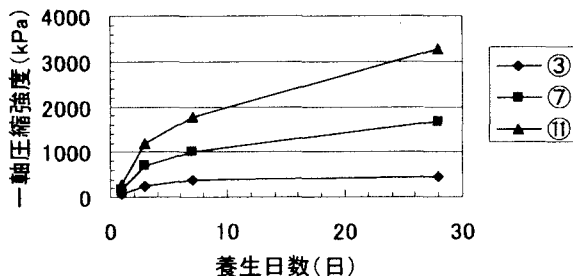


図-2一軸圧縮強度における養生日数効果 (Y灰)

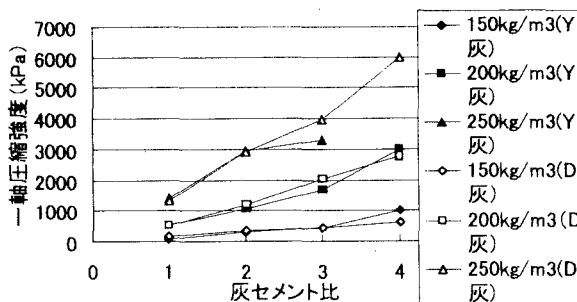


図-3一軸圧縮強度における灰セメント比の影響