

石炭灰有効利用に関する基礎的研究

山口大学工学部 正会員 大原 資生
山口大学工学部 正会員 松田 博
山口大学工学部 椋木 隆
洋林建設(株) ○岩木 隆

1. まえがき: 近年は、石炭火力発電所が急増する傾向にある。一般に石炭は燃焼によってもその重量の約1-2割が灰として残り、それは現段階においては産業廃棄物として処置されている。しかし、今後ますます増加するとみられるこの石炭灰については、早急に何らかの有効利用法を開発することが望まれる。

本研究は、石炭灰の処理に対する考え方として、石炭灰の単独利用をはかるのではなく、何らかの添加剤を加える、あるいは既存の材料に石炭灰を添加剤として加えるという観点にたち、その処理法について検討したものである。今回は、石炭灰に加える添加剤としては、ポルトランドセメントを用い、また既存の材料としては、瀬戸内海沿岸に広く分布するまさ土を用いた。そして、それらの材料の締固め特性および、強度特性を調べた。

2. 試料および実験方法: 今回用いた試料は、石炭灰、まさ土、ポルトランドセメントである。まさ土は、宇部市近郊の宅地造成地から採取したものであり、ポルトランドセメントは市販のものを使用した。石炭灰は宇部興産の宇部火力発電所の電気集塵機から採取したもので、通常フライアッシュと呼ばれ、石炭を燃焼させた場合に生じる灰全体の70-80%をしめるものである。また、石炭灰に水が接触したことの有無によって、既成炭と新生炭に区別するが、今回用いた石炭灰は新生灰である。また、これらの比重は、石炭灰:2.23, まさ土:2.63, ポルトランドセメント:3.15であり、その粒径分布を示したものが、図-1である。

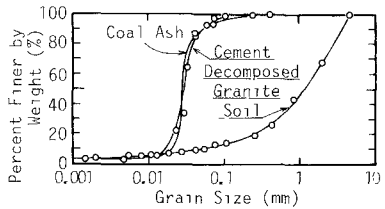


図-1

表-1

混 合 率 (%)				方 法	
番号	石炭灰	まさ土	ポルトランドセメント	締固め試験	一軸圧縮試験
No.1	0	100	0		○
No.2	5	95	0	○	○
No.3	10	90	0	○	○
No.4	15	85	0	○	○
No.5	25	75	0	○	○
No.6	30	70	0	○	○
No.7	50	50	0	○	○
No.8	80	20	0	○	○
No.9	100	0	0	○	○
No.10	5	95	0	○	○
No.11	5	90	5	○	○
No.12	10	88	2	○	○
No.13	10	85	5	○	○
No.14	25	73	2	○	○
No.15	24	71	5	○	○
No.16	49	49	2	○	○
No.17	47.5	47.5	5	○	○
No.18	98	0	2	○	○
No.19	95	0	5	○	○

実験は上記の試料を、後述する割合で混合した後、締め固め試験および一軸圧縮試験を行った。このうち締め固め試験では、石炭灰とまさ土を所要の割合で混合したものについて行った。また、一軸圧縮試験は、最適含水比のもとで締め固めた試料を、直径35mm、高さ88mmに成形し、これをサランシートで包んだ後、恒温箱で所定の日数(1, 5, 14, 21, 28日間)養生したものについて行った。軸ひずみ速度は、1.1%/minである。なお、供試体の水浸による影響を調べるために、所要の日数恒温箱で養生した後、4日間水浸したものについても行った。水中養生を行う場合は、先述のサランシートの外側に、厚さ0.3mmのビニールシートで供試体の周囲を覆った状態で水浸した。今回行った実験の一覧を、表-1に示した。

3. 実験結果および考察: まさ土と石炭灰を表-1のような割合で混合し、締め固め試験を行った結果が図-2である。図中の各曲線に示した数字は、表-1の番号に対応している。図より、石炭灰の含有率が大いほど、最適含水比も増加している。図中の直線は、最大乾燥密度を示す点を結んだものであるが、石炭灰の含有率が増加すると、 γ_{dmax} はほぼ直線的に減少している。このことより、入手が比較的容易なまさ土を用いる場合、石炭灰の含有率を変えることによって、任意の γ_{dmax} (1.1-1.8Mg/m³)を持つ材料を作ることができる。

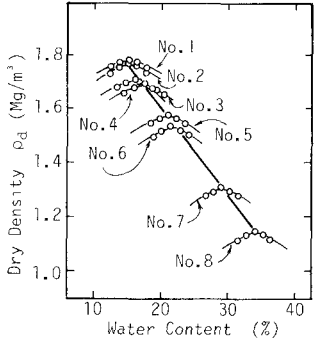


図-2

図-3は、石炭灰にまさ土を種々の割合で混合し、それぞれ図-2で得た最

適含水比のもとで、締固めて作製した供試体の一軸圧縮強度と材令の関係を示したものである。図中、○印は石炭灰のみの供試体についての結果である。この場合には、材令が増すと明確な強度増加がみられる。石炭灰はポゾラン反応によって強度増加を示すが、ここでの結果もそのことに起因していると考えられる。また図中には、まさ土の混合率を増加した場合の結果も示しているが、まさ土が増すにつれて強度は減少し、また材令の増加に伴う強度増加もみられなくなる。

図-4は、図-3と同様に、まさ土と石炭灰を種々の割合で混合し、所要の日数恒温箱で養生した後、さらに4日間水中養生した供試体について石炭灰の含有率と強度の関係を示したものである。図より、水浸によって、強度は著しく低下することがわかる。特に、石炭灰が15%以上になると、水浸中は供試体の側方を拘束しているにもかかわらず、水中養生後、ビニールシートを取り除くと供試体は崩壊した。また、この傾向は、いずれの材令においてもみられた。

このように、まさ土と石炭灰を混合した場合では、水浸によって、著しい強度低下がみられることから、ここではこの混合試料に市販のポルトランドセメントを混合したものについても同様な実験を行った。図-5、6は、まさ土と石炭灰の割合を質量比で、95:5、0:100とし、それぞれにポルトランドセメントを質量百分率で2%、5%添加した場合の材令と強度の関係である。図より明らかに、セメントを添加することによって、一軸圧縮強度は著しく増加することがわかる。また、水浸中に崩壊するというのではなく、強度的にも満足されるものである。

図-7はポルトランドセメントを2%添加した場合について、石炭灰の含有率と強度の関係を示したものである。図より、石炭灰の含有率のちがいは、強度に影響し、特に、水中養生した場合においては、石炭灰を質量比で10%程度とした場合に強度は最も大きくなることがわかる。また、同様な傾向は、セメントを5%添加した場合にも得られている。

4. まとめ：石炭灰の有効利用法の一つとして、ここでは中国地方に広く分布し、入手が比較的容易なまさ土を石炭灰と混合することを考え、その強度について検討した。その結果、石炭灰とまさ土の混合材料の強度は、水浸によって著しく低下することから、セメント等の添加材を加える必要がある。また、セメントを添加材として用いた場合の強度は、まさ土と石炭灰の混合率によって変化し、石炭灰の含有率が約10%程度のとき強度は

最も大きくなることが明らかになった。しかし、現段階ではデータの数がまだまだ十分ではなく、不明確な点も多い。今後は、三軸試験等によって、飽和度と強度の関係、液状化の有無等についてさらに研究を続けたい。

謝辞：本研究で使用した石炭灰は、宇部興産（株）より提供を受けたもので、同山田一義氏の多大の協力を得ました。末筆ながらここに深く感謝致します。

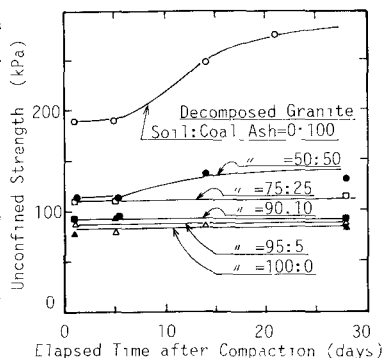


図-3

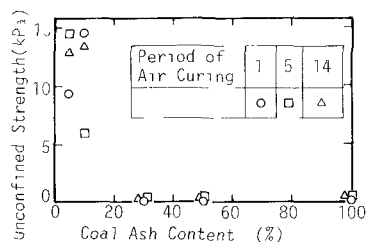


図-4

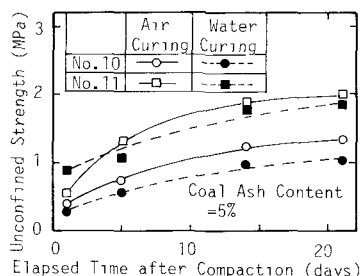


図-5

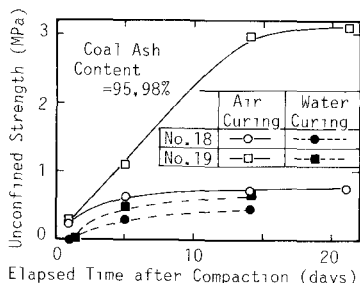


図-6

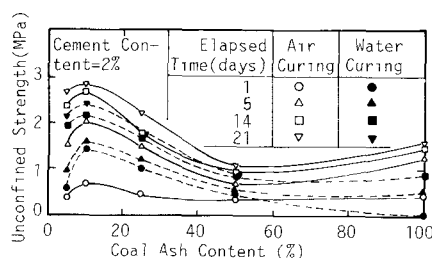


図-7