

VI-47 石炭灰砂の開発について

東北電力（株）総合研究所

山本 忠

1. はじめに

電源の多様化に伴い、石炭火力発電所は今後益々増加すると考えられる。現在石炭火力発電所において発生した石炭灰は、セメントの原料ならびにセメント混和材として約20%、その他、肥料、建材原料等に数パーセントが利用されているが、その多くは灰捨て場で処理されている現状にある。電力業界では、年間約300万トンの石炭灰が発生しており、昭和70年度には700万トン程度の石炭灰の発生が予想されている。利用している石炭は国内のほかアメリカ、オーストラリア、中国と多岐にわたり、ボイラーの性能の関係もあって灰の性質は日々異なる。各種の原料として使用することは品質管理の面で難しいが、全く原料と選ばない砂を製造することに成功した。クリンカーアッシュを除くすべての灰を利用でき、少量のセメントを加えて高速混合造粒して砂とするもので、土木用、農業用、建材用としての活用が期待される。この石炭灰砂の概要について報告する。

2. 使用材料

図-1に示すように、ボイラーボトムに落下するものをクリンカーアッシュ（10～20%）、節炭器と空気予熱器下部で得られるものをシンダーアッシュ（3～6%）、煙道の途中の電気集じん機で捕とくされるものをフライアッシュ（70%～80%）と称す。このフライアッシュを分級して細粉（JIS規格のフライアッシュ）と粗粉に分ける。細粉の中でも未燃カーボン分の多いものが捨てられるので、全体の約80%は捨てられている。実験に使用した石炭灰は仙台火力（発）の粗粉でその主成分を表-1に、粒度分布を図-3に、石炭灰のSEM写真と写真-2に示す。

3. 製造

セメント：石炭灰＝1.5：8.5、または2：8（重量比）の配合で図-2に示す高速混合造粒機に投入し、適量の水を

表-1 石炭灰の化学的及び物理的性質

石炭灰の種類	ig loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Total
仙台細粉	757	577	28.4	2.2	0.2	0.1	0.04	0.64	1.06	9791
仙台粗粉	729	5702	3044	146	183	0.59	0.07	—	—	987
酒田細粉	3.5	59.4	23.6	3.6	3.2	1.0	0.2	0.78	1.89	9797

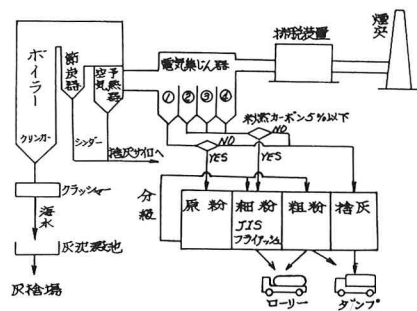


図-1 石炭灰の採取機構

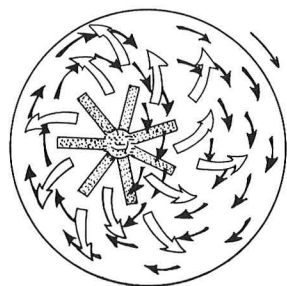


図-2 高速混合造粒の機構

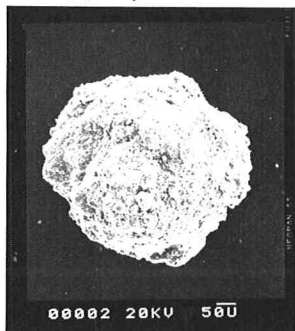


写真-1 石炭灰砂

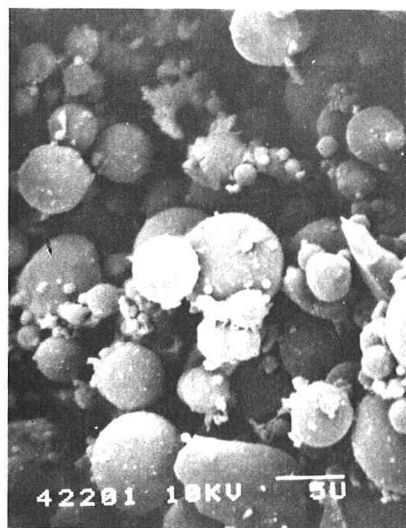


写真-2 石炭灰

加えて造粒する。アジテーターの回転数、パンの回転数と水量によって、粒径や粒度分布が調整できる。例えば90%が1.2ミリ以上2.5ミリ以下、或いは図-4に示す様に、細かい砂と荒い砂を2回に分けて作り混ぜるとJISの規格内に納まるなどの作り方ができる。石炭灰砂のSEM写真と写真-1に示す。

4. 試験

石炭灰については、表-3に示す試験を行った。なお、破砕試験の荷重は $100 \frac{kg}{cm^2}$ を7分間保持、破砕率は次式によった。

$$\text{破砕率} = \frac{\text{破砕後の0.6ミリ以下の通過する重量}}{\text{破砕前の0.6ミリ以上2.5ミリ以下の試重量}} \times 100$$

石炭灰砂モルタルについては、1:2モルタルの圧縮強度の一例を図-5に示す。

5. 結果および考察

表-4に示す様に、軽いことが特徴である。しかし、吸水率がかなり大きいので、農業用はともかく、土木、建築用としてはこの点の改良が最重要課題である。破砕値は市販の構造用軽量骨材のそれと比較してほとんど差はない。1:2モルタルとした場合の圧縮強度は図-4より通常の使用には十分な強度であると考えられる。同じ図の破線は、この石炭灰砂を作るときに、ビッチ系炭素繊維、長さ6ミリ、太さ18ミクロンを混ぜて造粒した砂を利用した。砂粒から炭素繊維のひげが生えている様な砂で写真-3に示すものである。炭素繊維の引張強度と利用してモルタルの曲げ強度を補強することが主目的であるが、圧縮強度も大幅に増加する。炭素繊維の混入率の違いで、全部砂から生える場合と、一部が砂の周りで遊んでいる場合があり、前者は繊維が切断され、後者は切断されるものと、引抜けながら抵抗するものがある。この詳細に関しては、現在研究中である。

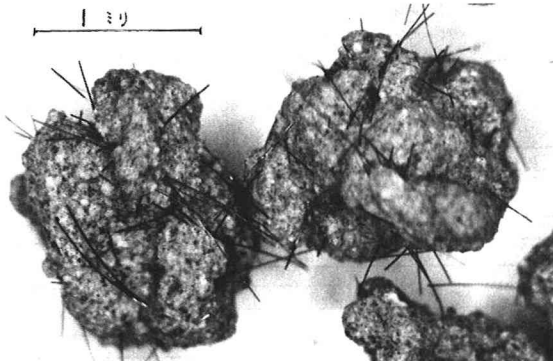


写真-3 炭素繊維補強石炭灰砂

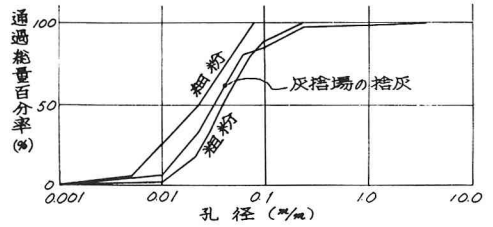


図-3 石炭灰の粒度の分布（光透過法による）

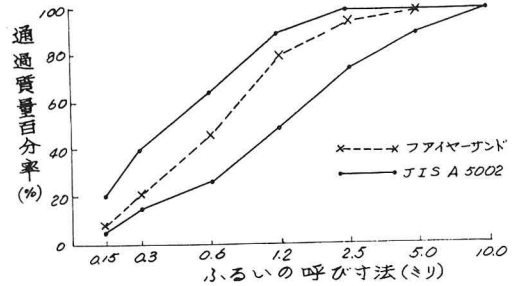


図-4 粒度分布

表-3 試験方法

ふるい分け	JISA 1102（骨材のふるい分け試験方法）
比重および吸水率	JISA 1135（構造用軽量粗骨材の比重および吸水率試験法）
単位容積重量および実積率	JISA 1104（骨材の単位容積重量および実積率試験方法）
破砕値	BS812（骨材破砕試験）

表-4 骨材の性質

比 重		吸水率 %	(乾乾) 単位容積 重量 g/cm^3	実積率 %	BS破砕 値 %
絶乾	表乾				
1.24	1.63	31.6	1.075	66	19.0

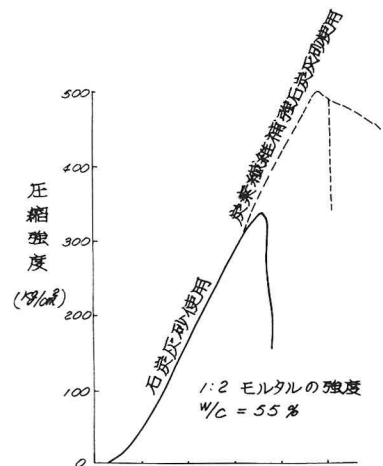


図-5 石炭灰砂モルタルの強度