

## ドイツ、オランダにおける石炭灰事情の調査 石炭灰の用途を拡げ、需要を拡大するために

(電力技術研究所 構築G)

### A Survey of the Use of Coal Ash in Germany and Holland

To find and expand a use for coal ash  
(Construction Engineering Group, Electric Power Research & Development Center)

当社の石炭灰は年間排出量が間もなく100万トンになろうとしている。その用途開発は喫緊の課題である。そこで、日本より歴史が古く、フライアッシュの等級化、造粒等により、需要発掘に成功しているオランダや、ドイツの石炭灰事情を調査した。

The annual discharge of coal ash from our company will soon reach 1 million tons. Therefore, we are now being pressed for the development of its use. We have thus conducted a survey into the uses of the coal ash in Holland and Germany, countries which have a longer history in the successful utilization of fly ash through grading, granulating, etc.

#### 1 当社が置かれている石炭灰事情

石炭を燃焼すると、およそ10%の灰が残る。碧南火力発電所から出る石炭灰は、既設1~3号機と現在工事中の4,5号機を合わせ、平成15年には年間100万トンに達する見込みである。当社はその用途開発を鋭意、進めている。

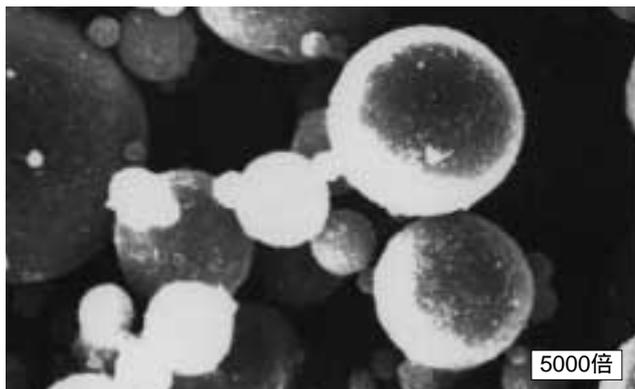
そこで、オランダ、ドイツの石炭灰事情を調査する機会を得たので、紹介する。

#### 2 フライアッシュとは何か、その用途開発とは?

フライアッシュは粒径が数ミクロンから100ミクロンの粒子(第1図)で、セメント粒子の大きさとほぼ同じであるが、石炭が燃焼後ボイラから出た排ガスを浄化する過程でボトムアッシュ等と共に各々別の採取場所から取り出される。そのフライアッシュは石炭灰の90%以上を占め、その化学成分と粒径等は、石炭の産地、ボイラ型式、燃焼条件等によりバラツキがある。

##### (1) フライアッシュコンクリートの特性

良質なフライアッシュを混ぜたコンクリートは、練



第1図 球状のフライアッシュ

混ぜがより柔らかく、作業しやすくなる。また、固まり始める時には、セメントの水和反応をにぶらせるので、発熱時のピークが小さくなり、その後、温度が下がった時には、ひび割れが生じにくい。

##### (2) フライアッシュの特性を活用する開発研究

フライアッシュは、粒子が小さく球状である程、使用価値が高い。また、フライアッシュ中に含まれるカーボン(未燃カーボン)はコンクリートの品質を低下させるので、少ない程、良い。そのうえ、極微小な粒子のフライアッシュはコンクリートの高強度化やダム下方の漏水止めの材料等に利用すれば、付加価値がより高くなる。その用途開発を進めるため、より微細に砕く等の研究が行われている。

#### 3 オランダの石炭灰の利用状況

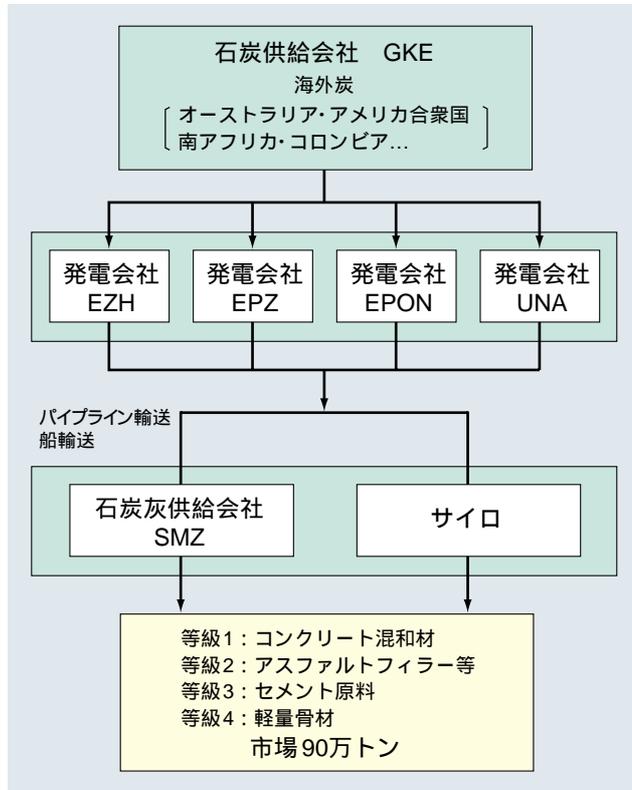
オランダは石炭を全て輸入し、その灰は97年実績で94万トン発生しているが、石炭灰は埋立て処理が禁止されている。

オランダには、4つの電力会社があり、その出資により石炭灰の加工・販売を行っている灰供給会社がある。この会社のプラント(第2図)は、フライアッシュを4分類(第3図)に等級化し価格に差を付け、その

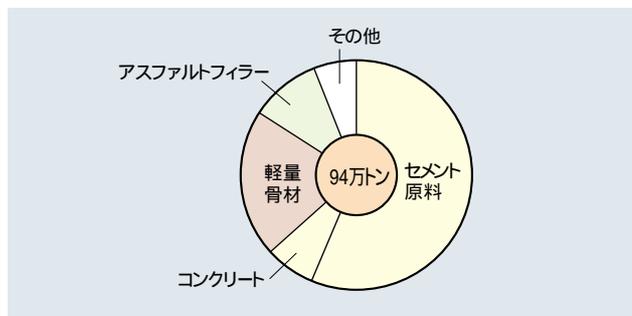


第2図 石炭灰の供給会社のプラント全景

等級にふさわしい箇所へ良い物から順にコンクリート混和材、アスファルトフィラー、セメント原料、軽量骨材（第4図）へと100%利用し、石炭灰の平均的価値を高めている。



第3図 4分類の等級化



第4図 石炭灰の用途

オランダにはイギリスで開発された技術であるが、ライタックと呼ばれる人工軽量骨材を造るプラントがある。これは石炭灰に微粉炭を混入し造粒したペレットを1,100 程度の高い温度で焼成すると、中にある微粉炭が燃焼し、石炭灰が溶融固化するものである。

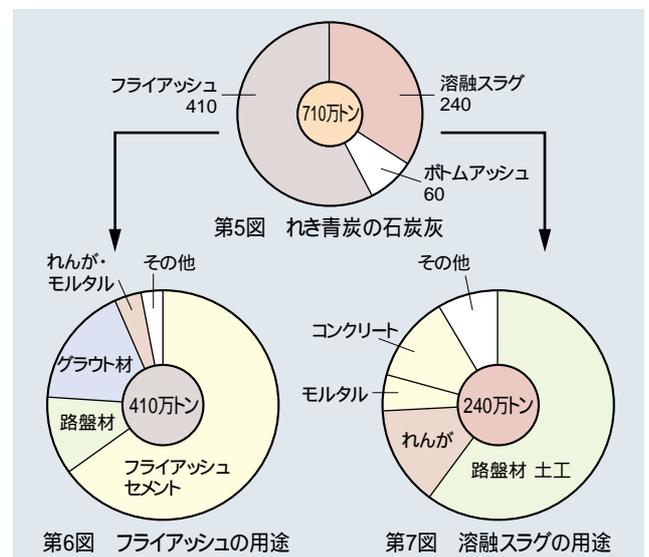
一方、アーデライトと呼ばれる人工軽量骨材の製造技術が1970年代に独自に開発された。そのプラントは現在ではオランダ以外の3か国で稼働している。この人工骨材は石炭灰に石灰を添加し造粒した固化物を100 以下で養生して造られ、強度はやや小さいが、コストが安く、コンクリート骨材、コンクリート二次製品、路盤材等に使用できる。

## 4 ドイツの石炭灰の利用状況

ドイツは国内に炭田があり、1996年は輸入が1割で、この輸入と国内で得られるれき青炭および国内の褐炭がある。その内、れき青炭の燃焼によるフライアッシュ410万トン（第5図）は質が良いので有効利用が義務付けられ、その65%は生コンプラント向けで、セメント原料には使われていない（第6図）。

また、溶融スラグを排出する型式のボイラがあり、この溶融スラグは240万トンある。これは路盤材、土工などに利用している（第7図）。

一方、褐炭の石炭灰1,000万トンのうち、フライアッシュ800万トンは、炭坑内充填、地表復元などに処理され、付加価値の高い利用は困難である。



第6図 フライアッシュの用途

第7図 溶融スラグの用途

## 5 石炭灰調査の感想

イギリスで開発された焼成人工軽量骨材が、既に、オランダでは生産されている。その最中にオランダの企業はアーデライトを開発し、先発の軽量骨材と競争しオランダから撤退した。しかしアーデライトは技術的に遜色なくその長所を活かし、スペイン等で生産を展開している。これは各地域の客先が選択した結果であり、マーケットの重要性を強く感じた。

また、ドイツでは灰の利用も考慮して溶融スラグを出すボイラ型式の発電所を当初から計画したと見ることが出来る。一方、灰の供給会社の技術者は、「石炭灰の経済価値は石炭価格の1割を占めることを考慮して、良質な灰を得るために購入する石炭の種類を選ぶべきである」とも言っている。

これらを通じ、その有効利用にかけている彼らの情熱には頭が下がると共に多くを学ぶことができた。