

# III-507 火力発電所廃棄物の残土改良材への利用に関する研究

東京電力(株) 正会員○高橋守男  
同 上 正会員 市川隆三

## 1. まえがき

火力発電所の取水路では、ムラサキイガイ等の貝の付着・成長による取水機能の低下等を制限するために、定期的に貝の除去回収が行われている。これにより、大量の貝が排出し(東京電力2年度実績: 15,400ト)、それらの大部分は生貝のまま埋立て処分されているが、一部は焼却処理され焼却灰を消石灰の代替として排水中和剤や汚泥凝固剤の原料として有効利用している。本報告は貝焼却灰が良質な石灰であることに着目し、貝焼却灰を中心に火力発電所廃棄物の残土改良材への有効利用について室内試験により検討を行ったものである。

## 2. 試験方法

### (1) 使用材料

今回使用した火力発電所からの廃棄物は、貝焼却灰(生石灰、消石灰)、石炭灰(粗粉)および脱硫石膏である。生貝の焼却により生石灰(以下、貝生石灰という)が得られ、それに水を加えることで消石灰(以下、貝消石灰という)が得られる。貝生石灰は貝殻の形が残っており粗粒分も多いが、貝消石灰は非常に細かく白に近い色状を呈している。使用廃棄物の物理性状および化学組成を表-1に示す。なお、脱硫石膏は3%程度の水分があるために乾燥して用いた。改良効果を比較するために、工業用生石灰、工業用消石灰を用いた。

### (2) 試料土

今回用いた試料土は埋立て地盤から採取した粘性土で、その土質試験結果を表-2に示すが、そのまま埋込材として用いることは難しく、再利用するためには土質改良を必要とする性状のものである。

### (3) 試験内容

#### a. 廃棄物の組合せ効果試験

石炭灰(F)と脱硫石膏(G)と貝生石灰(L)により、FGL系の三成分配合による改良材の効果を一軸圧縮強さにより評価する。

#### b. 各種改良材の改良効果試験

前記試験の効果的な配合と貝生石灰、貝消石灰および工業用石灰(生石灰、消石灰)について添加量と改良土の強度の関係を求める。

#### c. 改良土の強度発現特性試験

b. と同様の材料について材令と改良土の強度の関係を求める。

室内配合試験は次の方法により行った。

①改良土の一軸圧縮試験…セメント協会標準試験方法 CAJS-01

②改良土のCBR試験…日本道路協会舗装試験法要覧

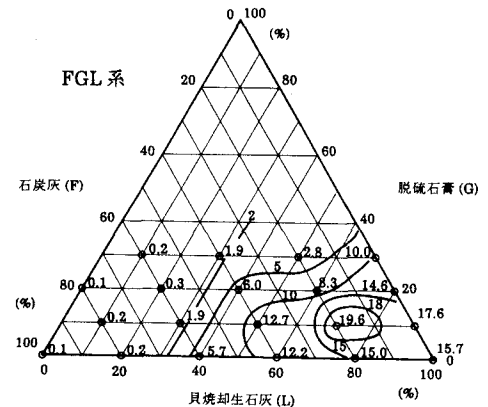
改良土の締固め時期は混合後1日とし、塊の径を10mm程度以下に解きほぐしてから行った。養生については、期間

表-1 貝焼却灰等の物理性状と化学組成

|               | 物理性状 |          |                          |                             | 化学組成(%)  |                  |                                |                                |      |     |                 |      |
|---------------|------|----------|--------------------------|-----------------------------|----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----|-----------------|------|
|               | 比重   | 含水率<br>% | 粒度<br>D <sub>50</sub> μm | ブレン<br>ド C <sub>2</sub> 2/g | Ig. loss | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO | SO <sub>3</sub> | 計    |
| 貝焼却灰<br>(生石灰) | 3.58 | 0.0      | 53                       | —                           | 5.4      | 3.1              | 1.6                            | 1.7                            | 79.4 | 1.4 | 2.1             | 94.7 |
| 貝焼却灰<br>(重石灰) | 2.30 | 0.0      | 16                       | 8230                        | 21.3     | 3.4              | 2.0                            | 0.5                            | 67.0 | 0.7 | 1.6             | 96.5 |
| 石炭灰           | 2.10 | 0.1      | 30                       | 3370                        | 3.7      | 60.1             | 25.0                           | 2.8                            | 4.2  | 1.2 | 0.9             | 97.9 |
| 脱硫石膏          | 2.31 | 2.8      | 34                       | 1080                        | 21.0     | 1.0              | 0.4                            | 0.1                            | 32.0 | 0.1 | 43.7            | 99.3 |

表-2 試料土の土質性状

| 項    | 目                     | 測定値   | 項              | 目                   | 測定値                     |
|------|-----------------------|-------|----------------|---------------------|-------------------------|
| 粒度特性 | 礫分                    | 0 %   | コンシ<br>テン<br>サ | 液性限界 w <sub>L</sub> | 70.4 %                  |
|      | 砂分                    | 2.4 % |                | 塑性限界 w <sub>P</sub> | 36.7 %                  |
|      | シルト分                  | 3.6 % |                | 塑性指数 I <sub>p</sub> | 33.7                    |
|      | 粘土分                   | 4.0 % | 自然<br>状態       | 含水比 w <sub>a</sub>  | 83.5 %                  |
|      | 最大粒径                  | 2 mm  |                | 湿潤密度 ρ <sub>t</sub> | 1.515 g/cm <sup>3</sup> |
| 分類   | B群土質分類                | CH    |                | 間隔比 e               | 2.28                    |
|      | 土質名                   | 粘土    | 有機物含有量(動燃性)    | 飽和度 S <sub>r</sub>  | 99.03 %                 |
|      | 土粒子の比重 G <sub>s</sub> | 2.704 |                |                     | 2.38 %                  |
| 色調   |                       | 暗灰色   | pH             |                     | 8.4                     |



注)  
※ 図中の数字は各点の配合の一軸圧縮強さ(kgf/cm<sup>2</sup>)。材令は10日、改良材添加率は12%。  
※ 図中の曲線は一軸圧縮強さ2, 5, 10, 15, 18 kgf/cm<sup>2</sup>の等高線。

図-1 FGL系の改良土の一軸圧縮強さ

を10日とすることおよび規定の水浸養生期間をとることを基本とした。

### 3. 試験結果

#### a. 廃棄物の組合せ効果

FGL系の添加率(対乾燥土重量比、以下同様)を12%としての各種組合せ配合における改良土の一軸圧縮強さを図-1の三角座標中に示す。図より、F:G:L=2:1:7付近から貝生石灰単独にかけてのところで高い効果がみられるが、概して貝生石灰分の影響が大きく、石灰分が多いほど効果が高いという傾向がある。F:G:L=2:1:7(以下、FGLという)をFGL系の代表とし、以後の試験に用いた。

#### b. 改良材の添加量と改良土の強度の関係

図-2に各種改良材の添加率と改良土のCBRの関係を示す。いずれの場合も添加率の増加に伴いCBRも増加することが示されている。また、貝生石灰は工業用生石灰と、貝消石灰は工業用消石灰とそれぞれほぼ同等の性能があることが示されている。改良土についての東京都の品質基準<sup>1)</sup>はCBRで3~20%に規定されているが、貝生石灰を4~5%、貝消石灰を4~6%そしてFGLを4~7.5%添加すると十分その基準を満足することが認められる。同一配合における改良土のCBRと一軸圧縮強さについて、図-3に示すような関係が求められた。両者には改良材の種類によらず式(1)の関係があることから、CBR試験の代わりに、より簡便な一軸圧縮試験を採用して品質を管理する方法も考えられる。

$$\begin{aligned} \text{CBR} &= 4.5 \text{ qu} & (1) \\ \text{CBR: 改良土 CBR (\%)} \\ \text{qu: 改良土一軸圧縮強さ (kgf/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

#### c. 材令に伴う改良土の強度変化

図-4は改良土の材令と一軸圧縮強さの関係を示すが、いずれの場合も材令に伴う強度増加が認められる。品質管理試験の材令である10日以後の強度増加は小さいといえる。材令10日に対する28日の強度比は1~1.2である。

### 4. あとがき

現在、残土改良材として工業用生石灰・消石灰が一般に用いられているが、火力発電所廃棄物のうち、貝生石灰、貝消石灰およびFGL(石炭灰、脱硫酸石膏および貝生石灰の配合品)は、それら既存製品と比較しても残土改良材としては、ほぼ同程度の性能を有していることが確認された。これらを残土改良材とする場合、それぞれに応じた使用方法により、埋戻し材として要求される品質の改良土を得ることができる。

### 参考文献

- 1) 東京都道路管理部: 良質土・改良土の品質及び品質管理基準, 1991.

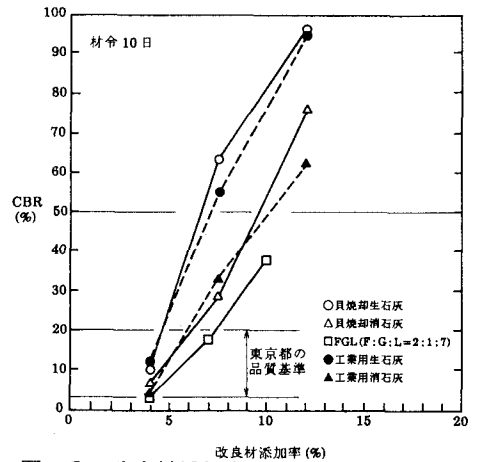


図-2 改良材添加率と改良土のCBRの関係

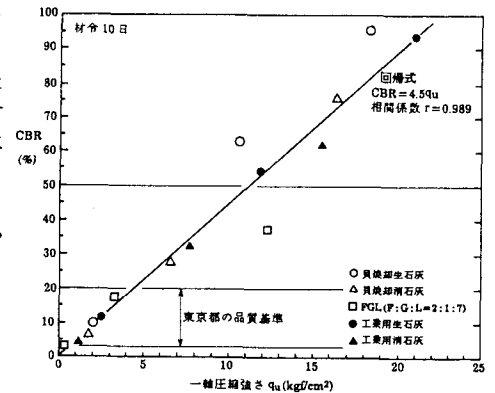


図-3 改良土の一軸圧縮強さとCBRの関係

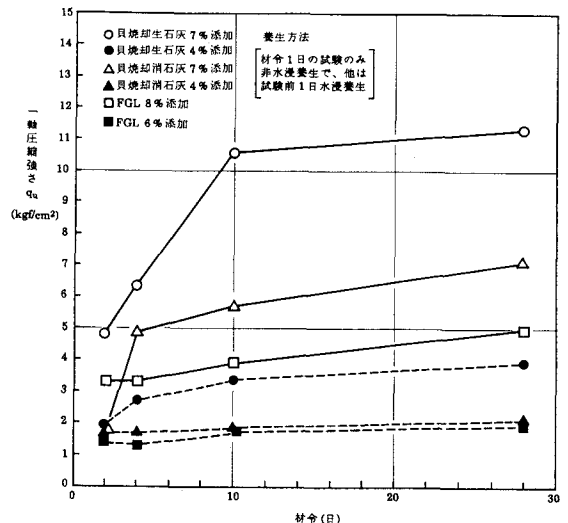


図-4 改良土の材令に伴う一軸圧縮強さの変化