

石炭灰を活用した高含水比粘性土の管中混合固化工事

五洋建設株式会社 正会員 ○車田 佳範  
五洋建設株式会社 正会員 苑田 貴文  
中国電力株式会社 正会員 斉藤 直

1．まえがき

石炭火力発電所から発生する石炭灰は、リサイクル法により有効活用の促進が急務となっており、現在各方面での有効利用方法の開発が進められているところである。特に大量消費の期待できる土木材料としての利用への要望は高く、粘性土地盤の改良材などとしての適用が考えられている。この度埋立地盤の早期利用を目的に高含水比浚渫粘性土にセメントおよび石炭灰を管中混合処理する工事を施工したので、その結果を報告する。

2．工事の概要

本工事は、中国電力㈱新小野田発電所揚炭棧橋前泊地に堆積した粘性土 14,000m<sup>3</sup> を高濃度浚渫船にて浚渫し、その有効利用方策として、約 2km 離れた処分場に固化埋立処理するものである。図 - 1 に、工事の概要フローを示す。

本工事の特徴として、埋立終了後構造物の建設時に基礎掘削が予想されるため、固化改良地盤の強度をできるだけ一軸圧縮強さで  $qu_{28} = 100 \sim 250 \text{ kN/m}^2$  内に収める必要があった。そこで、管中混合における低強度処理地盤での強度のばらつきを小さくすることを目的に、固化助材として石炭灰を混合することにした。石炭灰はその粒子形状が球形であることから、ベアリング効果を発揮し管中混合における粘性土と固化材の混練性を更に高めることが期待できる。また同時に、浚渫土の含水比の変動に対して適切な固化材量を添加するために、リアルタイムで含水比を測定し固化材添加量をコンピュータで制御するシステムを採用した<sup>1)</sup>。

3．室内配合試験

今回の施工では、バージからの浚渫土の揚土にサンドポンプを利用する計画であり、固化処理対象土の含水比が施工中に大きく変化することが予想された。そこで施工に先立ち、現場での含水比の変化に対応するため、含水比 200～350%の範囲で室内配合試験を実施した。表 - 1、表 - 2 に、浚渫粘性土および石炭灰の物理化学特性を示す。使用した固化材は高炉セメント

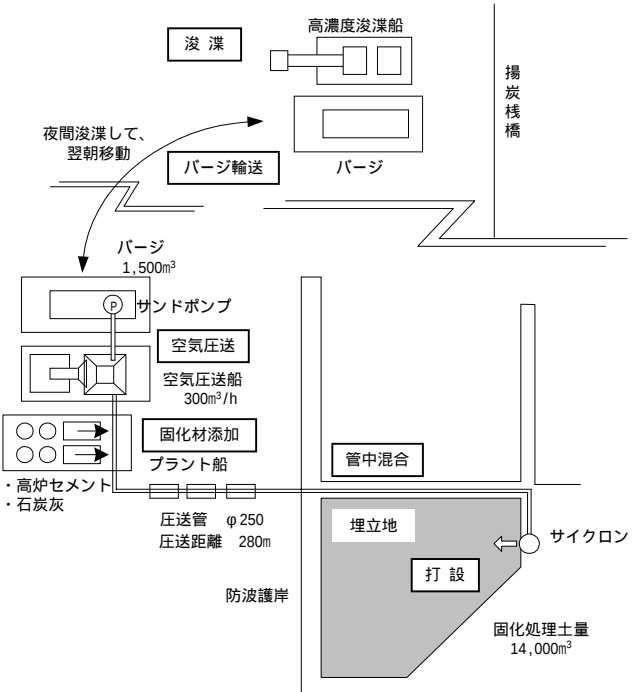


図 - 1 工事の概要

表 - 1 粘性土の物理特性

| 項 目                                   |                | 試験結果   |
|---------------------------------------|----------------|--------|
| 土粒子の密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$ |                | 2.641  |
| 自然含水比 $W_n(\%)$                       |                | 200.68 |
| 粒度組成                                  | 砂分(%)          | 3.4    |
|                                       | シルト分(%)        | 42.1   |
|                                       | 粘土分(%)         | 54.5   |
| コンシ<br>ステンシー                          | 液性限界 $W_L(\%)$ | 121.0  |
|                                       | 塑性限界 $W_P(\%)$ | 46.0   |
|                                       | 塑性指数 $I_p$     | 75.0   |
| 強熱減量 $L_i(\%)$                        |                | 12.49  |

表 - 2 石炭灰の物理特性

| 項 目                                   |                                | 試験結果  |
|---------------------------------------|--------------------------------|-------|
| 粒子の密度 $\rho \text{ s(g/cm}^3\text{)}$ |                                | 2.311 |
| 粒度組成                                  | 砂分(%)                          | 5.6   |
|                                       | シルト分(%)                        | 81.4  |
|                                       | 粘土分(%)                         | 13.0  |
| 成分組成<br>(%)                           | SiO <sub>2</sub>               | 45.1  |
|                                       | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 23.5  |
|                                       | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4.3   |
|                                       | CaO                            | 13.6  |
|                                       | MgO                            | 1.5   |
|                                       | その他                            | 12.0  |

キーワード：石炭灰、管中混合固化工法、浚渫土、リサイクル

連絡先：〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町 1534-1 五洋建設株式会社技術研究所

TEL：0287-39-2116 FAX：0287-39-2133

B種であり、 $W/C=1$ のスラリーで添加した。また石炭灰は、粘性土  $1\text{m}^3$  に対してセメント添加量と同量で添加した。

図 - 2 に、室内配合試験の結果を元に決定した固化材添加量制御用コンピュータの入力データを示す。ここで過去の実績より、処理土の現場/室内強度比を  $0.5$  とし、現場での目標強度  $qu_{28} = 100 \sim 250\text{kN/m}^2$  に対し、室内強度  $qu_{28} = 200\text{kN/m}^2$  を満足する配合をそれぞれの含水比に対する必要固化材添加量として決定した。

#### 4. 施工結果

##### (1) 固化材添加量の管理

図 - 2 には、実施工における固化材および石炭灰添加量の制御結果が同時に示してある。管中混合固化処理工法において、粘性土の含水比の変化に応じてリアルタイムで固化材添加量を制御したのは今回の施工が初めてであったが、含水比と固化材添加量は概ね良い相関性が認められる。

##### (2) 品質管理

施工終了後 28 日経過後に、原位置で処理土をサンプリングし一軸圧縮試験を行った。図 - 3 に、浚渫土の送泥時の含水比と一軸圧縮強さ  $qu_{28}$  の関係を示す。これらの結果より、含水比が  $200\% \sim 350\%$  の範囲において一軸圧縮強さはほぼ設計範囲内に収まっていることがわかる。

図 - 4、図 - 5 は、浚渫土の含水比および処理土の一軸圧縮強さをヒストグラムで示したものである。打設時の含水比は  $200 \sim 350\%$  の範囲で大きくばらついており、固化材の添加量を一定にしたままでは均一強度での改良は困難であることがわかる。そこで今回の施工においては、固化助材として石炭灰を混合するとともに固化材添加量をコンピュータでリアルタイムで制御した結果、一軸圧縮強さ  $qu_{28}$  は平均値  $195.0\text{kN/m}^2$  を中心として設計強度である  $100 \sim 250\text{kN/m}^2$  の範囲に 8 割以上の割合で収まっており、これらの効果が表れていると考えられる。

#### 5. まとめ

管中混合固化処理工法による浚渫粘性土の固化処理工事を施工した。今回の工事の特徴は、含水比のばらつきの大きな浚渫土に対して極めて精度の高い固化処理を実施することであったが、石炭灰添加によるベアリング効果、含水比調整効果およびリアルタイムでの固化材添加量制御技術によって、事前に含水比を調整すること無しに、経済的に一定範囲内の一軸圧縮強さを得ることができた。

【参考文献】 1)車田ら：石炭灰を活用した浚渫粘性土の管中混合固化処理工事、電力土木、No.291、pp.131、2001。

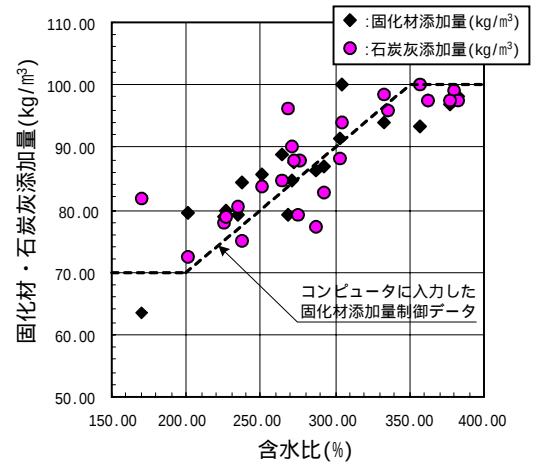


図 - 2 含水比と固化材添加量の関係

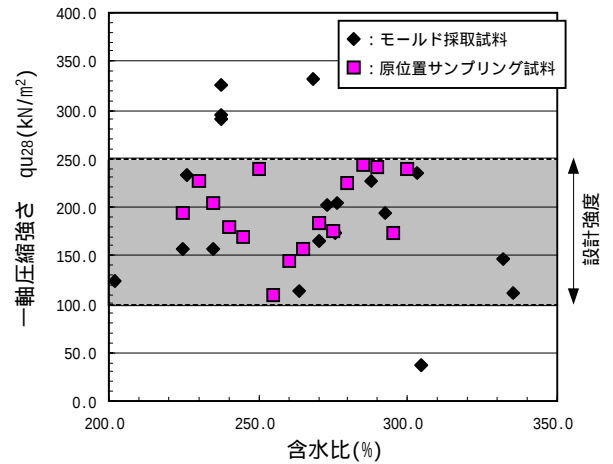


図 - 3 含水比と一軸圧縮強さの関係

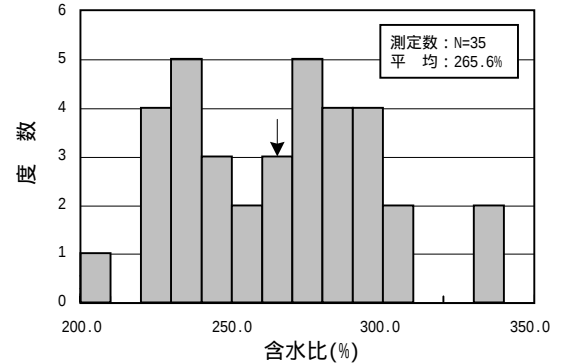


図 - 4 浚渫土の含水比の分布

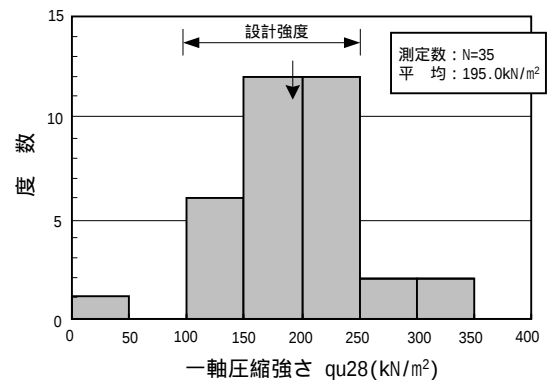


図 - 5 固化処理土の一軸圧縮強さの分布