

石炭灰原粉による高含水軟弱粘土の改良特性（安来道路工事での試験施工結果）

中国電力株式会社 土木部 正会員 ○齊藤 直
建設省松江国道工事事務所 工務課 特別会員 飯國 卓夫
建設省松江国道工事事務所 工務課 特別会員 西村 修一
建設省松江国道工事事務所 工務課 特別会員 三好 健夫
中国電力株式会社 土木部 正会員 樋野 和俊

1. 概 要

安来道路は、山陰地方の主要都市を通る一般国道9号の交通混雑の緩和と高速交通ネットワークと連携し、地域間の時間距離短縮を目的とした延長18.7kmの高規格道路である。安来道路の土質は全線に亘り高含水比粘土であり、重機走行時、掘削時および降雨時等に泥濘化が著しく、何らかの安定処理が必要とされた。本稿では、石炭灰原粉を活用した低コスト改良について、現場実証試験工事までに得られた成果を紹介する。

2. 材料

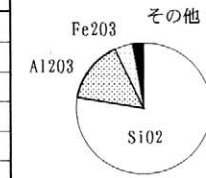
安定処理の対象土の性状は、表-1に示すとおり自然含水比が液性限界付近にある高含水比の軟弱粘土である。また、石炭灰は、中国電力三隅発電所の標準的な石炭灰(原粉)で、JIS基準を満足したものである。

表-1 安定処理対象土の性状

項目	単位	物性値
土粒子密度	g/cm ³	2.802
自然含水比	%	60.3
液性限界	%	64.3
塑性限界	%	27.3
最適含水比	%	29.5
最大乾燥密度	g/cm ³	1.260

表-2 石炭灰(原粉)の性状

項目	単位	物性値
強熱減量	%	2.3
湿分	%	0.1以下
比重	—	2.16
比表面積	cm ² /g	2,840
フロー値比	%	91.0
MB吸着量	mg/g	0.47



3. 改良目標強度

改良目標強度は、施工時のトラフィカビリティ確保と完成時の盛土必要強度から右表-3に示す改良目標強度を設定した。

表-3 改良目標強度

項目	目標強度
トラフィカビリティ確保	qc=1.2MPa (室内:1.5kPa)
盛土完成時の強度確保	qu=0.24MPa (室内:0.37MPa)
路床改良強度確保	CBR>12%

4. 室内試験結果

地山含水比 $\omega_0=55\%$ に調整した土を対象として実施した室内の一軸圧縮強度試験結果を図-1~2に示す。

若材令(7日)における強度発現性は、セメント添加量によって支配されているが、石炭灰の適正配合時に強度のピークが生じる。このピーク値は、セメント量が多くなれば石炭灰量が少ない配合の時に生じている。

一方、基準材令(28日)では、石炭灰添加量の増加に比例して強度増加が生じる。これは、石炭灰の持つポゾラン反応による強度増進効果に起因しているものと考えられる。結果的に、完成時の必要強度で石炭灰の添加によりセメント量を20kg/m³以上減少できる。

共通凡例 C○-F△:セメント○kg/m³+石炭灰△kg/m³

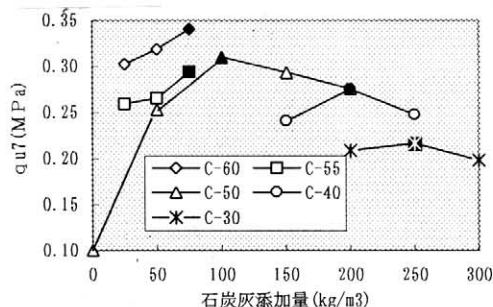


図-1 一軸圧縮試験結果(7日)

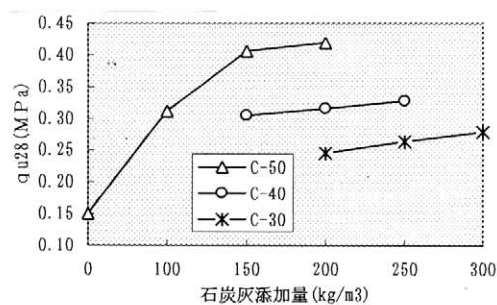


図-2 一軸圧縮試験結果(28日)

キーワード：高含水比粘土、石炭灰原粉、安定処理、物性改善、長期強度増進

連絡先：中国電力土木部石炭灰有効活用担当(広島市中区小町4-33, TEL(082)241-0211, FAX(082)523-6367)

5. 実証試験結果

5.1 実証試験方法

試験工事は、粘性土の練り返しによる影響を避けるため、切土場の地山を対象としてトレンチャー型式のロードスタビライザーにより改良を行った。強度確認は、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験および現場CBRにより実施し、石炭灰改良土の特性評価を行った(材令：7日)。なお、配合は、対象とする地山含水比の厳しい条件($\omega_0=70\%$)で施工することから、セメント量を割り増した配合条件で試験工事を実施した。

5.2 実証試験結果

(1) 一軸圧縮試験強度 (図-3~4)

セメント単体での標準配合(85kg/m^3)と石炭灰改良の対比を行うと、次のような知見が得られた。

- ・セメント単体(85kg/m^3)に対し、石炭灰の添加で15~25 kg/m^3 のセメント量を低減できる。
- ・若材令においても、石炭灰はセメント量の1/(4~6)程度の硬化作用を期待できる材料である。
- ・実工事で生じる再構成において、石炭灰を添加したケースでは、土の物性が砂質土に改善されるため強度低下しにくい。石炭灰の締固め性能向上とポゾラン反応による強度増進により、長期強度は更に向上すると考えられ、60%以上の再構成強度比で設計が可能である。

(2) 現場CBR・三軸強度 (図-5~6)

現場試験の結果、C50-F100でも路床として十分使用することができる。セメント単体の場合、図-7のとおり添加量の差が極端な強度変化として現れ、実施工時には品質の確保の点から 85kg/m^3 の添加量が必要であり、路床改良では石炭灰添加で 35kg/m^3 程度のセメント量削減が可能となる。また、一軸圧縮強度で若干の強度差のあったセメント改良(C85-F0)と石炭灰改良(C60~70)でも、現場CBR値はセメント単独より高い値となる。

これは、石炭灰の添加により内部摩擦角が明らかに上昇することが原因であり、土の物性が砂質土系に改善されていることが主要因と考えられる。

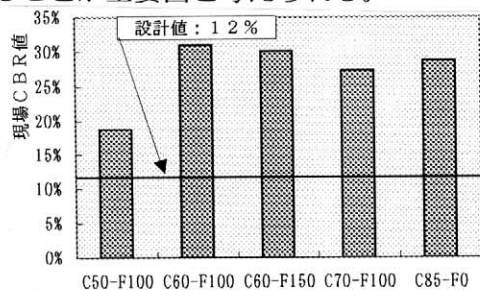


図-5 現場CBR試験結果

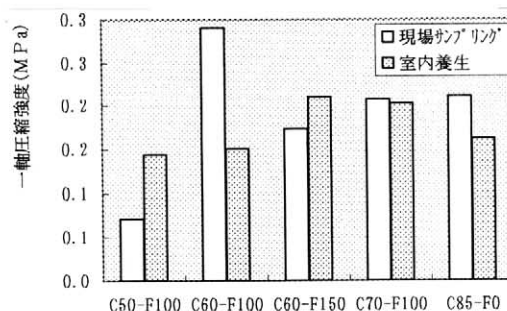


図-3 各配合の発現強度

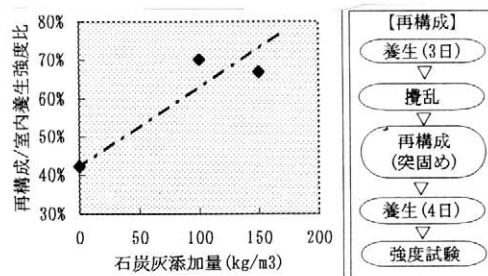


図-4 石炭灰添加量と再構成強度

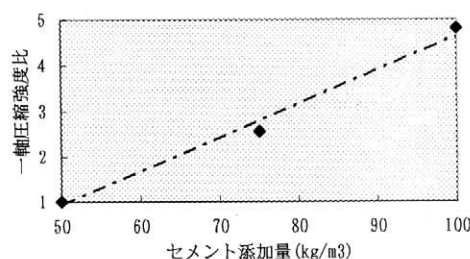


図-7 セメント改良の特性

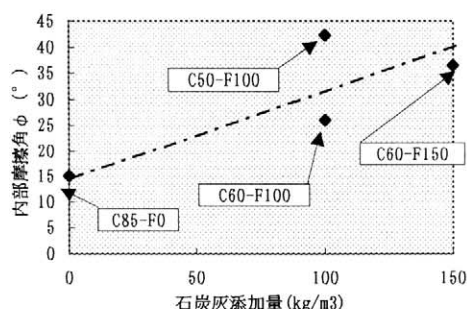


図-6 三軸圧縮試験結果

6. 結論

石炭灰を安定処理材として活用すると、セメント量の大幅な低減につながりコストダウンが可能となる他、土の物性が粘性土から砂質土に改善できるため施工中の改良土の取扱いが良い上、設計上も内部摩擦角 ϕ の上昇を期待できるなどメリットの大きいものとなる。今回の試験工事を受けて、H12年度から実工事の改良にこの材料を活用し、コストダウンを図っていく予定である。

文末になりますが、試験施工に多大なご協力を頂いた東亜建設工業(株)の各位に感謝の意を表します。