

VI-295 石炭灰固化スラリーを用いた岸壁裏込め工の実施について

運輸省第一港湾建設局新潟調査設計事務所	正	高橋邦夫
〃	〃	〃
〃	〃	〃
〃	〃	〃
〃	〃	〃
〃	〃	〃
酒田港湾工事事務所	正	角野 隆

1. はじめに 石炭灰はセメント材料等として再利用できるほど良質なリサイクル材であるにも関わらず、発生量が多いために大部分は埋立処分されている。このため、石炭灰の少量のセメント添加で高い強度が得られる性質および軽量であることを利用して、様々な分野へ活用されることが期待されている（たとえば、横田・中島(1996)、高橋(1997)）。そこで、著者ら(1998)は資源の有効活用および建設コストの縮減を目的として、石炭灰固化スラリーの岸壁裏込め材への適用について、室内および現地試験により検討を行い、石炭灰固化処理地盤の設計手法を確立した。

これらの検討をもとに酒田港の大型岸壁建設工事で現地施工が実施され、約5万m³の石炭灰を裏込め工事に使用した。本論文は、施工時の計測結果等に対する検討および考察について述べるものである。この結果、少量のセメント添加で裏込め材に通常用いられる碎石に相当する土圧低減効果を発揮する裏込めが施工できること、また、建設コスト縮減の面でも効果があることが確認された。

2. 施工の概要 (1) 施工場所：石炭灰固化スラリーの裏込め材への適用は、図-1に示す酒田港外港地区国際ターミナル-14mの岸壁工事において実施された。本工事は平成11年7月から11月にかけて実施され、図-2に断面を示す岸壁の延長330mに対して約52,000m³の石炭灰が使用された。

(2) 施工方法：今回の工事に使用した石炭灰は、図-1の右側に立地する石炭火力発電所から採取した。採取した石炭灰を発電所内に設置した簡易プラントで含水量の管理を行いながらセメントと混合・攪拌した。十分に攪拌を行った後、ミキサー車に移され、攪拌・練混を行いながら打設現場まで搬送した。打設現場では、ポンプ車に移された後、打設現場の海上に配管されたパイプラインを利用して、トレミー管による水中打設を行った。施工の概要は図-3に示す通りである。

今回の工事では、添加したセメントが少量で済んだこと、セメント以外の混和剤が必要でなかったこと、スラリーの混合・攪拌に特殊なプラントが必要でなかったこと、プラントが簡易なため灰採取場内に設置でき、灰の搬送費用が必要でなかったこと、等から裏込め工事全体で20%程度のコスト縮減を実施できた。

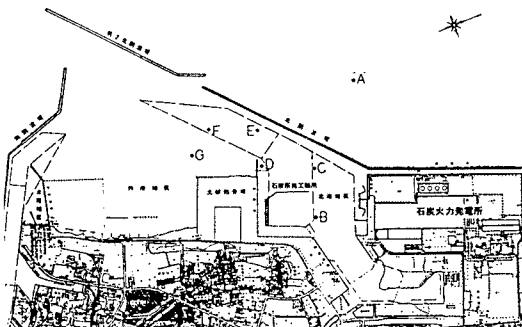


図-1 石炭灰スラリー施工位置図

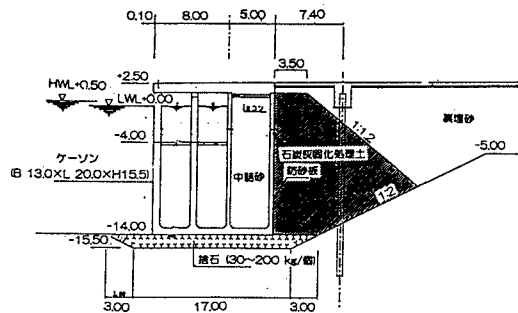


図-2 施工断面図

Key words：石炭灰，フライアッシュ，リサイクル材，岸壁裏込め材，地盤改良

〒950-8131 新潟市白山浦 1-332 TEL: (025) 265-7792, FAX: (025) 230-1093

3. 施工結果 (1) 石炭灰スラリー打設時の施工性：石炭灰スラリーの打設は、現地打設試験結果から1回の打設高さを1m以下とし、水中型枠を用いて実施された。打設時のスラリーの品質管理は、採取前に計測した石炭灰の自然含水比と施工時のスラリーの密度、フロー値をもとに、水とセメントの添加量の調整で行った。施工上、スラリーの非分離性やポンプ圧送性等に問題はなく、1,000 m³/日程度の施工実績が得られた。

(2) 石炭灰固化処理地盤の物性：図-4, 5 にそれぞれ、打設時のスラリーを使用して気中養生した供試体に対する28日後の湿潤単位体積重量 ρ_t および一軸圧縮強度 qu_{28} の計測結果を示す。 ρ_t の設計条件は最低値を用いて1.5 tf/m³と設定し、安定性の検討を行い、施工時には1.5～1.6 tf/m³を確保するようにした。図より、 ρ_t は平均1.538 tf/m³（最大1.561, 最小1.523）と設計条件を満足している。標準偏差は0.011と小さく、施工時の品質管理が良好に保たれていることがわかる。 qu_{28} の設計条件は設計上必要な強度2.0 kgf/cm²に対して施工上の目標強度を4.0 kgf/cm²と設定した。図より、 qu_{28} は平均5.22 kgf/cm²（最大7.25, 最小3.76）と最小値でも設計上必要な強度を満足しているが、最大値と最小値の幅が大きい。標準偏差も0.77と大きな値が得られている。施工管理が良好に保たれていることから、石炭灰の化学的性質のばらつきが強度の発現に影響を与えていると考えられる。

(3) 打設場所周辺海域の水質：今回使用した石炭灰は、室内および現地試験から有害な物質を含有せず、溶出上の問題のないことが確認されている。そこで、施工時には、周囲に汚濁防止膜を設置して、余水吐付近および周辺海域で濁り(SS)およびpH等の水質を監視した。水質調査の結果を表-1に示す。調査地点は図-1にA～Gで示すとおりであり、D地点は余水吐前面の海域である。港外(A地点)でも調査を行い、A地点のSS+2 mg/lをSSの基準値とした。pHの基準値は、当該海域の環境類型にもとづく水質基準を用いた。SS, pHともに基準値を満足し、D地点の水質をA地点と比較してもほとんど差がみられない。これは、石炭灰の粉末を固化することにより、海水への溶出や濁りが抑えられたものと考えられる。

4. おわりに 酒田港の岸壁裏込め工事において、石炭灰スラリーの打設を行って施工性を検証するとともに、リサイクル材料としての有効性やコスト削減の効果についても確認した。今後、施工後の改良地盤の強度試験や振動実験の結果をもとに、石炭灰固化改良地盤の設計法・施工法をとりまとめていきたい。

参考文献：高橋(1997)：石炭灰および鉄鋼スラグの活用技術，港研資料，No. 886，26p. 武田，浅井，長太，丸山，巻渕(1998)：石炭灰スラリーに関する現地打設試験，第53回年講，Vol.6，pp.526-527. 横田，中島(1996)：リサイクル材料の港湾工事への活用に関する検討，港研資料，No. 824，49p.

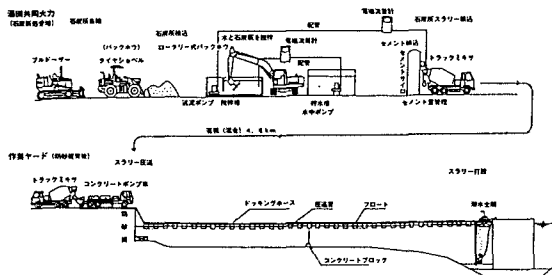


図-3 施工の概要

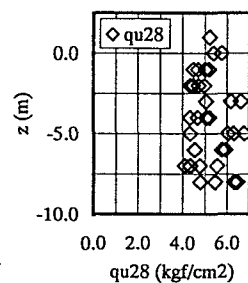


図-4 一軸圧縮強度

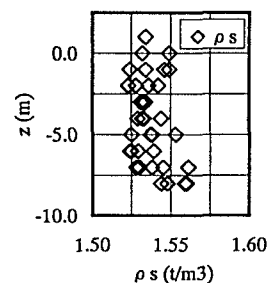


図-5 湿潤密度

表-1 水質調査結果

	A	B	C	D	E	F	G	基準値
SS (mg/l) 事前測定		2.7	3.6	2.4	2.9	3.7	3.4	---
打設中(平均値)	3.0	3.1	3.1	2.7	3.2	2.8	2.4	5.0 mg/l 以下
pH 事前測定	8.2	8.3	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	7.8 以上 8.3 以下
打設中(平均値)	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	7.8 以上 8.3 以下