

III-111 石炭灰を用いた盛土の構築試験

三井建設㈱	正会員	桑原 武
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	須長 誠
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	関根悦夫
三井建設㈱	正会員	黒島一郎

1. まえがき

石炭火力発電所より発生する石炭灰を土木材料として利用する研究は各機関で行われている。鉄道においては盛土建設の際、良質な盛土材料が入手しにくくなっており、これを補う材料として注目される。そこで、鉄道盛土への石炭灰の適用を図るため、締固め方式による実物大の試験盛土を構築し、盛土の施工性と安定について研究したので以下に報告する。なお、本研究は運輸省補助対象「磁気浮上式鉄道技術開発」のうち「営業線用ガイドウェイの開発」の一環として行ったものである。

2. 盛土の材料特性

表-1 盛土材料の成分表

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	CaSO ₄	CaSO ₃	強熱減量
石炭灰	52.0	22.8	6.73	10.4	—	—	0.97
スラッジ	—	—	—	—	16.6	63.1	9.23

注) — : 測定していない

本試験に使用した石炭灰はフライアッシュであり、盛土材料として使用するには、含水比が小さく風による飛散も懸念されるので含水比調整を行うこととした。含水比調整には、同じく石炭火力発電所より発生する排煙脱硫スラッジ

を有効利用したが、適正な混合を行えば、水のみ添加する場合より施工性が上がり、十分な強度を発現することが予備試験により判明したので石炭灰：スラッジ＝6：1の割合で混合することにした。また、ポゾラン活性を高めるため石灰を石炭灰とスラッジの混合体の乾燥重量に対して2%添加した。表-1には使用した材料の成分を示し、表-2には粒度を示す。図-1には使用盛土材料の締固め特性を示す。スラッジ等を混合してから供試体作製までを放置時間とすると、放置時間が増加するにつれて最大乾燥密度の低下と最適含水比の増加の傾向がみられる。

表-2 盛土材料の粒度

	石炭灰	スラッジ
最大粒径 (mm)	0.25	0.84
60%粒径 (mm)	0.026	0.015
30%粒径 (mm)	0.008	0.011
10%粒径 (mm)	0.006	0.002

3. 盛土構築試験

(1) 転圧試験

盛土の構築に先立って、転圧機械、締固め回数等の施工条件を決定するため転圧試験を行った。これによれば、タイヤローラーよりもバックホーの方が締固め密度が大きくなり、また図-2に示すように概ね6回程度で密度の増加が収束するので、バックホーによる6回転圧とした。なお、一層の敷き均し厚さは20cm、仕上がり厚さは15cmとした。

(2) 盛土の形状

盛土の形状を図-3に示す。本試験盛土においては盛土の施工性と安定性の確認に加え、材令とともに高強度になる石炭灰の特性を活かして、のり面を急勾配にした場合の施工性及び安定性についても検討することにした。そこで、のり面は、鉄道における通常の1割5分勾配の他に、1割勾配、鉛直のり面の3種を設けた。なお、のり面工は、鉛直のり面の場合を除いて、各々に張芝

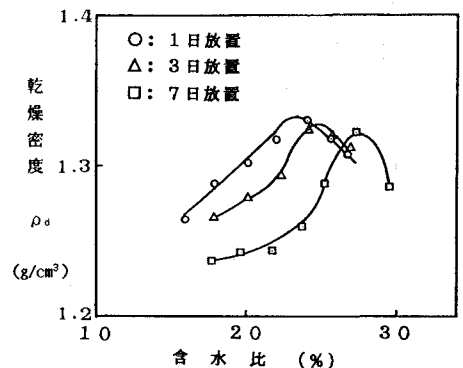


図-1 盛土材料の締固め特性

工、植生土のう工、張りコンクリート工とし、これらとの比設のための無処理のり面も設けた。

（3）盛土の構築試験結果

盛土材料は、石炭灰、スラッジ、石灰を1日放置の最適含水比になるように調整し、ミキサーで混合した。また、図-1、図-2より放置時間が長くなると同じ転圧回数では締固め密度の低下を招くので、極力混合後1～2日以内に転圧するように努めた。なお、参考として放置時間が長くなると同じ転圧回数で締固め密度がどのように変化するかを確認するため、4日放置後締固めを行う層を設け、その結果を表-3に示す。これによれば、放置4日では締固め密度は放置1～2日に比較して小さくなり、締固め度が90%以下になることがわかる。

一方、転圧においては、飛散もなく通常の土と同様に容易にバックホーで転圧でき、大規模工事においても十分対応できることが確認された。また鉛直のり面部の施工法としては、補強盛土等で使用されているジオテキスタイルの補強ネットで補強すれば、石炭灰でも鉛直のり面を施工出来ることが確認された。

施工に伴って生じる盛土の圧縮沈下は、沈下板を設置しレベル測量によって測定したが、図-4に示したようにほとんど沈下していない。

盛土からボーリングによってコアサンプリングを行い、採取した試料の一軸圧縮強度を盛土の強度とし、この結果を図-5に示す。これによれば、14日までの強度増加が大きく、その後の強度の増加は少ないが、鉄道盛土としての強度は14日材齢で十分確保されることがわかった。

5. あとがき

本試験より鉄道盛土としての安定性は十分確保できると考えられるが、のり面工の長期的な安定性については、今後も観測を続ける事によって確認したい。

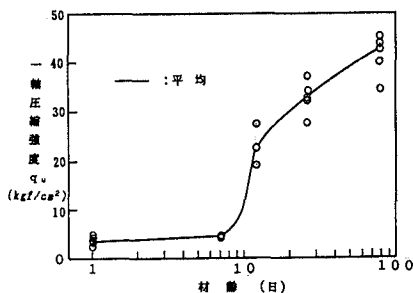


図-5 盛土の強度と材齢の関係

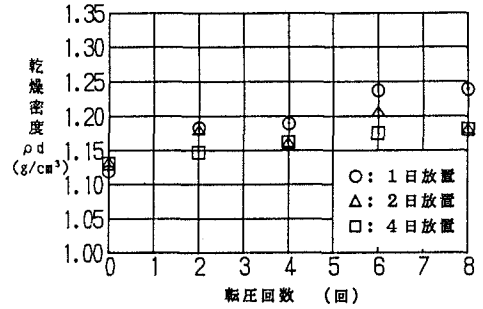


図-2 密度と転圧回数の関係

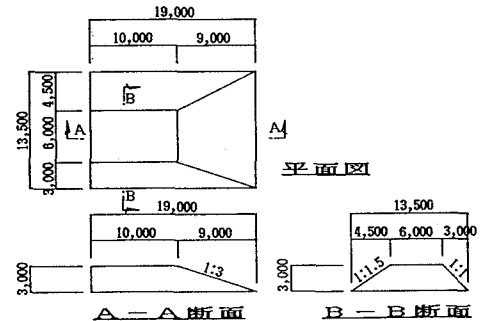


図-3 盛土の形状

表-3 放置時間と締固め程度の関係

層番号 NO.	締固め密度 (g/cm³)		放置 日数	締固め 率 (%)
	範 囲	平 均		
4	1.119～1.210	1.175	4	88
6	1.081～1.191	1.131	4	85
8	1.117～1.167	1.140	4	86
10	1.149～1.227	1.187	2	89
12	1.152～1.330	1.232	2	93
14	1.144～1.285	1.205	2	91
16	1.184～1.232	1.211	2	91
18	1.179～1.270	1.237	1	94
20	1.135～1.236	1.201	1	91

締固め率は、放置日数による最大乾燥密度の変化が比較的小さいため、放置1日の最大乾燥密度=1.322g/cm³より求めた。

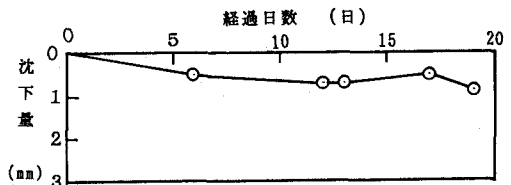


図-4 盛土の圧縮沈下の経時変化