

石炭灰を用いた鉄道路盤表層の強化手法に関する研究

石川工業高等専門学校 正会員 ○能沢 真周
 同 上 正会員 佐野 博昭
 金沢工業大学 正会員 山田 幹雄
 同 上 正会員 伊能 忠敏

1. まえがき

近年、各方面において産業廃棄物の土木材料への適用に関する研究が行われており、特に、石炭火力発電所より多量に発生する石炭灰の処理およびその有効利用技術の開発に関しては、数多くの報告が行われている¹⁾。しかし、既往の報告においては、鉄道路線路盤のように恒常的に変動荷重や振動が作用している土構造物に於ける適用を論じたものは見当たらない。

本研究は、石炭灰を用いて、従来より在来線において行われてきた路盤面被覆工法および砂置換工法双方の効果を有する新たな安定強化手法を開発することを主たる目的としている。

2. 試料および実験方法

本実験で用いた試料は手取川流域より採取した川砂（手取砂；記号K）、JR線倶利伽羅駅構内より採取した粘性土（倶利伽羅粘土；T）および礫子火力発電所産の石炭灰（フライアッシュ）であり、その物理的性質、化学成分は表-1,2に示すとうりである。砂または粘土は、所定の含水比に調整後、内径35cm、高さ30cmの容器に順次、試料土、石炭灰、試料土の3層に分けて入れた。各層は、所定の密度になるようにランマーで突固めた。

図-1は、今回の実験フローを示している。

3. 実験結果

以下では、手取砂および倶利伽羅粘土を用いた4Hz-10万回（4-T, 4-K）、配合比（石炭灰の乾燥重量：消石灰の乾燥重量）5:5の場合について述べる。

図-2,3は、養生日数ごとの供試体内の含水比およびpH値を示している。図-2より、石炭灰層の含水比は養生日数の経過とともに増大している。これは、荷重履歴によるサクシオン（負圧）の影響が供試体内に残存し、そのため、長期にわたって石炭灰層の吸水作用が継続している

表-1 試料土の物理的性質

試料土	手取砂	倶利伽羅粘土	フライアッシュ
G _s	2.68	2.70	2.22
Sand (%)	98.5	34.2	12.7
Silt (%)	1.0	44.3	86.9
Clay (%)	0.5	21.5	0.4
U _c	3.33	34.38	1.54
U _{c'}	1.16	1.14	1.11
ω _i (%)	—	71.5	—
ω _p (%)	—	45.4	—
I _p	—	26.1	—

表-2 試料土の化学成分 (%)

試料土	手取砂	倶利伽羅粘土	フライアッシュ
Li ₂ O	1.45	6.31	0.94
SiO ₂	71.85	65.60	51.40
Al ₂ O ₃	13.70	17.10	24.20
Fe ₂ O ₃	3.41	5.47	5.32
CaO	2.13	0.53	10.50
MgO	1.21	1.26	1.98
K ₂ O	2.84	1.98	1.16
Na ₂ O	3.24	0.98	1.61

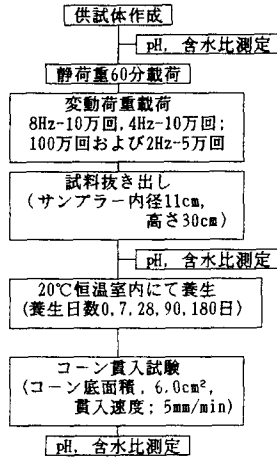


図-1 実験フロー

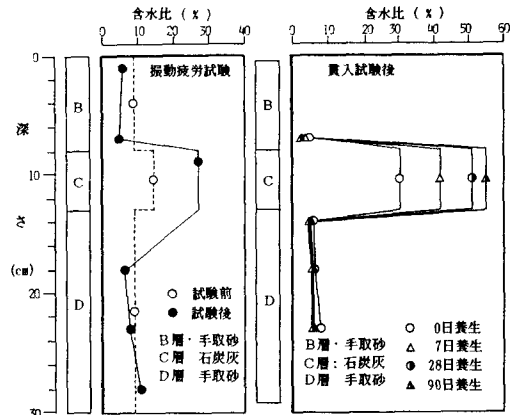


図-2 供試体内の含水比分布

ものと思われる。また、含水比の変動と振動数との関連については明らかではなかったが、繰り返し回数100万回では短期間のうちに石炭灰層の含水比が急激に増加するという結果が得られた。また、図-3より、石炭灰層上下の試料土のpH値が変動荷重後、増大していることがわかる。これは、試験終了直後において石炭灰層が有する化学成分の一部が変動荷重の影響を受けて試料土に浸透したためと思われる(表-3)。

図-4は、養生日数の経過に伴うコーン支持力 q_c の変化を示している。ここで、図中の“●”は、内径35cmの容器の中央部にコーンを貫入させた場合の q_c の値(0日養生)を示している。図より、 q_c の値は容器の大きさにより異なり、内径11cmのサンプラーを用いた場合、供試体下部では底板および側面の影響をかなり受けていることがわかる。しかし、石炭灰層付近に着目すると、その差はわずかである。なお、ロッドの周辺摩擦の影響はないことを確認している。図より、養生日数の増加に伴いコーン支持力は増加しており、特に、養生日数90日ではその傾向が顕著である。これは、石炭灰層の有する化学成分の移動に伴う上下試料の固結作用、石炭灰層自身の固結作用および吸水作用による上下試料の含水比の低下の結果によるものと思われる。

4. あとがき

養生日数の増加に伴い、石炭灰層および上下試料土の支持力は増大しており、試料土、石炭灰層、試料土のサンドイッチ構造により鉄道線路の砂利の貫入を防ぐことが可能であると思われる。今後、攪拌混合による効果

についても比較検討していく予定である。

(謝辞)

今回の実験にあたっては西日本旅客鉄道(株)の協力を得た。ここに謝意を表する。

(参考文献)

- 1) 鳥居ら：締め固めた石炭灰における反応生成物と強度に関する基礎的研究，土木学会論文集，第372号/V-5, pp. 65-74, 1986.

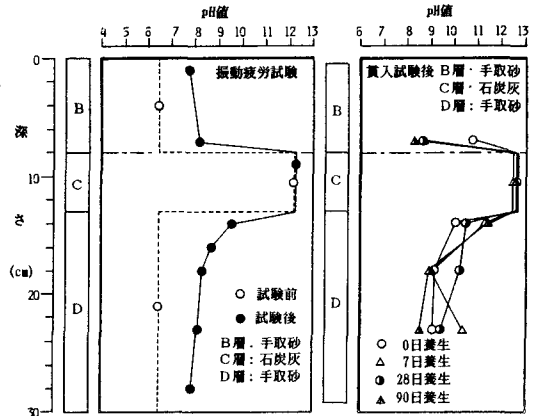


図-3 供試体内のpH値の分布

表-3 試料土の化学成分(実験終了後)(%)

試料土	層	手取砂		俱利伽羅粘土	
		2-T-28 (5万回)	4-T-28 (100万回)	4-K-7 (10万回)	4-K-28 (100万回)
Li ₂ O	B層	1.49	1.46	6.38	8.18
	D層	1.82	1.50	6.29	6.08
SiO ₂	B層	71.30	71.40	65.30	63.80
	D層	71.60	71.40	65.30	65.20
Al ₂ O ₃	B層	14.10	13.60	17.10	16.60
	D層	13.60	13.60	17.10	16.90
Fe ₂ O ₃	B層	3.43	3.37	5.52	5.45
	D層	3.38	3.38	5.50	5.48
CaO	B層	2.25	2.25	0.64	0.60
	D層	2.02	2.14	0.64	0.60
MgO	B層	1.23	1.28	1.28	1.22
	D層	1.22	1.16	1.25	1.27
K ₂ O	B層	2.85	2.77	1.99	1.95
	D層	2.88	2.82	1.98	2.01
Na ₂ O	B層	3.31	3.05	1.02	1.13
	D層	3.30	3.12	1.01	1.11

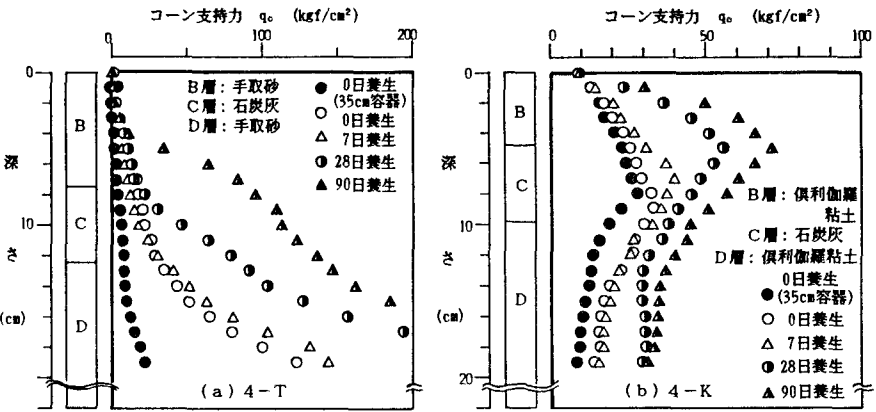


図-4 養生日数に伴うコーン支持力 q_c の変化