

III-356 石炭灰による鉄道軟弱路盤の改良効果に関する基礎的研究

金沢工業大学 正会員○山田幹雄, 石川工業高専 正会員 佐野博昭
金沢工業大学 学生員 酒井英美, 金沢工業大学 正会員 伊能忠敏

1. まえがき 本研究では産業副産物の一つである石炭灰(フライアッシュ)の鉄道路盤材としての適用性, とりわけ路盤噴泥や噴泥にはいたらないまでも道床砂利の過度の圧入作用によって絶えず大きな軌道狂いを発生している箇所の路盤置換材としてこれを使用する場合の改良効果について検討するために, 模型路盤に静荷重または動荷重を一定期間継続して加えたときの沈下性状とその後の強度発現過程を調べた^{1), 2)}。

2. 模型路盤の構造 一般的な噴泥対策工法である路盤置換工と路盤面被覆工双方の特長を活用し, また適度の湿分下で石炭灰と消石灰とを混合したときのボゾラン反応の進行による凝結硬化作用を利用して路盤支持力を向上し, かつ施工時における作業の効率や運行の安全性を低下させない改良路盤構造として, 石炭灰と消石灰との混合試料を砂質土あるいは粘性土の間に挟み込んだ構造, すなわち一種の互層路盤を採用した。さらに, 石灰-石炭灰安定処理法に倣って砂質土あるいは粘性土に石炭灰と消石灰とを混合した場合, いわゆる攪拌混合路盤も試験項目の中に取り入れた。ここでは, この二種類の模型路盤のうち前者のものを互層状供試体, 後者を攪拌混合供試体と称する。互層状供試体における石炭灰と消石灰との配合割合は乾燥重量比で5:5とし, また攪拌混合供試体における石炭灰と消石灰と試料土との配合割合は0.5:0.5:9とした。

3. 試料の性質と供試体の初期状態 試験には石川県の手取川流域より採取した川砂, 小松市八幡地区より採取した砂, JR北陸線倶利伽羅駅構内より採取した粘性土, 神奈川県の磯子火力発電所にて発生した石炭灰(フライアッシュ)および市販の消石灰を使用した。試料の比重はそれぞれ2.68, 2.65, 2.70, 2.22および2.24であり, また最適含水比と最大乾燥密度は八幡砂において14.7%と1.82g/cm³, 倶利伽羅粘土において33.7%と1.30g/cm³, 石炭灰では16.3%と1.48g/cm³である。石炭灰はシリカ分を51.4%, アルミナ分を24.2%, 酸化カルシウム分を10.5%含有する。互層状供試体作成時において石炭灰・消石灰混合層を挟み込む八幡砂層, 倶利伽羅粘土層はそれぞれの最適含水比, 最大乾燥密度を目標にして詰めた。手取砂については含水比10%, 乾燥密度1.63g/cm³を目安とした。なお, 石炭灰・消石灰混合層の含水比は10, 15, 20%とした。攪拌混合供試体の含水比は八幡砂および倶利伽羅粘土を使用する場合には最適含水比, 手取砂の場合には10%を目標とした。

4. 試験方法 試験は① 内径348mm, 高さ300mmの硬質塩化ビニル製の円筒容器の中に厚さ170mmの試料土層, 50mmの石炭灰・消石灰混合層, 50または80mmの試料土層の順に詰めた供試体(互層状供試体)に対する静的および動的載荷試験, ② ①と同じ材質, 寸法の円筒容器の中に石炭灰と消石灰と試料土とを混合した試料を270mmの厚さに詰めた供試体(攪拌混合供試体)に対する動的載荷試験, ③ ①, ②の試験が終了した直後(0日)および所定の養生日数(7, 28, 56, 90, 180日)に到達した時点で行うコーン貫入試験, に大別される。①および②の試験には振動疲労試験機を用いた。静的載荷試験においては1.6tfの荷重を4230分間加えた。また, 動的載荷試験では供試体全体の初期の圧縮沈下を促進することと併せて互層状供試体における各層相互の密着を確実なものとするために最初に1.6tfの静荷重を60分間加え, 引き続いて0.2tfから1.6tfの間で変動する荷重を4Hzで100万回繰り返して加えた。したがって, 動的載荷試験に要する時間は4230分間となり, これは静的載荷試験時間に一致する。③の試験に関して, 互層状供試体については載荷試験が終了した段階で内径115mm, 高さ300mmのステンレス製の円筒を3本個々に押し込んでこれを掘り出し, 円筒ごと恒温室に入れた。攪拌混合供試体については試料採取用の円筒は使用せず, 供試体中央からの隔たりの等しい3箇所にコーンを直接貫入した。なお, 一回のコーン貫入試験が終了した直後にはコーンの通過によって形成された孔を充填するためにパラフィンワックスを流入し, 供試体容器ごと恒温室に保存した。

5. 試験結果 図-1は, 石炭灰・消石灰混合層を手取砂で挟み込んだ供試体に繰り返し荷重を加えている間に生じた圧縮沈下の進行過程を示す。横軸は繰り返しの回数と載荷時間を対数で表してある。このシリ

ーズでは供試体作成時における石炭灰・消石灰混合層の含水比をば5%ずつ変えたのであるが、沈下の進行過程ならびに最終沈下量にはほとんど差を生じなかった。図-2は、初期含水比約20%の石炭灰・消石灰混合層を八幡砂で挟み込んだ供試体の動的載荷試験終了当日(0日)と所定の養生日数に到達した時点におけるコーン支持力を示す。また、図-3は手取砂に石炭灰と消石灰とを混合した供試体の養生日数とコーン支持力との関係を示す。いずれの供試体においてもコーン支持力は時間の経過にともなって増加していくことが認められる。図-4は、互層状供試体における養生日数とコーン支持力増分比 ρ （養生日数7,28,56,90,180日におけるコーン支持力/0日におけるコーン支持力）との関係を表す。養生日数是对数目盛で示してある。静荷重を加えた場合も動荷重を加えた場合も、石炭灰・消石灰混合層を透水性の高い試料土で挟み込んだときほど ρ の値は大きくなることわかれる。

6. まとめ 本研究では互層路盤の経時強度を評価することに重点を置いて載荷試験とコーン貫入試験を行ったのであるが、試験結果より1ヶ月程度の養生期間を見込めば現場線路においても十分な路盤改良効果が期待できると判断される。

謝辞 本研究を遂行するにあたってご援助いただいたJR西日本（株）の関係各位に深く感謝申しあげる。

参考文献 1)能沢・佐野・山田・伊能：石炭灰を用いた鉄道路盤表層の強化手法に関する研究，土木学会中部支部昭和62年度研究発表会講演概要集，Ⅲ-2,1988. 3. 2)佐野・山田・須長・伊能：石炭灰を用いた鉄道互層路盤の強度特性について，土木学会第43回年次学術講演会講演概要集，Ⅲ-249,1988.10.

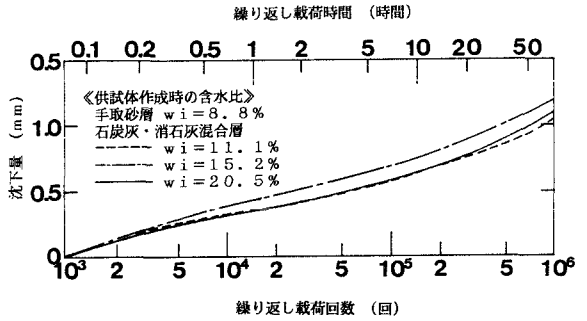


図-1 繰返し荷重を加えている間に生じた沈下量（互層状供試体）

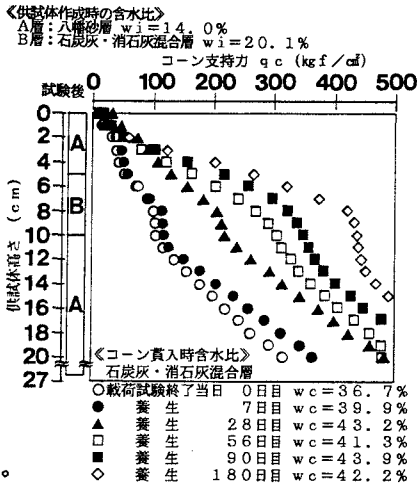


図-2 養生日数とコーン支持力との関係（互層状供試体）

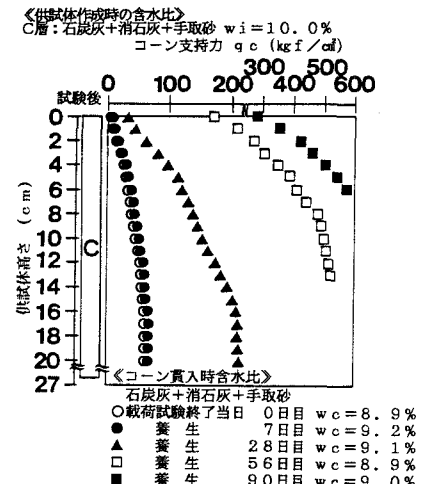


図-3 養生日数とコーン支持力との関係（攪拌混合供試体）

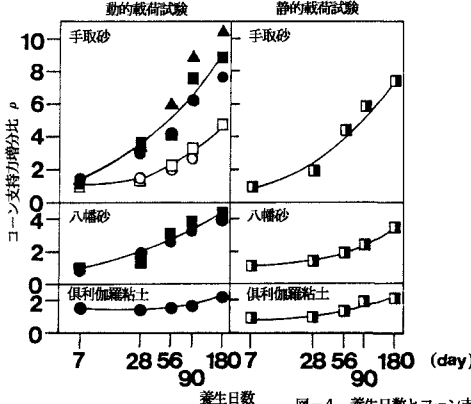


図-4 養生日数とコーン支持力増分比との関係

試験名	記号	石炭灰・消石灰混合層の含水比			
		供試体作成時	コーン貫入時	含水比	飽和度
湿手取砂	動的	11.1	13.8	44.4	56.6
	静的	15.2	18.0	44.6	57.8
	動的	20.5	27.0	43.9	60.1
	静的	20.5	28.7	44.3	57.7
乾手取砂	動的	16.0	16.8	10.2	11.4
	静的	20.5	23.5	14.9	18.2
八幡砂	動的	15.4	19.0	40.0	52.5
	静的	20.1	25.6	41.2	54.3
供利伽羅粘土	動的	20.3	28.7	42.4	56.5
	静的	20.5	25.0	20.4	26.6