

Ⅲ-388

締固めたセメント付着碎石・石炭灰混合材料の強度および変形特性

ニチレキ (株) 正会員○田口 克也, 金沢工業大学 正会員 山田 幹雄
金沢工業大学 正会員 太田 実, ニチレキ (株) 正会員 野村 敏明

まえがき 一般に、セメントなどの粉末状の安定材を用いて路床改良を施した際には、混合むらに起因する安定処理効果の不均一が生じやすいとされている。この点に関して、著者らはこれまでに安定材の分散域の拡大を図るための一策としてあらかじめセメントを付着させた碎石（セメント付着碎石）を在来路床に混合することを提案¹⁾し、この手法を採用することで対象土の支持力はかなり改善されること、また、セメント付着碎石とともに石炭灰（フライアッシュ）を混ぜ合わせたときにもCBRの増加が認められることなどを報告²⁾した。そこで、次の段階としてこのような混合材料の工学的特質をより明確にする目的で、空気中養生に引き続き水中で養生した円柱供試体の強度および変形特性について詳細に調べてみることにした。

試料の性質 試験には、栃木県下都賀郡で採取した粘性土および微粉炭燃焼式を採用している火力発電所より排出されたフライアッシュを使用した。それぞれの物理的性質、化学成分組成を表-1に示す。粘性土は2mmふるい通過分を、また、粘性土に混入する骨材には粒径2.5~5.0mm、比重2.66、吸水率1.30%の碎石を使用した。

配合条件 表-2は、今回の試験における材料の組み合わせ（配合条件）を示す。碎石の混入率は粘性土の乾燥質量の10~40%（シリーズII, IV, V）、あるいは粘性土とフライアッシュの合計乾燥質量の10~40%（VIII, IX）とした。フライアッシュの混入量は粘性土の乾燥質量の1~3割（VI~IX）とし、また、セメントの添加率はセメント以外の材料の乾燥質量を合わせた量の1.5~4.5%（III~V, VII~IX）とした。

試験方法 一軸圧縮試験に用いた供試体の寸法は直径100mm、高さ127mmであり、作製にあたっては混合材料を二つ割りモールドの中に入れ、これを20mm/minの速度で静的に締固めた。作製した供試体は直ちにビニール袋に入れて密封し、温度20℃の恒温室内で初めに3, 7, 14, 21, 28日間それぞれ空気中養生し、その後供試体をビニール袋から取り出して同じ恒温室の水槽の中に4日間静置した。養生終了時には供試体の直径および高さを数箇所測定し、作製時の寸法と比較した。一軸圧縮試験は、1%/minのひずみ速度で実施した。

試験結果 図-1および図-2はシリーズIV, Vの供試体の空気中養生（記号○）および水中養生（記号●）時における一軸圧縮強さ q_u の

表-1 試験に用いた粘性土および石炭灰の諸性質

試料名	粘性土	石炭灰
土 粒 子 の 密 度 (g/cm ³)	2.77	2.38
自 然 含 水 比 (%)	76.0	—
最 適 含 水 比 (%)	81.0	18.6
最 大 乾 燥 密 度 (g/cm ³)	0.78	1.46
砂 分 (%)	51.7	4.5
シルト分 (%)	37.3	89.5
粘土分 (%)	11.0	6.0
均 等 係 数	28.13	4.33
曲 率 係 数	0.17	0.67
液 性 限 界 (%)	142.7	—
塑 性 限 界 (%)	89.4	—
塑 性 指 数	53.3	N P
二 酸 化 ケ イ 素 (%)	43.5	54.4
酸 化 アル ミ ニ ウ ム (%)	23.4	21.8
酸 化 第 二 鉄 (%)	9.7	7.8
酸 化 カ ル シ ウ ム (%)	1.7	7.1
酸 化 マ グ ネ シ ウ ム (%)	1.9	1.2
酸 化 カ リ ウ ム (%)	0.78	1.56
酸 化 ナ ト リ ウ ム (%)	0.88	1.77
強 熱 減 量 (%)	16.6	1.7

表-2 供試体シリーズ

シリーズ	配 合 条 件
I	粘性土単体
II	粘性土+碎石
III	粘性土+セメント
IV	粘性土+碎石+セメント
V	粘性土+（碎石+セメント）*
VI	粘性土+フライアッシュ
VII	粘性土+フライアッシュ+セメント
VIII	粘性土+フライアッシュ+碎石+セメント
IX	粘性土+フライアッシュ+（碎石+セメント）*

* () はセメント付着碎石を表す

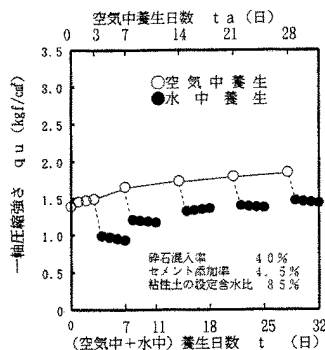


図-1 養生日数と一軸圧縮強さの関係（シリーズ IV）

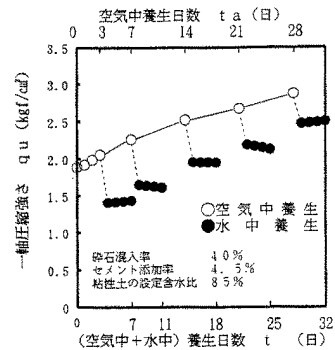


図-2 養生日数と一軸圧縮強さの関係（シリーズ V）

経時変化を示す。これらの図より、水中養生に移行した当初に供試体は $0.3 \sim 0.6 \text{ kgf/cm}^2$ の強度低下を生じるものの、その後は水中にあって崩壊することなくほぼ一定の強度を保持すること、また、水浸強度は空气中養生期間が長くなるにつれて空气中強度と同様に増加する傾向にあることがわかる。さらに、粘性土に加える碎石およびセメントの配合量が同じであればシリーズVの方が、すなわち、セメント付着碎石を使用する方が強度の発現は大きくなることが認められる。図-3は、シリーズVの供試体で求めた体積変化率の経時変化を示す。空气中では収縮側に、水中では膨張側に推移するが、その体積変化率はいずれも $0.1 \sim 0.3 \%$ と微小であることがわかる。次に、図-4および図-5は粘性土にフライアッシュとセメント付着碎石とを混入したシリーズIXにおける q_u 、CBRをまとめたものである。なお、 q_u 、CBRともに測定した供試体の養生期間は7日（空气中3日＋水中4日）である。これらの図より q_u 、CBRはいずれもフライアッシュの混入量に比例して大きくなること、また、粘性土自体の含水比の増加にともなう q_u 、CBRの低減傾向は似通っていることがわかる。そこで、シリーズVII～IXにおけるCBRと q_u の関係について調べてみたところ、図-6に示すように両者間には直線関係が成立し、CBRは、 q_u の4.5倍に相当することが確かめられた。

あとがき 今回の試験は、通常側方を拘束した状態で養生するCBR試験用供試体の他に、非拘束の状態で養生する一軸圧縮試験用供試体を使用して実施した。その結果、一軸圧縮強さはCBRと回帰直線式で表現できることが確認され、その強度特性は支持力特性と同様にセメント付着碎石およびフライアッシュ混入の効果が見られた。さらに、一軸圧縮試験によって材料の水浸および変形特性も確認することができた。

路床の改良工事において、目標とするCBRは処理厚の設定および舗装構造の設計に際しての基本的な要件となるが、本研究で取り扱ったような材料に関してはこれを一種の「路床構築材」とみなして、品質評価の観点より支持力のみならず強度や変形量についても検討事項に組み入れておく必要があるものと考えられる。

謝辞 本研究を実施するにあたりご協力をいただいた北川ヒューテック(株)技術研究所の関係各位に深甚なる謝意を表す。

参考文献 1) 田口克也・山田幹雄・太田 実・野村敏明：骨材・セメント混合路床土の支持力特性に関する実験的研究，土木学会第48回年次学術講演会講演概要集，Ⅲ-85，pp.224～225，1993.9.

2) 田口克也・山田幹雄・太田 実・野村敏明：セメント付着碎石・石炭灰混合路床土の支持力特性について，土木学会第49回年次学術講演会講演概要集，Ⅲ-711，pp.1412～1413，1994.9.

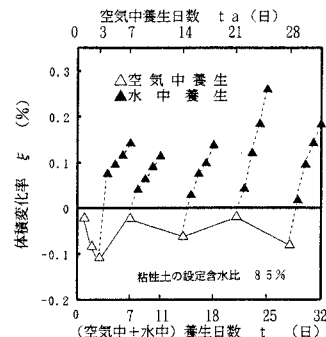


図-3 養生日数と体積変化率の関係（シリーズV）

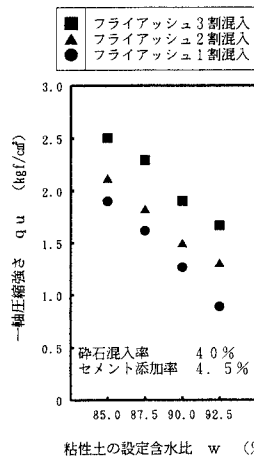


図-4 粘性土の設定含水比と一軸圧縮強さとの関係（シリーズIX）

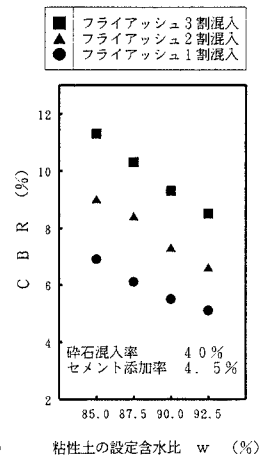


図-5 粘性土の設定含水比とCBRとの関係（シリーズIX）

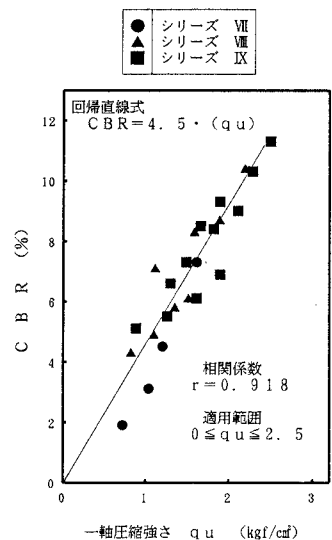


図-6 一軸圧縮強さとCBRとの関係