

III-711

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

日瀝化学工業(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, 日瀝化学工業(株) 正会員 野村 敏明

まえがき 質の高い舗装とするには質の高い路床が必要という考え方から、1992年に改訂されたアスファルト舗装要綱の中に初めて路床構築の概念が取り入れられた。路床を構築する1つの方法として原位置で路床土と安定材とを混合し、入念に締固める安定処理工法があるが、一般にこの工法においては混合むらや粉塵の発生が懸念され、とくに混合むらは改良効果の不均一をもたらす要因となるもので可能な限り均一化を図ることが望ましい。そこで、本研究では予めセメントを付着させた碎石(セメント付着碎石)を用いることによってその均一化と支持力の向上が図れるかどうかについて検討を行ってみることにした¹⁾。さらに、副産物の積極的な活用という観点から、セメント付着碎石と併せて石炭灰(フライアッシュ)を混ぜ合わせたときの支持力特性についても調べてみることにした。

試料の性質 試験に用いた路床土およびフライアッシュの物理的性質を表-1に、化学成分組成を表-2に示す。路床土に混入する碎石としては市販の7号碎石(比重2.66, 吸水率1.3%)を、また、これに付着させるセメントとしては普通ポルトランドセメント(比重3.16, 比表面積3280cm²/g)を使用した。なお、路床土は粒径2mm未満、碎石は2.5~5mmの部分を試料として採用することにした。表-3は路床土単体、フライアッシュ単体および路床土にフライアッシュを1~3割混合したときのそれぞれの締固め試験の結果をまとめたものである。フライアッシュの混入量が増えるのにもなって最適含水比は低下し、最大乾燥密度はわずかながら高くなっていくことがわかる。

配合条件 表-4は、今回のCBR試験における材料の組み合わせを示す。この中のVがセメント付着碎石を単独で路床土に混合したシリーズであり、IXがフライアッシュとともに混合したシリーズである。碎石の混入率は路床土の乾燥質量の10~40%(シリーズII, IV, V),あるいは、路床土とフライアッシュとの合計乾燥質量の10~40%(VIII, IX)とした。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。

表-1 路床土およびフライアッシュの物理的性質

試料名	路床土	フライアッシュ
土粒子の密度(g/cm ³)	2.77	2.38
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	NP

表-2 路床土およびフライアッシュの化学成分組成

試料名	路床土	フライアッシュ
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-3 締固め特性

試料名	路床土	フライアッシュ	フライアッシュ混入路床土		
			1割*	2割	3割
最適含水比(%)	80.7	18.6	75.7	70.3	64.6
最大乾燥密度(g/cm ³)	0.78	1.46	0.83	0.88	0.91

*路床土の乾燥質量に対するフライアッシュの配合割合

表-4 材料の組み合わせ

シリーズ	組 み 合 わ せ
I	路床土単体
II	路床土+碎石
III	路床土+セメント
IV	路床土+碎石+セメント
V	路床土+(碎石+セメント)*
VI	路床土+フライアッシュ
VII	路床土+フライアッシュ+セメント
VIII	路床土+フライアッシュ+碎石+セメント
IX	路床土+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

試験結果 表-5は、路床土の含水比を76%から数%ずつ変えてCBR試験を行ったとき（シリーズI）の結果をまとめたものである。アスファルト舗装要綱によれば改良を要する軟弱路床の設計CBRは3%未満であり、今回使用した路床土に関しては含水比85%以上の状態がこれに当てはまることわかる。このことから、シリーズIIからIXの供試体を作製するにあたって、路床土の含水比は85～92.5%の間で調整することにした。図-1はシリーズII, IV, Vにおける碎石混入率と支持力比との関係を示す。ここで、支持力比とはシリーズII, IV, VそれぞれのCBRをシリーズIのCBRで割った値のことである。この図は路床土の含水比を90%としたときの測定結果であるが、セメント付着碎石を混合するとCBRは当初の2ないし4倍にまで増加することがわかる。図-2は、路床土の含水比と支持力比との関係の1例を示す。この図より、CBR3%未満の路床土に碎石を40%混入、セメントを4.5%添加、あるいは、セメント4.5%と碎石40%とを個別に混ぜ合わせるだけではCBRの増加はさほど期待できないものの、同量のセメントと碎石とを用いたセメント付着碎石を混合すると大きな改良効果が得られる可能性の高いことがわかる。なお、シリーズVの供試体に生じた吸水膨張量は0.2mm程度であった。

次に、図-3はフライアッシュを混入したシリーズVI～IXにおける路床土の含水比と支持力比との関係を示す。いずれのシリーズにおいても、フライアッシュを多く混ぜ合わせるほど支持力比は大きくなることわかる。さらに、シリーズVI, VIIでは路床土の含水比が高くなるにつれて支持力比は漸次小さくなっていくのに対し、シリーズVIII, IXでは大きくなり、とりわけセメント付着碎石を用いたシリーズIXでその傾向が明らかであることがわかる。

まとめ 今回使用した路床土に関しては、これに碎石、セメントだけを添加、あるいは、セメントと碎石とを個別に混合するよりも、セメント付着碎石を混合する方が支持力は大きくなること、さらには、フライアッシュを加えた場合にも同様な傾向が示されることがわかった。これらのことから、路床土の安定処理にセメント付着碎石、またはフライアッシュを併用する意義は少なくないと判断できる。今後は、混合材料の路床材としての品質を評価するために一軸圧縮強さについても測定すること、および各種副産物の有効利用方法についてさらに検討する予定である。

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.

表-5 路床土の含水比とCBRの関係

含水比 (%)	76.0	80.0	85.0	87.5	90.0	92.5
CBR (%)	6.4	4.8	1.9	1.6	1.4	1.2

記号	シリーズ	混入材料
○	II	碎石10～40%
□	IV	碎石10%, セメント1.5%
●	V	碎石40%, セメント4.5%

記号	シリーズ	混入材料
○	II	碎石40%
△	III	セメント4.5%
□	IV	碎石40%, セメント4.5%
●	V	（碎石40%, セメント4.5%）

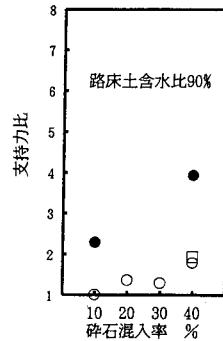


図-1 碎石混入率と支持力比との関係

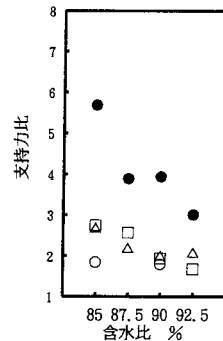


図-2 含水比と支持力比との関係（シリーズII～V）

記号	シリーズ	混入材料
○	VI	フライアッシュ1～3割
△	VII	フライアッシュ1～3割, セメント4.5%
□	VIII	フライアッシュ1～3割, 碎石40%, セメント4.5%
●	IX	フライアッシュ1～3割, （碎石40%, セメント4.5%）

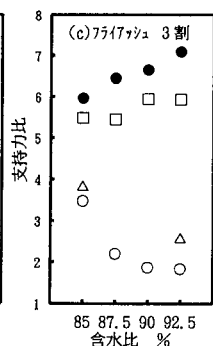
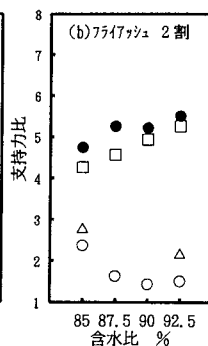
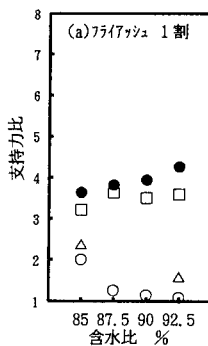


図-3 含水比と支持力比との関係（シリーズVI～IX）