

北海学園大学工学部 正員 武市 靖
北海道開発局土木試験所 正員 久保 宏
北海道大学工学部 正員 菅原照雄

1. まえがき

日本の火力発電のエネルギー源は石油から石炭へ移行しつつあるため、今後、大量に排出される石炭灰の処理が大きな問題となってくる。一方では、各種の規制と建設工事の増大に伴って、天然骨材の不足が深刻な問題となっているが、その対策の一つとして、石炭灰の道路材料への利用が検討されている。消費石炭量の約30%が石炭灰として排出され、生成過程からクリンカ、粗粒灰、フライアッシュに分けられるが、このうち、フライアッシュの一部(全灰量の10%程度)が利用されているにすぎない。これに対し、改米諸国では、石炭灰の盛土材料、安定処理を施した舗装材料への利用が積極的に進められている。しかし、石炭灰は天然骨材と比較すると軽量、水硬性発現を有する、多孔質、耐摩耗性にやや劣る等の異なる材料特性をもっているため、実際の利用に際してはこれらの特性を十分に把握する必要がある。そこで、本研究は先ず、交通条件の最も厳しい歩道用アスファルト混合物をとりあげ、その細骨材にクリンカとスクリーニングスをを用いた混合物のマーシャル試験、ラベリング試験及び凍結融解試験を含めた試験舗装(滝川市)を行ない、その概要をまとめたものである。

2. 使用材料及び配合

・マーシャル試験及びラベリング試験に用いた供試体の配合比は表-1と2に示す通りで、歩道用細粒度アスファルト混合物の粒度範囲とマーシャル試験に対する基準値は北海道開発局道路河川工事仕様書(以下、仕様書と呼ぶ)に基づいている。配合Ⅰ,Ⅱ,Ⅲは合成粒度が仕様粒度範囲の下限,中央,上限に対応するように定めたもので、配合Ⅰ,Ⅱ,Ⅲはアスファルトモルタル作成のために、配合Ⅰ,Ⅱ,Ⅲから2.5mm以上の粗骨材を除き補正したものである。

・試験舗装及び凍結融解試験に用いた混合物の配合表は表-3に示す通り、標準配合を含めて7種類選定した。配合設計は仕様書に基づいているが、室内配合試験の結果、基準値を満足するアスファルト量は11%以上になるので、舗装1㎡の材料単価で同程度のアスファルト量9.5%を最大とした。クリンカとスクリーニングスの使用割合は1:1とし、石粉の代わりにバグフィルタによる回収ダストを使用した。使用骨材はマーシャル試験の供試体のものとは異なるが、クリンカは同一の発電所から排出されたもので、その性状は表-4に示す通りである。

表-1 マーシャル試験供試体の配合比

材料	砕石 13-5mm	砕石 5-25mm	スクリーニングス	7mmカ	路計 全量
配合Ⅰ	26.3	12.6	47.5	13.6	8.2
配合Ⅱ	23.0	11.6	45.0	20.4	9.9
配合Ⅲ	12.5	12.4	47.6	27.5	11.5
標準 配合	16.6	17.7	粗砂 43.2	粗砂 12.2	10.3 6.6

表-2 ラベリング試験供試体の配合比(%)

材料	スクリーニングス	クリンカ	アスファルト	密度 (g/cm ³)	圧入量 (cm ²)
配合Ⅰ	67.9	19.4	12.7	1.807	1.208
配合Ⅱ	59.1	26.9	14.0	1.712	1.480
配合Ⅲ	53.9	31.2	14.9	1.672	1.592

表-3 試験舗装及び凍結融解試験供試体の配合表

No	材料別	アスファルト (%)	石粉 (%)	回収 ダスト (%)	砕石 13-5mm (%)	砕石 5-25mm (%)	スクリーニングス (%)	クリンカ (%)
①	クリンカ入り混合物	7.0	—	0.5	16.6	11.2	32.6	32.6
②		7.5	—	0.5	16.6	11.1	32.4	32.4
③		8.0	—	0.5	16.6	11.0	32.2	32.2
④		8.5	—	0.5	16.5	11.0	32.0	32.0
⑤		9.5	—	0.5	16.2	10.9	31.7	31.7
⑥	石粉入り混合物	9.5	2.5	—	15.3	10.3	31.2	31.2
⑦	標準	7.0	7.8	—	16.7	6.5	粗砂 43.4	粗砂 18.6

表-4 クリンカの性状

	(mm)	(%)
通過重量百分率	13	100
	5	99
	2.5	95
	0.6	79
	0.3	62
	0.15	35
比表面積	0.074	16
乾燥	1.994	
見掛け	2.019	
吸水率(%)	1.23	
スクリュー量(%)	—	
安定性(%)	1.1	

3. 試験方法

・マーシャル試験は各配合の設定アスファルト量に対して、各々3個の供試体を作成して行ない、各配合の設計アスファルト量を求めた。ラベリング試験はマーシャル試験結果と舗装要綱に基づき、各配合のアスファルトモルタルの

供試体(各1個)について、 $-10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ の冷却室で行った。試験時間は供試体の表・裏面それぞれ1.5時間とし、スリヘリ量は表・裏面各3線の断面を求め、これら6個所の平均値で示した。

・試験舗装に用いた混合物は現場付近のプラントで、空練時間5秒、混練時間60秒、混合温度を150℃として、舗設はフィニッシュによって行なった。初期転圧は125℃で振動ローラー、2次転圧は80℃でタイヤローラーで行なった。凍結融解試験は舗設時の混合物を対象にして7種類各3個の供試体を作成し、ASTM, C666-73で示す装置と方法によって行ない、凍結融解回数0, 100, 200回を受けた供試体について、マーシャル試験残存安定度及びフロー値の関係を調べた。更に、舗設時の各混合物について水浸及び非水浸マーシャル試験を行ない、残留安定度を求めて、空げき率の大きいクリンカ入り混合物の耐水性を調べた。

4. 試験結果と検討

・マーシャル試験結果を図-1に示したが、クリンカ配合比が増加すると設計アスファルト量は増加し、しかもそれが空げき率によってほぼ決定されており、アスファルト吸収性が高い多孔質のクリンカ、材料特性による影響が現われている。標準配合のものと比較すると、クリンカ入り混合物は安定度はかなり高い値を示しており、流動に対する安定性は大きいと考えられる。ラベリング試験結果については図-2に示す通り、クリンカ配合比が増加するとスリヘリ量は増加するが、一般道路におけるスリヘリ量許各値1.3cmを多少越える程度である。

・試験舗装を行なった結果、プラントの効率は何れも落ちるが、舗装時の扱いやすさ、転圧時の安定性においては通常の混合物より優れていることがわかった。凍結融解試験については図-2と3に示す通り、クリンカ入り混合物は標準のものと比較すると、残存安定度は高めに、フロー値は低めになっており、凍結融解を受けにくい性状を示している。水浸及び非水浸マーシャル試験によって求めた安定度の残留率は、クリンカ入り混合物で73.9~97.7%, 石粉入り混合物で73.1%, 標準配合による混合物は58.0%を示し、クリンカ入り混合物の水浸による影響が最も小さい。

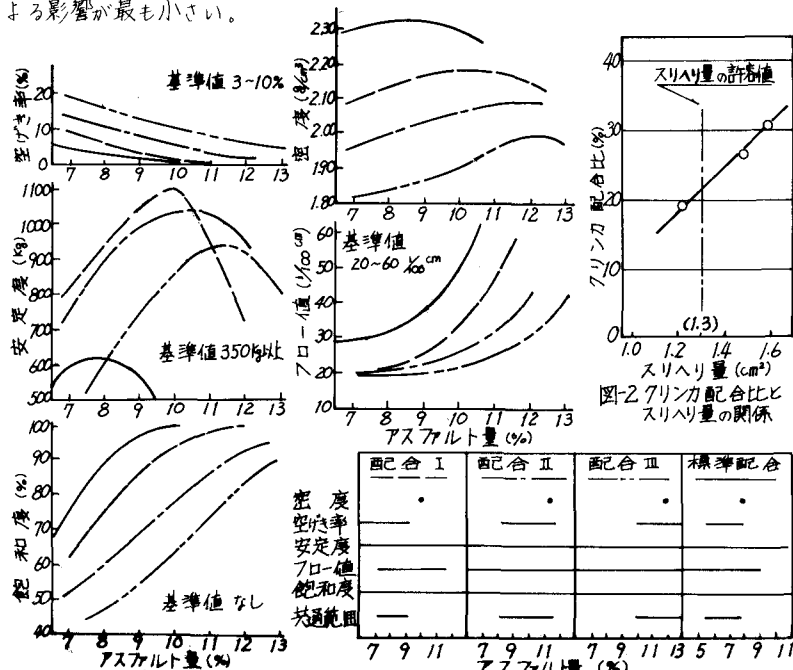


図-1 歩道用細粒度アスファルト混合物の各配合のマーシャル試験結果

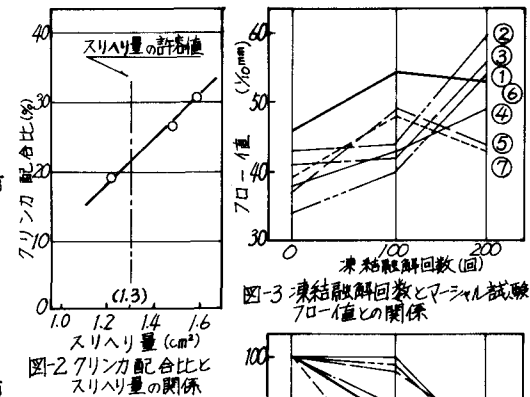


図-2 クリンカ配合比とスリヘリ量の関係

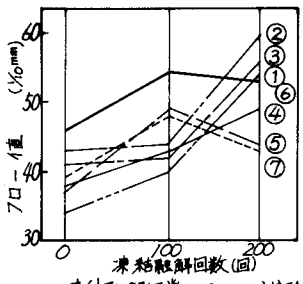


図-3 凍結融解回数とマーシャル試験フロー値との関係

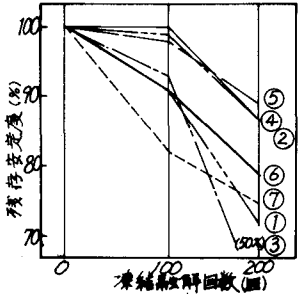


図-4 凍結融解回数と残存安定度との関係

[まとめ] 歩道用舗装として、クリンカ入り混合物の使用は可能である。設計アスファルト量以下でも、その混合物は空げき率が大きくなるが、凍結融解や水浸による影響は小さく、クリンカの材料特性による効果が一部に現われている。今後、石炭灰を用いた混合物の配合設計には、新規の基準の検討も必要であろう。