

特殊フィラーを用いたアスファルト混合物 に関する実験

斎藤 幸俊*

目 次

1. まえがき	77
2. 赤泥について	77
3. 使用材料	77
4. フィラーの規格試験	78
5. 混合物に関する試験	79
6. 結 語	82
7. あとがき	82
参考文献	82

1. まえがき

積雪寒冷地の舗装は、冬期間自動車が装着するタイヤチェーンあるいはスパイクタイヤによって、はげしい摩耗作用を受ける。アスファルト舗装にとってこれは大きな問題であり、この対策として、アスファルト混合物中のアスファルト量およびフィラー量を大きくとるほか、ときには特殊アスファルトあるいは特殊添加剤を使用するなどして、すりへり抵抗の大きな舗装を施工している。

しかし、これらの方法はいずれも舗装工事の工費の増加につながる事となるため、これまで種々の材料について、安価な混合物を得るための実験、検討を行ってきた。

今回、アルミニウムの製造過程で大量に発生する産業廃棄物としての赤泥を、舗装用フィラーとして使用することが可能であれば、工費の軽減に役立つであろうという考えから、この赤泥の諸性質、およびこれを用いたア

スファルトモルタルと密粒式アスファルトコンクリートの安定度、すりへり抵抗などについて、フィラーとして通常使用する石灰石粉と比較検討を行なったので、その結果を述べるものである。

2. 赤泥について

赤泥とは、アルミニウム製錬の工程で、原鉱石ボーキサイトから抽出されたアルミナ（酸化アルミニウム）以外の成分、すなわち酸化鉄、石英、酸化チタン、その他工程中に生成される方曹達石などの不溶解物で、酸化鉄を多量に含有しているため赤褐色を呈しており、このため、赤泥と称される。

3. 使用材料

実験に使用した材料の性状は、表—1～3のとおりである。

表—1 ア ス フ ァ ル ト

種 別	比 重 25℃/25℃	針入度 25℃ 5 sec/100 g	軟化点 R & B℃	伸 度 15℃	フラスコ 脆化破壊 点℃	混合温度 ℃	締固温度 ℃	引火点 ℃	P I
ア ジ ア ス ト レ ー ト 80~100	1.025	95	46.5	100+	-14	145	134	354	-0.9

*前舗装研究室長 現札幌開発建設部岩見沢道路事務所長

4. フィラーの規格試験

4-1 実験方法

1) 比重および粒度試験

比重試験は JIS R5201 によった。

粒度試験は、アスファルト舗装要綱（以下舗装要綱という）の骨材のふるい分け試験方法のうち、水洗いによった。

2) 液性限界および塑性限界試験

表—2 フィラー

種 別	産 地	比 重	篩通過重量百分率 (%)		
			0.297	0.149	0.074
石灰石粉	東鹿越	2.717	100	93	83
赤 泥	静岡県清水市	2.878	100	100	98

表—3 骨 材

種 別	産 地	比 重	吸水量 (%)	すりへり減量 (%)	安定性 (%)	篩通過重量 百分率 (%)						
						12.7	4.76	2.38	05.9	0.297	0.149	0.074
砕石 13~5mm	手稲山	2.627	2.4	24.4	3	100	0	—	—	—	—	—
砕石 5~2.5mm	手稲山	2.605	2.4	28.9	3	—	100	0	—	—	—	—
粗 砂	勇払海岸	2.698	1.4	—	1.2	—	—	100	67	16	1	0
細 砂	銭函海岸	2.616	1.8	—	0.9	—	—	—	100	95	3	0

試験は、JIS A1205, A1206 によった。

3) フロー試験、加熱変質試験および浸水膨張試験

試験は、舗装要綱の方法によった。

4) アスファルト吸収限界および混入限界試験

この試験は、フィラーのアスファルト吸収性および混入限界を知るためのもので、アスファルト 50g を容器にとり、混合温度に保ちながらフィラーを少量ずつ加え混合する。混合物にベトツキがなくなったときのフィラーの混入重量を吸収限界とし、さらに混入混合を続け、混合物がダンゴ状になって混合できない状態になったときの混入重量を混入限界とした。

4-2 実験結果と考察

1) 比重および粒度試験

試験結果は表—2 のとおりである。赤泥の粒度は、石灰石粉に比べ細粒である。

2) 液性限界および塑性限界試験

試験結果を表—4 に示す、これによると石灰石粉の PI は 0.5 と非常に小さく、石粉として好ましい非塑性の特性を示しているが、赤泥は LL , PL , とともに大きく PI も大きい、これは細粒土にみられる特性で土に近い

ことを示している。舗装要綱では、火成岩類に対し PI 6 以下と規定している。

3) フロー試験

この試験は、フィラーのアスファルト吸収性に関するもので、舗装要綱では 50% 以下と規定している。表—4 によると赤泥は 40.8% で規準に入っている。

4) 加熱変質試験

この試験は、フィラーが加熱されることにより品質が変化する恐れがないかを判定するもので、試験の結果、石灰石粉は黄色味をおび、赤泥は赤色を増した感じで、特に変質したとは認められない。

5) 浸水膨張試験

表—4 によると、石灰石粉の浸水膨張率は 3.4% であるが、赤泥は 0% と吸水しているにもかかわらず膨張していない。舗装要綱では火成岩類に対し、3% 以下としている。

6) アスファルトの吸収限界および混入限界試験

表—4 によると、吸収限界および混入限界とも赤泥と石灰石粉とは大きなちがいがあり、吸収限界についてみると、赤泥は石灰石粉の約 1.6 倍のアスファルト吸収性を示している、この傾向はフロー試験結果と類似し、

表—4

種 別	液性塑性限界			フロー試験 (%)	加熱変質	浸水膨張 (%)	吸収限界		混入限界	
	LL	PL	PI				重量 (g)	F/A	重量 (g)	F/A
石灰石粉	16.0	15.5	0.5	25.6	なし	3.4	285	5.7	350	7.0
赤 泥	31.4	25.5	5.9	40.8	なし	0	175	3.5	187	3.7

また L , P , L のちがいにも関連があると思われる。

5. 混合物に関する試験

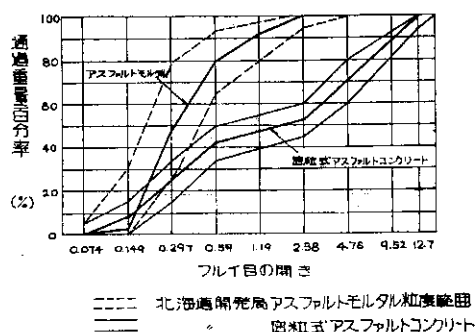
5-1 骨材の粒度

1) アスファルトモルタル

アスファルトモルタルに用いる骨材として表-3に示す粗砂と細砂を6対4の割合で使用し、その割合はすべての配合について一定とした。その粒度を図-1に示す。

2) 密粒式アスファルトコンクリート

密粒式アスファルトコンクリートに用いる骨材の粒度は、表-3に示す粗、細骨材を、北海道開発局型密粒式アスファルトコンクリートの粒度範囲の中央になるよう合成したもので、すべての配合について一定とした。その粒度を図-1に示す。



フルイ目 (mm)	12.5	9.5	4.75	2.5	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
密粒式アスファルトコンクリート	100	88	70	53	48	42	24	8	0
アスファルトモルタル				100	92	80	48	2	0

図-1 骨材の合成粒度

5-2 実験方法

1) マーシャル安定度試験

試験は舗装要綱の方法により行なった。

アスファルトモルタルは、 $F/A=1.0$ と $F/A=1.7$ 、密粒式アスファルトコンクリートは $F/A=1.7$ の場合についてアスファルト量を変えた配合について行なった。

2) 水浸マーシャル安定度試験

試験は舗装要綱の方法により行なった。

アスファルトモルタルは、 $F/A=1.0$ でマーシャル安定度試験結果から、最大安定度のアスファルト量と、 $F/A=1.7$ で最適アスファルト量を求める範囲の上限で行なった。

密粒式アスファルトコンクリートは、 $F/A=1.7$ の最適アスファルト量で行なった。

3) ラベリング試験

アスファルトモルタルのラベリング試験は北海道開発局土木試験所 ラベリング試験方法(案)(往復式ラベリング試験機)によった。配合は、 $F/A=1.0$ と $F/A=1.7$ について、最大安定度を示すアスファルト量と、それより1~1.5%多いアスファルト量について行なうこととした。

密粒式アスファルトコンクリートの試験は、回転式ラベリング試験機械により行なった。配合は、 $F/A=1.7$ の最適アスファルト量と、それより1%程度多いアスファルトについて行なった。

4) ホイールトラッキング試験

ゴムタイヤを着けた直径20cm、幅5cmの車輪に53.5kgの荷重をかけ、45±1℃の温度で、30×30×5cmの供試体上を前後に毎分21往復の割合で2時間トラッキングした。動的安定度 $D.S$ (回/mm) は、2時間のトラッキングのうち、終わりの20分間のわだち掘れ量と車輪の通過回数より求めた。

5-3 実験結果と考察

1) マーシャル安定度試験

(アスファルトモルタル)

アスファルトモルタルに関する一連の実験結果を図-2~4に示す。最大安定度を示す赤泥のアスファルト量は、石灰石粉に比べ $F/A=1.0$ で1.5%、 $F/A=1.7$ で約0.8%多く、安定度最大値もほぼ同じくらい大きい。赤泥の安定度曲線は、石灰石粉に比べ平坦でアスファルト量のちがいによる安定度の変化が小さいことを示している。

密度、空隙率および飽和度の最大値あるいは最小値は、赤泥と石灰石粉ではほぼ同じであるが、その値を示すアスファルト量は赤泥のほうが多くなっている。

フロー値は同一アスファルト量では赤泥が小さくなっ

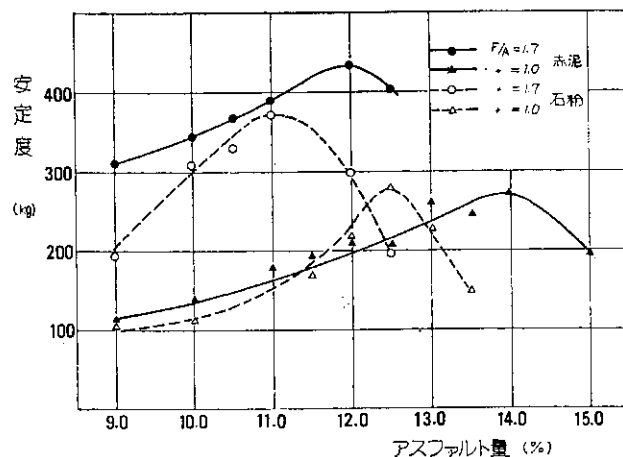
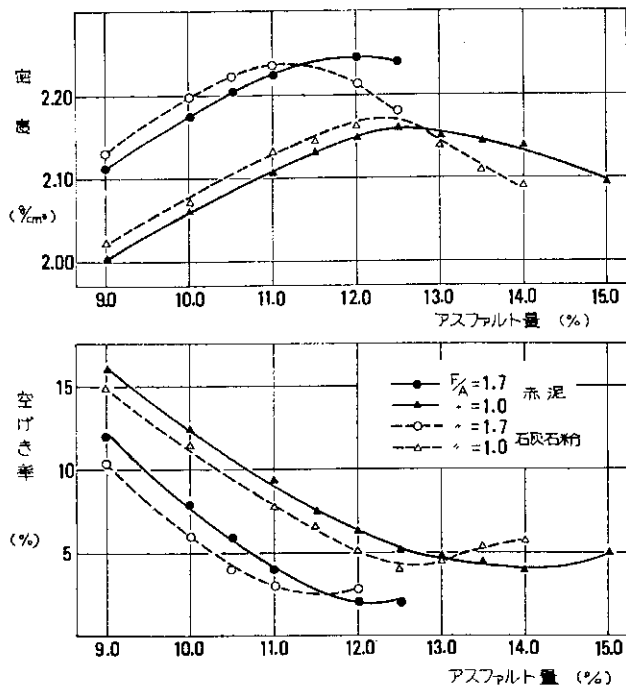
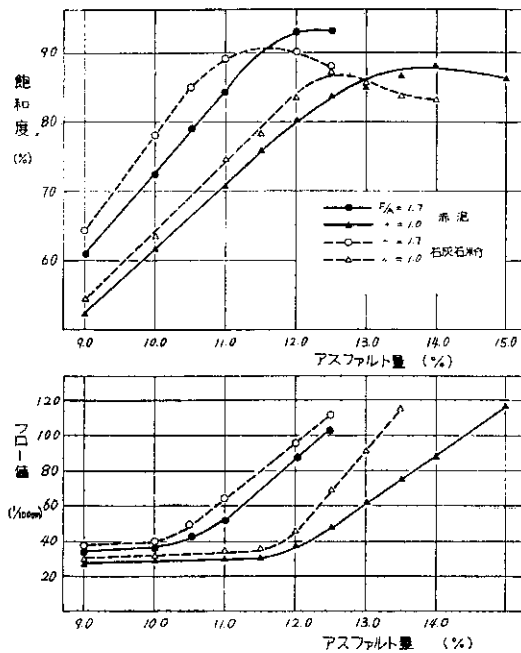


図-2 マーシャル安定度(アスファルトモルタル)



図—3 密度および空げき率
(アスファルトモルタル)



図—4 飽和度およびフロー値
(アスファルトモルタル)

ている。図—8は安定度 S とフロー値 f の比 S/f とアスファルト量の関係を表わしたもので、これによると赤泥の S/f は石灰石粉に比べ各アスファルト量について大きく、流動しにくい混合物といえる。

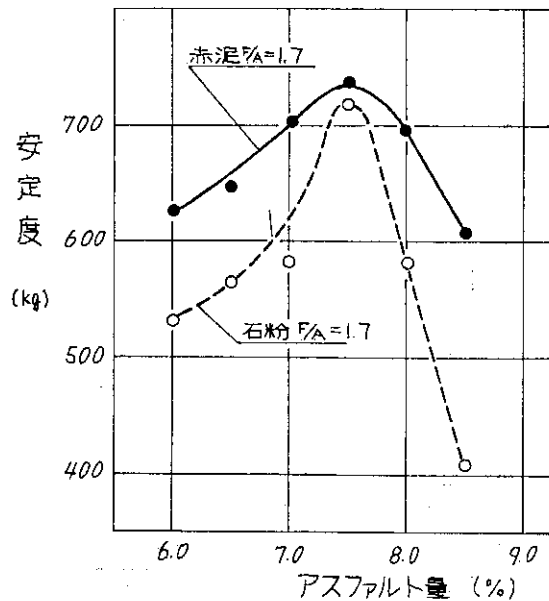
(密粒式アスファルトコンクリート)

密粒式アスファルトコンクリートに関する一連の実験

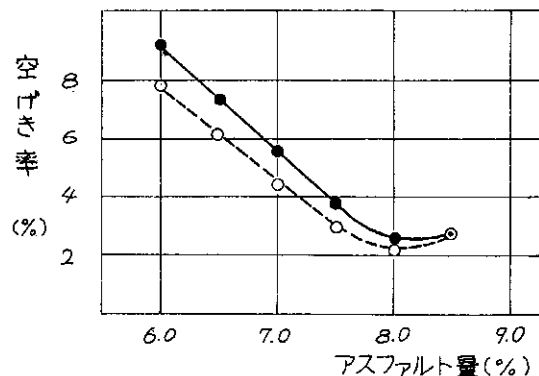
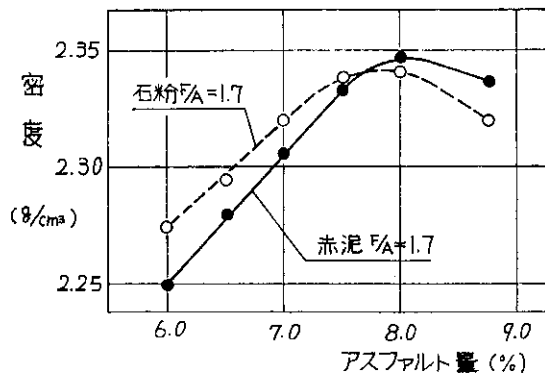
結果を図—5～7に示す。最大安定度を示すアスファルト量は、赤泥、石灰石粉ともほぼ同じであるが、各アスファルト量における安定度は赤泥のほうが大きく、その曲線は平坦な傾向を示す。

密度と飽和度の最大値および空隙率の最小値を示すアスファルト量は、赤泥、石灰石粉ともほぼ同じである。

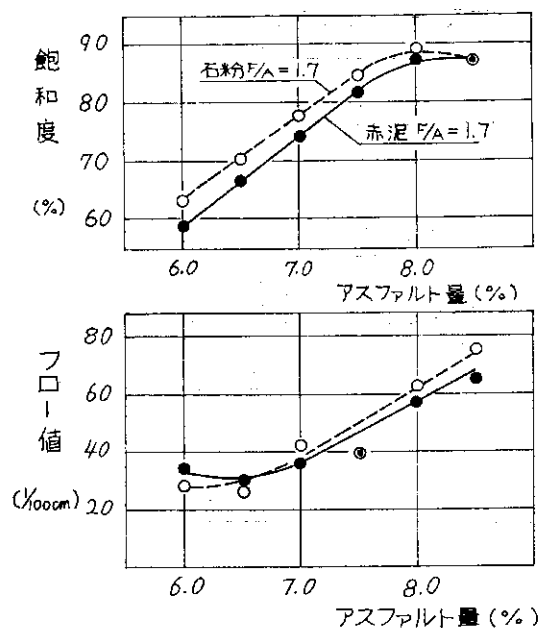
フロー値は、アスファルト量が変化しても両者類似し



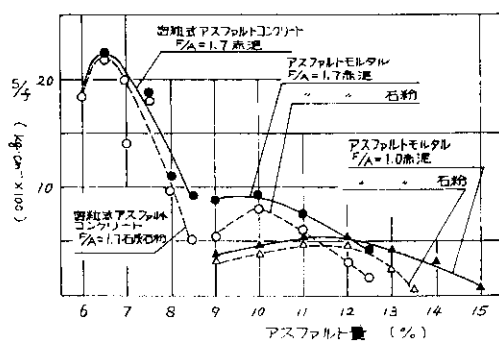
図—5 マーシャル安定度
(密粒式アスファルトコンクリート)



図—6 密粒式アスファルトコンクリート



図一7 密粒式アスファルトコンクリート



図一8 S/f とアスファルト量の関係

S :安定度
 f :フロー値

た値を示し、 S/f はアスファルト量が多くなるにしたがい、赤泥のほうが大きくなる傾向を示している。

舗装要綱のマーシャル試験に対する基準値を適用して最適アスファルト量を求めると、石灰石粉7.0%，赤泥

7.3%とほぼ同じ値となった。

2) 水浸マーシャル安定度試験

表一5は、アスファルトモルタルおよび密粒式アスファルトコンクリートの試験結果である。残留安定度はアスファルトモルタル、密粒式アスファルトコンクリートともに赤泥のほうが小さい。アスファルトモルタルでは、フィラー量の多い $F/A=1.7$ のほうが小さく、またアスファルトモルタルに比べ透水係数の大きい密粒式アスファルトコンクリートが特に小さい値となっている。

この結果は、赤泥をフィラーとして用いたアスファルト混合物の耐水性が小さいことを示しているものであり、実際の使用にはさらに検討の必要がある。

3) ラベリング試験

図一9はラベリング試験結果である。アスファルトモルタルと密粒式アスファルトコンクリートの試験方法が異なるため、両者の数値は直接比較できないが、同一アスファルト量ではともに赤泥のほうがすりへり量は小さい。

いまフィラーの0.074mmふるい通過分の重量とアスファルトの重量比 D/A を求めると、 $F/A=1.7$ の場合で石灰石粉は1.41、赤泥は1.67となる。一般にフィラーの0.074mmふるい通過量が多くなると、混合物の施工性が低下するといわれている。このためフィラー量を少なくして施工する場合を考え、赤泥の D/A を石灰石粉と同一にとると F/A は1.44となる。このときのすりへり量をアスファルトモルタルについて推定すると図一9のイーロの線となり、 D/A を同じにとっても赤泥のすりへり量のほうが小さいと思われる。

4) ホイールトラッキング試験

表一6はホイールトラッキング試験結果である。 $D.S$ の欄で1日というのは、供試体作製後室温に12時間、45±1℃の高温室に12時間以上静置した後試験をしたもので、7日というのは室温12時間静置後高温室に入れ供試体作製の7日後に試験をした値である。

これによると24時間後の赤泥の $D.S$ は石灰石粉より

表一5 水浸マーシャル安定度試験

混合物 ファイラー F/A アスファルト量 種別 (%)	アスファルトモルタル				密粒式アスファルトコンクリート	
	石灰石粉		赤泥		石灰石粉	赤泥
	1.0	1.7	1.0	1.7	1.7	1.7
	12.5	11.0	14.0	11.3	7.0	7.3
水浸マーシャル安定度 (kg)	275	384	250	310	614	499
非水浸マーシャル安定度(kg)	280	387	277	420	582	730
残留安定度 (%)	98	99	90	74	106	68

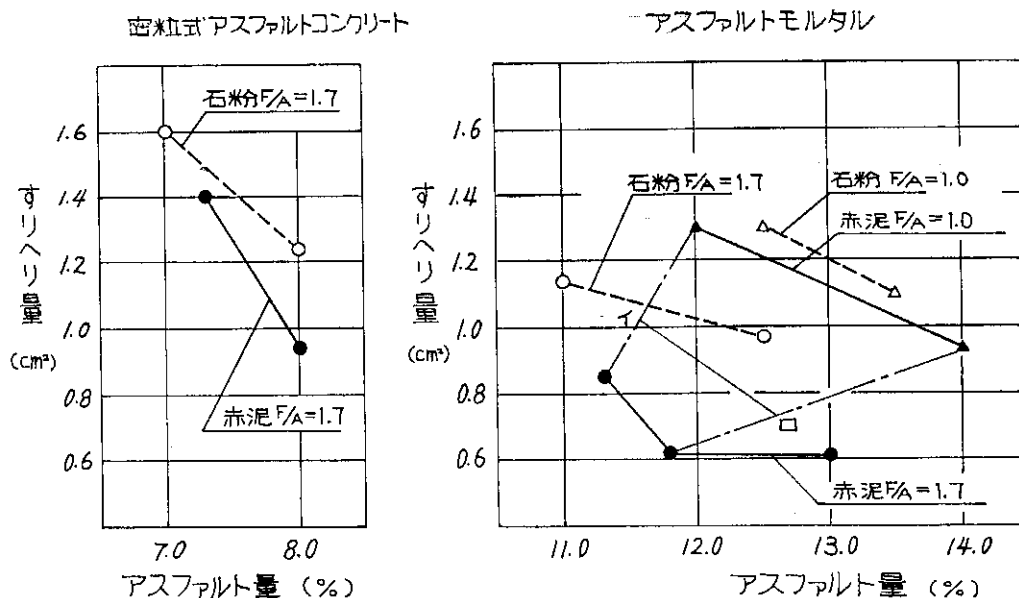


図-9 ラベリング試験結果

表-6 ホイールトラッキング試験結果

種 別	F / A	アスファルト量 (%)	密度 (g/cm³)	動的安定度 (回/mm)	
				1 日	7 日
赤 泥	1.0	7.3	2.267	54.8×10^2	105.0×10^2
	1.7	7.3	2.152	44.6×10^2	157.5×10^2
石灰石粉	1.0	7.0	2.252	95.5×10^2	52.5×10^2
	1.7	7.0	2.295	52.5×10^2	45.7×10^2

やや小さい程度で特に問題はない。しかし7日後のD.Sは石灰石粉がいくぶん小さくなったのに対し、赤泥は2～3倍の値を示している、これは赤泥を用いたアスファルト混合物は高温の中に長時間置かれると安定度は増加するということであるが、この傾向が強ければもうい混合物となる可能性のあることも意味すると考えられる。

6. 結 語

以上の実験結果を赤泥について要約すれば次のとおりである。

- 1) 粒度は細粒で、0.074mmふるい通過率が大い。
- 2) アスファルト吸収性が大きく、石灰石粉の約1.6倍の値を示す。
- 3) マーシャル安定度、フロー値などマーシャル特性値に問題はない。
- 4) 混合物の最適アスファルト量は石灰石粉とほぼ同

じである。

- 5) 水浸マーシャル試験による残留安定度は石灰石粉に比べて小さく耐水性が劣る、特に密粒式アスファルトコンクリートにその傾向が強い。
- 6) すりへり抵抗は、石灰石粉より良い値を示す。
- 7) 混合物の流動性は特に問題ない、逆に長時間高温の中にあると動的安定度が大きくなる。

このうち、赤泥をフィラーとして用いるために問題となるのは5)の耐水性で、この耐水性の劣る原因の究明が必要であろう。現時点での対策としては、使用割合を小さくとり、石灰石粉との併用、水浸により安定度の増すセメント類との併用などが考えられる。

7. あとがき

本文では、赤泥のフィラーとしての特性について若干の実験検討を加えたが、今後は前述の耐水性のほか7)にいう高温時のD.Sの増加についても検討したい。

以上の実験の指導解析にあった熊谷技官、実験を担当した佐藤技官、北海学園大学学生猪股、富樫両君に謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 日本道路協会；アスファルト舗装要綱
- 2) 軽金属製練会；赤泥の処理に関する資料 昭和46年4月