

貝殻粉末のアスファルト混合物用フィラーとしての適用性について

Utilization of Shell Powder as Filler for Asphalt Mixtuer

貝沼憲男^{*1}・篠原俊彦^{*2}・菅沼健彌^{*3}・壁谷紀郎^{*4}・海老沢秀治^{*4}

By Norio KAINUMA, Toshihiko SHINOHARA, Takeya SUGANUMA,
Toshio KABEYA and Hideharu EBISAWA

1. はじめに

火力発電所には、発電効率を向上させるために復水器が設置されている。この復水器を冷却するために取水路を通して海水が導入されているが、取水路は海棲生物が付着することにより導水能力が低下する恐れがあるため定期的に清掃を行う必要がある。

東京湾の場合付着する海棲生物は、「ムラサキイガイ」「ミドリイガイ」「フジツボ」「カキ」等の生物で、付着する厚さは地点により異なるが、厚いところでは1年間で数10cmに達するところもある。

東京電力の取水路清掃に伴って回収される貝は、年間12,000トン程度で、一部が焼却処分されその焼却灰が排水処理材等に有効利用されているが、多くは埋立処分されているのが実情である。

しかし、近年適正な埋立場の減少や環境保全の面等から、また資源の利用を図るうえからも有効利用技術の検討がなされている。

本報告は、貝殻の主成分が炭酸カルシウムであることに着目し、貝殻粉末のアスファルト混合物用フィラーとしての適用性を検討したものである。

2. 貝殻粉末の製造工程

今回実験に使用した貝殻は、神奈川県内の火力発電所取水路の清掃に伴って回収された貝で、貝の種類としては「ムラサキイガイ」「ミドリイガイ」等である。

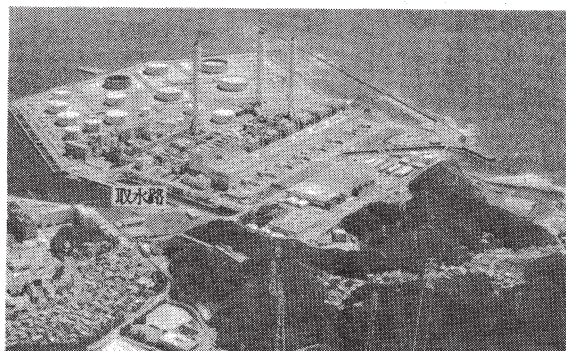


写真-1 火力発電所全景

貝殻粉末の製造工程は、貝を粗粉碎した後、分級器で身肉と貝殻に分け、貝殻のみを堅型ミルで粉末にしたものである(図-1参照)。

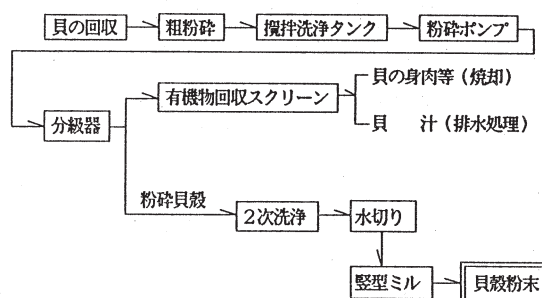


図-1 貝殻粉末製造工程

3. 貝殻粉末の組成

貝殻粉末及び従来アスファルト混合物用フィラーとして、一般的に使用されている石灰岩石粉の化学組成を表-1に示す。

この結果、貝殻粉末の主成分は石灰岩石粉と同様CaOであることがわかる。

表-1 貝殻粉末の化学組成

材料名	化 学 組 成 (%)						計
	lg.Loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	
貝殻粉末	49.5	0.07	0.04	0.05	52.2	0.29	98.6
石灰岩石粉	42.9	0.28	0.29	0.12	54.6	0.28	98.5

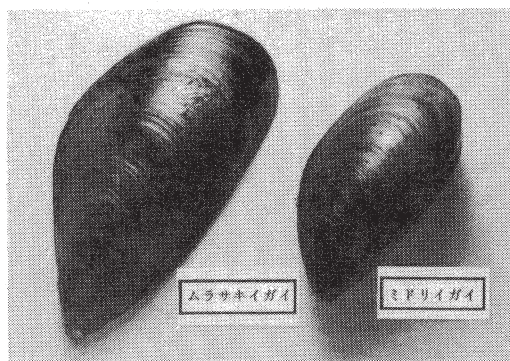


写真-2 ムラサキイガイ・ミドリイガイ

*1 東京電力㈱技術研究所 構造研究室 主管研究員 (〒182 東京都調布市西
*2 " " " 主 任 つつじヶ丘2丁目4番1号)
*3 東電環境エンジニアリング㈱ 総研本部 部長 (〒108 東京都港区芝浦
3丁目14番21号)
*4 鹿島道路㈱技術研究所 主任研究員 (〒182 東京都調布市飛田給
2丁目19番1号)

また、炭酸カルシウムの鉱物には3種類あり、X線回折結果から石灰岩石粉及び貝殻粉末は、ともにカルサイトを主成分としているが、貝殻粉末の組成中にはアラゴナイトを10%程度含まれており、石灰岩石粉と若干異なった鉱物組成となっている(表-2参照)。

表-2 貝殻粉末及び石灰岩石粉の鉱物組成

鉱物名	カルサイト	アラゴナイト	バテライト
X線回折結果(%)			
貝殻粉末	90	10	0
石灰岩石粉	99	1	0
鉱物の特徴			
結晶形	三方(六方)	斜方	六方
粒子形状	立方体	柱状	球状
硬度(モース)	3	3.4 ~ 4.0	—

4. アスファルト混合物としての評価

4-1. フィラーとしての性状

貝殻粉末のアスファルト混合物用フィラーとしての性状は、アスファルト舗装要綱の火成岩類石粉に関する規格を全て満足しているが、石灰岩石粉に比べ若干細かい材料となっている(表-3参照)。

表-3 貝殻粉末のフィラーとしての性状試験結果

項目	貝殻粉末	石灰岩石粉	規格値
通過重量	600 μm	100	100
百分率(%)	150	100	90 ~ 100
	75	99.6	67 ~ 97
比重	2.61	2.66 ~ 2.80	2.6以上
塑性指数	2.1	NP*	6以下
水分量(%)	0.3	0.1 ~ 0.4	1.0以下
浸水膨張率(%)	1.8	1.0 ~ 2.0	3以下
剥離抵抗	合格	合格	合格
加熱変質	* 変質なし**	変質なし	変質なし
フロー値(%)	48.2	26 ~ 33	50以下

注)* 塑性限界値が求められない。

** 変色は認められるが、X線回折で構造的な変化は認められない。

4-2. アスファルト混合物の配合設計

貝殻粉末がアスファルト混合物用フィラーとしての適用性を検討するため、一般に舗装表層材として用いられている密粒度アスコン(13)を対象として石灰岩石粉と性状の比較をおこなった。

なお、配合設計に当たっては、突固め回数は両面50回及び75回の2水準でおこなった。

(1) 使用材料の種類及び産地

実験に使用した材料の種類及び産地を表-4に示す。

表-4 使用材料の種類及び産地

材料名	製造会社	産地	材質
貝殻粉末	東京電力㈱	東京湾内	CaCO ₃
石灰岩石粉	奥多摩工業㈱	東京都西多摩郡瑞穂町	〃
6号碎石	昭和碎石㈱	東京都青梅市	硬質砂岩
7号碎石			
スクリーングス			
中目砂	黒田建材㈱	多摩川	川砂
スレトアスファルト	昭和シェル石油㈱		60/80

(2) 混合物の骨材配合及び合成粒度

混合物の骨材配合及び合成粒度は、表-5及び図-2に示す。

表-5 混合物の骨材配合及び合成粒度

骨材の種類	6号碎石	7号碎石	スクリーングス	中目砂	砂(貝殻粉)
配合割合(%)	44	21	11	20	4
フルイ目(mm)	19mm	13.2	4.75	2.36	0.6
合成粒度(%)	100	97.1	61.8	42.5	24.2
					15.9
					8.3
					(8.5)
					(6.6)

注)()内の数字は、貝殻粉末を使用した場合の値である。

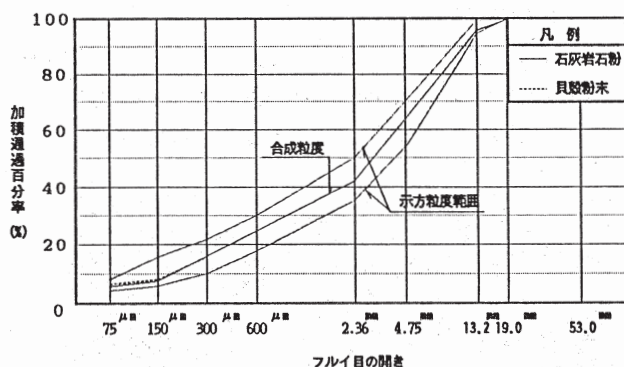


図-2 合成粒度曲線

(3) マーシャル安定度試験

マーシャル安定度試験結果から求められた最適アスファルト量(O.A.C)及び、最適アスファルト量における混合物の性状を表-6に示す。

この結果より、突固め回数50回、75回ともに石灰岩石粉に比べ貝殻粉末を用いたアスファルト混合物の最適アスファルト量が0.3%少なくなっているが、その他の性状は、フィラーの相違による差異は認められない。

なお、貝殻粉末を使用したアスファルト混合物の最適アスファルト量が少なくなった原因は、貝殻粉末が石灰岩石粉に比べ粒子径が小さく、骨材間隙を充填しやすかったことによるものと考えられる。

表－6 マーシャル 試験における混合物の性状 (O.A.C)

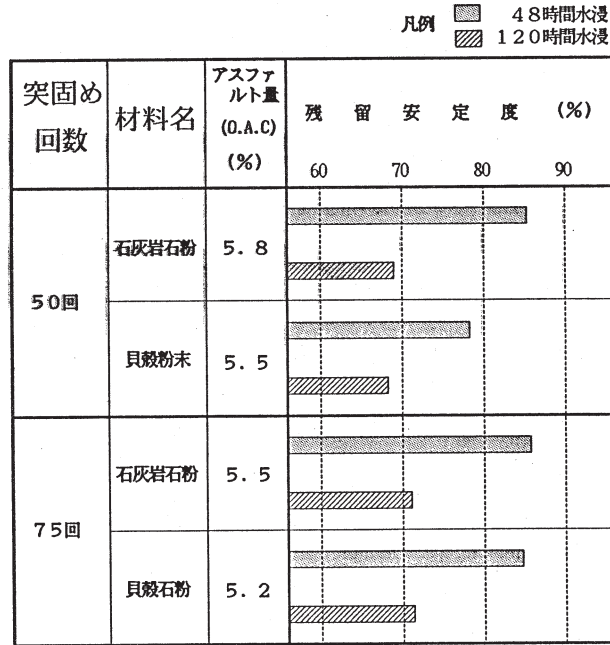
突固め回数	フィラーの種類	77°F時量 (O.A.C) (%)	密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (Kgf)	フロー値 (1/100) cm	S/F (100 Kg/cm)
50回	石灰岩石粉	5.8	2.372	4.2	76.5	1,185	32	37
	貝殻粉末	5.5	2.380	4.0	76.2	1,090	28	39
75回	石灰岩石粉	5.5	2.381	4.1	75.7	1,288	29	44
	貝殻粉末	5.2	2.394	3.9	76.0	1,250	27	46

注) S/F=安定度/フロー値

(4) 水浸マーシャル試験

最適アスファルト量における水浸マーシャル試験結果は、図－3に示すとおりであり、両混合物とも48時間水浸後の残留安定度は、規格値の75%以上を満足している。

しかし、貝殻粉末を使用した50回突き混合物の48時間水浸後の残留安定度は、石灰岩石粉に比べ下回る傾向にある。だが、120 時間水浸後の残留安定度は、いずれの混合物とも70%程度で差の小さい結果となっており、フィラーの相違による耐水性に差はないものと考えられる。



図－3 残留安定度の比較

4－3. アスファルト混合物の力学性状

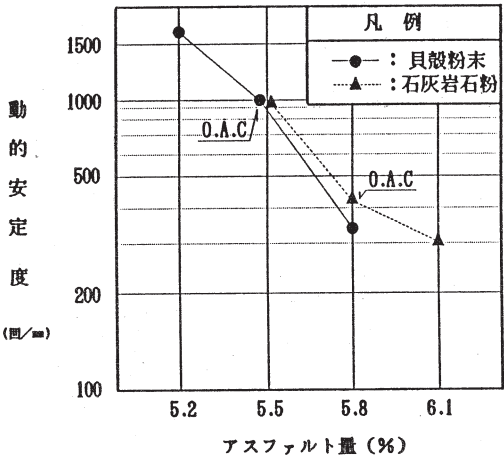
貝殻粉末と石灰岩石粉を使用した両混合物の最適アスファルト量の差が混合物の力学性状に与える影響を確認するため、最適アスファルト量及び最適アスファルト量± 0.3%の3点で試験をおこなった。

試験に当たり、最適アスファルト量は 48 時間水浸

後の残留安定度に差のあった、50回突固めの値を基準とした。

(1) ホイールトラッキング試験

貝殻粉末及び石灰岩石粉を用いた両混合物ともアスファルト量が多くなるにしたがい動的安定度が低下する傾向を示しており、同一アスファルト量では両者ともほとんど変わらない。最適アスファルト量における動的安定度を比較すると、貝殻粉末をフィラーとして使用した方が、アスファルト量が少ないことから動的安定度が高く、耐流動性に優れている (図－4 参照)。

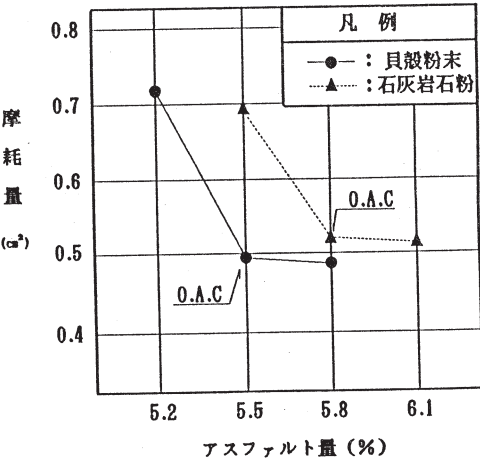


図－4 アスファルト量と動的安定度の関係

(2) ラベリング試験 (往復チェーン型)

貝殻粉末及び石灰岩石粉を用いた両混合物ともアスファルト量が多くなるにしたがい摩耗量は低下する傾向を示している。

なお、同一アスファルト量では、貝殻粉末を使用した混合物の摩耗量が少なくなっているが、両者の最適アスファルト量で比較すると、貝殻粉末が石灰岩石粉よりアスファルト量が0.3%少ないにもかかわらず、摩耗量はほとんど変わらない (図－5 参照)。



図－5 アスファルト量と摩耗量の関係

(3) 水浸ホイールトラッキング試験

試験結果は図-6に示すように、貝殻粉末及び石灰岩石粉を用いた両混合物ともアスファルト量が多くなるにしたがい、剥離率が減少する傾向を示している。

しかし、同一アスファルト量及び、最適アスファルト量のいずれにおいても貝殻粉末を使用した混合物の方が良好な結果になっている。

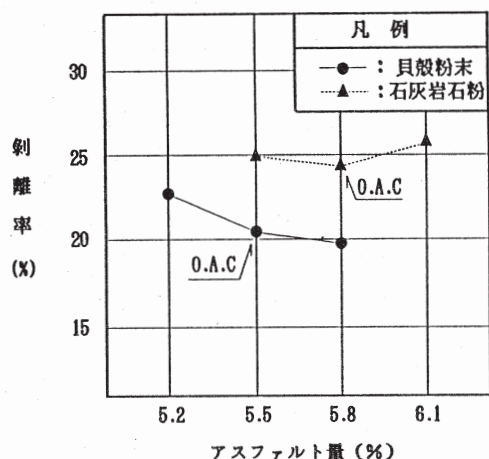


図-6 アスファルト量と剥離率の関係

(4) 繰返し曲げ試験

試験結果は図-7に示すように、貝殻粉末及び石灰岩石粉を用いた両混合物ともアスファルト量が多くなるにしたがい、疲労破壊回数も大きくなる傾向を示している。

しかし、同一アスファルト量及び、最適アスファルト量のいずれにおいても、貝殻粉末を使用した混合物の方が良好な結果になっている。

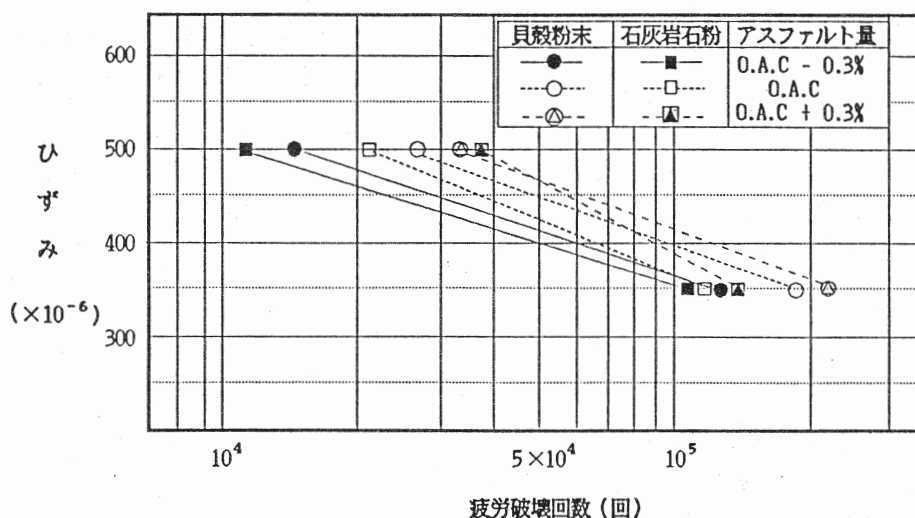


図-7 アスファルト量と疲労破壊回数の関係

5. まとめ

貝殻粉末をアスファルト混合物用フィラーとして使用したものと、従来から使用されている石灰岩石粉を使用したものとを比較試験より得られた知見を以下に示す。

- ① 配合設計の結果、貝殻粉末を用いた混合物の最適アスファルト量は、石灰岩石粉を用いたものより0.3%少ない。

最適アスファルト量の違いは、貝殻粉末の粒子径が石灰岩石粉に比べ小さいことによると考える。

- ② 最適アスファルト量が少ないことがアスファルト混合物にあたえる影響を、力学性状試験（耐流動性、耐摩耗性、剥離抵抗性、疲労抵抗性）より検討した結果、最適アスファルト量の少ない影響は全く現れておらず、むしろ同等以上の性能も確認されている。

以上の結果より、貝殻粉末がアスファルト混合物用フィラーとして、十分使用出来るものと考えている。

今後は、貝殻粉末フィラーを用いたアスファルト混合物により実規模の試験施工を行い「取扱い性」「施工性」及び「供用性」について評価し、貝殻粉末がフィラーとして有効利用出来ることを確認していきたい。