

鹿島建設技術研究所 正員 重松和男
 ○正員 中矢喜章
 内藤 匠

1. まえがき

近年はフィルダムが増加する傾向にあり、その止水壁へのアスファルト混合物の適用が注目されている。

アスファルト止水壁には種々の特性が要求されるが、特に止水性とたわみ性が重要であり、これらを満足させるためには、まず使用材料や配合についての検討が必要である。その場合、骨材の種類によっては、アスファルトとの付着性が十分でないものがあり、他の良質な骨材が得られない場合には、一つの方法として、はく離防止剤の使用が考えられる。はく離防止剤としては、有機質のものも考えられるが、これは燃安定性に乏しいため、ここでは、無機質はく離防止剤としてセメントをとりあげた。

2. 実験目的

アスファルト混合物のフィラーとしてセメントを用いた例はあるが、その物性はあまり明らかではない。そこで、フィルダムの止水壁用アスファルト混合物を対象とし、はく離防止のためにフィラーとしてセメントを用いた場合の基本的な性状を明らかにするとともに、石粉を用いた通常の場合との比較を行なうことを目的とした。

3. 実験方法

各試験項目とそれらの目的、方法などを表-1に、また、使用材料の性状などを表-2に示す。なお、使用した碎石は、安山岩40%、花崗岩30%、粘板岩30%から成る川砕で、静的はく離試験の結果からアスファルトとの付着性が不良と判定されたものである。

表-1 試験項目一覧表

試験項目	目的	試験方法	要因	水準
アスファルトコンクリートの水浸マーシャル試験	はく離防止効果の確認	ASTM D1559-71に準じる	フィラー量 (%) セメント置換率 (%) アスファルト量 (%) 締固め回数 (回/片面)	6.5, 9.0, 11.0 0, 50, 100 9.0, 9.5 15, 25
フィラービチューメンの粘性試験	施工性の確認	2重円筒式回転粘度計使用	F/A 温度 (°C)	1.0, 1.5, 2.0 60~200
アスファルトコンクリートの曲げによる力学性状試験	止水壁の設計資料とする	はり供試体(3cm×3cm×40cm, 密度=2.28~2.33g/cm³, 空隙率=1.32~2.82%)を用い、支間30cmの2点載荷とする	アスファルト量 (%) 温度 (°C) ひずみ速度 (cm/cm·sec) 温度(°C)ークリープ応力 (kg/cm²)	8.5, 9.0, 9.5 -20, -10, 0, 10, 20 1.8×10⁻³, 1.8×10⁻⁴, 1.8×10⁻⁵ 0-40, 10-12, 20-2.4

表-2 使用材料および配合

使用材料	性 状	アスファルトコンクリートの配合 (%)
アスファルト	ストレートアスファルト 針入度級 60/80 比重=1.03	8.5, 9.0, 9.5
骨 材	比 重 吸水量 (%)	
6号碎石	2.72 1.5	15
7号碎石	2.69 1.7	14
粗目砂	2.67 1.8	30
細目砂	2.68 1.7	30
フィラー	普通ポルトランドセメント(比重=3.15)および石粉(比重=2.69)	11

4. 実験結果

(1) 水浸マーシャル試験結果

試験結果は表-3に示すとおりで、残留安定度は、水浸期間1年(水温60℃)においても、石粉のみをフィラーとしたものが63%であるのに対して、フィラーの50%あるいは100%をセメントで置換したものはいずれも90%以上を示しており、セメントのはく離防止効果は明らかである。

しかし、セメントの混入率とはく離防止効果との関係については、今回の実験だけではあまり明確ではない。

表-3 水浸マーシャル試験結果

フィラー		アスファルト量	締固め回数	空隙率	標準安定度	残留安定度 ^{注)} (%)				
種類	添加量 (%)	(%)	(回/片面)	(%)	(kg)	7日	30日	60日	180日	365日
石 粉	6.5	9.5	15	2.8	513	82	41	60	60	63
セメント	6.5	9.5	15	1.8	533	86	61	76	85	93
石粉+セメント	3.25+3.25	9.5	25	1.3	634	89	87	91	89	97
セメント	9.0	9.0	25	1.5	646	94	87	81	98	98
セメント	11.0	9.0	25	1.4	690	95	90	91	94	91

注) 残留安定度 = $\frac{\text{長期水浸安定度}}{\text{標準安定度}} \times 100 \cdots (\text{水温} = 60^\circ\text{C})$

(2) 粘性試験結果

図-1に示すように、温度および F/A の実用範囲においては、フィラーとしてセメントを用いた場合と石粉を用いた場合との差はほとんど認められず、施工性は同程度と考えるよいであろう。

(3) 曲げによる力学性状試験結果

ひずみ制御試験結果の一例（アスファルト量=90%の場合）を図-2～4に示したが、セメントを用いた場合と石粉を用いた場合とはほとんど差がなく、このことはクリープ試験結果についてもいえる。

なお、ひずみ制御試験では、図-2に示したように、曲げ強度に明確な極大値がみられ、この点における温度（以下単にぜい化点と記す）より低温側ではぜい性破壊を示し、高温側では流動破壊を示す。流動破壊を示すものについては、最大応力の90%の応力に関連した点を破壊点とみなして破壊ひずみなどを求めた。

今回の力学性状試験の結果をアスファルト=90%の場合についてまとめると次のとおりである。

(a) ひずみ制御試験結果について

- i) ぜい化点は $-4 \sim +4^{\circ}\text{C}$ の範囲にあり、この温度での曲げ強度は $80 \sim 100 \text{ kg/cm}$ の範囲にある。また、流動破壊領域では、曲げ強度は急激に減少し、 20°C では 10 kg/cm 以下となる。
- ii) 破断ひずみは、 -20°C では $(4 \sim 7) \times 10^{-4} \text{ cm/cm}$ 、また、 $+20^{\circ}\text{C}$ では $(2 \sim 4) \times 10^{-2} \text{ cm/cm}$ の範囲にある。
- iii) 破断時のスチフネスは、 -20°C では $(1 \sim 2) \times 10^5 \text{ kg/cm}$ の範囲に、また、 $+20^{\circ}\text{C}$ では $4 \times 10 \sim 2 \times 10^2 \text{ kg/cm}$ の範囲にある。

(b) クリープ試験結果について

図-5に示すような3要素模型による解析を行なったが、その結果は次のとおりである（試験温度 $=0 \sim +20^{\circ}\text{C}$ ）。

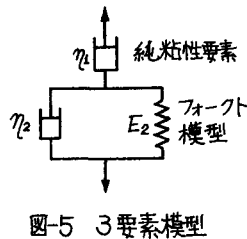


図-5 3要素模型

純粘性要素の粘性係数 $\eta_1 = 2 \times 10^4 \sim 3 \times 10^5 \text{ g/cm} \cdot \text{sec}$
 フォークト模型粘性係数 $\eta_2 = 5 \times 10^8 \sim 2 \times 10^9 \text{ g/cm} \cdot \text{sec}$
 フォークト模型弾性係数 $E_2 = 1 \times 10^2 \sim 7 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$
 破断ひずみ $= 3 \times 10^{-2} \sim 7 \times 10^{-2} \text{ cm/cm}$

これらの値はアスファルト混合物の変形特性を示し、特にクリープ破断ひずみは設計上重要であろう。

以上のように、今回の実験は特定の骨材を用いたものではあるが、フィラーとしてセメントを用いることによって、骨材とアスファルトとの付着性が改善されることを確認した。また、セメントを用いた場合の粘性や基本的な力学性状を明らかにし、石粉を用いた場合とはほぼ同一であることを示した。したがって、遮水壁などの設計施工は石粉を用いる通常の場合と同様に考えればよい。

5. あとがき

フィラーとしてセメントを用いたアスファルト混合物の基本的性状を明らかにしたが、良質の骨材を入手し難くなりつつある現在、はく離現象やその防止方法についてさらに研究を進めることが必要であろう。

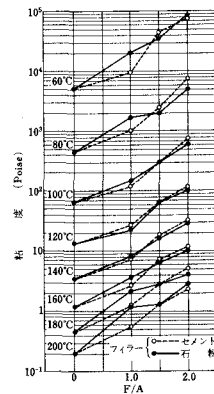


図-1 フィラー・ビジュアルの粘性

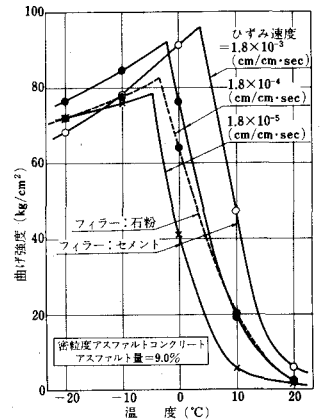


図-2 曲げ強度と温度の関係

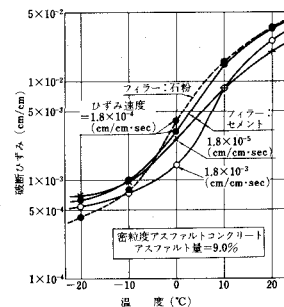


図-3 破断ひずみと温度の関係

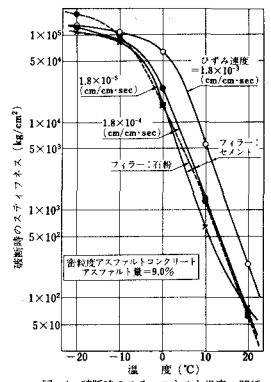


図-4 破断時のスチフネスと温度の関係