

凍結融解をうけたアスファルト混合物について

吉 田 隆 輝*

On the Bituminous Mixtures to the Freezing and Thawing cycles

Takaki YOSHIDA

要 旨

3種類のフィラーを使用してアスファルト混合物を作り、凍結融解後マーシャル試験を行なった。その結果、幾つかの注目すべき特徴をえた。

Synopsis

We make bituminous mixtures using three different sorts of filler and give a Marshall test of bituminous mixtures to repeated cycles of freezing and thawing in water. As an experimental result this paper something special features.

I ま え が き

寒冷地において、除雪は冬期間の交通の大きな問題となっている。北海道における除雪率は高い比率を示し、例年、国道、道道、市町村道全体のおよそ70%ぐらいが除雪されているようで、このことは幹線道路の全部と生活道路の大半は除雪が確保されているといえる。このように除雪が完全に行なわれれば、舗装表面は絶えず冬の劣悪な気象に直接さらされることになる。さらにスパイクタイヤやタイヤチェーン等により舗装表面は絶えずラベリング作用をうけている。一方、夏期にも安定性を損なわず、流動性のないアスファルト混合物であることが要求される。このように寒冷地のアスファルト舗装には、年間を通じて高温から低温までの幅広い温度への供用性が要求され、しかも要求される性質は幅広く、かつそれらは互いに相反しており両者を同時に満足させる事は難しい。ここでは舗装表面が冬期間厳しい気象にさらされた結果、合材の安定性がどのように変化するかを室内実験により調べた。

II 試料および実験方法

本実験に使用した材料は次のとおりである。バインダーはストレートアスファルト（比重1.03, Pen 92, R&B 47°C, 伸度+150）を使用した。粗骨材は白老

川産の安山岩で5号, 6号, 7号碎石（比重2.72, 吸水量1.89, すりへり量22.4）, および赤泥を焼成した骨材（比重3.18, 吸水量7.89, すりへり量13.2）である。細骨材は白老川産スクリーニングスおよび川砂を用いた。フィラーは石灰石粉, フライアッシュセメントおよびコウサイの3種類を用いた。

以上の材料を使用して、アスファルト舗装要綱に定める密粒度アスファルトコンクリートの中央値を供試体の合成粒度とした。最大粒径は13mmである（Fig-1）。アスファルトと骨材との混合および締固め温度は、セイボルトフロール粘度試験²⁾（ASTM E 102-57）の結果、それぞれ169～172°C（セイボルトフロール粘度85±10秒）, 151～159°C（セイボルトフロール粘度140±15秒）により行なった。混合はミキサーを使用し最後は手練りによって均一になるようにした。締固め方法はマーシャル自動締固めランマーにより片面50回づつの両面100回の突固めを行ない、その後室温で12時間以上養生し、規定によりマーシャル試験を行なった（突固め装置はASTM D-1559で規定する木製の突固め台を有するものである）。荷重は5tonロードセルにより、フローは差動トランスにより検出、XYレコーダで記録した。凍結融解試験は低温室で凍結（約3時間）した後、外へ運び出し室温にしておいた水槽の中で融解（約2時間）を行なった。温度管理は表面温度計を供試体内部に埋めこみ行なった（Fig-2）。所定の凍結融解サイクル終了後、60°C水槽に30分養生した後マーシャル試験を行なっ

* 講師 土木工学科

た。凍結融解サイクル数は20, 40, 70回の3段階とした。

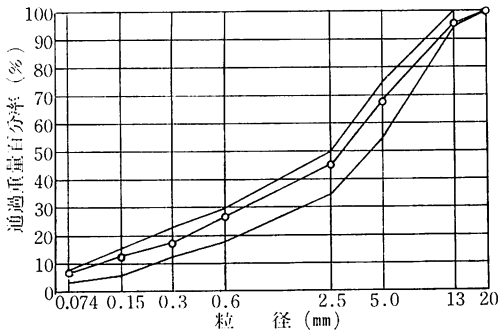


Fig 1. 密粒アスファルトコンクリート骨材合成粒度

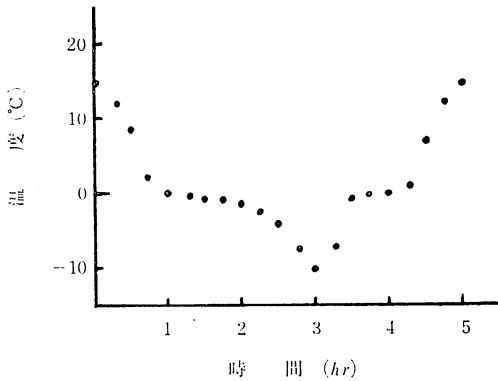


Fig 2. 供試体内部の温度と時間

III 実験結果および考察

3種類のフィラー（石灰石粉，フライアッシュセメント，コウサイ）を使用したアスファルト混合物のマーシャル試験結果と凍結融解サイクル数を図にまとめた (Fig-3)。

石灰石粉をフィラーとした供試体の安定度 (S_0)^{注1)} は、他のフィラー混合物の S_0 よりも大きな値を示し、凍結融解サイクル数Cが増大するにつれて安定度は低下する傾向にある。 S_{20} と S_{40} を比べると S_{40} が大きい。これはマーシャル試験の実験精度によるものと、供試体作製時の空ゲキ率が影響を及ぼしているものと考えられる。即ち、空ゲキ率が大きい程凍結融解作用を受け易く、早期に安定度が低下する傾向にある。これに反して、フライアッシュセメント、コウサイをフィラーとした合材は S_{20} を除いて安定度が増加する傾向にある。

注 1) 安定度を S 、フロー値を f で表わし添字数は凍結融解サイクル数を示す。例えば S_0 は標準マーシャル試験の安定度を S_{40} は40サイクル終了後のマーシャル試験の安定度を示す。

向にある。特に顕著なのはセメントである。 S_{20} は小さいが、 S_{40} 、 S_{70} は大きい値を示した。この関係を残留安定度=(凍結融解後の安定度)/(標準マーシャル安定度) $\times 100$ で表わした (Fig-4)。一般にアスファルト量4.5%の時小さな値を示すが、これは空ゲキ率が大きいため凍結融解作用をより受けたものと考えられる。以上述べてきたことから、空ゲキ率は凍結融解後の強度に大きな影響を及ぼすものと推定される。又齋

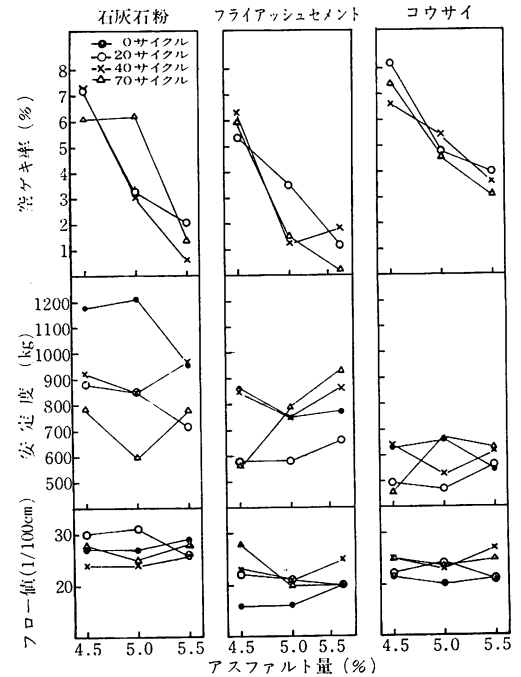


Fig 3. フィラー別供試体のマーシャル試験の結果

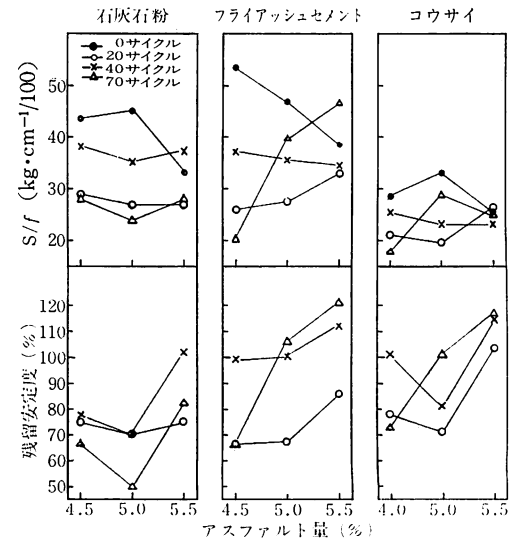


Fig 4. フィラー別供試体の S/f と残留安定度

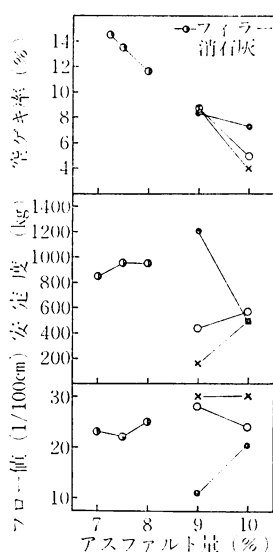


Fig 5. 赤泥骨材のマーシャル試験結果

藤、熊谷、岩崎は空ゲキ率が5%を越せば凍結融解の影響を受ける傾向があると報告しており、³⁾ 今後この点について研究をすすめる必要があると考える。以上、フィラー材料として一般工事に広く用いられている石灰石粉を用いた供試体と、セメント、コウサイを用いた供試体とは、残留安定度に大きな違いがみられた。一般にフィラーの役割は、粗細骨材の間ゲキを充填し、かつバインダーと一体となって働くものと考えられている。アスファルト混合物は、骨材どうしのかみあわせで交通荷重を支え、又その骨材どおしをバインダーで結合させている。従って、アスファルトモルタルとしてフィラーが合材の間ゲキをうずめるのであるから、その間ゲキの有する形状で凝結するならば一層かみあわせは大きな力となるであろう。このような点からフィラーの種類およびその機構に注目していきたい。また、残留安定度の増大が、舗装にいかなる効果を及ぼすかについては、ジュミレート試験によって明らかにしていく必要があると考える。

アスファルト舗装要綱では流動性に対して S/f 値が 20~50 ($\text{kg} \cdot \text{cm}^{-1}/100$) の範囲の中にあればよいとしている。一般にこの範囲で小さい値が望ましく、70 サイクルまでは S/f に関して問題はないようである。サイクル数 C がさらに増大すれば f は大きくなると考えられるので S/f の変化に注意する必要がある。

アルミニウム製造工程から排出される産業廃棄物である赤泥を焼成した骨材が、最近試験的に路盤材料として使用され、ある程度の効果が得られている。さらに高温で焼いてできる硬質の焼成物質である人工骨材

が表層用骨材として使用できるか否かについて舗装実験を行なった。作製した供試体は、全て赤泥を使用した。合材の粒度は最大粒径 13 mm、密粒度アスファルトコンクリートの中央値とした。結果の一部を図に示す (Fig-5)。マーシャル試験の結果、安定度はばらつきがでたが一般に大きな値を示すようである。空ゲキ率は大きく、アスファルト量も多く必要とし、フロー値は小さい値を示した。アスファルト量が 9%, 10% のものについて、凍結融解サイクルを 20, 40 回かけた結果 9% の安定度は著しく低下した。以上の結果より赤泥骨材の形状およびアスファルトとの附着性について別の角度から検討すべきであると考ええる。さらに赤泥特有の赤褐色の色を舗装に利用すべく実験を続けているので次回に詳しく述べる予定である。

IV ま と め

自然界の凍結融解作用がどの程度舗装を破壊するのかのデータはないようである。一方ハク離防止対策として、アスファルトの種類、骨材の質、附着性、空ゲキ率、フィラーの種類等の面から多くの研究がなされている。^{4) 5) 6)} このことは一般に耐水性に富んでいるアスファルト混合物といえども幾つかの条件が重なれば簡単にハク離が生ずることを意味している。このように合材内に静的、動的な要因によってハク離が生ずれば、その間ゲキに水が浸透し、寒冷地では、冬期必ず凍結と融解の連続作用により著しく舗装は破壊されるものと推定できる。

供試体の数も少なく又マーシャル試験値のバラツキもあり、これだけの試験でフィラーの効果、凍結融解の影響について今のところ断定することはできないが、次のような傾向をこの実験よりみい出すことができた。

- 1) アスファルト混合物が凍結融解の繰り返し作用をうけると一般に残留安定度は低下する。
- 2) フライアッシュセメント、コウサイをフィラーとして用いたアスファルト混合物の残留安定度は増大する傾向がある。
- 3) 空ゲキ率は残留安定度に影響を及ぼす。
- 4) 従って供試体作製時の空ゲキ率に充分注意を払う必要がある。
- 5) 赤泥の残留安定度は低い。

これらの傾向および諸性質をさらに詳しく述べるために実験は続行されている。なお本実験では都合上 70 サイクルを最大としたが、 $C=200$ を最大サイクルとして実験を続けている。

最後に本実験を進めるにあたり碎石を御提供下された白老 K. K. 丸虎山本組，赤泥を御提供下された日軽金苫小牧製造所の各位に心から感謝の意を表します。

又，本実験に協力された卒業生新妻弘章君に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱，昭和47年18版
- 2) 松野他3名：アスファルト舗装に関する試験，建設図書（1972）
- 3) 斎藤・熊谷・岩崎：アスファルト合材の凍結融解試験について，第10回日本道路会議論文集，338（1971）
- 4) 秋吉・谷本：アスファルト混合物のはく離とその防止対策 — 主として鹿児島，宮崎両試験舗装の観測結果 — ，土木技術資料 13-3，p. 18~24（1971）
- 5) 南雲・秋吉・谷本・高木：アスファルト混合物のはく離とその防止対策（その2），土木技術資料 15-10，p. 16~21（1973）
- 6) 南雲・谷本：アスファルト混合物のはく離の実態と対策，舗装 9-6，p. 3~9（1974）
（昭和50年12月1日受理）