

## 改質アスファルト混合物の熱応力性状

苫小牧工業高等専門学校 学生会員 ○福津 宇基  
 苫小牧工業高等専門学校 正会員 吉田 隆輝  
 苫小牧工業高等専門学校 正会員 近藤 崇  
 苫小牧工業高等専門学校 高橋 正一

## 1. 目的

道路延長に対して横断方向に生じるひび割れ（以下、横断方向のひび割れと称する）は、一般には寒冷地での温度差が原因で発生する。また、温暖地でも横断方向のひび割れの発生が報告されている<sup>1)</sup>。これは短時間で急激に舗装温度が低下することが発生の大きな要因の一つとして挙げられる。急激な温度低下は舗装内部に大きな熱応力を引き起こし、舗装内部で応力緩和が追従できなくなり、ひび割れが発生する。本研究では近年わだち掘れ対策として使用されている改質アスファルトⅡ型を用いた密粒度アスファルト混合物（以下、改質アスファルト混合物と称す）による熱応力試験を初期温度、温度勾配を変えて行ない、改質アスファルト混合物の熱応力性状について述べる。

## 2. 使用材料

実験に用いた瀝青材料は、改質アスファルトⅡ型（針入度 59，軟化点 60℃，密度 1.025g/cm<sup>3</sup>）である。骨材は、粗骨材に額平川産 6 号および 7 号砕石，細骨材に浜厚真粗砂，知津狩細砂，フィラーに浦河産石灰石粉，消石灰を使用した。なお粗骨材は水洗いし，気乾状態にした後，13.2，9.5，7.0，4.75，2.36mmの各単粒にふるい分け，細骨材は気乾状態にした後，2.36，1.18，0.6mmにふるい分け，共に絶乾状態で用いた。

## 3. 実験方法

アスファルト混合物の種類は，密粒度アスファルト混合物（13F）とし，アスファルト量は 6.4%である。改質アスファルト混合物の粒度曲線を図-1 に示す。供試体は，4.0×4.0cmの正方形断面で長さ 24cmの六面カットの棒状である。熱応力試験は，電気-油圧サーボ制御方式の動的載荷試験装置で変位制御モードにより行う<sup>2)</sup>。本研究における温度勾配は-10℃/h，-2℃/hの2種類，初期温度は+5℃，-5℃，-10℃の3種類とする。

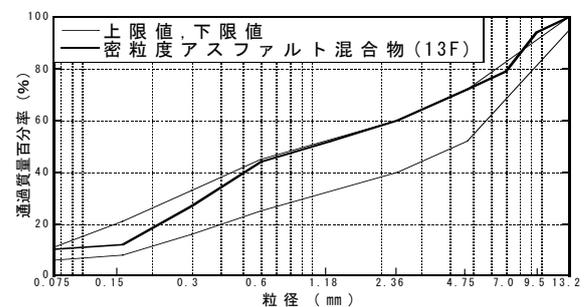


図-1 改質アスファルト混合物の粒度曲線

## 4. 実験結果および考察

初期温度+5℃，温度勾配-10℃/hの熱応力( $\sigma$ )と温度( $t$ )の関係を図-2に，初期温度+5℃，温度勾配-2℃/hのそれを図-3に示す。なお，破壊時の強度，温度はデータの平均値で示す。

温度勾配-10℃/hにおける熱応力は-1.5℃まで直線的に緩やかに上昇し，その後，-23.2℃まで急激に曲線を描いて上昇する。そして再び直線的に上昇し，-30.7℃で破壊する。破壊時の強度は 5.5MPa となった。温度勾配-2℃/h では，-0.5℃まで直線的に熱応力は緩やかに上昇し，その後，-24.3℃まで急激に曲線を描いて熱応力は上昇する。その後，再び直線的に上昇し，-34.2℃で破壊する。破壊時の強度は 5.2MPa となった。これらのことより，温度勾配-10℃/h から-2℃/h に変化させると，破壊時の強度は 0.3MPa 低下し，破壊時の温度は 3.5℃低温側にシフトした。

-10℃/h の熱応力-温度曲線において，低温側（-23℃以下）の  $\sigma$  と  $t$  の直線部の回帰式と相関係数( $r$ )を

キーワード 横断方向のひび割れ，改質アスファルト混合物，熱応力試験，熱応力，破壊時の温度  
 連絡先 〒059-1275 苫小牧市錦岡 443 国立苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL.0144-67-8057

求め、 $\sigma = -0.3448t - 5.181$ ,  $r = -0.99$  を得た。同様に  $-2^\circ\text{C/h}$  でも低温側 ( $-24^\circ\text{C}$ 以下) における回帰式は  $\sigma = -0.3186t - 5.774$  となり、相関係数  $r = -0.99$  を得た。このことより低温側の直線部分において、熱応力と温度の間に極めて高い相関関係を得ることができた。

温度勾配  $-2^\circ\text{C/h}$ , 初期温度  $+5^\circ\text{C}$ ,  $-5^\circ\text{C}$ ,  $-10^\circ\text{C}$  の3種類の熱応力-温度曲線を図-4に示す。初期温度  $+5^\circ\text{C}$  の破壊時の強度は  $5.2\text{MPa}$ , 破壊時の温度は  $-34.2^\circ\text{C}$ , 初期温度  $-5^\circ\text{C}$  の破壊時の強度は  $5.0\text{MPa}$ , 温度は  $-34.5^\circ\text{C}$ , 初期温度  $-10^\circ\text{C}$  では破壊時の強度は  $5.2\text{MPa}$ , 温度は  $-33.4^\circ\text{C}$  となった。温度勾配  $-2^\circ\text{C/h}$  において初期温度を  $+5^\circ\text{C}$ ,  $-5^\circ\text{C}$ ,  $-10^\circ\text{C}$  に変化させても破壊時の強度はほぼ同じ値を示し平均して  $5.1\text{MPa}$ , 破壊時の温度もほぼ同じ値を示し平均して  $-34.0^\circ\text{C}$  となった。これらのことより、 $-2^\circ\text{C/h}$  において初期温度  $+5\sim-10^\circ\text{C}$  の違いに関わらず、破壊時の強度、温度はほぼ同じ値を得ることができた。また、温度勾配  $-10^\circ\text{C/h}$  においても同様に初期温度を変化させた結果、破壊時の強度、温度はほぼ一致した。以上のことより、同一の温度勾配で、初期温度を  $+5$  から  $-5$ ,  $-10^\circ\text{C}$  に変化させても、破壊時の強度、温度はほぼ同じ値となることを明らかにできた。

ストレートアスファルトを用いた細粒度ギャップアスファルト混合物 (以下FG13Fと称す) を  $-10^\circ\text{C/h}$  の温度勾配で熱応力試験を行なった結果、破壊時の強度は  $4.4\text{MPa}$ , 破壊時の温度は  $-26^\circ\text{C}$  となった<sup>2)</sup>。同じ温度勾配における改質アスファルト混合物の破壊時の強度は平均して  $5.5\text{MPa}$ , 温度は  $-31^\circ\text{C}$  となり、改質アスファルト混合物はFG13Fより破壊時の強度は  $1\text{MPa}$  大きくなり、破壊時の温度は  $5^\circ\text{C}$  低温側にシフトした。

## 5. まとめ.

改質アスファルトII型を用いた密粒度アスファルト混合物 (13F) を用いて、温度勾配  $-10^\circ\text{C/h}$ ,  $-2^\circ\text{C/h}$ , 初期温度を  $+5^\circ\text{C}$ ,  $-5^\circ\text{C}$ ,  $-10^\circ\text{C}$  で熱応力試験を行った結果、以下のことを明らかにすることができた。

- 1) 初期温度を  $+5^\circ\text{C}$ ,  $-5^\circ\text{C}$ ,  $-10^\circ\text{C}$  に変化させても、供試体の破壊時の温度、強度はほぼ同一の値を示す。
- 2) 温度勾配を  $-10^\circ\text{C/h}$  から  $-2^\circ\text{C/h}$  に変化させると、破壊時の強度はやや低下し、破壊時の温度は低温側にシフトする。
- 3) 改質アスファルトII型を用いた密粒度アスファルト混合物はストレートアスファルトを用いた細粒度ギャップアスファルト混合物に比べ、破壊強度は大きくなり、破壊温度も低温側にシフトする。
- 4) 熱応力-温度曲線の低温側の直線部分で回帰式を求めた結果、熱応力と温度の間に強い相関関係を得た。

**参考文献** 1) 鶴窪廣洋, 鈴木勝, 俵積田仁志, 甲斐勲: 九州南部地区の舗装横断ひびわれ調査結果—九州自動車道栗野~溝辺鹿児島空港間—, 舗装, vol.40, NO.4, pp.13~20, 2005.

2) 福津・吉田・近藤・高橋: アスファルト混合物の熱応力性状, 土木学会第60回年次学術講演概要集第5部, pp.243~244, 2005.

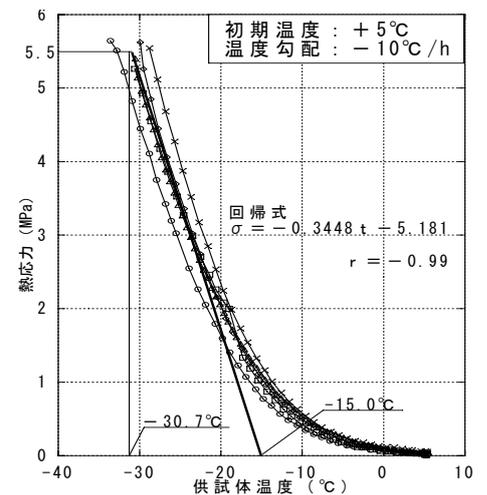


図-2 温度勾配  $-10^\circ\text{C/h}$ , 初期温度  $+5^\circ\text{C}$  熱応力-温度曲線

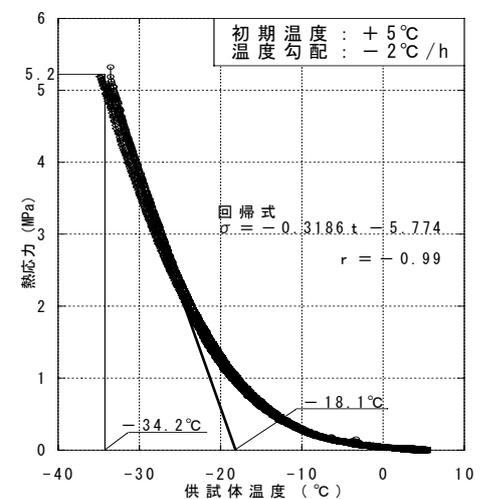


図-3 温度勾配  $-2^\circ\text{C/h}$ , 初期温度  $+5^\circ\text{C}$  熱応力-温度曲線

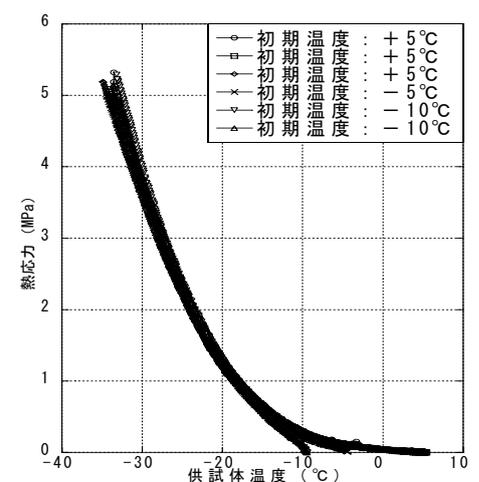


図-4 温度勾配  $-2^\circ\text{C/h}$ , 初期温度  $+5^\circ\text{C}$ ,  $-5^\circ\text{C}$ ,  $-10^\circ\text{C}$  熱応力-温度曲線