

V—29 アスファルト混合物の温度応力破壊に関する研究

北大工学部 正員 ○森吉 昭博

藤原 正浩

張 肖寧

1. まえがき

寒冷地におけるアスファルト舗装の横断亀裂現象の解明は現在アスファルト舗装に関する最も重要な課題の一つであると考えられている。¹⁾²⁾³⁾⁴⁾ しかしアスファルト混合物の温度応力試験を実施した例は未だ少なく、実施された試験についても問題点が多い。⁵⁾⁶⁾ この試験においては治具や荷重計の変形や熱収縮を最小におさえ、アスファルト混合物だけの収縮による温度応力試験の実施が望ましいが、未だ満足すべき試験法が開発されていない。本研究では特に治具の形状をいろいろと変化させて検討した結果、薄い板状金属で供試体の端部を包み込む袋状治具を考案し、この治具を使用したときの実験結果について報告する。種々の実験の結果、アスファルト混合物の熱応力の値はほぼ温度のみで決定される傾向にあることが明らかにされた。

2. 実験手法

温度応力試験は供試体寸法 2.5 × 2.5 × 26 cm の密粒度アスファルトコンクリート（バインダー量 5.8%）について両端拘束し、周囲温度を一定温度勾配で変化させたときに供試体内部に発生する荷重を測定する。このとき初期温度、温度勾配、上限温度、下限温度を変化させてアスファルト混合物の熱応力特性について検討した。

3. 実験材料及び解析法

実験に使用したアスファルト混合物の配合は表-1に示す。使用したアスファルトの主な性状は、針入度 90、軟化点温度 47.5℃、針入度指数 -0.4 である。温度応力試験から得られた応力と温度との曲線は図-1に示す。ここで×印は破壊点、○印は応力緩和が期待できる領域から応力緩和のほとんど期待できないと思われる領域に移行する点（ここでは転移点と称する）を示す。また直線部を外挿して温度軸と交叉した点を切片温度と呼ぶ。

表-1 配合表

ふるい目の開き (mm)	密粒アスコン (%)
13	100.0
10	88.4
5	67.0
2.5	48.5
1.2	34.4
0.6	28.5
0.3	17.7
0.15	8.9
0.075	7.2
アスファルト量 (%)	5.8

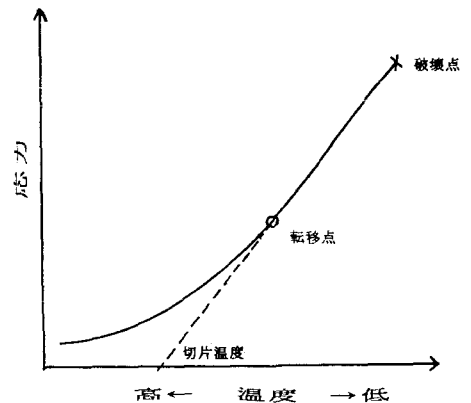


図-1 応力～温度曲線の概念図

4. 実験結果及び考察

図-2は初期温度 +10℃、温度勾配 -30℃/h の条件のもとで 10 本の供試体について得られた応力と温度との関係を示す。表-2はこのときに得られた切片温度、転移点温度等の値を示したものである。

図-3は初期温度+10℃で、温度勾配を

-30℃/hから-1℃/hまで4種類変化させたときの応力と温度との関係

を示す。ここでは転移点温度が温度勾配に依存し、温度勾配が小さくなるに伴い低温側へと移行する。このときの転移点の応力には有意差がないように思われる。このときの転移点より低温側の応力と温度との関係は温度勾配に関係なくほぼ直線で、温度勾配が小さくなるに伴いその曲線は温度勾配が一桁変化すると4~5℃、低温側に移動する。破壊温度の差は明瞭ではないが、破壊強度ではほぼ似たような値となる。

表-2 一定温度勾配下における混合物の性状

切片温度	$-8.8 \pm 2.1^{\circ}\text{C}$
転移点温度	$-18.4 \pm 2.6^{\circ}\text{C}$
転移点応力	$18.0 \pm 2.8 \text{ kg/cm}^2$
破壊温度	$-28.9 \pm 2.6^{\circ}\text{C}$
破壊強度	$37.3 \pm 6.6 \text{ kg/cm}^2$

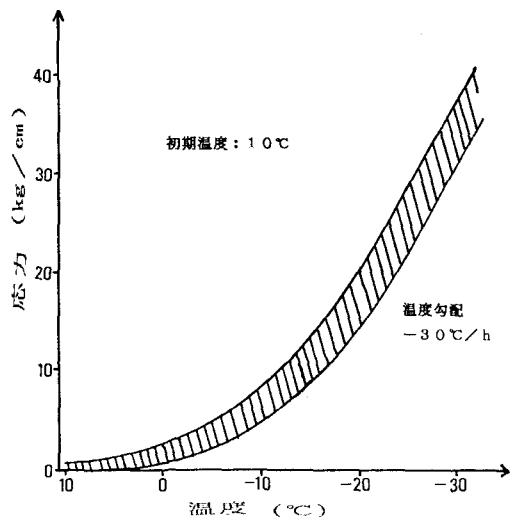


図-2 熱応力試験における応力と温度との関係のパラッキ

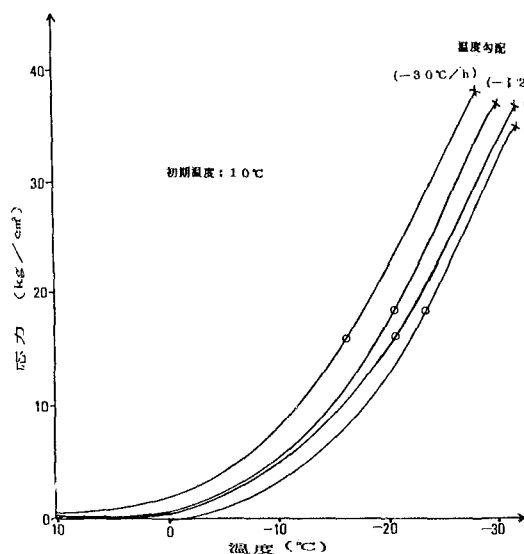


図-3 温度勾配が応力と温度との関係に及ぼす影響

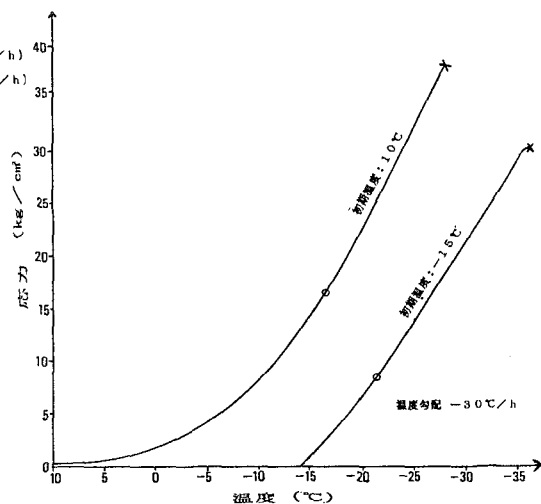
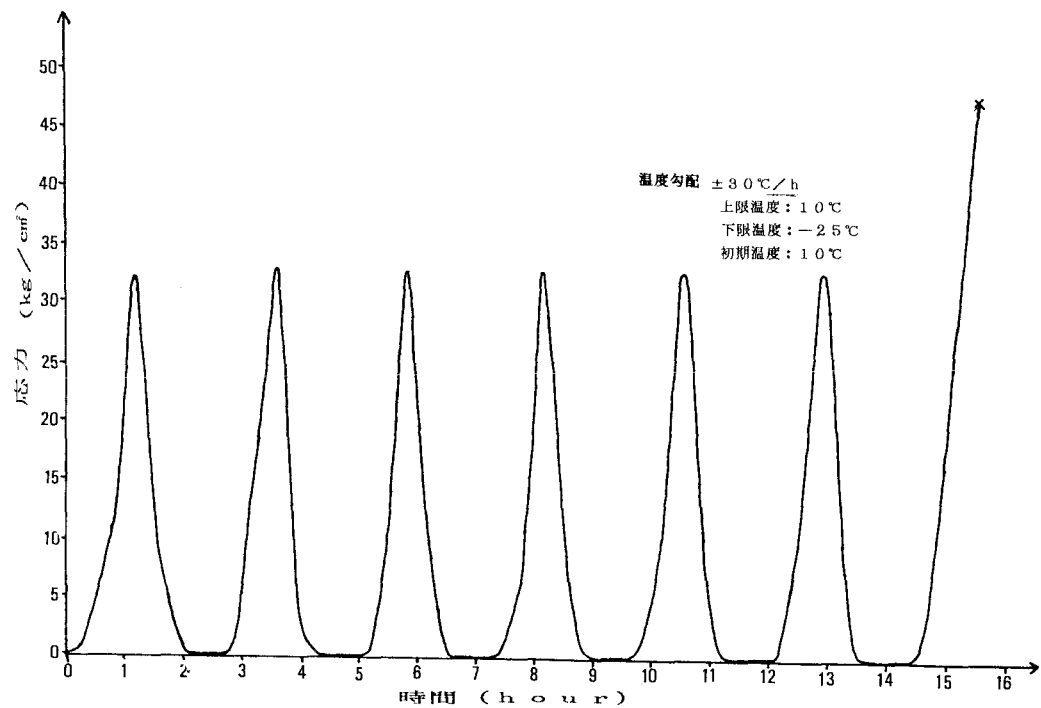


図-4 初期温度が応力と温度との関係に及ぼす影響

図-4は初期温度が+10℃と-15℃のときの応力と温度との関係を示す。初期温度が低くなるに伴い応力と温度との関係は低温側へと移行する。このため初期温度が低いものほど破壊温度は低くなるが、このときの転移点温度及び破壊強度については未だ明確ではない。しかし、この図からいったんアスファルト舗装に横断亀裂現象が発生すると、その近くの舗装体はかなり低い温度に達しないと破壊しないことを意味していると思われる。

図一五は初期温度+10℃、上限温度+10℃、下限温度-25℃とし、温度勾配±30℃/hの条件で6回の繰り返し温度変化をさせたときの応力と時間との関係を示す。このときの各繰り返し回数の転移温度及びその温度における応力は表一三に示す。表一三と図一五からこの条件においてはアスファルト混合物に繰り返し温度変化を与えた場合でも、転移温度及び下限温度での応力等は繰り返し回数に関係なくほぼ一定であり、温度だけの関数のように思われる。このときの破壊強度は47.5kg/cm²、破壊温度は-32.7℃となり、いずれも表一二の結果とは若干異なるように思われる。



図一五 繰り返し温度変化時の応力と時間との関係

5. 結論

- 以上より得られた結論を要約すると以下の通りである。
- (1)アスファルト混合物の応力温度曲線は温度勾配が小さくなるに伴い、曲線はほぼ同じ形で低温側へと移動する。
 - (2)初期温度が低くなると応力温度曲線は低温側へと移動する。
 - (3)本実験条件では繰り返し温度変化時における応力は温度のみに依存しているように思われる。

表一三 繰り返し温度変化時の転移点の性状

回数 (回)	転移温度 (℃)	応力 (kg/cm ²)
1	-19.0	21.6
2	-19.0	22.4
3	-19.0	21.8
4	-20.0	23.7
5	-19.0	21.6
6	-20.0	23.7
7	-20.0	22.4

本研究では一定温度勾配下におけるアスファルトの温度応力破壊現象について主に述べたが、現在、温度疲労現象についても検討中である。本研究の遂行にあたっては高橋将、佐藤肇両氏の協力を得た。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) L.F.Rader; Investigation of the Physical Properties of Asphaltic Mixtures at Low Temperatures
Proc.ASTM,35, part II (1935)pp559 ~580
- 2) Canadian Good Roads Association Ad Hoc Committee on Low Temperature Behavior of Flexible Pavements, Low Temperature Pavement Cracking in Canada the Problem and its Treatment, Convention Proc.Canadian Good Roads Association (1970)pp69 ~96
- 3) C.L.Monismith, et al; Symposium Non-Traffic Load Associated Cracking of Asphalt Pavement, Proc.AAPT,VOL35, pp239~357 (1966)
- 4) F.D.Young, I.Deme, R.A.Burgess and O.Kopvillem; Ste.Anne Test Road Construction Summary and Performance After Two Years Service, Proc. of 14th Annual Conference of C.T.A.A.(1969)
pp50~109
- 5) 重松和男, 榎原健, 内藤匠; アスファルトフェーシング工法の開発研究(その4) フィルダム表面アスファルト遮水壁の温度応力について, 鹿島建設技術研究所年報, 第21号, pp27~42
- 6) C.L.Monismith, G.A.Secor, and K.E.Secor; Temperature induced Stresses and Deformations in Asphalt Concrete, PAAPT,VOL35, pp239~357 (1966)
- 7) 森吉昭博, 菅原照雄; アスファルト混合物の破壊に関する研究(第5報) ——主として一定温度勾配の熱応力試験の力学性状について—— 第34回土木学会年次学術講演会講演概要集, 第5部, pp267~268
- 8) R.C.G.Haas; A Method for Designing Asphalt Pavements to Minimize Low-Temperature Shrinkage Cracking, The Asphalt Institute Research Report 73-1 (RR-73-1) Jan.(1973), pp69~96