

北海道大学 工学部 正員 森吉昭博

北海道大学 工学部 正員 菅原照雄

1. まえがき

アスファルト混合物が温度変化のみで破壊する現象はすでに報告した。本研究はいままでの実験において主として破壊時の性状について検討していたのに対し、破壊に至るまでの挙動について負の温度勾配(降下速度)を変化させた実験結果について報告する。温度勾配は温度応力試験において極めて重要な因子であり、力学試験におけるひずみ速度に相当すると考えられる。北海道のような寒冷地においては外気温のこの値が -5°C に達することがしばしばあると報告されている。又温度応力試験の結果を応力とひずみの関係で表わすと図-1に示す如く2つの領域に分けられ、各々の性状が著しく異なることも筆者らにより指摘されている。本報告はこれらのことをふまえ、2つの領域の性状の差やその性質について検討したものである。この結果、温度勾配が変化しても応力・温度曲線の形や位置はほぼ同一であること、又図-1に示す弾性・脆性領域の性状には一定のきまりらしきものが存在することが明らかにした。

2. 実験装置および使用材料

本実験に用いた実験装置はすでに報告したものと同一である。

実験条件 : 初期温度 10°C

温度勾配 $-6, -12, -18, -24, -30 (^{\circ}\text{C}/\text{h})$

供試体寸法 $2.5 \times 2.5 \times 26 (\text{cm})$

使用材料 : 密度アスファルトコンクリート(5.8%)

使用バインダー : Pen 87, $T_{\text{Roh}} 47.8^{\circ}\text{C}$

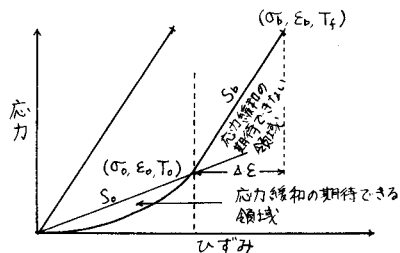


図-1 応力・温度曲線の概念図

3. 実験結果および考察

図-1は温度応力試験における概念図を示す。ここで応力・ひずみ曲線の曲線部は応力緩和が期待でき、一方直線部では応力緩和が期待できない領域と思われる。このため直線部の始点を応力緩和限界と定義し、この時の応力、ひずみ、温度およびスティフネスを $\sigma_0, \epsilon_0, T_0, S_0$ とする。この点よりさらに低温になると応力はほぼひずみに比例しはからある点で破壊する。この時の強度、ひずみおよび温度を $\sigma_e, \epsilon_e, T_e$ とし、 T_0 から T_e までのひずみを $\Delta\epsilon$ とし、この直線部の勾配を S_0 とする。

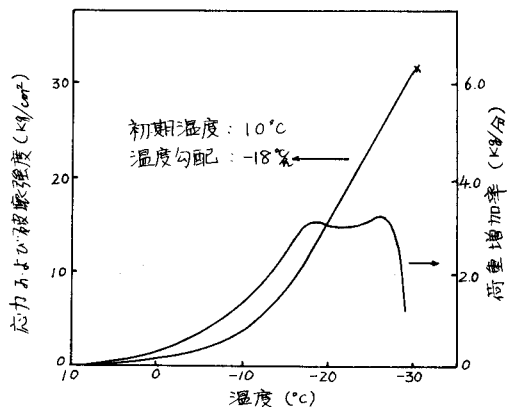


図-2 応力と温度および荷重増加率と温度との関係

図-2は温度勾配が $-18^{\circ}\text{C}/\text{h}$ のときの荷重増加率と温度との関係を示す。これよりアスファルト混合物は T_0 付近の温度を境にして荷重増加率が急に大きくなり、その後一定値となり破壊点付近で若干荷重増加率が低下してから破壊に至る。このことは T_0 付近および破壊点付近で混合物の性状が変化したことを示している。すなわち、前者の場合は温度が応力緩和の限界に達したためである。又応力・温度曲線の直線部では混合物の若干の応力緩和と一定の速度で生ずる微細なクラックの進行により、見掛け変形係数が低下するようになると考えられる。温度応力によりアスファルト混合物が破壊するときの強度は $20 \sim 30 \text{ kg}/\text{cm}^2$ と過去の引張試験の引張強度のほぼ半分程度と著しく小さいが、この原因はこのようにも原因があると思われる。

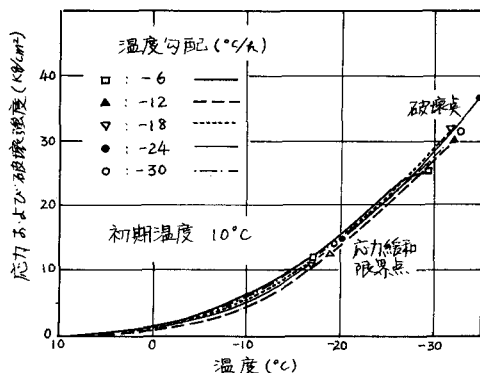


図-3 応力と温度との関係。

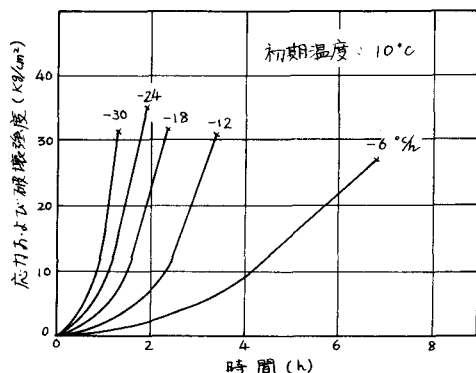


図-4 応力と時間との関係。

表-1 温度勾配が変化したときのアスファルト混合物の破壊に至るまでの挙動

温度勾配 %	応力緩和の期待できる領域の性状 (バインダーの応力緩和が期待できる領域)					応力緩和の期待できない領域の性状 (バインダーの応力緩和が期待できない領域)				
	ϵ_0 ($\times 10^{-4}$)	σ_0 (kg/cm^2)	T_0 ($^{\circ}\text{C}$)	T_0 までの 時間 (h)	S_0 ($\times 10^4 \text{ kg/cm}^2$)	ϵ_f ($\times 10^{-4}$)	σ_f (kg/cm^2)	T_f ($^{\circ}\text{C}$)	$\Delta \epsilon$ ($\times 10^{-4}$)	S_b ($\times 10^4 \text{ kg/cm}^2$)
-6	5.4	11.4	-17.0	4.46	2.1	8.0	27.6	-30.2	2.7	8.3
-12	5.8	12.8	-18.8	2.4	2.2	8.2	31.6	-31.0	2.5	8.0
-18	5.4	11.2	-17.0	1.5	2.1	8.2	32.7	-31.0	2.8	7.6
-24	6.0	15.3	-20.0	1.25	2.6	8.8	35.9	-34.0	2.8	7.8
-30	5.9	14.4	-19.3	0.98	2.5	8.5	31.8	-32.5	2.7	8.1

図-3 および図-4は温度勾配を変化させたときの応力と温度および応力と時間との関係を示す。これらの図より温度勾配が変化しても応力・温度曲線はほぼ同一の曲線となる。又表-1にみられる如く、 T_0 の温度、 σ_0 の大きさもほぼ同一であり、このため S_0 は $(2 \sim 3) \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ のほぼ一定値となる。しかし、時間を考慮すると図-4のように温度勾配が異なるため載荷時間が著しく異なり、温度勾配の大きいものは短時間でアスファルト混合物は破壊に至る。

弾性的領域の性状は表-1に示す。これより $\Delta \epsilon$ および S_b がほぼ一定値であるため、アスファルト混合物全体のひずみ ϵ_0 は応力緩和の期待できる温度幅に依存すること、すなわちバインダーの応力緩和に依存することが明らかになった。

4. 結論

以上で得られた結論を要約すると以下のとおりである。

- 1) 温度勾配が変化しても応力・温度曲線はほぼ同一であり、 T_0 におけるステイフネスもほぼ一定値である。
- 2) 応力緩和の限界を示す T_0 は温度勾配に依存しないように思われる。
- 3) 応力緩和が期待できない領域のひずみ $\Delta \epsilon$ はほぼ一定であるため、混合物全体のひずみ ϵ_0 は最終的には応力緩和の期待できる温度幅に依存する。

以上述べた如く温度勾配を変化させたときの混合物の性状は極めて明快に整理できたが、今後これを基に種々の試験条件における結果についても同様の整理を行い、 T_0 を示す温度が力学試験といかに対応しているかについて十分検討する必要がある。

参考文献

- 1) 森吉, 菅原: 第35回土木学会年次学術講演会講演概要集, オ5部, 1981