



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	低温領域におけるアスファルトの亀裂試験法
Author(s)	森吉, 昭博; 高橋, 将; 張, 肖寧
Citation	石油学会誌, 30(4), 273-276
Issue Date	1987-07-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40021
Type	journal article
File Information	moriyoshi_JJPI30_273.pdf



低温領域におけるアスファルトの亀裂試験法

森吉 昭博*, 高橋 将, 張 肖寧

北海道大学工学部, 060 札幌市北区北13条西8丁目

(昭和 61 年 11 月 17 日受理)

本論文は熱応力によりアスファルトが低温で破壊する現象を再現する試験法を新たに提案し, 9 種のストレートアスファルトについてこの実験を行った結果について述べている。新しく提案した方法とは直径 14 cm, 深さ 1 cm のステンレス製容器にアスファルトを (3 mm 厚さ) 取り, これをいきなり低温の水槽内に浸し, アスファルトに亀裂が発生するかどうかを確認する。この方法によると薄膜加熱試験前後のアスファルトでも破壊温度のバラツキがフラース脆化点試験よりも少ないこと, またこの温度が軟化点や針入度指数とも密接な関係にあることが明らかになった。

1. 緒 言

最近アスファルトの試験に関して, 日本および外国において見直しが行われつつある。¹⁾ この見直しの目的にはこの試験の簡素化, 精度の向上, 新しい試験法の開発等が含まれていると思われる。一般に土木材料としてのアスファルトはセメントと比較してその規格がすべての性質を網羅しているとはいえないといわれ, 同じ規格試験に合格したアスファルトでもアスファルト舗装を施工する際, その施工性や仕上りが著しく異なる場合があると現場技術者から指摘されている。またアスファルトの製造法や原産地の変化およびアスファルトに加えた種々の添加剤等によりアスファルトの品質が多岐にわたるに伴い, その品質規格試験の妥当性も問題になりつつある。²⁾ 一方アスファルト舗装も道路から遮水壁, テニスコート等種々の使用例があるため, これらの使用例に見合ったアスファルトの品質管理試験が望まれている。特に最近ではアスファルトの低温領域における熱応力破壊の試験法の開発が望まれている。著者はアスファルトの熱応力破壊の試験法の開発を 10 年来行ってきたが, 一応の成果が得られたのでここに報告する。

2. 試験法開発の経緯

アスファルト舗装の低温地域における横断亀裂現象の解明は当該地区の研究者の約 50 年にわたるテーマである。³⁾ この現象は外気温が零下 20°C 以下の地方でよく生じるように思われる。過去の研究はこのような低温領域におけるアスファルトの性質も常温以上の領域で行った針入度試験や軟化点試験の結果より推定可能とする考え方に大部分従っている。⁴⁾ これらの方法はアスファルトの性質が粘弾性学的な原理にもとづき, 外挿が可能であるという考え方に基づいていると考えられる。しかし著者は低温領域におけるアスファルトの性質はあくまで低温領域で測定するのが好ましく, このような常温以上の試験から低温性状を推定することは若干無理があると考え, 低温における直接測定法の開発を試みた。

低温領域におけるアスファルトの試験法はフラース脆化点試

験や曲げ等の力学試験があるが, これらはいずれも個人差が大きいとか, 特別な装置が必要とする等の理由で, 簡単にアスファルトの低温脆性を測定する方法とは言えない。⁵⁾

著者が開発した方法はアスファルトを直径 14 cm のステンレス製容器 2 個に厚さ約 3 mm 取り, この容器を交互に低温の水槽内に浸して, アスファルトが熱応力により破壊するかどうかを目で判定し, 破壊しない場合, 次々と水槽の温度を下げてアスファルトが破壊するまで進め, 破壊温度を求めるという簡単なものである。この方法は低温におけるアスファルトの熱応力による破壊温度を直接測定するために, 今までの針入度試験や軟化点試験のような力学試験とは異なること, 装置が簡単で再現性がよく, 個人差が少ないことなど興味ある結果が得られた。

3. 使用機器および使用アスファルト

本研究で使用した主な機器は以下の通りである。

- 恒温水槽 (西独 Haake 製 N-3T)
-50~200°C 設定精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
媒体: メタノール
水槽容量: 24 l 水槽開口部: 22×27 cm
- デジタル指示調節計 (チノー製 DJ-12)
-50~70°C 設定精度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
- デジタル温度計 (チノー製 DT-22)
測温抵抗体方式 -50~200°C ($\pm 0.01^{\circ}\text{C}$)
- デジタルプログラム設定器 (チノー製 DP-3)
最大 99 ステップ, パターン最大 19 種, 分解能 0.1°C

また本研究で使用したストレートアスファルトの主な性状は Table 1 に示す。

4. 提案した新試験法†

(1) 特 徴

この試験に必要なアスファルト量は 100 g と比較的少量であること, 装置が簡単で取り扱いも容易で個人差が少ないこと, また低温領域の熱応力破壊の試験法としては未だ開発の前例が

* 連絡先

† 森吉脆化点試験

Table 1 Properties of Asphalts

No.	Before TFOT				After TFOT			
	Pen (25°C 100 g 5 sec)	T R&B (°C)	P. I.	Moriyoshi Breaking Point (°C)	Pen (25°C 100 g 5 sec)	T R&B (°C)	P. I.	Moriyoshi Breaking Point (°C)
1	34	54.0	-1.1	-10				-9
2	44	60.5	0.8	-23	34	67.0	1.4	-22
3	56	52.5	-0.5	-17	32	57.8	-0.4	-15
4	60	50.6	-0.6	-20	46	55.9	0.0	-20
5	69	50.5	-0.2	-21	40	57.8	0.1	-20
6	90	47.5	-0.4	-24	60	51.9	-0.3	-20
7	98	44.0	-1.2	-19	69	52.0	0.1	-17
8	108	44.5	-0.7	-24	70	49.8	-0.4	-23
9	235	37.5	-0.4	-29	162	43.8	0.6	-31

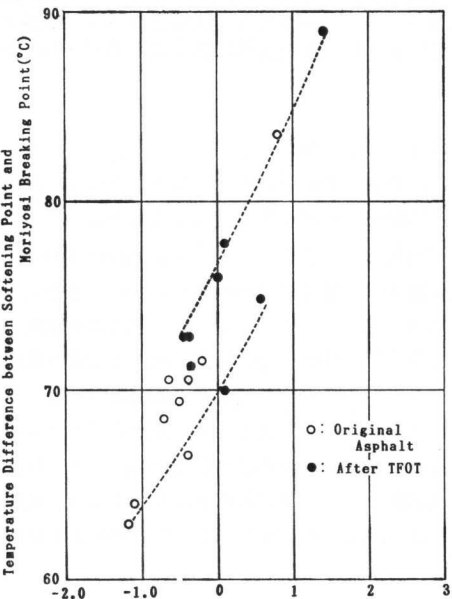


Fig. 1 Relation between Temperature Difference between Softening Point and Moriyoshi Breaking Point and Penetration Index

ないこと、他の種々の材料への応用が期待されること等が本試験の特徴と考えられる。

(ロ) 試験条件

アスファルトを直径 14 cm、深さ 1 cm、厚み 0.1 cm のステンレス製容器 2 個におおの 3 mm 厚となる量だけ取り、このアスファルトを約 130°C まで加熱し、十分アスファルトをかくはんしたのち、常温まで自然冷却させる。2 個の試料を 45°C の恒温室に約 10 分間以上投入し、一定温度になっている低温の恒温水槽（媒体はメタノール）に 1 つの試料を 1 分間浸して取り出し、アスファルトに亀裂が生じているかどうかを目で判断する。アスファルトに亀裂が発生していないときはこの試料を 45°C の恒温室に 10 分間以上保管する。次にさらに 1°C 低い温度で別の試料を用い、順次交互に同様の操作を繰り返す。1 つの試料に亀裂が入ると、その試料の亀裂形状を観察し、別の試料のみを用いてこの亀裂が生じた温度よりさらに 1°C 低い温度で同じ操作を繰り返し、この時亀裂が入った場合実験は終了とし、亀裂が入らない場合はさらに低温で同様の作業を繰り返す。そして最初に亀裂が入った試料の温度を破壊温

度とする。この 2 つの試料の破壊温度差が 2°C 以上あるときは実験をやりなおす。

(ハ) アスファルトの破壊条件とその形態および精度

試料を破壊温度より低い温度の水槽に浸すと 20~40 秒後にかすかな音が試料より聞え、すぐ取り出すと試料に亀裂が発生していることが確認された。ボアスコープで観察しても瞬間的にアスファルトが破壊するのではなく、この程度の時間で亀裂が発生することが確認されている。亀裂の形態はいろいろあるが、破壊温度付近ではステンレス製容器の端で三日月状に亀裂が発生するもの、または半月状に亀裂が発生するものが多い (Fig. 2)。しかし、破壊温度でいきなり網の目状に亀裂が発生するアスファルトもある。また亀裂の幅は一般に肉眼で簡単にすぐ判読できる程度であるが、アスファルトの中にはライトをかざしてそのアスファルトの表面の亀裂を調べた方が良い場合もある。破壊温度を過ぎると一般に亀裂の数は急激に増す傾向にある (Fig. 3)。

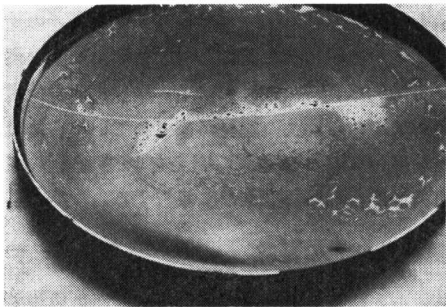


Fig. 2 Failed Specimen No. 5 (-21°C)

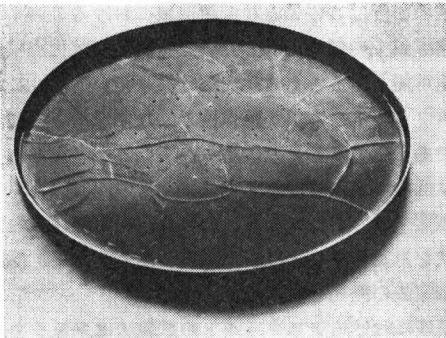


Fig. 3 Failed Specimen of No. 5 (-25°C)

9種類のアスファルトの薄膜加熱試験前後（薄膜加熱試験はASTM D1754 に準じた）のアスファルトの新試験法による結果では薄膜加熱試験前のすべてのアスファルトで2つの試料の破壊温度差は1°Cであり、薄膜加熱試験後のそれは8種類のアスファルトで1°Cで、残り1種類のものが2°Cであった。また試料番号6のアスファルトについて10個の試料でこれと同様の試験を行ったところ破壊温度は-24°Cが5個、-25°Cが5個であった。一方フラス脆化点試験を同じ試料で9個実施した結果、-13°Cが1個、-14°Cが7個、-15°Cが1個となった。これよりこの試験は低温脆化判定法としては極めて精度の良い方法といえよう。

(二) 実験条件設定のための予備検討結果

温度こう配；

実験は低温水槽とデジタルプログラム設定器を用いて試料を水槽内に浸した状態で温度こう配-30°C/hで初期温度-10°Cから開始し、試料は水槽の温度が1°C変化するごとにアスファルトの亀裂の有無の確認をする時だけ取り出す。アスファルトに亀裂が発生するまでこの作業を続けた結果ストレートアスファルト80/100（試料番号6）は破壊温度が-27°Cとなり、同一のアスファルトで一定温度の水槽内に浸す実験では-24°Cと両者では破壊温度が異なった。また前者では亀裂幅が後者より狭く、亀裂の数も少なく、かつ網の目状亀裂には進展しなかった。

容器の形状；

ステンレス製の容器、内径10 cm、厚み1.3 mm、深さ1 cmと内径5 cm、厚み1 mm、深さ1 cmにおおのストレートアスファルト80/100（試料番号6）が3 mm厚となる量を入れ、一定温度の低温水槽内に浸す実験を行った結果、両試験とも破壊温度が-26°Cと同一となった。破壊の形状は前者は三日月状の亀裂が一本なのに対して後者では大きな三日月状の亀裂が2~3本入った。後者の亀裂はそれより低温でも網の目状亀裂に至らなかった。一方内径14 cm、厚み1 mm、深さ1 cmの容器では-24°Cでアスファルトの試料を2分するような亀裂が発生し、-25°Cではこれがさらに網の目状亀裂に進展した。

5. 他の試験法との関係

軟化点試験および針入度試験を9種のストレートアスファルトについて実施した結果、Table 1 に示す結果が得られた。いずれのアスファルトも薄膜加熱試験を実施すると元のアスファルトと比較して新試験法による破壊温度はいずれも0~2°C高くなる傾向にある。

Table 1 の結果を針入度指数との関係で整理すると Fig. 1 が得られた。これより軟化点と新試験法による破壊温度との差は針入度指数との密接な関係にあることは明らかである。

6. 結 語

以上述べたことを要約すると以下の通りである。

(1) 提案した新試験法はアスファルトの熱応力破壊の一つの基準試験となる可能性がある。

(2) この試験はバラツキが少なく、かつ装置が簡単である。

(3) この試験は他の軟化点試験や針入度試験の結果と密接な関係にある。

この試験法の実験条件についてはさらに詳細に検討する必要があると思われるが、以上の結果を考えるとこの試験法はフラス脆化点試験よりも精度が良いこと、また現場の品質管理用の試験としても簡便なため用いられる可能性があること、また他の材料に対してもこの試験の応用が期待される。現在他の試験法との関連についても検討中であるのでいずれ発表する予定である。

References

1) Hosoukenkyukai, Douro (道路), 7(1986).
2) Sugawara, T., Sekiyu Gakkaishi, 11, 9 (1968).
3) Rader, L. F., Proc. of Asphalt Paving Technologists, 6, (1935).
4) Canadian Good Roads Association, Ad Hoc Committee on Low Temperature Behavior of Flexible Pavements, Proc. of Canadian Good Roads Association (1970).
5) Kren, K. K., Sekiyu Gakkaishi, 2, (1959).

Summary**Test Method for Asphalt Cracking at Low Temperature**

Akihiro MORIYOSHI, Masaru TAKAHASHI, and Zhang Xiao Ning

Faculty of Engineering, Hokkaido University, Nishi 8, Kita 13, Kita-ku, Sapporo 060

This paper describes a new method measuring fracture temperatures of asphalts due to thermal stress at low temperatures (Moriyoshi Breaking Point Test) and reports test results on 9 kinds of straight asphalts.

The test method follows;

Asphalt, 50 g (3 mm thickness), each, is put in each of the two vessels (14 cm diameter, 1 cm depth) made of stainless steel, and, are heated to about 130°C, stirred with a spatula, then cooled to 45°C.

One of the two vessels is immersed in a low temperature bath for one minute, and, the surface of asphalt is checked for cracks caused by thermal stress. In case a crack is

found, its temperature is lowered and the procedure is repeated until the other specimen fails. The variance of the two breaking point temperatures should be less than 3°C. In case the variance is found to be equal to or greater than 3°C, the procedure is repeated until the objective is attained. This test was conducted for various variables, type of vessel, temperature gradient, thickness of asphalt. It is concluded that results of this test closely relate with the results of mechanical tests (Penetration Test, Softening Point Test). Further, results seem to be highly precise and scattering is far less than that obtained with Fraass Breaking Point Test.

.....

Keywords

Asphalt, Fracture, Penetration, Softening point, Thermal stress