

V-11 アスファルトのマイクロダクテリティー試験について

北海道大学工学部	正員	○武市 靖
北海道開発局土木試験所	正員	久保 宏
北海道大学工学部	正員	菅原照雄

1. まえがき

積雪寒冷地域において、温度応力によるアスファルト舗装のクラック破壊が以前から問題となっていたが、最近北海道大学、北海道開発局土木試験所⁽¹⁾が中心となって、調査研究が進められている。この温度応力によるクラックは低温クラックとも呼ばれ、その発生メカニズムは冬期温度条件、交通量、使用アスファルト及びアスファルト混合物のタイプ、枚令、路床・路盤材料の影響等が相互にからみあつて非常に複雑である。しかし、室内実験において、これらの要因すべてをとりあげて総合的に検討するのは容易なことではないので、それにとって代わる方法の一つとして、現地との照合を行いながら各要因ごとに室内実験を行う方法が考えられる。

そこで本研究はまず、技術的にコントロールが容易な要因である使用アスファルトに着目し、伸度試験の超小型版であるマイクロダクテリティー試験⁽²⁾によって、低温クラックの発生メカニズムの糸口をさぐろうとするものである。積雪寒冷地域で要求されるアスファルト性状は、針入度、粘度、感温性等の観点から述べられることが多く、伸度についてはあまり触れられず、実際面でも伸度試験そのものが注目されなくなっているのが現状である。

確かに、伸度はアスファルトの粘合力、伸びやすさ、骨材に対する付着の良悪等の大まかな目安を示す程度で、説得力に乏しく、しかも伸度試験そのものは単なる規格試験であるにもかかわらず、実際には結構めんどうである。これらの伸度試験に関する不利な面を解消するには、伸度の大小と現地との関連性をつかむこと、試験操作を簡便にすると同時に現地採取試料の使用を考慮して、少量の試料でできるだけ多くの実験が可能であること等の要件を満足させる必要がある。マイクロダクテリティー試験はこのような観点からとりあげられたのであるが、特に現地との照合が重要な低温クラック発生に関する研究において、要因の一つである使用アスファルトの性状把握に対しては、実用的な試験になり得ると考えられる。

このマイクロダクテリティー試験は、1965年にHveemが中心になりカリフォルニア州で提案された舗装用アスファルトの仕様⁽²⁾(以下は仕様という)に盛り込まれたもので、本研究では未使用アスファルト及び回収アスファルトについて実験を試みた。しかし、比較検討すべき実験事例及び文献等が皆無に等しく、基礎実験段階でのデータ数も十分とは言えないので、今後この試験に検討を加えていくという観点から実験結果を報告するものである。

2. 実験概要

2-1 実験概要

本研究に使用された実験装置は、写真-1、2及び3にみられるように、カリフォルニア州道路局より入手した設計図面に基づいて国内で製作されたものである。伸度試験機は毎分5mmの一定速度で試料を引き伸ばす装置で、試料を詰める付属治具として、凹・凸モールド及び凹・凸モールド用ステが試験機に設置される。恒温水槽は水温25±0.5℃に制御可能なもの、ホットプレートはモールドを120℃～150℃に加熱できるものである。

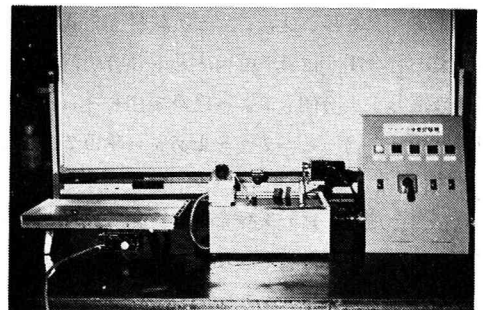


写真-1 実験装置一式

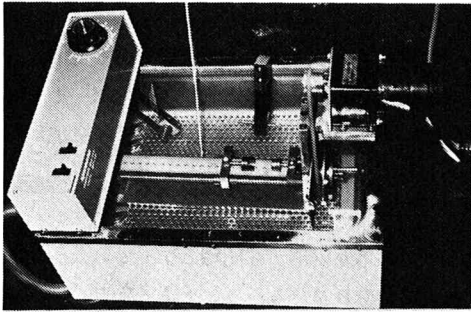


写真-2 恒温水槽内の伸度試験機

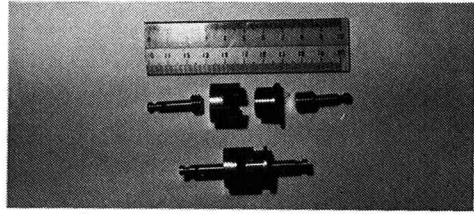


写真-3 モールド及びステ

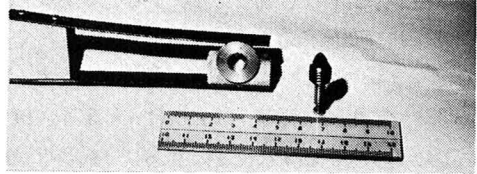


写真-4 微少試料をのせたステ

2-2 実験試料

実験試料は2種類の未使用ストレートアスファルトと12種類の現場採取アスファルト混合物より回収されたアスファルトである。回収アスファルトについては、採取現場のクラック状態と実験結果が比較できるものとして、最終的に8種類の試料をとりあげてまとめたもので、これらの試料の物理性状及び諸条件は表-1に示す通りである。

表-1 試料の物理性状と採取個所の諸条件

項目	区分		回収アスファルト							
	種類	未使用ストレートアスファルト 60/80 80/100	細粒セメントアスファルト 足寄(西一線)	細粒セメントアスファルト 足寄(西一線)	細粒セメントアスファルト 幌加内	細粒セメントアスファルト 幌加内	細粒セメントアスファルト 足寄(等登)	細粒セメントアスファルト 足寄(等登)	粗粒セメントアスファルト 千歳空港	粗粒セメントアスファルト 千歳空港
アスコン採取現場	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
クラック状態	—	—	少	多	少	多	少	多	少	多
針入度(100cm)	64	83	51	49	69	68	58	59	89	70
軟化点(℃)	47.0	43.5	52.0	54.0	50.0	50.5	50.0	50.0	47.0	50.0
PI	-1.4	-1.8	-0.7	-0.3	-0.4	-0.3	-0.9	-0.8	-0.5	-0.4
フラス脆化破壊点(℃)	-12.0	-16.0	-14.5	-14.5	-13.0	-11.5	-14.0	-14.5	-20.0	-16.5

摘要：アスファルトの回収はソックスレー抽出器とロータリーエバポレーターを使用した。

2-3 実験の手順及び条件

・手順

仕様書に従って実験の手順を概略すると、先ずホットプレートで凹・凸モールドを密着させたまま120℃～50℃の範囲で暖めておき、約0.05gの試料を凸モールド用ステの頭部にのせる(写真-4参照)。次に凸モールドに試料をのせた凸モールド用ステをおじ込み、試料を凹・凸モールドの円錐孔に充滿させて、凹モールドに凹モールド用ステをおじ込む。この試料を充滿させた凹・凸モールド及びステのユニットをホルダーで固定し、室温で最小15分間、恒温水槽内で最小10分間静置させる。その後、ホルダーで固定したままユニットを伸度試験機に設置し、1分間5mmの速度で凹モールドを引き離していく。モールドが2つに分れはじめ、試料の糸状伸線が切れた時、モーターを止めmm単位で伸線の長さを測定する。

・条件

仕様書に規定された実験条件は、実験温度25±0.5℃、引き伸ばし速度5mm/分、1種類の試料当りの実験数3回であるが、本実験はできるだけ多くの基礎データをとる、温度-マイクロ伸度の関係から種々の解析を行うために、次の要領を実施した。

実験温度：0.5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, (℃)

実験回数：5℃～25℃の温度範囲では、各温度毎に1試料当たり30回、0℃及び30℃～40℃の温度範囲では、同様に15回の実験を実施した。

引き伸ばし速度：5 mm/分（一定）

3. 解析方法

実験結果から温度-マイクロ伸度曲線を95%信頼区間及びその平均値で表わし、10℃～25℃の温度範囲において、ほぼ直線状に立ち上っている区間で温度-マイクロ伸度勾配を求めた。これらの実験結果と試料の物理性状及びクラック状態等を比較検討しながら、次の点に着目して解析を行った。

a) 未使用アスファルト

- どの温度付近でアスファルト性状の差異をマイクロ伸度によって明瞭に示されるかを、温度-マイクロ伸度の関係からつかむ。
- アスファルトの物理性状を示す規格試験値とマイクロ伸度との相関性を調べて、マイクロダクテリティー試験が今後、規格試験として使用できるか否かの検討をする。

b) 回収アスファルト

- マイクロ伸度とクラック状態の関係を有意差がある試験温度、温度-マイクロ伸度勾配及び試料の物理性状からつかむ。
- 微量試料によるマイクロダクテリティー試験の利点を生かして、現場の品質管理試験として使用する場合の条件について検討する。

4. 実験結果と考察

a) 未使用アスファルト

図-1の温度とマイクロ伸度との関係からわかることは、15℃付近でマイクロ伸度によるアスファルトの性状差を明瞭に表わしており、低い温度領域や最大マイクロ伸度を示す付近から高温側では、その差は明瞭ではない。

従来の伸度試験における伸度と温度との関係でも見られるように⁽³⁾PIの低いアスファルト即ち、感温性の大きい針入度890のアスファルトのほうが、針入度980のアスファルトより温度-マイクロ伸度曲線の勾配が急になっている。針入度980のアスファルトの温度-マイクロ伸度曲線が890のアスファルトのそれより全体的に高温側へずれている点については、表-1に示された物理性状より説明できそうであるが、更に基礎実験を重ねる必要がある。

b) 回収アスファルト

図-2は、クラック状態とマイクロ伸度及び温度-マイクロ伸度勾配との関係を示したもので、ほぼ同じ現場であっても採取個所によりクラック状態が異なる試料を一组として示されている。これは、低温クラックが各種の要因によって発生し、アスファルトはその要因の一つにすぎなく、しかもアスファルト自身も他の要因から影響を受けているので、条件が異なる全試料を同一レベルで比較するのは難かしいからである。

20℃の試験温度では、マイクロ伸度とクラック状態の相関性が最も明瞭に現われ、4組の試料とともにクラッ

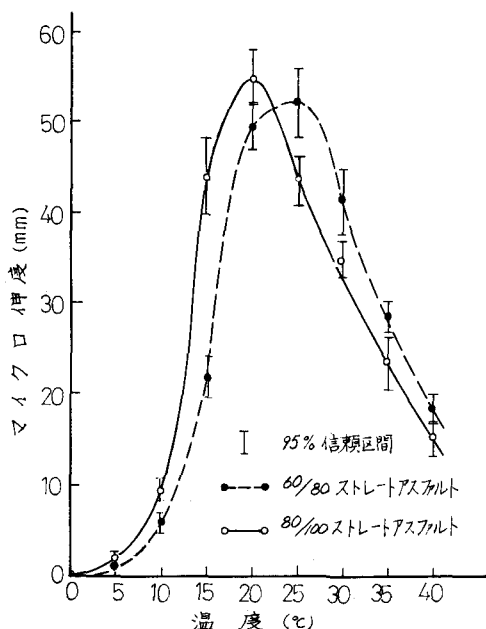


図-1 未使用アスファルトの温度とマイクロ伸度の関係

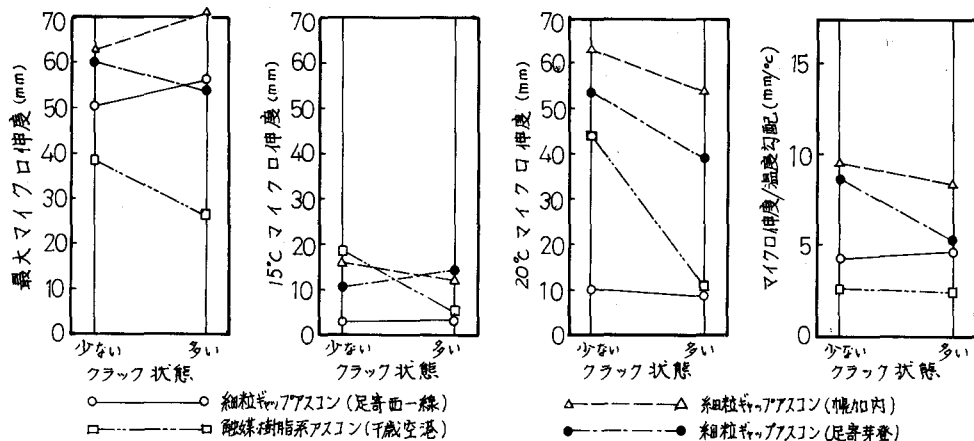


図-2 クラック状態とマイクロ伸び度, マイクロ伸び度/温度勾配との関係

クの少ない箇所から回収されたアスファルトが大きいマイクロ伸び度を示している。これは、表-1の物理性状からもわかるように、全体的にアスファルトのコンシステンシー性状の低下が小さい試料はマイクロ伸び度も大きくなり、その結果としてその箇所のクラック数は少なくなっていると考えられる。感温性を示す一つの目安として考えられる温度-マイクロ伸び度勾配は、粗度を除いてほぼ相関性が得られており、各組ごとにPIと比較すると勾配の値が大きい試料はPIも低くなっている。しかし、最大マイクロ伸び度及び15℃マイクロ伸び度とクラック状態との相関性はみられない。図-1をみると、最大マイクロ伸び度付近では不安定で試料の性状差によるマイクロ伸び度の有意差が明瞭に現われていないことに帰因していると考えられる。また、未使用アスファルトの実験結果と異なって、15℃マイクロ伸び度で有意差がみられない点については、種々の要因が考えられるが、回収アスファルトの試料が施工時、供用時の影響を受けて全体的に未使用アスファルトよりコンシステンシー性状が低下して高温側へずれたことも考えられる。

5. まとめ

以上の結果は次のようにまとめられる。

- 1). 未使用アスファルトの実験で、アスファルト性状の違いによる15℃マイクロ伸び度差は有意性があると考えられる。従って、今後より多くの実験を重ね再現性、実験条件の面からマイクロ伸び度とアスファルト性状の関係を明確にすれば、マイクロダクトリテ-試験はアスファルト規格試験の一つとして使用できる可能性はある。
- 2). ほぼ同じ現場であっても、クラックの少ない箇所の回収アスファルトは多い箇所のそれよりも、20℃マイクロ伸び度は大きい値を示しており、有意差のあらわれる温度において、マイクロ伸び度とクラック状態とは相関性がある。
- 3). 温度-マイクロ伸び度勾配とクラック状態とは、ほぼ相関性がみられる各試料の粗さとはあるが、PIとの相関性もみられるので、温度-マイクロ伸び度勾配は感温性の目安と考えられる。
- 4). 微量の試料であっても、マイクロダクトリテ-試験は相対的にはあるが、現場の状態をアスファルト性状の面から説明できるので、現場と実験結果の照合を数多く行えば、現場品質管理試験として使用も可能である。

参考文献

- 1) 北海道開発局土木試験所第3研究部舗装研究室：寒冷地アスファルト舗装の設計に関する資料(昭和54年5月)
- 2) F.N.Hveem, Ernest Zubc, John Skog: Proposed New Tests and Specifications for Paving Grade Asphalts(1963)
- 3) R.H.Lewis, J.Y.Welborn: The Physical and Chemical Properties of Petroleum Asphalts of the 50~60 and 80~100 Penetration Grade, Public Roads. Vol. 21, No.1 (1940)