

V-15

低温クラック発生箇所におけるアスファルト混合物とアスファルトの性状について

北海道開発局開発土木研究所 正会員 蛭子 恭好
正会員 高橋 守人
小栗 学

1. はじめに

アスファルト舗装の破壊形態には主にひび割れ、摩耗、流動がある。積雪寒冷地である北海道においても同様の破壊形態が見られるが、その中でも特に、ひび割れの一種で気候に大きく依存する低温クラックの発生といった特徴を持っている。この低温クラックをそのまま長期間放置すると雨水等が浸入し、路盤、路床の破壊にまで至る場合がある。低温クラック対策としては、発生後の補修と発生の防止という2つの方法が考えられるが、前者は補修材の選定、後者はアスファルトの品質管理により対策を行うものである。

本文は低温クラック発生箇所におけるアスファルトの低温域での性状試験を行い、低温クラック発生の要因を調査するとともに、その発生の防止について検討したものである。

2. アスファルトの低温域における性状試験

2. 1. 検討の概要

低温クラックの発生防止に関しては、アスファルトの低温域における性状を十分に把握する必要がある。アスファルトの試験には針入度試験や軟化点試験、そして低温域の試験にはフラス脆化点試験がある。しかし、フラス脆化点が同じでも低温クラックの発生本数に差がある場合があり、そこで今回、フラス脆化点試験の他にアスファルトの歪みを調査し、アスファルトの低温性状およびアスファルト混合物の低温性状について検討を行った。しかし、施工直後の性状を把握することが困難なことから、数年の供用期間を経て発生程度の異なった箇所での調査を行った。

2. 2. 調査および試験概要

調査地点の選定については、以下のようなことを選定理由に掲げた。

- ・最近の修繕では構造が同じで、時期が同じあるいは多少違っている箇所
- ・このような条件の下で、隣接しかつクラックの発生本数に差がある箇所

また、事前調査としてコア採取地点から前後 500m以上にわたりクラックの発生状況を踏査確認した。その結果を表-1に示す。

各調査地点ではコアを5個ずつ採取し各層にカットした後、上層下層に分けて-20℃で圧裂試験を行った。これは、上層（オーバーレイ）と下層（既存の表層）の違いによって、低温クラックの発生に差が出ているのかを確認するため

表-1 地点別低温クラック発生本数

コア 採取箇所	キロポスト	クラック発生本 数(本/km)	記号
R273 美瑛	Kp28 Kp30	2.8 16.8	B28 B30
R272 別海	Kp58 Kp63	22.4 14.3	BE58 BE63
R241 足寄A	Kp50 Kp53	6.7 17.0	AA50 AA53
R241 足寄B	Kp57 Kp61	1.0 13.3	AB57 AB61
R241 足寄C	Kp63 Kp64	31.9 24.6	AC63 AC64

The Property of the Asphalt Mixture and Asphalt on the Section of Low-Temperature Cracking
By Yasuyoshi Ebiko, Morito Takahashi, Manabu Oguri

ある。圧裂試験終了後アスファルトを回収し、針入度試験、フラス脆化点試験、そしてアスファルトの曲げ試験を行った。曲げ試験の温度は、フラス脆化点とそれより10℃低い温度で行った。

2. 3. 試験結果

2. 3. 1. 各地点における圧裂強度とクラックの発生本数との関係

混合物の強度が低温クラック発生に影響を与えているかを検討した。各地点における圧裂強度と低温クラックの本数との関係を図-1に示す。

圧裂強度という要因が低温クラックの発生に関して大きな影響があると仮定した場合、圧裂強度が大きいほど低温クラックの発生は少ないはずである。そこでこのような関係が当てはまるかをコア採取箇所毎について調査し、圧裂強度と低温クラック発生本数を比較した。その結果を表-2に示す。なお調査の評価が上記仮定に当てはまる場合は○、そうでない場合は×で表す。

これを見ると、低温クラックの発生が少なくかつ圧裂強度が大きいという結果が得られた区間は上層4区間、下層3区間であった。しかし、圧裂強度が一般的に10%程度のバラツキがあることや、供試体の形成具合による測定値の誤差を考慮すると、圧裂強度と低温クラックの有意性は小さいと考えられる。

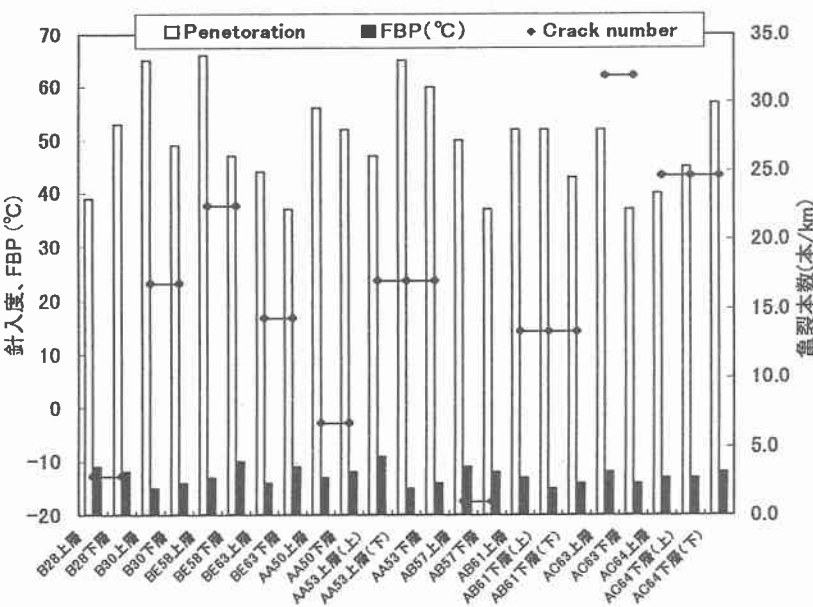


図-1 各地点での圧裂強度とクラック発生本数との関係

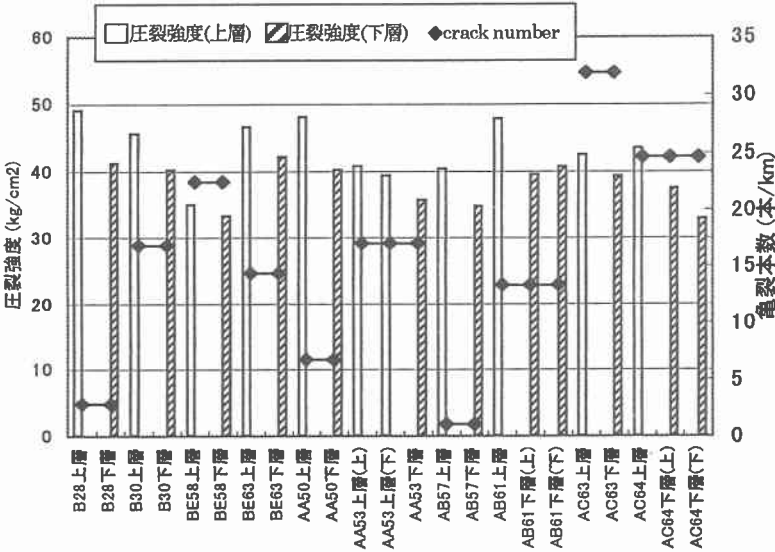


図-2 各地点での針入度及びフラス脆化点とクラック発生本数との関係

表－２ 各区間での圧裂強度のクラックに及ぼす影響

コ ア 採 取 箇 所		R273 美瑛	R272 別海	R241 足寄 A	R241 足寄 B	R241 足寄 C
上層の比較	記号	B28 B30	BE58 BE63	AA50 AA53	AB57 AB61	AC63 AC64
	圧裂強度 kg/cm^2	49>46	35<46.5	48>40	41<48	42.5<43.5
	クラック発生本数 本/km	2.8<16.8	22.4>14.3	6.7<14.0	1.0<13.3	31.9>24.6
	仮定の正誤	○	○	○	×	○
下層の比較	圧裂強度 kg/cm^2	41>40	33<42.5	40>36	35<40	39>35
	クラック発生本数 本/km	2.8<16.8	22.4>14.3	6.7<14.0	1.0<13.3	31.9>24.6
	仮定の正誤	○	○	○	×	×

２．３．２．各区間における針入度およびフラス脆化点とクラックの発生本数との関係

クラックの発生本数の違いが、アスファルトの針入度およびフラス脆化点と依存性があるのかを検討した。各地点における針入度およびフラス脆化点の測定結果を図－２に示す。

針入度およびフラス脆化点がクラックの発生に関して支配的であると仮定した場合、針入度が大きいほどあるいはフラス脆化点が低いほどクラックの発生は少ないはずである。そこで、このような関係が成り立つかどうかをコア採取箇所毎について調査した。その結果を表－３に示す。それを見ると、各区間でクラックが多くかつ針入度が大きいという結果が得られた区間は上層１区間、下層２区間であり、上下層の針入度がクラックの発生におよぼす影響はともに小さいといえる。一方、フラス脆化点が与える影響について仮定が当てはまったのは上層２区間、下層１区間であり、上層のフラス脆化点の影響は多少あるが下層のフラス脆化点の影響はほとんどないと考えられる。

表－３ 各区間における針入度及びフラス脆化点がクラックに及ぼす影響

コ ア 採 取 箇 所		R273 美瑛	R272 別海	R241 足寄 A	R241 足寄 B	R241 足寄 C
上層の比較	記号	B28 B30	BE58 BE63	AA50 AA53	AB57 AB61	AC63 AC64
	針入度 $^{\circ}\text{C}$	39>65	66>44	56>53	50<52	52>40
	フラス脆化点 $^{\circ}\text{C}$	-11>-15	-13>-14	-13<-12	-11>-13	-12>-13
	クラック発生本数 本/km	2.8<16.8	22.4>14.3	6.7<14.0	1.0<13.3	31.9>24.6
	仮定の正誤（針入度）	×	×	○	×	×
	仮定の正誤（フラス）	×	○	○	×	×
下層の比較	針入度 $^{\circ}\text{C}$	53>49	47>37	52<60	38<48	38<51
	フラス脆化点 $^{\circ}\text{C}$	-12>-14	-10>-11	-12>-14	-12>-13	-14<-13
	クラック発生本数 本/km	2.8<16.8	22.4>14.3	6.7<14.0	1.0<13.3	31.9>24.6
	仮定の正誤（針入度）	○	×	×	×	○
	仮定の正誤（フラス）	×	○	×	×	×

2. 3. 3. 各区分におけるアスファルトの強度および歪みとクラックの発生本数との関係

次にアスファルトの歪み及び強度とクラックの発生数の関係を検討した。図-3に低温クラックの発生本数とアスファルトの歪みの関係を、図-4に低温クラックの発生本数とアスファルト強度の関係を示す。

図-3と図-4を見ると、アスファルトの歪みは低温クラックの発生本数が増えるにつれ小さくなっているが、アスファルトの強度は低温クラックの発生本数には関係なくほとんど一定の値をとっていることが分かる。

また図-5に、各地点におけるアスファルトの歪みと温度の関係の1例を、図-6に各地点でのアスファルトの強度と温度の関係の1例を示す。アスファルトの歪みは、フラス脆化点付近とフラス脆化点より10℃低い温度域において後者の方が小さく、温度の低下とともに歪みが小さくなっている。それに対し、アスファルトの強度は温度の低下とともに減少するものばかりではなく、温度との相関性がほとんど無いことが分かる。

これらのことから、低温クラックの発生においては、アスファルトの歪みに依存性を持つこと、またアスファルトの強度には影響されないことが推定される。

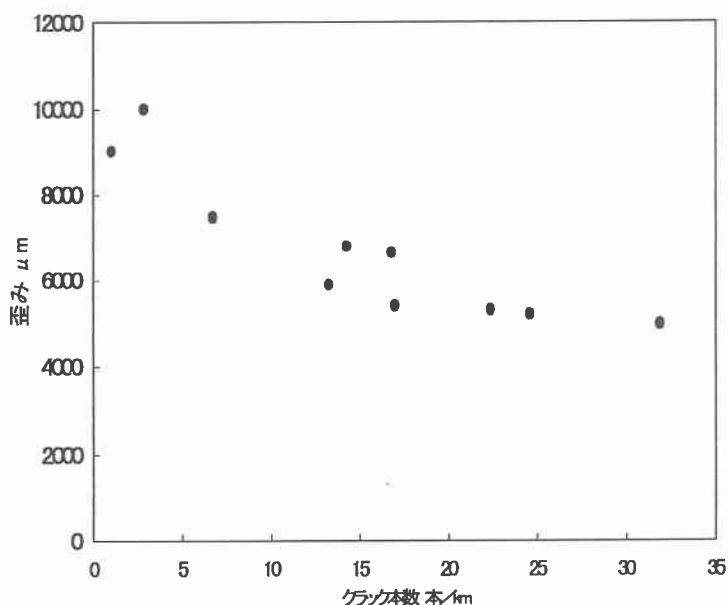


図-3 クラック本数とアスファルトの歪みの関係

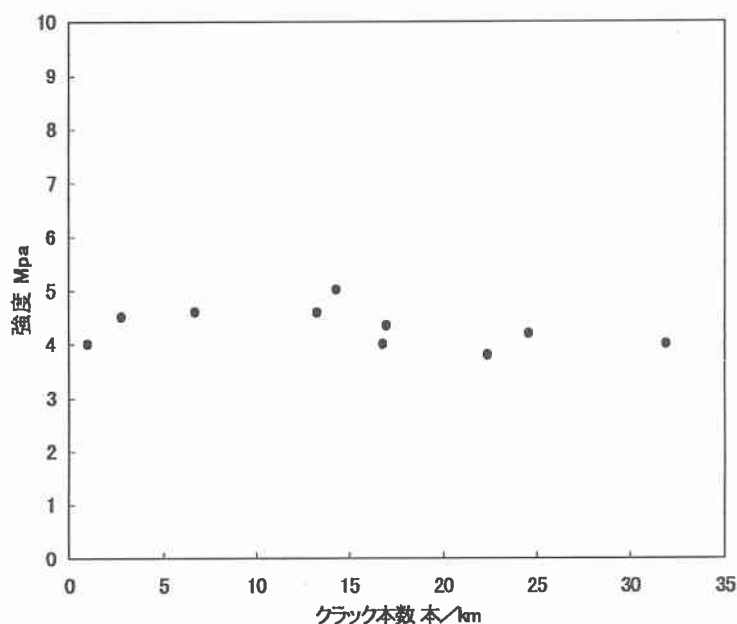


図-4 クラック本数とアスファルトの強度の関係

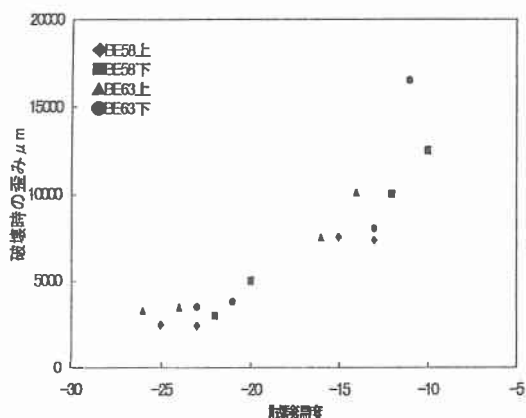


図-5 アスファルトの歪みと温度の関係

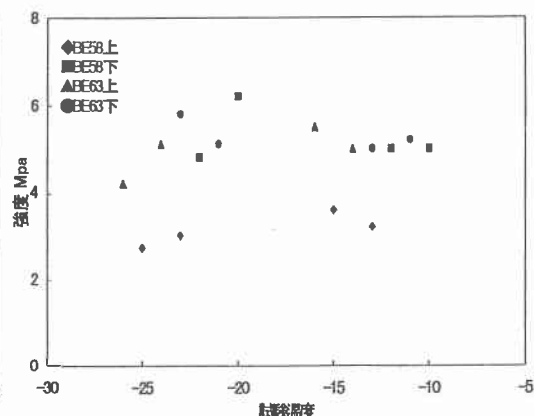


図-6 アスファルトの強度と温度の関係

2. 4. 考察

低温クラックの発生を抑制するためには、既存の舗装の状態を把握し、それに適した対策を採用する必要がある。ここでは一考察としてクラックの発生に関係の深かったアスファルト単体の歪みに着目し、オーバーレイを施工する際の対策を検討した。図-7は各地点にアスファルトの歪みとクラックの関係を示したものである。

下層の性状が同様の場合、オーバーレイに用いたアスファルトの性状がよいもの、つまりよく伸びるものの方がクラックを抑制していることが分かる(足寄A、別海)。また、下層の性状が異なる場合でもオーバーレイに用いたアスファルトの性状がよいものの方がクラック抑制に効果的であることが分かる(美瑛)。このことから、オーバーレイの施工にあたっては、既存の舗装体のアスファルトの延性より、上位の延性を持つアスファルトを用いることが必要であると考えられる。

3. まとめ

今回の試験調査の結果から、以下のようなことがまとめとしてあげられる。

- ・圧裂強度の大きさが低温クラックの発生に

足寄A		6.7本/km	17.0本/km
オーバーレイ層	$\epsilon = 10,100\mu\text{m}$	7,300 μm	
既存層	$\epsilon = 7,800\mu\text{m}$	8,000 μm	
		KP=50	KP=53
足寄B		1.0本/km	13.3本/km
オーバーレイ層	$\epsilon = 10,800\mu\text{m}$	10,100 μm	
既存層	$\epsilon = 6,200\mu\text{m}$	17,000 μm	
		KP=57	KP=61
足寄C		31.9本/km	24.6本/km
オーバーレイ層	$\epsilon = 7,500\mu\text{m}$	8,100 μm	
既存層	$\epsilon = 16,000\mu\text{m}$	8,000 μm	
		KP=63	KP=64
美瑛		2.8本/km	16.8本/km
オーバーレイ層	$\epsilon = 11,100\mu\text{m}$	7,400 μm	
既存層	$\epsilon = 6,900\mu\text{m}$	12,100 μm	
		KP=28	KP=30
別海		22.4本/km	14.3本/km
オーバーレイ層	$\epsilon = 6,400\mu\text{m}$	9,100 μm	
既存層	$\epsilon = 7,800\mu\text{m}$	9,000 μm	
		KP=58	KP=63

図-7 各地点別のアスファルトの破壊時の歪みとクラックとの関係

与える影響は小さい。

- ・低温クラックの発生において、既存のアスファルト混合物の状態から受ける影響は小さい。
- ・低温クラックの発生頻度は、アスファルト単体の破壊時の歪みに影響される。
- ・オーバーレイを行う場合、既存のアスファルト以上の延性を有するアスファルトを用いることでリフレクションクラックの発生を抑制できると思われる。

4. おわりに

今回、低温クラックの抑制に必要なアスファルトの低温性状を調査した。しかし舗装厚、経過年数、交通量、舗装体温度といったクラックの発生にかかわる要因が異なる現場での詳細な対応にはまだ十分とはいえない。今後はこのようなことを課題とし、調査・研究を進めていきたい。

謝 辞

本調査・研究を進めるにあたり多くのご助言を頂いた北海道大学工学部の森吉昭博教授と同大学院天野隆明氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1)小笠原章・阿部篤・野竹俊雄：気温とアスファルトの脆化点が低温クラックに与える影響について、土木学会第 50 回年次学術講演会概要集第 5 部、pp512～513
- 2)天野隆明・徳光克也・小笠原章・笠原彰彦・森吉昭博：石油学会誌第 39 巻第 5 号、1996、pp378～382