

アスファルト混合物のクラックに対する 高温時のヒーリング特性

内田喜太郎¹・黒川 勤²・姫野 賢治³・西澤 辰男⁴

1 正会員 佐藤道路(株)技術本部 技術部 (〒243-0211 厚木市三田 47-3)

2 佐藤道路(株)技術本部 技術研究所 (〒243-0211 厚木市三田 47-3)

3 フェロー会員 工博 中央大学教授 理工学部土木工学科 (〒112-8551 文京区春日 1-13-27)

4 正会員 工博 石川工業高等専門学校助教授 環境都市工学科 (〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条)

本研究は、アスファルト舗装の表層上面から発生し、下部に発達するトップダウンクラック(わだち割れ)の研究の一環として行なったものである。高温時に発生するマイクロクラックは、タイヤの転圧によるニーディング作用を受け、破断面においてアスファルトモルタルの接着作用やブリージング等によってヒーリングすることが考えられるが、アスファルト混合物の劣化が進んでくると、自着作用(ヒーリング作用)は少なくなり、わだち割れに発達するものと推測している。以上のような現象を検証するために、アスファルトおよびアスファルト混合物のヒーリング特性の評価方法を開発するとともに、ホイールトラッキング試験機を用いた走行シミュレーション試験を行うことによって、わだち割れの一因を明らかにした。

Key Words : top-down cracking, healing, bonding, asphalt binder, asphalt mixture, aging

1. まえがき

本研究は、アスファルト舗装の表層上面から発生し、下部に発達するわだち割れの研究の一環として行なったものである。

著者らは、供用道路におけるわだち割れ現象を20年余りにわたって観察することによって、このクラックは夏季高温時に発生するものと推測している。高温時に発生するマイクロクラックは、タイヤの転圧によるニーディング作用を受け、破断面においてアスファルトモルタルの接着作用やブリージング等によってヒーリングすることが考えられるが、アスファルト混合物の劣化が進んでくると、ヒーリング作用は少なくなり、わだち割れに発達するものと考えている。

本研究では、以上のような現象を検証するために、いくつかの方法を考案した。1つはアスファルトおよびアスファルト混合物のヒーリング特性の評価方法であり、もう1つはホイールトラッキング試験機を用いた走行シミュレーション試験である。これらの方法によって、アスファルトとアスファルト混合物の劣化や温度条件、載荷時間等がヒーリング作用に及ぼす影響について検討するとともに、わだち割れとの関連について考察した。

2. わだち割れ現象

わだち割れは、アスファルト舗装の主に車の走行方向に発生し、表面から深さ方向に発達するクラックである。わが国では、1974年に建設省土木研究所が行った幕張試験舗装の報告書の中で、その存在が明らかにされた¹⁾。この研究チームに参加していた松野は、その後西澤とともに20数年にわたって日本全国の道路を観察し、わだち割れに関するいくつかの報文を発表している²⁾³⁾⁴⁾。また、1977年には第4回ICAPにおいて、日本道路公団からも発表された⁵⁾。一方、諸外国においては、Molenaar⁶⁾、Hugo⁷⁾、最近では、Nannらの発表⁸⁾⁹⁾がある。わだち割れの原因については未だに明確な結論は得られていない実情にあるが、以上の内容を含めて、わだち割れの研究の現状などについて、「ひびわれ抵抗性能」¹⁰⁾として報告している。

写真-1は典型的なわだち割れであり、クラックがアスファルトでシールされているので、その形が見やすくなっている。走行車線の輪跡部に縦断方向にクラックが入り始め、少しずつ左右に広がっていくのが一般的である。OWPから先に入ることが多いが、IWPから入ることや両方向同時に入ることもあり、必ずしも一定していない。追越車線にクラック



写真 - 1 トップダウンクラック全景

がないことから、わだち割れは交通量に影響されていることは明らかである。

写真-2 は、ひび割れ部分のコアである。表層の表面からクラックが入り始めていることが分かる。クラックの深さは、表層のみ、表層・基層、加熱アスファルト混合物全層に入るものなど、様々である。

この研究は、実験室内において、わだち割れの発生原因を解明することを目的として、アスファルトおよびアスファルト混合物のヒーリング作用の評価方法を開発するとともに、ホイールトラッキング試験機を用いた走行シミュレーション試験方法を考案し実験を行なった。

実験の目的と方法を表-1 に示す。

実験-1 に使用したアスファルトは、ストレートアスファルトと改質アスファルト 型であり、実験-2～実験-5 ではストレートアスファルトのみを使用した。

アスファルト混合物は密粒度混合物であり、アスファルト量は5.7%とした。

3. アスファルトのヒーリング作用の評価

アスファルトのヒーリング作用は、引張り接着強さによって評価した。この試験は JIS K 6849「接着剤の引張り接着強さ試験方法」を準用し、アスファルト被膜の厚さが常に 1mm となるように、アスファルトを塗布する金属片の形状を改良するとともに、圧着方法等にも工夫を加えている。



写真 - 2 トップダウンクラック発生箇所から採取したコア

(1) 試験装置の概要と試験方法

アスファルトの引張り接着強さ試験用供試体は、図 1 に示すように、2 個 1 組の円柱状金具の溝にそれぞれアスファルトを塗布し、塗布面を所定の期間、紫外線ランプによって照射した後、2 つの金具のアスファルト塗布面を圧着させて作製する。我々は、6 つの供試体を同時に作製するための回転式弾倉のような装置を考案し、一対ずつの金具を 6 つの孔に装着し、所定の荷重を加える方法を用いた(写真-3 参照)。これらの供試体は、一定時間養生後に、引張り試験機に固定して引張り接着強さ試験を行なった。

引張り接着強さ試験において破断面が、金属とアスファルトの境界面ではなくアスファルト層内部で起こるように、予備試験によって、接着荷重:1kgf、接着時間:30min、試験温度:10℃、引張り速度:1mm/min を決定した。

(2) 実験方法

アスファルトのヒーリング特性の研究では、2 つの方法によって、実験を行なっている。実験-1 では 3 回繰返しによる三元配置法、実験-2 では針入度、軟化点、引張り接着強さを特性値とした一元配置法によって、実験を行なった。

a) 実験-1

この実験では、アスファルトの種類、紫外線照射日数および接着温度の 3 要因に対して、それぞれ 2 水準(ストレートアスファルト 60/80、改質アスフ

表 - 1 実験の目的と方法

実験 No.	目的	試験内容	試験項目	要因と水準
1	アスファルトのヒーリング作用と劣化作用の関連を検討する	紫外線ランプによって、試験用金属片に塗付したアスファルトを劣化させ、供試体を作製する	引張り接着強さ試験 試験温度 10 試験速度 1mm/min	アスファルトの種類 (ストア60/80, 改質アス型) 紫外線照射日数 (3, 7, 14, 28 日) 接着温度 (20, 40, 50, 60)
2		密粒度アスファルト混合物を150 恒温槽内に所定の時間放置した後に抽出したアスファルトを用いる	抽出したアスファルトの引張り接着強さ、針入度および軟化点(試験条件は上欄と同じ)	恒温槽内放置時間 (0, 6, 12, 24 時間)
3	アスファルト混合物に強制的にクラックを発生させ、アスファルト混合物のヒーリング作用と劣化作用の関連を検討する	密粒度アスファルト混合物のホイールトラック 供試体の下に鋼棒を差し込み、50 の恒温槽内に入れて、強制的にクラックを発生させたものを型枠に戻し、屋外暴露後に供試体を切り出す	曲げ強度試験 試験温度 5 試験速度 50mm/min	屋外暴露月数 (1, 3, 6, 12 ヶ月) トラバース時の温度 (20, 40, 60) クラック発生 (あり, なし)
4		所定の期間屋外暴露した密粒度アスファルト混合物のホイールトラック 供試体を3タイプのクラック発生型枠(底面形状 A: 5mm 円形, B: 10mm 円形, C: 10mm 三角形)によって強制的にクラックを発生させ、トラバース走行後供試体を切り出す		屋外暴露月数 (0, 30, 60, 100 日間) クラックの種類 (なし, a, b, c) トラバース時の温度が 55 であるときの走行時間 (0, 15, 30, 60 分間)
5	高温時におけるトップダウンクラックの発生をシミュレーションする	3cm 厚さの密粒度アスファルト混合物を鉄板に接着し、スパン 20cm の支持台上において、ホイールトラック試験機による中央走行を行う	ホイールトラック試験機による供試体の中央走行途中における目視観察 ・55 (2000 回往復) ・10 (15000 回往復) ・55 (5000 回往復)	目視観察 55 (200, 500, 1000, 2000 往復時) 10 (1000, 5000, 10000 15000 回往復時) この後 55 (500, 1000, 2000, 5000 回往復時)

注) 実験 2~5 はストレートアスファルト 60/80 を使用

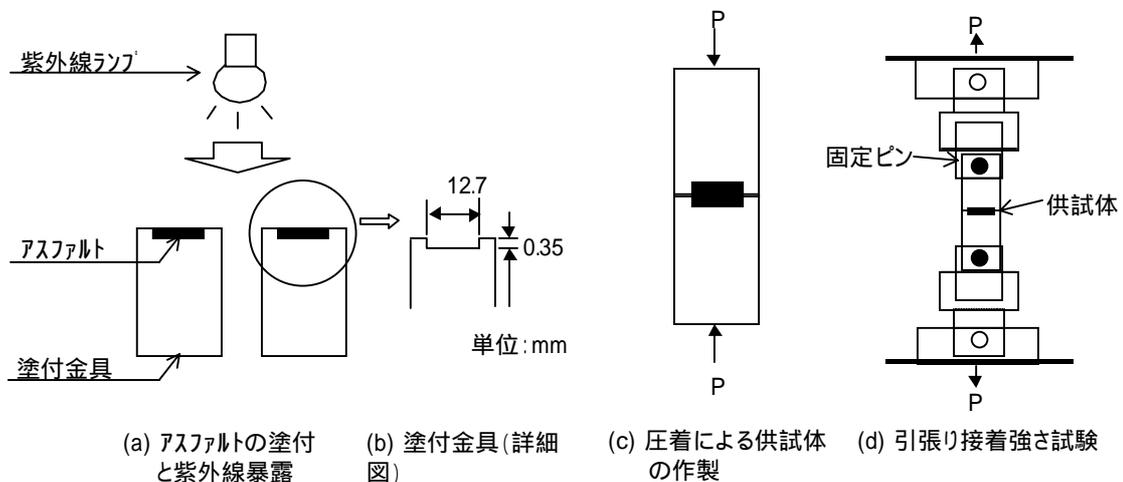


図-1 供試体作製方法と引張り接着強さ試験の概略図

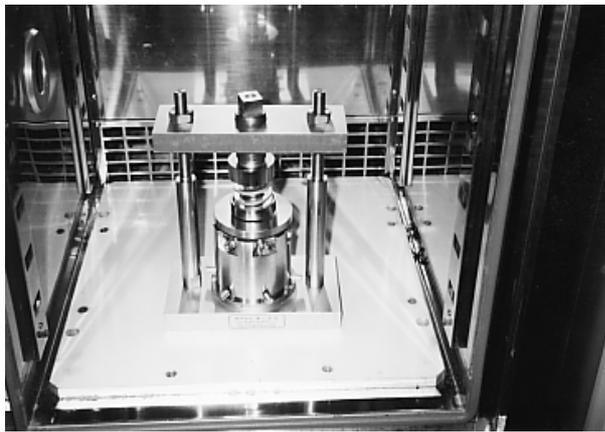


写真3 アスファルト圧着装置

アルト 型), 4 水準(3,7,14,28 日), 4 水準(20,40,50,60)による引張り接着強さ試験を行い, 分散分析によってヒーリング作用の評価を行った.

b) 実験-2

引張り接着強さ試験に用いられる 1 供試体当たりのアスファルト量はごく少量であり, アスファルトの劣化の程度を把握するための針入度と軟化点の試験を行うことができない. このことから, アスファルト混合物を練り, 150 の恒温槽内に 6 時間, 12 時間, 24 時間放置した後アスファルトを抽出し, このアスファルト試料を用いて針入度と軟化点および引張り接着強さの試験を行い, それぞれの関係を求めた.

(3) 実験結果と考察

a) 実験-1

実験-1 における引張り接着強さの分散分析の結果

表-2 引張り接着強さの分散分析の結果

要因	自由度	F 値	判定	F(0.05)	F(0.01)
A	1	4.63	*	3.15	4.13
B	3	16.50	**		
C	3	47.32	**		
A×B	3	4.97	**	2.04	2.72
A×C	3	3.77	*		
B×C	9	3.72	**		
A×B×C	9	0.80			
誤差	61				
全体	92				

注) 要因 A: アスファルトの種別, 要因 B: 紫外線照射日数, 要因 C: 接着温度

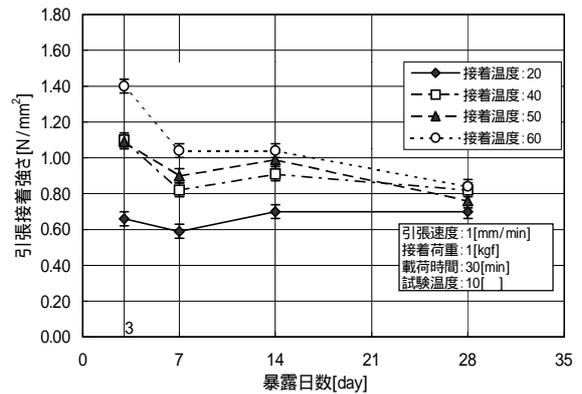


図-2 引張り接着強さのB×C図(ス7A)

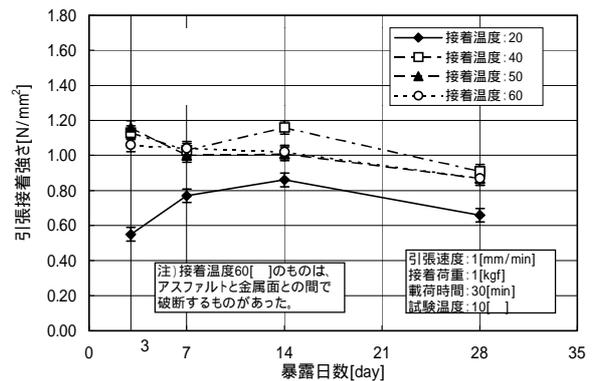


図-3 引張り接着強さのB×C図(改質型)

果は, 表-2 に示すとおりである. また, アスファルト種別ごとの接着温度, 紫外線照射日数と引張り接着強さとの関係は, 図-2~図-3のとおりである. ア 紫外線照射日数, 接着温度, アスファルトの種別と紫外線照射日数との交互作用, および紫外線照射日数と接着温度との交互作用は, 高度に有意差ありと判定された.

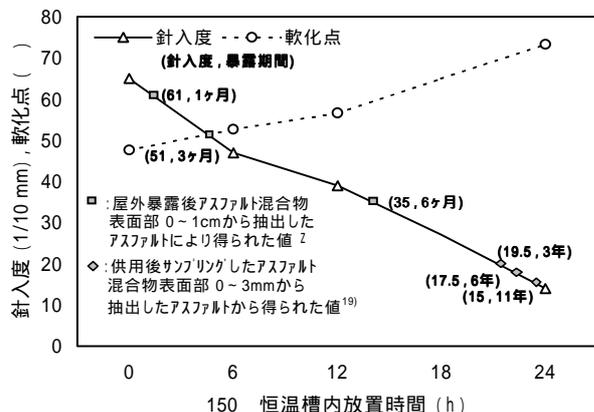


図-4 放置時間による針入度と軟化点の変化

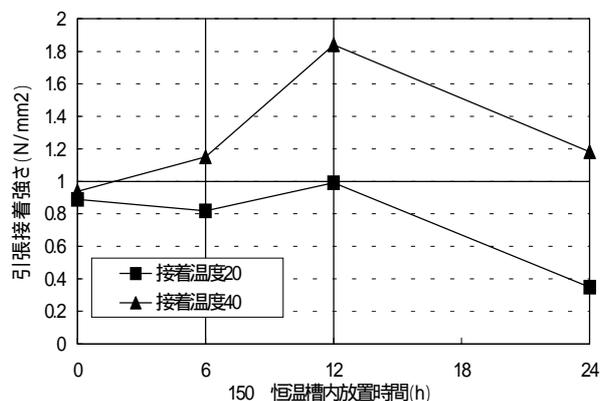


図-5 抽出アスファルトの引張接着強さ

イ 引張り接着強さは、ストレートアスファルト 60/80, 改質アスファルト 型ともに、接着温度が 20 の場合より、40 以上の場合の方が大きい。また、試験に用いたアスファルトの軟化点は、ストレートアスファルト 60/80 が 46、改質アスファルト 型が 53 であるが、これらよりも低い温度の 40 において、60 の場合と同程度の引張り接着強さが認められた。

ウ 接着温度が 40 以上の引張り接着強さは、ストレートアスファルト 60/80, 改質アスファルト 型ともに、紫外線照射日数が 3 日～7 日にかけて低下し、7 日～14 日では増加し、14 日～28 日にかけて再び低下する傾向が認められた。これらのうち 7 日～14 日にかけての増加傾向については、アスファルトの粘度の増加やアスファルテンの増加等の組成の変化が、一時的にプラス側に作用したものと考えられるが、経時的には劣化は進行するものと推測される。

エ この段階では、劣化に関して、紫外線照射日数と実際の道路舗装の供用期間との関連については定かではないが、1ヶ月程度の短い期間でもアスファルトの引張り接着強さは低下し、劣化が進行することが確認できた。なお、劣化に関しては、次の実験-2 において検討している。

b) 実験-2

ア 針入度と軟化点

150 の恒温槽内に放置されたアスファルト混合物から抽出したアスファルトの針入度と軟化点は、図-4 に示すように、放置時間が長くなるにしたがって、針入度は小さく、軟化点は大きくなり、等間隔スケールの図において、ほぼ直線的に変化している。

図中の 印は屋外暴露後のアスファルト混合物の表層部 0～1cm から抽出したアスファルトの針入度であり、 印は文献¹¹⁾から引用した針入度を示している。

この図からは、150 の恒温槽内に 24 時間放置した混合物から抽出した針入度と 11 年間供用後にサンプリングした混合物の針入度は、ほぼ同一値であることが分かる。

イ 引張り接着強さ

抽出アスファルトの引張り接着強さは、図-5 に示すように、恒温槽内の放置時間が 0～12 時間までは凹形の変化のなかで増加傾向を示し、12 時間以降は下降傾向を示している。このことは恒温槽内放置時間と紫外線照射日数との相違はあるが、図-2, 3 と同様に、時間の経過とともに引張り接着強さが下降・上昇・下降の形態を辿ると見ることが出来る。

これらの傾向は、実験-1 の考察と同様にアスファルトの劣化作用とヒーリング作用のバランスにおいて、ある時期には劣化の影響が強く、また、ある時期にはヒーリング作用によって良好な状態になることを示すものである。

このことは、次章のアスファルト混合物の曲げ試験においても、同様な傾向が認められる。

4. アスファルト混合物のヒーリング作用の評価

アスファルト混合物のヒーリング作用の評価では、密粒度アスファルト混合物(13)を用いて、図-6 に示す 2 つの方法によって実験を行っており、強制的にクラックを発生させた供試体を用いている。特性値は曲げ強度によって評価した。

(1) 実験方法

実験-3 におけるクラック発生方法は、9mm の鋼棒を使用しているが、実験-4 ではクラック発生方法に改良を加え、3 種類のクラック発生型枠を考案して使用した。これらのクラック発生型枠は、写真-4 に示すように、A が 30cm 幅の底板の中央を 5mm

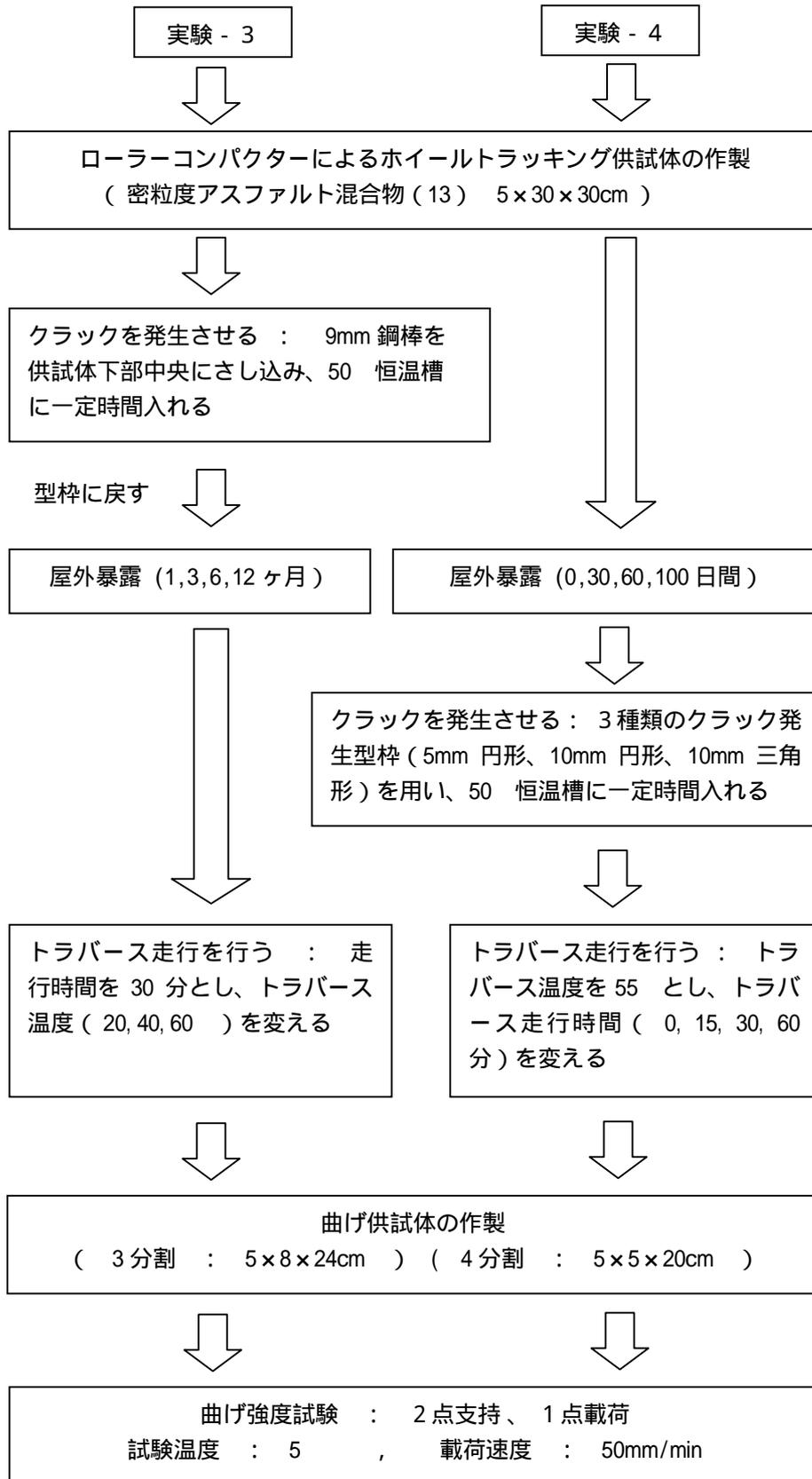


図 - 6 実験のプロチャート

高く円形に曲げたもの、B が 10mm 高く円形に曲げたもの、C が 10mm 高く三角形に曲げたものの 3 種類である。

実験-3 では 4 回繰返しによる三元配置法〔屋外暴露期間(1,3,6,12 ヶ月),トラバース走行時間 30 分間におけるトラバース時の温度(20,40,60) ,クラック発生(あり,なし)〕の 3 因子 4・3・2 水準により実験を行なった。

実験-4 では、ラテン方格法の 3 因子 4 水準〔屋外暴露期間(0, 30,60,100 日間),クラック発生型枠の種類(なし,A:5mm 円形,B:10mm 円形,C:10mm 三角形),トラバース温度 55 におけるトラバース走行時間(0,15,30,60 分間走行)〕により実験を行ない、各測定値は 4 個の供試体の平均値を用いた。

なお、実験-3 と実験-4 において、曲げ供試体の寸法が異なるのは、曲げ試験機の変更による。

(2) 実験結果と考察

A 型枠では幅 0.5mm 程度の、また B 型枠では幅 0.5~1mm 程度の、細かい一方向のクラックが供試体全体に発生した。実験-3 の 9mm 鋼棒の場合と C 型枠では、幅 2mm 程度のクラックが供試体中央に 1 本発生した。いずれのクラックも V 型で底面に達していると考えられる。C 型枠によるクラック発生状態の一例を、写真-5 に示す。

a) 実験-3

実験-3 における曲げ強度の分散分析の結果は、表-3 に示すとおりである。また、曲げ強度の還元率の経時的变化と各種要因との関係図は、図-7 と図-8 に示すとおりである。

ア 屋外暴露月数および屋外暴露月数とクラックの

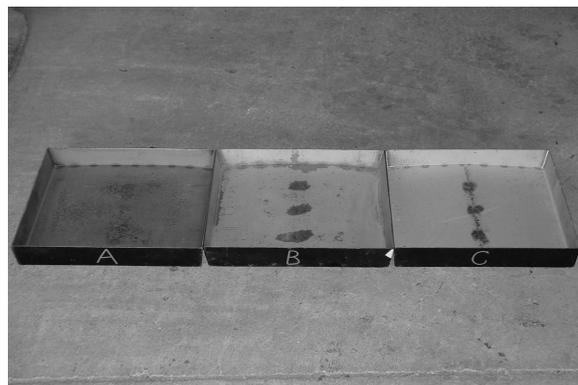


写真 - 4 クラック発生型枠

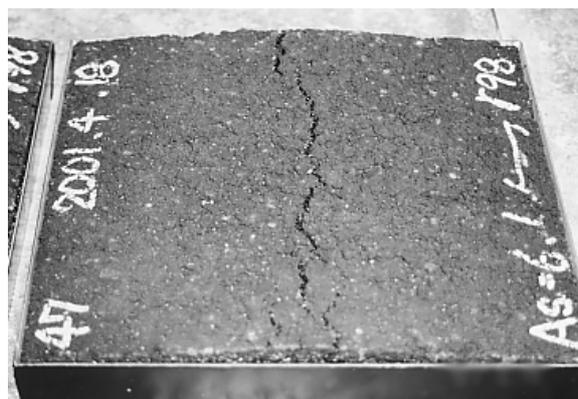


写真 - 5 クラック発生状態

有無との交互作用以外の要因は、高度に有意差ありと判定され、明確な傾向を示している。

イ 曲げ強度と屋外暴露月数との関係は、高度に有意差ありとはいえないと判定された。このことは、図-7 の下図および図-8 からわかるように、屋外暴露月数に対して曲げ強度が一定の傾向を示していないことによる。

表-3 曲げ強度の分散分析結果

要 因	自由度	F 値	判定	F(0.05)	F(0.01)
A	3	3.23	*	2.73	4.06
B	2	103.85	**	3.12	4.91
C	1	314.72	**	3.97	7.00
A×B	6	6.33	**	2.23	3.06
A×C	3	1.72		2.73	4.06
B×C	2	81.66	**	3.12	4.91
A×B×C	6	4.13	**	2.23	3.06
誤 差	72				
全 体	95				

注) 要因 A : 屋外暴露月数, 要因 B : トラバース温度, 要因 C : クラックの有無

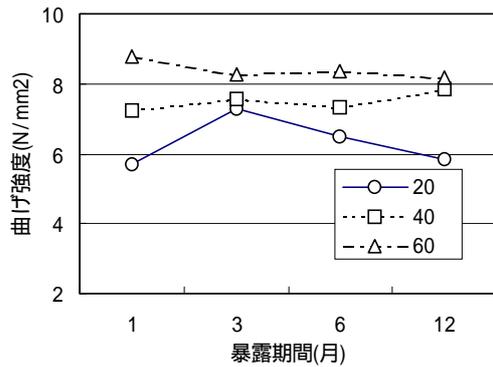
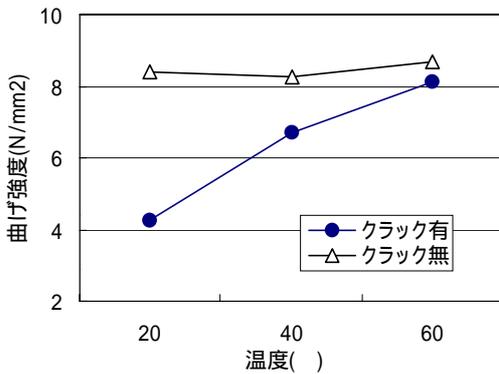


図-7 曲げ強度と各種要因の関係

ウ クラックなしでは、図-7の上図に示すように、屋外暴露月数およびトラバース温度にかかわらず、ほぼ一定の値を示している。クラックありの供試体は、ホイールトラッキング供試体にクラックを発生させ、所定の期間屋外暴露した後に、温度を変えてトラバース走行を行ったものであるが、強制的にクラックを発生させたことの影響とともに、トラバース温度の影響を受けていることが認められる。

エ 図-8の復元率は、クラックなしを100とした場合に対するクラックありの場合の各トラバース温度における割合を表している。トラバース温度が、20では40~70%、40では70~90%、60では90~98%であり、トラバース温度が高い程大きな復元率となっている。屋外暴露月数に対しては一定の傾向は認められないが、1年間屋外暴露した供試体でも大きな復元率をもっていることが分かる。

b) 実験-4

実験-4のラテン方格法による分析結果は、表-4に

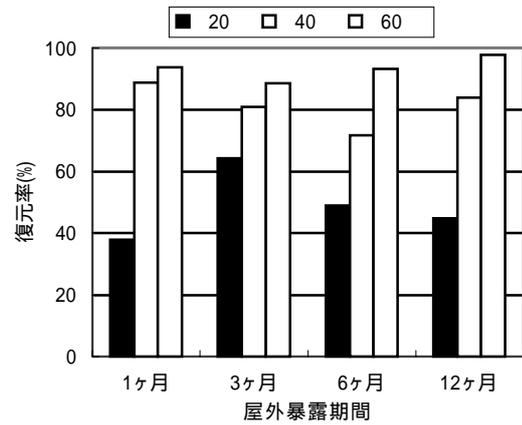


図-8 曲げ強度の復元率の経時変化

示すとおりである。

表-4によると、トラバース走行時間のみが有意差ありと判定されたが、屋外暴露日数やクラックの種類については、有意差があるとはいえないと判定された。通常分散分析における3因子×4水準の組合せは64ケースであるのに対して、ラテン方格法では、実験のケースが1/4の16ケースと省力化されることから多くの実験に用いられるが、誤差が2倍となることによる影響を受けることは否めない。

しかし、それぞれの要因の効果を平均値で見ると、図-9に示すとおりであり、要因毎の効果の傾向は以下のように考察される。

ア 曲げ強度は、95%の確率で、トラバース走行時間が長くなるほど大きくなるといえる。

イ 0,30,60,100日間の屋外暴露に対して、凹形の傾向を示しているが、F値が1未満であり誤差の範囲内である。

ウ クラックの種類別では、クラックなし<A型:5mm円形型枠<B型:10mm円形型枠<C型:10mm三角形型枠の順に、曲げ強度への影響が強くなる傾向にあるが、明確な傾向とはいえない。

この不明確さの原因としては、C型型枠によって集中的にクラックを発生させた供試体のなかに、高温でトラバース走行を行った後の曲げ試験において、クラック発生位置以外の箇所で破壊したものがあつたことから、ヒーリング作用を受けたことによるものと推測できる。

表-4 ラテン方格法分析結果

要因	S		V	F	判定
A	0.180	3	0.060	5.83	*
B	0.020	3	0.010	0.97	
C	0.051	3	0.017	1.65	
E	0.062	6	0.010	-	

注) A:トラバース走行時間, B:屋外暴露日数, C:クラックの種類

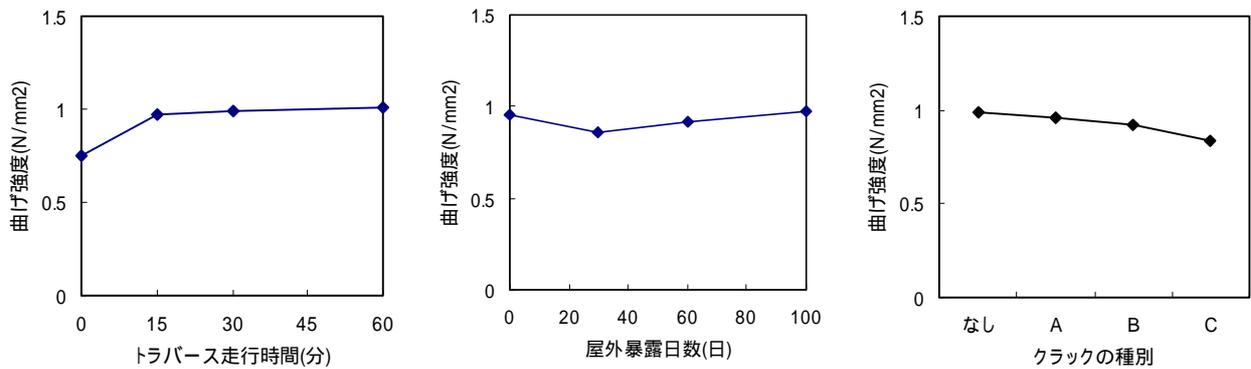


図-11 3つの要因と曲げ強度

5 ホイールトラッキング試験機を用いた走行シミュレーション試験

この実験では、密粒度アスファルト混合物(3×30×30cm)を鉄板に付着させた供試体を作製し、所定の期間屋外暴露した後に、ホイールトラッキング試験機によって車輪を走行させて、わだち割れの発生を検証した。

我々は、第10回 REAAA 会議において、アスファルト混合物に圧縮ひずみのみが作用するようにした2点支持・2点荷の片振り繰返し曲げ試験によって、アルミ板に張り付けたアスファルト混合物の表面にクラックが発生したことを報告している¹²⁾。

今回の実験は、上述の現象を実際の舗装により近づけるために、ホイールトラッキング試験機によるシミュレーション装置を用いた(図-10 参照)。この実験では、たわみが最大となる中央部だけに試験輪を走行させて、発生する表面縦ひび割れの発生箇所および供試体表面の状態を目視によって観察した。

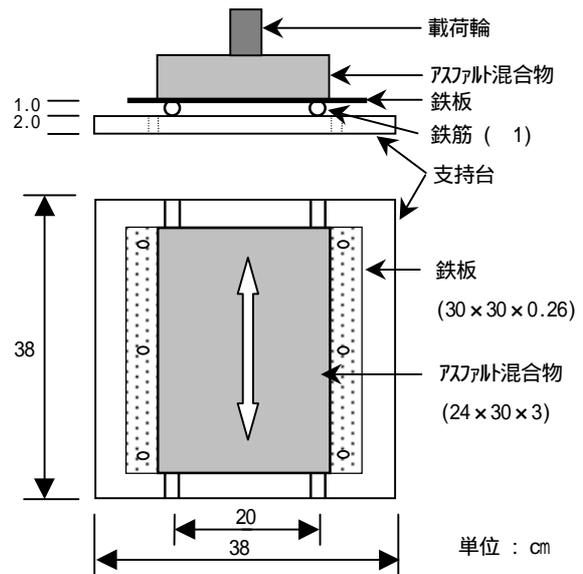


図-10 ホイールトラッキング試験機を用いた模擬試験装置

(1) 実験方法

試験輪の走行位置は供試体の中央とし、試験輪走行位置に大きなたわみを生じさせるために、载荷重は 70kgf、支点は単純支持とした。走行回数は、供試体の表面状態を観察しながら任意に設定した。

(2) 実験結果

a) 実験-5-1 (屋外暴露 4.5 ヶ月)

表面縦ひび割れは、前述したように、夏期の高温時に車輪走行位置に発生する現象といわれていることから、まず、高温時の中央走行のみを行った。各走行回数における車輪通過部分(中央部)のクラックの発生状況の一例を、図-11 に示す。

また、走行回数に対する供試体表面状態の変化は、表-5 に示すとおりである。写真-6 は、1000 回往復

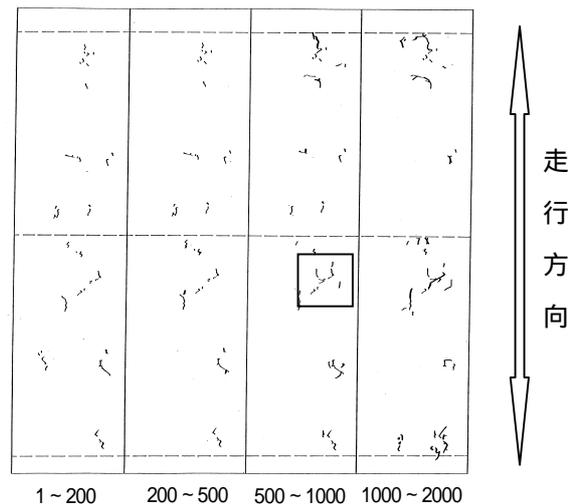


図-11 クラック発生状況

終了時におけるクラック (で囲んだ部分)の拡大写真である。

表 - 5 測定条件と繰返し走行回数に対する表面状態の観察

実験No.	屋外暴露期間 (ヶ月)	試験温度 ()	走行回数 (往復)	走行後の表面の状態
5-1	4.5	55	0	肉眼では見えないが、顕微鏡で見ると、アスファルト被膜が細かいかさぶた状となって、供試体全体に広がっており、表面の劣化が進んでいることが分かる。
			100	肉眼では、粗骨材の周りに浅いクラックが認められた。顕微鏡による観察では、走行位置のアスファルトモルタルに、浅いクラックが広がっていた。
			200	アスファルトモルタルに発生したクラックは、さらに細かく広がった。粗骨材の抜け上がりや押し込みによって、粗骨材周辺のクラックはより一層長くなった。
			500	長さ5～10mmで深いクラックが中央付近に発生した。全体的にクラックの幅が広がってきたが、同時にアスファルトのブリージングが確認された。
			1000	中央付近の深さのあるクラックが走行方向に伸びた。その周辺に発生したクラックとつながることが予測されたが、中央部分はブリージングによりクラックがふさがった箇所があった。
			2000	中央付近の深いクラックの周辺に浅いクラックが広がり、そのうちの1本が深いクラックとなり伸長した。
5-2	3	10	0	実験5-1の0回とほぼ同じ状態。
			15000	クラックやブリージングの発生は認めらず、多少平滑化が進んだ。
		55	15500	走行方向の長さが5～10mmの深いクラックが、供試体中央から5cm離れた位置に3本発生した。粗骨材周辺のアスファルトモルタルに浅いクラックが認められた。
			16000	15500往復で認められたクラックが、走行方向につながり始めた。走行位置全体に浅いクラックが広がってきた。
			17000	16000往復でつながり始めた深いクラックが閉じてきたが、新たにこの周辺に深いクラックが発生した。走行位置以外の箇所にも、側方流動によって、浅いクラックが発生した。
			20000	クラックの長さや幅が大きくなった箇所があり、その付近に浅いクラックが発生した。供試体中央付近ではブリージングによってクラックがふさがった。



写真-6 クラック発生箇所のクローズアップ

b) 実験-5-2 (屋外暴露3ヶ月)

低温時の走行によって、供試体上面にクラックが発生するかどうかを確認し、その後高温で走行を行った。低温条件は10で15000回往復走行させ、その後の高温条件は55で5000回往復とした。実験結果は、表-5の下段のとおりである。

c) 実験-5-1と実験-5-2からの考察。

ア アスファルト混合物は屋外暴露されることによって、肉眼では見えないが、10～20倍程度の顕微鏡によって、表面のアスファルト被膜が劣化して浮き上がった状態を確認した。

イ 高温時においては、走行車輪の繰返しによって、粗骨材が抜け上がったり押し込まれるが、抜け上がった粗骨材の周りにクラックが発生する。しかし、

走行回数の増加とともに、ヒーリング作用が活性化し、発生したクラックが再接着するものが現れる。ウ 上述した現象は低温時には起こりにくく、表面の平滑化が進む程度である。しかし、この後で高温に曝らされると、クラックの発生は遅くなるが同様の現象が起きる。

以上のことから、わだち割れの発生は、ヒーリング作用と劣化作用のバランスが崩れ、劣化作用が勝った時に発生するものと推測できる。

6 まとめ

本研究では、わだち割れの発生機構を解明するための一環として、アスファルトやアスファルト混合物のヒーリング作用について、新たな試験法を提案したり在来使用されている試験機を改善して、検討を行ってきた。ここで得られた知見は次のとおりである。

ア 実験-1～4において、アスファルトおよびアスファルト混合物は、加熱や紫外線によって劣化が進むが、時間経過のなかのある時期には、温度条件やアスファルトの組成の変化によって、ヒーリング作用が大きくなることが確認された。前者は高温時、後者はアスファルテンや粘度の増加等が考えられ、また、アスファルト混合物の場合はブリージングの寄与も考えられる。

イ アスファルト混合物は、高温時においては、走行車輪の繰返しによって粗骨材が抜け上がり、この周

りに発生する肉眼では見えないマイクロなクラックが引金となって、大きなクラックへ発達することが実験-5によって推測できた。

ウ アスファルト混合物にとって、高温はいわば両刃の剣であり、劣化作用とヒーリング作用のバランスにおいて、劣化作用が卓越した場合に破損につながるものと考えられる。わだち割れの発生は、温度に大きく依存しており、夏季の高温に起因することはほぼ間違いないであろう。

エ 今回の研究の中で行なっていない課題のうち、クラックを発生させたままの供試体を屋外暴露する実験は、早急に行なうべき課題と考えている。また、実験-5において、温度と走行回数の組合せをどのように設定すれば、実際の舗装の現象に近づけることができるかということも課題の一つである。

この研究で実施した各種実験手法は、現象面の一部を再現した試験法に過ぎず、複雑な要因が組み合わさった実際の舗装の現象を再現するためには、試験機の改良と新たな試験機の開発が必要であり、さらに理論的な裏づけも構築しなくてはならないと考えている。

謝辞： 本研究課題は、松野三朗博士の長年の研究と観察に負うところが多く、研究を進めていくなかでも、貴重な助言と示唆をいただいたことを感謝いたします。また、参考文献として利用させていただいた文献の著者に対して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所舗装研究室：アスファルト混合物の配合設計、材料に関する幕張試験舗装および室内試験による研究、土木研究所資料 923号、1974/3
- 2) Matsuno, S. and Nishizawa, T. : Longitudinal Surface Cracking of Flexible Pavement, Proc. Paving in Cold Areas Mini-Workshop, 779-796 p. Oct. 1984.
- 3) Matsuno, S. and Nishizawa, T. : Mechanism of Longitudinal Surface Cracking of Asphalt Pavements, Proc. 7th ICAP, vol.2 pp277-291, 1992.
- 4) Nishizawa, T. and Matsuno, S. and Hara, T. : Classification of Distress of Asphalt Pavements, Proc. PICA, 1993/9, p.1-385-401.
- 5) Nihon Doro Kodan : The Analysis of Asphalt Pavement Research Results on the TOMEI and CHUO Expressways, Proc. 4th International Conference Structural Design of Asphalt Pavements, 894-902p. Aug. 1997
- 6) Molenaar, A.A.A. : Fatigue and Reflection Cracking due to Traffic Loads, : Proc. AAPT, 470-474p. Feb. 1984.
- 7) Hugo, F. and Kennedy, T.W. : Surface Cracking of Asphalt Mixtures in Southern Africa, Proc. Association of Asphalt Paving Technologists, 454-501p., 1985
- 8) Nunn, m. : Long-Life Flexible Roads, Proc. 8th ISAP, 3-16p. Aug. 1997.
- 9) Nunn, M.E., Brown A., Weston D. and Nicholls, J.C. : Design of Long-Life Flexible Pavements for Heavy Traffic, TRL Report 250. 1997.
- 10) 松野, 内田:アスファルト誌, 第44巻, 第208号, pp.28-37, 2001
- 11) 阿部, 古財:滑走路舗装の経年変化と材料特性, 石油学会誌, 第28巻, 第6号, pp.445, 1985
- 12) Uchida, k., Matsuno, S., and Nishizawa, T. : Study on Longitudinal Surface Crack in Pavement on Steel Plate Deck, Proc. 10th REAAA Conference, Sept. 2000

Healing Characteristics of Asphalt Mixture under High Temperature Conditions

Kitaro Uchida, Tsutomu Kurokawa, Kenji Himeno, Tatsuo Nishizawa

In order to evaluate the healing characteristics of asphalt binders and asphalt mixtures, new test methods were developed. Using the methods, effects of loading time, temperature and degree of aging on the healing characteristics were investigated. Also, cracking process at the surface of asphalt mixtures was observed using a modified wheel tracking test. The effects of the aging and healing of asphalt mixtures on the surface cracking were discussed based on the observation.