# 排水性舗装の側方流動破壊の発生要因と対応策に関する研究

鎌田修[1]・藤井政人[2]・久保和幸[3]

[1]正会員　博(工)　独立行政法人土木研究所　専門研究員（現鹿島道路株式会社　技術研究所　主任研究員）
（〒182-0036　東京都調布市飛田給2-19-1 E-mail:kamadao@kajimaroad.co.jp）
[2]正会員　工修　福田道路株式会社　技術研究所　研究員
（〒959-0415　新潟県新潟市大潟村古新田2031） E-mail: fujii2225@fukudaroad.co.jp
[3]正会員　独立行政法人土木研究所　基礎道路技術研究グループ　上席研究員
（〒305-8516　茨城県つくば市南原1-6） E-mail: k-kubo@pwri.go.jp

排水性舗装が早期に破損する事例が報告されているが，有効な手段が見出せていない破損形態については，有効な対応策を検討する必要がある．そこで，道路管理者にヒアリング調査を行ったところ，局部的に側方へ流動破壊する破損形態については影響要因の調査と対応策の方向性が明確でないことが判明した．そこで，室内試験によってそれらの確認を行うこととした．
室内試験の結果，早期での側方流動破壊は基層のはく離抵抗性および耐流動性，表基層の接着性，基層への遮水性が影響要因となり，それらを改善する対応策を行った場合，排水性舗装の耐久性を改善することが可能であることが確認できた．

***Key Words :*** *porous asphalt pavement, partial plastic flow, immersion wheel tracking test*

## 1．はじめに

ポーラスアスファルト混合物を表層に用いた排水機能を有する舗装（以下，排水性舗装）は 1990 年代から本格的な普及が始まり，2005 年現在では直轄国道の約 20％程度が排水性舗装になっている．しかし，本格的な普及に伴って，従来の舗装にはなかった破損が早期に起きる事例が発生し，道路管理者から対応方法の確立を求める声があがっている．排水性舗装の早期破損については，当該道路を管理する地方整備局等が個々に対応しているのが現状である．そこで，各機関が個別に行っている対応策を整理し，有効な手段の選定を行うことにより，現場における排水性舗装の早期破損に対する対策を提案することを試みた．

**表-1**　排水性舗装の主な早期破損形態と要因

| 発生要因 | 破損形態 | 原因 |
|---|---|---|
| ポーラスアスファルト混合物の性状，施工 | 骨材飛散 | 施工温度<br>締固め度<br>等 |
| | ポットホール | |
| | ひび割れ | |
| 外的作用 | 骨材飛散 | チェーンタイヤ<br>油漏れ<br>等 |
| | わだち掘れ | |
| | ポットホール | |
| | ブリージング | |
| | ひび割れ | |
| 表層に浸水させる舗装構造 | 側方流動 | 基層のはく離抵抗性<br>等 |
| | ポットホール | |

本研究では，既存の研究結果について文献調査をするとともに，平成 15 年度から 16 年度にかけて各地方整備局の道路管理者に直接ヒアリングを行い，文献調査を補完した．その結果，早期破損には**表-1**に示すような形態のものが多く発生していることが判明した．

これらのうち，舗装に雨水を浸透させることにより発生する側方流動やポットホールは，基層がはく離によって破損することにより発生するために基層のはく離抵抗性の向上が対応策になるとされている[1)]が，その詳細な発生形態や影響要因および対応策については明らかになっていない．ヒアリングを行った道路管理者からも側方流動に対しての対応策を求める意見が多かった．

そこで本研究では，側方流動が発生した箇所で調査を行って，影響要因を調べるとともに，室内試験でそれらの影響要因の確認と対応策について検討を行い，実道での側方流動発生を抑制する対応策の方向性を検討することとした．

## 2．側方流動破壊発生箇所の調査

### (1) 調査箇所と発生状況

土木研究所内の舗装走行実験場内の**表-2** に示す断面の排水性舗装において**写真-1** のような側方流

動破壊が発生した．この舗装は表層の密粒度アスファルト混合物を 1 層のみ切削し，既存の粗粒度アスファルト混合物を残してポリマー改質アスファルトH型を使用したポーラスアスファルト混合物（以下，排水性混合物）を設置した． $T_A$は 35.25cmであり，疲労破壊輪数は約 820 万輪程度であったが，**図−1** に示すように促進載荷荷重車が 49kN換算輪数で 70 万輪程度通過した時期である 7 月下旬に，この工区のわだち掘れ量が急激に大きくなり，5m程度の延長の側方流動破壊が発生した．また，その後促進載荷荷重車が 49kN換算輪数で 90 万輪程度通過した 10 月頃に，更に 7 月下旬で発生した近辺 2 箇所で側方流動が発生した．

実際の舗装においても，表層のみ 1 層切削した場合に多く側方流動破壊が発生しており，この舗装の側方流動は実道の発生形態に極めて似ていると考えられる．そこで，この舗装の破損形態を調査することとした．

**表−2** 調査箇所の舗装断面

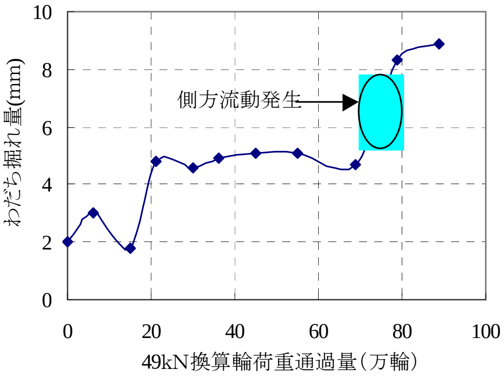
| 層 | 混合物 | 厚さ（cm |
|---|---|---|
| 表層 | 排水性混合物 | 5 |
| 基層 | 粗粒度混合物 | 5 |
| 上層路盤 | AS安定処理 | 15 |
| | M-30 | 20 |
| 下層路盤 | C-40 | 25 |
| 路床 | 関東ローム | |

**写真−1** 側方流動破壊発生状況

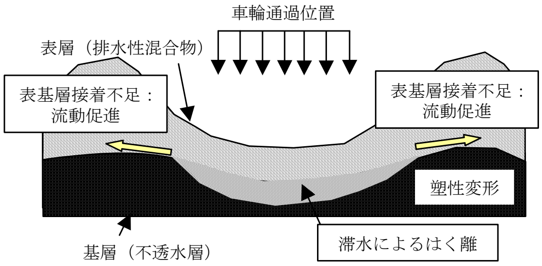
**写真−2** 側方流動発生箇所断面写真

### （2）断面およびコア調査

側方流動が発生した箇所の断面を切り出し，形状を観察した．切り出した断面は**写真−2** に示すように，側方流動が発生した付近に向けて基層の塑性変形が顕著であるとともに，輪載荷中心部ははく離により破壊しており，表層と基層の混合物が原形を留めていなかった．また，表層と基層の境界面が滑っており，表層が側方へずれるように流動していることも観察できた．また，側方流動発生箇所周辺でコアの採取を行ったが，基層が原形を留めている箇所でも，車輪が通過する位置では表基層が不接着となって，コアを採取した時点で表層と基層が分離するものが半数程度であった．




**図−1** 側方流動発生地点付近のわだち掘れ量の変化




**図−2** 側方流動発生の概念図

以上より，側方流動破壊の発生には**図−2** に示すような要因が影響していると推測されるため，室内

実験で確認を行うとともに，対応策についても検討することとした．

## 3. 室内実験方法

側方流動破壊を室内試験で再現するために，水浸ホイールトラッキング試験（以下，水浸 WT 試験）を実施した．また，表基層の接着性や遮水性を確認するために，付着引張試験，せん断試験，加圧導水試験も実施した．

### （1）水浸ホイールトラッキング試験方法

本研究では実道における基層の性状や表基層の接着が側方流動破壊発生に与える影響を室内で検討するために，水浸WT試験を試験舗装便覧および舗装試験法便覧別冊に示された方法[2) 3)]から，以下の点を変更して実施した．

**1）試験供試体**

供試体は表層 3cm，基層 4cm で 2 層とした．表層には排水性混合物を使用し，基層は不透水層を模擬した混合物を設置した．

**2）散水方法**

本試験では，実際の降雨を想定したため，従来の水位を一定に保つ方法ではなく，**図-3** に示すように，供試体上部より散水を行った．上部から散水された水は，基層混合物上面で滞水するか側方へ流れて型枠側面から水槽に落ち，再びポンプにより引き上げられて散水された．水温は 60℃とした．

**3）トラッキング速度とトラッキング幅**

トラッキング速度は舗装試験法便覧に記載されている 70 回／分としたが，トラバース幅は側方流動破壊を促進させるため，10cm とした．

**4）タイヤ接地圧**

本試験では，表基層の境界面や基層上面で発生する応力が実道と可能な限り近いものにすることが望ましい．そのため，応力伝達を考慮すれば，載荷荷重と接地面積ができる限り実道での載荷荷重に近い方がよいが，室内試験においてはその再現が難しい．そこで，本研究では，試験パターンが多いため，1 供試体 6 時間程度で結果が比較検討でき，今回使用した水浸 WT 試験機で実施できるタイヤ幅（接地面積）と載荷荷重をいくつかの予備試験を実施して検討を行った．その結果，本研究ではタイヤ幅 50mm で接地圧が 1.12MPa となるように載荷荷重を設定した．

### （2）その他の試験

表基層の接着性と透水性を確認するために，水浸 WT 試験を行う供試体を 300mm×300mm の型枠で作製し，φ100mm のコアを切り出して付着引張試験，せん断試験，加圧透水試験を行った．付着引張試験とせん断試験の載荷速度は，それぞれ 60mm/分および 50mm/分とした．付着引張試験とせん断試験の試験温度は 20℃，30℃，40℃および 20℃，30℃とした．強度を断面積で割った値をそれぞれ引張強度，せん断強度として求めた．

また，基層の耐流動性を調べるためにホイールトラッキング試験を行ってDSを求め，骨材とアスファルトの接着性を確認するために静的はく離試験を行ってはく離率を求めた．試験方法はいずれも舗装試験法便覧に示されているとおり[2)]である．

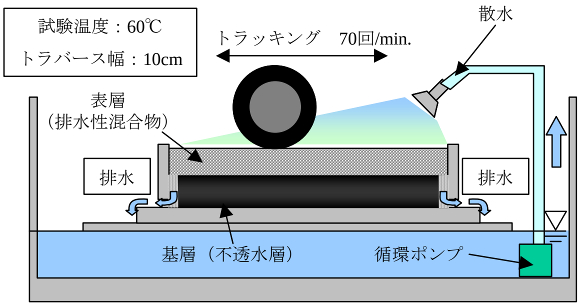



**図-3**　水浸ホイールトラッキング試験概要図

**表-3**　側方流動に影響を与えると考えられる要因と水浸 WT 試験条件

| 影響要因 | 水浸WT試験実験条件 |
|---|---|
| 水浸の影響 | 水浸、非水浸状態の差 |
| 表基層の接着<br>基層への遮水性 | 乳剤塗布の有無 |
| | 基層切削の有無 |
| 基層の耐流動性 | 基層混合物の違い |
| 基層のはく離抵抗性 | 基層での使用骨材の違い |

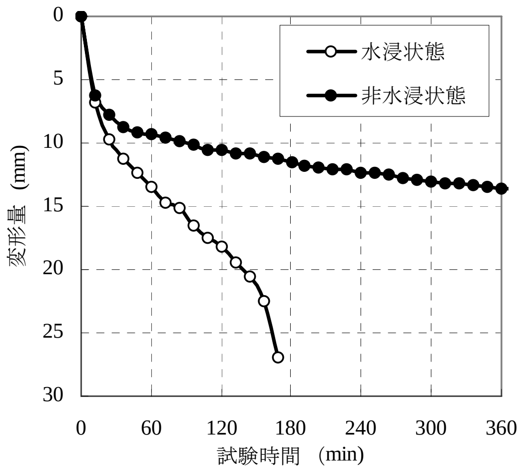



**図-4**　水浸 WT 試験結果
（水浸，非水浸条件による差異）

## 4. 室内実験結果

### （1）側方流動破壊の影響要因調査

**図-2** に示した考えられる影響要因について，水浸 WT 試験を**表-3** に示す条件で行って，他試験の結果とあわせて各要因の側方流動発生への影響を調査した．以下に試験結果を示す．

**1）水浸の影響**

供試体は基層にストレートアスファルト（以下，StAs60/80）を使用した粗粒度アスファルト混合物

（以下，粗粒度混合物）を設置し，基層上面を小型切削機により切削して，表基層境界面にゴム入りアスファルト乳剤（以下，ゴム入り乳剤）を通常量（0.4 リットル/m$^2$）塗布した混合物を使用した．水浸WT試験は上部からの散水を行う場合と行わない場合について試験を行い，散水によって表基層間に水が浸された状態（以下，水浸状態）と散水を行わず表基層間が水に浸されていない状態（以下，非水浸状態）での差を調べた．その結果を**図-4** に示す．

非水浸状態では，変形量が試験初期では大きくなるものの，ある一定の時間が経過した後は，時間当たりの変形量がほぼ同程度となった．

水浸状態では，非水浸状態より時間当たりの変形量が大きくなり，かつある一定の時間から急激に大きくなり，供試体が破壊する傾向が見られた．破壊した供試体断面を切断して取り出すと，表層と基層がはく離をおこしていることが目視できた．これにより，滞水がある場合は，流動変形とともに，はく離も伴って破壊していることが分かった．

**2）表基層の接着性，遮水性の影響**

早期に発生する側方流動は，基層上面を切削して表層のみを排水性混合物に打ち換えた場合に発生する事例が多い．これは基層混合物のはく離抵抗性の他に表基層の接着性や基層への遮水性が影響を与えている可能性がある．また，乳剤は通常散布されるが，ダンプの車輪への付着等で剥がれている場合も想定され，これについても表基層の接着性や遮水性に影響を与える可能性がある．

試験供試体は基層に StAs60/80 を使用した粗粒度混合物を使用した．水浸 WT 試験結果を**図-5** に示す．これらの試験は上部から散水を行った浸水状態で実施した（以降の実験はすべて浸水状態である）．基層切削を行った場合は，行わなかった場合よりも早期にわだち変形量が大きくなった．また，乳剤を塗布しなかった場合は顕著に早期破壊した．以上より，基層上面の切削は側方流動発生に影響を与え，特に乳剤が剥がれた場合，その影響は大きくなることが分かった．

**3）基層のはく離抵抗性の影響**

基層の粗骨材を通常使用している硬質砂岩（StAs60/80 での静的はく離試験によるはく離率：13%）と閃緑岩（はく離率：26%），閃緑岩にはく離防止剤を混入したもの（はく離率：3%）で粗粒度混合物を作製して上面を切削し，ゴム入り乳剤を塗布して排水性混合物を設置した供試体の水浸 WT 試験結果を**図-6** に示す．

閃緑岩にはく離防止剤を混入しない供試体は，早期に変形量が大きくなって破壊した．はく離防止剤を混入することにより，通常使用している硬質砂岩を使用した供試体と時間当たりの変形量が同程度となった．

これにより，粗骨材のはく離抵抗性の違いは排水性舗装の耐久性に影響を与えることが分かったが，本研究で行った水浸 WT 試験では，影響の程度は少なかった．しかし，これは基層が早期に塑性変形する輪荷重と混合物の組み合わせで行ったためである可能性がある．

**4）基層混合物の耐流動性の影響**

耐流動性の違う混合物を基層に使用し，上面の切

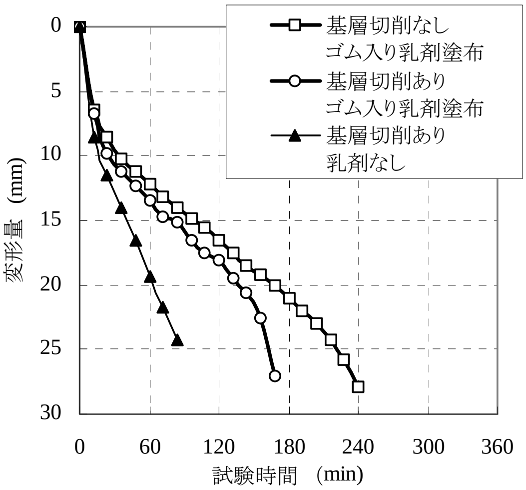



**図-5** 水浸 WT 試験結果（基層切削，乳剤の影響）

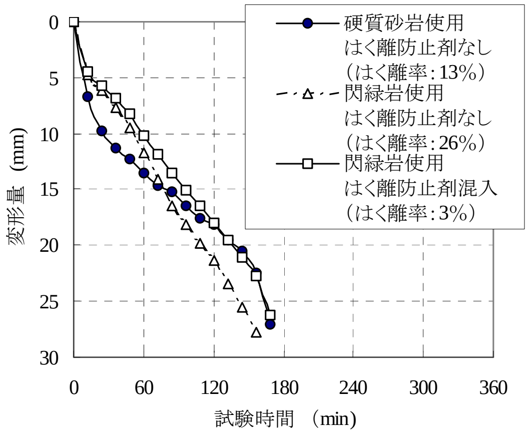



**図-6** 水浸 WT 試験結果
（粗骨材のはく離抵抗性の違いによる影響）

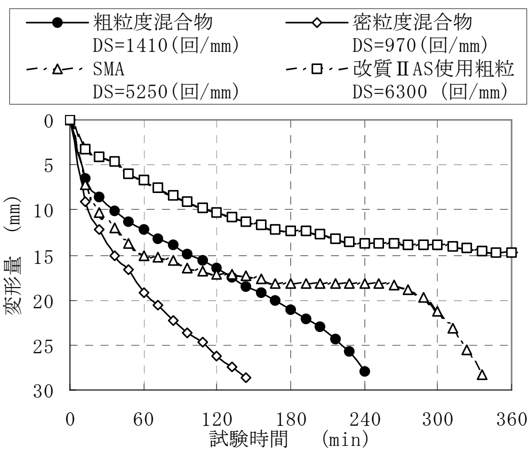



**図-7** 水浸 WT 試験結果
（基層の耐流動性の違いによる影響）

削は行わずにゴム入り乳剤を塗布して排水性混合物を設置した 2 層供試体の水浸 WT 試験結果を**図-7** に示す．**図-7** の凡例に示す混合物名は基層に使用した混合物を示している．

基層の DS が大きいほど，破壊にいたるまでの時間が長くなった．よって，基層に耐流動性のある混合物を使用することは排水性舗装の耐久性向上に大きく寄与すると考えられる．

また，基層に SMA を使用した供試体は時間当たりの変形量が長時間ほぼ一定となって，ある時間で急激に変形量が大きくなって破壊した．この時間に表基層のはく離を伴った破壊が発生したと考えられる．また，ポリマー改質アスファルトⅡ型（以下，改質Ⅱ型 AS）を使用した粗粒度混合物は今回の試験時間範囲内ではそのような傾向が見られなかったが，試験を継続すると同じように破壊すると考えられる．

**5）影響要因調査結果のまとめ**

これまでの検討で，基層の性状，表基層の接着性が排水性舗装の耐久性に大きな影響を与えることが分かった．特に基層の耐流動性とはく離抵抗性を確保することは，早期における側方流動発生を抑制する効果だけではなく，中長期的な排水性舗装の耐久性を確保する上でも有効な対応策になると考えられる．また，表基層間の境界面の接着性や基層への遮水性を改善することは側方流動発生を抑制する対策になると考えられる．

### （2） 対応策の検討

早期に発生する側方流動は基層上面を切削し，表層のみを排水性混合物に打ち換える工法で行われた場合に発生する事例が多い．この場合，これまでの実験結果から基層の耐流動性やはく離抵抗性の他に，切削による表基層の境界面の接着性の基層への遮水性などが原因となっていると考えられる．

既存の基層を排水性舗装の基層に使用するには，まず既存基層のはく離抵抗性の程度を把握するとともに，必要であれば，側方流動をおこさない対応策を講ずる必要がある．

既存の基層のはく離抵抗性の評価方法については，更なる検討が必要なものの，既存の研究がいくつか存在する[5)6)]．対応策については新設基層混合物のように消石灰やはく離防止剤を混入して，混合物のはく離抵抗性を高めることは出来ず，これまでに述べたように表基層の接着性や基層への遮水性を高めて側方流動発生を抑制する方法が考えられるが，それらの対応策はこれまで十分に研究されていない．そこで本研究では，表基層の接着性や基層への遮水性を高めるために，乳剤の種類や量，各種の薄層を境界面に設置する効果を室内試験により確認した．

**1）乳剤の種類・量の影響**

乳剤を通常使われているゴム入り乳剤と高付着型改質アスファルト乳剤（以下，改質乳剤）を塗布し，塗布量を通常量（0.4 リットル/$m^2$）と 3 倍量（1.2 リットル/$m^2$）とした場合の水浸ホイールトラッキ

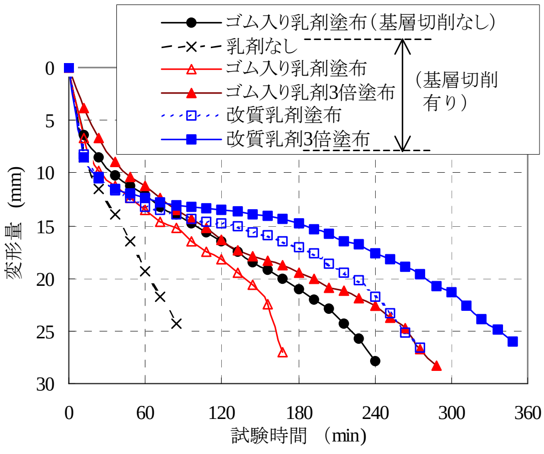



**図-8** 水浸 WT 試験結果
（乳剤の種類・量の影響）

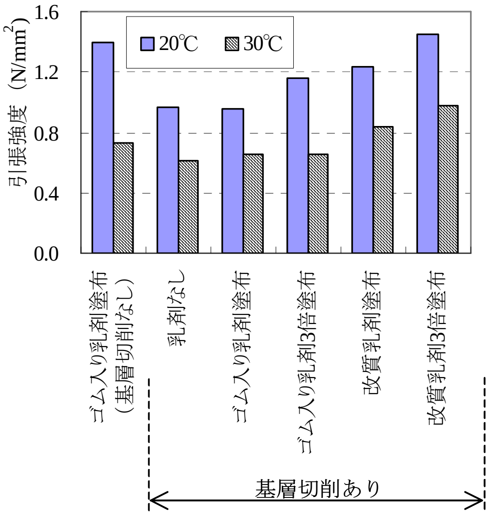



**図-9** 付着引張試験結果
（乳剤の種類・量の影響）

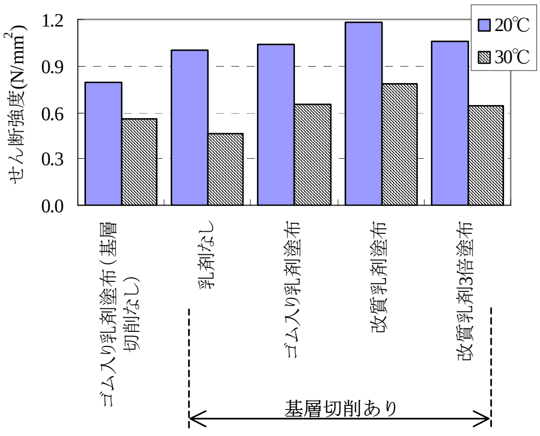



**図-10** せん断試験結果
（乳剤の種類・量の影響）

ング試験結果を**図-8** に示す．なお，すべての供試体基層にはStAs60/80 を使用した粗粒度混合物を設置した．

ゴム入り乳剤を通常量塗布した場合は基層上面を切削することによって供試体が早期に破壊した．しかし，基層上面を切削してゴム入り乳剤を 3 倍量塗布した場合は，基層上面を切削しない供試体と試験途中までの変形量は同程度であり，150 分程度から 3 倍塗布した供試体のほうが変形量が小さくなり，破壊までの時間も長くなった．

改質乳剤を塗布した場合は，切削した基層上面への塗布量が通常量であっても，基層上面を切削しない供試体より変形量が 100 分経過程度から小さくなり，破壊までの時間が長くなっている．塗布量を 3 倍にした場合には，さらに破壊までの時間が長くなった．

以上より，室内試験の結果ではあるが，ゴム入り乳剤の塗布量を増やすか，改質乳剤を使用することにより，基層上面を切削しない状態と同程度の水浸状態による変形抵抗性を持つことが分かった．その原因は，表基層の付着性と基層への遮水性の改善による効果と考えられる．ただし，実施工で乳剤量を増やす場合，実道では乳剤が流れ落ちて，期待する塗布量を得られないことが考えられ，それに対する対応策も必要となる．

**図-9** および**図-10** に付着引張試験結果とせん断試験結果を示す．引張強度に関しては，改質乳剤を塗布することにより高まる傾向はあるものの，明確な差は見られなかった．これらの試験は広く汎用されている方法であるが，表基層の接着性を評価するには試験温度に問題があるとともに，水浸劣化の影響を評価できていない．今後はこれらの要因を考慮に入れた試験方法を実施して，接着性の影響を評価する必要がある．

**図-11** に加圧透水試験結果を示す．基層への遮水性を高めると，水浸 WT 試験の破壊に至るまでの時間が長くなった．境界層での遮水性を高めることは有意な対応策になるとともに，今後はその持続性も評価を行う方法を検討する必要がある．

**2）各種薄層工法設置の影響**

表基層の境界に薄層を設置し，表基層の付着性と基層への遮水性を向上させて側方流動への対応策とすることも考えられるため，既存する技術に対して室内実験を行って耐久性を確認した．

試験に使用した既存技術は 3 パターンとした．まず，技術Aはストレートアスファルトをフォームドアスファルトとし，7 号砕石を同時散布する褥層に用いられる工法である．技術Bは速硬性改質アスファルト乳剤を使用したマイクロサーフェシング工法である．技術Cは高濃度改質アスファルト乳剤 1.2 リットル/$m^2$と分解剤を同時散布した工法である．技術AおよびBは表基層の間に薄層を設置する工法で，技術Cは表層下部の空隙部に乳剤を充填する工法である．

供試体は基層に StAs60/80 を使用した粗粒度混合物を設置した．なお，技術 C は切削を完了した基層の厚さを 3cm とし，表層を 4cm 設置して作製した．

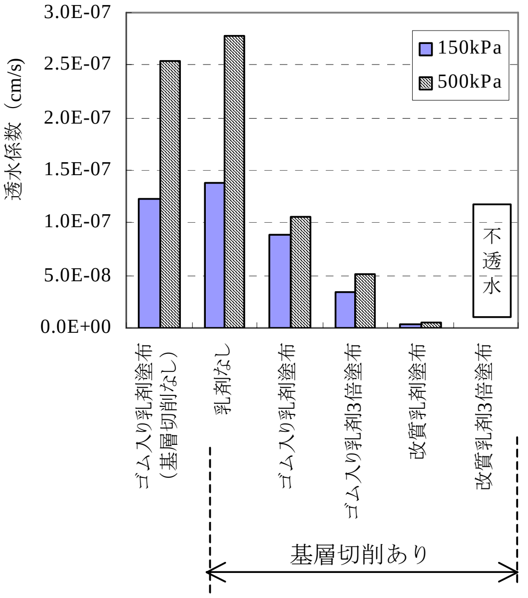



**図-11** 加圧透水試験結果
（乳剤の種類・量の影響）

**表-4** 技術 A,B,C の概要

| | 工法の概要 | 使用AS又は乳剤 | 厚さ(mm) |
|---|---|---|---|
| 技術A | フォームドアスファルトに主に7号砕石を同時散布 | ストレートアスファルトを使用したフォームドアスファルト | 5mm |
| 技術B | 常温で乳剤と7号砕石，スクリーニングス等を混合したマイクロサーフェシング工法 | 速硬性改質アスファルト乳剤 | 5mm |
| 技術C | 改質アスファルト乳剤を1.2リットル/$m^2$を分解剤と同時に塗布 | 高濃度改質アスファルト乳剤 | 10mm程度（開粒度AS混合物の空隙に乳剤が入り込む） |

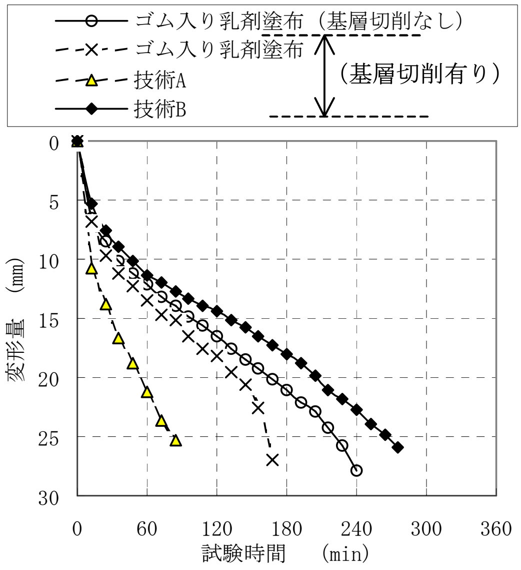



**図-12** 水浸 WT 試験結果
（技術 A，B の設置効果）

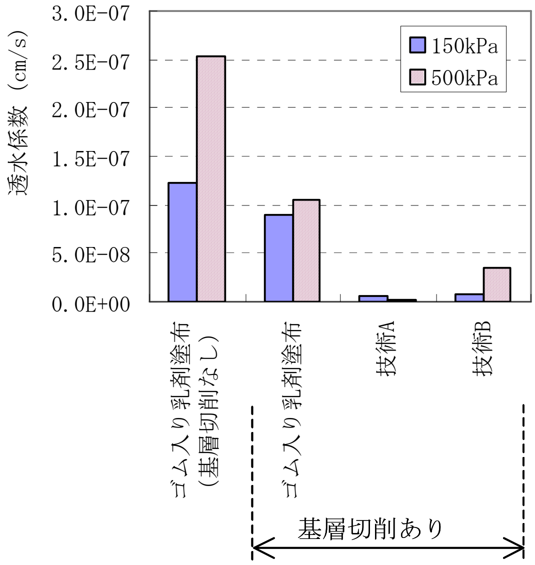



**図-13** 加圧透水試験結果
（技術 A，B の設置効果）

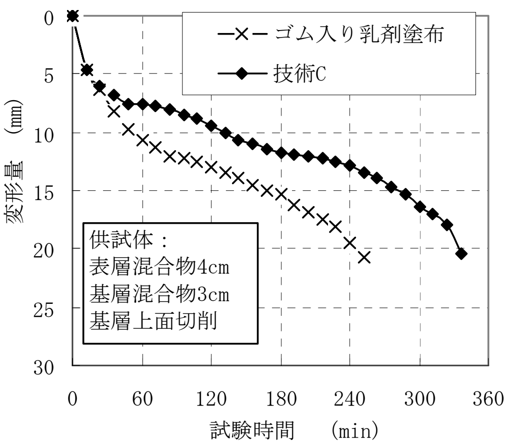



**図-14** 水浸 WT 試験結果（技術 C の設置効果）

技術A，Bについて，水浸ホイールトラッキング試験結果を**図-12**，加圧透水試験結果を**図-13** に示す．技術A，Bを使用することにより，基層への遮水性は向上する．しかし，水浸ホイールトラッキング試験の結果から，技術Aを使用した供試体は時間当たりの変形量が大きくなり，早期に破壊した．これは，技術Aはストレートアスファルトを使用しており，十分な変形抵抗性を確保できず，表層の破壊を助長させたものと考えられる[7]．

技術 B を使用した供試体は基層を切削しない供試体より時間当たりの変形量が小さく，破壊するまでの時間が長くなった．ただし，技術 B は現状では施工から表層設置までに養生時間が必要であり，実道への施工へ問題は存在する．

技術 C の結果を**図-14** に示す．技術 C も設置によりゴム入り乳剤を使用した場合より時間当たりの変形量が小さくなり，破壊までの時間が長くなった．

## 5. まとめ

排水性舗装に打ち換え，供用後早期に発生する側方流動破壊は，基層のはく離抵抗性および耐流動性，表基層の境界面の接着性，基層への遮水性が影響を与えると考えられる．本研究では，室内試験により，以下の結果を得た．

① 排水性舗装は水浸，非水浸状態で破損形態が大きく異なる．水浸状態では高温で基層が流動変形とはく離を伴った変形をする．

② 基層の耐流動性は排水性舗装の耐久性に大きく影響を与える．

③ 本研究で行った水浸WT試験結果では基層の耐流動性の影響の方が大きく，基層使用骨材のはく離抵抗性では大きな差がでなかった．しかし，これは本研究で行った実験の条件が影響している可能性があり，既存の研究[1] からも側方流動発生に対する基層のはく離抵抗性の影響は大きいと考えられる．

④ 基層への遮水性を高めることは排水性舗装の耐久性を改善するものと考えられるが，今後は遮水性の持続性の評価を行う必要がある．

⑤ 表基層の接着性を高めることは排水性舗装の耐久性を改善すると考えられるが，高温時や水浸状態でそれらを評価できる方法を検討する必要がある．

⑥ 乳剤の種類や塗布量，薄層を表基層の境界面に設置することは水浸 WT 試験での供試体の耐久性を改善させた．ただし，設置する薄層が十分な変形抵抗性を持たない場合は，逆に耐久性が劣った．

現況では，早期での側方流動破壊の発生は表層とともに基層も切削オーバーレイする方法を実施することによって，数年前までのように頻発して発生する事態は避けられている．しかし，中長期的な排水性舗装の耐久性や，逼迫する道路予算の中での現況の排水性舗装の打ち換えを考えた場合，既存基層を使用した排水性舗装の耐久性の検討が更に必要となる．本研究では室内試験により，対応策が検討されてこなかった，側方流動の発生要因と対応方法の方向性を検討したが，今後は実道での効果の確認が必要である．

また，本研究では検討しなかったが，排水性舗装内での滞水防止への対策として，排水構造や切削面性状の排水への影響[8]の検討も行う必要がある．

### 参考文献

1) 浅生和彦：アスファルト混合物のはく離，アスファルト合材，Vol.760，pp.30-35，2004.
2) （社）日本道路協会：舗装試験法便覧，1987.
3) （社）日本道路協会：舗装試験法便覧別冊，1996.
4) 鎌田修，山田優: アスファルト混合物のはく離抵抗性の評価と改善に関する研究，土木学会論文集No.760/Ⅴ-63，pp.63-74，2004.
5) 東滋夫，篠塚政則，坂本健次，金井利浩：アスファルト混合物のはく離抵抗性評価方法に関する研究，

道路建設，No.672，pp.32-38，2004.
6) 本松資朗，神谷恵三，松本大二郎，山田優：既設基層混合物のはく離抵抗性の評価方法に関する研究，土木学会舗装工学論文集第9集，pp.73-79，2004.
7) 阿部長門，前原弘宣，丸山暉彦：応力緩和層を用いたリフレクションクラック抑制効果に関する研究，土木学会舗装工学論文集第3集，pp.119-128，1998.
8) 浅野耕司，関谷善之：路面切削に関する一考察，第59回土木学会年次学術講演会講演集第Ⅴ部門，pp.1081-1082，2004.

# A STUDY ON FACTORS AND COUNTER METHODS OF PARTICAL PLASTIC FLOW OF POROUS ASPHLT PAVEMENT

Osamu KAMADA, Masato FUJII and Kazuyuki KUBO

There are many reports that porous asphalt pavement is damaged at early stage. It needs to study factors of occurrence and effective counter method for damage types that are not cleared how road administers correspond. Therefore document investigation and hearing investigation of local bureas were performed. Then, the occurrence of partial plastic flow were not found effective methds. So, effective methds that prevent partial plastic flow were researched by experiments. As a results, it was understood that factors were mainly stripping and flow of base course. And lack of adhesion of surface course and base course is one of factors, too. It was confirmed that durability of porous asphalt pavement was improved if counter methods that prevent these factors were performed.