

# 橋面アスファルト舗装切削残存層の不透水性を改善する工法に関する研究

長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻 大西 絢太

## 1. はじめに

道路橋の橋面舗装と鉄筋コンクリート床版の境界面には、床版内部への雨水や塩化物イオンの侵入を防ぐために床版防水層が設けられている。この防水層は、橋面舗装の打換工事の際に再施工される。橋面舗装の打換工事では、舗装切削機により床版を削ることを避けるために、床版上のアスファルト舗装を 10~20 mm 残存させて切削し、残存層は防水層とともにバックホウ等を用いて撤去されることが多い。この残存層は、ひび割れなどの損傷が生じている可能性が高く、床版コンクリートと既設防水層が健全であれば、残存層のひび割れに補強を施して不透水性を改善することで、不透水の間層として再利用できる。このように、残存層を不透水の間層として再構築できれば、既設防水層と床版コンクリートにダメージを与えないことに加え、橋面舗装の打換時に要する費用も工期も縮減できる。

本研究では、橋面舗装の打換時における切削後の残存層（アスファルト切削残存層）を中間層として再利用することを目的に、厚さ 20 mm の残存層にアスファルト乳剤を浸透させて不透水性を改善することの有効性を評価するとともに、具体的な仕様（有効な材料および施工仕様）について検討した。また、不透水性を改善した中間層としての残存層の性能を評価し、このような工法の妥当性について考察した。

## 2. 切削残存層の損傷状況および使用したアスファルト乳剤

切削後の残存層における劣化・損傷の程度を確認するため、供用 30 年の高架橋から残存層を採取した。残存層の損傷には、目視できるものと目視できないものがあることから、損傷程度を空隙率によって定量化することにした。採取した残存層の空隙率は 6.5%であった。また、アスファルトの抽出・回収を行って骨材粒度とアスファルト量を確認した。本研究では、これらの結果に基づいて密粒度アスファルト混合物（13）の残存層の再現供試体を作製した。残存層に浸透させる乳剤は、一般的なものよりも物性が高い高濃度改質アスファルト乳剤を使用した。また、乳剤塗布の効果を比較するため 2 種類のものを用意した。乳剤を A、B と識別し、その性状の比較を表-1 に示す。粘性を表す

指標であるエングラード度が、2 倍程度の差がある。この差が、残存層への浸透性に影響を与えるか、不透水性の改善に寄与するのかを比較し、他の物性値についても併せて比較検討した。

表-1 使用したアスファルト乳剤の性状比較

性能項目	乳剤 A	乳剤 B
エングラード度 (25°C)	10	6
蒸発残留分 (%)	67	67
針入度 (25°C) (1/10mm)	68	88
軟化点 (°C)	51.5	62
タフネス (25°C) (N・m)	7.7	11
テナシティ (25°C) (N・m)	4.1	6.1
分解速度	即時	徐々に

### 3. 透水試験による不透水性の評価

#### 3. 1 試験概要

残存層の不透水性は透水試験によって評価した。透水試験は、排水性舗装技術指針（案）を参考にして実施した。試験条件としては、標準気圧下での不透水性について評価することになる。供試体は、WT 試験用供試体の型枠を用いて、残存層を想定した厚さ 20 mm のものを作製した。損傷度合の目安とした空隙率は、6.5～8.0 %まで 0.5 %刻みで変化させ、損傷の程度による比較検討もした。乳剤の塗布量は、それぞれの標準塗布量（A は 1.2 l/m<sup>2</sup>、B は 1.1 l/m<sup>2</sup>）に従い塗布した。

#### 3. 2 試験結果および考察

不透水の判断基準は、供試体からの漏水の有無で判断した。すべての空隙率において、乳剤を塗布しない供試体は透水し、乳剤を塗布した供試体は不透水となった。また、乳剤の種類による差異は認められなかった。これらの結果から、残存層に乳剤を塗布することで標準気圧下では不透水にできることがわかった。

### 4. 加圧透水試験による不透水性の評価

#### 4. 1 試験概要

透水試験よりも実橋に近い条件下での不透水性を確認するために、加圧透水試験による評価を行った。試験方法は、舗装調査・試験法便覧「B017T アスファルト混合物の加圧透水試験方法」に準拠して実施し、乳剤の有無による不透水性の改善効果について比較をした。供試体の空隙率（損傷度合）は、透水試験と同様に 6.5～8.0 %とした。供試体の作製手順は、SGC 試験機により直径 150 mm で作製し、コアカッターなどを用いて、直径 100 mm、高さ 50 mm になるように成型した。その後、供試体表面に乳剤を塗布した。

#### 4. 2 試験結果および考察

各供試体の表面に乳剤を 1 回塗布した場合の結果を図-1 に示す。図-1 は、圧力 50kPa・加圧時間 6h での結果であり、乳剤を塗布することで透水係数が低下しており、不透水性の改善が見込める。また、乳剤の違いによる明確な差は認められず、どちらを用いても不透水性は改善されている。そこで、乳剤の塗布回数（塗布量）を増加させて、その影響を比較することとした。塗布回数を 2 回、3 回と塗り重ねた場合の結果を図-2、図-3 に示す。2 回、3 回と乳剤を塗り重ねていくと、不透水性はより改善されていくことがわかる。3 回塗布した供試体において、圧力 150 kPa・加圧時間 24h のより厳しい条件で試験を実施した結果を図-4 に示す。図-4 より、圧力を増加させても透水係数の低下が見られることから、より厳しい条件でも不透水性の改善を見込むことができる。

塗布回数を増やすことにより、不透水性の改善効果が向上することから、塗布方法による影響についても比較した。ここでの塗布方法とは、回数を重ねて塗布するものと 1 度に同量の乳剤を塗布するものの違いである。その結果を図-5 に示す。この結果より、塗布方法は回数を分けて塗り重ねたほうが、1 度に塗布するよりも不透水性の改善効果が高いことがわかった。

以上の結果から、残存層に乳剤を塗布することで不透水性を改善することは可能で、乳剤 A を用いたほうが改善効果が高かった。塗布方法としては、3 回に重ねて塗布することで、不透水に近い層として再利用できると考えられる。

塗布回数を増やすことにより、不透水性の改善効果が向上することから、塗布方法による影響に

についても比較した。ここでの塗布方法とは、回数を重ねて塗布するものと1度に同量の乳剤を塗布するものの違いである。その結果を図-5に示す。この結果より、塗布方法は回数を分けて塗り重ねたほうが、1度に塗布するよりも不透水性の改善効果が高いことがわかった。

以上の結果から、残存層に乳剤を塗布することで不透水性を改善することは可能で、乳剤Aを用いたほうが改善効果が高かった。塗布方法としては、3回に重ねて塗布することで、不透水に近い層として再利用できると考えられる。

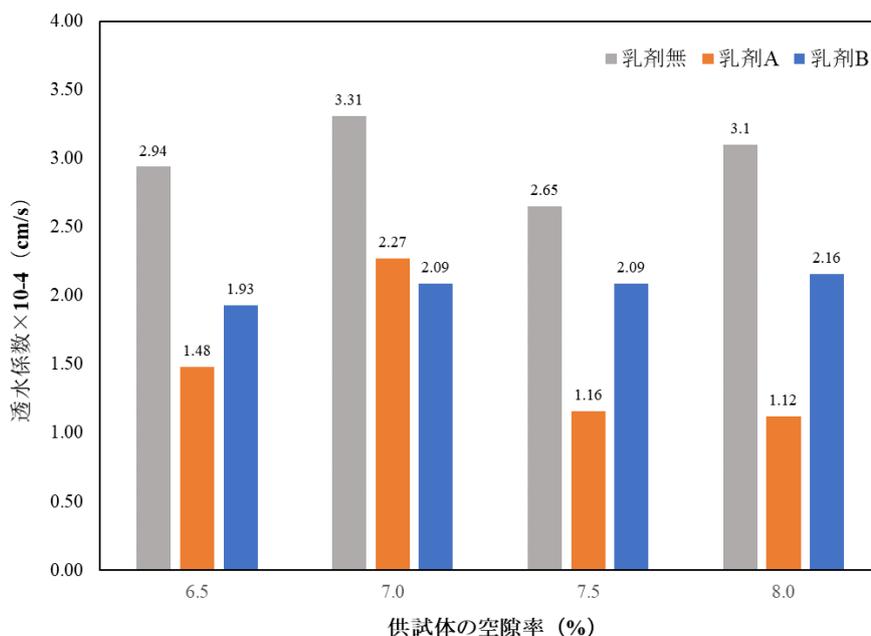


図-1 塗布1回における加圧透水試験の結果

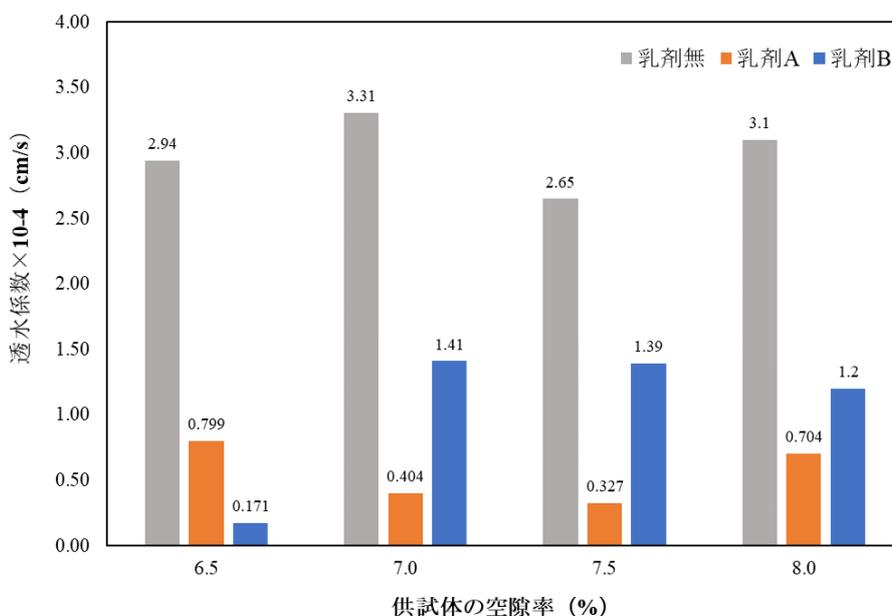


図-2 塗布2回における加圧透水試験の結果

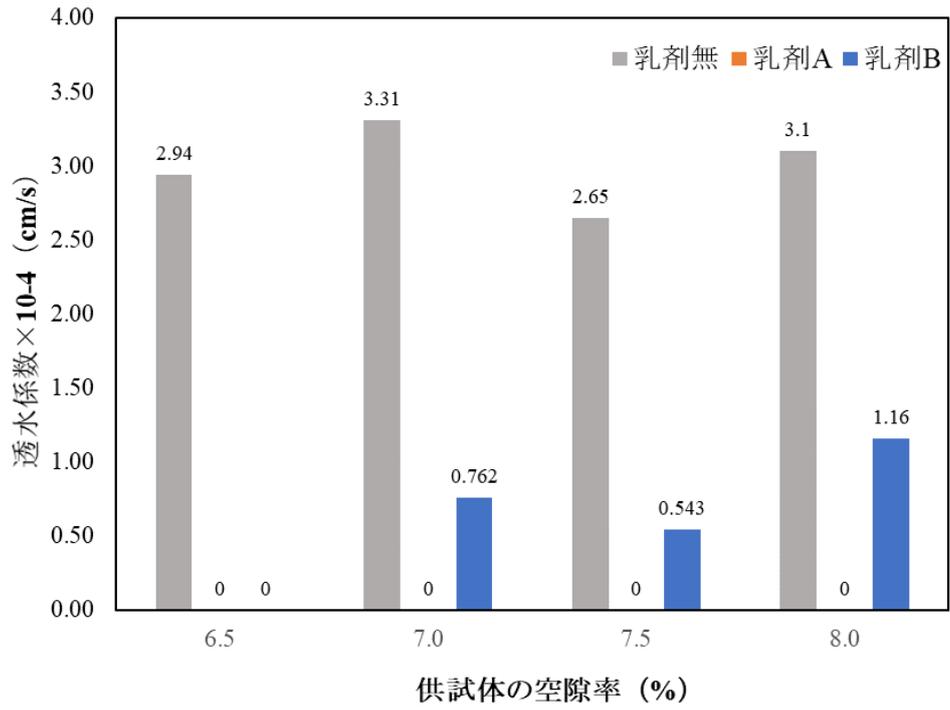


図-3 塗布 3 回における加圧透水試験の結果

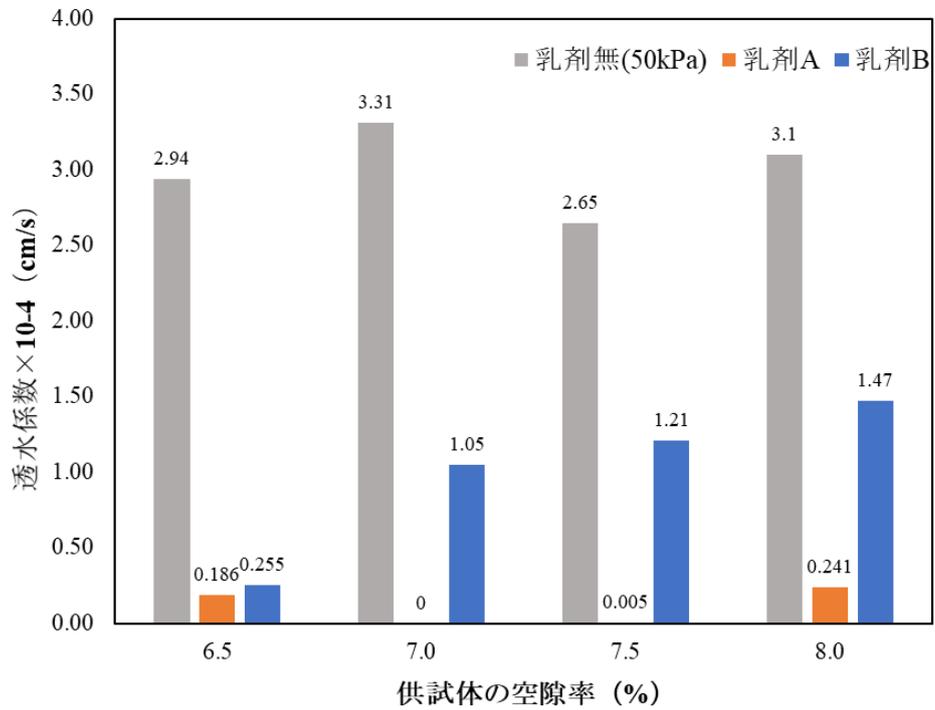


図-4 圧力 150kPa における加圧透水試験の結果

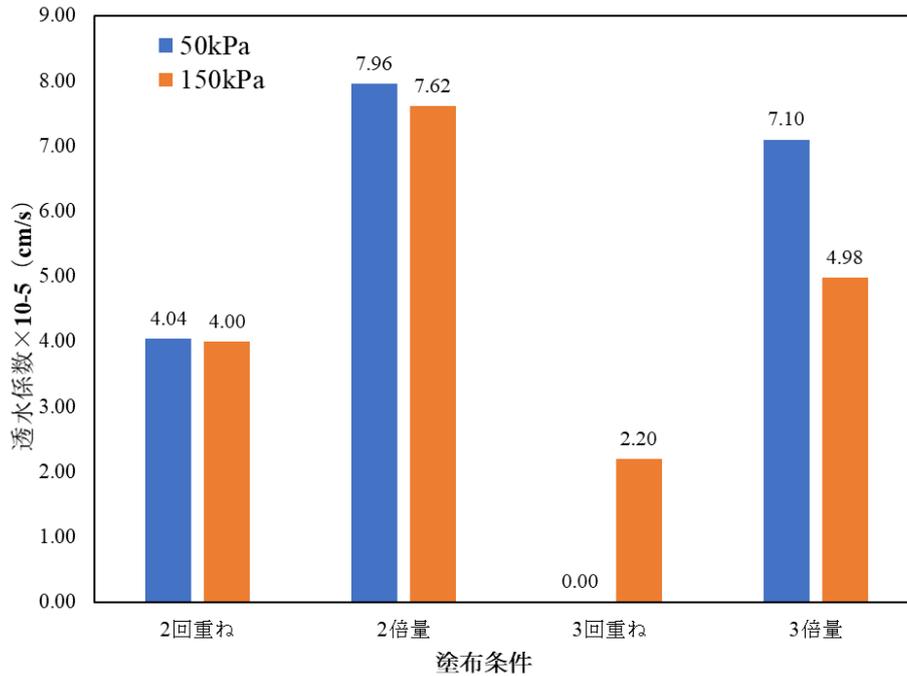


図-5 塗布方法の違いによる加圧透水試験の結果

## 5. 引張接着試験による接着性の評価

### 5.1 試験概要

乳剤を塗布した残存層と次工程で施工する基層混合物との接着性について、23℃環境下での建研式引張接着試験により評価した。供試体概要を図-6に示す。残存層に乳剤を塗布した後に基層を想定した密粒混合物を施工し、その後、直径100mmの切り込みを残存層の表面に達するまで入れた。供試体の空隙率（損傷度合）は6.5～8.0%、乳剤は標準量を1回塗布した。

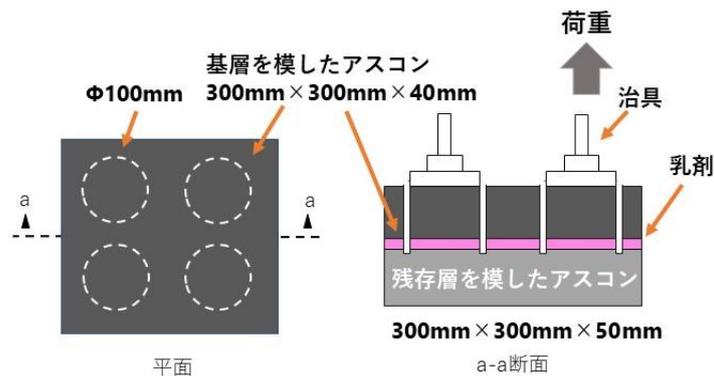


図-6 引張接着試験の供試体概要

### 5.2 試験結果および考察

引張接着試験の結果を図-7に示す。乳剤を塗布した供試体は、塗布しない供試体よりも強度が高い傾向であった。さらに、乳剤A、Bは、一般的なタックコート用アスファルト乳剤（PK-4）を使用した場合よりも接着強度が高い傾向があり、どちらの乳剤とも層間接着力の観点の観点では問題ないと判断している。また、破壊位置は、乳剤を塗布しない供試体は乳剤よりも上側の基層混合物

であり，塗布した供試体は乳剤より下側の残存層であった．この傾向は，舗設に伴う熱の影響で，乳剤が少なからず基層混合物の下面に染み上がったことなどが要因として考えられる．なお，道路橋床版防水便覧では，23℃における引張接着強度の基準値は0.6 N/mm<sup>2</sup>とされており，全体的に接着強度が小さかったことについては，今後検証が必要であると考えている．

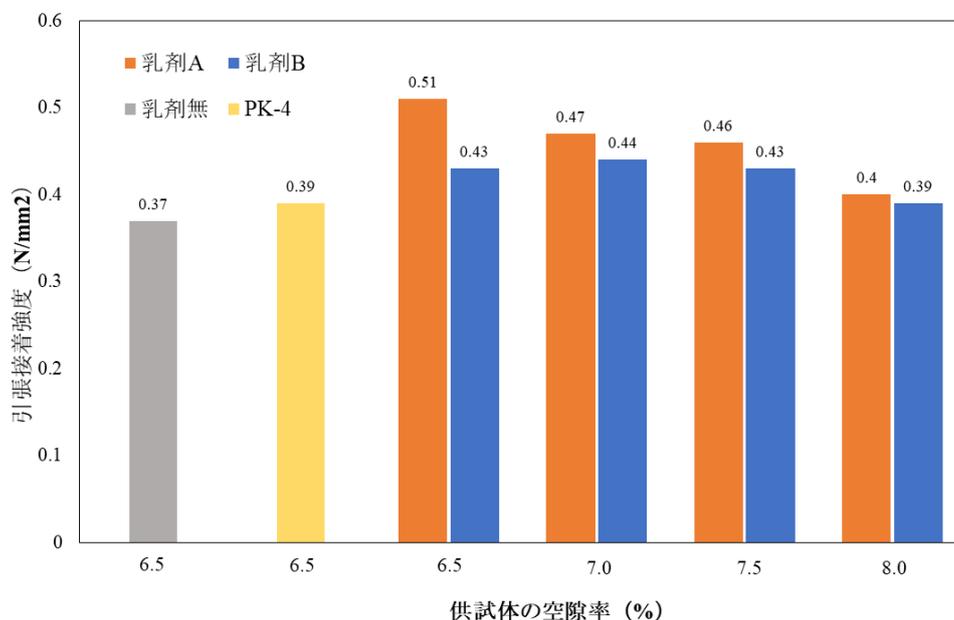


図-7 引張接着試験の結果

## 6. 曲げ試験による耐久性の評価

### 6.1 試験概要

曲げ試験により，乳剤を塗布した残存層の力学的補強効果について評価した．本研究では，厚さ20mmの残存層を評価することから，新田ら<sup>1)</sup>が提案した小型供試体による曲げ試験を参考にして試験を実施した．供試体は，WT試験用供試体の中央部から，幅20mm×厚さ20mm×長さ120mmの供試体を切り出すことで作製した．供試体の空隙率は6.5～8.0%，乳剤は標準量を1回塗布した．

### 6.2 試験結果および考察

曲げ強度の結果を図-8に，破壊時ひずみの結果を図-9に示す．比較として，密粒度混合物（空隙率3%）でも試験を実施した．その結果，曲げ強度および破壊時ひずみが高くなる傾向があり，一定の補強効果は得られるものと判断した．なお，乳剤Bのほうが，強度が高い傾向にあるが，これは乳剤の物性の違いによる影響と考えられる．また，空隙率（損傷度合）にもよるが，乳剤の塗布により，密粒度混合物レベルの曲げ強度を得ることができ，破壊時ひずみも大きくなるのがわかる．

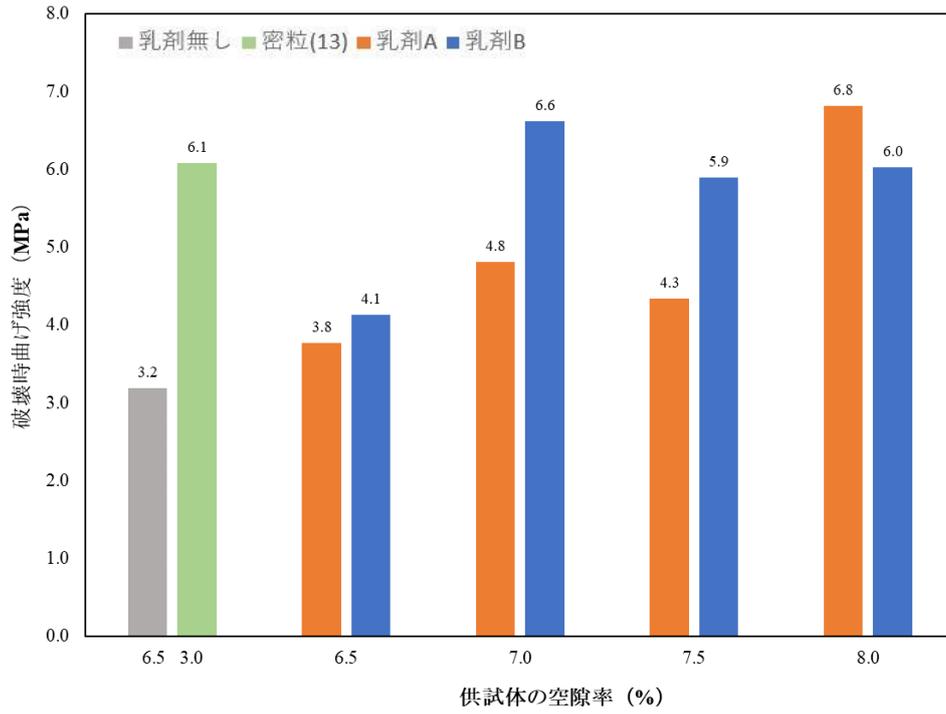


図-8 破壊時曲げ強度の結果

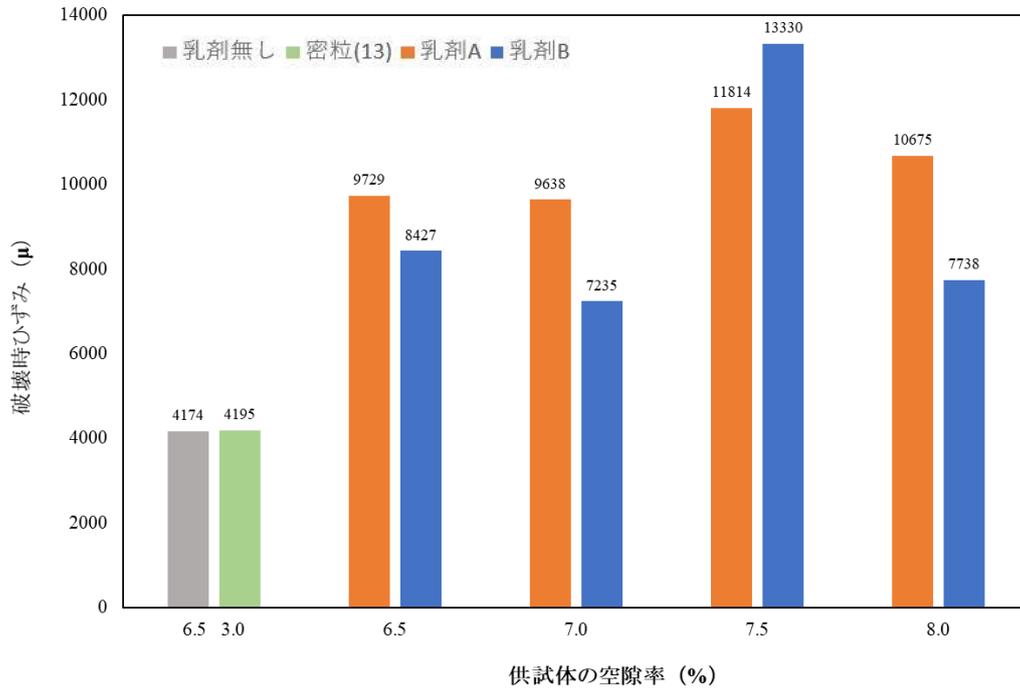


図-9 破壊時ひずみの結果

## 7. まとめ

本研究では、2種類の高濃度改質アスファルト乳剤を使用し、損傷している残存層の不透水性を改善して中間層として再利用できるか否かを検討するため、不透水性の改善効果、中間層としての接着性、力学的補強効果を評価した。その結果、以下のことが確認できた。

- ① 高濃度改質アスファルト乳剤を塗布することで、残存層の不透水性の改善効果がみられ、一般的なタックコート用アスファルト乳剤よりも接着強度が高くなる傾向があったことから、不透水の間層として適用できる可能性がある。
- ② 高濃度改質アスファルト乳剤が残存層の連続空隙に浸透することで、曲げ強度および破壊時ひずみは高くなる傾向があり、残存層の補強効果を期待することができる。
- ③ 不透水性の結果より、乳剤 A のほうが不透水性の改善効果が高く、分解速度も即時であることから、現場での施工を考慮すると乳剤 A のほうが優位である。
- ④ 高濃度改質アスファルト乳剤の塗布により、残存層を不透水の間層として活用できる。

## 参考文献

- 1) 新田弘之ら：小型供試体による曲げ試験特性と中温化混合物の評価，土木学会第 67 回年次学術講演会，V-362，2012.