

名城大学 正員 藤田 晃弘
美州興産(株) 正員 ○小林 恒己

1. まえがき

道路の維持管理においてアスファルト舗装のはく離現象は重要な課題の一つである。はく離現象の発生する原因は、道路の供用条件と舗装体を構成するところのアスファルト混合物のキャラクターゼーション（組成と構造）にある。供用条件としては、水、温度、輪荷重である。キャラクターゼーションとしては、舗装体の組織構造と混合物の材料構成にある。材料構成のうち、骨材については塩基性岩より酸性岩になるほど、また、噴出岩より深成岩になるほど、はく離しやすい傾向にある。

何故、岩種によって骨材の表面からアスファルト被膜のはく離する傾向に差があるのであろうかと筆者らは研究してきた。研究の結果、原因は骨材表面のマイナス電位の差であり、それは骨材を構成している鉱物の分子構造に起因していることを明らかにしてきた。すなわち、骨材表面からアスファルト被膜のはく離するのは、主として、骨材とアスファルト間の機械的結合力 (F_m) とファン・デル・ワールスカ (F_v) の和が、骨材と水間の水素結合力 (F_h) より小さくなった時点 ($F_m + F_v < F_h$) で発生する。

本研究は、水素結合力の生成を骨材のマイナス表面電位を制御することにより抑止して、はく離現象の発生を防止しようとするものである。

骨材を構成している鉱物の分子構造は、イオン結合および共有結合からなる。骨材はどのような破壊方法、摩損方法を経ても、骨材の表面は統計的にマイナス原子または原子団が、プラス原子または原子団より多くなる。この状態を電位的に表したものがマイナス表面電位である。図-1はシリカ (SiO_2) の構造モデルである。水のプラス極性部が骨材表面のマイナス原子または原子団と結合した状態を水素結合といい、大きな結合力を有する。表-1へ骨材界面で発生する結合力を示す。骨材表面のマイナス原子または原子団をプラス原子または原子団で強く捕捉すれば水素結合の生成を理論的に防止できる。

2. 使用材料

骨材の表面電位を制御する材料は、その効果がアスファルト混合物の製造条件、道路の供用条件に十分耐えられるものでなければならない。また、取扱いが簡単で、無害であり、経済的にバランスのとれる物質でなければならない。

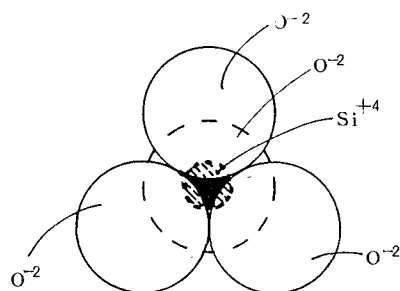


図-1 シリカの構造モデル

結合力の種類	結合力の大きさ
機械的結合力	温度により大きく変化する（温度の関数で表わされる）
ファン・デル・ワールスカ	0 ~ 5 Kcal / mol
水素結合力	0 ~ 12 Kcal / mol

表-1 骨材界面で発生する結合力

このような条件にあう材料は、珪素 (Si) 原子に加水分解基 (メトキシ基など) を有し、骨材表面のマイナス電位部と化学反応によって結合することにより、マイナス電位を消去する物質が望ましい。更に、珪素 原子の一部がアスファルトと結合する有機官能基を有すれば、化学的にアスファルトと結合し、より強靱なアスファルト被膜を形成する。骨材表面電位制御方法としてシリコンカップリング剤を用いた。骨材は静的はく離率の大きい (表面マイナス電位の大きい) 焼成岩とはく離率の小さい (表面マイナス電位の小さい) 硬質砂岩を用いた。

3. 実験方法

骨材表面のカップリング処理は、カップリング剤を水に溶解し、0.0/～/ % の溶液とし、この溶液を骨材の表面に骨材重量の 2 % 量で濡し、150℃で乾燥して終了した。

骨材表面のカップリング処理を間接的に行う方法として、ストレートアスファルト (針入度 80～100) の中にカップリング剤を 0.0/～/ 溶解して行なった。

はく離試験は、アスファルト舗装要綱の「アスファルト被膜のはく離試験方法」に準じて行なった。

4. 実験結果

骨材表面の電位処理、アスファルトへカップリング剤を溶解した間接処理の結果を表-2、表-3へ示す。

表-2 骨材表面への電位処理

有機官能基	ビニル基				エポキシ基				アミノ基				無処理
溶液濃度 (%)	0.0/	0.05	0.1	/	0.0/	0.05	0.1	/	0.0/	0.05	0.1	/	
焼成岩 はく離率 (%)	12	5	5	5	7	3	3	2	6	3	1	0	60
硬質砂岩 "	5	7	6	5	5	8	3	3	4	4	3	4	5

表-3 アスファルトへカップリング剤を溶解した間接処理

有機官能基	ビニル基				エポキシ基				アミノ基				無処理
溶解濃度 (%)	0.0/	0.05	0.1	/	0.0/	0.05	0.1	/	0.0/	0.05	0.1	/	
焼成岩 はく離率 (%)	35	12	8	8	14	8	6	2	17	10	1	1	60
硬質砂岩 "	5	5	5	2	5	8	5	1	3	2	2	1	5

5. まとめ

はく離傾向の大きい骨材は、骨材のマイナス表面電位を消去あるいは減少させることによって、静的はく離を抑制できることは理論的に成立していた。本理論を実験的に確認することができた。はく離傾向の小さい、即ち、マイナス表面電位の小さい骨材には、骨材表面電位処理の目的に合致しないことも証明できた。また、有機官能基によって効果に差があるのは、アスファルトが炭化水素化合物の混合物のためである。

なお、本研究に協力して頂いた名城大学生 佐藤智之、近藤成則、坂井雄二、岩堀輝彦君に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 飯島、小島、岩崎：規格外骨材の利用法に関する室内試験、第15回日本道路会議論文集
- 2) 楠野、長岡：人工明色骨材シノパールへの見解、日本道路公団第24回業務研究発表会