

技術報文

強化樹脂複合シートによるアスファルト舗装の耐久性向上効果

三井化学産資(株) 技術開発部 弘中 淳市
事業本部 保谷 良隆

1. はじめに

本格的な道路の管理時代を迎え、道路ストックの維持修繕・改良などの事業を行う上で、そのコストを抑制するとともに道路の健全性、快適性を維持することが求められる。そのため舗装構造の耐久性を高め、道路の長寿命化（トータルコストの低減）を図る工法や材料に関する研究・開発が望まれている¹⁾。このような背景のもと、表層アスファルト混合物の下面に敷設する強化シートは、特殊なアスファルト混合物または施工方法を用いず、簡易にアスファルト舗装の耐久性向上を可能とすることから広く適用されている。現在適用されている強化シートは、大きく分類すると①不織布に瀝青材料を塗工した不織布タイプシート、②金属ワイヤーメッシュに瀝青材料を塗工したワイヤータイプシート、③メッシュ状に編んだガラス繊維にアスファルトを塗工したガラスメッシュタイプシートがある。この中でも、アスファルト舗装のクラック抑制、わだち掘れ抑制および防水性の性能向上といった総合的観点から、現在はガラスメッシュタイプシートが主流となっている。本報では、ガラスメッシュタイプシートのうち、ガラス長繊維ポリプロピレンシート（プレグロン）の両面にアスファルトを塗工した強化樹脂複合シート（以下、プレグロンシート）²⁾を対象に、メッシュ状に編んだガラス繊維にアスファルトを塗工しただけのシート（以下、ガラスメッシュシート）との物性比較試験を実施し、プレグロンシートによるアスファルト舗装の耐久性向上効果について示す。

2. 強化樹脂複合シート（プレグロンシート）の概要

プレグロンシートは、図-1に示すようにガラス長繊維ポリプロピレンシート（プレグロン）の両面にアスファルトを塗工した強化樹脂複合シートである。補強基材となるプレグロンは、ガラス繊維を直線状に隙間無く配列し、そのガラス繊維同士をポリプロピレン樹脂で結束させた薄膜をさらに直交状に積層したシートであり、ガラス繊維の含有量を70wt%とすることでシートに十分な強度を付与するとともに、厚みを0.25mmにすることで可とう性をもたせている。また、

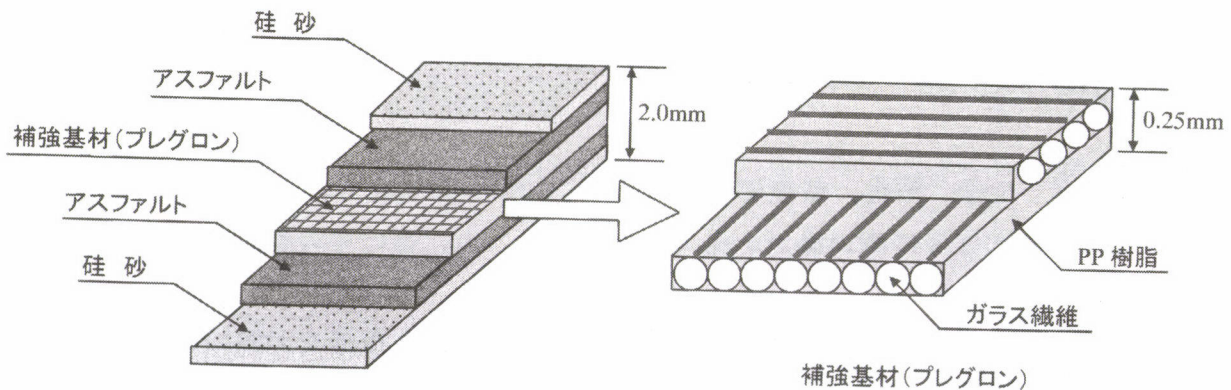


図-1 プレグロンシートの構成

プレグロンシートは、ガラス繊維の強度を 100%近く発揮させると同時に、ガラス繊維を結束するポリプロピレン樹脂と塗工アスファルトが一部溶け合うことによってアスファルト舗装層との接着強度を高める。さらに、熱膨張係数がコンクリートと同等で、アスファルト舗装施工時の温度変化、気温変化に対し寸法安定性が高い。以上のことから、プレグロンシートは表層アスファルト混合物の下面に敷設することにより、アスファルト舗装のクラック抑制、わだち掘れ抑制および防水性の性能向上に最も効果的な強化シートであると考えられる。

3. 室内試験における性能確認

強化シートによってアスファルト舗装の耐久性を向上させるためには、クラック・わだち掘れを抑制させることが特に重要である。そこで、プレグロンシートとメッシュ状に編んだガラス繊維にアスファルトを塗工しただけのガラスメッシュシートとの各種比較試験を実施し、クラック・わだち掘れ抑制に寄与すると考えられる引張り特性、貫入抵抗特性、曲げ抵抗特性について検討した。

3-1 引張り特性

強化シートの各方向における引張り特性を把握することを目的に、強化シートの縦(長手)方向および斜め(45°)方向の引張り試験を実施した。試験条件を表-1に、試験状況を図-2に示す。なお、強化シートの伸びひずみを正確に把握するため、本試験では標線間の変位量をビデオ追跡にて計測した。引張り試験における縦方向の引張強度と伸びひずみの関係を図-3に、斜め(45°)方向のその関係を図-4に示す。縦方向の強化シートの破断は、ガラスメッシュシートが伸びひずみ 5.6%で引張強度 70kN/m であるのに対し、プレグロンシートが伸びひずみ 2.0%で引張強度 80kN/m である。伸びひずみ 1%の引張強度から算出した引張剛性で比較すると、縦方向のガラスメッシュシートが 586kN/m に対してプレグロンシートは約 6.9 倍の 4053kN/m である。斜め方向の引張り特性は、各強化シートの補強基材がガラス繊維を直交方向に積層または編み込んでいるために縦方向ほどの引張強度は発現しないが、ガラスメッシュシートに対してプレグロンシートは高い引張剛性を有している。その引張剛性はガラスメッシュシートが 25kN/m に対してプレグロンシートが 554kN/m であり、斜め方向のプレグロンシートは縦方向のガラスメッシュシートとほぼ同程度の引張剛性を有している。これらの引張剛性の違いは、各強化シートの補強基材によ

表-1 引張り試験条件

項目	内容
試験機	定速伸張型引張試験機
供試体	・プレグロンシート ・ガラスメッシュシート
供試体幅	50mm
供試体方向	・縦方向 ・斜め(45°)方向
標線間隔	90mm
引張速度	20%/min ※JIS L 1908 準拠
試験温度・湿度	温度 20°C, 湿度 65%RH
測定項目	・引張強度 ・伸びひずみ (標線間ビデオ計測)

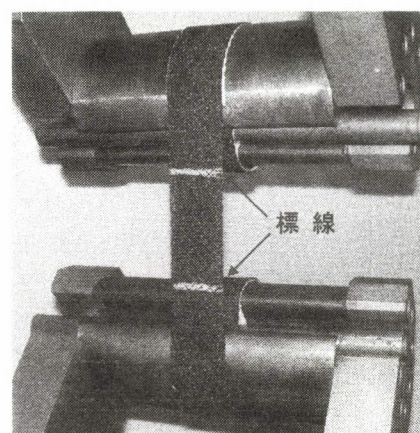


図-2 引張り試験状況

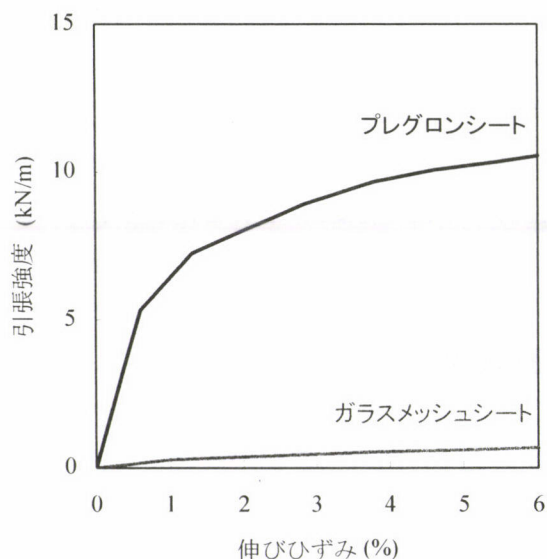
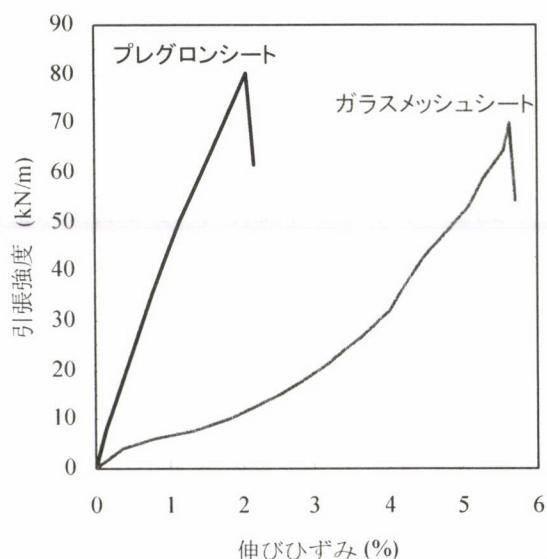


図-3 引張強度と伸びひずみの関係(縦方向) 図-4 引張強度と伸びひずみの関係(斜め方向)

るものであると考えられる。プレグロンシートの補強基材は、ガラス繊維を直線状に隙間無く配列し、かつポリプロピレン樹脂で結束させた薄膜を直交状に積層させているため、ガラス繊維をメッシュ状に編んだだけのガラスメッシュシートよりも縦方向および斜め方向ともに高い引張剛性を有している。

3-2 貫入抵抗特性

強化シートの面的な抵抗特性を把握することを目的に、貫入抵抗試験を実施した。試験条件を表-2に、試験状況を図-5に示す。図-6は、貫入抵抗試験における貫入抵抗力と貫入量の関係である。各強化シートの貫入抵抗特性は、ガラスメッシュシートの最大値が 2.95N/mm^2 に対してプレグロンシートは 4.27N/mm^2 と約 1.4 倍の貫入抵抗力を発揮し、その時の変形量も小さい。この貫入抵抗特性の違いは、引張り試験から把握できた強化シートの引張剛性に起因すると考えられる。つまり、各方向に引張剛性を有したプレグロンシートは面的に荷重を受け止め、分散させる荷重分散効果によって貫入抵抗力を発揮する。この荷重分散効果は、アスファルト舗装のクラック・わだち掘れを抑制し、アスファルト舗装の耐久性を向上させる。

表-2 貫入抵抗試験条件

項目	内容
試験機	定速伸張型圧縮試験機
供試体	・プレグロンシート ・ガラスメッシュシート
供試体寸法	250mm×250mm
供試体有効断面	$\phi=150\text{mm}$
貫入棒断面	$\phi=50\text{mm}$
貫入速度	50mm/min ※BS 6906 準拠
試験温度・湿度	温度 20℃, 湿度 65%RH
測定項目	・貫入量 ・貫入抵抗力

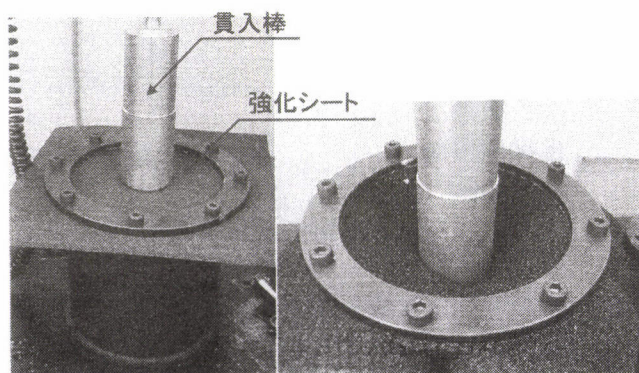


図-5 貫入抵抗試験状

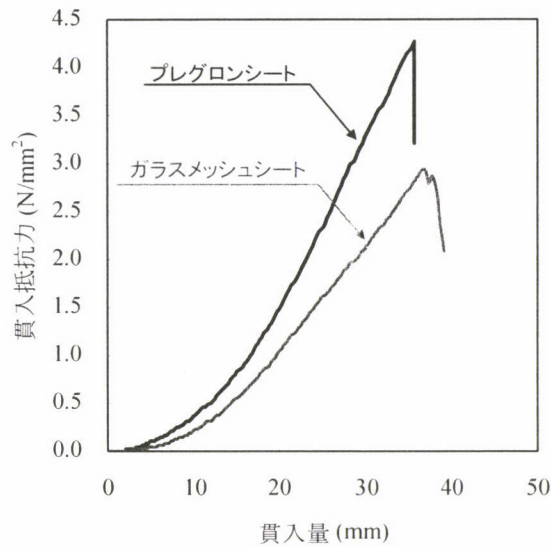


図-6 貫入抵抗力と貫入量の関係

3-3 曲げ抵抗特性³⁾

各強化シートによる曲げ抵抗特性を把握するため、アスファルト混合物単体（以下、ブランク）と強化シート敷設のアスファルト混合物について曲げ試験を実施した。強化シートは、供試体（幅5cm×厚さ5cm×長さ30cm）の下面に縦、横、斜め方向でそれぞれ貼り付けて比較した。また、アスファルト混合物の破壊は温度条件に依存^{4),5)}するため、試験温度を-10℃～35℃に変化させて比較した。試験条件を表-3に、試験状況を図-7に示す。図-8は、試験温度20℃の曲げ試験における曲げ荷重と変形量の関係である。曲げ荷重は、強化シートを敷設していないブランクに対し、強化シートを敷設することによって増加している。また、その増加は強化シートの引張剛性に起因し、各方向ともにプレグロンシートの方がガラスメッシュシートよりも大きい。ここで、曲げ試験における試験温度と強化シートの縦・横・斜め方向の曲げ応力の総和で整理した関係を図-9に示す。アスファルト混合物は温度上昇に伴って流動領域に転化し、曲げ応力はいずれの

表-3 曲げ試験条件

項目	内容
試験機	定速伸張型圧縮試験機
試験方法	3点曲げ
供試体	アスファルト混合物（改質Ⅱ型）
供試体寸法	50mm×50mm×300mm
強化シート	<ul style="list-style-type: none"> ・プレグロンシート ・ガラスメッシュシート
貼付け方向	<ul style="list-style-type: none"> ・縦方向 ・横(90°)方向 ・斜め(45°)方向
支点間距離	200mm
載荷速度	50mm/min
試験温度	<ul style="list-style-type: none"> ・-10℃ ・5℃ ・20℃ ・35℃
測定項目	<ul style="list-style-type: none"> ・載荷荷重 ・変形量

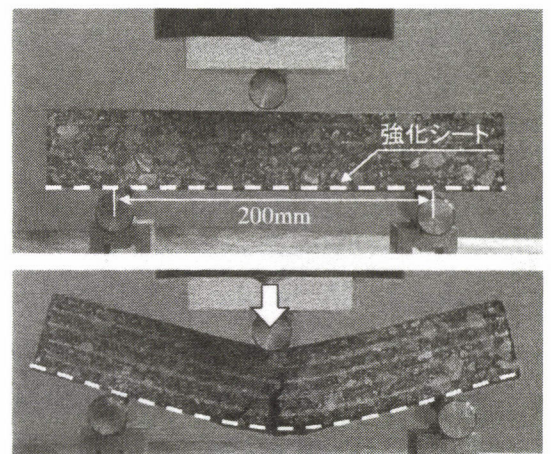


図-7 曲げ試験状況

温度においてもblank<ガラスメッシュシート<フレグロンシートの関係にあることがわかる。次に、blankに対する曲げ応力の向上倍数を図-10に示す。blankに対する向上倍数は、温度上昇に伴って増加する傾向にあり、試験温度-10℃で各シートとともに約1.5倍、試験温度35℃でガラスメッシュシートが約2.9倍、フレグロンシートが約5.0倍である。図-11は、35℃の曲げ試験後の各シート縦方向敷設供試体の状況である。ガラスメッシュシート敷設供試体は、blankと同様に載荷点直下の供試体下面からクラックが発生する破壊モードであるのに対し、フレグロンシート敷設供試体はそのようなモードではなく、高い引張剛性を有するフレグロンシートによってクラックがある角度をなして発生し、載荷荷重を分散させている様子がわかる。以上より、フレグロンシートは高い引張剛性によって荷重分散効果を発揮する。その結果、アスファルト舗装のクラック・わだち掘れを抑制し、アスファルト舗装の耐久性を向上させる。

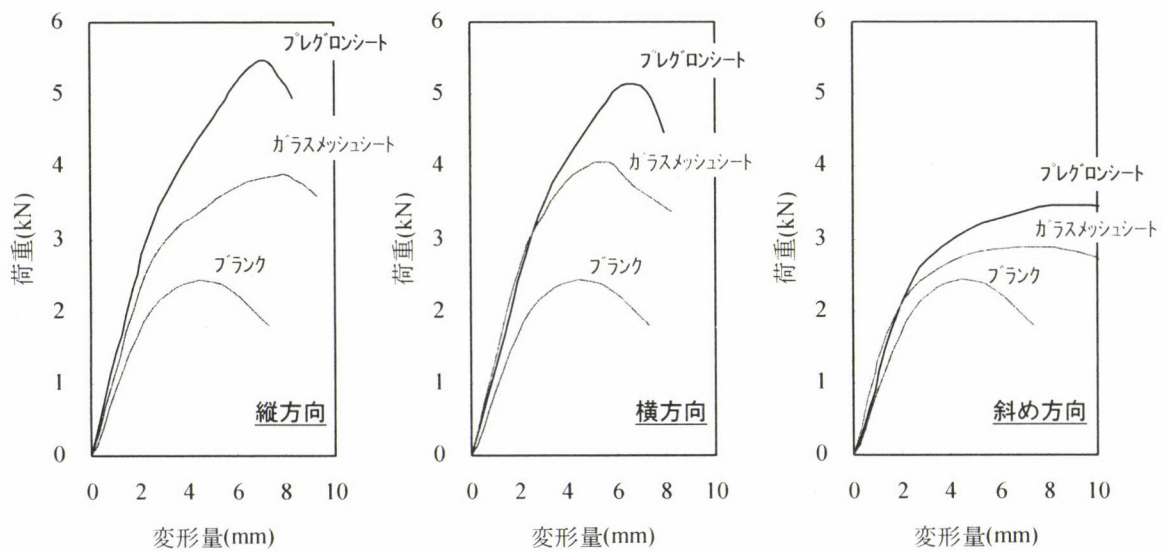


図-8 各方向の曲げ荷重と変形量の関係 (20℃)

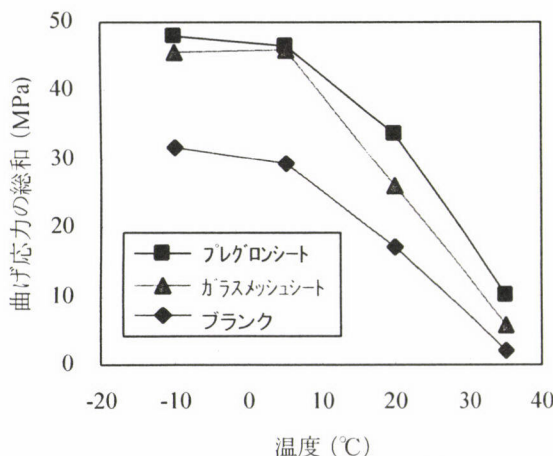


図-9 曲げ応力と試験温度の関係

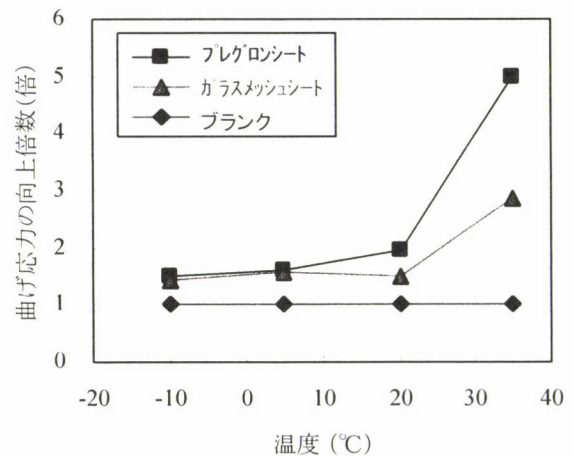


図-10 向上倍数と試験温度の関係

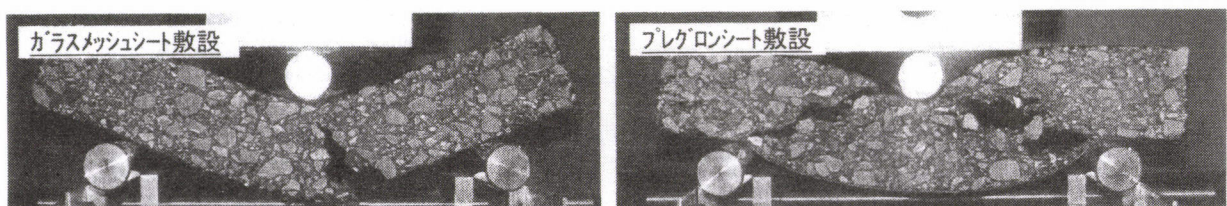


図-11 各強化シート敷設供試体のクラック発生状況

4. おわりに

以上の検討により、強化シートとして表層アスファルト混合物の下面にプレグロンシートを敷設することでアスファルト舗装のクラック・わだち掘れを抑制し、アスファルト舗装の耐久性を向上させることがわかった。また、別途実施した検討では、防水性、すべり抵抗性、切削性に優れ、かつ切削後の発生材を再生アスファルト混合物として利用することが可能であることもわかっている²⁾。従来の修繕工事では、基層混合物に存在するクラック、流動は切削により更新する手法が採用されていた。しかし、図-12に示すような提案工法により、基層混合物が比較的軽微な損傷の場合には2層切削することなく、プレグロンシートを使用した1層切削工事にすることが可能である。同時に、一時交通開放により交通規制の短縮と連続したアスファルト混合物打設が可能になる。現在、主要国道の表層が排水性舗装に逐次変えられており、目地部のクラック抑制と防水が求められている。その他、道路拡幅では履歴の違いによる不同沈下が原因のクラック抑制、共同溝や仮設橋などに使われる覆工板使用に伴う舗装ではクラック抑制、防水なども懸案事項である。これらの箇所プレグロンシートを適用し、舗装の長寿命化（トータルコストの低減）に寄与できれば幸いである。

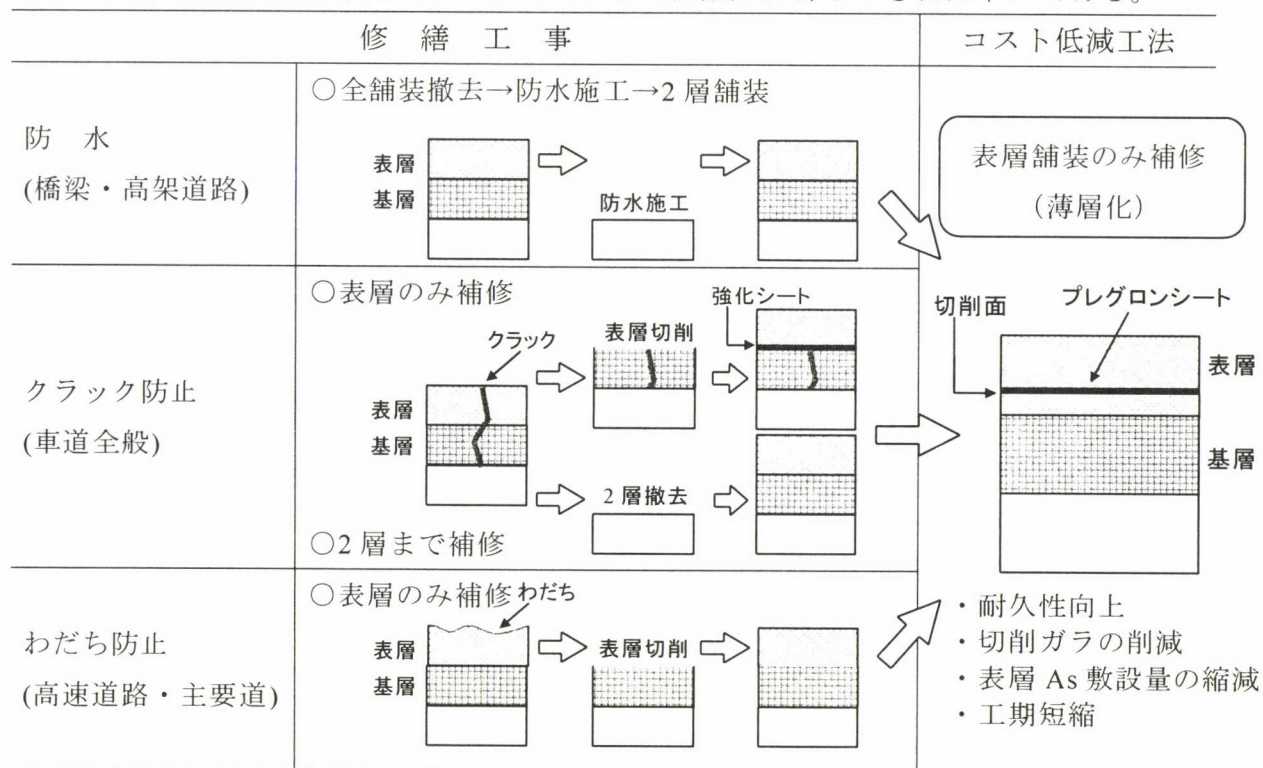


図-12 補修工事とそのコスト低減工法の提案

参考文献

- 1) 飯島尚：ジオシンセティックスの道路舗装への利用，ジオシンセティックス技術情報，Vol.17, No.2, pp.1～6, 2001.
- 2) (財)道路保全技術センター：アスファルト舗装強化材料「プレグロン APR シート」，技術審査証，第0010号，2000.
- 3) (社)日本道路協会：アスファルト舗装要綱，pp.562～567, 1988.
- 4) 森吉昭博，上島壮，菅原照雄：アスファルト混合物の破壊強度に関する研究，土木学会論文報告集，第210号，pp.57～64, 1973.
- 5) 内田喜太郎，黒川勤，姫野賢治，西澤辰男：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，土木学会舗装工学論文集，第7巻，pp.29-1～29-11, 2002.