

# ジオグリッドによるアスファルト層ひび割れ抵抗性補強に関する研究

長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 ○石塚 直人  
長岡技術科学大学大学院 材料工学専攻 正会員 増戸 洋幸  
長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 高橋 修

## 1. はじめに

アスファルト舗装の破壊形態は様々であるが、その中でもひび割れとわだち掘れが主体的である。諸外国では、1980年頃から舗装のわだち掘れ抵抗性向上やリフレクションクラック防止の工法としてジオグリッドを活用している。しかし、我が国では軟弱地盤や盛土、土留擁壁などの土構造物の補強にジオグリッドを活用しているが、アスファルト舗装での活用事例は少ない。その理由として、我が国では補修工事でのアスファルト発生材を破碎・分級して再利用することが一般的であるため、発生材にジオグリッドが混入していると、リサイクルの際にそれが異物となってしまう、再生骨材として運用することが難しいからである。

これまでは、ポリエステルやガラス繊維のジオグリッドが一般的であったため、再生骨材に混入すると再生アスコンの物性に悪影響を及ぼすことが懸念されていた。しかし、近年開発された玄武岩繊維のバサルトグリッド（以下、BG）ならば、たとえ再生骨材に混入しても再生アスコンの物性に影響はないと考えられている。また、このBGはガラス繊維と同等以上の引張強度を有しているため、補強効果が期待できる<sup>1)</sup>。

そこで、本研究では舗装点検要領内で定義された「早期劣化区間」<sup>2)</sup>での修繕工法として、BGの適用可能性について検討した。適用可能であればアスファルト層の補修時に基層の強度が低下していたとしても、BGを敷くことにより基層を打換えることなく切削オーバーレイで対応可能となる。

BGの適用可能性を検討するにあたり、基層・表層間にBGを敷設した際のアスファルト層の補強効果と、BGが混入した再生アスコンの物性を把握する必要がある。本研究では、BGを敷設した際のアスファルト層の補強効果、その中でもリフレクションクラック防

止効果に着目して検討を行った。ジオグリッドを敷設する際にジオグリッドのメッシュサイズやアスファルト混合物との付着がアスファルト層に影響を与えることは経験上知られているため、BGのメッシュサイズやアスファルト混合物との付着の程度を変化させた場合のアスファルト層の補強効果を比較した。

## 2. 評価試験の概要

BGの有無による違い、BGのメッシュサイズによる違い、基層表面に散布する乳剤の有無によって生じる付着の程度の違い等が補強効果にどのように影響を及ぼすのか把握するために、BGを敷設しないブランク、メッシュサイズの異なる3種のBGを敷設したものにそれぞれ乳剤を散布したものと散布しないものの計7条件で評価試験を行った。評価試験は、基層と表層の付着の程度を知るためのせん断試験、繰返し輪荷重に対する表層のき裂進展に対する抵抗力の違いを知るための載荷試験の2つである。

## 3. 使用材料および供試体

本研究で使用したBGは、玄武岩を1500℃で溶解し、吐出または遠心紡糸することで製造したバサルト繊維を所定の本数で束ね、グリッド状に加工したものである。BGの物理的性状を表-1に示す。

本研究では早期劣化区間での修繕工法としてBGを適用することを想定しており、各試験の供試体は基層、BG、表層の3層構造に統一した。表層は密粒度アスファルト混合物(13)(密粒13)、基層は粗粒度アスファルト混合物(20)(粗粒20)であり、厚さはそれぞれ50mmとした。また、アスファルトバインダはストレートアスファルト60/80を使用した。各アスファルト混合物の諸元を表-2に示す。

表-1 BGの物理的性状

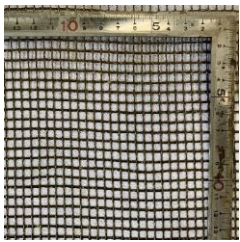
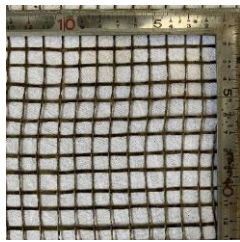

材料名		BG5	BG10	BG25
メッシュサイズ 外観 (上下が長手方向)		5×5 mm 	10×10 mm 	25×25 mm 
平均厚さ (mm)		0.5	0.5	1.0
引張強度 (kN/m)	長手方向	48.1	25.4	80.8
	幅方向	45.5	21.1	78.9

表-2 アスファルト混合物の諸元

混合物種類	密粒 13	粗粒 20
アスファルト量 (%)	5.4	4.7
理論最大密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.480	2.508
基準密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.380	2.394

BGを敷設しないブランクの供試体は、まず基層のWT試験供試体を作製し、タイヤ付着抑制型アスファルト乳剤(PKM-T)を0.4 L/m<sup>2</sup>散布、分解後に表層を作製して、全体で300×300×100 mmの形状寸法とした。BGを敷設した供試体は、基層を作製して乳剤を散布した直後にBGを敷設、分解後に表層を作製した。乳剤を散布しない供試体は、基層作製後にBGを敷設し、その上から表層を作製した。これらの供試体を各試験用に切断して試験に使用した。

#### 4. BGによる補強効果の評価

##### 1) せん断試験による層間付着の評価

###### a) せん断試験の概要

基層と表層の付着の程度を比較するため、道路橋床版防水便覧に記載されているせん断試験<sup>3)</sup>を行った。供試体サイズは100×100×100 mm、载荷速度は1 mm/min、試験温度は23℃とした。写真-1にせん断試験の実施状況を示す。

##### b) 試験結果および考察

せん断試験の結果として各供試体条件の最大荷重を図-1に示す。最大荷重が大きいほど、付着力が強いことを表している。まず、BGのメッシュサイズの違いで比較すると、ブランクとBG10は同等の付着力を有し、BG5とBG25はそれよりも付着力が弱くなっている。これより、BGを敷設した場合の基層と表層の付着はBGを敷設しないものと同等以下になることがわかった。次に、乳剤の有無で比較すると、乳剤を散布したほうが付着力は強くなることがわかった。

BGのメッシュサイズの違いで付着力が異なる理由は、メッシュの間に入り込む骨材の状況に違いがあるためと考えられる。写真-2はBGを敷設した供試体の表層底面を撮影したものである。これより、BG10はメッシュの間に骨材が十分に入り込んでいるのに対し、BG5は骨材寸法よりもメッシュサイズが小さいため、メッシュの間に骨材が入りきっていない様子がわかる。BG25はメッシュサイズが大きいため骨材が十分に入り込んでいるが、グリッド1本が太いことから表層と基層の接着面積が減少している。これらのことが付着力を低下させている要因と考えられる。

また、乳剤の有無によって付着力が変化するのはBGと基層の付着力が弱くなっていることが原因と考えられる。写真-3にせん断試験後のBG5を示す。乳剤ありの場合、BGが引きちぎれるように破断しており、主に表層側にBGが付着していたが、BGの残骸

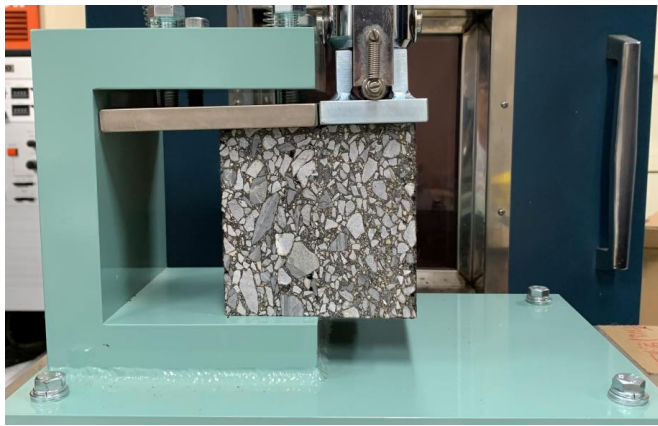


写真-1 せん断試験の実施状況

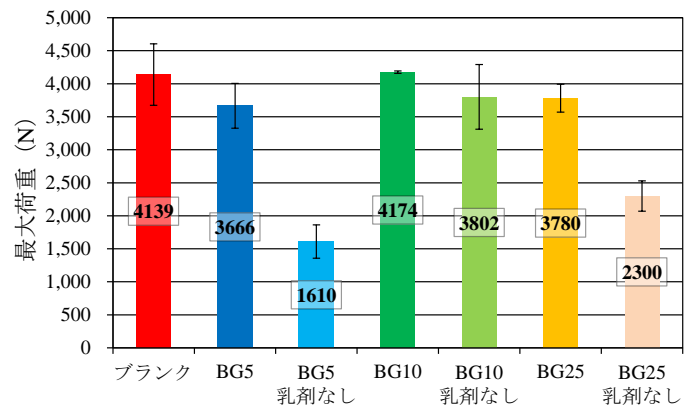


図-1 せん断試験の結果

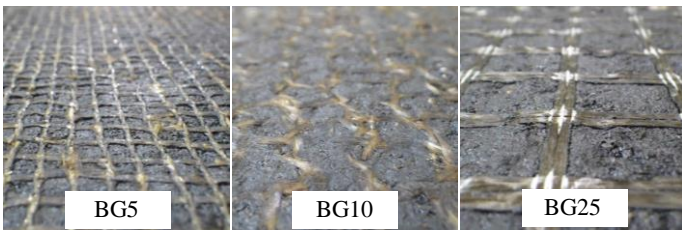


写真-2 BG メッシュ間の骨材の状況

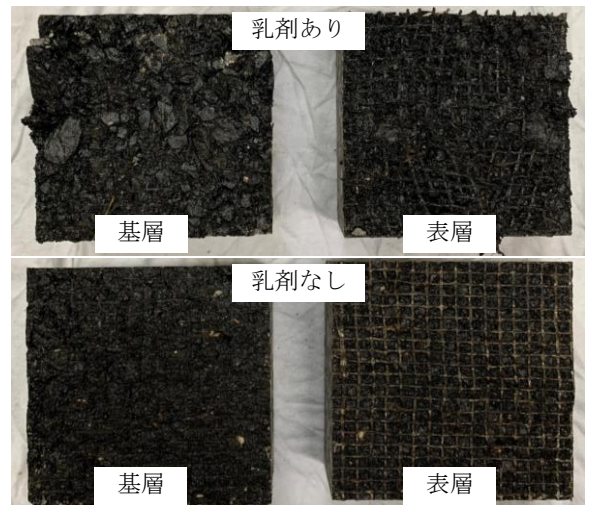


写真-3 せん断試験後の BG5 供試体の状況

は基層にも付着していた。これに対して乳剤なしの場合は、BG はほぼ破断せず表層側に付着していた。これらのことから、BG と表層の付着は、表層打設時の熱やアスファルトによって十分であることがわかる。つまり、乳剤を散布しないと付着が弱くなるのは、基層と BG の付着が不十分であるためと考えられる。

## 2) 荷重試験によるき裂進展の評価

### a) 荷重試験の概要

基層にひび割れが生じている舗装に、繰返し輪荷重を荷重した際、表層にき裂が進展する場合の繰返し荷重数の違いを比較するため、ホイールトラッキング (WT) 試験<sup>4)</sup>の繰返しトラバース走行を応用した荷重試験を行った。試験温度は 20 °C、荷重荷重は通常の WT 試験の 2 倍の 140 kgf、接地圧は 1.244 MPa、走行速度は 21 往復/min で試験を行った。供試体は、幅 3 mm の疑似き裂を設定した基層をゴム板の上に設置し、剛性を低くするため表層厚さを 3 cm とした。そして、図-2 に示すように、供試体を幅 5 cm と 10 cm に切断して並べて、疑似き裂の上に車輪を走らせ、き裂の進展を観察し回数を記録した。ゴム板はウレタンゴム (ゴム硬度：30 度) を使用した。写真-4 に荷重試験の実施状況を示す。

### b) 試験結果および考察

写真-5 に基層の疑似き裂から発生した表層のき裂を示す。表層のき裂は基層の疑似き裂箇所の底面から入り始め、表面に向かって進展するリフレクションクラックといえる。き裂の確認は、車輪 250 往復 (走行回数 500 回) 毎に供試体を取り出し、疑似き裂部に軽微な力を作用させて目視で行った。

荷重試験の結果を図-3 に示す。き裂が発生、き裂が表層表面に貫通した時の走行回数を比較すると、BG25 が最も多く、次いで BG5 と BG10 がほぼ同じ走行回数で、ブランクが最も少なくなっている。また、乳剤の有無で比較すると、乳剤を散布したほうが走行回数は多くなることがわかった。したがって、貫通までの走行回数は、BG の引張強度や付着の程度が影響していると考えられる。BG25 は、今回使用した BG の中で最も引張強度が高いため、き裂の発生に要する走行回数が多くなり、BG5 は BG10 よりも引張強度は高いが、

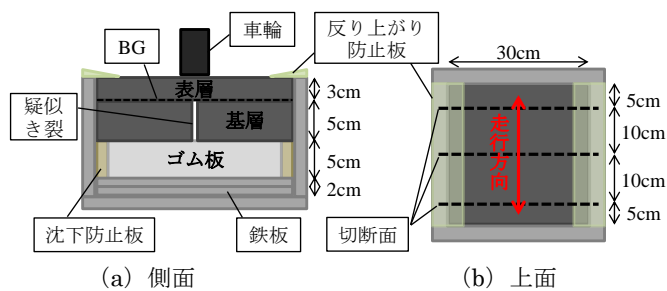


図-2 試験用供試体および荷荷条件の概要図



写真-4 荷荷試験の実施状況



写真-5 き裂の状況

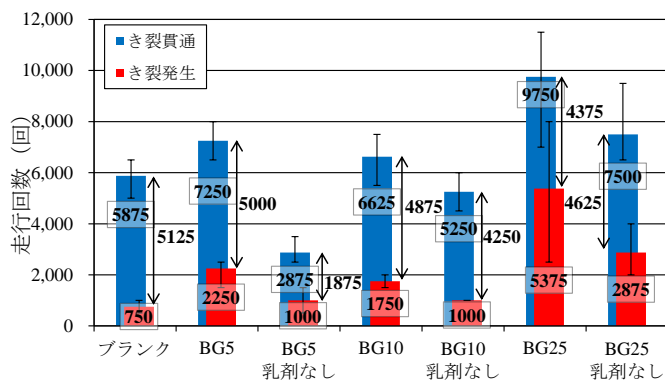


図-3 荷荷試験の結果

付着力が弱いため BG10 と同じような結果になった。また、乳剤を散布した供試体のほうが走行回数は多くなったことから、付着力が弱いと、き裂発生に対する抵抗力は低下するといえる。

次に、き裂発生から貫通までの走行回数を比較すると、BG5 乳剤なしの条件が最も少なく、その他の条件はほぼ同じであった。これは繰返し輪荷重が荷荷されている過程で、BG が緩む、破断する、基層からはがれる等が生じて表層にき裂が進展し、その後は BG に十分に引張力が作用せず、アスファルト混合物のみでき裂の進展に抵抗しているからと考えられる。これより BG の敷設はき裂の発生を抑制することには有効であるが、表層にき裂が生じてから、それを抑制する効果はないといえる。また BG5 乳剤なしの条件のように付着が不十分であると、表層底面に作用する引張力が増加するため、き裂進展が促進したと考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、早期劣化区間の修繕工法として BG の適用可能性について検討した。基層と表層の間に BG を敷設することにより、表層のリフレクションクラックに対する補強効果を、BG のメッシュサイズや層間の付着の程度を変化させて評価した。以下に、本研究

で得られた知見を示す。

- BG の敷設は、表層のリフレクションクラックに対する補強に有効である。BG の補強効果は、表層底面のき裂発生を抑制するもので、表層にき裂が進展してからは、それを抑制する効果はない。
- 補強効果には BG の引張強度、付着の程度が影響する。引張強度が高いほど補強効果は良いが、付着力が弱いと補強効果は十分に発現しない。
- 付着の程度は BG のメッシュサイズ、乳剤の散布状況が影響する。メッシュサイズが骨材寸法より小さい場合、乳剤を散布しない場合は付着力は弱くなる。以上より、早期劣化区間において BG を敷設する際には、引張強度が高く、メッシュサイズが骨材寸法より大きい BG、また、乳剤は標準散布量を使用することが望ましい。しかし、高い引張力、大きいメッシュサイズの BG を製造するとグリッド 1 本が太くなってしまい、付着力が低下して、補強効果が十分に発現しないことが考えられる。

## [参考文献]

- 1) 増戸洋幸, 塚本真也, 平戸利明, 高橋修: パサルトグリッドによるアスファルト混合物層の補強効果に関する基礎的研究, 土木学会論文集 E1(舗装工学), Vol.76, No.2 (舗装工学論文集第 25 巻), 掲載予定, 2020.
- 2) 国土交通省 道路局 国道・防災課: 舗装点検要領, pp9-10, pp25-27, 2017.
- 3) (社)日本道路協会: 道路橋床版防水便覧 (平成 31 年版), pp132-134, 2019.
- 4) (公社)日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧 (平成 31 年版) [第 3 分冊], pp[3]-44-[3]-63, 2019.