

技術報文

軟弱地盤上の未舗装道路におけるジオテキスタイルを用いた補強

三井化学産資（株）土木資材部	木村 宗祐
	鈴木 和成
鹿島建設（株）北海道支店	村田 和也
技術研究所	岡本 道孝

1. はじめに

建設工事において、本設工種における技術対応や工程管理が重要であることは特筆するまでもないが、仮設工種において頭を悩ませられるケースがしばしばあり、軟弱地盤上の工事用道路もその一つである。工事用道路構築時の対応として、一般的には軟弱地盤の置換や改良による対応が主であるが、現場条件による資材搬入の容易さや、施工工程等の制約から、取り扱いが容易で、より迅速な対策が求められるケースがあり、軟弱路地盤におけるジオテキスタイルを用いた未舗装道路の補強について検討を行う余地がある。一方、アスファルト舗装におけるジオテキスタイルを用いた工法には、スパンボンド製不織布を用いた「軟弱路床／路盤分離工法」¹⁾や「三軸ジオグリッド／路盤補強工法」^{2), 3)}が提唱されている。

本報文では、アスファルト舗装におけるジオテキスタイルを用いた既往工法の紹介と、現場で行ったジオテキスタイルを用いた未舗装道路の補強効果検証について報告する。

2. スパンボンド製不織布を用いた「軟弱路床／路盤分離工法」

(1) 工法概説

ジオテキスタイルを用いた軟弱路床上のアスファルト舗装は、図-1 に示すように、軟弱な路床を直接改良するのではなく、軟弱路床と路盤との間にジオテキスタイルを敷設することで主に路盤材と軟弱路床土との混入を防ぎ、これにより路盤の厚さや品質を維持することで必要な舗装支持力を確保しようとするものである。舗装の構成はジオテキスタイルを路床上面に設置する以外は、通常のアスファルト舗装の場合と同じである。

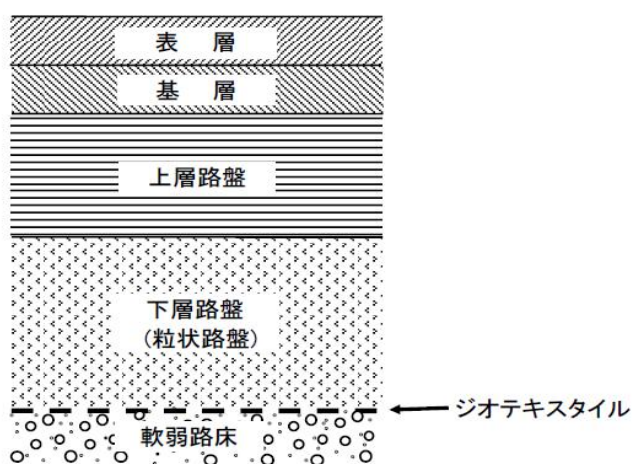


図-1 ジオテキスタイルを用いた舗装構成

(2) ジオテキスタイルの役割

路床が軟弱な場合、図-2(a) に示すように、繰返し交通荷重により、粒状路盤材が路床にめり込んだり、ポンピング作用により路床の軟弱土壌が路盤層の中に浮き上がったりし、結果として有効な路盤厚が設計厚よりも減少し舗装の支持力が低下していくことになる。ジオテキス

タイルを軟弱路床と路盤の間に敷設すると、図-2 (b)に示すように、その分離機能により、施工時や供用後での路盤材と軟弱路床土との相互混入を防ぐ働きをする。このため、路盤の厚さや品質が所定通り維持されることで、繰返し交通荷重に対する舗装の累積たわみ低減効果が発揮され、所要の舗装支持力を確保することができる。軟弱路床上の舗装に使用されるジオテキスタイルは、透水性と分離機能を有するシート状の高分子製品である。その中でも分離機能や施工時のサバイバビリティ（損傷抵抗）からみて、不織布が最も一般的である。

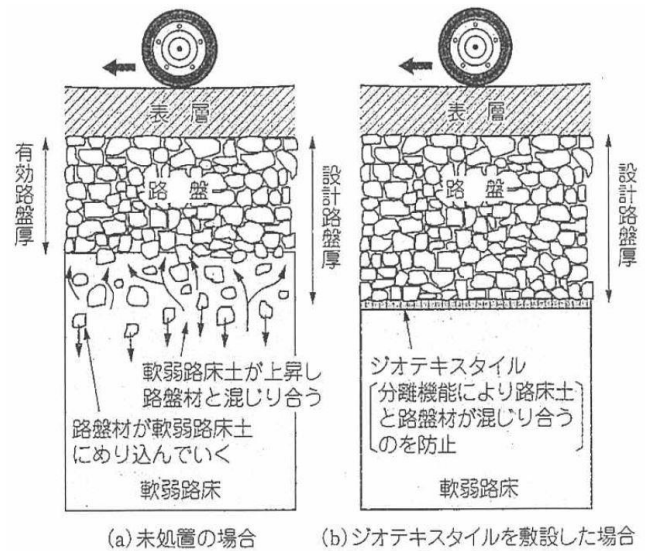


図-2 ジオテキスタイルの分離効果

(3) 工法の特徴

当該工法は、置換工法や安定処理工法などの他の軟弱路床対策工と比較して、以下のような特徴を有している。

- ① ジオテキスタイルを軟弱路床上に敷設することで、施工時や供用期間中に軟弱路床土と路盤材との混入を防ぐことができる。このため、その分離機能により路盤の厚さや品質が維持され、所要の舗装支持力を確保することができる。
- ② 軟弱路床を直接改良したり、しゃ断層を設けたりする必要がないので、他工法より 10～20%程度のコスト縮減を図ることができる。
- ③ ジオテキスタイルの敷設は、季節・天候による影響が少なく人力作業で行えるので施工が容易であり、また、特別な施工管理も必要とせず出来形も管理しやすい。路床土の掘削・置換えや、安定処理などで必要な養生期間が不要なため、工程の短縮を図ることができる。
- ④ 資材の搬入が場所、時期、量に関係なく容易である。また、分割施工も可能なので、工事計画の作成が容易である。
- ⑤ ジオテキスタイルの撤去作業が簡単で安定処理のように路床を固化しないため、供用後における地下埋設物の新設、復旧工事への対応が容易である。借地の現状復旧を要件に舗装する場合の対策工にも適している。

3. 「三軸ジオグリッド／路盤補強工法」

(1) 三軸ジオグリッドの概要

三軸ジオグリッド／テンサー TX（以下テンサー TX）は、粒状路盤とのインターロッキングによる荷重分散効果を効率的に発揮させる三軸方向の目合形状をしたジオグリッドであり、下記の特徴を有する。

- ① 従来のジオグリッド（例えば二軸ジオグリッド／テンサー SS）は軸方向だけに引張剛性が発揮されるのに対し、**図-3**に示すように、テンサー TX は全方位に引張剛性が発揮される。
- ② このため、粒状路盤材の変形を抑制する拘束力が大きくなり、荷重を全方位へ広く分散させることが期待できる。
- ③ 原料のポリオレフィン耐薬品性に優れ、再生砕石などのアルカリ性材料に対して安定した性能を示す。

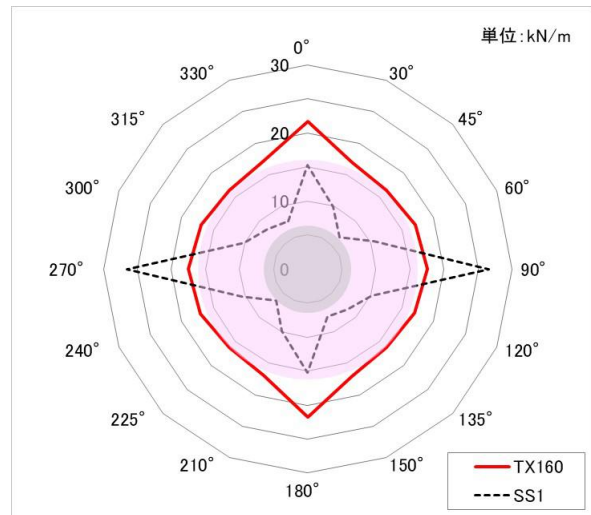


図-3 引張強度の異方性

(2) テンサー TX による路盤補強工法の概要

ジオグリッドによる路盤補強工法において、近年ではインターロッキングによる拘束効果、荷重分散効果に優れたテンサー TX が適用されており、下記の特徴を有する。

- ① テンサー TX を粒状路盤間または粒状路盤下に敷設することで路盤を強化することができる。
- ② 維持修繕時においては補修断面の削減が可能となり、掘削土量削減、工事費削減、工期の短縮が図れる。
- ③ 工期が短縮されることで道路利用者や地域住民への影響が軽減される。
- ④ 路盤の剛性が向上するため、舗装の長寿命化が期待できる。
- ⑤ 全面敷設することで舗装面の局所的なひび割れやわだち掘れの抑制、平坦性の維持が期待できる。

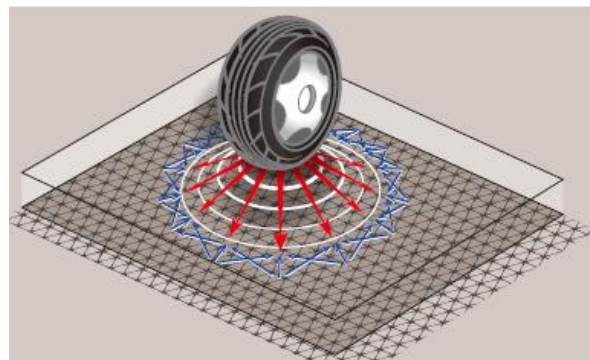


図-4 テンサー TX の補強効果（拘束）



写真-1 テンサー TX 敷設状況

4. ジオテキスタイルを用いた未舗装道路の補強効果検証

実現場の未舗装道路において、前述したспанボンド製不織布／ポリフェルト EX-R（以下、ポリフェルト EX-R）および、三軸ジオグリッド／テンサー TX を用いた軟弱地盤の表層処理について、試験施工を行った。

(1) 対象

再生可能エネルギー発電所の管理用通路（兼工事用道路、L=約 1.5km）において、軟弱地盤箇所（黒ボク土やローム層が主体、設計 CBR が 0.7~1.6、細粒分含有率 $F_c=35\sim50\%$ の軟弱地盤）の表層処理として、セメントまたは石灰による表層処理を行い、路盤（RC-40、 $t=200\sim$

300mm) を敷設していたが、写真-2 に示すように、繰返しの車両通行により未舗装道路表面にわだち掘れが表れ、敷鉄板による養生が必要となる箇所が散見された。

また、工事用道路の延長が長く当該箇所への改良資材の搬入が難しいことや、改良に伴う養生期間が工事工程に影響を与えることから、資材の取り扱いが容易で施工後の養生が不要であるジオテキスタイルを用いた表層処理について、効果を検証するために試験施工を行った。



写真-2 軟弱地盤（改良済み）上の未舗装道路

(2) 試験概要

試験は、センサー TX（補強機能）とポリフェルト EX-R（分離機能）の有無による効果および敷設位置による効果の確認のため、センサー TX、ポリフェルト EX-R または、センサー TX とポリフェルト EX-R（2枚重ね）を、軟弱地盤と路盤（RC-40、 $t=200\text{mm}$ ）の間または、路盤間に敷設する 6 ケースとした（図-5 参照）。交通荷重の載荷方法は、10 t ダンプの往復走行とした。ダンプ走行によって生じた沈下量（表面変形量）を走行 1 往復ごとにレベル測量によって測定した。試験走行は 20 往復まで行った。

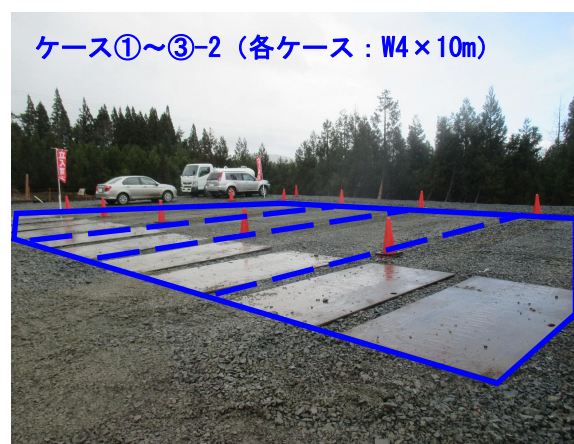


写真-3 試験施工箇所（全景）

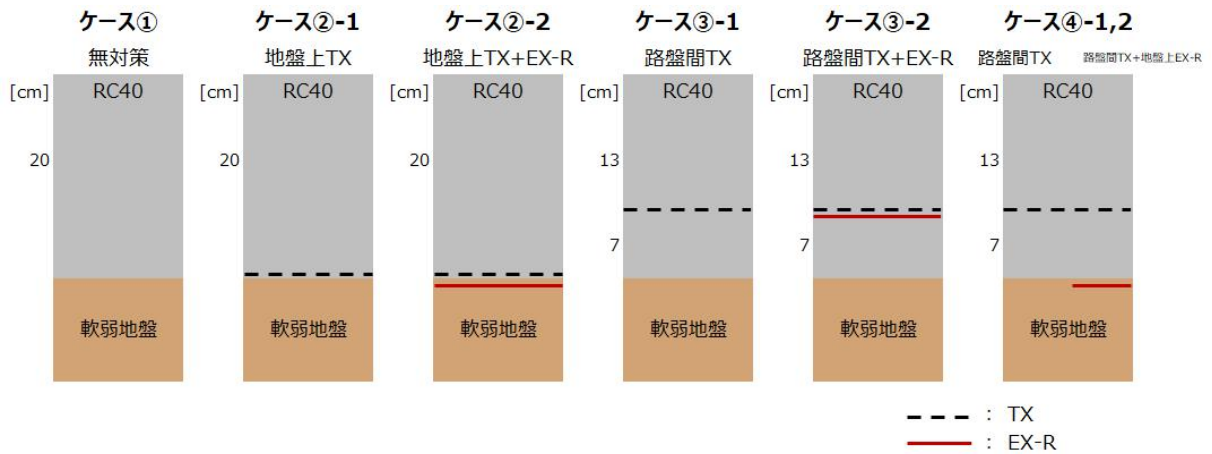


図-5 試験施工断面



写真-4 ジオテキスタイル敷設状況



写真-5 試験状況（ケース①）

(3) 試験結果

交通荷重の走行回数は、無対策（ケース①）における表面変形量（140mm）が路盤厚（ $t=200\text{mm}$ ）に迫った 20 往復で打ち切った。また、表面変形量の計測は、各ケースの表面変形量を観察しながら 1～6 往復と、10、20 往復目の計測とした。各ケースの結果を図-6 に示す。

20 往復での計測結果から、無対策（ケース①）での表面変形量 140mm に対し、ポリフェルト EX-R を軟弱地盤上に、センサー TX を路盤間に敷設した場合（ケース④-2）の表面変形量が 30mm と最も小さかった。また、ケース④-2 では走行回数 10 回と 20 回で表面変形量がほとんど変わらずに収束しているが、他のケースでは表面変形が進行しており、走行回数 20 回以降の表面変形量の差が更に広がる可能性が大きい。敷設位置に関しては、軟弱地盤直上の敷設より路盤間に敷設した場合の方が、表面変形量が小さい結果となった。



写真-6 表面変形状況（ケース④-1, 2）

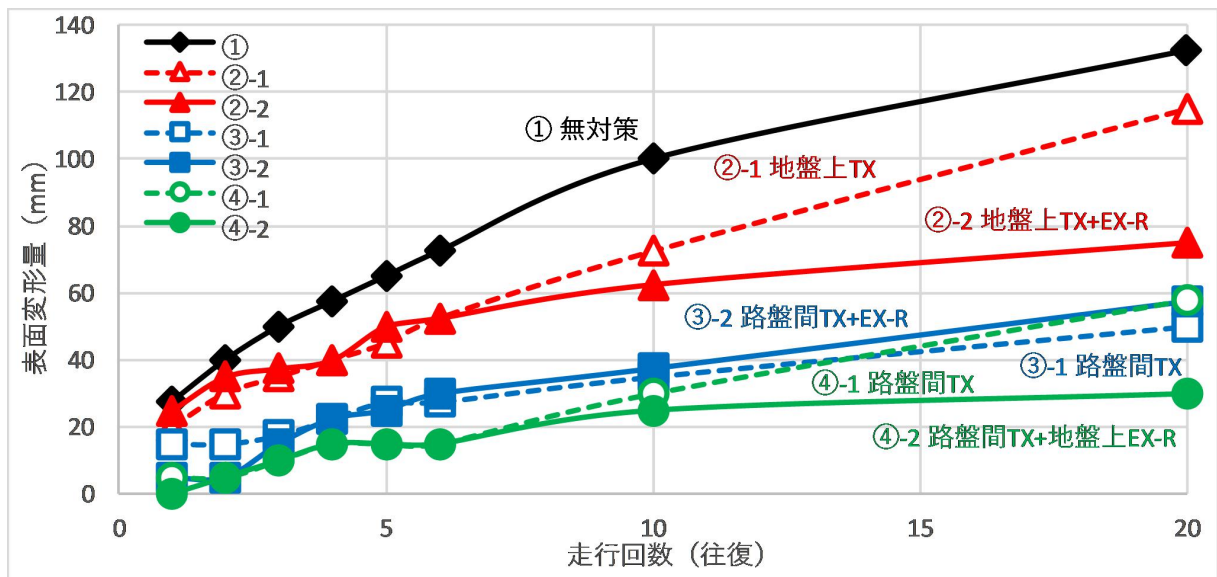


図-6 走行回数と表面変形量

5. おわりに

本検証により、軟弱地盤上の未舗装道路におけるジオテキスタイルを用いた補強について、下記の知見が得られた。

- ① 軟弱地盤の表層処理として、ポリフェルト EX-R（スパンボンド製不織布）を軟弱地盤と路盤の間に敷設し、相互を分離することによる表面変形抑制効果が大きい。
- ② 上記の表層処理を行ったうえで、テナー TX（三軸ジオグリッド）を路盤間に敷設することで、交通荷重による路面の表面変形量を最も小さく抑えることが確認できた。

これらは、ポリフェルト EX-R の主に分離機能、また、テナー TX のインターロッキングによる路盤材の拘束効果および荷重分散効果による支持力向上効果によるものと考えられる。また、走行回数 20 回の表面変形量で比較すると、ケース①は約 130mm に対してケース④-2 は約 30mm であり、約 78%の表面変形低減効果が確認できる。したがって、30mm 程度の表面変形を許容することができれば、軟弱地盤の表層処理として十分に効果が期待できる。さらに、軟弱地盤の表層処理として行われる置換工における現地盤の掘削や廃土、改良工における養生期間の削減等を含めた場合の、ジオテキスタイルによる補強の有効性は高い。

本検証では、路盤材撒き出し後の締固め管理を行っていなかったため、未舗装道路の表面変形量が大きい結果となったが、引き続きジオテキスタイルの仕様や路盤厚の調整、軟弱地盤の支持力特性との相関などを含めて検証を深め、実現場への提案の基礎としていきたい。

参考文献

- 1) ジオテキスタイルを用いた軟弱路床上舗装の設計・施工マニュアル，（一財）土木研究センター，2009.
- 2) 渡邊真一，尾本志展，弘中淳市，Aung Aung Soe：三軸ジオグリッドの路盤補強効果に関する現場実験での検討，土木学会第 72 回年次学術講演会，V-029，pp.57-58，2017.
- 3) 松本七保子，弘中淳市，木村宗祐，鈴木和成：三軸ジオグリッドの路盤補強効果に関する検討，ジオシンセティックシンポジウム論文集第 34 巻，pp.81-86，2019.