

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

(株)NIPPO 総合技術部 技術研究所
 (株)NIPPO 総合技術部 技術研究所
 三井化学産資(株) 土木資材部
 埼玉大学大学院 理工学研究科

正会員 ○渡邊 真一
 正会員 尾本 志展
 正会員 弘中 淳市
 Aung Aung Soe

1. はじめに

路盤は、表層および基層に均一な支持基盤を与えるとともに、上層から伝えられた交通荷重を分散して路床に伝達する重要な役割を担っている。このため、舗装の長寿命化を図っていくうえで、路盤を強化することは有効な対策の一つといえる。その方法として、海外ではジオグリッドにより粒状路盤を補強する工法が広く普及しており¹⁾、最近では従来の格子状の二軸タイプのものより荷重分散性に優れた三角形の三軸ジオグリッドが新たに使われてきている²⁾。

そこで、本研究では、わが国での適用に向けて、この三軸ジオグリッドの路盤補強効果について、現場実験を実施し、平板載荷試験や FWD 試験で評価した。本論文は、これらの検討結果について報告するものである。

2. 三軸ジオグリッドの概要

本検討で用いたジオグリッドは、Tensar 社の三軸型 TX160(以下, TX)と二軸型 SS2(以下, SS)の 2 種類である。写真-1 にジオグリッドの外観を、表-1 に性状を示す。

今回用いた三軸型の TX は、図-1(a)に示すように、形状を従来の二軸方向(縦, 横)のものから三軸方向(0, 60, 120°)にして、荷重作用に対する分散特性を改善したものである²⁾。すなわち、二軸型の SS は軸方向だけに引張剛性が発揮され、その高い引張剛性により補強効果を期待するものである。これに対し、三軸型の TX は引張強度は大きくないが、全方位に引張剛性が発揮されるものである。このため、この三軸ジオグリッドは、図-1(b)に示すように、二軸タイプのものより粒状材の変形を抑制する拘束力が大きくなり、これにより粒状材に対する拘束効果が路盤層の上方の広範囲にまで及ぶものとされている。その結果、荷重分散性が高まり、図-1(c)のように、交通荷重を全方位へ広く分散させることが期待できる。

3. 現場実験

3. 1 実験の概要

本実験では、ジオグリッドの種類、路盤の厚さ、ジオグリッドの敷設位置を変え、これら要因による路盤補強効果の違いについて検討した。実験に用いたジオグリッドは、前述したとおり、TX および比較用の SS の 2 種類とした。路盤の厚さは、20, 30, 40cm の 3 水準とし、ジオグリッドの敷設位置は路盤層の底面および中央部の 2 箇所とした。本実験における工区割と施工断面を、図-2 に示す。

本実験では、まず最初に、所定の路盤厚が確保できるように、

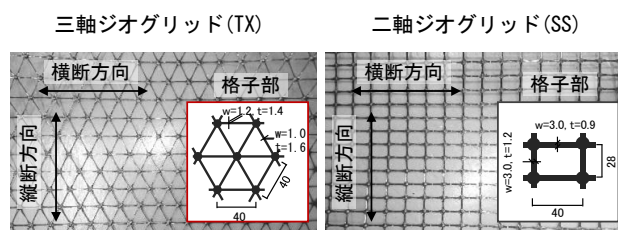
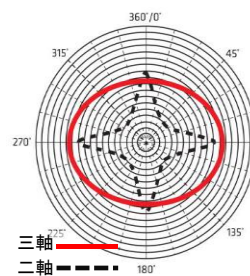


写真-1 ジオグリッドの外観

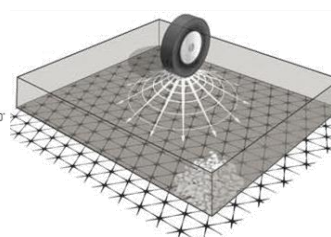
表-1 ジオグリッドの性状

ジオグリッド	TX160 (TX)	SS2 (SS)
軸方向	三軸	二軸
引張強度 (kN/m)	10	32(横断), 19(縦断)
単位面積質量 (kg/m ²)	0.245	0.340

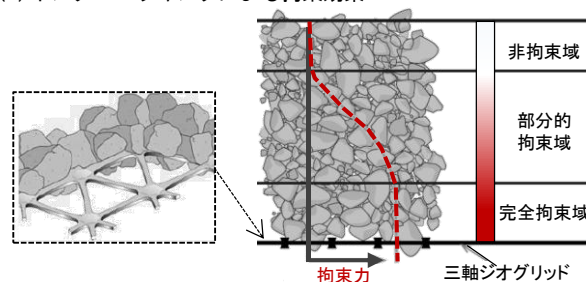
(a) 引張剛性の方位性



(c) 交通荷重の分散性



(b) インターロッキングによる拘束効果

図-1 三軸ジオグリッドの補強メカニズムの模式図²⁾

キーワード 三軸ジオグリッド 現場実験 FWD 試験 動的逆解析 弾性係数

連絡先 〒331-0052 埼玉県さいたま市西区三橋 6-70 (株)NIPPO 総合技術部 技術研究所 TEL:048-624-0755

既設舗装を図-2に示すように20~40cm掘削し、転圧後の仕上がり面を路床面とした。路床の支持力はジオグリッドの補強効果の評価に影響を及ぼすため、各工区の路床面で平板載荷試験を実施した。路盤層は全て2層で施工し、路盤材にはクラッシュラン C-40を用いた。ジオグリッドは、路盤の施工時に所定の位置に敷設した。施工終了後、路盤の仕上がり面で現場密度試験とFWD試験を実施した。

ジオグリッドの路盤補強効果は、路床面での平板載荷試験と路盤仕上がり面でのFWD試験の結果をもとに、逆解析により路盤層の弾性係数を算出することで評価した。その逆解析には、FWD試験による荷重とたわみの時系列データを用いた逆解析プログラムWaveBALM³⁾を使用した。

3. 2 実験結果

表-2に実験結果の一覧を示す。路床面での平板載荷試験結果に着目すると、工区によって試験値にばらつきが生じていることが分かる。このばらつきを逆解析に反映させるため、平板載荷試験の結果から路床の弾性係数を式(1)より算出し、この値を逆解析に用いた。

$$E = \frac{\pi(1-\nu^2)}{2} K \quad (1)$$

ここに、 r : 載荷板半径、 ν : ポアソン比、 K : 地盤反力係数

図-3に、逆解析で得られた路盤層の弾性係数を示す。図-3より、ジオグリッドを敷設した工区は、敷設していない工区よりも、路盤層の弾性係数が大きくなっていることがわかる。これは海外の既往研究⁴⁾と同様な結果を示している。

また、路盤厚による違いをみると、路盤厚が小さいほど、弾性係数の値は大きく、ジオグリッドによる補強効果が大きくなっている。これは、路盤層が厚くなると、SSでは剛性効果が、TXでは拘束効果が全層にまで及ばないためと考えられる。なお、路盤層の厚い工区では、締固め度も小さくなっており、これも結果に影響しているものと考えられる。

次に、ジオグリッドの種類に着目すると、引張強度や単位面積質量の大きいSSよりも、TXの方が高い補強効果を示している。これは、TXの形状により、その荷重分散性能がSSより優れていることを示唆している。また、TXの敷設位置については、底面部に設置した場合の方が、やや高い補強効果を示している。これは、中央部に設置した場合、層内に拘束効果による補強部と未補強部が混在することが影響しているためと考えられる。

4. まとめ

本実験により、三軸ジオグリッドは粒状路盤を補強する効果があることを確認した。その補強効果は、路盤厚が小さいほど高く、路盤厚が20cmと30cmの場合では、敷設しないものと比べ、路盤層の弾性係数は2倍程度向上する結果が得られた。また、敷設位置の違いでは、底面に敷設した方が中央部よりやや高い補強効果を示した。

今後は、室内でのレジリエントモデュラス試験や試験舗装などを行い、三軸ジオグリッドの補強効果を影響要因も含めて詳細に検討していくとともに、路盤厚の低減効果についても明らかにしていく予定である。

参考文献

1)JG Zomberg, R Gupta: Geosynthetics in pavements: North American contributions, 9th Int. Conf. Geosynthetics, Brazil, 2010 2)Tensar: Radial stiffness and its performance relationship, Tensar information bulletin, 2014. 3)(社)土木学会舗装工学委員会: 非破壊試験による舗装のたわみ測定と構造評価, 舗装工学ライブラリー14, 2015. 4)R Sarah, et.al.: Full-Scale Evaluation of Geogrid-Reinforced Thin Flexible Pavements, TRB 91st Annual, 2012

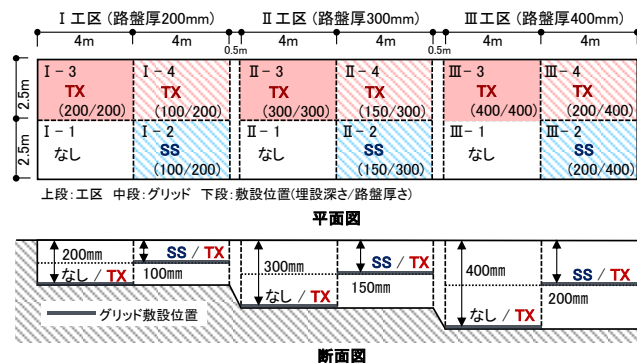


図-2 現場実験での工区割と施工断面

表-2 実験結果の一覧

工区	路盤層の厚さ (mm)	グリッドの種類	グリッド位置 (埋設深さ/路盤厚さ)	路床		路盤層		
				平板載荷試験		現場密度試験		FWD試験
				地盤反力係数 K_{50}	弾性係数 E	乾燥密度 ρ_d	締固め度 $\%$	弾性係数 (逆解析) E
				MN/m^3	MPa	g/cm^3		MPa
I-1	200	なし	-	159	66	2.179	100.2	161
I-2	200	SS	100/200	127	53	2.179	100.2	302
I-3	200	TX	200/200	104	43	2.179	100.2	329
I-4	200	TX	100/200	131	54	2.179	100.2	310
II-1	300	なし	-	196	81	2.121	97.6	140
II-2	300	SS	150/300	198	82	2.121	97.6	240
II-3	300	TX	300/300	212	88	2.121	97.6	302
II-4	300	TX	150/300	142	59	2.121	97.6	286
III-1	400	なし	-	212	88	2.097	96.5	90
III-2	400	SS	200/400	147	61	2.097	96.5	104
III-3	400	TX	400/400	213	88	2.097	96.5	138
III-4	400	TX	200/400	233	96	2.097	96.5	92

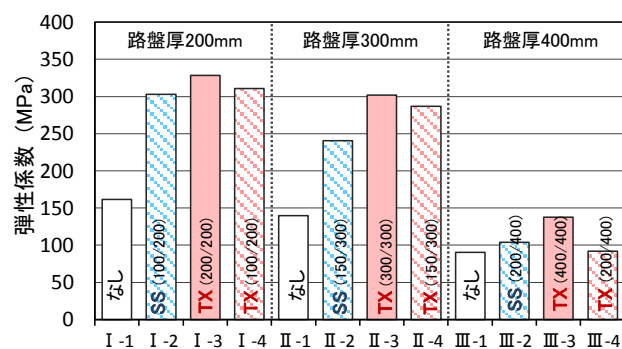


図-3 逆解析による路盤の弾性係数