

路盤の短繊維・ジオグリッド補強によるアスファルト舗装の残留変形の抑制

防衛大学校 学生会員 ○松木眞大

防衛大学校 正会員 平川大貴 宮田喜壽

1. はじめに:我が国は近年の約 60 年で積極的な道路網の整備を行い,道路総延長は 127 万 km 以上に至っている.一方,我が国の道路舗装には耐久性の低いアスファルト(As)舗装が主体的に採用されており,舗装の供用性の保持と維持管理費の抑制の両立が求められつつある¹⁾. 変形性あるいは耐久性に関して,我が国では表層の As 混合物への検討は継続的に行われてきたが,交通荷重による路盤の残留変形抑制の検討は限定される.本研究では路盤にジオシンセティックス補強技術を適用することによって,交通荷重による As 舗装の残留変形の抑制の可否について実験的に検討を行った.

2. 実験概要:本研究では室内において As 舗装模型を構築し,その表面に剛なローラーによって繰返し輪荷重を与える室内移動荷重試験(図-1)を実施した.ローラーと土槽の幅はほぼ一致しており,2次元問題に単純化している.長さ 1,200×幅 305×高さ 400 mm の土槽の中に,上層路盤材として用いられている粒度調整砕石(安山岩: $D_{max}=19.0$ mm)を用いて深さ約 300 mm の路盤を構築した.その上に予め型枠内で小型の転圧ローラーで締め固めて作製した As 層を設置した.この As 層模型は厚さ 30 mm であるが,重交通用路線を想定した配合を用いている.路盤は $w=5\sim 6.5\%$ に加水混合し,締固め度 $D_c=$ 約 93% ($\rho_d=$ 約 2.000 g/cm³) に締め固めた.路盤条件の一覧を表-1 に示す.路盤は, a)地盤補強技術が適用されていない無補強路盤に加え, b)短繊維混合補強, c)ジオグリッド補強, d)短繊維混合補強とジオグリッド補強の併用, の計 3 種類の補強路盤について検討した.短繊維混合補強では直径 0.4×長さ 20 mm の直線状のビニロン製短繊維を用い,路盤材の乾燥質量に対して質量比で 0.5% を混合させた. b)短繊維混合補強技術

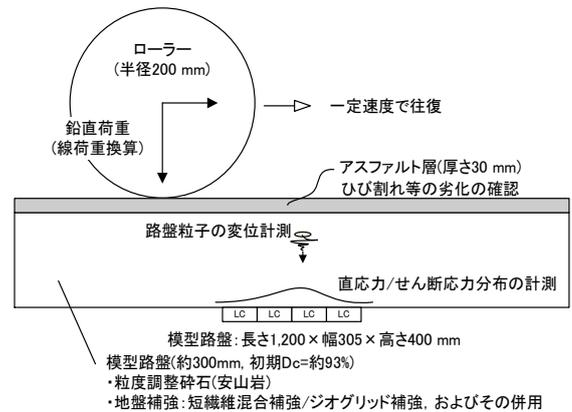


図-1 室内移動荷重試験の概要

表-1 実験条件の一覧

番号	路盤条件			As層	載荷条件
	地盤補強	Dc [%]	CBR [%]		
1	無補強	93.1	9	厚さ30mm, 重交通用	29.4 kN/m, 100回 (50往復)
2	短繊維混合補強(0.5%)	93.8	14		
3	ジオグリッド補強(1層)	93.9	21		
4	2と3の併用	93.9	20		

はライフライン等の維持管理で舗装が頻繁に掘削・埋め戻しが行われる一般道への適用を想定している.ジオグリッド補強では縦横目合い 166×22 mm の高密度ポリエチレン(HDPE)製ジオグリッドを路盤表面から約 30 mm の深さに 1 層敷設しており,道路下にライフライン等が埋設されていない高速道路等への適用を想定している.

路盤と As 層との間の不整面の影響を極力取り除くために鉛直荷重 $V=9.8$ kN/m(線荷重換算値)を 2 往復・計 4 回与えた後に, $V=29.4$ kN/m の輪荷重を 50 往復・計 100 回与えた.ローラー荷重は大型貨物車両の車軸値と As 層厚を勘案して決定した.移動荷重試験ではローラーに作用する鉛直・水平荷重,ローラーの即時沈下量と水平方向移動距離,路盤内の鉛直・水平荷重,および路盤粒子の鉛直・水平変位(画像解析:PIV法)の測定を行った.

3. 実験結果および考察:本研究における移動荷重試験では,全ての模型において As 層にクラックは発生しておらず,輪荷重を作用させた領域で沈下が見られた.As 舗装模型表面の変形状態の例として, a)無補強路盤でのローラーの即時沈下量~水平方向距離の関係を図-2 に,ローラーの即時沈下量の時刻歴を図-3 に示す.ローラーの即時沈下量は輪荷重が作用した時に生じる As 模型の鉛直沈下量であり,若干の残留沈下は残るものの輪荷重が通り過ぎればほとんどの沈下は回復する.したがって,その奇跡は輪荷重の通過後の舗装表面の形状とは一致しな

キーワード アスファルト舗装, 交通荷重, 路盤, ジオシンセティックス, 残留変形

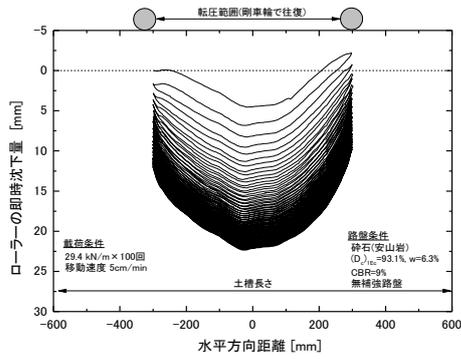


図-2 ローラーの即時沈下～水平方向位置の関係(無補強路盤)

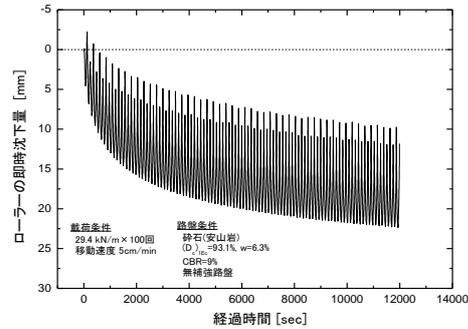


図-3 ローラーの即時沈下の時刻歴(無補強路盤)

いが、図-2～3 から交通荷の作用に対して舗装には残留沈下が累積していくおおよその過程は見てとれる。移動荷試験前後で As 層の厚さは変化していないため、移動荷によって生じる As 舗装模型の残留沈下の主要因は路盤の残留変形となる。移動荷時での路盤粒子の変位挙動の測定結果の例として、無補強路盤(図-2～3)の結果を図-4 に示す。図-4 より、路盤粒子の変位は荷点に近い As 層近傍になるほど大きく、輪荷重の作用に対して路盤粒子は水平方向にも大きく変位しながら沈下が累積していくことが分かる。この様な路盤粒子の変位挙動は、主軸(主応力)方向が連続的に回転するという交通荷の特徴的な外力条件²⁾が強く関係している。主軸方向の連続的な回転が生じると土骨格が安定しにくいいため、土には進行的に残留変形が生じることが知られている。この様な作用力に対して路盤の残留沈下を抑制するためには、地盤補強技術を積極的に適用し、より強固な土骨格を構築することが重要であると考えられる。

本研究では、短繊維混合補強土技術とジオグリッド補強技術、およびそれらの併用の効果を同様な実験を行って検討した。本研究ではその補強効果の度合いを、路盤粒子の鉛直方向変位から路盤に生じる平均的な鉛直ひずみ(ϵ_v)_{ave}によって比較した。 (ϵ_v) _{ave}は As 層/路盤の境界部(最上部の計測点)と路盤表面から約 27 cm(最下部の計測点)での路盤粒子の鉛直方向変位を用い、ひずみ値として算出した。比較結果を図-5 に示す。本研究で検討したいずれの地盤補強技術においても補強効果が確認できる。定量的には b)短繊維混合補強、c)ジオグリッド補強、d)短繊維混合補強とジオグリッド補強の併用の順番で高い補強効果がある。

4. まとめ：交通荷による As 舗装の残留変形の抑制に向けて、路盤に地盤補強技術を適用することの効果を実験的に検討した。

短繊維混合補強、ジオグリッド補強、およびそれらの併用技術に対して検討した結果、短繊維混合補強、ジオグリッド補強、短繊維混合補強とジオグリッド補強の併用、の順で高い補強効果が得られることを確認した。

謝辞：本研究は科学研究費補助金(課題番号：25420513)による成果である。

参考文献：1)「荒廃する日本」としないための道路管理, 国土交通省道路局資料, www.mlit.go.jp/road/ir/kihon/22/2.pdf (2014 年 1 月閲覧可能), 2007. 2) S.F.Brown, Soil mechanics in pavement engineering, 36th Raikine Lettuce, *Geotechnique*, **46**, 3, pp.383-426, 1996.

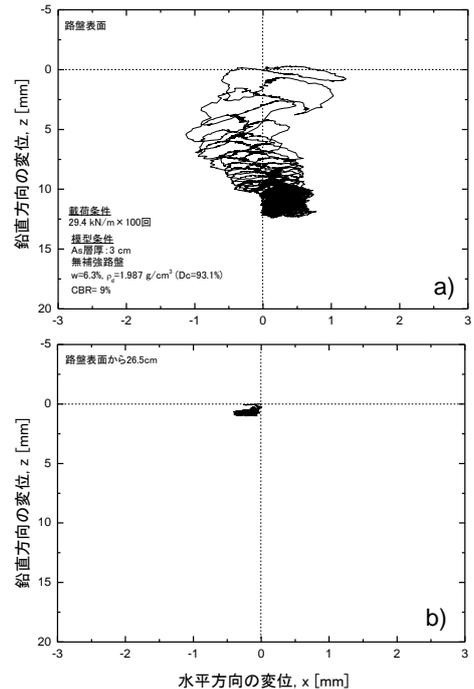


図-4 路盤粒子の変位挙動(無補強路盤)

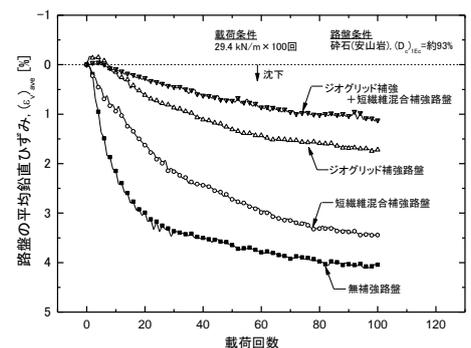


図-5 地盤補強技術による路盤の残留鉛直ひずみの抑制効果