

地震対策型段差抑制工法の補強メカニズムに関する実験的検討

NIPPO 研究開発本部 技術研究所 正会員 ○石垣 勉
 前田工織 地盤防災推進部 正会員 竜田 尚希
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 川崎 始
 埼玉大学 地圏科学研究センター 正会員 橘 伸也
 埼玉大学 地圏科学研究センター 正会員 桑野 二郎
 中央大学 研究開発機構 正会員 太田 秀樹

1. はじめに

密実に締め固めた粒状層を複数枚のジオグリッドと拘束部材を用いて補強すると、高い曲げ剛性と支持性能を有する剛性層を構築することができる。この剛性層を路床の上部に構築することで、大規模地震時に発生する構造物／土工部接続部の路面の段差支障を抑制し、地震発生直後においても緊急輸送車両や避難車両の車両走行性の確保を目的とする工法が、アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法^{1) 2)}である。本報告では、本工法の補強メカニズムの解明を目的とした実物大現場実験と室内模型実験を実施した結果、幾つかの知見が得られたので報告する。

2. 実物大現場実験

写真-1に実物大現場実験状況、図-1に実物現場実験に用いた試験盛土の概要を示す。本工法は複合剛性層とアプローチ部（ジオグリッド1層）で構成される。複合剛性層は、路床の上部に構築される厚さ 600mm の補強層であり、大規模地震時において不同沈下の卓越する箇所に設置する。ジオグリッドは、芯材にアラミド繊維を用いたもの（引張強度：単位幅当り 200kN/m、破断時ひずみ 4.5%、クリープ低減係数 0.65、目合い間隔：26mm×28mm）を4層にわたって敷設しながら、3層（200mm厚／層）の粒状層（粒度調整砕石 M-40）を構築した。拘束部材は、先端部拡大式拘束アンカー（ロッド許容引張力 50kN、初期導入拘束力 30kN）を用いて、図-1に示す配置で設置した。実験方法は、図-1に示す強制沈下装置を一定速度（25mm/min）でジャッキダウンすることで、覆工板上の試験舗装を強制沈下させた。図-2に不同沈下量 550mm における本工法の実物大実験結果（路面縦断変形、ジオグリッドのひずみ、拘束部材の拘束力）を示す。データは不同沈下実験開始前の値を 0 とした値（増分）である。横軸の原点は本工法の不同沈下発生箇所（強制沈下装置／盛土接続部）である。図-2より、路面の変形モードは滑らかな縦断変形となっており、写真-1に示す車両走行試験において十分



写真-1 実物大現場実験状況
 (不同沈下量 550mm, 写真上：現場実験状況, 下左：本工法, 下右：一般工法)

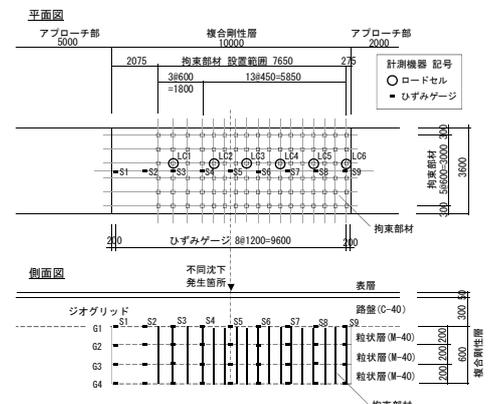
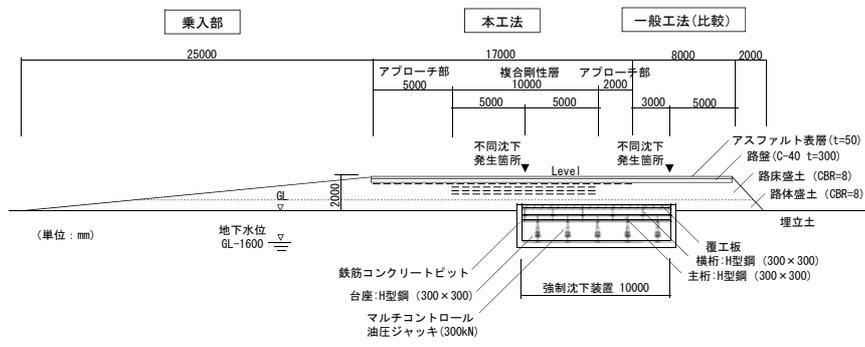


図-1 実物大現場実験に用いた試験盛土の概要

キーワード 地震対策型段差抑制工法, アスファルト舗装, ジオグリッド

連絡先 〒331-0052 埼玉県さいたま市西区三橋 6-70 (株)NIPPO 研究開発本部技術研究所 TEL048-624-0755

な車両走行性を確認した。なお、一般工法では局所的な段差が発生し、不同沈下量 200mm 程度で車両走行性が損なわれた。ジオグリッド各層のひずみのピーク位置は異なっているが、これらは路面（剛性層）の変形モードに対応していることがわかる。ジオグリッド各層において最大 0.64~1.27%の引張ひずみが発生したことから、大きな引張荷重（28.4~56.4kN/m）が作用した。拘束部材による拘束力（軸力）の分布は、位置 2m を境に増加側と減少側があるが、増加側は路面変形が大きく、減少側は路面変形が小さいことがわかる。なお、実験開始前の拘束力は約 15kN であった。したがって、実際の実験後の拘束力は約 10~23kN であり、拘束部材による拘束効果は変形後も保持されていることがわかる。

3. 室内模型実験³⁾

実験土槽内に本工法の実物大模型（延長 1.8m, 幅 1m, 厚さ 0.6m, 模型重量約 24kN）を作製した。構造は実物大現場実験と同一とした。延長方向の片端を実験土槽底部に固定し、反対側の端部をクレーンで垂直に吊り上げることで、剛性層の変形の再現を試みた。実験土槽側壁/模型間は隙間をとることで摩擦の影響を除去した。室内模型実験状況を写真-2に示す。紙面の都合上、実験データは文献³⁾を参照されたい。実験結果として、変形モード、ジオグリッドのひずみ、拘束力分布は、実物大実験における位置 2~4m 区間の結果を概ね再現できたことから、今後、室内模型実験により本工法の性能向上や低コスト化の検討が可能と考えている。ここで吊上荷重に着目すると、吊上高さ 12cm において約 19kN であった。これは、模型重量の 80%の自重を吊上側が負担し、20%を実験土槽底面が負担したことを意味しており、本工法の優れた曲げ剛性を窺うことができる。

4. おわりに

実物大現場実験と室内模型実験結果より、地震対策型段差抑制工法の補強メカニズムは以下のように推察される。

- 1) 拘束部材により拘束力を導入した剛性層は、層厚方向に拘束される。この拘束により、変形時において剛性層下部からの支持力が期待できなくなった場合でも、剛性層の一体性とジオグリッド/粒状層間の摩擦力を確保する。
- 2) 変形時にジオグリッド/粒状層間の摩擦力の反作用として、粒状層内にせん断応力が生じる。密実に締め固めた粒状材のせん断初期に生じる負のダイレイタンス（体積収縮）と、せん断ひずみの増加による正のダイレイタンス（体積膨張）の発生に伴う粒状材の強度低下を、拘束部材とジオグリッドによる拘束効果により抑制する。
- 3) 特にせん断ひずみの増加による正のダイレイタンスの抑制により、粒状層内部の応力が増加し、粒状材のせん断強度を増加させる。これにより、不同沈下による剛性層の変形に対して、剛性層の曲げ剛性と支持性能が向上する。なおダイレイタンスによる応力の増減は、拘束部材の拘束力（軸力）変化として現れる。

今後、更なる室内実験を実施するとともに、実験データをもとにした弾塑性有限要素解析を実施し、本工法の力学的補強メカニズムの解明を進めることで、より経済的な本工法の設計方法の検討を行っていきたい。なお、本研究は中央大学研究開発機構産学連携共同研究（中央大学研究開発機構・NIPPO・前田工織・オリエンタルコンサルタンツ）と、埼玉大学共同研究（埼玉大学・NIPPO・前田工織）により実施したものである。

参考文献 1)石垣ら：アスファルト舗装の地震対策型段差抑制工法の実物大実験，第 29 回日本道路会議論文集（CD-ROM），論文番号 3015，2011.11. 2)石垣ら：アスファルト舗装の地震対策型段差抑制性工法に関する実物大現場実験，舗装，vol.47, No.4, pp.13-18, 2012.4. 3)加藤ら：高剛性補強土工法における拘束部材の有効性について，第 47 回地盤工学研究発表会，2012.7.（投稿中）

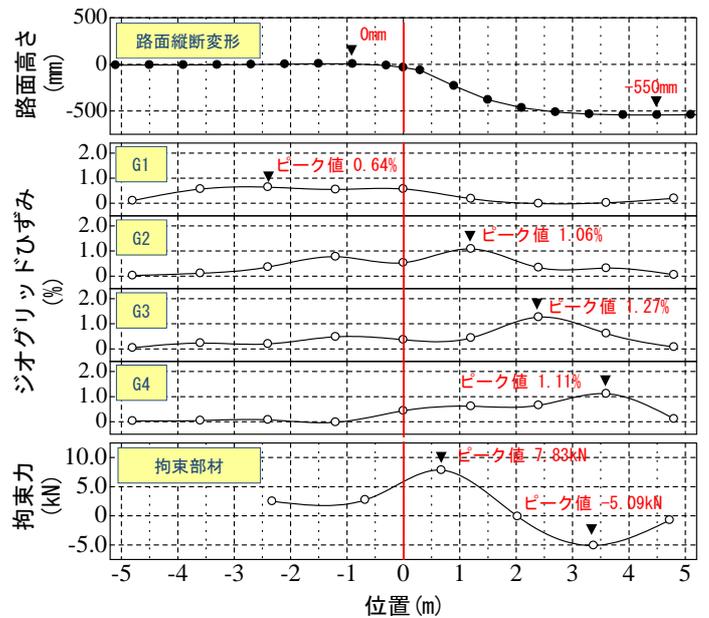


図-2 実物大現場実験結果（不同沈下量 550mm）

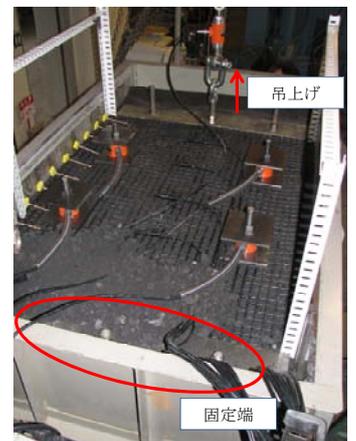


写真-2 室内模型実験状況（吊上高さ 120mm）