

土のうの繰返し平板載荷試験 その2：真砂土を用いた土のう複合体

大林道路株式会社 正会員 ○丸尾 繁
 大林道路株式会社 正会員 光谷修平
 京都大学大学院 学生会員 赤木 悟
 京都大学大学院 正会員 木戸隆之祐
 京都大学大学院 フェロー会員 木村 亮

1. はじめに

人件費が安く、砕石や重機類の調達が難しい発展途上国では、現地の土砂を土のう化して人力で道路を構築する工法が用いられている¹⁾。土砂は含水比が過多でなければ、土のう化すると側方変形が拘束されて耐荷力が増加し、法部も安定することで、路体・路盤としての性能を十分確保できるためである。土のうは我が国でも、水害時の仮堤防や震災時の法面復旧等の仮設に活用されている他、振動低減効果も確認されている²⁾。土のうは、土のう袋に土砂をスコップで入れて締固めるだけで道路を構築できる環境負荷が極めて小さい工法であり、規模によってはコスト面でも合理的な方法となり得る。

本研究では、土のうを塊として荷重を分散することで載荷性能向上を図った道路舗装の構造設計方法を検討している。本稿では、土のうを水平・鉛直に積み重ねた、複合体の繰返し平板載荷試験結果を報告する。



①加水、攪拌



②計量



③敷き並べ



④転圧



⑤間詰め



⑥載荷試験

写真-1 実験の手順

2. 実験概要

2.1 使用材料と実験方法

使用材料の緒元を表-1に、実験の手順を写真-1に示す。以下、載荷試験を行うまでの各手順の詳細を列記する。

- ① 中詰め材および土のう袋は別報³⁾に示す真砂土を使用し、最適含水比になるように加水してパン型ミキサで攪拌した。

表-1 使用材料の緒元

土のう袋	寸法	縦横 620mm × 480mm
	材質	ポリエチレン製
	引張強度	9KN/m
中詰め材	土質	砂質土
	産地	大阪府
	最適含水比	10%

- ② 20 kg/袋となるよう質量を計量して袋詰めした後、土のう袋の紐を縛り中詰め材から指2本分の余裕がある位置で3周締めきつく結んだ。
- ③ 1.8 m×1.8 m×0.3 mの鋼製型枠に土のうを3段敷き並べた。土のうの配置は、土のうを縦横上下の向きを揃える直積み配置(図-1)と、縦の列の向きを交互に反転させ4つの土のうの中央を基準に敷き並べ、段の上下で千鳥に積む千鳥積み配置(図-2)とした。
- ④ 段毎に厚さ80 mmの土のう高さになるまでプレートコンパクタによって転圧した。
- ⑤ 土のう同士に生じる隙間は、各段の転圧終了時に中詰め材を充填して木槌等で突き固めた。

キーワード 土のう, 舗装, 平板載荷試験

連絡先 〒101-8228 東京都千代田区神田猿樂町 2-8-8 大林道路株式会社 技術部 tel 03-3295-8855

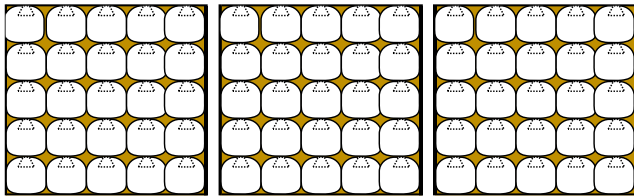


図-1 直積み配置 (左から1段目, 2段目, 3段目)

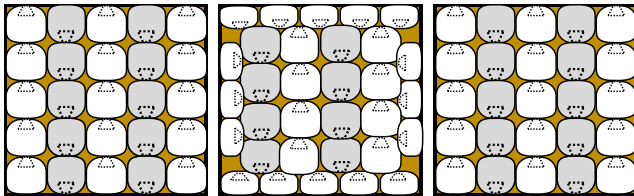


図-2 直積み配置 (左から1段目, 2段目, 3段目)

3. 実験結果

別報³⁾と同様の方法で平板載荷試験を行った。載荷位置は①土のう中央, ②土のう4つの中央, の2種類で実施した。載荷圧力-軸ひずみ関係を図-3~図-4に, 土のうを使用しない土路盤の結果を図-5(a)に示す。

載荷圧 800 kPa の3回載荷後のひずみに着目すると, 土路盤は2.8%であった。直積み(載荷位置①, ②)で2.9%, 千鳥積み(載荷位置①)で3.2%, 千鳥積み(載荷位置②)で2.1%と全ケースで大差ないが, 1回載荷から3回載荷後までの変化は千鳥積み配置が大きい。

3回載荷後の載荷圧力-ひずみの関係から一次近似式 $y=ax+b$ を導出した例を図-5(b)に, 各結果の近似式を表-2に示す。係数 a が大きいほど土のう複合体の剛性が高く載荷性能が良好と考えられる。千鳥積み配置の変化が大きく, 3回目になると土路盤や直積み配置よりも載荷性能が優れていることがわかる。

最終的な軸ひずみへの積み方の影響が有意でなかった理由は, 締め固め特性の良い真砂土を最適含水比で締め固めたために中詰め自体の強度・剛性が高かったこと, 鋼製型枠が十分広くないために拘束力が作用したこと, が挙げられる。

4. 結論

最終的に得られる土のう複合体の軸ひずみに対して, 土のうの積み方による影響は比較的小さいが, 千鳥積みは, 載荷回数による土のうの載荷性能の変化が大きい。一方, 中詰め材を最適含水比に調整したこと, 鋼製型枠による境界条件が試験結果に影響を及ぼした可能性もある。今後, 中詰め材の種類や含水比などの条件を工夫し, データを集積していく所存である。

参考文献

- 1) 福林ら：開発途上国農村部における貧困削減に向けた未舗装道路改修方法, 土木学会論文集 C, Vol.63, No.3, pp.783-796, 2007
- 2) 松岡ら：「土のう」を用いた道路交通振動の低減法, 第39回地盤工学研究発表会, pp.2343-2344, 2004
- 3) 赤木ら：土のうの繰返し平板載荷試験 その1：中詰め材を変化させた土のう単体, 第57回地盤工学研究発表会, 2022 (投稿済)

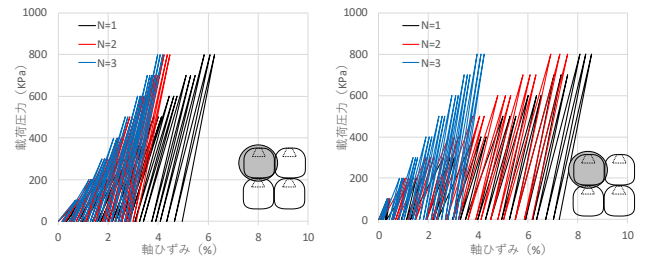


図-3 載荷圧力-軸ひずみ関係 : a) 直積み(載荷位置①), b) 千鳥(載荷位置①)

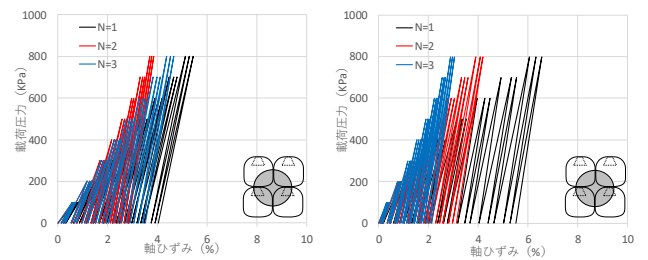


図-4 載荷圧力-軸ひずみ関係 : a) 直積み(載荷位置②), b) 千鳥(載荷位置②)

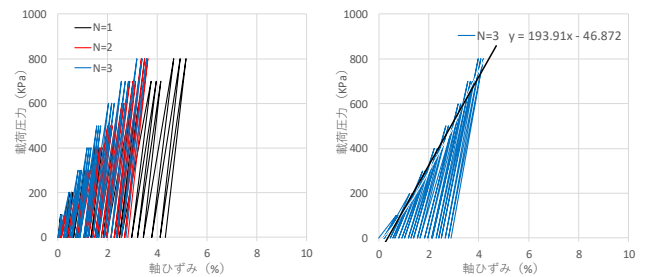


図-5 載荷圧力-軸ひずみ関係 : a) 土路盤, b) 図-3に対する一次近似式の算定例

表-2 繰返し平板載荷試験結果 (一次近似式)

条件	回数	直積み配置	千鳥積み配置	土路盤
土のう中央	N=1	$y = 131.2x - 34.3$	$y = 103.5x - 41.3$	$y = 148.5x - 91.7$
	N=2	$y = 183.2x - 47.7$	$y = 123.5x - 81.3$	$y = 218.7x - 16.7$
	N=3	$y = 193.9x - 46.9$	$y = 238.7x - 41.3$	$y = 221.7x - 71.1$
土のう4個の中央	N=1	$y = 153.4x - 21.7$	$y = 119.4x - 75.9$	
	N=2	$y = 180.2x - 20.2$	$y = 192.2x - 33.2$	
	N=3	$y = 218.6x - 62.4$	$y = 269.1x - 16.6$	