

土のうの繰返し平板載荷試験 その3：反力装置と実験機構の改良

大林道路株式会社 正会員 ○丸尾 繁 京都大学大学院

大林道路株式会社 正会員 井土彪力 京都大学大学院

大林道路株式会社 正会員 光谷修平 京都大学アフリカ地域研究資料センター フェロー会員 木村 亮

学生会員 西村奈都

正会員 木戸隆之祐

1. はじめに

粒状材を土のう化すると袋の拘束力により耐荷力が向上し、道路の路盤に用いると振動低減効果も期待できることが報告されている¹⁾。現地の土砂を土のう化して路盤に適用（以下、土のう路盤）できれば、災害時に緊急通路を大型重機なしで構築する必要がある場合、同様に碎石などの搬入が難しい場合、やむを得ず農地を一時的に使用して速やかに原型復旧が求められる場合などへの対応に活用できる可能性がある。

そこで筆者らは、強度特性の異なる路床における土のう路盤による荷重分散特性を把握するための繰返し平板載荷試験を実施した。本稿では、路床の強度特性を変えて実験ができ、複数段積み重ねた土のうの荷重分散を確認できるよう工夫した平板載荷実験装置の機構について報告する。

2. 実験背景

筆者らがこれまで土のう路盤の平板載荷試験に使用した反力装置について述べる。

2.1 土のう単体による実験

土のうに詰める粒状材（中詰め材）の違いによる土のう単体の力学特性を把握するための実験では、H型鋼材を口の字型に連結した固定式の設備を反力装置として使用した（図1）。H型鋼材の敷桁を底面とし土のうを積み重ね繰返し平板載荷試験を実施し、載荷圧力と軸ひずみの関係から中詰め材の違いによる土のう袋の破損形態を確認した²⁾。

2.2 土のう複合体による実験

中詰め材を一定として、土のうを前後左右に敷設し積み上げた土のう複合体の実験では、バックホウの後部底面を反力とした実験設備を構築した（図2）。土のうは荷重の作用点に対して平面方向に広がると仮定し、原地盤上に縦横1.8mの鋼製型枠（以下、外枠）で周囲を拘束する構造とした。



図1 固定式反力



図2 移動式反力

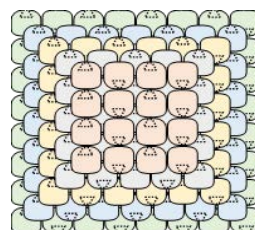


図3 平面(5段, 千鳥配置)

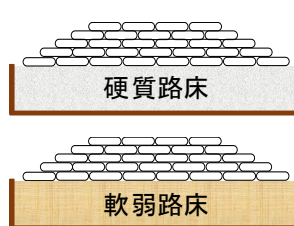


図4 断面(路床, 土のう)

実験は3段積みを基本とし、土のうの積み方を変化させて複合体での繰返し平板載荷試験を実施した。

反力を移動させ土のう1個の中央、2個の境目、4個の境目に載荷位置の違いによる沈下特性を確認した³⁾。この方法では、1) バックホウの後部底面を載荷位置に合わせ移動させる必要があるため試験ごとにオペレーターが必要である、2) 載荷位置によってはバックホウの後部が届かない、3) 載荷荷重によっては反力が浮き上がり人力でのジャッキアップの操作が容易ではない、といった課題があった。

3. 新たな実験条件

本研究では、土のうの縦横方向の変位を拘束する外枠を設けず、路床土条件の良否が載荷特性に影響を及ぼすと考え、路床土を変化させ実験を行った。土のうを積み重ねた平面図と断面図を図3、図4にそれぞれ示す。この際、土のうの積み重ね範囲が大きくなることからバックホウの移動では載荷位置に届かない箇所がある。このような場合の平板載荷試験では、一般的には梁を組み、その上に必要な荷重を載せた状態で実施するが、荷重下での作業は窮屈で安全面からも避けたと思った。

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

4. 反力装置とその機構

図5、図6に反力装置の全景と詳細をそれぞれ示す。

反力装置は4本の支柱の2方向上部をH型鋼材のフレームで繋ぎ、このフレーム上部に平板載荷試験の反力となる載荷ばりを架けた。載荷ばりの両端下部にはフレームを挟み込むよう片方に4個ずつ車輪を取付け両端のフレームと平行移動できるようにし、無負荷の状態であれば人力で動かすことができる。また、フレーム端部には車輪止めとなる蓋をし、車輪の付いた載荷ばりの逸脱・落下の防止措置を設けた。これにより載荷試験時には重機やオペレータを必要とせず、大きな荷重の真下で作業をすることもなく、任意の箇所へ反力が移動でき、平面的に何れの箇所においても試験が実施できる実験機構とした。

本実験では、平板載荷試験の最大載荷応力を普通道路の設計輪荷重 49 kN の2倍の 98 kN とし、載荷ばりのH型鋼材のフランジの両側面に鋼板を貼り補強して必要な断面二次モーメントを確保した。路床は実験装置の中央に厚さ 25 mm の鉄板を敷き路床の底面とし、側面については鋼板で囲い路床体とした。路床体の大きさは土のうの敷設範囲を満たすよう縦横 3.5 m とし、高さは平板載荷試験による支持力特性が載荷板直径の 1.5~2.0 倍程度であることから路床の厚さは載荷板直径 30 cm であるため 2.0 倍の 60 cm とした。

5. 路床体の作製

路床体は、強固なもの（以下、硬質路床）と軟弱なもの（以下、軟弱路床）の2種類とした。硬質路床土は、CBR 値 20%以上の再生砕石（RC-40）を使用し、締固めについてはプレートコンパクタにて 10 cm ごとに転圧した。軟弱路床土は CBR が 3 未満を想定したが均一な材料を入手することが困難であったことから、既製品販売している粉末状の笠岡粘土に加水調整し軟弱土を作製する事とした。

軟弱土の作製に際し、室内 CBR を実施し混練り時の含水比を検討した結果、含水比 25%で CBR 値 1.5%、含水比 40%で CBR 値 0.7%であった。軟弱土の構築には、実機による移動式プラント（図7）にてフレコンバック入りの粉末状粘土に加水し粘性土を混練りした。目標であった含水比 40%の混練りでは、攪拌ムラができ塊りも若干混在したため、投入した際に空隙が発生してしまうと判断した。密実な軟弱路床を構築するに



図5 反力装置(全景)



図6 反力装置(詳細)



図7 移動式プラント



図8 生石灰混合

は水量を増加し、混練り後の混練土の状態を観察しながら作製した。構築可能であった含水比は 60%と水分過多であったことから、路床層全厚 60 cm の下部 40 cm を混練土で上面にブルーシートを覆い、上部 20 cm を砂で敷き詰め軟弱土の構築とした。しかしながら、実験においては極端な軟弱土であり、実験が難しい状況となった。そこで、生石灰を 20 kg/m³ 混合攪拌（図8）し、最終的には現場 CBR が 3%程度の軟弱路床を構築できた。なお、硬質および軟弱路床の構築後、沈下挙動を確認するため、反力装置のフレームを利用し複数箇所において路床面までの鉛直高さを実験期間中沈下の有無を計測した。

6. 結論

新たに構築した実験設備はバックホウの場合と比較して実験効率が改善され、部材の変形は無く簡便かつ安全に実験を行う事ができた。一方、路床土を変化させる場合に、特に軟弱路床の構築や長期間の含水状態を維持する方法に課題が残った。

参考文献

- 1) 松岡 元：土のう（Soilbag）による地盤環境振動対策工法，地盤環境振動低減対策工法講習会，地盤工学会，pp.45-59, 2010.
- 2) 赤木 悟，木戸隆之祐，木村 亮，光谷修平，丸尾 繁：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，令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会，No.V-82, 2022.
- 3) 丸尾 繁，光谷修平，赤木 悟，木戸隆之祐，木村 亮：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，令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会，No.V-83, 2022.