

## 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

京都大学大学院	学生員	○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	木村 亮
大林道路株式会社	正会員	光谷修平
大林道路株式会社	正会員	丸尾 繁

## 1. はじめに

土のうは、粒状材料をパッキングすることで、外力が作用した際に中詰め材を拘束・強化する効果があり、土のうを路盤材として用いた土のう路盤は優れた耐荷力向上効果、振動低減効果があることが確認されている<sup>1),2)</sup>。土のうの中詰め材は碎石を使用する 경우가多いが、資源の有効活用や環境負荷軽減の観点から、粘性土などの締固め特性が低い現地発生土の再利用も視野に入れた土のう路盤の設計が望まれる。

そこで本研究では、粘性分の多い土を含む数種類の中詰め材を用いた土のうを作製し、繰返し平板載荷試験を行った。本稿では、土のうを1段、3段に積み重ねた土のう単体の載荷圧力変化と土のう袋の破断状況について報告する。

## 2. 実験概要

真砂土、混合土 10:6、混合土 10:10、7号碎石の4種類の中詰め材として使用した。混合土は、真砂土と笠岡粘土を、重量比を変えて混合したものである。

表1に中詰め材の投入量と含水比の目安を示す。図1に各中詰め材の粒径加積曲線、図2に真砂土と混合土 10:6、混合土 10:10の締固め曲線を示す。袋の下部から45 cmの位置を土のう袋の結び目として、転圧後の土のう寸法が同程度になるように中詰め材の投入量を決定した。載荷試験前に、写真3に示すように縦横40 cm、高さ8 cmの木枠内に土のうを設置し、土のうの高さが木枠と等しくなるまで、プレートコンパクターを用いて各段で転圧した。その後、木枠を外して繰返し平板載荷試験を実施した。

写真4に繰返し平板載荷試験装置の外観を示す。最大揚力200 kNの油圧ジャッキを手動で操作して平板載荷試験を実施した。載荷板は土のう（縦横40

cm×40 cm）全体を覆うことができる直径45 cmの載荷板を使用した。載荷板の上面に変位計を4つ設置し、それらの平均値を鉛直変位量とした。

載荷試験は、土のうと載荷版の接地面積を1600 cm<sup>2</sup>（40 cm×40 cm）と仮定して、100 kPaの予備載荷を与えた後、各載荷圧力を3回ずつ100 kPa毎に段階的に増加させて1000 kPaまで載荷した。予備載荷は30秒間与え、除荷後30秒経過したときの土のうを初期状態とした。繰返し載荷は、載荷圧力を30秒間与え、30秒後の変位計を読み取り、直ちに除荷し30秒後の変位計を読み取る作業を繰返し行った。各中詰め材について、3ケースずつ試験を実施した。

## 3 実験結果

図3に土のう1段の載荷圧力と除荷後の塑性ひず

表1 中詰め材毎の投入量と含水比

中詰め材	投入量	含水比
真砂土	20.0 kg	10%
混合土 10:6 (真砂土:笠岡粘土=10:6)	15.0 kg	14%
混合土 10:10 (真砂土:笠岡粘土=10:10)	16.0 kg	18%
7号碎石	16.5 kg	2%

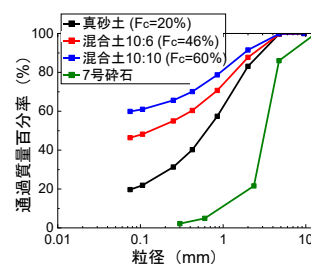


図1 粒径加積曲線

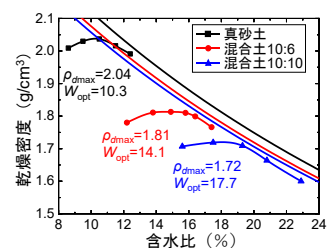


図2 締固め曲線



写真1 土のうの転圧方法



写真2 繰返し平板載荷試験の外観

キーワード 土のう、路盤、中詰め材、平板載荷試験

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂Cクラスター4棟587号室 TEL 075-383-3193

みの関係を示す。混合土 10:6、混合土 10:10 はそれぞれ、載荷板が土のう内部に沈みこみ始めた段階、または土のう袋の縫い目が破断した段階で土のうが破壊したとみなし、載荷試験を終了した。図 3 より、真砂土と 7 号砕石では載荷圧力-軸ひずみ関係に大きな差はないが、混合土 10:6、混合土 10:10 は載荷圧力が 200 kPa に達した段階で軸ひずみが急増している。つまり、中詰め材に粘性土が多く含まれる場合、土のうは大きく沈下して強度を発揮しないと見える。土のう 1 段の試験では、土のう袋が破断しなかった。

図 4 に土のう 3 段の載荷圧力-塑性ひずみ関係を、写真 3 に 3 段積み土のうの載荷試験後の 1 段目上面の様子を示す。ある載荷圧力に対する軸ひずみは、7 号砕石に比べて真砂土の方が大きくなっている。土のう 1 段と 3 段の結果(図 3 と図 4)を比較すると、いずれの中詰め材においても、1 段に比べて 3 段の軸ひずみは大きい。例えば、1000 kPa 載荷時の真砂土の塑性ひずみは、1 段のとき約 8%、3 段のとき 30% となっており、塑性ひずみが 3.8 倍に増加している。土のう 3 段の場合、写真 3 に示すように、真砂土および混合土の 2 種類では、土のう間の袋の中央が破断していたが、土のうと載荷板の接着面では袋の損傷は見られなかった。つまり、土のう間では上下の土のうが水平方向に伸びるように変形するため、土のう袋の変形量が大きくなり袋の繊維が破断するが、土のうと載荷板の間では、土のう袋が載荷板から水平方向の変形を抑制する摩擦を受けながら変形するため、繊維の破断は生じないと考えられる。土のう載荷板間に比べて土のう間の変形が大きくなるため、土のう 1 段より土のう 3 段の軸ひずみが大きくなる。

土のう 3 段の場合、砕石では 1000 kPa 載荷後も土のう袋は破断しないが、載荷試験後の土のうを持ちあげると袋の繊維が次々と破断した。真砂土では、1000 kPa 載荷後に土のう袋中央が破断し、混合土 10:10 では 200 kPa 載荷後の土のう袋が中央から大きく裂けるように破断した。このように破断の仕方が中詰め材によって異なる理由は、粘性分が多くなるほど粒子間摩擦が小さくなり、鉛直応力が水平方向に伝播しやすく、同じ載荷圧力に対する土のう袋の張力も大きくなるためと考えられる。また、写真 3(c) に示すように、混合土 10:10 は軸ひずみが 20%に達した段階で、土のうが中央から裂けるように破壊し

ているが、真砂土は軸ひずみが 30%程度に達した段階でも、土のう袋の損傷度合いは小さい。したがって、中詰め材の細粒分が増えると、小さな軸ひずみでも破壊するようになる。この理由は、細粒分が増えるにつれて土のうのポアソン比が大きくなり、小さな軸ひずみでも破壊するためと考えられる。

#### 4. 結論

1 段、3 段ともに中詰め材が粘土の場合は小さな軸ひずみで土のう袋の繊維や縫い目が破断するため、発揮される耐荷力も小さい。3 段積み土のうの結果では、土のうと土のうの接着面における袋の繊維が中央から破断の様子が確認された。中詰め材の細粒分が増えるにつれて、粒子間摩擦が小さくなるため、同じ載荷圧力に対して土のう袋に作用する張力は大きくなると考えられる。そのため、中詰め材の細粒分が増えるにつれて、小さな載荷圧力かつ小さな軸ひずみで土のう袋が破断すると考えられる。

#### 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) 松岡 元：地盤工学の新しいアプローチ-構成式・試験法・補強法，第 4 刷，pp.273-295, 2012.

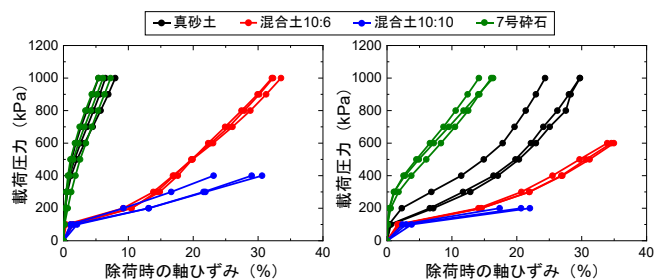


図3 試験結果 (土のう1段)

図4 試験結果 (土のう3段)

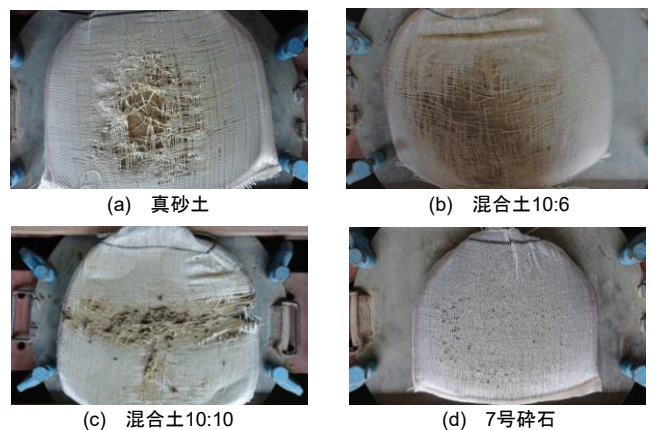


写真3 3段積み土のうの載荷試験後の1段目上面の様子