

現地発生土を中詰め材とする土のうを用いた道路断面の理論的設計に向けて その①

大林道路株式会社	正会員	○林 浩範
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

土のうは、使用する袋（以下、土のう袋）の体積や重量が小さく運搬が容易で、現地にある土砂を詰めることで水や土砂の移動を抑制する塊となる。そのため、昔から土木分野で広く使われており、現在でも例えば土砂災害発生現場における仮設擁壁や、水害時の仮設堤防といった災害時の応急処置等に重宝されている。舗装の分野では、例えば碎石等の資材や工事用の重機類の調達が難しい発展途上国において、現地の土砂を土のう袋に詰めて人力で舗装体を構築している¹⁾他、我が国では振動対策として使われている²⁾。

我が国においては近年、地球規模の気象変動の影響もあり、集中豪雨による水害が頻発している。また、東日本大震災以降、新たな大震災の発生も懸念されている。天災が生じた際、特に山間部や沿岸部の村落がライフラインを切断され易く、その速やかな回復方法の確立が求められている。そこで筆者らは、現地で発生する土砂をその性状に関わらず最大限活用して、道路を緊急復旧できる方法を念頭に、現地土を詰めた土のうで大型車が通行可能な仮設道路を構築する為の設計方法に関する研究に取り組んでいる。

土のうで舗装体の構築を試みた事例を写真 1 に示す。



写真 1 土のうで舗装体の構築を試みた事例

2. 目的

現在、我が国の道路の舗装の殆どは、TA・CBR 法で設計されている。舗装体を構成する資材には、それぞ

れの力学特性を舗装の厚さに反映させるための等値換算係数が与えられており、別途それぞれに必要な品質の目安が与えられている。TA・CBR 法のルーツは 1950 年代に行われた AASHO 道路試験であり、我が国の道路舗装の経験を踏まえて確立されたものである。よって、従来、道路舗装での使用が希少である土のうに対応する等値換算係数等は示されておらず、土のうを道路舗装には適用できない。

一方、近年における OA の発達により、舗装の構成による力学性状を多層弾性理論で解析するシステム（以下、理論設計法）が実用化され、舗装用のプログラムが活用可能な状態となっている³⁾。実用化されている理論設計法において舗装構成部材の力学特性のインプットデータは、弾性係数とポアソン比であり、繰り返し三軸圧縮試験等により求められる。しかし土のうを理論設計法に当てはめる場合の弾性係数やポアソン比を求めるための方法は確立されていない。

そこで、土のうを用いた舗装の理論設計方法の確立を研究目的とする。現在、図 1 に示す流れで研究を進めており、本稿では①と②について報告する。

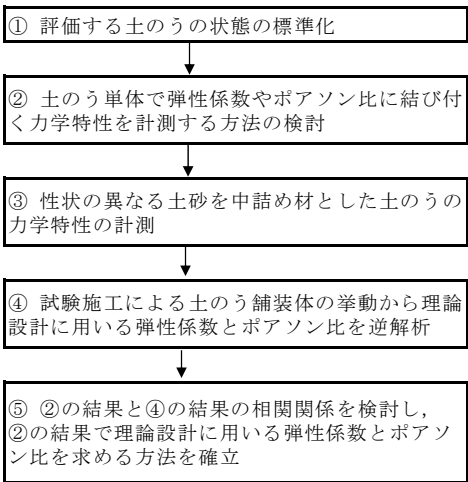


図 1 研究の流れ

3. 土のうの状態の標準化

(1)土のう袋

現在の土のう袋は、化学繊維を用いた織袋で 48 cm ×62 cm のものが主流である (表 1)．市販品の仕様は引張強度と伸度が示されている．本研究では、全国どこでも使いたい時に、比較的安価に手に入ることを念頭に、表 1 の①の袋で検討を進めることとした．

(2)土のうの詰め方

土のう積み作業は、人力に依ることを考慮すると、詰める土砂の量は、20~30 kg が扱い易い．土のうの口は巾着のようにひもが通してあり、土砂を詰めたら締め上げて、口の周囲を縛り上げるので、詰める際は、結び目が伸びない長さの余分を残す必要がある．

また、土のうは荷重を受けて詰められた土砂が土のう袋が拘束する引張り応力と釣り合うまで圧縮変形して塊化する．この際、土のう袋に均等に応力が作用するように、中詰め材と結び目の間に‘遊び’となる隙間が必要である．そこで、袋下端から 45 cm の位置を結び目とし、投入後の土のうの結び目直下には、指 2 本で掴める程度の隙間を確保した (写真 2)．

(3)土のうの締固め

土のうは積み上げながら、タコ、タンパ等による人力、プレートコンパクタ等による機械で締め固めて安定させる．本研究では、これら動的な締固め方法の内、設計に用いる標準的な力学特性を求める意味から、締固めエネルギーを統一させるために、プレートコンパクタを使用することとした．表 2 にプレートコンパクタの諸元を示す．

締固めは、土のう単体を写真 3 に示すような縦横 40 cm、高さ 8 cm の木枠の中に設置して、プレートコンパクタが枠内から出ない状態として行うこととした．転圧時間による土のうの高さの変化を図 2 に示す．土質や含水比の異なる 3 種類の中詰め材で試した結果、高さの変化は約 30 秒転圧した時点で収まる結果となったことから、転圧時間は 30 秒を標準とした．

4. 土のう単体の力学特性を評価する試験方法

土のう単体の力学特性を弾性係数やポアソン比によって評価する方法として、設置面積が土のうの表面積に見合った大きさとなる平板載荷圧縮試験を検討した．荷重制御式で繰り返し荷重を与えつつ、土のうの鉛直変位や水平変位を計測することで、ポアソン比や弾性

表 1 市販されている土のうの例

品名	材質	形状 (cm)	引張り強度 (N)	伸度 (%)
①	ポリエチレン	48 × 62	タテ 500 ヨコ 450	タテ 30 ヨコ 24
②	ポリオレフィン	48 × 62	タテ 630 ヨコ 690	タテ 25 ヨコ 17
③	ポリエチレン	48 × 62	タテ 1750 ヨコ 1550	タテ 16 ヨコ 13

表 2 プレートコンパクタ諸元

	質量 (Kg)	起振力 (KN)	振動数 Hz	転圧盤長 A(m)	転圧盤幅 B(m)
プレートコンパクタ	66	10.1	93	0.51	0.35

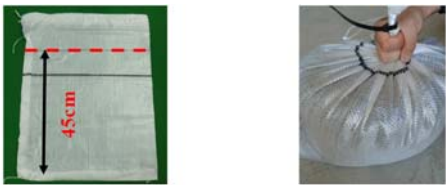


写真 2 土のうの標準的な詰め方



写真 3 転圧方法

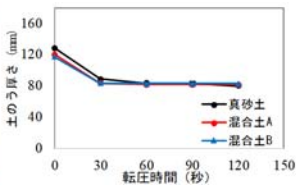


図 2 転圧時間-高さ



写真 4 平板載荷試験状況



写真 5 反力設備

係数を求めることができる．本研究では、写真 5 に示す反力設備を用いて、土のう評価用の平板載荷試験機ならびに試験機構を考案した．

5. おわりに

土のうを用いた舗装の理論設計方法の確立に向けた研究計画を示した．中詰め材の違い等による土のうの力学特性の評価と試験施工を進める中で、設計方法の更なるブラッシュアップをしていく所存である．

参考文献

1) 福林良典, 木村 亮: 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 元, 松村大輔, 木田勝久, 北村一男, 安藤裕之: 「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) 社団法人 日本道路協会: 舗装設計便覧, pp.109-144, 2006