

Ⅲ－A6

廃棄物混合土のモデル化に対する考え方
－廃棄物混合土の構成モデルの概念－

中央開発（株） 正会員 竹内 裕二

1. はじめに

廃棄物問題が、極めて深刻とされる理由として最終処分場の不足が挙げられる。最終処分場の残余容量は、全国平均で7～8年と推測されており、その処理能力が限界を超えるのも時間の問題である¹⁾。このような状況を回避する一手段として廃棄物のリサイクルが考えられ、その用途の1つに土木材料例えば、廃棄物混合土としての利用も挙げられる。そのためには種別ごとの廃棄物の特性・特質を把握する事が重要となる。しかし、このような研究は少なく、不明な点も多い。その理由の一つとして、土粒子とは性質を異にする材料との混合土構成の考え方が確立していないことが挙げられる。そこで、筆者は、廃棄物混合土の基本的な性質を把握する上での一考え方として、廃棄物を考慮した土構成の概念を提案する。以下に、「混合土構成モデルの概念」について報告する。

2. 廃棄物混合土に対する考え方

筆者は、廃棄物混合土の特性・特質を把握する為の実験的研究²⁾を行ってきたが、廃棄物の要素を加味した結果を表現するに至っていない。従来の廃棄物混合土に関する研究においては、廃棄物混合土全体の特性把握に重点が置かれていた。そのため廃棄物混合土中の廃棄物が、土にどのような影響を与え、我々が一般に使用している土の挙動とどのように異なるのかを知ろうとしたとき、それらの解析結果の精度にいささかの疑問が生ずる。つまり、廃棄物混合土であるにも関わらず、土質の分野で一般に用いられている理論を使用しているため、材料である廃棄物そのものの要素が、解析結果に反映されていないのである。このようなことを考えるとき、従来のような応力を中心とした研究では、これらを解決することは難しい。そこで、材料の構成を加味した研究が必要であると考えるのが筆者の立場である。以下に、具体的な考え方を述べる。

a) 3相モデルの適用性

廃棄物混合土については、現在土質工学の分野で一般に用いられている3相モデルによる状態量の表現方法が必ずしも適切ではないように思われる。従来は、土の含水比を考える場合、水と土粒子の質量比でよかった。しかし、廃棄物混合土は、水と土粒子だけで構成されているわけではなく、ビニール、プラスチック、紙、金属、ガラス、木、繊維などの混合体であり、個々に大きさや密度が異なるため、固体部分と水の質量比の関係で表す現行の表現方法で含水比を定義することには問題がある。

b) 廃棄物混合土に対する表現方法

廃棄物混合土に対しては、廃棄物混合土を構成する材料が異なっても、お互いに比較することができなければ意味がない。そこで、筆者は、現行の質量比に左右されないファクターとして「体積」を選んだ。即ち、固体部分を土と廃棄物に分けてそれぞれの含水比を体積と水の容積比で定義すれば、混合土を材料それぞれの要素に分けての検討が可能となるからである。

c) 廃棄物の特性と課題

廃棄物には、下記のような一般の土にはない特性を持っている。

- ・有機分を多く含むため腐敗、腐食などによって物性が経時的に変化する。
- ・化学的性質の異なる物質がある。

廃棄物の種類によっては、複雑な挙動を引き起すような要因（水の動き等）がある。本研究（現段階では）においては、これらを考慮しないものとする。そのため、取り扱う材料も上述した要因を引き起こすような材料や挙動はないものと仮定して検討を行う。この点については、今後の研究課題としたい。

キーワード：廃棄物、混合土、構成モデル、体積、含水比

連絡先：中央開発(株)九州事業部、福岡市 城南区 鳥飼 6-3-27, TEL:092-831-3111, FAX:092-821-5700

3. 混合土構成モデルの概念

混合土構成モデルの概念とは、図1に示すものである。現行の土構成3相モデルの概念と異なる点は、

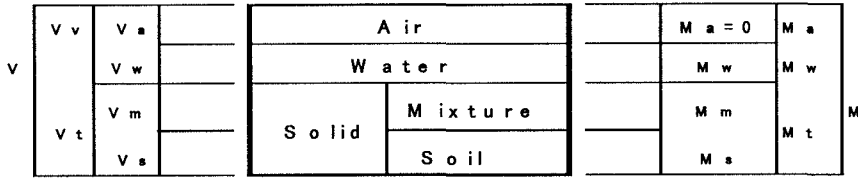


図1：混合土構造の概念図

固相部分をさらに2相に分けたところである。なお、図中の小文字「m」は、混合物を示している。

$$V = V_v + V_t \quad \dots(1)$$

$$M_o = \frac{M_w}{M_t} \times 100 \quad (\%) \quad \dots(3)$$

$$M = M_t + M_w \quad \dots(2)$$

$$K = \frac{V_m}{V_t} \quad \dots(4)$$

図1から構成される基本式は、次の(1)～(4)式である。※M_oは含水比、Kは混合物混合率を表す。

また、(2)式と(3)式の関係から、(5)～(7)式が導かれる。

$$M_t = \frac{M}{1 + M_o} \quad \dots(5)$$

$$M_w = M - M_t \quad \dots(6)$$

$$\rho_d = \frac{M_t}{V} \quad \dots(7)$$

上記の(1)～(7)式を基に、体積と質量の関係について考える。基本的には、従来のような物質それぞれの質量で式を表現するのではなく、それぞれの体積の割合で式を表現したい。しかし、体積を測定しながら供試体や土構造物を作製する事は出来ない。そこで、体積を質量で表現することを試みる。

(1) 体積との関係

(1)式と(4)式の関係から(8)～(10)式が導かれたものであり、これらの式は、体積と質量で表現したものである。※ ρ_s は土粒子密度、 ρ_m は混合物密度を表す。

$$V_s = \frac{M_t \times (1-K)}{(1-K) \times \rho_s + K \times \rho_m} \quad \dots(8)$$

$$V_t = \frac{M_t}{(1-K) \times \rho_s + K \times \rho_m} \quad \dots(10)$$

$$V_m = \frac{M_t \times K}{(1-K) \times \rho_s + K \times \rho_m} \quad \dots(9)$$

(2) 質量との関係

「体積との関係」で求めた式を基に質量を(11)～(14)式のように表現できる。また、間隙比(e)と飽和度(Sr)の式は、次の(13)式および(14)式のように表現される。

$$M_s = \frac{M_t \times \rho_s \times (1-K)}{(1-K) \times \rho_s + K \times \rho_m} \quad \dots(11)$$

$$e = \frac{V_v}{V_t} = \frac{V}{V_t} - 1 = \frac{V \times \rho_s \times \rho_m}{M_s \times \rho_m + M_m \times \rho_s} - 1 \quad \dots(13)$$

$$M_m = \frac{M_t \times \rho_m \times K}{(1-K) \times \rho_s + K \times \rho_m} \quad \dots(12)$$

$$S_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{M_w}{V - V_t} = \frac{M_w \times \rho_s \times \rho_m}{(V \times \rho_s \times \rho_m) - (M_s \times \rho_m + M_m \times \rho_s)} \times 100 \quad (\%) \quad \dots(14)$$

4. まとめ

ここで提案した「混合土構成モデルの概念」によって、従来困難とされてきた廃棄物混合土のモデル化が容易となったこと。異なった混合材料との比較が同次元で行えるといった利点が挙げられる。

終わりにこの論文を作成するにあたり東海大学の綿引 恵一教授、中央開発(株)の中村 裕昭部長には多大のご指導を頂いた。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献: 1)2.発生土および廃棄物の現状と問題点(山田 優・他),土と基礎 Vol.44 No.11, pp.59～63, 1996

2)モデル化した廃棄物混合土の締固めと一軸強度(綿引恵一・竹内裕二),第47回土木学会全国大会, 1992