

1. はじめに

2011 年に起きた東日本大震災では大量の災害廃棄物が発生した。宮城県と岩手県の両県合わせて、約 2000 万 t であり、これは平年の量と比較すると岩手県の 11 年分で宮城県では 19 年分と言われている。また津波堆積物も約 1000 万 t 発生し、その有効利用の際に分級土は木片を含み、締固め特性などの力学的性質に大きな影響を与えると考えられる¹⁾。名取市内の津波堆積物から得られた分級土を盛土材として利用した場合の施工性、盛土としての性能、環境安全性を実証するために、盛土現場試験が実施された。また製鋼スラグを加えることで盛土の性能向上が期待できるので、分級土に製鋼スラグを加えた混合材料についても盛土現場試験が行われた¹⁾。

本研究は、これらの盛土材の環境安全性や性質を調査することを目的としている。そのためにカラム実験装置を用いて平成 26 年 10 月から平成 28 年 1 月まで溶出液の調査等を行った。

2. 盛土現場試験について

盛土現場試験は宮城県山元町の中浜小学校跡地のグラウンドで平成 26 年 3 月から 9 月に実施された。名取市内の津波堆積物を分級した盛土(以後分級土と呼ぶ)と、この分級土に製鋼スラグを乾燥密度比 6:4 の割合で混合した盛土(以後スラグ混合土と呼ぶ)の 2 種類から、層を乱さないようにカラムに採取した。盛土の厚さはそれぞれ 90cm である。また土壌ごとの性質を分析するために、カラムとは別に 10cm 毎に土壌を採取した(以後 0 週土壌と呼ぶ)。

一般に宅地盛土材料として用いる場合、土懸濁液実験で pH は 6 以上 9 以下、電気伝導率試験で EC は 200mS/m 以下で用いることができる²⁾。しかし石灰・セメント系の固化材を用いて安定処理を行った改良土は pH が 11~12 程度になるが、コンクリートなどは安定処理した地盤でも問題はないため pH を規定しないとされている²⁾。

3. 実験概要

(1) カラム実験

本実験は盛土に雨水(蒸留水)が浸透した場合、どのような性質の溶液が流出するのかを調べることを目的としている。2 週間に 1 度、雨水の代わりに蒸留水を宮城県の降水量(1200mm)に相当する 360ml を流入させ、流出した溶液の流量、pH、EC を調べた。内径 10cm、全長 90cm のカラムに土壌を採取したが、カラム下端に隙間ができたので洗浄砂で隙間を埋めた。現場の盛土は 90cm であるが実際に採取できたのは分級土は 72cm、スラグ混合土は 75cm である。

(2) 水溶性成分実験 (塩化物含有量試験)

0 週土壌と、カラム実験を 60 週目まで行いカラム内から取り出した土壌(以後 60 週土壌と呼ぶ)を利用して実験を行った。溶出液を調整シモール法によって塩化物イオン濃度を求め塩化物の含有量を算出した。

(3) 土懸濁水実験

60 週土壌を用いて実験を行った。2014 年に行われた 0 週土壌を用いた実験データと比較するために、72cm と 75cm の盛土をそれぞれ比例計算で 90cm に換算した。試料は 5 つずつ、計 10 個採取した。試料の含水比をあらかじめ測定しておき、試料をビーカーに入れ土壌の乾燥質量の 5 倍量の蒸留水を加える。試料をガラス棒で懸濁させ、30 分静置後に pH と EC を測定した⁴⁾。

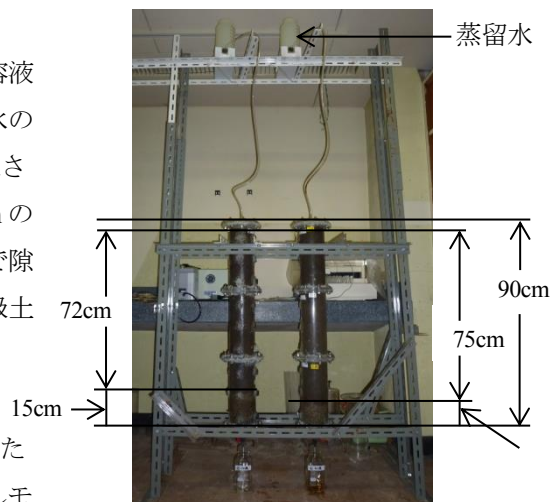


図 1.カラム実験装置

キーワード：東日本大震災、津波堆積物、製鋼スラグ、分級土、カラム実験

NO. 1-30 (中山研究室)

4. 実験結果の比較及び考察

(1) カラム実験

60週目のpHは分級土が7.89でスラグ混合土は8.98となった(図2上)。両方ともアルカリ性を示した。津波堆積物には海水が含まれており、海水のpHは一般的に8.1と言われているので分級土はこれに近い値となった。スラグ混合土は上昇傾向が見られ、これはスラグ混合土に含まれる製鋼スラグが高アルカリ性物質のためである。

ECは分級土とスラグ混合土共に、減少傾向が見られ60週目には分級土が189.1ms/m、スラグ混合土が66.1ms/mとなった(図2下)。これは水を流すことで塩化物イオンなどが流出したことが原因と考えられる。また60週目の時点では分級土とスラグ混合土、共に盛土としての要求品質を満たした(pH6以上9以下、EC=200ms/m以下²⁾)。

(2) 水溶性成分実験(塩化物含有量試験)

0週土壌を用いた実験では、分級土は60~70cmまでは上昇し、それより深くなると減少した(平均1.15mg/g)。またスラグ混合土は一定の値を示し(0.31mg/g)、盛土としての要求品質を満たした(1mg/g以下²⁾)。

60週土壌を用いた実験では、分級土は0.004mg/gでスラグ混合土は0.040mg/gとなり、どちらも要求品質を満たした。水を流し続けたことによってイオンが流出したため、分級土とスラグ混合土共に、小さな値を示したと考えられる。

(3) 土懸濁水実験

60週土壌について分級土のpHは平均7.76となりスラグ混合土のpHは平均10.45となった(図4上)。また電気伝導率は分級土が平均141.82ms/m、スラグ混合土は平均19.8ms/mとなった。どちらも下層になるほど高い値を示した(図4下)。これは上から蒸留水を流入することによって、イオンが上から下へ流れていくことが原因と考えられる。

0週土壌を用いた実験では、分級土のpHが平均7.9で、スラグ混合土のpHは平均10.7であった。また電気伝導率は分級土が平均141.82ms/mでスラグ混合土は平均61.44ms/mであった。60週土壌と、0週土壌のpHに大きな違いはなかった。電気伝導率は水を流し続けたことにより、イオンが流出していた60週土壌が分級土とスラグ混合土共に、小さな値を示したと考えられる。カラム実験、塩化物含有量実験の結果も踏まえ、塩化物イオンと電気伝導率は密接な関係にあることが分かった。

<参考文献>

- 1)公益社団法人地盤工学会東北支部 東日本大震災における廃棄物資源循環のための研究委員会：東日本大震災により発生した津波堆積土等の現地発生土に鉄鋼スラグを混合した改良土について、その物流特性、力学特性、環境性能、土構造物としての性能を評価し復興資材に利活用する際の課題を抽出する研究業務報告書：2014年3月
- 2)国土交通省 都市局 都市安全課：迅速な復旧・復興に資する再生資材の宅地造成盛土への活用に向けた基本的考え方：<http://www.mlit.go.jp/common/000208618.pdf>：平成24年3月
- 3)公益社団法人 地盤工学会：災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン：一般社団法人 泥土リサイクル協会：2014年10月初版 第1刷発行
- 4)社団法人 地盤工学会：土質試験—基本と手引き—(第二回改訂版)：丸善株式会社出版事業部：平成22年3月

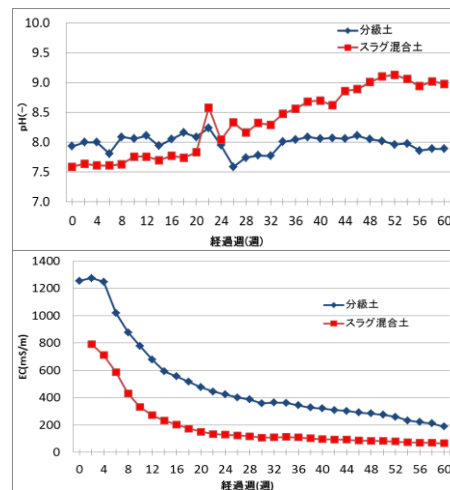


図2.カラム溶出水のpH(上)、EC(下)

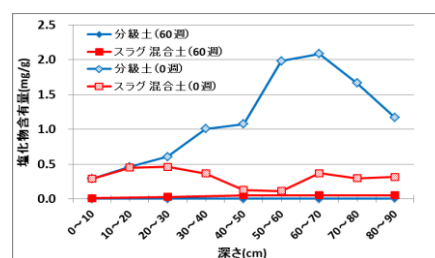


図3.塩化物含有量実験

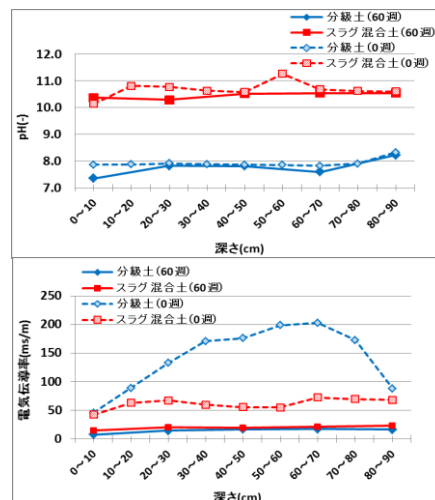


図4.土懸濁水実験のpH(上)とEC(下)