

製鋼スラグと高炉水砕スラグ混合材料を用いたため池堤体の
耐震性に関する遠心载荷模型実験

Centrifugal Model Tests on Dynamic Behavior of Small Earth Dam
Using Mixed Materials of Steelmaking and Granulated Blast Furnace Slag

○泉 明良*・赤司有三**・山越陽介**

Akira IZUMI, Yuzo AKASHI and Yosuke YAMAGOSHI

1. はじめに

鉄生産の副産物である製鋼スラグや高炉水砕スラグは潜在水硬性により材齢に伴い強度が増加し、透水係数が減少する。製鋼スラグと高炉水砕スラグの混合材料（以下、混合スラグ材という）は簡易舗装材等として既に普及しており、盛土構造物に対しても施工性が高いことがあきらかとなっている¹⁾。ため池の耐震対策工事では刃金土を用いた前刃金工法が一般的だが、良質な刃金土が近年不足している。本研究では、前刃金土の代替材料として混合スラグ材を用いた場合のため池堤体の耐震性を解明するために、遠心力载荷実験を実施した。

2. 実験概要

本実験は40Gの遠心場で実施した。Fig. 1に実験概要図を示す。Fig. 1 (a)は無対策のため池堤体で、Fig. 1 (b)は前刃金土工法のため池堤体である。土槽はアルミ製で幅1.35m×高さ0.45m×奥行0.4mである。

地盤材料ならびに堤体材料として浅間砂を使用し、刃金土として笠間土ならびに混合スラグ材を使用した。浅間砂の土粒子密度は 2.70g/cm^3 、最大乾燥密度は 1.68g/cm^3 、最適含水比は17.2%である。笠間土の土粒子密度は、 2.59g/cm^3 、最大乾燥密度は 1.52g/cm^3 、最適含水比は23.4%である。混合スラグ材は日本製鉄(株)君津製鉄所で生産された製鋼スラグおよび高炉水砕スラグを質量比8:2で混合させた。なお、模型作製のために、最大粒径9.5mmとなるように粒度を調整した。最大乾燥密度は、 2.18g/cm^3 、最適含水比は12.4%である。混合スラグ材の2週気中養生の圧縮強度は 294.9kN/m^2 であった。

地盤は締固め度95%で作製し、堤体は締固め度85%で作製した。笠間土ならびに混合スラグ材は締固め度90%で作製した。模型作製後、負圧100kPaの真空状態で土槽底部から注水し地表面まで飽和させた。注水は水の粘性の40倍のメトローズ水溶液を用いた。入力波形はFig. 2に示す通り愛知県西尾市の南海トラフ波形の東西成分を用い

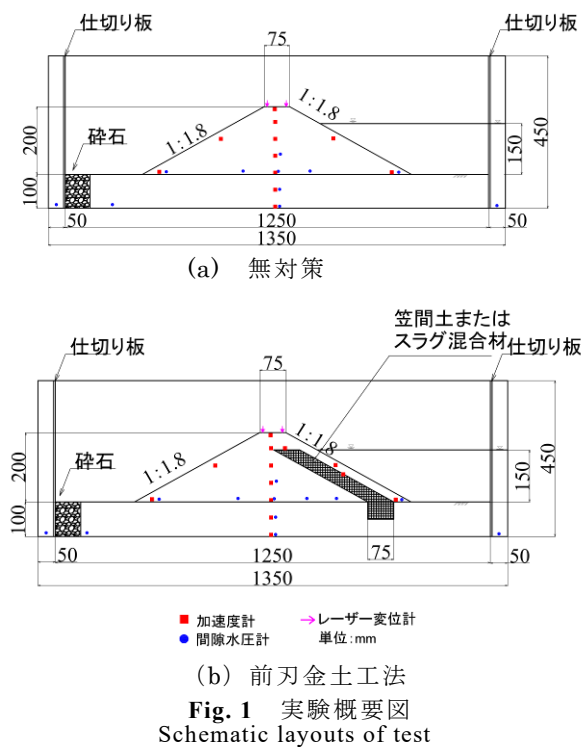


Fig. 1 実験概要図
Schematic layouts of test

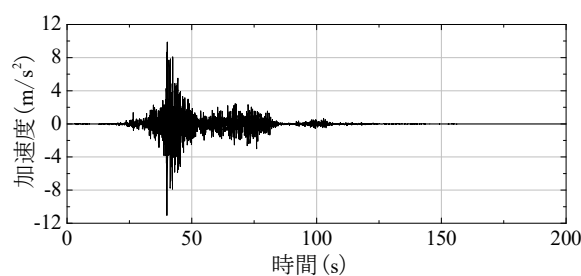


Fig. 2 入力波形
Input wave form

た。地表面まで飽和した後、40Gの遠心力を載荷させ、地表面から15cmの位置まで注水し定常状態を確認してから加振した。**Fig. 1**に示すように加速度および間隙水圧、天端部の鉛直沈下量を計測した。

3. 実験結果および考察

実験結果は1G場換算とする。**Fig. 3**に各ケースの天端上流の沈下量の時刻歴を示す。入力波形の振幅が増大する45秒を経過した時点からすべてのケースにおいて沈下量が増加する。加振終了後の無対策、前刃金土（笠間土）、前刃金土（混合スラグ材）の天端上流の沈下量はそれぞれ73.1、72.2、137.3mmであった。

Fig. 4に実験終了後の各模型の断面状況を示す。無対策のケースでは、上流法面においてすべり破壊が発生し、法面中腹ではらみ出しが発生している。一方、前刃金土（笠間土）のケースでは、上流法面表層で浅い崩壊が発生しているが、天端の沈下やすべり破壊は発生していない。前刃金土（混合スラグ材）においても、前刃金土（笠間土）と同様の結果が得られた。

Fig. 5に前刃金土（笠間土）および前刃金土（混合スラグ材）の堤体中央部と前刃金土部の加速度応答を示す。前刃金土（笠間土）では堤体中央部と前刃金土部で加速度応答の位相差が小さい。前刃金土（混合スラグ材）の場合においても同様の傾向が得られたことから、地震時において混合スラグ材はさや土と一体的に振動していることがわかる。

4. まとめ

混合スラグ材を刃金土の代替品として用いた場合のため池堤体の耐震性を解明するために遠心載荷実験を実施した。実験結果から、刃金土として混合スラグ材を用いた場合、無対策と比較して加振時の堤体の変形が抑制され、刃金土とさや土は一体的に挙動しており、有効な耐震対策工法であることが明らかとなった。

参考文献

1) 泉明良, 赤司有三, 山越陽介 (2019), 製鋼スラグと高炉水砕スラグ混合材料の盛立試験による施工性に関する検討, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, 422-423.

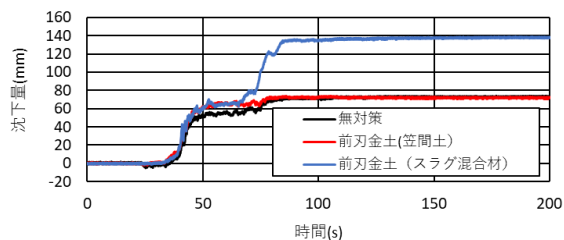
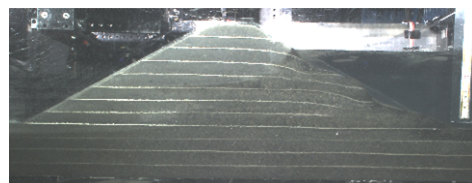


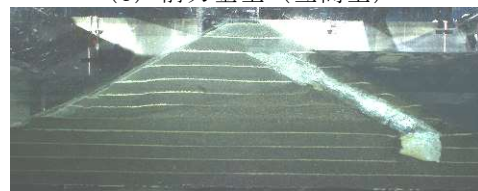
Fig. 3 沈下量の時刻歴
Time history of settlement



(a) 従来堤防

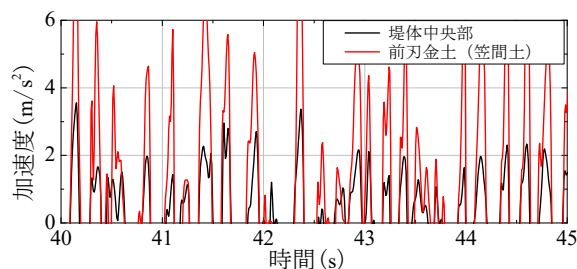


(b) 前刃金土(笠間土)

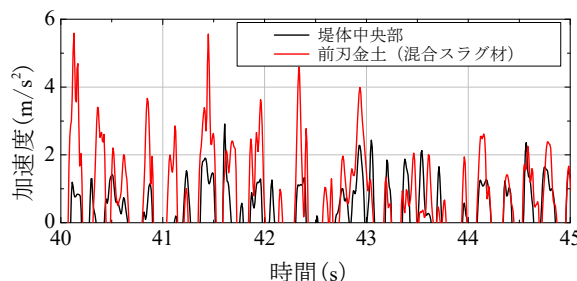


(c) 前刃金土(混合スラグ材)

Fig. 4 実験終了後の堤体模型
Small earth dam after shaking



(a) 前刃金土(笠間土)



(a) 前刃金土(笠間土)

Fig. 5 加速度応答
Acceleration response