

神戸大学大学院	学生会員	○大森	康平
神戸大学大学院	正会員	鋤田	泰子
北見工業大学	正会員	片岡	沙都紀
(一財)建設工学研究所	正会員	澁谷	啓
(一財)建設工学研究所	正会員	中西	典明

我が国では、兵庫県南部地震の発生を契機に大きな被害を受けた社会インフラ施設の耐震化への考え方が見直され、2段階設計といわれる性能設計が導入されるとともに社会基盤構造物の耐震化が図られてきた。しかし、現在使用されている盛土構造物は現行の制度や基準が制定される以前に施工されたものが多く、耐震性能が十分でない構造物も存在する。過去の地震での盛土の崩壊事例¹⁾が確認されている。このような背景のもと、先行研究²⁾では、図-1に示すような土のう構造体を盛土法先に設置して盛土全体の耐震性を上げる「土のう構造体を用いた道路盛土の復旧・耐震補強工法」が提案されており、一定の補強効果が確認されている。一方、現地発生土を中詰め材として利用する本工法は、現地発生土が細粒分の多い土であった場合、クリープや強度に影響を及ぼす可能性がある。そこで、土のう中詰め材に鉄鋼スラグを用いた。先行研究から、細粒分の多い低品質土に鉄鋼スラグを混合することにより、一定のクリープ特性の向上が確認している³⁾。本稿では、神戸空港島に施工した試験盛土において当該構造体を施工し、一定期間原位置計測を行うことで今後実施工を行う上での課題抽出を行った。

図-2 に施工した盛土（天端までの高さ：4.4m）および土のう構造体の平面図を示す．土のう構造体（写真-1）は、大型土のうをスラブ板でサンドイッチするような構造となっている．1 枚のスラブ板に土のうを 2 体設置しており、2 段構造としている．土のう中詰め材には、表-1 に示す 3 種類（設計残土とした（以下、母体土 A とする）．またスラグは、銑削土とスラグを双方体積割合で 25% 混合させたものを使用した（以下、混合土 B とする）．今回の試験では、母体土 A と混合土 B の 2 種類を用いた．今回の試料の目標含水比は最適含水比 $w_{opt}+2\%$ としている．

図-2 中の①～⑥の位置に荷重計および変位計を設置した．

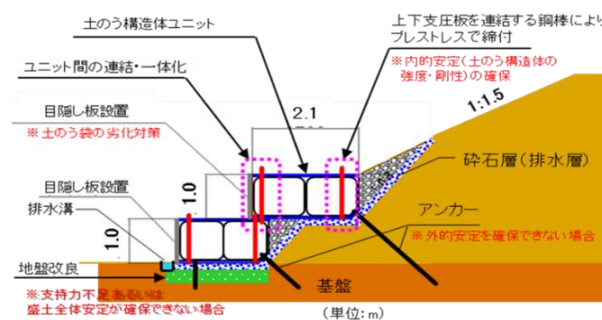


図-1 多段式土のう構造体による法先補強工法

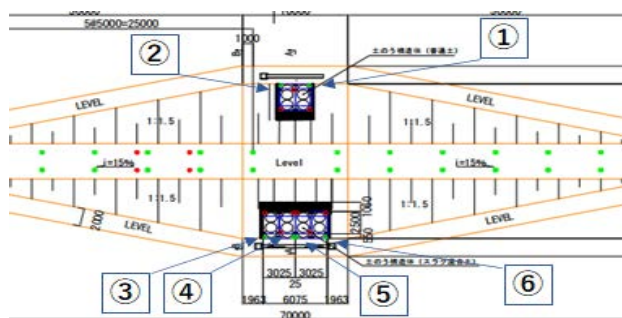


図-2 試験施工概要図および計測機器配置図



写真-1 土のう構造体の様子

Kohei OMORI, Yasuko KUWATA, Satsuki KATAOKA, Satoru SHIBUYA and Noriaki NAKANISHI

224t107t@stu.kobe-u.ac.jp

表-1 試験施工に使用した中詰め材の粒度分布, 最大乾燥密度, 最適含水比

試料 No.		A	A-C25	A-D25
試料名称		母体土 A 単体	スラグ C 混合土	スラグ D 混合土
粒度分布	礫分 %	24.1	50.9	48.7
	砂分 %	34.1	45.2	38.2
	細粒分 %	41.8	3.9	13.1
最大乾燥密度 g/cm^3		1.777	2.018	2.051
最適含水比 %		16.4	12.4	14.8

図-3 に変位量と荷重量の推移を示す。変位(図-3 上)は、母体土 A 単体においては 27mm の初期沈下および 1.1mm のクリープが生じた。対して、スラグ混合土においては C, D とともに初期沈下 0.1mm および 0.1mm のクリープが生じた。先行研究における室内クリープ試験の結果との整合性もとれており、スラグ混合土の方が中詰め材として適していると言える。荷重(図-3 下)に関しては、各構造体の傾向を考察する。母体土 A 単体においては、減少傾向にあり、その勾配も急なものとなっている。一方で、スラグ混合土 C, D とともに、母体土 A 単体と同じように荷重は減少しているものの、その傾きは母体土 A 単体と比較すると、緩やかである。以上のことから、先行研究の結果と比較しても、スラグ混合土の方が、土単体よりもクリープ特性および荷重の観点から、構造体の中詰め材に適しており、それを実証実験の中でその整合性が確認できた。

3. 浸出水の観測

鉄鋼スラグは、水を含ませることで水硬性により剛性の向上が期待できる一方で、水和反応によって高アルカリ性となり、土のう外部に影響をもたらすことが懸念される。そこで、浸出水の観測を行った。まず、盛土の天端を一定深さ掘削し、そこに散水車で水を湛水する。そして、一日経過後に各構造体の側溝に溜まった水を採取し、pH を計測した。なお、盛土天端に湛水した水の pH は 7.27 であった。計測結果を以下に記す。母体土 A 単体は 8.19、スラグ C 混合土は 6.74、スラグ D 混合土は 7.11 であった。いずれの構造体も pH は 6~8 程度であり、高アルカリ性の浸出水は観測されなかったということがわかる。このことから、土のう内部・構造体内部から水が浸出する恐れはなく、実施工における土壌の汚染等は現状、問題はないと考えられる。

4. まとめと今後の展望

本研究より得られた知見は以下の通りである。①荷重、変位の双方の観点から、母体土 A 単体よりもスラグ混合土 C および D のほうが中詰め材として適しており、構造体として有用であるといえる。②懸念事項であるアルカリ性の浸出水に関しては、pH 計測の結果から確認されず、実施工でも問題ないと考えられる。今後は、構造体の引張試験・圧縮試験および土のう袋単体の引張試験を行い、多角的に構造体の有用性について検討していく。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、ひょうごエコタウン推進会議「鉄鋼スラグの利用拡大研究会（陸域利用研究）減災工法研究 WG」の一環として実施したものである。関係各位のご尽力に深く感謝いたします。

参考文献 1) 片岡正次郎, 長尾和宏, 松本幸司: 新潟県中越地震時の道路盛土被害の分析, 土木学会論文集, Vol.71, NO.4, pp. 568-576, 2015. 2) 澁谷啓, 谷和夫, 丁経凡, 白儕民: 土のう構造体を用いた新たなのり先補強工による既設盛土の耐震化その 1. 基本概念, 第 51 回地盤工学研究発表会論文集, pp. 1129-1130, 2016. 3) 福田勘太, 大森康平, 片岡沙都紀, 澁谷啓: 鉄鋼スラグ混合土を中詰め材とした土のう構造体による盛土耐震補強工法の基礎的研究, 関西ジオシンポジウム 2022, pp. 56-61, 2022

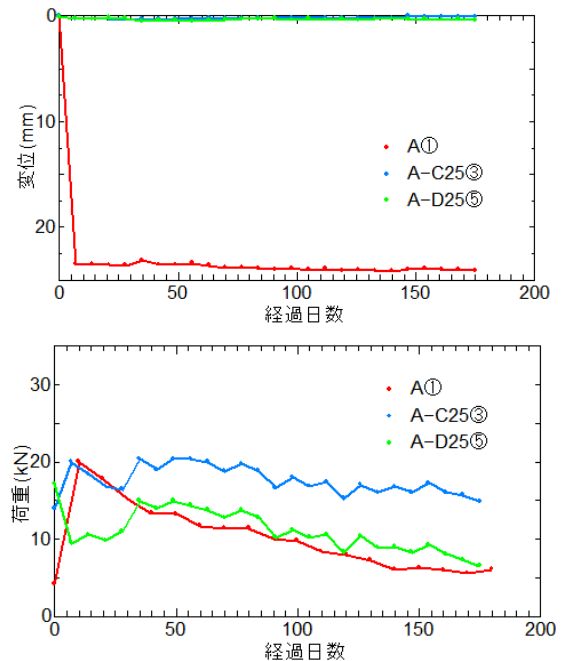


図-3 荷重, 変位の計測結果