大型土のうと棒状補強材を併用した盛土の復旧工法に関する模型振動試験

ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社　　正会員　○後藤幸司
（財）鉄道総合技術研究所　　正会員　　小島謙一

1.はじめに

近年、大規模な降雨や地震など多くの自然災害が発生し様々な被害が生じている．盛土においても多くの被害を受けており，社会生活に影響を与えている．盛土は比較的復旧しやすい構造物ではあるが、山間部などに代表されるような現場へのアクセスに関する条件や使用する材料の入手の困難さなど、時間的にも経済的にも復旧が効率的ではないことも少なくない。本研究では災害により被災した盛土の急速強化復旧工法として，従来から復旧に用いられている大型土のうと，比較的小型の機械でも施工可能な棒状補強材を併用した新しい強化復旧工法を提案し，模型振動実験から耐震性能について検討を行った．

2.実験概要

本研究では小型の模型(1/10 モデル)を用いた振動実験により，耐震性能の検討を行った．実験ケースの概要図を図 1 に示す。Case1 は大型土のうのみによる勾配 1:1 で積み上げた仮復旧状態を想定している．Case2 は Case1 に対して水平方向に棒状補強材による補強(鉛直･水平ともに 100mm ピッチ)を行っており，Case1 の状態から簡易に本復旧を行った状態を想定している．Case3 では Case2 の工法に対して更に施工性等の向上のため，法面勾配を 1：0.5 と急勾配化したケースとした．

模型盛土の高さは全てのケースで 600mm とした．盛土の製作には稲城砂（土粒子の比重 Gs＝2.723，50%粒径 D_{50}＝0.134mm，均等係数 Uc＝9.29，細粒分含有率 Fc=23.6%，締固め試験による最大乾燥密度 ρ_{dmax}=1.517g/cm^3）を用い，乾燥密度 ρ_d=1.108g/cm^3，含水比 w=13%程度となるよう高さ 50mm ごとに締固めを行った．盛土の密度は最大乾燥密度と比較すると小さめである。これは砂質土による盛土を想定し，模型の相似率から粘着力を過度に高くしないことを考慮したためである．支持地盤については同じ稲城砂を用いたが沈下が生じないように締固め密度比 Ｄｒ＝90%（ρ_d=1.365g/cm^3）とし，十分に締固めを行った．

大型土のうはポリエステル製シート（引張強度 34.3ｋN/m，伸度 13%）を円筒状（φ100×ｈ100）に加工して稲城砂を封入し，盛土地盤と同程度の密度となるよう作成した．

棒状補強材は小径補強材を想定し，リン青銅（長さ 600mm，径 5×2.5mm，表面は粗粒地盤材料を接着加工）により模擬した．頭部の支圧版（15×15mm）はリン青銅にネジ止めで固定できる治具とした．計測には盛土内に加速度計を設置し，盛土の変形は天端や土のうに変位計を設置した．

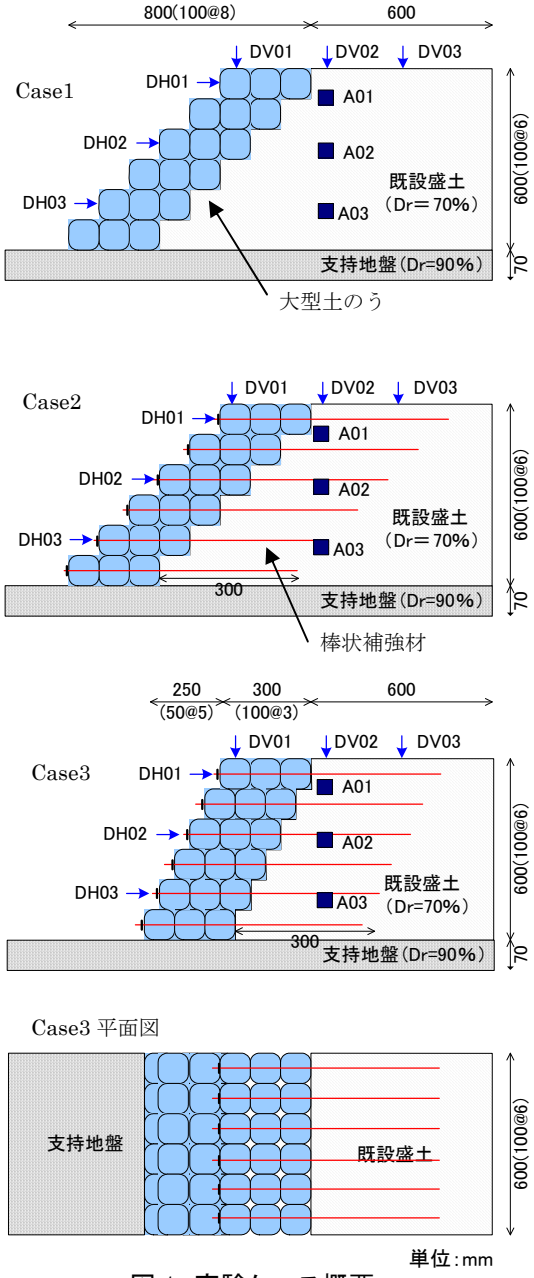

図 1　実験ケース概要

キーワード　復旧，大型土のう，振動実験
連絡先　　〒450-0002　名古屋市中村区名駅 5-33-10 アクアタウン納屋橋　ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社　TEL 052-746-7130

入力地震動は 1995 年兵庫県南部地震において神戸海洋気象台で観測された波形の NS 成分を，卓越周波数が 5Hz となるように時間軸を調整した波を用いた．入力加速度の 1 例として最大加速度を 400gal とした場合の波形を図 2 に示す． 最大加速度振幅を 100gal ずつ上昇させた段階加振を行い，盛土が破壊に到るまで加振を行った．

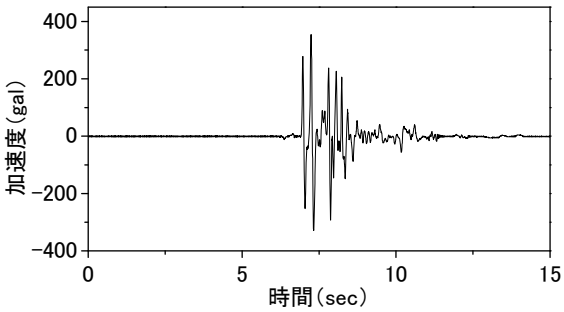

図 2 入力加速度の一例

3.実験結果および考察

図 3、図 4 にのり肩に配置した土のうの水平変位および鉛直変位を示す．土のうを積み上げたのみ（棒状補強材なし）の Case1 は 300gal 加振までは大きな変状は見られなかったが，400gal 加振時に写真 1 に示すように土のうが崩れ，盛土として破壊に至っている．なお原型盛土の実験結果は文献 1）に詳しいが，800gal 加振時に崩壊に到ったため，土のうを積み上げたのみの状態では原状よりも耐力が低下していることになる．一方，土のうを棒状補強材で連結し盛土と一体化させた Case2 と Case3 では 800gal 加振後も殆ど変位を生じていなかった．

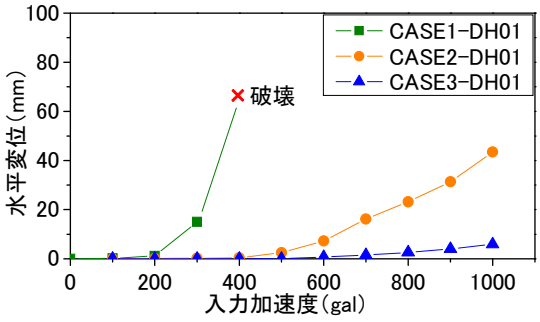

図 3 水平変位図

のり肩の変位については水平・鉛直ともに急勾配化した CASE3 の方が変位を生じなかった．

図 5，図 6 に棒状補強材を配置した Case2 と Case3 の地盤変位分布図を示す．地盤変位は模型地盤中に配置したターゲットにより計測した．Case2 では上段の土のう付近の地盤で大きな変位が生じている．これは加振により土のうと棒状補強材の引抜けが先行して生じ，その後で盛土地盤が崩れたためであると考えられる．一方 Case3 では土のうの変位よりも地盤中での変位の方が大きくなっており，背面地盤のすべりによって土のうが変形していることが確認出来る．また，2 段目以降の土のうでは土のう自体のせん断変形が見られた．Case3 では土のうを急勾配で積層しているため，上から 2 段目以降の土のうに作用する鉛直応力が大きく，土のう間に働く摩擦がより大きくなるため，土のうの変位が Case2 に比べて抑制されていると考えられる．

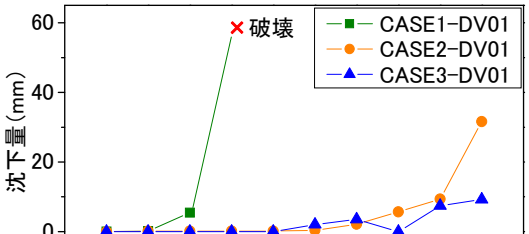

図 4 鉛直変位

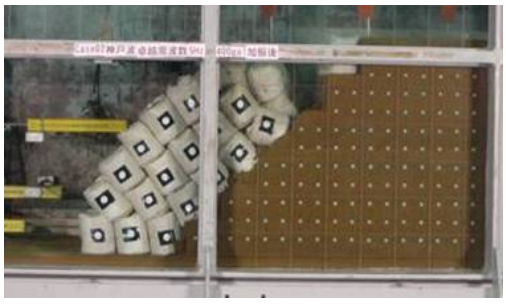

写真 1 400gal 加振後(CASE1)

4. まとめ

棒状補強材と大型土のうを併用することで、優れた耐震性能を有することを確認した．また、大型土のうを急勾配で積層することで，土のうに拘束力を与えることが出来、より耐震性能を向上できることを確認した．

参考文献

1）磯野純治，松丸貴樹，小島謙一，舘山勝：模型振動実験による降雨浸透を受けた盛土の耐震性評価

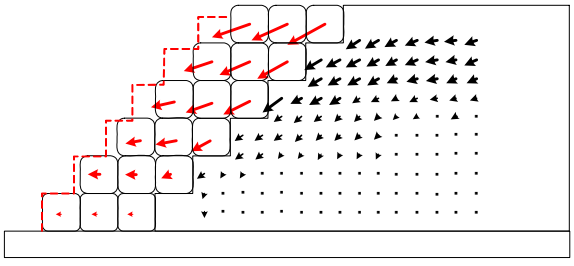

図 5 地盤変位分布(Case2:崩壊時)

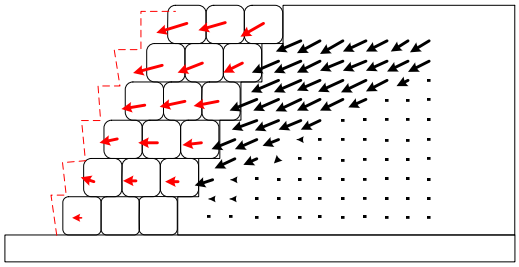

図 6 地盤変位分布(Case3:崩壊時)