## 盛土直下地盤への空気注入による液状化対策効果に関する遠心模型実験

高知市役所	正会員(	○高橋 裕己
愛媛大学大学院	学生会員	Narayan Marasini
愛媛大学大学院	正会員	岡村 未対

## 1. はじめに

近年、地盤に空気を注入し不飽和化することにより地盤の液状 化強度を高める液状化対策工法が研究されている。これまでに, 盛土直下地盤に適用し、その効果を検証する実験が行われた(岡 本・岡村、2011; 冨田ら, 2012)。そこでは比較的幅の狭い剛な土 槽を用いた遠心模型実験が行われた(図1)。この土槽は加振中の 地盤のせん断変形が、実際の地盤には存在しない剛な側壁によっ てある程度拘束される。また,盛土直下を図1に示すように不飽 和化し液状化を防止する実験では、不飽和化領域外側の地盤は不 飽和領域と側壁によりさらに強い拘束を受け液状化しにくくな ることが想定される。

そこで本研究では、せん断土槽を用いて側壁による加振中のせ ん断変形抑制効果を低減する実験を行い,あわせて剛な土槽の実 験を行って地盤挙動の違いを調べた。

2. 実験方法

実験で用いたのは、幅が何れも 43cm の剛土槽とせん断土槽で ある。模型地盤の概要を図2に示す。地盤には豊浦砂を用い、土 槽底面上に層厚 2cm, 相対密度 Dr95%の密な層を作成後、空中 落下法により層厚 11.5cm, Dr60%の中密な砂層を非液状化層と

液状化層を作製した。空気注入を行う実験では、密な 層に空気注入のためのインジェクターを設置した。

盛土は豊浦砂とカオリン粘土を乾燥質量比 3:1 で混 合した混合砂を用い、始めに含水比を12%に調整した 後、盛土形状の型枠内に層厚 1cm 毎に締固め度 95%に 締固めて作製し、それを一旦冷凍庫で凍結させた後に 模型地盤上に設置し融解した。このように盛土を作成 したのは、中密の模型地盤上で盛土を締固めながら作 成することによる基礎地盤の密実化を防ぐためである。この模型を真空脱気槽内に設置し、CO2 で置換後,約



図1 剛土槽での空気注入後の影響図



模型地盤概要 図2

表 1	実際	演条作	一覧

土槽名	剛土槽		せん断土槽	
実験ケース	casel	case2	case3	case4
液状化対策(空気注入)	無し	有り	無し	有り
相対密度(液状化層)Dr(%)	63.7%	61.9%	58.1%	60.1%
飽和度Sr(%)	99.96%	99.86%空気注入後 →74.4%	99.96%	99.7%空気注入後 →80.0%
盛土の締固め度Dc(%)	92.2%	94.4%	92.4%	90.4%

-98kPaの負圧下で粘性係数 50cSt のメトローズ有為溶液を通水し飽和した。その後、模型を遠心装置に搭載し、 40gの遠心加速度場にて地下水位が GL-1.0cm (実物換算 0.4m)になるまで排水した後、加振実験を行った。 表1に実験条件の一覧を示す。実験は剛土槽とせん断土槽について、それぞれ無対策(空気注入無し)と対策

(盛土直下に空気注入)の合計4ケースを40gの遠心場で、それぞれのケースで実物換算でそれぞれ2回の加 振(加速度振幅 190gal と 295gal)を行った。対策のケース(ケース 2 とケース 4)では、加振前にインジェク ターに約 50kPa の空圧を約7分間供給し、これによって盛土直下地盤を不飽和化した。空気注入終了後(加振 時)の不飽和領域の飽和度は、ケース2で74.4%、ケース4で80.0%であった。

## 3. 実験結果

図3は各センサーから得られた295gal加振による最大過剰間隙 水圧の分布である。センサー直上の土層厚さより求めた有効上 載圧を破線で示してある。無対策のケース1,3 では、水平地盤 部及び法面下での水圧は有効上載圧に達し,これらの位置では 液状化している(振動成分により最大値は有効上載圧を上回っ ている)。また盛土天端直下でも概ね有効上載圧前後まで水圧 が上昇した。また,法面及び天端直下ではせん断土槽の方が水 圧が大きくなっていることがわかる。一方,不飽和化対策を施 したケース2,4 では、天端直下(不飽和領域内)の水圧が大き く低減している。また、飽和領域と不飽和領域の境界近くに位置 する法面下のセンサーでも、無対策のケースと比較して水圧が低 下している。不飽和対策のケースでも,水圧はせん断土槽の方 が大きくなっている。また、水平地盤部での水圧は何れのケー スでも有効上載圧に達している。

図4は剛土槽実験後の模型の写真である。無対策のケース1 では、地盤全体が大きく変形し盛土が沈下しているが、空気を 注入したケース2では不飽和域の変形が非常に小さくなり、そ の結果水平地盤部の変形や盛土の沈下も抑制されていること がわかる。図5は盛土天端の累積沈下量である。何れの土槽を 用いた実験においても、不飽和化することにより天端の沈下量が大き く抑制されている。また、せん断土槽の沈下量は剛土槽の沈下量より 大きくなっている。これより、何れの土槽を用いた実験でも液状化の 対策効果を定性的に捉えているものの、定量的には土槽側面の影響を 強く受けていることがわかった。

4,まとめ

本研究では,地盤の不飽和化による盛土液状化対策効果の実験を, 比較的幅の狭い剛土槽とせん断土槽を用いて行った。その結果,不飽 和化対策による過剰間隙水圧と地盤の変形抑制効果について、何れの 土槽でも定性的に同様の結果が得られたが,定量的には異なる結果と なり,土槽側面の変形抑制効果の影響を強く受けたことがわかった。 参考文献

- (1) 岡本辰也,岡村未対(2012):「地盤の不飽和化が地震時の過剰間隙 水圧の発生と地盤の変形に及ぼす影響」土木学会第67回年次学 術講演会講演概要集,pp621-622
- (2) 冨田雄一,紙田直充,岡村未対(2012):「道路盛土直下への空気注 入による液状化対策効果の実験的検討」土木学会第67回年次学 術講演会講演概要集,pp619-620
- (3) 相原聡,岡村未対(2010.5):「盛土直下を空気注入によって不飽 和化した地盤の動的模型実験」土木学会四国支部 第 16 回技術 研究発表会 pp185-186

