

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

西日本高速道路株式会社四国支社 正会員 ○富田 雄一

愛媛大学大学院 学生会員 岡本 辰也

愛媛大学大学院 国際会員 岡村 未対

1. はじめに

空気注入不飽和化工法(Air-des 工法)は、既設構造物直下の安価な液状化対策工法として実用化されている。本研究では、既設道路盛土直下の液状化対策工法としての空気注入不飽和化工法の効果を一連の遠心模型実験によって検討した。

2. 実験概要

実験に用いた模型地盤を図1に示す。実験は4ケース行い、ケース1は空気注入を行わない無対策の地盤、ケース2は天端直下地盤を空気注入により不飽和化した地盤、ケース3はのり面直下地盤を空気注入により不飽和化した地盤、ケース4は盛土直下地盤を空気注入により不飽和化した地盤である。

模型の基礎地盤は豊浦砂を用いて、層厚2cmの支持層($D_r=90\%$)を突き固めて作成し、その上に $D_r=60\%$ の液状化層を空中落下法で作成した。なお地盤内に加速度計および水圧計を図1に示す位置に設置した。その後、模型を真空槽に移動し、メトロゾ2%溶液(50cst)を用いて飽和した。飽和後の各実験ケースの飽和度¹⁾は99.8~99.7%であった。

盛土材料は混合砂(豊浦砂:カオリン=3:1(乾燥重量比))を用いた。盛土は専用の型枠に、締固め度 $D_c=95\sim 97\%$ で突き固めて作成した。その後、盛土を基礎地盤の上に設置し型枠を除去し、底面及び天端に沈下計を設置した。

模型を動的遠心模型実験装置に設置し、空気注入により不飽和化する実験ケースには流量計および圧力計を設置した。必要な機器を設置後、遠心加速度40g場において設定地下水位(GL.-2cm)まで排水し、ケース2~4では土層底面上に設置した空気注入口から空気を注入し、地盤の一部を不飽和化した。空気の注入圧力は注入口での静水圧と豊浦砂の空気侵入圧(3kPa)の和の圧力まで上昇させ、空気が入り始めたことを確認した後、さらに段階的に5kPa圧力を上昇させ、約12分間、空気を注入した。空気注入後、圧力を下げる場合は段階的に圧力を下降させた。空気注入後の不飽和化された領域の地下水位の上昇量から求めた地盤中の残留空気体積と、目視観察による不飽和化領域の体積から飽和度を求めたところ、約85%であった。空気注入後に水位が安定したことを確認し、原型スケールに換算して75, 225, 275galの3回の加振を行った。

3. 実験結果

実験結果は40g場における原型スケールに換算して述べる。

図2は加振終了時の過剰間隙水圧(275gal加振時の25~28秒の平均値)と有効上載圧の比較である。こ

盛土、液状化、不飽和(香川県高松市朝日町4-1-3・TEL087-823-2140・FAX087-826-3057)

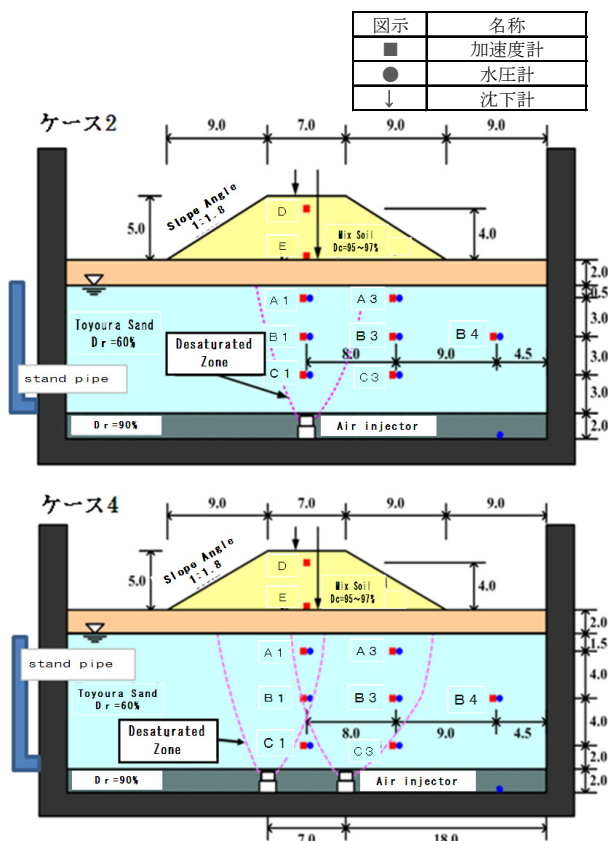


図1 模型地盤の概要図

こでの有効上載圧は、各センサー直上の土層厚から単純に求めたものである。各測定地点のうち不飽和域の過剰間隙水圧は、深度に関係なく抑制されていることが確認できた。また飽和領域のうち不飽和領域の近傍にあるケース3のA1 ケース4のC1, C3についても過剰間隙水圧が抑制されていることを確認した。

図3は盛土の天端累積沈下量と入力加速度の関係である。各ケースにおける275gal加振時の累積沈下量を比較すると、全域飽和のケース1の累積沈下量は0.344mに対し、不飽和領域のあるケース2, 3, 4の累積沈下量は大幅に抑制された。特にケース4の累積沈下量は0.008mと9割以上の沈下抑制効果を確認した。

図4は、模型地盤内の格子状色砂の格子点変位から求めた各ケースの最大せん断ひずみ図である。全域飽和のケース1では液状化層全域で最大ひずみは0.1以上であり、過剰間隙水圧の時刻歴から液状化したものと考えられる。不飽和領域のあるケース2での不飽和部のひずみは0.02~0.1以上であった。のり尻およびその直下の地盤の浅い部分が変形した。不飽和域の浅い部分は変形抑制効果が小さい²⁾。不飽和領域のあるケース3での最大せん断ひずみは0.02~0.04であった。不飽和領域のあるケース4でのひずみは0~0.03であり、ほぼ全域において変形抑制効果が確認できた。また飽和領域のうち不飽和領域の近傍にある最大せん断ひずみが抑制されていることを確認した。

図5は、最大せん断ひずみの変位ベクトル図である。不飽和領域から離れるほど、有効上載圧が小さくなるほど変位が大きくなることを確認した。

4. まとめ

空気注入によって不飽和化された領域では、変位が非常に小さいことが確認されると共に、不飽和化領域近傍の飽和領域においても変位が小さいことが確認された。また、不飽和化による沈下量の抑制効果は顕著であり、盛土直下を全面的に不飽和化した実験では9割以上の沈下抑制効果が確認できた。これらのことから今回の実験条件では、道路盛土直下への空気注入による液状化対策効果が確認された。

参考文献

- 1) 相原聡, 岡村未対, 友金嘉生: 基礎地盤の不飽和化による盛土の液状化対策効果の検討, 地盤工学会四国技術研究発表会, 2009.11
- 2) 岡村未対: 空気注入による液状化対策の実用化に向けて, 基礎工, PP66~69, 2008.1

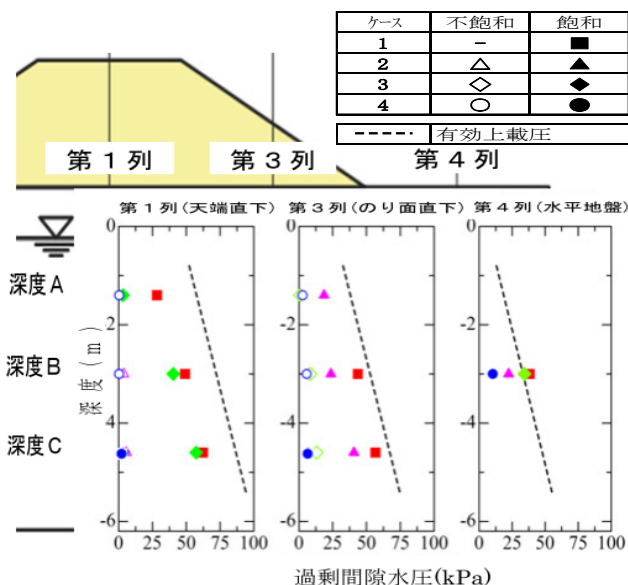


図2 過剰間隙水圧と有効上載圧の比較

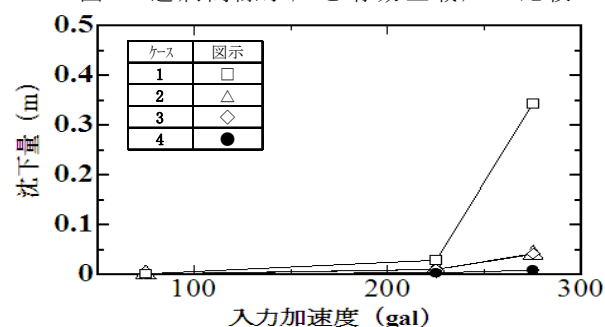


図3 累積沈下量

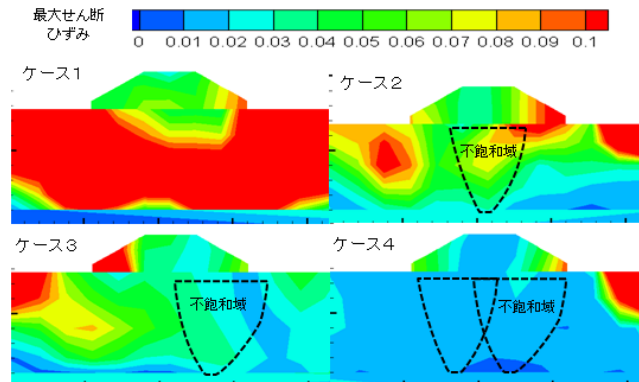


図4 最大せん断ひずみ

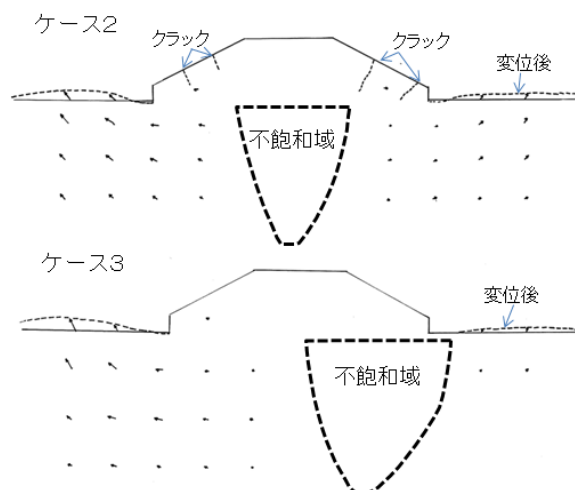


図5 最大せん断ひずみの変位ベクトル