

高速道路基礎地盤への空気注入不飽和化工法適用性検討(その6)

事後調査と適用性検討のまとめ

西日本高速道路(株)正会員 ○内田純二 オリエンタル白石(株)正会員 藤井直
 大成建設(株) 正会員 藤原斉郁 東亜建設工業(株) 正会員 居場博之
 (株)不動産トラ 正会員 矢部 浩史 ニュージェック(株) 非会員 橋本 欣也
 愛媛大学大学院 正会員 岡村未対

1. はじめに

著者らは、空気注入不飽和化工法を高速道路盛土への適用性を検討するために、施工中の高速道路盛土の基礎地盤に空気注入実験を実施した^{1),2)}。本稿では、空気注入実験終了後(平成25年10月),約5ヶ月の時点で地盤の不飽和状態を事後調査と、一連の検討結果から高速道路盛土への適用性を取りまとめた。

2. 事後調査

(1) 調査概要

事後調査は、注入した空気の状態を把握する目的で実施した。調査時期は、空気注入を実施した約5ヶ月後(平成26年3月)である。

調査方法は、B-1孔、B-2孔でPS検層、T-1孔でPS検層と短尺サンプリングを行った。なお短尺サンプリングの試験方法を図-1に示す。この方法はサンプリング試料をサンプラゴと孔内でビニールに覆い、サンプリング試料が水や空気の移動がないように地上の水槽に移動およびライナーチューブに内包し、水圧の加圧による体積変化から空気量を計測し飽和度を求める(図-2)。

(2) 調査結果

図-2に予備実験箇所(注入深度-4.8~-11.0m)と本実験箇所の空気注入孔(注入深度-8m, -11m)と空気注入状況を確認する電極孔(深さ方向0.5mピッチ),事後調査B-1, B-2, T-1孔を示す。空気注入前のP波速度はB-1孔の予備実験で概ね1500m/sであったが,5~7mのAs1(中部)は500m/s以下,7~10mのAs1(下部)は700m/s以下に遅くなり, B-2孔の本実験では500m/sと不飽和状態であることがわかった(図-3)。また,図-4に示すとおり短尺サンプリングの結果は,95%以下となる箇所もあるが全体的には高い飽和度(S_r)となった。

(3) サンプリング試料の考察

写真-1にサンプリング試料を示す。図-4に示す試料番号⑨, ⑭, ⑮にシーム層が見受けられた。これらシーム層が空気侵入を妨げた可能性がある。空気吐出口より約1m上方までは空気が侵入していることから, 今後は吐出口を深度方向に1m間隔に設置する必要があることがわかった。

(4) 過去の検討との比較

図-5に示すとおり, 過去の検討から凍結サンプリングと短尺サンプリングによる飽和度は数%の差異が認められる³⁾。このことから図-4に示す短尺サンプリングの飽和度より実際の飽和度は小さいことが考えられる。

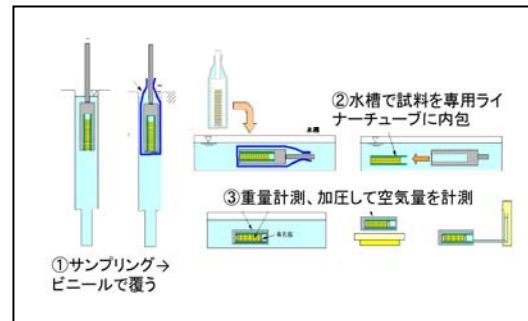


図-1 短尺サンプリング

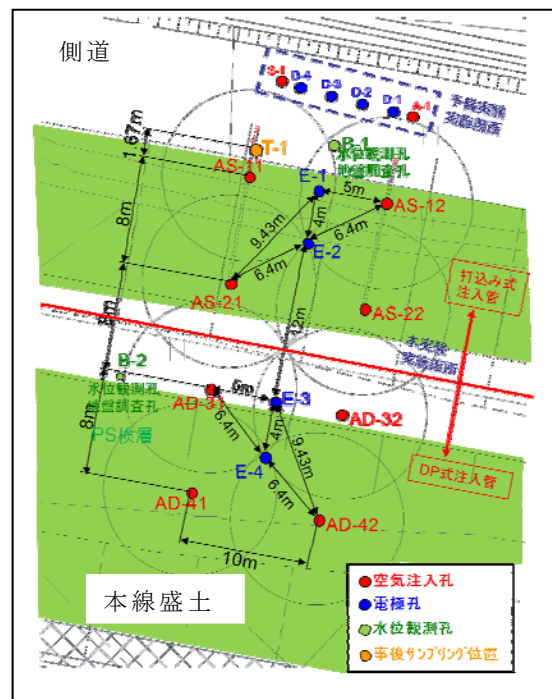


図-2 事後調査等平面図

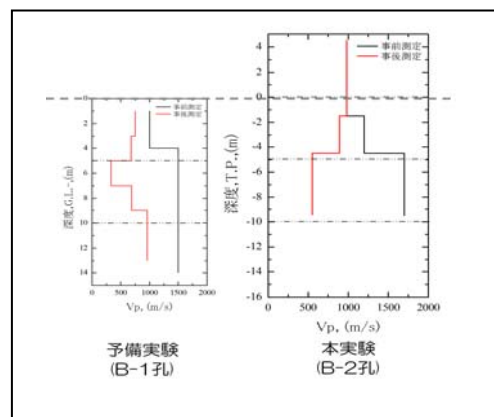


図-3 PS 検層の結果

キーワード 不飽和土 盛土 液状化

連絡先 〒 760-0065 香川県高松市朝日町 4-1-3 西日本高速道路(株) 四国支社 Tel 087-825-1907

3. 空気注入不飽和化工法の高速道路盛土への適用性

(1) 施工面からみた適用性

打込み式注入管による斜め施工，DP 注入管による多深度注入により^{1), 2)}，法尻，法部からの施工が可能であり，供用中の高速道路を車線規制等の制約なく施工が可能である．注入中の地盤変状等が無いことが確認出来たことや他の薬液注入工法と比較して施工ヤードが格段に狭くなることから供用中の高速道路盛土への適用が可能であることがわかった．

(2) コスト面からみた適用性

1 注入孔からの空気侵入範囲が広く，港湾分野での開発時には直径 5m であったが直径 14m が見込めるため^{1), 2)}，直接工事費で従来の数分の一のコストを達成できた．

(3) 長期的な飽和度低下

地下水位以下の地盤に注入された気泡は徐々に地下水位に溶解していき長期的には飽和度が上昇することが考えられる．そこで昭和 51 年度に SCP 工法によって地表面から GL-10m まで改良された地盤において，平成 14 年 9 月(26 年後)に凍結サンプリング試料を採取し飽和度を確認した．深度 GL-3.8m～-7.3m の 3 個所から得られた飽和度は 92.3%～95.8%であり十分な値を確認した⁴⁾．以上から長期的な飽和度(空気)の上昇の可能性は低いと判断される．

以上より，高速道路盛土への適用性が確認できた．

4. 成果と残された課題

(1) 成果

- ・事後調査；空気注入による地盤が不飽和化されていることがわかったが過去の検討の再整理から短尺サンプリングの飽和度は高めに評価されている可能性が高い．

- ・高速道路盛土への適用性；施工性や効果及びコスト的に高速道路盛土への適用が可能であることが示された．

(2) 残された課題

- ・シーム層；薄い粘土シームの卓越する層には，深度間隔を狭くした注入が必要である．

- ・安価な品質評価手法；凍結サンプリングと比較して安価な短尺サンプリングによる飽和度調査を試行したが，過去の検討の再整理から凍結サンプリングと比較して飽和度を高めに評価している可能性が高く課題を残していることがわかった．

- ・比抵抗電極のコストダウン；電極孔に設置する比抵抗電極の設置・計測は，空気注入管の設置・空気注入と同じ費用が掛るため，さらなるコストダウン(計測ピッチを含め)を検討する必要がある．

- ・長期持続性；SCP 工法により間接的に長期持続性を確認したが空気注入工法による長期的な飽和度を直接確認していない．よって今後は追跡調査を行っていく予定である．

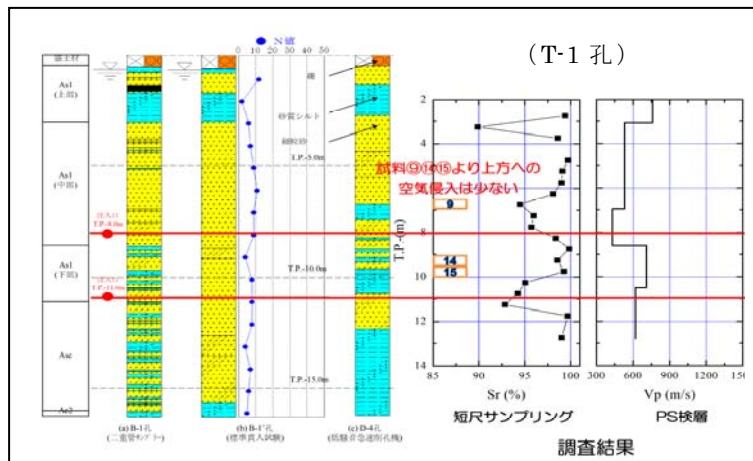


図-4 短尺サンプリングと PS 検層の結果

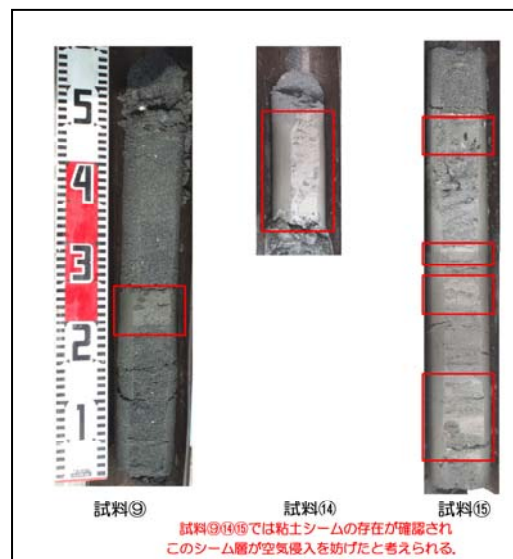


写真-1 シーム層

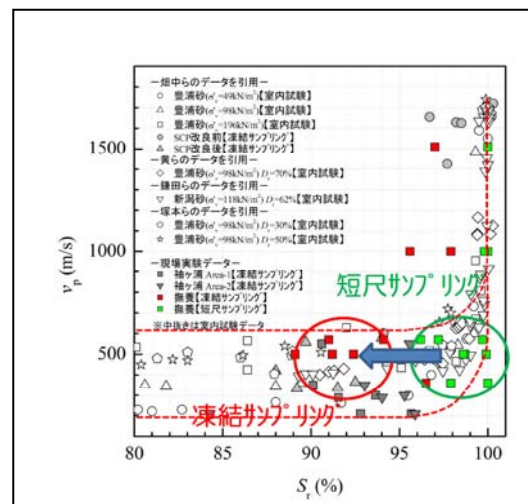


図-5 試験方法の違いによる比較³⁾

参考文献 1) 内田ら：空気注入不飽和化工法の高速道路盛土への適用性検討（その 1～4），第 49 回地盤工学研究発表会，2014． 2) 内田ら：高速道路盛土基礎地盤への空気注入不飽和化工法適用性検討（その 1～4），第 69 回土木学会年次学術講演会，2014． 3) 浅田他：空気注入不飽和化工法の開発 その 5：事後調査結果，第 67 回土木学会年次学術講演会，2012． 4) 岡村未対他：SCP で改良された砂質土地盤の 26 年後の飽和度，第 38 回地盤工学研究発表会 2003．