

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5）

ー現場実験結果と気液二相流解析の比較ー

(株) 不動テトラ	正会員	○矢部 浩史	大成建設(株)	正会員	藤原 斉郁
東亜建設工業(株)	正会員	山根 信幸	リエン外白石(株)	正会員	大石 雅彦
(株) ニュージェック	非会員	中園 康平	西日本高速道路(株)	非会員	紙田 直充
			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の既設盛土基礎地盤への適用性(液状化対策)を検討するために、建設中の盛土工事現場において現場実験を行った。ここでは、注入圧力や注入時間といった条件が空気侵入領域の及ぼす影響を現場実験結果から検証し、事前に行った気液二相流解析の適用性を確認した。

2. 実験の概要

図-1 に実験(予備実験・本実験)の配置図を示す。予備実験は、地盤調査結果で確認されたシーム層(粘性土)の介在が空気侵入範囲に及ぼす影響を把握して、本実験での配置(注入深度はT.P.-8, -11m, 間隔は8m)を決定した。また本実験では盛土上載荷重を考慮して、注入圧力を上げて行ったときの空気侵入領域を確認した。なお注入管は、ダブルパッカー(DP)式注入管と打込み式注入管の2種類を採用した(注入方法や実験の詳細については既報¹⁾²⁾を参照)。

3. 予備実験と本実験の空気侵入領域の比較

空気注入時に空気が地盤内に侵入する領域を表す空気侵入領域は、地中に配置した電極の比抵抗値の変化から把握した。測定した比抵抗値は、比抵抗変化率($\Delta\rho = \{(\rho - \rho_0)/\rho_0\} \times 100$, ρ : 空気注入中の地盤の比抵抗値, ρ_0 : 実験開始前の地盤の比抵抗値)として整理を行っている。図-2 に代表的な実験結果として、打込み式注入管により空気注入を行った予備実験(平地)および本実験(盛土上)の比抵抗変化率の深度分布を、注入位置からの離隔で整理したものを示す。なお各実験における空気侵入領域は、およそ $\Delta\rho \geq 5\%$ の範囲と見られる。

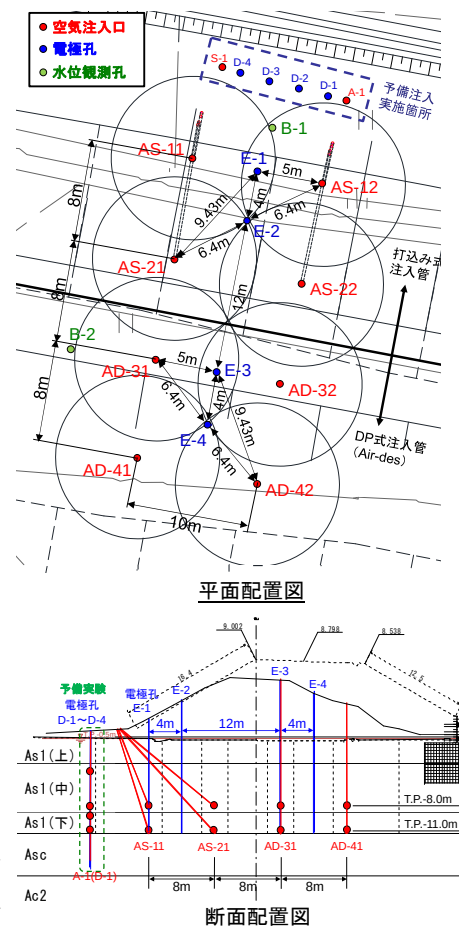


図-1 予備実験と本実験の空気注入箇所

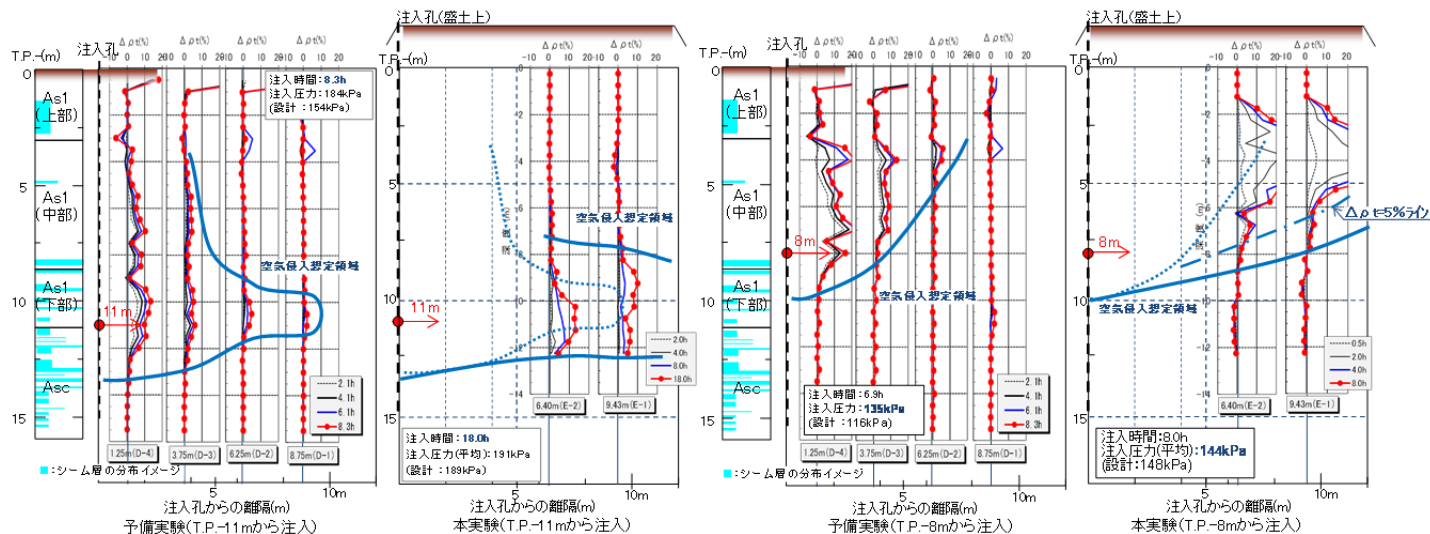


図-2 予備実験と本実験での空気侵入領域の比較(打込み式注入管 左側: GL-11m、右側: GL-8m)

キーワード 不飽和化, 盛土, 液状化, 空気注入

連絡先 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町7番2号 株式会社不動テトラ 地盤事業本部開発部 TEL 03-5644-8533

の分布より図中の青色ラインで示す範囲と想定され、これの形状をもとにそれぞれ比較する。

T.P. -11m から注入したときの空気侵入領域 (図-2 左側) は、どちらも直上のシーム層の影響を大きく受けて T.P. -10m 付近で局所的に拡散した楕円状の形状となっているが、予備実験より本実験の方が広範囲に拡散している。これは本実験の注入時間を予備実験より二程倍長くした影響が伺え、また直上のシーム層の影響もあって、空気侵入領域が横方向に拡散したと思われる。

T.P. -8m から注入したときの空気侵入領域 (図-2 右側) は、どちらも下に凸の半楕円状の形状となっているが、その範囲について予備実験が注入孔から水平方向に約 4m であるのに対し、本実験では 9.4m の範囲まで拡散していることが伺える。これは本実験の注入圧力は盛土荷重を考慮することができるため、圧力の増分が水平方向の空気侵入領域の拡大に寄与したものと考えられる。また上方の T.P. -2m の範囲で比抵抗変化率が小さい結果となったが、この要因としては地表面付近のシーム層の影響と思われる。

4. 気液二相流解析と現場実験の空気侵入領域の比較

予備実験の事後解析ならびに本実験の予測解析を気液二相流解析により行った。図-3 に気液二相流解析 (以下、解析) における要素分割図を、図-4 に解析による結果図 (飽和度 S_r のコンター) に実験結果 (図-2 の空気侵入領域の分布) を併せたものを示す (解析条件の詳細は既往¹⁾ その2 参照)。

T.P.-11m の結果は、解析による空気侵入領域が実験結果より小さく、実地盤のシーム層が連続でなかった点や、難透水層に挟まれた箇所での注入により解析では流量が小さく合わなかった点が考えられる。これに対し、T.P.-8m の解析と予備実験結果は比較的良好な相関性が伺え、実際の空気侵入領域を解析で精度良く再現できたものと思われる。また盛土荷重を考慮した解析で空気侵入領域の分布が盛土荷重なしの時の1.4倍と想定したが、本実験では E1 (注入孔から 9.43m) まで比抵抗が変化しているため 2.1 倍以上と、より大きな空気侵入領域となった。これは AS1 層中部の水平方向の透水係数について、実地盤の方が大きかったものと思われる。

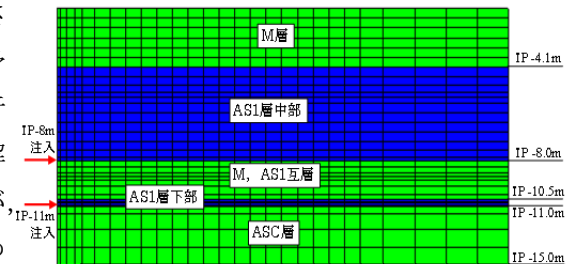


図-3 解析における要素分割図

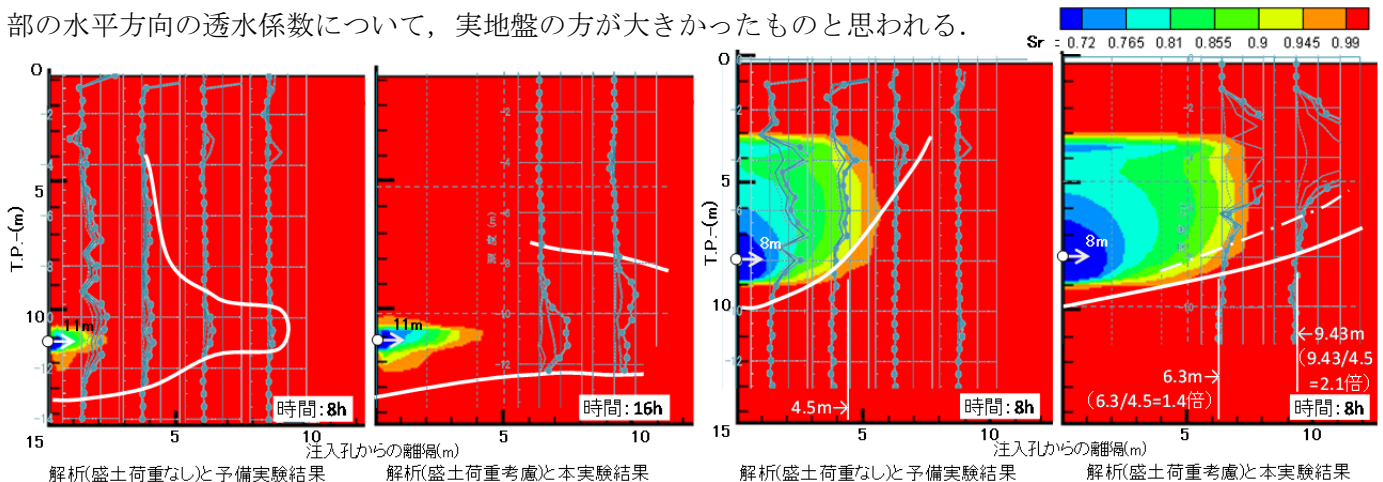


図-4 気液二相流解析による飽和度分布と比抵抗変化率 (打込み式注入管 左側: GL-11m、右側: GL-8m)

5. まとめ

- ① 予備実験と本実験結果を比較して注入時間や注入圧力が空気侵入領域に与える影響を調べた。その結果注入時間が長い程、注入圧力が多い程、空気侵入領域は大きくなった。
- ② ①の結果を用いて気液二相流解析の適用性を検証し、不圧地盤 (平地) では良い整合性が見られたが、被圧地盤 (盛土上) では空気侵入領域を過小評価することがわかった。また実地盤は、シーム層の影響により水平方向の透水係数が大きく、この影響により空気侵入領域が解析より広がった。

参考文献

- 1) 内田他: 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,
- 2) 内田他: 空気注入不飽和化工法的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, pp.1353-1360, 2014.