

# 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4）

## ー打込み式注入管による注入実験ー

大成建設(株) 正会員○藤原 斉郁 東亜建設工業(株) 正会員 御手洗義夫  
 (株)不動テトラ 正会員 矢部 浩史 オリエンタル白石(株) 正会員 藤井 直  
 (株)ニュージェック 中園 康平 愛媛大学 正会員 岡村 未対

### 1. はじめに

広域な範囲や既設構造物直下の地盤を対象とした安価な液状化対策工法として、空気注入により地盤を不飽和化させる工法を開発している<sup>1)</sup>。本報では、既設盛土直下の基礎地盤において実施した空気注入実証実験<sup>2)</sup>のうち、打込み式注入管を用いた空気注入実験に関する結果についてまとめた。

### 2. 工法および施工試験の概要

打込み式注入管は、地中への水や空気を供給する方法としてこれまで土壌浄化や地盤改良への適用が行われてきた<sup>3)~5)</sup>。本方法は、小型機械による打込み施工が可能で、排土がなく、管周辺の地盤を緩めない特徴がある。注入管は外径約 50 mm の STPG 管（圧力配管用炭素鋼鋼管）を加工したもので、コーン状の先端部のみがスリットによる有孔管となっており、実証実験により斜め方向へ打込み可能ことが確認されている<sup>6)</sup>。図-1 に斜め方向への打込み施工状況および盛土直下地盤での適用概要図を示す。

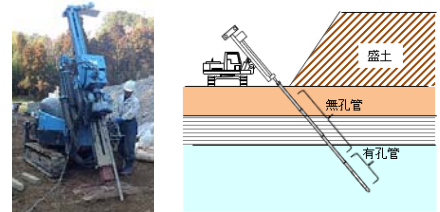


図-1 打込み式注入管（斜め施工）

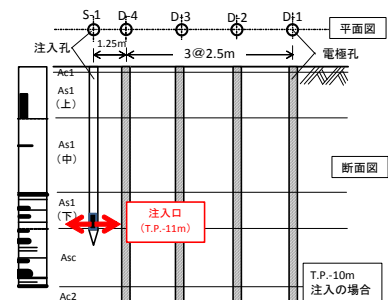


図-2 注入管および電極の配置

### 3. 予備実験の概要および結果

盛土直下地盤での本実験に先立ち、対象地盤での打込み性や空気注入性、比抵抗による測定状況について予備実験による確認を行った。試験は図-2 に示すように、2.5m 間隔の比抵抗測定用電極（深度方向 50cm ピッチ）に対し、1.25m 離れの位置に鉛直に打込み管を打設し、その後空気注入時の比抵抗測定を行った。なお、注入対象の地盤は、地表から T.P.-11m 付近まで N 値 10 以下の砂層であり、T.P.-3m 付近および T.P.-8m 以深に細粒分を多く含むシーム層が存在するため、T.P.-8m

と T.P.-11m の 2 深度について、それぞれ打込み管を打設し空気注入を行った。

図-3 に測定結果として比抵抗変化率  $\Delta \rho_t$  の深度分布を示す。注入口箇所の有効上載荷重に応じた設計注入圧力<sup>2)</sup>による

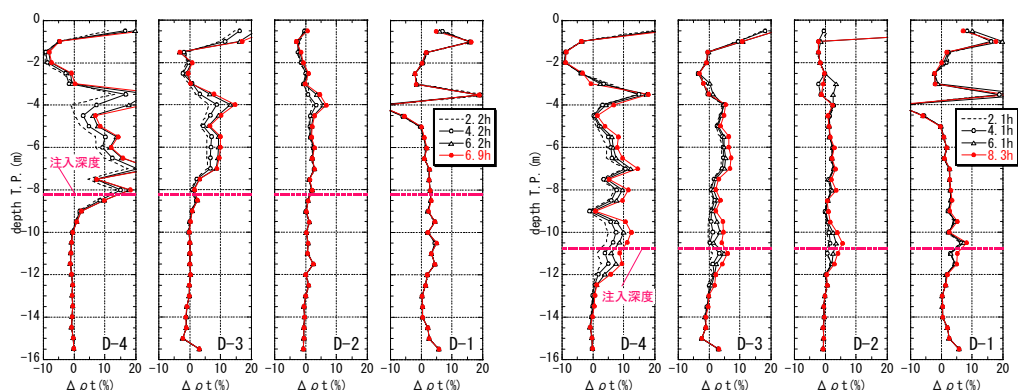


図-3 比抵抗測定結果（予備実験）

注入の結果、空気注入により比抵抗値が変化しており、空気が注入口付近から徐々に地表面に向かいつつも広がる様子が確認された。また、いずれのケースについても、注入口より上にあるシーム層以浅の比抵抗変化が小さく、シーム層の存在が空気の拡がりに影響していることが確認された。なお、打込み式の注入管は鋼製のため比抵抗測定への影響が懸念されたが、本予備実験により比抵抗の測定が可能であることも確認された。

キーワード 液状化、空気注入、盛土直下、打込み管

連絡先 大成建設（株）技術センター （〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 TEL 045-814-7236）

3. 本実験の概要および結果

図-4 に本実験全体の空気注入箇所を示す。空気注入は、盛土直下地盤を 1 断面あたり 4 箇所 (8m ピッチ) × 2 深度 (T.P.-8m, -11m) の計 8 点を 2 断面 (断面間ピッチ: 10m) とし、打込み管については、片側の盛土法尻より斜め方向に設置することにより 4 箇所 × 2 断面の合計 8 点について実施した。表-1 に打込み施工の結果を示す。今回の打込み施工は、角度は 38~73 度、管の長さは 9.3 ~16.1m の範囲であり、いずれも概ね 1m あたり 3~4 分程度のペースで打込みを行うことが出来た。

表-2 に空気注入ケースおよび注入圧力等の結果一覧、図-5 に空気注入による比抵抗測定結果を示す (E-1, E-2)。図は一連の空気注入作業前の状態を初期値とした比抵抗の変化率を示しており、地盤概要としてシーム層の状況をバーで示している。その結果、空気注入口に近い程変化率が大きくなり、空気の拡がりにはシーム層の影響を受けるなど、予備実験と同様の状況が確認された。また、予備実験に対し盛土による有効上載荷重に応じた高い注入圧の影響もあり、注入地点より 9.4m の範囲まで達していることが確認された。

4. まとめ

本実験では、既設盛土直下の地盤を対象に、斜め方向に打込んだ注入管による空気注入を行った。その結果、斜め方向の打込み施工性も問題なく、空気注入状況も盛土の無い状態で実施した予備実験と同様の結果が得られるなど、既設盛土基礎地盤への対応も可能であることが確認された。

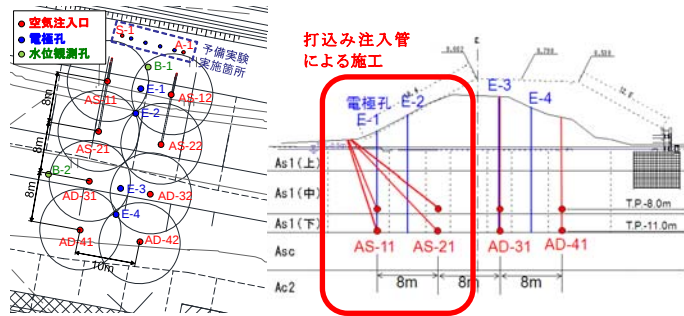


図-4 空気注入箇所

表-1 打込み管の施工結果

| 注入点   | 注入深度<br>T.P. (m) | 打込み角度<br>(°) | 打込み長さ<br>(m) | 打込み<br>施工時間<br>(min) |
|-------|------------------|--------------|--------------|----------------------|
| AS-11 | -8               | 68           | 9.4          | 28                   |
|       | -11              | 72           | 12.3         | 43                   |
| AS-12 | -8               | 69           | 9.3          | 24                   |
|       | -11              | 73           | 12.2         | 33                   |
| AS-21 | -8               | 38           | 13.9         | 60                   |
|       | -11              | 46           | 16.1         | 45                   |
| AS-22 | -8               | 38           | 13.9         | 50                   |
|       | -11              | 46           | 16.1         | 57                   |

表-2 実験ケースおよび注入状況

| Case | 注入<br>深度<br>T.P. | 注入口       | 注入深度<br>静水圧<br>(kPa) | 設計<br>注入圧力<br>(kPa) | 平均<br>注入圧力<br>( $P_e / \sigma_v'$ ) | 注入時間<br>(h) |
|------|------------------|-----------|----------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------|
| 1    | -11m             | AS-21, 22 | 103                  | 189                 | 0.50                                | 18.0        |
| 2    | -8m              | AS-21, 22 | 73                   | 148                 | 0.47                                | 8.0         |
| 3    | -11m             | AS-11, 12 | 102                  | 174                 | 0.43                                | 21.5        |
| 4    | -8m              | AS-11, 12 | 73                   | 132                 | 0.50                                | 8.5         |

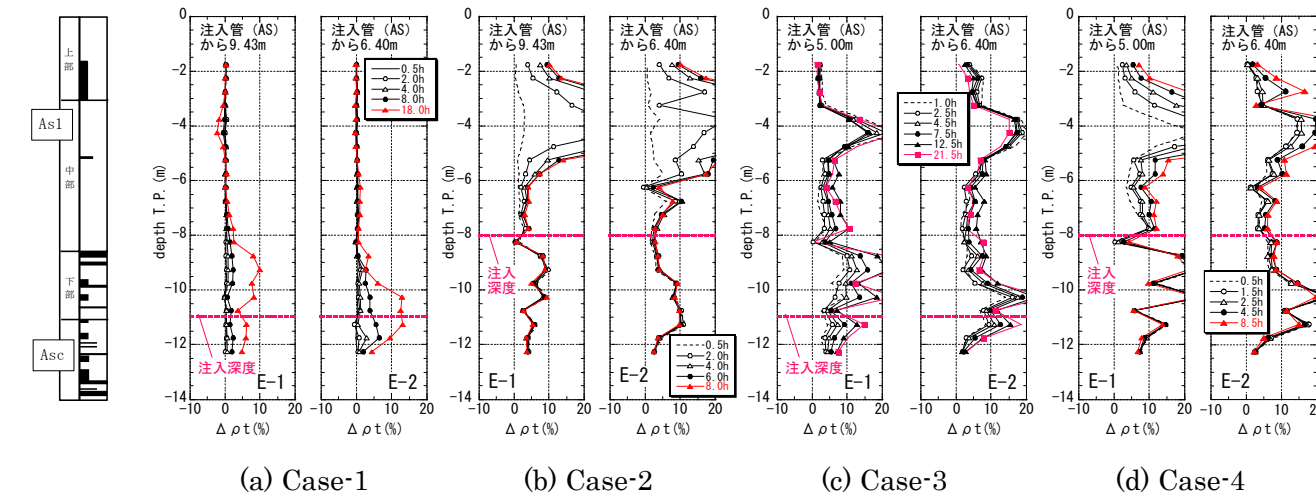


図-5 比抵抗測定結果 (本実験)

参考文献

1) Okamura et al. : In-Situ Desaturation Test by Air Injection and Its Evaluation though Field Monitoring and Multiphase Flow Simulation, J. Geotechnical Geoenvironmental Eng. ASCE, 137, 643-652, 2011.  
2) 内田他: 空気注入不飽和化工法の高速度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 (投稿中).  
3) 桐山他: 揚水循環併用バイオスパーキング工法によるベンゼン汚染滞水層の浄化特性, 土木学会論文集 F, Vol.65, No.4, pp.555-566, 2009.  
4) 高畑他: 打込み式スパーキング井戸のスリット形状の検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会, pp.363-364, 2011.  
5) 高畑他: 土壌浄化・地盤改良に用いる打込み式注入管の開発, 大成建設技術センター報, 第 45 号, 2012.  
6) 藤原他: 既設構造物直下地盤を対象とした打込み注入管の施工試験, 土木学会第 68 回年次学術講演会, pp.609-610, 2013.