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2)地盤調査と予備実験計画

オリエンタル白石(株)	正会員	○藤井 直	大成建設(株)	正会員	小林真貴子
東亜建設工業(株)	正会員	居場博之	(株)不動テトラ	正会員	深田 久
ニュージェック(株)		中園康平	西日本高速道路(株)	正会員	冨田雄一
愛媛大学大学院	正会員	岡村未対			

1. はじめに

既往地盤調査結果の分析から,対象地盤はシルトや粘土の シーム層が介在している可能性があることがわかった¹⁾.対 象地盤への空気注入は,このシーム層の影響を大きく受ける 可能性があり,詳細な地盤調査および計画が必要である.通 常,液状化を対象とする地盤調査は,深度方向に1m間隔の 標準貫入試験によるが²⁾,近年,オールコアボーリングによ る詳細検討の有用性が示されている³⁾.ここでは,シーム層 の確認にオールコアサンプリングを適用して空気注入不飽 和化工法の予備実験計画を検討した結果を報告する.

2. 地盤調査

(1) 地盤調査概要:シーム層の詳細な存在深度を把握することを目的として地盤調査を実施した.調査位置は,図-1 に示す予備実験箇所およびその近傍である.この位置は,既往地盤調査箇所から約40mの位置である¹⁾.調査方法は,標準貫入試験(B-1'孔).ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラー(B-1 孔)およびバイブロと圧入で削孔する低騒音急速削孔機(D-4 孔)によるオールコアサンプリングをそれぞれ実施した.

(2) 柱状図: 図-2(b)に標準貫入試験による結果を示す.N値 は、概ね 10 前後であり、既往の調査結果と同様であった. 柱状図は、ペネ試料の観察に加え、削孔時の貫入速度や削 孔泥水の変化から作成した.図-2(a)にロータリー式スリーブ 内蔵二重管サンプラーによるオールコアサンプリングの結 果を示す.柱状図は、サンプリング試料を 1m 毎に詳細にス ケッチした結果から作成した.図-2(c)に低騒音急速削孔機に よるオールコアサンプリング結果を示す.このサンプリン グ方法は、バイブロと圧入回転での削孔であるため、サン プリング試料の液状化が見られ、サンプリング試料が伸張 した.柱状図は、サンプリング試料の余剰な間隙水が排水 した後に試料のスケッチ結果を用いて作成した.

(3) 柱状図の比較: <u>1) As1(上部)層</u>: 図-2(a),(b),(c)ともに同様の柱状図となった. <u>2) As1(中部)層</u>: 図-2(a)では,厚さ4cm 程度のシルト質粘土のシーム層が2層確認できた.図-2(b)





では、ペネ試料には薄いシーム層も見うけられたが、削孔時の貫入速度は僅かな変化のみで柱状図には反映で きなかった.図-2(c)では、サンプリング試料の液状化によりシーム層と砂層が混合もしくはサンプリング位置 の違いにより図-2(a)と比較して厚いシーム層が確認された.<u>3)As1(下部)層およびAsc層</u>:図-2(a)では10~20cm のシルトのシーム層が複数確認できた.図-2(b)では、ほとんどシーム層を確認することは出来なかった.図-2(c) では、サンプリング試料の液状化もしくはサンプリング位置の違いによりシーム層ではなく砂質シルト層が確 認された.以上の結果から、シーム層を把握するためには、ロータリー式スリーブ内蔵二重管サンプラーによ

キーワード 空気注入不飽和化工法,地盤調査,サンプリング,現場実験 連絡先 〒135-0061 東京都江東区豊洲 5-6-52 オリエンタル自石(株)施工・技術本部 TEL03-6220-0637

-078



図-3 標準貫入試験ペネ試料の粒径加積曲線

るオールコアサンプリングが有効であることがわり,この結果か ら予備実験を計画する.

(4) サンプリング試料の粒径加積曲線:図-3に標準貫入試験で得られたペネ試料の粒径加積曲線を示す.As1(上部)は、砂質シルトと砂層の違いによる粒径加積曲線の不揃いが見うけられ、As1(中部)は、概ね揃った粒径加積曲線を示している.また、As1(下部)は、シーム層の影響により粒径加積曲線の不揃いが見うけられた.標準貫入試験ではシーム層の把握は困難であったが、ペネ試料の粒度試験結果からはシーム層の存在が確認できた.

3.予備実験における注入口深度

地盤調査結果から、シーム層の存在が把握出来たが、レンズ状 もしくは連続しているシーム層であるかの判断は困難であるた め、幾つかの深度から空気注入する予備実験を実施する.この予 備実験における注入口深度は、図-2(a)のシーム層の観察結果から 設定した.図-2に注入口深度を示す.注入口深度は、シーム層 の上方もしくは、シーム層に挟まれた深度とした.

<u>4. 気液二相流解析による実験計画</u>

空気注入孔と空気侵入領域のモニタリングに用いる電極孔の 配置は、気液二相流解析により検討した.なお、解析ではシーム 層の影響は考慮していない.気液二相流解析は Tough2 を用いた ⁴⁾.解析モデルおよびパラメータは、検討時期の関係から既往地 盤調査結果を基に設定した.解析モデルは、空気注入孔を中心と する 1/4 断面モデルである.表-1 に解析に使用したパラメータを 示す.空気注入圧力は注入口深度の水圧に有効上載圧力の 1/2 を 加えた圧力とした.図-4 に 12 時間注入時の飽和度分布を示す. 図-4(a)は、注入口深度 T.P.-5.6m の場合の結果である.空気侵入 領域は、半径 6.2m 程度となった.図-4(b)は、注入口深度 T.P.-11.2m の場合であり、半径約 8m 程度となった.以上の結果を反映させ た空気注入孔と電極孔の配置を図-1,4 に併記した.

<u>5. まとめ</u>

粘性土などのシーム層の介在が予想される地盤において, 地盤 調査と気液二相琉解析を実施し, 予備実験の注入口深度と電極配 置を決定した. 地盤調査では, ロータリー式スリーブ内蔵二重管 サンプラーによるオールコアサンプリングが有効であることが

わかった.なお,予備実験結果^{5).6).7)}は他報を参照されたい. 参考文献

表-1 気液二層流解析パラメータ

	飽和透水係数	湿潤重量	間隙
	ks (cm/sec)	$\gamma (kN/m^3)$	n
Ac1	1.0×10 ⁻³	18.0	0.5
As1(上部)	2.0×10 ⁻³	18.9	0.4
As1(中部)	2.0×10 ⁻³	18.9	0.4
As1(下部)	2.0×10 ⁻³	18.9	0.4
Asc	5.0×10 ⁻⁴	18.9	0.5
Ac2	2.7×10 ⁻⁷	18.0	0.5







1) 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),土木学会第69回年次学術講演会,2014.(投稿中),2) 佐々木ら:液状化に対する耐震設計,基礎工,No.9,pp.55-59,2012.,3) 稲崎:オールコアボーリングによる液状化層の 同定と物性評価,基礎工,No.4,pp.56-59,2013.,4) Pruess et al.: TOUGH2 USER'S GUIDE. Earth Sciences Division, Lawrence Berkeley National Laboratory University of California, Berkeley, (November).1999.,5) 藤井ら: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2),第49回地盤工学研究発表会,2014(投稿中),6) 矢部ら: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3),土木学会第69回年次学術講演会,2014.(投稿中),7) 藤原ら: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4),土木学会第69回年次学術講演会,2014.(投稿中)