ＴＲＤ工法によるソイルセメント地中連続壁の琉球石灰岩への適用実施例

内閣府沖縄総合事務局　　樺元 淳一
株式会社本間組　　今川 明彦
株式会社テノックス　　正会員○平山 勇治，上　周史

１．はじめに

TRD 工法[1)]は，地中内に挿入したチェーンソー型のカッターポストを横行移動させつつカッタービットチェーンの回転による地盤の切削と同時にセメントスラリーの注入及び原位置切削土との攪拌混合を行いながら地中に等厚で連続したソイルセメント壁を築造する地中連続壁工法である。今回，沖縄県津堅島において淡水レンズを強化する目的で，淡水レンズを取り囲む地下連続壁を TRD 工法で築造した。本工法では初となる琉球石灰岩地盤での施工であったが，先行削孔等の補助工法を必要としない高い切削能力が確認され，透水係数については 10^{-8}cm/sec オーダーの高品質なソイルセメント壁が築造でき，当該地盤での本工法の適用性が実証された。本論文では，TRD 工法による琉球石灰岩地盤での施工結果及び壁体品質について報告する。

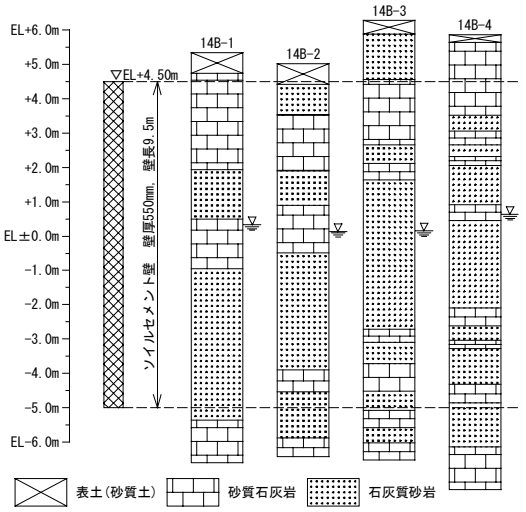

図-1　本工事の地層構成

２．工事概要

本工事は，壁厚 550mm，壁深度 9.5m，壁延長 112m（26m×30m，4 面矩形），壁面積 1,064m^2 のソイルセメント壁を TRD 施工機 1 台（延長リーダを装備した特殊施工機）で施工を行った。図-1，表-1 に本工事の代表的な地層構成と地盤の物理特性を示す。施工対象となる琉球石灰岩は，硬質で緻密な砂質石灰岩（バックホウ掘削が困難）と多孔質で脆い石灰質砂岩の互層地盤からなる。表-1 に示すとおり，岩盤層の一軸圧縮強さは σ_c=6.1～35.1N/mm^2 と広範囲に存在し，有効間隙率は非常に高い値を示す。また，原位置透水試験から得られた岩盤層の透水係数は k=10^{-1}～10^{-3}cm/sec の範囲となり高い透水性を有している。

表-1　本工事の地盤の物理特性

土　質	湿潤密度 ρ t(g/cm^3)	有効間隙率 n(%)	圧縮強さ σ_c(N/mm^2)	透水係数 k(cm/sec)
砂質石灰岩	1.92～2.22	10.6～21.2	11.4～35.1	平均値 2.11×10^{-2}
石灰質砂岩	1.53～1.91	22.0～38.5	6.1～8.8	
混合土※	1.78	34.5	－	－

※施工対象地盤の土を混合したもの（配合試験用試料土）

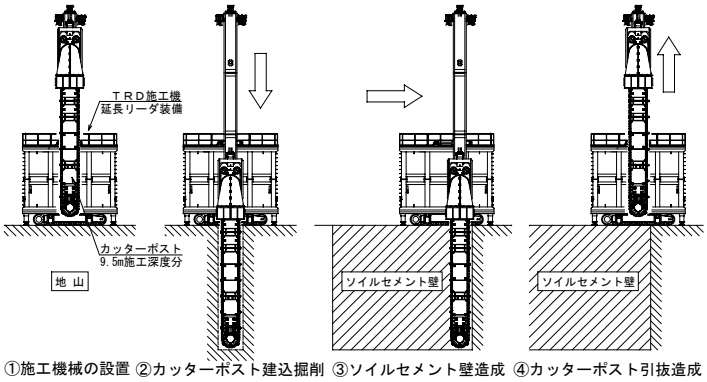

図-2　TRD ソイルセメント壁施工手順

３．施工方法

図-2 に TRD 施工手順を示す。①施工位置への本体移動とセット，②カッターポスト建込み掘削，③地盤の切削と固化液の注入・攪拌混合によるソイルセメント壁の造成（地山造成），④カッターポスト引抜き造成を一日の作業サイクルとして壁面

表-2　固化液の配合仕様（対象土 1m^3 当り）

セメント※ (kg/m^3)	ベントナイト (kg/m^3)	増粘剤 (kg/m^3)	W/C (%)	注入率 (%)
300	30	1.0	150	56.1

※セメント：セメント系固化材

キーワード：TRD 工法，ソイルセメント地中連続壁，琉球石灰岩地盤
連絡先：〒951-8650 新潟県新潟市西湊町通三ノ町 3300-3　(株)本間組 TEL:025-229-8440　FAX:025-223-5040
〒107-8533 東京都港区赤坂 6-13-7　(株)テノックス TEL:03-3582-5168　FAX:03-3582-4714

を造成する。固化液の配合は，施工深度対象の岩石を砕いて混合した試料土（表-1）を用いた室内配合試験により施工性及び壁体品質（強度 q_u≧0.5N/mm^2，透水係数 k≦1.0×10^{-6}cm/sec，六価クロム溶出量 0.05mg/L 以下）を満足する配合仕様（表-2）を選定した。

４．施工結果

（1）TRD 工

図-3 に TRD 工の施工状況を表-3 に本工事の施工結果を示す。当該施工位置での琉球石灰岩に対する TRD の施工の結果として以下の成果が得られた。a）施工対象深度に介在する硬質石灰岩地盤の掘削抵抗があるものの，カッタービットの大きな損傷も無く，安定した施工が行えた。また，横行距離 1m あたりの掘削時間は 25 分程度であった。b）壁造成時の泥土発生量は殆ど発生しない。c）カッターポスト内に挿入した傾斜計による施工管理により，築造したソイルセメント壁の鉛直精度は 1/300 以下を確保した。

図-3　TRD 工施工状況

（2）壁体品質

表-3　TRD 工施工結果

単位掘削時間 （地山掘削時間）	カッターポスト建込掘削：5～10 分/m 地山造成横行掘削：20～30 分/m
壁体鉛直精度	壁先端面外方向変位:最大 30mm, 1/323

※壁体 4 面分の平均・合計値

築造したソイルセメント壁から全長コアボーリングを行い，コア供試体の一軸圧縮試験（JIS A 1216），透水試験（JGS：三軸試験装置を用いた透水試験）及びボーリング孔を利用した原位置透水試験（静水圧透水試験）を実施した。結果を以下に示す。

a）コア（図-4）には 1～2cm の角礫状の石灰岩が混入するものの，亀裂が無く全長に亘り連続で均質なソイルセメントが形成されていた。b）強度の深度方向分布（図-5）は，平均強度 q_u=10.4 N/mm^2，変動係数 V=11.5%と強度のバラツキが小さく，造成深度全長に亘り均質であった。c）透水係数の深度方向分布（図-5）は，k=4.96～1.81×10^{-8}cm/sec の範囲にあり，透水性の高い琉球石灰岩地盤に対して十分な遮水性を有するソイルセメント壁が築造された。

図-4　全長ボーリングコアの性状

（3）従来工法との比較

柱列壁工法に代表される原位置水平攪拌混合方式では，施工対象深度に硬質層が介在する場合，掘削能率の低下と杭打継ぎ部の壁体品質の確保が困難となるため，先行削孔による補助工法を併用して施工を行うが，TRD 工法は，断面方向に配列の異なる切削ビットを取り付けたカッターチェーンが縦方向に回転し，対象深度全長を連続的に切削するため，硬軟な地層構成かつ多孔質な地盤性状に対して極めて有効で効率的な施工方法である。また，壁体品質は，過去の施工実績と同様に，壁深度全長に亘り均質なソイルセメント壁を築造する本工法の特徴が十分に発揮された。

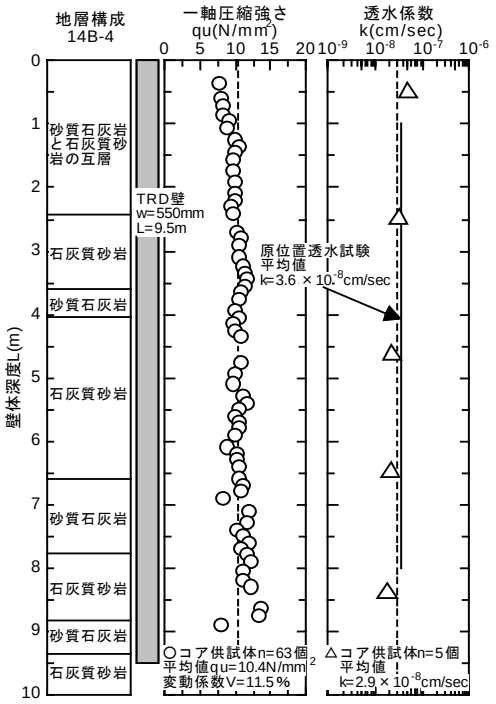

図-5　壁体品質の深度方向分布

５．おわりに

今回，TRD 工法にて琉球石灰岩地盤を対象としたソイルセメント地中連続壁を築造し，施工性及び壁体品質性から本工法の適用性を確認した。今後は，硬質石灰岩地盤や大深度施工に対し，カッタービットの開発や配合仕様，施工管理方法等の施工検討を行い，琉球石灰岩地盤での本工法の確立を進めて行きたい。【参考文献】1）社団法人日本建設機械化協会：TRD 工法（ソイルセメント地中連続壁工法）建設技術審査証明報告書，平成 15 年 4 月