

伊万里港臨港道路の地盤改良工事における ALiCC 工法の適用について

唐津港湾事務所 保全課 ◎進 明男
○山口 哲也

1. はじめに

伊万里港七ツ島地区の臨港道路の地盤改良において適用した ALiCC 工法について、地盤改良の必要性を踏まえた工法の選定から実際の施工管理までを報告する。

ALiCC 工法とは、盛土内に発生するアーチ効果を考慮することでセメント系改良体と未改良地盤に作用する盛土荷重を合理的に評価し、従来工法よりも大きな間隔で改良体を配置することができる設計法である。盛土直下に改良体を全面的に均等配置することにより、盛土の沈下量、不同沈下を抑制しつつ、コスト縮減を図ることが可能である。

2. 伊万里港の概要

伊万里港は佐賀県北西部に位置する天然の良港であり、古くは古伊万里など陶磁器の積出港として、また、大陸との海上交通の基地として栄えていた。現在は、木材加工業や造船業など県内唯一の工業港として、港湾機能拡充と臨海工業団地の整備が進んでいる。平成 15 年 3 月には伊万里湾大橋の暫定供用を契機に企業の進出・拡張が行われ臨海部の港湾活動が活発化している。七ツ島地区では、韓国、中国、国際フェーダーの 3 航路が就航しており、2014 (H26) 年のコンテナ取扱量 (外貿) は過去最高となるなど、西九州地域における物流の拠点港として背後圏域の経済発展を担っている。

3. 事業概要

伊万里港七ツ島地区国際物流ターミナル整備事業は、中国・韓国とのコンテナ航路の就航や順調なコンテナ貨物の増加に対応するため、平成 17 年度より大型化しているコンテナ船や貨物船が接岸できる岸壁 (水深 13m)、航路泊地 (水深 13m) 等の整備を行っている。平成 25 年 4 月に岸壁 (水深 13m) を暫定供用 (水深 11m) し、平成 28 年度には本格的な供用を開始した (水深 13m)。

このような中、七ツ島地区と背後圏の幹線道路を結ぶ道路が 1 ルートしかないことから、交通渋滞が頻繁に発生しており、円滑な貨物輸送の確保及び周辺環境への影響低減のため、新たな臨港道路の整備を平成 21 年度より実施している。

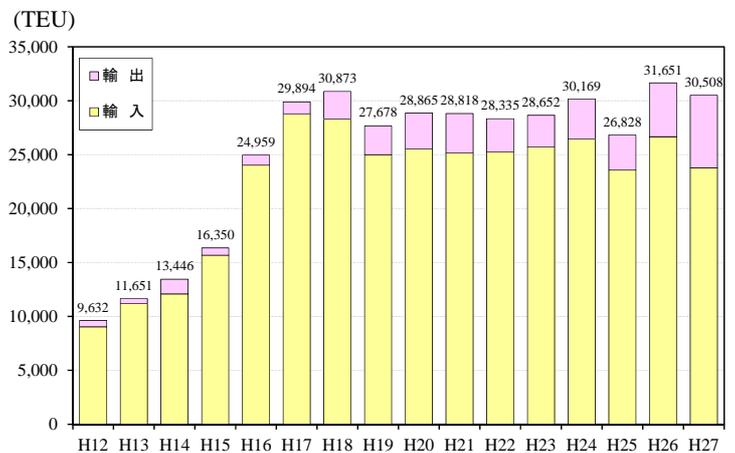


図-1 伊万里港のコンテナ取扱量推移(実入り)



図-2 伊万里港七ツ島地区国際物流ターミナル整備事業

4. 地盤改良の必要性

本現場の地層を図-3 に示す。新生代新第三紀の砂岩(Tss)を工学的基盤面とし、その上位に沖積層が 16m 程度堆積し、更に人工的な埋土(F)が 3m 程度覆う。沖積層については大部分がシルト主体の粘性土(Ac)である。Ac は圧縮強度が $q_u=20\sim 100\text{kN/m}^2$ 、含水比が $W=40\sim 80\%$ の軟弱粘性土であり、盛土を行った場合、円弧すべりや圧密沈下が懸念された。

最大盛土高さ $h=4.5\text{m}$ について円弧すべり解析及び圧密沈下解析を実施した。その結果、盛土のすべり安全率が $F_s=0.9$ 程度であり、基礎地盤のすべり対策が必要となった。また、圧密沈下解析では約 $S=90\text{cm}$ の全沈下量、 $\Delta S=70\text{cm}$ 程度の残留沈下量が予測され、供用残留沈下量 10cm を大きく上回るため、沈下対策も必要であった。

すべり及び沈下対策を考慮した上で、擁壁形式並びに基礎形式等を比較検討し、表-1 に示すように経済性に優れる組合せとして、「補強土壁+深層混合処理工法」を採用した。

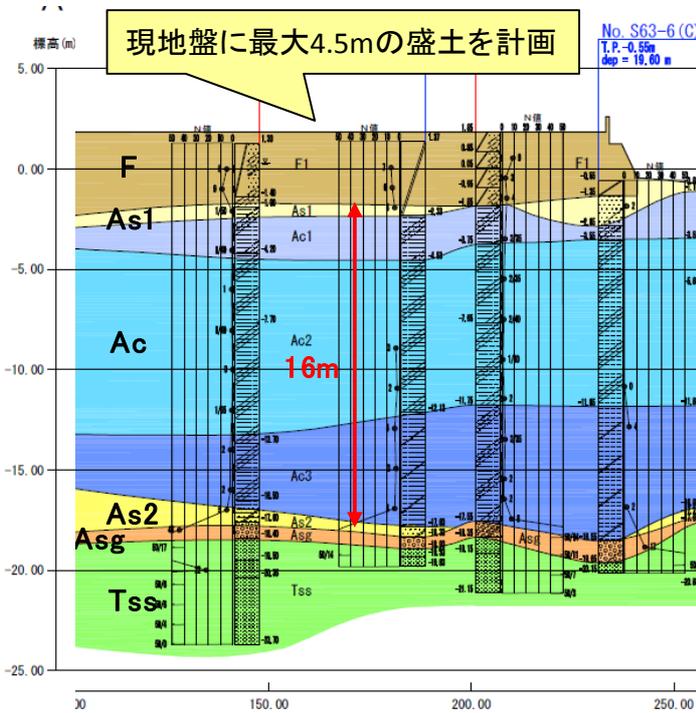


図-3 地質縦断図

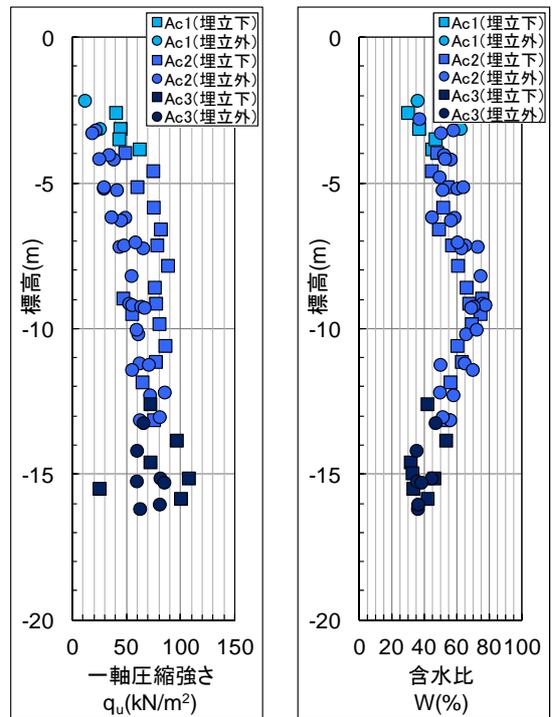


図-4 地盤物性



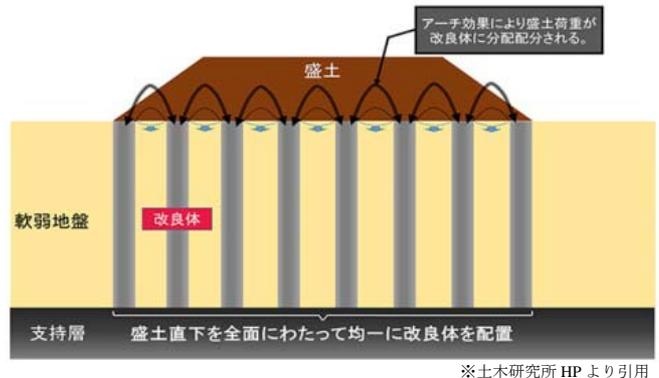
図-5 地盤改良位置図

5. 工法の選定

深層混合処理工法に求める性能は、すべり安全率を $F=1.2$ 以上に確保し、残留沈下を $\Delta S=10\text{cm}$ 以下に抑制し、擁壁の支持力を確保することである。深層混合処理工法の改良形式については、①従来の盛土の安定性確保に採用されている改良率 30% 以上の杭式、②コスト削減が可能とされており、近年の道路盛土の安定・沈下対策で実績がある低改良率 10~30%(ALiCC 工法)の形式を検討することにした。ALiCC 工法(低改良率コラムセメント工法)とは、盛土直下に従来よりも低い改良率で改良体を配置し、軟弱地盤の圧密沈下を抑制する工法であり、要求に応じて杭頭部にジオテキスタイル工法や浅層混合処理工法を補助工法として併用する工法である。ALiCC 工法の標準的な仕様は、改良径 $\phi 1.0\text{m}$ 、改良率 20% 以下($\phi 1.0\text{m}$ で杭中心間距離 $L=2.0\text{m}$ 以上)、改良強度が 1500kN/m^2 以下である。

地盤改良の形式の比較を表-2 に示す。杭式は、改良径を標準的な $\phi 1.0\text{m}$ と近年採用実績が増えつつある大口径 $\phi 1.6\text{m}$ を選定し、改良率は擁壁基礎への配置を考慮して 40% 程度とした。ALiCC 工法は、 $\phi 1.0\text{m}$ の改良体を $L=2.0\text{m}$ ピッチで配置し、補強土壁や重力式擁壁が配置されることから不同沈下が発生しないとされている浅層混合処理工法(厚さ $t=1.0\text{m}$)を併用することにした。比較の結果、ALiCC 工法は不同沈下の恐れがなく、従来形式より経済性に優位となった。

ALiCC 工法による対策後の円弧すべり解析及び沈下検討を「地盤改良のための ALiCC 工法マニュアル」を参考にして実施した結果、すべり安全率は $F_s=1.7$ 程度、全沈下量が $S=10\text{cm}$ となり、目標値を満たした。



※土木研究所 HP より引用

図-6 ALiCC 工法の概要

表-1 地盤改良形式の比較

概要		杭式			低改良率杭式(ALiCC工法)	
		改良体のある間隔において矩形状等に複数打設して改良地盤を形成する。			$\phi 1.0\text{m}$ の改良体を2m以上のピッチ以下で配置する。不同沈下対策として浅層混合処理工法等が併用されることがある。	
改良形式		①深層混合処理工法($\phi 1.0\text{m}$)	②深層混合処理工法($\phi 1.6\text{m}$)	③深層混合処理工法($\phi 1.0\text{m}$) +浅層混合処理工法($t=1\text{m}$)		
改良体の配置例						
工事概要	改良仕様	改良径 D (m)	1.00	1.60	1.00	
		改良体面積 a (m^2)	1.500	2.010	0.785	
		改良率 ap (%)	41	41	20	
	改良範囲	改良幅 B (m)	21	21	21	
		改良延長 L (m)	150	150	150	
	数量	深層混合 (本)	861	643	803	
		浅層混合 (m^3)	—	—	3,150	
概算工事費 (円)		116,000,000	119,000,000	88,000,000		
概算施工日数 (日)		145	130	160		
評価		改良体の間隔が広くなることから、不同沈下が懸念される。また、経済性に劣る。	改良体の打設本数が少なく、施工期間が短くなるが、不同沈下や経済性に劣る。	経済性に優位である。但し、浅層混合処理工法の併用により、施工期間は①、②よりも長い。		
		○	△	◎		

6. 施工状況及び施工管理

当該箇所の地盤改良工法は、経済性の観点から粉体攪拌工法を用いた。施工においては、ALiCC 工法において重要な改良体の間隔、深度や注入量等を適切に管理しながら施工を行った。

当該箇所は原地盤高と海水面の差が小さく、満潮時には水頭差による湧水が発生していたため、図-8 に示すように湧水の導線を確認し排水することで、ドライ環境での施工が可能となった。

施工管理において、所定の地盤改良がなされているか確認するため、チェックボーリングを行った。チェックボーリングの実施箇所及び本数は陸上工事における深層混合処置工法設計・施工マニュアル改訂版(平成16年3月)による。

採取したコアでは、均一な改良が施されていることが確認でき、一軸圧縮試験においても上層、中層、下層のすべてにおいて所定の強度が得られていることが確認できた。

また、通常チェックボーリングのコア採取位置は改良体の中心から1/4Dの位置(φ1,000mm であるので250mmの位置)で採取するところであるが、これに加えて中心から400mmの位置でもチェックボーリングを行い、改良体の外周部の品質を確認した。その結果、1/4Dと外周部とでは品質に顕著な差は見られず、改良体全体の品質に問題がないことを確認できた。



図-7 深層混合処理の施工状況



図-8 湧水対策の施工状況

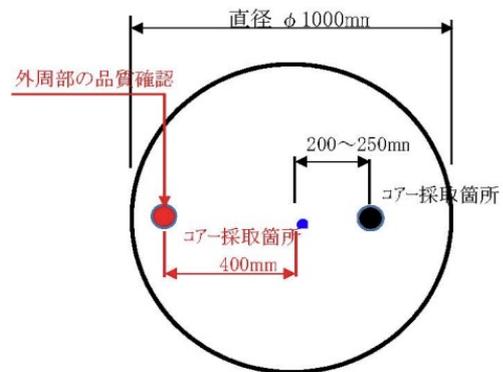


図-9 コア採取位置

7. まとめ

伊万里港七ツ島地区の臨港道路において、ALiCC 工法による地盤改良工事を行った結果、設計・施工ともに所定の結果が得られた。今後は、未改良部の深層混合処理と浅層混合処理を進めるとともに、同工法の更なる研究・開発がなされ、より効率的な改良工法となることを期待したい。