

4.3 交通拠点における地盤改良工事

4.3.1 連続式泥土処理工法による浚渫土砂の改良～茨城港（日立港区）第3ふ頭～

1. はじめに

茨城港（日立港区）は、茨城県日立市みなと町に位置し第1～5ふ頭を擁し、県の重要な港湾として機能している。本港は、石油製品や石炭、コークス、タルク、カオリン、萤石などの工業素材原料、首都圏向けの生鮮食品や生乳等、輸出入車両や非鉄金属等が取り扱われている。

このうち、第3ふ頭に関しては、増大する完成自動車取扱（輸出）の効率化を図るために新たな岸壁の新設、ふ頭用地の確保が計画された。**写真1**は第3ふ頭埋立前の海域を示したものである¹⁾。新設する岸壁は-12mと計画され、航路・泊地が確保されるためには約40万m³の浚渫が必要となった。この発生浚渫土の大半を有効利用するため、第3ふ頭に必要な埋立材および盛土材へのリサイクル材として活用する案が計画された。



写真1 第3ふ頭計画地（着工前）

2. 埋立・盛土に関する基本的な考え方

各工区の概要と発生浚渫土の土質性状を表1に示す。発生浚渫土は、粘性土および粘土混じり砂質土が全体浚渫土量の割合を大きく占めるため、無処理の状態では港湾関連用地・ふ頭用地としての機能確保が不可能であると予想された。そこで、この発生浚渫土を、埋立材や盛土材として活用するために、土質改良による性能向上が計画された。

改良工法は、原位置処理（一時的に軟弱な土砂を埋立計画地へ投入し、後から地盤改良を施す手法）と、中間処理（発生浚渫土を埋立計画地へ投入する手前で土質改良を施す手法）の2通りがあり、施工条件、土質条件、工期、経済性について比較検討した結果、中間処理の方が当該計画には適していると判断された。

表1 各工区の概要と発生浚渫土

工事名		第3ふ頭浚渫土改良工事			
		その1	その2	その3	その4
再利用先		埋立材	埋立材	盛土	盛土
目標強度	(kN/m ²)	$q_u \geq 112.5$	$q_u \geq 112.5$	$q_c \geq 800$	$q_c \geq 800$
浚渫土量(地山)※	(m ³)	65775	59436	43000	40000
含水比	(%)	91.2	105.2	91.3	87.4
湿潤密度	(g/cm ³)	1.469	1.419	1.463	1.477
液性限界	(%)	55.4	77.7	63.1	64.4
塑性限界	(%)	39.1	48.5	40.1	40.9
細粒分含有率	(%)	54.8	69.3	68.2	67.5

※浚渫土量は特記仕様に掲載された数値

ここで、改良材の品質について、埋立材として活用する場合は、港湾施設で求められる地盤強度以上（一軸圧縮強さ $q_u \geq 112.5 \text{kN/m}^2$ ）、盛土材として活用する場合は、路体と一部の路床を兼ねて第2種建設発生土以上（コーン指数 $q_c \geq 800 \text{kN/m}^2$ ）²⁾と設定された。

施工方法は、上述の要求品質、大容量急速施工の実績および経済性を総合的に検討した結果、固化材を用いた連続式泥土処理工法³⁾が採用された。当該工法は、セメント系固化材の添加を粉体で行うため、スラリー添加に比べ改良後の土量変化が小さいことも採用された理由の一つである。

3. 施工手順

施工は、埋立材として用いた施工手順（図1）と盛土材として用いた施工手順（図2）の2通りが計画された。前者は埋立地へ改良土を直接打設する施工手順（不搅乱改良土）、後者は改良土をいったん養生ピットへ投入し材齢3日後に盛土計画地まで場内搬出する施工手順（搅乱改良土）である。また、目標強度および搅乱条件が異なるため、それぞれの目標強度を設定し、工事着工前の配合試験結果を基に適正な添加量が設定された（前者：汎用固化材（添加量 70kg/m^3 ）、後者：汎用固化材（添加量 100kg/m^3 ））。



図1 埋立材として活用した施工手順

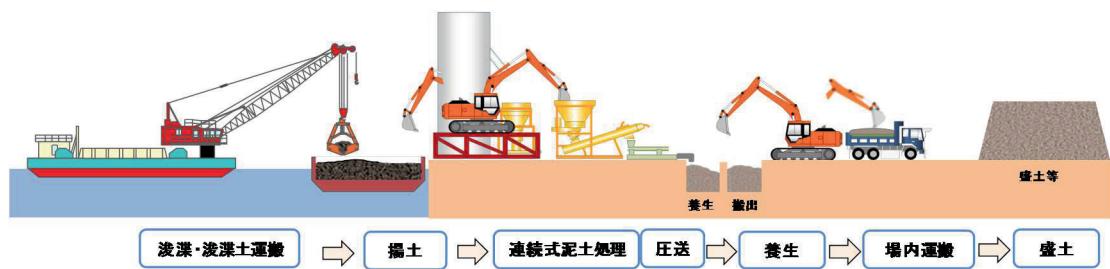


図2 盛土材として活用した施工手順

4. 連続式泥土処理施工

当該現場で用いた連続式泥土処理機（100m³/h タイプ）は、2基／工区×2工区で計4基である。写真2は、前項の埋立材として活用した施工手順（図1）のケースを撮影したものである。写真3は、その際の改良土圧送状況である。水中分離ではなく、改良土は水質への影響は軽微である状況が分かる。写真4は揚土ピットからの浚渫土集積および連続式泥土処理機プラントへの浚渫土投入状況の写真である。写真5は前項の図2の施工手順における固化処理後の改良土を養生ピットから積込運搬し盛土材として利用するケースの状況写真である。

連続式泥土処理プラントは巨礫や夾雜物などが搅拌装置に混入した場合、稼動停止や破損の恐れがあるため、解碎選別機を用いて雑物を除去した浚渫土を供給する必要がある。写真6および写真7は解碎選別機による浚渫土投入状況および解碎選別機の機構が分かる写真である。



写真2 連続式泥土処理による施工全景



写真3 埋立材利用時の改良土圧送状況



写真4 連続式泥土処理機による施工状況



写真5 養生ピットからの場内運搬状況



写真6 解碎選別機による泥土投入状況



写真7 解碎選別機

5. 品質管理

改良土の品質管理試験のうち一軸圧縮試験の頻度は、特記仕様により 1 回/1000m³ とし、それぞれ材齢 7、28 日で実施された。これまで 4 工区で試験が実施されてきたが、いずれも表 1 に示す目標強度を満足した。なお、3、4 工区は、目標強度をコーン指数に設定したが、品質管理基準値としては、搅乱条件やコーン指数と一軸圧縮強さとの関係式から、埋立材に用いる際には一軸圧縮強さ $q_u \geq 160.7 \text{ kN/m}^2$ と設定された。

6. おわりに

茨城県は、これまで第 3 ふ頭に関連する浚渫土量のうち、約 20 万 m³ 程度がセメント系固化材を用いた連続式泥土処理工法にて土質改良を施し、埋立材、盛土材として有効活用してきた。埋立工事は既に完了し、今後は盛土材としてさらに約 6 万 m³ 程度の土質改良が計画されている。写真 8 は約 3m の改良土の盛土を撮影したものであり、いずれも要求品質 ($q_c \geq 800 \text{ kN/m}^2$) を満足している。

これまで、埋立材や盛土材としての土質改良は、それぞれ単独工事として施工してきた。当該工事では、同一工法で施工管理、施工手順が異なっても、事前の施工計画を考慮したうえでの配合試験・配合設計を検討し、固化材添加量をコントロールすることで、目標強度を満足する改良体が構築された。



写真 8 改良土による盛土状況

【参考資料】

- 1) 平成 23 年 11 月 24 日 交通政策審議会第 46 回港湾分科会配布資料より
- 2) (独) 土木研究所 編著 : 建設発生土利用技術マニュアル第 4 版、2013 年
- 3) 泥土処理研究会ホームページ