

落下混合方式によるカルシア改質土の埋立

新日鐵住金(株) ○(正) 山越陽介 (正) 赤司有三 (正) 菅野浩樹
五洋建設(株) (正) 田中裕一 松本歩 渋谷貴志

1. 目的

港湾の水域施設の増深や水深確保を目的として、浚渫工事が行われているが、近年浚渫土処分場の容量が限界に近付いており、港湾事業での積極的な有効利用が求められている。カルシア改質土は、転炉系製鋼スラグを原料として成分管理と粒度調整を施した材料(カルシア改質材)を浚渫土に混合することで、浚渫土の物理的、化学的性質を改善した材料¹⁾である。これまで、カルシア改質土の管中混合工法による施工事例²⁾は報告されている。今回著者は、リクレーマー船を活用し、落下衝撃による浚渫土とカルシア改質材の混合方法を考案した。そこで、今回初めて落下混合方式による実機試験を行い、落下回数、落下距離と強度品質の関係を明らかにしたので報告する。

2. 実験材料

浚渫土は名古屋港周辺で採取したものを、カルシア改質材は新日鐵住金名古屋製鉄所産のものを使用した。各々の材料物性値を表1に示す。浚渫土は砂分含有率が3.7%と少なく、粘土分が多い粒度構成となっている。カルシア改質材の粒子密度は、 2.94g/cm^3 と浚渫土の土粒子に比較して大きい。また、カルシア改質材の粒度はJIS A 5001に規定されているCS-20と同等である。

表1 浚渫土及びカルシア改質材の物性値

項目		単位	浚渫土	カルシア改質材
土粒子の密度		ρ_s g/cm^3	2.669	2.94
コンシステンシー	液性限界	wL %	102.9	—
	塑性限界	wP %	38.2	—
	塑性指数	IP -	64.7	—
粒度	礫分	- %	0.0	67.6
	砂分	- %	3.7	31.4
	シルト分	- %	50.5	1.0
	粘土分	- %	45.8	—
	最大粒径	- mm	2.00	25
強熱減量		Li %	13.6	—
自然含水比		w0 %	151.9	—

3. 基礎実験

砂礫とセメントの混合では、落下による簡便な混合方法も提案されているが、カルシア改質土の落下混合において、最低限必要となる高さ等の条件を確認するために、カルシア改質土を落下させ、鉄板への衝突後の状況を確認した(写真1)。

0.5m落下のように衝突後に塊が残る状況ではカルシア改質材が分散しにくいため混練が進まないが、2mや10m落下では塊が粉碎されることから、カルシア改質土が混合されると考えられる。この結果から、今回使用した浚渫土の含水比150%程度の条件では、2m程度の落下で混合効果が得られると判断した。

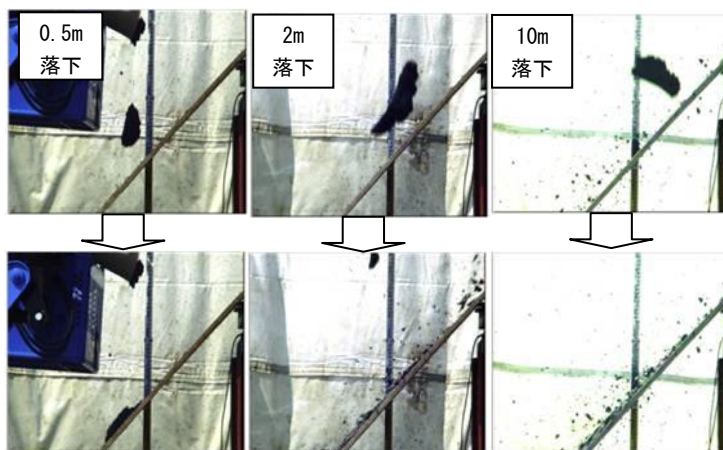


写真1 カルシア改質土の落下衝突状況

4. 実機試験

(1) 混合フロー

浚渫土とカルシア改質材を落下混合させる装置として、一般的に揚土作業に用いられるリクレーマー船を使用した(写真2)。まず、リクレーマー船に横付けした土運船から浚渫土を採取し、船内ベルトコンベアに載せる。次に、浚渫土の上からカルシア改質材を定量添加する。これらはベルトコンベアの乗り継ぎ部で2.5m落下(写真3)した後、スプレッダーから貯泥槽内に落下する(写真4)。その後、貯泥槽内の混合材を陸上ダンプに積み込み、埋立地内を運搬、法肩流下方式で打設(写真5)した。なお、落下したカルシア改質土が衝突・混合するとともに、

キーワード カルシア改質材、浚渫土、カルシア改質土、落下混合、埋立、リクレーマー船

連絡先 〒293-0021 千葉県富津市新富 20-1 新日鐵住金(株) 設備・保全技術センター TEL0439-80-2189

貯泥槽に直接落下して比重の大きいカルシア改質材が沈降し材料分離がおこらないように、貯泥槽には、 45° の角度で鉄板を設置した。また、浚渫土とカルシア改質材は容積比率で7:3となるように混合した。



写真2 リクレーマー船



写真3 落下1回目



写真4 落下2回目



写真5 落下3回目

(2) 落下回数と強度品質の関係

落下回数と混合度合いの関係を確認するため、船内ベルトコンベア上、スプレッダー上、貯泥槽内、打設地点で各々供試体を採取した。写真6に供試体のCT画像を示す。画像の白い部分がカルシア改質材であるが、未混合の船内ベルトコンベア上と比較し、落下1回後のスプレッダー上で浚渫土中にカルシア改質材が分散し、落下2回後の貯泥槽では外見上はほぼ均等に分散している。落下回数と強度発現の関係を確認するため、スプレッダー上、貯泥槽、打設地点の3箇所で混合材を採取し、各20本ずつ供試体を作成して材齢28日で一軸圧縮試験を実施した。このとき、スプレッダーからの落下距離は10mとした。結果を図1に示す。落下回数が増えるにつれて、一軸圧縮強さのばらつきを示す変動係数が減少していることがわかる。スプレッダー上では、変動係数は0.332と大きいですが、落下3回後の打設地点では0.099まで変動係数が小さくなり、平均強度も向上している。なお、室内配合試験における一軸圧縮強さの変動係数は0.11であった。

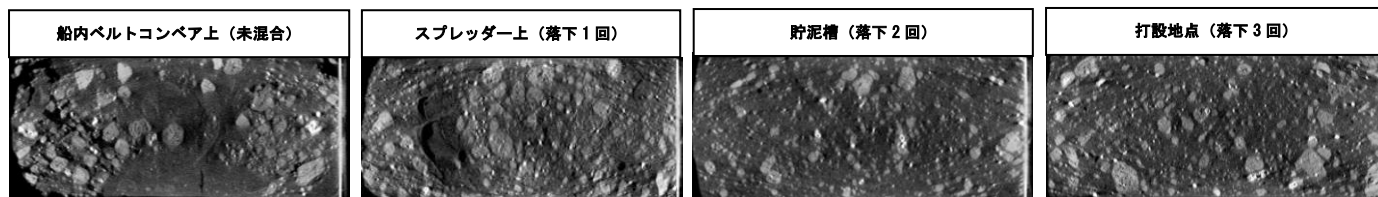


写真6 混合材のCT画像

(3) 落下距離と強度品質の関係

落下距離と強度発現の関係を確認するため、スプレッダーから貯泥槽への落下距離を変えて試験を実施した。落下距離を5m, 10m, 15mとし、貯泥槽で混合材を採取、各20本ずつ供試体を作成して一軸圧縮試験を実施した。結果を図2に示す。一軸圧縮強さ(材齢28日)のばらつきを表す変動係数は5m落下のときに0.147、15m落下のときに0.166となっており、今回の条件では混練度合いに与える影響は小さかった。

5. まとめ

上記から、以下の知見を得られた。

- 1) 落下混合方式により浚渫土とカルシア改質材の混練が可能であることを確認した。
 - 2) 今回の条件では、2m以上×3回の落下混合によりカルシア改質土の安定的な品質を確保することができた。
- 《参考文献》1) 転炉系製鋼スラグ 海域利用の手引 社団法人日本鉄鋼連盟 平成20年9月、2) 山越陽介、赤司有三、中川雅夫、菅野浩樹、田中裕一、辻匠、今村正、渋谷貴志: カルシア改質土の管中混合工法による海面埋立、土木学会論文集B3(海洋開発), vol. 69, No. 2, pp. 952-957, 2013

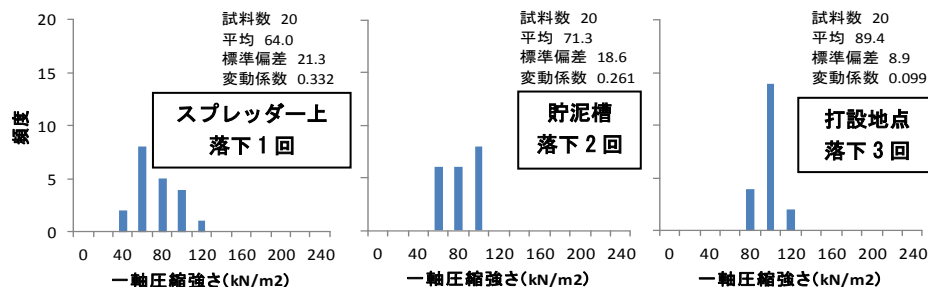


図1 採取地点別の強度分布

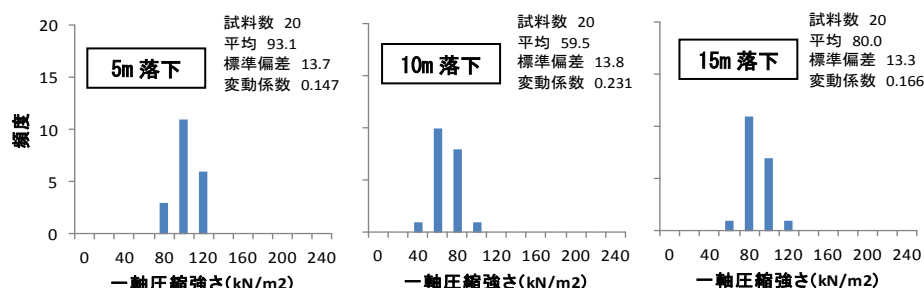


図2 落下高さ別の強度分布