

カルシア改質土の全開バージ直投時における濁り発生抑制効果(その1: 事前検討による環境影響評価)

東亜建設工業(株) 正会員 ○五十嵐ひろ子 御手洗義夫 永留 健
 高石謙介 森川正仁 山脇徹也
 新日本製鐵(株) 正会員 赤司有三 山越陽介 木曾英滋

1. はじめに

君津製鐵所西護岸沖浅場造成工事では、新日本製鐵(株)君津製鐵所の沖合いに浅場を造成する目的で、カルシア改質土を海底に投入した¹⁾。カルシア改質土は、浚渫土にカルシア系改質材(転炉系製鋼スラグ)の粒度や成分を調整したもの;以下、改質材)を混合することで、混合直後に粘性が増大するため²⁾、水中投入時での濁りの発生を抑制できることが期待されている。工事での施工は、経済性を考慮して、全開式の土運船(以下、バージ)内でバックホウによってカルシア改質土を混合し、混合後にバージから海底まで直接投入する方法を選定した。

本報は、カルシア改質土を海水中に投入する際に、改質土の配合が周辺環境に及ぼす影響を把握するために行った事前検討結果について報告する。

2. 対象試料および実験方法

(1) pH 試験, 白濁試験

カルシア改質土の海水中への直接投入に際して、周辺海域に影響を及ぼすような pH 上昇や白濁が生じない配合を検討するために pH 試験および白濁試験を行った。なお、これらの試験

は転炉系製鋼スラグ海域利用の手引きに記載されている方法³⁾で実施した。

対象とした試料の原料土と改質材は、工事で使用が予定されていたもので、それぞれの物理特性を表-1、表-2 に示す。浚渫土の自然含水比は液性限界の1.4 倍であり、我が国で一般的に堆積している海成粘土の値⁴⁾ ($w_p/w_L=0.75 \sim 1.2$ 程度)よりもやや高く、シリンダーフロー値(以下、フロー値)は13cm であった。pH 試験、白濁試験で対象とした試料は、表-3 に示すように、同じ含水比に調整した調整土(原料土+海水; $\rho=1.295\text{g/cm}^3$, フロー値18cm)に表乾状態の改質材をカルシア改質土全体の体積混合量で20, 30, 40, 50, 60%混合したものと、改質材のみの合計6 試料とした。なお、今回の配合は、既往の実績³⁾から改質材の体積混合量が全体の30%とすることが基本となっており、そのときのカルシア改質土のフロー値が10cm 程度になるように調整土の含水量を設定した。また、今回の配合ケースで改質材の体積混合量を変化させたのは実施工での混合時のばらつきを想定しており、許容できる混合量を設定するためである。表-3 には、各配合ケースの試験に用いた試料の湿潤密度とフロー値の実測値も示した。作製したカルシア改質土は、作製後3 時間でpH 試験、白濁試験を行った。

(2) 円筒水槽を用いた水中投入実験

カルシア改質土を水中投入する際に材料分離の影響によって汚濁が発生することが懸念された。そこで、材料分離しにくい配合を検討するために、流動性の異なるカルシア改質土を作製し、簡易な水中投入実験を行なった。

対象とした試料の浚渫土と改質材は(1)と同様である。水中投入実験で対象とした試料を表-4 に示す。対象試料のうち、浚渫土のケースでは、表-1 に示したものをそのままの状態で使用した。カルシア改質土は、調整土の流動性を変化させて所定量の改質材を混合した。水中落下実験は水深が内径170mm、深さ1m の円筒型水槽に水道水を満たし、水面上から浚渫土と混合直後のカルシア改質土の塊をそれぞれ約100cm³投入し、落下過程での汚濁の発生状

キーワード カルシア改質土, pH, 白濁, 汚濁抑制

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町1-3 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター TEL045-503-3741

表-1 浚渫土の物理特性

| 土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$ | 湿潤密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$ | 自然含水比 $w_n(\%)$ | 液性限界 $w_L(\%)$ | 塑性限界 $w_p(\%)$ | pH | 粒度組成 (%) | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----|----------|-----|------|------|
| | | | | | | 礫 | 砂 | シルト | 粘土 |
| 2.646 | 1.303 | 141.7 | 103.6 | 43.6 | 8.3 | 0.4 | 5.0 | 82.6 | 12.0 |

表-2 改質材の物理特性

| 粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$ | 表乾密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$ | 粒度組成 (%) | | |
|---------------------------------|-------------------------------|----------|----|--------|
| | | 礫 | 砂 | シルト・粘土 |
| 3.269 | 2.995 | 69 | 26 | 5.5 |

表-3 検討ケース(pH・白濁試験)

| 対象試料 | 改質材混合割合(Vol%) | 湿潤密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$ | フロー値 (cm) |
|---------|---------------|-------------------------------|--------------|
| カルシア改質土 | 20 | 1.635 | 10.0 |
| | 30 | 1.805 | 10.0 |
| | 40 | 1.975 | 9.2 |
| | 50 | 2.145 | 8.4 |
| | 60 | 2.315 | 8.2 |
| 改質材 | 100 | - | - |

表-4 検討ケース(水中投入実験)

| 対象試料 | 改質材混合割合(Vol%) | 湿潤密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$ | フロー値 (cm) |
|---------|---------------|-------------------------------|--------------|
| 浚渫土 | 0 | 1.303 | 13.0 |
| カルシア改質土 | 30 | 1.783 | 10.0 |
| | 30 | 1.776 | 13.0 |
| | 30 | 1.755 | 15.0 |

況をデジタルビデオで撮影し、材料分離や汚濁発生状況の比較を行った。

表-5 pH 試験結果

| 改質材混合割合(Vol%) | 改質土フロー値(cm) | pH 3時間後 |
|---------------|-------------|---------|
| 20 | 10.0 | 8.21 |
| 30 | 10.0 | 8.41 |
| 40 | 10.0 | 8.27 |
| 50 | 9.5 | 8.41 |
| 60 | 9.8 | 9.03 |
| 100 | - | 9.33 |

3. 実験結果

(1) pH 試験, 白濁試験結果

表-5 に各ケースでの pH 試験結果を示す。表をみると、改質材の混合割合が 20～50%Vol のケースでは、投入後 3 時間の pH が 8.2～8.4 程度で、転炉系製鋼スラグ海域利用の手引きに記載されている適用推奨範囲(pH : 5.0～9.0)内であった。一方、混合割合 60%Vol や改質材のみのケースでは、投入後 3 時間での pH が 9.0 を越える結果であった。

図-1 に投入後 3 時間での白濁試験の状況写真を示す。図をみると、混合量 60%Vol や改質材のみのケースで海水が白濁している様子が観察できる。それ以外のケースについては、改質土表面がやや白っぽくなっているものの、海水の白濁は確認されなかった。

なお、改質材の混合割合が 30%Vol でフロー値が 12cm, 15cm の改質土の pH 試験, 白濁試験も行っており、今回実施した結果とほぼ同様の傾向であった(フロー値 12cm : pH=8.2, フロー値 15cm : pH=8.3, 両方とも海水の白濁なし)。

以上のことから、今回の工事で使用する改質材で改質土全体に対する混合割合が 50%以下であれば、周辺海水の pH 上昇や白濁の影響が少ないものと判断した。

(2) 円筒水槽を用いた水中投入実験結果

図-2 に水中投入実験の状況写真を示す。図はそれぞれの水槽の中央付近に土塊が落下している状況である。図をみると、浚渫土のみのケースでは投入直後の水面付近から濁りが発生しているのに対し、カルシア改質土のケースではいずれも投入直後の材料分離が非常に少なく汚濁発生量が低減できている様子がわかる。このように、改質材を混合することで汚濁発生が低減される効果が明確

にあらわれている。次に、流動性の異なるカルシア改質土を比較すると、どのケースでも水中落下深さ 30～40cm 程度までは、塊状に落下する様子が確認された。その後、フロー値 10cm と 13cm の改質土のケースでは、材料分離と汚濁の発生がややあったものの、塊状の改質土が深さ 100cm の底部まで沈降・到達するのが確認できた。一方、フロー値 15cm のケースについては、投入後深さ 40cm 程度で大きな材料分離が生じ、それ以降は改質土の塊が確認できないほどの材料分離と汚濁の発生が観察された。

以上の結果から、改質材の混合が汚濁抑制材としての効果を発揮するには、改質土のフロー値を 13cm 以下にする必要があると判断した。

4. おわりに

今回、君津製鐵所西護岸沖浅場造成工事でのカルシア改質土を海水中に投入する際に、改質土の配合が周辺環境に及ぼす影響を把握するために事前検討を実施した。その結果、改質土は改質材の混合割合が 50%以下、フロー値が 13cm 以下であれば、周辺海水への pH や白濁、投入時の汚濁の影響が少ないことを確認することができた。

《参考文献》1) 永留ら：カルシア改質土の全開バージ直投時における濁り発生抑制効果(その 2 : 実施工における品質管理試験結果), 土木学会第 67 回年次学術講演開概要集第 VI 部門, 2012(投稿中)。2) (社)日本鉄鋼連盟：転炉系製鋼スラグと浚渫土との混合改良工法技術資料, 78 p., 2008。3) (社)日本鉄鋼連盟：転炉系製鋼スラグ海域利用の手引き, pp.48-50, 2008。4)小川ら：港湾地域における土の工学的諸係数の相関性, 港湾技術研究所報告, Vol.17, No.3, pp.3-89, 1978。

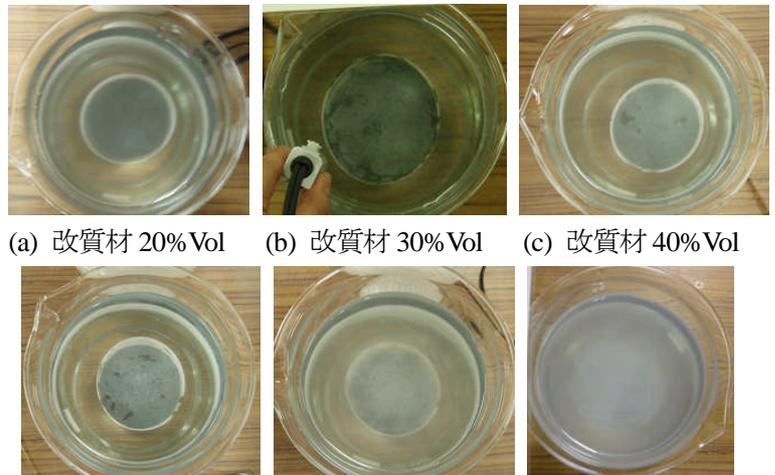


図-1 白濁試験結果(投入後 3 時間)

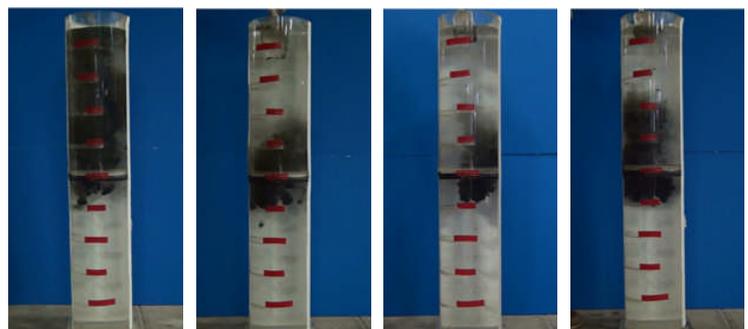


図-2 水中落下実験結果