浚渫土固化体の製造と海域投入

五洋建設（株）　正会員　○田中裕一　五洋建設（株）　正会員　山田耕一
五洋建設（株）　佐々木勝則　五洋建設（株）　永守　学
新日本製鐵（株）正会員　赤司有三　新日本製鐵（株）正会員　藤井郁男

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，近年浚渫土の処分場の確保が課題となっている．一方，鉄鋼生産の副産物である製鋼スラグは，土木資材等への活用が期待されている．そこで，浚渫土と製鋼スラグの有効活用を目的として，浚渫土と製鋼スラグ，高炉スラグ微粉末を混合して人工石材（以下，浚渫土固化体と略）を製作し，魚礁・藻礁石として海域投入を行った．

浚渫土 40%以上（全体積中の混合率）の配合とすること，材令 28 日で強度 10N/mm^2 以上を得ること等を目標として，この条件を達成するための配合条件，製造方法等浚渫土固化体に係る一連の知見を得ることを目的としてデータの取得を行った．

２．材料および配合試験

博多港で採取した浚渫土，製鋼スラグ（表乾密度 3.22 g/cm^3，粒径 25mm 以下），高炉スラグ微粉末（密度 2.91g/cm^3）を用い，室内配合試験を実施した．浚渫土の土質試験結果を表-1 に，浚渫土と製鋼スラグの粒度試験結果を図-1 に示す．また，配合試験の目標値を表-2 に，配合条件と試験の結果を表-3 に示す．浚渫土固化体の目標強度は材令 28 日で 10N/mm^2 であるが，室内配合試験では安全率を考慮して 12N/mm^2 を目標とした．施工時の混練や型枠への充填が容易なようにスランプの目標値を 5～10cm とした．

表-1　浚渫土の土質試験結果

項目			博多港浚渫土
一般	湿潤密度	g/cm3	1.383
	土粒子密度	g/cm3	2.652
	含水比	%	128.4
粒度	礫分	%	1.1
	砂分	%	18.1
	シルト分	%	47.5
	粘土分	%	33.3
コンシステンシー特性	液性限界	%	85.6
	塑性限界	%	31.1
	塑性指数		54.5
その他	pH		7.9
	強熱減量	%	13.4

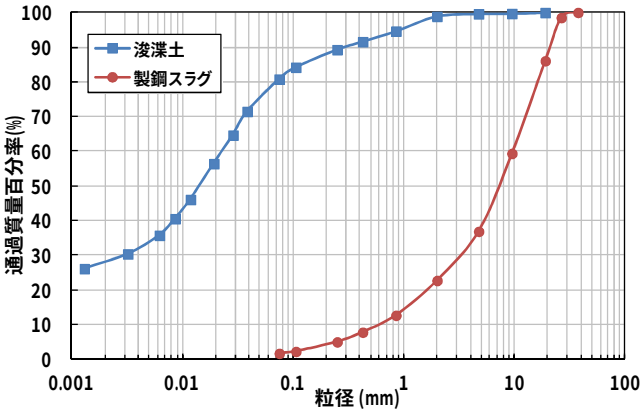

図-1　粒径加積曲線

表-2　配合試験目標値

項目	設定値
圧縮強さ	10N/mm^{2}以上 室内配合：12N/mm^{2}以上
浚渫土混合率	40%以上
pH	5.0～9.0
スランプ	5～10cm

表-3　配合条件および試験結果

No.	浚渫土混合率 vol%	配合（浚渫土固化体1m^{3}あたり）				試験結果		
		浚渫土 kg	水 kg	製鋼スラグ kg	高炉ｽﾗｸﾞ微粉末 kg	スランプ cm	圧縮強度 N/mm^2	pH
1	40	563	160	632	714	5.6	9.8	8.7
2			172	462	832	5.5	12.6	9.0
3			198	222	975	6.4	12.6	8.9
4	45	633	145	590	650	7.0	12.2	8.8
5			160	405	773	7.4	11.8	8.9
6			184	166	920	6.1	15.0	8.9
7	50	704	155	325	715	6.0	11.3	8.9

キーワード　製鋼スラグ，浚渫土，浚渫土固化体，人工石材，魚礁，藻礁石
連絡先　〒329-2745　栃木県那須塩原市四区町 1534-1　五洋建設（株）技術研究所　TEL0287-39-2116

配合試験の結果より，No.1 以外は材令 28 日で 10N/mm² 以上が得られた．また，pH については全ケースにおいて 9.0 以下となった（初期 pH8.6，博多港の海水を使用し固液比 1：10[1)] の条件で測定）．表-2 の目標値を満たす No.2，3，4，6 の配合のうち，浚渫土混合率が 45%と高く，製造コストを抑制することができる No.4 を配合条件として選定した．

４．浚渫土固化体の製造，海域投入

配合試験により決定した条件で浚渫土と製鋼スラグ，高炉スラグ微粉末を事前に混合し，2 軸パドルミキサ方式の土質改良機に投入して混練を行った（写真-1，2）．1 回 10m³ ずつ 3 回の作業により合計 30m³ の浚渫土固化体を作成した．混練した材料は型枠に投入し，7 日後に 300～500kg の大きさに破砕し，28 日強度を確認した上で魚礁・藻礁石として海域に投入した（写真-3～5）．

土質改良機による混合後の試料について，現場で湿潤密度の計測を行い，ばらつきが小さく浚渫土と製鋼スラグが適切に混合されていることを確認した上で型枠に投入した．湿潤密度の平均値は 2.087g/cm³ であった．

浚渫土固化体の強度試験の結果を図-2 に示す．混練後のモールド充填試料（図の 1 バッチ目～3 バッチ目），浚渫土固化体からのコア抜き試料（N=6）とも同様の強度発現を示し，材令 28 日で平均 12.0N/mm² と目標とした 10N/mm² 以上の強度が得られた．また，モールド充填試料の材令 91 日の強度は，15.7N/mm² であった．

浚渫土固化体の pH は 8.8 と海水の値よりやや上昇したが，排水基準の 9.0 を下回った．また，溶出試験により，廃棄物の処理及び清掃に関する金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準等を超過しないことを確認した．

５．まとめ

浚渫土と製鋼スラグを有効活用した浚渫土固化体について，配合試験，製造，海域投入と一連の作業を行い，目標強度が得られること，pH9.0 以下であること，有害物質の溶出が無いこと等を確認した．また，浚渫土固化体の現場/室内強度比はほぼ 1 であった．

写真-1　浚渫土への製鋼スラグ・高炉スラグ微粉末の事前混合

写真-2　土質改良機による混合

写真-3　型枠への投入

写真-4　破砕後の状況

写真-5　海域への運搬・投入

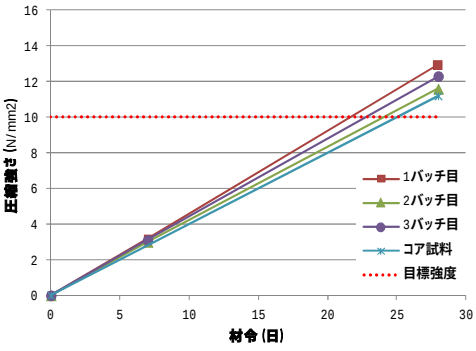

図-2　強度発現状況

参考文献

1）港湾関連民間技術の確認審査・評価報告書　製鋼スラグ水和固化体製人工石材，沿岸技術研究センター，平成 19 年 11 月