カルシア改質材の粒径がカルシア改質土の強度特性に及ぼす影響

東亜建設工業　技術研究開発センター　正会員　○田中　洋輔
東亜建設工業　技術研究開発センター　正会員　御手洗義夫
東亜建設工業　東京支店　正会員　永留　健

１．はじめに

近年，維持浚渫等で発生する浚渫土の再利用が求められており，その再利用方法の１つとしてカルシア改質土がある．カルシア改質土は，浚渫土に成分管理と粒度調整をした転炉系製鋼スラグである「カルシア改質材」を混合したものであり，浚渫土の強度増進，海域の濁り抑制効果等の特長を生かし，窪地の埋め戻し材や浅場造成材料として使用されている．カルシア改質土の特徴として，改質材に含まれる遊離石灰が反応して固化し，ゆっくりと固化が進行すると考えられている．また，製鋼スラグの細粒分が改質土の強度特性に大きく影響する知見もある[1)]．そこで，粒度の異なるカルシア改質材を用いてカルシア改質土を作製し，改質材の粒径が強度発現に及ぼす影響について検討した．

２．浚渫土，カルシア改質材の物理・化学特性

浚渫土は，東京湾粘土と福山港粘土の 2 種類の浚渫土を用いた．浚渫土はテーブルフロー試験のフロー値が 12cm 程度になるように含水比調整を行った．浚渫土の物理・化学特性，および配合時のフロー値，湿潤密度，含水比を**表 1** に示す．カルシア改質材は，粒径 20mm 以下の転炉系製鋼スラグを 4.75mm および 0.85mm のふるいでふるい分けを行い，**表 2** に示す 3 種類の粒度のカルシア改質材を準備した．同表にカルシア系改質材の物理・化学特性を示し，**図 1** に粒径加積曲線を示す．また，各カルシア改質材について f-CaO（遊離石灰）の含有量の分析も行った．分析方法は，エチレングリコール抽出原子吸光分析法とした．その結果を**表 1** に示す．粒径が小さいものほど，f-CaO が大きい傾向が確認でき，既往の知見とほぼ同様な傾向であるといえる[2)]．

表 1　浚渫土の物理・化学特性

試料名			東京湾粘土	福山港粘土
土粒子密度		g/cm^3	2.708	2.653
砂分		%	14	5
シルト分		%	41	45
粘土分		%	45	50
液性限界		%	60.7	110.8
塑性限界		%	38.3	33.7
pH			8.1	10.4
強熱減量		%	8.3	8.3
配合時	フロー値	cm	12.7	12.5
	湿潤密度	g/cm^3	1.384	1.297
	含水比	%	142.3	197.2

表 2　カルシア改質材の物理・化学特性

カルシア改質材		① 0.85mm 以下	② 0.85～4.75mm	③ 4.75～19mm
自然含水比	%	6.4	2.4	1.6
土粒子密度	g/cm^3	3.5	3.6	3.7
表乾密度	g/cm^3	2.776	3.032	3.385
礫分	%	0	60	99
砂分	%	89	39	0
細粒分	%	11.0	1.0	1.0
最大粒径	mm	0.85	4.75	19
pH		12.7	11.9	11.6
比表面積	cm^2/cm^3	321.7	43.7	16.6
f-CaO（遊離石灰）	%	5.87	3.25	2.6

３．配合条件

カルシア改質土の配合では，浚渫土とカルシア改質材の混合比を体積比で 7：3 とした．なお，配合の計算では，浚渫土の湿潤密度，カルシア改質材の土粒子密度を用いて計算した．

3 種類の粒度のカルシア改質材と浚渫土を混合し，カルシア改質土を作製し，プラスチックモールドを用いて，一軸圧縮試験用の供試体（ϕ5cm×h10cm）を作製し，所定の材齢を経過した供試体に対して一軸圧縮試験（JIS A 1216）を実施し，強度特性について調べた．

キーワード　製鋼スラグ，浚渫土，カルシア改質土，強度特性，粒度，比表面積
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

4．試験結果

図 2 に材齢と一軸圧縮強さの関係（両対数）を示す．すべてのケースとも材齢に伴う強度増加がみられるが，ケース①（0.85mm 以下）の強度が他のケースよりも卓越していることが分かる．これは，粘土の違いによらず同様の傾向である．この原因は，カルシア材の粒子が細かいほど，カルシア材の体積に対する表面積が大きく，浚渫土との接触し反応する面積が大きいためと考えられる．

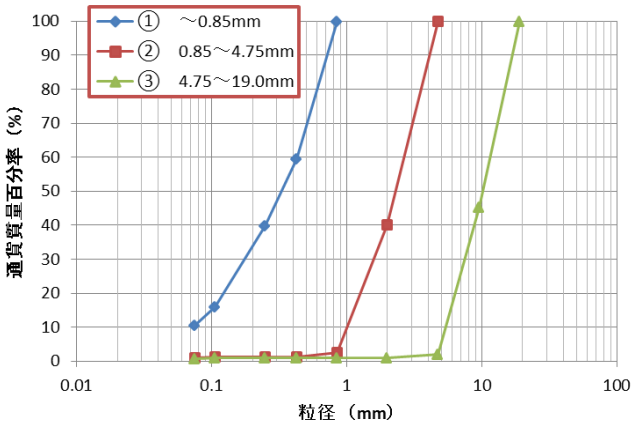

図 1　カルシア改質材の粒径加積曲線

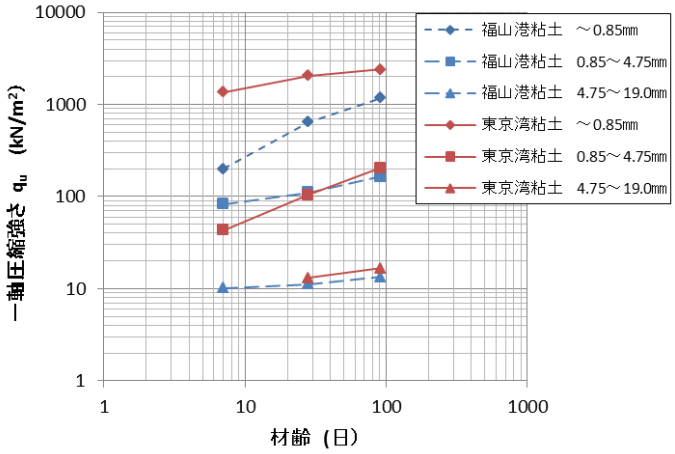

図 2　材齢と一軸圧縮強さの関係

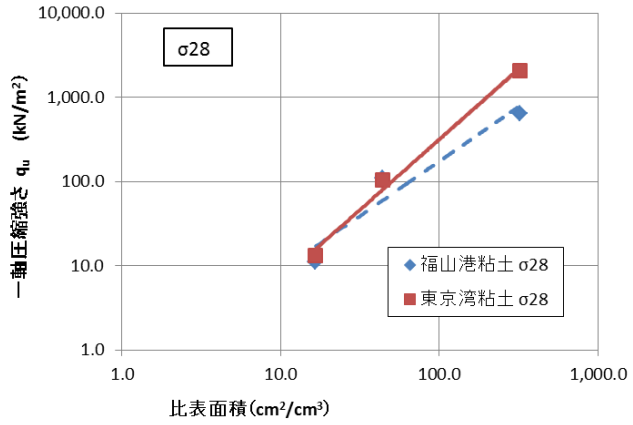

図 3　比表面積と一軸圧縮強さ（σ28）の関係

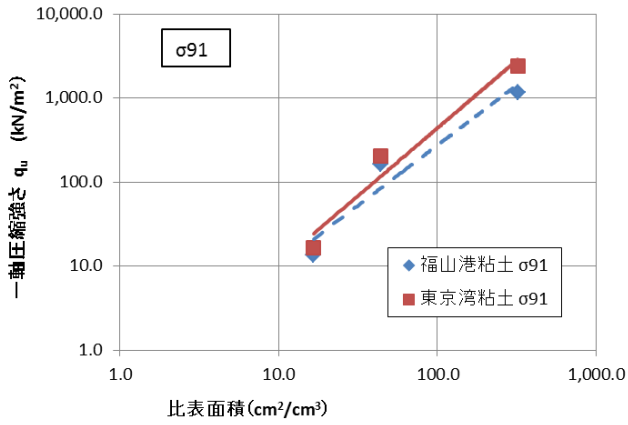

図 4　比表面積と一軸圧縮強さ（σ91）の関係

5．比表面積による評価

カルシア改質材の粒度分布から，粒径に対する割合を求め，カルシア材の粒子密度が粒径に依らず一定かつ粒子を球と仮定した上で，カルシア材 1cm^3 あたりの表面積（cm^2）を積算して求め，これを比表面積として，一軸圧縮強さとの関係を調べた．**表 2** に各カルシア改質材の比表面積を求めた結果を示している．**図 3**，**図 4** は比表面積と一軸圧縮強さ（σ28，σ91）の両対数の関係を示している．両図より，比表面積が強度特性に強く影響していることがわかる．また，既往の知見 [1)]等と比較しても，f-CaO（遊離石灰）の含有量よりも、粒度の違いが強度特性に強く影響しているものと思われる．

6．まとめ

粒度の異なるカルシア改質材に対して浚渫土との同じ混合割合でカルシア改質土を作製し，粒度の違いが強度特性に及ぼす影響について検討した．その結果，粒度の違いが強度特性に強く影響することを確認した．今後も，改質材の粒度の違いが，長期的な強度特性に及ぼす影響について研究を継続する．

《参考文献》1)　平井他（2012）：製鋼スラグ混合土の配合・配合条件がその力学特性に与える影響について，港湾空港技術研究報告，Vol. 51，No.3．2)　堤他（2008）：製鋼スラグの迅速炭酸化処理技術の開発，新日鉄技報，第 388 号．