異なるサンプリング方法によるカルシア改質土の強度特性

東亜建設工業　正　○西田浩太
東亜建設工業　正　　永留　健
東亜建設工業　正　　田口博文

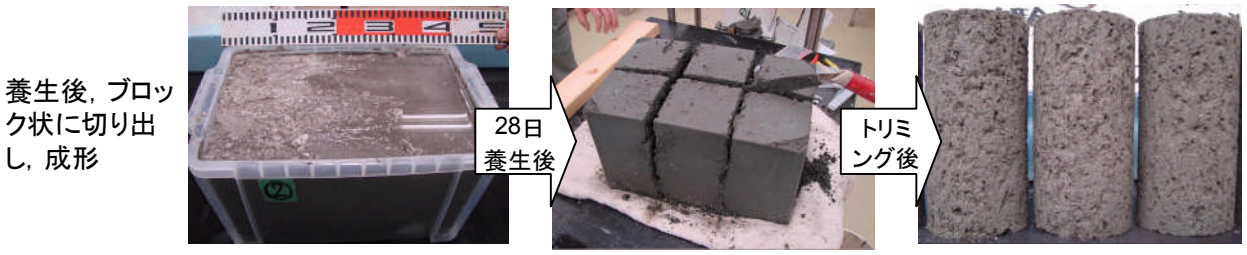
1. はじめに

高含水比の浚渫土のような低品質な発生土に鉄鋼生産過程において副生する転炉系製鋼スラグ（カルシア系改質材，以下改質材と略記）を混合することで，改質することができ，リサイクル材料（カルシア改質土，以下改質土と略記）として使用可能となることが最近の研究でわかっている[1)]．

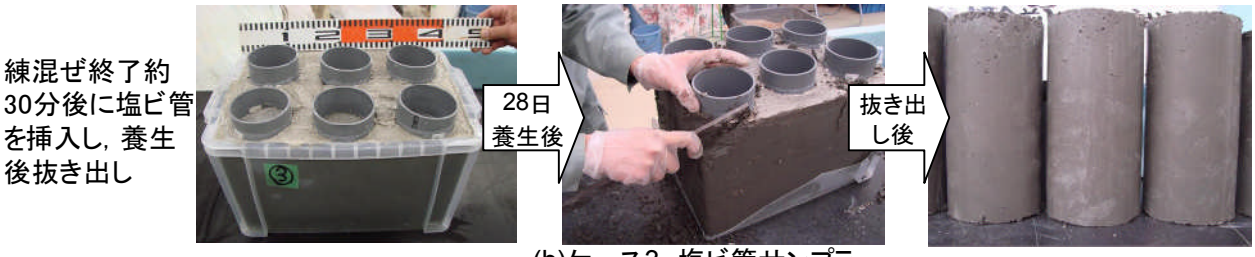
改質土を海域環境に利用する場合，浅場・干潟造成や深堀跡地・埋戻し材としての適用が期待されている[2)]．適用に際して，改質土は変形を起こさないよう所定の強度を有していなければならず，そのためには施工段階において強度を満足するように適切に品質管理を行う必要がある．さらに今後，改質土の利用拡大が期待されることから，正確な強度比を把握することが重要となる．本文では，実際に原位置で適用されると考えられる 3 種類のサンプリング手法で供試体を採取し，その際の改質土の強度や，モールドで採取した供試体との強度比の違いを把握するための室内試験を実施したので，結果を報告する．

表-1 浚渫土，カルシア系改質材の物理特性

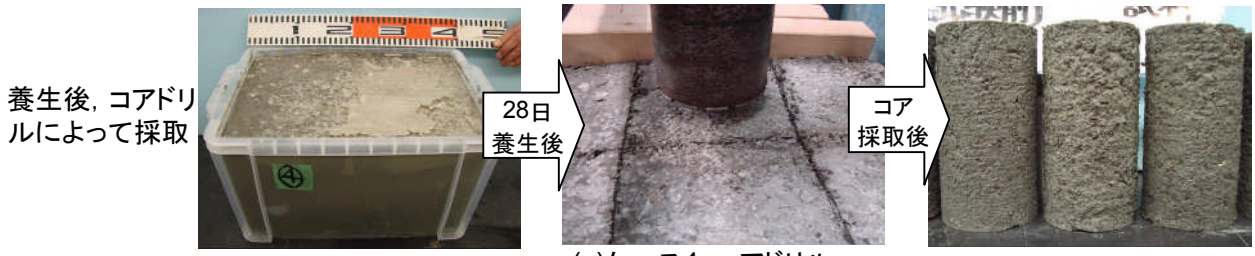
		浚渫土	カルシア系改質材
土粒子密度 ρ_s (g/cm^3)		2.653	3.552
自然含水比 w_n (%)		138.4	2.4
粒度	礫　(>2mm) (%)	0.1	36.0
	砂　(75μm~2mm) (%)	5.0	55.0
	シルト (5μm~75μm) (%)	45.0	9.0
	粘土　(<5μm) (%)	49.9	
最大粒径 (mm)		4.75	9.50
液性限界 w_L (%)		110.8	-
塑性限界 w_P (%)		33.7	-
強熱減量 (%)		10.4	-



(a)ケース2　ブロックサンプリング



(b)ケース3　塩ビ管サンプラー



(c)ケース4　コアドリル

図-1 サンプリング試料

キーワード：カルシア改質土，サンプリング，せん断強さ
〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町 1-3，TEL 045-503-3741，FAX 045-502-1206

2. 試験条件

2.1 試料・配合

表-1 に試験に用いた浚渫土および改質材の物理特性を示す．浚渫土は福山港で採取されたもので，細粒分（シルト分+粘土分）が 90%以上であった．またこれまでに実施された実現場での施工では， 0～25mm の粒径範囲の改質材が適用されるケースが多いが，本試験では装置の都合上，最大粒径 9.50mm のものを用いた．

カルシア改質土の配合は，既往の実績 [1]を参考に，真体積比で浚渫土：改質材=7:3 とした．混合前に浚渫土は密度 1.237g/cm^3，フロー値 27cm とし，改質材は表乾状態（表乾密度 3.16g/cm^3）に調整して配合した．混合直後の改質土のフロー値は，施工性がよくかつ適度な流動性を保つため，12cm に調整した．なお，このときの改質土の配合密度は 1.814g/cm^3 である．

2.2 試験方法

改質土は 5 分間ミキサで練り混ぜた後，養生・サンプリングを行い，一軸圧縮試験（サイズ：直径 7.5cm，高さ 15cm）を実施した. 養生温度は 20℃, 養生期間は 28 日間である. **ケース 2～4** の状況写真およびサンプリング方法を**図-1** に示す.

表-2 試験結果

試料名	サンプリング方法	試験本数	湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	含水比 w (%)	一軸圧縮強さ q_u (kN/m^2)	強度の変動係数 (%)	ケース1との強度比
ケース1 モールド	試料をモールドに充填し養生	5	1.830 (1.820~1.844)	48.5 (47.9~49.4)	266 (260~272)	1.6	–
ケース2 ブロック	養生後，ブロック状に切り出し，成形	6	1.799 (1.791~1.808)	49.9 (49.2~50.4)	197 (185~215)	6.2	0.74
ケース3 塩ビ管	練混ぜ終了約30分後に塩ビ管を挿入し，養生後抜き出し	6	1.822 (1.814~1.830)	51.2 (50.9~51.4)	187 (182~192)	2.2	0.70
ケース4 コアドリル	養生後，コアドリルによって採取	6	1.883 (1.867~1.901)	46.9 (46.0~47.8)	174 (159~186)	5.6	0.65

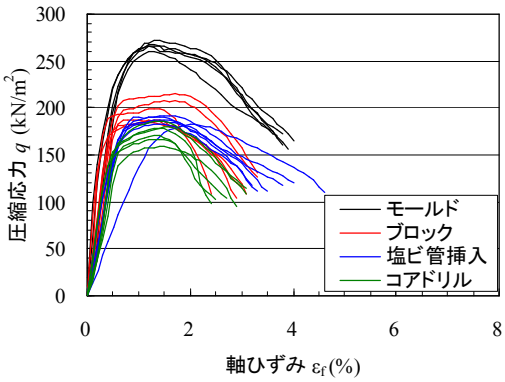


図-2 応力～ひずみ曲線

3. 試験結果

試験結果の一覧を**表-2** に示す．一軸圧縮強度はモールドで作製した**ケース 1** が最も大きい値となった．強度が最も小さかったのはコアドリルによるサンプリング（**ケース 4**）であり，採取時の乱れが最も大きかったものと考える．**図-2** に全供試体の応力～ひずみ曲線を示す．この図からも分かるように，破壊ひずみはほぼすべての供試体で 1.0~1.5%の範囲内にあるものの，サンプリングされた供試体（**ケース 2～4**）は乱れの影響を受け，**ケース 1** と比較して強度が低下している．最も強度が低い**ケース 4** と **1** の強度比は 0.65 であり，**ケース 2，3** においてもそれぞれ 0.74，0.70 と 3 つのケースで 0.7 前後の値であった．なお，管中混合固化処理工法の強度比（陸上部）は 0.7 であり [3]，室内試験での確認ではあるが，本試験から得られた強度比はそれと同程度であったといえる．

一軸圧縮強度のばらつき（変動係数）は**ケース 2，4** が他の 2 ケースよりも若干大きい結果となった．**ケース 2** および **4** はともに成形や採取時による乱れを大きく受けた可能性があり，その結果強度のばらつきが大きくなったものと考える．

今後は，一般的に実施工で使用される粒径 0～25mm の改質材を用いて同様の検討を行っていく予定である．

4. まとめ

(1) 各ケースでの一軸圧縮強度の大きさは，モールド>ブロック>塩ビ管>コアドリルの順であった．

(2) 各ケースでのモールド供試体との強度比は 0.7（0.65～0.74）程度であり，管中混合固化処理工法の陸上部の強度比（0.7）と同程度の値が得られた．

(3) 一軸圧縮強度のばらつきは，ブロックサンプリング，コアドリルの供試体で大きな値となった．これは，トリミングや機械による採取で乱れを受けた可能性があり，かつ，乱れの程度は各々の供試体で異なっていることが示唆される．

(4) サンプリング方法によらず供試体の破壊ひずみはほぼ 1.0~1.5%の範囲内であった．

【謝辞】本試験で用いた試料はカルシア改質土研究会より提供いただいたものである．末筆ながらここに付記し，感謝の意を表します．

【参考文献】1)永留ら：浚渫土砂に転炉系製鋼スラグを混合することによる強度向上効果，第 43 回地盤工学研究発表会，pp.539-540，2008. 2) 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，2008. 3)（財）沿岸技術研究センター：管中混合固化処理工法 技術マニュアル（改訂版），p18, 2008.