

カルシア改質土の養生温度の影響と改質材添加による効果

五洋建設（株） 正会員 ○田中 裕一、正会員 野中 宗一郎

1 ． 目的

カルシア改質土は、浚渫土とカルシア改質材（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）を混合した材料であり、浅場・干潟の基盤材、埋立材、護岸の腹付材等に使用されている。カルシア改質土の発現強度は養生温度の影響を受けること、養生温度が高いと強度が大きくなることが技術マニュアル¹⁾に記載されている。一方で低温では強度が低下し、5℃では20℃の70%程度の強度になるとの報告がある²⁾が、知見は必ずしも十分ではない。

そこで、カルシア改質土の低温養生の影響を確認するために、3種類のカルシア改質土を配合し、温度条件を変化させて養生した後、強度試験を実施した。また、改質材によるカルシア改質土の強度増進効果が報告されていることから³⁾、低温条件において改質材をカルシア改質土に混合した場合の効果を確認した。

2 ． 試験方法

試験に使用した浚渫土とカルシア改質材の材料特性と配合条件を表-1に示す。浚渫土とカルシア改質材を所定の比率で混合して作成した3種類のカルシア改質土について、低温条件を含めた温度条件において所定の期間養生した後、一軸圧縮試験を実施し、低温養生による影響を確認した。

また、配合2により作成したカルシア改質土に対し、改質材（製紙灰系泥土改質材 NETIS 登録番号 TH-160010-A）を混合し、5℃・20℃の条件で所定の期間養生した後、コーン貫入試験（混合直後～材令3日）と一軸圧縮試験（材令3日以降）を実施した。

表-1 材料特性

項目	単位	配合1		配合2		配合3	
		浚渫土	カルシア改質材	浚渫土	カルシア改質材	浚渫土	カルシア改質材
含水比	%	116.4	-	160.8	-	82.7	-
液性限界	%	66.5	-	107.2	-	55.1	-
細粒分含有率	%	81.6	-	80.4	-	85.4	-
最大粒径	mm	-	5	-	5	-	25
表乾密度	g/cm ³	-	3.22	-	2.76	-	2.86
混合率	vol%	70	30	70 80	30 20	80	20
養生温度		5、20		5、20		5、20	

3 ． 試験結果

3.1 カルシア改質土の低温養生時の強度特性

カルシア改質土の発現強度の経時変化を図-1に示す。カルシア改質土は3種類の配合とともに、低温条件では発現強度が大きく低下した。材令28日の条件では、配合1・配合2（カルシア改質材混合率30vol%）・配合3の5℃養生は、一般的な20℃養生の場合と比較してそれぞれ36%・44%・25%の強度となった。

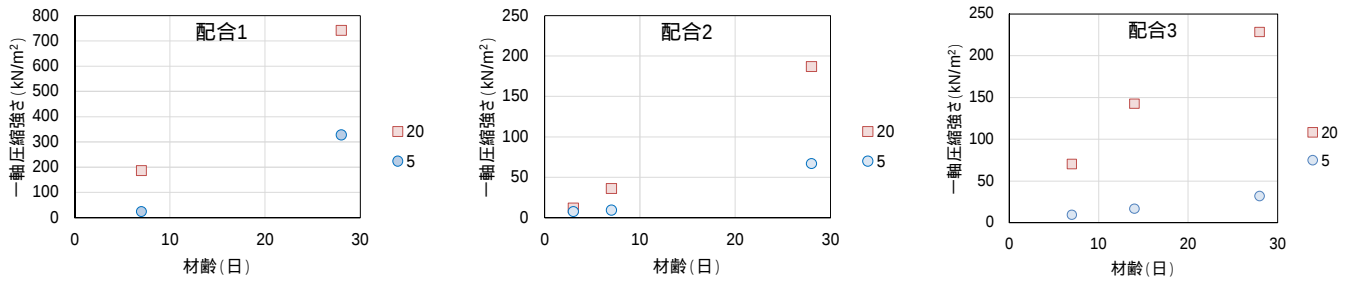


図-1 一軸圧縮強さの経時変化

キーワード 浚渫土、カルシア改質材、カルシア改質土、製紙灰系改質材、養生温度
連絡先 〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8 五洋建設株式会社 環境事業部 TEL 03-3817-7521

セメント改良土ではコンクリートと同様、積算温度と一軸圧縮強さ q_u に以下の関係があることが報告されている⁴⁾。

$$q_u = A \cdot \log(M) + B, \quad M = \sum (t+10)T \quad (1)$$

q_u : 一軸圧縮強さ (kN/m²) t : 養生温度 (°C)

T : 養生期間(days) A : 傾き B : 切片

カルシア改質土の積算温度と一軸圧縮強さについて、浚渫土の種類や配合によって傾向は異なるものの、同様の関係が認められた(図-2)。一方、(1)式では $(t+10)$ と 10 の温度補正を行っているが、カルシア改質土では 0 の決定係数 R^2 が大きくなった。

3.2 改良材混合カルシア改質土の強度特性

カルシア改質土と改質材混合カルシア改質土の材令 28 日の一軸圧縮強さを図-3 に示す。低温条件においてカルシア改質土の強度が不足する場合、改質材の混合により、20 養生の 28 日強度と同等の強度を確保することができることが確認された。

また、カルシア改質材混合率 20vol% のカルシア改質土に改質材 100kg/m³ を混合した場合、カルシア改質材 30vol% 混合のカルシア改質土と同等以上の強度が得られた。これより、改質材の添加によりカルシア改質材の混合量を減らし、浚渫土の有効利用量を増やすことが可能であることが示唆された(図-4)。

カルシア改質土(カルシア改質材 30vol% 混合)と改質材を混合したカルシア改質土の強度の経時変化を図-5 に示す。混合後 3 日までの強度は、コーン指数 (q_c) を一軸圧縮強さ (q_u) に換算して図示した。 q_c と q_u の換算について、技術マニュアルには $q_c = (10 \sim 14) q_u$ の記載があるが¹⁾、今回はカルシア改質土・改質材を混合したカルシア改質土ともに $q_c = 10q_u$ として計算した。

改質材を混合したカルシア改質土は、20 養生・5 養生ともに、カルシア改質土と比較して早期強度が増加する状況が確認された。

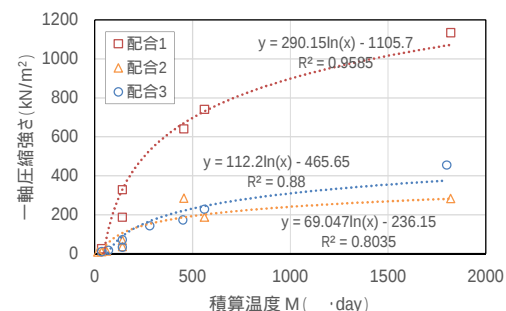


図-2 積算温度と一軸圧縮強さ
($M = \sum (t)T$) として計算)

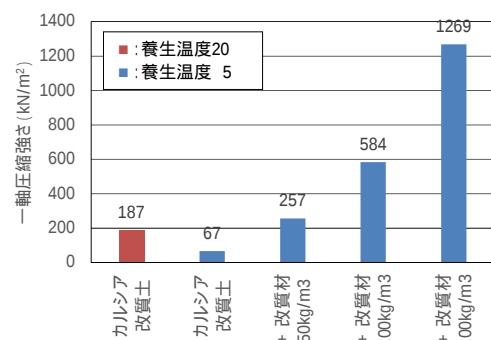


図-3 改質材による 28 日強度への影響
(低温養生)

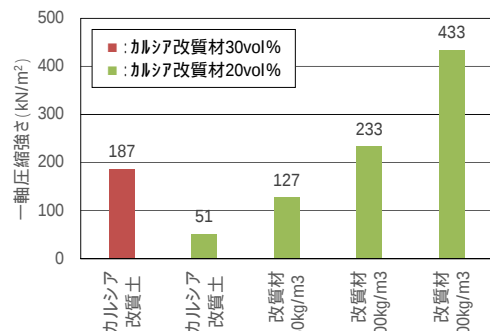


図-4 改質材による 28 日強度への影響
(20 養生・カルシア改質材混合率変更)

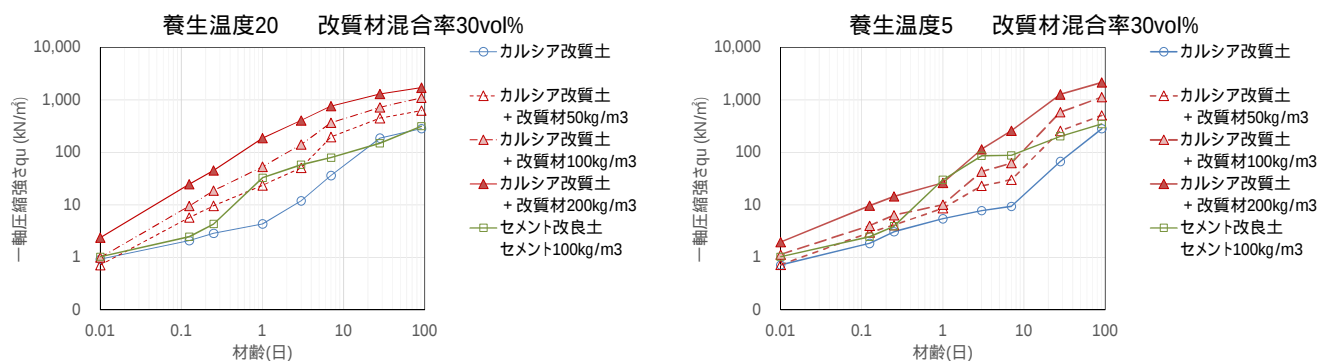


図-5 発現強度の経時変化

参考文献

- 1) 沿岸技術研究センター：港湾・空港・海岸等におけるカルシア改質土利用技術マニュアル，2017。
- 2) 赤司雄三・藤井郁男：低温環境下におけるカルシア改質土の固化特性，令和元年度土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会，VI-693，2019。
- 3) 田中 裕一・野中宗一郎・浜谷信介：吸水性改質材を混合したカルシア改質土の材料特性，令和元年度土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会，VI-691，2019。
- 4) 橋本聖・西本聡・林宏親：異なる養生温度条件下でのセメント改良土の強度発現，寒地土木研究所月報，No.705，pp.11-18，2012。