

低温環境下におけるカルシア改質土の固化特性

日本製鉄（株）正会員 ○赤司 有三 ，同 藤井 郁男

1. 目的

近年、航路や泊地の浚渫に伴って発生する浚渫土砂にカルシア改質材（原材料：転炉系製鋼スラグ）を混合することで強度等が改良されたカルシア改質土の実用化が進められている¹⁾。カルシア改質土は、浚渫土砂からの Si 成分とカルシア改質材からの Ca 成分が水和反応して浚渫土砂を固化改良した材料であり、埋立材・裏埋材や浅場造成基盤材等への適用が広がってきている状況であるが、これまでの適用実績は東京湾以西の温暖な海域が多く、冬季に海水温が低下する北日本海域での適用実績は無い。

そこで、今回、カルシア改質土の低温環境下での固化性状について調査したため、報告する。

2. 試験概要

カルシア改質土は水和反応で固化するメカニズムであることから、セメント反応と同様に混練・養生時の温度が固化に及ぼす影響が大きい¹⁾と考えられるが、20℃以下の低温環境下の知見は無い状況である。そこで、温度影響の試験として、表-1の4ケースを実施した。なお、使用材料である浚渫土とカルシア改質材は、事前に試験温度へ調整している。

表-1 試験ケース

試験ケース	試験内容
CASE1	・材料混練と養生の温度 : 20℃（標準温度）、15℃、10℃、5℃の4水準で変化 ・カルシア改質材混合率 : 20 vol%
CASE2	・材料混練と養生の温度 : 5℃一定 ・カルシア改質材混合率 : 30 vol%（標準配合）、25 vol%、20 vol%の3水準で変化
CASE3	・材料混練と養生の温度 : 材料混練と養生28日までは5℃一定 5℃・28日養生後、養生温度を20℃へ変化 （冬季施工+夏季養生の強度変化を想定） ・カルシア改質材混合率 : 20 vol%
CASE4	・材料混練と養生の温度 : 28日養生までは、基本は5℃一定 ただし、下記養生日のみ0℃養生へ変化 養生1日目、8日目、15日目 （冬季施工の養生中の極所的温度低下を想定） 5℃・28日養生後、養生温度を20℃へ変化 ・カルシア改質材混合率 : 20 vol%

3. 試験材料

今回の試験に用いた浚渫土（原泥）およびカルシア改質材の性状を表-2に示す。また、その状況を図-1に示す。なお、試験に用いた浚渫土は、原泥含水比を液性限界の1.3倍に加水調泥している。

表-2 材料性状

浚渫土					カルシア改質材
土粒子密度	自然含水比	細粒分含有率	液性限界	塑性限界	表乾密度
g/cm ³	%	%	%	%	g/cm ³
2.655	51.2	86.3	57.5	22.7	3.33



浚渫土

カルシア改質材

図-1 材料状況

キーワード 浚渫土，スラグ，温度

連絡先 〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本製鉄株式会社 TEL 080-5179-2258

4. 試験結果と考察

(1) CASE1

CASE1 の一軸圧縮強さと養生日数の関係を整理した試験結果を図-2 に示す。図-2 より、強度発現に多少のバラツキはみられる（特に 15℃養生）ものの、概ね試験温度に比例した強度発現となっている。また、今回のケースでは、5℃養生条件下での発現強度は 20℃養生条件下の発現強度の 0.7 倍程度であり、著しい強度低下は見られなかった。

(2) CASE2

CASE2 の一軸圧縮強さと養生日数の関係を整理した試験結果を図-3 に示す。図-3 より、5℃程度の低温環境下であっても、20℃標準養生でのこれまでの知見と同様に、カルシア改質材の混合率で強度発現を制御可能であることが判る。

(3) CASE3

CASE3 の一軸圧縮強さと養生日数の関係を整理した試験結果を図-4 に示す。CASE3 は、冬季の低温環境下の水中投入施工では施工直後の強度発現は小さいものの、夏季の水温上昇時に強度発現が促進されることの確認試験である。図-4 中には、比較として 5℃一定養生の結果も示しているが、CASE3 は 28 日養生後に養生温度を 20℃へ変化させたことで、5℃一定と比較して強度が増進していることがわかる。CASE1 の 20℃一定養生の試験結果と比較しても、同等の強度発現となっており、大きな強度低下等は見られない。

(4) CASE4

CASE4 の試験結果も図-4 中に示す。CASE4 では、養生 1 日目、8 日目（ σ_7 強度試験後）、15 日目（ σ_{14} 強度試験後）に養生温度を 0℃としているが、その強度への影響は確認できない。また、CASE3 と同様に、28 日養生後に養生温度を 20℃へ変化させたことで、5℃一定と比較して強度が増進していることがわかる。

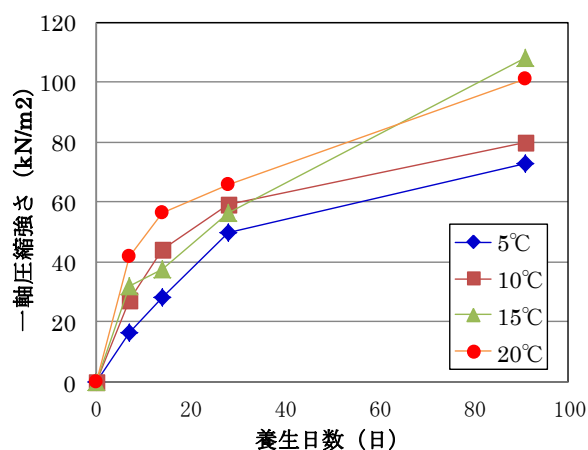


図-2 CASE1 試験結果

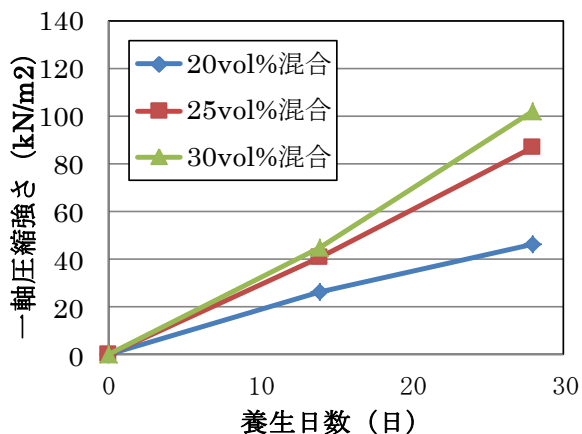


図-3 CASE2 試験結果

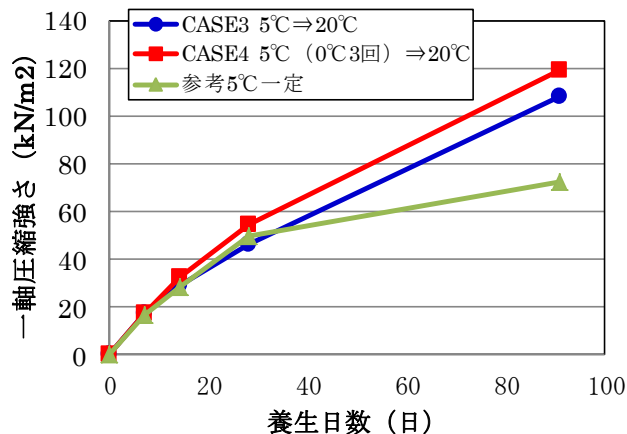


図-4 CASE3, 4 試験結果

5. まとめ

- ①カルシア改質土は、5℃程度の低温環境下でも固化し、強度発現はカルシア改質材の混合量で制御可能である。
- ②低温環境下でのカルシア改質土の強度発現は小さいが、養生期間中に養生温度が上昇することで、固化も促進される。

参考文献

- 1) 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 （一財）沿岸技術研究センター。