

同窓生ネットワーク活動報告会

地盤改良に用いられる固化材スラリーに関する研究

攪拌時間の違いを伴う固化材スラリーが改良土 の強度発現特性に及ぼす影響に関する研究

佐賀大学大学院理工学研究科理工学専攻

都市基盤工学コース 日野研究室

25731012 福島美晴

目次

1. はじめに
2. 一軸圧縮試験による改良土の強度発現
実験方法・結果・考察
3. 示差熱・熱重量同時測定による水和物の分析
分析方法・結果・考察
4. まとめ

1. はじめに

地盤改良の必要性

地盤改良は、構造物の安定や工事の安定性を確保するために行われる。

軟弱地盤にセメント・生石灰等の固化材を添加し、
地盤の土粒子と固化材を一体化することにより改良する工法

支持力の増大・変形の抑制・液状化防止を図っている

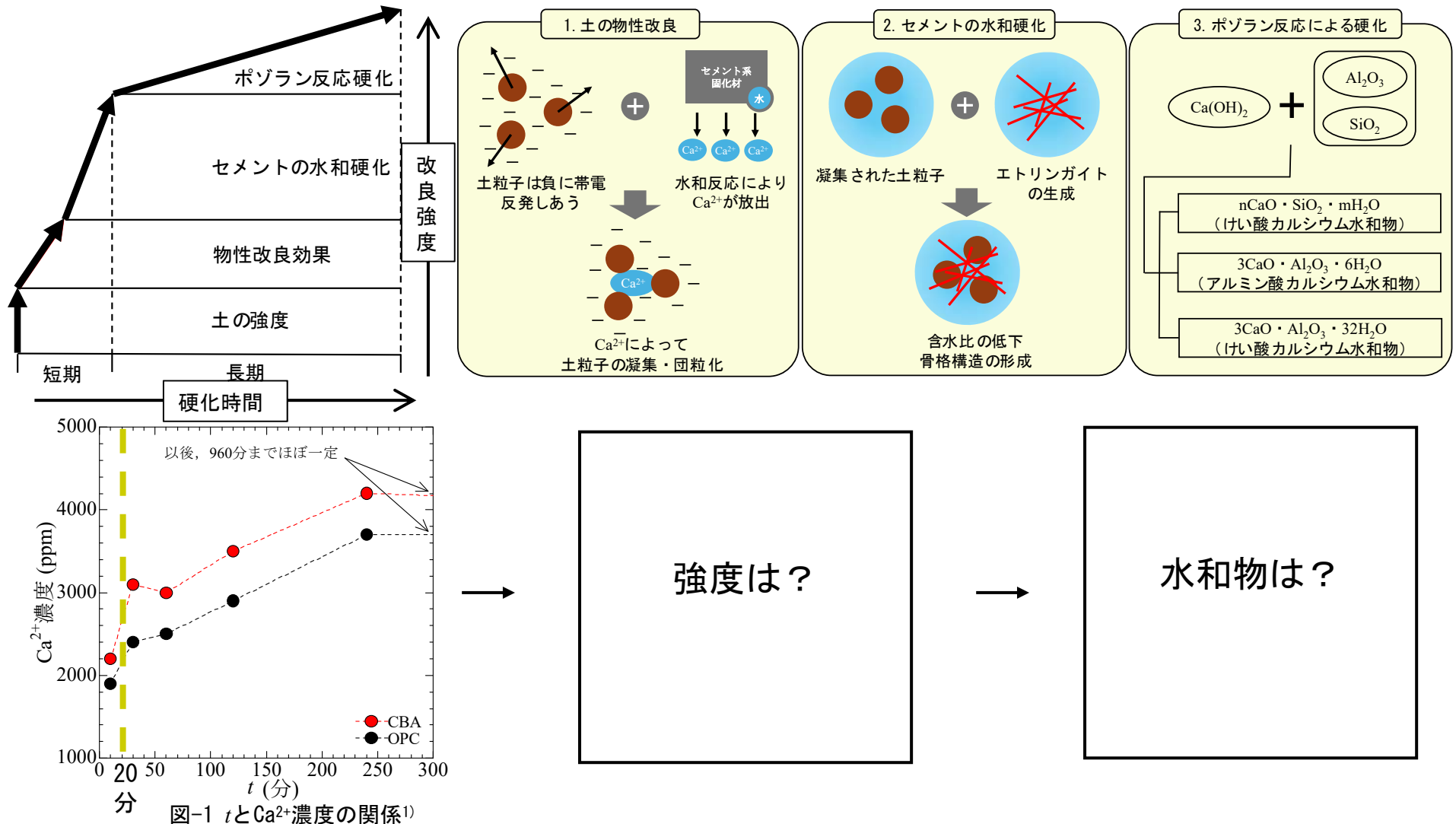
固結

- ・ 表層混合処理工法
- ・ 薬液注入工法
- ・ 中層混合処理工法
- ・ 深層混合処理工法
- ・ 高圧噴射攪拌工法
- ・ 凍結工法

混合不良
固化不全

1. はじめに

攪拌時間の違いを伴う固化材スラリーの状態

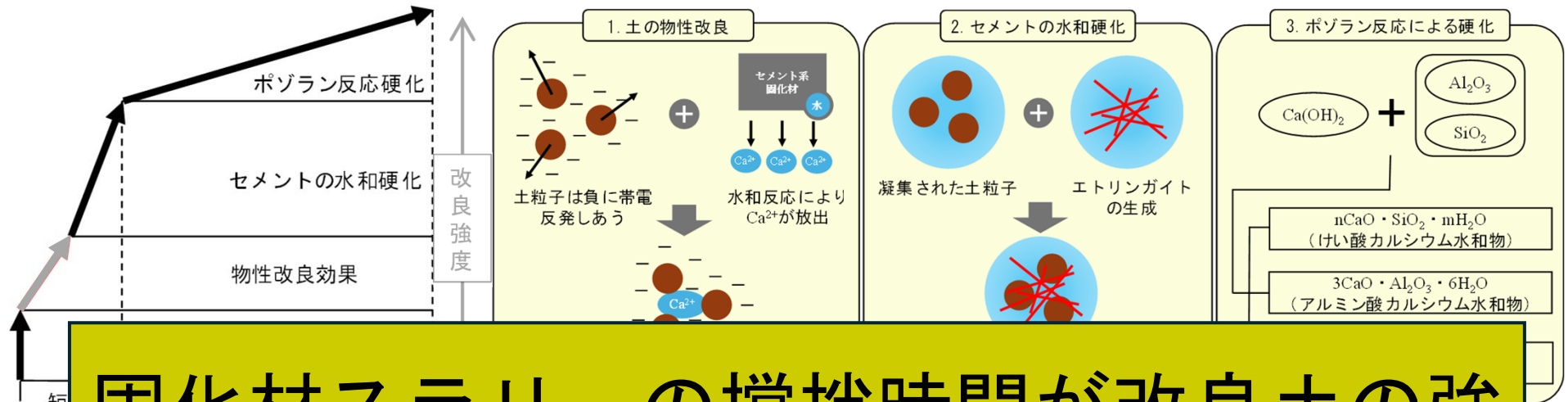


実施工において固化材スラリーの生成から土との混合までの時間：約20分

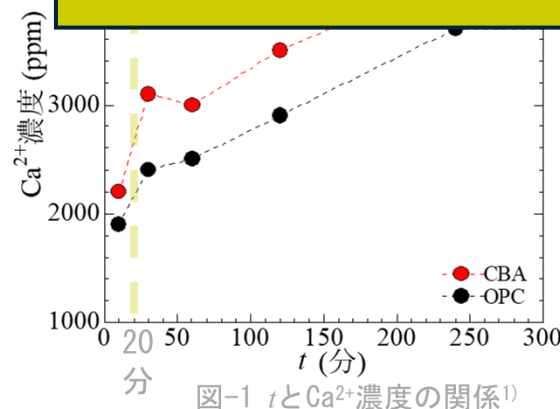
1) 長野ら：スラリー中における石灰・セメント系バインダーの存在形態に関する一考察，第59回地盤工学会研究発表会，23-6-3-06，2024。

1. はじめに

攪拌時間の違いを伴う固化材スラリーの状態



固化材スラリーの攪拌時間が改良土の強度発現特性に及ぼす影響について



強度は？

水和物は？

実施工において固化材スラリーの生成から土との混合までの時間：約20分

1) 長野ら：スラリー中における石灰・セメント系バインダーの存在形態に関する一考察，第59回地盤工学会研究発表会，23-6-3-06，2024。

固化材

セメント系固化材 (CBA)

ポルトランドセメントでは固化しにくい含水比の高い土や有機物を多く含む土を効果的に硬化するための特殊セメント

普通ポルトランドセメント (OPC)

特殊目的で製造されたものではなく、一般用途に使用されるポルトランドセメント

表-1 固化材の組成 (重量%)

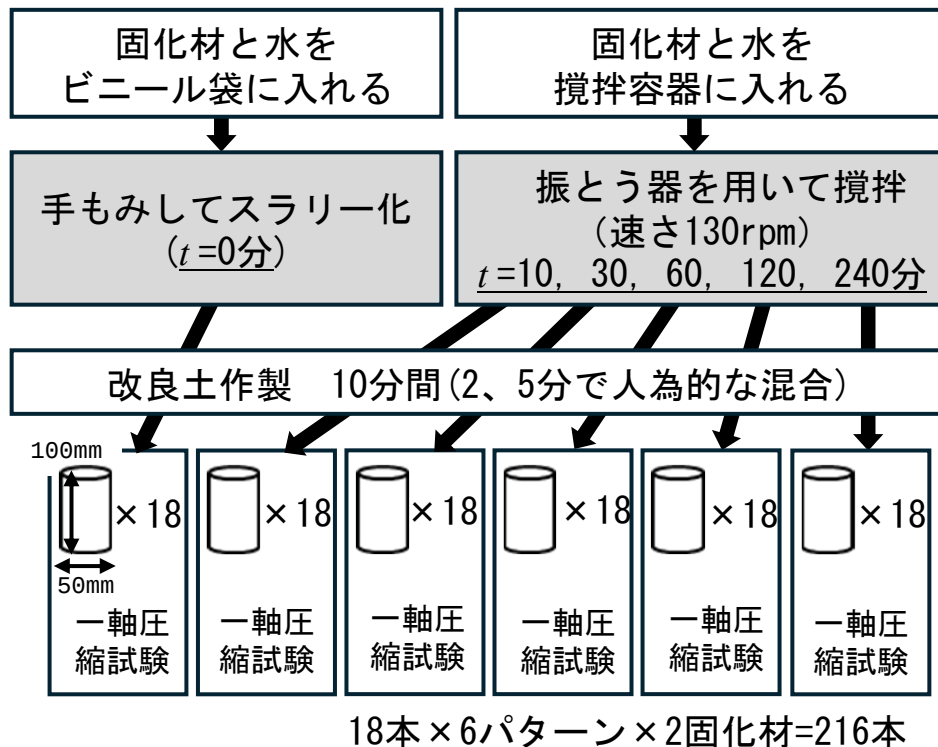
	CaO	SiO ₂	SO ₃	Al ₂ O ₃
CBA	60.73	17.27	7.50	4.93
OPC	63.00	20.00	1.50	3.80

↑ 5倍

2. 一軸圧縮試験による改良土の強度発現 実験方法・結果・考察

室温： $20 \pm 2^\circ\text{C}$

試料土：カオリン粘土 ($I_L=1.0$) 固化材：CBA, OPC $C=110 \text{ kg/m}^3$ $W/C=1.0$



SO_3 の含有量が多く、
エトリンガイトの生成量が多い

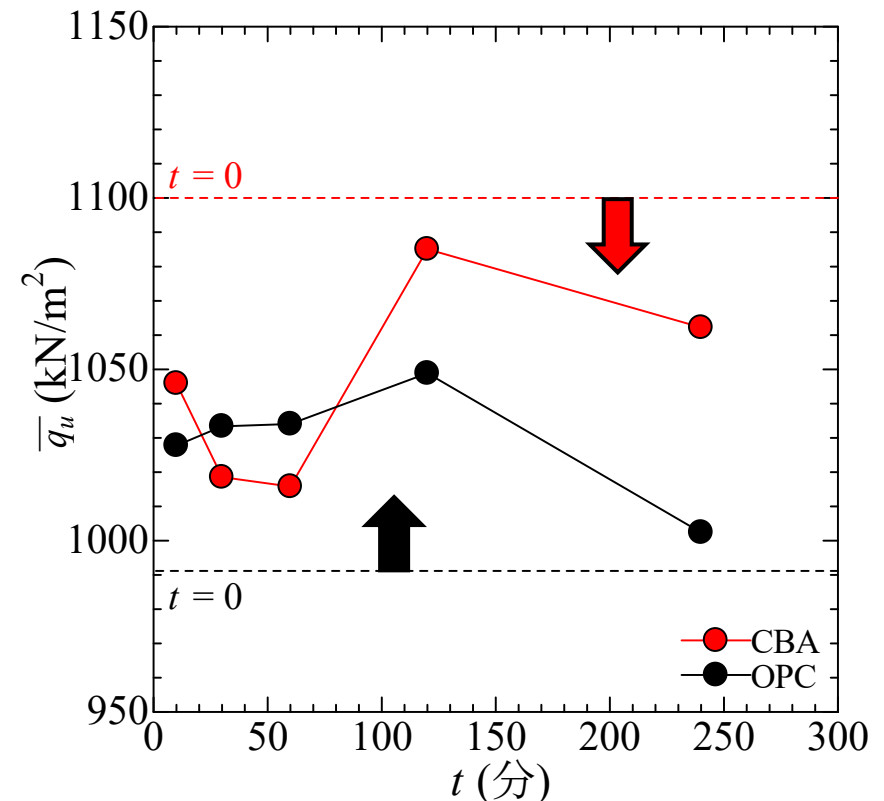


図-2 t と $\bar{q}_u$ の関係

固化材スラリー生成後は速やかに
現地の土と混合するのがよい

3. 示差熱・熱重量同時測定による水和物の分析 分析方法

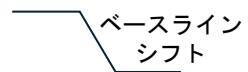
固化材：CBA, OPC 混合比 20%（固化材 6g，精製水 30g） 室温：20±2℃

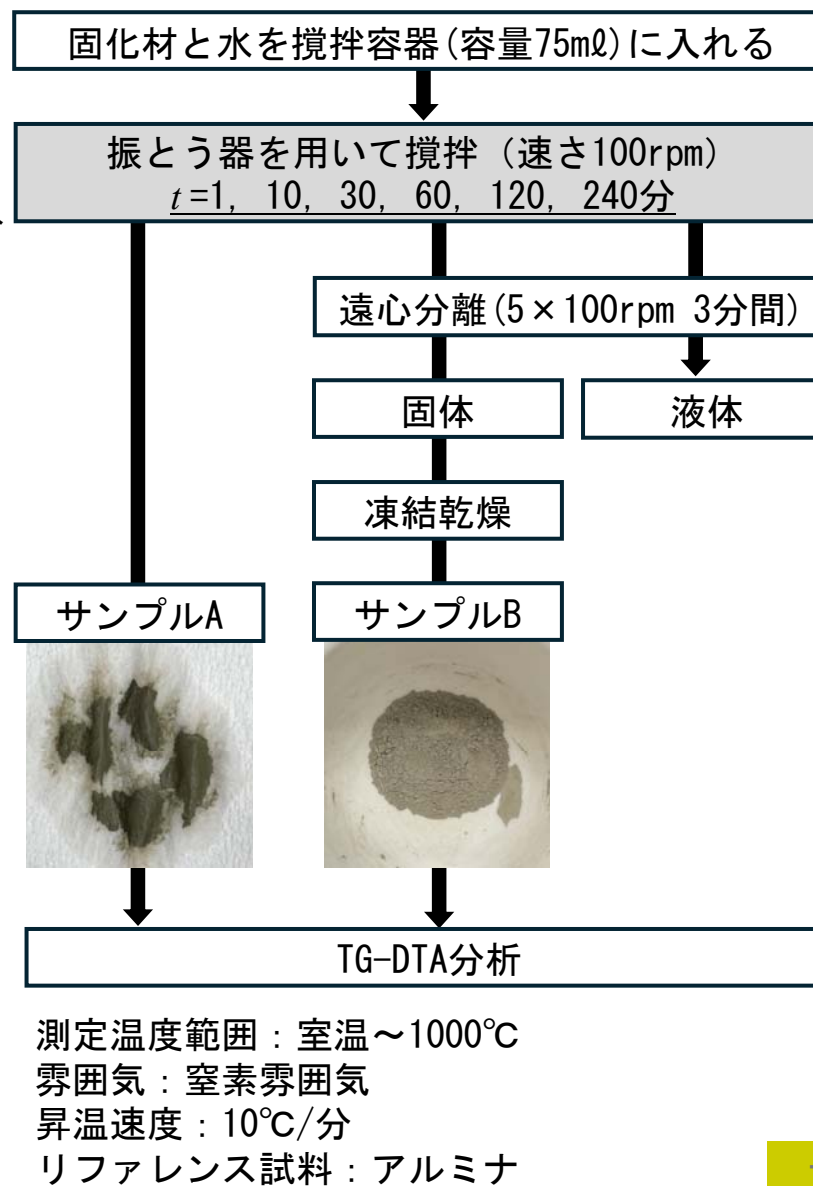


日立ハイテクサイエンス製

- ・温度範囲：室温～1000℃
- ・天秤方式：水平差動型
- ・TG範囲：±400mg
- ・プログラム速度：0.01～150℃/分
- ・最大試料量：200mg
- ・雰囲気：大気/不活性ガスフロー
- ・パージガス流量：0～1000mL/分
- ・オープンサンプラー付き
- ・冷却方式：内蔵ファン

表-2 TG曲線，DTA曲線モデルと熱変化

TG曲線 (熱重量曲線)	DTA曲線 (示差熱曲線)	反応
		熱分解・脱水 ・昇華・蒸発
		酸化分解
		酸化
		融解
		結晶化
		ガラス転移



3. 示差熱・熱重量同時測定による水和物の分析 分析結果

TG-DTA分析結果

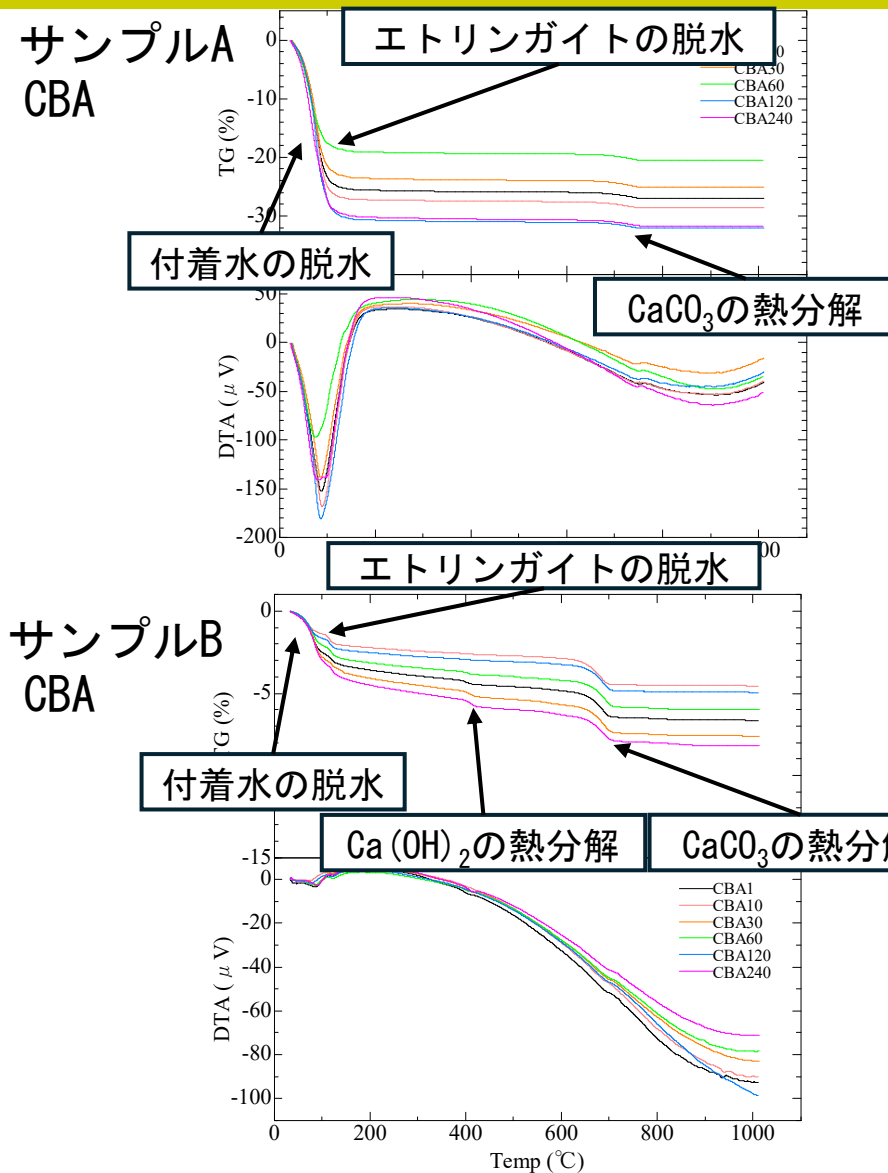


図-3 CBA: 温度とTG/DTAの関係

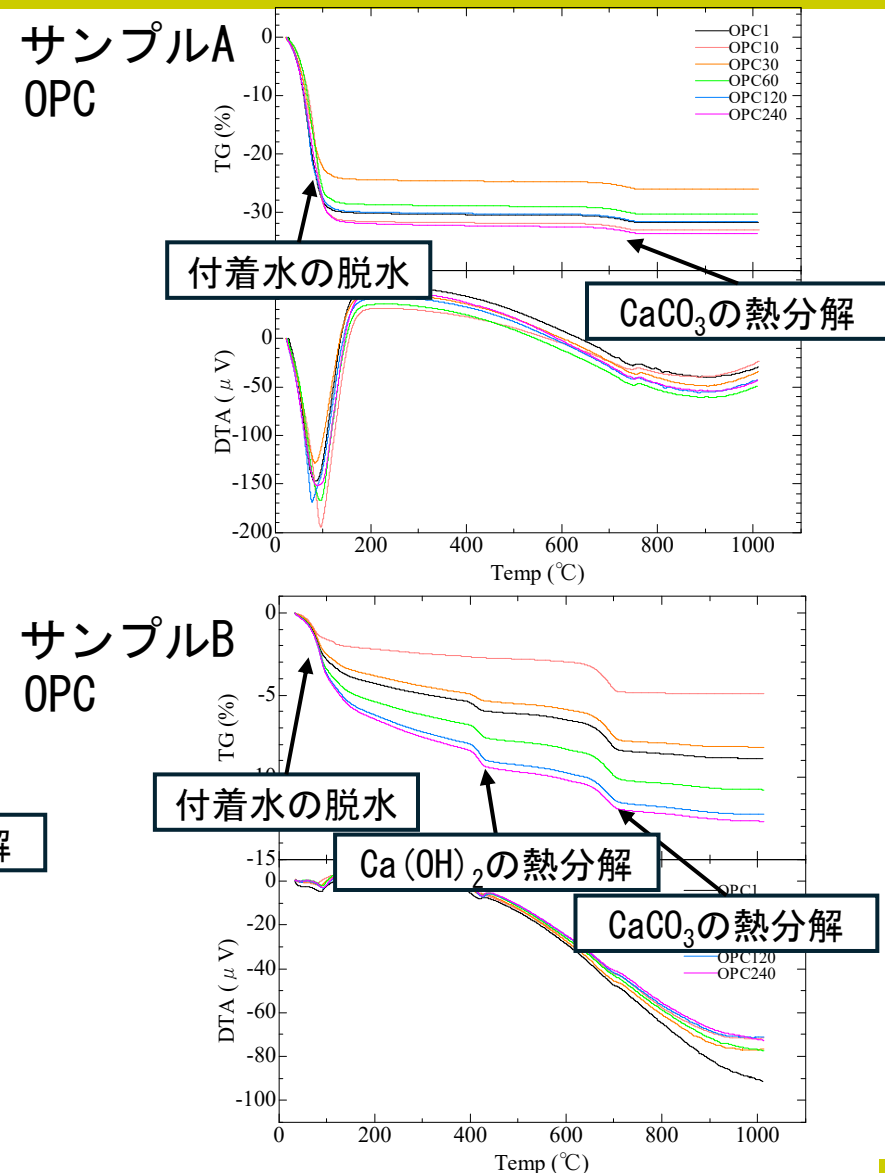


図-4 OPC: 温度とTG/DTAの関係

3. 示差熱・熱重量同時測定による水和物の分析 考察

攪拌時間 t と減少率

JIS K 7120

$$\text{減少率 (\%)} = \frac{m_a - m_b}{m_0} \times 100$$

m_0 : 基準温度における質量

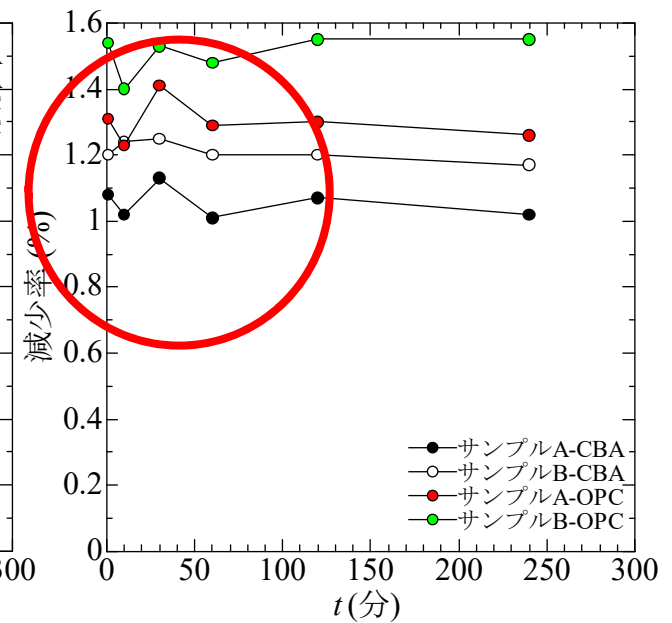
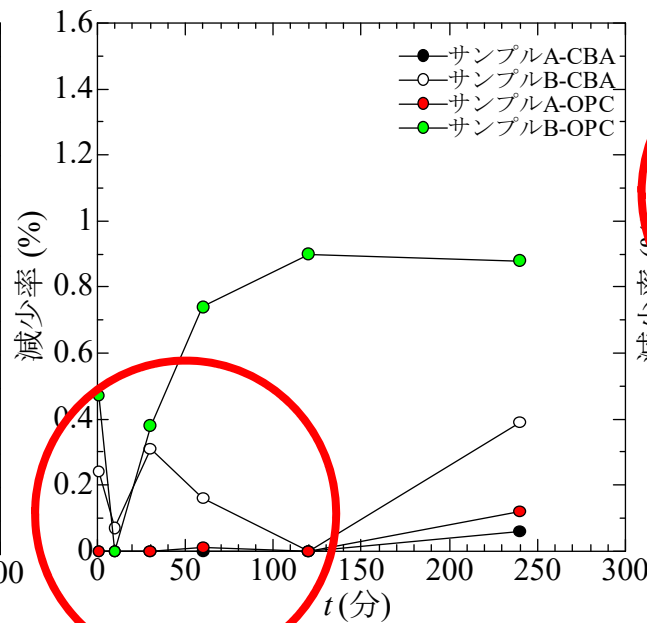
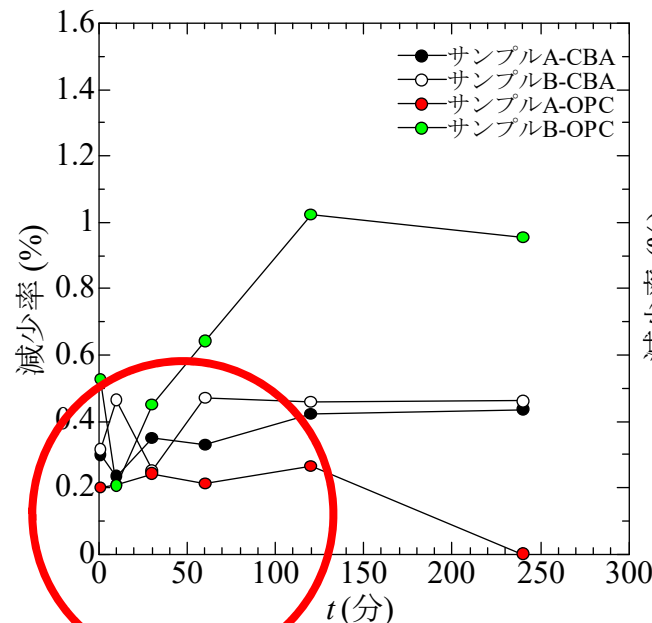
m_a : 質量変化開始温度 (T_1) の質量

m_b : 質量変化終了温度 (T_2) の質量

室温～200℃
エトリンガイト

200℃～500℃
 $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$

500℃～1000℃
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$



固化材スラリー生成後は速やかに
現地の土と混合するのがよい

4. まとめ

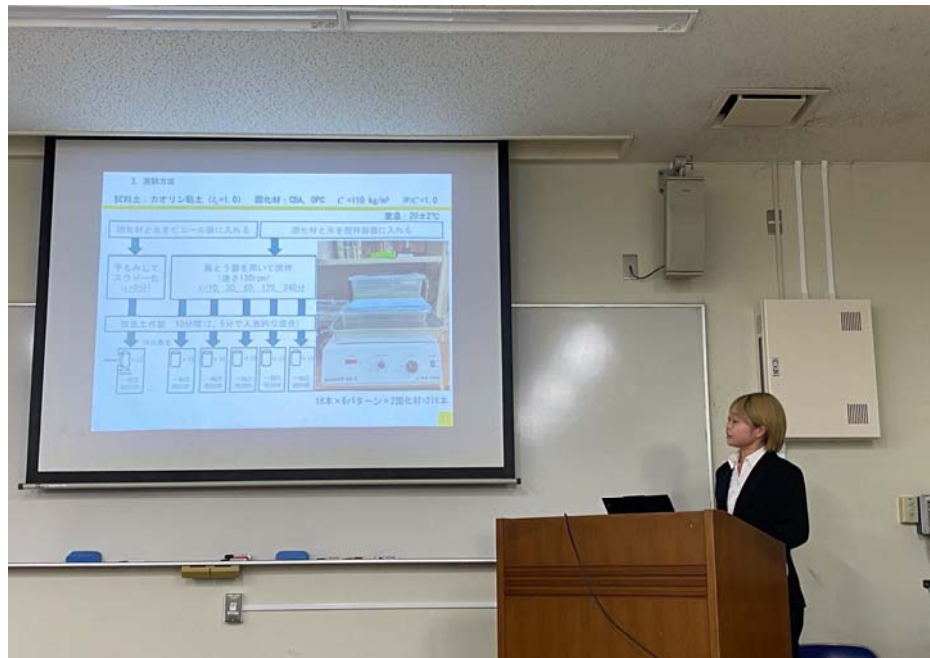
- Ca^{2+} 濃度と $\overline{q_u}$, 減少率が初期の t ほど安定しなかったのは, 水和物の生成反応が起きているためである.
- t の違いを伴う固化材スラリーの組成に大きな変化は見られないが, 攪拌を行う雰囲気によって異なる可能性がある.
- 攪拌時間の違いを伴う固化材スラリーは, 改良土の強度発現特性に影響を及ぼし, 特にセメント系固化材においては, 固化材スラリー生成後は速やかに現地の土と混合するのがよい.

研究発表会への参加

2025. 03. 08

令和6年度土木学会西部支部研究発表会

攪拌時間の違いを伴う固化材スラリーが
改良土の強度発現特性に及ぼす影響



2025. 07. 22-2025. 07. 24

第60回地盤工学研究発表会

熱分析を用いた攪拌時間の違いを伴う
固化材スラリーにおける水和物に関する検討



ご清聴ありがとうございました