

微生物機能により固化した砂質土の潜在的修復性に関する検討

A new technique of ground improvement by microbial function has been recently proposed, as more eco-friendly technique than conventional one. Metabolic function of microbes produces carbon dioxide, which helps to generate calcium carbonate. In this study, a series of triaxial test was conducted in order to evaluate the degree of soil cementation generated by those function in Toyoura sand.

環境への負荷の少ない地盤固化技術として、微生物の保持するウレアーゼによる尿素分解効果を用いた地盤固化が試みられています。本研究では、微生物の作用により固化させた豊浦砂供試体にせん断による損傷を与え、再度微生物の作用を促す固化促進グラウトを注入して、強度や剛性の回復度合いを検討しました。

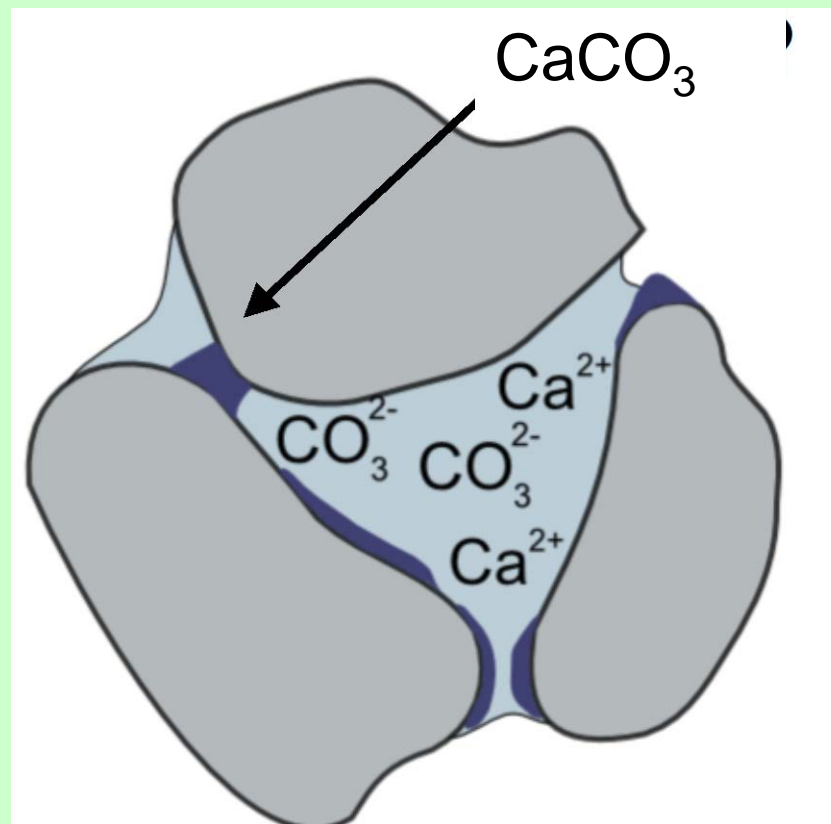
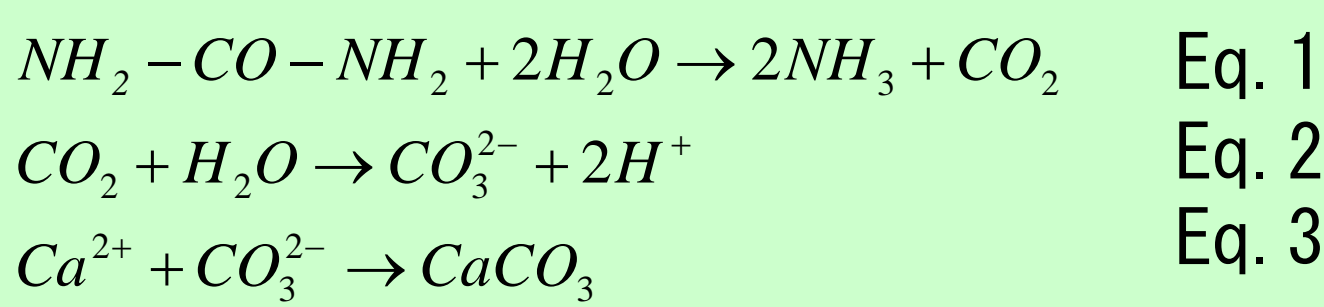
また、SEM-EDSを用いて固化した砂の観察、および豊浦砂の主要元素であるケイ素(Si)およびカルシウム(Ca)の元素マッピングを行いました。

炭酸カルシウムによる粒子の固結

Bonding of soil particles due to calcium carbonate

Bacillus pasteuriiは尿素を分解し、関連する化学反応で炭酸カルシウムを析出します (Eq.1, 2, 3)。間隙中に析出した炭酸カルシウムは土粒子同士を結合し、地盤を固化します。

Bacillus pasteurii can precipitate calcium carbonate through the chemical process (Eq.1, 2, 3). Calcium carbonate bridges between soil particles.



三軸試験による剛性・強度測定

Strength and stiffness obtained from triaxial test

砂供試体にPasteuriiを混入した後、栄養塩(固化促進グラウト)を浸透させ、固化の進捗を三軸微小繰返し試験により推定しました。さらに、せん断を加えて供試体に損傷を与えた後、固化促進グラウトを再度注入し損傷の回復度合いを評価しました。

Pasteurii and nutrient were injected in a Toyoura sand specimen. Degree of cementation was evaluated by small strain triaxial cyclic test. Grouting of nutrient was further conducted after the shear to see healing capability of the grout.

	weight (g/L)
ニュートリエントブロス Nutrient broth	3
尿素 Urea	30
塩化カルシウム CaCl ₂ · 2H ₂ O	70
塩化アンモニウム NH ₄ Cl	10
炭酸水素ナトリウム NaHCO ₃	2

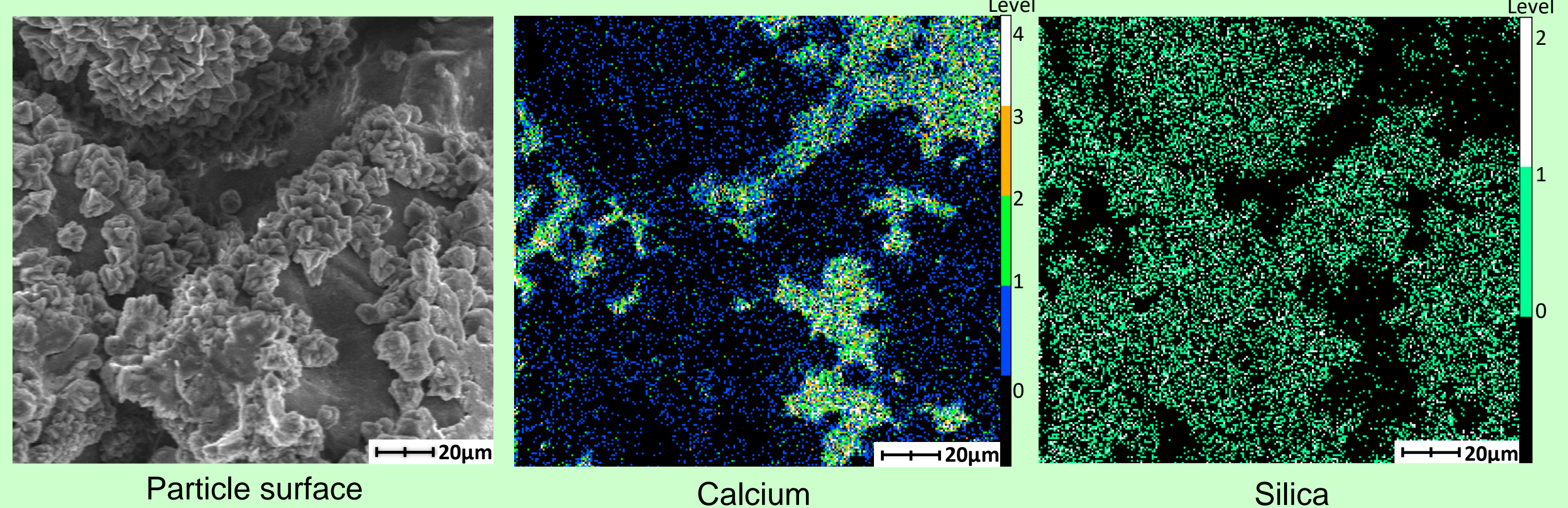
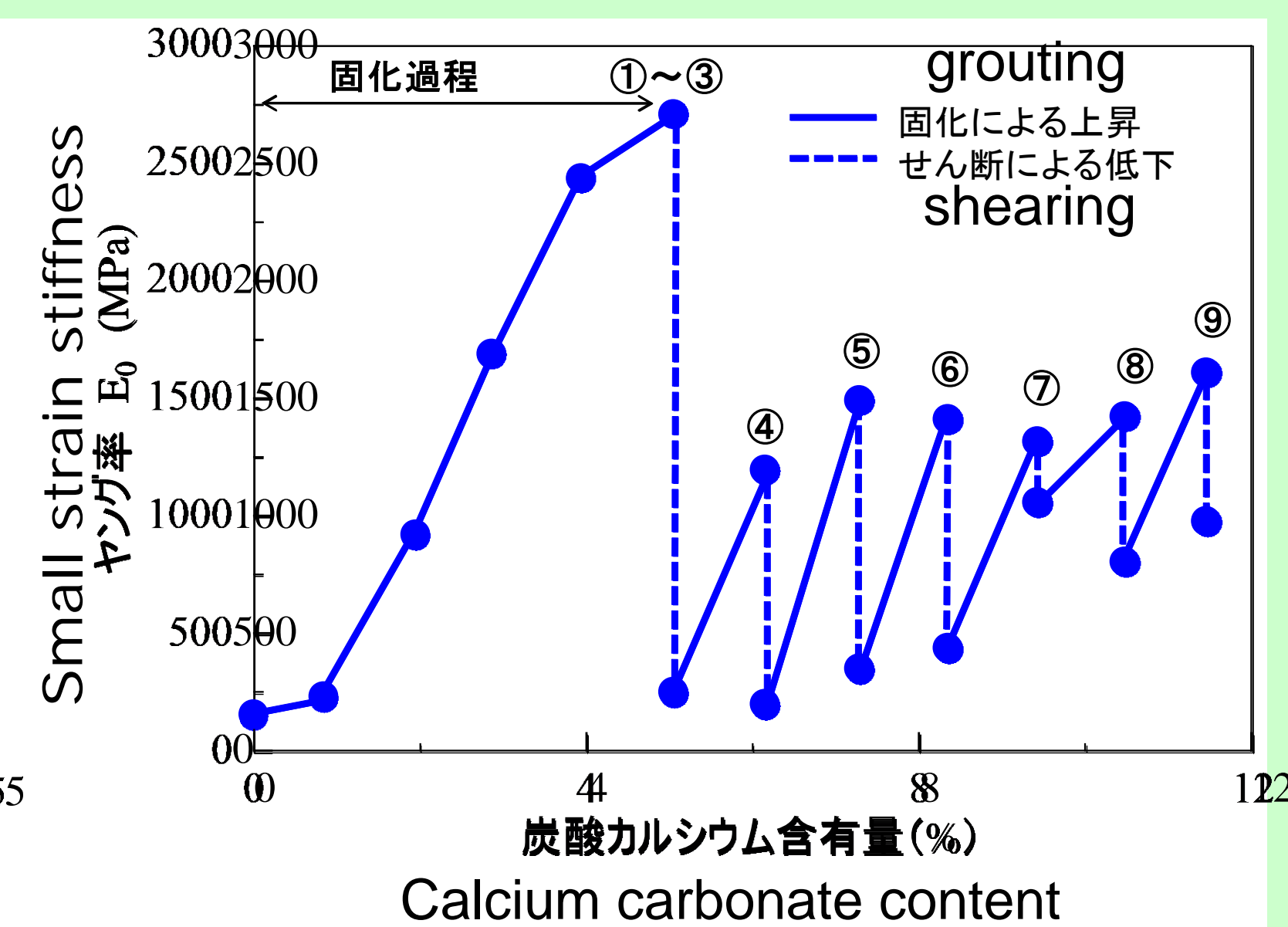
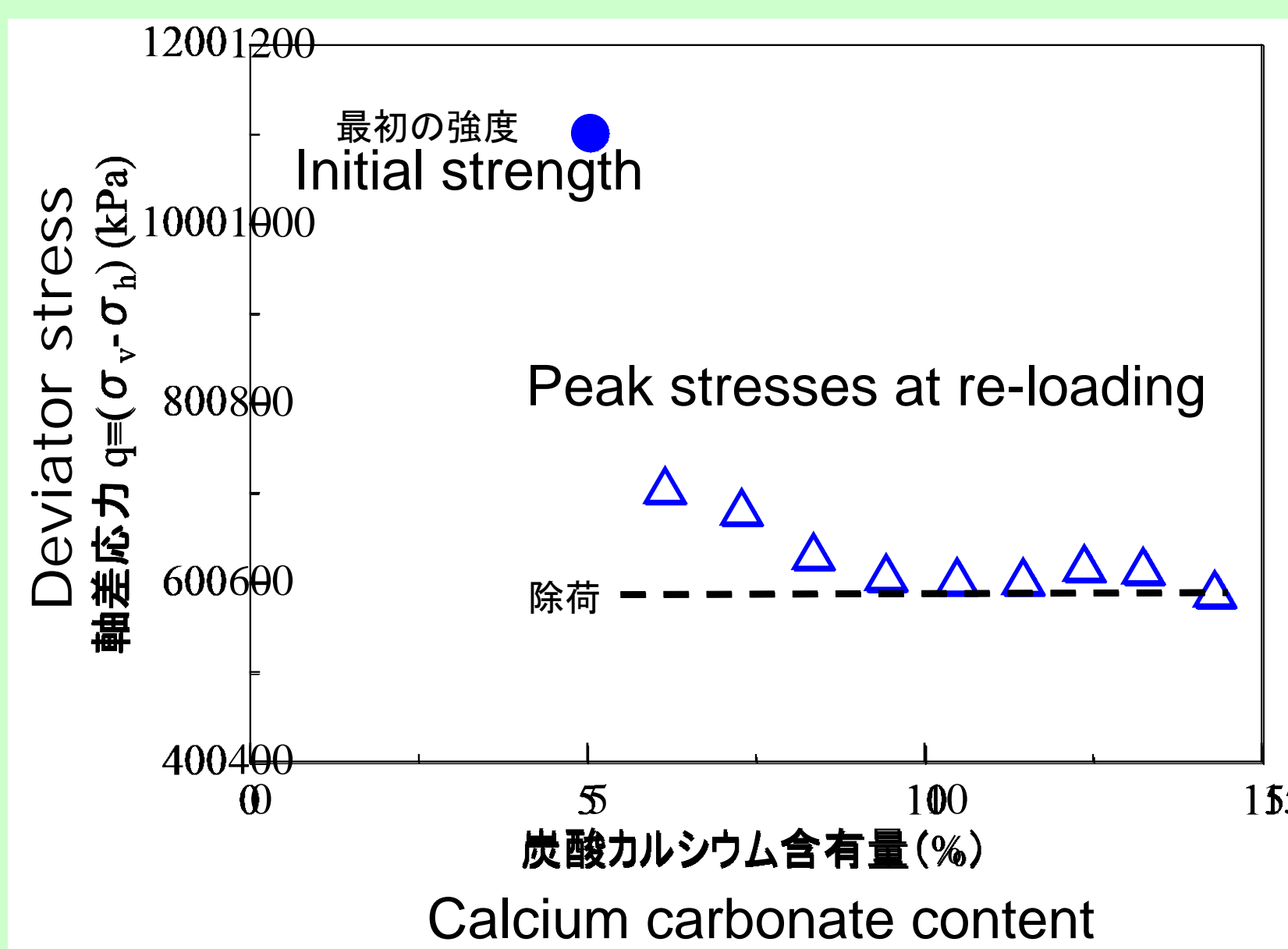
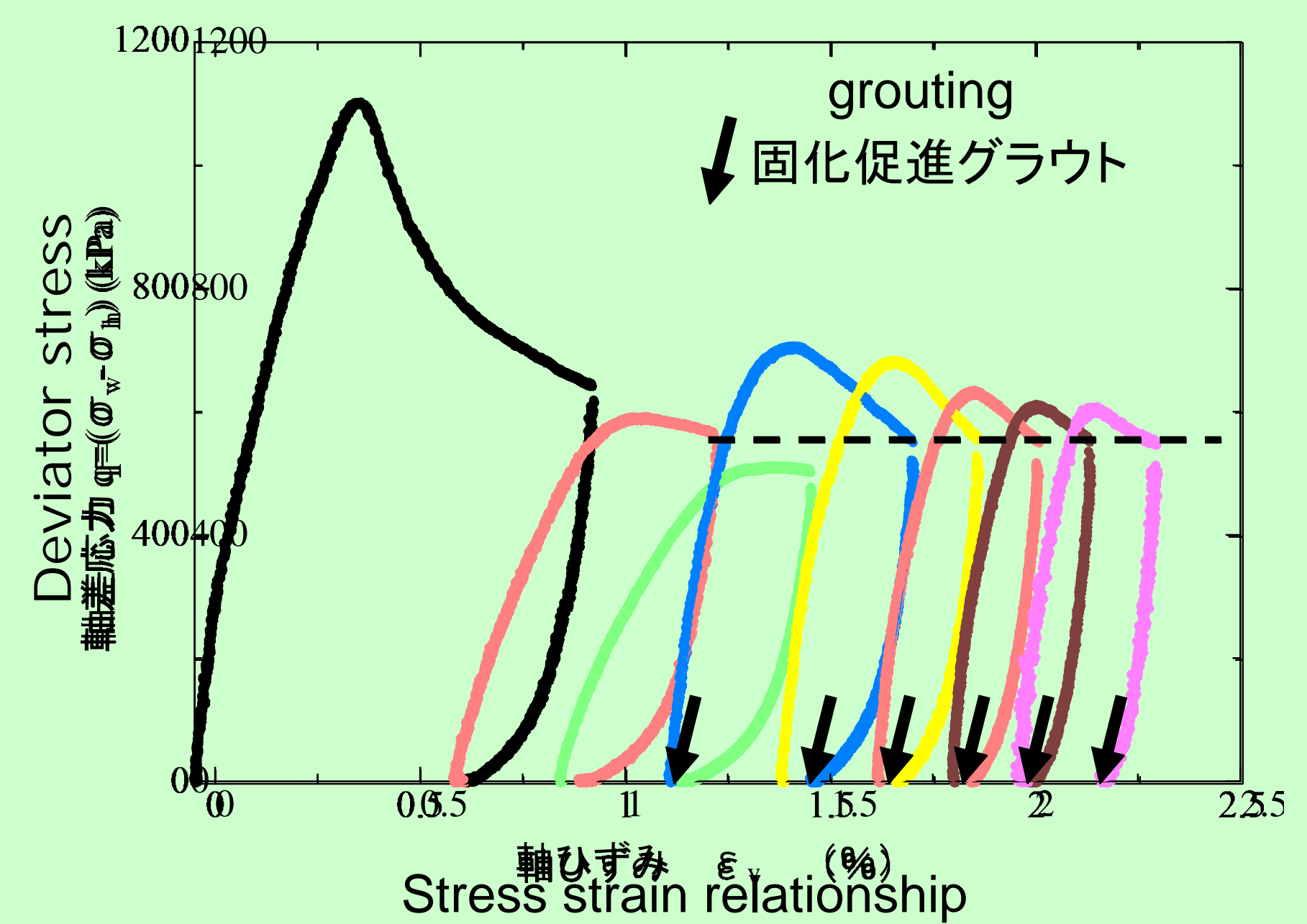
栄養塩の組成
Composition of nutrient

せん断により損傷した供試体の強度・剛性回復

Restoration of strength and stiffness of shear-damaged specimen

固化促進グラウトの注入(供試体内の炭酸カルシウム含有量の増加)に伴い供試体の強度や剛性が増加しました。せん断により損傷が生じた供試体の剛性は低下しますが、その後のグラウト注入によりある程度の回復が見られました。

Strength and stiffness of the specimen increased as the calcium carbonate content increased due to grouting. Small strain stiffness decreased when the specimen was damaged by shearing. Further grouting seemed to restore the mechanical properties of the specimen to some extent.



SEMによる粒子表面の観察および元素分析
Observation and compositional mapping by SEM-EDS

栄養塩濃度に応じた固化が発現し、固化部分の土粒子表面には多量のカルシウム鉱物が析出していることがSEM-EDSより確認されました。

Cementation appeared on the surface of sand grains. Compositional mapping indicate presence of calcium carbonate.

本研究に関する担当研究室は桑野研究室です。
部屋は東京大学生産技術研究所B棟3階のBw-304

電話: 03-5452-6843, FAX: 03-5452-6844
E-mail: kuwano@iis.u-tokyo.ac.jp

For further information, contact below.

Prof. Reiko Kuwano,
#Bw-304, Institute of Industrial Science

TEL: +81-3-5452-6843, FAX: +81-3-5452-6844
E-mail: kuwano@iis.u-tokyo.ac.jp