

(III-64) 電界内におけるカルシウムイオンの移動に関する実験的研究

日本大学大学院 学生会員 川田 健太郎
日本大学理工学部 フェロー 三浦 裕二
日本大学理工学部 正会員 岩井 茂雄

1. まえがき

石灰系土質安定処理は主に石灰などが用いられる。これらが混合された土は強アルカリ状態となり、このアルカリ雰囲気の中で処理土の強度が保たれている。しかし、安定処理土と周辺の未処理土の間にはカルシウムイオン、水酸化物イオン等の大きな濃度差があるため、イオンが遊離し、未処理土へ移動することによって、安定処理土中のイオン濃度やpHが低下することが考えられる。従って、安定処理土の長期にわたる安定性を保つために、遊離したイオンの移動を防ぐ必要がある。

土中に電極を挿入して直流電流を通ずると、土中の遊離イオンが移動すること等が知られている。そこで、この電気泳動を利用し、カルシウムイオンの移動を電氣的にコントロール出来ないかを検討するため、飽和砂によるモデル地盤を作り、その中でカルシウムイオンの挙動が電界の変化によってどのようなになるかを調べた。ここではその途中経過を示すことにする。

2. 実験概要

図-1に示すように、モデル地盤を作成するため、直方体(10×20×10cm)の塩ビ製(以下、塩ビと呼ぶ)容器を準備した。この容器内を9個のセクションに分割し、豊浦硅砂を1セクションおきに詰めて、容器内を純水で満たした。純水の水深は10cmとした。各セクションは塩ビの網と耐水性の紙によって仕切られている。セクション番号①～⑤(以下SC①～⑤と呼ぶ)はカルシウムイオン濃度を測定するための区間とした。さらに、SC①に+電極を、SC⑤に-電極を容器の端に取り付けた。電極には黒鉛電極(12×10cm)を用い、両極の間隔は図-1に示すように20cmとした。

実験条件は、以下の通りである。

実験Ⅰ：水酸化カルシウム水溶液(初期濃度300ppm)をSC①(+電極側)にだけ注入する

実験Ⅱ：水酸化カルシウム水溶液(初期濃度300ppm)をSC⑤(-電極側)にだけ注入する

実験Ⅰでは、+極側のSC①に水酸化カルシウム水溶液を注入し、直流電圧の変化によってカルシウムイオンが-極方向へどのように移動するのかを把握することにした。実験Ⅱでは、-極側のSC⑤に水酸化カルシウム水溶液を注入し、カルシウムイオンが+極方向へ移動・拡散することなくSC⑤に維持できるかど

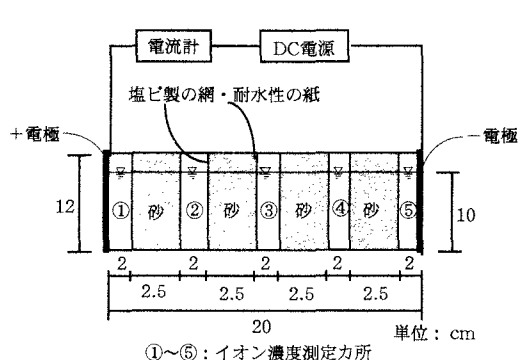


図-1 実験装置

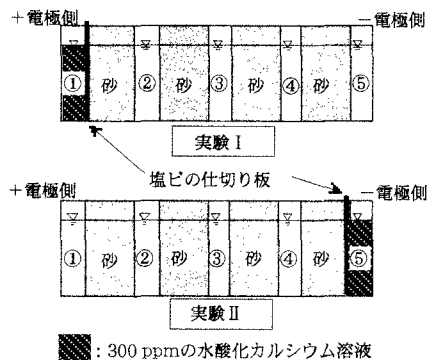


図-2 初期条件の設定

キーワード 石灰系土質安定処理、カルシウムイオン、電気泳動、直流電界

連絡先 〒274-8501 船橋市習志野台7-24-1 日本大学理工学部7111号室 TEL 047-469-5523

うかを確認することとした。カルシウムイオン濃度の測定は、図-2のように、実験Ⅰ、Ⅱ各々について、SC①と砂の接する部分、または、SC⑤と砂の接する部分に塩ビの仕切り板を取り付け、水酸化カルシウム水溶液を注入した後、直ちに仕切り板を外し、同時に直流電圧をかけた。電圧は、電圧をかけない状態、および、10、20、30Vとし、同一電圧で48時間通電させた。そして、カルシウムイオン濃度は、カルシウム電極（イオンメーター：Orlon製、EA 940。カルシウム電極：Orlon社製、No.9320）を8時間毎に各SCに挿入し、測定した。実験Ⅰ、Ⅱとも、48時間通電後、砂中のカルシウムイオン含有量の変化を調べるため、各SC間の砂を採取し、希塩酸（pH=2.5）中に入れて攪拌し、その中のカルシウム含有濃度（以下、含有濃度と呼ぶ）を測定した。

3、実験結果および考察

実験Ⅰ：SC①の濃度は図-3の通り、各電圧とも時間とともに減少した。しかし、SC②から⑤においては、濃度はほぼ1～30ppmであり、通電時間が増加してもその値はほとんど変化しなかった。図-4に48時間通電後の砂中の含有濃度を示した。図には実験使用前の砂の含有濃度もともに示してある。図-4より、電圧が増加するにつれてカルシウムイオンが一極方向へ移動していることが分かる。これらのことから、各SCの濃度は1～30ppmの濃度で一定であるが、カルシウムイオン自体は砂に吸着される等の形で+極側から一極方向へ移動し、さらに電圧に比例してその移動速度が増加していることが分かった。

実験Ⅱ：SC⑤の濃度は、図-5の通り経過時間ごとに減少した。この原因としては、濃度勾配によるカルシウムイオンの移動と、一極側のアルカリ性化によりカルシウムイオンが $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 等の生成物となっていることが考えられる。SC①から④において、濃度は1～30ppmを示し、通電時間が増加してもその値はほとんど変化しなかった。図-6に48時間通電後の砂中の含有濃度を示す。SC⑤におけるカルシウムイオン初期濃度を維持することはできなかったが、SC④-⑤間の砂中には集積していることが分かった。また、電圧20、30V時ではSC①-②間の含有濃度が減少し、SC③-④間の砂中の含有濃度が増加しているが、これは+極側の砂中に含まれていたカルシウムイオンが電気泳動により一極方向へ移動しSC③-④間に集積したためと考えられる。

4、あとがき

今回、実験Ⅰにおいては、+極側に存在するカルシウムイオンの一極方向への移動傾向を明らかにすることができた。また、実験Ⅱにおいては、一極側で一定濃度状態を維持することはできなかったが、カルシウムイオンの+極方向への移動・拡散を抑制し、一極側に保持する可能性が見い出せた。今後は高電圧下及び直・交流電界でのカルシウムイオンの挙動を明らかにする予定である。

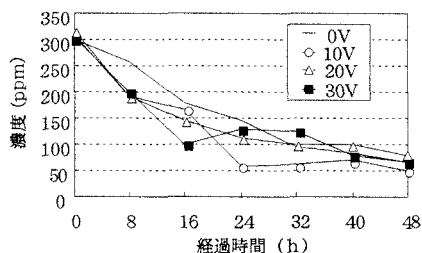


図-3 SC①の濃度変化（実験Ⅰ）

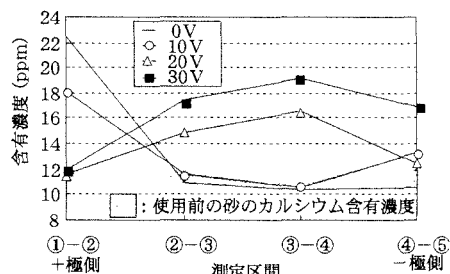


図-4 48時間通電後の砂のカルシウム含有濃度（実験Ⅰ）

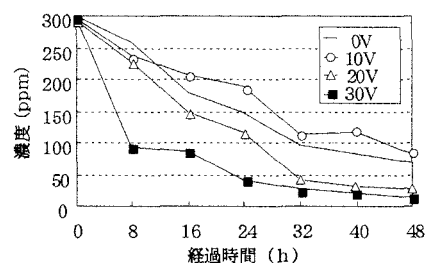


図-5 SC⑤の濃度変化（実験Ⅱ）

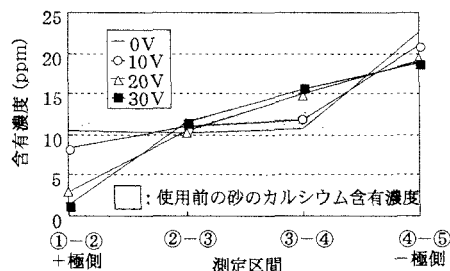


図-6 48時間通電後の砂のカルシウム含有濃度（実験Ⅱ）