

ソイルセメントの固化遅延に関する研究

東京都市大学 学生会員 ○吉田 一馬 中川健太郎

TRD 協会 非会員 木下 文男

東京都市大学 末政 直晃

1. はじめに

近年, 多くの社会基盤整備事業が行われている。しかし, 日本は国土が狭くこれらの事業は地下空間に展開されることが多く, 地盤改良に伴い, 発生する建設残土の処理場不足や処理にコストがかかるといった問題がある。これらの問題を低減させる地盤改良工法の一つにソイルセメント連続壁工法(写真-1)が存在する。ソイルセメント連続壁工法は遮水性壁や山留め壁, 土留め壁等に適用が可能である。地中連続壁工法は軟弱地盤や中硬岩などの様々な土質を地盤改良することができる。また, 騒音・振動などの建設公害の少ない地球環境に優しい工法とされている。そのため, 多くのプロジェクトに採用されており, 地下鉄や道路施設, 上下水道、電気・ガス施設, 地下街, 地下駐車場などの事業にこの工法が使われている。しかし, ソイルセメントに用いられるセメントスラリーの固化が早期であると, 工事休止後の再稼働時に, カッタービットが故障する恐れがある。また, 芯材の挿入が困難になるといった問題がある。本研究では, ソイルセメントに用いるセメントスラリーの固化遅延を目的とし, 本報告では, 既往の研究の問題点であったブリージング現象を抑制するために, CMC, ベントナイトをソイルセメントに混入させ, 固化傾向の調査として針貫入実験, ブリージング率の調査としてブリージング試験を行い, 比較・検討を行った。

2. 固化遅延メカニズム

既往の研究にて糖やオキシカルボン酸などの遅延剤をセメントスラリーに使用したが, 糖が最も固化遅延の効果があるということが知見より得られている。オキシカルボン酸添加の固化遅延メカニズムを図-1に示す。オキシカルボン酸は, 粘土等の細粒分にもキレート化が生じ, セメント分の遅延成分が奪われてしまい, 糖程の遅延効果は発揮しないという知見が得られている。糖添加のセメントスラリーの固化遅延メカニズムを図-2に示す。糖質であるサッカライドがセメントに含まれるアルミナと反応することで, セメントと水の水和反応を阻害し固化を遅延させる。



写真 - 1 施工写真

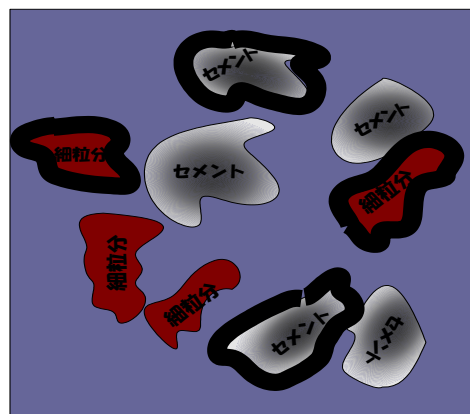


図 - 1 オキシカルボン酸による固化遅延

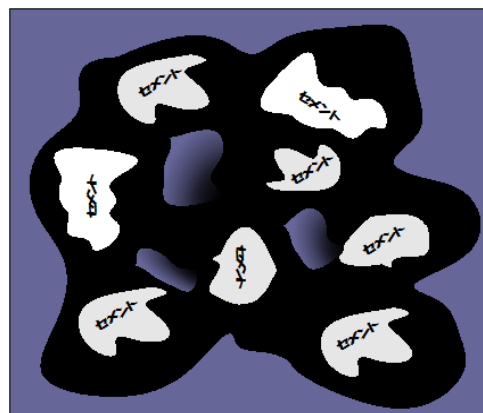


図 - 2 糖添加による固化遅延メカニズム

キーワード ソイルセメント 増粘剤 セメントスラリー

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL 03-5707-0104 Email 0818090@tcu.ac.jp

3. 実験条件

表-1, 2 に仮想地盤の体積比, 配合表を示す. より簡易な比較を行うために, 仮想地盤を砂地盤(10:0)と粘土地盤(6:4)と設定した. 遅延剤として, 既往の研究より効果が得られている糖と主成分がオキシカルボン酸であるジオリター10を使用した. また, ベントナイト, CMC の配合は Br 試験を行い要求性能 3%未満であることを確認し, 決定した.

5. 針貫入実験

針貫入実験にて固化傾向を調査するために, 直径 8mm の針を用いて, ソイルセメントの表層から 5cm 貫入した. また, 針貫入実施時刻はソイルセメントを作製後 0, 1, 2, 3, 6, 8, 12, 24 時間とし計測を行った.

6. 実験結果

図-3 に仮想地盤 10:0 における貫入時刻-貫入力の関係を示す. 破線は固化基準値を表し, 施工機が稼働可能な限界である 600mm/N を示す. CMC, ベントナイトを混入させた全ケースは, 経過時間 24 時まで貫入力の上昇に同様の傾向が見られた. case1-③, case1-④共に, 経過時間 1 時も経たずに限界強度を超え, 経過時間 3 時から 8 時において貫入力に急激に低くなる傾向を示した. また, ベントナイトを混入した case1-①, case1-②は経過時間 2 時において限界強度を超える結果となった.

図-4 に仮想地盤 6:4 における貫入時刻-貫入力の関係を示す. 経過時間 24 時まで糖の添加よりも同量のジオリターを添加させたケースと比べて高くなり, CMC よりもベントナイトを混入したケースの方が高くなることが確認された. しかし, CMC を添加した case2-⑦, case2-⑧は経過時間 2 時を過ぎた時点で施工機が稼働可能な限界強度である 600mm/N を超える結果となった. 増粘剤を混入せず, 糖のみを添加させたケースと case2-⑤, case2-⑦を比較すると経過時間 12 時において, ほぼ同様の貫入力を示し, 経過時間 24 時においては case2-⑤, case2-⑦よりも高くなる結果となった. またジオリターのみを添加させたケースも経過時間 24 時において case2-②, case2-④よりも高くなる結果となった.

7. まとめ

CMC の混入量はベントナイトの混入量よりもはるかに少ないが, 最終の貫入力に大きな差が見られなかったが, CMC の混入により固化遅延効果が発揮されると想定していたが, いずれのケースも経過時間 3 時前の時点で限界強度を超える結果となり, CMC の混入はベントナイトよりも固化の促進が早期であるという結果となった.

<謝辞>: 本研究を行うにあたり, TRD 工法協会の方々には多大なご指導, ご鞭撻を頂きました. 感謝の意を表します.

<参考文献>高見澤 TRD 工法における 1 パス固化液の遅延効果に関する研究 平成 22 年度 卒業論文

表 - 1 仮想地盤 体積比

実験ケース	砂(%)	粘土(%)
case1	100	0
case2	60	40

表 - 2 配合表

実験ケース	遅延剤(%)	増粘剤(g)	セメント(kg/m ³)	W/C(%)
case1-①	2(糖)	42(ベントナイト)	250	100
case1-②	2(ジオリター)	42(ベントナイト)		
case1-③	2(糖)	7.5(CMC)		
case1-④	2(ジオリター)	7.5(CMC)		
case2-⑤	2(糖)	18(ベントナイト)		
case2-⑥	2(ジオリター)	18(ベントナイト)		
case2-⑦	2(糖)	2.5(CMC)		
case2-⑧	2(ジオリター)	2.5(CMC)		

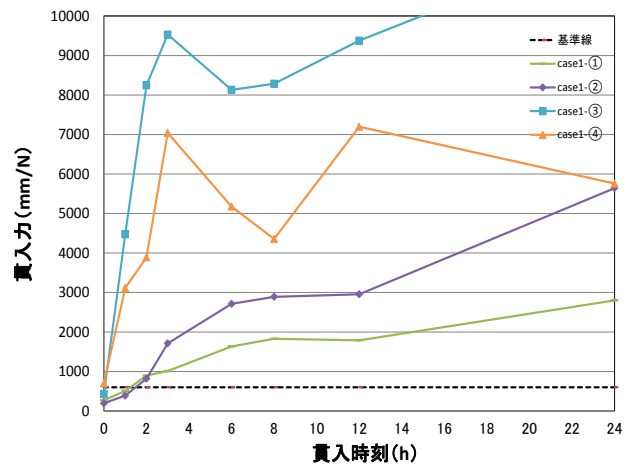


図 - 3 10:0 貫入時刻 - 貫入力

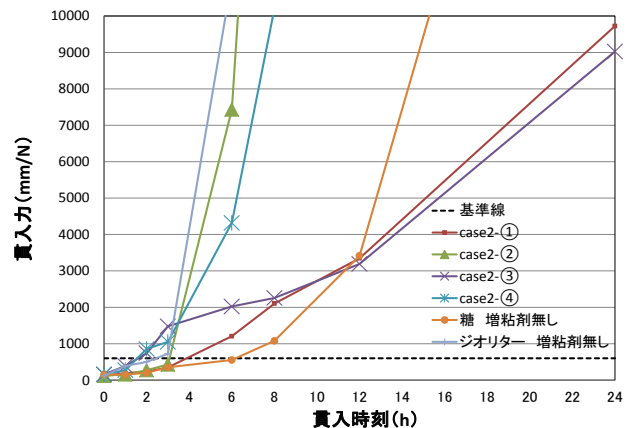


図 - 4 6:4 貫入時刻 - 貫入力