

ソイルセメントにおける固化液の固化遅延に関する研究

東京都市大学 学生会員 ○吉野 広汰
 東京都市大学 正会員 末政 直晃
 東京都市大学 学生会員 中川健太郎

1. はじめに

近年、循環型社会形成推進基本法など資源循環型社会の構築に向けた行政や企業の取り組みが積極的に行われている。その結果、建設副産物全体のリサイクル率は向上している。しかし、建設汚泥および建設発生土は他の建設副産物のリサイクル率におよばない状況である。また、建設工事から搬出される建設廃棄物は最終処分場の約 40%を占めるとも言われており¹⁾、減量化を求める声が増しに高まりつつある。このような問題を解決する地盤改良工法の一つにソイルセメント連続壁工法が存在する。写真 1 にソイルセメント連続壁工法の施工の様子を示す。本工法では、建設現場における現地発生土を用いることで、ゴミとして処分されていた建設残土をセメントに練り混ぜて、リサイクルとして活用することができるため、環境に優しく、セメントを主要材料として用い、地中にソイルセメントの壁を造成するため、高強度という特徴がある。また、連続な壁を形成するため、高い遮水性があり、遮水壁、山留め壁、耐土圧構造物等に利用することができる。しかし、こういった構造物を施工する際に、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生じる。本研究では、セメントスラリーの固化遅延を目的としている。本報告では、セメントスラリーに用いられる遅延剤にグルコン酸を用い、固化過程を針貫入実験、強度特性を試験一軸圧縮試験にて実施することで既往の研究と比較検討を行った。



写真 1 ソイルセメント連続壁の施工写真

2. 固化遅延メカニズム

図 1 に本実験で用いたグルコン酸による固化遅延メカニズムを示す。グルコン酸とはグルコースが酸化したものであり、セメントの固化を阻害する糖と同じメカニズムでセメントスラリーを固化遅延すると考えられる。グルコン酸のメカニズムは、練り混ぜ水中に溶け出したセメントに含まれるカルシウムイオンに、グルコン酸が強固に結びつき水とセメントとの接触を一時的に遮断する。セメントの初期水化反応を遅らせ、セメント水化物の生成を遅らせると考えられている。

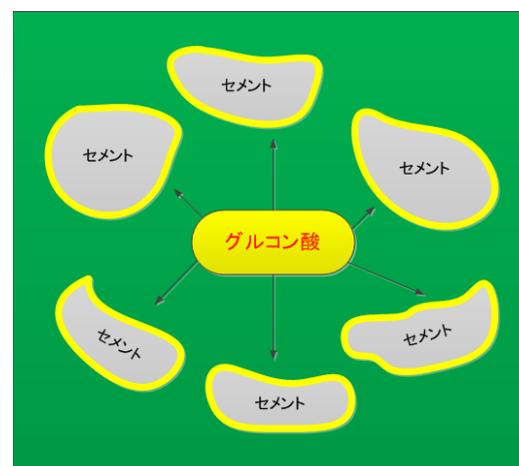


図 1 固化遅延メカニズム
 表 1 仮想地盤

仮想地盤	砂	シルト	粘土
体積比	1	3	6

表 2 セメントスラリー

	セメント (kg/m ³)	遅延剤添加量 (%)	遅延剤種類	W/C (%)
case1	250	2	上白糖	100
case2	250	2	グルコン酸	100
case3	250	1	グルコン酸	100
case4	250	1.5	グルコン酸	100
case5	250	2	グルコン酸	80

3. 実験概要

表 1, 2 に本実験で用いた配合表を示す。仮想地盤の試料には砂(珪砂 7 号), シルト(珪砂 8 号), 粘土(藤ノ森粘土)を使用し, 水を加え飽和地盤を模擬した。セメントには, 実現場で多く使用されている高炉 B 種セメントを用いて, これに遅延剤を添加した水を加えスラリー状にし, 混合・攪拌した後, 仮想地盤と練り混ぜソイルセメント供試体を作製した。図 2 に針貫入実験装置を示す。直径 8mm の針を用いて, 貫入速度を 2cm/min とし, 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, 必要に応じて実施時刻を増やした。養生は室内にて行った。一軸圧縮試験の養生方法についても針貫入実験と同様に行った。

キーワード: ソイルセメント グルコン酸 固化遅延

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL03-5707-0104

4. 実験結果及び考察

図 3 に針貫入実験で得られた貫入時刻-貫入力の関係 (w/c=100%), 図 4 に貫入時刻-貫入力の関係(添加率 2%), 図 5 に一軸圧縮試験で得られた養生日数-圧縮応力の関係を示す. ここで, 図 3 に示す破線は固化基準値を表し, 施工機が稼働可能な限界強度に対応した基準貫入力 600mmN とする. また, 図中に示す case1 は中川ら²⁾が行った上白糖を 2% 添加したものである. 固化基準値に着目すると, case1 は 6 時間程度で固化基準線に到達しているのに対し, グルコン酸を同量添加した case2 は約 22 時間程度で固化基準線に到達する結果となった. また case2 の一軸圧縮試験は材齢 3 日において供試体は自立しなかった. 一方, case1 は材齢 3 日で自立し, 148kPa の値が得られている. このことから, 同量添加比較において, グルコン酸の方が糖よりも遅延効果を発揮することがわかった. しかし, case2 の供試体は材齢 3, 7, 14, 28 日において自立しなかった. そこで, case3,4 では遅延剤添加率を減らし, 針貫入実験を行った. 固化基準値到達時刻は case3 が約 6 時間, case4 が約 12 時間となっており, 添加率の増加に伴い, 固化基準値到達時刻が伸びる傾向を示した. ソイルセメントにおける固化基準線到達時刻の目標性能は 8 時間とされていることから添加率 1.2% から 1.4% 程度で十分な遅延効果が発揮されていると言える. また図 4 において, w/c=80% の case5 の固化基準値到達時刻に着目すると, 約 8 時間となっており, case1 と比較すると, 約 2 時間程度遅延する結果となった. このことから, グルコン酸 2%, w/c=80% の配合条件は, ソイルセメントの固化基準値到達時刻の目標を満足する結果となった. また, 貫入時刻 8 時間以降に着目すると, case5 において貫入力の上昇率が最も高くなった. また, 一軸圧縮試験の結果に着目すると, case3,4 とともに強度回復がみられ, 28 日養生では case3 が 299.18kPa となり, case4 では 265.73kPa となった. グルコン酸の添加率の低い方が圧縮応力が高くなる傾向となった. 糖とグルコン酸をそれぞれの同添加率で比較すると, どちらも糖の方が圧縮応力が高くなった. これはグルコン酸が糖よりも遅延効果を発揮したことが原因と考えられる. 無添加と case3,4 を比較すると, 1/6 から 1/7 程度という結果となった. このことから最終強度に課題が残るため今後更なる改良が必要である.

5. まとめ

以上の結果より以下の知見が得られた.

- ・ w/c=100% の条件で比較すると, 同量添加において糖よりもグルコン酸の方が高い遅延効果を発揮し, 添加量が増加するほど, 遅延効果が見られた.
- ・ 添加量 2% の条件で比較すると, グルコン酸は w/c の値を低くしても, 糖より遅延することがわかった.
- ・ グルコン酸を遅延剤と用いた結果, 添加量 1%, 1.5% ともに強度発現が見られた.

謝辞: 本研究を進めるにあたり, TRD 工法協会の木下氏にはご指導頂きました. ここに記して謝意を表す.

<参考文献>

- 1) 成幸工業株式会社: http://www.eco-mw.jp/about/pdf/1_08.pdf
- 2) 中川健太郎: 糖を用いたソイルセメントの固化遅延効果の研究, 地盤工学研究発表会発表講演集 Vol.46th Page.413

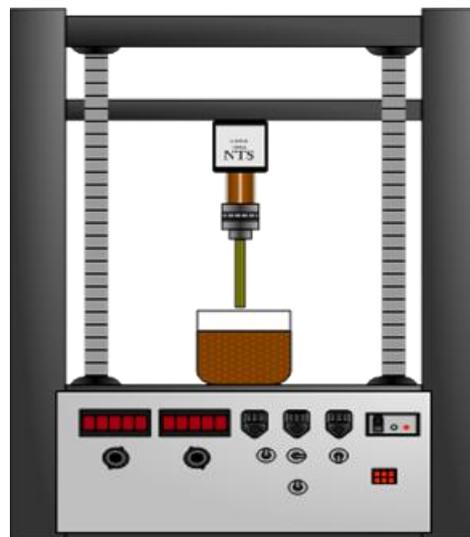


図 2 針貫入実験装置

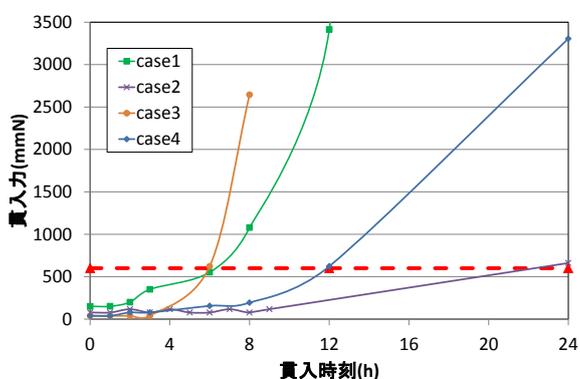


図 3 貫入時刻-貫入力の関係 (w/c=100%)

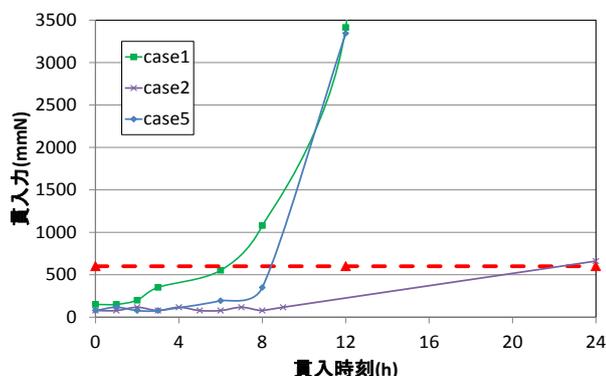


図 4 貫入時刻-貫入力の関係 (添加率 2%)

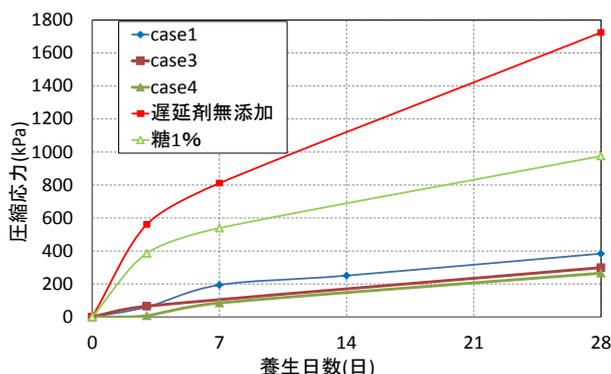


図 5 養生日数-圧縮応力の関係