

促進養生を用いたソイルセメントの強度特性に関する研究
室内実験による模擬土壌の促進強度特性

千葉工業大学 正会員 ○遠藤 宗仁
ケミカルグラウト株式会社 正会員 山野辺 純一
千葉工業大学 正会員 小宮 一仁

1. はじめに

セメント系固化材を用いた地盤改良工法の強度に関する品質管理は、施工後にコアボーリングを行い、改良体のコアサンプルを採取し、材齢 28 日の一軸圧縮強度試験を実施して評価している。その為、施工後の改良体の品質の良否判定は 28 日後となり、工事の工程やコストに大きな影響を与える可能性がある。そこで、改良体の強度評価を早期に行うことが可能となれば、大幅な工期短縮およびコストの低減につながると考えられる。本研究は、地盤改良の施工直後に未固化状態の改良体試料を採取して促進養生することにより、改良体の強度を早期段階で評価する方法の確立を目指す。

2. 研究目的

本研究では、ソイルセメント試料を 1～2 日程度、促進養生し、標準養生での 28 日後の圧縮強度を推測することを目的として基礎実験を行った。既往の研究では、促進養生の条件として養生温度、養生時間、養生圧力を変化させた場合の強度特性を確認した²⁾。本稿では、促進養生温度（低温域）、及び試料の固化材量、土壌の含水比を変化させた場合の強度特性を確認した。

3. 実験方法

本研究では、土壌の性質を一定にする為、市販されている粘土、シルト、砂をそれぞれ用意し、それらを混合した模擬土壌（試料土）にセメント系固化材を混合したソイルセメントを試料とした。図-1 に実験の基本的な流れを示す。

乾燥した粘土とシルト及び砂を所定の混合率で混合した試料土に水を加え、ミキサーで均一になるように攪拌した。その後、試料土に水の吸収と気泡抜きをするために 1 時間静置した。次に固化材と水を混ぜたセメントミルクとこの試料土をミキサーで 10 分間攪拌し、練り上がったソイルセメント試料をあらかじめガムテープでかさ上げたモールド缶に入れた。図-2 に作製したソイルセメント試料と促進養生装置を示す。かさ上げすることでブリーディング現象により供試体の高さが極端に低くならないようにした。その後、流動性が無くなるまで一定時間常温で静置した。静置後、供試体のかさ上げ部分を成形して高さを調整し、供試体の乾燥及び養生中の水の浸入を防ぐためにモールド缶上部をラップで封緘した。作製した供試体の養生方法は、促進養生と標準養生の 2

つの方法で養生を行った。促進養生では、圧力鍋に供試体が浸からない程度に水を入れ、恒温炉の中で所定の時間養生した。標準養生では、常温の水(20±3℃)が入った水槽の中で 28 日間養生した。それぞれ養生が完了した後、表面を成形し、寸法及び質量を測定して一軸圧縮試験を行った。表-1 に試験条件のパラメータを示す。

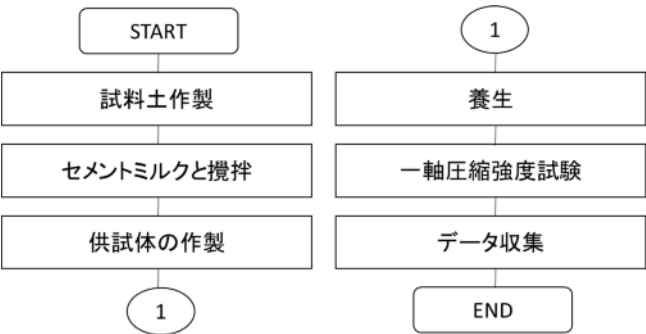


図-1 実験の基本的な流れ



図-2 作製したソイルセメント試料と促進養生装置

表-1 試験条件

細粒分含有率 Fc(%)	W/C (%)	土壌の 含水比(%)	固化材量 (kg/m ³)	養生温度 (°C)
15	100	20	100	40,50,60, 70,80,90, 100,110
45		40	250	
70		60	400	
90		80	550	

キーワード ソイルセメント, 促進養生, 地盤改良

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-2-5

ケミカルグラウト株式会社 TEL03-5575-0471

4. 実験結果

促進養生温度、試料の固化材量、試料土の含水比を変えて試験を行い、促進養生後の強度と標準養生材齢 28 日の強度の比較を行った。例として細粒分含有率 45%、含水比 40 %、固化材量 250 kg/m³、養生時間 24 時間における養生温度と一軸圧縮強度の関係を図-3 に示す（プロットは 6~8 検体の平均値を示す）。促進養生温度 40℃と 50℃の間で急激に強度が発現したことが確認できた。そして、50℃~110℃においては、一軸圧縮強度がほぼ一定であった。また、促進養生後の強度は、標準養生材齢 28 日の強度と比較して約 0.45 倍の強度が得られた。

細粒分含有率 45%、含水比 20%、養生時間 24 時間、養生温度 100℃における試料の固化材量と一軸圧縮強度の関係を図-4 に示す。固化材量が増えるにつれて、強度が増大した。促進養生後の強度は標準養生材齢 28 日の強度に対し、固化材量 100kg/m³ では 0.4 倍、250kg/m³ では 0.4 倍、550kg/m³ では 0.6 倍となった。

細粒分含有率 70%、固化材量 250kg/m³、養生時間 24 時間、養生温度 70℃における試料土の含水比と一軸圧縮強度の関係を図-5 に示す。含水比が高くなるにつれて一軸圧縮強度は低下した。促進養生後の強度は標準養生材齢 28 日の強度に対し、含水比 20%では 0.5 倍、40%では 0.5 倍、60%では 0.6 倍、80%では 0.4 倍となった。

5. 結論

今回行った実験では、次のような結果が得られた。

- (1) 50℃~110℃の間では、促進養生において強度は一定であった。
- (2) 試料の固化材量を増減させた場合、促進養生後の強度は標準養生材齢 28 日の強度の 0.4 倍~0.6 倍程度となった。
- (3) 土壌の含水比が変化した場合においても、促進養生後の強度は標準養生材齢 28 日の強度の 0.4 倍~0.6 倍程度となった。

これらのことから、市販されている圧力鍋を利用した促進養生は、細粒分含有率 45%、24 時間、温度 50℃~110℃の養生を行うことにより標準養生材齢 28 日強度の平均 45%の強度を得られることがわかった。さらに、固化材を増減させた場合においても、40%~60%の強度であることが確認された。従って、今回の実験条件において、促進養生を行うことにより標準養生の 40%以上の強度を再現が可能であることが確認された。今回の試験では、土壌試料の性質を一定に保つため、市販されている土壌を用いた。実際は、土壌の種類、成分等によって、最適な促進養生条件や再現される強度が異なる可能性もあると考えられる。

6. 今後の方針

実際の施工現場から土壌サンプルを複数採取し、促進養生、標準養生の一軸圧縮強度の比較を行う。今回の結果を踏まえて、条件を絞り込み、定量的な評価が可能となるよう試験を継続する。

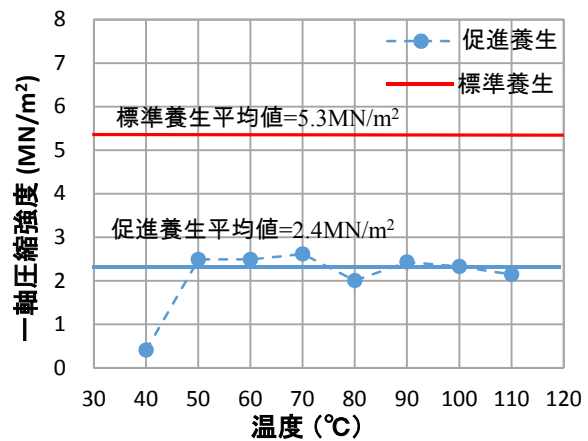


図-3 Fc45 における養生温度と強度の関係

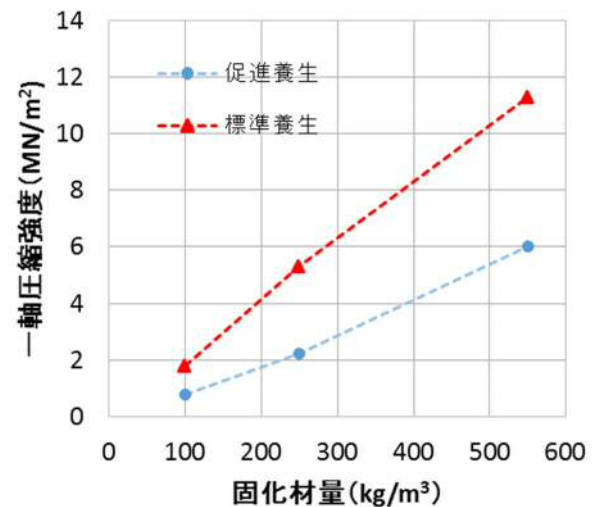


図-4 Fc45 における固化材量と強度の関係

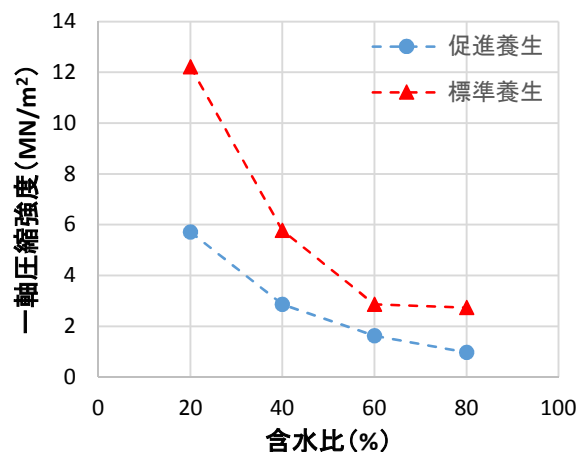


図-5 Fc70 における含水比と強度の関係

参考文献

- 1) 一般社団法人セメント協会：「セメント系固化材による地盤改良マニュアル第4版」技報堂出版株式会社 (2014) .
- 2) Komiya, K., Yamanobe, J., Endo, M., Shiozawa, T. (2015): Accelerated curing and strength of soil-cement mixtures, Japanese Geotechnical Society Special Publication, Vol.1, No.5, pp.12-16.