

## 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

実現場における促進養生強度からの材齢 28 日強度の推定

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 遠藤 宗仁  
 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品質管理は、施工後にコアボーリングを行い、ソイルセメントサンプルを採取し、材齢 28 日の一軸圧縮強度試験により行われている。そのため、施工後の早期段階では品質の良否が判断できない。従って、施工の工程やコストに大きな影響を与える可能性があり、品質の早期かつ正確な判断方法が求められている<sup>1)</sup>。そこで、改良体の強度評価を迅速に行うために、施工直後の未固化の改良体より採取したソイルセメント試料を促進養生し、改良体の圧縮強度を早期段階で評価する方法が確立されれば、大幅な工期短縮およびコスト低減につながると思われる。既往の研究により、1 日～2 日程度の促進養生を行うことにより標準養生を行った場合の強度を推定できる可能性が示唆されたことから<sup>2)</sup>、本稿では、改良体の未固化試料の促進養生強度と事前に行った室内配合試験時に求めた促進養生/標準養生強度比を用いて推定した現場コア強度を、実際のコア強度と比較を行った為、その結果を記す。

### 2. 研究目的

本研究では、室内配合試験結果を元に、施工直後の未固化のうちに採取したソイルセメント試料を 1 日間促進養生することにより、28 日後のコア強度の推定を行うことを目的とし、地盤改良工法に用いるセメント系固化材を混合したソイルセメントを促進養生した早期材齢と標準養生 28 日材齢の一軸圧縮強度の比較を行った。

### 3. 実験方法

#### (a) 室内配合試験

本研究では、現場施工の前段階として、現場で採取した土壌試料を用いて室内配合試験を実施し、促進養生と標準養生の強度比を確認した。固化材はセメント系固化材を用いた。試料は、固化材と水を混ぜた固化材スラリーとこの土壌試料を混合し、ソイルセメントの供試体とした。供試体の作成方法は、安定処理土の締固めをしない供試体作製方法 (JGS 0821-2000) に準じた。

作製した供試体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、モールド缶に試料を作製後、一定時間静置し、封緘した供試体を圧力鍋に入れ、恒温炉の中で養生した。標準養生では、封緘後、常温の水(20±3℃)が入った水槽で 28 日間養生した。所定の時間養生を行った後、一軸圧縮試験を行い、促進養生と標準養生の強度比を求めた。表-1 に土壌試料の物性、表-2 に室内配合試験の標準配合、表-3 に促進養生条件を、図-1 に作製した供試体と促進養生装置を示す。

#### (b) 現場試験

あらかじめ作製した固化材スラリーと現場の土壌を計量し、モルタルミキサーで攪拌後、打設した。改良体は地下水以浅と、地下水以深の 2 パターンで打設した。改良体を打設した後、未固化のうちに試料を採取しモールド缶に詰め、促進養生用の供試体とし、促進養生後に一軸圧縮強度試験を行った。促進養生の条件等は、室内配合試験と同様とした。改良体は打設 28 日後までにコア供試体を採取し、材齢 28 日にて一軸圧縮強度試験を行った。表-4 に打設した改良体仕様一覧表を、図-2 に改良体打設状況を示す。

表-1 土壌試料の物性

項目	単位	値
土粒子の密度	g/cm <sup>3</sup>	2.982
含水比	%	10
砂分	% (重量)	93.1
シルト分	% (重量)	4.7
粘土分	% (重量)	2.2

表-2 養生条件

静置時間	24時間
養生温度	100℃
養生時間	24時間
圧力	大気圧+0.1気圧

表-3 室内配合試験標準配合  
(単位体積当たり)

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
土壌(kg)	1495	1394	1292	1259	1123
固化材(kg)	150	200	250	266	333
練水(kg)	120	160	200	213	266



図-1 作製した供試体と促進養生装置

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

表-4 改良体配合一覧表 (単位体積当たり)

	No.1	No.2	No.3
土壌(kg)	1463	1390	1091
固化材(kg)	166	202	349
練水(kg)	133	162	279



図-2 改良体打設状況

4. 実験結果

室内配合試験の結果を図-3、4に示す(促進養生のプロットは4~6 検体の平均値、標準養生のプロットは3 検体の平均値を示す)。各養生条件における一軸圧縮強度試験の結果を比較すると、強度が高くなるにつれ、促進養生と標準養生の差が大きくなることが確認された。促進養生/標準養生の強度比は、単位固化材量 150 kg/m<sup>3</sup>で0.6、単位固化材量 200 kg/m<sup>3</sup>で0.5、単位固化材量 250 kg/m<sup>3</sup>で0.4程度であった。

次に、現場で打設した改良体の固化前の試料を用いて作製した供試体の促進養生の強度試験結果と、室内配合試験より確認された促進養生/標準養生強度比を用いて、改良体コアの材齢 28 日後の強度を推定した。推定に用いた強度比は、現場管理上、現場コア強度を高め推定しない様、安全側に0.6とした。固化前試料の促進養生の結果と推定されたコア強度を図-5に示す(促進養生のプロットは5~6 検体の平均値を示す)。さらに、改良体コアの材齢 28 日後の強度と推定強度の比較を図-6に示す(コア強度のプロットは11~28 検体の平均値を示す)。本結果より、どのプロットにおいても推定された強度よりも高い強度が確認された。促進養生/標準養生強度比は、最少で0.4であった。

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) 促進養生の結果、標準養生の材齢 28 日強度の 0.4 倍~0.6 倍の値が得られた。
- (2) 室内配合試験により促進養生/標準養生強度比を求めておくことにより、改良体の未固化試料を用いた促進養生結果から、現場コア強度を安全側に推定する事が出来た。

今回の実験より、事前に配合試験を行い、促進養生/標準養生強度比を求めておくことにより、現場のコア強度を打設後、数日以内で推定が出来ると考えられる。今後も、土壌の種類等のデータを蓄積し本方法の評価を行っていく。また、今回の報告では、強度比0.4以上の結果となっているが、強度比が0.4の場合、促進養生の強度試験結果が±1MN/m<sup>2</sup>変動すると、コア強度で±2.5MN/m<sup>2</sup>変動することとなり、誤差が大きい。より精度の高い推定を行う為に、今後も基礎的な試験を継続し、強度比に与える条件を絞り込み、最適な養生条件等の把握を目指す。

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.

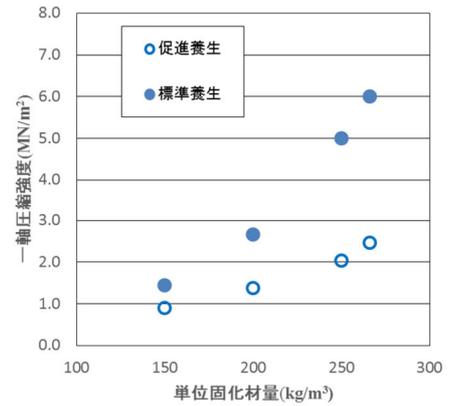


図-3 室内配合試験結果

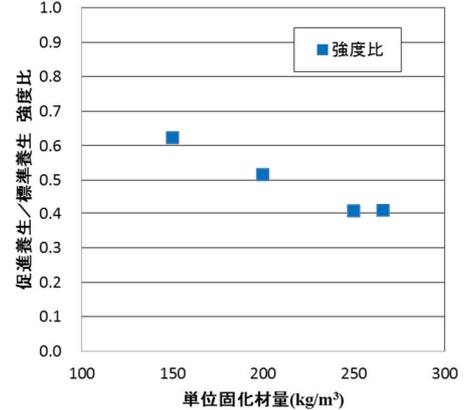


図-4 促進養生/標準養生強度比

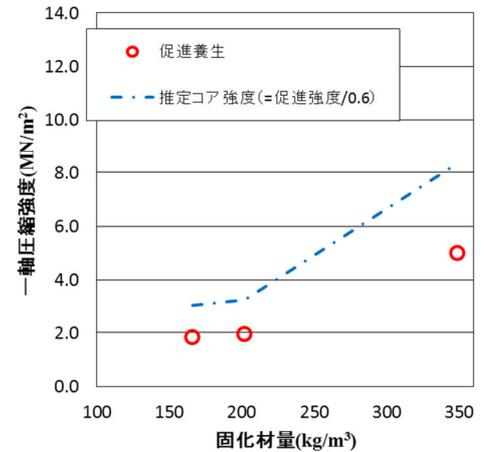


図-5 促進養生からの強度推定

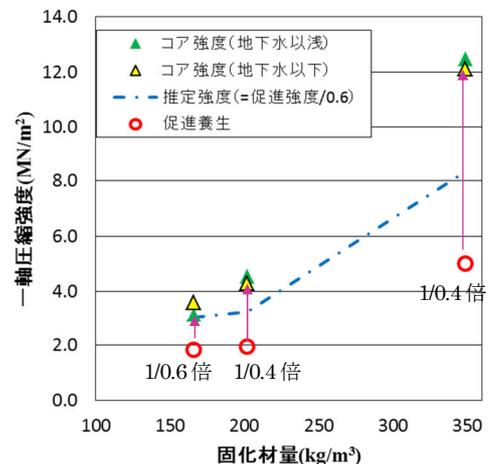


図-6 現場コア強度結果