

セメント安定処理における固化材添加量の管理手法に関する研究

伊藤組土建株式会社 正会員 滝澤 嘉史
 独立行政法人 北海道開発土木研究所 正会員 西本 聡 正会員 佐藤 厚子
 正会員 林 宏親

1. まえがき

セメント安定処理工においてセメント安定処理土に実際に含有する固化材（以下、セメント及びセメント系固化材を総称する）の量が管理されれば、施工機械による攪拌ムラ・攪拌ロスが管理され、固化材添加量の割増率を低減し、均一な強度の改良地盤を造成することが可能となる。また、攪拌ムラによって六価クロム溶出試験で確認した添加量以上の固化材が添加される可能性がある。添加量の管理によって六価クロム溶出リスクを回避することができ、低コスト、高品質且つ安全な改良地盤を提供することが可能となる。本研究は、混合・攪拌直後のセメント安定処理土で作成した懸濁液の比重に着目し、これを計測することで実際の添加量を計測・管理することが可能かを検証し、施工管理へ適用性を評価するものである。

2. 比重計測による添加量管理の推定

固化材の粒度は、0.005～0.090mm程度の範囲内で直線的に分布するとされている¹⁾。土の粒度試験では2.0mm以下の粒径に対して沈降分析を行い、0.075mm以下については懸濁液の比重によって通過百分率を求める。また、土粒子の密度(2.6～2.8g/cm³)²⁾と比較して固化材の密度は3.1g/cm³程度¹⁾であり重い。このため比重によって求める粒径の範囲内においてセメント安定処理土で作成した懸濁液は、土のみで作成した懸濁液より重く、添加率の増加にともない比重が顕著に増大すると考えた。

3. 実験方法

(1) 比重の計測方法

添加量の管理を目的として比重を計測するの手法(以下、比重試験という)は、基準等には定められていない。そこで、土の粒度試験方法を参考として図-1のフロー図に示す手法を設定した。

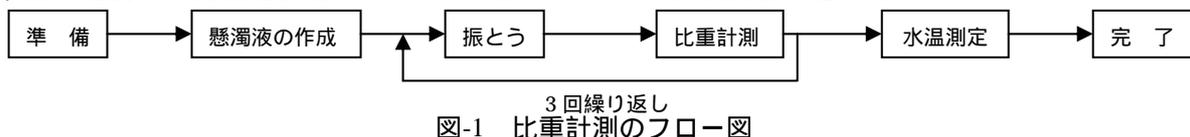


図-1 比重計測のフロー図

懸濁液を作成するセメント安定処理土の量は、多いと濃度が濃くなり比重浮ひょうでの計測範囲を超過し、少ないと濃度が薄くなり添加率毎の比重差が取れない。そこで、試料毎に100gまたは200gで設定した。

比重の計測は、繰り返し3回行い、読み取り誤差が少なくなるように比重浮ひょうの1/10目盛りまで読み取り、3回の測定結果の平均値を計測値とする。

(2) 計測値の補正

比重浮ひょうの読み値は、懸濁液の温度による比重浮ひょうの体積変化と測定日の気圧により変化するため補正する必要がある。補正は、土質試験の方法と解説第一回改訂版「社団法人地盤工学会」に準ずる。

(3) 試験ケース

表-1 試料一覧表

試料名	試料	試料	試料	試料	試料	試料
土粒子の密度 s g/cm ³	2.593	2.757	2.613	2.681	1.704	2.652
自然含水比 W _n %	52.2	31.7	68.3	51.1	702.9	28.4
液性限界 LL %	53.4	61.1	73.8	82.7	-	56.9
塑性限界 PL %	30.5	33.1	34.0	22.6	-	29.4

比重試験では、表-1に示す試料～試料を使用した。試料～試料及び試料は粘性土であり、試料

キーワード 添加量 比重試験 一軸圧縮強度

連絡先 〒050-8554 札幌市中央区北4条西4丁目1番地 伊藤組土建株式会社 土木部工務課 TEL 011-241-8296

は泥炭である。試料 及び試料 は粒度調整した試料である。固化材は粘性土に対して高炉B種セメント、泥炭にはセメント系固化材を使用した。また、一軸圧縮試験を実施し各添加率での改良強度を確認した。

4. 比重試験の結果と考察

(1) 経過時間

振とう後の経過時間によって懸濁液の比重は変化する。そこで、比重計測に適した経過時間を確認するため1回の計測で振とう後1分毎に7分間測定した。試料 では図-2が得られ、2min以降では時間経過とともに添加率に対する比重の増加率が小さくなる傾向がある。振とう後1minでは添加量毎の比重差が大きく、添加率に対して一定に比重が増加するため有効であることがわかった。その他の試料においても同様の傾向がみられた。

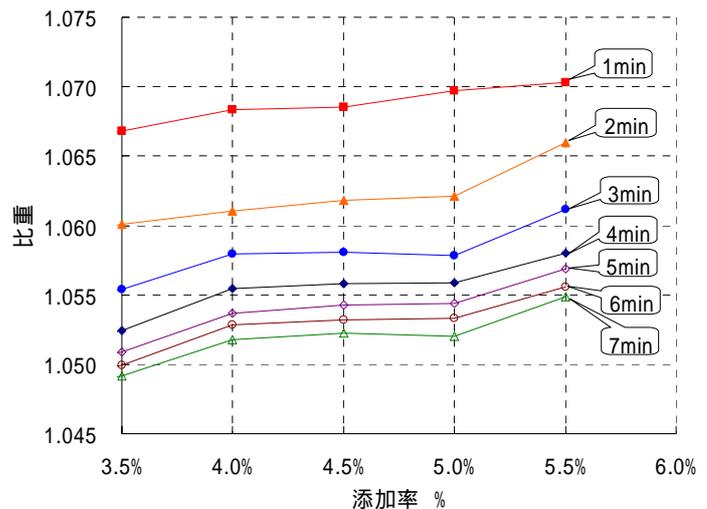


図-2 経過時間による比重の変化(試料)

(2) 添加量の推定

比重試験の結果、添加率と懸濁液の比重に図-3に示す関係が得られ、添加率の増加に伴い比重がほぼ直線的に増加することがわかった。ただし、その傾きは試料の物性毎に異なるため、試料毎にキャリブレーションが必要である。図中に各試料の近似直線を併記する。これによって添加率1.0%の増加は、試料 で0.0026、試料 で0.0007、試料 で0.0004、試料 で0.0005、試料 で0.0006、試料 で0.0014の比重増加に相当する。これは、湿潤密度が 14kN/m^3 程度の土であれば1.0%毎に比重を計測・管理した場合、 14kg/m^3 単位での添加量管理が可能となることを意味する。

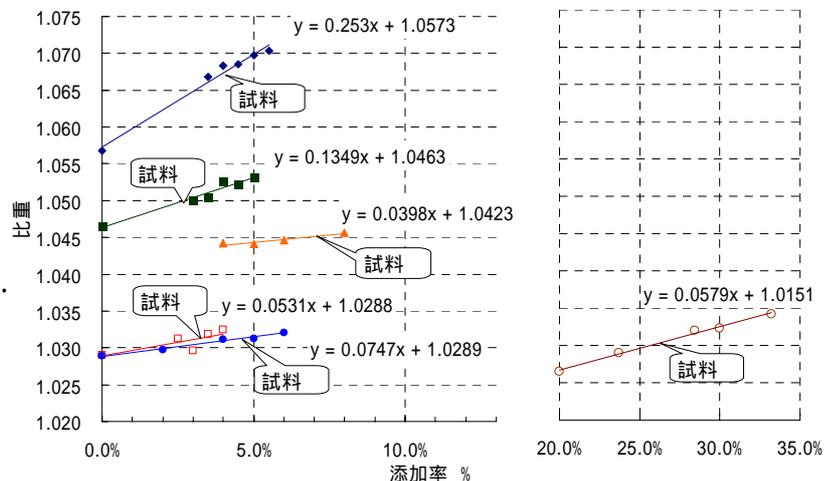


図-3 比重試験による計測結果

(3) 配合条件

一定以上の添加率では、測定値にバラツキが多く発生し、28日材齢の室内強度が 1.2MN/m^2 以上の強度が発現する添加率では比重による管理ができないことがわかった。このため本手法による管理は、28日の室内強度で 1.2MN/m^2 以下の強度が発現する添加率に対して有効となる。盛土の基礎部分にセメント安定処理を施工する場合、 $100\sim 300\text{kN/m}^2$ 程度に目標改良強度が設定される場合が多く、本手法による管理が可能な改良強度の範囲は実用的な範囲であるといえる。

5. 今後の課題

本研究は、室内試験の実施データであり、施工管理に当手法を適用するには現場での試行が必要である。また、粒度調整していない試料では計測値にバラツキが多く発生するためサンプリング手法に工夫が必要である。施工管理への適用にあたっては、電子計測機等の開発により測定結果を即座にフィードバックできる計測方法を考案することで現場での計測・管理が容易となると考える。

参考文献

- 1) 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3版)，2003。
- 2) 社団法人地盤工学会：土質試験の方法と解説(第一回改訂版)，2000。