

浸透法で作製した薬液改良土供試体の密度・充填率について

大成建設(株) 正会員 ○松井 秀岳 正会員 下村 雅則

1. はじめに

薬液注入改良土の供試体作製方法は、「JGS 0831-2009 薬液注入による安定処理土の供試体作製方法 (以下、基準と称す)」¹⁾として基準化され、液状化対策工事の配合検討などで広く活用されている。しかし、砂の密度調整方法や注入薬液の脱気の有無、薬液注入時の圧力条件(真空、大気圧)や拘束条件(原位置を想定した拘束圧の有無)など、細かい点で統一されず、個々の適用での結果、評価のばらつきの要因になっている。このことは、配合設計で用いられる強度発現率(室内と原位置の強度差を補正する係数、現状 0.6²⁾)の妥当性に関わることから、詳細な要因分析が必要と考えられる。

上記に対して、一斉試験³⁾では、「混合法」、「浸透法」により作製した供試体について、密度や強度の差異・ばらつきを定量的に比較・評価している。一方、両作製方法以外にも試験結果のばらつきや作製手間などの違いで異なる手法が活用されており、同様の比較・評価が必要である。本報では、上記一斉試験でばらつきが小さいとされた「浸透法」に対して、圧力・拘束条件を変えて作製した供試体の密度・充填率を考察する。

2. 供試体作製

(1) 使用材料

薬液改良土の母材には豊浦砂(表1参照)を使用した。一斉試験同様、相対密度を60%(乾燥密度 1.540g/cm³)に設定した。また、注入薬液には比重 1.064~1.080 の3種類の水ガラス系溶液型薬液(表2参照)を用いており、いずれの薬液もゲルタイムを240分以上に設定した。なお、今回の試験では一度に9~10供試体分を作液しており、注入完了までの時間は60分程度であった。

(2) 作製手順

一斉試験の供試体作製方法は、基準に付則された「簡便な方法(サンドゲル)」、「その他の例」に該当するのに対して、本報では基準に示された方法に準じた。供試体の作製条件を表3に、詳細な手順を以下に示す。

- ①内径5cmのモールドに下蓋を設置し、金網設置後、フィルター材(珪砂4号)を投入し、モールド側面を打撃して締め固める。その後、供試体下部の金網を設置する。
- ②豊浦砂を計量・投入し、所定の高さ(10cm)になるようにモールド側面を打撃して、静的に締め固める。
- ③供試体上部に金網を設置後、フィルター材を投入し、最上部に金網を設置し、最後に上蓋を設置する。
- ④モールド下部に注入管を接続し、脱気水を注入する。注入は水位差(0.5m程度^{※1})によって行い、モールド上部から水が排出された時点で注水完了とする。
- ⑤所定の配合で調製した薬液(脱気無し)をモールド下部から注入する。注入は脱気水と同様に水位差による。

キーワード：薬液注入, 浸透法, 湿潤密度, 充填率, 薬液改良土

連絡先： 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7236

表1 豊浦砂の基本物性値一覧

| | | |
|--------|-------------------|-------|
| 土粒子密度 | g/cm ³ | 2.649 |
| 最大乾燥密度 | g/cm ³ | 1.668 |
| 最小乾燥密度 | g/cm ³ | 1.381 |
| 最小間隙比 | | 0.587 |
| 最大間隙比 | | 0.919 |

表2 注入薬液の比重・ゲルタイム

| | |
|-------|--------|
| 薬液A比重 | 1.080 |
| 薬液B比重 | 1.064 |
| 薬液C比重 | 1.075 |
| ゲルタイム | 240分以上 |

表3 供試体作製条件

| | | |
|-------|------|-----------|
| | 本報 | 一斉試験 |
| 作製方法 | 浸透 | 浸透・混合 |
| 密度調整 | 締め固め | 締め固め・空中落下 |
| 薬液の脱気 | なし | あり・なし |
| 圧力条件 | 大気圧 | 真空 |
| 拘束条件 | なし | 鉛散弾による上載圧 |



写真1 供試体作製状況

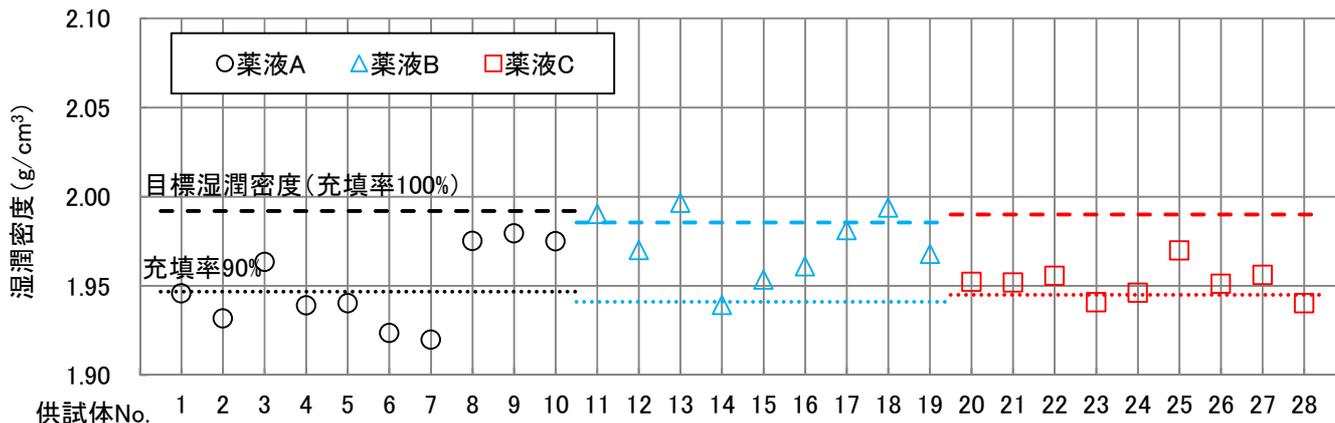


図 1 作製した供試体の湿潤密度

って行い、モールド上部から間隙液体が 250ml 程度^{※2} 排出された時点で薬液の注入を完了する。モールド上下のコックを閉じ、容器のまま 20℃で静置して養生する。

⑥所定の時間^{※3} 経過後、金網・フィルター材を取り除き、プランジャーで供試体を静かに押し出して脱型し、供試体作製を完了する。

※1 水頭差で 5kN/m² 程度。圧力容器で一般的な注入圧力 (10~20kN/m²) を与える基準の方法より小さい。

※2 モールド寸法が基準と同程度であるため、基準に示された薬液の注入量をそのまま採用。

※3 基準では「ゲル化時間の 5 倍以上静置する」とされており、今回使用した薬液のゲルタイムが最長で 0.5 日ほどであったため、全ての薬液で 2.5 日以上静置したあとに脱型。

3. 作製した供試体の湿潤密度・充填率

(1) 湿潤密度

作製した 28 体の供試体の湿潤密度を図 1 に示す。図中の目標湿潤密度は、相対密度 60% に調整した豊浦砂の間隙が全て薬液で満たされた状態 (充填率 100%) を想定して算出しており、薬液比重の差異によって注入薬液ごとに値が異なる。計測された湿潤密度の平均値は、薬液の種類によらず充填率 100% の湿潤密度を下回る結果となった。また、湿潤密度の変動係数は、薬液 A で 1.09%、薬液 B で 0.93%、薬液 C で 0.43% となり、前述の一斉試験の報告値 (浸透法で締固めによる密度調整をした場合の変動係数 0.20%~0.76%) と比べて、同等もしくはややばらつきが大きい結果となった。

(2) 充填率

同図に、充填率を 90% とした場合の湿潤密度をあわせて示す。作製した供試体の乾燥密度は目標値通りであると仮定して、湿潤密度から供試体の充填率を算出したところ、薬液 A で 91%、薬液 B で 96%、薬液 C で 92% となった (ここでは、薬液以外の間隙が全て空隙であると仮定して充填率を算出)。既往の調査⁴⁾ において、今回と同じ乾燥密度 1.540g/cm³ の豊浦砂を水で大気圧置換した際の充填率は約 95% と報告されているほか、二重管ダブルパッカー工法の標準的な充填率 (砂を対象とした場合) は 90%²⁾ とされている。今回の結果は、現場適用工法の標準値と室内試験における事例の中間に位置する結果となった。

4. まとめ

基準に準じた浸透法で作製した薬液改良土供試体について考察した結果、湿潤密度のばらつきは一斉試験と同等もしくはやや大きめとなり、充填率は現場と室内の事例の中間的な値となった。引き続き、薬液改良土の設計の妥当性判断・合理化検討の基礎となるデータの蓄積・分析を進めていきたい。

参考文献

1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，pp. 435-446，2009. 2) 沿岸技術研究センター：浸透固化処理工法技術マニュアル (改訂版)，pp. 43~52，2008. 3) 地盤工学会：薬液注入工法の設計・施工法および試験法に関する研究委員会活動報告書，pp. 98-106，2015. 4) 岡村未対，来山博昭：遠心加速度を利用した飽和模型地盤の作製法と飽和度計測法に関する研究，土木学会論文集 C，Vol. 64，No. 3，pp. 662-671，2008.