

## 力学試験における不確かさ算定のための均質な供試体作製方法の検討 (第3報)

(株)興和 正会員 ○鈴木 直文  
真島 淑夫  
正会員 柴田 東

## 1. はじめに

著者らは、第1報<sup>1)</sup>、第2報<sup>2)</sup>において、一軸圧縮試験(強度、変形特性)における測定の不確かさ算定を行うため、一定品質の供試体を作製する方法を検討した。そこで、力学試験用の粘性土試料の強度特性(応力及び歪み)を有する供試体を目標として、表-1に示す条件全てを満足させるべく、締固め法、固化材添加法、「一定荷重荷重法」の3種類の供試体作製方法を行った。その結果、スラリー状の試料に排水促進材を添加し、一定荷重を載荷する「一定荷重荷重法」がより多くの条件を満足する事がわかった。

本稿では、引き続きこの方法によって、3種類の試料について検討した結果について報告する。

## 2. 均質な供試体作製実験

試料は表-2のように土質分類の異なる3種類を使用し、作製方法は第2報<sup>2)</sup>と同様、排水促進材を添加し、一定荷重を載荷して供試体を作製する方法で行った。

## &lt;荒木田粘土&gt;

表-1に示す条件を満足する方法を確認する事を目的として、表-3に示す9ケースで供試体を作製し、一軸圧縮試験を実施した。

図-1は、3T法<sup>3)</sup>にて養生の影響が少なくなったと判断された時点での $q_u$ と $\varepsilon_f$ の関係図であり、図中の赤枠で囲まれた黄色ハッチ部分が目標とする $q_u=100\sim 200\text{ kN/m}^2$ 、 $\varepsilon_f\leq 5\%$ の範囲である。9ケースの中で目標範囲に入るのはcaseA-5である。表-3に安定した時点での養生日数を示したが、養生日数3日間という短期間で強度特性変化が少なくなった。これは、一斉試験等で供試体を使用する際、養生日数3日以上経てば、養生日数に制約なく試験が実施可能となることを示唆している。

## &lt;DLクレイ&gt;

表-4に示す5ケースで供試体を作製し、一軸圧縮試験を実施した。図-2は、図-1と同様の関係図である。5ケースの中で目標範囲に入るのはcaseD-3である。表-4に安定した時点での養生日数を示すキーワード 不確かさ、室内実験、一軸圧縮試験

表-1 目標とする供試体作製条件

|                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------|
| a. 飽和度95%以上で作製可能                                                   |
| b. $q_u=100\sim 200\text{ kN/m}^2$ , $\varepsilon_f\leq 5\%$ で作製可能 |
| c. 強度特性を制御(強度レベル制御)が可能                                             |
| d. 簡易的に作製可能                                                        |
| e. 短期間(数日以内)で作製可能                                                  |
| f. 一定の品質で作製可能                                                      |
| g. 同時に大量作製が可能                                                      |

表-2 試料の種類一覧表

| 種類      | 土質分類           | 生産地・販売店    | 試料調整時<br>( $W_i$ $W_L\times 2$ ) | ケース              |
|---------|----------------|------------|----------------------------------|------------------|
| 荒木田粘土   | 砂質粘性土<br>(CsS) | 埼玉県川越産     | $W_i=80\%$                       | A-1~A-9の<br>9ケース |
| DLクレイ   | シルト<br>(M)     | 林化成(株)     | $W_i=60\%$                       | D-1~D-5の<br>5ケース |
| カオリンクレイ | 粘土<br>(CH)     | (株)堀クレイ営業所 | $W_i=120\%$                      | K-1~K-6の<br>6ケース |

表-3 試験方法一覧表(荒木田粘土)

| 試料の種類     | case | 最終載荷荷重<br>( $\text{kN/m}^2$ ) | 排水促進材<br>添加量(%) <sup>*</sup> | 安定した時点<br>の養生日数<br>(day) | 図-1<br>凡例 |
|-----------|------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------|
| 荒木田<br>粘土 | A-1  | 150                           | 5                            | $\geq 7$                 | ○         |
|           | A-2  |                               | 10                           | 3                        | △         |
|           | A-3  |                               | 15                           | 7                        | □         |
|           | A-4  | 300                           | 5                            | 7                        | ○         |
|           | A-5  |                               | 10                           | 3                        | △         |
|           | A-6  |                               | 15                           | 7                        | □         |
|           | A-7  | 600                           | 5                            | 7                        | ○         |
|           | A-8  |                               | 10                           | 3                        | △         |
|           | A-9  |                               | 15                           | 7                        | □         |

赤枠 目標強度特性を満足するcase ※乾土質量比

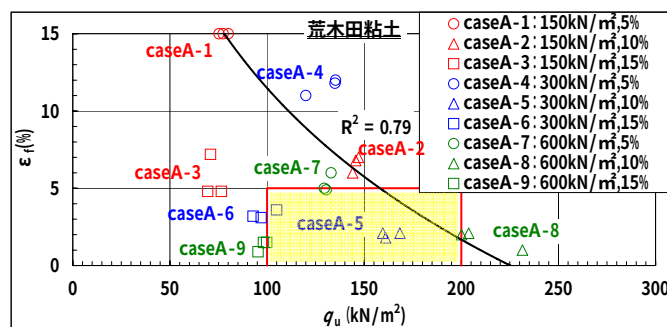
図-1 荒木田粘土の場合の $q_u$ と $\varepsilon_f$ の関係図

表-4 試験方法一覧表(DLクレイ)

| 試料の種類     | case | 最終載荷荷重<br>( $\text{kN/m}^2$ ) | 排水促進材<br>添加量(%) <sup>*</sup> | 安定した時点<br>の養生日数<br>(day) | 図-2<br>凡例 |
|-----------|------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------|
| DL<br>クレイ | D-1  | 300                           | 5                            | 8                        | ○         |
|           | D-2  |                               | 10                           | 7                        | △         |
|           | D-3  |                               | 20                           | 7                        | ◇         |
|           | D-4  | 600                           | 5                            | 7                        | ○         |
|           | D-5  |                               | 10                           | 7                        | △         |

赤枠 目標強度特性を満足するcase ※乾土質量比

が、caseD-3 の場合、養生日数 7 日間で強度特性変化が少なくなった。

＜カオリンクレー＞

表－5 に示す 6 ケースで供試体を作製し、一軸圧縮試験を実施した。図－3 は、図－1 と同様の関係図である。6 ケースの中で目標範囲に入るのは caseK-2, K-4 である。表－5 に安定した時点での養生日数を示すが、caseK-2, K-4 の場合、養生日数 8 日間で強度特性変化が少なくなった。

3. 供試体の均質性確認

以上の実験結果より表－1 で示した a. ～ e. までの条件を満足するのは、荒木田粘土を用いた場合の caseA-5 である。この caseA-5 について、f. の条件を確認する事を目的として、20 供試体を作製し、均質性の確認を行った<sup>2)</sup>。その結果、著者らが過去に報告した供試体と比べると、より均質な供試体を作製できることがわかった(表－6<sup>2)</sup>)。また、JIS Z 8405:2008 を参考に検討した結果、技能試験に使用する供試体として、均質な水準を確保できると判断された(1)式、2)式、表－7<sup>2)</sup>)。

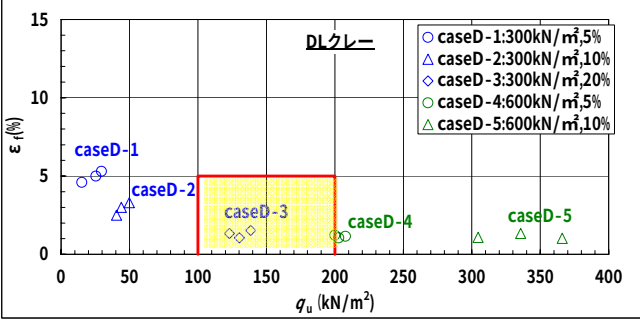
4. 同時に大量作製する方法について

これまでの検討によって、今回実施した仕様(caseA-5)で作製すれば、一斉試験等で使用する供試体の作製が可能である。今回は、三軸圧縮試験装置を使用した一定荷重載荷のため、同時に大量作製することは難しいものの、代わりに段階式圧密試験装置を用いることによって、圧密試験装置の連数分の供試体が同時に作製可能となり、表－1 で示した g. の条件についても満足する。

5. まとめ

3 種類の試料について「一定荷重載荷法」によって、供試体を作製した結果、粘性土試料の強度特性(応力及び歪み)を有する供試体の条件(表－1)を最も満足するのは、砂質粘性土(CsS)である荒木田粘土を用いた caseA-5 であった。この方法によれば、技能試験に使用する供試体の水準が確保される事がわかった。また、同時に大量作製する方法についても、段階式圧密試験装置を用いることで対応可能と考えられる。一方、シルト(M)である DL クレーや粘土(CH)であるカオリンクレーを用いた場合は、荒木田粘土に比べると、養生の影響が少なくなるまで日数がかかるものの、7～8 日間経てば、日数に制約なく試験が実施可能となることから、これらの試料についても、将来的に使用可能となると考えられる。

**参考文献** 1)鈴木直文ら：力学試験における不確かさ算定のための均質な供試体作製方法の検討(第1報)、第44回地盤工学研究発表会、2009。2)鈴木直文ら：力学試験における不確かさ算定のための均質な供試体作製方法の検討(第2報)、第45回地盤工学研究発表会、2010(投稿中)。3)地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説-2分冊の2、p589、2009。

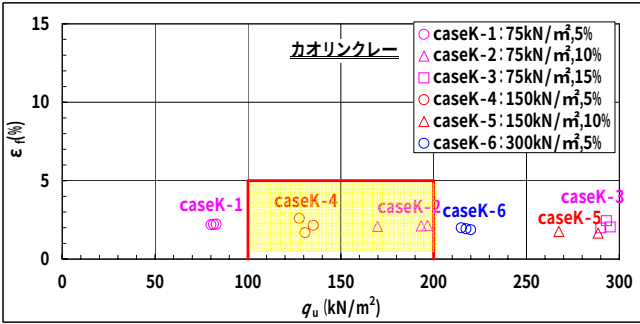


図－2 DL クレーの場合の  $q_u$  と  $\varepsilon_f$  の関係図

表－5 試験方法一覧表(カオリンクレー)

| 試料の種類                           | case | 最終載荷荷重<br>(kN/m²) | 排水促進材<br>添加量(%)※ | 安定した時点<br>の養生日数<br>(day) | 図-3<br>凡例 |
|---------------------------------|------|-------------------|------------------|--------------------------|-----------|
| カ<br>オ<br>リ<br>ン<br>ク<br>レ<br>ー | K-1  |                   | 5                | 9                        | ○         |
|                                 | K-2  | 75                | 10               | 8                        | △         |
|                                 | K-3  |                   | 15               | 7                        | □         |
|                                 | K-4  |                   | 5                | 8                        | ◇         |
|                                 | K-5  | 150               | 10               | 7                        | △         |
|                                 | K-6  | 300               | 5                | 7                        | ○         |

目標強度特性を満足するcase ※乾土質量比



図－3 カオリンクレーの場合の  $q_u$  と  $\varepsilon_f$  の関係図

表－6 均質性確認結果一覧表(過去の結果との比較)

|          | 変動係数          |                     |                  |
|----------|---------------|---------------------|------------------|
|          | $q_u$ (kN/m²) | $\varepsilon_f$ (%) | $E_{50}$ (MN/m²) |
| case A-5 | 0.01          | 0.05                | 0.05             |
| 過去の実験結果  | 0.03          | 0.08                | 0.05             |

$$Ss \leq 0.3 \hat{\sigma} \quad \dots\dots\dots 1) \text{式}$$

$$Ss = \frac{\sqrt{\frac{\text{試料間分散} - \text{試料内分散}}{r}}}{r} \quad \dots\dots\dots 2) \text{式}$$

表－7 均質性確認結果一覧表  
(JIS Z 8405:2008 参考による方法)

|                 | $0.3 \sigma$ | Ss     | 判定 |
|-----------------|--------------|--------|----|
| $q_u$           | 9.13         | 1.3650 | 均質 |
| $\varepsilon_f$ | 0.11         | 0.0612 | 均質 |
| $E_{50}$        | 0.87         | 0.1576 | 均質 |