

## 貫入方法の違いによるコーン指数試験の一考察

中部土質試験協同組合 ○伊藤 康弘 坪田 邦治  
 ” 久保 裕一 加藤 雅也

### 1. はじめに

現在「再生資源の利用の促進に関する法律」を背景に、現場では、建設発生土の有効利用が求められている<sup>1)</sup>。その中でも、締固めた土のコーン指数試験(以下、コーン試験と記す)は、建設発生土を建設現場に活用する為の指標として現場で多く適用されている。

コーン試験は一般的に人力で行われることが多く、目視による計測のために、荷重計の針の移動が速い場合には十分に読み取れず、計測精度に課題があるといえる。

本報文では、粒度配合の違いによる計測精度を検討するために、藤森粘土を用いて、細粒分含有率を変化させた試料を作製し、手動貫入方法(以下、手動と記す)と自動貫入方法(以下、自動と記す)で測定結果の違いを検討した。この結果、細粒分含有率の違いにより、手動と自動の測定値に有意な差が生じることが判ったので報告する。

### 2. 実験条件

#### (1) 細粒分の配合量

実験試料は藤森粘土を用い、砂質土(細粒分含有率  $F_c=2.9\%$ の分級された砂)を加え、粒度構成を、 $F_c=85\%$ 、 $F_c=70\%$ 、 $F_c=50\%$ 、 $F_c=30\%$ と変化させた。また、変化の大きかった  $F_c=70\%$  と  $F_c=85\%$ 付近を細分化する目的として、 $F_c=80\%$ を加えた計5種類の試料とした。

#### (2) 供試体作製

供試体作製は JIS A 1228-2009<sup>2)</sup> に準じ、試料の許容最大粒径を4.75mm とし供試体を作製した。なお、建設発生土の土質区分を考慮し突固め回数は各層25回とした。

#### (3) 含水比の変化

粒度配合の変化に加え、含水比の変化を検討するため、手動貫入が可能な最大のコーン指数  $q_c=1800\text{kN/m}^2$ 程度を上限値、測定値の読み取りが可能なコーン指数  $q_c=20\text{kN/m}^2$ 程度を下限值とした。

表-1 試料状態と実験条件

| 試料名        | 細粒分含有率<br>$F_c$ (%) | 土粒子の密度<br>$\rho_s(\text{g/cm}^3)$ | 計測限界 | 含水比<br>$w$ (%) | 湿潤密度<br>$\rho_t(\text{g/cm}^3)$ |
|------------|---------------------|-----------------------------------|------|----------------|---------------------------------|
| $F_c=30\%$ | 34.3                | 2.644                             | 上限値  | 15.7           | 2.065                           |
|            |                     |                                   | 下限値  | 22.9           | 1.949                           |
| $F_c=50\%$ | 51.0                | 2.672                             | 上限値  | 16.9           | 2.036                           |
|            |                     |                                   | 下限値  | 25.6           | 1.906                           |
| $F_c=70\%$ | 68.2                | 2.698                             | 上限値  | 19.2           | 1.997                           |
|            |                     |                                   | 下限値  | 31.8           | 1.846                           |
| $F_c=80\%$ | 80.1                | 2.733                             | 上限値  | 21.5           | 1.976                           |
|            |                     |                                   | 下限値  | 34.4           | 1.814                           |
| $F_c=85\%$ | 83.3                | 2.723                             | 上限値  | 21.7           | 1.995                           |
|            |                     |                                   | 下限値  | 36.3           | 1.791                           |

#### (4) 計測方法

計測は、5cm、7.5cm、10cm の貫入量を計測し、手動と自動ともに2回の平均値とした。手動と自動の計測方法の詳細を以下に示す。貫入は JIS A 1228-2009<sup>2)</sup>に準じ、貫入速度1cm/sとした。

##### a) 手動計測方法

コーンペネトロメーターを用いて、貫入者と測定者で計測を行った。測定者が貫入量の合図を行い、貫入者が荷重計を目視した(写真-1)。



写真-1 手動計測方法

##### b) 自動計測方法

自動圧縮試験機(MACROSS)を用い、自動貫入を行い、荷重はロードセルを用いて自動計測した(写真-2)。



写真-2 自動計測方法

### 3. 試験結果

#### (1) 含水比の変化に伴うコーン指数の変化

手動と自動の比較を行う供試体を作製するために、2(3)に記述したように、 $F_c$ と含水比を変化させ上限値と下限値を求めた。この結果を、図-1に示す。

$F_c$ 、含水比の増加とともに、コーン指数(自動計測、 $q_{c-A}$ )

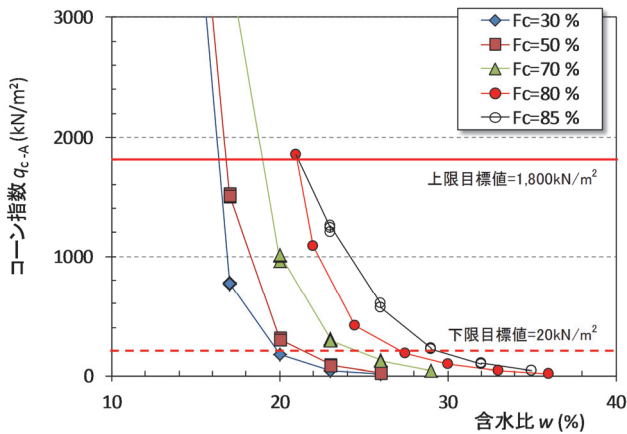


図-1 比較供試体を作製するための  $q_{c-A}$  と含水比相関

が低下することが判った。この図を基本として、 $F_c$ 、含水比を調整して、計測方法の違いを比較する供試体の作製を行った。

(2) 手動計測と自動計測によるコーン指数の相関関係

図-2に手動計測値/自動計測値( $=q_{c-M}/q_{c-A}$ )～含水比  $w$  との相関を示す。この図から以下のように整理できる。

1)  $F_c=30\% \sim 70\%$  供試体

$F_c=30\% \sim 70\%$ の範囲では、 $F_c$  の変化や、含水比の変化によらず、自動よりも手動の方が大きな値を示す  $q_{c-M}/q_{c-A} \geq 1.00$  となる傾向があることが判る。

2)  $F_c=80\%$  供試体

$q_{c-M}/q_{c-A}$  の上限値は1.34, 下限値は0.74であった。この  $F_c$  を有する供試体が、平均の  $q_{c-M}/q_{c-A}$  比が逆転する領域となることが判った。この逆転を生じる含水比は、 $w=29\%$ 程度となることが判った。

これらから、 $F_c=80\%$ では含水比の少ない上限値付近では、手動計測値が自動計測値より高い値を示し、含水比が大きくなる下限値付近では、手動計測値より自動計測値の方が大きな値を示す傾向があることが判った。これらは含水比に依存し、大きく変化することが判ることから、現場において計測する際に、十分留意する必要がある領域と考えられる。

3)  $F_c=85\%, 90\%$  供試体

$F_c=85\%$ では、上限値付近では、 $q_{c-M}/q_{c-A}=0.92$ 程度で、下限値付近では、 $q_{c-M}/q_{c-A}=0.55$ 程度まで低下することが判った。

一方、 $F_c=90\%$ では、傾向を把握するために、供試体は2個だけ作製したが、上限値付近では、 $q_{c-M}/q_{c-A}=0.78$ 程度で、下限値付近では、 $q_{c-M}/q_{c-A}=0.43$ 程度まで低下することが判った。いずれも、手動計測値が自動計測値を下回る結果となった。

4) 手動計測値/自動計測値～ $F_c$  の相関

図-3に X 軸を細粒分含有率として、整理し直した。この結果、より含水比の少ない上限値では、 $F_c=80 \sim 90\%$  付近から急激に試験値比が減少し、 $F_c=80 \sim 85\%$ で自動が

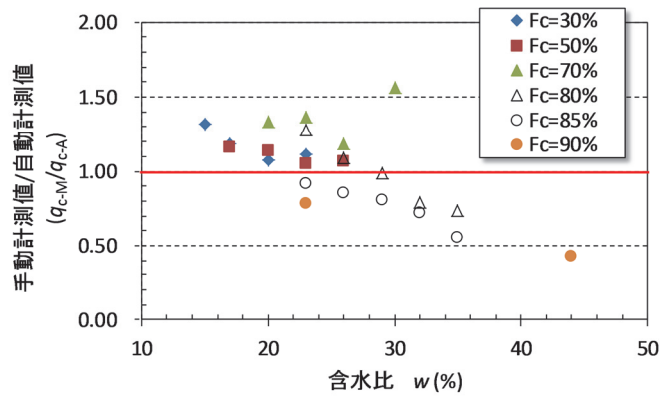


図-2 手動計測値/自動計測値( $=q_{c-M}/q_{c-A}$ )～ $w$

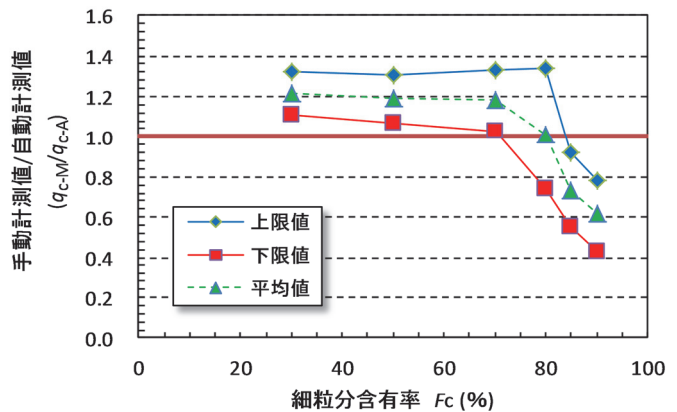


図-3 手動計測値/自動計測値( $=q_{c-M}/q_{c-A}$ )～ $F_c$

手動を上回ることが判る。また、下限値では  $F_c=70\%$ 付近から急激に試験値比が減少し、自動が手動を上回ることが判った。

これらの理由として、上限値では  $F_c$  が増加すると、砂分が減少することで、貫入抵抗力が低下し、荷重計の針の移動が安定するために、目視での読み取りが容易になると考えられる。また、下限値では、試料が脆弱なために、手動での荷重計の針の動きが小さくなり、試験値の読み取りが困難で、過小になることが考えられる。

4. まとめ

$F_c$  と  $w$  を変化させた試料で、自動と手動測定値を比較した。この結果、 $F_c \square 70\%$ の試料では、手動が自動を上回り、 $F_c=80 \sim 85\%$ 程度では、自動が手動を上回る結果となった。これらのことから、 $F_c$  が多く、 $w$  の大きい試料では試験方法による誤差の発生に留意する必要がある。

このような現場では、デジタルコーンペネトロメータを適用した自動計測を行うことが望ましいと考える。

《引用・参考文献》

- 1) 土木研究所：建設発生土利用技術マニュアル, p.31- p.33, 2004
- 2) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1-, p.373, p.386- p.392, 2009