

## セメント改良土の一軸圧縮試験と針貫入試験の相関性について

新栄地研株式会社 ○石村 隆昇, 池田 亮太

## 1. はじめに

有明海周辺の沿岸部には、通称「有明粘土」と呼ばれる軟弱地盤地帯が広がっている。そのため当該地域では、支持力確保のための地盤改良工法が一般的であり品質管理の手段としては一軸圧縮試験が広く用いられる。

しかし一軸圧縮試験は局所的な強度評価であり、改良体全体を評価できているかが不明である。そこで改良体全域で強度評価する手法を模索し、本来軟岩において多く実施される針貫入試験にて改良土の強度評価ができないかと考え、一軸圧縮試験と針貫入試験の相関性について検証を行った。

## 2. 針貫入試験の概要

針貫入試験は、試料に針を貫入したときの貫入力と貫入量の比（針貫入勾配  $N_p$ ）を求めるものであり、針貫入勾配から換算一軸圧縮強さを求めることができる。今回使用した針貫入試験機を写真-1に示す。



写真-1 針貫入試験機

※なお本発表では区別しやすいように一軸圧縮試験より求められた値＝一軸圧縮強さ（一軸）針貫入試験からの換算一軸圧縮強さ＝一軸圧縮強さ（針）とする。

参考文献によると  $y = \alpha x + \beta$  の近似式を用いた一次関数で以下のように記載されている。

有明粘土：一軸圧縮強さ（針） $= 41.8N_p - 4 \dots$  式-1<sup>1)</sup>

細粒分砂質礫：一軸圧縮強さ（針） $= 27.3N_p + 132 \dots$  式-2<sup>1)</sup>

## 2.1 針貫入試験に期待できる効果

- ・試験間隔を密にすることで改良体全域の連続的な強度分布を把握。
- ・試験から得られる値の数が多いため、強度評価に統計的手法の採用が可能。

## 3. 検証方法について

- ・試験試料は粘性土が3試料と砂質土3試料の計6試料である。使用した試料土を表-1, 2および写真-2, 3に示す。
- ・固化材は地盤改良工事において一般軟弱土用として使用される高炉セメントB種を用いて室内配合試験を実施した。
- ・固化材の添加量は  $50 \cdot 100 \cdot 150 \text{kg/m}^3$  とし、供試体は各添加量3本ずつ作製した。
- ・養生日数は28日間とし、針貫入試験を実施した後に同一供試体にて一軸圧縮試験を実施した。

表-1 試料土の性状(粘性土)

試料		試料1	試料2	試料3
土質材料の分類名		砂質粘土	粘土	礫まじり砂質粘土
礫分	(%)	2.7	0.0	5.9
砂分	(%)	24.7	2.8	25.3
細粒分	(%)	72.6	97.2	68.8
含水比	(%)	35.6	103.4	103.3
湿潤密度	( $\text{g/cm}^3$ )	1.854	1.430	1.450



写真-2 試料土の写真(粘性土)

表-2 試料土の性状(砂質土)

試料		試料4	試料5	試料6
土質材料の分類名		礫まじりシルト質砂	礫まじり粘土質砂	シルト質礫質砂
礫分	(%)	10.2	13.0	24.2
砂分	(%)	63.8	59.0	54.3
細粒分	(%)	26	28.0	21.5
含水比	(%)	23.5	20.9	10.4
湿潤密度	( $\text{g/cm}^3$ )	1.970	1.949	1.896

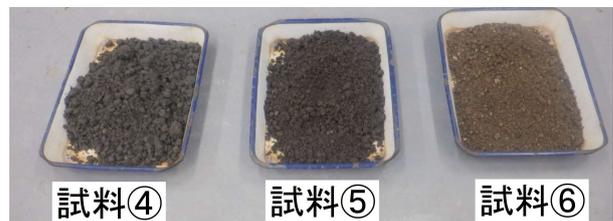


写真-3 試料土の写真(砂質土)

#### 4. 試験結果

今回の検証によって得られた各試験結果の一覧を表-3に、得られた試験結果を参考文献にトレースした散布図を図-3に示す。

表-3 各試験結果一覧表

試料土	配合量 (kg/m <sup>3</sup> )	針貫入勾配 (N/cm)		一軸圧縮強さ (kN/m <sup>2</sup> )		換算一軸圧縮強さ (kN/m <sup>2</sup> )	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
粘土	50	0.0	3.8	7.1	159.8	0.0	154.8
	100	1.4	33.0	50.9	1392.2	54.5	1375.4
	150	4.4	80.0	157.9	3267.6	179.9	3340.0
砂質土	50	4.5	52.3	145.3	639.2	254.9	1559.8
	100	13.8	64.6	287.9	1143.6	508.7	1895.6
	150	26.3	83.7	495.7	1185.6	850.0	2417.0

##### 4.1 各試験結果

表-3より、粘性土は一軸圧縮強さ(一軸)と一軸圧縮強さ(針)が非常に近い値を示した。一部、低強度部において針貫入試験機が反応せず測定することが出来なかった。

一方、砂質土においては一軸圧縮強さ(針)が一軸圧縮強さ(一軸)に比べてかなり高い値を示した。強度比は一軸圧縮強さ(一軸)×1.6~2.4=一軸圧縮強さ(針)であった。

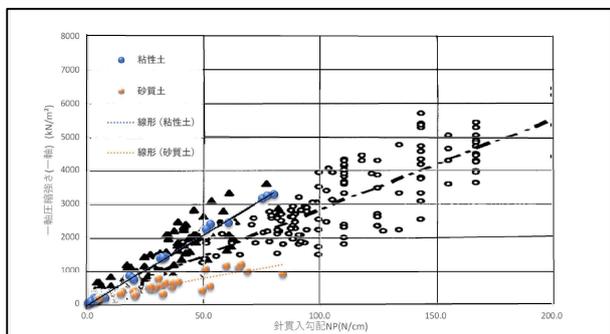


図-3 針貫入勾配と一軸圧縮強さ(一軸)の関係図<sup>2)</sup>

##### 4.2 今回試験結果と参考文献との比較

次に今回得られた試験結果と参考文献の試験結果を比較してみた。

図-3から判断すると、砂質土の試験結果が参考文献の近似式が示す範囲外となっており、参考文献に記載されている細粒分砂質礫の推定式(式-2)が砂質土に適用できないことが分かる結果となった。

細粒分砂質礫の近似式と比較すると、砂質土の傾きはかなり緩やかであった。

##### 4.3 針貫入勾配と一軸圧縮強さ(一軸)の相関性

最後に針貫入勾配と一軸圧縮強さ(一軸)の相関性を判断するために2つの要素の関係性を図-4に示す。

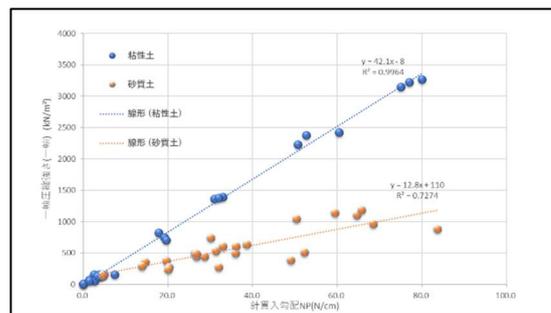


図-4 針貫入勾配と一軸圧縮試験の関係図

粘性土：一軸圧縮強さ(針)=42.1N<sub>p</sub>-8・・・式-3

砂質土：一軸圧縮強さ(針)=12.8N<sub>p</sub>+110・・・式-4

図-4より粘性土の近似式の傾きは $\alpha=42.1$ と参考文献とほぼ同じ値を示し、相関係数も $R^2=0.9964$ と極めてばらつきが少ない。砂質土の近似式の傾きは $\alpha=12.8$ と参考文献の細粒分砂質礫の推定式と大きな差異があった。しかしながら相関係数 $R^2=0.7274$ と一定の相関性は確認された。

#### 5. まとめ

本発表では有明海周辺の土質について、粘性土及び砂質土の一軸圧縮強さ(一軸)と針貫入勾配の相関性を整理し、以下のことが確認された。

<粘性土>

一軸圧縮強さ(一軸)と針貫入勾配は非常に相関性が高く、既存の式にて高精度で一軸圧縮強さを推定出来る。

<砂質土>

一軸圧縮強さ(針)と針貫入勾配は一定の相関性があった。既存の推定式(細粒分質砂質礫)を用いると、実際の一軸圧縮強さ(一軸)より過大評価してしまい危険側であることが分かった。よって砂質土に応じた傾き $\alpha$ の設定が新たに必要であると考えられる。

<今後への課題>

土質区分に応じた適切な推定式の採用が重要であり、正確な土質判断が適切な強度評価に繋がるといえる。中間土の強度評価をする際にどの推定式を採用するかという課題も残る。

以上より、今後は多様な土質にて更なるサンプルの収集、有用となる資料の収集で推定式の精度を高めていくことで実用化に向けて努めていきたい。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 内田直人, 江藤芳武, 小野英宏, 三浦哲彦 (2004) : 針貫入試験による深層混合改良体の強度評価, 社団法人 地盤工学会 : 土と基礎 Vol. 52 No. 7, Ser. No. 558
- 2) 同上 (に加筆)