

土質技能試験結果の評価方法として z-スコアを用いる際の留意点

大阪工業大学大学院 学生員 ○前田 達也
 大阪工業大学 正会員 日置 和昭
 大阪工業大学大学院 学生員 岩永 駿平

1. はじめに

ISO/IEC17025 に基づく試験所認定制度における技能試験の際には、各機関の試験結果を評価するための指標として z-スコアが用いられている。z-スコアを求める方法としては、平均値と標準偏差 σ を用いる方法、あるいは中央値と正規化した四分位数範囲 $NIQR$ を用いる方法があり、両者ともに z-スコアの絶対値によって、 $|z| \leq 2$: 満足, $2 < |z| < 3$: 疑わしい, $|z| \geq 3$: 不満足と判定される。本研究では、地盤工学分野では馴染みの薄い z-スコアについて理解を深めるため、未経験者 5 人を対象に土の液性限界・塑性限界試験を実施し、試験結果の変動係数と z-スコアによる満足率との関係や「満足」と判定される測定値の範囲等について考察を行った。

2. 土の液性限界・塑性限界試験結果

土の液性限界・塑性限界試験は、カオリン粘土を用いて 5 人の測定者が 20 回ずつ繰返し行った（ただし、電動式液性限界試験については、10 回ずつ繰返し行った）。土の液性限界・塑性限界試験結果を表-1 に示す。まず、液性限界試験結果の変動係数に着目すると、電動式の方が手動式よりも 0.9% 小さいことを確認できる。これは、電動式を用いることで黄銅皿の回転速度がより安定したためと考えられる。次に、塑性限界試験結果に着目すると、変動係数は 9.7% となり、液性限界試験結果の変動係数（1.8~2.7%）よりもかなり大きい値を示した。これは、塑性限界試験では、試料をひも状にする手加減や切れぎれの状態の判断が測定者間で異なるためではないかと思われる。

表-1 土の液性限界・塑性限界試験結果

	液性限界試験		塑性限界試験
	手動式	電動式	
試験数	100	50	100
中央値(Median) : Q_2	29.4	27.9	19.3
第1四分位数 : Q_1	28.9	27.5	17.9
第3四分位数 : Q_3	30.0	28.2	20.4
四分位数範囲 ($IQR = Q_3 - Q_1$)	1.1	0.7	2.5
正規四分位数範囲 ($IQR \times 0.7413$)	0.8	0.5	1.9
変動係数(%) ($IQR \times 0.7413 / Q_2 \times 100$)	2.7	1.8	9.7
満足率(%) ($ z \leq 2$ となる割合)	94.0	88.0	99.0

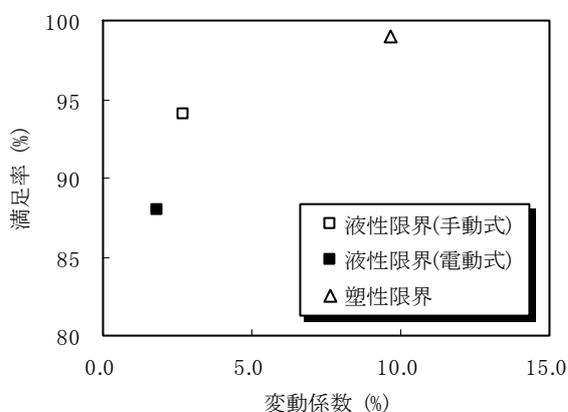


図-1 z-スコアによる満足率と変動係数の関係

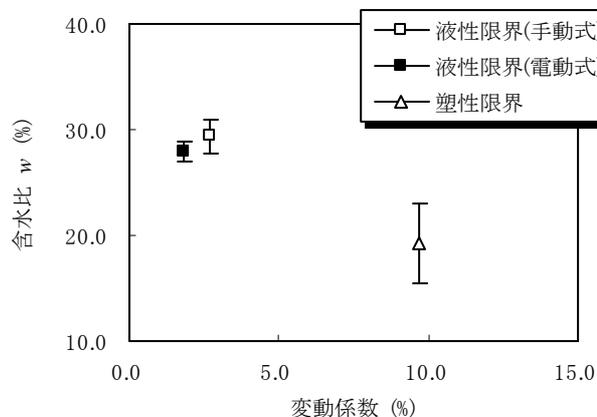


図-2 $|z| \leq 2$ となる含水比の範囲

キーワード 技能試験, z-スコア, 液性限界試験, 塑性限界試験

連絡先 〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科 TEL : 06-6954-4702

次に、試験結果の中央値と正規化した四分位数範囲 $NIQR$ を用いて式(1)により z -スコアを算出し、 z -スコアによる満足率と変動係数の関係を求めると、図-1 のようになった。これによると、変動係数が大きい塑性限界試験結果の方が満足率は高くなる傾向にあることを確認できる。ここで、この要因について考察するため、 $|z| \leq 2$ (z -スコアの絶対値が2以下)となる測定値の範囲を求めると、図-2 のようになり、変動係数が大きい塑性限界試験結果ほど、 $|z| \leq 2$ となる測定値の範囲が大となることを確認できる。

$$z = (LAB - M) / NIQR \tag{1}$$

ここに、 LAB : 測定値、 M : 中央値、 $NIQR$: 正規四分位数範囲 (=0.7413× IQR 、 IQR : 四分位数範囲) である。

3. 過去の土質技能試験結果において「満足」と判定される測定値の範囲

土の液性限界・塑性限界試験結果より、試験結果の変動係数が大きいほど、「満足」と判定される測定値の範囲が大となることを確認した。一般に、土質技能試験結果の変動係数は数～数十%程度と想定される。そこで、過去の土質技能試験結果(土の一斉試験結果^{1),2),3)}において、 $|z| \leq 2$ となり「満足」と判定される測定値の範囲を算出すると、表-2 のようになった。例えば、土の液性限界・塑性限界試験に着目すると、「満足」と判定される測定値の範囲は、液性限界：43.6～58.6%、塑性限界：15.3～28.1%となっており、これらの範囲内であれば土質技能試験において「満足」と評価してよいのか疑問を感じる。土質技能試験において z -スコアを用いる際には、「満足」と判定される z -スコアの絶対値を試験毎に設定するなどの工夫が必要であると思われる。

4. おわりに

各種土質試験において要求される精度を十分に議論した上で、「満足」と判定される z -スコアの絶対値を試験毎に設定してはどうかと考えている。

参考文献

- 1) 協同組合関西地盤環境研究センター：地盤調査・試験の計量精度・信頼性の評価方法に関する調査—土の一斉試験結果—，2006.
- 2) 財団法人日本適合性認定協会，協同組合関西地盤環境研究センター：平成19年度土質試験に関わる技能試験報告書，2007.
- 3) 財団法人日本適合性認定協会，協同組合関西地盤環境研究センター：平成20年度土質試験に関わる技能試験報告書，2008.

表-2 過去の土質技能試験結果において $|z| \leq 2$ となる(「満足」と判定される)範囲

	試験項目	$ z \leq 2$ となる範囲 (「満足」と判定される範囲)
地盤調査・試験の計量精度・信頼性の 評価方法に関する調査 —土の一斉試験結果— 平成18年8月	土粒子の密度試験(砂質土)	2.621～2.709 (g/cm ³)
	土粒子の密度試験(粘性土)	2.565～2.665 (g/cm ³)
	含水比試験(砂質土)	9.5～10.7 (%)
	含水比試験(粘性土)	30.6～33.2 (%)
	粒度試験(D_{50} :砂質土)	0.8～1.4 (mm)
	粒度試験(D_{50} :粘性土)	2.1～15.1 (μ m)
協同組合関西地盤環境研究センター	液性限界試験	43.6～58.6 (%)
	塑性限界試験	15.3～28.1 (%)
平成19年度 土質試験に関わる技能試験 報告書 平成19年10月 財団法人日本適合性認定協会 協同組合関西地盤環境研究センター	含水比試験(試料:a)	42.1～45.9 (%)
	含水比試験(試料:b)	41.7～43.5 (%)
	湿潤密度試験(試料:a)	1.682～1.732 (g/cm ³)
	湿潤密度試験(試料:b)	1.688～1.732 (g/cm ³)
	乾燥密度試験(試料:a)	1.160～1.214 (g/cm ³)
	乾燥密度試験(試料:b)	1.184～1.216 (g/cm ³)
	一軸圧縮強さ(試料:a)	143.6～198.4 (kN/m ²)
	一軸圧縮強さ(試料:b)	163.7～281.1 (kN/m ²)
	破壊ひずみ(試料:a)	4.01～6.65 (%)
	破壊ひずみ(試料:b)	3.60～5.40 (%)
平成20年度 土質試験に関わる技能試験 報告書 平成20年10月 財団法人日本適合性認定協会 協同組合関西地盤環境研究センター	変形係数(試料:a)	6.1～37.3 (MN/m ²)
	変形係数(試料:b)	8.0～47.2 (MN/m ²)
	最大乾燥密度(試料:M)	1.982～2.042 (g/cm ³)
	最大乾燥密度(試料:N)	1.401～1.463 (g/cm ³)
	最適含水比(試料:M)	9.0～12.0 (%)
	最適含水比(試料:N)	26.8～32.8 (%)
	設計CBR(試料:M)	4.0～59.8 (%)
	設計CBR(試料:N)	6.3～22.3 (%)