

土質技能試験結果の評価指標としての z -スコアに関する考察

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

1. はじめに

筆者ら¹⁾は、土粒子の密度試験結果を例にとり、土質技能試験結果の評価指標としての z -スコアについて種々の検討を行い、“試験結果の変動係数が大きくなるに従い、 z -スコアによる満足率（ z -スコアにより「満足」と判定される確率）は高くなる傾向にある”ことを問題視するとともに、“ z -スコアにより「満足」と判定される測定値の範囲と各種土質試験に要求される精度とは必ずしも整合性が取れているわけではない”ことを指摘している。本稿では、土粒子の密度試験結果のデータ数を増やした上で、再度同様の検討を行うとともに、試験結果の分布形状について若干の考察を加えた。

2. 土粒子の密度試験結果

土粒子の密度試験には、試料 A：豊浦標準砂、試料 B：珪砂 6 号、試料 C：まさ土、試料 D：DL クレー、試料 E：カオリンの 5 種類の試料を用いた。2009 年度は、試料毎に 5 人の測定者（未経験の大学生 4 人と大学院生 1 人）が経験者の指導を一切受けずに、「土質試験 基本と手引き（第一回改訂版）」²⁾の内容を自分たちなりに解釈し、試料の量：25g 以上、煮沸時間：10

分として、土粒子の密度試験を

5 回ずつ繰返し行った¹⁾。その

結果、測定値に不安定さが認め

られたため、2010 年度は、まず

試料の量と煮沸時間が土粒子の

密度試験結果に与える影響につ

いて検討を行い、試料の量と煮

沸時間を、試料の量：10g、煮沸

時間：30 分（試料 A～C）ある

いは 60 分（試料 D～E）と決定

した³⁾。2010 年度も同様、試料

毎に 5 人の測定者（未経験の大

学生 4 人と経験 1 年の大学院生 1 人）が土粒子の密度試験

を 5 回ずつ繰返し行った。2009～2010 年度における土粒子

の密度試験結果を表-1³⁾に示す。これによると、2009 年度

の変動係数 V は 0.8～4.1%であったのに対し、2010 年度の

変動係数 V は 0.2～0.5%となっており、適切な試料の量と

煮沸時間を設定することで、未経験者でも測定値が安定し

たものと思われる。

3. z -スコアの適応性に関する考察

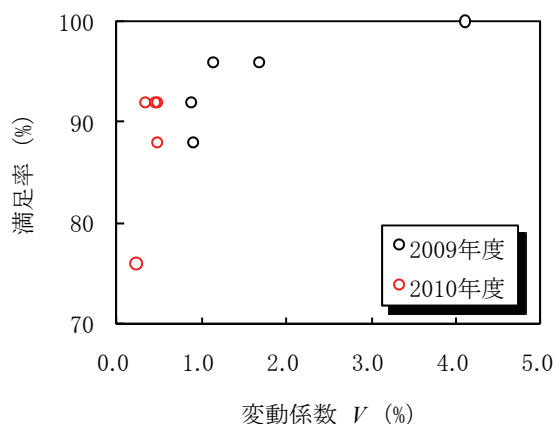
各々の測定値が満足か否かの判定は、式(1)に示す z -スコ

アを用いて行った。 z -スコアでは、 $|z| \leq 2$ ：満足、 $2 < |z| < 3$ ：

疑わしい、 $|z| \geq 3$ ：不満足と判定される。

表-1 土粒子の密度試験結果³⁾

		試料A	試料B	試料C	試料D	試料E
2009年度	試験数(5人×5回)	25	25	25	25	25
	平均値 m (g/cm ³)	2.615	2.610	2.579	2.556	2.590
	中央値(Median) M (g/cm ³)	2.622	2.617	2.601	2.585	2.601
	正規四分位範囲 $NIQR$	0.024	0.023	0.044	0.106	0.030
	変動係数 $V=(NIQR/M) \times 100$ (%)	0.90	0.88	1.68	4.10	1.14
2010年度	試験数(5人×5回)	25	25	25	25	25
	平均値 m (g/cm ³)	2.627	2.623	2.615	2.642	2.635
	中央値(Median) M (g/cm ³)	2.626	2.627	2.614	2.642	2.631
	正規四分位範囲 $NIQR$	0.012	0.013	0.006	0.009	0.013
	変動係数 $V=(NIQR/M) \times 100$ (%)	0.45	0.48	0.23	0.34	0.48

図-1 z -スコアによる満足率と変動係数の関係

キーワード 技能試験、土粒子の密度試験、 z -スコア、変動係数、歪度、尖度

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 TEL06-6954-4702

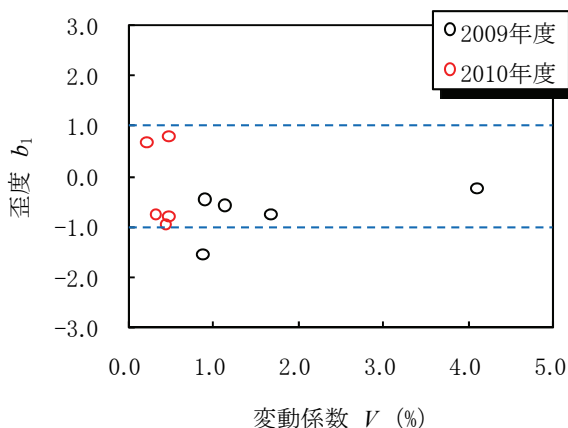


図-2 歪度と変動係数の関係

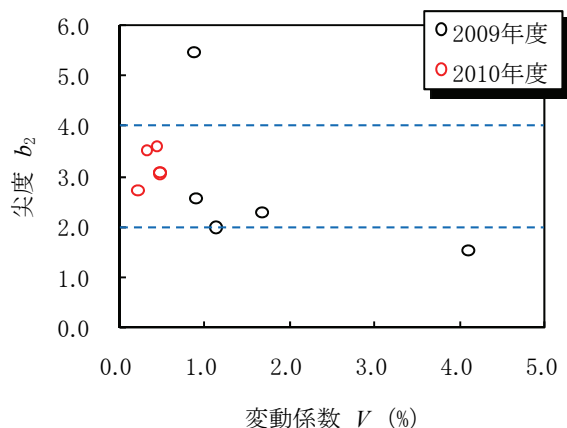
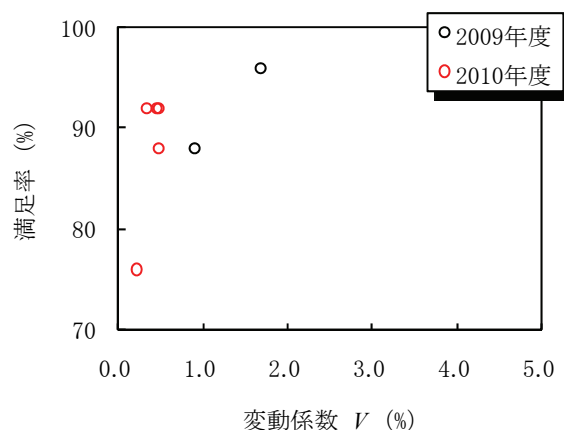


図-3 尖度と変動係数の関係

$$z = (LAB - M) / NIQR \quad (1)$$

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

z -スコアによる満足率と変動係数 V の関係を図-1 に示す。これによると、変動係数 V が小さく測定値に安定さが認められる 2010 年度の方が 2009 年度と比較し z -スコアによる満足率は低くなる傾向にあることを確認できる。ここで、 $NIQR$ と変動係数 V との関係を示したのが式(2)であるが、同式より変動係数 V が小さくなると $NIQR$ も小となること、また式(1)より $NIQR$ が小さくなると z -スコアは大となることは理解できるが、測定値に安定さが認められるにもかかわらず z -スコアによる満足率が低くなるという現象は受け入れ難く、土質技能試験結果の評価指標としての z -スコアの適応性に疑問を感じざるを得ない。

図-4 z -スコアによる満足率と変動係数の関係

$$NIQR = (V \times M) / 100 \quad (2)$$

“試験結果の変動係数 V が大きくなるに従い、 z -スコアによる満足率は高くなる”という傾向が現れる要因の一つとして、“試験結果が正規分布でない”ことを考え、試験結果の歪度 b_1 と尖度 b_2 を求めたのが図-2～3 である。 $b_1=0$ かつ $b_2=3$ のときが正規分布であるが、ここでは、 $-1 \leq b_1 \leq 1$ かつ $2 \leq b_2 \leq 4$ を満足する場合を“ほぼ正規分布”として扱い、そのデータのみを z -スコアによる満足率と変動係数 V の関係にプロットしたものが図-4 である。これによると、“試験結果の変動係数 V が大きくなるに従い、 z -スコアによる満足率は高くなる”という傾向は解消されておらず、“試験結果が正規分布でない”ことが筆者らの先述した指摘の要因ではないことが明らかとなった。

4. おわりに

本稿では、土粒子の密度試験結果を例にとり、土質技能試験結果の評価指標としての z -スコアについて種々の検討を行ったが、 z -スコアに代わる評価指標を提案するには至らなかった。今後の検討課題としたい。

参考文献

- 1) 前田達也，日置和昭，岩永駿平：土質技能試験結果の評価指標としての z -スコアについて，第 9 回地盤改良シンポジウム論文集，pp.255～258，2010。
- 2) 社団法人地盤工学会：土質試験 基本と手引き（第一回改訂版），pp.17～21，2001。
- 3) 前田達也，日置和昭：土粒子の密度試験の技能向上に向けた取組み，平成 23 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集，2011。（投稿中）