

大阪工業大学大学院 学生会員 ○服部 健太
大阪工業大学 正 会 員 日置 和昭

1. はじめに

（公社）地盤工学会は、これまでに 4 回の“地盤材料試験に関する技能試験”を実施し、その精度確認を行っている（表-1¹⁾参照）。過去の技能試験によると、液性限界試験結果の変動係数は 5～10%程度、塑性限界試験結果の変動係数は 10～15%程度となっており、両試験は、比較的ばらつきが大きい試験であると認識されている¹⁾。

本稿では、平成 26 年度の技能試験（粘性土の物理的性質試験）と並行して実施されたアンケート結果をもとに、土の液性限界・塑性限界試験結果がばらつく要因について分析を行った。

2. 分析方法

土の液性限界・塑性限界試験結果がばらつく要因を分析するための指標として、z スコアを用いた²⁾。平成 26 年度の技能試験における機関 i の z スコア z_i は、式(1)によって算出されている³⁾。

$$z_i = \frac{(x_i - Q_2)}{\sqrt{s_s^2 + \{(Q_3 - Q_1) \times 0.7413\}^2}}$$

(1)

ここに、 x_i ：ある試験機関 i の試験結果、 Q_1 ：小さい方から $\{(n-1)/4+1\}$ 番目の試験結果、 Q_2 ：中央値、 Q_3 ：小さい方から $\{3(n-1)/4+1\}$ 番目の試験結果、 n ：参加試験機関の総数、 s_s ：均質性確認試験結果の標準偏差である。

z スコアは、ある機関の試験結果の偏差が標準偏差の何倍であるかを表したものである。すなわち、z スコアの絶対値が小さいほど偏差は小さく、試験結果は中央値に近い（ばらつきが小さい）ことになる。ここで、土の液性限界・塑性限界試験結果に影響する要因（表-2 参照）について、参加試験機関のアンケート結果から回答グループ毎に平均 z スコアを算出すると、平均 z スコアが小さいグループは、試験結果のばらつきが小さいと判断でき、逆に、平均 z スコアが大きいグループは、試験結果のばらつきが大きいと判断できる。

3. 分析結果および考察

本稿では、回答グループ毎の平均 z スコアに差が現れたものを土の液性限界・塑性限界試験結果がばらつく影響因子として取り上げ、表-3～5 に示した。まず、液性限界試験結果がばらつく要因の分析結果（表-3～4）に着目すると、経験年数が長い試験者の方が試験結果のばらつきは小さいことを確認できる。また、蒸留水を用いた試験者、溝が結合する判断でゲージを使用した試験者、すなわち、規格に順守した試験者の方が試験結果のばらつきは小さいと言える。さらに、液性限界測定器に関しては、使用年数が短いものを使用した試験者の方が、また測定器のゴム台や皿の落下高さの点検を行っている試験者（機関）の方が試験結果のばらつきは小さくなっている。試料の入れ方としては、厚さを 1cm 以上にした試験者の方が、面積を半分より広くした試験者の方が試験結果のばらつきは小さいと言える。はかりに関しては、感量が 0.01g 未満のものを使用した試験者の方が、また使用年数 5 年未満のものを使用した試験者の方が試験結果のばらつきは小さくなっている。

表-1 技能試験の実施状況¹⁾

実施年 (平成)	試験項目	試料	参加 機関数	主催
23年	含水比 土粒子の密度 粒度(沈降分析) 液性限界/塑性限界	粘土	45	JGS 研究委員会
24年	湿潤密度 一軸圧縮	改良土	51	JGS技能試験 準備委員会
25年	土粒子の密度 粒度(ふるい分析) 砂の最小密度/最大 密度	砂	55	JGS技能試験 実施委員会
26年	含水比 土粒子の密度 粒度(沈降分析) 液性限界/塑性限界	粘土	66	〃

表-2 土の液性限界・塑性限界試験結果に影響する要因

	液性限界試験	塑性限界試験
試験者	経験年数, 実施頻度	経験年数, 実施頻度
試験方法	使用した水の種類, 試料の入れ方・厚さ, 試料の入れ方・広さ, 溝が結合する判断	使用した水の種類, 3mmの判断
液性限界測定器	種類, 使用年数, 購入時検査, ゴム台の点検, 皿の落下高さの点検, 校正	
すりガラス		使用年数, 使用前点検
はかり	秤量, 感量, 使用年数, 購入時検査, 使用前点検, 校正	秤量, 感量, 使用年数, 購入時検査, 使用前点検, 校正

表-3 液性限界試験の試験者・試験方法に関するアンケート分析結果 (|z|の平均値)

	経験年数 (試験者)		使用した水の種類 (試験方法)		試料の入れ方・厚さ (試験方法)		試料の入れ方・広さ (試験方法)		溝が結合する判断 (試験方法)	
	5年未満 (21機関)	5年以上 (41機関)	蒸留水以外 (26機関)	蒸留水 (37機関)	1cm未満 (9機関)	1cm以上 (54機関)	半分程度 (25機関)	半分より 広い (37機関)	目視 (28機関)	ゲージ使用 (35機関)
試料A	1.22	0.89	1.35	0.74	1.49	0.91	1.39	0.74	1.05	0.94
試料F	0.97	0.69	0.96	0.65	0.91	0.76	1.02	0.63	0.88	0.70

表-4 液性限界試験の液性限界測定器・はかりに関するアンケート分析結果 (|z|の平均値)

	使用年数 (液性限界測定器)		ゴム台の点検 (液性限界測定器)		皿の落下高さの点検 (液性限界測定器)		感量 (はかり)		使用年数 (はかり)	
	5年以上 (40機関)	5年未満 (15機関)	未実施 (24機関)	実施 (39機関)	未実施 (7機関)	実施 (56機関)	0.01g以上 (35機関)	0.01g未満 (28機関)	5年以上 (37機関)	5年未満 (22機関)
試料A	1.00	0.94	1.07	0.95	1.15	0.97	1.12	0.84	1.05	0.87
試料F	0.80	0.59	0.91	0.70	0.84	0.77	0.82	0.72	0.85	0.66

表-5 塑性限界試験のすりガラス・はかりに関するアンケート分析結果 (|z|の平均値)

	使用年数 (すりガラス)		秤量 (はかり)		感量 (はかり)		購入時検査 (はかり)		校正 (はかり)	
	5年以上 (29機関)	5年未満 (22機関)	1000g以上 (27機関)	1000g未満 (36機関)	0.01g以上 (35機関)	0.01g未満 (28機関)	未実施 (16機関)	実施 (47機関)	未実施 (9機関)	実施 (45機関)
試料A	0.92	0.58	0.86	0.71	0.90	0.61	0.90	0.73	0.75	0.73
試料F	0.79	0.62	0.82	0.61	0.75	0.64	0.71	0.70	0.80	0.70

次に、塑性限界試験結果がばらつく要因の分析結果（表-5）に着目すると、はかりの購入時検査や校正を行っている試験者（機関）の方が試験結果のばらつきは小さくなっている。その他はかりに関しては、秤量が 1,000g 未満のもの、また感量が 0.01g 未満のものを使用した試験者の方が試験結果のばらつきは小さいと言える。すりガラスに関しては、使用年数 5 年未満のものを使用した試験者の方が試験結果のばらつきは小さくなっている。

4. おわりに

本研究の遂行に当たっては、（公社）地盤工学会 基準部 技能試験実施委員会（委員長：日置和昭）が平成 26 年度に実施した粘性土の物理的性質試験に関する技能試験のデータを一部使用させて頂きました。関係各位に深く感謝の意を表します。

引用・参考文献

- 1) 日置和昭, 澤孝平, 中澤博志, 渡辺健治, 中川直: 技能試験にみられる地盤材料試験の変動係数, 第 50 回地盤工学研究発表会平成 27 年度発表講演集, 2015. (投稿中)
- 2) 日置和昭, 服部健太, 澤孝平, 村上恵洋, 菅沼優己: 深層混合遮水壁の間接的性能評価に向けた一アプローチ, 第 11 回地盤改良シンポジウム論文集, pp.271-276, 2014.
- 3) 公益社団法人地盤工学会 基準部 技能試験実施委員会: 平成 26 年度地盤材料の技能試験報告書, 2015.