

数量化Ⅱ類による土の一軸圧縮試験のばらつき要因分析

大阪工業大学大学院
大阪工業大学
(協) 関西地盤環境研究センター

学生員 ○藤田 琢磨
正会員 日置 和昭
正会員 服部 健太

1. はじめに

筆者ら¹⁾は、平成 26 年度に実施された、粘性土の物理的性質試験に関する技能試験結果とアンケート結果をもとに、多変量解析(数量化Ⅱ類)を実施し、土の粒度試験(沈降分析)や土の液性限界試験のばらつき要因ならびにその影響度について分析・考察を行っている。本稿では、平成 27 年度に実施された、改良土の一軸圧縮試験に関する技能試験結果²⁾とアンケート結果をもとに、文献 1)とほぼ同様の手順で多変量解析(数量化Ⅱ類)を実施し、土の一軸圧縮試験のばらつき要因やその影響度について分析・考察する。

2. ばらつき要因の抽出

土の一軸圧縮試験のばらつき要因を抽出するための指標としては、z スコアを用いる。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り、z スコアが小さいほど偏差は小さく、試験結果は中央値に近い(すなわち、ばらつきが小さい)ことになる。これをアンケートの回答グループ毎に考えると、z スコアの平均値が小さいグループは、試験結果のばらつきが小さいグループと判断でき、逆に、z スコアの平均値が大きいグループは、試験結果のばらつきが大きいグループと判断できる。

平成 27 年度の技能試験結果とアンケート結果をもとに、アンケートの回答グループ毎に平均 z スコアを算出し、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一軸圧縮試験のばらつき要因として取り上げ、これを表 1 に示す。

3. 多変量解析(数量化Ⅱ類)の実施手順

数量化Ⅱ類の実施手順を図 1 に示す。その概略は、以下のとおりである。

(1) 説明変数と目的変数の設定

ばらつき要因の抽出結果(表 1 参照)を説明変数とし、各機関の試験精度を目的変数とした。なお、試験精度の良し悪しについては、任意の信頼区間の中に入っているか否かで判断し、信頼区間としては、50%、60%、70%、80%、90%を用いた。

(2) 予備解析

予備解析は、全 20 ケース(2 対象機関×2 試料×5 信頼区間)

表 1 ばらつき要因の抽出結果

		改良土25	改良土30
経験年数 (試験者)	5年未満 (18機関)	1.27	1.14
	5年以上 (37機関)	0.93	0.76
実施頻度 (試験者)	週に数回未満 (26機関)	1.23	0.95
	週に数回以上 (28機関)	0.90	0.84
供試体の直径 (試験条件)	5cm以上 (4機関)	2.55	1.12
	5cm未満 (46機関)	0.94	0.86
供試体の高さ直径比 (試験条件)	2.5以上 (2機関)	3.64	3.00
	2.5未満 (52機関)	0.96	0.81
直径の測定箇所数 (試験条件)	6箇所未満 (19機関)	1.46	0.90
	6箇所以上 (36機関)	0.82	0.88
最大許容載荷能力 (一軸圧縮試験機)	10kN未満 (31機関)	1.31	1.07
	10kN以上 (24機関)	0.69	0.65
使用年数 (一軸圧縮試験機)	10年以上 (25機関)	1.06	0.88
	10年未満 (29機関)	0.96	0.83
上部荷板タイプ (一軸圧縮試験機)	固定 (9機関)	1.05	1.08
	半固定 (46機関)	1.04	0.85
容 量 (荷重計)	1kN以上 (18機関)	1.61	1.21
	1kN未満 (37機関)	0.76	0.73
感 量 (荷重計)	0.1N以上 (23機関)	1.08	1.13
	0.1N未満 (29機関)	1.06	0.75
種 類 (変位計)	ダイヤルゲージ (27機関)	1.25	1.03
	電位式変位計 (27機関)	0.84	0.71
測定範囲 (変位計)	20mm未満 (5機関)	2.11	1.59
	20mm以上 (50機関)	0.93	0.82
タイプ (ノギス)	デジタル (25機関)	1.13	1.03
	バーニア (29機関)	0.92	0.72
最大測定長 (ノギス)	20cm未満 (32機関)	1.22	1.07
	20cm以上 (23機関)	0.79	0.63
最小目盛 (ノギス)	それ以外 (47機関)	1.11	0.90
	0.001mm (8機関)	0.60	0.79

※表中の数値は、各グループのzスコアの平均値である。

で実施し、各ケースの判別の中率と相関比を算出するとともに、マルチコ（多重共線性）とクramer連関係数の問題をクリアした。

(3) 本解析

本解析では、全 20 ケースの判別の中率と相関比を再算出するとともに、レンジと偏相関係数の順位を確認し、分析精度を判断した（図 1 参照）。

(4) 考察

“分析精度が良い”あるいは“分析精度に大きな問題はない”と判断した場合に限り、多変量解析（数量化Ⅱ類）の結果に基づいて、現行試験法（規格・基準）の問題点や改善点について考察を行った。

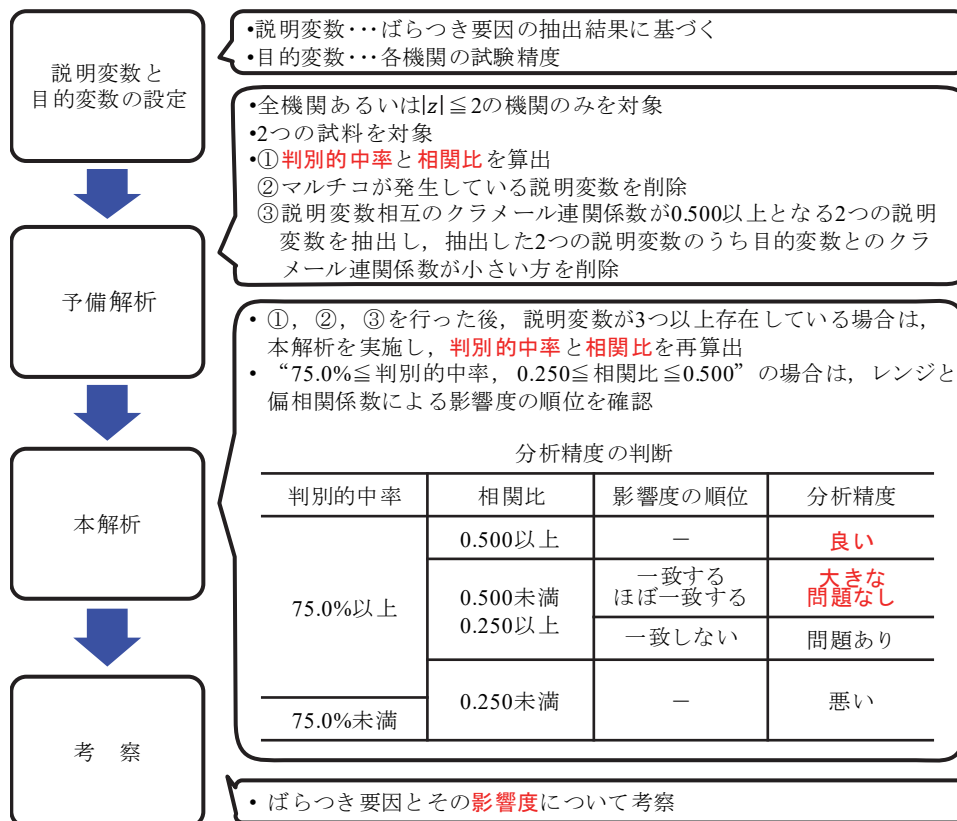


図 1 数量化Ⅱ類の実施手順

4. 分析結果および考察

分析精度は、対象機関：全機関、試料：改良土 25、目的変数：50%信頼区間とした場合が最も良く、判別の中率：75.6%、相関比：0.378となった。このとき、土の一軸圧縮試験のばらつき要因とその影響度は表 2 のようになり、レンジと偏相関係数の順位が比較的良く一致することから、“分析精度に大きな問題はない”と判断した。以下に、影響度が大きい上位 3 項目について所見を述べる。

- 影響度（レンジと偏相関係数）の順位 1 位と 2 位が供試体のサイズに関するものであり、一軸圧縮強さに最も大きく影響するのは“供試体のサイズ”と考えられる。従って、供試体のサイズに関する現行規格の妥当性について詳細な検討が必要と思われる。
- 変位計の測定範囲としては、測定範囲が 20mm 以上の変位計を使用している試験者の方が 20mm 未満を使用している試験者よりも試験結果のばらつきは小さくなっており、現行規格の順守が望まれる。

5. おわりに

本研究は、日本学術振興会科研費基盤研究(C) (No.17K06565, 代表：日置和昭) の一環として実施したものです。また、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 27 年度に実施した、改良土の一軸圧縮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) 藤田琢磨, 日置和昭, 服部健太：土の物理的性質試験のばらつき要因とその影響度について, *Kansai Geo-Symposium 2017 論文集*, pp.312-315, 2017.
- 2) 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 27 年度地盤材料試験の技能試験報告書, 2016.

表 2 ばらつき要因とその影響度

	レンジ	偏相関係数
供試体の直径 (試験方法)	2.242 (1)	0.429 (1)
供試体の高さ直径比 (試験方法)	2.099 (2)	0.294 (2)
測定範囲 (変位計)	1.087 (3)	0.227 (4)
タイプ (ノギス)	0.653 (4)	0.231 (3)
最大許容荷重能力 (一軸圧縮試験機)	0.626 (5)	0.211 (5)
最小目盛 (ノギス)	0.395 (6)	0.087 (8)
直径の測定箇所数 (試験方法)	0.343 (7)	0.115 (6)
経験年数 (試験者)	0.326 (8)	0.107 (7)
上部荷板タイプ (一軸圧縮試験機)	0.204 (9)	0.049 (9)

※()の数値は、影響度の順位を表している。