

土質試験結果の精度の表示方法とその結果

— 湿潤密度試験と一軸圧縮試験の技能試験より —

(協) 関西地盤環境研究センター 正会員 ○楠本 奈津子・澤 孝平
 同上 正会員 中山 義久・稲角 健

1. はじめに

2005年10月に改訂された新JIS法に基づいて試験事業者登録制度が始まり、(協)関西地盤環境研究センターは、2007年2月に財団法人日本適合性認定協会より試験所の認定を受けた。試験所として認定を受け、それを維持するには、他機関と試験技能を比較するための技能試験を受ける必要があるが、土質試験分野で試験所認定を受けている機関は現在でもわずか4機関であり、認定審査機関である(財)日本適合性認定協会でもこの分野の技能試験を準備できていない状況である。そこで、当センターでは、2006年に土の含水比試験など6項目について30機関の参加を得て一斉試験を実施した¹⁾。さらに2007年には(財)日本適合性認定協会と連携して、土の湿潤密度試験と一軸圧縮試験の一斉試験(今回より「技能試験」という)を行った。本文は、後者の結果に基づき機関ごとの試験結果の偏りやばらつきを検討する。

2. 技能試験の方法

今回の技能試験は、全国の8土質試験協同組合、11民間試験室および関西地区の7大学・3高専の合計29機関が参加した。試料は藤森粘土に普通ポルトランドセメントを添加混合し、2種類の強度に調整したものである(この2種類を「試料a」、「試料b」とする)。今回の試験では、試料は4ロットに分けて作成した。セメントの反応がほぼ終了したと考えられる4週間養生後の試料を各機関に送付し、一定期間内に湿潤密度試験、一軸圧縮試験をして頂いた。4週間養生後に各ロットから3ヶずつ採取した試料の試験結果の平均値・標準偏差・変動係数を表-1に示す。湿潤密度の変動係数は約1%未満で、ほぼ均質な試料と判断できる。一軸圧縮強度では、試料aで4.0%、試料bで9.0%、破壊ひずみでは約12%程度の変動係数であった。土の破壊現象は供試体の微小欠陥や局所的なばらつきなどに左右されるため、変動係数が大きくなったものと考えられる。土試料は本来不均質なものであり、その試験結果の変動係数が5~10%を示すのはごく普通である。よって今回の試料は普通のばらつきであるといえる。

3. 試験結果の精度の表示方法

各試験機関の試験結果を比較するための指標として、zスコア²⁾を用いる。これは、ISO/IEC17025に基づく試験所認定制度における技能試験結果の表示に用いられているもので、試験所間の結果を容易に比較できるものである。特に、測定値の極端な値による影響を最小化するために、「四分位法によるzスコア」が用いられることが多い。今回は2つの試料(試料aと試料b)の試験結果から、それぞれのzスコアを計算した。さらに、試料a、試料bの試験結果の和のzスコア(zB)により「試験機関間の偏り」が判定でき、試験結果の差のzスコア(zW)により「試験機関内のばらつき」が判断できる。以上により算出したzスコアに基づいて、一般に次の基準で試験機関のレベルを評価する。

$|z| \leq 2$: 満足、 $2 < |z| < 3$: 疑わしい、 $|z| \geq 3$: 不満足

試料aの結果を横軸に、試料bの結果を縦軸にとった散布図上にこれらの式を描くと図-1となり、それぞれの区画の評価は表-2のようである。

表-1 試料の性状

		試料a	試料b
湿潤密度	平均値 (g/cm ³)	1.727	1.735
	標準偏差 (g/cm ³)	0.015	0.010
	変動係数 (%)	0.9	0.6
一軸圧縮強度	平均値 (kN/m ²)	165	213
	標準偏差 (kN/m ²)	6.6	19.1
	変動係数 (%)	4.0	9.0
破壊ひずみ	平均値 (%)	5.73	4.27
	標準偏差 (%)	0.71	0.54
	変動係数 (%)	12.4	12.6

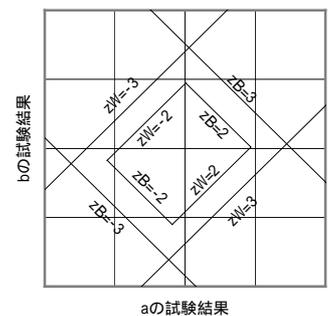


図-1 散布図

表-2 散布図の10区画とその評価

区画	機関間変動	機関内変動	評価
	zB ≤ 2	zW ≤ 2	偏りもなく、ばらつきもない
	2 < zB < 3	2 < zW < 3	偏りかばらつきの何れか、または両方に疑わしい点がある
	zB ≥ 3	zW ≤ 3	小さい方に偏りがあり、ばらつきも大きい
	zB ≤ 3	zW ≥ 3	データの何れかに引きずられている場合もある
	zB ≥ 3	zW ≥ 3	大きい方に偏りがあり、ばらつきも大きい
	zB ≤ 3	zW ≤ 3	データの何れかに引きずられている場合もある
	zB ≤ 3	zW < 3	小さい方に偏りがあり、ばらつきは少ない
	zB ≥ 3	zW < 3	大きい方に偏りがあり、ばらつきは少ない
	zB < 3	zW ≥ 3	偏りは少ないが、ばらつきが大きい
	zB < 3	zW ≥ 3	(何れかのデータが大きく離れている場合もある)

キーワード：試験の精度，zスコア，変動係数

連絡先：〒566-0042 大阪府摂津市東別府1-3-3 Tel 06-6827-8833 / Fax 06-6829-2256

4. 試験結果と考察

(1) 試験結果の変動係数

29 機関の湿潤密度試験、一軸圧縮試験の結果の平均値・標準偏差・変動係数を表-3 に示す。湿潤密度試験の変動係数は、とてもよい精度である。一軸圧縮強度と破壊ひずみでは、試料作成時の変動係数(表-1)に比べ、やや大きめであるが、土の各種試験のばらつき状況から見ても妥当な数値である。

(2) zスコアによる試験結果の評価

2つの試料の試験結果から求めるzスコアは紙面の関係で表示していないが、湿潤密度試験では、試料aで3機関、試料bで5機関が $|z| \geq 3$ となり、不満足な結果であった。一方、一軸圧縮強度と破壊ひずみでは、1~2機関が $|z| \geq 3$ 、 $3 > |z| > 2$ となった以外はほとんどの機関がまとまった値を示している。

次に、zスコアによる機関間の偏り・機関内のばらつきを評価するために、湿潤密度試験、一軸圧縮試験(強度・破壊ひずみ)のzスコアによる評価図を図-2に示す。湿潤密度では、領域⑨に2機関、領域④に1機関が位置しており、ばらつきは少ないが大小何れかに偏りを示している。また、領域⑥の1機関は、偏りは少ないがばらつきが大きいことを示す。さらに、偏りやばらつきが疑わしい領域②に2機関がある。一軸圧縮強度は、領域⑨に1機関が位置するだけで、ほとんどの機関がまとまった値を示しており、破壊ひずみでは、機関間の偏りや機関内のばらつきに不満足なものはない。また、5~6機関が疑わしい範囲(領域②)に位置する。

表-3 試験結果と変動係数

		試料a	試料b
湿潤密度	平均値 (g/cm ³)	1.707	1.712
	標準偏差 (g/cm ³)	0.017	0.022
	変動係数 (%)	1.0	1.3
一軸圧縮強度	平均値 (kN/m ²)	173	227
	標準偏差 (kN/m ²)	17.9	26.7
	変動係数 (%)	10.4	11.8
破壊ひずみ	平均値 (%)	5.26	4.37
	標準偏差 (%)	0.75	0.66
	変動係数 (%)	14.3	15.1

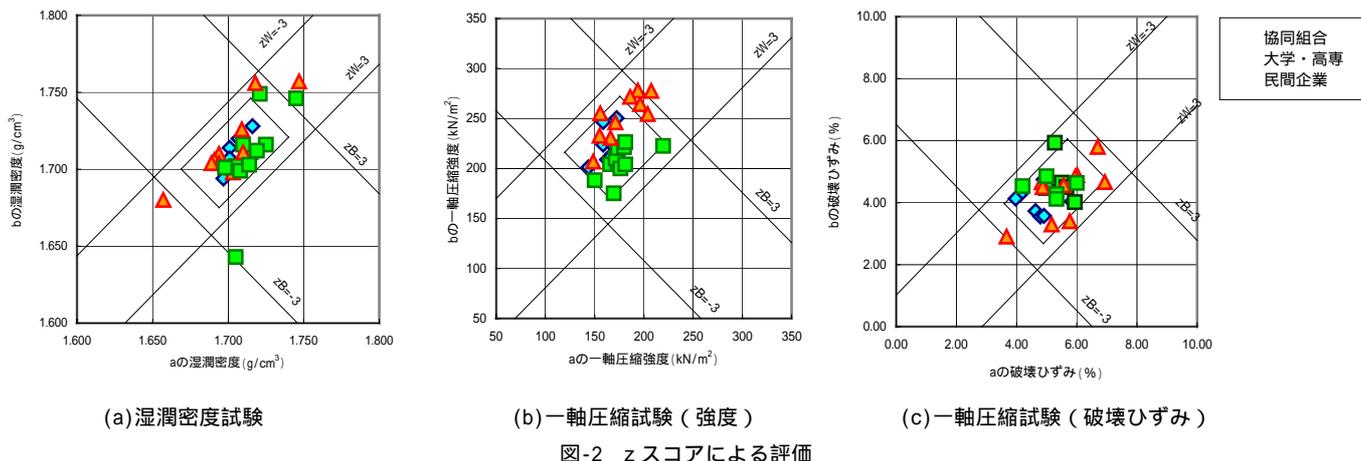


図-2 zスコアによる評価

(3) 変動係数とzスコアの比較

変動係数とzスコアによる評価をまとめると表-4のようになる。湿潤密度試験では、29機関の変動係数は小さく、とてもよい精度で試験が行われている。このように、全体の精度が良い場合にzスコアにより判定すると平均値からわずかに外れた状態でも問題になることがあり、いくつかの機関で不満足な結果となった。一方、一軸圧縮試験では、変動係数は大きいですが、zスコアにより評価するとそれほど悪い値ではなく、湿潤密度よりもzスコアによる評価は良くなった。zスコアが試験機関間の技能レベルを判定するものと割り切れれば、今回参加された機関のほとんどは試験者の技能において問題ないといえる。

表-4 変動係数とzスコアのまとめ

試験項目	試料	変動係数 (%)	試験結果の評価			機関間の偏り・機関内のばらつきの評価		
			不満足	疑わしい	満足	不満足	疑わしい	満足
			$ z \geq 3$	$3 > z > 2$	$2 \leq z $	$ z \geq 3$	$3 > z > 2$	$2 \leq z $
湿潤密度	a	1.0	3	0	26	4	2	23
	b	1.3	5	1	23			
一軸圧縮強度	a	10.4	1	3	25	1	6	22
	b	11.8	0	0	29			
破壊ひずみ	a	14.3	0	4	25	0	5	24
	b	15.1	2	5	22			

5. おわりに

土試料はふつう均一ではなく、その不均一性が試験結果の精度に大きく影響する。今回の29機関の試験結果にも試料の不均一性が影響していると考えられ、均一性を考慮した試験結果の評価方法を検討する必要がある。

【参考文献】

1) 井上啓司・澤孝平・中山義久・上原久典・白木音信・寺本広紀・萩家正次・稲角健：土の基礎的な試験結果の精度・信頼性の現状分析，地盤の環境と計測技術に関するシンポジウム2006，(社)地盤工学会関西支部，pp.31~36，2006。
 2) 藤井賢三：試験所認定制度における技能試験(1)~(3)，環境と測定技術，(社)日本環境測定分析協会，Vol.1.27 No.2,3,5,2000。