

第 部門 突固めによる土の締固め試験および土の CBR 試験の技能試験結果について

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

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)日本適合性認定協会より試験所の認定を受けた。試験所としての認定を受け、維持するには、他の機関との技能レベルを比較する技能試験を受ける必要があるが、土質試験分野での技能試験は、(財)日本適合性認定協会でも準備できていない状態であった。このため、当センターでは、2006 年に 30 機関の参加を得て、物理試験 6 項目についての一斉試験を実施した。しかし、その際の公平性が問題となったため、2007 年には(財)日本適合性認定協会と連携して一軸試験、湿潤密度試験の技能試験¹⁾を実施した。そして、今回は、2008 年の技能試験として、突固めによる土の締固め試験、土の CBR 試験を実施した。その内容について報告する。

2. 技能試験の方法

今回の技能試験に参加した機関は、協同組合 8 機関、関西地盤環境研究センターの組合員企業 7 機関、その他企業 8 機関の合計 23 機関である。試料は、奈良県大淀町、黒滝村で採取したまさ土(「試料 M」とする)と粘土(「試料 N」とする)の 2 種類である。今回の試験では、各試料を 5 つのロットに分けて乾燥・混合して均一な試料を準備した。これらの試料を各機関に送付し、一定期間内に突固めによる土の締固め試験(JIS A 1210)、土の CBR 試験(JIS A 1211)をして頂いた。また、試料発送の段階で各ロットから土嚢袋 1 袋を取り出し、ロットごとに物理試験を実施した。その結果、含水比・土粒子の密度の変動係数(表-1)は 5%以下である。また、試料 M、N ともに、粒径加積曲線がほぼ同じになり、均質な試料であることが確認された。

表-1 試料の性状

		試料M	試料N
含水比	平均値(%)	3.66	21.00
	標準偏差(%)	0.08	0.97
	変動係数(%)	2.2	4.6
土粒子の密度	平均値(g/cm ³)	2.670	2.754
	標準偏差(g/cm ³)	0.0021	0.0031
	変動係数(%)	0.08	0.11

3. 試験結果の精度の検討方法

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 M と試料 N)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 M、試料 N 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。

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

試料 M の結果を横軸に、試料 N 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。

4. 試験結果と考察

(1) 試験結果

最大乾燥密度は試料 M で 1.954 ~ 2.043g/cm³、試料 N で 1.378 ~ 1.490g/cm³ であった。また最適含水比は試料 M で 9.0 ~ 11.7%、試料 N

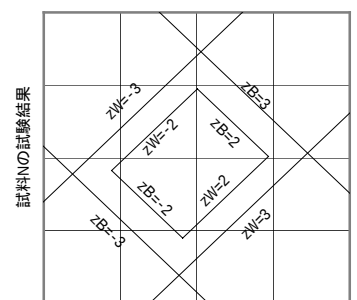


図-1 散布図

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
1	$ zB \geq 2$	$ zW \geq 2$	偏りもなく、ばらつきもない
2	$2 < zB < 3$	$2 < zW < 3$	偏りがばらつきの何れか、または両方に疑わしい点がある
3	$ zB \geq 2$	$ zW < 2$	小さい方に偏りがあり、ばらつきも大きい(データの何れかに引きづられている場合もある)
4	$ zB \geq 2$	$ zW < 3$	大きい方に偏りがあり、ばらつきも大きい(データの何れかに引きづられている場合もある)
5	$ zB < 2$	$ zW \geq 2$	小さい方に偏りがあり、ばらつきは少ない
6	$ zB < 2$	$ zW \geq 3$	大きい方に偏りがあり、ばらつきは少ない
7	$ zB < 3$	$ zW \geq 2$	偏りは少ないが、ばらつきが大きい
8	$ zB < 3$	$ zW \geq 3$	(何れかのデータが大き(離れている場合もある)

で 24.6～31.9%であった。各機関の締固め曲線を図-2に示す。これによると、最適含水比より湿潤側の締固め曲線はゼロ空隙曲線に平行に描かれており、ほぼ妥当な姿である。一方、乾燥側の曲線は試験機関によるばらつきが大きく、その傾向は試料 N において顕著である。

図-3 は締固め時乾燥密度と設計 CBR の関係を表したものである。設計 CBR は、試料 M で 8.5～53.5%、試料 N で 8.4～19.0%と幅広い結果である。CBR 試験では、供試体作成条件に湿潤密度や乾燥密度の値を指定せず、各層 67 回、3 層での締固めにより供試体を作成することになっている。そのため、今回の結果を見ても供試体作成時の乾燥密度は一定ではなく、吸水膨張試験後の乾燥密度や含水比にも大きく影響していると考えられる。

(2) z スコアによる試験結果の評価

試料 M の最大乾燥密度の z スコアは、紙面の関係で表示しないが、 $z < -3$ が 1 機関、 $3 > |z| > 2$ が 2 機関である。試料 N では、 $z < -3$ が 2 機関、 $z > 3$ が 2 機関、 $3 > |z| > 2$ が 3 機関である。最適含水比では、試料 N で 1 機関が $|z| > 3$ となった他はよい精度である。設計 CBR では、試料 M、試料 N とともに全機関が $|z| < 2$ と満足できる値である。

散布図により評価すると、最大乾燥密度（図-4）は偏りは少ないがばらつきが大きい区画である領域に 2 機関、ばらつきは少ないが値の小さい方に偏りがある領域に 1 機関が位置している。また、偏りかばらつきの何れか、あるいは両方に疑わしい点がある領域に 4 機関が位置している。最適含水比（図-5）では、1 機関が小さいほうに偏りがあり、ばらつきも大きい領域に、2 機関が偏りかばらつきの何れか、あるいは両方に疑わしい点がある領域に位置している。設計 CBR（図-6）では、機関間の偏り、機関内のばらつきともに問題はない。

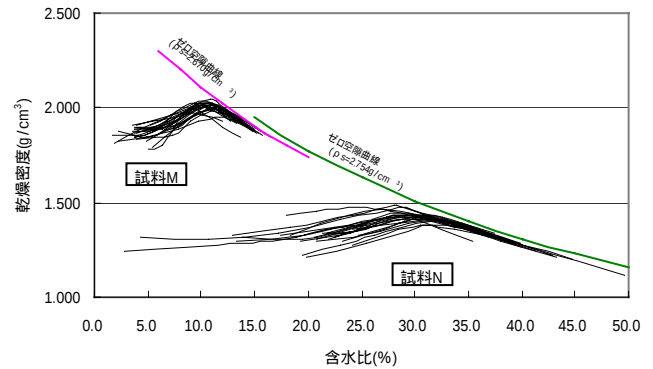


図-2 締固め曲線

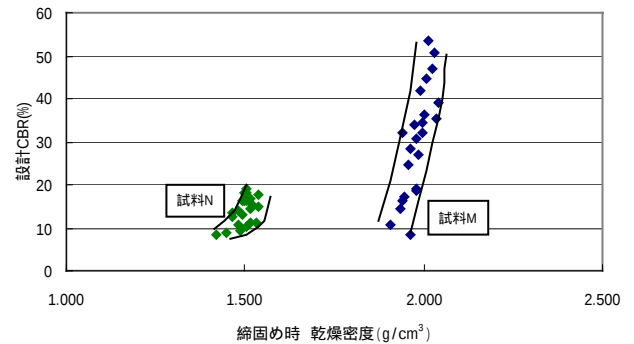


図-3 締固め時乾燥密度 - 設計 CBR

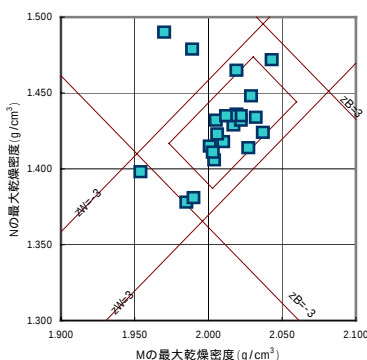


図-4 最大乾燥密度の散布図

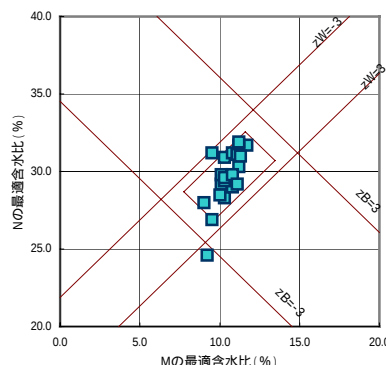


図-5 最適含水比の散布図

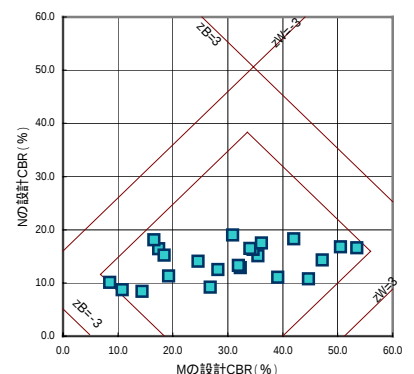


図-6 設計 CBR の散布図

5. 終わりに

今回の技能試験を z スコアで評価すると、ほとんどの機関が試験技能において問題ないという結果になった。しかし、試験結果のばらつきは大きく、特に図-3に見られるように CBR 試験の試料 M の結果は最小値 8.5%から最大値 53.5%と 45%程度の差があった。これでは、試験結果自体が疑問視されると考えられる。今後、技能試験と同時に実施したアンケートなどから、この原因を追究したい。

【参考文献】

- 1) 楠本奈津子, 澤孝平, 中山義久, 稲角健: 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 -, 平成 20 年度土木学会第 63 回年次学術講演概要, -278, 2008.
- 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.27 No.2,3,5, 2000.