

技能試験にみられる地盤材料試験の 精度・ばらつきの実態

大阪工業大学
日置和昭

1

内 容

- 技能試験の概要
- 参加試験所数の推移
- 地盤材料試験の変動係数
- 地盤材料試験の実施状況

2

技能試験の概要

- 技能試験実施委員会（地盤工学会 基準部）とその役割
- 技能試験の留意点
- 配付試料の均質性確認
- 報告値（測定値）の統計解析手法

3

○技能試験実施委員会とその役割

会 務	氏 名	所 属	備 考
委員長	日置 和昭	大阪工業大学	総括
幹事委員	澤 孝平	関西地盤環境研究センター	試料・試験
委員	平 伸明	北海道土質試験	アンケート
幹事委員	中澤 博志	静岡理科大学	アンケート
幹事委員	中山 義久	関西地盤環境研究センター	試料・試験
委員	服部 健太	関西地盤環境研究センター	試料・試験
委員	林 辰則	川崎地質	アンケート
幹事委員	藤原 照幸	地域 地盤 環境 研究所	広報
幹事委員	若杉 護	基礎地盤コンサルタンツ	アンケート
委員	渡邊 健治	東京大学	広報
ワーカー	酒井 順子	日本適合性認定協会	
ワーカー	城野 克広	産業技術総合研究所	
ワーカー	中川 直	全国地質調査業協会連合会	
ワーカー	藤田 琢磨	復建調査設計	

- 試料の準備、調製、参加試験所への配付
- 配付試料の均質性確認
- 測定値の報告の受領
- 報告値（測定値）の統計解析（参加試験所のパフォーマンス評価）
- アンケートの作成とその分析
- パフォーマンス評価結果とアンケート結果の通知（報告書の作成と送付）

4

○技能試験の留意点

- 技能試験では、「満足」の評価を得られたから合格とするものではない。技能試験への参加を通じて試験方法や試験環境等の点検を行うのが本来の目的である。
- 技能試験では、正しいと目される測定値を得たとしても、報告時点で誤った報告値（試料の取り違い、転記ミスや単位の取り違いなどが原因）となれば、「不満足」と評価されることがある。
- 土の一軸圧縮試験の「技能」には、当然ながら「供試体の成形」も含まれる。

5

○配付試料の均質性確認(JIS Z 8405:2008の附属書B)

$$s_s/\hat{\sigma} \leq 0.3$$

s_s : 試料間標準偏差 (均質性確認試験結果の標準偏差)

$\hat{\sigma}$: 技能評価のための標準偏差 (技能試験結果の標準偏差)

ここでは、	$s_s/\hat{\sigma} \leq 0.3$	➡	○
	$0.3 < s_s/\hat{\sigma} \leq 0.5$	➡	△
	$s_s/\hat{\sigma} > 0.5$	➡	×

6

○報告値 (測定値) の統計解析手法

$$z = \frac{x - X}{\hat{\sigma}}$$

$$z = \frac{x - Q_2}{(Q_3 - Q_1) \times 0.7413}$$

$|z| \leq 2$: 満足

$2 < |z| < 3$: 疑わしい

$|z| \geq 3$: 不満足

z : zスコア

x : 参加者の試験結果

X : 付与値 (技能評価の基準となる値)

$\hat{\sigma}$: 技能評価のための標準偏差

Q_1 : 第1四分位数

Q_2 : 第2四分位数 (中央値)

Q_3 : 第3四分位数

- 付与値の妥当性或試験結果の分布形状 (正規性) については検証が必要

7

参加試験所数の推移

※グラフ中の数字は、参加機関数を示している。

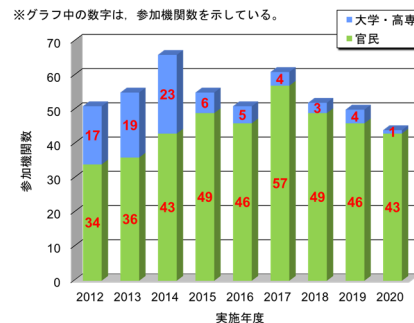


図1 参加試験所数の推移 (2012-2020) 1)に加筆

- 参加試験所数は40～70試験所の間で推移しているが、2017年度以降は減少傾向にある。
- 粘性土の物理的性質試験を実施した2014年度と2017年度の参加試験所数が特に多い。
- 大学・高専からの参加数は2014年度をピークに減少傾向にあり、その占める割合は、2014年度：35%から2020年度：2%まで大幅に減少している。
- 官民からの参加試験所数も2017年度をピークに減少傾向にある。

8

表1 技能試験の実施状況

実施年度	試験項目	試料
2012	湿潤密度試験／一軸圧縮試験	改良土
2013	物理的性質試験	珪砂
2014	物理的性質試験	粘性土
2015	湿潤密度試験／一軸圧縮試験	改良土
2016	物理的性質試験／締固め試験	砂質土
2017	物理的性質試験	粘性土
2018	湿潤密度試験／一軸圧縮試験	改良土
2019	物理的性質試験／一軸圧縮試験	人工材料 ^{etc}
2020	締固め試験／透水試験ほか	砂質土/珪砂

9

地盤材料試験の変動係数(1)

表2 地盤材料試験の変動係数(1)^{2),5),6),8)}

	試料土	変動係数 (%)	配付試料の均質性	実施年度
含水比	粘性土A	0.8	×	2017
	粘性土K	1.2	△	2017
	改良土41	2.8	○	2018
	改良土45	3.4	○	2018
土粒子の密度	まさ土	0.6	○	2020
	珪砂7号	0.3	△	2020
	粘性土A	1.2	○	2017
	粘性土K	1.7	○	2017
湿潤密度	改良土41	1.0	△	2018
	改良土45	0.9	△	2018

10

地盤材料試験の変動係数(2)

表3 地盤材料試験の変動係数(2)^{2),3),5),8)}

	試料土	変動係数 (%)	配付試料の均質性	実施年度	
最小密度	珪砂5号	1.6	○	2013	
	珪砂7号	1.0	△	2013	
最大密度	珪砂5号	1.5	×	2013	
	珪砂7号	1.2	△	2013	
粒度	50%粒径	まさ土	×	2020	
		珪砂7号	○	2020	
	粘土分含有量	粘性土A	12.4	△	2017
		粘性土K	8.4	△	2017

11

地盤材料試験の変動係数(3)

表4 地盤材料試験の変動係数(3)^{2),4),5)}

	試料土	変動係数 (%)	配付試料の均質性	実施年度
液性限界	粘性土A	4.5	×	2017
	粘性土K	4.4	×	2017
塑性限界	粘性土A	11.1	△	2017
	粘性土K	18.0	△	2017
最大乾燥密度	砂質土A	1.1	×	2016
	砂質土S	1.1	×	2016
最適含水比	砂質土A	7.1	△	2016
	砂質土S	6.8	○	2016

12

地盤材料試験の変動係数(4)

表5 地盤材料試験の変動係数(4) 2),6),7),8)

	試料土	変動係数 (%)	配付試料の均質性	実施年度
一軸圧縮強さ	改良土41	16.0	×	2018
	改良土45	16.9	×	2018
変形係数	改良土41	27.5	×	2018
	改良土45	26.6	×	2018
弾性係数	ゴム供試体	7.7	△	2019
透水係数	珪砂	101.6	○	2020

13

粘性土A: 平均値37.5%, 標準偏差0.8%
粘性土K: 平均値49.7%, 標準偏差1.2%

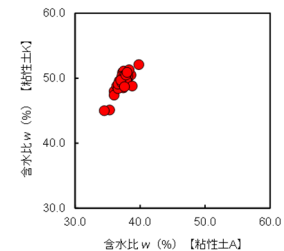


図2 土の含水比試験結果 (2017年度) 5)

改良土41: 平均値64.8%, 標準偏差1.8%
改良土45: 平均値64.8%, 標準偏差2.2%

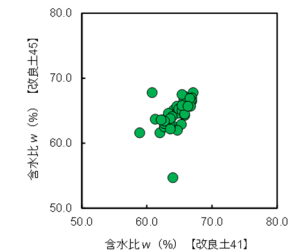


図3 土の含水比試験結果 (2018年度) 6)

14

まさ土: 平均値2.648g/cm³, 標準偏差0.016g/cm³
珪砂7号: 平均値2.642g/cm³, 標準偏差0.008g/cm³

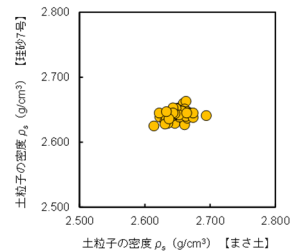


図4 土粒子の密度試験結果 (2020年度) 8)

砂質土A: 平均値2.704g/cm³, 標準偏差0.033g/cm³
砂質土K: 平均値2.658g/cm³, 標準偏差0.046g/cm³

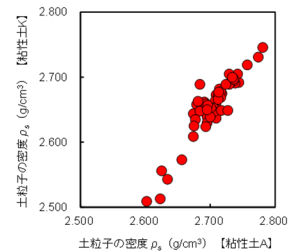


図5 土粒子の密度試験結果 (2017年度) 5)

15

改良土41: 平均値1.572g/cm³, 標準偏差0.016g/cm³
改良土45: 平均値1.579g/cm³, 標準偏差0.015g/cm³

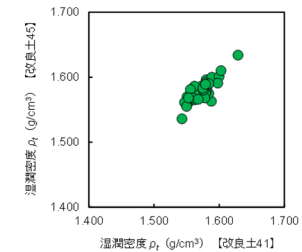
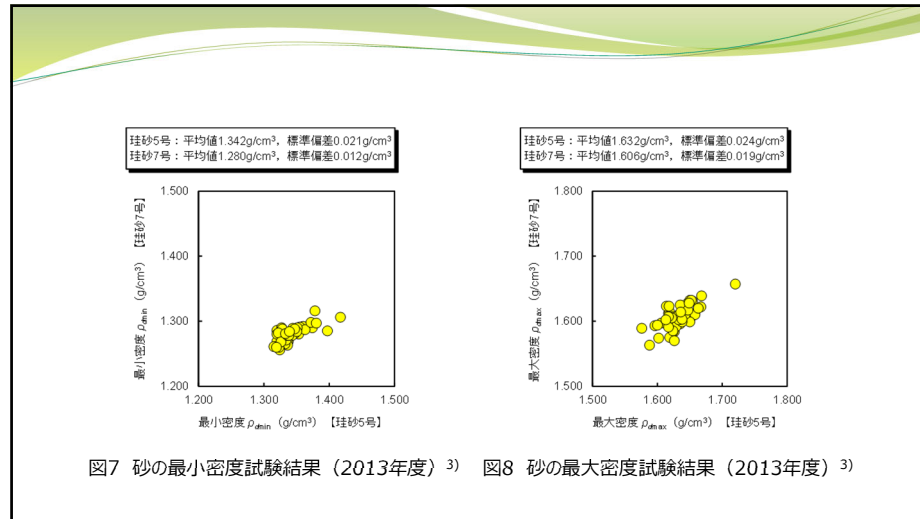
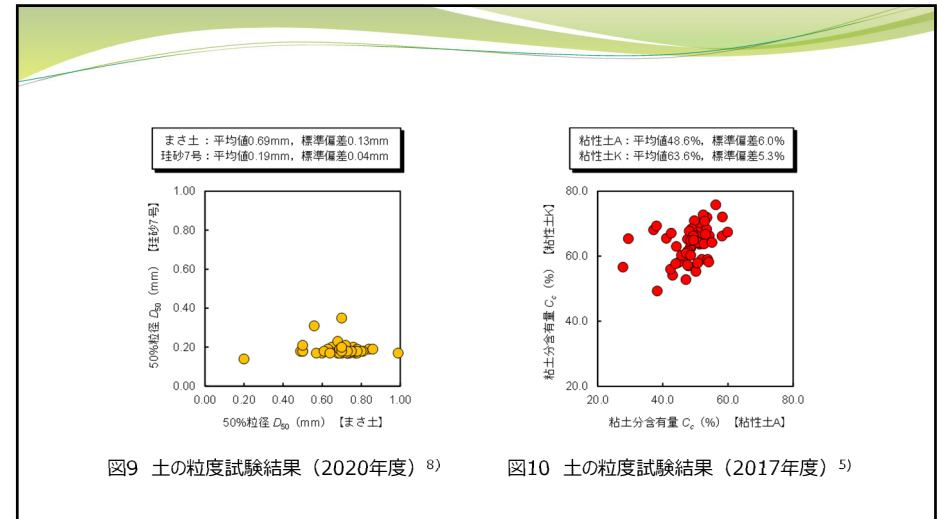


図6 土の湿潤密度試験結果 (2018年度) 6)

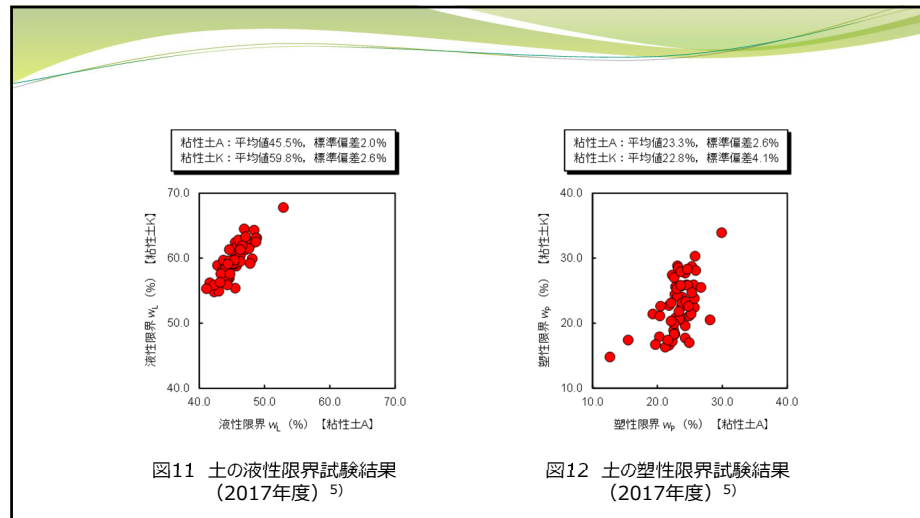
16



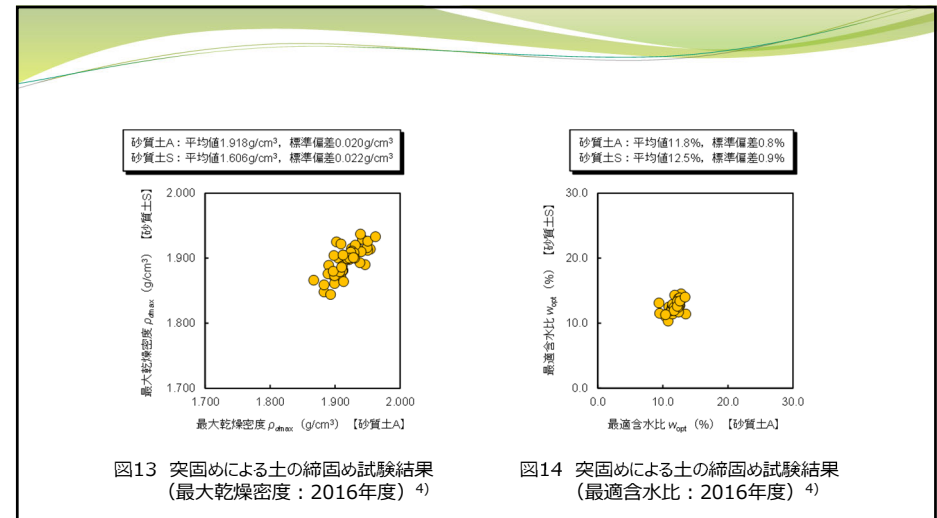
17



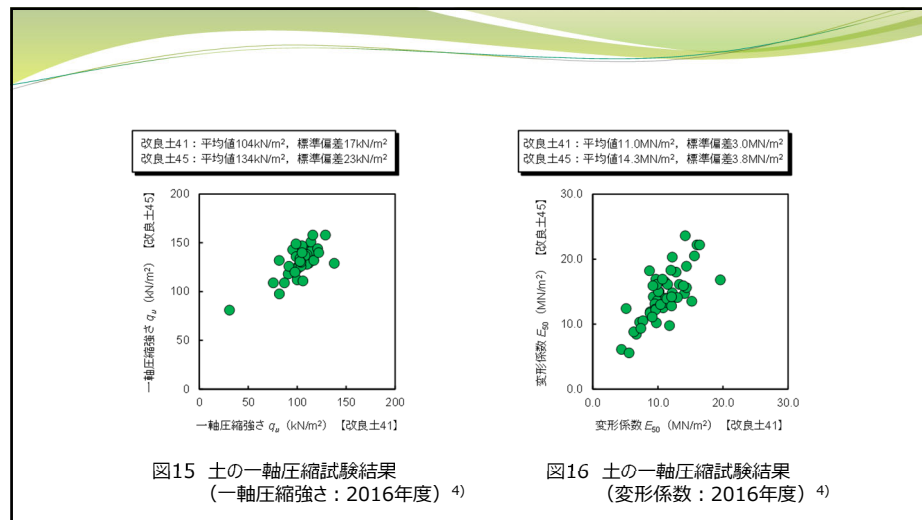
18



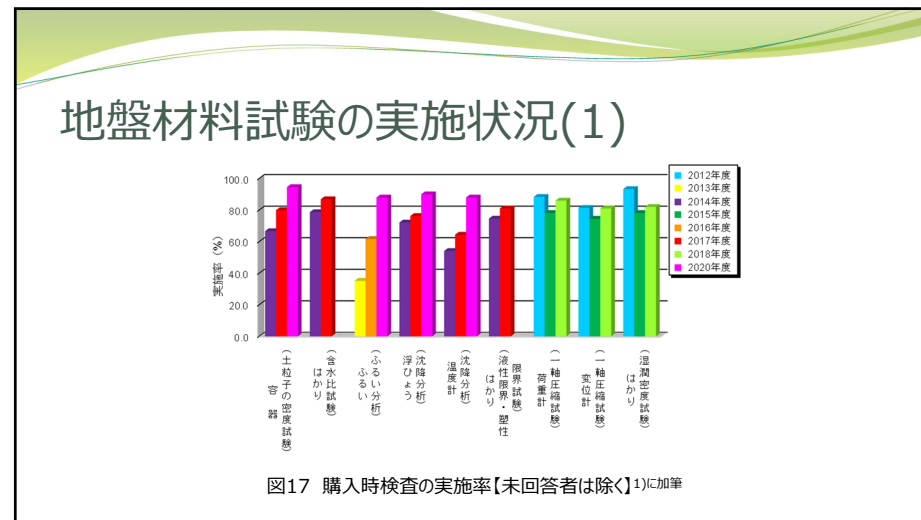
19



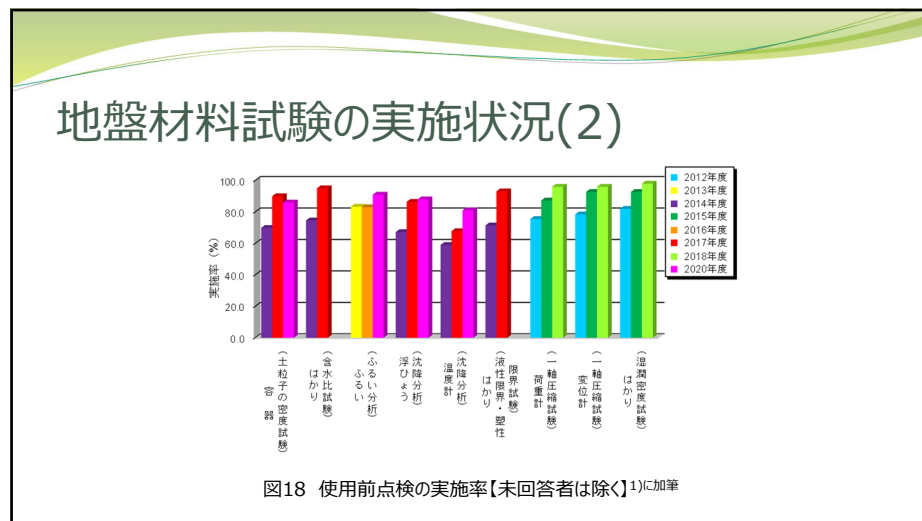
20



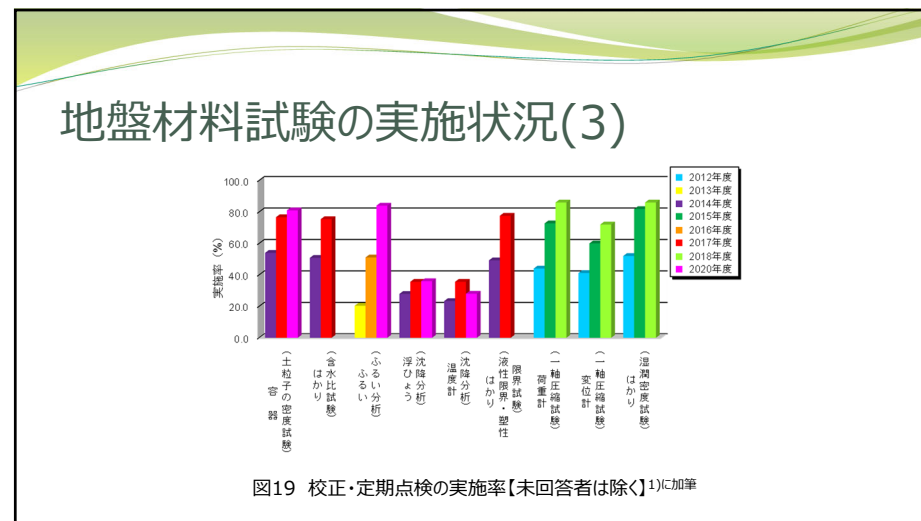
21



22



23



24

地盤材料試験の実施状況(4)

表6 代表的な試験規格(含水比試験、塑性限界試験)¹⁾

	項目	規格
含水比試験	試料の量	10~30gとすること (最大粒径2mmの粘性土)
	炉乾燥時間	18~24時間とすること
	室温になるまでの保存方法	デシケータを使用すること
	はかりの感量	0.01gのものを使用すること (試料の質量10g以上100g未満)
塑性限界試験	3mm棒の判断	直径3mmの丸棒を使用すること

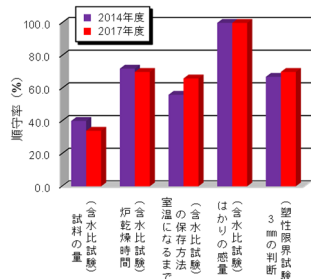


図20 試験規格の順守率【未回答者は除く】(含水比試験、塑性限界試験)¹⁾

地盤材料試験の実施状況(5)

表7 代表的な試験規格(土粒子の密度試験、ふるい分析)¹⁾

	項目	規格
土粒子の密度試験	使用水の種類	蒸留水を使用すること
	湯せん時間	10分以上湯せんすること (一般の土)
	はかりの感量	0.001gのものを使用すること
	温度計の最小目盛	0.5℃または0.1℃のものを使用すること
ふるい分析	振とう終了目安	通過分が残留分の1%以下になるまで続けること

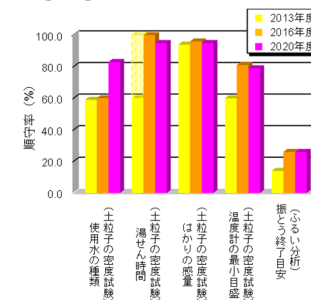


図21 試験規格の順守率【未回答者は除く】(土粒子の密度試験、ふるい分析)¹⁾に加筆

地盤材料試験の実施状況(6)

表8 代表的な試験規格(沈降分析)¹⁾

	項目	規格
沈降分析	試料の量	65g程度とすること
	懸濁液の放置場所	恒温水槽または恒温室とすること
	浮ひよりの測定範囲	0.995~1.050g/cm ³ のものを使用すること
	浮ひよりの最小目盛	0.001g/cm ³ のものを使用すること
	温度計の最小目盛	0.5℃または0.1℃のものを使用すること

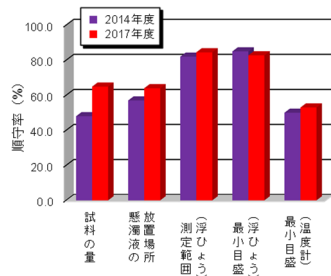


図22 試験規格の順守率【未回答者は除く】(沈降分析)¹⁾

地盤材料試験の実施状況(7)

表9 代表的な試験規格(液性限界試験)¹⁾

	項目	規格
液性限界試験	使用水の種類	蒸留水を使用すること
	試料の厚さ	約1cmとすること
	溝結合の判断	ゲージを使用すること
	皿の落下高さの点検	点検すること (高さが1cmとなるように調整)
	ゴム台の点検	年に1回程度実施すること (ゴムの硬さを確認する)

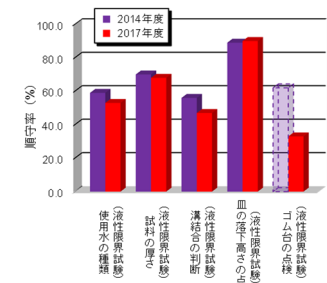


図23 試験規格の順守率【未回答者は除く】(液性限界試験)¹⁾

地盤材料試験の実施状況(8)

表10 代表的な試験規格（湿潤密度試験、一軸圧縮試験）¹⁾

	項目	規格
湿潤密度試験 (ノギス法)	はかりの感量	0.01gのものを使用すること
	ノギスの 最小目盛	0.05mmのものを使用すること
	ワイヤの直径	0.2～0.3mm程度のものを使用すること
一軸圧縮試験	変位計の 測定範囲	20mm以上のものを使用すること
	変位計の 最小目盛	0.01mmのものを使用すること

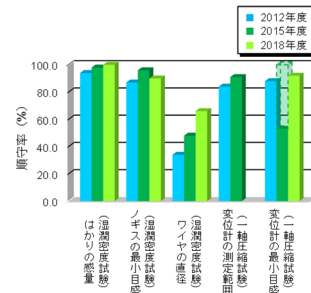


図24 試験規格の順守率【未回答者は除く】
(湿潤密度試験、一軸圧縮試験)¹⁾に加筆

まとめ

- 地盤材料試験の変動係数は、土の粒度試験、土の塑性限界試験、土の一軸圧縮試験、土の透水試験で10%を超えている。
- 試験器具の購入時検査、使用前点検、校正・定期点検の実施率は改善傾向にあるものの、一部の試験器具に関しては、校正・定期点検実施率が40%未満となっている。
- 試験規格の順守率は概ね改善傾向にあるものの、一部の試験規格に関しては、規格順守率が40%未満となっている。

引用・参考文献(1)

- 1) 日置和昭, 中澤博志, 沼倉桂一, 若杉護, 藤原照幸, 渡邊健治, 中川直: 技能試験にみられる地盤材料試験の現状と課題, 地盤工学ジャーナル, Vol.15, No.4, pp.749-760, 2020.
- 2) 澤孝平, 中山義久, 日置和昭, 城野克広, 平伸明, 服部健太, 保坂守男: 地盤材料試験に関する技能試験の現状と課題, 地盤工学ジャーナル (採択)
- 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25年度地盤材料試験の技能試験報告書, <https://www.jiban.or.jp/wp-content/uploads/2018/08/■平成25年度地盤材料試験の技能試験報告書%EF%BC%BF公開用.pdf>, 2020.3.2 閲覧
- 4) 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28年度地盤材料試験の技能試験報告書, <https://www.jiban.or.jp/wp-content/uploads/2018/08/■平成28年度地盤材料試験の技能試験報告書%EF%BC%BF公開用.pdf>, 2020.3.2 閲覧
- 5) 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29年度地盤材料試験の技能試験報告書, <https://www.jiban.or.jp/wp-content/uploads/2018/08/■平成29年度地盤材料試験の技能試験報告書%EF%BC%BF公開用.pdf>, 2020.3.2 閲覧

引用・参考文献(2)

- 6) 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30年度地盤材料試験の技能試験報告書, <https://www.jiban.or.jp/wp-content/uploads/2019/07/1eb7da64c55babbdf757c9559a5315e7.pdf>, 2021.11.1 閲覧
- 7) 公益社団法人地盤工学会 基準部 技能試験実施委員会: 2019年度地盤材料試験の技能試験報告書, <https://www.jiban.or.jp/wp-content/uploads/2020/04/abd85f489a3ef0e1fa7c060efad02a6b-1.pdf>, 2021.11.1 閲覧
- 8) 公益社団法人地盤工学会 基準部 技能試験実施委員会: 2020年度地盤材料試験の技能試験報告書, https://www.jiban.or.jp/wp-content/uploads/2021/05/ginoushiken_report_2020.pdf, 2021.11.1 閲覧