

1. 2024年3月巻頭所感

平素から、組合員・準組合員の皆様方には、当組合の事業推進につきまして、多大のご支援・ご協力を頂いておりますこと、紙面をお借りして深くお礼を申し上げます。

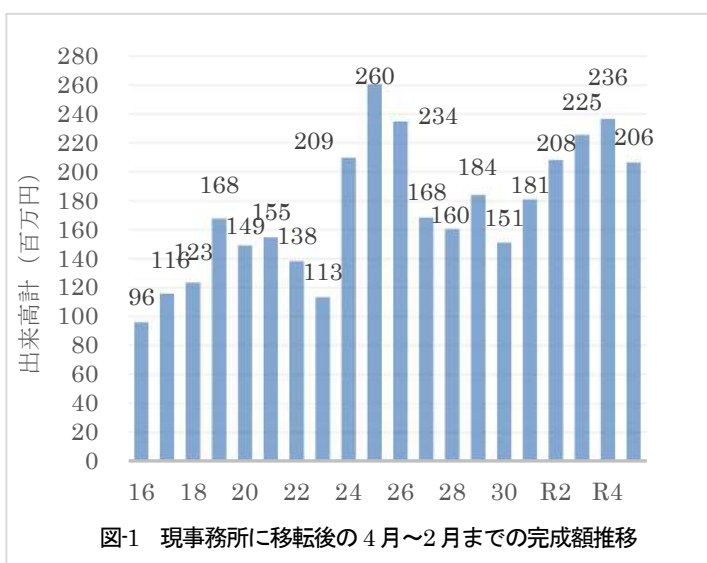
令和5年度の当組合事業推移は、年間を通して受注に多少苦戦しましたが、昨年・一昨年度には及びませんが、なんとか年度計画の完成額には到達する見込みとなりました（図-1 参照）。この3月で更に上積できればと考えていますので、組合員・準組合員の皆様方には、あと一歩のご支援・ご協力をお願いしたいところでございます。

組合の活動方針としまして、今年度に一新しました組合パンフレットにも記載していますように、「常に新しい『価値の創造』を行って、時代のニーズに応える充実した設備と技術陣で確かな地盤情報を提供する『技術力』によって、エンドユーザーに安心・安全の実現を目指す『社会貢献』を基本」としております。

今後も比較的厳しい経営環境が予想されるなか、組合員・準組合員の皆様方との連携を更に深耕するとともに、環境変化に対応できる組織作りを継続してまいりたいと思います。

上記の設備投資の方は、毎年継続的に実施しており、ここ数年で充足してまいりました。以前は発注が集中することで、納期厳守の上からジオ・ラボネットワーク会員にもご協力を頂いておりましたが、マンパワーを必要とする物理試験以外は、ほぼ内製化が出来るようになりました。このことで、外注費の削減や品質管理の強化を推し進めることができるようになり、今年度は、年度計画に対し現時点で約70%の外注費削減ができています。

次章から今回のテーマである試験設備の現状として、ジオ・ラボ中部が所有する土質及び岩石試験の主要設備をまとめましたので、元発注様への土質試験に関連する説明や調査計画立案などの際にお役立ていただければ幸いです。



2. ジオ・ラボ中部 設備投資の現状と特筆事項

現在、当組合が所有している主要設備をまとめましたが（表-1 参照）、現状の試験設備と技術力により皆さま方のニーズに応え、確かな地盤情報を提供できるものと自負しております。1例ですが、三軸圧縮試験の場合6台・23セル（セル：円筒の試験圧力室）を所有しており、許容できる供試体の大きさは異なりますが、同時に23供試体のせん断試験が可能です。物理試験では、電磁式自動ふるい装置により、粒子の細粒化や人為的な誤差を防止、大型ホットプレートを用いた土粒子の密度試験では、温度のばらつきを少なく、加熱時間の短縮といった、稼働効率化や精度向上などの取り組みも行っております。

試験所で行われている地盤材料試験は、JISや公益社団法人地盤工学会基準に基づきながら、取りまとめには当組合保有の自動計測システムを用いています。これらの基準の中には、地質調査の実務で良く行われている一軸・三軸圧縮試験、段階载荷による圧密試験などがありますが、比較的特殊といわれている試験装置も完備しており、プロポーザルや総合評価などの際に、技術提案の一部として活用していただければと思います、紹介いたします。



■定ひずみ圧密試験機（JIS A 1227, JGS 0412）

概 要	● 供試体を片面排水条件下で、一定のひずみ速度で連続的に軸圧縮して、圧縮性と圧密速度に関する定数を求める ● 通常の圧密試験と比較して、試験時間が短い(4日程度)
対 象	● 超軟弱粘土～硬質粘土まで適用範囲は広い
求める定数	● 圧密降伏応力P_c、圧縮指数C_c、体積圧縮係数m_v、圧密係数C_v、透水係数k ● e-log p曲線など
備 考	● 通常の圧密試験では圧密圧力が大きくなる深度(概ね1MPa以上)で、圧密降伏応力(P_c)の信頼性が低くなることから開発された試験



■大型三軸圧縮試験 (UU: JGS 0521, CU: 0522, CU: 0523, CD: 0524)

概 要	● 供試体を三軸セル内に設置し、セル圧一定の元で、軸圧縮力・軸変位等を測定する ● 圧密時とせん断時の排水条件および間隙水圧測定の設定で4種類の試験(UU, CU, CU, CD)を規定している ● 各種の直径に対する試験φ=200, 300mmに対応可能
対 象	● 主に粗粒土を対象(最大粒径φmax≤60mm)
求める定数	● 土のせん断強さ(粘着力(c), 内部摩擦角(φ)) ● 強度増加率 $m=s_u/p$ (全応力)
備 考	● 単軸載荷可能、セル3台



■不飽和土の三軸圧縮試験 (JGS: 0527)

概 要	● 間隙空気圧を載荷し、軸圧縮力、軸変位、体積変化量などを測定する ● 圧密過程とせん断過程における応力条件、空気・水条件を変えることによって、対応試験が異なる ● 排水、非排水状態での試験が可能
対 象	● 不飽和土を対象とする
求める定数	● 不飽和状態にある土のせん断強さ(粘着力(c), せん断抵抗角(φ))
備 考	● 供試体サイズ 直径5cm 高さ10cm



■ニューマーク対応三軸試験

概 要	● 地震時の繰返し載荷による土の強度低下特性を、室内の非排水繰返しせん断試験によって求める ● 非排水状態で軸ひずみ15%まで単調載荷
対 象	● 砂質土、粘性土共に対象とする
求める定数	● 粘着力(c), せん断抵抗角(φ)
備 考	● 供試体サイズ 直径5cm 直径7.5cm 直径10cm



■土の保水性試験 (JGS 0151)

概 要	● 連続加圧方式により間隙水圧を測定、土中水の平衡状態を待つことなく水分特性曲線を求めることができ、試験時間が短縮される ● 真空レギュレータを導入することで、空気圧の速度を制御でき、スケジュール機能ソフトの搭載により、様々な加圧条件の下での試験が可能 ● 間隙水圧はマイクロテンシオメーターにより測定
対 象	● 主に砂質土に対応
求める定数	● 土の水分特性(水分特性曲線)
備 考	● 供試体サイズ 直径5cm 高さ5cm ● 最大200kPaまで載荷可能

この他には3章で報告します、「バンダーエレメント法による土のせん断速度測定機」を所有しています。この試験装置は、三軸試験機に弾性波測定装置(写真-1)を取付け、供試体の V_p , V_s を測定します。PS 検層による V_p , V_s と比較することで、供試体の品質評価ができます。また、試験前後の供試体でも測定が可能です。現時点では、鉄道構造物等設計標準・同解説耐震編(平成24年9月)にも示されていることから、試験結果の性能評価に役立つ試験機となっています。

最後になりますが、これからの設備投資は、既存機器のメンテナンスを中心に、アタッチメントなどの付帯装置追加による処理能力向上、クランプ軸ベロフラム増設による試験精度向上などを進めてまいります。また、大型三軸試験用クレーンの点検や技能講習、地震対策(試験機器の固定化、停電対策など)、受注管理総合ソフト開発による効率化とミス防止などにも取り組んでまいります。

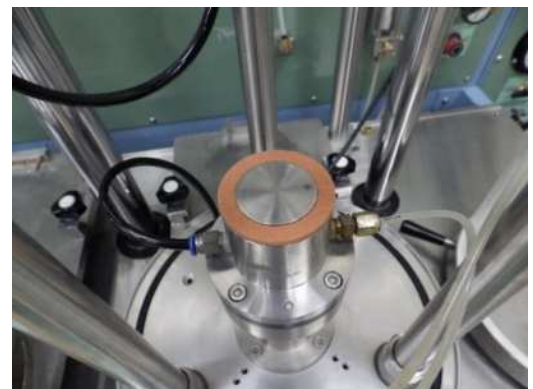


写真-1 供試体 V_p · V_s 試験機受信部外

表-1 土質及び岩石試験の主要設備

種別	名 称	メーカ－	種 類・仕 様・規 格	台 数
物理	電子天秤	カールツァイス(株)	ザルトリウスL420S他(H24年度1台新旧交換)	8台
	電子天秤(6kg、10kg)	カールツァイス(株)	ザルトリウスMSE12201S、ENTRIS6202-1S	各1台
	電気乾燥機	(株)協和精機	大型ステンレス製100型4.5kw 200V 小型鉄製45型 1.2kw 100V	5台
	蒸留水発生装置	星和理工(株)	30/h 2kw 100V	1台
	ふるい振とう機	(株)レツチェ	AS200 デジット;H27年度に1台増設	2台
	デジケータ－	佐藤真空機械工業(株)	φ380mm 真空ポンプ付 0.2kw 100V	4台
	pHメーター	堀場製作所(株)	F-52S(電極9611・10D付)	1台
	遠心含水当量試験機	国産遠心器(株)	H-60 型 300 r.p.m	1台
	電気炉	ISUZU製作所(株)	NMF 12DK NA ×1150℃ 1kw 100V	1台
	電子天秤	(株)イリエ	CPA423S	1台
一軸 三軸	メガホットプレート	(株)イリエ	土粒子の密度試験用に新設	2台
	恒温恒湿器(LHU-123)	エスベック(株)	温度範囲(-20 ～ +85℃)/ 湿度範囲(40 ～ 95% rh)	1台
	GeoAsia用試料作成機	(株)誠試工1号機	一次圧密用試料作成器	1台
	自立用負圧モールド	(株)誠試工	名大・GEOASIA用供試体作成モールド	1台
	試料押出し機	田辺産業(株)	縦型油圧式(φ50, 75, 85mm)200V (H21年度新規更新)	1台
	試料成形機	(株)誠研舎	ユニバーサルトリマー φ35mm～φ100mm	3台
	ステンレス切出機	(株)丸東製作所	シンウォールチューブ切断機	1台
	一軸供試体成形機	竹内鉄工所	φ=30mm, 50mm対応型	1台
	一軸圧縮試験機	(株)丸東製作所	SG-2033B手動・電動兼用(H20年度に1台増設)	4台
	軟岩用一軸圧縮試験機	(株)マクロス	TS-461 100kN	2台
	三軸圧縮試験機	(株)丸東製作所	4連同時載荷型(計測PC更新、4セル交換)	1台
	三軸圧縮試験機	(株)誠試工1号機	4連同時載荷型(詳細ニューマークD法)(PC)	1台
	三軸圧縮試験機	(株)誠試工2号機	4連同時載荷型(動ひずみアンプ、AD変換更新、データロガー更新)	1台
	三軸圧縮試験機	テスコ(株)	4連同時載荷型	1台
	三軸試験機動的設備併設	(株)誠試工1号機	通常の三軸試験、液状化試験、変形試験を切替で使用可能	1台
	三軸試験機動的設備併設	(株)誠試工	アクチュエーター搭載、サーボ弁供給回路増設	1台
	不飽和三軸試験機	東京試験工業	1セル型(載荷容量:10kN、載荷速度:0.01～10mm/min)	1台
	供試体VpVs測定器	基礎地盤コンサルタンツ(株)	詳細ニューマークD法に対応した上記試験機に増設	1台
	一面せん断試験機	(株)マルイ	三笠式電動型 φ60mm 200kN	1台
	成形機・粉塵防止枠	竹内製作所	凍結試料の供試体作成	1台
中型 大型	ロードセル・アタッチメント	(株)共和電業、(株)誠試工	防水型、引張圧縮両用型(写真・2)	12台
	三軸圧縮試験機	誠試工	4連同時載荷型(動ひずみアンプ、パソコン一式)	1台
	大型自動突固め試験機	(株)丸東製作所	ランマー-W:100kN、φ:10cm、落下高45cm、 モールドφ30cm×35cm、φ30cm×60cm	1台
	大型振動締固め試験機	(株)丸東製作所	機械式、サイン波、0.1G～5G、振巾0.1～1.0mm、	1台
圧密	大型三連三軸圧縮試験機	(株)丸東製作所	油圧サーボ方式、3圧力室、軸荷重1500、500、200kN、側圧最大3、 供試体寸法φ30cm×h60cm及びφ20cm×h40cm間ゲキ水圧計、ヒズ 応力制御可 内・外体積測定可能、(H23:油圧サーボメンテ)	1台
	中型四連三軸圧縮試験機	坂田電機(株)	2重円筒式、4圧力室、φ10cm×h20cm、φ7.5cm×h15cm、ヒズミ制御 軸荷重20kN、5kN、電気式間隙水圧式(H19年度:載荷装置増設)	1台
	圧密試験機	テスコ(株)	10連式 φ60mm全自動・空圧式×4台	40台
	同上、高圧圧密試験化	テスコ(株)	同上の内、4連を高圧化完了(φ=60mm)	(内4台)
	定歪み圧密試験機	テスコ(株)	データロガー、自動計測システム込	2台
	繰返し中空ねじり試験機	(株)誠研舎・(株)誠試工	DTC-199(空圧化)に精度向上のためにアンプ1台新旧交代	1台
	中空ねじり試験二重負圧化	(株)誠試工	日本学術振興会研究(小高先生)協力のために精度向上	1台
動的料	繰返し三軸試験機	(株)誠研舎・(株)誠試工	DTC-317液状化・動的変形試験、	1台
	Ko圧密三軸試験機	(株)誠研舎	DTC-298	1台
	LDT試験器	(株)誠試工	微小ひずみ領域の高精度化	1台
	PN型精密空気圧試験機	長野計器	精密圧力計(圧力計の検査・校正用)	1台
	弾性波速度試験機	テスコ(株)	現場同様の土被り圧状態での計測が可能	1台
	保水性試験(加圧法)	(株)誠研舎、テスコ社他	連続加圧方式(空気圧、排水量、間隙水圧)	1台
	3連式透水試験機	テスコ(株)	定水位・変水位透水試験機・3連式	1台
材料	透水試験用真空ポンプ	佐藤真空(株)	到達圧力=6.7Pa(G.B.弁開時)(※従来機故障出新旧交換)	1台
	保水性試験機	テスコ、竹内鉄工所	マイターボックス(φ=50.3mm、35mm)	2台
	ハイパワーミキサー	(株)丸東製作所	従来機の故障に伴う新旧交換、供試体作成に活用	1台
	CBR試験機	(株)丸東製作所	SH-44型	1台
	CBR試験機	(株)丸東製作所	力計 5t圧縮(写真・4)	1台
	自動突き固め装置	(株)マクロス	TS-221 モールドφ100 3個 φ150 60個	1台
	透水試験容器・直径15cm	テスコ(株)	測定中にも供試体の作製・吸引が別の場所で可能	1台

3. 「弾性波速度計測による室内物性評価に関するワークショップ・講習会」参加報告

技術部 久保裕一

1) 講習会の概要

主催：TC101 国内委員会

共催：地盤工学会北海道支部・地盤工学会基準部

開催日：2024 年 1 月 15 日(月)

場所：北海道大学工学部土木工学研究棟 2F 実験室

2) 講習内容

① 室内試験での弾性波速度計測手法

西村 聡 (北海道大学)

② 解析・実験によるせん断伝播速度現象の知見

大坪正英 ((国研) 土木研究所)

③ ベンダーエレメント法の基準と実際

三上武子 (一般財団法人 GRI 財団)

④ ベンダーエレメントによる室内での弾性波速度計測実習

西村聡・三上武子



(講習会の様子)

この講習会は、地盤工学会 TC101 委員会がベンダーエレメント試験普及のために開催されました。この TC101 委員会は委員長の西村先生他、17 名のメンバーで構成され、活動の目的は「地盤材料の変形・強度特性の室内試験に関する学術上・工学実務上の諸問題の解決、地盤材料試験の技術水準向上のための情報交換および基準制定・改訂への貢献、日本の試験技術・手法の国外への発信」とされています。今回のテーマ、ベンダーエレメント試験は土質試験としては広く認知されていませんが、今後、乱れの評価などの指標として普及してゆくと考えています。ジオ・ラボ中部では、圧着端子型（後述）2 機を既に導入しており、技術・精度向上のため参加しました。（2019 年 11 月にも参加し、この時は「室内土質試験のニーズ・小技」と題して 30 分ほど話題提供を行いました）

今回、参加者は約 30 名（関西組合、北海道組合さんも参加）。内容は前述の様に、試験についての概略解説、DEM を用いた解析事例の紹介、地盤工学会で基準化される際に行われた一斉試験の結果などが説明されました。その後、実験室に移動し、セメント改良された試料などを用いて実際に速度計測を行いました。（講習会終了後には親近者だけで試験室の見学もさせていただきました）今回の報告では、行われた講習会の要約と試験の際の注意点など、幾つかご報告させていただきます。

3) ベンダーエレメント試験について

ベンダーエレメントとは、ピエゾ素子（圧電素子）を用いたバイモルフ（2 枚の圧電セラミックスを貼り合わせた構造体）で、片方が伸びると片方が縮むような構造になっています。この端子を供試体の上下端面に接着するように三軸セルの上部キャップと下部のペDESTAL に装着します。ベンダーエレメントのタイプとしては積層型と呼ばれるものもあり、突起が無く非貫入で試験が可能です。これは、S 波と P 波の振動子を結合させています。



(ベンダーエレメント端子)

計測は 10^5 以下の非常に小さなひずみ領域を計測（主に弾性領域）し、結果は、非線形解析や

等価線形解析などに利用されています。弾性波 S 波は一般的に P 波より遅く、せん断剛性率 G を反映していると言われています。室内試験における弾性波速度の測定方法としては、共振法、ベンダーエレメント法、プレート型圧着端子（ディスクトランスデューサー）を用いた方法などがあります（ジオ・ラボ中部はこのプレート型を所有）。ベンダーエレメント型の短所としては、突起部分の強度や接触に問題があり、特に礫質土などの場合、突起部分を供試体に密着させることが困難で波を伝播させる事が難しい。その一方で、プレート型圧着端子を用いた方法は、突起部分がなく柔軟な端面接触が容易です。

基準化は、2008年に基準化検討WGが設立、2010年に基準化WGが設立、その後2011年に「ベンダーエレメント法による土のせん断波速度測定方法」(JGS 0541:2011)が制定されました。国内の一斉試験では、WG内で共通のベンダーエレメントを用いて行われました。

4) 弾性波速度の測定

基本的には時間領域法が用いられ、送信波と受信波を観測し、その差を伝播時間とします。時間領域法には発信のピークから受信のピークを計測する **peak to peak** 法と、送信の出発点と受信開始点を計測する **start to start** 法があります。留意点としては、実際の計測は受信初期部分に **near field** 効果といわれる境界面の反射波が計測されるため、初期到達点の判断が難しいとされています。これらを解決するために、周波数を変えて複数回(5回程度)計測すると高精度な計測が可能となります。

計測に必要な機器としては、以下のように、ファンクションジェネレーター(送信用の振動子に

電圧信号を与える)、デジタルオシロスコープ(受信用振動子の電圧信号を表示する)、バイポーラ電源(ディスク型振動子の場合に必要)などです。



(実験中の様子)

5) まとめ

前述したように、ベンダーエレメント試験は端子自体が突起であるため、礫質土などでは供試体との接触の問題があり計測が難しい。これと比較して、ジオ・ラボ中部が保有する圧着端子型では、礫質土から改良土まで幅広く対応し、圧密前、圧密後、せん断後など、必要なタイミングに応じて計測可能です。また、現場での密度検層の数値に合わせた供試体の作成なども可能です(供試体のサイズは5cmと10cm)。

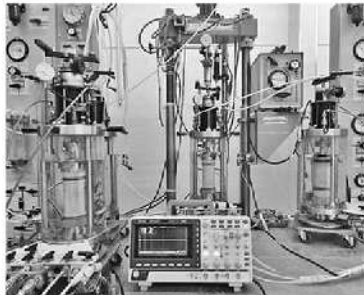
組合員様のご発注を心よりお待ちしております。

ベンダーエレメント試験は、新規設備投資として、令和2年 建通新聞元旦号で紹介

最近では、原位置の試料状態を室内試験で確認できる、弾性波速度計測試験機や最新の「室内透水試験器」、さらに増大する二軸試験に対応するため新規の静的三軸試験機や不飽

中部土質試験協同組合(ジオラボ・中部、名古屋市守山区緑ヶ丘804)では、日本工業規格や公益社団法人地盤工学基準に基づき、社会資本整備に関する地盤材料試験を実施し、発注者の皆さまへ高品質な地盤材料試験結果を報告している。同組合では、地盤材料の物理試験、静的力学試験、動的試験(液状化試験・動的変形試験)から材料圧入試験まで、幅広い対応が可能な試験設備を備えている。特に粗粒材料に対応した地盤材料試験に適していることが大きな特徴だ。

2020年に新設した弾性波速度計測試験機(三軸圧縮、液状化、動的変形試験にも対応)



和土質試験機などを増設するなど、新規設備投資も積極的に行っている。一方、2007年には、全国地質調査業協会連合会傘下の全国の土質試験協同組合が、相互技術協力を旨とする「業務

中部土質試験協同組合(名古屋市守山区)

積極的な新規設備投資の実施と最新技術の更新へ

の円滑な稼働や試験技術向上を目指す。ジオ・ラボネットワークを構築し、当地域で危険な南海トラフ大地震の発生時にも相互救援することし、被災地域の復旧に貢献することが可能となった。また、通常期においては、試験技量の向上を口指して技術研修会を精力的に実施している。18年10月には、岡山

大学特任教授の西垣誠先生を会長に迎えて「土質試験品質確保機構」を立ち上げ、地盤材料試験データの品質を確保するとともに、その技術や豊富な知識を次に繋いでいくことの出来る認定資格「土質試験管理者」を設定し、今後、試験技術者の地位向上や後輩の育成に寄与すべく活動を行っている。19年1月からは、名古屋大学の浅岡顕智教授を技術顧問に迎え、さらなる技術力を更新していく。

4. 令和5年度に実施された地盤材料試験の技能試験についての報告

技術部 岩田 暁

昨年 10 月に実施された地盤材料試験の技能試験に、当組合も参加をいたしました。その内容を下記に報告いたします。

○ 地盤材料試験の技能試験とは

各試験・研究機関を対象として公益財団法人地盤工学会が主催し、2012 年度～2021 年度の 10 年間、技能試験実施委員会（委員長：日置和昭大阪工業大学教授）により実施されてきましたが、2023 年から土質試験品質確保機構の技能試験実施委員会が主催し、ジオ・ラボネットワークが支援する形で再始動しました。

○ 技能試験の目的

地盤材料試験を扱っている試験所、研究所、大学、高専などの機関が同一の試料で試験を行い、各機関間での試験結果を比較し・分析することで、試験結果の精度を確認することを目的としています。

○ 実施期間

2023 年 10 月 12 日～10 月 26 日

○ 実施試験

- ・土粒子の密度試験（JISA 1202:2020）
- ・土の含水比試験（JISA 1203:2020）
- ・土の粒度試験（JISA 1204:2020）
- ・土の液性限界・塑性限界試験（JISA 1205:2020）

○ 試料

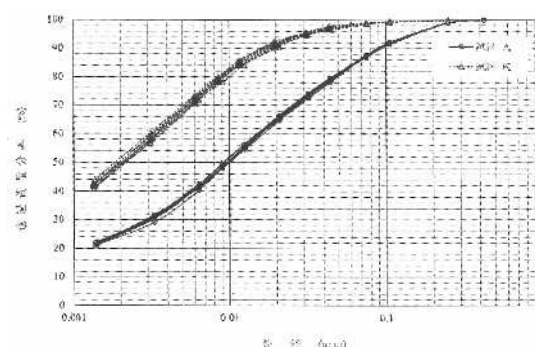
市販の青粘土（試料 A）と笠岡粘土（試料 K）の 2 種類

○ 参加機関

52 機関

○ 試験結果の統計解析方法

技能試験では、参加機関の試験結果 x_i を z スコアにより公正に評価します。



（試料 A と試料 K の基本的粒径加積曲線）

z スコア (z_i) :

$$z_i = \frac{x_i - x_{pt}}{\sigma_{pt}} \quad z_i = \frac{x_i - Q_2}{(Q_3 - Q_1) \times 0.7413}$$

ここに、

z_i = z スコア

x_i = 参加機関の試験結果

x_{pt} = 付与値（技能評価の基準となる値）

σ_{pt} = 技能試験のための標準偏差

Q_1 = 第 1 四分位数

Q_2 = 第 2 四分位数（中央値）正に評価します

Q_3 = 第 3 四分位数

z スコアは、「試験結果 (x_i) の偏差(中央値 Q_2 との差)が標準偏差の何倍であるか」を表すものであり、z スコアが小さいと精度がよい（試験結果が中央値に近い）ことになります。

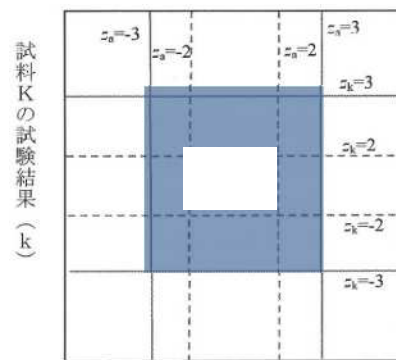
次の基準により評価します。

- | | | |
|-----------------------|--------|------------------------------|
| ・ $ z_i \leq 2.0$ | : 満足 | （JIS では「許容できる」とみなす） |
| ・ $2.0 < z_i < 3.0$ | : 疑わしい | （JIS では「警告シグナルを与える」とみなす） |
| ・ $3.0 \leq z_i $ | : 不満足 | （JIS では「許容できない(処置シグナル)」とみなす） |

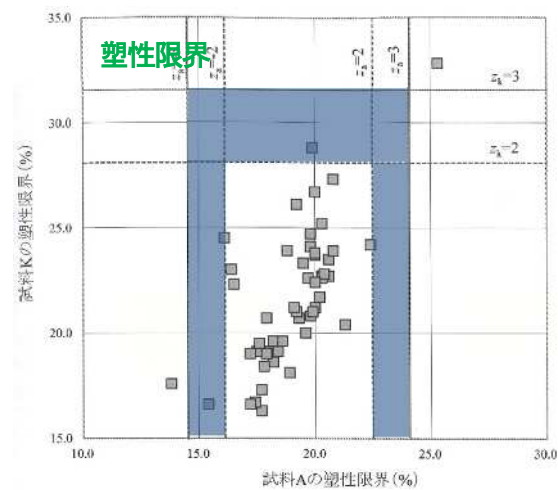
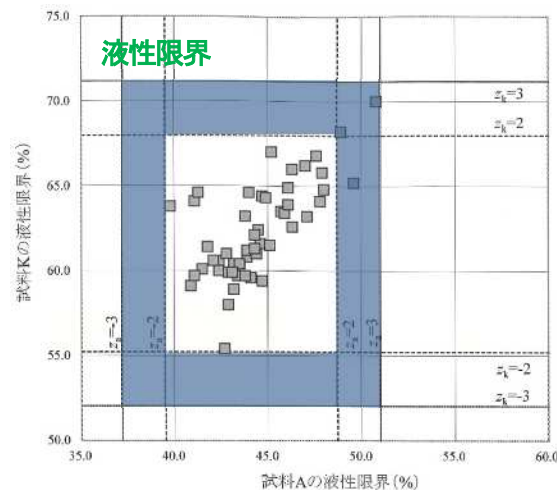
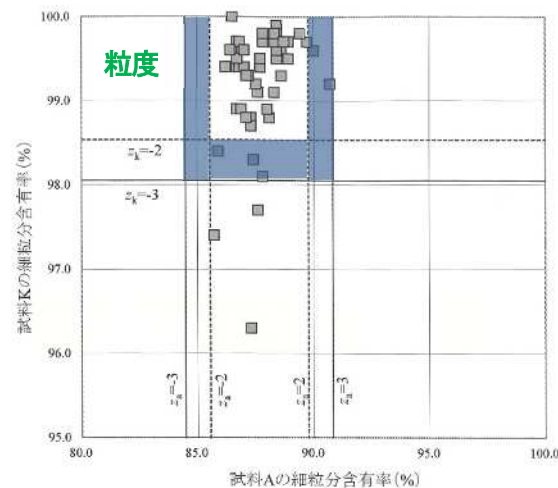
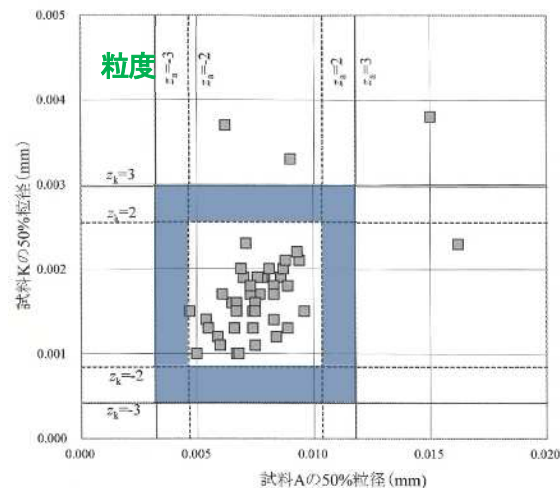
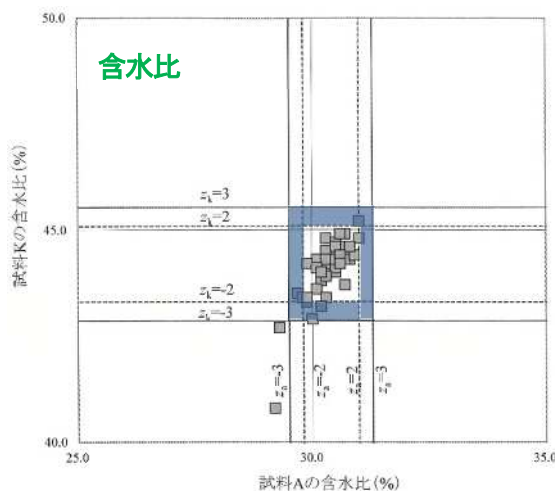
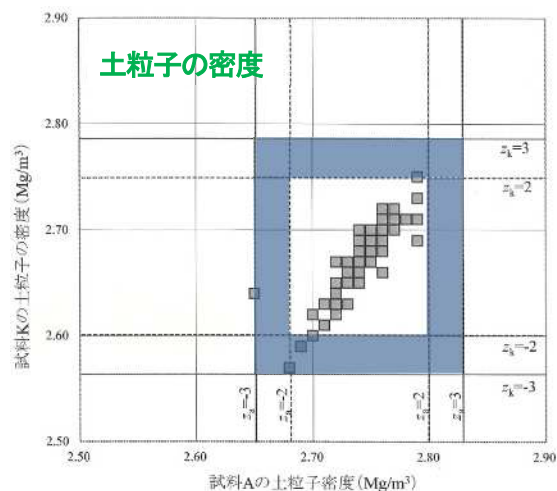
○ 青粘土（試料 A）と笠岡粘土（試料 K）の技能試験の評価

2種類の試料（試料 A と試料 K）の試験結果（a と k）から、それぞれの z スコア（ z_a と z_k ）を計算します。試料 A の試験結果（a）を横軸，試料 K の試験結果（k）を縦軸に取り，右のような散布図を作成します。この図にそれぞれの z スコアの基準値を描き， z スコアの境界を青色で塗り分けました。下記の散布図は，各試験機関から報告された試験結果を各試験別にプロットしたものです。

プロットされている試験結果のほとんどが， $|z| \leq 2.0$ の範囲内にあることが各散布図から確認できます。



試料 A の試験結果（a）
（試験結果の z スコアの境界）



評価結果を下記の表にまとめました。52機関の内、ほとんどの期間が満足いく結果が得られています。疑わしい結果の場合は、試験技能、試験器具の管理、技術者教育などの見直しを検討する必要があります。技能試験の考え方としては、「満足」の評価を得られたから「合格」である、というものはなく、技能試験への参加を通じて、その試験が適正に行われているかを点検することが本来の目的であります。当組合としても、今後も継続し、地盤材料試験結果のさらなる信頼性向上に努めていきたいと思ひます。

●土粒子の密度試験結果と z スコアのまとめ

試料	四分位数法による計算結果					
	中央値 Q_2 (Mg/m ³)	標準偏差 σ_{pt} (Mg/m ³)	変動係数 $v_{p(Q)}$ (%)	z スコアによる評価(機関数)		
				$ z_i \leq 2.0$	$2.0 < z_i < 3.0$	$3.0 \leq z_i $
試料A	2.74	0.0297	1.1	50	1	1
試料K	2.68	0.0371	1.4	48	4	0

●含水比試験結果と z スコアのまとめ

試料	四分位数法による計算結果					
	中央値 Q_2 (%)	標準偏差 σ_{pt} (%)	変動係数 $v_{p(Q)}$ (%)	z スコアによる評価(機関数)		
				$ z_i \leq 2.0$	$2.0 < z_i < 3.0$	$3.0 \leq z_i $
試料A	30.4	0.297	1	46	4	2
試料K	44.2	0.445	1	46	4	2

●50%粒径の試験結果と z スコアのまとめ

試料	四分位数法による計算結果					
	中央値 Q_2 (mm)	標準偏差 σ_{pt} (mm)	変動係数 $v_{p(Q)}$ (%)	z スコアによる評価(機関数)		
				$ z_i \leq 2.0$	$2.0 < z_i < 3.0$	$3.0 \leq z_i $
試料A	0.0075	0.0014	19	49	0	3
試料K	0.0017	0.0004	25.1	43	6	3

●細粒分含有率の試験結果と z スコアのまとめ

試料	四分位数法による計算結果					
	中央値 Q_2 (%)	標準偏差 σ_{pt} (%)	変動係数 $v_{p(Q)}$ (%)	z スコアによる評価(機関数)		
				$ z_i \leq 2.0$	$2.0 < z_i < 3.0$	$3.0 \leq z_i $
試料A	87.7	1.06	1.2	50	2	0
試料K	99.5	0.48	0.5	46	3	3

●液性限界試験結果と z スコアのまとめ

試料	四分位数法による計算結果					
	中央値 Q_2 (%)	標準偏差 σ_{pt} (%)	変動係数 $v_{p(Q)}$ (%)	z スコアによる評価(機関数)		
				$ z_i \leq 2.0$	$2.0 < z_i < 3.0$	$3.0 \leq z_i $
試料A	44.1	2.3	5.2	48	3	0
試料K	61.6	3.19	5.2	49	2	0

●塑性限界試験結果と z スコアのまとめ

試料	四分位数法による計算結果					
	中央値 Q_2 (%)	標準偏差 σ_{pt} (%)	変動係数 $v_{p(Q)}$ (%)	z スコアによる評価(機関数)		
				$ z_i \leq 2.0$	$2.0 < z_i < 3.0$	$3.0 \leq z_i $
試料A	19.3	1.59	8.3	47	2	2
試料K	21.2	3.45	16.3	49	1	1

《参考文献》

2023年度地盤材料試験の技能試験報告書、土質試験品質確保機構、技能試験委員会

5. 入社2年が経過して

技術部 古藤 尚

3月1日で入社3年目になる古藤です。入社当時は抜き出し業務を2ヶ月ほど経験した後、現在の材料試験を担当しています。本年度は3ヶ月ほど休職させていただいたため、材料試験は1年半程度の実務経験です。材料試験では CBR 試験、締固め試験、コーン指数試験、透水試験などの4種目を主に担当しており、土質試料に関しては入社前より馴染み深いものでしたが、土木材料としての視点は新鮮で日々研鑽を重ねております。



さて、先に触れさせていただきましたが、本年度は3ヶ月ほど休職をいただいております。理由としては昨年の8月に橋出血（脳出血）を患い、入院および治療したためです。現在は脳出血の治療は終わっているのですが、右半身全身に麻痺の症状が後遺症として残りました。発症当初は歩行や食事、言語の障害など挙げればキリがないほどの重態でしたが、少しずつ快方に向かい、現在はリハビリを行いながら職務に復帰しており、重量がある試料や機材の運搬や細かい手作業など様々な箇所での他の職員の方々に補助してもらいながら試験業務を行っています。

材料試験は力学試験や物理試験に比べて扱う試料の総重量は多いですが、細かい手作業が比較的少ないので自分が考えている以上に出来るが多かったのが不幸中の幸いです。逆に今まで難なくこなしていた簡単な手作業、例えば半年が経過した現在でもバインダーの金具の開閉が困難であることなど意外なところで苦労しております。

来年度以降の目標ややりたいことは多いですが、まずはリハビリに専念して、出来ることを増やしたいと考えています。知識や経験は徐々に蓄積されていくことに比べ、健康は急に失われることを強く実感しております。

試験業務よりも私自身の病症の話題になってしまいましたが、30代での脳出血の症状は稀であり、我ながら珍しいケースの話題が提供できるのではと思います、このような記事を書かせていただきました。次に記事を書かせていただく機会を頂いた頃には、より健康な状態で試験業務に当たっていることを期待して、締めめの言葉とさせていただきます。

技術部 土屋地弘

令和4年の3月に入社しました、土屋地弘です。今年の3月7日で、入社してからちょうど2年が経過します。毎日忙しく、学ぶことも多くとても早く2年が過ぎたように感じられます。

入社してから主に抜出の業務と凍結試料の成形を行ってきました。抜出の業務では、いろいろな種類のライナーがあったり、試料の状態もいろいろなものがあったり、抜出することが困難なことがあったりと、覚えることやコツが必要なことも多かったですが、やっとそれなりに抜出の業務を行えるようになったように感じます。



入社した当初は、目の前の試料を抜出することで精いっぱいでしたが、今ではどうしたらよりきれいに乱すことなく試料を抜出せるか、どう試験箇所を選ぶのが依頼された試験によりよいのかなど考えながら業務を行えるようになり、入社したばかりの時に比べ自分なりに成長を感じます。また、抜出自体も以前より速く正確に行えるようになってきました。

凍結試料の成形では、礫が多い試料、かなり崩れやすい試料など成形には難しい試料も多くあり、最初はうまく成形できませんでしたが、今では試料に合わせた削り方を工夫してうまく削れるようになってきたと感じます。なるべく



（今年度の職員旅行 古藤（前方右）、土屋（最右））

50mmに近くかつ平行度の高い供試体に成形できるように今後も技術力の向上に努めたいと思います。

入社した当初に自分の中で作業の質と速さを上げていくことを目標としていたので、この2年間にいろいろなことが効率よくできるようになってきて、しっかりと目標の達成に向け行動できていたのではないかと思います。まだ試験に関しては分からないことも多く、これから学んでいかなければならないことも多くあると思います。学べることをしっかりと学んでいき、できることを少しでも増やしていき、少しでもジョ・ラボ中部に貢献できるように精いっぱい頑張りたいと思います。

6. 《シリーズ⑥》地盤材料試験の^{うんちく}鑑 蓄

技術部 石原 聖子

自然の土は地盤の生成過程の違いなどで、さまざまな粒径や材質の土粒子が含まれている。粒度の違いは地盤の変形挙動に影響を与える。今回は粒度試験と液性限界試験・塑性限界試験から得られる工学的分類について触れたい。

(1) 粒度による分類（粗粒分の分類）

粒度とは、土を構成する土粒子を粒径によって分けけたときの分布状態のことを言い、一般的に土の粒度試験により、粒径加積曲線で整理される。土質材料は 75mm 未満の粒径で定義されている。

土の粒度試験のふり分析によって細粒分・粗粒分（砂分と礫分）が求まり、沈降分析によって細粒分内の粘土分とシルト分が求まる（図 1）。ただし、沈降分析の計算に土粒子の密度試験が必要である。粒度試験からは D_{10} 、 D_{20} 、 D_{30} の値や、粒径加積曲線の傾きを示す均等係数、粒径加積曲線のなだらかさを示す曲率係数などが求められる。

粒径〔mm〕							
0.005	0.075	0.25	0.85	2	4.75	19	75
粘土	シルト	細砂	中砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫
		砂			礫		
細粒分		粗粒分					

図 1 地盤材料の粒径区分とその呼び方

(2) コンシステンシー限界による分類（細粒分の分類）

細粒度を多く含む土は与えられた外力に対し、含水比の変化に応じて変形抵抗が変わる。この性質を土のコンシステンシーという。図 2 で示すそれぞれの境目に相当する含水比をコンシステンシー限界、あるいは概念の提唱者の名前からアッターベルグ限界と呼ぶ。収縮限界 w_s 以外の値は液性限界試験・塑性限界試験から得られる。

粘土分を多く含む土は、多くの水分を保持することができるので液性限界 w_L は大きな値を示すが、塑性限界 w_P は液性限界 w_L 程の変化はない。土が塑性体でありうる範囲を示す指標である塑性指数 I_P は液性限界 w_L から塑性限界 w_P を引いたものを指す。

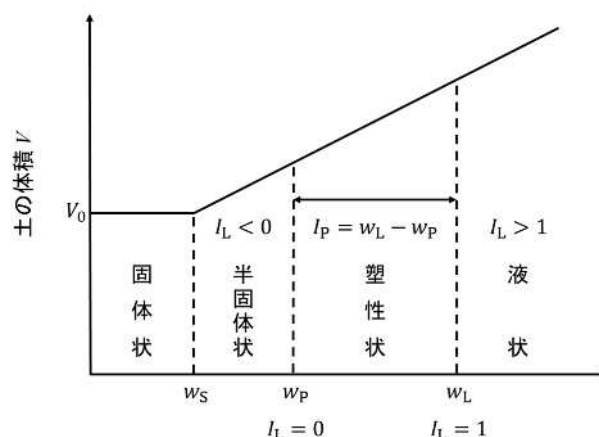


図 2 土の状態変化とコンシステンシー限界、液性指数 I_L

(3) 工学的分類

地盤材料の分類は、粒度試験結果を三角座標上で分類して得られる。また液性限界試験・塑性限界試験を実施した場合、その結果を塑性図上で分類し反映される。有機質や火山灰質は試料の観察に応じて分類される。

地盤材料は石分の割合に応じて三つに分類される。石分が 0% の土質材料 Sm は、粗粒土が 50% より多いものが Cm、細粒土が 50% より多いものが Fm となる。さらに粗粒土の中でも礫分 > 砂分を G、砂分 ≥ 礫分を S、細粒土は粒径による区分だけでなく観察と合わせて粘性土の CS と有機質土の O、火山灰質粘性土の V の三つに分かれる。

液性限界試験・塑性限界試験を行うことによって塑性図が得られる。塑性図の A 線の上側の土は粘土分を多く含み、下側の土はシルトのような土である。B 線の右側が高液性限界、左側が低液性限界である。

工学的分類において、「○○質は粒度の割合が 15～50% 未満で、○○混じりは 5～15% 未満、0～5% 未満は分類に含まれない」と覚えておくと（礫分 26%、砂分 25%、細粒分 49%）の土の工学的分類が「細粒分質砂質礫（GFS）」となることを疑問に思うだろう。これは大分類の土質区分は礫質土であるか砂質土であるかが起点となっているためと考えると良い。

また、液性限界試験・塑性限界試験の結果が工学的分類に反映されると上述したが、細粒分が 50% より多くなければ（高液性限界）（低液性限界）とは標記されないので留意していただきたい。

《参考文献》 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説・第一回改訂版，pp.72-144, 2020.

7. 組合からのお知らせ

■ 今年度の設備投資結果

2月の理事会にて報告しました今年度の設備投資の結果です。実績金額は、約1,570万円でした。前述しましたように、主にアタッチメントなどの付帯装置追加による処理能力向上、クランプ軸ベロフラム増設による精度向上などを進めました。また、ロードセルの新旧交換も行っております。

(今年度実施した設備投資)

	機種等	適用	数量	メーカー等	摘要	実施月
施設	試験室仕切り板設置等	階段上りロエ事他	1	マーキュリー商会	生産性向上 動線確保	1月
機械装置	締固め試験機	オーバーホール(ギア交換など)	1	日測	精度向上	8月
	一軸圧縮試験機	オーバーホール(ギア交換など)	1	丸東製作所	精度向上	8月
	三軸圧縮試験機	ロードセル2kN	2	誠試工	精度向上	9月
		ロードセル500N&1kN	2	誠試工	精度向上	9月
		75mm用ベディスタル(4台一式)	1	誠試工	精度向上	9月
		ロードセル2kN	2	誠試工	精度向上	9月
		ロードセル5kN	2	誠試工	精度向上	9月
		垂直圧ベロフラム化(4台一式)	1	丸東製作所	精度向上	11月
		ロードセル	1	誠試工	精度向上	1月
		液状化ジャッキ増設	1	誠試工	繁忙期対策	3月
		ロードセル 500N	1	誠試工	老朽化対応	11月
		ロードセル 2kN	1	誠試工	老朽化対応	11月
	中型三軸試験機	75mmベディスタイル(1台のみ)	1	誠試工	繁忙期対策	5月
	圧密試験機	レギュレーター交換	1	テスコ	精度向上	9月
		加圧版チタン交換	1	テスコ	精度向上	12月
		工業用パソコン購入	1	テスコ	老朽化対応	9月
		ポーラストーン交換	1	テスコ	老朽化対応	11月
	その他	力学試験室 テーブル	4	イリエ	老朽化対応	8月
		発電機	4	イリエ	震災対応	9月
	追加	70mm用キャップ及びベディスタイル	1	誠試工	処理能力(顧客対応)	11月
		動ひずみ測定器	1	協和電業	故障(緊急対応)	12月
		定ひずみ速度圧密試験装置	1	テスコ	処理能力(顧客対応)	1月
		電子天秤	1	日測	故障(停電)	1月
		ロードセル	1	丸東製作所	故障(緊急対応)	7月
ソフトウエア	受注管理ソフト	継続	1	日本システム管理	業務効率化	通年

■ 職員退職のお知らせ

2月をもって、物理試験を担当しておりました神谷が退職しました。また、定年退職後に嘱託職員として勤めておりました加藤が勇退しましたことをお知らせいたします。今後につきましては、発注者様の工期の遅れや試験品質の低下などがないように対処してまいります。

■ 直通(携帯)電話へ

皆さまから受注しました地盤材料試験は、1件につき1名の担当職員が、試験工程の管理～納品までを、責任もって対応しております。試験条件・追加試料、または技術的問い合わせなどに付きましては、担当者へ直接連絡できるように、直通電話を携帯していますので、お気軽にご連絡ください。

これからも直通電話により、きめ細やかな技術サービスを心がけます



組合代表	052-758-1500	FAX	052-758-1503
久保	080-7023-3810	竹内	080-4466-6112
小倉	080-7515-4466	大橋	080-4466-6176
池田	080-3359-4466	古藤	080-4466-9522
岩田	080-7023-3805	土屋	080-4466-6207
石原	080-4466-9563	松本	080-7200-8729
清水	080-4466-6188	法安	080-7023-3811