



Geo-Labo Chubu ニュースレター

発行：中部土質試験協同組合

〒463-0009 名古屋市守山区緑ヶ丘 804 番

url : <http://www.geolabo-chubu.com>

No.157 2018年11月

TEL (052) 758-1500 FAX (052) 758-1503

e-mail : info@geolabo-chubu.com

1. 理事長就任のご挨拶

理事長 阿部 暢夫



阿部 暢夫 理事長

平成 30 年 5 月に開催されました第 39 回通常総会にて、役員改選がなされ、理事長に選出されました阿部暢夫です。今後ともよろしくご指導の程お願いいたします。

中部土質試験協同組合が 1979 年 12 月に創立されて、今年で 40 年目を迎えることとなりました。この間、長い歴史を築いているなかで、特に近年では、当組合の位置づけも大きく変わってきています。地盤工学会における諸活動を通じて、また、中部地質調査業協会会員の皆さまからの組合への期待が大きく増加していると感じています。

これに応えるべく、職員も日々の試験に取り組む姿勢や、さらに日常業務の追加試験などによる研究成果を積極的に公表するなど、大きく成長をしてきているといえます。

国土交通省 総合政策局 建設経済統計調査室によれば、平成 30 年度の建設投資は、前年度比 0.8%増の 56 兆 4,800 億円となる見通し(平成 30 年 7 月 26 日公表とされている)。

但し、今期の政府建設投資は、前年度比で△1.2%の 22 兆 7,600 億円と予測され、民間建設投資(非住宅)は前年度比+3.1%の 17 兆 5,200 億円となる見通しとされている。これらのことから、我が国全体の建設経済における今期の見通しは、現段階では昨年度並みと考えている。

一方、中部地質調査業協会では、地域内のボーリングマシン稼働数を会員に提供している。これによれば、第 40 期(今期)の上期稼働量は、昨年度比較では 6 月を除いて、前年度を上回って稼働しており、組合員の上期(4~8 月)の稼働は順調であると推測される。

この環境下で、当組合の上期の土質試験事業の運営状況は、上期年度計画比で(受注額: 93.1%, 完成額: 89.3%), 昨年度対比で(受注額: 70.8%, 完成額: 73.9%)となっている。昨年度上期が比較的順調に推移したことを考慮しても、年度計画達成には下期で 2,000 万円/月の完成額が必要となることから、下期での挽回が必要となり、皆様方のご協力を従前にも増してお願いする次第です。

このような運営状況ですが、高品質な地盤材料試験結果を提供するための努力は、あらゆる機会を通じて実施しています。

その一つとして、設備投資も積極的に実施しております。今期の大きなポイントは、「不飽和三軸試験機」の増設、「中型三軸試験機の機能拡張(パネル更新, 各種ペダスタルの増設)」などを行うと共に、労働環境改善を目途として、15 年目を迎えた「空調設備の新旧交換(右写真参照)」を行ってきました。

新たに、平成 29 年度から、「組合の経営理念」を下記の様に策定するとともに、役員・職員一同継続して粉骨砕身、努力して参りたいと思いますので、引き続き皆様方からのご発注を宜しくお願いいたします。



(H30 年 6 月 5 日の空調設備新旧交換工事)

(組合の経営理念: H29 年度制定)

常に新しい「価値の創造」を行い、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、「安全・安心な社会の実現」に貢献する

2. 平成30年度の各種講習会・見学会報告

今期に実施した当組合が関与した各種講習会・見学会は下表のように10回を数えている。

No.	開催日	主催(後援)	見学会・講習会	参加者数(名)
1	4月27日	地盤工学会中部支部 (中部地質調査業協会) (中部土質試験協同組合)	ボーリング・土質試験見学会	61
2~4	5月7日 5月18日	中部土質試験協同組合	地盤工学会一(特殊土)DVD研修 (5/7, 5/11, 5/18)	11
5	5月30日	中部土質試験協同組合	第3回組合員技術者との意見交換会	17 (組合員6名, 職員11名)
6	6月21日 6月22日	地盤工学会中部支部 (中部土質試験協同組合)	第2回地盤材料試験実習セミナー	17
7	7月13日	中部土質試験協同組合	組合内技術発表会	11
8	8月22日	中部地方整備局名古屋港湾事務所 組合員(3名)	地盤材料試験見学会	6 (組合員3名)
9	8月23日	東海農業土木事業協会	平成30年度第1回現地見学会	39
10	10月2日	中部地方整備局 名古屋港湾空港技術調査事務所	平成30年度設計実務研修(初任者) における地盤材料試験研修	12
合計 参加者				174

これらから代表的な見学会・講習会を紹介する。

2.1 ボーリング・土質試験見学会

主催者の地盤工学会中部支部セミナー部会長の久保裕一(当組合 技術部長)が、「本見学会は、地盤調査の基本であるボーリング、物理探査、地盤材料試験などについて非常に充実した内容となっている。この見学会で学んだことを実務に活用してほしい」と挨拶。続いて、一般社団法人中部地質調査業協会 伊藤 重和理事長から、「目に見えない地盤の下がどのようなになっているのか、ボーリング調査や室内試験によってデータを取っている。今日は現場でどのようなことが進められているのかを学んで帰ってほしい」と呼び掛けて、室内座学(講習会)、見学会(ボーリング作業+物理検層、地盤材料試験)が実施された。

- ① 実施内容(今期:某邸新築計画敷地にてボーリング見学会を開催)
- ② 地盤調査ボーリング(+孔内水平載荷試験):(株)岐阜ソイルコンサルタント様担当
- ③ 物理探査(弾性波探査, 電気探査, PS 検層):(株)キンキ地質センター様担当
- ④ 地盤材料試験(物理, 力学, 動的, 材料, 岩石の各試験):中部土質試験協同組合担当

地盤材料試験見学会タイムテーブル

●試験編見学会予定表(61名の参加予定なので、3サイクル(A班:20名, B班:20名, C班:21名)で実施予定)

開始	終了	A 班 見学内容	説明者	B 班 見学内容	説明者	C 班 見学内容	説明者
15:00	15:05	* 調査編の見学会終了後、各班区分に応じて、試験室の見学部所へ移動 (A班誘導:岩田, B班誘導:久保, C班誘導:伊藤)					
15:05	15:40	* 試料拔出し * 物理試験 * 圧密 ・ 試料拔出し(伊藤) 15:05~15:15 ・ 土粒子密度, 含水比(石原) 15:15~ ・ 粒度, 液性・塑性限界(石原) ~15:32 ・ 圧密(岩田) 15:32~15:40	加藤・石原・竹内 岩田	* 力学試験 ・ 一軸圧縮(松村) 15:05~15:10 ・ 三軸圧縮試験(小倉) 15:10~15:20 ・ 動的試験(久保, 池田) 15:20~15:40	久保, 小倉, 池田, 松村	* 材料・岩石試験 ・ 締固め・CBR(伊藤) 15:05~15:25 ・ 岩石試験(清水) 15:25~15:40	伊藤・清水
15:40	16:15	* 力学試験 ・ 一軸圧縮(松村) 15:40~15:45 ・ 三軸圧縮試験(小倉) 15:45~15:55 ・ 動的試験(久保, 池田) 15:55~16:15	久保, 小倉, 池田, 松村	* 材料・岩石試験 ・ 締固め・CBR(伊藤) 15:40~16:00 ・ 岩石試験(清水) 16:00~16:15	伊藤・清水	* 試料拔出し * 物理試験 * 圧密 ・ 試料拔出し(伊藤) 15:40~15:50 ・ 土粒子密度, 含水比(石原) 15:50~ ・ 粒度, 液性・塑性限界(石原) ~16:07 ・ 圧密(岩田) 16:07~16:15	加藤・石原・竹内 岩田
16:15	16:50	* 材料・岩石試験 ・ 締固め・CBR(伊藤) 16:15~16:35 ・ 岩石試験(清水) 16:35~16:50	伊藤・清水	* 試料拔出し * 物理試験 * 圧密 ・ 試料拔出し(伊藤) 16:15~16:25 ・ 土粒子密度, 含水比(石原) 16:25~ ・ 粒度, 液性・塑性限界(石原) ~16:42 ・ 圧密(岩田) 16:42~16:50	加藤・石原・竹内 岩田	* 力学試験 ・ 一軸圧縮(松村) 16:15~16:20 ・ 三軸圧縮試験(小倉) 16:20~16:30 ・ 動的試験(久保, 池田) 16:30~16:50	久保, 小倉, 池田, 松村
		(試験編終了後, 材料・岩石コーナーに集合して下さい)		16:50-17:00 閉会挨拶 (中部地質調査業協会 技術委員会委員長 法安 章二)			



ボーリング調査作業見学風景



PS 検層の実演見学 : S 波、ダウンホール法



表面波探査機



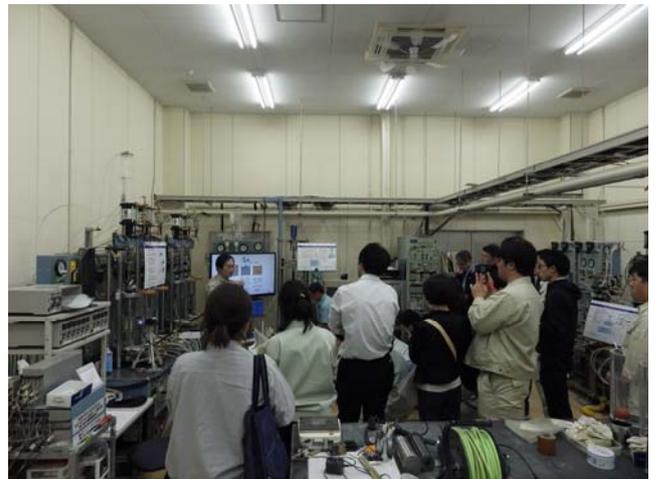
PS 検層画面表示



液状化試験の見学準備状況



地盤材料試験（物理試験）見学風景



地盤材料試験（液状化試験）見学風景



地盤材料試験（岩石試験）見学風景



東邦地下工機様ご提供のボーリングツールズ（新品です）



(見学会を終えて参加者集合写真)

2.2 第3回組合員技術者との技術交流会開催

平成28年度から新たな取り組みとして開始した組合員技術者との技術交流会を開催した。第3回目は、青葉工業様との技術交流会を以下のように開催した。

- ・開催日：平成30年5月30日(水) 14:00-18:00 (+懇親会：18:15~20:00)
- ・参加者：青葉工業様(6名), 当組合(11名)
- ・時間表：下記の通り

時間割	内容・題目	担当者
13:30~13:45	●専務理事挨拶・講習会全体説明	坪田
13:45~14:05	●物理試験 加藤・石原:動画で見る物理試験	加藤・石原
14:05~14:35	●一軸・三軸試験 小倉:三軸試験の作業手順とデータシートの見方 松村:一軸試験の作業手順とデータシートの見方	小倉・松村
14:35~14:50	休憩	
14:50~15:20	●液状化・動的変形試験 久保:動的変形試験の手順とデータシートの見方 池田:液状化試験の手順とデータシートの見方	久保・池田
15:20~15:40	●圧密・透水・材料試験 岩田:圧密・透水の作業手順と試験結果について 伊藤:材料試験の作業手順と試験結果について	岩田・伊藤
15:40~15:55	休憩	
15:55~16:30	●岩石試験・締固めと透水係数 清水:岩石試験(超音波・点載荷) 一様変形場における構成式積分手法の紹介 竹内:初期の含水状態が与える透水性への影響	清水・竹内
16:30~17:00	●青葉工業様講習会 「土質試験結果の主な利用法について」	小島様
17:00~18:00	●試験室見学	ジオ・ラボ中部職員
18:00~20:00	●懇親会(全体意見交換会)	



小島様による「土質試験結果の利用法の解説」



液状化試験の解説を行う池田職員

★桃介橋(全長247m, 幅2.7m)の紹介★

桃介橋(ももすけばし)は、大正11年9月に完成(写真-1)。木曾川の水力発電開発に力を注いだ大同電力(1939年4月に解散。現在、関電、中電、北電に事業承継)の福沢桃介社長(福澤諭吉の次女と結婚)が、読書発電所(大正12年完成)建設の資材運搬路として架けた。写真-1にはレールも見える。写真-2は現在の状況(平成5年9月復元)。

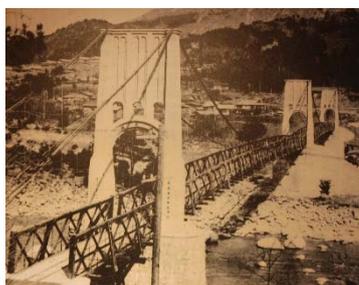


写真-1 大正11年完成時の桃介橋



写真-2 現在の状況(H30.10.28)

2.3 地盤工学会中部支部-第2回地盤材料試験実習セミナー

昨年度開始したこの実習セミナーは、少数人数に限定して地盤材料試験を2日間かけて体験していただき、試験の奥義を修得していただくことを主目的として開催している。

本セミナーは、ボーリング+土質試験見学会にて、「もう少しじっくりと土質試験を学びたい」という要望にお応えする形で開催している。

講習は、2日間に渡り参加者の希望の5コースに別れて地盤材料試験の実習を行った。

1日目午前は、会議室にて組合の概要と各試験担当から地盤材料試験の概要、データ用紙の見方などを研修した。午後から試験室に場所を移動し、希望のコース毎に各試験担当による試験実習を実施した。

2日目午前は引き続き試験実習とし、午後からデータ整理の時間とした。なお、データ整理後に簡単にコース毎に試験結果の発表を行った。これらが終了後、簡単な懇親会を行ってセミナーを終了した。今回は、四国からの参加者も数名いたことが特筆される。

参加者の意見として、「実際に試験を体験してようやくその内容が理解できた」、「来年度も別の体験コースに参加したい」などの高い評価を得ている。

- ・主催：地盤工学会中部支部セミナー部会（部会長：久保裕一）
- ・開催日：6月21日（木）～22日（金）
- ・参加者：17名

コース名・定員	実施試験項目	担当
物理試験コース 4名	液性・塑性限界試験 粒度試験	加藤・石原
材料試験コース 1名	締め固め試験 岩石試験	伊藤・清水
一軸・圧密試験コース 3名	一軸試験 圧密試験 透水試験	岩田・松村
三軸圧縮試験コース 6名	三軸圧縮試験 UU・CUB 試験	小倉・池田
動的試験コース 3名	液状化試験 動的変形試験	久保



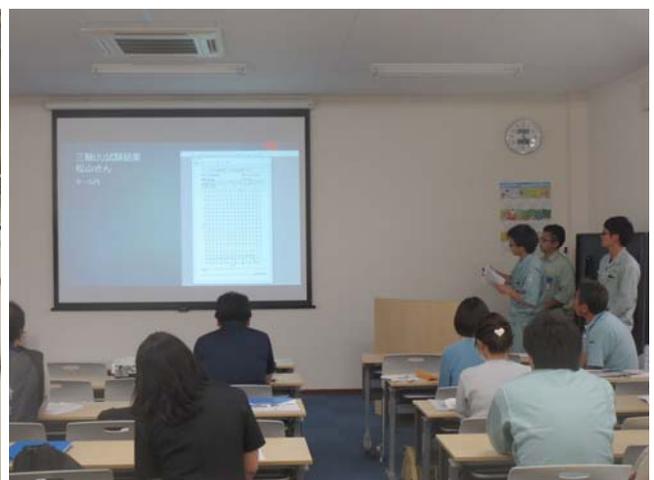
セミナー内容の概要説明（久保部会長）



三軸試験の実習状況



一軸・圧密コースの実習（圧密供試体作製）状況



参加者による実習結果の報告

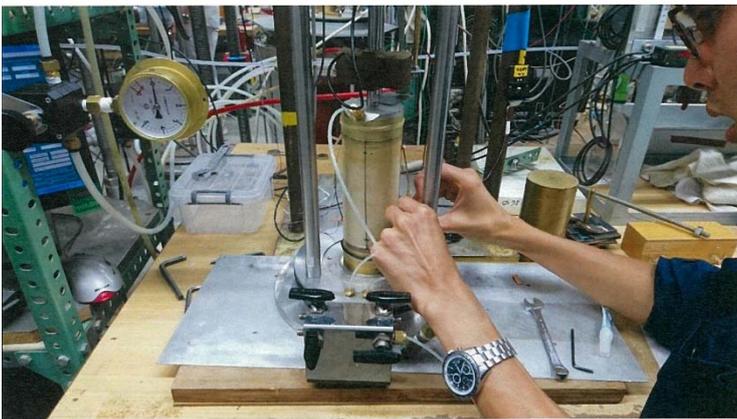
2.4 社内発表会

今回初めて社内での発表会を開催した。職員には、特に難しいことを要求しているわけではなく、普段実際の試験を行う上での工夫とか、試験に関連して自己学習した結果や、少し掘り下げて追加実験など行った結果をPPTにまとめて、職員一同が介して、情報を共有するために、比較的業務の少ない時期に意見交換した。(多種多様な発表であったが、内容・プレゼン力ともに充実していた。今後もタイミングを見て継続したい。)

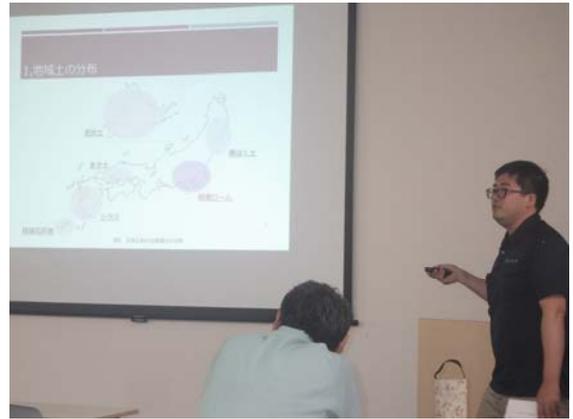
- ・開催日：平成30年7月13日14:00時～17時00分
- ・各人の発表内容：表記の通り（池田の発表の詳細は、p-8～9を参照下さい）

(各個人の発表内容)

No.	時間	氏名	題目
1	14:00～14:15	池田	地盤工学会「三軸講習会参加報告」
2	14:15～14:30	松村	配合試験における供試体作成について
3	14:30～14:45	石原	細粒分含有率試験とデータ入力と凍結成形動画の作成
4	14:55～15:10	清水	固有値解析を用いた土構造物・地盤系の耐震性評価
5	15:10～15:25	竹内	この一年間の活動報告（全地連フォーラム高松発表）
6	15:25～15:40	岩田	SWSの実施から試験結果報告まで
7	15:50～16:05	伊藤	関東ロームの特徴と性質
8	16:05～16:20	久保	北上川流域の自然堆積粘土の力学特性（地盤工学会高松発表）
9	16:20～16:35	加藤	組合での液性限界試験の測定方法
10	16:35～16:50	小倉	簡易CU試験での新旧試験方法比較と、先日の豪雨のスライドショー



池田職員の地盤工学会一三軸圧縮試験研修成果の発表例
(東大におけるLDT研修成果)



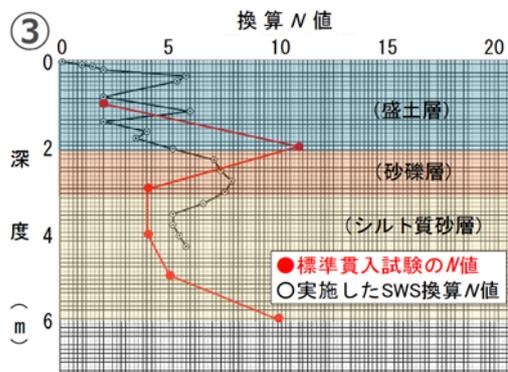
伊藤職員の発表状況（実務関連の関東ロームについて）
(沼津地域の火山灰実務に関連して関東ロームの特性を学習)

★コラム：職員研修を兼ねたスウェーデン式サウンディング試験の実施★

当組合では、職員の研修をかねて、比較的時間の余裕のあるH30年4月に、某敷地内にて、スウェーデン式サウンディング試験(SWS)を6本実施した。

実施したSWS結果と、H30年4月27日に地盤工学会ボーリング見学会開催時に得られたボーリング調査によるN値との比較を実施し、代表例を右図に示す。調査ポイントが少し異なっていることを考慮すると、比較的良く合致していると考えられる。ほとんどの職員にとって初体験のSWS調査研修であったが、この結果をみると、現場調査にも少し自信が付いたような気がします。

文末ですが、SWS試験器具をお貸しいただきました基礎地盤コンサルタンツ(株)中部支社の皆さまに深くお礼を申し上げます。



4/27のボーリング見学会調査結果との比較



SWS試験状況



参加者

2.5 東海農業土木事業協会 平成 30 年度 第 1 回現地研修会

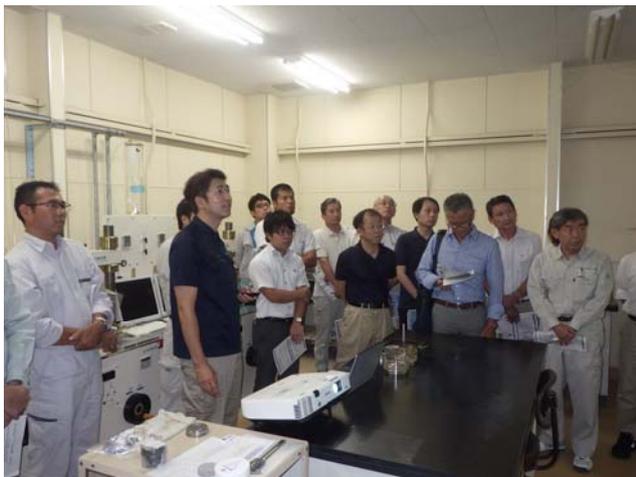
この現地研修会は、会員各社の技術力向上を目的としてボーリング・グラウト部会主催の現地研修会でした。
 なお、部会長は青葉工業(株)名古屋支店の武藤英教支店長、副部会長は、(株)ダイヤコンサルタント中部支社の中平啓二支社長でした。

●研修概要

- ・開催日時：H30年8月23日(木) 10:40～16:00
- ・内容：堤体土の地震動による強度低下を考慮した解析(詳細ニューマークD法)に用いる土質試験研修
 - ①am：地盤材料試験の概要、三軸試験について
 - ②pm：詳細ニューマークD法に関する試験解説、試験機の見学など
(研修時間配分)

NO	時間	内容	時間(分)	講師名等
	10:15～10:40	受付		事務局・部会
1	10:40～10:45	開会・あいさつ	5	部会長、ジオ・ラボ中部専務理事
2	10:45～11:15	地盤材料試験の概要	30	ジオ・ラボ中部担当者(ビデオ)
3	11:15～12:15	三軸試験について※	60	ジオ・ラボ中部担当者(久保)
4	12:15～13:00	昼食・休憩		会議室(弁当)
5	13:00～14:00	詳細ニューマークD法に関する試験解説	60	ジオ・ラボ中部担当者(久保)
6	14:00～14:15	休憩		
7	14:15～15:45	土質試験機の作業見学(力学試験重点)	90	ジオ・ラボ中部担当者
8	15:45～16:00	質疑応答・閉会	15	ジオ・ラボ中部担当者

※UU,CD,CU試験～CUB試験の詳細説明と、モールの円～振動三軸試験の解説実施



プロジェクターを用いた圧密試験の解説(岩田職員)



ニューマークD法適用試験の解説(久保・池田職員)

凍結試料の成形状況の見学(伊藤職員)

3. 地盤工学会本部の三軸試験研修参加記録

いつも公開されると、早々に満杯になる学会本部主催の三軸試験研修に、今回は首尾良く2名の参加が可能になった。このことから、下記に参加報告をまとめたので掲載いたしましたのでご参照下さい。

3.1 2018年度 地盤工学会主催「三軸圧縮試験実技講習会」Bコース 参加報告

中部土質試験協同組合 池田 謙信

1. 概要

- ・開催日時：2018年7月3日(火)～5日(木)
- ・開催場所：東京大学 生産研究所
- ・指導講師：桑野玲子教授、清田隆准教授
- ・Aコース：砂の三軸圧縮試験(LDTによる微小ひずみ測定、ベンダーエレメント法及びDISK TRANSDUCER法によるせん断波測定 (Ip Vs))
- ・Bコース：砂の動的三軸試験(LDTによる変形特性試験、液状化試験)

このたび試験技術の向上を目的として上記Bコースを受講してまいりました。本講習では、生産研究所で稼働している東京大学オリジナルの試験機を使わせていただきました。また指導員・受講者との情報交換など大変貴重なものとなりましたので、下記の通り報告いたします。(なお、Aコースは、岩田 暁が参加してきましたので、3.2に報告します。)

2. 試験内容および試験機の特徴

表-1 試験条件

	変形特性試験	液状化試験
使用材料	豊浦標準砂	
供試体作製方法	空中落下法	
飽和方法	不飽和	CO ₂ 置換後脱気水飽和
排水条件	排水	非排水
有効拘束圧 (kN/m ²)	80	100
目標相対密度	50%, 80%	
載荷周波数	0.1Hz	

(1) 試験内容

豊浦標準砂を用いた変形特性試験・液状化試験を行い、一斉試験の結果と比較し、妥当な結果が得られるかどうかを確認した。試験条件は表-1の通りである。変形特性試験の有効拘束圧については、一斉試験では100kN/m²であったが、試験機空圧容量の関係で80kN/m²とした。

(2) 使用した試験機の特徴

- 1) 負圧を加える際、通常真空ポンプを使用した方法(調圧に対する精度は高いが、容量が小さい)の他に、コンプレッサーからの正圧を負圧に変換するコンパムと呼ばれる装置(調圧に対する精度は若干落ちるが、容量が大きい)を使い分けていた。
- 2) 間隙水圧はセル圧との差を差圧計で計測し、有効拘束圧を精度良く測定していた。組合では従来、間隙水圧は圧力変換機にて計測し、セル圧はレギュレーターで加えた圧力がそのまま加わっているものとしていた。しかし試験機全体が完全な密閉構造でないこと・加圧箇所の高さも影響すること等から「加えた圧力≠加わっている圧力」となる。このため講習会受講後、セル圧の実測値を計測する圧力変換機を新設し、より高精度化した。
- 3) 動的の試験機は組合同様の空圧式であったが、制御方法に違いがあった。組合ではロードセル(荷重)の値をフィードバック方式で制御しているのに対し、今回の機械ではファンクションジェネレータへ入力した波形データにより空圧シリンダーを制御する方式であった。フィードバック方式でないため、実測値であるロードセルの値と若干差が生じるとのことであった。

3. 変形特性試験

(1) LDTの校正

変形特性試験では変位の計測を外部変位計:LVDT、非接触型外部変位計ギャップセンサー:GS、局所変位計:LDTの3種で行った。LDTのアンプの設定は、2.000～2.500mV/V程度で、2～2.5mmの変位を～5Vで計測出来れば良いとのことであるが厳密な決まりではない。また校正により図-1のような電圧と変位の関係から近似式を求め、計測値である電圧から変位量を算出する。

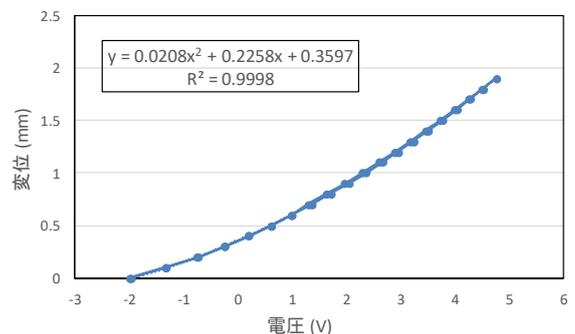


図-1 LDTの校正

(2) 試験結果について

- 1) 図-2は3種類のひずみ計で計測した代表的な応力-ひずみ曲線である。外部変位計はギャップセンサー・LDTに対して測定精度自体が劣る点、また供試体以外の変位も計測してしまうことからひずみ量が最も大きい。ギャップセンサーはLDTと近似した波形ではあるが、構造上ベディングエラーを計測してしまうため若干ひずみ量が大きい。局所変位であるLDTは波形の頂点を結んだヤング率においてギャップセンサーより若干勾配が立っており最も測定精度が高いと考えられる。
- 2) 図-3は一斉試験結果での片振幅軸ひずみ-ヤング率の関係に今回の試験結果をプロットしたもので、上がDr 50%,下がDr 80%である。一斉試験の結果と比較しギャップセンサーのデータが若干下回っているが、供試体の実測相対密度がそれぞれDr 45.6%, 74.7%と少し小さくなった点、またヤング率は拘束圧依存性を示すため、拘束圧 100kN/m²の一斉試験結果より下回ったものと考えられる。

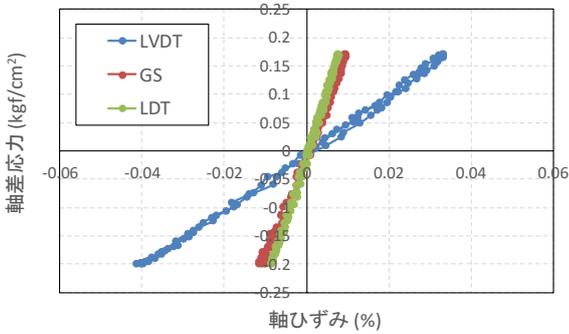


図-2 各種測定装置による応力-ひずみ曲線

また、ギャップセンサーについて、Dr50%よりDr80%の低下量が多いのは、硬質な試料であるほどベディングエラーが発生しやすいためと考えられる。

3) まとめ

LDT はひずみを精度良く測定できるが、すべての試料に対して必要なわけではなく、硬質な試料などベディングエラーが発生しやすい場合に有効とのことでした。実務では凍結した砂質土を対象とすることも多く、その場合凍結の影響でゴムスリーブ表面に水滴が発生するため、LDT 器具の接着が困難となることが想定される。よって現実的には未凍結で硬質な試料が対象となると考えられる。

4. 液状化試験

(1) 試験結果について

1) 目標 Dr50%, 80%で作製した供試体の実測相対密度は53.7%, 68.0%, 56.3%であった。今回の試験結果では、すべてのケースで両振幅軸ひずみ5%を超える回数は1回であった。Dr53.7%についての有効応力経路を図-4に、応力-ひずみ曲線を図-5に示す。いずれも1サイクル目で有効応力はゼロとなり、ひずみは5%を超えていることがわかる。

2) 図-6は Dr50%の一斉試験結果に今回の試験結果をプロットしたものである。ケース1, 3は一斉試験のほぼライン上、ケース2は少し高い位置にプロットされた。高くなった原因はDr 自体が68.0%と高いためだと考えられ、整合は取れているものといえる。3ケースとも繰返し応力振幅比の設定(CSR)が少し高すぎたように思われるが、ゆるぎめの液状化試験では20回以上のデータを取ることが極めて難しい。これは一斉試験の結果において20回~100回の繰返し応力振幅比応力比の幅がほとんど無いことからわかる。

(2) まとめ

液状化試験は変形特性試験と比較して、試験者に技量が求められる試験であり、試験結果にも影響を及ぼすとのことでした。液状化試験の両振幅軸ひずみは、圧縮側の軸ひずみより引張側の軸ひずみが大きく出る傾向があり、引張荷重に対して弱いと考えられる。したがって繰返し載荷までの工程で引張荷重を加えないことが重要になってくるとのことでした。当組合ではロードセルに加わる荷重を0に保ちながら繰返し載荷までの工程を進めているが、負圧を加える際は特に引張荷重がかかりやすいため、より慎重な作業が必要と感じた。

5. 最後に

最後に、受講を受け入れていただきました地盤工学会、東京大学の皆様にご挨拶いたします。特に3日間ほとんどの時間面倒を見ていただきました技術員、研究員の皆様には大変お世話になりました。各作業の目的や注意点についての的確でわかりやすい解説をしていただき、試験技術のほかにプレゼン力という点でも大変勉強になりました。

今回の経験を実務に反映し、より品質の高い試験結果を提供したいと思います。

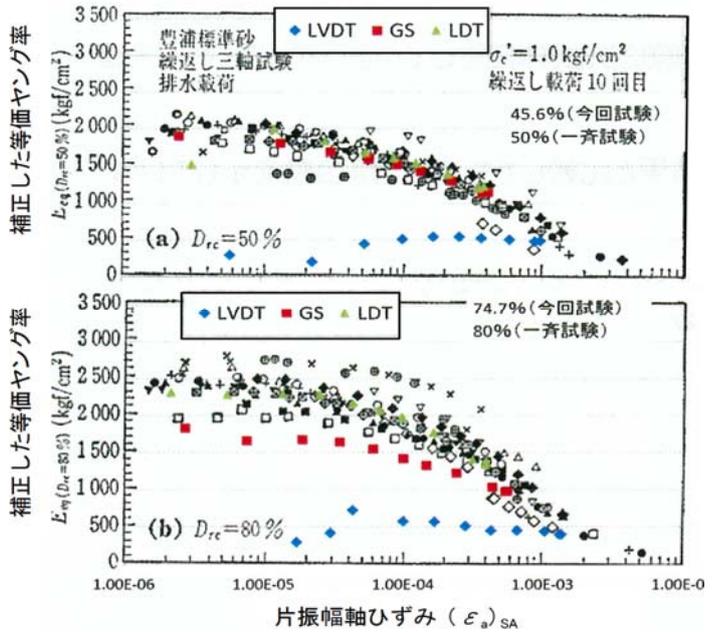


図-3 片振幅軸ひずみとヤング率の関係(引用:テキスト)

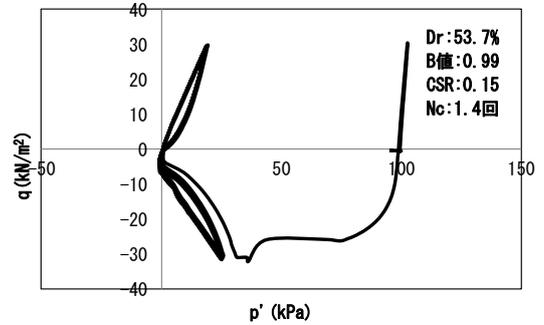


図-4 有効応力経路

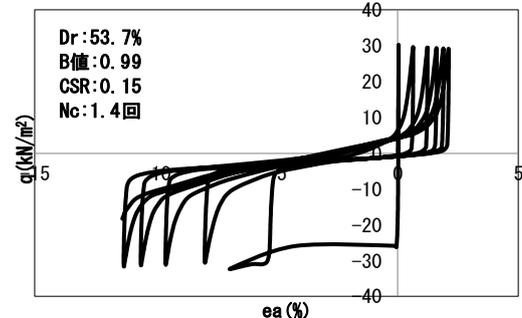


図-5 応力-ひずみ曲線

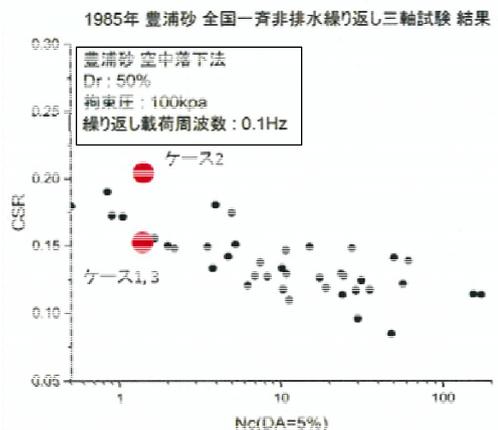


図-6 一斉試験結果との比較(引用元:テキスト)

3.2 2018年度 地盤工学会主催「三軸圧縮試験実技講習会」Aコース 参加報告

中部土質試験協同組合 岩田 暁

1. はじめに

東京大学生産技術研究所で3日間開催された三軸試験実技講習会に参加した。実技内容は、砂の三軸圧縮試験(LDT, ベンダーエレメント等による微小変形特性計測)であったが、私が通常業務で行っている土の三軸圧縮試験でなく、微小ひずみ領域での繰返し三軸試験により、その変形特性やせん断剛性を把握するというものであった。初心者であったため、理解しがたい部分もあったが、私の判る範囲でここに実技内容を報告する。

2. LDTを用いた微小ひずみ測定

(1) ベディングエラー

供試体上下端面に緩みや変形がある場合、その供試体とキャップ・ペDESTAL面の間の不完全接触により生じる測定誤差のことをいう。当組合では、三軸セル外部に設置した外部変位計や、ギャップセンサーを使用しているが、これらの変位計だと微小ひずみレベルでの変形係数の正確な測定が容易でない。

(2) LDT

LDTとは、局所変位計：Local Deformation Transducerの略で、ストレインゲイジが中央に付いた細いリン青銅の薄板を、供試体側面に直接取り付け付けた軸ひずみ測定装置(図-1)である。ベディングエラーの影響が少なく、正確に微小ひずみを測定することが可能である。

(3) 実験例

豊浦砂(乾燥状態、不飽和)を使用し、非排水繰返し三軸試験を実施した。直径75mm、高さ150mmの供試体を空中落下法により、落下高さを変えて、緩詰めと密詰めめの2試料を作製した。今回の供試体作製で一番苦労したのはLDTの設置である。供試体に被せたメンブレンの外表面にリン青銅の薄板とヒンジを鉛直方向に設置するのだが、ポイントは、LDTの出力が適切になるよう、その薄板を少したわませた状態で設置することである。ヒンジの適当な間隔を目視で把握し、接着しなければならぬため、難度が高い。またヒンジがとれないよう強力な接着剤を使用するため、一度付けると取り外すことはできず、失敗すると再度新しいヒンジを接着することになってしまう(写真-1)。

LDT設置後の繰返し載荷試験では、拘束圧を50kPa, 100kPa, 200kPa, 400kPaと変化させ、応力制御で圧縮・引張を繰返し、微小ひずみを計測した。

・拘束圧とヤング率Eの関係

図-2に10波目から抽出した50kPaと100kPa時の微小ひずみレベルでのひずみと応力との関係を示す。本図から硬い(密詰め)供試体の方が大きな傾き(係数)を有している。表-1で400kPaまでのヤング率Eを確認すると、拘束圧が高くなるほどEは大きくなり、拘束圧に依存していることが判った。

・拘束圧とポアソン比との関係

表-2に縦ひずみ、横ひずみの散布図から算出した一次式による近似させた傾きからポアソン比を求めた結果を示す。拘束圧が高くなると、ポアソン比は低くなる傾向が現れ、拘束圧が高いほど横方向に変形しにくくなるイメージとも合致した。

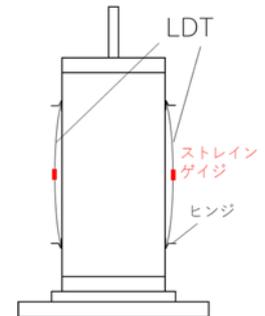


図-1 LDTの模式図

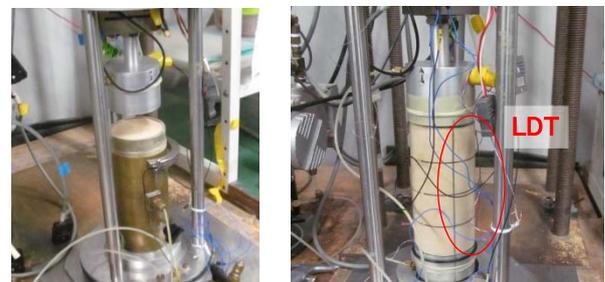


写真-1 供試体作製状況(左)・供試体にセットされたLDT(右)

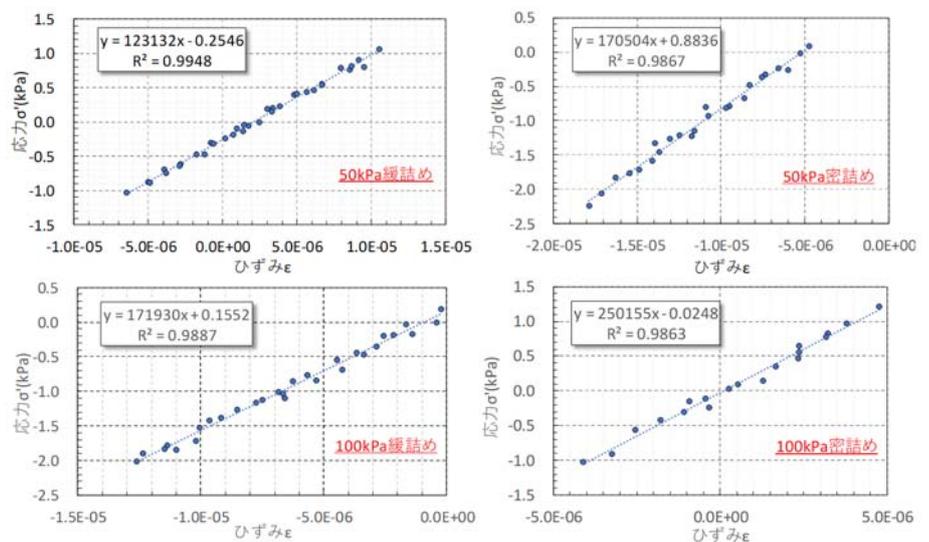


図-2 得られた応力～ひずみ関係

表-1 静的な剛性・ヤング率Eの比較

σ _c (kPa)	E (MPa)	
	緩詰め	密詰め
50	123,132	170,504
100	171,930	250,155
200	233,280	336,982
400	361,280	507,929

表-2 ポアソン比の比較

	拘束圧 (kPa)	E (MPa)	ポアソン比	
			ポアソン比	G
緩詰め	50	201.06	0.34	74.8
	100	360.34	0.23	146.4
密詰め	50	322.34	0.41	113.9
	100	387.57	0.12	172.8

3. ベンダーエレメント試験

(1) ベンダーエレメント (BE)

ベンダーエレメントとは2枚の圧電素子を貼り合わせた振動子の呼称で、キャップとペダスタルに固定されている。電圧を加えると変形し、変形を受けると電圧を発生するものである。

測定は、ファンクションジェネレータと呼ばれる電圧を与えるための信号発生器と、受信した電圧信号を集録するための波形測定器であるオシロスコープ等を用い、せん断弾性波(S波)速度 V_s を測定し、微小ひずみにおけるせん断剛性 G を求める。



写真-2 ディスクトランスデューサー

(2) PS タイプ ディスクトランスデューサー (DT 法)

東京大学生産技術研究所が近年研究を進めている弾性波速度測定の一つの方法である。ディスクトランスデューサー(写真-2)と呼ばれる直径 20mm、高さ 2mm の薄円板状のものをキャップとペダスタルに埋め込んでいる。P波とS波の同時測定が可能で、BE のような出っ張り部分がなく、供試体に差し込む必要がないため、乱れの少ない供試体や固結した供試体に適用できる(図-3)。

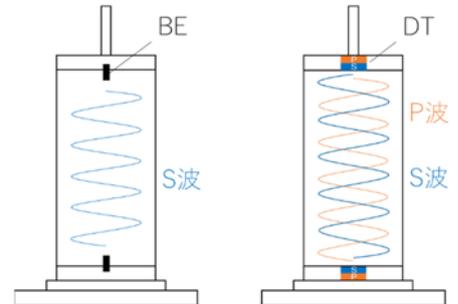


図-3 BEとDTの模式図

(3) 実験例

LDT 試験時に作製した同供試体で、動的な剛性、供試体内の P 波、S 波の伝播速度を計測した。いくつかのパターンで計測を行ったが、特に顕著な試験結果がでたものだけをここに紹介する。

・BE の拘束圧の違いによる波形の比較

図-4 はBE(密詰め,15kHz 時)の拘束圧の違いによる波形である。同じ周波数では、拘束圧が高いほど、波形は明瞭になった。立ち上がり点はすべてのケースで計測初期から波打っており不明瞭であった。

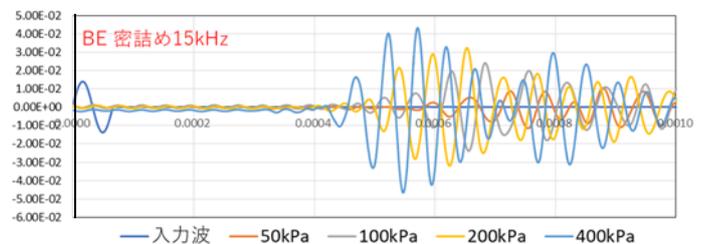


図-4 拘束圧の違いによる波形の比較

・BE と DT の波形の比較

図-5 は、密詰め 100kPa 時の BE と DT の波形の比較である。BE の S 波に対して DT の S 波は、明瞭な波形がでている。また BE の S 波は波形が大きくなる前から、波打っており、立ち上がり点が判別しにくい。この条件での計測精度は DT のほうが、やや高いと思われる。

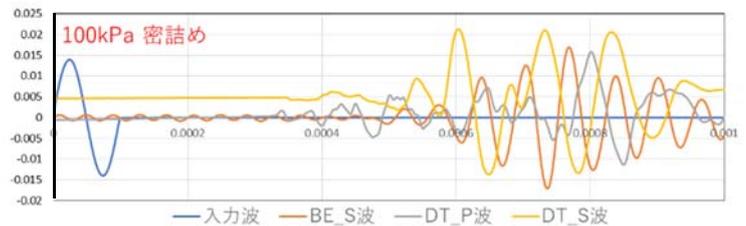


図-5 BEとDTの波形の比較

・BE と DT のせん断剛性率 G の比較

BE, DT ともに拘束圧が高くなるほど、せん断剛性率 G は大きくなり、拘束圧依存性が確認できた(図-6)。また、緩詰め、密詰めとも拘束圧 120kPa 以下では BE が、120kPa 以上では DT の G が高くなった

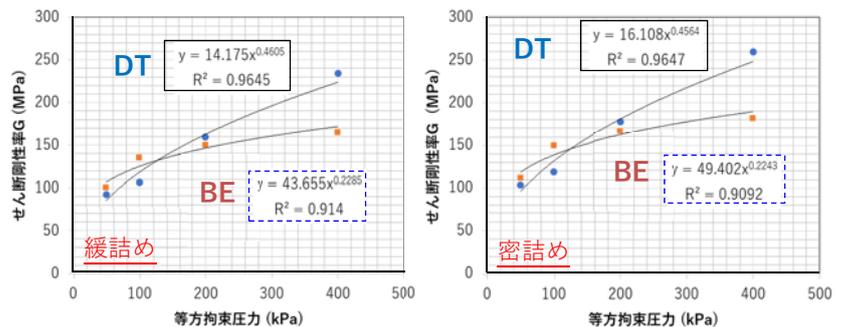


図-6 BEとDTの G の比較

4. まとめ

今回の講習会に参加し、以下に所見を述べる。

- ・LDT 設置には、試験者の“感”が必要であり、慣れるまでに時間がかかる。
- ・繰返し載荷試験では、ヤング率 E 、ポアソン比は拘束圧依存性が高い。
- ・P波、S波を同時計測でき、供試体を乱すことなく設置できるDT法は、正確な計測ができるようになれば、実用的な試験であると感じた。
- ・BE, DT法ともに、供試体が密で拘束圧が高いほど、波形は明瞭になったが、総合的に立ち上がり点の判別が不明瞭で、今回の実験だけの判断では難しかった。また、せん断剛性率 G では、拘束圧依存性が認められた。未経験の試験を目でみて触れることができ、いろいろと勉強させていただいた。今後の実務に生かしたいと考えています。

(謝辞)

講習会でご指導いただいた東京大学生産技術研究所の桑野先生、清田先生方並びに学生の皆様には末筆ながら、深く感謝申し上げます。

4. ジオ・ラボ中部関連ニュース

(1) 第18回技術講習会の開催案内

(一社) 中部地質調査業協会のご協賛により、かねてよりご厚情をいただいておりますご関係先の技術者の皆さまをお招きして、講演会と見学会とを組合せた第18回技術講習会を開催致します。

平成30年7月6日に、太平洋高気圧の縁に沿って暖かく湿った空気が日本列島に流れ込み、西日本から東日本・北海道に停滞する梅雨前線が活発な活動を続けました。この影響により、西日本から東日本・北海道の広範囲にわたって、猛烈な雨を伴った記録的な大雨となりました。この結果、全国の広範囲に渡る河川が増水・氾濫するとともに、記録的な土砂災害や河川堤防の破堤などによる低い土地への浸水によって、多くの犠牲者がでました。



講師：小高 猛司先生

2年に一度開催している技術講習会ですが、今回は、地盤工学分野から豪雨災害に取り組んでおられます名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科 小高 猛司 教授に「豪雨災害と河川堤防の浸透破壊」と題してご講演を予定しています。今回の災害被害調査で判明した事象・課題の解説とともに、主として河川堤防を対象として今後の豪雨に対する備えに関して参考となる話題をご提供いただける予定です。

講演会後の見学会では、希望者（応募：70名上限）による“中部圏随一の設備と試験技術を誇る組合試験所の各種の地盤材料試験設備”の見学会も計画しています。

★開催仕様★

●開催日：平成30年12月5日(水)

第1部 講演会 13:00~15:00 (開催場所：名古屋駅近傍の名進研ホール)

(11月7日現在：101名の参加申込みです。皆さまのご参加を(最大40名)募っています。)

◎演題 『豪雨災害と河川堤防の浸透破壊』

◎講師 名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科 小高猛司 教授

第2部 見学会 15:45~16:50 (最大80名迄) (移動：大型バス2台で当組合に移動)

・各種地盤材料試験機器・装置の紹介

・地盤材料試験見学(物理試験 一軸圧縮試験 三軸圧縮試験 圧密試験 液状化試験 岩石試験 等)

●申込み締切：平成30年11月30日(金) (詳細は、当組合事務局までお問い合わせ下さい)

(2) 表彰の紹介

●2018.09.18 全地連「技術フォーラム2018」高松にて「竹内 啓介君」優秀技術発表者賞 受賞

●2018.10.12 中部地質調査業協会ミニフォーラムにて「松村 竜樹君」優秀論文発表賞 受賞



竹内君、松村君おめでとうございます。今後の益々の精進を期待しています。詳細は、次号にて掲載の予定です。なお、中部地質調査業協会ミニフォーラムの優秀論文発表賞は、平成31年5月に開催される同協会通常総会後にも再度発表が予定されています。今回の内容をさらに進化させた内容での発表が期待されます。両名の発表題名を記載しておきます。

●竹内 啓介：作製時含水比と乾燥密度の違いが透水試験結果に及ぼす影響

●松村 竜樹：サンプリングチューブ内の試験位置による一軸圧縮試験結果に関する一考察

中部地域に貢献するジオ・ラボ中部を構成する組合員・準組合員

組合員18社		愛知県15社, 三重県2社, 静岡県1社(五十音別)	
(株) ア オ イ テ ッ ク	青 葉 工 業 (株)	(株) ア ク ア テ ル ス	川 崎 地 質 (株)
基礎地盤コンサルタンツ(株)	(株) キンキ地質センター	サンコーコンサルタント(株)	(株) ダイヤコンサルタント
玉野総合コンサルタント(株)	中 央 開 発 (株)	(株) 東 建 ジ オ テ ッ ク	東 邦 地 水 (株)
(株) 中 日 本 コ ン サ ル タ ン ト	(株) 日 さ く	日 特 建 設 (株)	富 士 開 発 (株)
松 阪 鑿 泉 (株)	明 治 コ ン サ ル タ ン ト (株)		
準組合員19社		愛知県11社, 三重県2社, 岐阜県1社, 静岡県5社(五十音別)	
(株) 朝 日 土 質 設 計 コ ン サ ル タ ン ト	(株) アサノ大成基礎エンジニアリング	応 用 地 質 (株)	協 和 地 研 (株)
興 亜 開 発 (株)	(株) 大 和 地 質	(株) 地 圏 総 合 コ ン サ ル タ ン ト	(株) 中 部 ウ エ ル ポ ー リ ン グ 社
土 屋 産 業 (株)	(株) 東 海 環 境 エ ン ジ ニ ア	東 海 ジ オ テ ッ ク (株)	(株) 東 京 ソ イ ル リ サ ー チ
(株) 中 野 地 質	日 本 物 理 探 査 (株)	(株) フ ジ ヤ マ	(株) 増 田 地 質 工 業
(株) 松 原 工 事 事 務 所	(株) ヨ コ タ テ ッ ク	(株) ラ ン ド テ ク ト	