

## 1. 地盤工学会中部支部で、国土交通省清水港湾事務所を見学してきました。

平成 26 年 3 月 4 日(火)～5 日(水)と 2 日間におわり、公益社団法人地盤工学会中部支部で、国土交通省清水港湾事務所を訪問してきました。見学地は清水港と田子の浦港でしたが、特に前者の港は船で港内を見学できる機会に恵まれると同時に天候にも恵まれ、世界文化遺産の富士山も頂上まで見ることができました。以下に、当日頂きました説明資料を参考にさせていただき、参加報告を記載します。重要な港湾業務を見学させていただき、非常に勉強になりました。また、当組合の試験データもお役立ちしていることをお聞きして大変嬉しく思いました。

(見学概要)

- ・日 程:平成 26 年 3 月 4 日(火)～5 日(水)
- ・見学先:国土交通省清水港湾事務所, 清水港, 田子の浦事務所, 田子の浦港
- ・参加者:表-1.1 に示すように地盤工学会中部支部事務局と企画委員会で合同参加してきました。

表-1.1 見学会参加者一覧表

種別	氏 名	所 属	
国土省	加賀谷俊和	中部地方整備局清水港湾事務所	所長
	山田 誠	清水港湾事務所	副所長
	村松 佳春	清水港湾事務所	保全課長
	山口 正高	清水港湾事務所田子の浦港事務所	所長
企画委員会	中野 正樹	地盤工学会中部支部企画委員会委員長	名古屋大学大学院教授
	張 鋒	企画委員会委員	名古屋工業大学大学院 高度防災工学センター教授
	小高 猛司	企画委員会委員	名城大学理工学部 社会基盤デザイン工学科教授
	前田 健一	企画委員会委員	名古屋工業大学 都市社会工学科教授
事務局	坪田 邦治	中部支部支部長	中部土質試験協同組合理事長
	成瀬 文宏	幹事長	基礎地盤コンサルタンツ(株)中部支社長
	額瀨 育子	中部支部事務局	

### (1) 清水港湾事務所の事業概要

加賀谷所長・山田副所長から事務所の事業概要について詳細な説明(表-1.2)を頂きました。清水港湾事務所が整備する港は 4 港(図-1.1 参照)で、実施する事業費は、約 29 億円となっているとのことでした。

主要事業は、以下の 3 事業を遂行中とのことでした。

- 1) 大規模地震・津波に対する港湾の事前防災・減災対策の推進  
(切迫する大規模地震・津波対策に対して、幹線物流機能を維持する)
- 2) 地域経済を支える港湾インフラの整備  
(我が国の経済再生を加速するため、地域経済の活力を取戻す基盤となる港湾整備)
- 3) 港湾施設の老朽化対策の推進  
(広域的な視点や老朽化の状況を踏まえ、ライフサイクル延命化とトータルライフサイクルコスト削減)

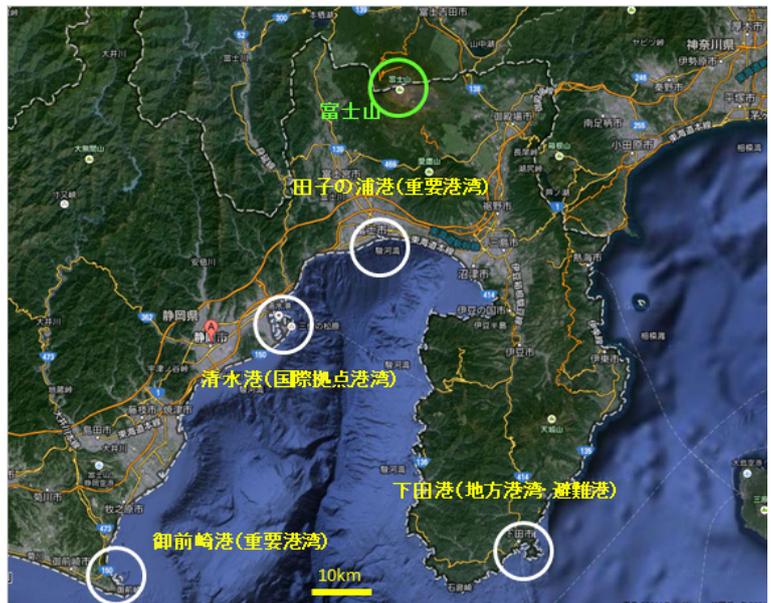


図-1.1 清水港湾事務所事業実施港湾位置図(Googlemap に追記)

(2) 平成 25 年度事業費と内容

表-1.2 に清水港湾事務所の各港における主要事業と事業費について記載した。

表-1.2 清水港湾事務所の各港における主要事業と事業費 (引用元：説明資料に編集追記)

港名	事業費 単位(百万円)	事業内容	主要事業 (下記の番号は、事業概要の1),2),3)に対応)
清水港	952	○国際海上コンテナターミナル整備事業 ・新興津防波堤	1) 防波堤の「粘り強い」構造への改良(新興津防波堤, 外港防波堤) 2) 国際海上コンテナターミナル整備事業(新興津防波堤) 3) 富士見地区(岸壁(-14m), 岸壁(-9m)), 興津地区(岸壁(-10m))
		○防波堤の「粘り強い」構造への改良 ・新興津防波堤、外港防波堤	
		○港湾施設の老朽化対策の推進 ・富士見地区 岸壁(-14m)、岸壁(-9m) ・興津地区 岸壁(-10m)	
田子の浦港	300 (50)	○国際物流ターミナル整備事業(耐震改良) ・航路泊地(-12m)	2) 国際物流ターミナル整備事業(航路泊地(-12m))
御前崎港	780	○防波堤整備事業 ・防波堤(東) ○防波堤の「粘り強い」構造への改良 ・防波堤(西)、防波堤(東)	1) 防波堤の「粘り強い」構造への改良(防波堤(西), 防波堤(東)) 2) 防波堤整備事業(防波堤(東))
下田港	900	○下田地区避難港整備事業 ・防波堤	1) 避難港の防波堤整備(防波堤)
合計	2,932 (50)	(単位: 百万円)	

(3) 現地見学状況 注) ( )内は静岡県からの受託工事費



写真-1.1 日本平頂上手前からの清水港遠望(ちきゅう号○が停泊)  
(晴れていれば写真中央から左に富士山が見える)



写真-1.2 清水港内から眺める世界文化遺産の富士山  
(海上から眺めた感動的な富士山)



写真-1.3 事業概要説明の山田副所長・村松課長(左端)



写真-1.4 加賀谷所長も参加されての説明



写真-1.5 清水港に停泊中のちきゅう号の近景（背景に富士山）



写真-1.6 清水港見学参加者（正面奥にちきゅう号 ○）



写真-1.7 清水港内から眺める三保の松原北端付近



写真-1.8 折角ですので、三保の松原も見学



写真-1.9 懇親会会場（かねだ食堂）

- \* ご当地出身のさくらもこさんの作品「ちびまる子ちゃん」に登場する「かねだ食堂」.
- \* 左が掲示されている色紙
- \* 右上が、さくらえびのかき揚げ（ほくほくと大変美味しい）と肉厚の黒はんぺん.
- \* 直上は、マグロの大和煮.
- \* 右下はサラダにシラス。どれもとても美味しい～.





写真-1.10 防波堤工事  
(波浪で破損した旧のケーソン外側に新ケーソン施工)



写真-1.11 テトラも波浪で移動(H23年9月の台風15号)すること (防波堤を越えて移動). 波浪の力も凄いですね



写真-1.12 ふじのくに田子の浦みなと公園にある山部赤人歌碑

山部赤人 富士山を望む歌

山部赤人(生年不明)は奈良時代の歌人で『万葉集』に秀歌を残し、柿本人麻呂とならび称せられています。

富士山を望む歌は、赤人が政府の役人として東国に赴く道すがら、田子浦から仰ぎ見た富士の姿が余りにも雄大で、美しく神秘的であったため、その印象を詠んだ叙景歌の最高傑作であるといわれています。

高く貴い富士の姿を讃え、未来永劫に語りつぎ、言いついでいこうと謳った赤人の絶唱は、時をへた私たちにも共感をよびおこします。

昭和61年3月 富士市教育委員会

(←) 皆様ご存知の山部赤人(万葉集)：  
「田子の浦ゆ うち出でてみれば真白にぞ  
富士の高嶺に雪は降りける」の歌碑

(4) 謝辞

お忙しい中、貴重なご説明を頂きました清水港湾事務所：加賀谷所長，山田副所長および村松課長，また田子の浦港事務所：山口所長 をはじめ関係者の皆様に厚くお礼を申し上げます。どうもありがとうございました。

物流の中心基地として、さらに切迫する南海トラフ大地震への備えなど24時間、365日フルサポートされている職員の皆様には頭が下がります。今後とも安心・安全な社会資本整備に奔走されている清水港の皆様方のご発展を祈念して見学記を終了させていただきます。

重ねてお礼を申し上げます。

(5) 追記 -駿河湾フェリーのご紹介-

各種のご説明の中で、清水港～伊豆半島の土肥港へのフェリーをご教示いただきました。何でもこのルートは、県道223号線(県道ふじさん)と名付けられているとのこと。所要時間は65分とのことですので、伊豆半島へ観光される方は、洋上から富士山を観光できるこのルートを活用されてはいかがでしょうか。

この清水港周辺には、世界文化遺産の三保の松原、久能山東照宮などがあり、さらに東海大学水産研究所の水族館、ディアナ号の碇(安政東海地震による津波で大破など見所が一杯です。平成27年度の組合の臨時総会時の小旅行の有力候補ルートです。



図-1.2 駿河湾フェリー 航路図

## 2. ため池における「新たな耐震設計に用いる堤体土に適用する土質試験」の紹介

### はじめに

新しいニューマーク法による「ため池等堤体の地震時安全性評価手法」技術講演会が開催された。当日は、ちょうど地盤工学会本部委員会出席のために、スケジュール設定して上京の予定が入っていたことから、標記の講演会に参加してきた。ここでご紹介しました内容は、平成26年度に実務で発注される予定です。

2011年の東日本大震災では、約1,950ヶ所程度のため池が被災(出所データ：農林水産省)し、その被害総額は甚大なものと想定されている。また、2004年には台風23号により、兵庫県内で180ヶ所以上のため池が決壊し、下流域では甚大な被害が発生している。これらの代表的な事例として、福島県須賀川市の「藤沼ダムの決壊」が挙げられる。地震直後に発生したダム決壊により、ダム直下の集落で死者・行方不明者8人の被災が生じた。

このように、広域多所に及ぶ被害に対して、農林水産省では地震に対して約10,000ヶ所を超える「警戒ため池」に、また、豪雨に対しては5,700ヶ所を「緊急な対応が必要なため池」としている。

また南海トラフ大地震の発生や地球温暖化による集中豪雨による自然災害の危険性が増加しており、膨大な数のため池の安全対策が急務となっている。

一方で、膨大な数のため池堤体の安全性を診断する方法には、ため池1ヶ所当たりの診断にかかる時間とコストを削減し、短期間で数多くのため池の安全性診断が可能な手法を開発する必要があった。同時に、ため池の耐震診断を適切に実施するためには、精度よくかつ簡易に堤体の安全性を診断する必要もある。

これらのことから、龍岡 文夫教授(東京理科大学)、および農研機構農村工学研究所や(株)複合技術研究所を中心に、産学連合体形式で、「土のせん断強度に及ぼす地震時の累積損傷度やひずみ軟化を考慮した新しい“ニューマーク法”による地震時斜面変位の予測手法」が開発された。この紹介を兼ねての講演会でした。これらは、国内各地で継続して講演会が計画されていることから、機会を見つけて是非参加されたい。

### 2.1 講演会内容

(開催日時)：平成25年11月12日(火)13：00～17：00

(会場)：スクワール麹町(東京都千代田区麹町6-6)

(参加費)：無料

(当日は、学会本部委員会への出席のために途中退席)

#### [主な内容]

##### ●特別講演(1)

東京理科大学教授 龍岡文夫 先生：盛土構造物の地震時安定性の向上のために

##### ●特別講演(2)

- ① 農研機構農村工学研究所 領域長 毛利栄征：ため池の地震被害の特徴と新たな耐震設計の考え方
- ② 農研機構農村工学研究所 上野和広：強度低下を考慮する堤体土の特性評価方法について
- ③ (株)複合技術研究所 矢崎澄雄：ニューマーク法による地震時斜面変位の予測プログラムの概要
- ④ (株)複合技術研究所 Duttine Antoine：ニューマーク法による地震時斜面変位の予測プログラム解析事例
- ⑤ 研究会事務局 岡本正広：ため池等地震時斜面変形予測手法研究会(略称：SERID研究会)について



写真-2.1 講演会場のスクワール麹町 (JR 四谷駅直近)

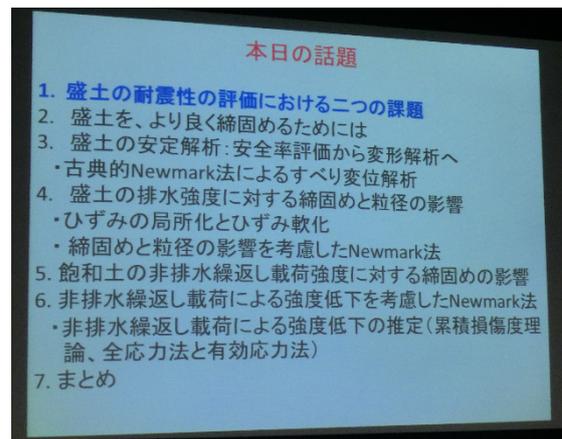


写真-2.2 龍岡先生の当日の話題内容

## 2.2 ニューマーク法の概要

解析手法のニューマーク法について少し解説を加えておく。なお、この解説は、ため池等地震時斜面変形予測手法研究会(Stability Evaluation and Rehabilitation of Irrigation Dam)HP より引用させて頂き、一部加筆した。

ニューマーク法は、斜面の地震時残留すべり変位の簡易算定法として広く用いられている。通常は、地震時の土のせん断強度は一定とする簡易法が用いられている。

しかしながら、土のせん断強度は、以下のように挙動が変化することが知られている。

- ① 排水条件と飽和非排水条件では初期せん断強度が異なる。
- ② 排水条件では地震時荷重による有効直応力の変化に伴い、せん断強度が変化するが、飽和非排水条件では変化しない。
- ③ すべり変位に伴うひずみ軟化により低下する。
- ④ 飽和非排水条件では繰返し载荷に伴う損傷によって地震中に継続的に低下する。

特に、飽和した緩い斜面では、ピークおよび残留強度が低い上に、上記④の要因が著しくなるために流動的なすべりの危険性が高くなる。ここで、土のせん断強度に与える上記①～④の要因を考慮したニューマーク法を下記のように分類・呼称している(図-2.1)。

- 【ニューマーク O 法】：地震時の土の排水せん断強度は一定とする簡易法
- 【ニューマーク S 法】：上記③を考慮する方法（排水条件）
- 【ニューマーク D 法】：上記④を考慮する方法（飽和非排水条件）（詳細法と簡易法がある）
- 【ニューマーク SD 法】：上記③および④を考慮する方法（飽和非排水条件）

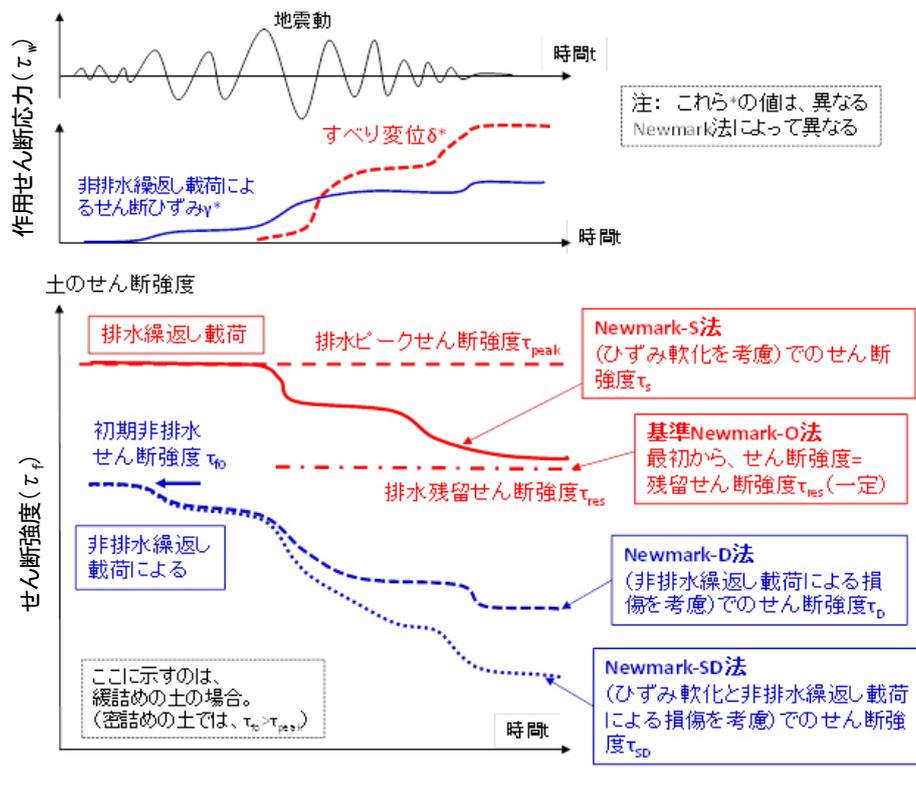


図-2.1 ニューマーク法の分類（引用：SERID 研究会の HP より）

なお、ニューマーク D 法の適用は、対象となる「ため池の堤高および想定震度の違い」によって以下のように適用区分されている。

- \* 詳細法：非排水繰返し三軸試験等を実施し、堤体土の地震動による強度低下を考慮した解析手法
- \* 簡易法：堤体土の細粒分含有率  $F_c$  や塑性指数  $I_p$  などの情報から堤体土の種類に応じた標準劣化モデルを用いて解析する手法

① 堤高 10m 以上、想定震度 6 強以上 ⇒ 詳細ニューマーク D 法

② 堤高 10m 以上、想定震度 6 強未満 ⇒ 簡易ニューマーク D 法

### 2.3 強度低下を考慮する堤体土の特性の評価方法について

ここでは、上野 和広氏の当日報告の内容をまとめた。まだ詳細な試験手順などは公開されておらず、今後の情報公開を待ちたいが、供試体の数量もそれなりに必要とされることから、調査時におけるサンプリングの品質・数量などにも十分留意することが必要と考える。

#### ●試験の概要

図-2.2のように、非排水条件の下で繰返し試験を実施(JGS 0541)し、その後に単調荷重試験を行う。図-3に示すように、「損傷のない地盤強度」を推定するために、圧密非排水三軸試験(JGS0523)を実施する(3 供試体)。

併せて、非排水繰返し荷重過程で増加する損傷を算定するために、繰返し応力振幅を 30,40,50,60kN/cm<sup>2</sup> でそれぞれ試験を行って、ひずみ=10%の時に、繰返し荷重から単調荷重へ移行して、圧密非排水三軸試験(JGS0523)を実施する(4 供試体)。

さらに、図-2.3の事例では、繰返し応力振幅=50kN/cm<sup>2</sup> で、繰返し試験を実施(JGS 0541)し、繰返し荷重過程から単調荷重へ移行するひずみ=7,5,3,1%で圧密非排水三軸試験(JGS0523)を実施する(4 供試体)。これらのことから、総供試体数=11 供試体となる見込である(静的三軸試験が 4 供試体の場合には、合計 12 供試体が必要)。

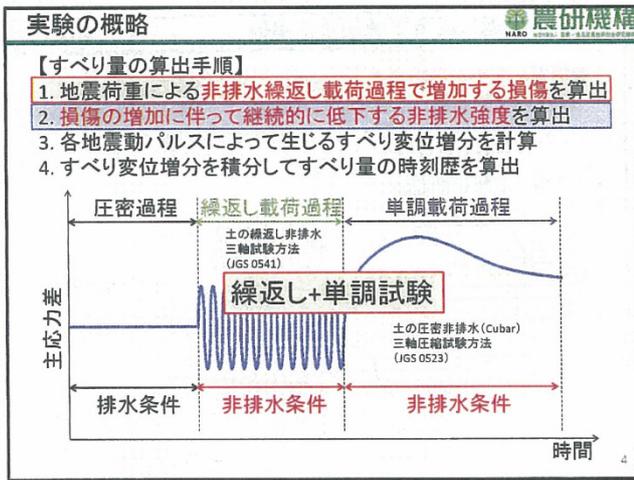


図-2.2 試験の概略過程 (引用元: 当日の上野さんの報告)

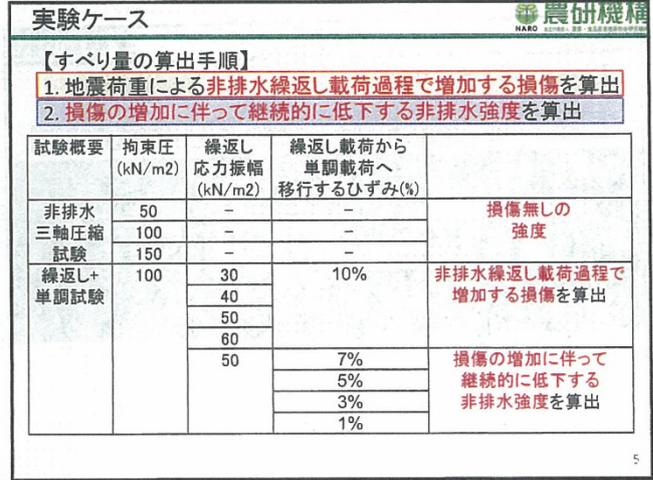


図-2.3 試験のケース例 (引用元: 当日の上野さんの報告)

#### ●試験の実施と評価 (注: 現段階での情報であり、試験法については、今後より詳細な情報が提供されると考えている)

##### A. 地震荷重による非排水繰返し荷重過程で増加する損傷を算定

図-2.4に繰返し応力の振幅を変化させた複数の非排水繰返し荷重過程の試験結果のモデルを示す。

→ 繰返し応力振幅比  $SR$  を算定 :  $SR = a \cdot N^b + c$  ( $N$ : 繰返し回数,  $a, b, c$ : 材料定数)

##### B. 損傷の増加に伴う強度低下

図-2.5に、損傷増加による強度低下の推定図を示した。

→ 上式の  $N=20$  を代入した繰返し応力振幅比  $SR_{20}$  ( $DA=5\%$ )の値を採用し、非排水状態で繰返し荷重。

- ・  $DA=1\%$ になった段階で直ちに単調荷重し、軸歪み=15%以上となるまで単調荷重試験を実施。
- ・ この手順で、 $DA=3,5,7\%$ で繰返し実施する。これらを図-2.5に整理し、強度低下を推定する。

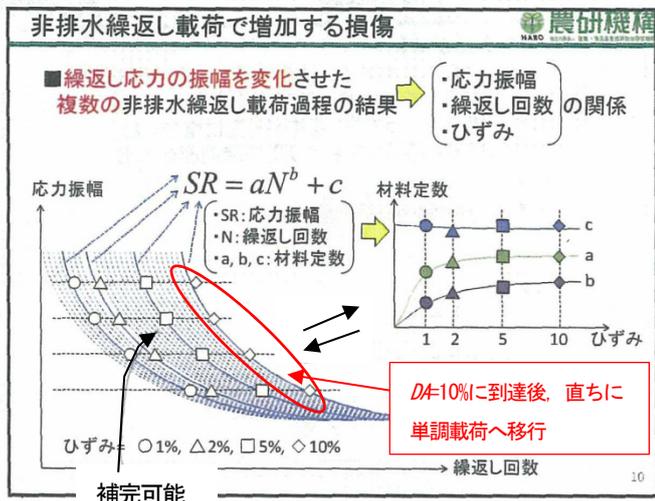


図-2.4 増加する損傷 (引用元: 当日の上野さんの報告に追記)

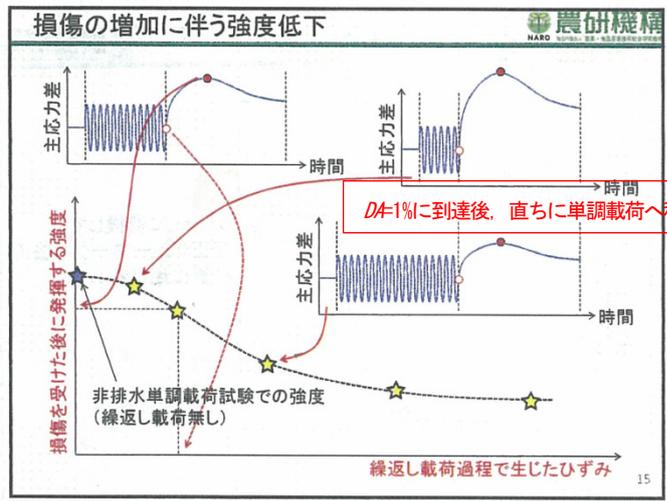


図-2.5 損傷増加による強度低下 (引用元: 当日の上野さんの報告)

### 3. 森田文庫を設置しました.

当組合では、基礎地盤コンサルタンツ(株)を以前に退職された森田悠紀雄様から、図書の整理をされた結果、「実務から離れるため有効活用して欲しい」というお話がありまして、お引き受けしました。組合員・準組合員さまにおかれましては、ご入用の図書・資料が必要でしたら、当組合事務局までお申し付け下さい。土質力学を最初から勉強される方に取りましては、“バイブル”ともいえる図書も入っております。その他阪神大震災関連資料もなかなか有用な資料です。ここに紹介しておきます。この他、各種の調査機器に関するスライドもあります。こちらはぼちぼちと整理します。末筆ですが、大変貴重な資料をご提供頂きました森田悠紀雄様に、心からお礼申し上げます。



写真-3.1 森田文庫を設置しました(赤い枠線内)

森田悠紀雄さんから寄贈図書・資料による「森田文庫」

種別	図書名	著者・編集	出版	発行年月
調査・試験	土質試験法解説(第1集)改訂版	土質試験法解説編集委員会	社団法人土質工学会	1963年3月
	土質試験法	土質工学会編	社団法人土質工学会	1973年5月
	土質調査法	土質工学会試験法改訂委員会編	社団法人土質工学会	1966年11月
	土質調査法	土質工学会編	社団法人土質工学会	1972年3月
土質力学教科書他	チェボタリオフの土質工学 上巻	石井靖丸訳	株式会社技報堂	1964年6月
	テルツァギ・ベック 土質力学 基礎編	小野薫・星基和 加藤渉 三木五三郎 共訳	丸善株式会社	1968年4月
	土の支持力と沈下	赤井浩一	株式会社山海堂	1968年8月
	フローリンの土質力学 第1巻	ペー・アーフローリン原著 赤井浩一監修 大草重康訳編	森北出版株式会社	1969年9月
	土質力学 新倉土木工学講座 5	赤井浩一	株式会社朝倉書店	1973年1月
	土工学大成 7 土質力学持論	赤井浩一	森北出版株式会社	1976年4月
	Soil Mechanics in Engineering Practice SECOND EDITION	TERZAGHI/PECK	WILEY	1980年12月
	わかりやすい土の力学	今井五郎	鹿島出版会	1984年4月
	新編土質工学	福岡正巳 村田清二 今野誠 共著	株式会社国民科学社	1984年10月
	液状化の調査から対策まで	安田進	鹿島出版会	1988年11月
	土質工学	足立紀尚	実教出版株式会社	1995年7月
	地盤の三次元弾塑性有限要素解析	田中忠治 鶴飼恵三 河邑真 阪上最一 大津宏康 共著	丸善株式会社	1996年8月
軟弱地盤の調査から設計・施工まで	福田倍穂	鹿島出版会	1970年7月	
応用地質	MANUAL OF FIELD GEOLOGY	Robert R. Compton	WILEY	1980年12月
	画でみる基礎設計のための知識 調査・判定編	三木幸蔵	鹿島出版会	1982年3月
	画でみる基礎設計のための知識 設計編	三木幸蔵	鹿島出版会	1982年3月
	画でみる基礎設計のための知識 基礎・地盤編	三木幸蔵	鹿島出版会	1982年3月
阪神大震災関連資料	新潟地震震害調査報告書		建設省国土地理院	1965年3月
	平成7年兵庫県南部地震被害報告書(第一報)		鹿島技術研究所	1995年2月
	平成8年兵庫県南部地震被害報告書(第二報)		鹿島技術研究所	1995年2月
	地盤から見た「阪神大震災」緊急報告会資料		社団法人全国地質調査業協会連合会	1995年3月
	兵庫県南部地震による埋立地盤変状調査(ポर्टアイランド、六甲アイランド)報告書		神戸市開発局	1995年8月
	兵庫県南部地震 応用地質学からの視点		日本応用地質学 阪神・淡路大震災調査委員会	1996年10月
	埋立地盤の橋梁基礎構造物の地震時挙動に関する研究		阪神高速道路公社 財団法人阪神高速道路管理技術センター	1996年12月
	阪神・淡路大震災の調査報告		大阪市立大学工学部	1997年1月
	3号神戸線基礎構造物の復旧に関する中間報告書		阪神高速道路公社 神戸線復旧建設部	1997年2月
	阪神・淡路大震災と神戸の地盤・活断層	神戸市震災復興本部総括局 財団法人建設工学研究所	財団法人建設工学研究所	1998年5月
埋立地盤の橋梁基礎構造物の震災調査研究		阪神高速道路公社	1999年3月	
都市地盤	「都市地震防災地盤図」に関するシンポジウム(都市の地震防災と深部地盤構造を考える)	中央大学駿河台記念館	社団法人全国地質業協会連合会	1999年1月
	都市地震防災地盤図(動的地盤図)の作成手法に関する調査研究		日本応用地質学会 社団法人全国地質調査業協会連合会	1998年10月
	「都市地震防災地盤図」の整備に向けて	都市地震防災地盤図検討委員会	日本応用地質学会 社団法人全国地質調査業協会連合会	1999年1月
	建築研究報告 SOILS AND FOUNDATIONS		建設省建築研究所 TOKYO SOIL RESEARCH	1965年3月 1998年9月



## 土工・構造物を支える地盤の工学的特性を的確に表現すること、それが私達の使命です。

私達は地盤材料試験を高品質で提供するための努力を惜しみません。社会資本整備のトータルコスト縮減に、少しでも貢献していきたいと考えています。このことで、中部土質試験協同組合は、皆さまとともにより良い社会の実現をこれからも目指していきます。



見学会実施



大型三軸圧縮試験



中圧三軸圧縮試験



全自動化圧密試験



粒度試験・沈降試験

### ●中部土質試験協同組合の歩み

- 1979年12月 組合創立
- 1985年10月 尾張旭大型試験所開設
- 1992年4月 繰返し非排水試験(液状化試験)業務開始
- 1996年1月 動的変形試験業務開始
- 2004年6月 新事務所(現事務所)落成
- 2013年3月 地盤工学会より地盤工学貢献賞を受賞



中部地域の皆様に貢献する

**ジオ・ラボ中部**

〒463-0009 名古屋市守山区緑ヶ丘804番 TEL:052-758-1500 FAX:052-758-1503

中部土質試験協同組合 理事長:坪田邦治 技術顧問:植下 協(名大名誉教授)