

地下水・地盤環境に関するお知らせ

第 26 号

平成 29 年 3 月

地下水地盤環境に関する研究協議会

〒540-0008 大阪市中央区大手前 2 丁目 1 番 2 号 (一財)地域 地盤 環境 研究所 内

Tel : 06-6941-8833 Fax : 06-6941-8883

E-mail : gwjim@geor.or.jp HP : <http://www.gwrc.info/>

***** 目 次 *****

1. 本協議会 活動報告および会告
 - (1) 「Kansai Geo-Symposium 2016」開催報告 1
 - (2) 「平成 29 年度通常総会および特別講演会」開催のお知らせ 5
 - (3) 「Kansai Geo-Symposium 2017 —地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム—」
開催のお知らせ 5
2. 地下水・地盤環境に関する情報 6
 - (1) 「ポストグラウチングによる山岳トンネルの減水対策工について」
—北薩横断道路 北薩トンネル(出水工区)—
鹿児島県土木部道路建設課 木佐貴 浄治 (株)熊谷組九州支店 鈴木雅文
(株)熊谷組土木事業本部 手塚 仁, 古田島 信義, 片山 政弘, 中出 剛
 - (2) 「大阪市帯水層蓄熱情報マップを作成しました」
大阪市環境局環境施策部 環境施策課エネルギー政策グループ
3. トピックス
 - (1) 関連学会誌 13
 - (2) 関連学会等の主な行事カレンダー 15
4. 関連書籍の販売・編集後記 16

1. 活動報告および今後の開催行事会告

(1) 「Kansai Geo-Symposium 2016—地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム—」開催報告

1. はじめに

去る平成 28 年 11 月 18 日（金）、大阪市立大学学術情報総合センター（大阪市住吉区）において、地盤工学会関西支部との共催で表記のシンポジウムが開催された。2013 年度から、地盤工学会関西支部との共催という新たな体制で開催してきた本シンポジウムも、今回ではや 4 回目を迎え、活発なディスカッションが展開された。シンポジウムへの参加者は約 130 名と大盛会であった。プログラム内容は昨年同様の一般公募論文、基調講演、委員会特別セッションに加え、今回から新たに技術展示セッションを設けた。この技術展示セッションでは、出展されている各社に 2～3 分程度の内容紹介をしていただいた。



秋山氏による基調講演

2. 基調講演

全国地質調査業協会連合会 情報化委員会委員長（国際航業株式会社）の秋山泰久氏より、『CIM, i-Construction における地質・地盤の 3 次元モデルについて』と題してご講演いただいた。



西垣座長による閉会挨拶

3. 公募論文

公募論文発表では 8 つのセッション分かれて 47 件の発表が行われた。以下にプログラムを記す。これらのうち、本協議会ではセッション 3 とセッション 5 の運営を担当した。

<セッション 1 テーマ：地震防災・地震予測> 座長：片岡沙都紀（神戸大学大学院）

- 1-1 徳島県三好市街地における高密度常時微動計測とその応用
○大川雄太郎(大阪大学), 秦吉弥, 三神厚, 湊文博, 山内政輝, 常田賢一
- 1-2 高密度常時微動計測に基づく能登半島北方沖の想定地震による舢倉島での強震動予測
○山内政輝(大阪大学), 秦吉弥, 村田晶, 鍛田泰子, 小山真紀, 中嶋唯貴, 湊文博, 大川雄太郎, 宮島昌克, 常田賢一
- 1-3 和歌山市北部の大規模造成地における常時微動特性
○鍋島康之(明石工業高等専門学校), 深川良一, 大島昭彦, 平井俊之, 福塚健次郎, 豊福恒平, 遠藤信之, 南部啓太, 堤杏紗, 甲斐誠士
- 1-4 大阪・神戸地域の揺れやすさマップの検証

○中村優孝(大阪市立大学), 大島昭彦, 小坂慎一, 平井俊之, 堤杏紗, 濱田晃之,
春日井麻里, 後藤浩之, 中嶋勲雄, 須崎敦史

1-5 地盤情報データベースを利用した大阪・神戸地域における液状化予測

○春日井麻里(地域地盤環境研究所), 濱田晃之, 大島昭彦, 岡二三生, 永井久徳

<セッション2 テーマ: 豪雨災害> 座長: 秦吉弥(大阪大学大学院)

2-1 平成23年台風12号により和歌山県東牟婁地域で発生した土砂災害の地理的特徴

○中村誠(和歌山大学大学院), 田内裕人, 江種伸之, 藤井翔太郎, 石田優子, 後誠介

2-2 レーダー・アメダス解析雨量の高速道路降雨防災への適用性について

○櫻谷慶治(西日本高速道路), 窪田上太郎, 小泉圭吾, 小田和広

2-3 2009年台風9号豪雨により発生した崖錐堆積物斜面の崩壊事例その2

-原位置調査・室内試験・数値解析による斜面表層崩壊発生メカニズム-

○鏡原聖史(ダイヤコンサルタント), 三浦みなみ, 澁谷啓

2-4 粒子法によるため池貯水池への土石流入解析手法の構築

○小嶋創(東京農工大学大学院), 正田大輔, 笹倉萌子, 向後雄二, 吉迫宏, 斎藤広隆

2-5 集中豪雨時における自然斜面の崩壊特性に関する数値シミュレーション

○小田和広(大阪大学), 原口勝則, 鏡原聖史, 鳥居宣之, 小泉圭吾

<セッション3 テーマ: 地下水地盤環境> 座長: 北田奈緒子(地域地盤環境研究所)

3-1 大型土壌カラム試験を用いた土-NAPL系の物質移動特性

○下辺悟(日本大学), 齋藤準平, 土橋由弥

3-2 カラム通水試験による粗粒土・岩石試料からの無機化学物質の溶出特性に及ぼす試料粒度の影響

乾徹, ○竹尾美幸(前京都大学大学院, 現基礎地盤コンサルタント), 谷尻陽祐, 高井敦史,
勝見武

3-3 土壌汚染対策法に基づく調査結果からみた大阪府域における土壌中の自然由来重金属類の含有状況

○伊藤浩子(地域地盤環境研究所), 中戸靖子, 田中宏幸, 小河篤史, 小野寺真一, 勝見武

3-4 沿岸巨大都市における地下水水質汚染の傾向について

○小野寺真一(広島大学大学院), 齋藤光代, 清水裕太

3-5 大阪平野の浅層地下水環境に及ぼす地下水涵養と下水道の影響

○清水裕太(農研機構 西日本農業研究センター), 小野寺真一, 齋藤光代, 谷口正伸,
友澤裕介

3-6 地下水の放射性物質モニタリングについて

○吉田大祐(環境省 水・大気環境局), 林里香

<セッション4 テーマ: 地震防災・耐震技術> 座長: 肥後陽介(京都大学大学院)

4-1 ダイナミック地すべり挙動の評価を目的とした高密度常時微動計測

~横浜市神奈川区の造成宅地を例として~

秦吉弥, 湊文博, 池田隆明, 山田雅行, 大川雄太郎, 山内政輝, ○吉田武(大阪大学大学院),
常田賢一

4-2 単点微動計測に基づく益城町役場周辺の造成宅地における地盤震動特性の概略評価

秦吉弥, ○湊文博(大阪大学大学院), 渋谷研一, 大川雄太郎, 山内政輝, 常田賢一

4-3 関西地方の河川堤防を対象とした南海トラフ巨大地震による強震動予測

○秦吉弥(大阪大学大学院), 肥後陽介, 岡嶋義行, 加藤亮輔, 湊文博, 飛田哲男

4-4 道路盛土の耐震性評価における残留変位量簡易推定法の適用

○三好忠和(西日本高速道路エンジニアリング関西), 常田賢一

- 4-5 土のう構造体を用いたのり先補強による既設盛土の耐震化技術の開発における小型振動台実験
○九田敬行(ライト工業), 歳藤修一, 田嶋亮佑, 片岡沙都紀, 澁谷啓
- 4-6 交通荷重を受ける鉄鋼スラグ混合盛土の長期安定性に関する現場検証実験
○片岡沙都紀(神戸大学大学院), 河井克之, 澁谷啓, 植松尚大, 田口未由希, 平嶋裕, 井上健, 戎剛史

<セッション5 テーマ: 地中熱利用・地下水位調査> 座長: 大島昭彦(大阪市立大学大学院)

- 5-1 大阪における浅層部の地下水位挙動調査 -浅層地下水位と降雨および河川水位の関係-
○長屋淳一(地域地盤環境研究所), 春日井麻里, 大島昭彦, 諏訪靖二, 稲葉徹, 野尻峰広, 野牧優達
- 5-2 大阪府泉州地域の最近の地下水変動の原因調査
○森田修二(奥村組), 磯野栄一, 春日井麻里, 大島昭彦
- 5-3 地盤環境への影響を配慮した地中熱利用普及に関する取組み
○山口正敏(環境省 水・大気環境局), 鈴木雄太, 高橋忠臣, 林里香
- 5-4 大阪都心部における地下温暖化の実態(その2)
○有本弘孝(地域地盤環境研究所), 谷口真人, 濱元栄起, 岸本安弘, 中戸靖子, 小林晃
- 5-5 大阪平野における地下温暖化履歴の推定
○濱元栄起(埼玉県環境科学国際センター), 有本弘孝, 谷口真人, 岸本安弘, 中戸靖子, 小林晃

<セッション6 テーマ: 計測技術・点検手法> 座長: 小田和広(大阪大学大学院)

- 6-1 自動式小型平板載荷・せん断試験装置の開発
○吉兼一晟(福井大学大学院), 小林泰三, 小田一磨
- 6-2 斜面や狭隘地でも利用できる小型孔内せん断試験装置の開発
○志鷹伸太郎(福井大学大学院), 小林泰三, 平野圭都, 佐々木峻之
- 6-3 既設道路盛土の一次点検手法の改善ならびに実盛土への適用性の検証
○戎剛史(国土防災技術), 眞弓孝之, 鍋島康之, 野並賢, 片岡沙都紀, 澁谷啓
- 6-4 植物の導電性に着目した地下水位変動モニタリングの可能性に関する基礎的検討
○芥川真一(神戸大学大学院), 柴野友花
- 6-5 増水時における鉄道河川橋梁の遠隔モニタリング手法の取組み
○近藤政弘(JR西日本), 岩橋寛臣, 小出泰弘, 藤田行茂, 小泉圭吾

<セッション7 テーマ: 土構造物・その他> 座長: 山田卓(大阪市立大学大学院)

- 7-1 道路盛土内の宙水の原位置調査および再現解析
○肥後陽介(京都大学大学院), 南野佑貴, 加藤亮輔, 片岡沙都紀, 甲斐誠士
- 7-2 不飽和盛土内宙水の発生要因についての数値解析的研究
○南野佑貴(日建設計シビル), 肥後陽介, 大竹雄, 加藤亮輔, 吉村貢
- 7-3 堤防の越流破堤および対策に関する考察
○常田賢一(大阪大学大学院)
- 7-4 かご工による堤防の越流対策に関する実験的研究
○跡治志由大(大阪大学大学院), 常田賢一, 植田裕也, 小柿裕治, 大橋響
- 7-5 河川堤防における表のり面被覆工法の浸透破壊抑制効果
○宇和宏規(福井大学大学院), 小林泰三, 大皿和正
- 7-6 土の物理的性質試験のばらつき要因について
日置和昭, ○服部健太(関西地盤環境研究センター), 長谷川真衣
- 7-7 地山補強材の打設間隔・角度検討のための有限要素解析
○渡田洋介(東京都市大学大学院), 伊藤和也, 末政直晃, 副田尚輝, 岩佐直人, 笠原啓

<セッション8 : 「斜面動態モニタリングに基づく

斜面安定性評価研究委員会」特別セッション>座長:藤本将光(立命館大学大学院)

- 8-1 土砂災害危険度予測システム構築における空間的精度の向上への取り組み
沖村孝, 鳥居宣之, 中川渉, 原口勝則, 鏡原聖史, 高谷和彦, ○伊藤正美(応用地質), 嵯峨根朋子
- 8-2 切土施工中での変位計測に基づく斜面の不安定度の評価法
○笹原克夫(高知大学), 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也
- 8-3 模型斜面を用いた擬似飽和体積含水率と斜面変形に関する研究
○小泉圭吾(大阪大学大学院), 櫻谷慶治, 小田和広, 徳田早映, 伊藤真一, 喜多浩志, 村上豊和
- 8-4 画像センシング技術を用いた斜面変形計測に関する実験的研究
○福田芳雄(地球観測), 小泉圭吾, 山本健史, 小橋俊也, 小田和広, 櫻谷慶治, Maria Feng
- 8-5 温度・アンカー荷重の変化に着目した斜面変動観測システムの開発
○阪口和之(アジア航測), 酒井俊典, 常川善弘, 矢野真妃
- 8-6 現地計測に基づく土壌水分特性パラメータの逆解析における粒子フィルタの有用性
○伊藤真一(大阪大学大学院), 小田和広, 小泉圭吾, 櫻谷慶治
- 8-7 加振後の盛土斜面における降雨による斜面崩壊に関する研究
○野中慎介(立命館大学大学院), 平岡伸隆, 角宏一, 藤本将光, 深川良一
- 8-8 遠心場地下水水位変動システムの開発と地下水水位上昇による土砂崩壊に関する検討
○伊藤和也(東京都市大学), 平岡伸隆, 吉川直孝, Sahaphol Timpong

4. 技術展示

C 会場において, 広告掲載機関のうち以下の8機関に技術展示をしていただいた。

- ・(株) 共和電業
- ・計測テクノ (株)
- ・坂田電気 (株)
- ・総合計測 (株)
- ・(株) 地域地盤環境研究所
- ・(株) 東京測器研究所
- ・(株) 東横エルメス・東亜エルメス (株)
- ・OSV(On-Site Visualization)研究会

また閉会後は, C 会場 (交流室) で技術展示を囲みながら懇親会を催した。

ご協力いただいた各機関の皆様には, ここに記して御礼申し上げます。



C 会場 (交流室) での展示

(2) 平成 29 年度 通常総会および特別講演会 開催のお知らせ

標記、通常総会の開催日および会場が下記の通り決定いたしました。

日 程：平成 29 年 6 月 13 日（火）

会 場：建設交流館 7 階 702 室

○通常総会・・・・・・・・・・14：30～15：45（予定）

○特別講演会・・・・・・・・・・16：00～17：00（予定）

○講演者：嶋田 純 氏（熊本大学名誉教授）

○タイトル：『地域水循環を踏まえた地下水持続利用システムの構築

—2010-15 年度採択 JST-CREST 研究の成果を踏まえて—』

（★詳細は追ってお知らせいたします）

(3) Kansai Geo-Symposium 2017 —地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム—

開催のお知らせ

地盤工学会関西支部との共同主催として開催いたします。本協議会はもとより、関西の関連業界全体が活性化するような行事になるよう取り組んでまいりたいと思います。会員の皆様には、何卒ご理解とご協力を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

- 主 催：(公社)地盤工学会関西支部・地下水地盤環境に関する研究協議会
- 協賛予定：(公社)土木学会関西支部，(公社)日本材料学会関西支部
(公社)日本地すべり学会関西支部，(一社)日本建築学会近畿支部
(公社)日本地下水学会，(一社)日本応用地質学会関西支部
(公社)日本水環境学会関西支部，現場計測コンサルタント協会
- 開 催 日：2017 年 11 月 2 日（木）
- 会 場：関西大学 百年記念会館（千里山キャンパス内）（予定）
- 開催形式：
 公募論文発表（口頭発表）
 基調講演
- 参加費：
 会員（主催・協賛団体の会員）・・・・・・・・・・ ¥5,000
 非会員・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ¥7,000
 学生会員・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ¥2,000
- 発表申込み・論文原稿の提出期限：2017 年 6 月 30 日（金）

※ 昨年までは、論文原稿の提出前に論文要旨を先行提出していただいておりますが、今回は上記の期日(6月30日(金))までに論文送付票と論文原稿を同時にご提出願います。

2. 地下水・地盤環境に関する情報

(※次ページ以降に掲載)

(1) 「ポストグラウチングによる山岳トンネルの減水対策工について

－北薩横断道路 北薩トンネル（出水工区）－

鹿児島県土木部道路建設課 木佐貫 浄治 (株)熊谷組九州支店 鈴木雅文
(株)熊谷組土木事業本部 手塚 仁, 古田島 信義, 片山 政弘, 中出 剛

(2) 「大阪市帯水層蓄熱情報マップを作成しました」

大阪市環境局環境施策部 環境施策課エネルギー政策グループ

ポストグラウチングによる山岳トンネルの減水対策工について

－北薩横断道路 北薩トンネル（出水工区）－

鹿児島県土木部道路建設課 木佐貫 浄治 (株)熊谷組九州支店 鈴木雅文
 (株)熊谷組土木事業本部 手塚 仁, 古田島 信義, 片山 政弘, 中出 剛

1. はじめに

北薩横断道路は、鹿児島県北西部と鹿児島空港を結ぶ地域高規格道路であり、北薩トンネルはその経路上にある紫尾山を最高峰とする出水山地を貫く、延長4,850mの長大トンネルである(図-1)。このトンネル工事のうち、出水工区（工区延長2,610m）では、掘削中に最大1,200t/hの大量湧水に見舞われ、トンネル貫通後も恒常的に約600t/hの湧水が発生した。この湧水には、坑口から1,500～2,200mの間では0.1～0.3mg/Lの高濃度のヒ素を含有していることが確認され、施工中はヒ素処理設備により対応にあたった。ヒ素処理においては、公共用水域における水質汚濁に係わる環境基準（環境対策基本法第16条）に基づき、排出先河川でのヒ素濃度が0.01mg/L以下となることを目標としており、恒久的な対策工として、ヒ素を含む大量湧水を抑制することが求められた。

このため本工事では、恒久的な湧水抑制対策として、湧水箇所の地山をトンネル坑内から改良して、トンネル外周部に難透水ゾーンを形成し、坑内湧水量を抑制する減水対策工を実施した。本稿では、実施した減水対策工の概要とその効果について報告する。

2. 湧水の状況

本工事箇所の地質縦断面図を図-2に示す。出水川坑口から約1,700mまでの区間は四万十層群の砂岩・頁岩互層、坑奥側は四万十層群より年代の新しい花崗岩で構成されている。このうち、坑口から1,500m～2,200mの区間は高濃度ヒ素湧水区間であり、なかでも坑口から1,800～1,900mの100m区間は、花崗岩と四万十層群の境界で亀裂の発達した低速度帯に相当し、掘削施工中には写真-1のような大量湧水(300t/h)が発生した。トンネル掘進後も湧水量は減少せず、トンネル壁面(写真-2)や底面から恒常的な湧水が生じ、掘削中に最大で1,200t/hの湧水量となった。湧水対策として、湧水



図-1 北薩トンネル位置図

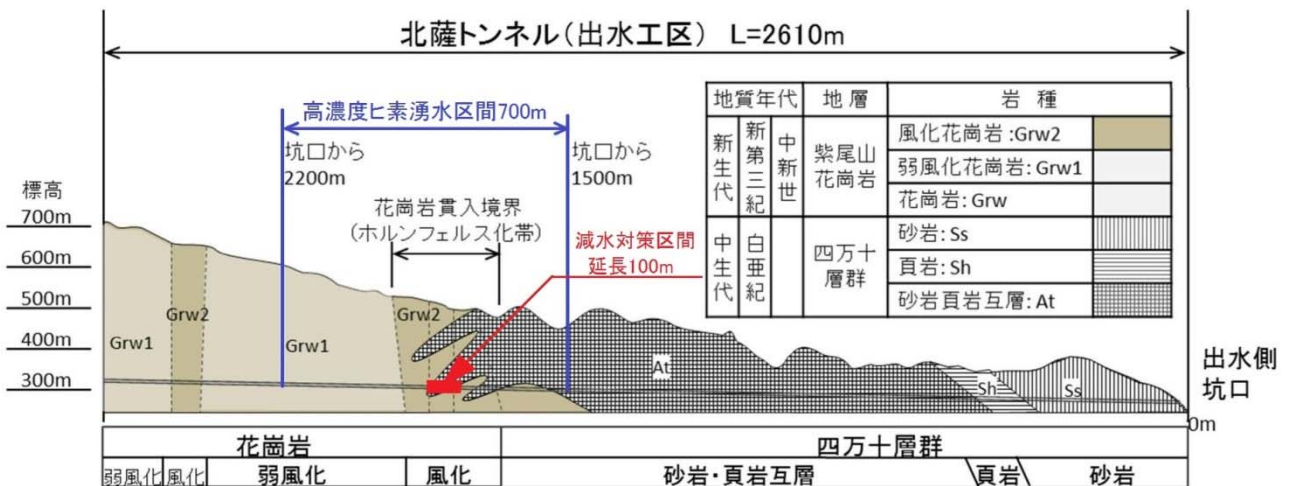


図-2 地質縦断面図



写真-1 低速度帯付近の掘削時の大量湧水状況



写真-2 トンネル掘進後の壁面からの湧水状況

と反応して発泡固結する性質のウレタン系薬液（Minova社 Carbo Pur（カーボプル）WF）を使用して、大きな水みちを閉塞したが、地山の地下水位上昇に伴い別の小さな水みちから湧水が発生する状況となり、さらなる減水対策が求められた。

3. 減水対策工

湧水対策として掘削後のトンネル構造をウォータータイト構造に再構築することは非常に困難であることから、トンネル周囲に改良による難透水ゾーンを形成し、湧水量を抑制する減水対策工を採用した(図-3)。従来の一般的な減水対策としては、トンネル掘削前に先行して地盤改良を行うプレグラウチング工法が行われているが、今回はトンネル掘削後に坑内から地山の改良を行うポストグラウチング工法による対策となる。ポストグラウチング工法はこれまで極めて施工事例が少なく、施工手法や効果の確認方法が確立されていないことから、試験施工によりこれらを確認し施工を進めた。

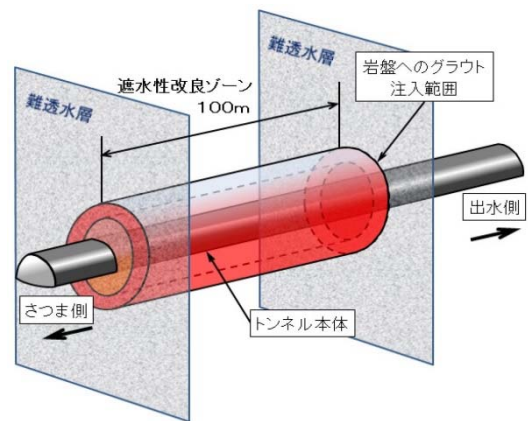


図-3 減水対策工の概要図

(1) 地盤改良仕様の設定

本工法による湧水低減量は地盤改良部における透水特性により決定されるが、ここでは二次元浸透流解析により地盤改良仕様を設定した。まず、図-4に示す解析モデルにおいて、対策前の湧水量から逆解析を行い、原地盤の透水係数を 4.0×10^{-4} (cm/sec) と推定した。これに対し、トンネル周囲の地盤改良厚さを1m～5m、改良部の透水係数を原地盤の1/100～1/400の範囲でパラメータとした解析により、減水効果を試算した(図-5)。改良厚が3mを超えると減水効果が低いことから、減水対策工の改良厚を3mとし、ヒ素処理施設の規模や工事費等を踏まえて、改良部の透水係数は 4×10^{-6} (cm/sec)程度にすることを目標とした。

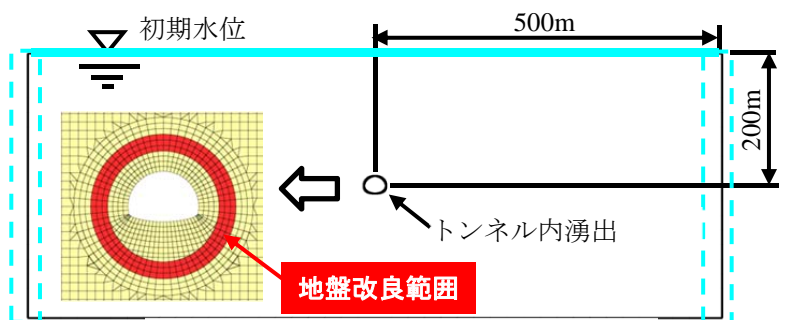


図-4 浸透流解析モデル

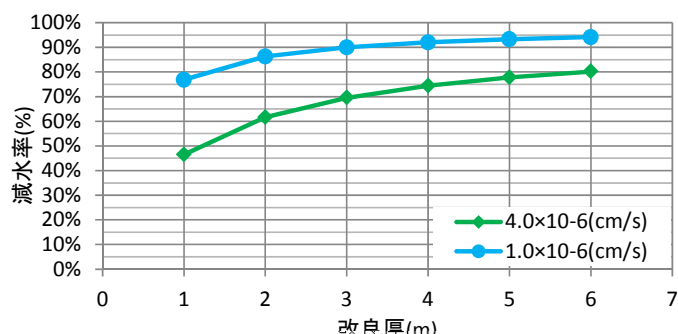


図-5 改良厚および改良部透水係数と減水率

(2) グラウチング工法

掘削完了後の坑内からトンネル全周方向に改良を行う工法については、これまで事例が少なく確立された手法がないことから、ダムのコソリテーショングラウチング工法を採用することとした。

改良部の目標透水係数はルジオン値 (Lu) に換算して約0.4Luであるが、一般的なダムグラウチングでの改良目標値 (2.0~10.0Lu) に比較して極めて小さいことから、通常使用している高炉セメント (平均粒径10 μ m) や超微粒子セメント (平均粒径3 μ m) 等の注入材料では、所定の改良効果を得ることが難しいと予想された。このため、超微粒子セメントよりも粒子が細かく浸透性が高い、極超微粒子セメント (平均粒径1.5 μ m) を用いることとした。

施工にあたっては、図-7に示すように、まず試験施工として①区間 (12m)、③区間 (12m) においてグラウチング工法の施工性や材料の適正について確認した。その知見を踏まえて見直した施工法について0区間 (21m) において確認試験を行い、有効性を確認したうえで②区間 (56m) の本施工を実施した。施工は中央内挿法を基本とするが、6m格子を1次孔とする孔配置で4次孔までを規定孔として、すべての孔で水押し試験を実施してルジオン値の大小や注入状況により使用配合を決定した。なお、ルジオン値が30Lu以上となる孔については、経済性を考慮して高炉セメントB種を使用した。

(3) トンネル構造への影響

減水対策工により湧水量を抑制することで、事前の解析検討ではトンネル直上の地下水位が170m程度まで上昇すると予測された (図-8)。減水対策工はトンネル坑内への湧水を許容しており、トンネル自体は排水型構造であるが、地下水位回復に伴う水圧作用がある場合は地山やトンネル構造への影響が懸念された。

このため、水と応力・変形の連成解析により地下水回復に伴う周辺地山やトンネル支保工の挙動について解析検討を行った。図-9に対策前後でのトンネル周辺地山の応力分布を示す。対策によりドーナツ形状の改良領域の外側で間隙水圧の増加に伴う有効応力の変化がみられるが、全応力の大きな増加は生じていない。トンネル内空変位や支保工応力についても有意な増加挙動は生じないと考えられた。

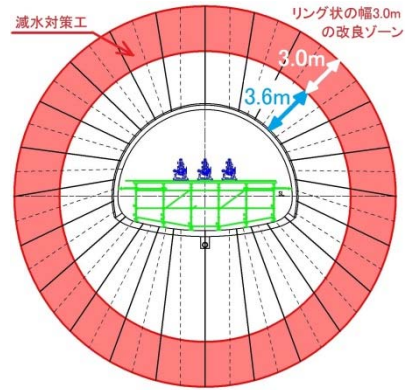


図-6 改良範囲とグラウチング工法の孔配置

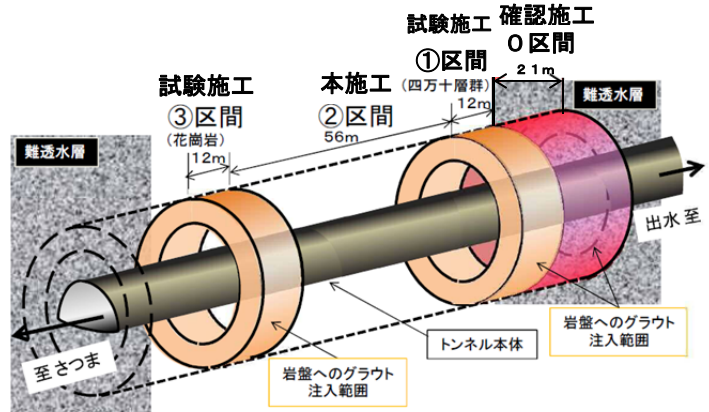


図-7 減水対策工施工区間位置図

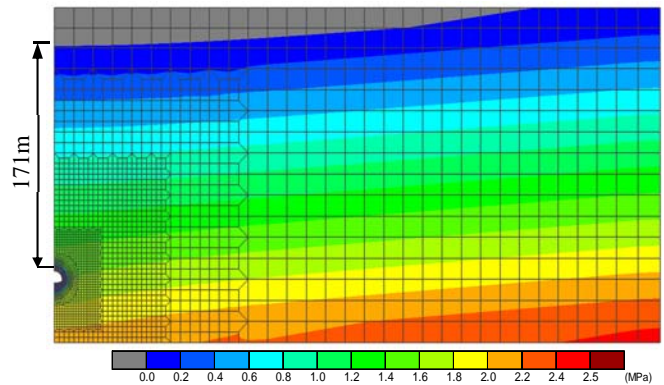


図-8 減水対策後の間隙水圧分布図

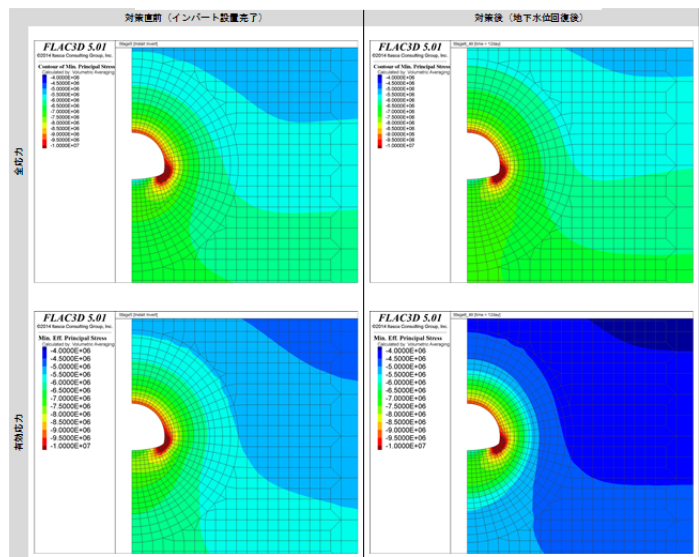


図-9 トンネル周辺の応力分布

4. 施工結果

(1) 湧水量と地下水位

図-10に減水対策区間(1,800～1,900m)における湧水量とトンネル天端からの水頭の経時変化挙動を示す。同図には降雨量を併せて示しているが、対策前においては湧水量や地下水位が降雨に応じて季節変動を示していることがわかる。

②区間グラウト工の施工が進み対策区間全域が改良ゾーンに覆われた時期(H28.1)から、湧水量や地下水位に急激な変化がみられた。140～180t/hで推移していた湧水量は40t/h程度にまで大きく減少するとともに、梅雨の降雨期においても顕著な増加がみられず、減水対策工により抑制効果が十分図られていることが確認できる。地下水位は湧水量が減少するのに伴い上昇し、降雨期においてトンネル天端から最大160m程度にまで達した。事前の解析検討では、対策後の湧水量が50t/h、地下水位が171mまで回復すると予測しており、浸透流解析による事前検討の妥当性を確認することができた。

写真-3,4に減水対策工施工前後におけるトンネル坑内の状況を示す。対策前は天端からの湧水により土砂降り状態であった坑内が、対策後は天端からの滴水もほとんどみられず、減水対策工により湧水が抑制された状況であることが分かる。

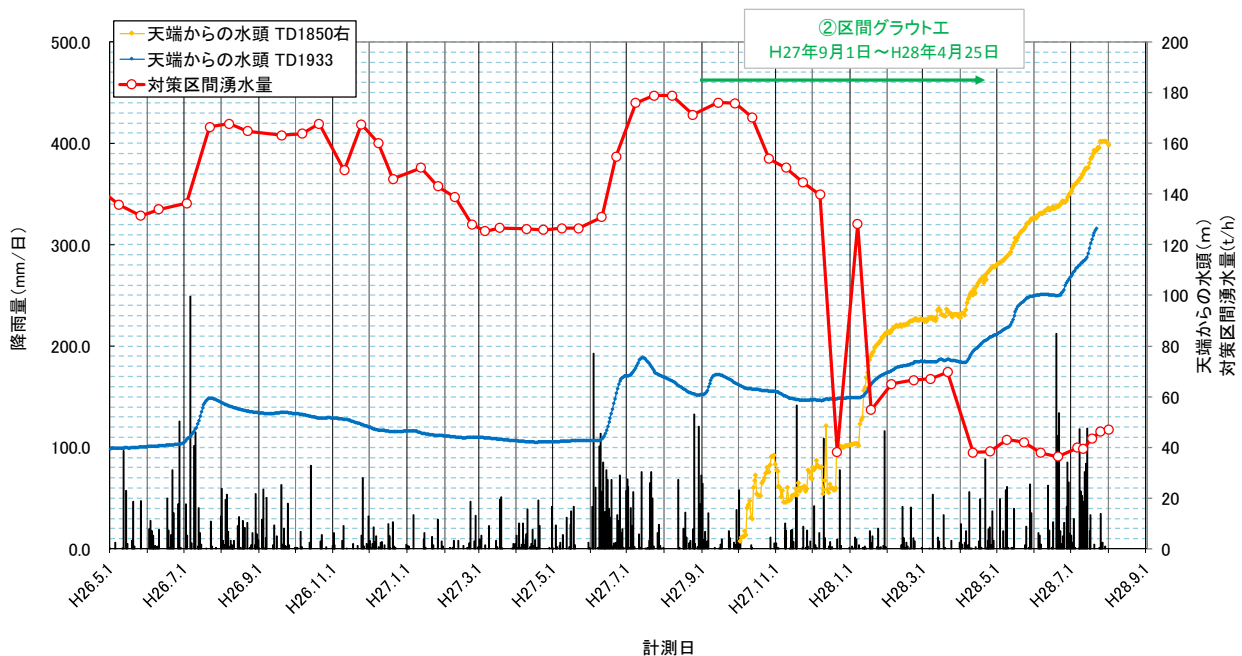


図-10 対策区間湧水量とトンネル天端からの水頭の経時変化



写真-3 減水対策施工前の状況



写真-4 減水対策施工後の状況

(2) 改良部の透水係数

図-11に0区間および本施工区間の透水係数次数通減図を横軸に孔密度をとって示す。グラウチング次数毎の透水係数と孔密度には明確な相関が認められ、グラウチング次数が進むに伴い透水係数が小さくなることが分かる。

両者の関係から、4次孔終了時の透水係数は 4×10^{-6} (cm/sec)程度と推定され、改良目標値に達していると判断される。一般的なダムグラウチングに対して極めて小さな透水係数への改良が達成されており、材料の選定や注入パターンの設定手法が妥当であることを確認できた。

(3) トンネル内空変位

図-12にトンネル天端と内空斜め変位、トンネル天端からの地下水位の経時変化図を示す。減水対策工により地下水位は上昇するが、トンネル内空変位にはこれに伴う有意な変形挙動は生じていない。また、併せて計測したトンネル周辺地山の地中変位計においても、同様に地下水上昇に伴う変形はみられていない。

これらの挙動は事前の解析検討による挙動と概ね一致しており、高水頭下においても、トンネル構造に影響を与えることなく本減水対策工を適用できることが確認できた。

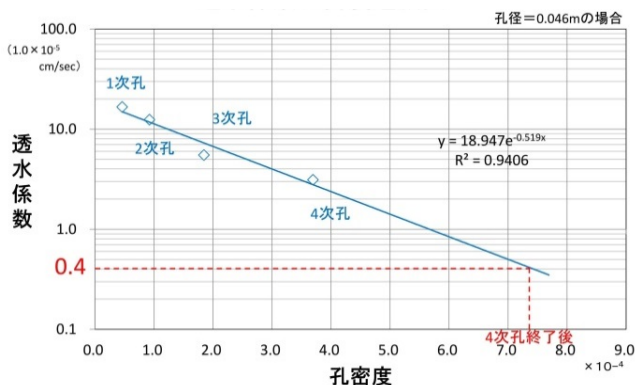


図-11 透水係数孔密度通減図

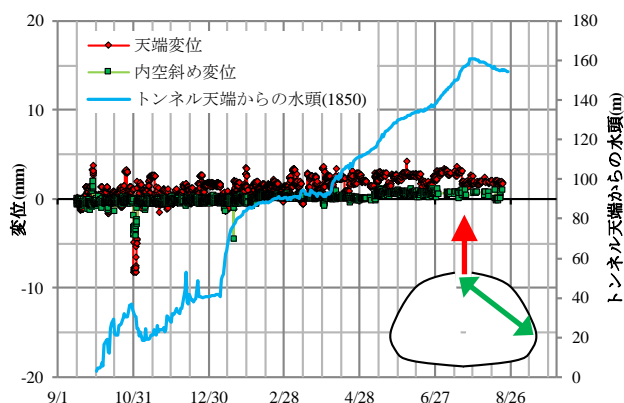


図-12 トンネル内空変位と地下水位

5. おわりに

これまで施工事例の少ないトンネル掘削後のポストグラウチングによる湧水抑制対策として、ダムのグラウチング技術に基づいた手法を適用し、その有効性を確認した。また、トンネル周辺に改良ゾーンを設ける減水対策工が、高水頭下のトンネルにおいても適用できることが確認された。

地下水位が高いわが国では、古くから施工の安全性、経済性の面から高压湧水や大量湧水への対策がとられてきたが、近年は環境影響への制約が高まる中で、トンネル工事における地下水環境変化が問題とされる場合が増加しており、本事例が同種工事の参考となれば幸いである。

謝辞：本工事の施工検討にあたって、岡山大学西垣誠先生をはじめ北薩トンネル技術検討委員会の皆様から多くの貴重なご助言をいただきましたことを、ここに深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 宮本裕二, 木佐貫浄治, 椿秀作, 北村良介, 中川浩一, 鈴木雅文, 大山洋一: 自然由来重金属を含むトンネル湧水の減水対策について, 第11回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, pp.385-390, 2015.
- 2) 古田島信義, 鈴木雅文, 宮本裕二: ダムのグラウチング技術を適用した山岳トンネルの湧水処理確認試験, 土木学会第70回年次学術講演会概要集, 20015.
- 3) 木佐貫浄治, 宮本裕二, 鈴木雅文, 辰巳勇司: 自然由来のヒ素を含む大量湧水の減水対策試験—北薩横断道路 北薩トンネル(出水工区), トンネルと地下, Vol.46, No.10, pp.19-24, 2015.

大阪市帯水層蓄熱情報マップを作成しました

大阪市環境局環境施策部環境施策課エネルギー政策グループ

大阪市では、市域の地中に大きな再生可能エネルギーが存在していることを広く認識いただき、このエネルギーの利活用の実現に向けた機運を高めるため、帯水層蓄熱情報マップを作成しました。本市の地図情報サイト「マップナビおおさか」上で閲覧できますので、ぜひご覧ください。

(URL : <http://www.mapnavi.city.osaka.lg.jp/webgis/index.html>)

帯水層蓄熱情報マップについて

帯水層蓄熱とは、再生可能エネルギーのひとつで、地下水を多く含む地層（帯水層）から熱エネルギーを採り出して、建物の冷房・暖房を効率的に行う技術で、省エネルギー、CO2 排出削減、ヒートアイランド現象の緩和策として期待されています。

大阪市域は熱需要の高い建物が集中し、地下は豊かな帯水層に恵まれていることから、帯水層蓄熱は地域特性に即した未利用エネルギーであると考えられます。市内の帯水層蓄熱ポテンシャル量は、2,800 万ギガジュール/年であり、これは市内の年間エネルギー消費量の約 15% に相当します。

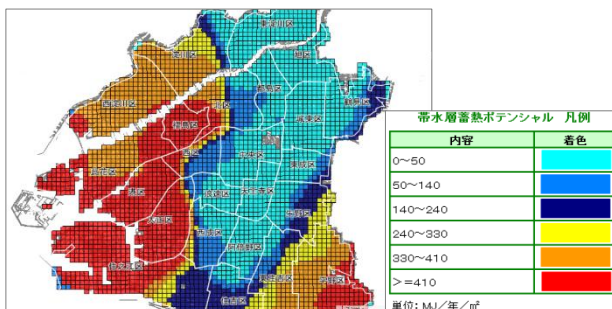


図1 大阪市域の帯水層蓄熱ポテンシャル

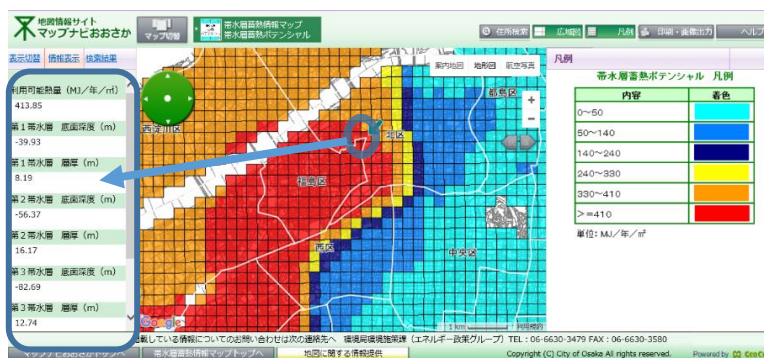


図2 帯水層蓄熱ポテンシャル

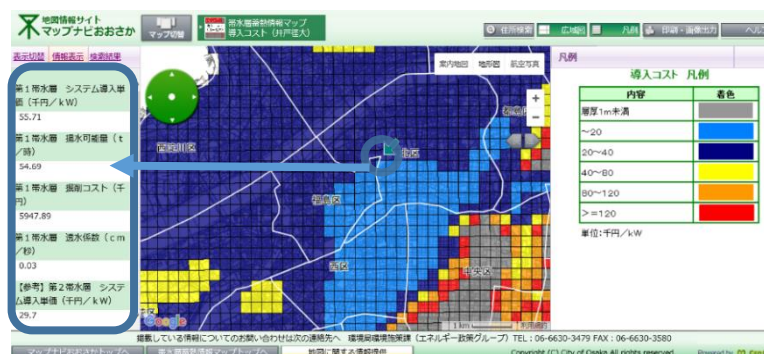


図3 導入コスト

この帯水層蓄熱に関する情報について、市域を 250m のメッシュで区切り、分布図にしたものが帯水層蓄熱情報マップです。本マップは、メッシュ毎に存在する地下水が持つ熱量（図2）および熱利用に必要な熱源井戸の導入コスト（図3）の目安を色で表示しています。

本マップは、周辺地盤環境に影響を及ぼさない地下水の直接利用による帯水層蓄熱を想定していますが、現在大阪市全域に敷かれている地下水採取規制（「建築物用地下水の採取の規制に関する法律（ビル用法）」等）の下では限定的な利用となります。

本市では、現在、市内中心部の開発区域である「うめきた2期暫

定利用区域」において、大規模な帯水層蓄熱利用の実証事業を進めるなど、地下水の有効利用のあり方について検討を行っており、今後も市域全域で本マップを利用した大規模な帯水層蓄熱利用ができる周辺環境の整備を進めてまいります。

3. 地下水・地盤環境トピックス

(1) 関連学会誌

○日本地下水学会

日本地下水学会が発行する「地下水学会誌」の2016年主な掲載内容を紹介します。地下水学会誌のバックナンバーは、J-STAGE (Japan Science and Technology Information Aggregator, Electronic:科学技術情報発信・流通総合システム) で公開されていますので、ご参照ください。

【2016年2月第58巻第1号】

・ 論説「多方面に捉えた地下水連成解析のタイムライン的考察」 (大西 有三)

・ 論文

「塩水の侵入・排除過程に及ぼす分散長の影響」 (高橋昌弘・靱井和朗)

「異なる地表面植生に対する地下水涵養量の定量的評価

— 土壌水中の安定同位体比を用いた Displacement Flow Model の適用 —

(工藤圭史・嶋田純・丸山篤志・田中伸廣)

「関東平野北部における地下温度のお香音域の構造と変化」

(宮越昭暢・林武司・安原正也・森川徳敏)

特集「九州・沖縄地域における帯水層中での硝酸性窒素の動態」

・ 論文

「流域スケールにおける反応性窒素移動過程のモデル化と実流域への適用性検討」

(森康二・田原康博・多田和広・細野高啓・嶋田純・松永縁・登坂博行)

「窒素質化学肥料の影響による炭酸塩の溶解促進とCO₂放出」

(中西康博・野村渉平)

【2016年5月第58巻第2号】

・ 論文

「群馬県大間々扇状地における地下水の水質形成機構」

(山中勝・坂本圭之祐)

・ 短報

「地下水中の硝酸態窒素除去への木質チップ材の利用に関するカラム実験」

(佐竹駿一・唐常源)

・ 技術報告

「K線高架橋下部工の深礎掘削に伴うボイリングの発生事例と解析」

(永井茂・田中勉・松浦良治)

特集「地下水の保全、涵養及び利用に関する法制度化に向けた現状と課題」

・ 特集「「地下水の保全、涵養及び利用に関する法制度化に向けた現状と課題」

の掲載にあたって」 (竹内真司)

- ・ 論説
「地下水の法的性質と保全法制のあり方～「地下水保全法」の制定に向けた課題」
(三好規正)
- ・ 資料
「水と共に生きる大野市の活動～井戸枯れから始まった地下水保全の取り組み～」
(岡田高大)

【2016年8月第58巻第3号】

- ・ 論文
「難透水性湖底堆積物コアの間隙水を用いた霞ヶ浦の完新世における古水文状況の復元」
(高本尚彦・嶋田純・徳永朋祥)

特集「地下水の保全，涵養及び利用に関する法制度化に向けた現状と課題」

- ・ 論説
「水循環基本法ならびに地下水保全のためのデータ整備状況」 (丸井敦尚)
「持続可能な地下水の利用と保全－水循環基本法及び水循環基本計画の制定を受けて－」
(谷口真人)
- ・ 資料
「地下水利用が行われる状況下での地下水収支に関する一つの考え方」 (徳永朋祥)
「地下水保全法案の作成過程とシンポジウム総合討論のまとめ
－地下水保全法のあるべき姿を目指して－」 (田中正)
「シンポジウム「地下水の保全，涵養及び利用に関する法制度化に向けた現状と課題」
－総合討論「水循環基本計画と地下水保全法のあるべき姿－」
(中嶋誠・竹内真司・田中正・谷口真人)

【2016年11月第58巻第4号】

- ・ 論文
「発光バクテリアを用いた重金属等の土壤汚染簡易評価手法の開発2
－メッキ金属に関する急性毒性評価－」
(杉田創・駒井武・井本由香利・原淳子)
- ・ 資料
「地域の地下水に関する情報が記載された地下水学会誌掲載論文と
その対象地域の時空間分布」
(愛知正温・蛭原雅之・土原健雄・中川啓・安元純・山中勝)

(2) 関連学会等の主な行事カレンダー

日時	主催	イベント名	開催場所
2017年5月20日(土)	日本地下水学会	日本地下水学会2017年春季講演会	東京
2017年5月20日(土)～5月25日(木)	日本地球惑星科学連合	日本地球惑星科学連合2017年大会	千葉(幕張)
2017年5月23日(火)	日本学術会議土木工学・建築学委員会学際連携分科会	第30回環境工学連合講演会	東京
2017年7月12日(水)～14日(金)	地盤工学会	第52回地盤工学研究発表会	名古屋
2017年8月29日(火)～9月1日(金)	農業農村工学会	平成29年度農業農村工学会大会講演会	神奈川
2017年9月11日(月)～13日(水)	土木学会	平成29年度全国大会 第72回年次学術講演会	福岡
2017年9月26日(火)～27日(水)	日本水環境学会	第20回日本水環境学会シンポジウム	和歌山
2017年9月13日(水)～15日(金)	日本地球化学会	2017年度日本地球化学会第62回年会	岡山
2017年10月12日(木)～14日(土)	日本地下水学会	日本地下水学会2017年秋季講演会	青森
2017年11月2日(木)	地盤工学会関西支部・地下水地盤環境に関する研究協議会	<i>Kansai Geo-Symposium 2017</i> —地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム—	大阪(関西大)
2017年11月9日(木)～12日(日)	公益社団法人地盤工学会 公益社団法人日本地下水学会 公益社団法人日本水環境学会 一般社団法人廃棄物資源循環学会 一般社団法人土壌環境センター	第23回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会	沖縄
2018年3月15日(木)～17日(土)	日本水環境学会	第52回日本水環境学会年会	北海道

4. 関連書籍の販売・編集後記

下記のシンポジウム論文集は、在庫がございます。古い論文集等は平成23年度より価格を改定いたしておりますが、残部わずかの場合もございますので、ご購入される際にはお早めにお申込みください。

◆シンポジウム発表論文集 (送料別)	会員価格(単価)
Kansai Geo-Symposium 2015 (CD-ROM) —地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム—	1,500円 (送料別)
Kansai Geo-Symposium 2014 (CD-ROM) —地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム—	1,500円 (送料別)
Kansai Geo-Symposium 2013 —地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム—	2,000円 (送料別)
シンポジウム2012 (CD-ROM) —巨大災害と地下水・地盤環境—東日本大震災を教訓として—	2,000円 (送料別)
シンポジウム2011 (CD-ROM) —水環境の保全と育水—	2,000円 (送料別)
シンポジウム2010 (CD-ROM) —水の都における水環境・水資源と安心快適社会—	2,000円 (送料別)
シンポジウム2009 —安心快適社会・地球温暖化・地下水—	2,000円 (")
シンポジウム2008 —地盤環境の保全—	2,000円 (")
シンポジウム2007—流域圏の水循環再生と地下水利用—	1,000円 (")
シンポジウム2005—地下水の有効利用と諸問題—	1,000円 (")
シンポジウム2004—地下水の涵養と流動保全—	1,000円 (")
シンポジウム2003	1,000円 (")
シンポジウム2002—大都市の地下水問題—	1,000円 (")
シンポジウム2001	1,000円 (")
シンポジウム2000	1,000円 (")
シンポジウム'99—地下水の流動保全と地下水環境—	1,000円 (")
シンポジウム'98—地下水の流動保全と環境問題—	1,000円 (")
シンポジウム'97—地下水に関する予測と実際—	1,000円 (")
シンポジウム'96—地下水に係わる環境問題—	1,000円 (")
シンポジウム'95—地下水に係わる諸問題と対策—	1,000円 (")
シンポジウム'94—地下水の挙動と水質問題—	1,000円 (")

【申込方法】

ご希望の書籍名、冊数、お届け先等をご記入の上、Fax 又は E-mail にて、地下水地盤環境に関する研究協議会 事務局までお申し込みください。

◆◆◆◆◆ 編集後記 ◆◆◆◆◆

会員の皆様には、平素より本研究協議会の活動に対し格別のご支援・ご協力を賜り心から御礼申し上げます。

「地下水・地盤環境に関するお知らせ」は、当協議会の活動報告をはじめとして、会員の皆様から寄せられました会員情報などの掲載を通じて、会員相互の情報交換や交流を行う場としております。また近年は、会員の皆様には本誌をメール配信させていただき、ホームページ上で内容を公開いたしております。今後とも、

地下水地盤環境に関する研究協議会が社会に対して広く情報を発信し、活動していくことを祈念いたします。

当協議会では、平成27年度より本協議会の活性化策の一環として、ホームページのリニューアルや Facebook の開設などに取り組んでおります。会員の皆様には、会員専用ページから地下水位・水質データや過去の刊行物（非売品）をダウンロードしていただけます。ログインIDとパスワードは、下記事務局までお問い合わせください。次年度も会員の皆様に様々な情報をご提供できるよう努めてまいる所存です。そのためには、幅広い分野でご活躍されている会員の皆様のご協力が不可欠でございます。今後とも様々な側面からのご支援いただきたく、何卒よろしくお願い申し上げます。また対外的にも本協議会の存在を積極的にアピールしていただき、会員の増員にご協力いただければ幸いに存じます。

最後になりましたが、ここで紙面をお借りしまして、情報をご提供いただきました皆様方には改めて御礼申し上げます。なお、掲載情報のご提供は随時受け付けておりますので、研究成果や技術情報、地下水・地盤に関する業界の動向等、皆様のご投稿をお待ちしております。本誌が会員相互の情報交換や交流にあたって有効活用されるよう、周辺の方々にもご回覧いただければ幸いです。

本研究協議会の活動について、ご意見ご要望等がございましたら、下記事務局までご連絡ください。



地下水地盤環境に関する研究協議会 事務局
 大阪市中央区大手前 2-1-2
 国民會館・住友生命ビル 6 階
 (一財) 地域 地盤 環境 研究所 内
 Tel : 06-6941-8833 Fax : 06-6941-8883
 E-mail : gwjim@geor.or.jp