



# 1. 本協議会 活動報告および会告

## (1) 「Kansai Geo-Symposium 2014—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 26 年 11 月 21 日, 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標記のシンポジウムが開催された。一昨年まで 10 年以上にわたり, 地盤工学会関西支部では「地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム」を, 地下水協議会では「地下水地盤環境に関するシンポジウム」をほぼ同時期に開催してきたが, これらのシンポジウムを継承しつつ発展させ, 関西における地盤研究発表会のプラットフォームにしたいと昨年より新体制で取り組んでいる事業である。プログラムは一般公募論文, 基調講演, ポスターセッションの構成で, 参加者は 160 名近く大盛会であった。



丸井敦尚氏による基調講演

### 2. 基調講演

産業技術総合研究所の丸井敦尚氏より, 『福島第一原子力発電所の地下水対策の現状と課題』と題してご講演いただいた。

### 3. 公募論文

公募論文発表では 6 つのセッション分かれて 42 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 1 とセッション 2 の運営を担当した。

<セッション 1: 地中熱利用・その他> 越後 智雄(地域 地盤 環境 研究所)

1-1 水文地質データを活用した地中熱研究

○内田洋平(産業技術総合研究所)

1-2 帯水層の昼夜間蓄熱シミュレーションにおけるモデルパラメータの同定実験および感度解析

○西岡真稔(大阪市立大学大学院), 藤井良平, 中島成章, 中尾正喜, 鍋島美奈子, 中曾康壽

1-3 帯水層を利用した昼夜間蓄熱システムの研究 - 長期間運転時の蓄熱モデルの実験検証 -

○佐々木健太(関西電力), 西岡真稔, 藤井良平, 中尾正喜, 鍋島美奈子, 中曾康壽

1-4 地中熱ヒートポンプシステムのコストにおける地下水流の影響

小林晃, ○本岡千鶴(関西大学), 塚田泰博, 森川俊英

- 1-5 海面処分場の底部粘土層－鋼管杭界面の閉塞と透水特性の実験的検討  
大嶋英雄, ○乾徹(京都大学大学院), 勝見武, 高井敦史
- 1-6 津波の越流による盛土の侵食特性に関する実験的研究  
○植田裕也(大阪大学), 高橋悠人, 常田賢一, 嶋川純平

<セッション2：地下水流動・水質> 座長：小野寺 真一(広島大学大学院)

- 2-1 タイ・チャオプラヤ川周辺における地下水環境問題に寄与する地下水モデル構築  
大津宏康, ○北岡貴文(京都大学大学院), 袴田薫, 長谷川信介
- 2-2 風化花崗岩山地における基岩地下水の流動層の把握手法の検討  
○馬場直輝(立命館大学大学院), 藤本将光, 小杉賢一朗, 深川良一, 谷誠
- 2-3 濃尾平野扇状地における河川による地下水涵養機構の評価  
○大橋慶介(岐阜大学), 神谷浩二, 児島利治
- 2-4 大阪平野地下水水質の3次元可視化の試み  
○新谷毅(大阪市立大学大学院), 益田晴恵, 根本達也, 升本真二, 森川徳敏, 中野孝教
- 2-5 大阪平野淀川周辺における浅層地下水の高塩濃度成分の年代に関する研究  
○森川徳敏(産業技術総合研究所), 安原正也, 戸崎裕貴, 高橋浩, 高橋正明, 稲村明彦, 益田晴恵, 三田村宗樹
- 2-6 水質汚濁防止法に基づく地下水における放射性物質の存在状況の常時監視の開始について  
○佐藤孝行(環境省 水・大気環境局), 袖野玲子
- 2-7 水循環基本法に関連する環境省の地下水保全施策について  
○平沢重太(環境省 水・大気環境局), 石田謙介, 米山実, 袖野玲子

<セッション3：「南海トラフ巨大地震に関する被害予測と防災対策研究委員会」特別セッション>

座長：日置 和昭(大阪工業大学)

- 3-1 南海トラフ巨大地震を想定した大阪市域における液状化解析  
○木元小百合(京都大学大学院), 由井洋和, 松岡浩志, 岡二三生
- 3-2 南海トラフ巨大地震 ( $M_w9.0$ ) による土構造物の耐震性能照査のための入力地震動の評価事例  
○秦吉弥(大阪大学大学院), 吉川登代子, 魚谷真基, 常田賢一, 湊文博
- 3-3 南海トラフ巨大地震 ( $M_w9.0$ ) による土構造物の耐震性評価事例  
○吉川登代子(大阪大学), 魚谷真基, 秦吉弥, 常田賢一
- 3-4 常時微動 H/V スペクトルに基づく和歌山県串本町での地盤震動特性の評価  
○湊文博(大阪大学), 秦吉弥, 山田雅行, 常田賢一, 魚谷真基
- 3-5 道路盛土と鉄道盛土の耐津波性および津波多重防御に関する検討  
○常田賢一(大阪大学大学院), 嶋川純平, 植田裕也, 小林拓磨, 大塚隆人, 永井浩泰
- 3-6 津波による湾口防波堤の被災メカニズム  
○飛田哲男(京都大学防災研究所), 井合進
- 3-7 南海トラフ地震時の紀伊半島におけるロジスティクス機能の現状分析  
牧紀男, ○奥村与志弘(京都大学大学院)

- 3-8 鉄道盛土の地震危険度マクロ評価法の提案と適用性の検証  
○山田孝弘(西日本旅客鉄道), 土井達也, 近藤政弘, 常田賢一

<セッション4:調査・計測技術・その他> 座長:伊藤 浩子(地域 地盤 環境 研究所)

- 4-1 千葉県浦安市沖積粘土層の超鋭敏性・層厚分布と地震動・液状化に与える影響  
○大島昭彦(大阪市立大学大学院), 山田卓, 久保田耕司, 笹尾憲一
- 4-2 水圧式サンプラーによるサンプリング・サウンディング試験の開発と適用性  
○峯翔太郎(大阪市立大学大学院), 大島昭彦, 鈴木達也, 久保田耕司
- 4-3 土系舗装の硬さとすべりが人の筋活動に与える影響について  
○鬼塚信弘(木更津工業高等専門学校), 神田夕葵, 栗本育三郎, 沢口義人, 多田悟士, 野尻大祐
- 4-4 ユビキタスネットワークによる土砂災害監視システムの改良  
○小泉圭吾(大阪大学大学院), 小西貴士, 竹本将, 藤原優, 藤田行茂, 小田和広, 平田研二, 上出定幸
- 4-5 デジタルカメラによる高精度三次元空間計測技術について  
○澤部咲余(エヌ・ティ・ティ・インフラネット), 山本恭史, 奥野正富, 南橋丈二
- 4-6 燃料電池を用いた長期安定的に電力供給可能な新規独立電源の開発と斜面崩壊研究における実証  
○前田健作(東洋紡), 山下全広, 勝間祥行, 北村幸太, 藤本将光, 深川良一

<セッション5:「想定外」豪雨による地盤災害への対応を考える調査研究委員会」特別セッション>

座長:小林 泰三(福井大学大学院)

- 5-1 平成23年台風第6号と台風第12号による紀伊半島豪雨の特徴  
○平井孝治(アテック吉村), 大石哲, 江種伸之, 高尾秀之, 伊藤修二, 三田村宗樹
- 5-2 平成23年台風12号による奈良地域の大規模斜面崩壊に関する付加体地質素因について  
○三田村宗樹(大阪市立大学大学院), 栃本泰浩, 宇都秀幸, 東田淳, 村橋吉晴, 岡島信也, 山下大輔, 加藤智久
- 5-3 紀伊山地の豪雨時深層崩壊に関する水文学的指標とその物理的意味  
○日置和昭(大阪工業大学), 中村聡司, 大石哲, 平井孝治, 三田村宗樹
- 5-4 大規模崩壊に対する危険斜面の抽出における植生情報の有用性の検証  
○伊藤真一(大阪大学大学院), 小田和広, 小泉圭吾, 鏡原聖史, 鳥居宣之, 朝比奈利廣, 宇都忠和, 三田村宗樹
- 5-5 平成23年台風12号豪雨により奈良県野迫川村で発生した表層崩壊のメカニズムに関する一考察  
○文岩秀貴(神戸大学大学院), 鳥居宣之, 加藤正司, 小泉圭吾, 鏡原聖史, 松本修司, 三田村宗樹, 澁谷啓
- 5-6 平成23年台風12号による和歌山県東牟婁地域における土石流災害  
○江種伸之(和歌山大学), 辻野裕之, 谷垣勝久, 泉並良二, 矢野晴彦, 加藤智久, 岩瀬信行, 石田優子, 藤本将光, 岩佐直人, 後誠介

- 5-7 平成 23 年台風 12 号により三重県大台町で発生した大規模崩壊と防災上の課題  
 ○長谷川謙二(玉野総合コンサルタント), 石川昌幹, 阪口和之, 酒井俊典, 岡島賢治,  
 古根川竜夫, 片岡泰, 中谷仁, 由井恒彦, 林健二
- 5-8 和歌山県伏菟野地区の地質構造と崩壊機構の検討事例  
 ○野並賢(応用地質), 鍋島康之, 後誠介, 谷垣勝久, 矢野晴彦, 石田優子

<セッション6：豪雨災害> 座長：山田 卓(大阪市立大学大学院)

- 6-1 排水パイプの擬似三次元化手法の提案と実盛土への適用事例  
 ○北口峻輝(大阪大学大学院), 常田賢一, 肥田肇
- 6-2 現地観測データと室内試験結果を用いた現地斜面のモデル化に関する基礎的研究  
 ○徳田早映(大阪大学大学院), 小泉圭吾, 小田和広, 臼木陽平, 小西貴士, 竹本将, 藤原優
- 6-3 集中豪雨を受ける風化砂岩と風化泥岩の互層斜面における雨水浸透特性  
 ○臼木陽平(大阪大学大学院), 小田和広, 小泉圭吾, 伊藤真一
- 6-4 小型模型斜面における表層崩壊に至るまでの水分浸透挙動の把握  
 ○大西貴之(大阪大学大学院), 小泉圭吾, 小田和広, Tohari Adrin
- 6-5 超音波による土中水分量計測の定量的評価に関する研究  
 ○中野峻也(立命館大学大学院), 平岡伸隆, 亀田拓馬, 田中克彦, 藤本将光, 深川良一,  
 外狩麻子, 岩佐直人
- 6-6 先行降雨を考慮した地震による盛土斜面の安定性に関する実験的考察  
 ○田邊友章(立命館大学大学院), 平岡伸隆, 角宏一, 藤本将光, 深川良一
- 6-7 のり面監視のための傾斜センサの適用性に関する研究  
 ○小橋俊也(大阪大学大学院), 小泉圭吾, 小田和広, 竹本将, 藤原優, 上出定幸

#### 4. ポスターセッション

はじめに現場計測コンサルタント協会の多鹿会長よりご挨拶いただいた。その後、軽食をとりながら、口頭発表の内容を掲示したポスターの前で活発な意見交換が行われた。またポスターセッションの会場内には、広告掲載のご協力をいただいた各機関（現場計測コンサルタント協会7社、地中熱利用促進協会）に技術展示のご協力を賜った。最後に、小林副座長より閉会のご挨拶をいただいた。



ポスターセッション（多鹿会長ご挨拶）

(2) 「*Kansai Geo-Symposium 2014*」 基調講演資料

○講演者：丸井 敦尚（産業技術総合研究所）

○講演タイトル：福島第一原子力発電所の地下水対策の現状と課題

## 福島第一原子力発電所の地下水対策の現状と課題

～防護服を脱ぐために～

丸井 敦尚

GROUNDWATER RESEARCH GROUP  
GSJ, AIST

### 目次

- ・廃炉計画
- ・今たまっている汚染水
- ・地質と地下水
- ・地下水対策
- ・残された問題

### 対策工(地下水関連のもの)

- ・海側遮水壁
- ・港湾内海底被服工事
- ・陸側者水壁(凍土壁)
- ・フェーシング
- ・地下水バイパス
- ・サブドレイン(ドレイン)
- ・排水経路の付け替え
- ・タンクプログラム、タンク対策
- ・汚染水処理(ALPS、SARRY、Kurion)
- ・トリチウム水の処理  
(海洋放出、地中貯留、浅地中処分)

# 廃炉計画

2011  
3. 11

2020

20XX

10年間

15年間位

15年間以上

ドライアップ

循環冷却

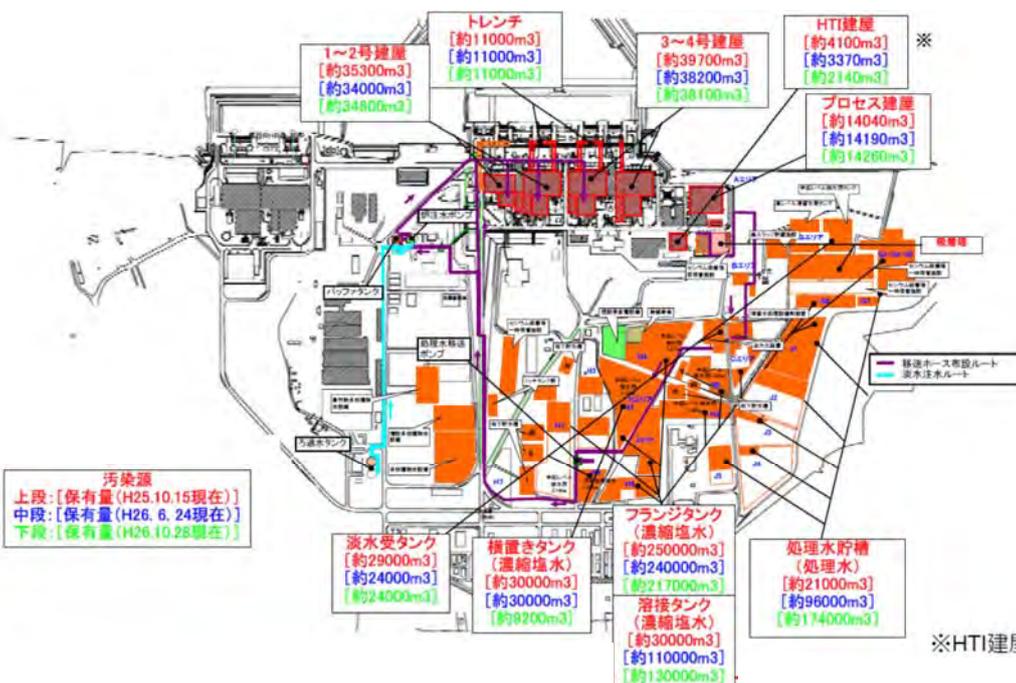
デブリ取出し

建屋の地下水を抜く

汚染水を漏らさない

地層処分  
(直接処分)

## 汚染水はどこにある？

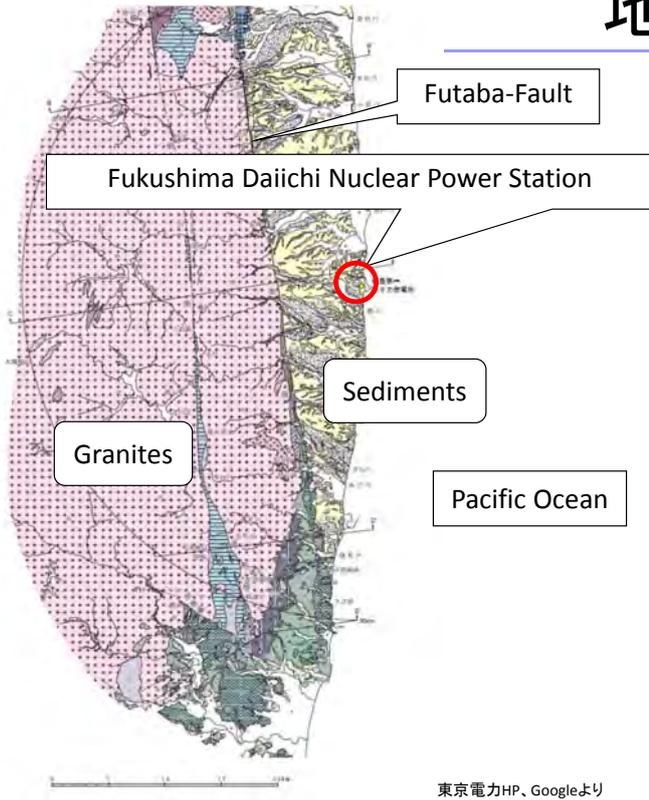


トレンチ： 11000m<sup>3</sup>  
 建屋(1-4&HT)： 89300m<sup>3</sup>  
 タンク(高濃度)：356200m<sup>3</sup>  
 タンク(Trなど)：198000m<sup>3</sup>

・ドライアップに約10万トン  
 ・現在タンクに約56万トン

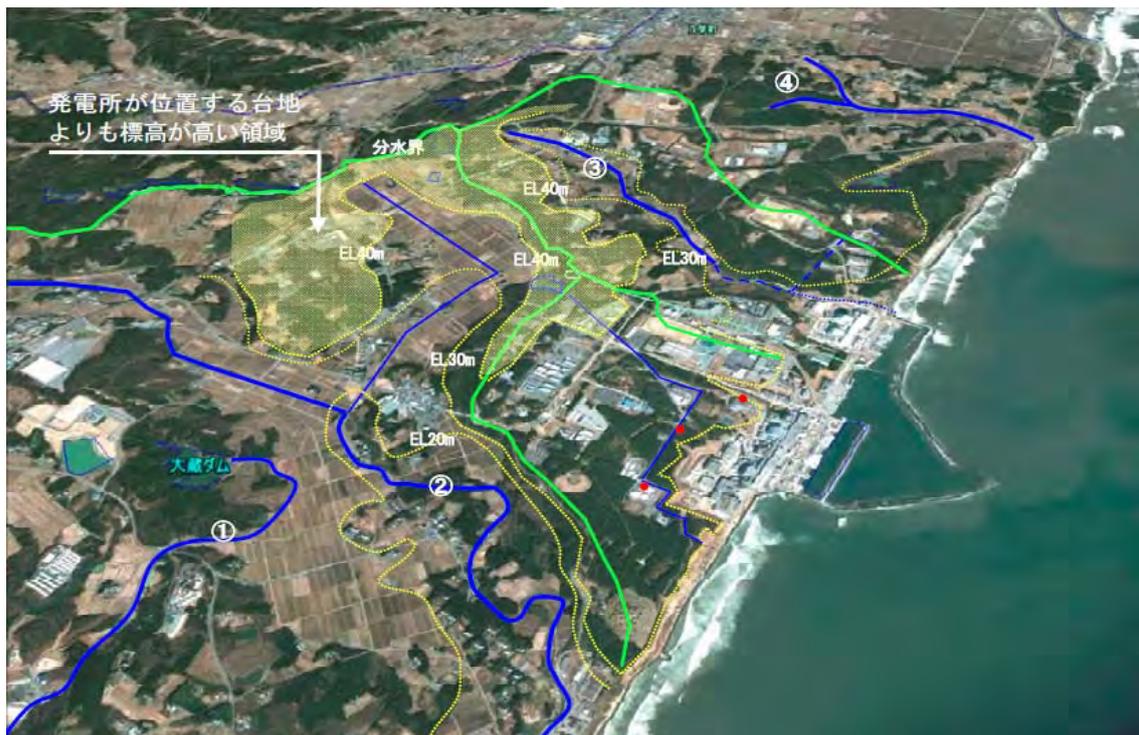
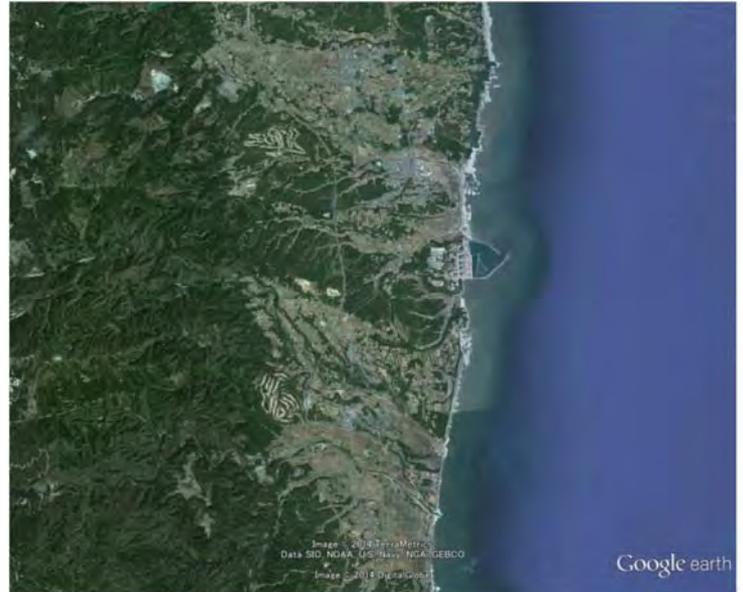
METI HPより

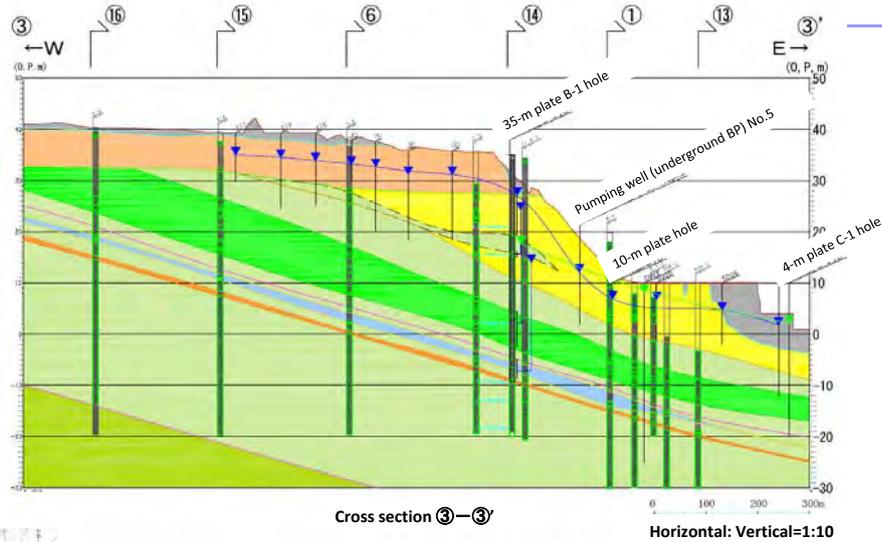
# 地形と地質



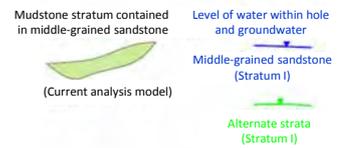
The Futaba fault crushing belt, that is approximately 80-km long, is located on the 8 km west of the NPS. Abukuma mountains are composed by plutonic rocks like granite, in the west of the crushing belt.

A Neogene, Tomioka function is widely lays on the hills of the eastern side, anti- and syn- line structures are observed in some area, however, faults and folda are not indicated. The Neogene Functions are declined 1- to 2- degree to the east ocean side, totally.

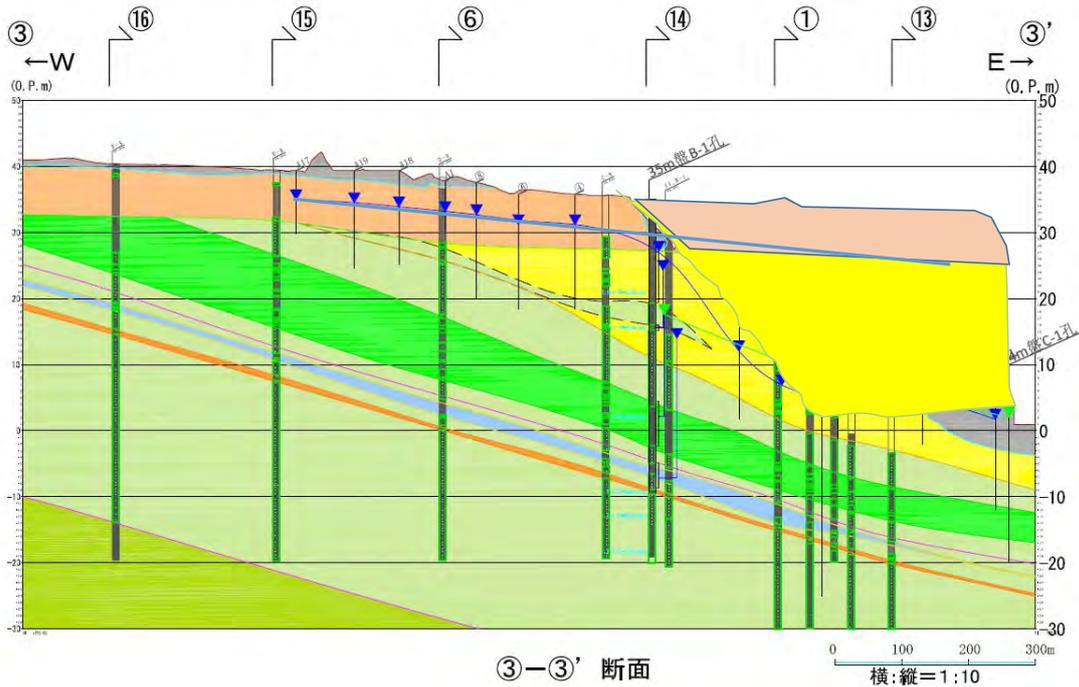


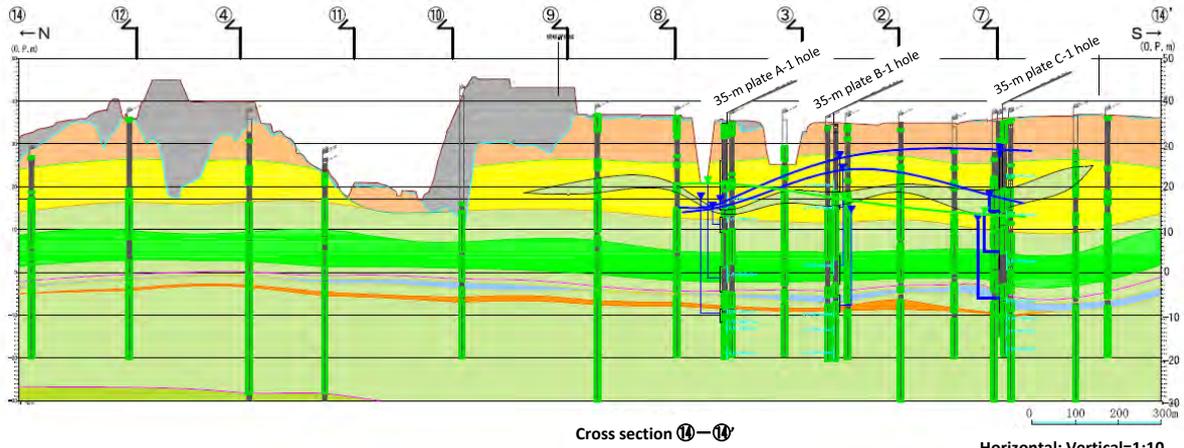


- Geology Legend**
- Landfill
  - Terrace deposit of Quaternary period
  - Middle-grained sandstone in T3 member of Tomioka stratum(Stratum I)
  - Mudstone stratum in T3 member of Tomioka stratum(Stratum I, II and IV)
  - Alternate strata in T3 member of Tomioka stratum(Stratum III)
  - Fine-grained sandstone stratum in T3 member of Tomioka stratum (Stratum IV)
  - Coarse-grained sandstone stratum in T3 member of Tomioka stratum (Stratum IV)
  - T2 member of Tomioka stratum
  - Tuff Key Bed



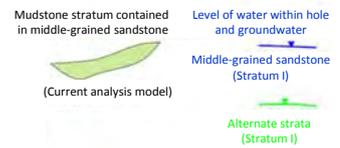
東京電力HPより



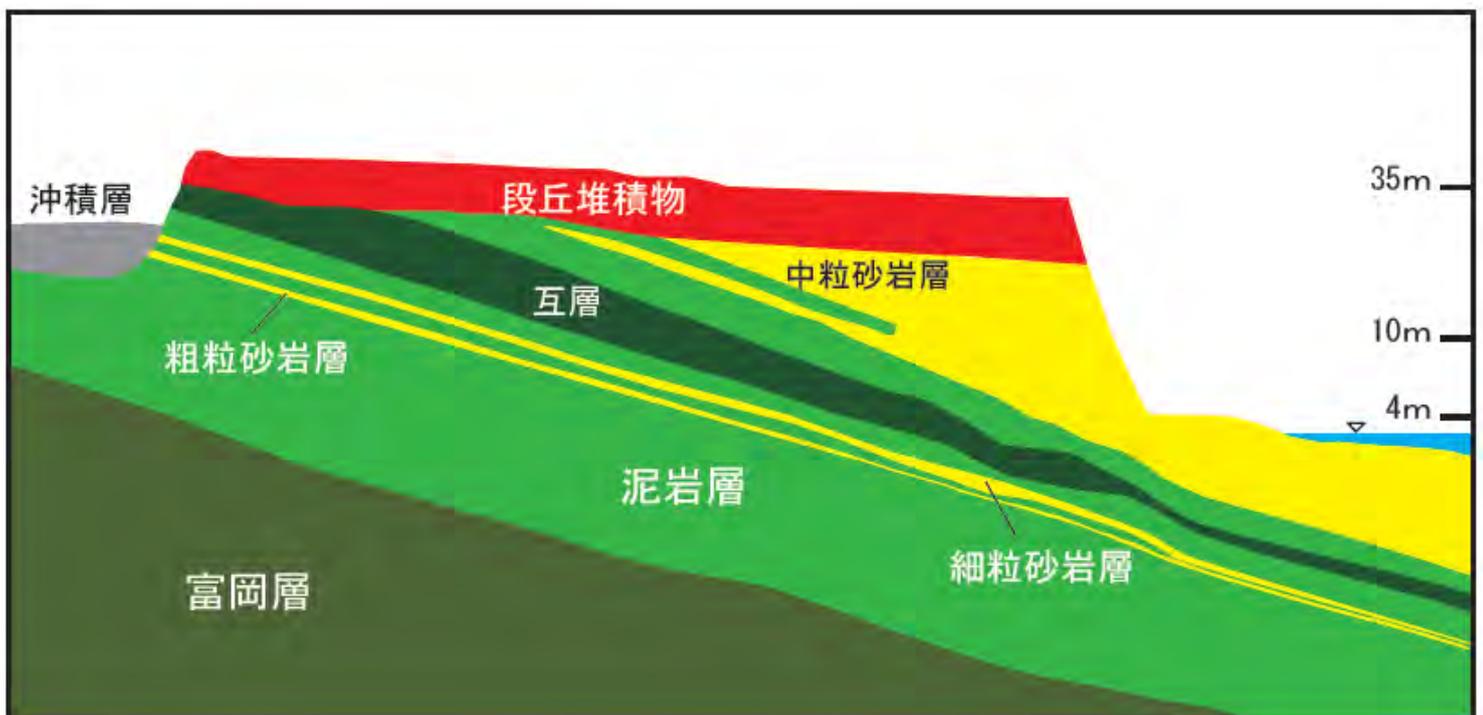


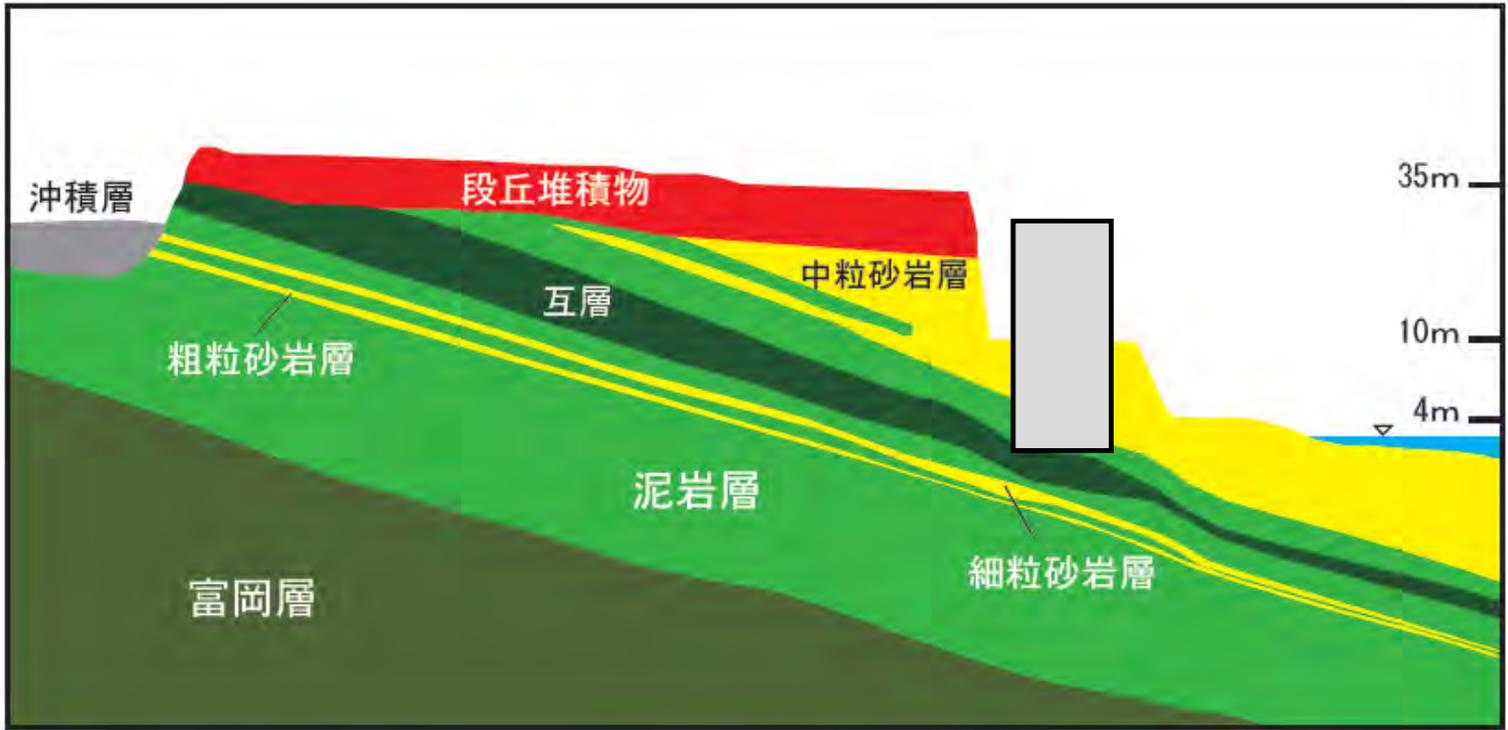
Geology Legend

- Landfill
- Terrace deposit of Quaternary period
- Middle-grained sandstone in T3 member of Tomioka stratum(Stratum I)
- Mudstone stratum in T3 member of Tomioka stratum(Stratum I, II and IV)
- Alternate strata in T3 member of Tomioka stratum(Stratum III)
- Fine-grained sandstone stratum in T3 member of Tomioka stratum (Stratum IV)
- Coarse-grained sandstone stratum in T3 member of Tomioka stratum (Stratum IV)
- T2 member of Tomioka stratum
- Tuff Key Bed

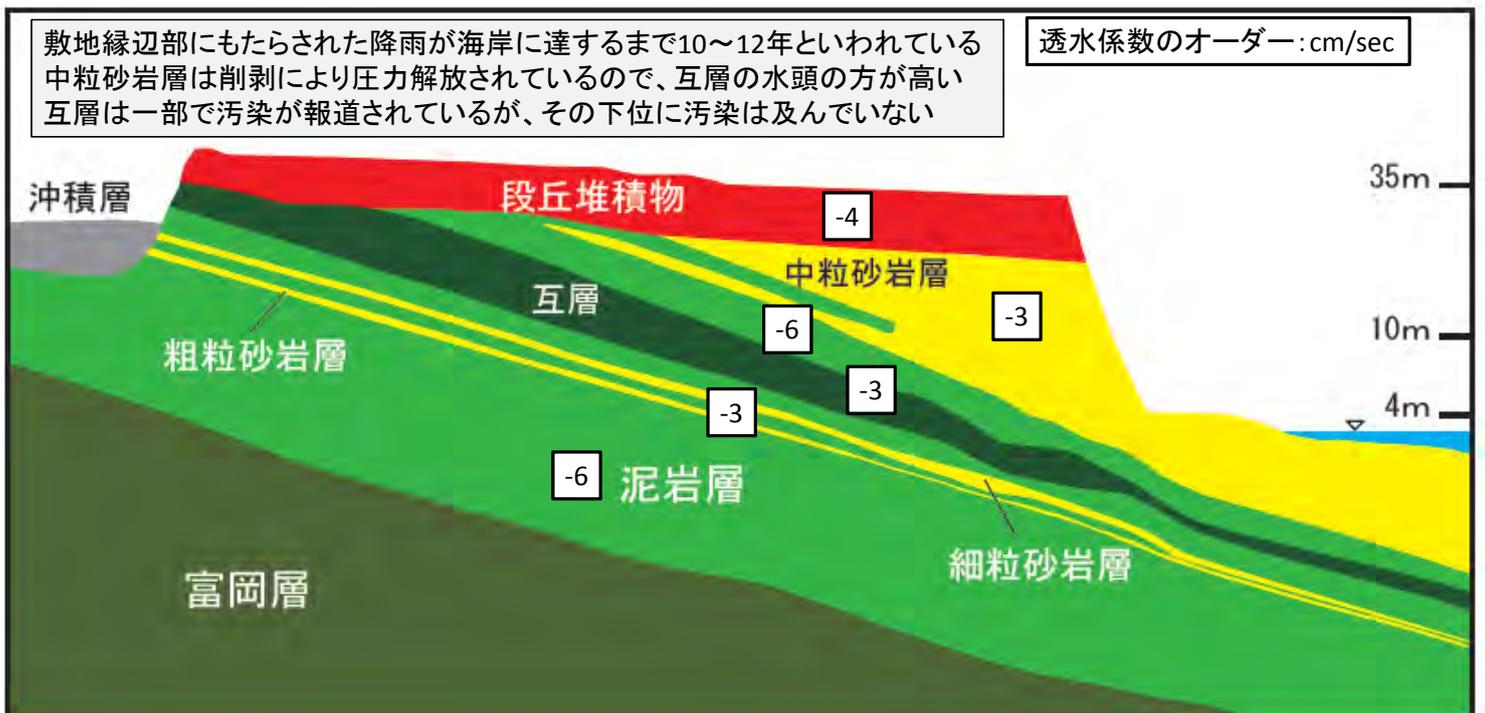


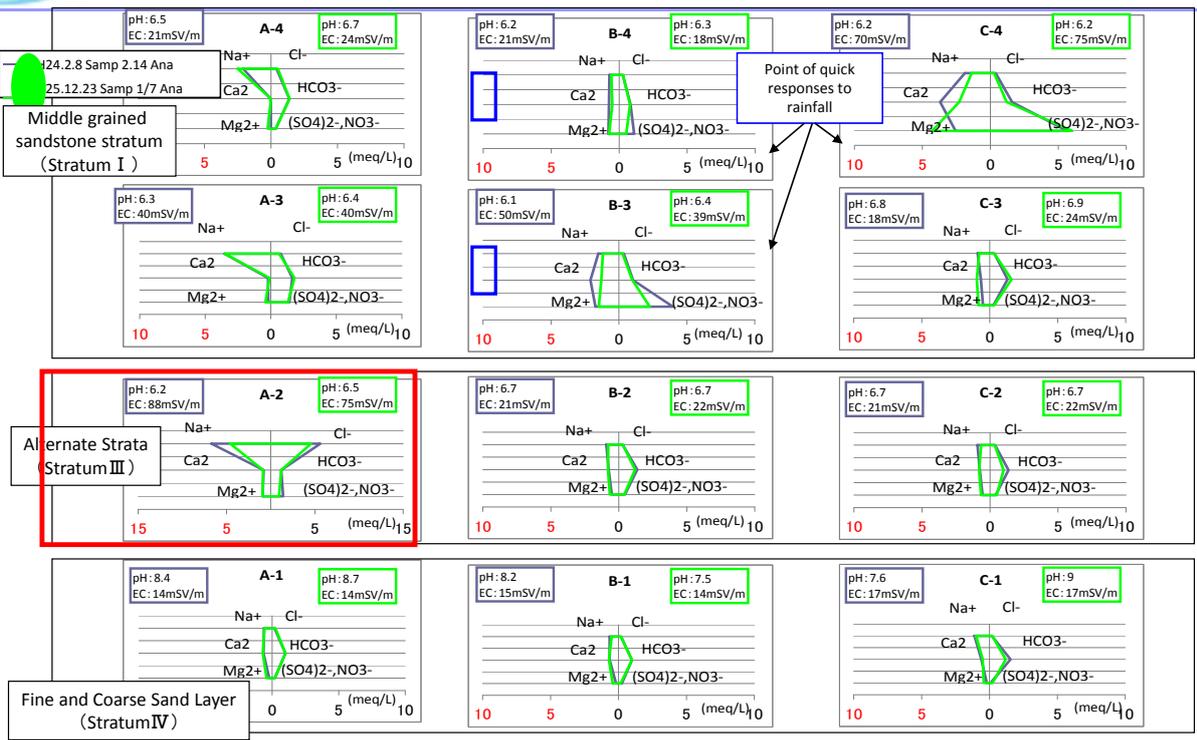
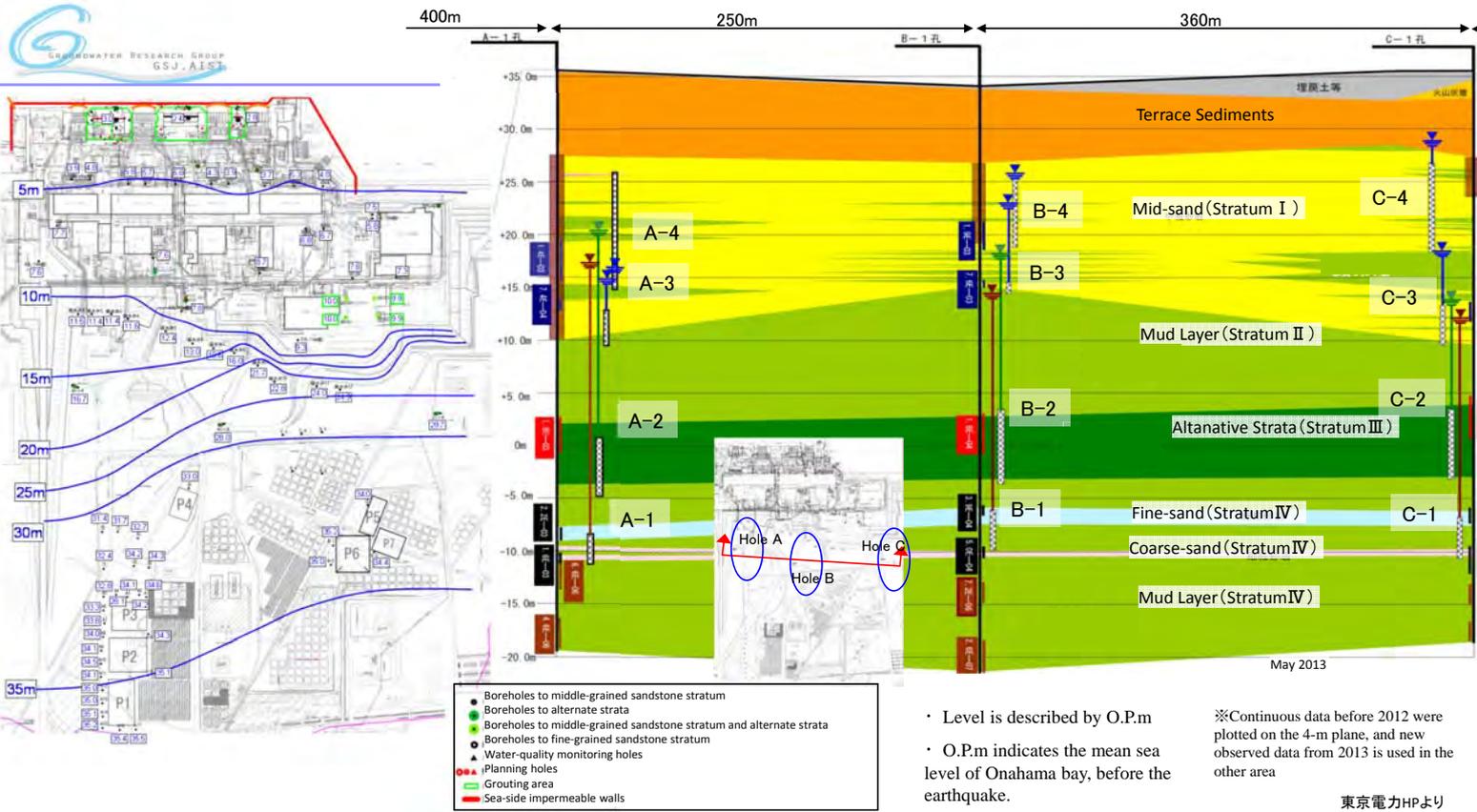
東京電力HPより





## 地下水



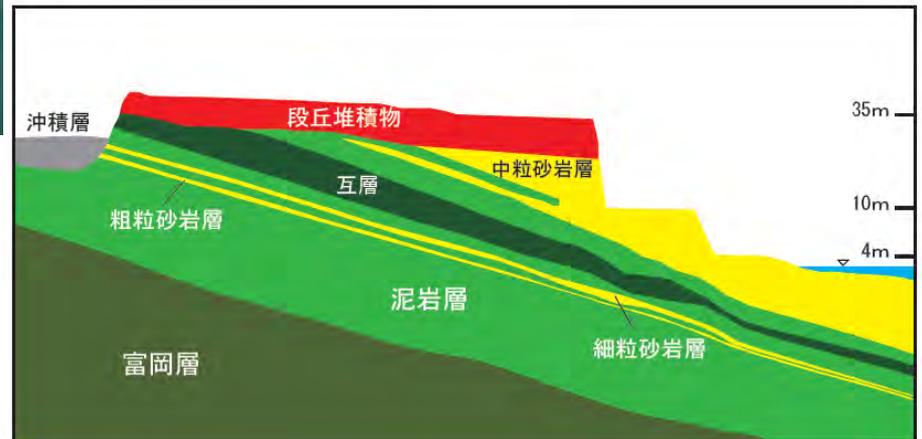




- Almost all (at least upper than alternative layer) Groundwater is generated by rainfall.
  - annual rainfall 1400mm
  - annual evapotranspiration 600mm
  - direct discharge 20%
  - generated groundwater per yr
  - groundwater discharge cross the coastal line

- 1200 t groundwater was discharged to the ocean by sub-drain system around buildings to keep the groundwater level lower than floor level (below sea level) before the accident

©Groundwater is the most important issue on the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station



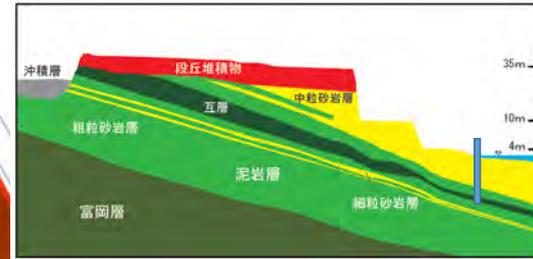
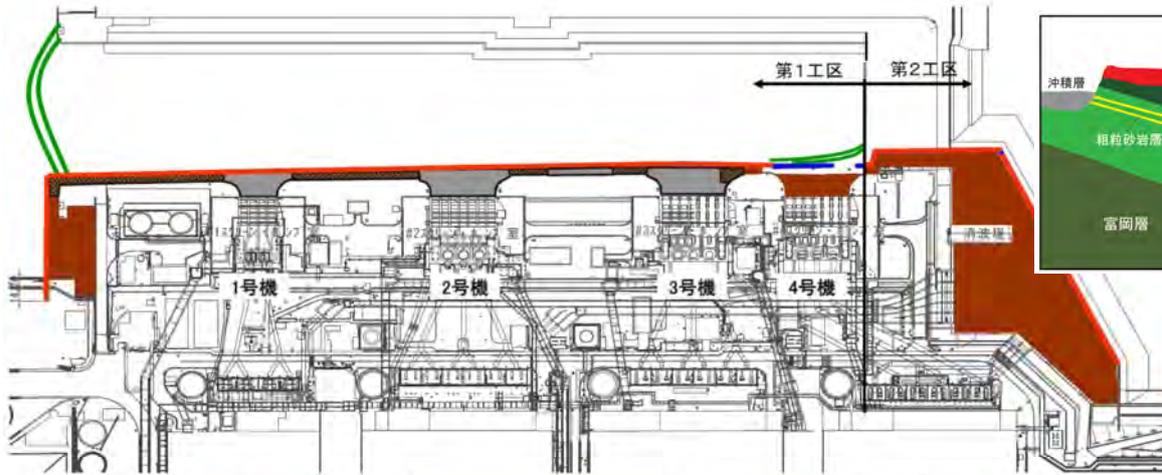
## 地下水対策

### 汚染水問題とは

- 建屋へ流入し続ける地下水  
400 t/day
- 建屋周りの汚染地下水  
いずれ海洋へ流出する

### 対策工(地下水関連のもの)

- 海側遮水壁
- 港湾内海底被服工事
- 陸側者水壁(凍土壁)
- フェーシング
- サブドレイン(ドレイン)
- 地下水バイパス
- 排水経路の付け替え
- タンクプログラム、タンク対策
- 汚染水処理 (ALPS、SARRY、Kurion)
- トリチウム水の処理  
(海洋放出、地中貯留、浅地中処分)



### 海側遮水壁

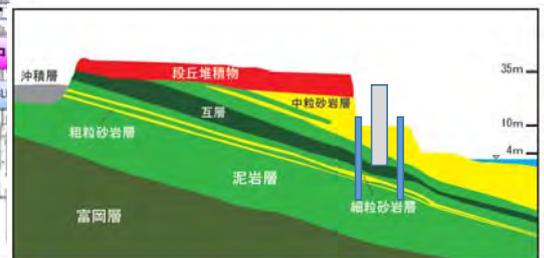
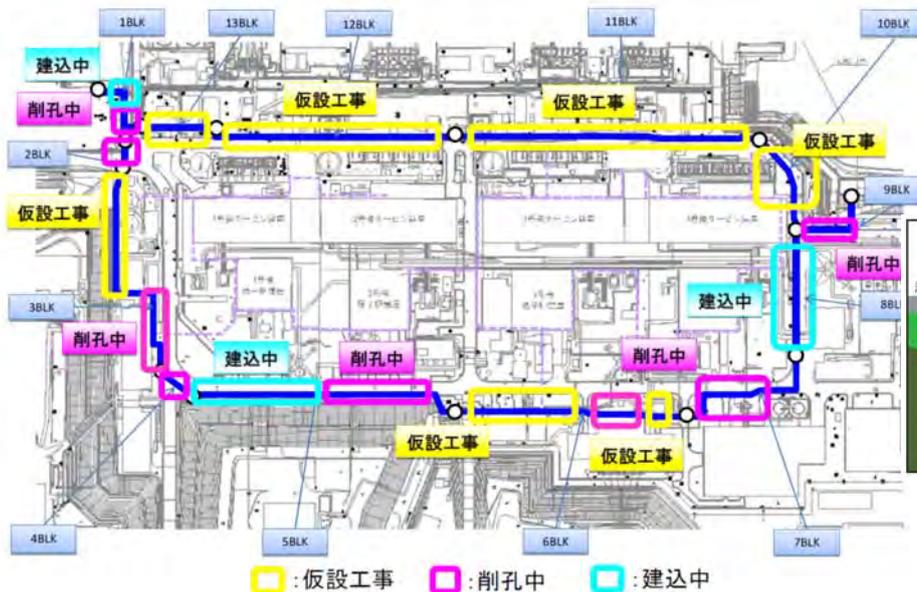
海側遮水壁の根入れは互層までほぼ完成している。港湾内の海底被服工事とあわせて、汚染された地下水が海洋へ流出するのを防ぐ目的をもつ。

METI HPより

6月2日に埋設配管貫通部を除く凍結管設置並びに凍結プラント設置の工事を開始。  
凍結管・測温管削孔: 約38%完了  
凍結管建込 : 約10%完了 (H26.11.4現在)

### 陸側遮水壁(凍土壁)

凍土壁の根入れは狭在する砂岩層まで約40mの深さまで入れる。山(上流)側を先に凍結させて、海(下流)側を後から凍らせる予定。アイスレンズの拡大を防ぐため、間引き運転を実施する予定。



METI HPより



## フェーシング

その効果は2,3年かかるといわれているが、地下水の涵養がなくなることの効果は大きい。  
4m盤は2014年10月時点でほぼ完了

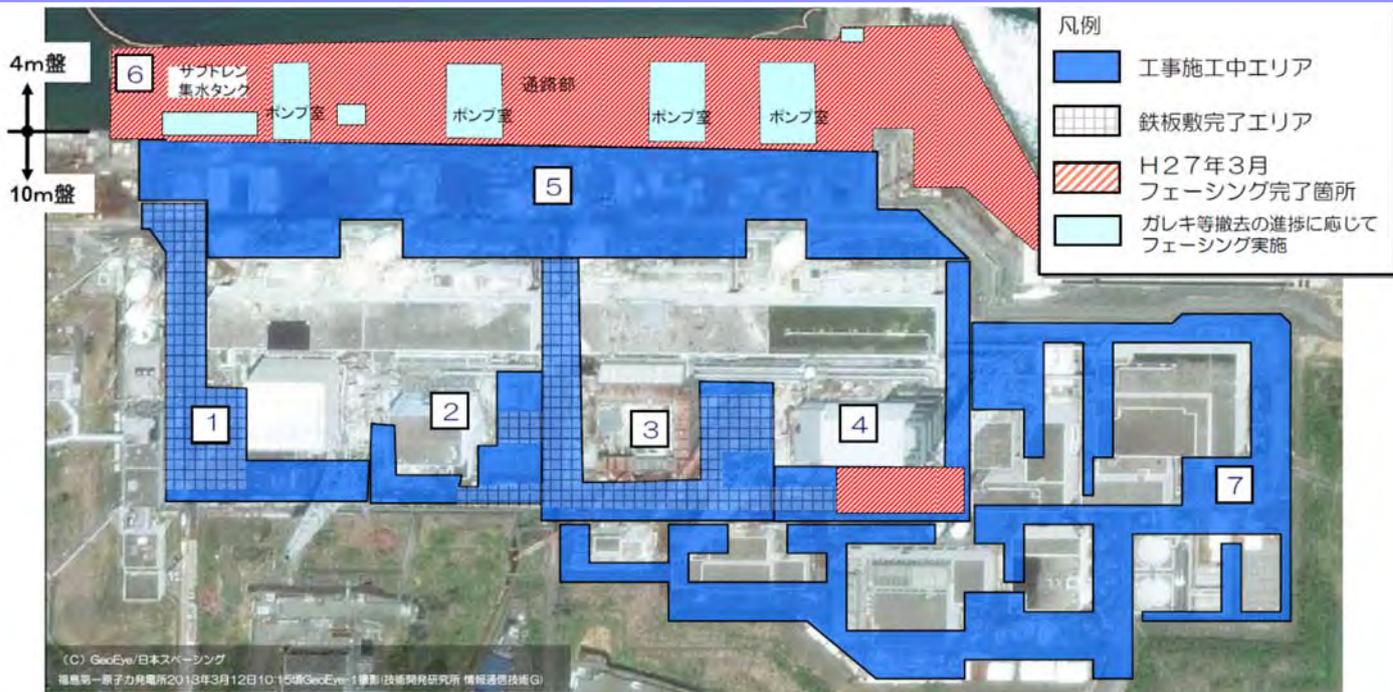
【写真①】法面モルタル吹付施工状況



【写真②】アスファルト舗装施工状況



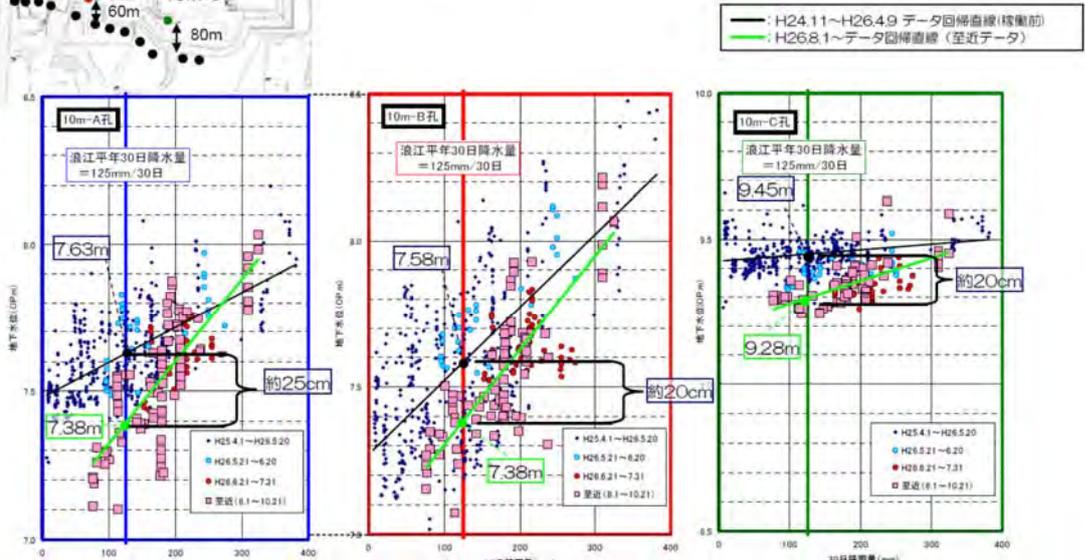
METI HPより



METI HPより

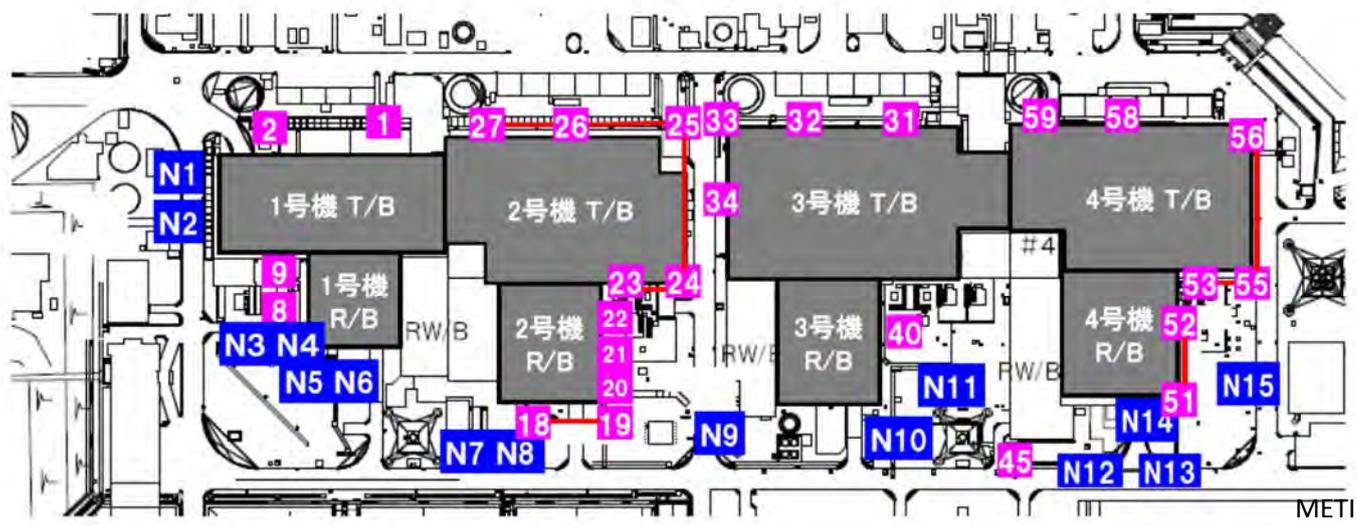


H26. 10.21現在  
10m盤観測孔は1~2ヶ月累計雨量との相関が高いことから、30日累計雨量で地下水バイパス稼働の影響を評価した。  
地下水バイパス稼働後のA~C孔全ての観測孔において20~25cm程度の地下水位の低下が認められる。



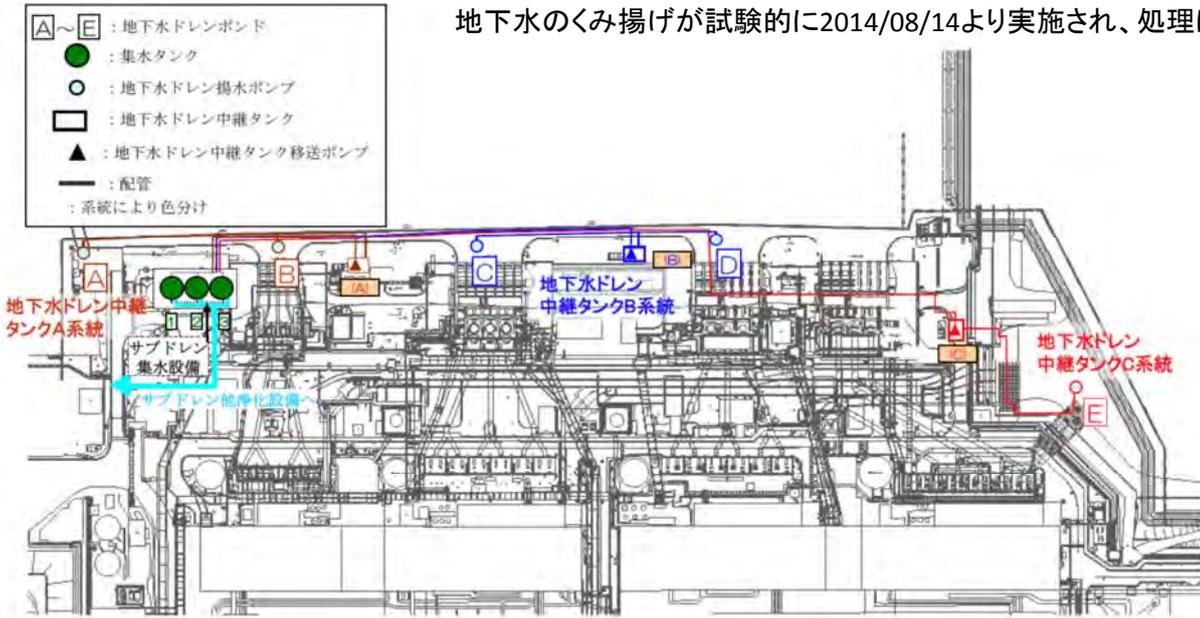
METI HPより

サブドレインとは、建屋周りで地下水をくみ揚げ、建屋周辺の地下水位を建屋底面より低くするためのもの。震災前は毎日1200t程度の地下水をくみ揚げ、海洋に放出していた。



METI HPより

地下水のくみ揚げが試験的に2014/08/14より実施され、処理に回っている



- ※ □ : 地下水道レンポンド (揚水ポンプ) の機器番号を表す。
- ※ □ : 地下水道レン中継タンク・地下水道レン中継タンク移送ポンプの機器番号を表す。
- ※ □ : 集水タンクの機器番号を表す。

METI HPより

単位：ベクレル/リットル

建屋	ビット	セシウム 134	セシウム 137	全β	トリチウム	採取日	建屋	ビット	セシウム 134	セシウム 137	全β	トリチウム	採取日	
サブドレイン アレイ設備	1号機	1	21	76	81	45,000	H26 10/22	アレイ設備 アレイ設備	53	ND(8.1)	ND(6.2)	ND(17)	ND(120)	H26 10/22
		2	ND(8.4)	6.9	ND(17)	640	H26 10/22		55	ND(7.2)	ND(6.2)	ND(17)	170	H26 10/22
		8	59	240	320	2,100	H26 10/22		56	ND(9.4)	ND(5.9)	ND(17)	290	H26 10/22
		9	42	160	240	1,400	H26 10/22		58	ND(8.5)	37	30	140	H26 10/22
	18	1,200	4,000	5,200	1,500	H26 10/24	59		ND(8.4)	12	ND(17)	130	H26 10/22	
	2号機	19	120	350	470	450	H26 10/24	アレイ設備 アレイ設備	N1	ND(6.5)	ND(6.2)	ND(17)	ND(110)	H26 10/22
		20	6.0	14	42	2,000	H26 10/22		N2	ND(6.7)	ND(5.9)	ND(17)	110	H26 10/22
		21	15	60	100	1,500	H26 10/22		N3	ND(8.5)	ND(7.2)	ND(17)	260	H26 10/22
		22	44	140	220	650	H26 10/22		N4	ND(7.6)	9.0	69	210	H26 10/22
		23	ND(8.4)	23	67	790	H26 10/22		N5	ND(7.2)	ND(6.2)	ND(17)	240	H26 10/22
		24	100	280	350	530	H26 10/22	N6	ND(7.3)	ND(6.6)	ND(17)	ND(110)	H26 10/22	
		25	38	140	250	480	H26 10/22	2号機	N7	ND(5.5)	ND(6.2)	ND(17)	150	H26 10/22
		26	37	150	270	ND(120)	H26 10/22		N8	ND(8.2)	ND(6.6)	ND(17)	ND(110)	H26 10/22
	27	50	140	220	ND(120)	H26 10/22	3号機		N9	ND(9.4)	ND(7.1)	ND(16)	490	H26 10/22
	3号機	31	200	590	1,000	300		H26 10/22	N10	ND(11)	ND(17)	20	ND(110)	H26 10/17
		32	ND(9.4)	5.9	ND(17)	ND(120)	H26 10/22	N11	ND(11)	ND(16)	1.6	120	H26 10/17	
33		13	43	65	390	H26 10/22	4号機	N12	ND(12)	ND(19)	ND(16)	150	H26 10/17	
34	63	180	290	690	H26 10/22	N13		ND(11)	ND(17)	ND(16)	410	H26 10/17		
40	3,500	11,000	16,000	500	H26 10/22	N14		ND(13)	ND(19)	ND(16)	12,000	H26 10/17		
4号機	45	ND(12)	ND(19)	ND(16)	ND(110)	H26 10/17		N15	ND(7.6)	ND(8.0)	ND(17)	ND(110)	H26 10/22	
	51	ND(12)	ND(20)	21	760	H26 10/17	アレイ設備 アレイ設備	A	ND(2.5)	ND(2.5)	1,300	3,800	H26 10/17	
52	ND(9.4)	ND(6.8)	ND(17)	210	H26 10/22	B		ND(2.2)	ND(2.3)	1,300	3,300	H26 10/17		
						C		7.4	24	1,100	3,800	H26 10/17		
						D		1.6	39	770	2,600	H26 10/17		
						E		2.5	7.7	53	320	H26 10/17		

ドレインおよびサブドレインからくみ上げた地下水の汚染状況

METI HPより



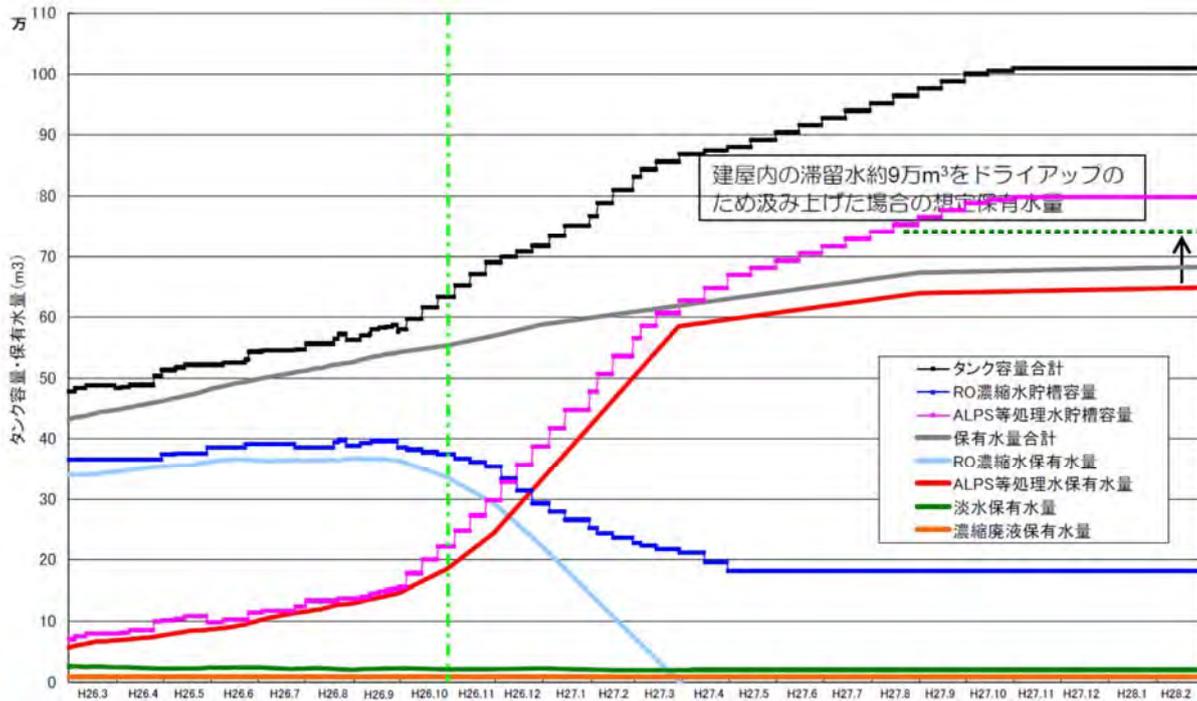
2014/05/21より33回にわたり  
52,961m<sup>3</sup>の地下水を放出、  
1500t/5days程度で、40mm降  
雨に対しては日量90t程度の  
減少、下流側地下水位に関し  
ては20cm程度の降下が認め  
られた(次頁)。

METI HPより

排水経路の付け替え: 外洋へ直接出さない方策



METI HPより



METI HPより

地下水他流入量H26.10～：350 m<sup>3</sup>/日

- HTI建屋止水・地下水バイパス稼働考慮した地下水流入量：約300 m<sup>3</sup>/日
- 護岸エリアの地下水の建屋への移送量：約50 m<sup>3</sup>/日
- H27.9～（陸側遮水壁効果発現）：約50 m<sup>3</sup>/日
  - HTI建屋止水・地下水バイパス・陸側遮水壁を考慮した地下水流入量：約50 m<sup>3</sup>/日

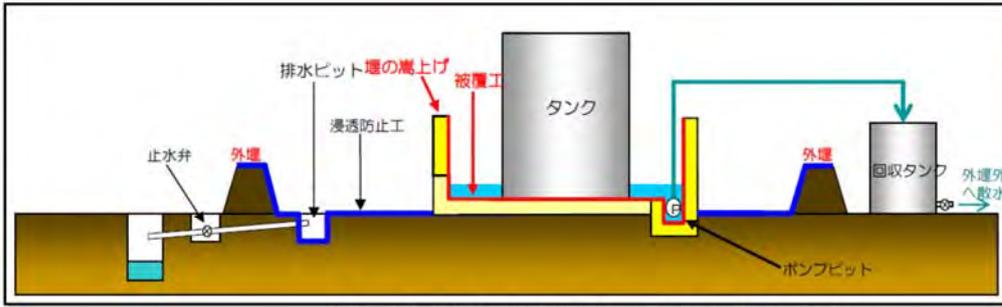
処理設備稼働条件

- ALPS+増設ALPS処理量+高性能ALPS：約1,260m<sup>3</sup>/日（H26.10）  
 (\*) 増設ALPS・高性能ALPSを段階的に稼働したと想定(稼働率は11月以降の半分)
- ALPS+増設ALPS処理量+高性能ALPS：約1,960m<sup>3</sup>/日（H26.11～）
- その他浄化処理設備：約900m<sup>3</sup>/日（H26.12～）  
 (\*) 今後更なる追加を検討し、処理量の増加を図る。

その他

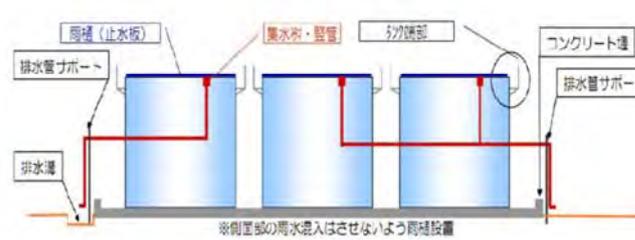
- 2, 3号機トレンチ汲み上げ量：約11,000m<sup>3</sup>（H26.11～H26.12）
- 廃液供給タンク他移送量：約2,000m<sup>3</sup>

METI HPより

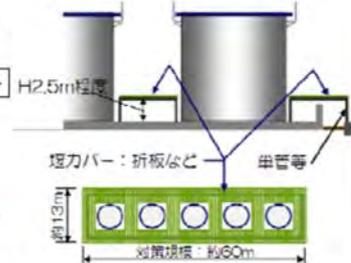


(堰のかさ上げ・二重化)

イメージ図(堰のかさ上げ・二重化、回収タンク)



イメージ図(雨樋)



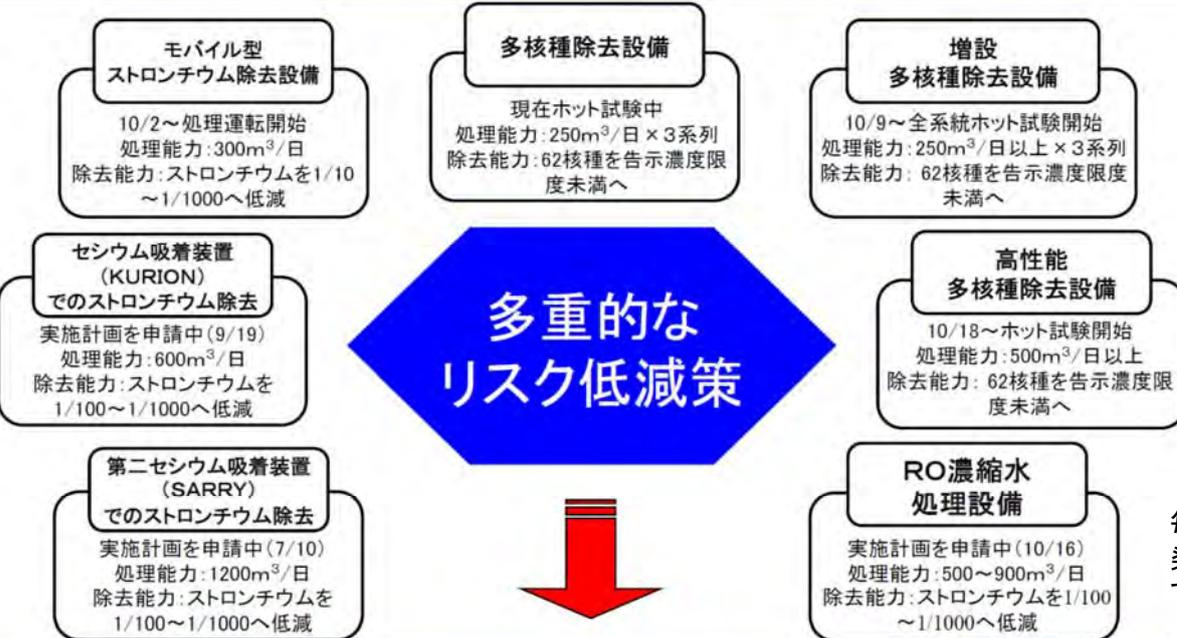
イメージ図(堰カバー)



(堰カバー)

このほか、フランジタンクから溶接タンクへのリプレイスや横置きタンクの撤去などを実施中

METI HPより



毎日2000t程度の高濃度汚染水をトリチウム水に処理できる。⇒400日で処理完了

★多重的な対策により、汚染水のリスク低減を図る。

METI HPより

## トリチウム水(最終的には80万トン以上)の処理

- 海洋放出(IAEA推奨)  
世界基準は満たしている、ステークホルダーの同意確認
- 地中貯留(日本CCS株式会社)  
ルール上は可能、誘発地震や海洋流出誘導の問題あり
- 浅地中処分(JAEA)  
80万トンの汚染水を処理するために30万平米の敷地が必要  
(凍土壁エリアの3倍の大きさ)

## 残された問題

- トリチウム水の処理
- 凍土壁を溶かした後のこと
- 敷地の地下水流動系が変わること

## まとめにかえて

◎チェルノブイリは原発の危険を教えた、フクイチは対策をシステマティックに進めていることが評価できる、廃炉の教科書となるべきだ

◎海洋への汚染プロセスを示すことが世界への責任を果たすことにつながる

### (3) 平成27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27年6月1日（月）
- 会 場：建設交流館 7階 702室
- 通常総会・・・・・・・・・・14：45～15：45（予定）
- 特別講演会・・・・・・・・・・16：00～17：00（予定）
- 講演者：中曾 康壽 氏（関西電力株式会社）
- タイトル：地下水の熱源利用先進国オランダの現状

（★詳細は追ってお知らせいたします）

### (4) Kansai Geo-Symposium 2015 —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：2015年11月20日（金）
- 会 場：大阪市立大学学術情報総合センター
- 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
- 公募論文申込み締め切り：2015年6月12日（金）（予定）

（★論文公募ならびに参加募集のご案内は追ってお知らせいたします）

## 2. 地下水・地盤環境に関する情報

### 災害廃棄物の処理と分別土の有効利用

勝 見 武

京都大学大学院地球環境学堂

#### 1. 「土砂とのたたかい」

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震と大津波で発生した合計3,000万トン級の災害廃棄物・津波堆積物の処理は、被災地の復興における最重要課題の一つであった。国は分別処理とリサイクルを基本方針として掲げ<sup>1)</sup>、多くの地域で国の補助による災害廃棄物等処理事業が実施された。災害廃棄物対応の初期は被災地の有害廃棄物対策や衛生環境の確保に力点が置かれたが、2012年度には分別土砂の利用の必要性が被災各地で議論されるようになった。すなわち、津波によって多量に陸に打ちあげられた土砂すなわち「津波堆積物」は重量で災害廃棄物等全体の3分の1以上を占め、これを土砂として廃棄物から分離・再生し復興資材として活用することにより処分量の低減に寄与することが求められた。この点で、今次の災害廃棄物処理は「土砂とのたたかい」<sup>2)</sup>と言えたのかもしれない。

このような課題を含む東日本大震災で引き起こされた地盤環境問題に対し、筆者は地盤工学会で設置された地盤環境研究委員会（東日本大震災対応調査研究委員会、活動期間：2011年10月～2015年3月）の委員長等として調査研究ならびに現地実務支援に関わる活動を行ってきた<sup>3)</sup>。さらにこの委員会の活動に基づき、2013～2014年度には国立環境研究所の委託と泥土リサイクル協会の支援により「災害からの復興における災害廃棄物、建設副産物及び産業副産物の有効利用のあり方に関する提言検討委員会（略称：復興資材提言委員会）」が設置され活動した。前者の活動の例としては、「岩手県復興資材マニュアル」<sup>4)</sup>の監修や「放射性セシウム含有土壌の土壌洗浄法の適用性評価試験方法」<sup>5)</sup>の提示などが挙げられる。また、後者の復興資材提言委員会では復興資材活用に関する提言<sup>6)</sup>とガイドライン<sup>7)</sup>をとりまとめ公表した（いずれも地盤工学会ホームページからダウンロード可能）。本報告では、まず第2章で災害廃棄物処理の概要を紹介し、3章以下でこれらの委員会の活動にも触れつつ分別土の復興資材への活用取り組みの概要を紹介する。

#### 2. 災害廃棄物処理の概要

災害廃棄物は法制度上は本来自治体が処理するものであるが、処理すべき量が莫大であることと被災による自治体機能の限界などにより、東日本大震災では国の補助により県が処理の実務を執り行われたところが多かった。平成7年兵庫県南部地震での経験も踏まえて、東日本大震災の災害廃棄物処理にも3年間という時限が定められ、福島県の一部の地域を除いて2013年度末までに処理事業がほぼ完了した。処理の方法は地区ごとに特徴あるものであったが、それは災害廃棄物の種類と発生量、仮置きや処理に利用できる土地面積とその環境上の制約、そして事業を実施している各JV企業の技術上の工夫の結果である。図1は、全地区の処理の流れをほぼ網羅するようまとめたものである。環境省では将来の大災害に備えて東日本大震災での経験と知見をとりまとめる作業を行っていて、実際に適用された様々な処理フローの特徴は活かしつつ、危機管理として対応しうる汎用性のある標準処理フローを示している<sup>8)</sup>。

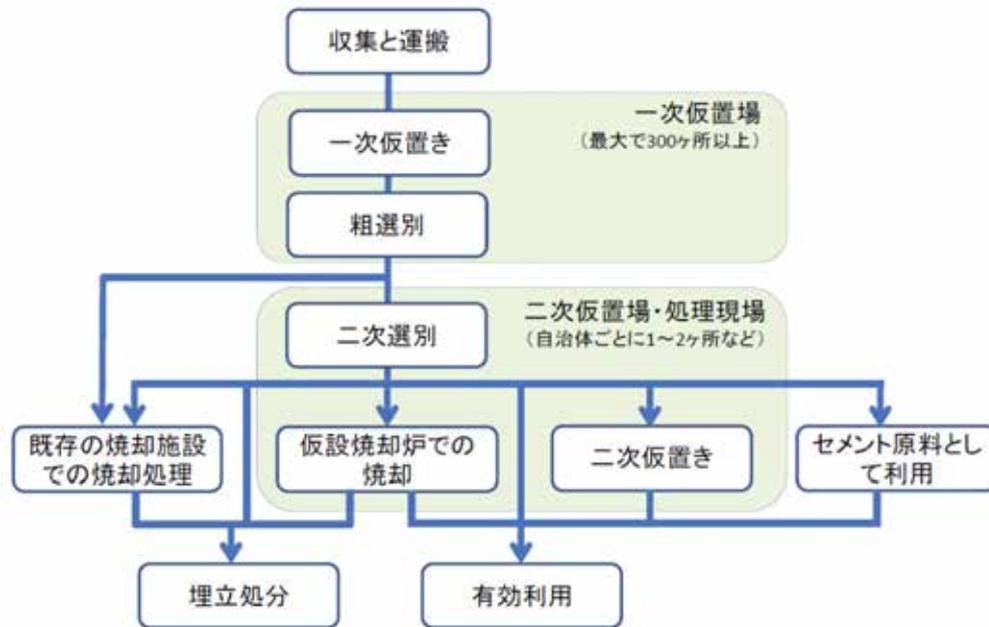


図1 災害廃棄物処理の基本的な流れ

災害廃棄物処理の計画立案の第一段階は廃棄物の量を決めることであり、東日本大震災では様々な方法が試みられた。過去の事例を参考にして、津波の浸水面積と被災戸数で災害廃棄物の発生量が見積もられた例も当初はあったが、その予測法では精度が十分ではなかったようである。全体量だけでなく組成別の量の把握も重要であるが、仮置きされた「廃棄物の山」の表面付近は土砂が少ないが、中に行くほど土砂が多いとの感触も得られている。仮置き場で「廃棄物の山」の写真を撮影し、画像解析に基づいて組成と量を算定する試みも実施された<sup>4)</sup>。

災害廃棄物の多くはまず、最大で300ヶ所以上にものぼる一次仮置場に集積された。2011年の夏には数十ヶ所の仮置き場で自然発火の火災が生じたが、これは廃棄物中に多量に含まれる有機物の分解に伴う可燃ガス発生と発熱・蓄熱によるものであり、いったん火災がおこれば鎮火は難しく、その後の処理やリサイクルにも悪影響を及ぼす<sup>9)</sup>。もし災害廃棄物をそのまま埋立して土地造成すれば、いかにその後の土地の管理が難しいかが想像できよう。

二次選別の作業は「地区」ごと(だいたい自治体ごとに1~2ヶ所)で実施された。二次選別後の材料は、図1に示したように既存の廃棄物処理施設で受け入れるほか、宮城県ではほとんどの処理地区で仮設の焼却施設が設置された。焼却灰の地盤材料としての利用が課題とされ、地盤工学会地盤環境研究委員会の見解<sup>10)</sup>も実務に取り入れられた。岩手県では大手セメント会社の工場で相当量が受け入れられたことが県全体の処理の進捗に大きく寄与している。「焼却するのなら、前もって選別しなくてもよいのではないか」との疑問もあろう。しかし、冒頭に述べたように災害廃棄物には相当量の土砂が含まれており、土砂を含んだまま燃やすのは効率が悪い。焼却の観点からは土砂を取り除き、可燃物主体の材料を焼却施設に受け入れることが望ましい。また、焼却施設によって大きさなどの受入基準が定められており、有害物質の除去も求められ、二次選別が必要となるのである。なお、この受入基準は焼却施設によって様々であり、処理区によっては複数の焼却施設に可燃物を搬出するため、それぞれの受入基準に適合させる処理を行う必要があるなど煩雑さがあつたことも指摘されている。各地区では独自の二次選別

の処理システムが導入されているが、その基本は「破碎」と「選別」の組合せであり、機械選別とも言えよう。選別は篩分け、風力選別、水中分離、磁力、手作業などによっている。

災害廃棄物の処理を行うには、それなりの面積の土地が必要となる。その多くは埋立地や公園などである。沿岸の低地であることが多く、地震による地盤沈降の影響を受けたためかさ上げが必要であったり、焼却炉など施設設置のための地耐力確保で地盤改良がなされた箇所が多い。処理事業の終了とは、このような土地をもとに戻すことまでを含む。環境省は仮置場の返還に関して原状復帰を原則としているが、災害廃棄物仮置場設置のためのかさ上げ盛土や地盤改良などに対しては柔軟な対応が必要であろう。一方、災害廃棄物を扱ったことにより土壤汚染が生じていないかの検討も求められるが、仮置き場として利用する前から汚染が存在していた（と考えられる）場合の対応は社会的影響も大きく、単純には進められない。過去の災害時の事例も参照とし<sup>11)</sup>、自然由来や公有水面埋立などで基準超過の土が存在するのは特殊なことではないという科学的な前提を踏まえ、地域固有の土・土地とどのようにつきあっていくのかの社会的議論の醸成と制度化が必要であろう。

### 3. 分別土砂の特性

災害廃棄物や津波堆積物は、様々な設備やシステムを導入した処理が実施され、適切な分別を行い、種目に応じて積極的な利活用が進められた。土砂を分別するという観点で言えば、地区によっては粘性土が多かったり海水をかぶったことにより膠着性を有していたりして土砂と廃棄物との分離が難しいものもあり、改質材を用いて分別しやすくしたり、可燃物不燃物分離装置などの設備を導入して分別の精度を向上させるといった様々な取り組みがなされた。しかし、分別土砂中には災害廃棄物等を起源とする微細な木くず等が混入するなど、純粋な土砂とは異なる性質を有するものもあったことから、有効利用を図る上で地盤工学特性を把握する必要があった。また、災害廃棄物そのものの地域性や、処理設備、処理システムの差異に起因して、各現場で発生している分別土砂の性状が異なる可能性も考えられた。分別土砂の特性を評価し体系的にとりまとめることは、将来の巨大災害発生時の迅速な復旧を実現する上でも重要な知見となることから、地盤環境研究委員会では岩手県沿岸部の複数の現場から2012年9月に分別土砂を採取し、14機関で物理特性、化学特性の評価を行った<sup>12)</sup>。一方、岩手県環境生活部では災害廃棄物からの分別土砂の有効利用を推進するため「岩手県復興資材活用マニュアル」<sup>4)</sup>を2012年7月に策定したが、本委員会はその監修にあたった。同マニュアルが2013年2月に改訂された際には、本委員会のこの一斉試験の成果が科学的エビデンスとして活かされた。さらに、復興資材提言委員会がまとめた「災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン」<sup>7)</sup>には現場試験盛土の例も示され、分別土砂が通常の土砂と同等の特性・性能を有することを紹介している。

### 4. 復興資材活用への提言

災害廃棄物処理が本格的となった2012年度初頭から分別土砂の有効利用の必要性が議論されるようになったが、その時点では建設サイドで必ずしも積極的に有効利用を進めようという雰囲気ではなかったように筆者は感じている。分別土砂の利用は復興工事で発生する掘削発生土との競合にもなり、山土など新材利用に頼る復興工事の現場もあった。一方で、復興工事で必要とされる土砂は岩手・宮城・福島3県で12,600万 $\text{m}^3$ との見積もりもあった<sup>6)</sup>。したがって、環境、建設、農林などの管轄を超え、関係機関の連携のもと、復興資材も含めた資材のマネジメントを総合的に行っていくことが重要で（図2参照）、

関係者間で議論が進められた。復興資材提言委員会ではオブザーバーとして復興庁、国土交通省、環境省、農林水産省のほか岩手県・宮城県・福島県の環境部局・土木部局の参画も得て、表1に示すような骨子の提言<sup>6)</sup>を2014年3月に公表した。被災地で復興事業として大量につくられる社会基盤は強靱なものでなければならないという前提を踏まえつつ、低環境負荷で資材の分配が実行される必要があり、個々の事業ではなく地域の事業群の総和としての最適化を目指すべきであることを示したものである。



図2 復興事業における資材活用のイメージ<sup>6)</sup>

表1 地盤工学会「災害からの復興における社会基盤整備への復興資材等の利用のあり方に関する提言」に示す基本方針<sup>6)</sup>

(1) 強靱な社会基盤の整備

東日本大震災からの復興に関して現在多くの社会基盤整備事業が実施されているが、これらの事業では、今後再び来るであろう災害への備えも考慮し、将来世代への負担を減らすためにも、安全で品質の良い強靱な社会基盤を残していく必要がある。

(2) 復興資材等の利用の推進

社会基盤整備事業そのものが環境負荷を生じうることに鑑み、可能な限り環境負荷を少なくする取り組みが求められる。そのために、「分別土砂」や「コンクリート再生砕石」などの災害廃棄物を処理した材料や、発生土や産業副産物などの循環資材を積極的に利用することが推奨される。また、資材の運搬等による環境負荷も考慮し、地産地消を進めることが推奨される。

(3) 複数事業の総和としての最適化を目指す取り組み

復興のための社会基盤整備事業は様々な事業主体により行われている。一方、復興資材の製造や発生土・副産物の発生も、異なる事業主体によって行われている。それぞれ個別の事業の最適化を目指すだけでなく、地域で行われている複数の事業の「総和としての最適化」を目指す取り組みが必要である。

## 5. 復興資材活用のためのガイドライン

災害廃棄物から再生された材料の有効利用にあたっては関連する技術と制度の体系化が重要である。復興資材提言委員会では「災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン」<sup>7)</sup>をとりまとめ、2014年9月に公表した。表2はその目次である。第1章では、用語の重要性を踏まえ津波堆積物や分別土砂の定義も含めて一般事項を示している。また、第3章では、用途ごとに分別土砂の適用性を詳述した内容となっている。

本ガイドラインの一つの特徴は、環境安全性への考え方にある。津波堆積土や分別土砂にはフッ素などで環境基準を超過するものがみられた。これらの多くは自然由来と考えられる濃度レベルであったり、津波で海水をかぶったことによるものと考えられる。これらには締固め特性に優れるなど土質材料として優れた性質を示すものも含まれている。地域固有の土砂であることを鑑み、利用用途と利用環境を考慮した適切なリスク評価に基づき、施工性、耐久性、利用環境における環境安全性、経済性などの観点を踏まえて「土の総合的マネジメント」を進めていく必要性についてはこれまでも述べてきたところである<sup>2),3)</sup>。このような分別土砂は公共工事で優先的に使われることがのぞましく、津波の被害を受けた沿岸域での道路かさ上げや海岸公園の再整備などで分別土砂の利用を確実に進めた自治体もあり、運搬距離および被災地の社会基盤の再整備の点からも合理的と考えられる。本ガイドラインでは、このような分別土砂の利用についても科学的な観点で整理・提案を試みている。すなわち、環境安全性の分析の実施状況とその結果ならびに改質手法に基づき分別土砂を No.1～6 に区分し、利用用途の制限とモニタリングならびにトレーサビリティの要求レベルを示している(図3)。改質等を行って基準適合となったものなど(No.2～4)はトレーサビリティの確保を求め、基準不適合のものを一定の条件下で使う場合(No.5～6)はモニタリングの実施とトレーサビリティの確保が必須となる。基準適合が明らかなケース(No.1)については基本的にはモニタリング・トレーサビリティいずれも不要だが、トレーサビリティの確保は将来の形質変更時の対応を考える上で有効であることも提起している。

表2 地盤工学会「災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン」<sup>7)</sup>の目次

章	節
第1章 総説	目的, 基本的な考え方, 用語, 関連する法令と指針
第2章 共通事項	有効活用の範囲, 有効活用の記録・保存 <トレーサビリティ>, 品質評価, スtockヤード活用の考え方, 環境安全性, 放射性物質の影響, 検査頻度, その他留意すべき事項
第3章 用途と活用方法	海岸堤防, 河川堤防, 港湾施設, 水面埋立, 土地造成, 道路盛土, 鉄道盛土, 農用地, 海岸防災林, 工作物の埋戻し材料, 裏込め材
第4章 循環資材による復興資材の改良	循環資材の活用, 環境安全性
第5章 モニタリング	モニタリングの基本的な考え方, 施工時のモニタリング, 施工後のモニタリング

表3 復興資材を有効利用する場合の、有害物質による環境影響に関するモニタリングの考え方<sup>7)</sup>

No.	材料履歴と環境分析結果				利用先制限	施工後 モニタリング <sup>注)</sup>
	分別処理前 分析	他の材料との 混合	分別土砂の 改質	分別・改質 処理後分析		
1	基準適合	無	無	基準適合	制限なし	不要
2	基準適合	無	無	分析なし	制限なし	不要
3	実施の有無を 問わない	有	無	基準適合	制限なし	不要
4	実施の有無を 問わない	有	有 不溶化を目的 としない改質 - 石膏や石灰 等 - に限る	基準適合	制限なし	不要
5	基準超過	実施の有無を 問わない	有 (不溶化 を目的とした 改質 - キレー ト処理等 - を 含む)	基準適合	制限なし	「緩やかなリスク 管理(レベル1)」 の考え方でモニタ リングを実施
6	基準超過 / 基 準適合が確認 できていない もの	実施の有無を 問わない	実施の有無を 問わない	基準超過 / 基 準適合が確認 できていない もの	制限あり	「厳格なリスク管 理(レベル2)の考 え方でモニタリン グを実施

注) 有効利用後に環境安全性が継続して確保されていることの確認

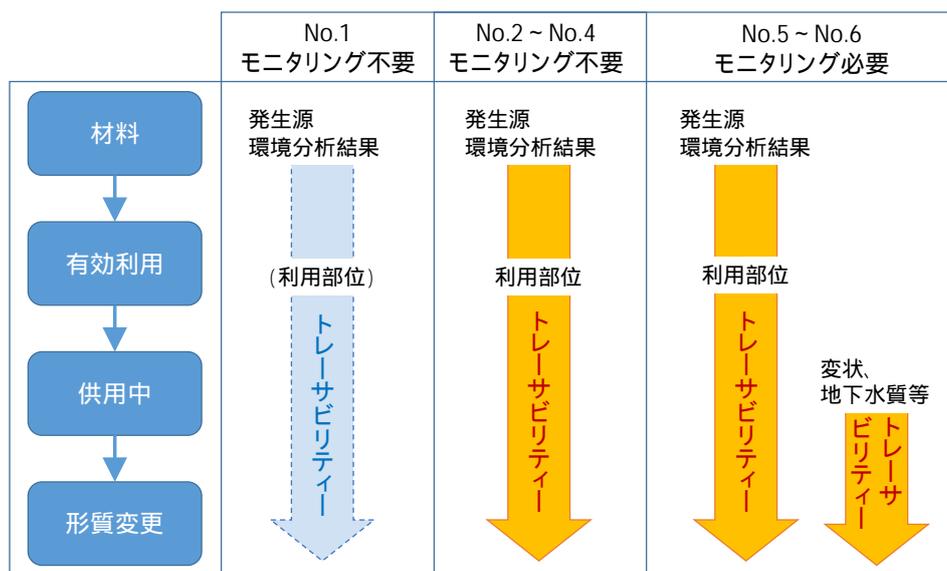


図3 復興資材の有効利用におけるトレーサビリティの考え方<sup>7)</sup>

## 6. おわりに

以上に述べた取り組みは現在進行形の東日本大震災からの復興に貢献するだけでなく、将来の巨大災害への対応<sup>8), 13)</sup>にも活かされるべきものである。また、管轄を超えた有効利用の取り組みや環境安全性に関する議論は、災害時だけでなく平時における土砂の有効利用にも深く関わる問題でもある。東京オリンピックに向けて進められるであろう社会基盤整備事業や東京外環道路、整備新幹線やリニア新幹線など、多量の掘削土砂の発生が見込まれるプロジェクトが進められつつある現状を鑑みると、3章や4章で示した提言やガイドラインの考え方が参考になる部分もあると考えている<sup>14)</sup>。

本稿で紹介した地盤工学会の地盤環境研究委員会ならびに復興資材提言委員会の活動にあたっては、委員各位の尋常ならざる献身的な参画はもちろんのこと、岩手・宮城・福島各県や環境省・国土交通省・農林水産省などの関係各位をはじめとする多くの方々と情報を交換させて頂いたり様々な機会を頂いたことが極めて有意義であった。このような貴重な機会に関わって頂いた方々に謝意を表するとともに、被災され未だ不自由な暮らしを強いられている方々にお見舞い申し上げます。

## 参 考 文 献

- 1) 環境省(2011): 東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針(マスタープラン), 2011.
- 2) 勝見 武(2014): 災害廃棄物の処理と土砂の再生に挑む, 土木学会誌, Vol.99, No.3, pp.26-29.
- 3) 勝見 武・遠藤和人・乾 徹・大河原正文・肴倉宏史・保高徹生(2014): 東日本大震災における地盤環境課題への取り組み, 地盤工学会誌, Vol.62, No.10, pp.20-23.
- 4) 岩手県(2013): 岩手県復興資材活用マニュアル.
- 5) 保高徹生・大山 将・佐藤 透・地盤環境研究委員会TF-N1(2013): 放射性セシウム含有土壌の土壌洗浄法の適用性評価試験, 第10回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, 地盤工学会, pp.301-306.
- 6) 地盤工学会(2014): 災害からの復興における社会基盤整備への復興資材等の利用のあり方に関する提言 - 解説.
- 7) 地盤工学会(2014): 災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン.
- 8) 環境省(2015): 巨大地震発生時における災害廃棄物対策検討委員会 委員会資料.
- 9) 遠藤和人・山田正人(2011): 災害廃棄物の仮置場における火災予防対策, 都市清掃, Vol.65, No.306, pp. 7-11.
- 10) 肴倉宏史(2013): 災害廃棄物焼却主灰を原料とする再生資材の地盤材料利用を対象とした物性評価スキームの提案, 第10回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, pp.419-426.
- 11) 八村智明ほか(2010): 災害後の廃棄物等の地盤環境への影響, 地盤環境および防災における地域資源の活用に関するシンポジウム発表論文集, pp.101-104.
- 12) 大河原正文ほか(2013): 災害廃棄物処理過程で発生する分別土砂の特性評価, 第10回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, 地盤工学会, pp.355-360.
- 13) 環境省(2014): 巨大災害発生時における災害廃棄物対策のランドデザインについて.
- 14) 勝見 武(2015): 土の有効利用に関する取り組みと課題, 建設リサイクル(印刷中).
- 15) 勝見 武(2015): 災害廃棄物から再生した分別土砂の復興資材への活用, セメント・コンクリート, No.815, pp.17-20.

# 新名神高速道路 箕面トンネルにおける水環境保全対策について

西日本高速道路(株) 関西支社 新名神大阪西事務所 岡 浩一、南場 憲一郎、前本 将志  
大成建設(株) 関西支店 小杉 勝之、加藤 宏征、藤本 昭弘、近藤 正隆

## 1 はじめに

新名神高速道路高槻第一 JCT (仮称) ~ 神戸 JCT の大阪府域は、北摂地域の森林・渓谷が分布する山地部を通過し既成の市街地や人家集落を避けるとともに、国定公園や自然公園等、自然環境を保全する上で重要な地域においては、トンネル構造とすることにより地形の改変を最小限に留める計画とした結果、本線の半分以上がトンネル構造となっている。当該区間で最長 4 997m (下り線) を誇る箕面トンネル (仮称) (図 1) は、茨木市と箕面市の市境部に位置し、東側坑口より約 1 km の地点では、土被り約 19m で「勝尾寺川」と交差する。河川交差部で土被りが薄い区間については、断層破碎帯も集中していることにより、トンネルへの地下水の引き込みが懸念されることから、施工中の河川等対策に加え、完成時においてトンネル本体工に非排水構造 (WT: ウォータータイト) を採用している。本文は、箕面トンネル東工事のトンネル掘削に伴う勝尾寺川周辺における水環境保全対策について、報告するものである。



図 1 - 箕面トンネル位置図

## 2 箕面トンネル東工事の概要

箕面トンネル東工事は、上り線 4 982m のうち 2 081m、および下り線 4 997m のうち 2 087m の施工で、地形は主として標高 250 ~ 550m の山地であり、主要河川沿いには狭い平地が分布している。地質は、東坑口より中生代の丹波帯であり、頁岩主体の混在岩が 8 割を占め、その西側には、古生代の超丹波帯の砂岩や砂岩優勢層が見られる (図 2、図 3)。

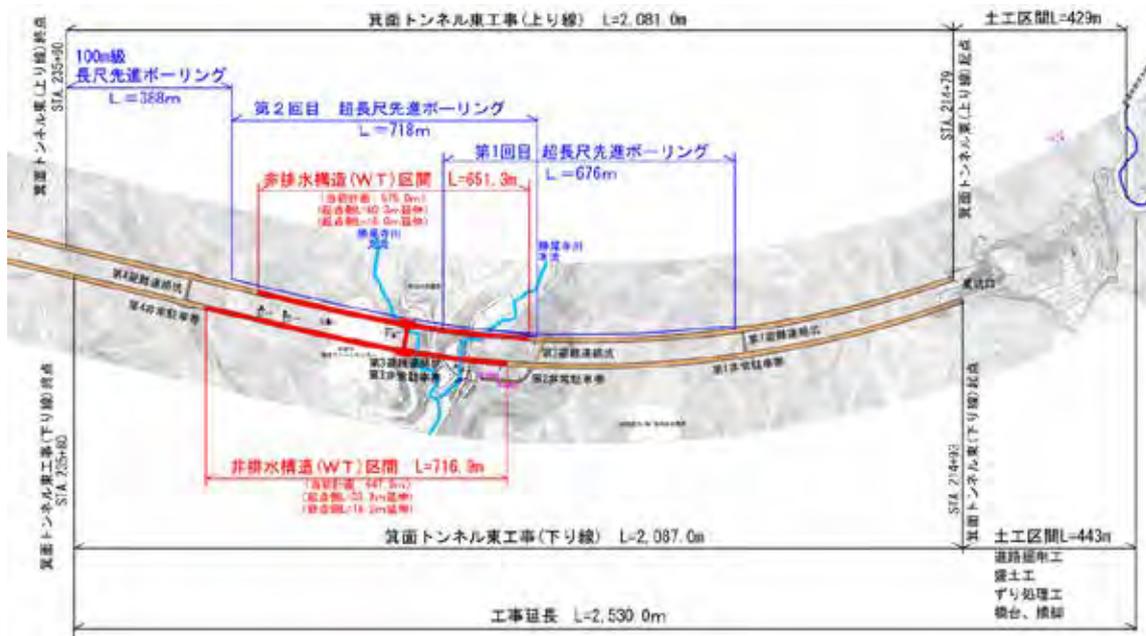


図 2 - 平面図

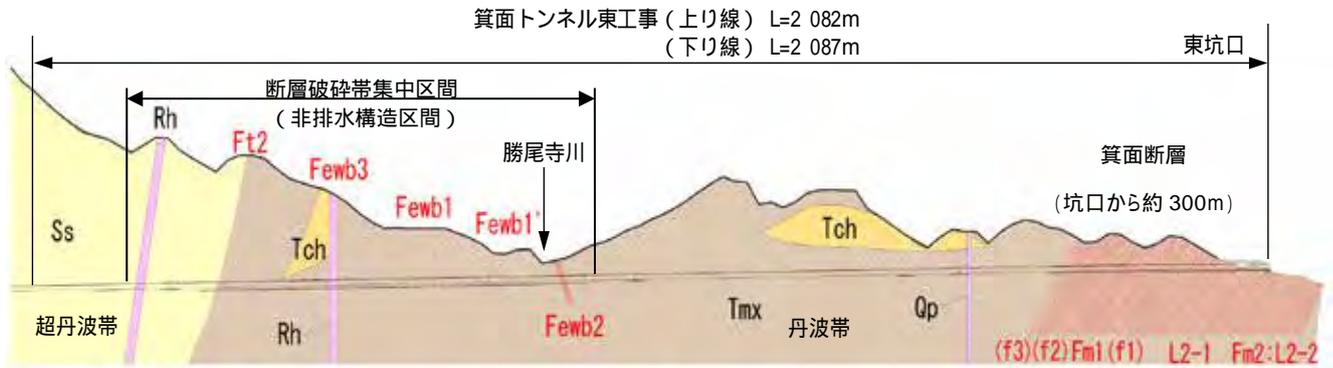


図3 - 地層地質縦断面図

### 3 水環境保全対策の進め方

トンネル掘削によって周辺地域の利水に影響が及ばないように調査・対策を行いながら慎重に施工すべく、平成19年度より有識者、関係行政を交えての「新名神高速道路大阪府域 地下水流動対策委員会（委員長：岡山大学大学院 西垣誠教授）」を設立、これまでに7回の委員会を開催し、トンネル掘削等に伴う課題の抽出、地下水への影響評価方法、影響予測を議論し、『トンネル掘削に伴う水環境保全の基本方針』を定め、『先進ボーリングやモニタリング等を用いた地下水情報化施工』を採用し、トンネル施工を進めている。

### 4 3次元浸透流解析

水文・地質等の調査結果をもとに、トンネル掘削による地下水の挙動を予測。(図4) 影響予測の方法は、3次元浸透流解析より、トンネル掘削(無対策)が完了し、十分時間が経過した後、地下水位が10m以上低下することが想定される範囲を見出した。なお解析上の限界から正確に再現・予測することはできないため、解析結果はマクロ的な地下水の動きを把握するものとした(図5、図6)。

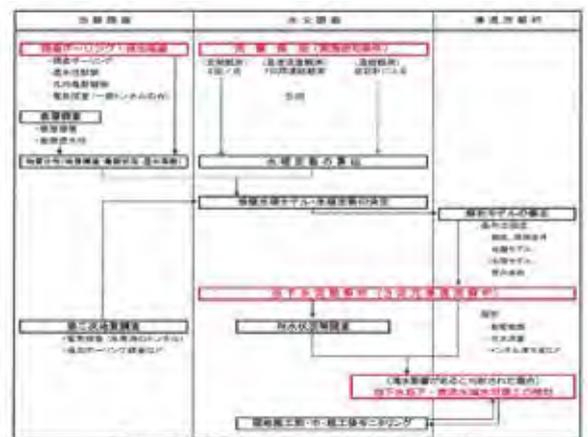


図4 - 地下水予測解析の流れ

## 3次元浸透流解析について

水文・地質等の調査結果をもとに、トンネル掘削等による地下水の挙動をマクロ的に把握することを目的に実施した。この結果をもとに、影響が想定される注意箇所を抽出し、対策工の検討を行うとともに、施工時の適切な観測体制や、問題が生じた場合に迅速な対応を行うことが可能となる。

- ◆3次元浸透流解析とは
  - ・連続方程式と運動方程式を組み合わせ、有限要素法により地下水の挙動を予測する手法
  - ・地形や地質構成等を3次元的に考慮できる
  - ・経路・不飽和浸透流解析を併用することにより、降雨浸透を考慮できる
  - ・現状でも精度がよい予測手法
- ◆施工前の水文・地質調査項目
  - ・空中写真判読、地形判読(断層等の把握)
  - ・現地地質調査(地表における地質、断層の把握)
  - ・湧頭調査(沢の流水状況、湧頭の把握)
  - ・水文調査(井戸水位、沢等の流量観測、水田等利水状況調査)
  - ・水質調査(PH等)
  - ・ボーリング(詳細な地質状況の把握)
  - ・弾性波調査(地盤に伝わる弾性波の速度から、地盤の硬軟などを面的に把握)
  - ・電気探査(地盤の電気の流れやすさから、地下水の状況を面的に把握)
  - ・透水試験(地下水位、地盤の透水係数の把握)
- ◆解析上の限界
 

①調査の限界

  - ・事前調査においては、断層周辺の地質について、現地調査やボーリングによる詳細調査を行っている。しかし、実際の地質構成や透水性などは非常に複雑で、地点・深さによって異なるため、広域かつ正確に状況を把握することはできない。

②モデル化にあたっての限界

  - ・調査の限界から、それぞれの地盤の透水係数などを解析上は平均化している。
  - ・複数の帯水層や不透水層の存在は確認できるものの詳細な分布が不明確なため、実際に存在する地下水をモデル化できない。
  - ・降雨を観測している井戸水位、沢等の流量は日々変化しているが、解析上は平均化している。

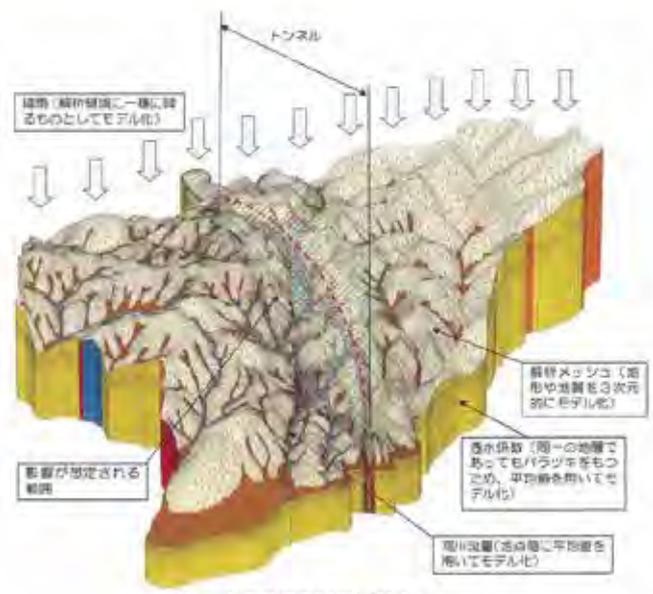


図5 - 3次元浸透流解析モデルの概念図

⇒3次元浸透流解析は、現状でも精度がよい予測手法であるが、全ての井戸や沢の流量のそれぞれについて、正確に再現・予測することはできないため、解析結果はマクロ的な地下水の動きを把握するものとして取り扱うべきものである。





## 6 勝尾寺川周辺における水環境保全対策の基本方針・具体的な対策工

勝尾寺川付近については、水環境保全対策の基本方針，トンネル掘削に伴う地下水流動予測結果から，周辺環境への影響が懸念されるため，以下の対策を実施している（図10）。

◆トンネル掘削に伴う水環境保全対策について

- 勝尾寺川付近については、トンネル掘削に伴う地下水流動予測結果から、周辺水環境への影響が懸念されるため、以下の対策を実施する計画である。
  - 勝尾寺川の切り直し（河川の影響範囲に水路を仮設し、河川水をバイパスさせる）
  - トンネル湧水の返水施設の設置（対策①③を実施しても影響が確認された場合の準備）
  - トンネルの非排水構造の構築（トンネルに地下水を流入させない）
  - トンネル湧水の返水（対策①③を実施しても影響があった場合に実施）
- 上記の計画している対策のうち、①勝尾寺川の切り直し、②トンネル湧水の返水施設は、対象区間のトンネル掘削前に設置する。なお、③トンネルの非排水構造は、トンネル掘削後に構築する。
- 万一、①③の対策を実施しても、周辺水環境に影響があった場合には、④トンネル湧水の返水を行うことで、水利用に影響を与えないように勝尾寺川の流量を確保することができる。
- 勝尾寺川付近以外の土被りが厚い区間については、トンネル掘削等によって浅い層の地下水には影響を与えないことを想定している。ただし、先進ボーリングやモニタリングを利用した地下水情報化施工（前述のフロー図）により、周辺水環境に影響を与えないよう慎重に施工を進め、適切な対策を行う。

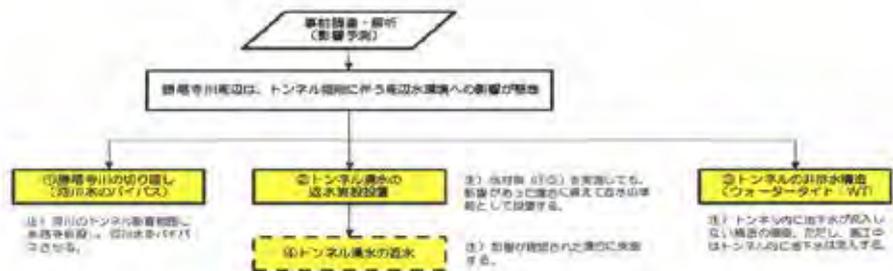


図 勝尾寺川付近で計画している水環境保全対策

対策工種別	①河川水の切り直し【別紙①】 （河川水のバイパス）	②トンネル湧水の返水施設【別紙②】	③トンネルの非排水構造【別紙③】 （ウォータータイト）				
対策工の概要 （目的と手法）	勝尾寺川近傍で計画しているトンネルの非排水構造は、施工中はトンネル内に地下水が流入するため、勝尾寺川の流量が減少する可能性がある。 よって、勝尾寺川の流量に影響を与えないように、トンネル掘削による影響の可能性のある河川区間に管路を設置し、河川水をバイパスさせる。	周辺水環境に影響の可能性のある勝尾寺川近傍では、トンネルの非排水構造や河川水の切り直しを行うが、カゲー、それでも影響が発生した場合に備えて、トンネル湧水の返水施設を準備する。 返水施設は、地上部へ返水する堰杭と、堰杭とトンネルをつなぐ構杭からなり、返水は勝尾寺川に放流する。	トンネル掘削に防水シートを敷設することにより、トンネル内に地下水が流入しない構造にする。ただし、非排水構造を構築するまでのトンネル掘削中は、トンネル内に地下水は流入することから、周辺地下水を低下させる可能性があるが、非排水構造の完成後、周辺地下水は現状に回復する。				
対策工の概要図	<p>【河川断面（トンネル掘削前）】</p> <p>【トンネル掘削時（河川掘削前）】</p>	<p>【トンネル掘削時（河川掘削前）】</p>	<p>トンネル全周に均等に防水シート（厚さ2mm）を敷設し、水が漏れないようにする。また、トンネルに作用する水圧に耐えられるように、通常の鋼管断面を同等とし、覆工を厚くする。</p> <table border="1"> <tr> <td>トンネル外径 防水シート 覆工</td> <td>鋼管径 上部のみ(φ8mm) 0.3~0.4m程度</td> <td>トンネル外径 防水シート 覆工</td> <td>鋼管径 定常(φ20mm) 0.4~0.5m程度</td> </tr> </table> <p>【トンネルの構築部別断面】</p>	トンネル外径 防水シート 覆工	鋼管径 上部のみ(φ8mm) 0.3~0.4m程度	トンネル外径 防水シート 覆工	鋼管径 定常(φ20mm) 0.4~0.5m程度
トンネル外径 防水シート 覆工	鋼管径 上部のみ(φ8mm) 0.3~0.4m程度	トンネル外径 防水シート 覆工	鋼管径 定常(φ20mm) 0.4~0.5m程度				
適用	勝尾寺川において実施する。切り直し水路の設置は、勝尾寺川近傍のトンネル掘削を行う前に行う。 切り直し水路は仮設であり、トンネル工事の完了時には、水路を撤去する。ただし、河川に影響が残る場合はトンネル湧水の返水を行い、勝尾寺川の流量を確保する。	勝尾寺川において実施する。返水施設の設置は、勝尾寺川近傍のトンネル掘削を行う前に行う。 返水は、勝尾寺川の流量に影響が認められた場合に行う（④）。また、掘削中に影響が発生して返水を行っても、非排水構造を構築した後に、地下水位が回復して勝尾寺川への影響がないことを確認した場合は、返水を終了する。	技術的境界から、トンネルに作用する水圧が1MPa（水深100m相当）程度以下の区間に採用する。 河川交差部でトンネル土被りが薄く透水性が高いと想定される勝尾寺川近傍で採用する計画である。対策範囲は、事前調査で設定しているが、先進ボーリング結果等により検討を行い、適切な範囲に設定する。				

図10 - 勝尾寺川周辺での水保全対策概要

## 河川水の切り廻し（河川水のバイパス）

勝尾寺川付近について、施工中はトンネル内に地下水が流入するため、勝尾寺川（本流および支流）の流量が減少する可能性がある。よって、勝尾寺川の流量に与える影響を最小限に抑えるため、河川管理者と協議しトンネルから45度の範囲については底版コンクリート（L=192m）を設置、河川水を引き込まない構造とした。また、さらに上流から管路（L=214m）を設置し、河川水のバイパスを図った（図11）。



図11 - 勝尾寺川河川水バイパス

## トンネル湧水の返水施設

前述、後述を実施しても影響が生じた場合に備え、トンネル湧水の返水施設を設置した。返水施設は、地上部への豎孔(28m)と、豎孔と本坑をつなぐ横坑からなり、坑内湧水を勝尾寺川に放流している(図12)。



図12 - 返水設備の設置状況

## トンネルの非排水構造（WT：ウォータータイト）

トンネル全周囲に防水シートを敷設し、地下水が流入しない構造（図13）とする。これにより、非排水構造を構築するまでのトンネル掘削中は、坑内に地下水が流入し周辺地下水が低下する可能性があるが、非排水構造（WT）完成後、周辺地下水は現状に回復する計画を採用した。

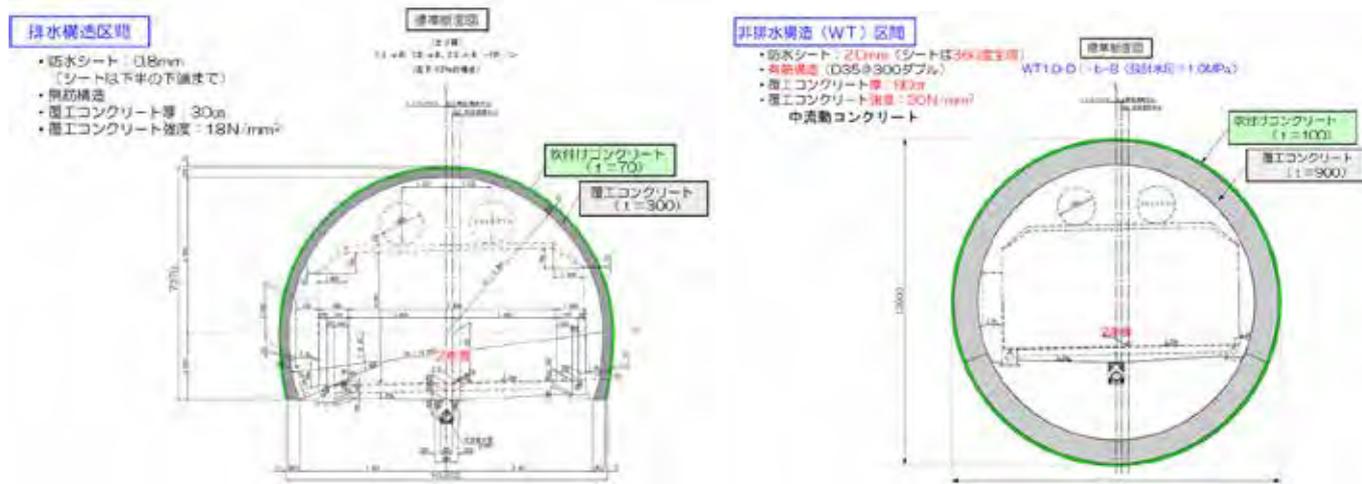


図13 - トンネル構造断面図

## 7 非排水構造（WT）区間の設定方法

### 排水構造（WT）の採用

勝尾寺川周辺は、土被りが小さく高透水性の高い断層が密集していることから、トンネル掘削により周辺水環境に影響を及ぼす可能性が高いことが想定されるため、非排水構造（WT）を採用した。また、複数想定される断層破碎帯を網羅するように区間を設定した（図14）。

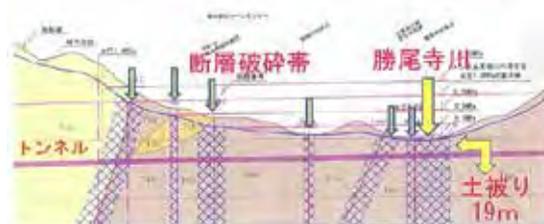


図14 - 非排水構造区間の地質縦断面図

### 非排水構造（WT）の区間設定及び端部処理方法

WT区間の起終点部はトンネル縦断方向の地下水流動を抑制する理由から、透水性の低い地山内に配置することが重要である。

そこで、透水性の低い健岩内にファンカーテングラウトを含むWT区間の端部を1D（約12m）配置する。健岩部とは、透水係数  $k = 2.7 \times 10^{-7} \text{m/sec}$  ( $2.7 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ ) 以下の地山を示す（図15）。

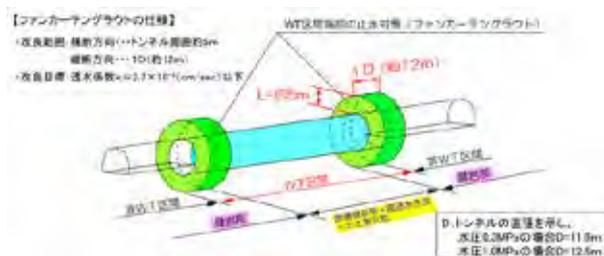
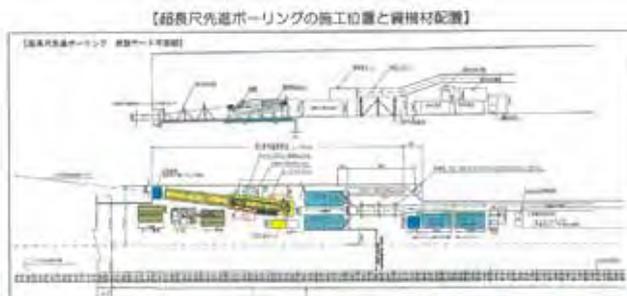


図15 - 透水性の低い健岩部概念

### 実施工における非排水構造（WT）区間の検証方法

- ・1000m級の超長尺先進ボーリング（コントロールボーリング）で得られた水理地質情報により、起終点位置を検証し、必要であれば区間の修正を行う（図16）。
- ・トンネル掘削切羽が起終点位置の100m程度手前に位置した段階で、100m級の長尺先進ボーリングを行い、起終点周辺の透水性を確認する（透水試験により透水係数を確認）。
- ・トンネル掘削後に切羽観察等により起終点位置の再確認を行い、必要であれば位置の微修正を行う。



・削孔には特殊なビットを使います。ビットは超高水圧で回転させます。

図16 - 超長尺先進ボーリング実施状況

## 8 非排水構造（WT）区間の起終点位置の検証結果

### 点位置の検証結果（図17，図18）

超長尺先進ボーリングと長尺先進ボーリング施工時のモニタリング状況では，ボーリング時の多量湧水箇所において，勝尾寺川周辺に設置している観測井の孔内水位が低下した。ボーリング径は 100mm 程度であるが，明確な地下水環境への影響が確認されたため，影響の出していない区間（上下線共に東坑口側へ約 60m 移動）までWT 起点位置を延伸させることとした。

また，切羽からの長尺先進ボーリングにおいて，変更したWT 起点位置周辺の透水係数を調べたところ，同じ位置で健岩部との境界を確認できた。

最終的には，切羽が設定した起点位置に到達した段階で，切羽湧水量、モニタリング結果，および切羽観察記録により最終確認を行ったところ，切羽周辺において湧水量が約 200 L/min 増加し，破碎部も確認されたため，起点位置の最終確認ができた。

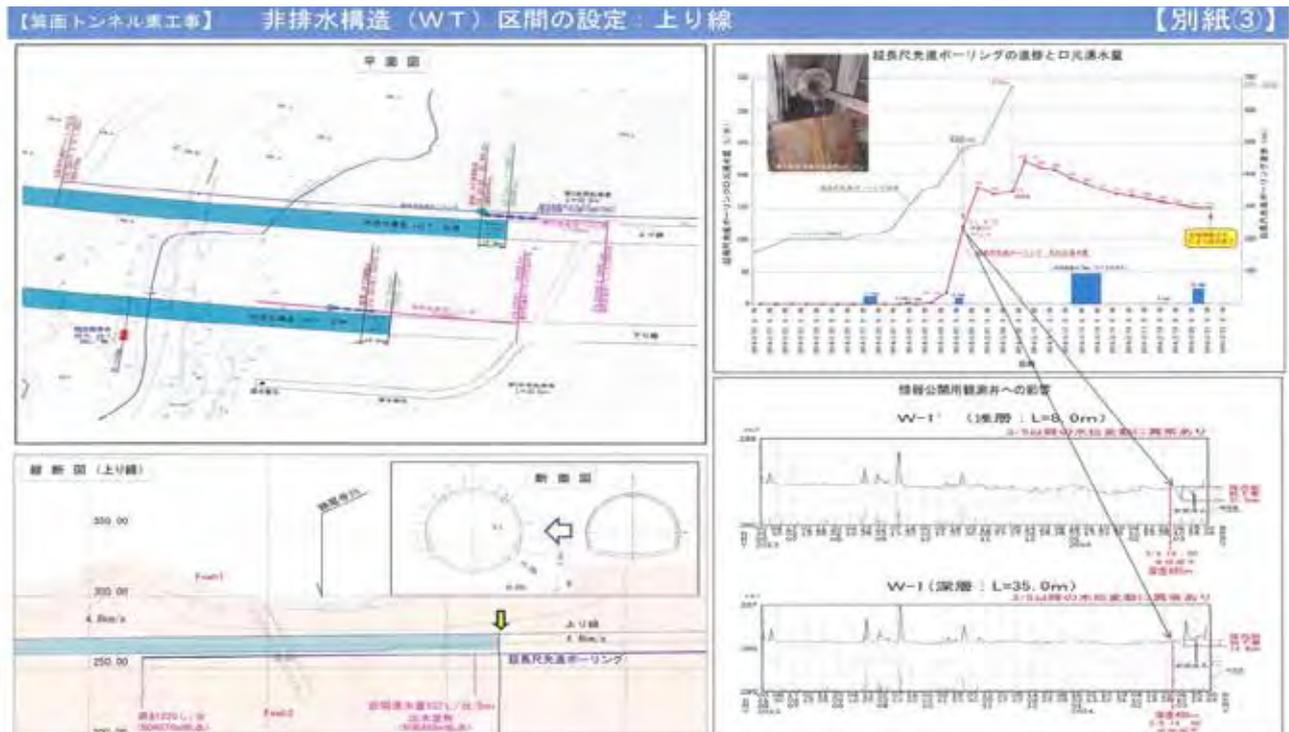


図17 - 上り線WT 起点の検証結果

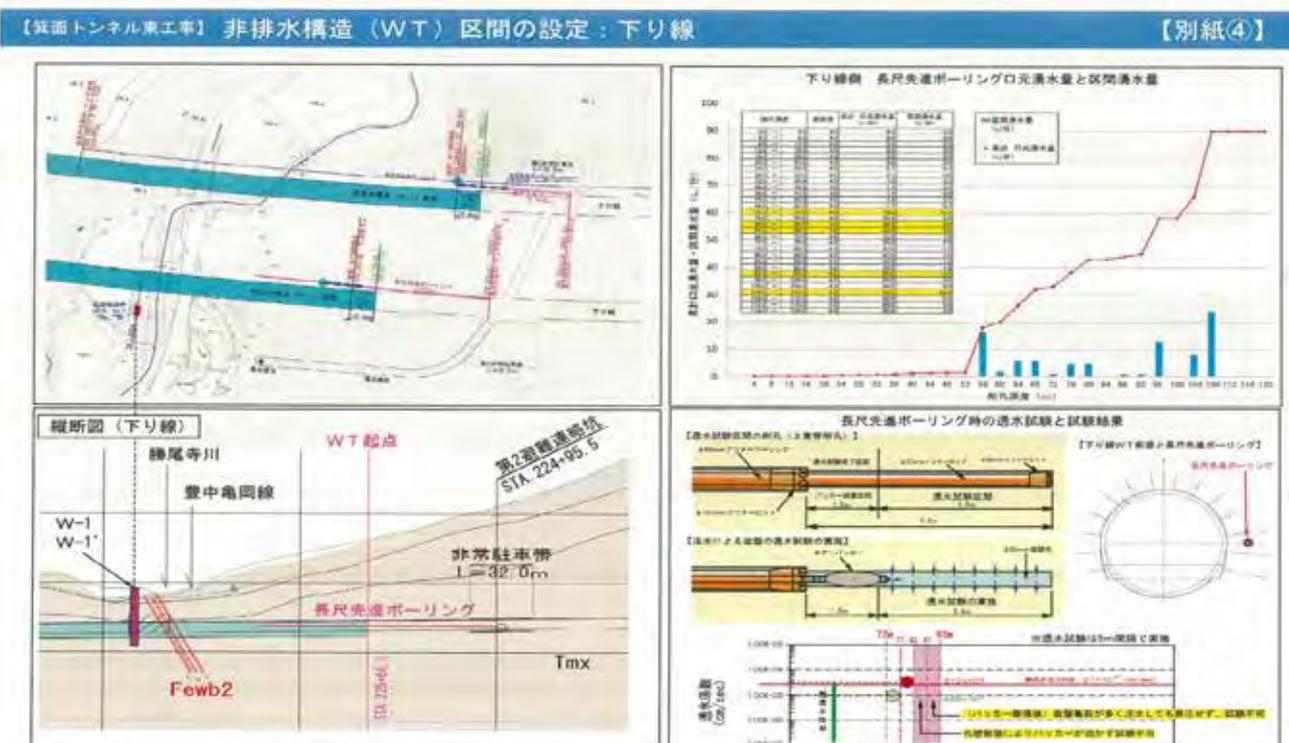


図18 - 下り線WT 起点の検証結果

## 終点位置の検証結果

超長尺先進ボーリング結果より、Fewb3、Ft2の各断層破碎帯付近で多量湧水が確認され、観測井W-2の孔内水位の低下も確認することができた。また、Ft2断層破碎帯を越えた先に湧水の少ない健岩部を確認できたため、当初より約16m延伸した位置をWT区間終点位置と設定した。

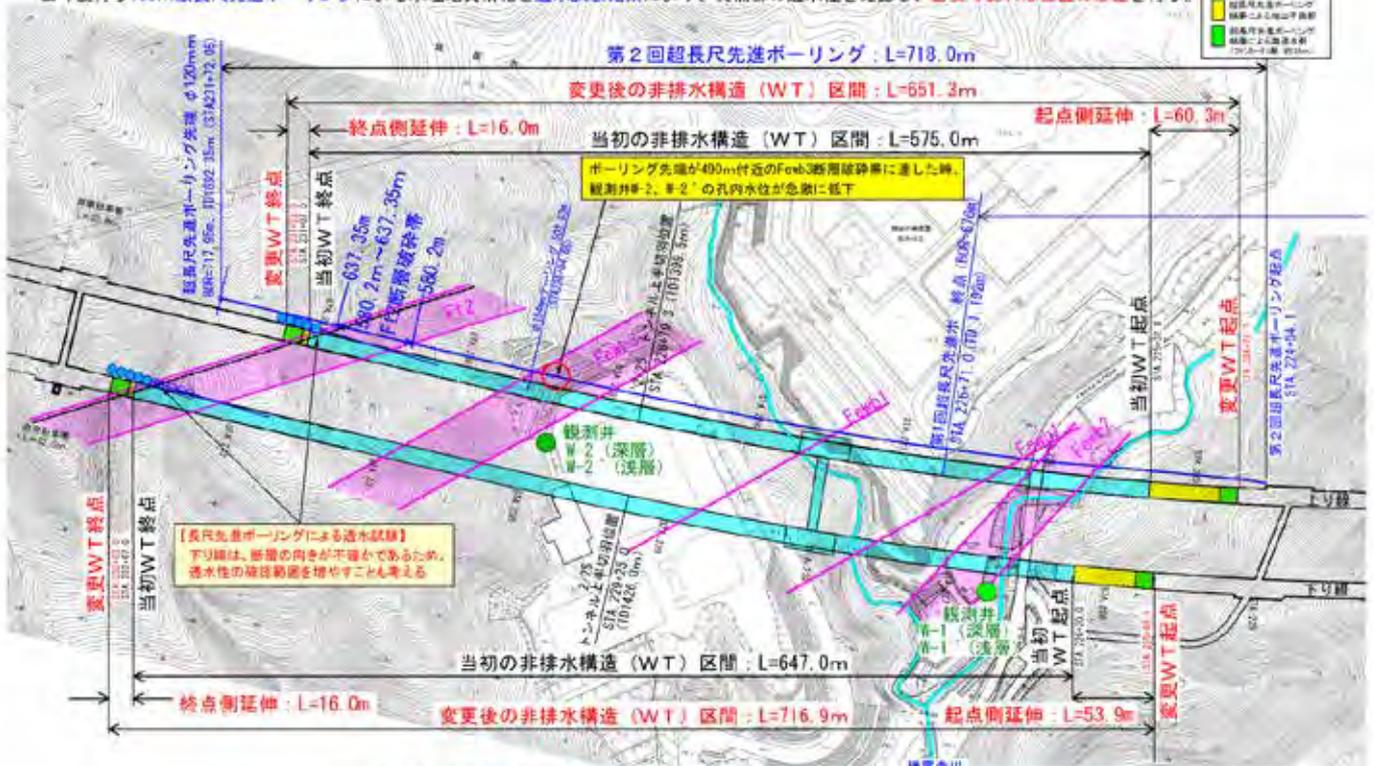
現時点で切羽は、設定した位置から約250m手前の為、今後、100m手前になった時点で長尺先進ボーリングを行い、設定したWT終点位置周辺の透水係数を確認し、終点位置を確定させる。

また、起点側同様に切羽が到達した段階で、切羽湧水量、モニタリング結果、および切羽観察記録により最終確認を行い、必要に応じて微修正を行う。

以上、非排水構造(WT)の起点位置の設定は完了し、掘削に入っており、終点位置は最終確認前の状況であるが、当初計画での設定に対し、上り線で約76m、下り線で約70m延伸させる結果が得られた(図19、図20)。

### 【真面トンネル取工事】非排水構造(WT)区間終点位置の検証と仮設定

- 超長尺先進ボーリングの結果より、WT区間終点位置は、混在岩(頁岩主体)と砂岩の層境にある「Ft2断層破碎帯」の先の健岩で湧水の無い場所に仮設定する。この結果、WT区間終点位置は上下機共に当初位置より16m延伸とする。
- 今後行う100m級長尺先進ボーリングによる水理地質情報と透水試験結果により、終点部の透水性を確認し、必要であれば位置の修正を行う。



※図中の各断層破碎帯の位置は、事前地質解析結果の位置を今回の超長尺先進ボーリング結果に基づき修正したものを示す。

図19 - WT起終点の検証結果



図20 - WT掘削状況

## 9 水文調査のモニタリングとデータ公開

トンネル掘削により、周辺の地下水位低下が懸念されるため、地下水位・河川流量等のモニタリングを実施し、影響の有無を確認しながらの施工を行っている。（図21）

また、西日本高速道路株式会社ホームページにおいて、地下水位および河川流量（9地点13データ）とトンネル湧水量データを3か月毎に公開している（図22）。

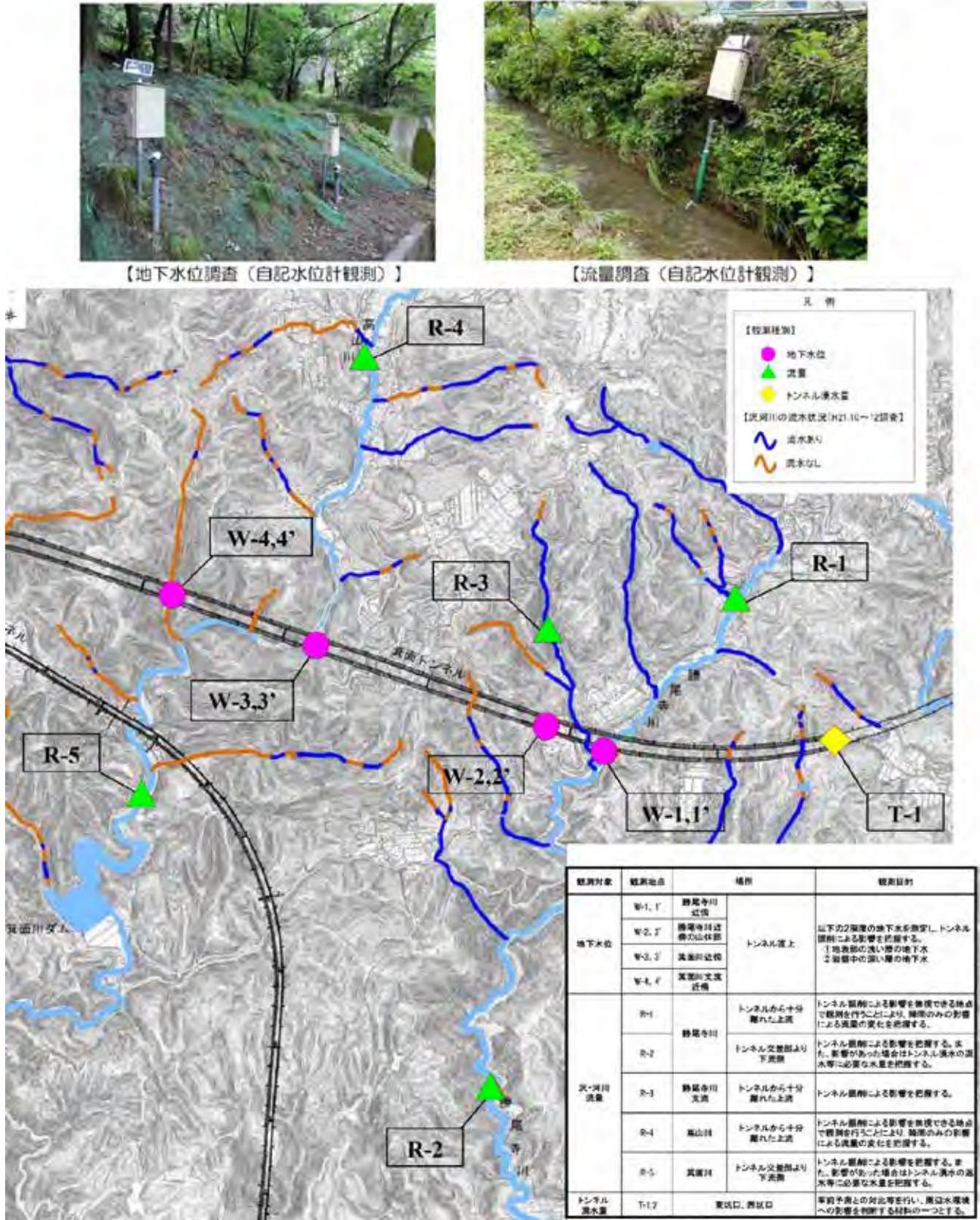


図21 - 水文調査のモニタリング箇所



### 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」第57巻第1号(2015年2月発行)では、特集「地盤沈下の現状から見る今後の地下水管理」および特集「水循環基本法」が掲載されています。両特集の著者は以下のとおりです。

- ・特集 「地盤沈下の現状から見る今後の地下水管理」の掲載にあたって (大東 憲二)
- ・資料  
「わが国の広域地盤沈下対策と地下水の適正利用について」 (上田 健二)  
「濃尾平野の地盤沈下対策と地下水管理の現状」 (大東 憲二)  
「筑後・佐賀平野の地盤沈下と地下水管理の現状」 (内田 洋平)  
「関東平野の地盤沈下の現状」 (守田 優)  
「地盤沈下が沈静化した後の地下水管理のあり方」 (徳永 朋祥)  
「地下水の揚水規制と有効利用に関するパネルディスカッション」 (大東 憲二)

---

- ・特集 「水循環基本法」の掲載にあたって (中島 誠)
- ・論説  
「水循環基本法における地下水管理の法理論—地下水の法的性質をめぐって—」 (宮崎 淳)  
「これからの地下水ガバナンス」 (田中 正)  
「水循環基本法と地下水」 (谷口 真人)
- ・資料  
「水循環基本法の成立と地下水保全」 (中川 俊直)

※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。

## (2) 「水循環基本計画」の作成

昨年成立しました水循環基本法（平成26年法律第16号）に基づき、水循環に関する施策を集中的かつ総合的に推進するため、内閣に水循環政策本部が設置されました。水循環政策本部においては、

1. 水循環基本計画の案の作成及び実施の推進に係る事務
  2. 関係行政機関が水循環基本計画に基づいて実施する施策の総合調整に関する事務
  3. その他水循環に関する施策で重要なものの企画及び立案並びに総合調整に関する事務
- が実施されています。

次ページ以降に、内閣府が公表している「水循環基本計画の骨子」および「今後のスケジュール等」を転載します（出典：[http://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu\\_junkan/](http://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/)）

# 水循環基本計画の骨子

## **総論**

水循環基本計画の性格、計画期間等について記述する。

## **第1部 水循環に関する施策についての基本的な方針**

- ◎ 水は生命の源であり、絶えず地球を循環し、大気、土壌等の他の環境の自然的構成要素と相互に作用しながら、人を含む多様な生態系に多大な恩恵を与え続けてきた。また、水は循環する過程において、人の生活に潤いを与え、産業や文化の発展に重要な役割を果たしてきた。
- ◎ 特に、我が国は、国土の多くが森林で覆われていること等により水循環の恩恵を大いに享受し、長い歴史を経て、豊かな社会と独自の文化を創り上げることができた。
- ◎ しかしながら、近年、都市部への人口の集中、産業構造の変化、地球温暖化に伴う気候変動等の様々な要因が水循環に変化を生じさせたことにより、渇水、洪水、水質汚濁、生態系への影響等様々な問題が顕著となっている。
- ◎ このような現状に鑑み、水が人類共通の財産であることを再認識し、水が健全に循環し、そのもたらす恵沢を将来にわたり享受できるよう、健全な水循環を維持し、又は回復するための施策を包括的に推進していくことが不可欠である。

### **1. 健全な水循環の維持又は回復のための取組の積極的な推進**

(第3条1項関係)

- ◎ 水が水循環の過程において地球上の生命を育み、国民生活及び産業活動に重要な役割を果たしていることに鑑み、健全な水循環の維持又は回復のため、関係する施策の一層の推進、新たな施策の立案・実施、施策間連携、自治体や地域住民との協力連携、民間との連携を積極的に推進する。
- ◎ 国民一人一人が、水に育まれた国土と文化を守り、水がもたらす恵みや水に係る災いへの備えを考えられるよう、水循環に関する教育、啓発、広報、情報共有の推進を図るとともに、健全な水循環の維持又は回復に関する国民の自発的な活動が促されるような措置を講ずることが必要である。
- ◎ 健全な水循環の維持又は回復に関する施策を適正に策定し、及び実施するため、必要な調査の実施や、科学技術の振興のための措置を講ずることが必要である。

## 2. 水の適正な利用及び水の恵沢の享受の確保

(第3条2項関係)

- ◎ 水が国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものであることに鑑み、水の効率的な利用や、節水、雨水・再生水の利用等、水資源の有効利用施策を推進する。
- ◎ 国民が将来にわたって水の恵沢を共有できるよう、安定した水資源の確保と安全で良質な水の確保が重要である。
- ◎ 地下水の持続的な利用について、地域の状況に応じて、その適正な利用と保全を推進する。
- ◎ 老朽化した水インフラの適切な更新、耐震化等、長寿命化に向けた戦略的な維持管理・更新等を推進する。
- ◎ 大規模災害や異常な気象現象においても国民生活及び産業活動を支えるため、水の利用が確保されることが重要である。
- ◎ 社会経済情勢の変化や気候変動に適切に対応しつつ、環境負荷を低減し効率的で有効な水の利用を図るため、水質改善、雨水・再生水の利用、資源利用等を推進する。

## 3. 水の利用における健全な水循環の維持

(第3条3項関係)

- ◎ 水の利用に当たって水循環に及ぼす影響が回避され又は最小となるよう、関係者の連携のもと、水の汚染の防止、水の効率的な取配水、再利用、適切な処理・排水が重要である。
- ◎ 健全な水循環の維持について総合的な対応が図られるよう、水量と水質、地表水と地下水、平常時と渇水・洪水時など、水循環に係る情報を、関係者の連携のもと一体となって収集、共有、活用する体制を整えることが重要である。

## 4. 流域における総合的かつ一体的な管理

(第3条4項関係)

- ◎ 水が、蒸発、降下、流下又は浸透により、海域等に至る過程で、地表水又は地下水として河川の流域を中心として循環するとの認識のもと、流域に係る水循環について、関係機関が連携し、流域として総合的かつ一体的に管理する必要がある。
- ◎ 水循環の基盤となる森林、河川、農地、里地里山等を連続した空間として捉え、流域全体の健全な水循環の維持又は回復を図るため、水環境と生態系の保全と再生の取組を推進する。
- ◎ 流域において人の生活に潤いを与え、産業や文化の発展に重要な役割を果たしてきた水を育むため、流域における水の貯留・涵養機能の維持及び向上が重要である。
- ◎ 自然災害による流域の被害が最小となるよう、ハード・ソフト両面にわた

る総合的な取組を推進する。

- ◎ 危機的な渇水の際には、国民の生命と生活を守るため、政府・関係機関が一丸となって対応することが重要である。

## 5. 国際的協調の下での水循環に関する取組の推進

(第3条5項関係)

- ◎ 世界での健全な水循環の維持又は回復を目指し、国連を始めとする国際社会に水循環の理念を発信・共有し、世界共通の目標を掲げ、共に行動を興す取り組みを推進する。
- ◎ 水が人間の安全保障と尊厳の基盤であることを認識し、発展途上国を始めとする各国の水循環政策の立案、実施、発展に貢献し、水循環に関する我が国の主導的立場を確立することが重要である。
- ◎ 日本と世界において水の適正な利用と水の恵沢の多面的な享受が一層効果的に行われるよう、健全な水循環の維持又は回復に関する科学技術の振興を加速させる。
- ◎ 水循環に関する国際ネットワークの拡大、水分野における国際標準化への参画、海外への技術協力、我が国の産官学の技術や知見を活用した水ビジネスの国際展開への支援等を通じて、世界の水問題の解決に向けた国際貢献を推進する。

## 第2部 水循環に関する施策に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策

### 1. 貯留・涵養機能の維持及び向上

(第14条関係)

流域における水の貯留・涵養機能の維持及び向上を図るための、雨水浸透能力又は水源涵養能力を有する森林、河川、農地、都市施設等の整備その他必要な施策等。

### 2. 水の適正かつ有効な利用の促進等

(第15条関係)

水が国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものであることに鑑み、水の利用の合理化その他水を適正かつ有効に利用するための取組の促進施策。

水量の増減、水質の悪化等水環境に対する影響を及ぼす水の利用等に対する規制その他の措置等。

### 3. 流域連携の推進等

(第16条関係)

流域の総合的かつ一体的な管理を行うための必要な体制の整備を図ること

等による連携及び協力の推進並びに流域の管理に関する施策に地域の住民の意見が反映されるようにするために必要な措置等。

#### **4. 健全な水循環に関する教育の推進等**

(第17条関係)

国民が健全な水循環の重要性についての理解と関心を深めるよう、健全な水循環に関する学校教育及び社会教育における教育の推進、普及啓発のために必要な措置等。

#### **5. 民間団体等の自発的な活動を促進するための措置**

(第18条関係)

事業者、国民又はこれらの者の組織する民間の団体が自発的に行う、健全な水循環の維持又は回復に関する活動の促進に必要な事項等。

#### **6. 水循環施策の策定に必要な調査の実施**

(第19条関係)

水循環に関する施策を適正に策定し、及び実施するため、水循環に関する調査の実施及び調査に必要な体制の整備その他の必要な措置等。

#### **7. 科学技術の振興**

(第20条関係)

健全な水循環の維持又は回復に関する科学技術の振興を図るため、試験研究の体制の整備、研究開発の推進及びその成果の普及、研究者の養成その他の必要な措置等。

#### **8. 国際的な連携の確保及び国際協力の推進**

(第21条関係)

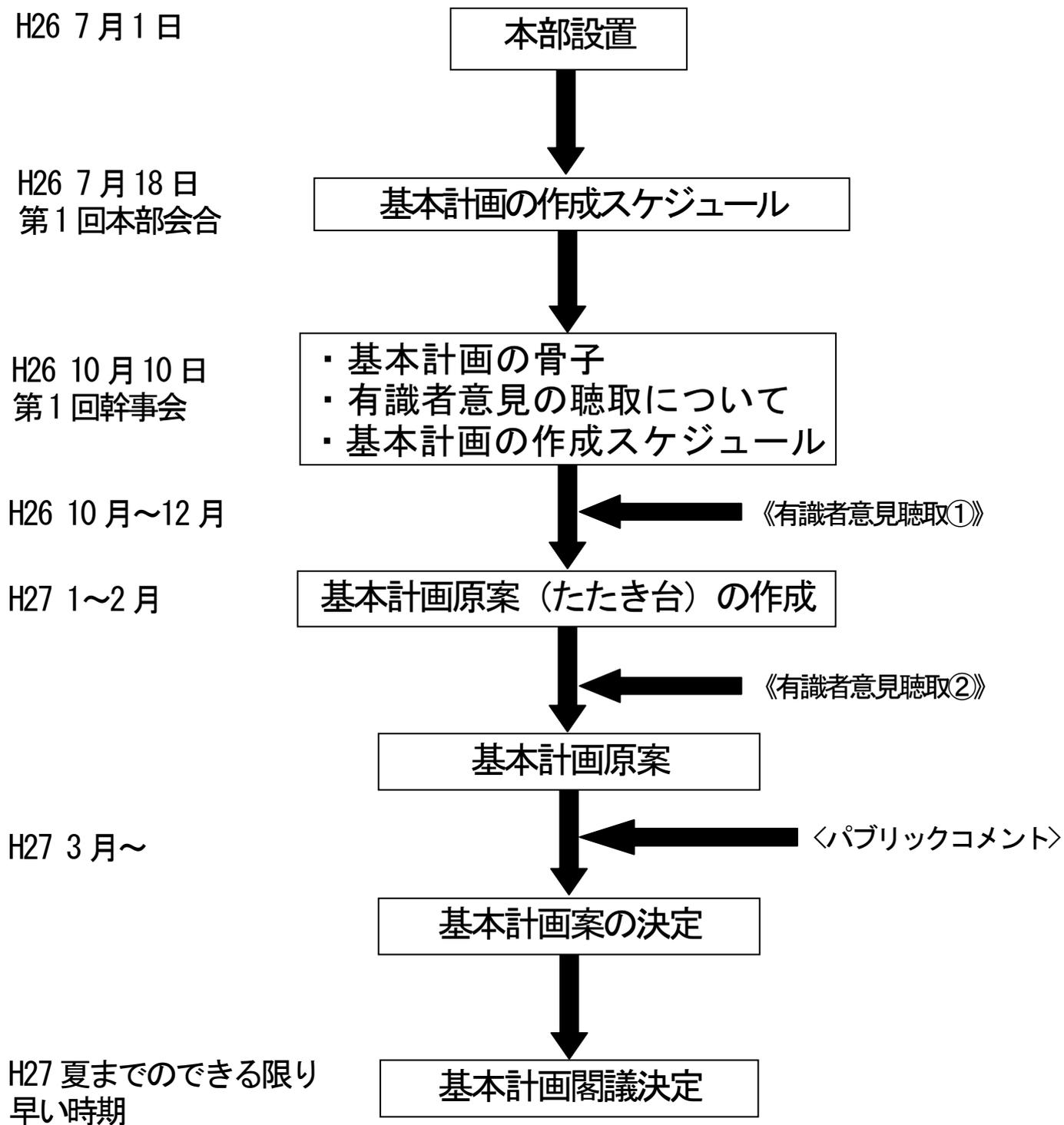
健全な水循環の維持又は回復に関する国際的な連携の確保及び水の適正かつ有効な利用に関する技術協力その他の国際協力の推進に必要な措置等。

### **第3部 水循環に関する施策を総合的かつ計画的に推進するための必要な事項**

(第4～10条関係)

- ◎ 水循環に関する諸施策の推進に向け、国のみならず、地方公共団体、事業者等が相互に連携を図りながら協力するよう努める。
- ◎ 「水の日」の意義を踏まえ、国及び地方公共団体が実施する水の日趣旨にふさわしい事業等を通じて、国民の間に広く健全な水循環の重要性についての理解と関心を深める。

# 水循環基本計画の作成に向けたスケジュール



### (3) 地中熱利用ヒートポンプシステムの設置状況調査結果（環境省）

●以下、環境省ホームページ (<https://www.env.go.jp/press/15945.html>) より転載

#### 地中熱利用ヒートポンプシステムの設置状況調査の結果について(お知らせ)

環境省では、今後の地中熱利用の普及促進を図るための基礎資料とするため、地中熱利用ヒートポンプシステムの設置状況についてアンケート調査を行い、その結果を取りまとめましたので、公表します。

2011年の設置件数は、前年に比べ43%増加し、累計では990件となりました。

#### 1. 調査の背景

地中熱を利用したヒートポンプは、冷暖房等に使われる省エネルギー技術の一つで、排熱を大気に出さないこと等から、地球温暖化対策として、またヒートアイランド現象の緩和対策として、近年設置数が急速に増えています。

また、エネルギー・環境会議において、「革新的エネルギー・環境戦略」が策定され、その中の三つの戦略の一つである「グリーンエネルギー革命の実現」の中で、再生可能エネルギー熱(地中熱、太陽熱、河川熱、下水熱など)の利用拡大を図ることが位置付けられました。

こうした中で、環境省では、今後の地中熱利用の普及促進を図るための基礎資料とするため、本調査を実施しました。

#### 2. 調査の概要

調査対象:特定非営利活動法人地中熱利用促進協会(以下「協会」という。)の会員、協会が地中熱利用に関する実績を把握している事業者(施主、設計者、工事会社等)・大学・地方公共団体及びインターネットでの検索結果により地中熱利用に関する実績を有する事業者・大学

調査期間:平成24年8月～10月

調査方法:調査票を電子メールで送付・回収

調査回収結果:依頼数:234、回答数:169

集計方法:1月～12月を1年とし、2011年12月までの設置件数を集計

#### 3. 調査結果の概要

回答のあった169事業者等の集計結果から、地中熱利用ヒートポンプシステムの設置件数の結果は以下のとおりでした。

- ・地中熱利用ヒートポンプシステムの年間の設置件数は、2011年には207件となり、2010年では145件だったのに比べ43%増加しました。2010年も前年より25%増加しており、近年急速に増えています。
- ・設置件数の累計は990件で、クローズドループシステム(※1)、オープンループシステム(※2)のシステムの方式別にみると、クローズドシステムが8割強を占めています(クローズドループ836件、オープン

ループ 149 件、併用5件)。

- 施設別にみると、住宅での設置件数(434 件)が最も多く、次いで事務所(114 件)、公共施設(72 件)の順となっています。
- 都道府県別にみると、北海道が 322 件と最も多く、次いで東京都(87 件)、岩手県(72 件)、青森県(50 件)、秋田県(49 件)で多くの件数が設置されています。

#### 4. 環境省における取組み

環境省では、今回の結果を地中熱利用ヒートポンプの普及促進方策の検討に活用します。また、地中熱利用ヒートポンプシステムの低コスト化に関する技術開発・実証研究及び地盤環境のモニタリング機器を組み込んだシステムの一層の普及促進を支援するため、平成 25 年度予算要求において、「地中熱利用ヒートポンプシステムの普及促進を図るための技術開発推進事業」(要求額:200 百万円)及び「先進的地中熱利用ヒートポンプシステム導入促進事業」(要求 額:213 百万円)を要求しているところです。

## 地中熱利用ヒートポンプシステムの設置状況調査の結果について（お知らせ）

地中熱を利用したヒートポンプは、年間を通じて温度変化の少ない地中を熱源とし、省エネルギー・二酸化炭素排出抑制・ヒートアイランド緩和に寄与します。

環境省では、平成22年度から2年毎に全国の地中熱利用ヒートポンプシステム設置状況を調査しています。今般、本年度実施した調査の結果をとりまとめました。

年間設置件数は年々増加傾向にあり、2012年と2013年には250件を超え、累計設置件数は、前回調査（2011年まで）の990件から2年間で523件増の1,513件（2013年まで）となりました。

近年、普及が進む地中熱利用の実態把握と今後の更なる普及促進の基礎資料とするため、環境省は引き続き本調査を行ってまいります。

### 1. 調査の概要

調査対象：特定非営利活動法人地中熱利用促進協会（以下、「協会」という。）の会員、協会が地中熱利用に関する実績を把握している事業者（施主、設計者、工事会社等）・大学・地方公共団体及びインターネットでの検索結果により地中熱利用に関する実績を有する事業者・大学

調査方法：調査票を電子メールで送付・回収

調査回収結果：依頼数122、回答数90

集計方法：1月～12月を1年とし、2013年12月までの設置件数を集計した

### 2. 調査結果の概要

2013年までの地中熱ヒートポンプ累計設置件数は1,513件で、前回調査の990件から523件増となり、2012年、2013年の年間設置件数は250件を超えました。【表1、別紙 図1 参照】

なお、方式別では、クローズドループ1,301件（86.0%）、オープンループ201件（13.3%）、併用11件（0.7%）となっています。【別紙 図1 参照】

表1 年間設置件数

設置年	設置件数
1981～1999年	69
2000年	10
2001年	10
2002年	25
2003年	21
2004年	41
2005年	47
2006年	117
2007年	70
2008年	104
2009年	115
2010年	148
2011年	213
2012年	251
2013年	272

〔参考〕

- ・環境省「地中熱利用システム」パンフレット  
([http://www.env.go.jp/water/jiban/pamph\\_gh/index.html](http://www.env.go.jp/water/jiban/pamph_gh/index.html))
- ・環境省「地中熱利用にあたってのガイドライン」  
(<http://www.env.go.jp/water/jiban/gl-gh201203/index.html>)

また、環境省では平成26年度から環境に配慮した地熱・地中熱等利用事業の初期コスト低減による自立的普及を促し、地域のニーズや特性に適した環境保全型低炭素社会の構築を目指した補助事業を実施しています。平成27年度も引き続き継続していきたいと考えています。

- ・「地熱・地中熱等利用による低炭素社会推進事業」（平成26年度）  
(<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=18008>)

#### 連絡先

環境省水・大気環境局土壌環境課地下水・地盤環境室

代 表：03-3581-3351

直 通：03-5521-8308

室 長：二村 英介（内線6610）

室長補佐：米山 実（内線6606）

担 当：萩原 将博（内線6608）

## 関連情報

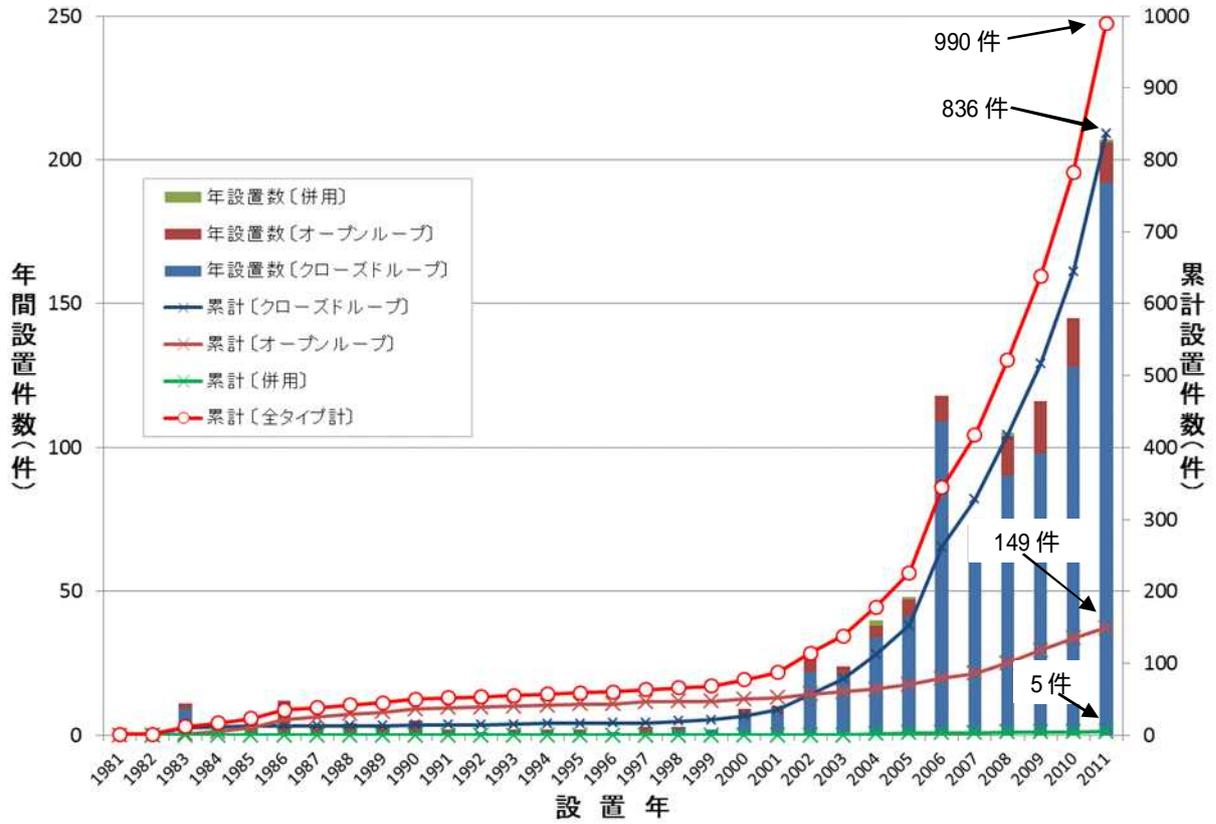
### 関連Webページ

[地中熱利用ヒートポンプシステムの設置状況調査の結果について（平成24年度調査）](#)

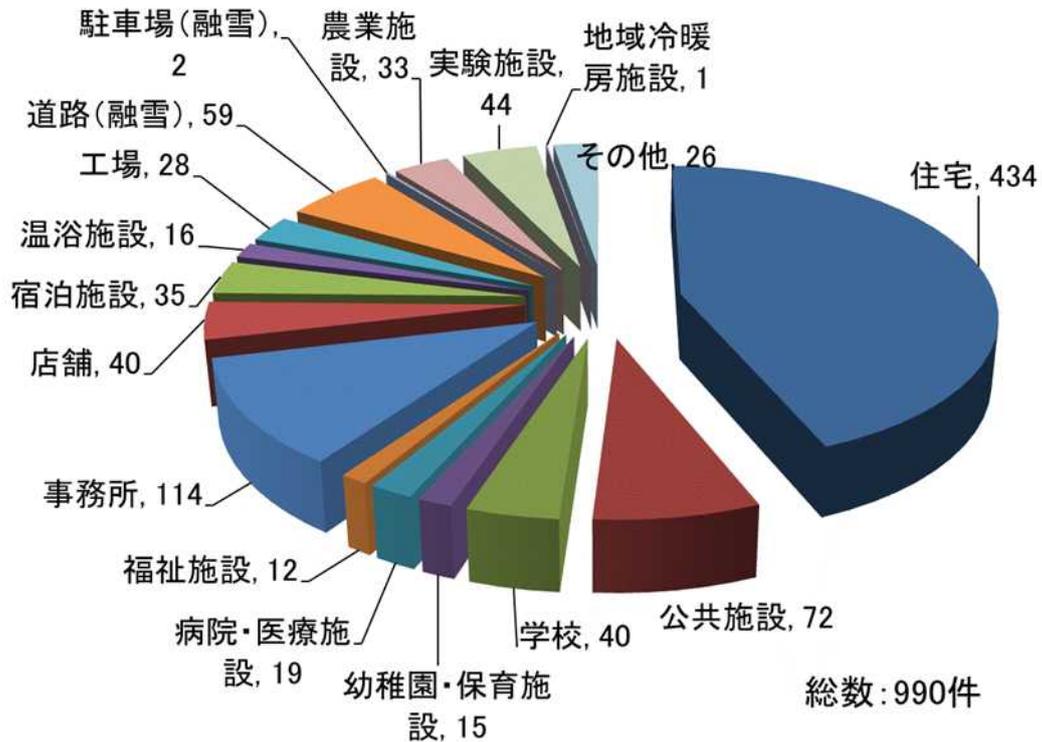
[地中熱関係](#)

## 地中熱利用ヒートポンプシステムの設置状況調査結果

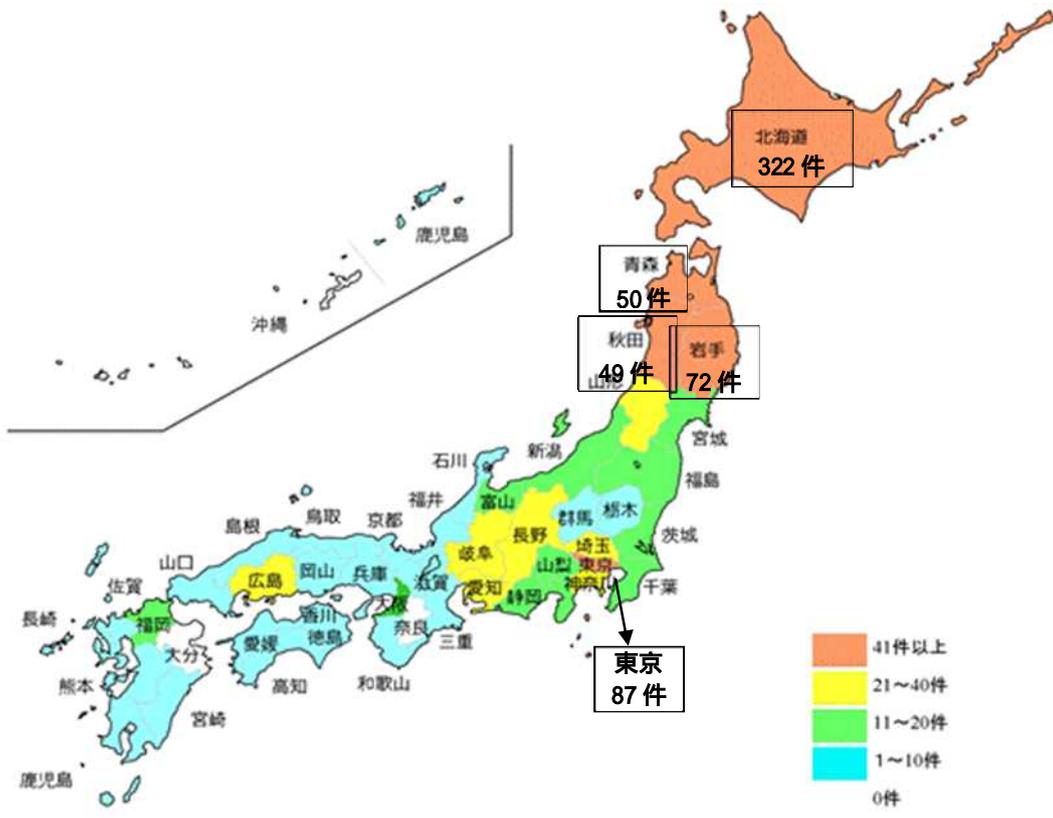
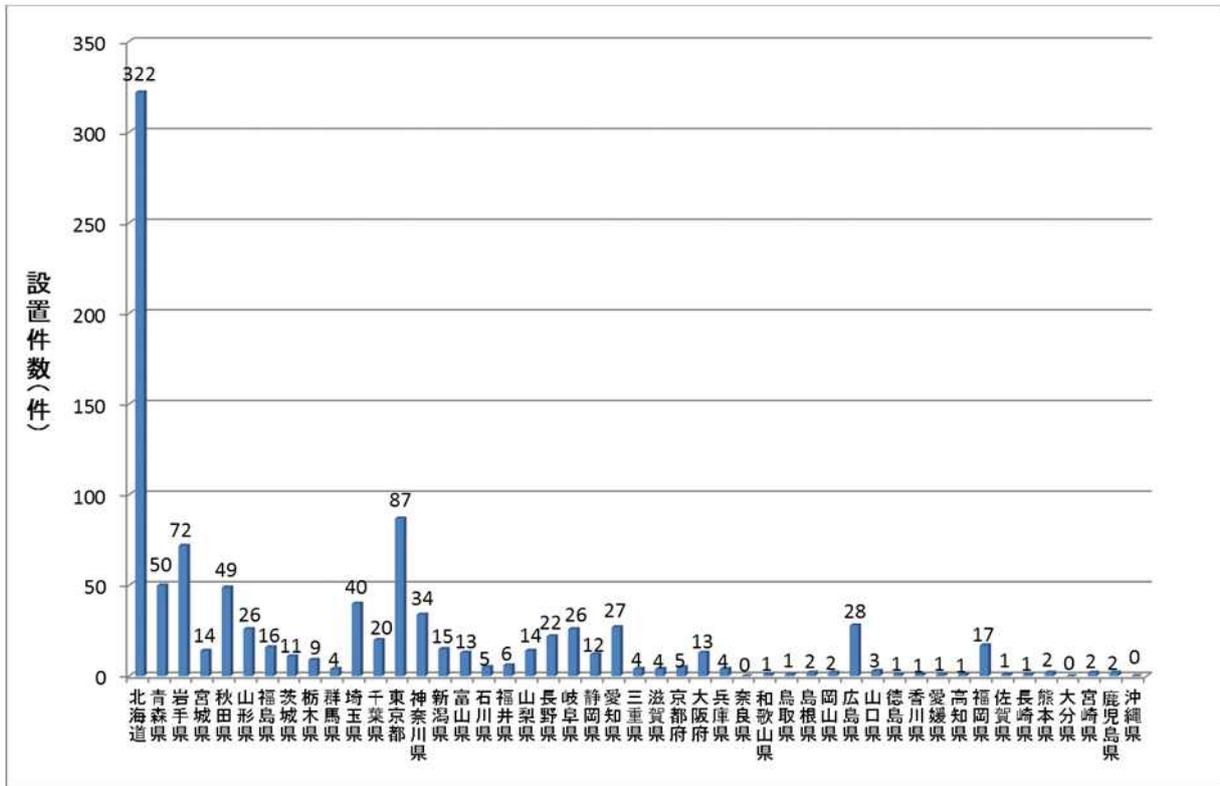
地中熱利用ヒートポンプシステムの年間および累計設置件数



地中熱利用ヒートポンプシステムの利用施設別設置件数



# 地中熱利用ヒートポンプシステムの都道府県別設置件数



#### (4) 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
2015年5月12日(水)	日本学術会議土木工学・ 建築学委員会	第27回環境工学連合講演会	東京
2014年5月23日(土)	日本地下水学会	日本地下水学会2015年春季講演会	千葉
2015年5月24日(日)～5月28日(木)	日本地球惑星科学連合	日本地球惑星科学連合2015年大会	千葉(幕張)
2015年5月26日(火)～29日(金)	日報ビジネス株式会社	2014New環境展(N-EXPO2014)	東京
2015年6月18日(木)～19日(金)	一般社団法人廃棄物資源循環学 会(第21回研究集会 主管学会) 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 一般社団法人土壌環境センター	第21回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集 会	福岡(九大)
2015年9月1日(火)～3日(木)	地盤工学会	第50回地盤工学研究発表会	札幌
2015年9月1日(火)～4日(金)	農業農村工学会	平成27年度農業農村工学会大会講演会	岡山(岡山大)
2015年9月16日(水)～18日(金)	土木学会	平成27年度全国大会 第70回年次学術講演会	岡山(岡山大)
2015年9月14日(月)～15日(火)	日本水環境学会	第18回日本水環境学会シンポジウム	長野(信州大)
2015年9月16日(火)～18日(木)	日本地球化学会	2015年度日本地球化学会第62回年会	神奈川
2015年10月22日(木)～24日(土)	日本地下水学会	日本地下水学会2015年秋季講演会	福井
2015年11月15日(日)～19日(木)	UNESCO (IHP Working Group on Land Subsidence)	第9回地盤沈下に関する国際シンポジウム(NISOLS)	名古屋
2015年11月20日(金)	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 2015</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(大阪市大)
2016年3月	日本水環境学会	第50回日本水環境学会年会	徳島

## (5) 西垣座長の最終講義および退官記念祝賀会開催

当協議会座長の西垣誠先生におかれましては、平成27年3月31日をもって岡山大学を定年退職なさいます。岡山大学では38年間の永きにわたり研究と教育に尽力され、多くの業績を残してこられました。去る2月21日には最終講義と定年退職記念祝賀会が盛大にとり行われました。最終講義の会場はほぼ満席、祝賀会の方も記念写真を撮影するだけでも一苦勞なほど、本当に多くの関係者でいっぱいでした。これも先生のお人柄所以だと改めて感じます。あと数年は岡山大学に在籍されるとのこと、地下水研究の分野にとって心強い限りです。本協議会においても、引き続きお力添えを賜りたいと思っています。

(文責：事務局 伊藤 浩子)

#### 4. 関連書籍の販売・編集後記

下記のシンポジウム論文集ならびに地下水情報に関する報告書は、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 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 ( " )

◆地下水情報に関する報告書	会員価格(単価)
平成16～23年度 地下水情報に関する報告書(CD-ROM)	2,500円 (送料込)

\*地下水情報に関する報告書は、協議会会員様のみにご提供しております。

#### 【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。

本紙でご報告いたしましたとおり、平成25年度には、これまで本協議会発足当時から20年近く継続してきた秋のシンポジウムを新たな形で開催し、盛会裏に終えることができました。これも会員各位のご支援があつてこそと、この場をお借りして心より御礼申し上げます。昨今の社会情勢に鑑みて、本協議会でも地下水・地盤環境に関する社会的ニーズを敏感に察知し、ますます活発に活動していく必要があると考えております。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ましたら幸いです。

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  
 大阪市西区立売堀4丁目3番2号  
 (一財) 地域 地盤 環境 研究所 内  
 Tel: 06-6539-3135 Fax: 06-6578-6253  
 E-mail: gwjim@geor.or.jp