

陸側遮水壁タスクフォース
注水確認について 【審議事項】

2017年3月2日



【本日の説明内容】

- 4号機タービン建屋海側周辺において、2箇所（RW23,24）の注水井へ同時に注水（連続約38時間）し、近傍のサブドレンNo.59の水位変化を確認したところ、約16cmの水位上昇が確認された。
- 周辺観測井・サブドレン水位の上昇が比較的早い時間から確認されたため、周辺地盤の地下水位も同様に上昇していることについて、地下水面上にある「飽和懸垂水帯（以下、懸垂水帯とする）」に着目して、確認する。
- 懸垂水帯をモデル化した準三次元非定常浸透流解析により再現計算を行った結果、今回の注水初期の水位上昇について、周辺地盤水位も含めて上昇する挙動であることを確認した。
- 今後、注水初期の懸垂水帯による水位上昇も考慮して、注水の運用計画の検討を進めていく。

目次

1. 注水確認の概要
2. 注水確認結果
3. 解析による再現計算 [詳細は資料3-2を参照]
4. まとめ
5. 今後の検討課題と対応方針

【参考】

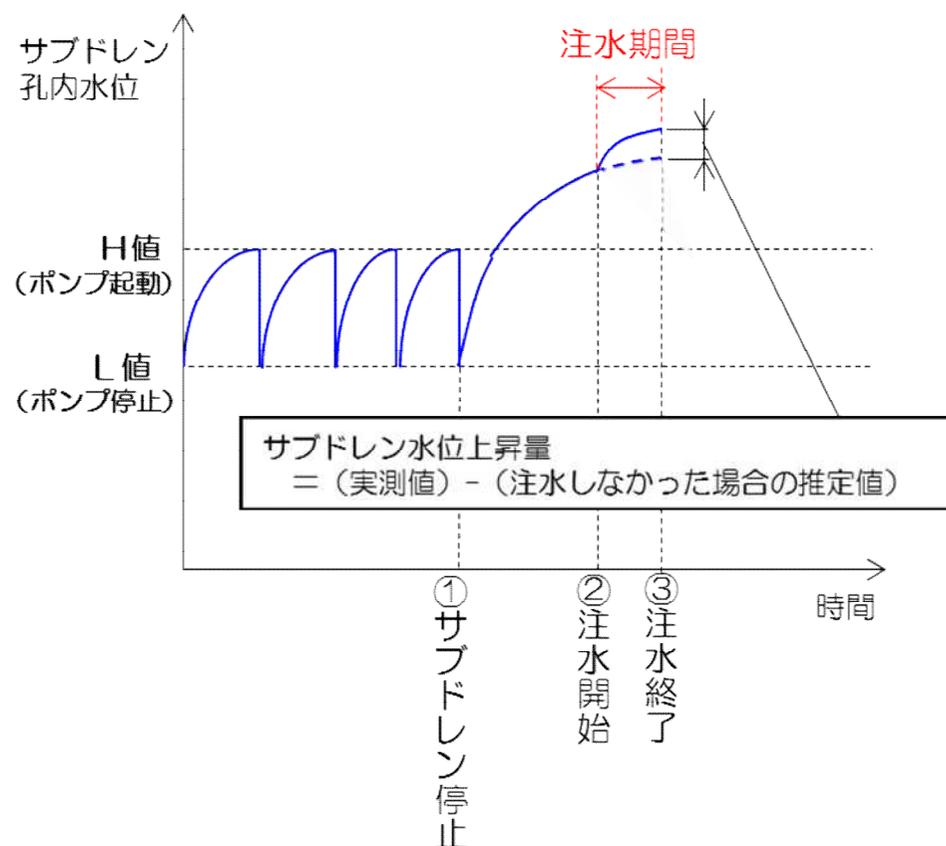
1. 注水確認の概要

1.1 今回の注水確認の目的

- 局所的な水位低下を想定して、4号機タービン建屋海側において、2孔（RW23,24）へ注水し、近傍サブドレン（No.59）の水位上昇を確認して、注水運用計画の基礎資料とする。

1.2 注水確認方法（1）

- 確認方法は以下の通り。
 - ① 注水箇所周辺のサブドレン稼働を停止
 - ② サブドレン水位の上昇が安定した時点で注水を開始
 - ③ 注水によるサブドレン水位の上昇が安定した時点で注水を終了
- 注水によるサブドレン水位の上昇量は、注水しなかった場合の水位の推定値と実測値の差分とする。



1.2 注水確認方法（2）

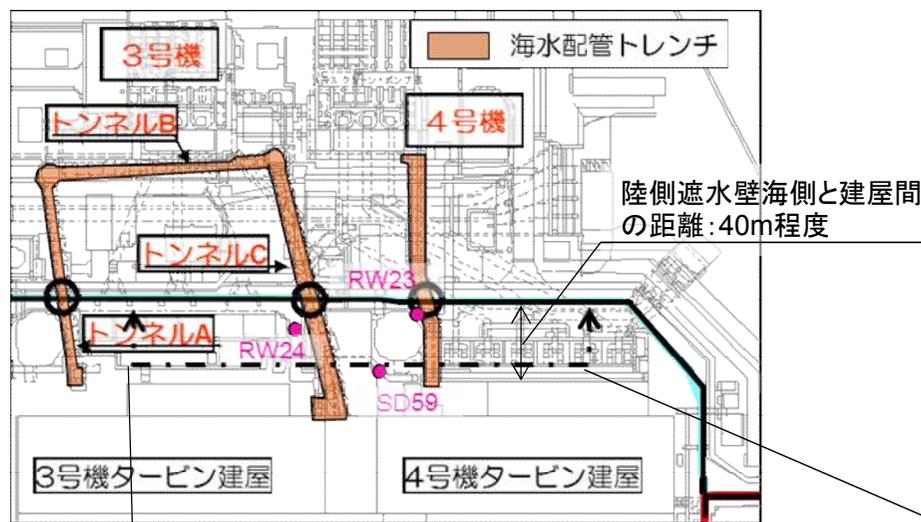
- 確認箇所は、①海側は凍結が完了している、②山側からの地下水流入の影響が小さいことから、4号機タービン建屋海側とした。
- 確認に関する詳細は、以下の通り。

確認方法	注水箇所 : RW23, 24 (2箇所) 確認箇所 : サブドレンNo.59 試験時間 : 約38時間 注水量 : 1箇所あたり10L/min (総注水量; 約46m ³)
試験時系列	1/11 9:34 中継タンクNo.5系統のサブドレン (No.52,53,55,56,58) 稼働停止 13:02 サブドレンNo.31稼働停止 1/13 15:13 注水開始 (RW23,24:注水量10L/min) 1/15 5:00 注水停止

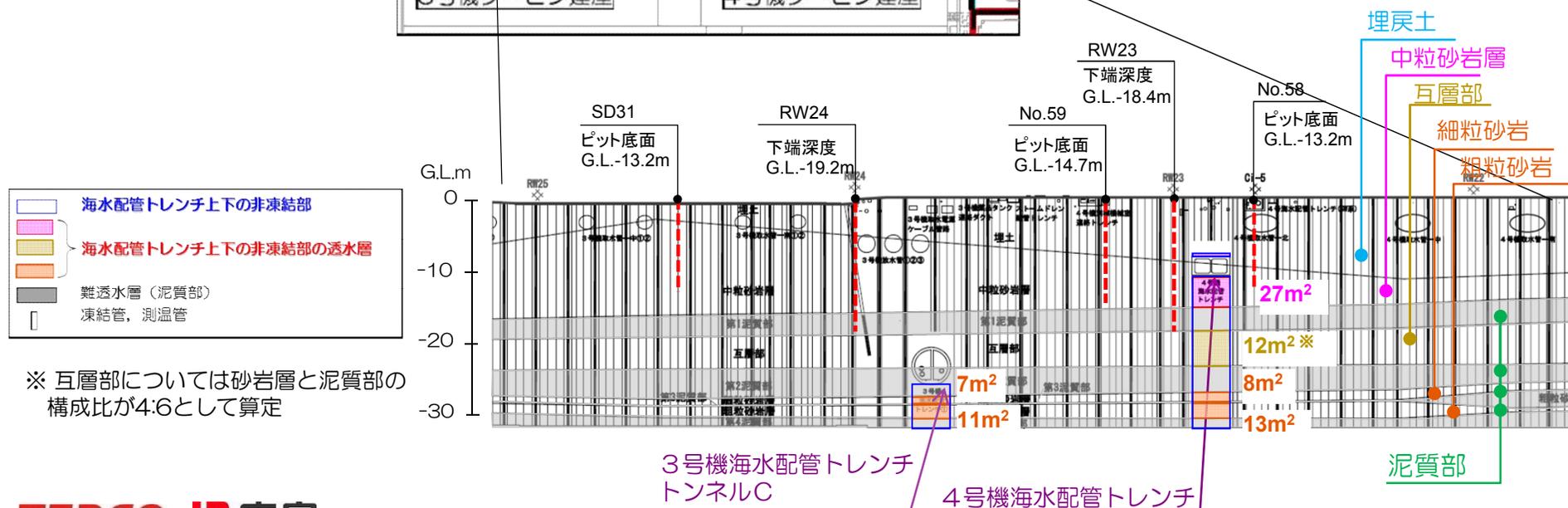


1.3 注水管所周辺の状況

- 海側は、海水配管トレンチ上下部の非凍結箇所を除いて、凍結が完了している。
- 海水配管トレンチ上下部の非凍結箇所を通じた地下水移動があると考えられる。非凍結箇所は、4号機のみ埋戻土、中粒砂岩層内にある。



※ 赤点線はサブドレン・観測井の投影

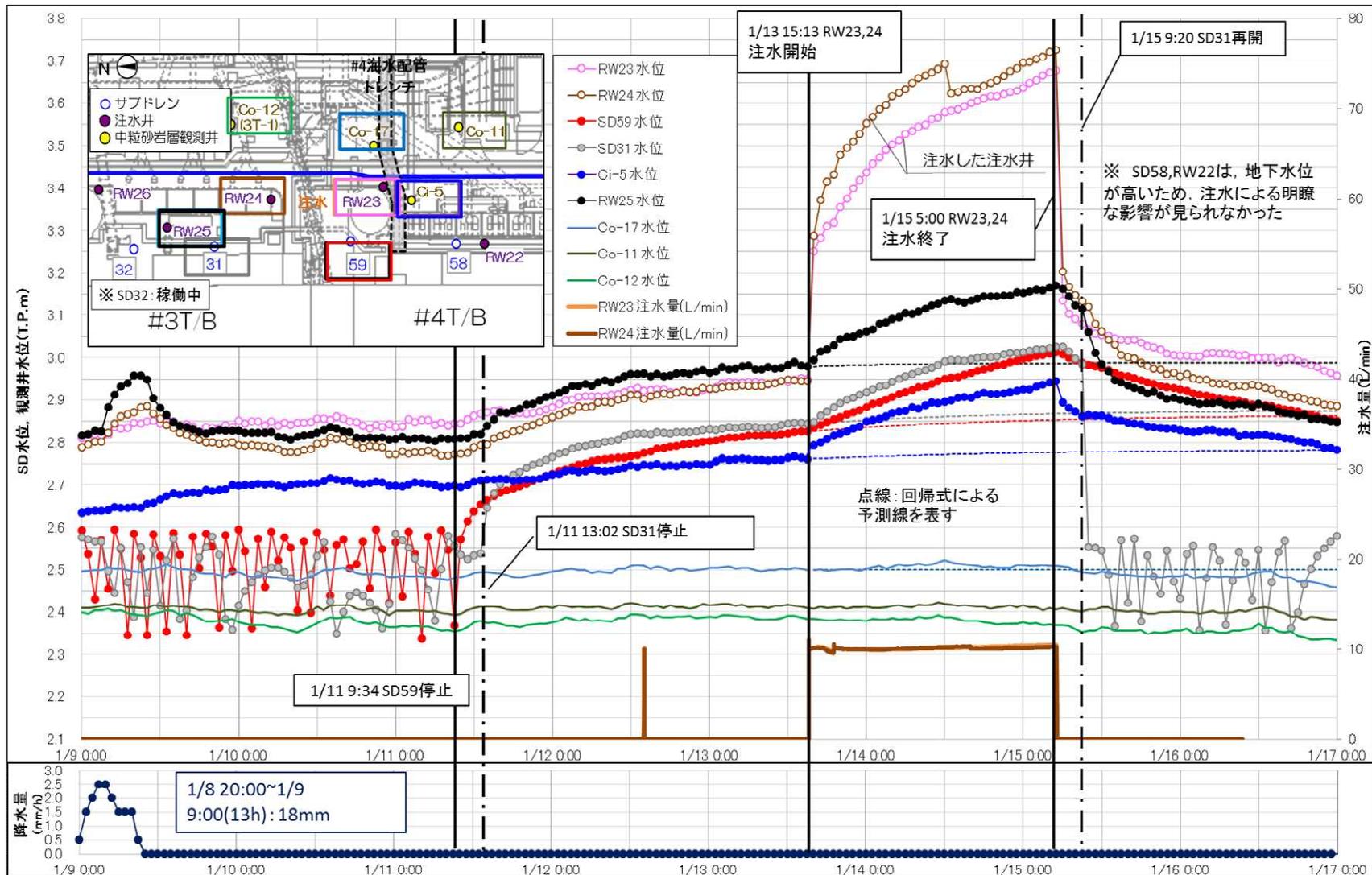


※ 互層部については砂岩層と泥質部の構成比が4:6として算定

2. 注水確認結果

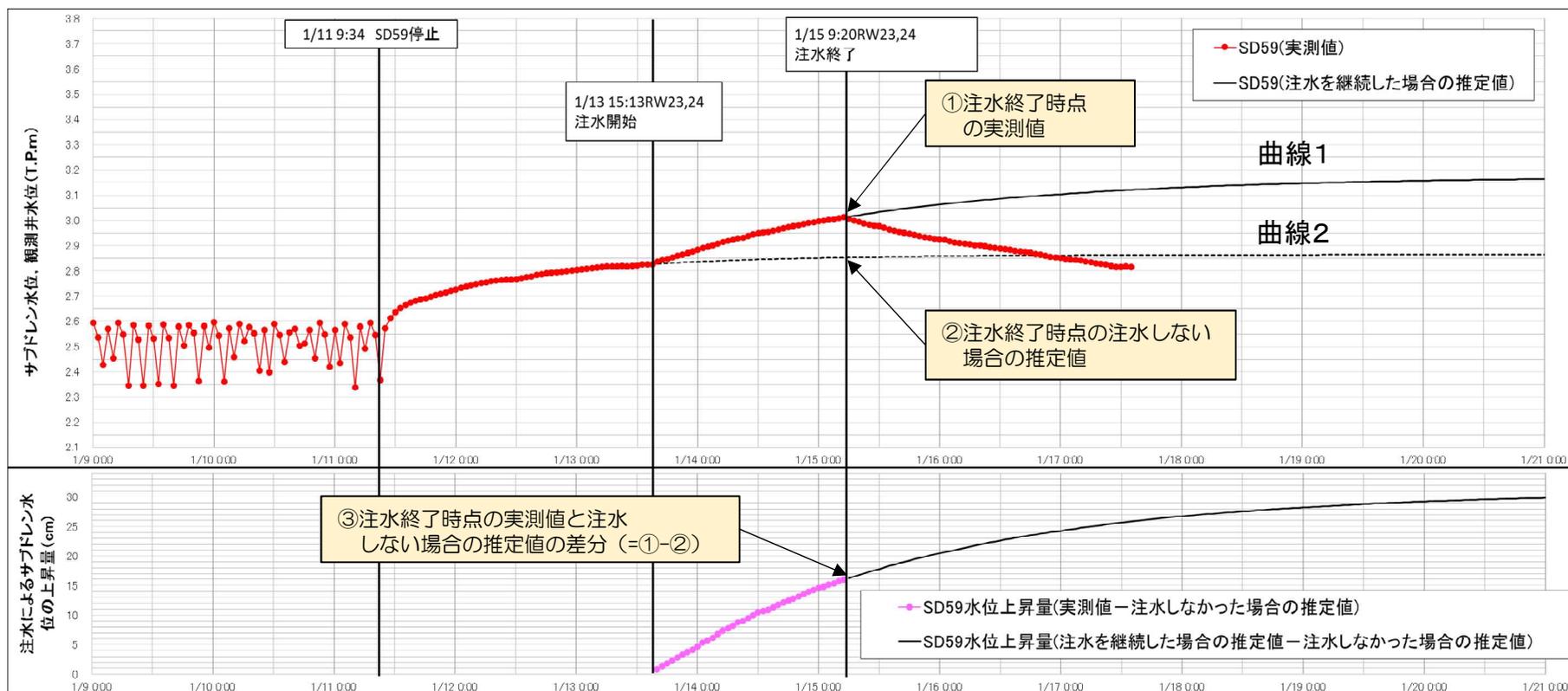
2.1 注水時の地下水位変化

- 陸側遮水壁内側のRW23,24の周辺サブドレン (No.31,59) , 観測井 (Ci-5) , 注水井 (RW25) の水位変化は以下の通り。
 - ・ 周辺観測井・サブドレン水位の上昇が比較的早い時間から確認された。
 - ・ 注水終了 (開始から約38時間後) までに, 10~20cm程度上昇した。
- 陸側遮水壁外側の観測井 (Co-11,12,17) では, 殆ど水位変化が認められない。



2.2 サブドレンNo.59の水位上昇量の想定

- 下グラフの通り、サブドレンNo.59の水位変化（実測値）に基づく指数近似により、「注水を継続した場合の推定値」（曲線1）と「注水しない場合の推定値」（曲線2）を推定した。
- 注水終了時点におけるサブドレンNo.59の注水による上昇量は、実測値（①）と注水しない場合の推定値（②）の差分（③=①-②）から、約16cmと推定される。



2.3 その他の確認した事項

- 注水期間中の関連データについて、以下も確認した。
 - 4m盤汲み上げ量および建屋流入量等に注水による変化は認められなかった。
 - 注水箇所周辺の測温管温度に異常な温度上昇はなかった。

3. 解析による再現計算

[詳細は資料3-2を参照]

4. まとめ

- 今回の注水確認結果から、以下について確認した。
 - 4号機タービン建屋海側で2孔（RW23,24）に注水を行ったところ近傍のサブドレン No.59で、注水から38時間後に約16cmの水位上昇が確認された。
 - 周辺観測井・サブドレン水位の上昇が注水開始から殆ど時間遅れがなく確認されたが、周辺地盤の地下水位も同様に上昇していることを、地下水面上にある「懸垂水帯」に着目して、現象の確認を行った。
 - 懸垂水帯をモデル化した準三次元非定常浸透流解析により再現計算を行った結果、注水初期のサブドレンおよび周辺地盤の水位上昇は、懸垂水帯を伝播した水位上昇であると考えられる。
- 山側未凍結箇所全てを閉合しても、建屋水位を低下させることで、建屋内外水位が逆転することがない管理ができると考えている。仮に水位低下が発生しても、注水を行うことで、初期は懸垂水帯による水位上昇が見込め、その後は、ダルシー則に基づく水の移動による水位上昇が継続するものと考えられる。

5. 検討課題と対応方針

➤局所的な水位低下に対する注水井運用計画の作成にあたり、課題と対応方針は、以下の通り。

検討内容	検討課題		実施状況と対応方針 〔 黒字：実施済み 青字：対応予定（方針） 〕
注水によるサブドレン水位上昇速度・上昇量	解析の再現性の評価	注水確認におけるサブドレン水位上昇速度を、解析モデルに設定した物性値で説明できるか評価する	<ul style="list-style-type: none"> 注水初期について、懸垂水帯をモデル化した準三次元非定常浸透流解析により、再現計算を行い、地下水理学的に説明できる地下水位上昇であることを確認した 他箇所の注水効果（サブドレン水位上昇速度・上昇量）の想定にあっても、懸垂水帯による水位上昇を反映した検討を行う
	サブドレン水位上昇に与える影響要因の評価	以下の影響の評価する ①海水配管トレンチ下の非凍結部の影響 ②サブドレンと注水井の距離の影響 ③建屋・凍土壁間の距離の影響	①：トレンチ下の非凍結部について、注水に大きな影響はないことを確認した ②③の影響を評価することを検討していく
運用計画の具体化	注水井とサブドレンの対応付け	<ul style="list-style-type: none"> 水位低下が生じた場合に、全てのサブドレンで水位上昇させられるように注水箇所を対応付ける 想定される注水効果（サブドレン水位上昇速度）から、対応可能な地下水位低下の範囲を評価する 	<ul style="list-style-type: none"> サブドレンごとに注水箇所（周辺5箇所程度）を対応付けし、代表箇所について、注水効果（サブドレン水位上昇速度・上昇量）を評価する 注水で対応できない低下速度の水位低下が生じた場合に対し、散水等を検討する

【参考】山側完全閉合後の注水井の運用方針①

◆山側完全閉合後の注水の位置付け

- 山側の未凍結箇所閉合後に山側から流入がなくなり地下水位低下が生じた場合でも、建屋水位を低下させることで、内外水位差を確保する※。
- しかし、局所的な地下水位低下が生じた場合は、内外水位差の確保のため建屋水位を低下させると、地下水位低下が生じていない箇所では内外水位差が増加し、建屋流入量が増える可能性がある。
- 建屋流入量を増やさせないために、「当該箇所付近の地下水位低下に対して、注水井への注水等により水位差確保あるいは水位回復させることで、全体では内外水位差に大きな差異を生じさせない」運用等について、検討していく。

※ 特定原子力施設 監視・評価検討会（第50回）で提示

【参考】山側完全閉合後の注水井の運用方針②

◆現状（第二段階の一部閉合）の注水井の運用方法

- 局所的な地下水位低下が生じて「サブドレン水位『LL※¹』警報」が発報し継続した場合には、「建屋-サブドレン水位差」を確保するための対応手段の一つとして以下の対応を取る。
 - 当該サブドレン周辺の5孔程度の注水井に対し10L/min/孔の注水を実施する。
 - 上記によっても、「サブドレン水位『LL※¹』警報」が解除とならない場合には、更に周辺の5～10孔程度の注水井に対し10L/min/孔の注水を実施する。
 - 上記によっても、「サブドレン水位『LL※¹』警報」が解除とならない場合には、「早急な対応が必要な場合の対応※²」を実施する。

※1 通常、サブドレンは、ポンプ起動水位（H）～ポンプ停止水位（L）の運用範囲でON-OFF運転を実施しているが、地下水位が低下してポンプ停止水位（L）を下回り、ポンプ停止バックアップ水位（LL）（=L値-200mm）に達すると警報が発報する。

※2 早急な対応が必要な場合は、下記の対策について実測データ等から総合的に判断し、必要な対策を実施する。

- 陸側遮水壁（山側）へのブライン供給の停止
- 陸側遮水壁（山側）の部分撤去
- その他緊急対策（注水量・注水範囲の拡大、建屋周辺地盤面への散水、原因に対する対策実施（止水・地盤改良 等））

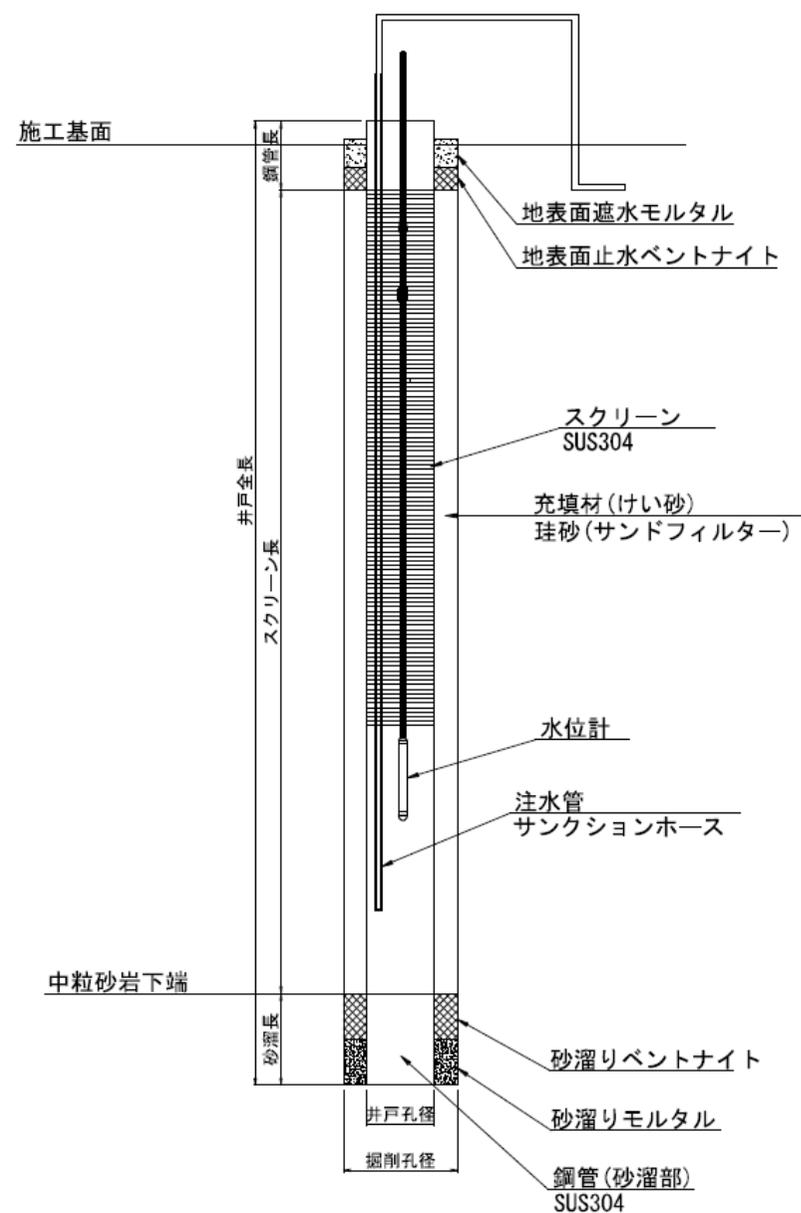
◆山側完全閉合後の注水井の運用方法

- 山側を完全閉合した場合の地下水位変動について地下水収支の評価に基づいて算定した結果、保守的な条件（降雨・4m盤への地下水移動量 等）を想定しても、サブドレンは稼働を継続し、建屋の内外水位が逆転しない運用ができると考えられる※³。
- このため、山側完全閉合後も現状と同様の運用方法で対応していく。

※3 特定原子力施設 監視・評価検討会（第50回）で提示

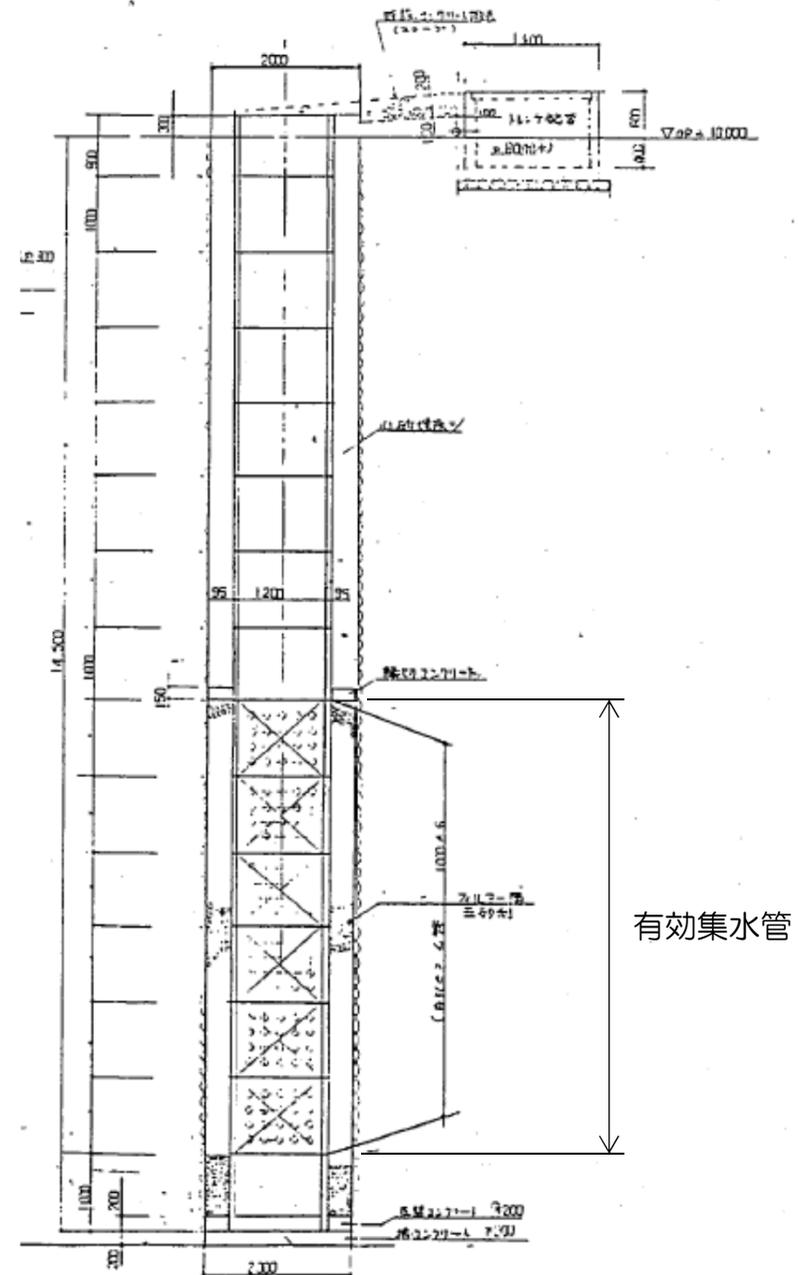
【参考】注水井の構造

	RW23	RW24
井戸口径	450mm	450mm
井戸深	18.4m	19.2m

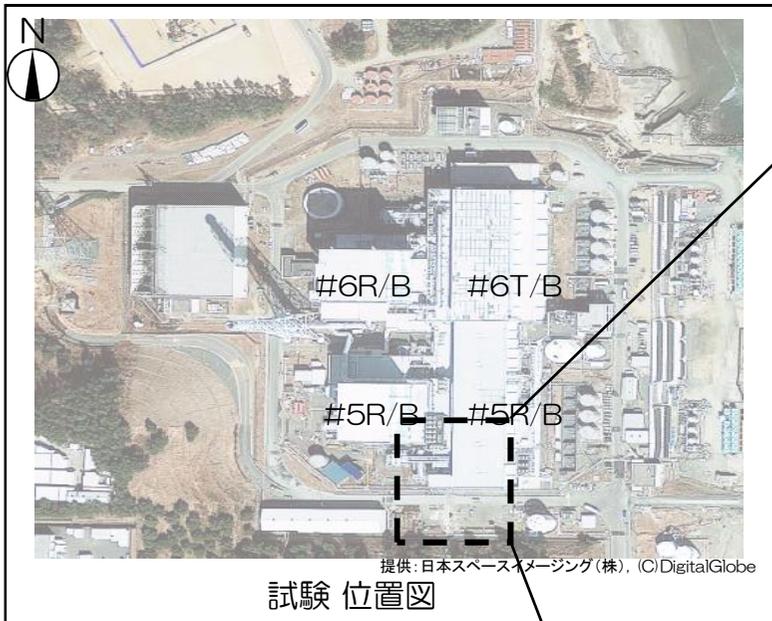


【参考】サブドレンNo.59の構造

- 本体
 - 井戸径 ; 1,200mm
 - 井戸深 ; 15.5m



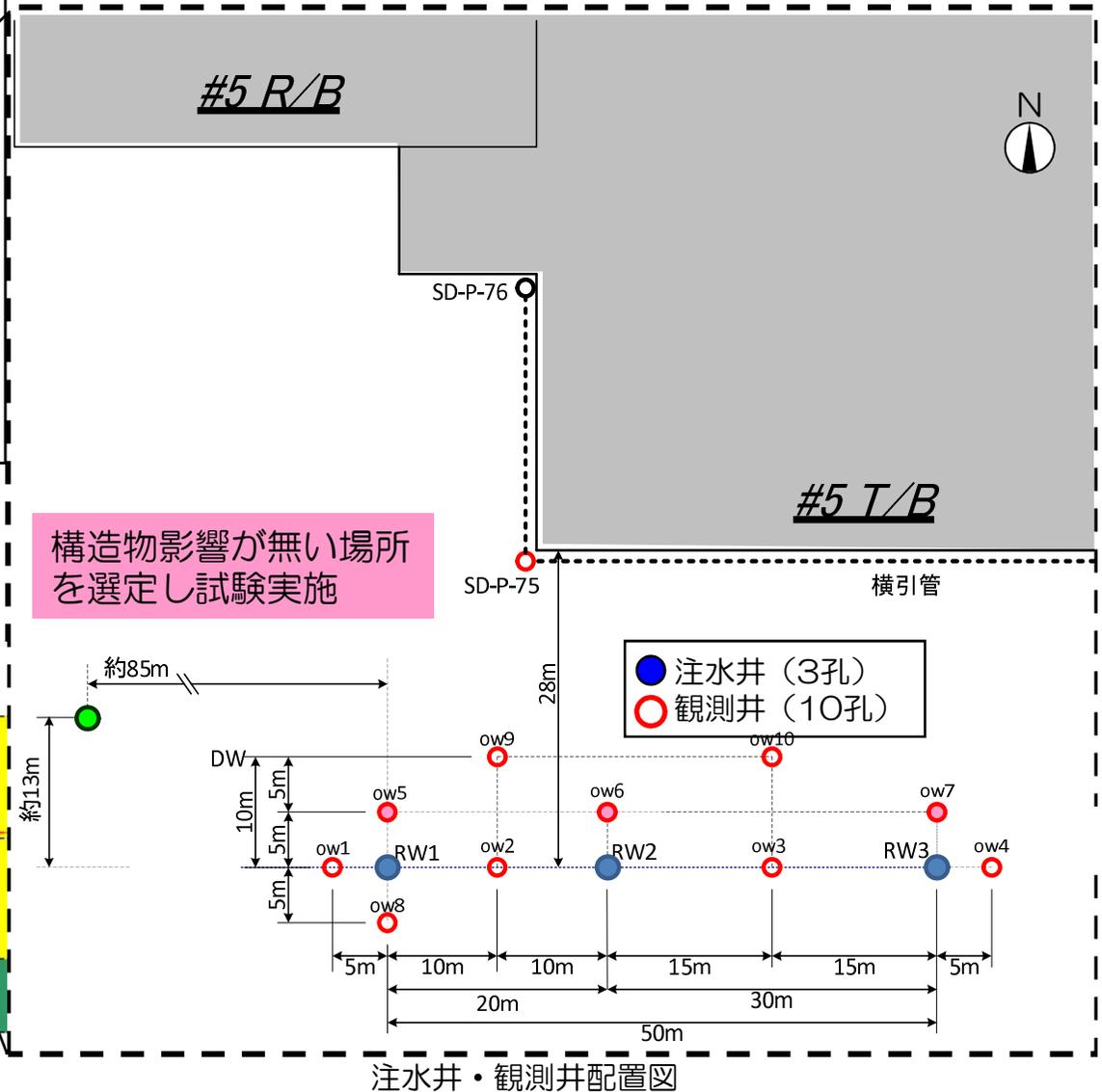
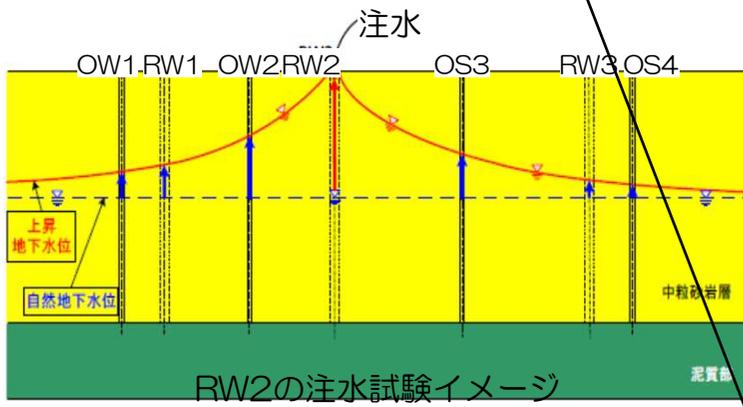
【参考】 原地盤における注水試験（フィージビリティ・スタディ）の概要



- 5号機建屋南側にて中粒砂岩層*を対象として注水試験等を実施。
※ 1~4号機建屋周辺の注水対象土層と同種の土質条件

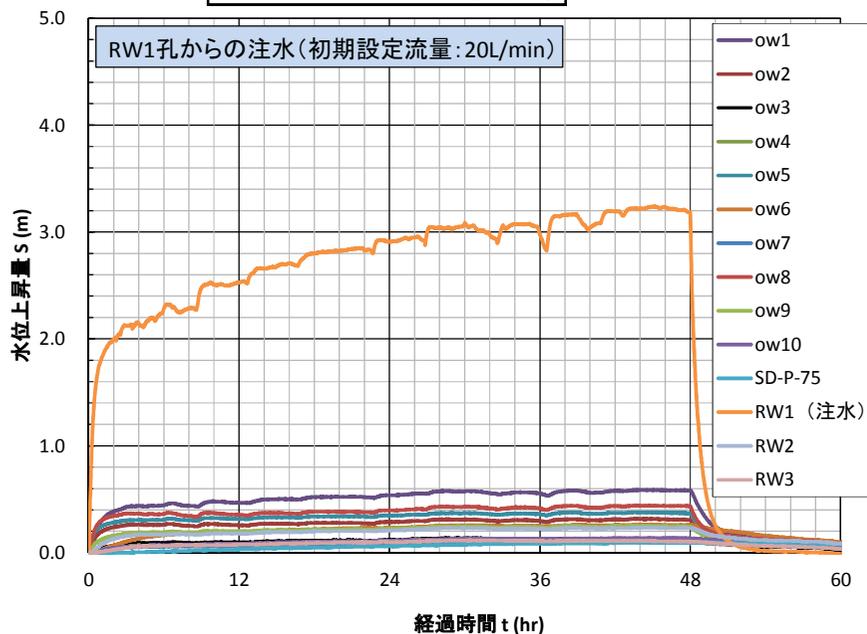
■ 目的

- 注水井の注水性能の把握
- 注水による周辺地盤の地下水位への影響
→注水井配置を設計する地下水解析の検証

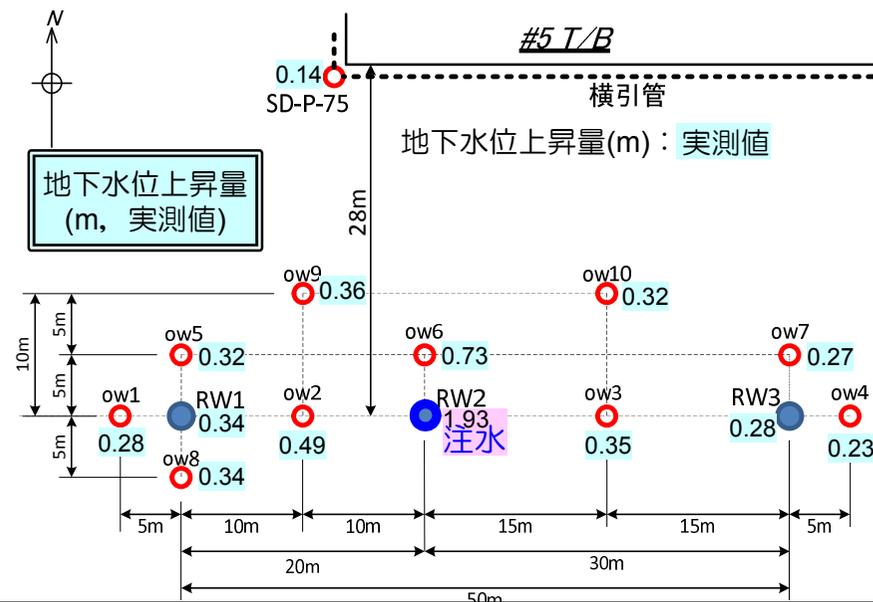
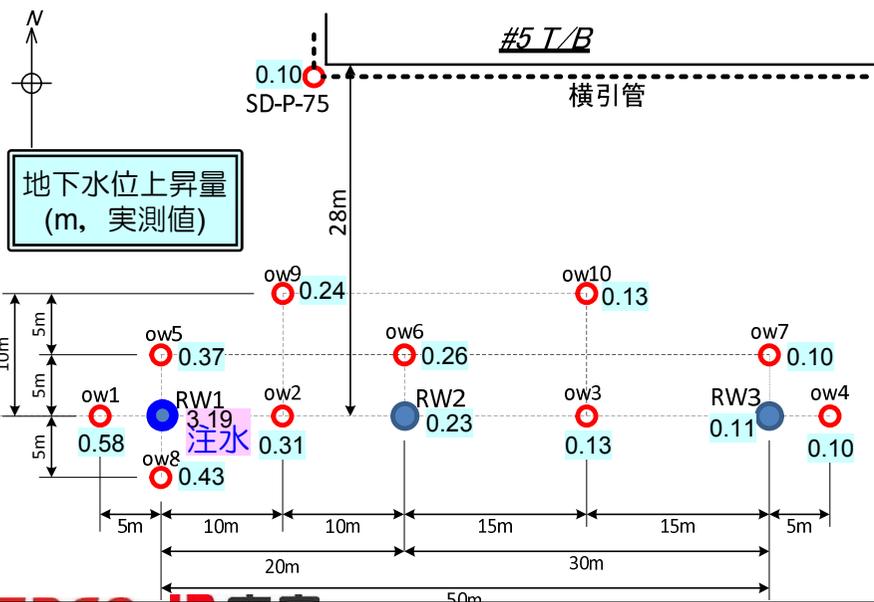
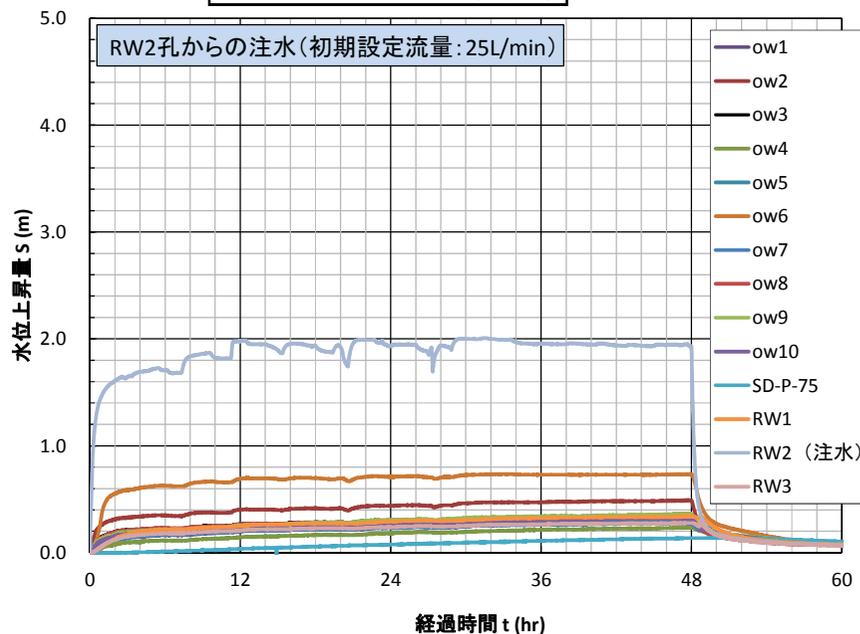


【参考】 原地盤における注水試験結果 (単孔注水RW1・RW2)

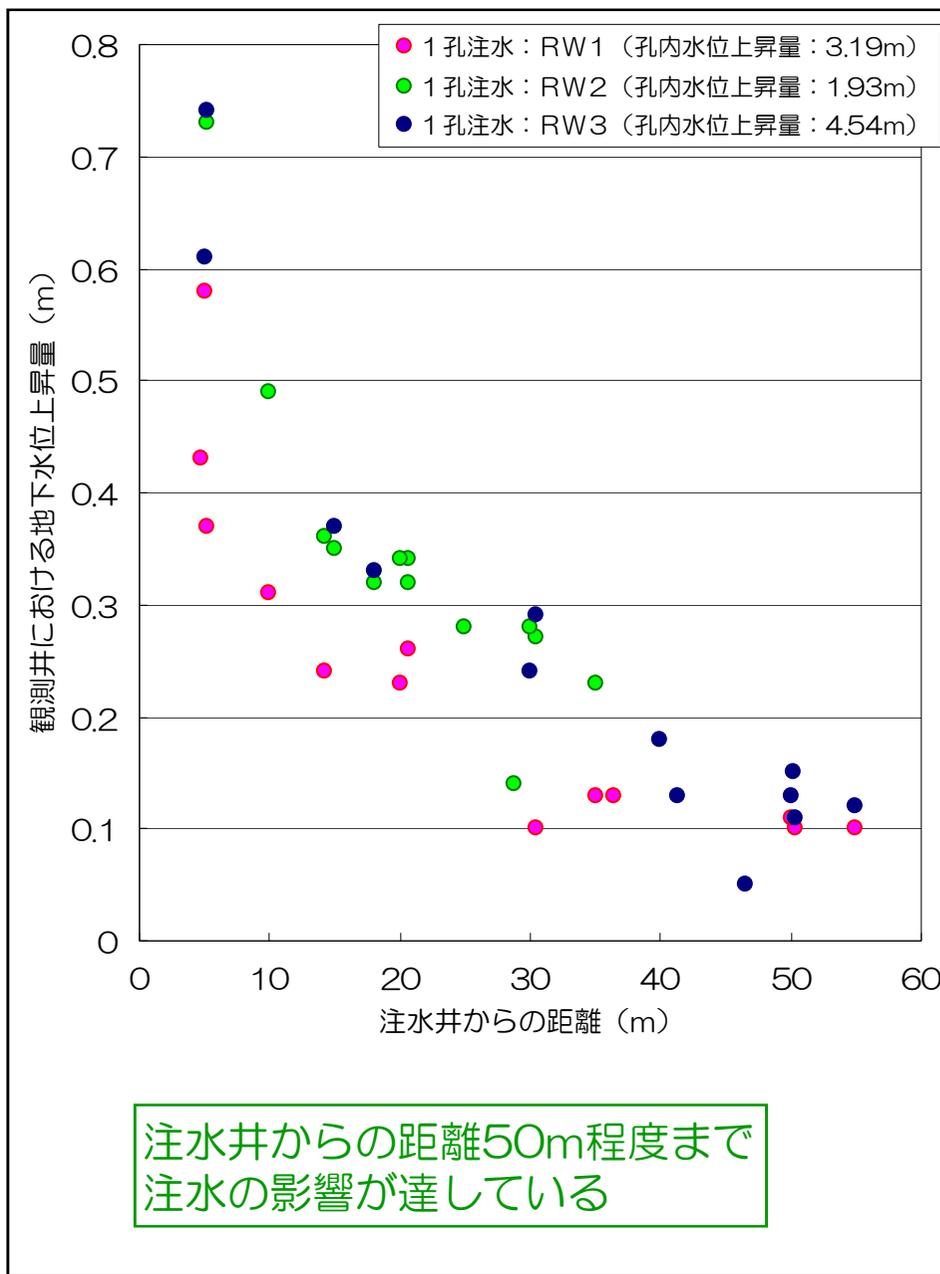
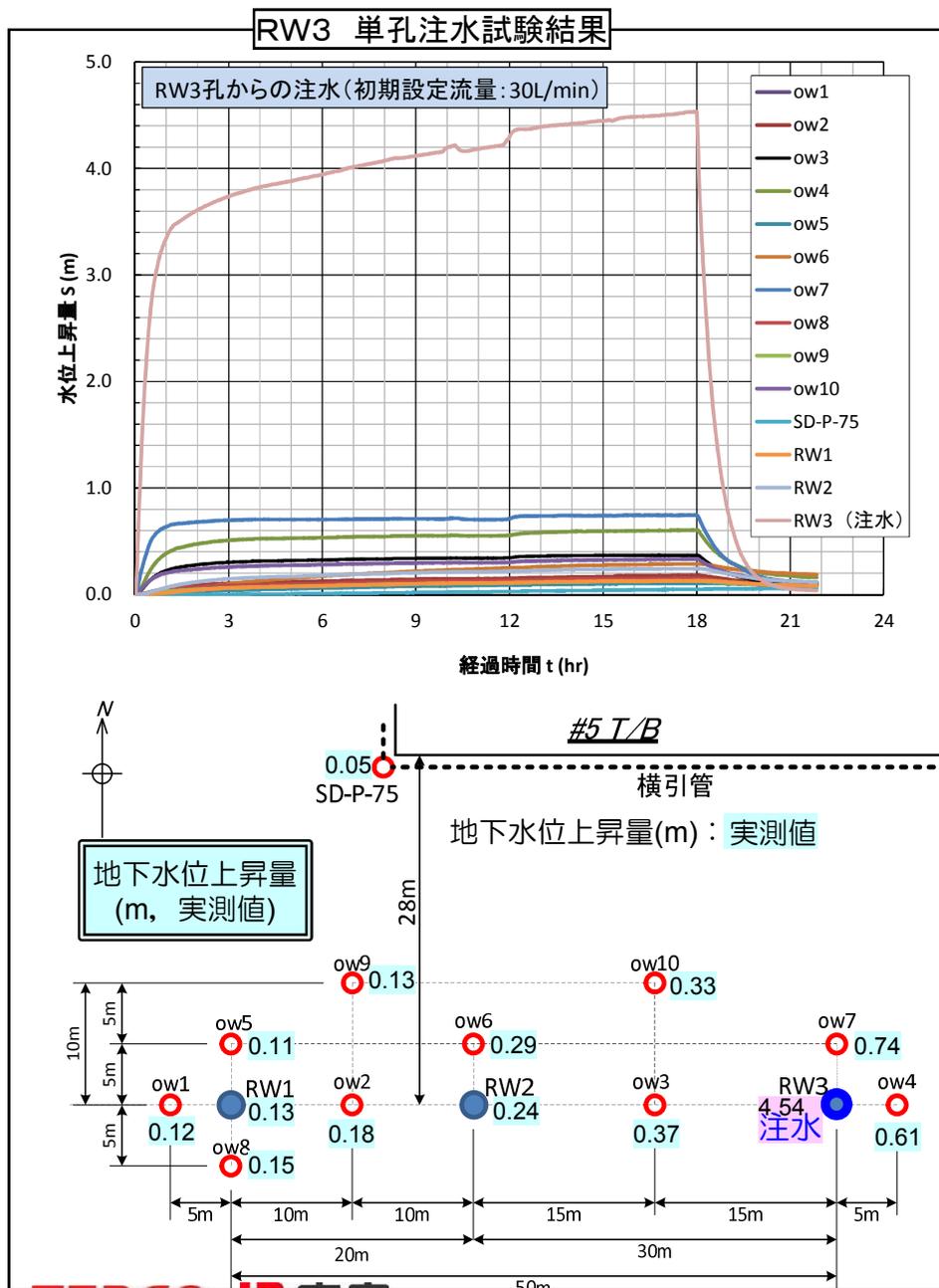
RW1 単孔注水試験結果



RW2 単孔注水試験結果



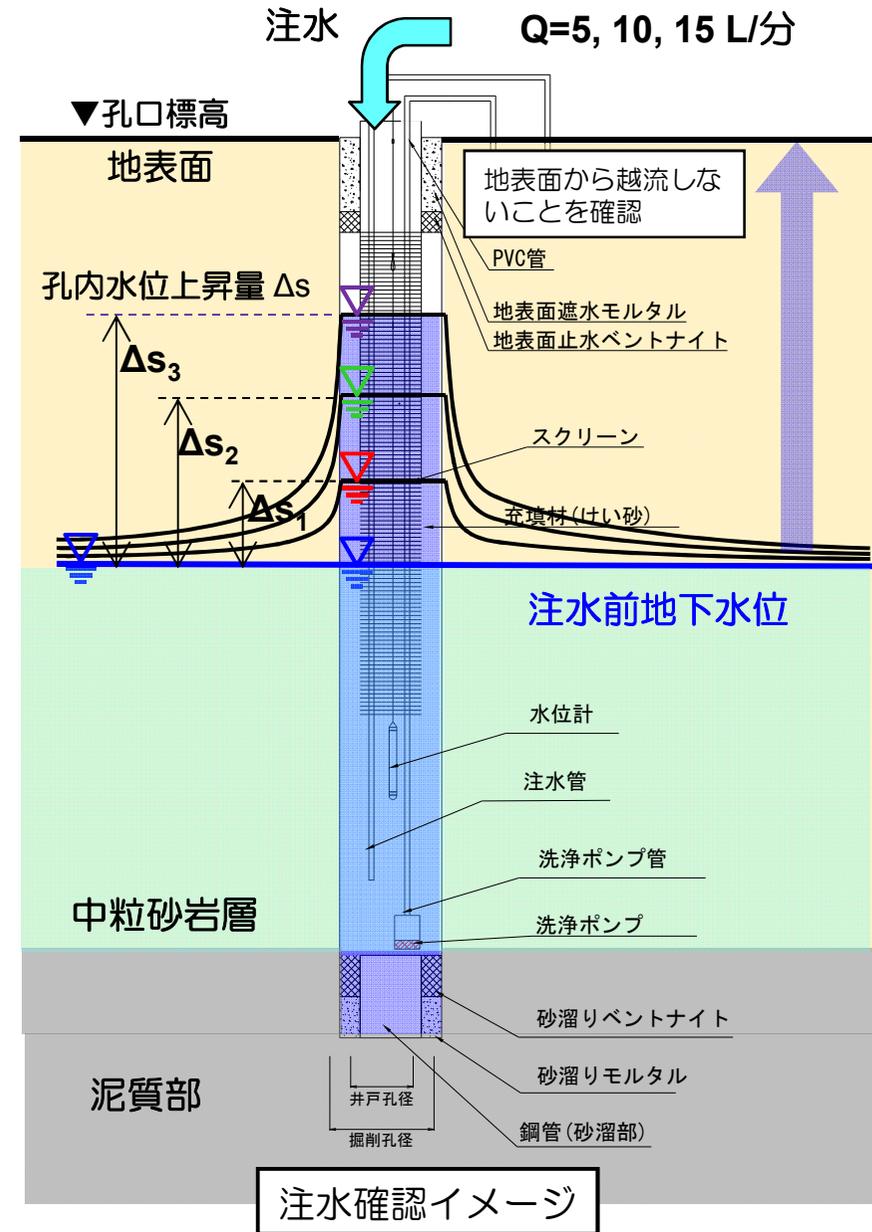
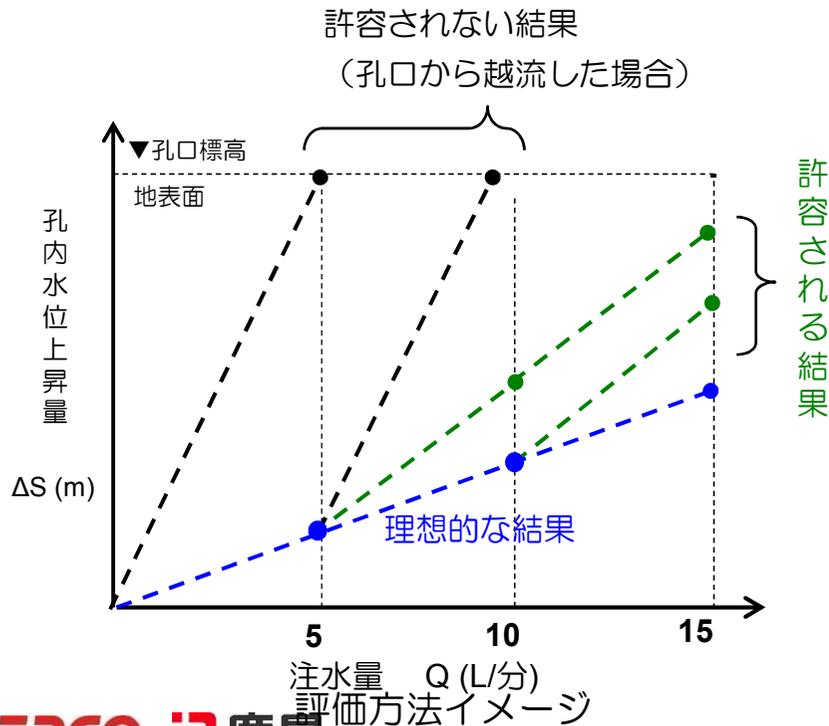
【参考】 原地盤における注水試験結果（単孔注水：RW3，地下水位上昇量（3試験結果集約））



【参考】注水井に設計量の注水が出来ることの確認①

■確認方法

- 注水量を5, 10, 15L/分とし、それぞれ、孔内水位が上昇し安定するまで、継続して注水する。
- 注水量毎に安定した孔内水位上昇量を計測し、孔口標高（地表面）を水位が越えないことを確認する。
- 注水時間
 - 5L/min : 60分以上
 - 10L/min : 60分以上
 - 15L/min : 120分以上



【参考】注水井に設計量の注水が出来ることの確認②

◆設計量の10L/分の注水が出来ることの確認は全31孔で実施し、全ての注水井で10L/分以上の注水が可能であることを確認した。

