

低レベル放射性廃棄物の次期埋設に関する
本格調査結果について

2006年9月1日

日本原燃株式会社

目次

1. はじめに	1
2. 調査内容	1
2-1 地質調査	1
(1) ボーリング調査、コア観察	1
(2) 調査坑・試験空洞地質観察	2
(3) 音波探査	2
2-2 地下水調査	2
(1) 透水試験	2
(2) 地下水位観測・地下水圧測定	2
(3) 水質測定	3
(4) 比抵抗探査	3
(5) 流速測定	3
2-3 地盤調査	3
(1) 物理試験	3
(2) 三軸圧縮試験	4
(3) 岩盤変位測定	4
(4) 支保応力測定	4
3. 調査結果	4
3-1 地質調査結果	4
(1) 地質層序	4
(2) 地質・地質構造	5
(3) 地質調査結果まとめ	6
3-2 地下水調査結果	6
(1) 透水試験	6
(2) 地下水位観測、地下水圧測定	7
(3) 水質測定	7
(4) 比抵抗探査	8
(5) 流速測定	8
(6) 地下水調査結果まとめ	8
3-3 地盤調査結果	9
(1) 物理試験	9
(2) 三軸圧縮試験	9
(3) 岩盤変位測定	9
(4) 支保応力測定	9
(5) 地盤調査結果まとめ	9
4. おわりに	9

1. はじめに

当社は、低レベル放射性廃棄物のうち放射能レベルの比較的高い廃棄物の埋設施設の検討に必要な情報を得るため、2002年11月13日より濃縮・埋設事業所敷地内の南側台地及び周辺の沢や沼において、地質・地下水・地盤に関する本格調査を実施してきました。今回、2006年3月31日をもちまして本格調査が完了したことから、今までの調査で明らかになった点について、本格調査結果としてまとめました。

地質調査の主な目的は、断層等の地質状況を調べ、地下水が速く移動する場所がないかを確認することであり、問題となる場所がないことを確認しました。

地下水調査の主な目的は、地下水の流れる速さや流れる方向を予測することであり、地下水の流れる速さが遅いことを確認しました。

地盤調査の主な目的は、安定した空洞が構築できるかの確認であり、直径約18mの試験空洞が問題なく構築できることを確認しました。

2. 調査内容

調査は、調査坑による調査、試験空洞による調査およびボーリング他の調査を実施し、地質・地下水・地盤に関する情報を取得しました。

調査坑(大)は、標高8m(調査坑底部の標高)の坑口から、幅約7m、高さ約5m、長さ約1,084mの大きさを標高-86m(調査坑底部の標高)まで掘削しました。

試験空洞は、幅約18m、高さ約16m、長さ約70mの大きさを、空洞底部の標高が約-90m、空洞頂部の標高が約-75m(地表面下約100m)です。試験空洞は調査坑(大)の先端に掘削しており、掘削前に上部および左右に計測機器を設置するための計測坑A、B、Cを掘削し、地下水圧計^{注1)}や岩盤変位計^{注2)}などの計器を設置した後に掘削しました。

試験空洞掘削後、計測坑Aの終端から調査坑(小)を掘削し、その先端部で水平ボーリングを実施しました。(図2-2 調査坑概念図)

ボーリングは、陸地部で7箇所、沢部で2箇所、沼部で5箇所の計14箇所で行いました。その他、音波探査^{注3)}、比抵抗探査^{注4)}を沼で行いました。

(図2-1 調査位置平面図)

表2-1に調査の項目を示します。

注1) 地下水圧計 : 図2-7 地下水圧測定の概要 参照。

注2) 岩盤変位計 : 図2-13 岩盤変位測定装置の概要 参照。

注3) 音波探査 : p2(3) 音波探査 参照。

注4) 比抵抗探査 : p3(4) 比抵抗探査 参照。

2-1 地質調査

(1) ボーリング調査、コア観察

本格調査では、施設候補位置付近の地質・地下水・地盤の状況を調べるとともに、候補位置付近から流出する地下水の流動範囲と考えられる沢や沼の地下水流動状況を調べるため、14箇所で行いました。また、調査坑内からも1箇所水平ボーリングを実施

しました。

(図2-1 調査位置平面図、図2-3 ボーリング調査位置図)

ボーリング掘削により採取したボーリングコア(土砂や岩石の試料)は、コア観察^{注5)}を行うとともに、一部の試料については、物理試験^{注6)}および三軸圧縮試験^{注7)}に用いました。

注5) コア観察 : 岩石の種類、風化状況、硬さ、割目などの情報を整理する。

注6) 物理試験 : p 3 (1) 物理試験 参照。

注7) 三軸圧縮試験 : p 4 (2) 三軸圧縮試験 参照。

(2) 調査坑・試験空洞地質観察

調査坑および試験空洞は、施設候補位置およびその付近から流出する地下水の流動範囲に分布する代表的な地質を調査するために、調査坑のルートを選定しました。調査坑および試験空洞の掘削の際に、地質観察を実施しました。地質観察では、岩石の種類、風化^{注8)}状況、硬さ、割目、湧水^{ゆうすい}について調査しました。

注8) 風化^{ふうか} : 岩石が地表にさらされて風や雨、気温の変化などの影響を受けて弱くなったり、性質が変化すること。

(3) 音波探査

沼の下の地質分布、特に岩盤の分布深度を確認することを目的に音波探査を実施しました。音波探査は、沼の水面付近から発した音波が沼下の地層の境界で反射してきた波を測定することにより、地層境界の位置を求めました。この方法により、ボーリング孔間の地質情報を得ることができます。(図2-4 音波探査概念図、図2-1 調査位置平面図)

2-2 地下水調査

(1) 透水試験

地盤の地下水の流れ易さを把握するため、ボーリング孔内を利用して透水試験を実施しました。透水試験は、ボーリング孔内にパッカー^{注9)}で区切った試験区間を設け、その試験区間内に水を注入して地盤の透水係数^{注10)}を求めました。(図2-5 透水試験装置の概要)

透水係数は、試験空洞掘削前の自然状態において測定するだけでなく、試験空洞掘削により、空洞の極近傍の透水係数が変化する可能性があることから、その点についても調べました。

注9) パッカー : ゴム製の風船のようなもの。ボーリング孔内で膨らますことによって、ボーリング孔内を区切り、区切った試験区間にだけ水を注入できるようにすることが出来る。

注10) 透水係数 : 地盤の水の流れ易さを示すもので、水が流れ易いほど透水係数は大きな値となる。

(2) 地下水位観測・地下水圧測定

地下水の流れる方向を把握するため、地下水位観測、地下水圧測定を行いました。

地下水位を測定するため、ボーリング孔内の水位を測る装置を設置しました。

(図2-6 地下水位観測孔の概要)

また、地下水圧を測定するため、ボーリング孔内を複数のパッカーで多段に区切ってそれぞれの区間の水圧を測定する装置を設置しました。(図2-7 地下水圧測定の概要)

地下水位観測、地下水圧測定は、調査坑の掘削前から掘削後にかけて観測を行いました。

(3) 水質測定

岩盤内の地下水に含まれる成分を把握するため、水質測定を実施しました。ボーリング孔内をパッカーで区切って採水区間を設け、この区間から地下水を採水して水質分析を実施しました。(図2-8 採水装置の概要)

(4) 比抵抗探査

調査は、尾駁沼の下に分布する地盤中の地下水の分布状況を把握する目的で実施しました。

比抵抗とは、地盤の単位体積あたりの電気の流れにくさを示す量であり、沼の底に設置した電極から微弱な電気を流すことによって、その下の地盤の比抵抗分布を求めました。測定は、尾駁沼を横断する2測線で実施しました。測線延長は、合計で2km程度です。

比抵抗の値は、地盤を構成する各地質の組成鉱物と地盤内に含まれる地下水の水質とから決定されます。各地質の組成鉱物によって決まる比抵抗は、ボーリングコアを用いた各地層毎の比抵抗の測定結果から推定できます。

したがって、比抵抗探査により求まる地盤全体の比抵抗から、ボーリングコアから求まる各地質の組成鉱物によって決まる比抵抗を差し引くことにより、地下水の水質によって決まる比抵抗を把握することができます。具体的には、塩分濃度の濃い地下水が分布している場所の地下水の比抵抗は小さくなります。

(図2-9 比抵抗調査概念図、図2-1 調査位置平面図)

(5) 流速測定

岩盤中に強制的にトレーサ^{注11)}を流すことによって、トレーサの移動速度を測定し、その結果から岩盤の有効間隙率^{注12)}を求めます。自然状態での地下水の流れる速さを求める場合には、ここで求めた岩盤の有効間隙率に加え、別途求める透水係数、地下水圧のデータも用いて計算により求めます。(図2-10 流速測定概念図)

注11) トレーサ : 地下水の流れる速さを測定するために用いる物質のこと。色素、塩水などを用いる。

注12) 有効間隙率 : 岩盤内において実際に地下水が流れる領域の割合を表したもの。

2-3 地盤調査

(1) 物理試験

ボーリングコアから採取した試料の体積や重さを測定することにより、湿潤密度^{注13)}、含水比^{注14)}を求めました。

注13) 湿潤密度 : 水を含んだ状態の試料の重さを試料全体の体積で割ったもの。

注14) 含水比 : 試料中に含まれている水の重さを岩石の重さで割ったもの。

(2) 三軸圧縮試験

三軸圧縮試験は、ボーリングコアを円柱形（直径 5cm、高さ 10cm）に整形し、実際の地表からの深さに相当する圧力（ボーリングコアの長軸方向と短軸方向に一定の圧力）を加えた後、ボーリングコアの長軸方向に更に圧力を加えて岩石を破壊させ、岩石の強度を求めました。（図 2-1-1 三軸圧縮試験装置の概要）

(3) 岩盤変位測定

試験空洞は、幅 1.8 m、高さ 1.6 m の大断面であるため、分割して掘削しました。

（図 2-1-2 試験空洞掘削方法）

試験空洞を掘削することによる空洞近傍の岩盤の変形を測定する目的で、試験空洞の左右および上部に設けた計測坑および試験空洞内部から掘削したボーリング孔の伸縮を測定することにより、空洞の変位を測定しました。測定は、ボーリング孔内に固定した点と孔口との距離を、ワイヤーの伸び縮みなどを利用して測りました。

（図 2-1-3 岩盤変位測定装置の概要）

(4) 支保応力測定

空洞掘削時には、空洞の安定性を保つために支保^{注15)}を施工します。今回の試験空洞では、鋼製の支保を 1 m 間隔で設置するとともに、鋼製の支保と支保の間はコンクリートを吹付け、岩盤にはロックボルト^{注16)}を設置しました。これらの支保が岩盤からどのような力を受けているかを確認するため、支保応力測定を行いました。鋼製の支保は、ひずみ計を取り付けてそのひずみを測定しました。このひずみの測定から、支保に岩盤からかかっている力を推定しました。（図 2-1-4 支保応力測定装置の概要）

注 1 5) 支保 : 周辺地山の安定を保つために設ける構造物。吹付けコンクリート、鋼製支保、ロックボルト等がある。

注 1 6) ロックボルト : 岩盤壁面の崩落を防ぐための支保に用いられる鋼製の棒材。

3. 調査結果

3-1 地質調査結果

(1) 地質層序

濃縮・埋設事業所敷地周辺に分布する地層は、下位より新第三紀中新世^{注17)}に堆積した鷹架層、第四紀更新世^{注18)}に堆積した古期低地堆積層^{注19)}、段丘堆積層^{注20)}、火山灰層及び第四紀完新世^{注21)}に堆積した沖積低地堆積層^{注22)}、崖錐堆積層^{注23)}からなります。

鷹架層は、下部層、中部層、上部層の 3 層に区分されますが、上部層は泥岩を主体とし、敷地西側にわずかに分布するのみです。

また、敷地内の南側台地及び周辺の沢、沼においては、下部層及び中部層が分布しています。その内、下部層は泥岩を主体とし、連続性の良い凝灰岩を狭在しています。地表では敷地西部にわずかに分布するのみです。

中部層は下部から、粗粒砂岩層、軽石凝灰岩層、軽石混り砂岩層、礫混り砂岩層の 4 層に区分されます。

粗粒砂岩層は、細片化した貝化石を多く含む中～粗粒な砂岩からなります。

軽石凝灰岩層は、細粒な白色の軽石を含む軽石質砂岩、砂分を含む^{さしつかるいしぎょうかいがん}砂質軽石凝灰岩と、白色の軽石を多く含む軽石凝灰岩とからなります。軽石凝灰岩の上部には軽石を含まない凝灰岩が分布しています。なお、軽石凝灰岩層の中には、火山礫を含む砂岩や凝灰岩が極一部に認められました。

軽石混り砂岩層は、軽石混り砂岩、砂質軽石凝灰岩、^{さがんでいがんごそう}砂岩泥岩互層からなります。本層の中には、厚さが1m程度以下の^{かざんれきぎょうかいがん}火山礫凝灰岩、砂岩などの薄層が含まれています。

礫混り砂岩層は、^{あんざんがんへん}安山岩片を多く含む礫混り砂岩を主体とし、連続性の良い凝灰岩を挟在しています。

(表3-1 南側台地及び周辺の沢、沼の地質層序表)

注17) ^{しんだいさん き ちゅうしんせい}新第三紀中新世：地質形成年代(約2350万年前～約530万年前)の名称。

注18) ^{だいよん き こうしんせい}第四紀更新世：地質形成年代(約165万年前～約1万年前)の名称。

注19) ^{こきていち}古期低地堆積層：第四紀中期更新世に形成された地層。

注20) ^{だんきゅうたいせきそう}段丘堆積層：段丘面(河川や海岸の営力によって形成された平坦面)を構成する地層。

注21) ^{だいよん き かんしんせい}第四紀完新世：地質形成年代(約1万年前～現在)の名称。

注22) ^{ちゅうせきていちたいせきそう}沖積低地堆積層：現在の低地を構成する地層。

注23) ^{がいすいたいせきそう}崖錐堆積層：斜面のふもとに分布する地層。

* 地質形成年代値は、「理科年表(平成18年版)」に基づくものである。

(2) 地質・地質構造

地質調査結果によれば、南側台地の深度50～100m付近には、主に軽石凝灰岩層と軽石混り砂岩層が分布しています。ボーリングコア観察および調査坑や試験空洞での地質観察によれば、これらの地層は非常に割目の少ない岩盤であり、また強度が低下した部分も認められないことが分かりました。(表3-2 割目頻度分布)

割目は、低角度のものが多く、その大きさは1m～10m程度の広がりを持ったものが9割あるいはそれ以上あり、大きい割目はほとんどないことが分かりました。割目の分布密度は、地層により差があること、一部の地層境界付近にやや多い傾向があることなどが分かっています。(図3-1 割目トレース長分布図)

鷹架層は南東方向に緩く傾斜して分布しています。南側台地の西側には南西—北東方向に延び、南東側に70～90°傾斜しているf-a断層が分布するほか、東—西方向～南西—北東方向に延び、南あるいは北側に中～低角度で傾斜するs f-a(旧名称：r-1)からs f-d(旧名称：r-4)と称する4条^{注24)}の海底地すべりにより形成されたと考えられる堆積時の断層が分布しています。(図3-2 地質水平断面図、図3-3 地質鉛直断面図)

f-a断層は、「六ヶ所低レベル放射性廃棄物貯蔵センター廃棄物埋設事業許可申請書 一部補正(1989)」に記載したように、断層を境して接する岩石が混在した部分が幅10～160cmに渡って認められ、固結・密着している部分と^{かがみはだ}鏡肌^{注25)}を有する部分があります。また、洞爺火山灰(11.2～11.5万年前)^{注26)}に覆われる段丘堆積層に変位・変形を与えていないことを確認しています。

s f-aからs f-dの4条のs f断層は、固結・ゆ着しており、通常断層に良く見られるような破砕部やせん断性割目は認められないこと、また、一部に流動変形したのち固結した跡が認められることから、鷹架層堆積後間もない未固結時に生じた海底地すべりによ

て形成されたと考えられ、今後繰り返して動くような断層(いわゆる活断層)ではないと判断されます。

(図3-4 s f - c 断層境界 調査坑写真)

また、調査坑の掘削により、変位が数mの極めて小規模な断層が新たに1条確認されました。この断層位置は、予備調査時に実施した弾性波探査^{注27)}において、小さな断層が1条存在する可能性があるとしていた場所に相当しており、弾性波探査の妥当性が確認されました。この小規模な断層の性状は固結・ゆ着しており、破砕部やせん断性割目は認められないため、s f 断層と同様、鷹架層堆積後、間もない未固結時に形成されたと考えられます。

(図3-5 小規模断層 調査坑写真)

第四紀に堆積した地層は、ほぼ水平あるいは造成前地形に調和的に分布しており、断層や褶曲構造^{注28)}は認められていません。

注24) 条^{じょう} : 断層、割目の数を表す単位。

注25) 鏡肌^{かがみはだ} : 断層運動に伴う摩擦のために、断層の両側の岩盤上に生じた光沢のある面。

注26) 洞爺火山灰^{とうや} : 町田、新井編(2003)「新編 火山灰アトラス」 東大出版会 参照。

注27) 弾性波探査 : 機械により地表面を振動させ、発生した波(振動)が地盤中に伝わり、地層の境界などで反射して地表に戻ってくる性質を利用して地層の広がり把握する調査手法。

注28) 褶曲構造^{しゅうきよく} : 地層が波状に曲がっている構造のこと。

(3) 地質調査結果まとめ

調査坑での地質調査によれば、南側台地の深度100m付近に分布する地質は、非常に割目の少ない岩盤であることが確認できました。

図3-2および図3-3に示す南側台地には、f - a 断層が分布するほか、s f - a (旧名称 r - 1) から s f - d (旧名称 r - 4) の断層が分布しています。f - a 断層と s f - a 断層の分布範囲は南側台地の西の端に限られており、空洞の構築や核種移行の点から、問題となるものではないと考えられます。

一方、s f - b ~ s f - d 断層は南側台地に分布していますが、断層部分は固結・ゆ着しており、通常の断層に良く見られるような破砕部やせん断性割目は認められず、鷹架層堆積後間もない未固結時に生じた海底地すべりと考えられ、繰り返して動くような断層(いわゆる活断層)ではないことが、本格調査において再確認されました。以上より、s f - a ~ s f - d 断層は、施設設置や核種移行の点から、問題となるものではないと判断しています。

また、今回本格調査で行った調査坑の掘削によって、ボーリング調査および弾性波探査により推定した地質・地質構造が妥当であることを直接確認できました。

3-2 地下水調査結果

(1) 透水試験

ボーリング孔を利用した試験による鷹架層の透水係数分布は、対数表示でほぼ正規分布を示し、その平均値は、 10^{-8} m/s のオーダーであります。調査坑のうち軽石凝灰岩層中に掘削

された計測坑A(長さ147m)からの湧水量が約40リットル/分であり、この湧水量は軽石凝灰岩層の透水係数に相当する流量であることを確認しました。

透水性は、地層や深度によって値が異なることが分かりました。

(図3-6 透水係数分布図、図3-7 透水係数分布図(地層別))

軽石凝灰岩の透水係数の平均値は 10^{-8} m/sのオーダーであります。極一部に認められた火山礫を含む砂岩や凝灰岩の一部では、 10^{-7} m/s~ 10^{-6} m/sのオーダーの透水係数を有する部分があることが分かりました。この部分は連続性が乏しく、核種移行の点で問題とはならないと考えられます。

また、軽石混り砂岩層全体の透水係数の平均値は、 10^{-8} m/sのオーダーであります。この層の中には、厚さが1m程度以下の火山礫凝灰岩、砂岩などの薄層が含まれており、これらの層相^{注29)}の透水係数は、 10^{-7} m/s~ 10^{-5} m/sのオーダーであることが分かりました。この水を通し易い層の分布範囲は限られていることから、地下水流速が速くなる部分も限られています。

なお、試験空洞掘削に伴い空洞近傍の岩盤の一部に新たに発生した割目が確認されました。掘削前後における空洞近傍の岩盤の透水試験から、新たに割目が発生した箇所は透水係数が大きくなりましたが、新たに割目が発生していない箇所の透水性の変化はほとんど認められないことが分かりました。

注29) 層相^{そうそう} : 地層をその性質によって総合的にとらえた特徴。

(2) 地下水位観測、地下水压測定

南側台地の地下水面は、主に第四紀層内にあり、地形と同様の形状となっています。

調査坑掘削により、坑口付近の地下水は少し低下していますが、全体の地下水面は今のところほとんど低下していません。(図3-8 地下水位面等高線図)

岩盤内の地下水压の分布は地下水位分布と似た形状を示し、南側台地の地下水は、台地面で降雨が涵養^{注30)}され、一部は中央沢方向に、一部は尾駁沼方向に流れていると判断されます。(図3-9 地下水压分布図)

沼の下の地下水压は、地下深部に向かい大きくなっていることから、地下深部から上に向かう流れがあることが分かりました。

現在は、調査坑の掘削により南側台地の地下水は一時的に調査坑に向かう流れとなっていることが確認できています。(図3-10 地下水压分布図 沼を含めた断面 掘削前後)

注30) 涵養^{かんよう} : 降雨、河川水などの地表水が地表面下に浸透していくこと。

(3) 水質測定

試験空洞設置深度付近の地下水の水質は、軽石凝灰岩層ではpHは中性~弱アルカリ性、ナトリウム濃度が17~19mg/l程度、塩素濃度が11~18mg/l程度、酸化還元電位^{注31)}はマイナスであり、還元環境であることが分かりました。また、軽石混り砂岩層については、pH、ナトリウム濃度は軽石凝灰岩層よりも若干高く、塩素濃度は同程度であることが分かりました。この付近の地下水は、淡水とほぼ同じ性質を示していることが確認できました。

(表3-3 水質分析結果一覧表)

南側台地面のボーリング孔における水質測定結果によると、台地の下の地下水は深部に塩分濃度の高い領域が分布していますが、それより浅い箇所には塩分の影響を受けた領域が存

在していないことが分かりました。

(図3-11 南側台地及び沼の水質分布図)

沼の下の岩盤(鷹架層)の水質は、地下浅部に尾駁沼の汽水^{きすい}_{注32)}の影響を受けたと考えられる領域が、また、深部には塩分の濃度の高い領域が、さらには両者の間には淡水の性質を示す領域が分布することが分かりました。

注31) 酸化還元電位^{さんかかんげんでんい}：酸化還元反応により生じる電位であり、地下水などが酸化状態か、還元状態かを把握する目安となるもの。

注32) 汽水^{きすい}：河口域などにみられる海水と淡水が混合して、両者の中間の塩分を示す水のこと。

(4) 比抵抗探査

沼の下の岩盤(鷹架層)の水質は、地下浅部と深部に低比抵抗の領域が分布し、2つの低比抵抗部に挟まれた領域は比抵抗が大きいことが分かりました。浅部の低比抵抗領域は尾駁沼の汽水の影響を受けている領域と考えられます。その下の高比抵抗の部分は台地からつながっていることから、台地から流れてきた淡水の領域と考えられます。さらにその下の低比抵抗の部分は、台地の深部から沼の下まで連続しており、水質測定から高塩分濃度であることが確認された領域であり、汽水性の尾駁沼とはつながっていないことから、現世の海水ではなく古い時代のいわゆる化石海水が分布している領域と推定されます。

(図3-12 比抵抗探査結果図)

(5) 流速測定

流速測定結果から求めた有効間隙率は、30~60%程度でした。この結果と別途求めた透水係数や地下水圧のデータを用いて自然状態の地下水流速を推定すると、平均して10cm/年程度となることが分かりました。

(6) 地下水調査結果まとめ

地下水は降雨が台地部で涵養され、尾駁沼あるいは中央沢方向に流れていると判断されました。

地下水調査結果によれば、岩盤の透水性は予備調査結果と同等であることが分かりました。透水性は、地層や深度によって透水係数が異なることが分かりました。また、軽石混り砂岩層の中には、厚さが1m程度以下の火山礫凝灰岩、砂岩などの薄層が含まれており、これらの層相の透水係数は、相対的に大きいことが分かりました。この水を通し易い層の分布範囲は限られていることから、地下水流速が速くなる部分も限られております。南側台地の岩盤は割目が少ないことが調査坑で再確認されており、地下水の流速は平均して、10cm/年程度と考えられます。

試験空洞設置深度付近の水質を調べた結果、人工バリアの劣化を促進するような成分が少ないことを確認しました。

3-3 地盤調査結果

(1) 物理試験

地表からの深さ 50~100m 付近に分布する軽石混り砂岩、軽石凝灰岩、砂質軽石凝灰岩は、湿潤密度が 1.6~2.0g/cm³、含水比が 20.7~58.1%程度でした。

(2) 三軸圧縮試験

鷹架層のうち、深度 50~100m 付近に分布する軽石凝灰岩を対象として実施した三軸圧縮試験による岩石の強度は、地表からの深さ 50m から 100m 相当で、4MPa^{注33)}程度でした。

注33) MPa : 圧力の単位。メガパスカルと呼ぶ。1MPa ≒ 10kgf/cm²。

(3) 岩盤変位測定

試験空洞掘削による岩盤の変形は概ね 1cm 程度と極わずかでした。

(図3-13 岩盤変位測定結果図、図3-15 試験空洞状況写真)

(4) 支保応力測定

支保応力測定の結果、支保に発生している力は、支保の耐力より小さく、空洞が安定していることが確認できました。(図3-14 支保応力測定結果図)

(5) 地盤調査結果まとめ

試験空洞は、幅 18m、高さ 16mの大断面でしたが、変形も概ね 1cm 程度と小さく、支保に発生している力も、支保の耐力より小さく、空洞が安定していることが分かりました。

なお、試験空洞における湧水量は、30 リットル/分程度であり、空洞周辺の軽石凝灰岩層の透水係数に相当する流量であることを確認しました。

4. おわりに

以上のように今までの本格調査において、南側台地の地下 100m 付近の岩盤は、割目が少なく地下水の流れる速さは遅いこと、人工構築物の劣化を促進するような地下水成分が少ないこと、安定した大規模な空洞を構築できることが確認でき、処分施設の設置に問題となるような岩盤ではないことを確認しました。

表 2 - 1 調査項目

	内 容	調査項目
①地質調査	地層境界、断層および割目の有無等の確認	コア観察 地質観察 音波探査
②地下水調査	地下水の流れる速さ、流れる方向、水質の確認	透水試験 地下水位観測 地下水圧測定 水質試験 比抵抗探査 流速測定
③地盤調査	空洞安定性の確認	物理試験 三軸圧縮試験 岩盤変位測定 支保工応力測定

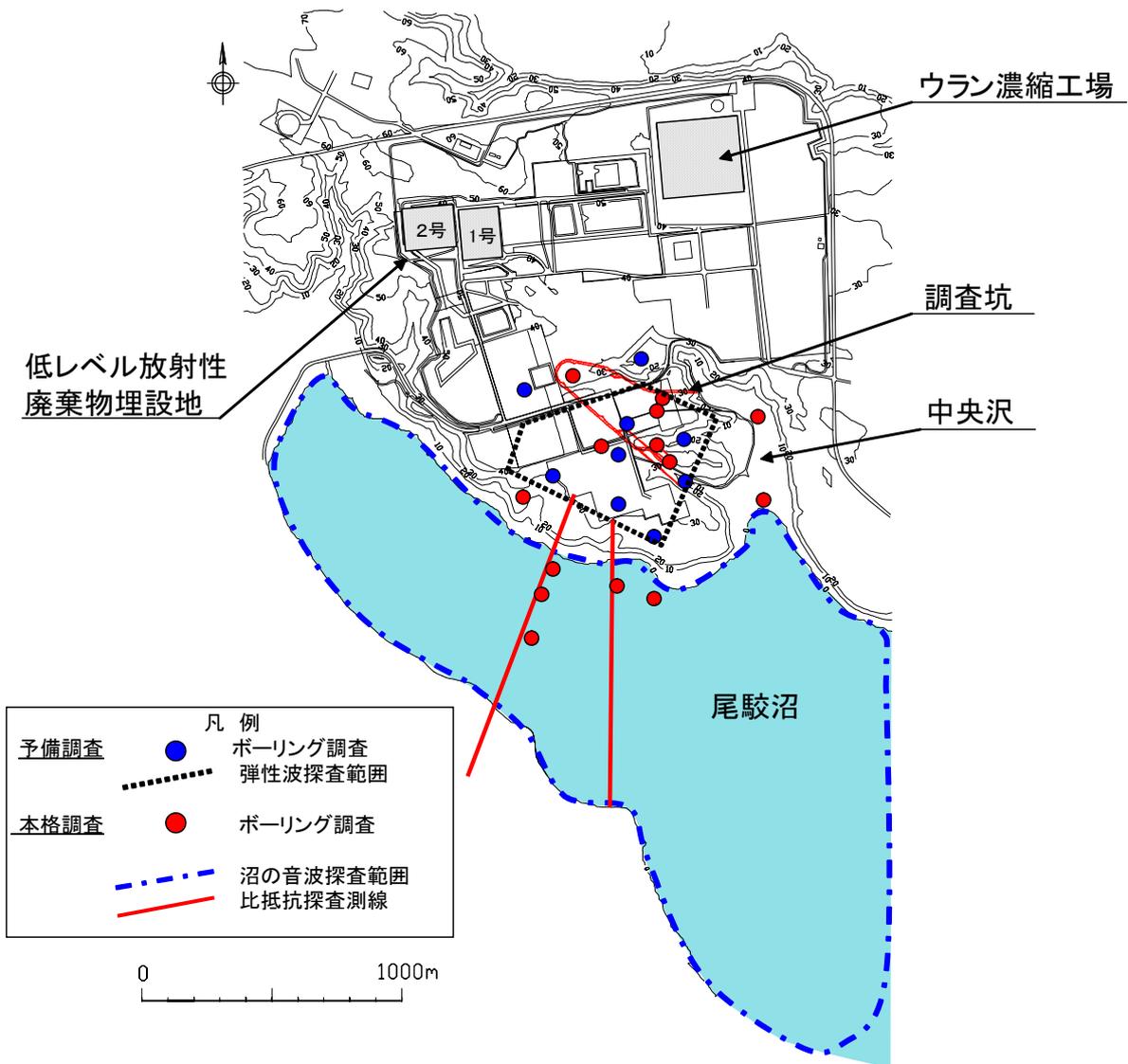


図 2 - 1 調査位置平面図

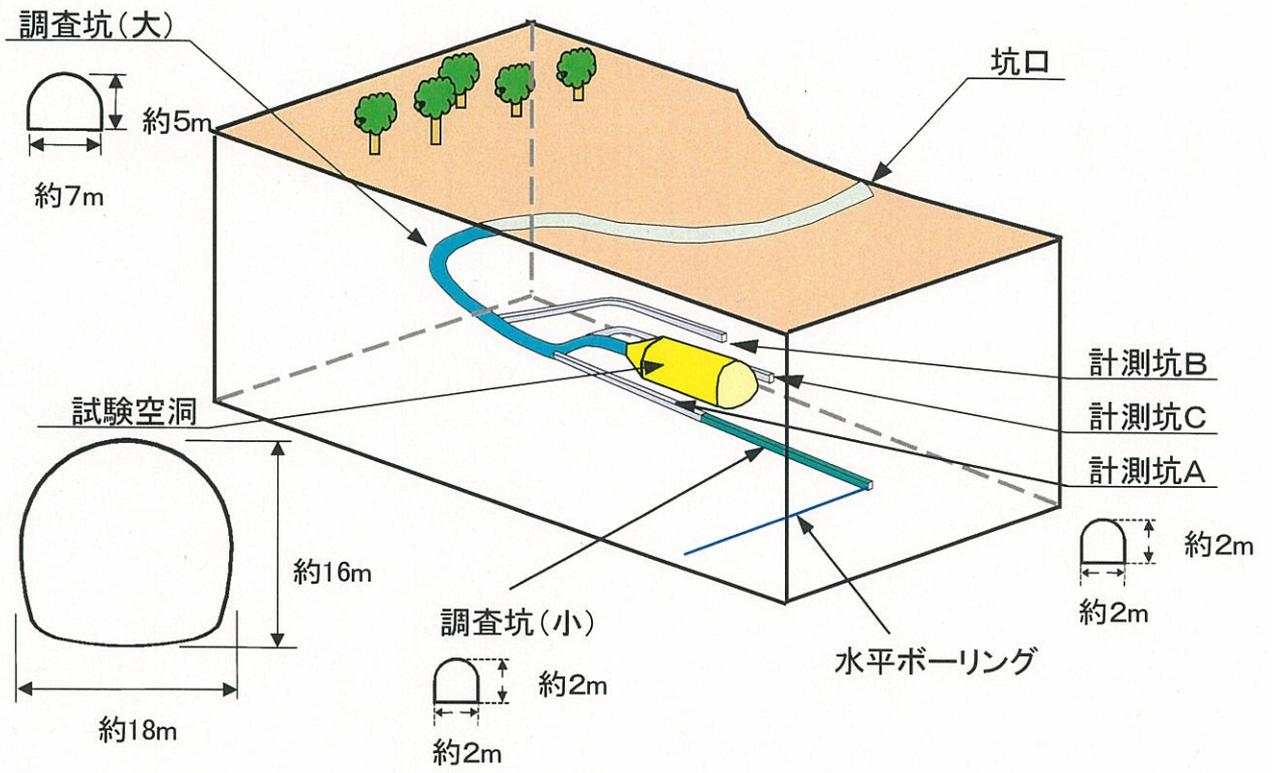
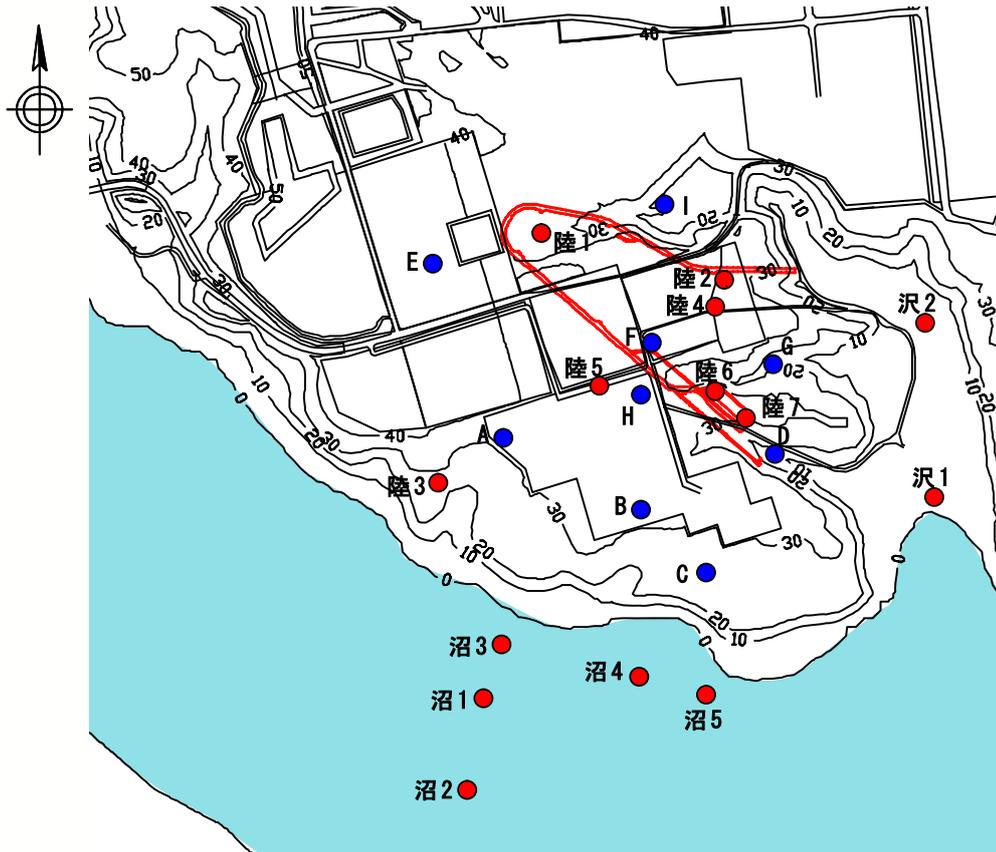


図 2 - 2 調査坑概念図



予備調査	●	凡例	ボーリング調査
本格調査	●		ボーリング調査

0 500m

	孔名	掘進長 (m)
予備調査	A	100
	B	383
	C	219
	D	206
	E	224
	F	200
	G	100
	H	100
	I	300
本格調査	陸1	100
	陸2	50
	陸3	195
	陸4	50
	陸5	155
	陸6	167
	陸7	168
	沼1	200
	沼2	32.1
	沼3	200
	沼4	200
	沼5	205
	沢1	148
沢2	183	

図2-3 ボーリング調査位置図

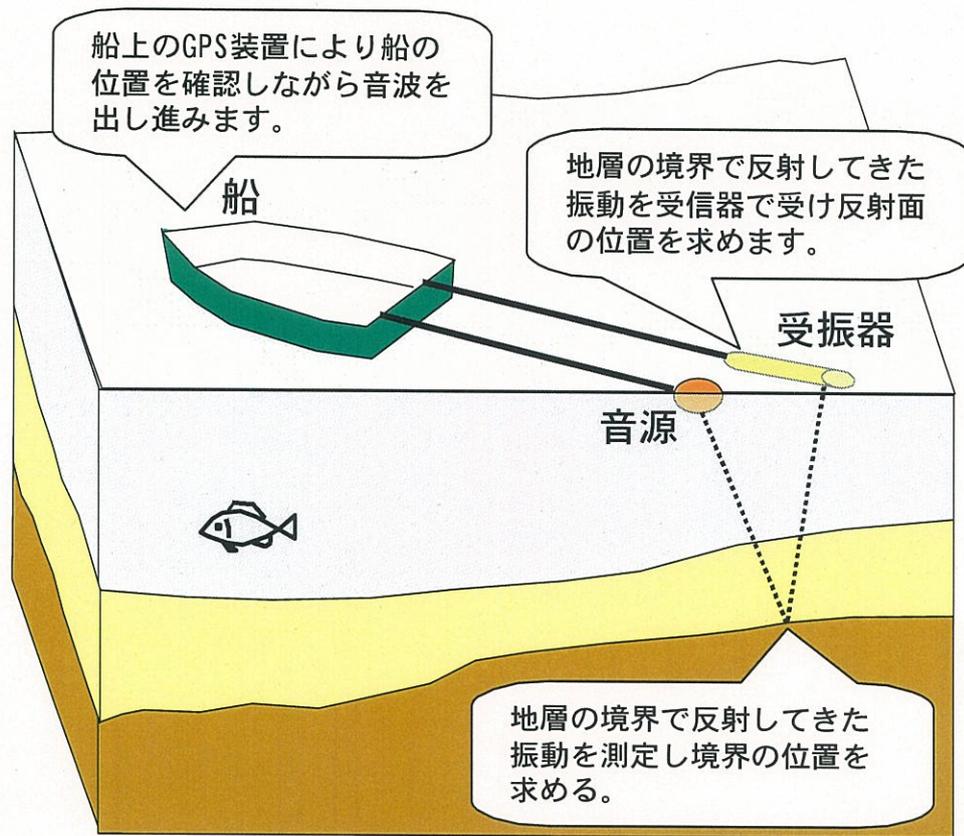


図 2 - 4 音波探査概念図

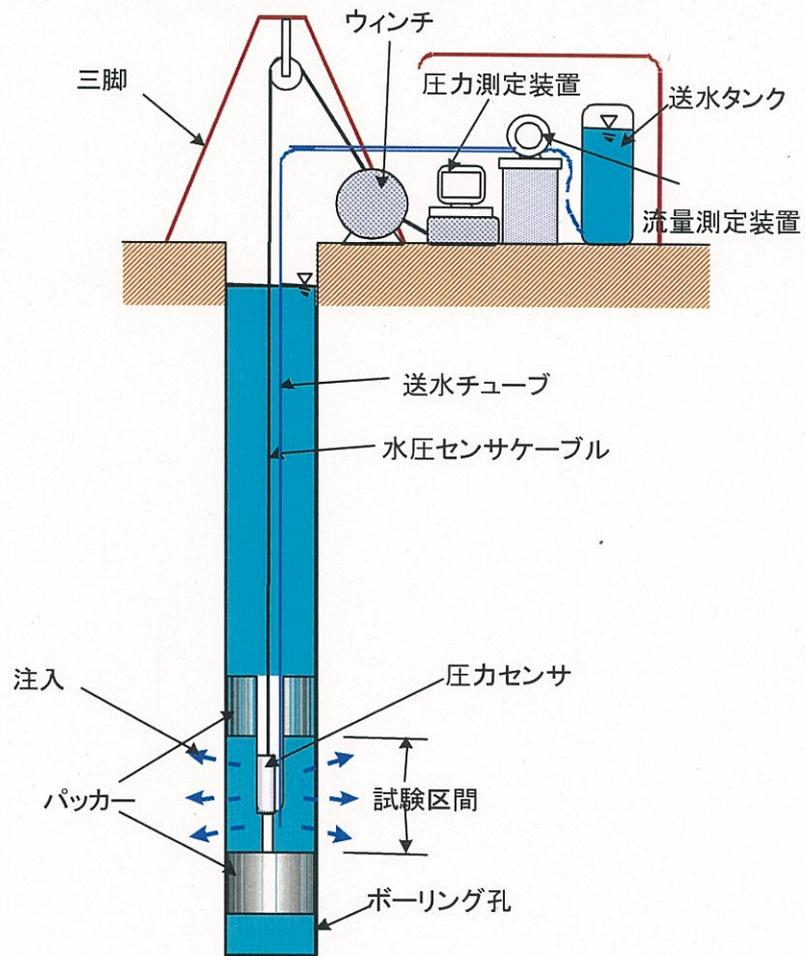


図 2 - 5 透水試験装置の概要

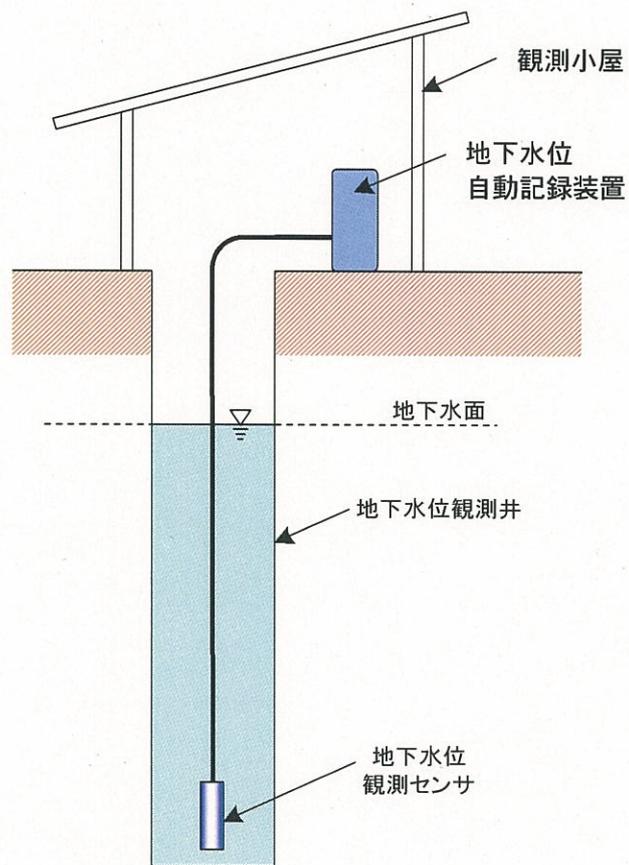


図 2 - 6 地下水位観測孔の概要

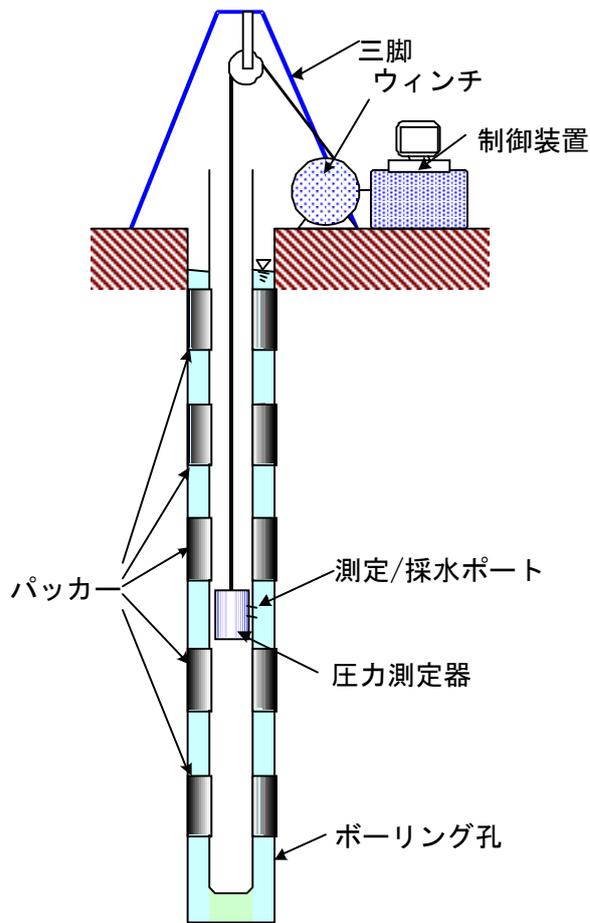


図 2 - 7 地下水圧測定の概要

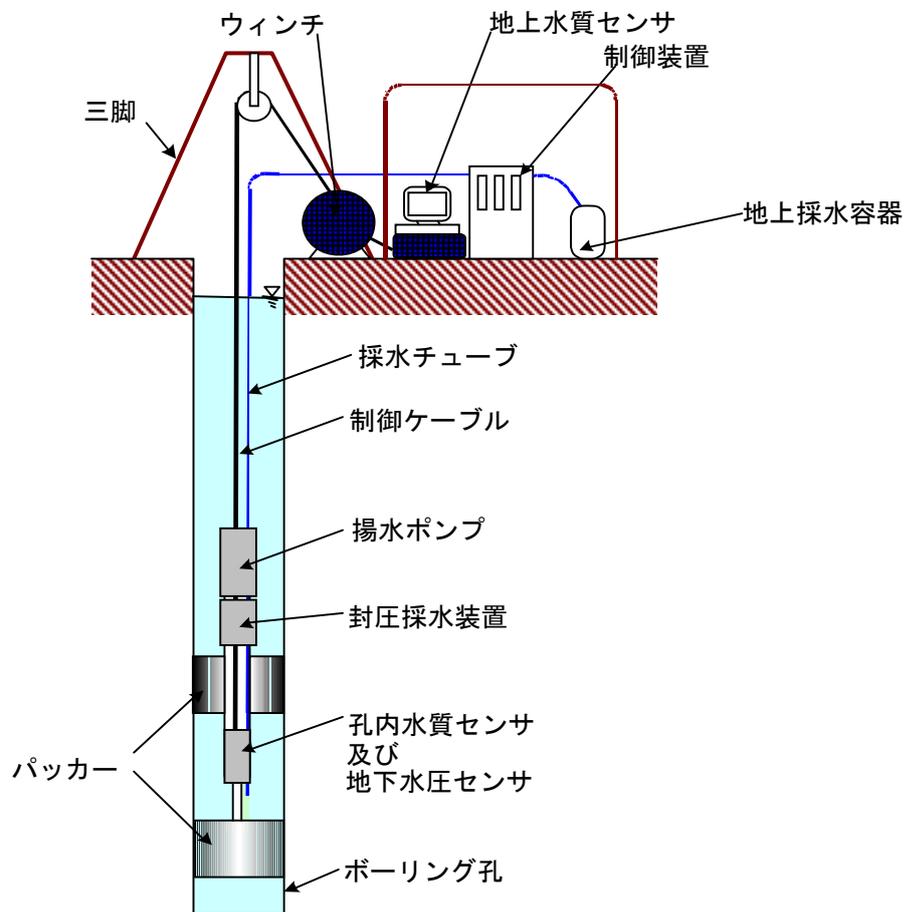


図 2 - 8 採水装置の概要

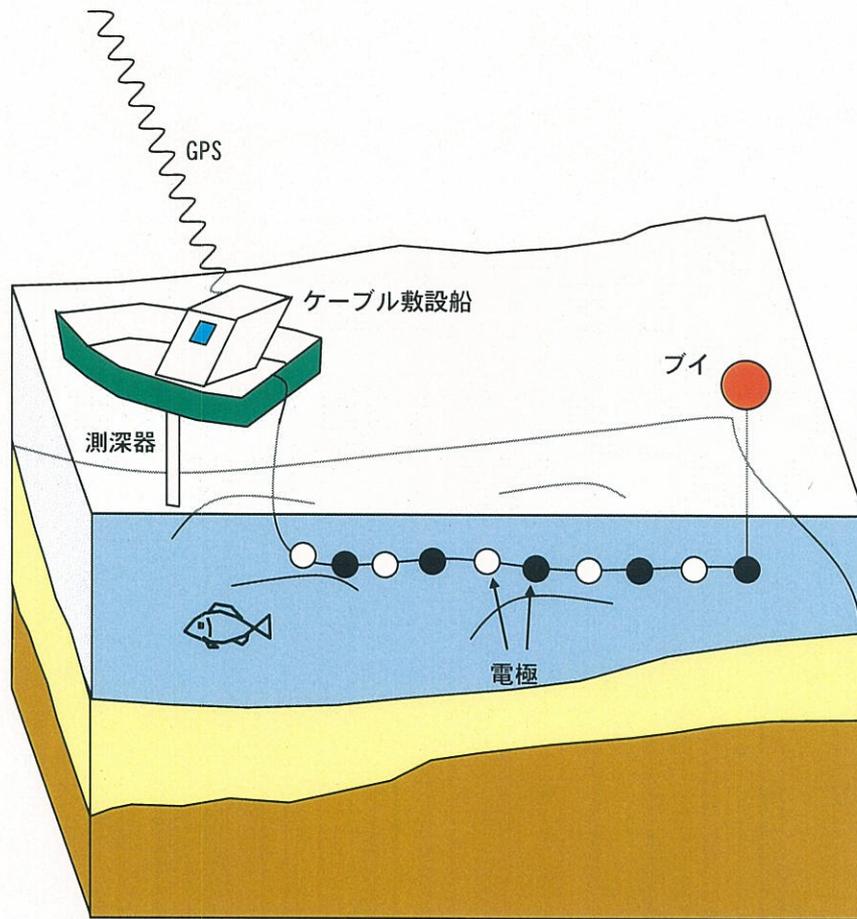


図 2 - 9 比抵抗調査概念図

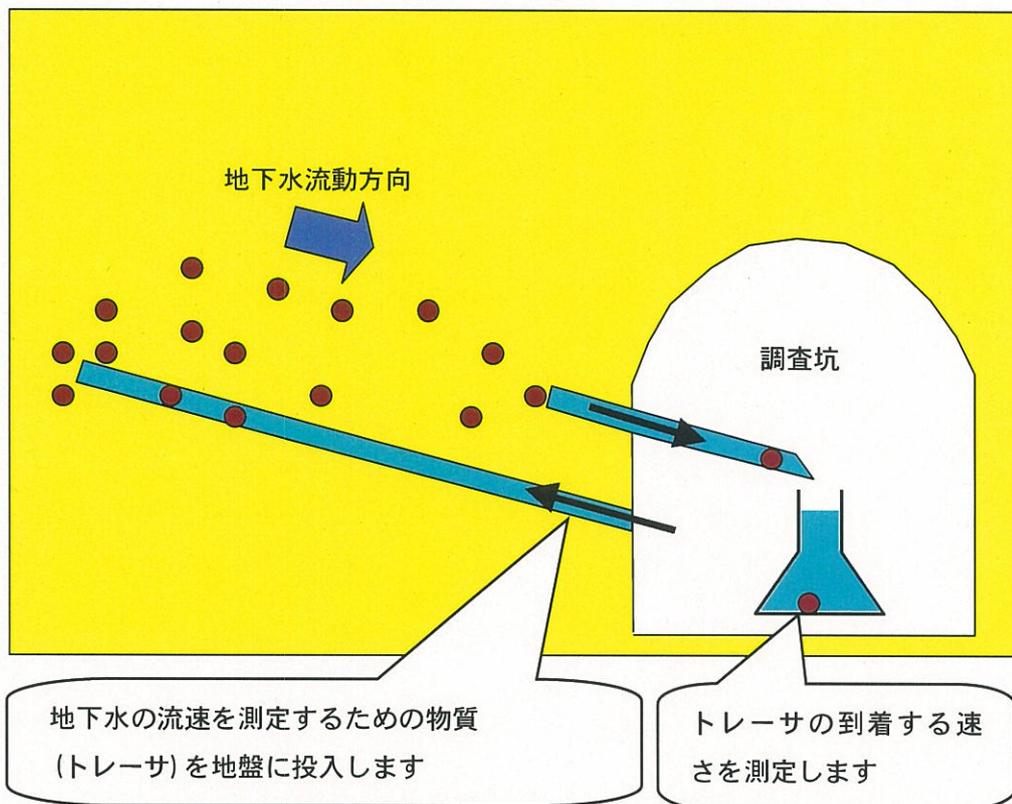


図 2 - 10 流速測定概念図

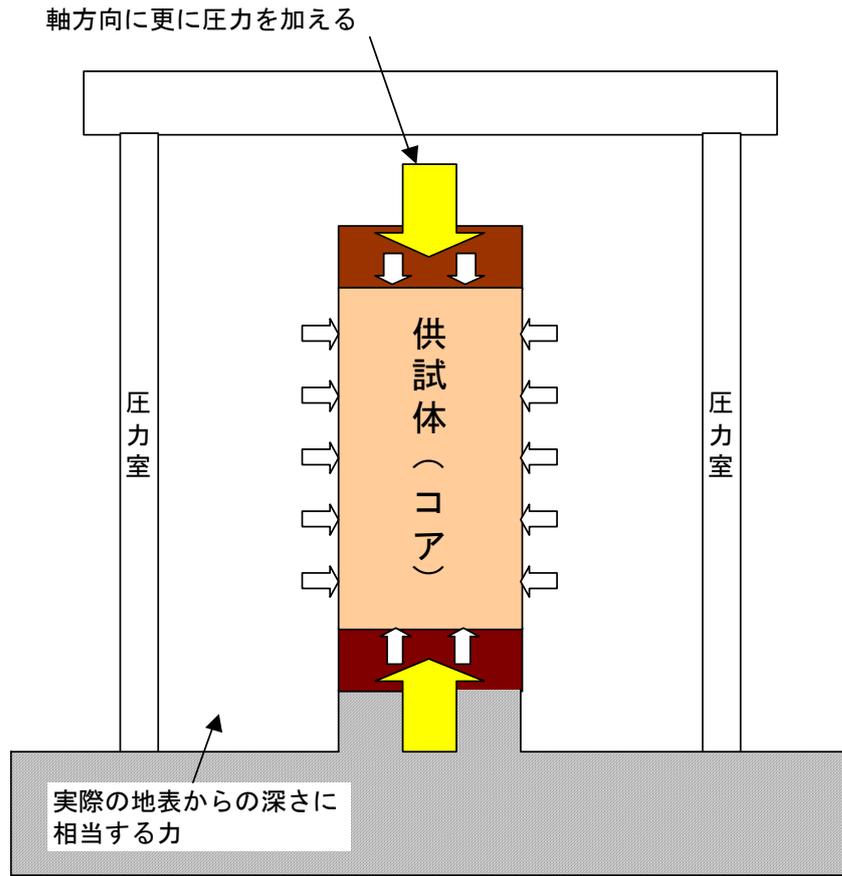


図 2 - 1 1 三軸圧縮試験装置の概要

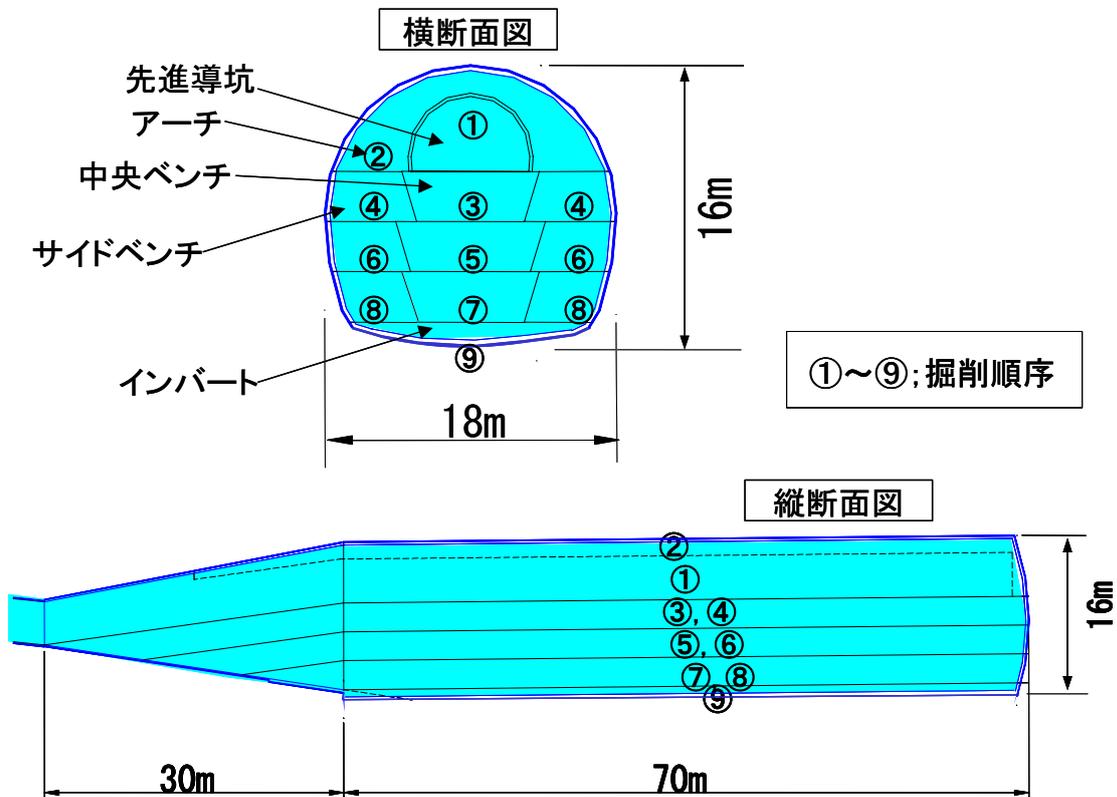


図 2 - 1 2 試験空洞掘削方法

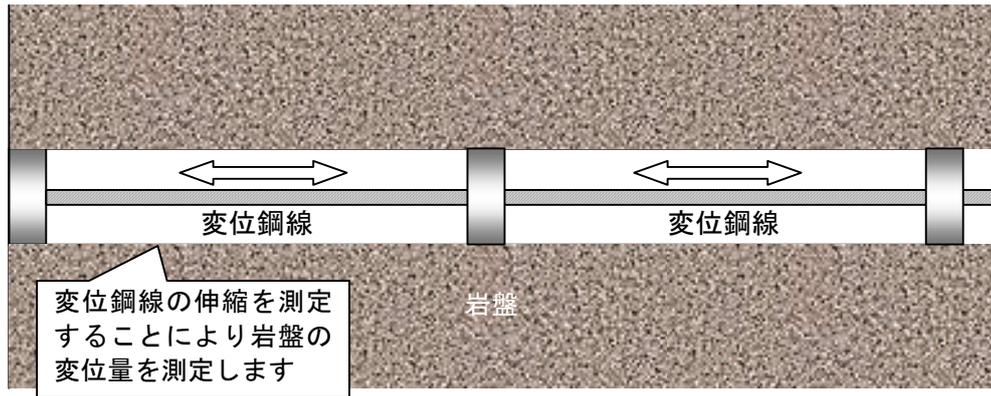


図 2 - 1 3 岩盤変位測定装置の概要

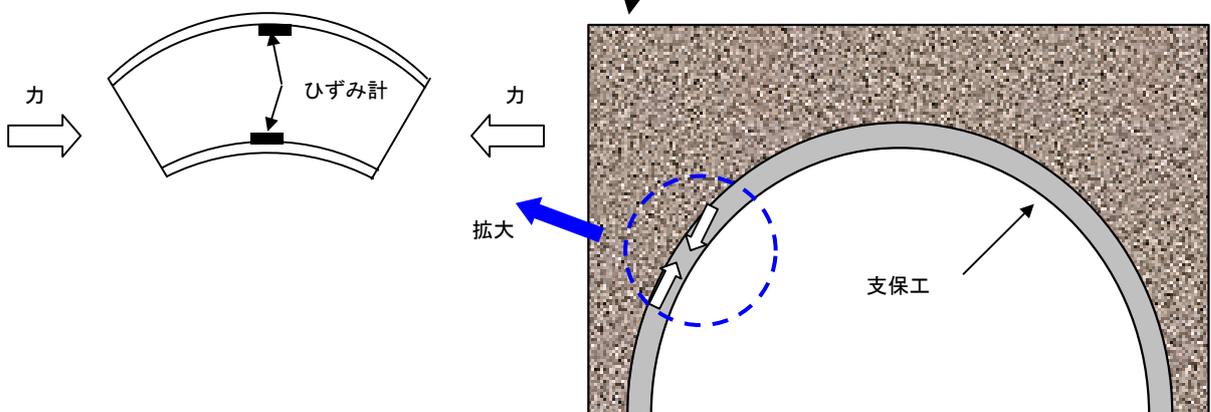
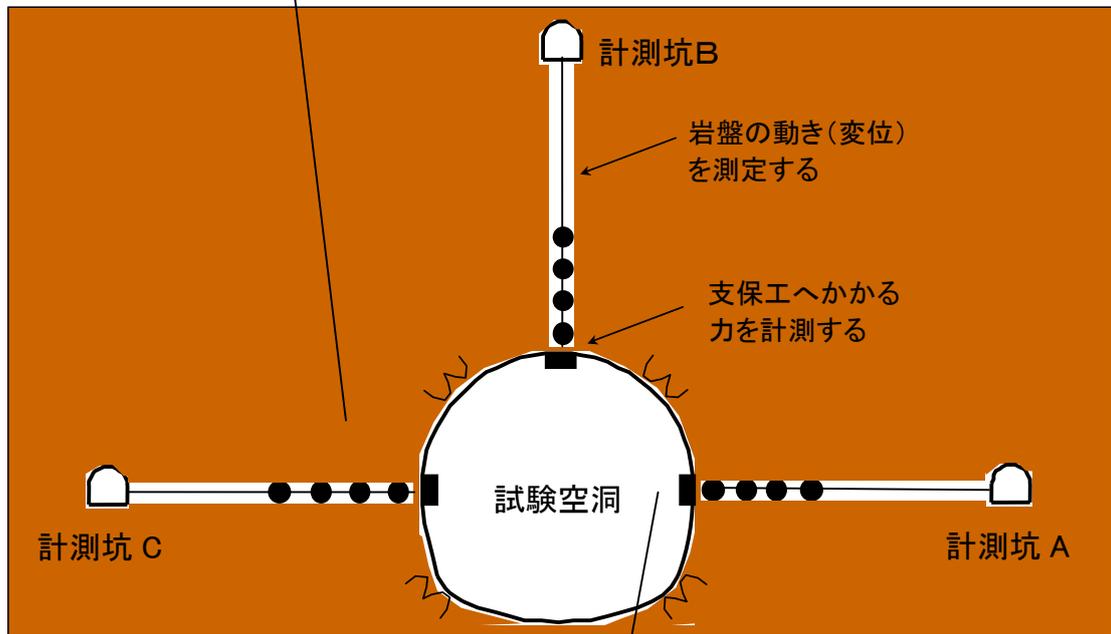


図 2 - 1 4 支保応力測定装置の概要

表 3 - 1 南側台地及び周辺の沢、沼の地質層序表

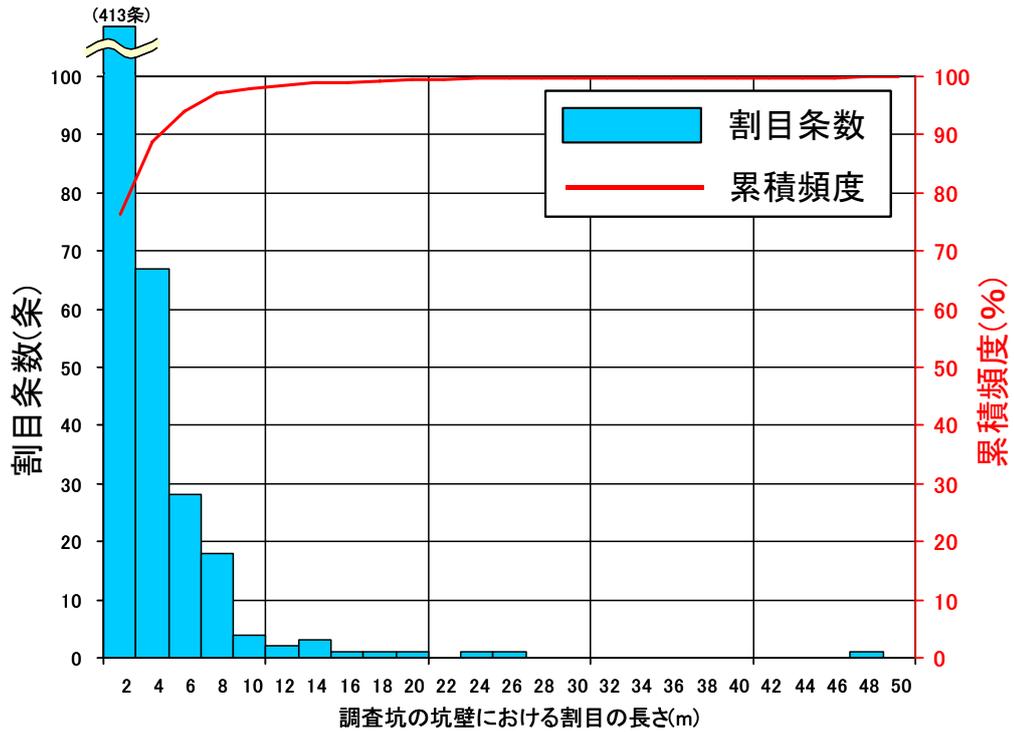
地質時代			地 層 区 分			
			地 層 名		主 な 層 相	
新 生 代	第 四 紀	完 新 世	崖錐堆積層		礫、砂、粘土	
			沖積低地堆積層		礫、砂、粘土、腐植土	
		更 新 世	火山灰層		粘土質火山灰	
			段丘堆積層		砂、礫、シルト	
	古期低地堆積層		シルト、砂、礫			
	新 第 三 紀	中 新 世	鷹 架 層	中部層	礫混り砂岩層	礫混り砂岩
				軽石混り砂岩層	砂岩泥岩互層、砂質軽石凝灰岩、 軽石混り砂岩	
				軽石凝灰岩層	軽石凝灰岩、砂質軽石凝灰岩、 軽石質砂岩	
				粗粒砂岩層	砂 岩	
				下部層	泥岩層	泥 岩

~~~~~ は不整合\*<sup>\*</sup>関係を示す

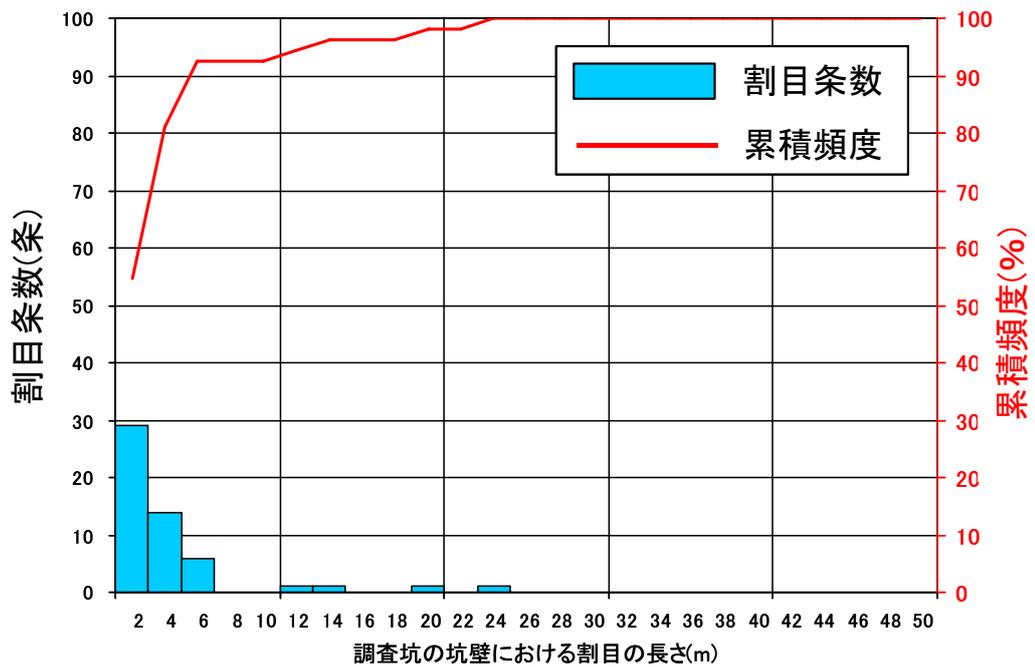
\*不整合：下位層が形成された後、上位層が堆積した場合に生じる時間的に不連続な地層の関係。

表 3 - 2 割目頻度分布 調査坑(大)

| 地層名     | 調査坑10mあたりの割れ目頻度<br>(条) |                   |
|---------|------------------------|-------------------|
|         | 浅部<br>(標高約-50m以浅)      | 深部<br>(標高約-50m以深) |
| 軽石混り砂岩層 | 8.9                    | 1.3               |
| 軽石凝灰岩層  | 9.3                    | 0.3               |

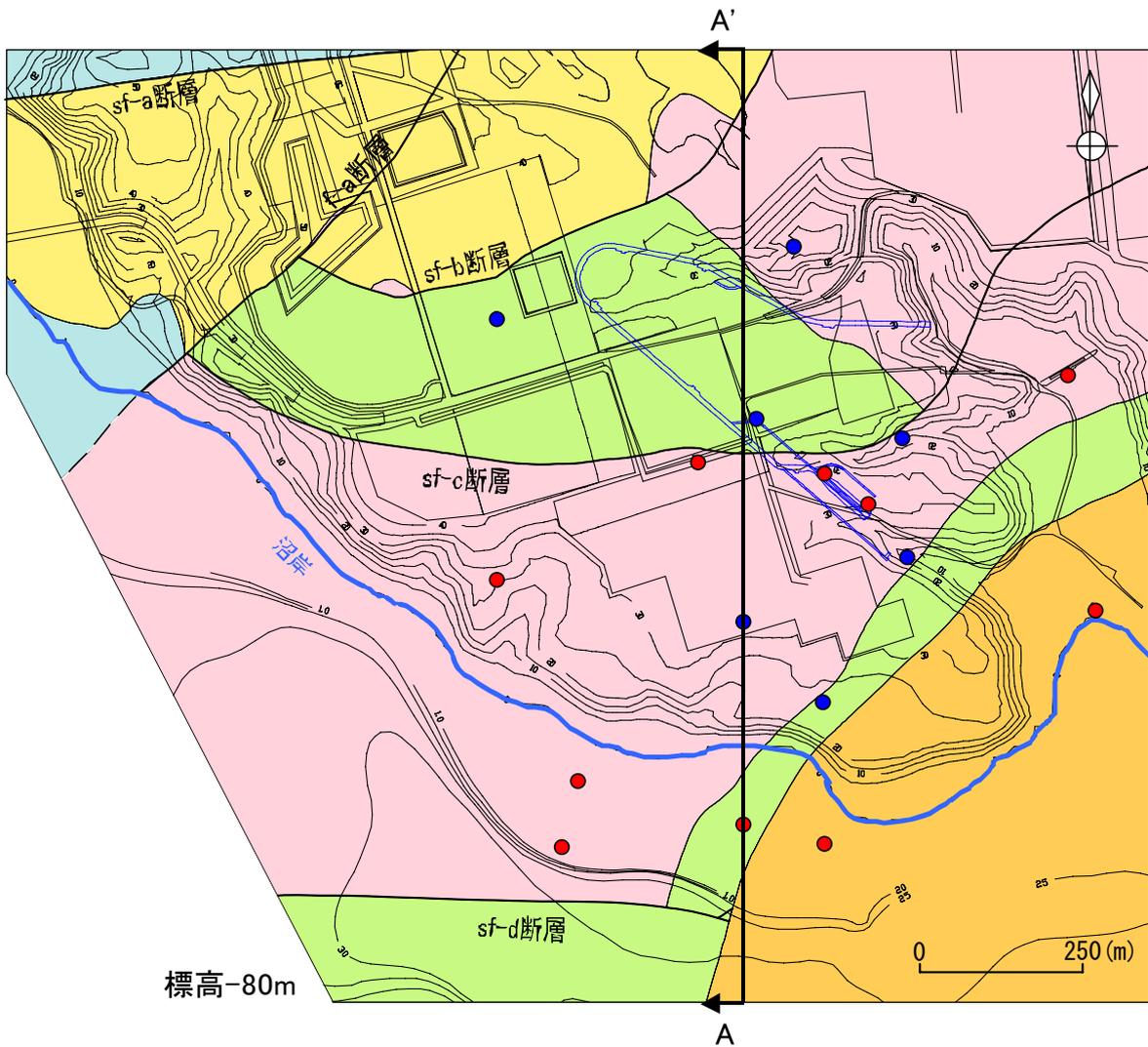


浅部(標高約-50m 以浅)のデータ



深部(標高約-50m 以深)のデータ

図3-1 割目トレース長分布図



注) 地質水平断面図に重ねて地表面の地形等高線を記載

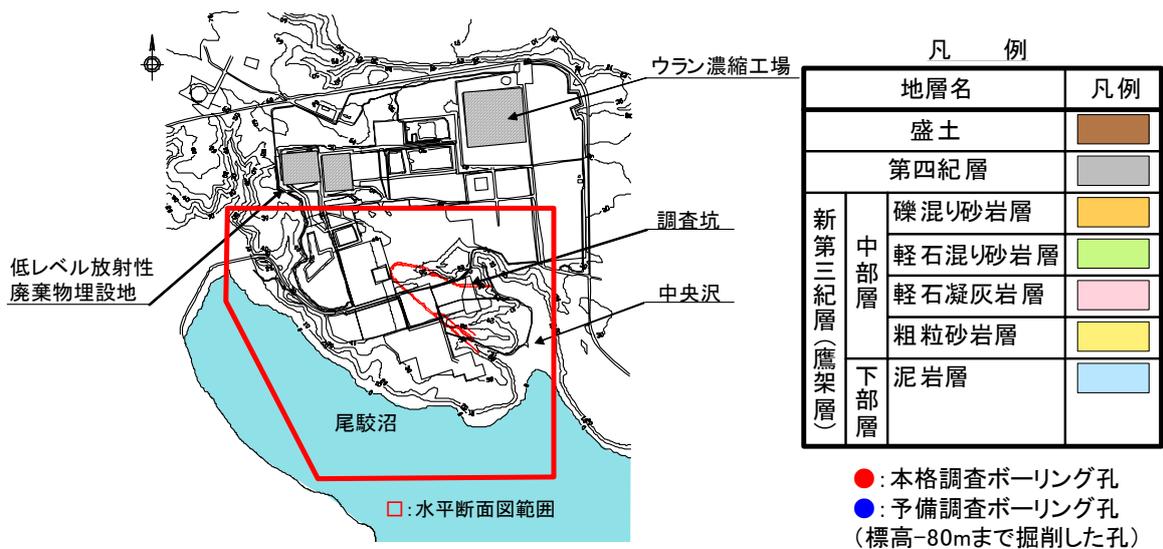


図3-2 地質水平断面図

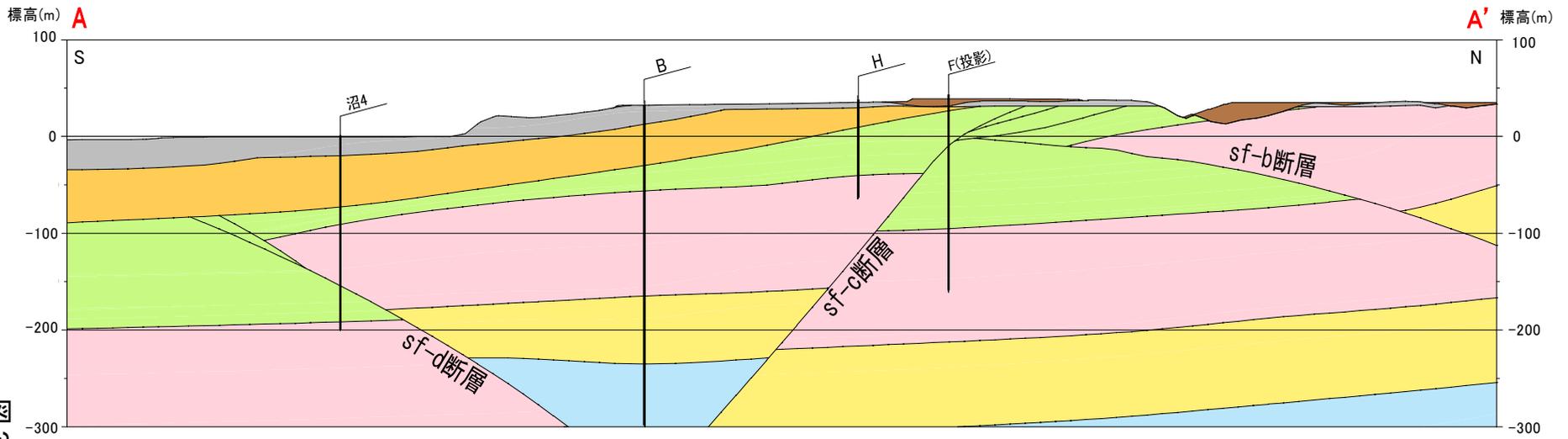
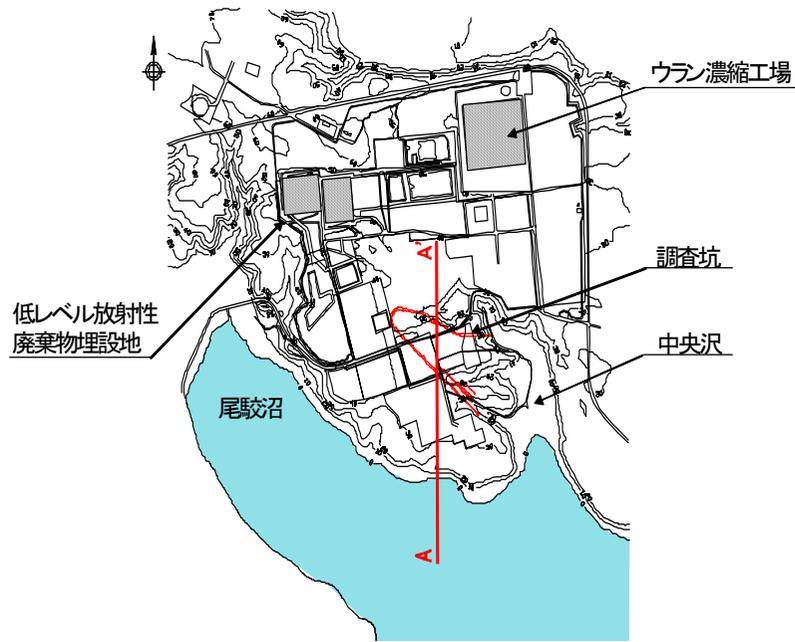
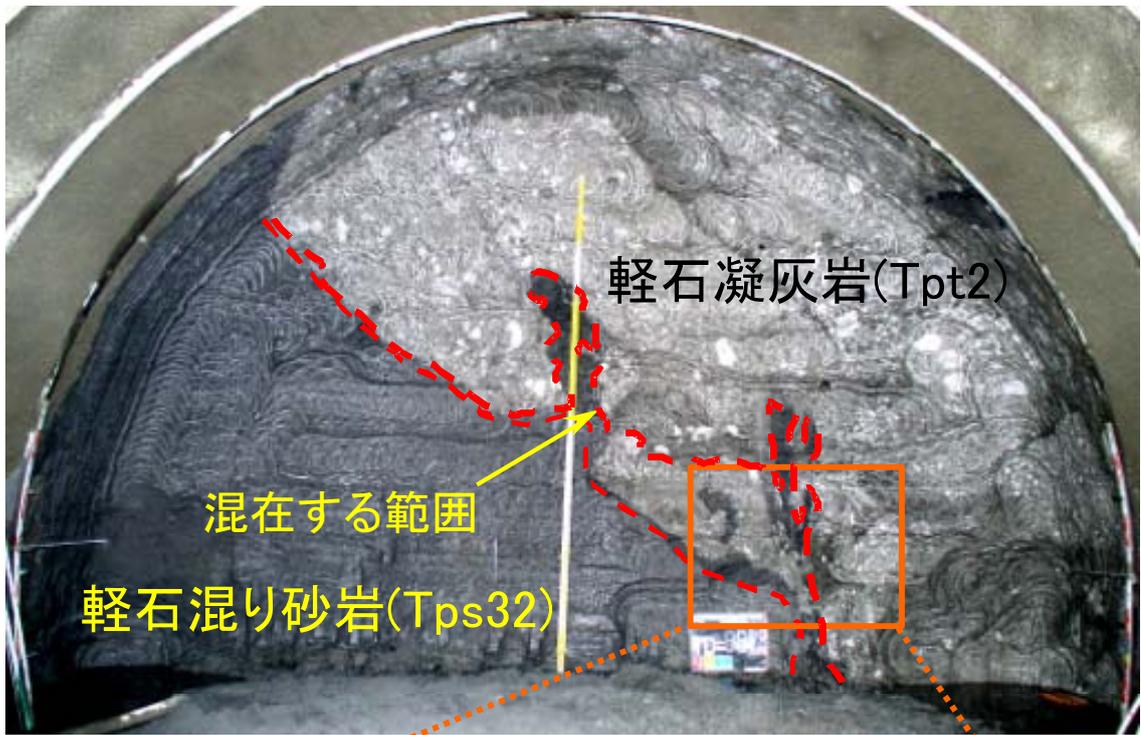


図 3-3 地質鉛直断面図



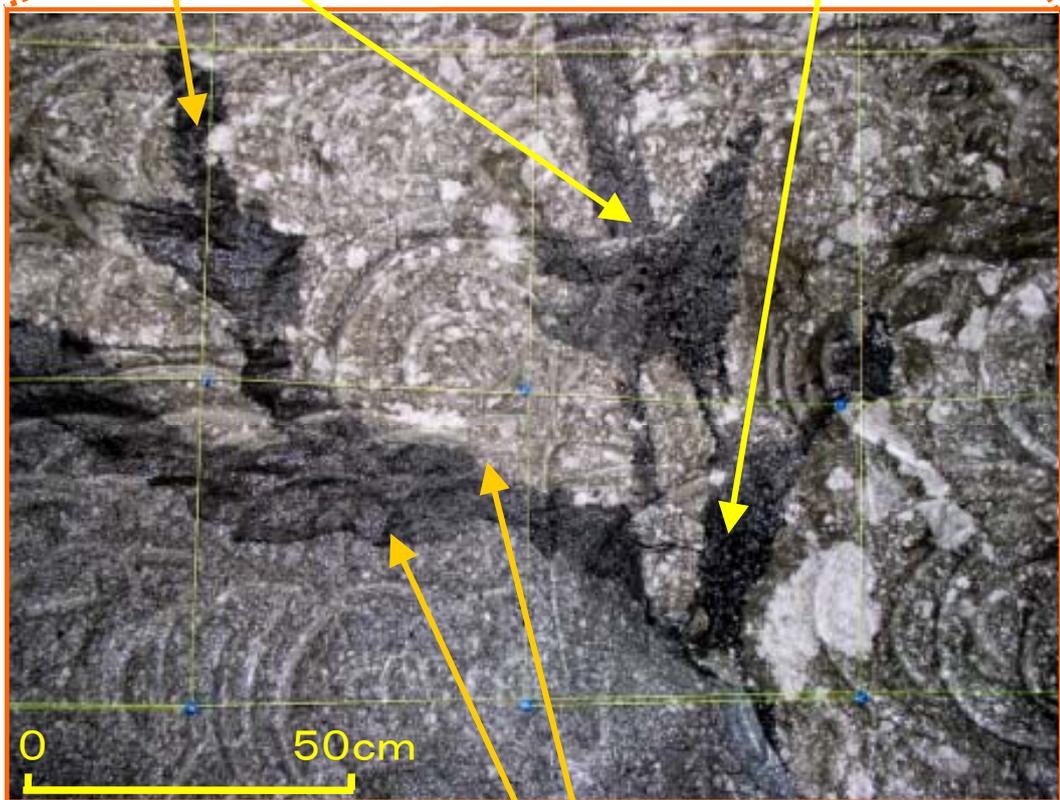
凡 例

| 地層名        |     | 凡例      |
|------------|-----|---------|
| 盛土         |     |         |
| 第四紀層       |     |         |
| 新第三紀層(鷹架層) | 中部層 | 礫混り砂岩層  |
|            |     | 軽石混り砂岩層 |
|            |     | 軽石凝灰岩層  |
|            |     | 粗粒砂岩層   |
| 下部層        | 泥岩層 |         |



岩屑岩脈状に入り込む箇所

上下の岩質以外の礫を含む箇所



境界面はゆ着し割目は認められない

図3-4 sf-c断層境界 調査坑写真(T.D.987.3m)

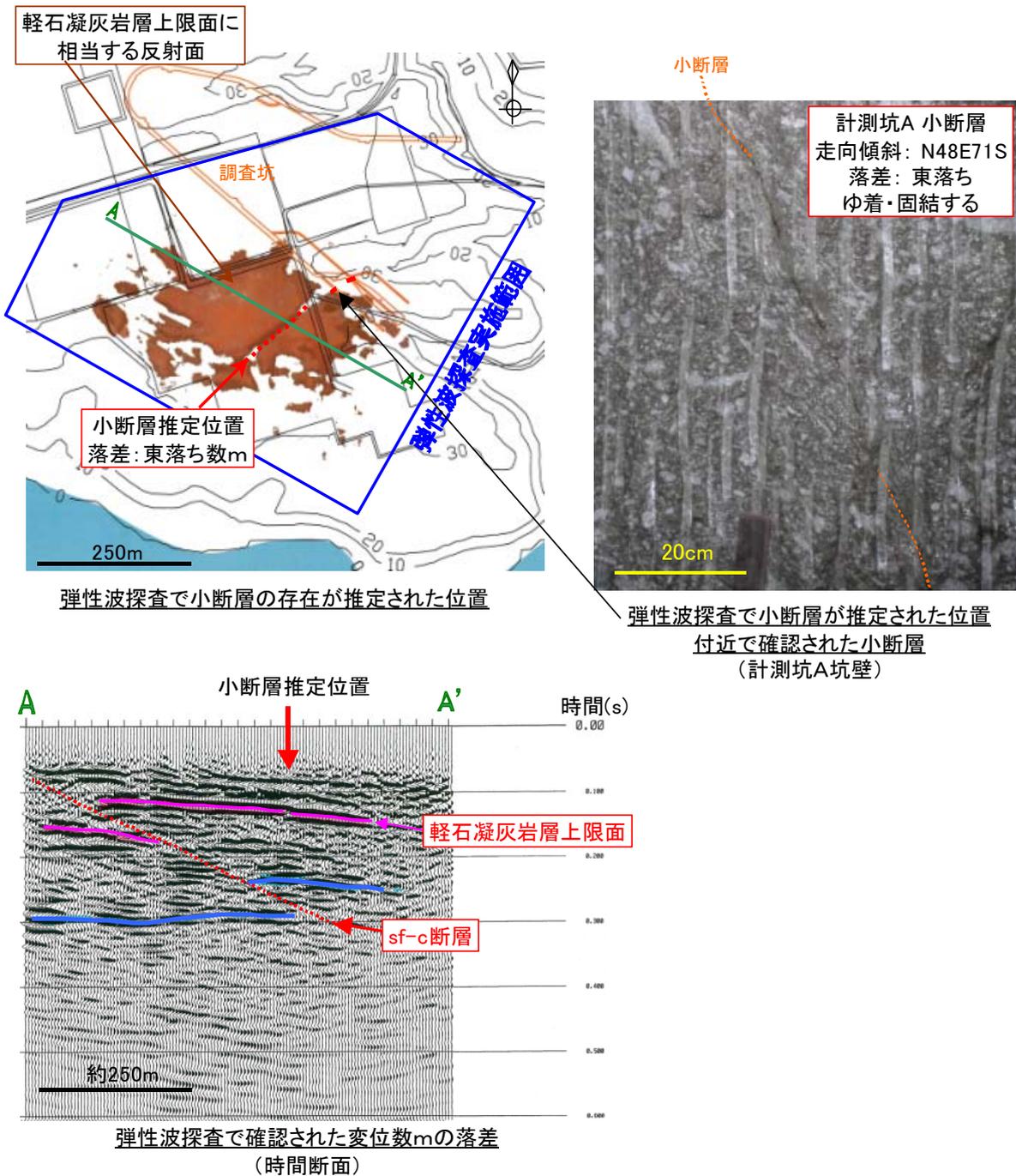
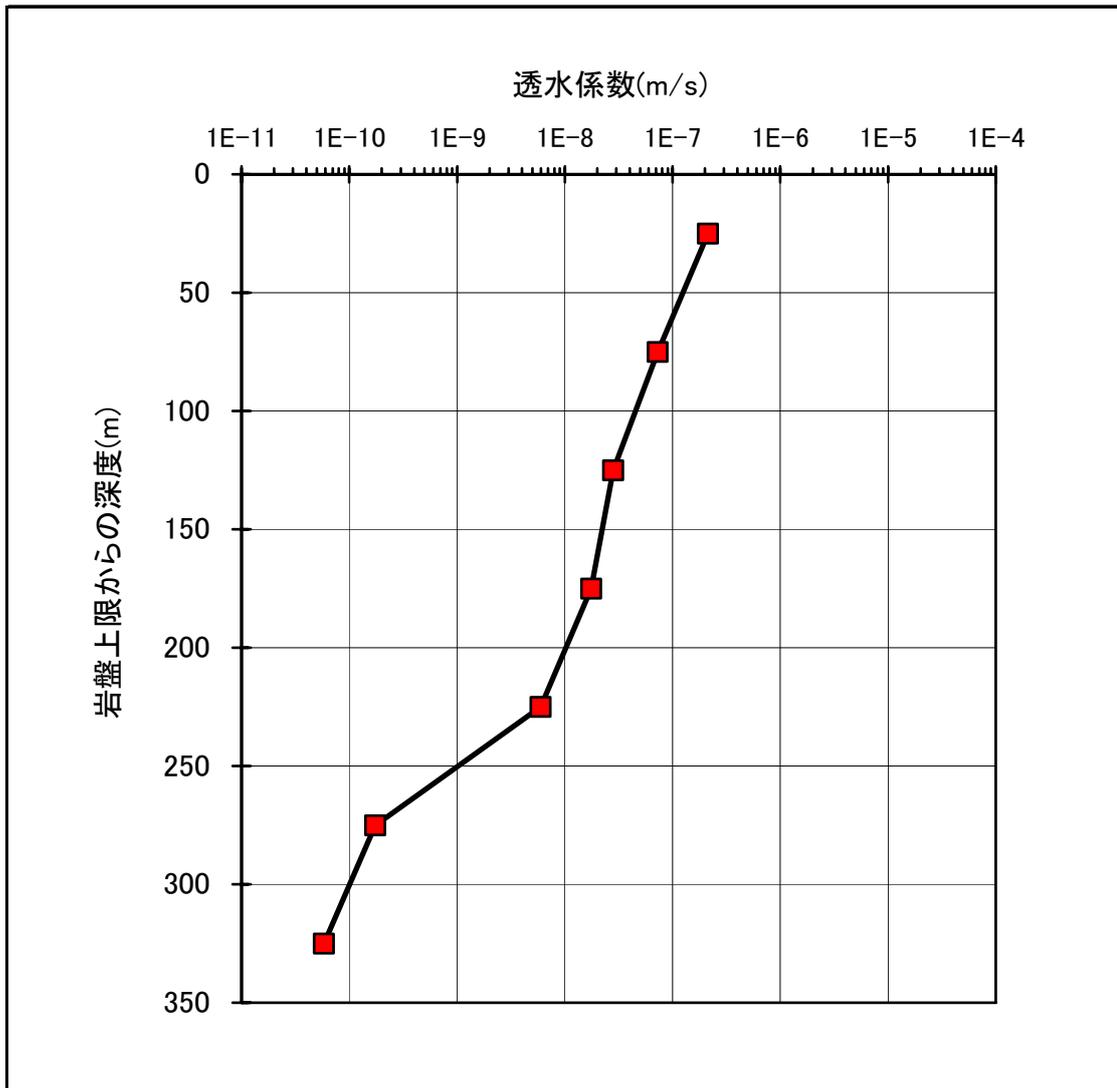


図3-5 小規模断層 調査坑写真



| 岩盤上限からの深度(m) | 透水係数の平均値(m/s) | 対数の標準偏差 |
|--------------|---------------|---------|
| 全深度          | 5.3E-08       | 0.9     |
| 0~50m        | 2.1E-07       | 0.9     |
| 50~100m      | 7.3E-08       | 0.6     |
| 100~150m     | 2.8E-08       | 0.6     |
| 150~200m     | 1.8E-08       | 0.7     |
| 200~250m     | 5.9E-09       | 0.5     |
| 250~300m     | 1.7E-10       | 0.6     |
| 300m以深       | 5.8E-11       | 0.2     |

図 3 - 6 透水係数分布図

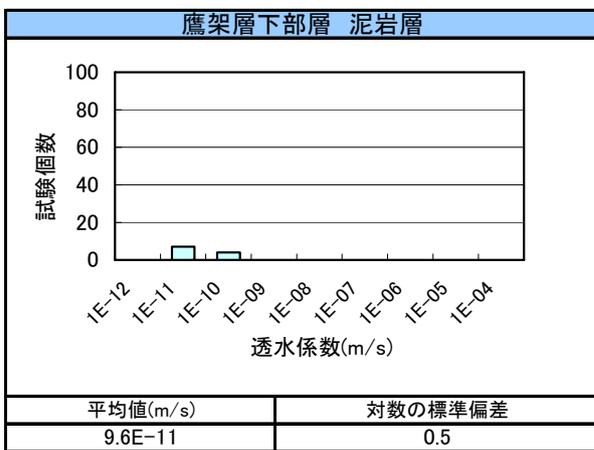
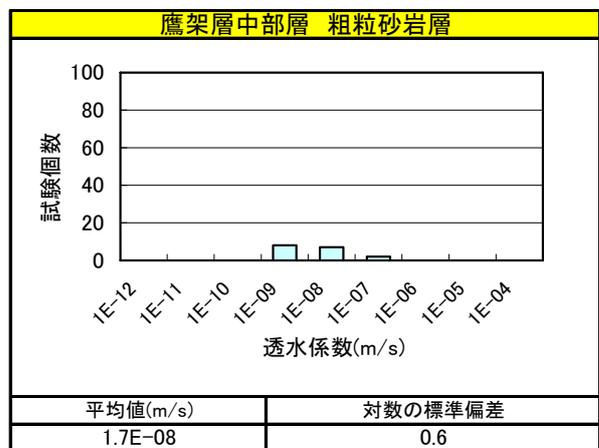
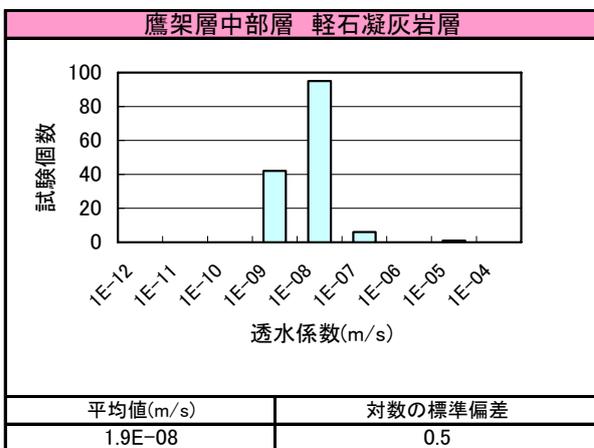
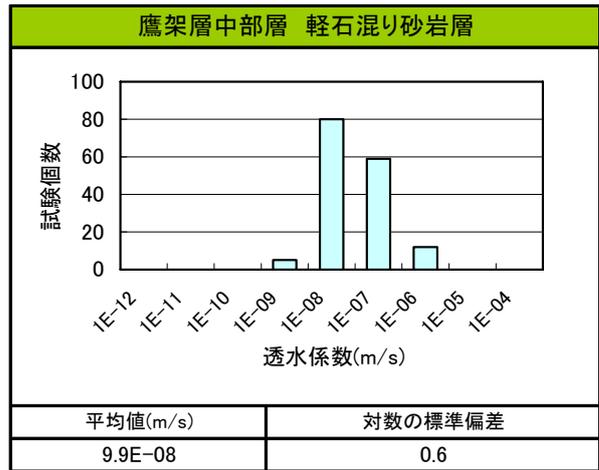
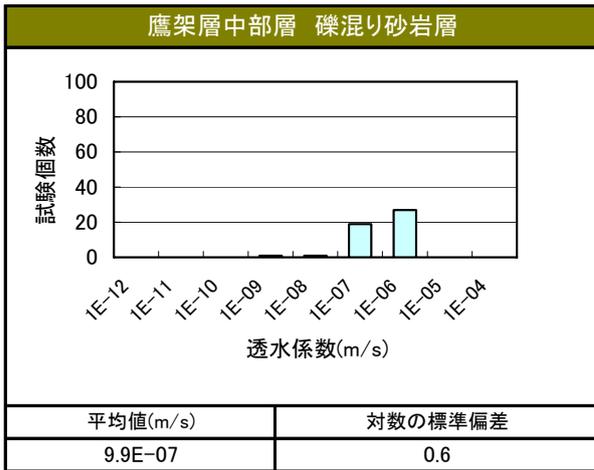
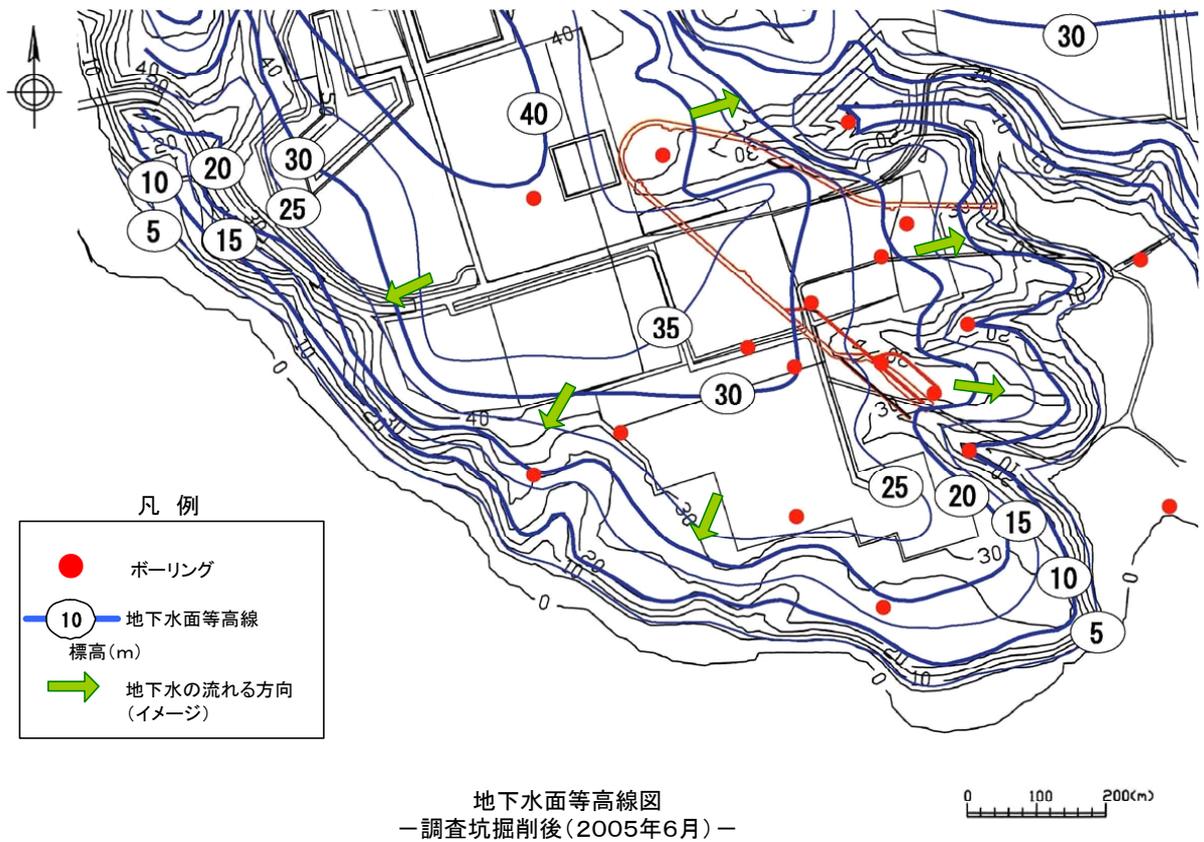
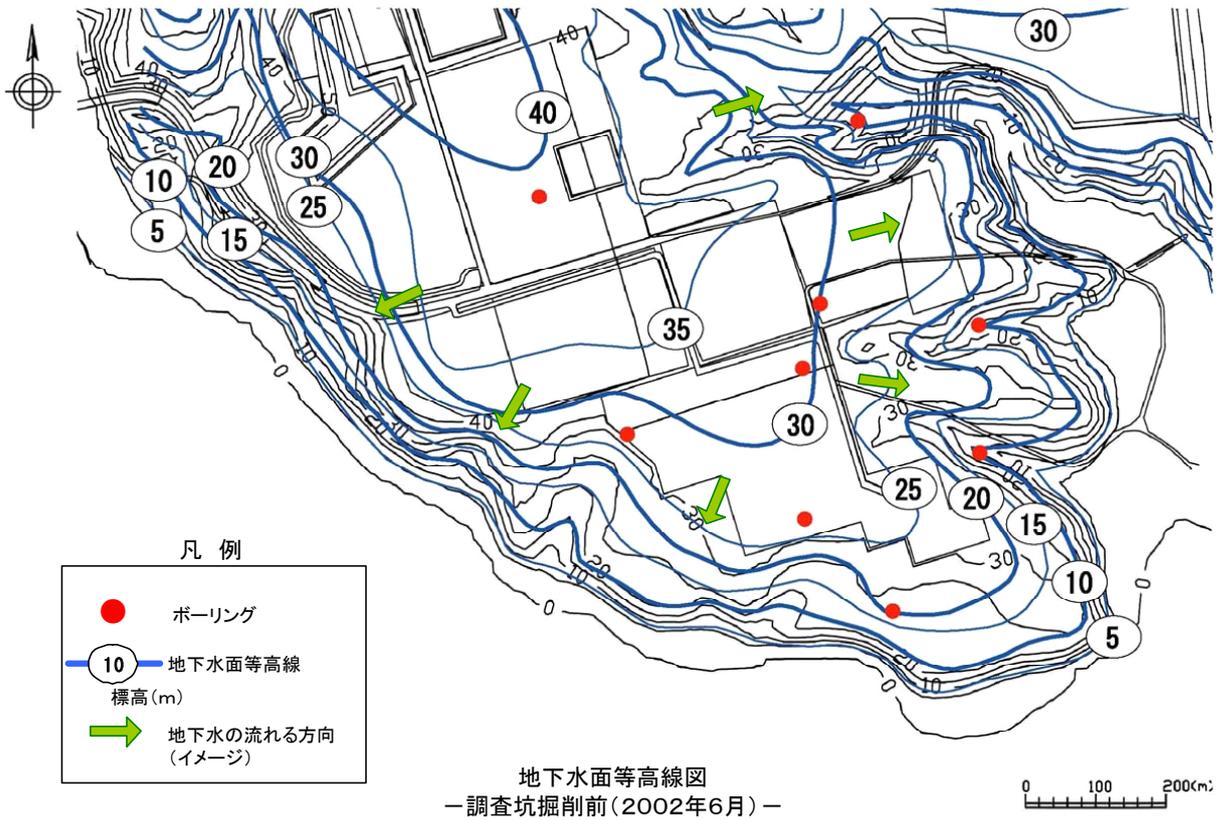
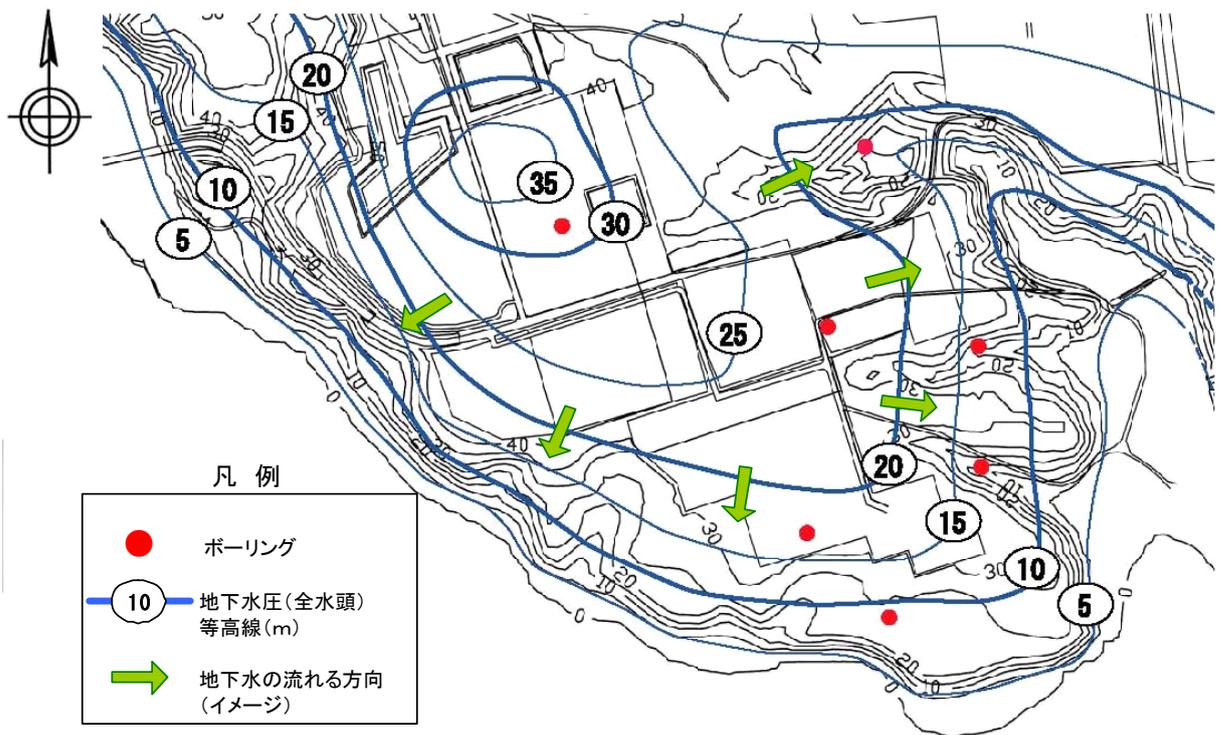


図 3 - 7 透水係数分布図 (地層別)



注) 地下水位面等高線図に重ねて地表面の地形等高線を記載

図3-8 地下水位面等高線図



全水頭：地下水の持つエネルギーで、地下水圧から求まる圧力のエネルギーに位置のエネルギーを加えたもの。  
地下水は値の大きいほうから小さいほうへと流れる。

注) 地下水圧分布図に重ねて地表面の地形等高線を記載

標高-80m、調査坑掘削前(2002年6月)

図3-9 地下水圧分布図

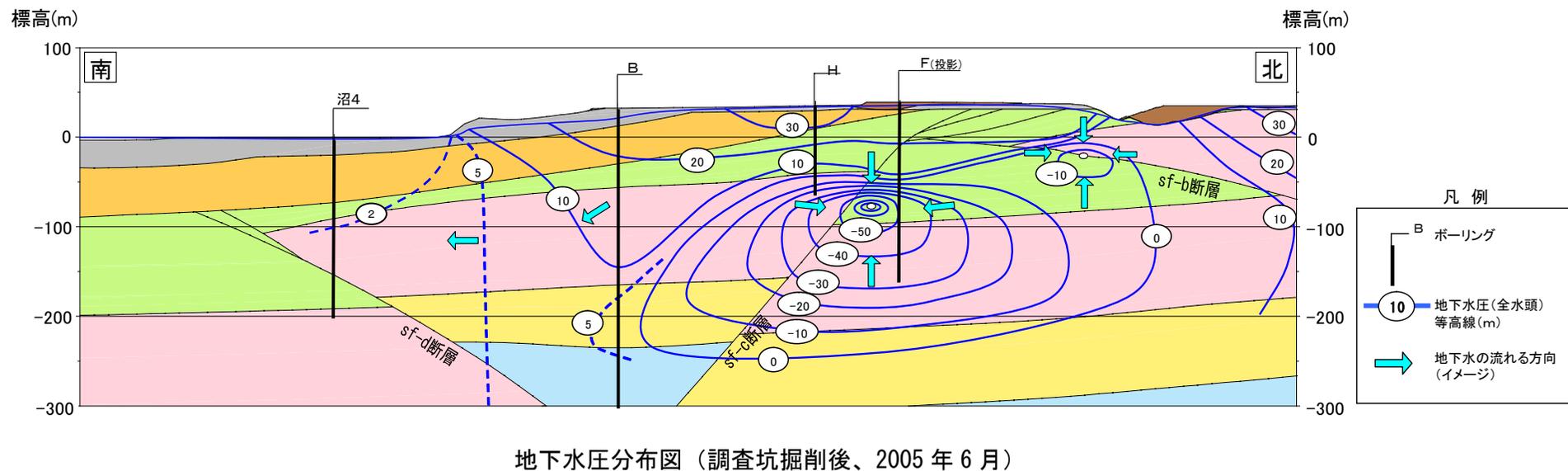
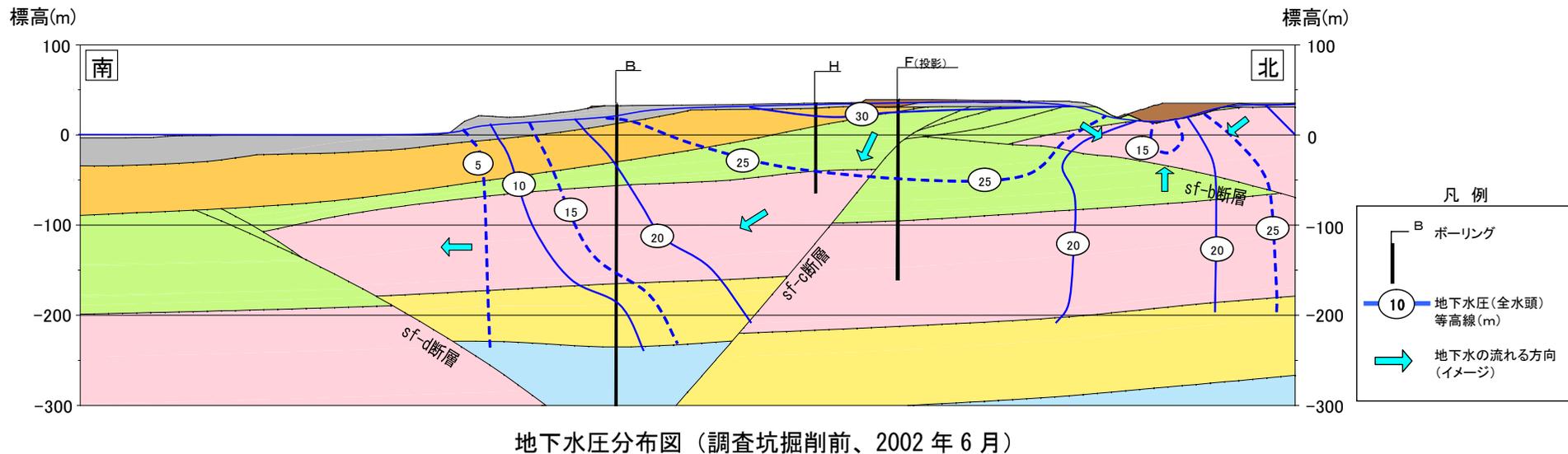
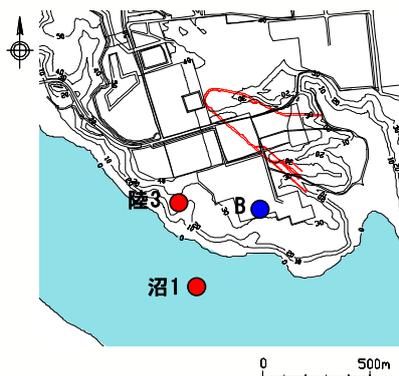
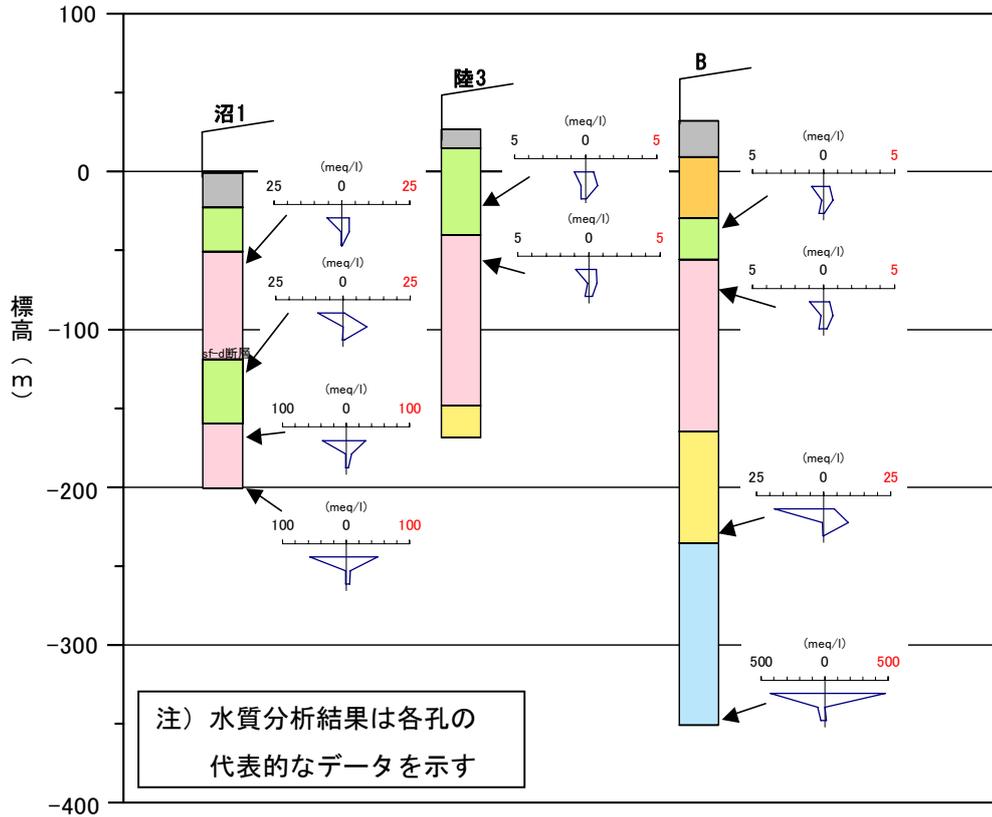


表 3-3 水質分析結果一覧表

| 区分      | 水素イオン濃度<br>pH | 酸化還元電位<br>Eh (mV) | ナトリウムイオン<br>Na <sup>+</sup> (mg/l) | カリウムイオン<br>K <sup>+</sup> (mg/l) | カルシウムイオン<br>Ca <sup>2+</sup> (mg/l) | マグネシウムイオン<br>Mg <sup>2+</sup> (mg/l) | 炭酸水素イオン<br>HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l) | 炭酸イオン<br>CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) | 硫酸イオン<br>SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) | 塩化物イオン<br>Cl <sup>-</sup> (mg/l) |
|---------|---------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------|
| 軽石混り砂岩層 | 8.9~9.5       | -224~-24          | 28~31                              | 1.4~1.6                          | 0.1~0.5                             | 0.1~0.2                              | 30~37                                           | 3.6~11                                        | 7.8~13                                        | 13~16                            |
| 軽石凝灰岩層  | 8.3~8.7       | -106~-79          | 17~19                              | 0.8~1.1                          | 4.6~11                              | 1.5~4.8                              | 37~40                                           | 0~1.2                                         | 12~16                                         | 11~18                            |

注) 水質分析結果は試験空洞設置深度付近のデータ



水質調査位置図

| 凡例   |           |
|------|-----------|
| 予備調査 | ● ボーリング調査 |
| 本格調査 | ● ボーリング調査 |

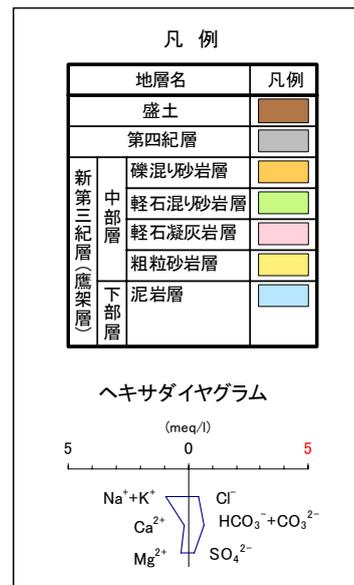
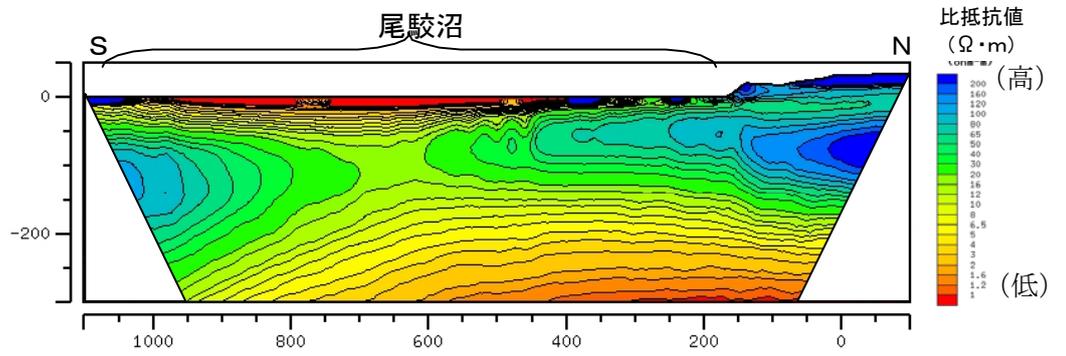


図 3-11 南側台地及び沼の水質分布図



比抵抗探查實施位置圖



比抵抗探查解析結果圖(東測線)

圖 3 - 1 2 比抵抗探查結果圖





図 3 - 1 5 試験空洞状況写真