

埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定結果

目 次

1. 目的.....	1
2. 間隙水圧測定位置.....	1
3. 間隙水圧測定方法.....	2
(1) 間隙水圧測定(PIEZO 方式)	2
(2) 間隙水圧測定(MP 方式)	2
4. 間隙水圧測定結果.....	6
5. 全水頭等高線の作成.....	20
(1) 全水頭等高線作成方法の流れ.....	20
(2) 全水頭等高線図を作成するに当たっての基本的事項	21
(3) 全水頭等高線の具体的な作成方法（作成例）	23

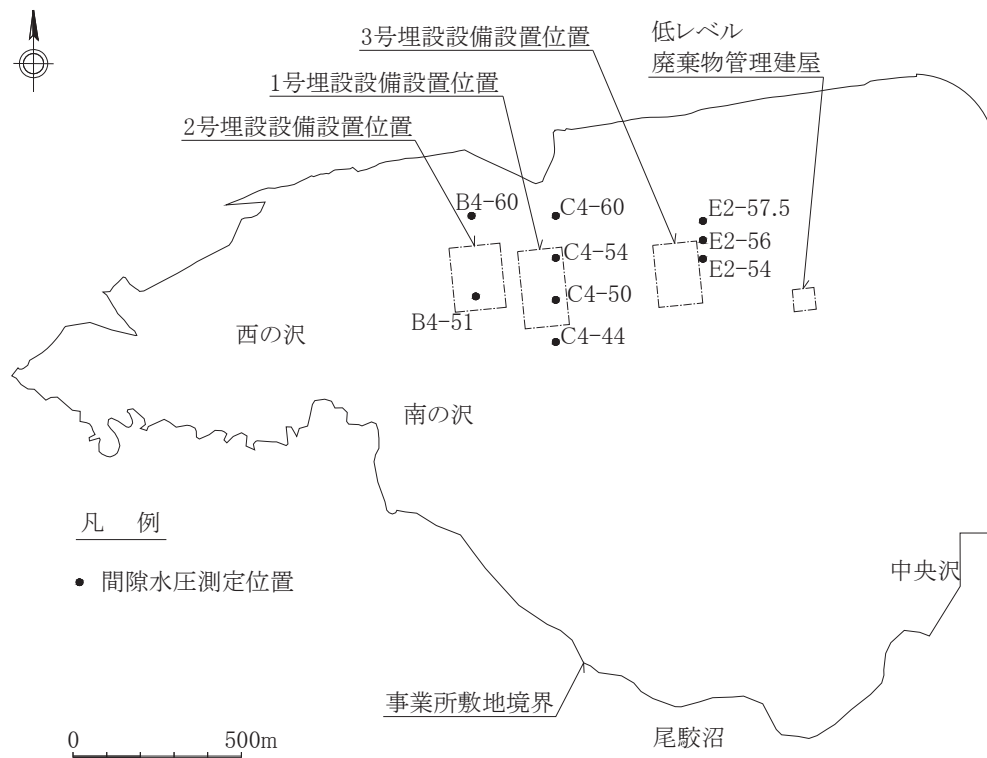
別紙 MP 圧力センサー点検記録

1. 目的

埋設設備設置地盤付近の地下水の流動状況を確認するため、廃棄物埋設地及びその付近のボーリング孔を用いて、埋設設備の設置地盤標高付近の間隙水圧を測定した。

2. 間隙水圧測定位置

埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定位置を第1図に示す。



第1図 間隙水圧測定位置図

3. 間隙水圧測定方法

間隙水圧の測定は、地盤工学会基準 JGS 1312-2012「観測井による砂質・礫質地盤の地下水位測定方法」*1に準じて行った。

間隙水圧測定は、PIEZO方式とMP方式により行った。

装置及び測定の概要を第2図に、間隙水圧測定装置の仕様を第1表に示す。以下にPIEZO方式及びMP方式による間隙水圧測定方法について説明する。

(1) 間隙水圧測定(PIEZO方式)

PIEZO方式は、第2図(a)に示すように、パッカーで区切られた各測定区間から連続するスタンドパイプ(内径16.5mm)内に立ち上がった水柱の水位(間隙水圧)を圧力センサ(外径14mm)によって自動計測するシステムである。自動計測の測定間隔は1時間とした。

自動計測された間隙水圧データの収録は、測定データが蓄積されたデータロガーに専用のソフトを備えたパソコンを接続することによって行った。

PIEZO方式による間隙水圧の測定精度は、第1表(1/2)の水位測定範囲と圧力センサ精度から水頭換算で $\pm 0.08\text{m}$ である。間隙水圧測定孔の管頭標高及び圧力センサ設置深度については0.01m目盛間隔の標尺を基に標高や深度を求めている。また、測定区間の標高換算全水頭は、これらの自動計測装置から得られる水頭値(圧力センサより上方の水柱の高さ)、間隙水圧測定孔の管頭標高、圧力センサの管頭から設置深度を用いて加算・減算から求められる。よって、PIEZO方式による間隙水圧測定から求められる標高換算全水頭の精度は、これらの水頭値、管頭標高及び設置深度の精度のうち最も悪い場合と同じ $\pm 0.08\text{m}$ となる。

(2) 間隙水圧測定(MP方式)

MP方式は、第2図(b)に示すように、長さ47cm程度、直径3cm程度の円筒状の圧力測定器(プローブ)をケーシング内に挿入し、測定区間ごとに設置された測定ポートにこれをセットすることによって、ケーシングの内側から測定ポートを通して外側の間隙水圧を計測する装置である。

MP方式による測定は、測定中の漏水確認のため孔内を満水にし、制御装置(MAGI)によってウィンチを制御することにより圧力測定器(プローブ)を孔内に降ろし、基本的に最下部の測定区間から開始し、順次上方の測定区間の水圧を測定及び記録をした。水圧の記録については、水圧値が安定した状態あるいは水圧の安定が遅い場

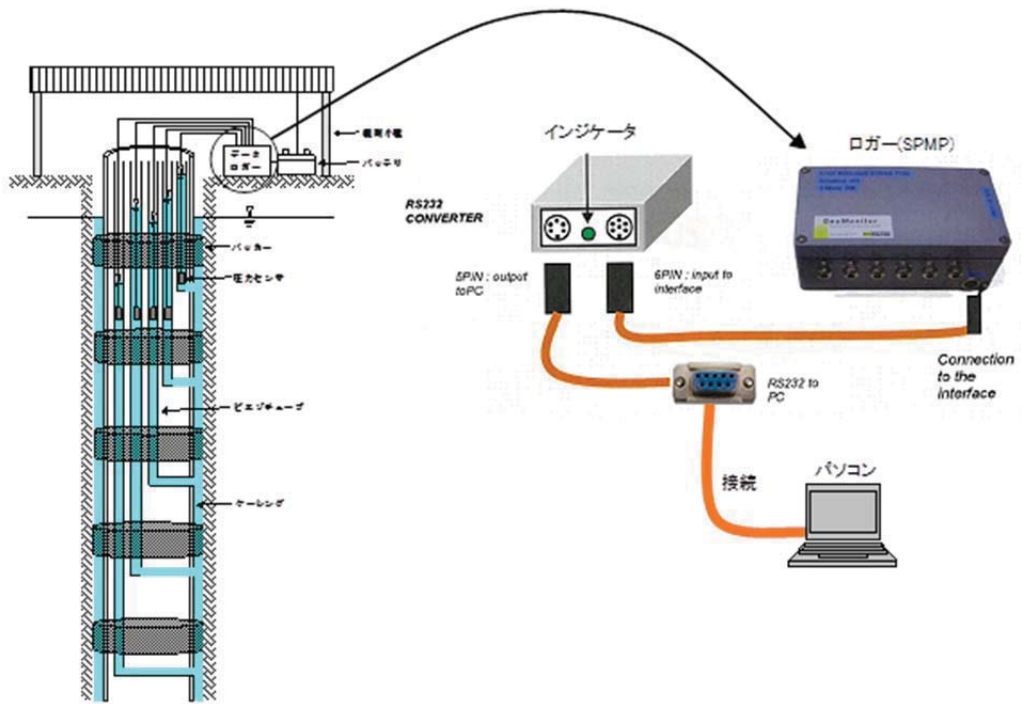
*1 表記した地盤工学会基準の制定(改訂)前の測定についても、学会基準の測定方法に準拠していることから、学会基準名及び番号の最新版を用いて表記した。

合にはおおむね 10 分後の値を記録した。また、各区間の測定の前後で大気圧、水温の測定を実施した。

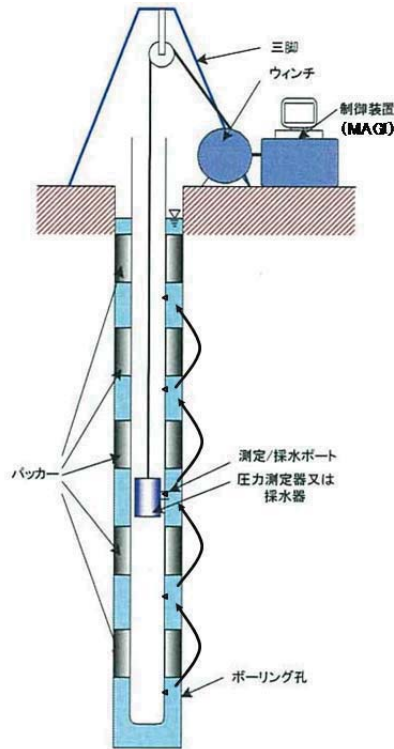
MP 方式による間隙水圧の測定精度は、第 1 表(2/2)の水位測定範囲と圧力センサ精度から水頭換算で $\pm 0.35\text{m}$ である。間隙水圧測定孔の管頭標高、測定区間及び測点の深度については 0.01m 目盛間隔の標尺を基に標高や深度を求めている。また、測定区間の標高換算全水頭は、これらの自動計測装置から得られる水頭値(測定区間の水圧を大気圧補正して水頭に換算)、間隙水圧測定孔の管頭標高、測点の深度を用いて加算・減算から求められる。よって、MP 方式による間隙水圧測定から求められる標高換算全水頭の精度は、これらの水頭値、管頭標高及び測点深度の精度のうち最も悪い場合と同じ $\pm 0.35\text{m}$ となる。

一方、圧力測定器の点検のために、MP ケーシング管頭まで満水にした状態で各測点深度における MP ケーシング内の水頭と圧力測定器により求めた水頭を比較した。地表面から 50m までの深さまでのその差の大きさは 0.04m よりも小さい*1 ことから、地表面から 50m までの深さまでの圧力測定器の精度は $\pm 0.04\text{m}$ であるといえる。

*1 別紙の MP 圧力センサ点検記録による。



(a) PIEZO 方式



(b) MP 方式

第 2 図 間隙水圧測定装置及び測定の概要

第 1 表 間隙水圧測定装置の仕様 (PIEZO 方式) (1/2)

圧力センサ	水位測定範囲 (FS)	30.59m
	圧力センサ精度	±0.25%FS
	寸法	外径 14mm、全長 300mm (錘 250mm : 300g)
データロガー	接続可能センサ数	16
	記憶容量	E6-40:56,992 個、E6-54:53,440 個
	測定間隔	1 分～10 日 (1 分間隔で設定可能)
	電源	単一アルカリ電池×4 本又は 12V バッテリ

第 1 表 間隙水圧測定装置の仕様 (MP 方式) (2/2)

圧力測定器	水位測定範囲 (FS)	351.6m
	圧力センサ精度	±0.1%FS
	寸法	φ 28.5mm×466mm

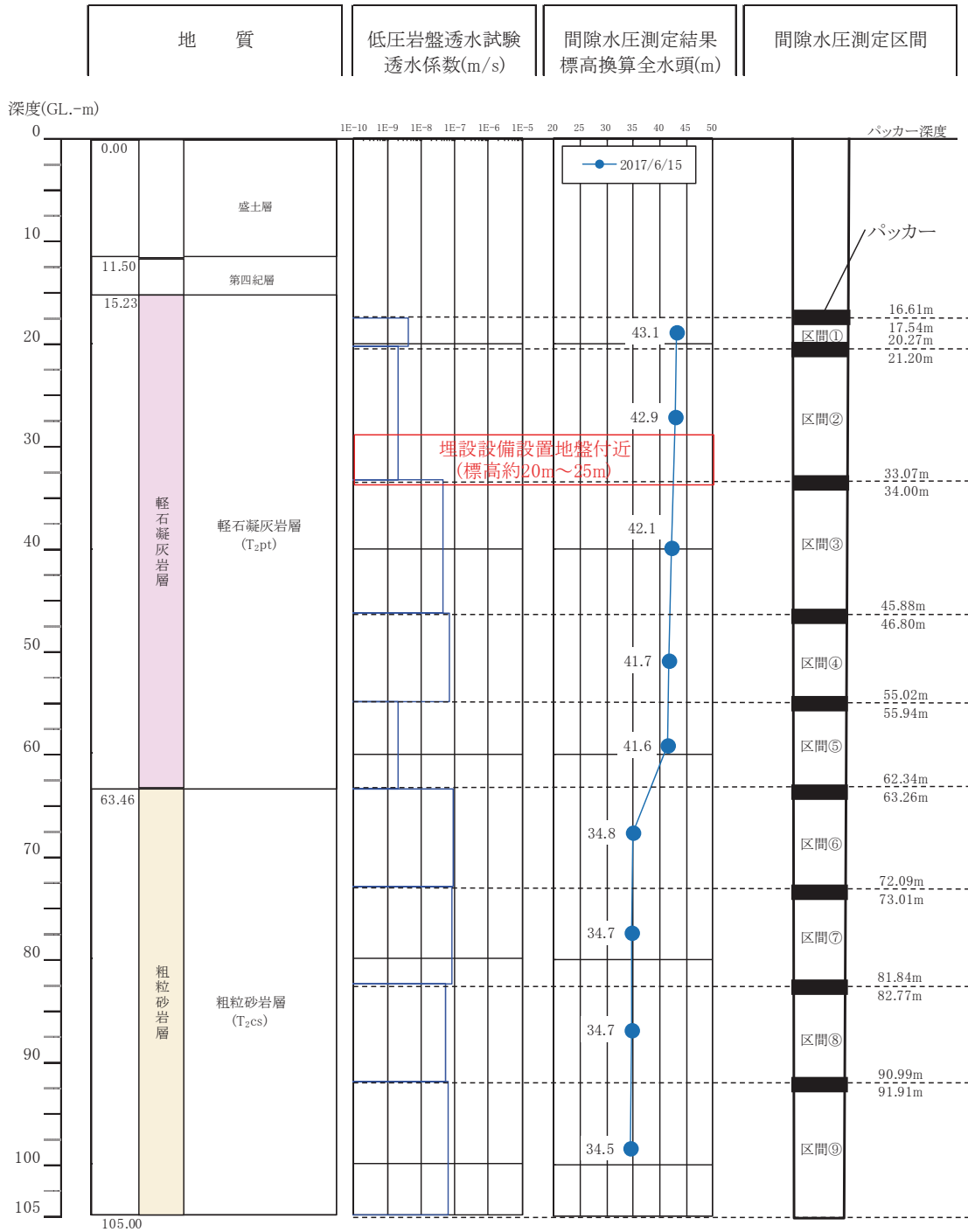
4. 間隙水圧測定結果

第 3 図に埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果、第 4 図に埋設設備設置地盤標高付近の水平断面及び南北方向鉛直断面内の全水頭等高線、第 2 表に第 4 図で求めた廃棄物埋設地ごとの埋設設備設置地盤地付近の地下水の動水勾配を示す。

なお、間隙水圧測定データは、以下に示す各廃棄物埋設地の掘削前の時期に測定したデータを用いた。

- ・ 3 号廃棄物埋設地：2017 年 6 月
- ・ 1 号廃棄物埋設地：1990 年 6 月
- ・ 2 号廃棄物埋設地：1995 年 5 月

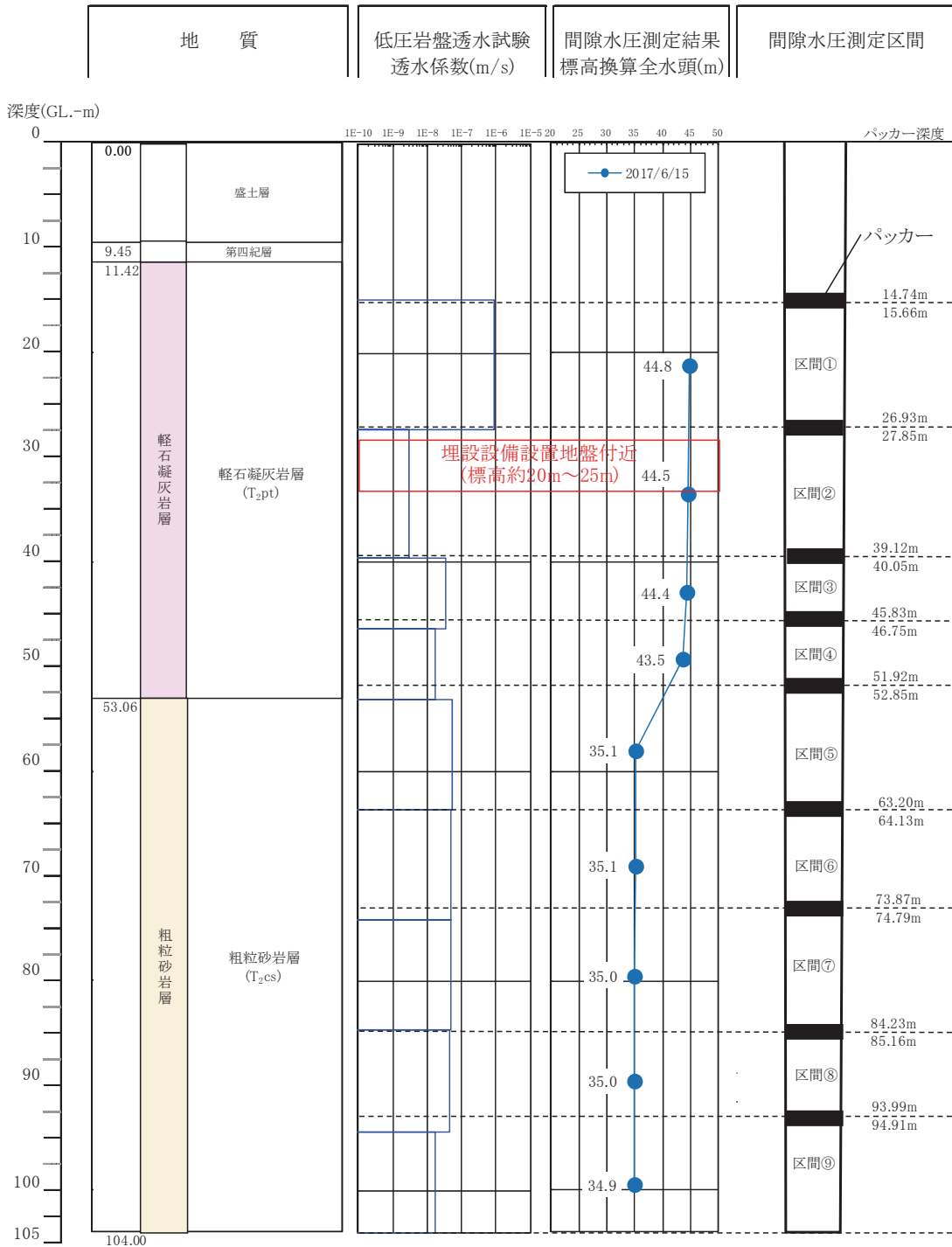
測定孔地表面標高: 54.11 m



第3図 埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果(1/9)

(3号廃棄物埋設地付近、E2-54孔、2017年6月測定)*1

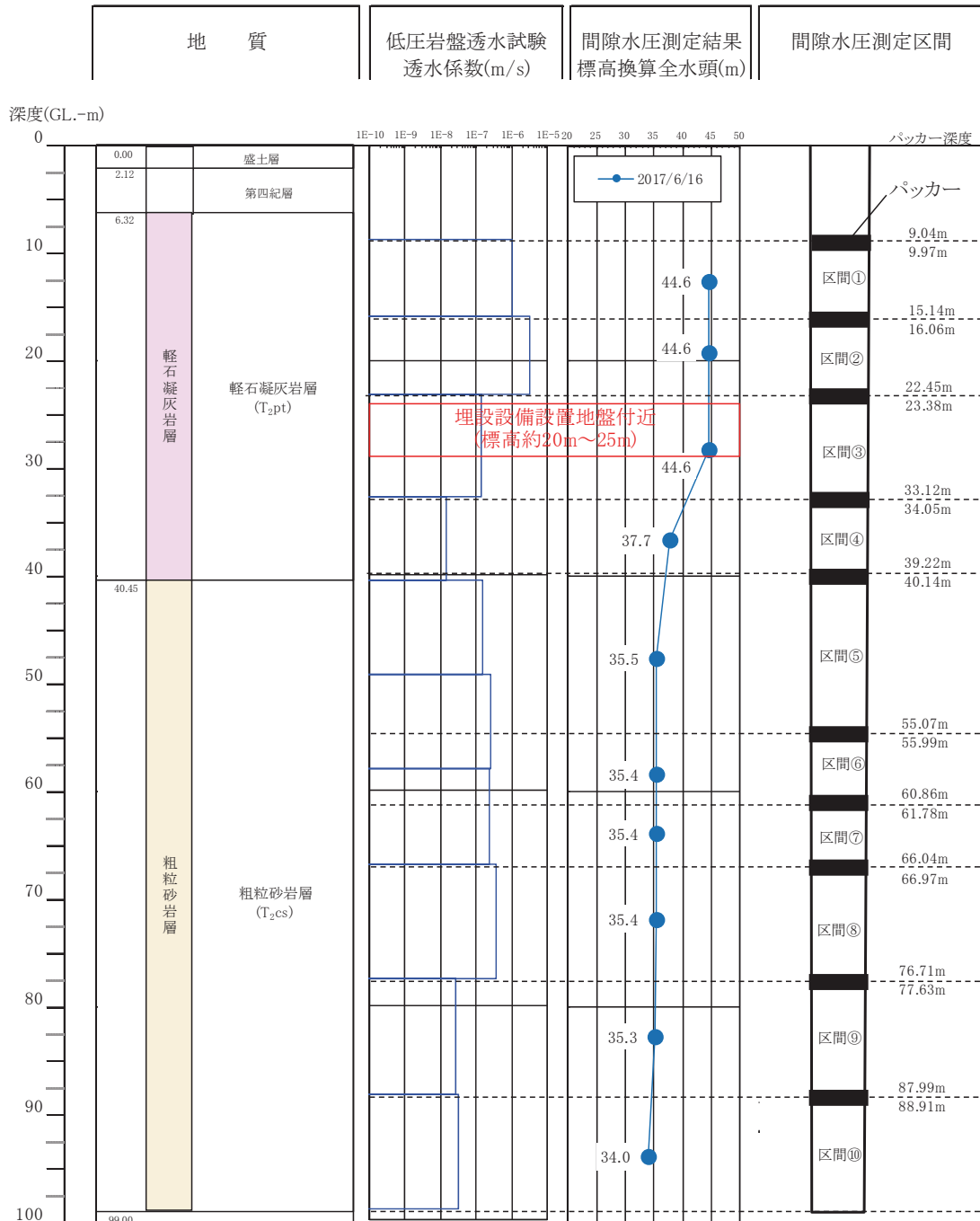
測定孔地表面標高: 53.03 m



第3図 埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果(2/9)

(3号廃棄物埋設地付近、E2-56孔、2017年6月測定) *1

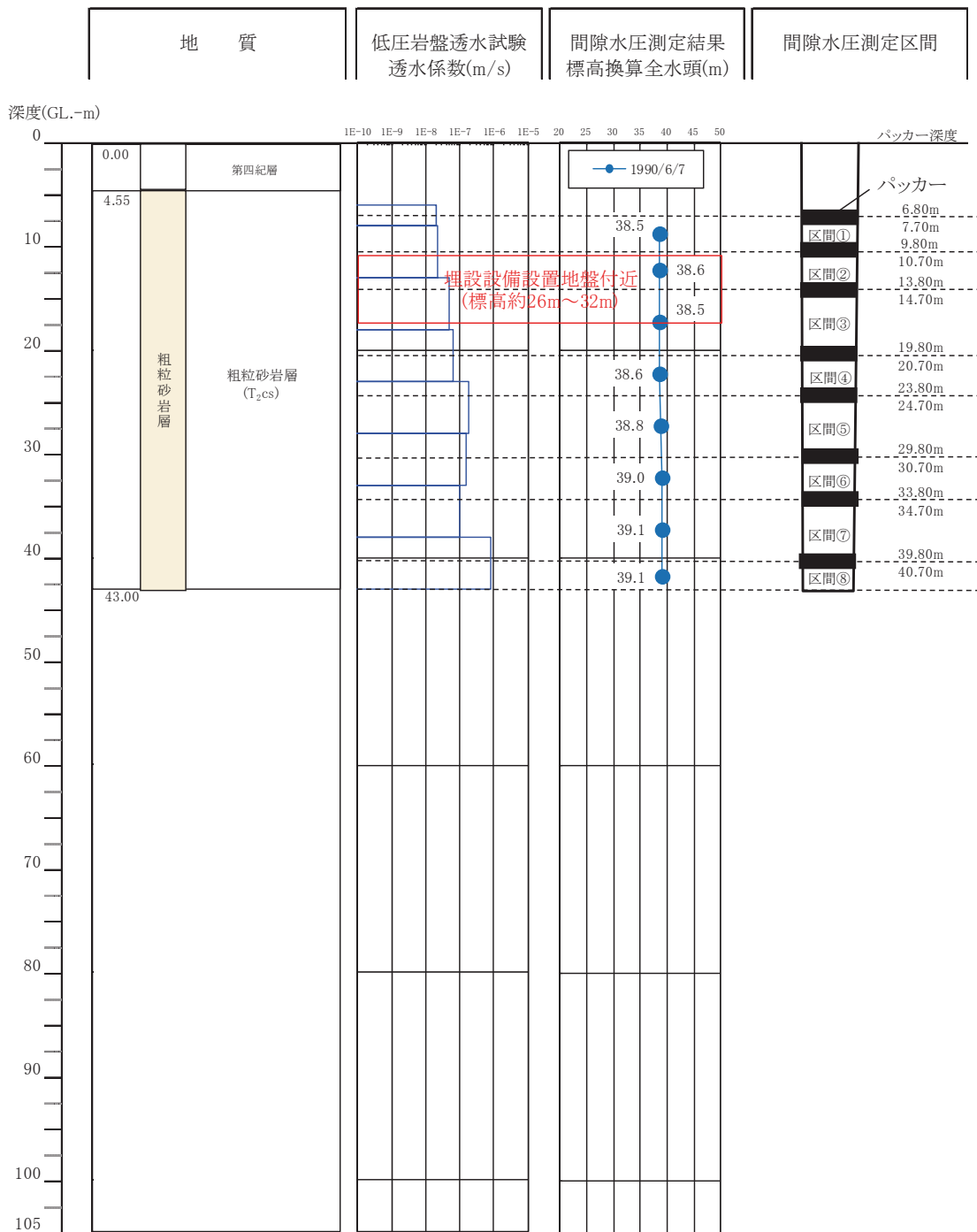
測定孔地表面標高: 48.35 m



第3図 埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果(3/9)

(3号廃棄物埋設地付近、E2-57.5孔、2017年6月測定)*1

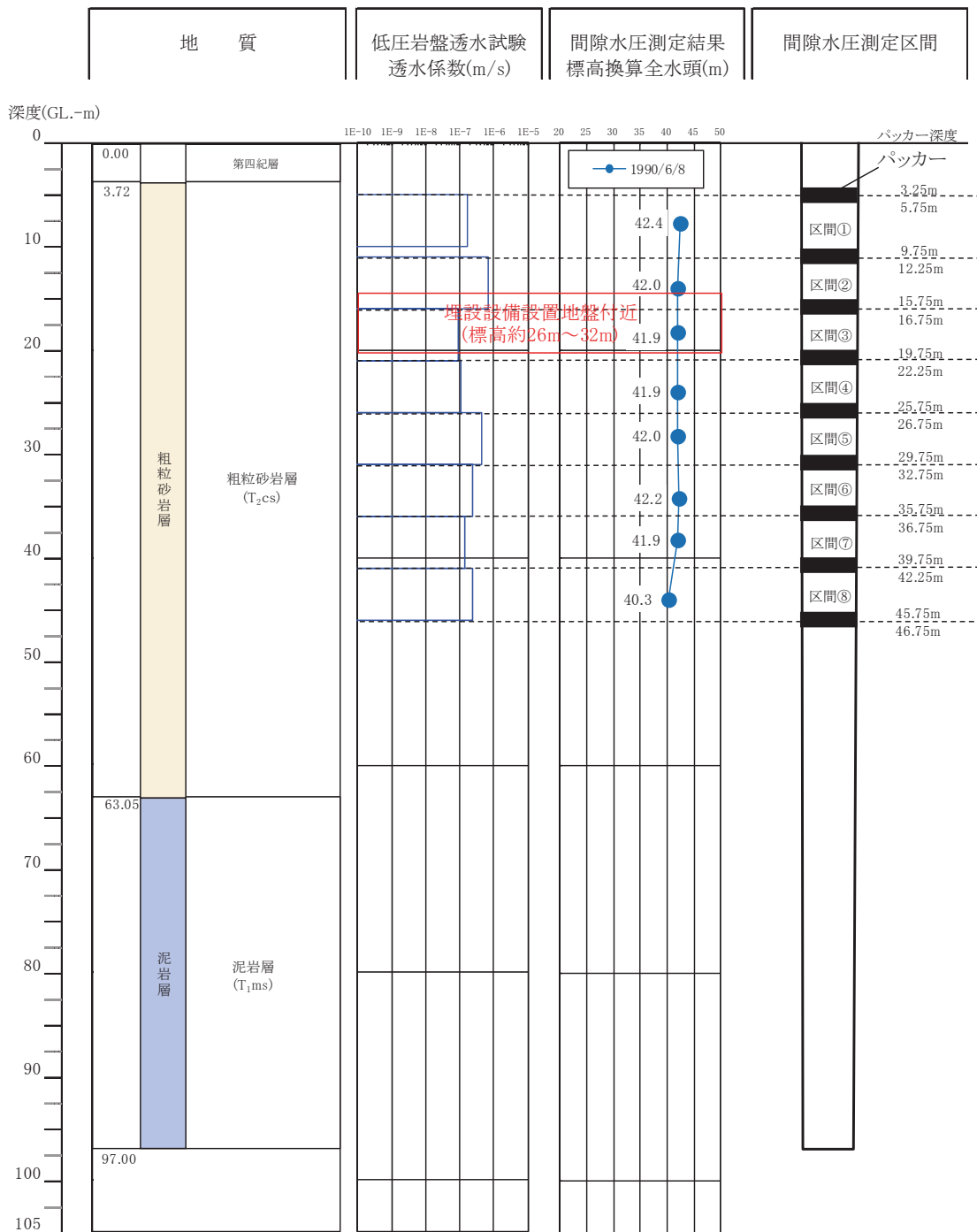
測定孔地表面標高: 43.44 m



第 3 図 埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果(4/9)

(1号廃棄物埋設地付近、C4-44孔、1990年6月測定) *1

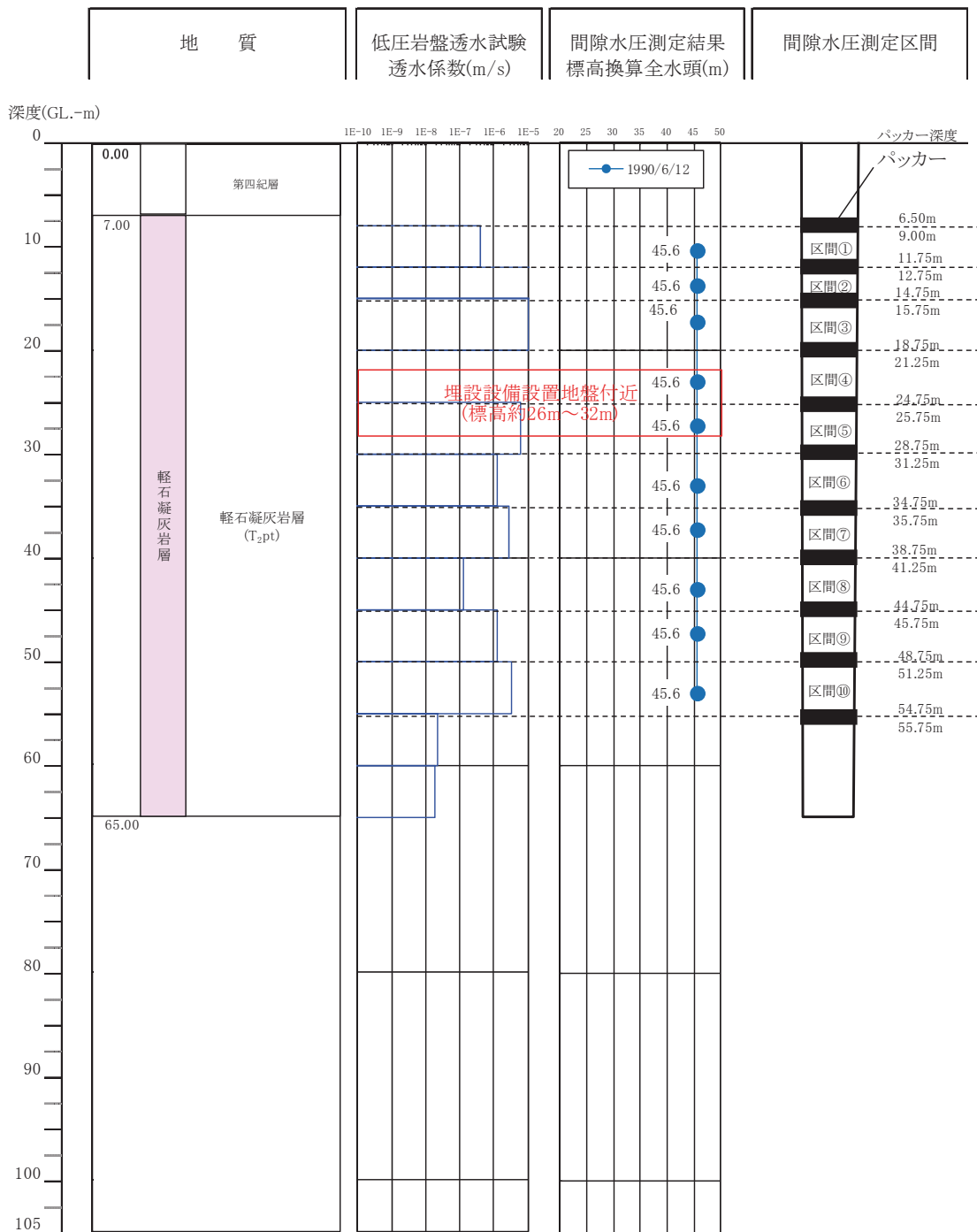
測定孔地表面標高: 46.14 m



第 3 図 埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果(5/9)

(1号廃棄物埋設地付近、C4-50孔、1990年6月測定) *1

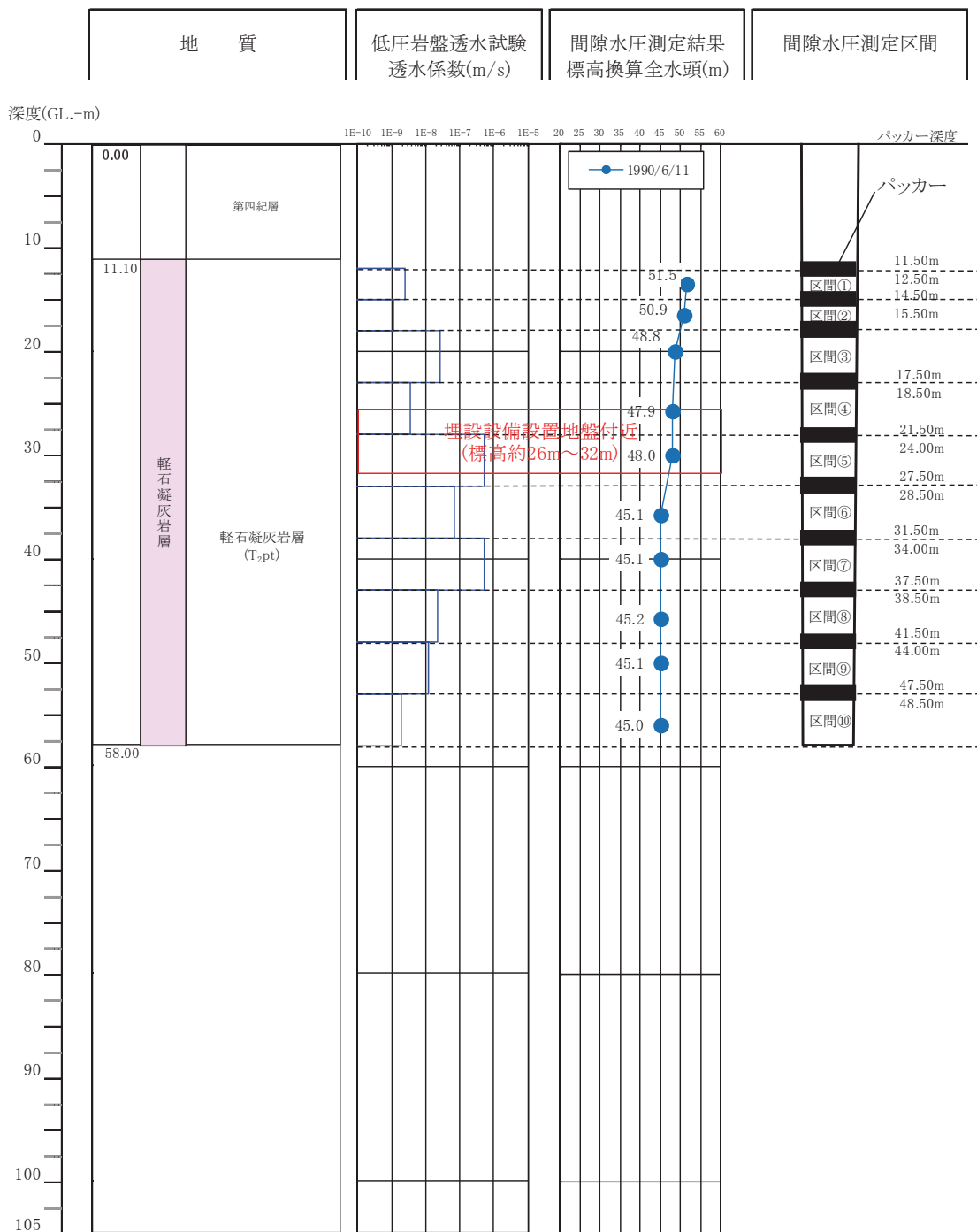
測定孔地表面標高: 54.52 m



第3図 埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果(6/9)

(1号廃棄物埋設地付近、C4-54孔、1990年6月測定) *1

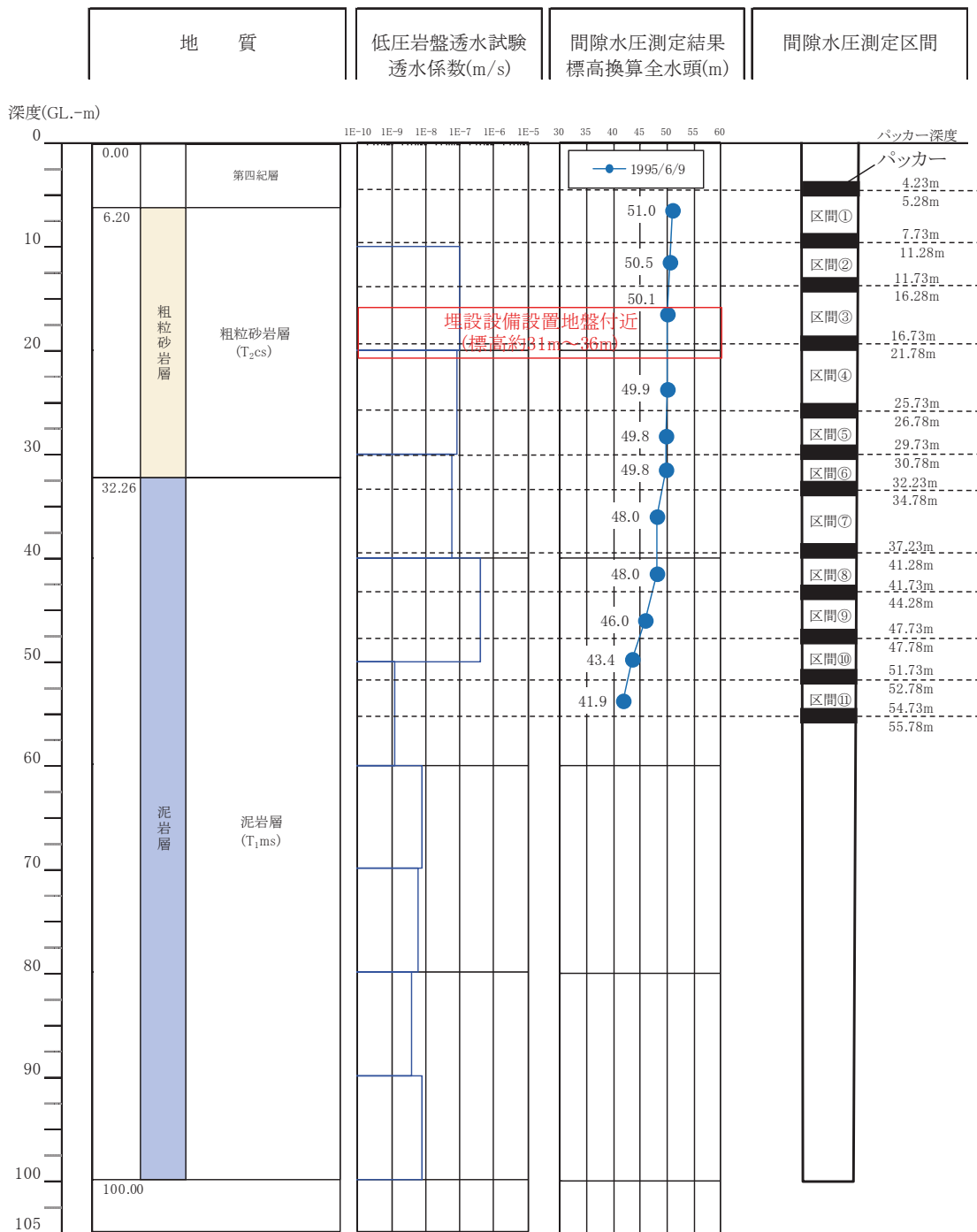
測定孔地表面標高: 57.87 m



第 3 図 埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果(7/9)

(1号廃棄物埋設地付近、C4-60孔、1990年6月測定) *1

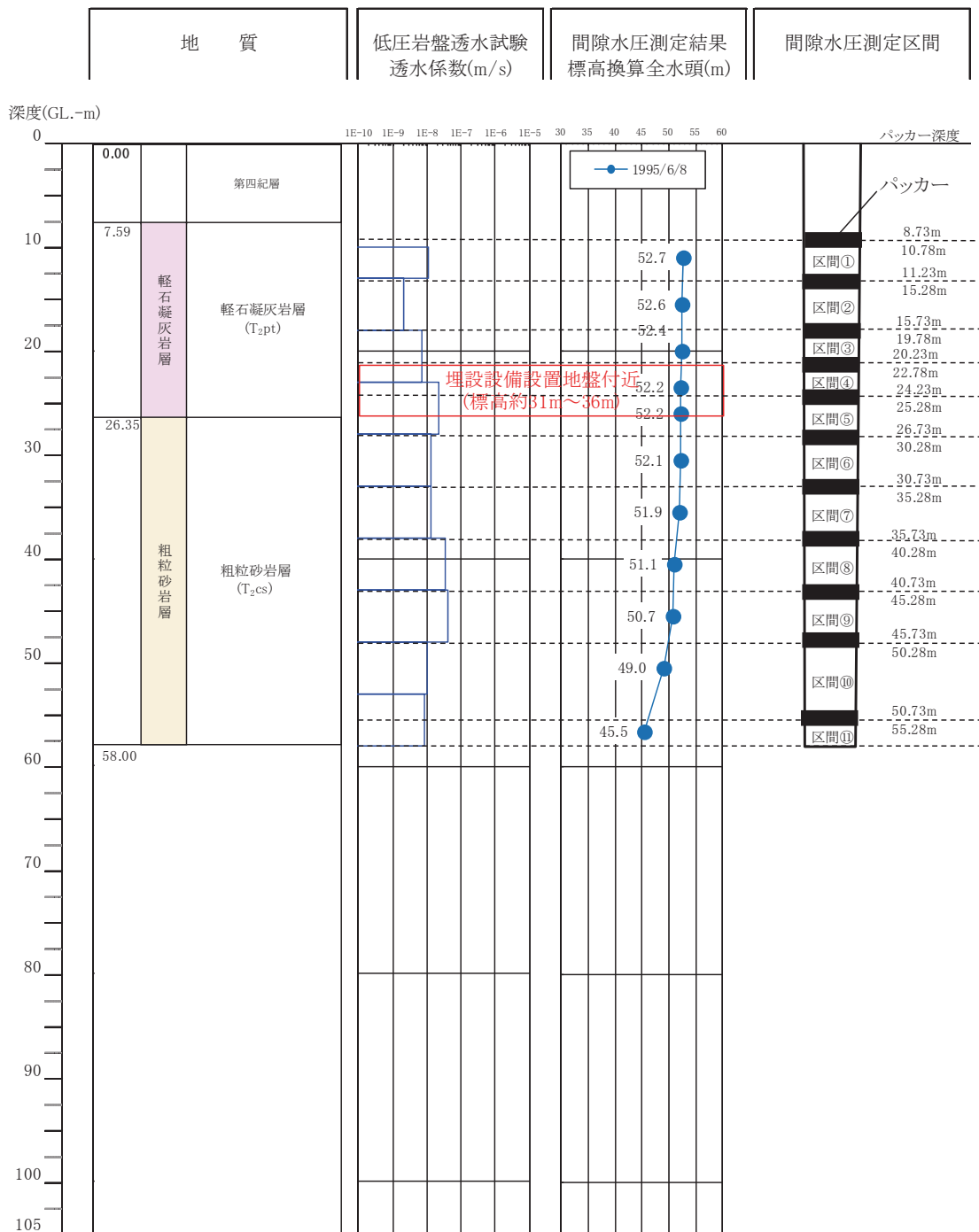
測定孔地表面標高: 52.35 m



第3図 埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果(8/9)

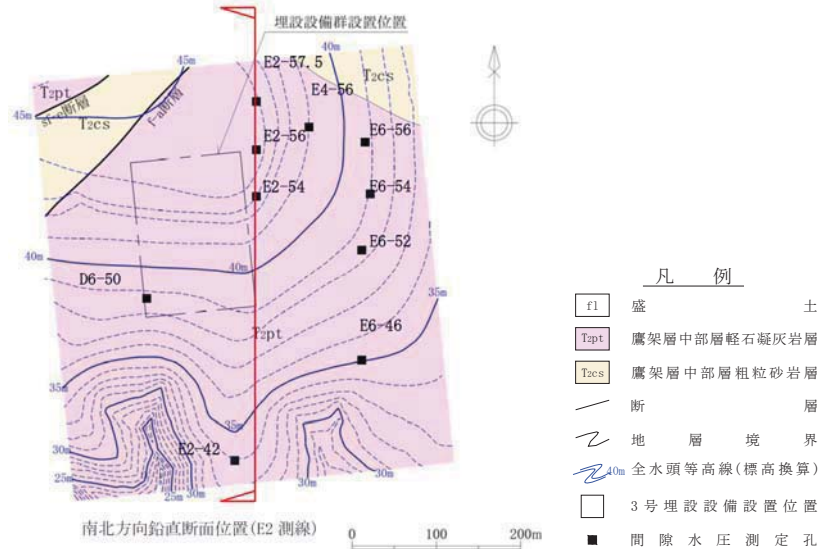
(2号廃棄物埋設地付近、B4-51孔、1995年6月測定) *1

測定孔地表面標高: 57.38 m

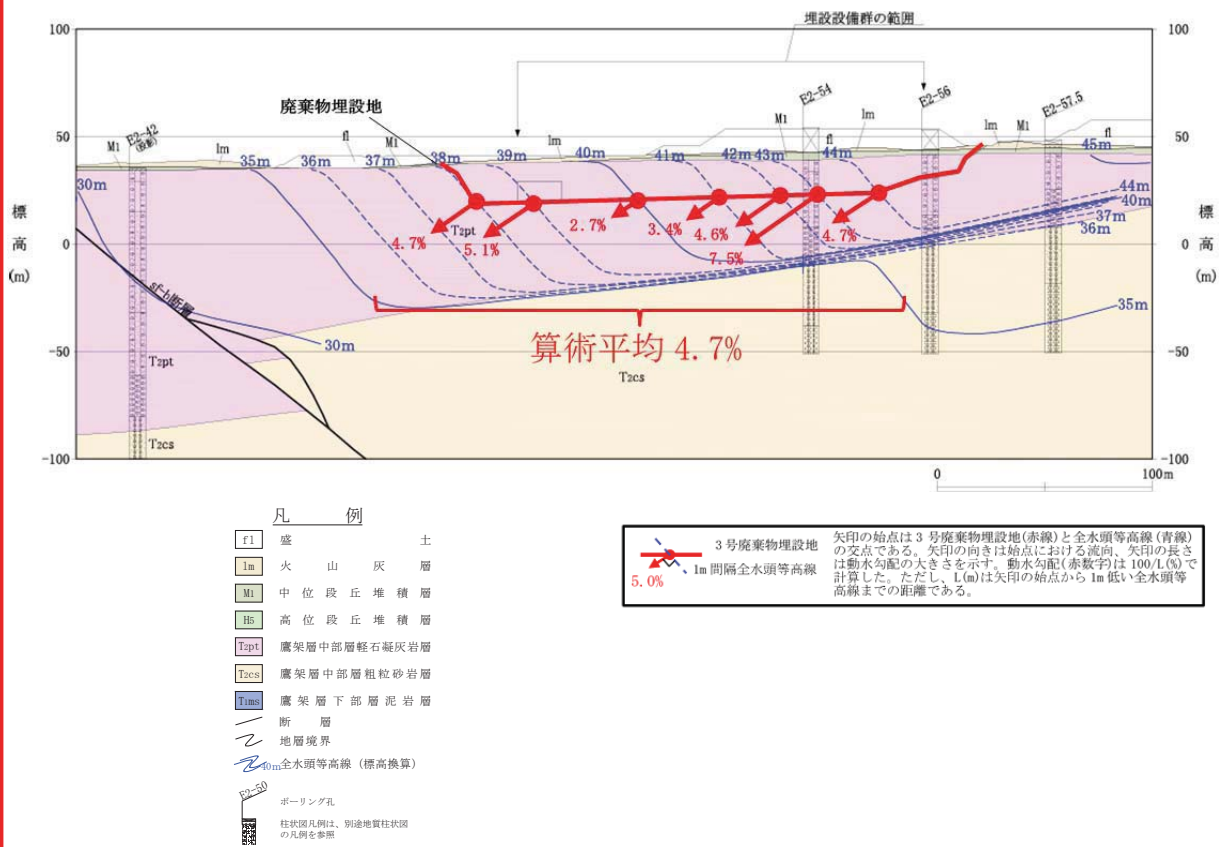


第3図 埋設設備設置地盤付近の間隙水圧測定孔における間隙水圧測定結果(9/9)

(2号廃棄物埋設地付近、B4-60孔、1995年6月測定) *1



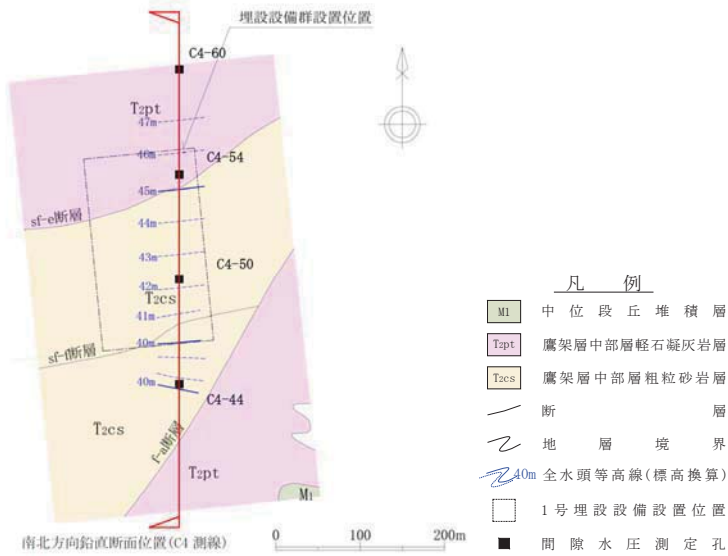
標高+22m 水平断面



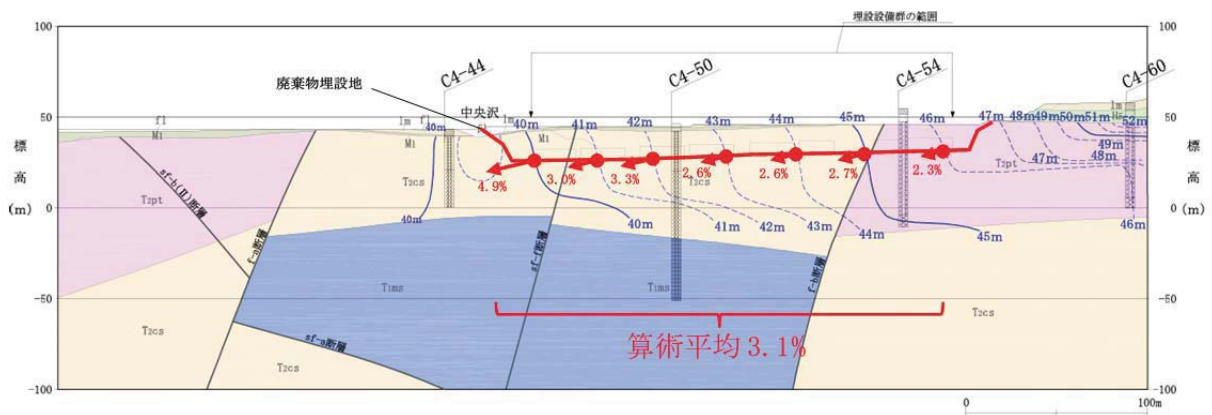
南北方向 E2 測線鉛直断面

第 4 図 廃棄物埋設地付近の全水頭分布図 (1/3)

(3号廃棄物埋設地付近、2017年6月)



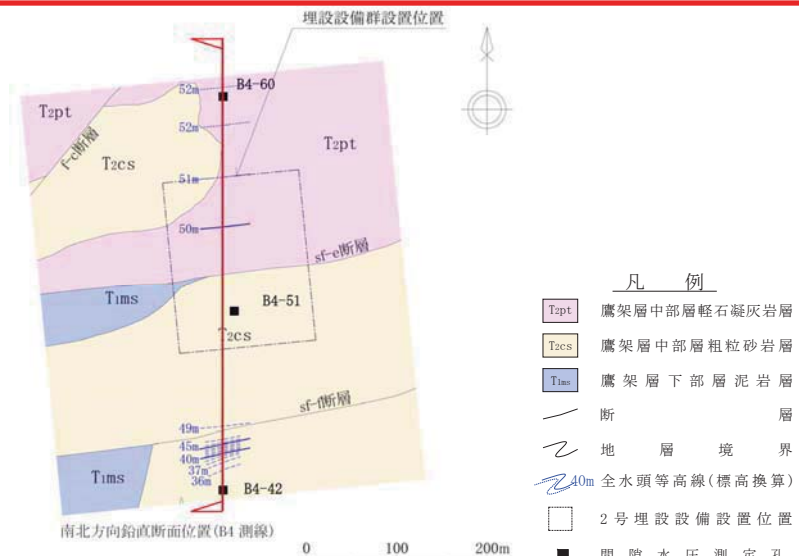
標高+30m 水平断面



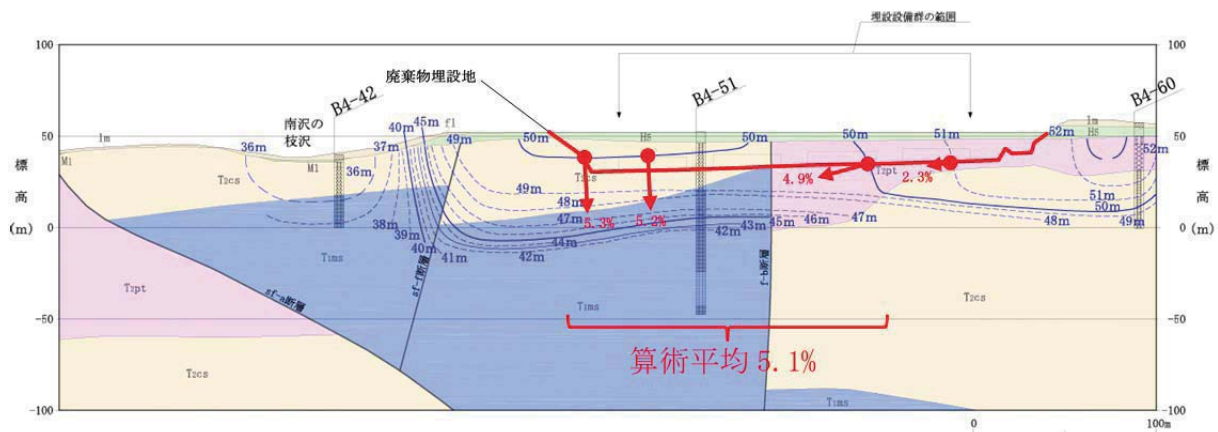
南北方向 C4 測線鉛直断面

第4図 廃棄物埋設地付近の全水頭分布図(2/3)

(1号廃棄物埋設地付近、1990年6月)



標高+34m 水平断面



始点 2号廃棄物埋設地
、1m 間隔全水頭等高線
5.0%

矢印の始点は2号廃棄物埋設地(赤線)と全水頭等高線(青線)の交点である(鉛直下方流れの矢印の場合は廃棄物埋設地との交点の数が少ないことから、埋設設備との交点も始点とした)。矢印の向きは始点における流向、矢印の長さは動水勾配の大きさを示す。動水勾配(赤数字)は100/L(%)で計算した。ただし、L(m)は矢印の始点から1m低い全水頭等高線までの距離である。

北方向 B4 測線鉛直断面

第4図 廃棄物埋設地付近の全水頭分布図(3/3)

(2号廃棄物埋設地付近、1995年6月)

第2表 埋設設備設置地盤付近の地下水の動水勾配

廃棄物埋設地	埋設設備設置地盤付近の地下水の動水勾配(%)	
	平均*1	範囲
3号廃棄物埋設地	4.7	2.7～7.5
1号廃棄物埋設地	3.1	2.3～4.9
2号廃棄物埋設地	5.1	2.3～5.3

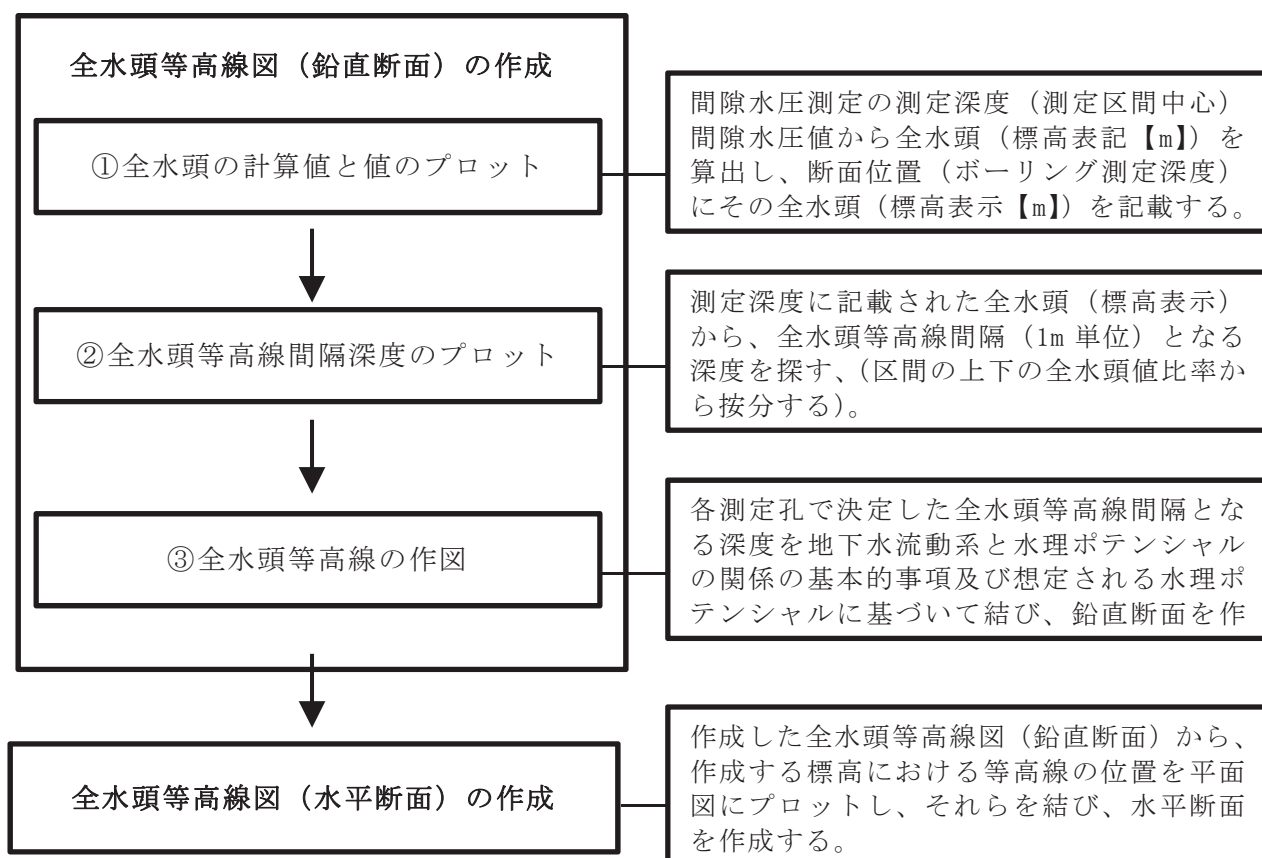
*1 個々の値の算術平均とした。

5. 全水頭等高線の作成

間隙水圧測定から得られたデータより全水頭等高線図を作成する方法を以下に説明する。

(1) 全水頭等高線作成方法の流れ

全水頭等高線図は、全水頭等高線図（鉛直断面）、全水頭等高線図（水平断面）の順に作成した。全水頭等高線図（鉛直断面）は、①全水頭の計算と値のプロット、②全水頭等高線の間隔（5m、1m）深度のプロット、③全水頭等高線の作図の工程を経て作成する。



第 5 図 全水頭等高線の作成手順

(2) 全水頭等高線図を作成するに当たっての基本的事項

【水理ポテンシャルと地下水流動】

水理ポテンシャルと地下水流動の関係は、第6図から第8図に示すように、一般的にポテンシャルの大きい方から小さい方へ地下水が流動するとされる。地下水は、かん養域から流入して流出域から流出するが、かん養域では主に下方に流動するポテンシャル分布、流出域では主に上方に流動するポテンシャル分布を示し、中間部では流出域に向かい、水平あるいは斜め上、斜め下に流動するポテンシャル分布を示す。

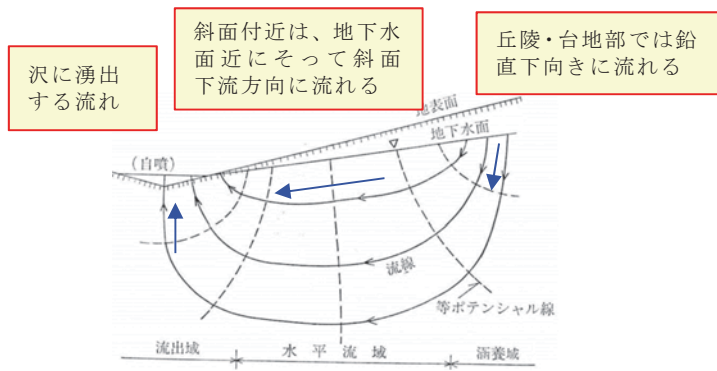
これを段丘からなる台地上の当敷地に当てはめると、かん養域である台地中央部では下方に流動するポテンシャル分布、流出域である尾駁沼、周辺河川、中央沢（開析谷）などでは上方向に流出するポテンシャル分布が想定される（第4図）。

したがって、間隙水圧測定から得られるデータから全水頭を算出し、全水頭等高線（＝等ポテンシャル線）を作成する際は、上記に示す水理ポテンシャルと地下水流動との関係を考慮して作成する。

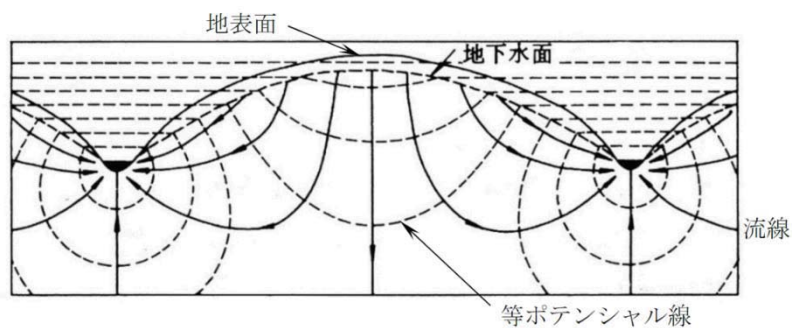
しかし、地質構成が均質でないこと、台地内に開析谷分布して枝沢が発達していること、掘削や盛土等で人口的に地形を改変していること等から、局部的には想定と異なる分布を示すところがある。

【用語】

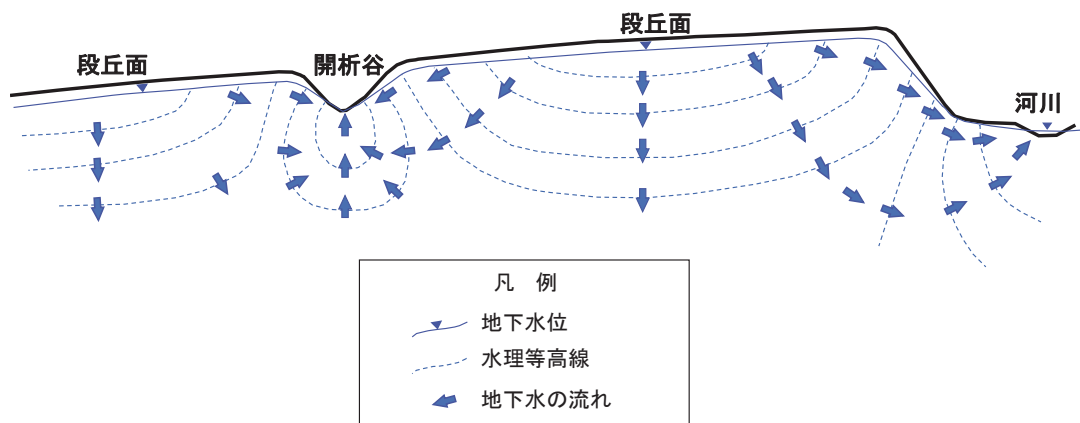
水理ポテンシャル：流体のエネルギー状態を表すもので、流れはこの値の高い方から低い方に生じる。地下水などの間隙流体の水理ポテンシャルは、位置ポテンシャルと圧力ポテンシャルの和として表される。
全水頭：任意の地点の水のエネルギーの状態（水理ポテンシャル）を水柱の高さに換算して、例えばメートル単位で表したもの。位置ポテンシャル、圧力ポテンシャルのそれぞれに対応するものとして位置水頭、圧力水頭がある。



第6図 水理ポテンシャルと地下水流動



第7図 均質な帯水層の流線



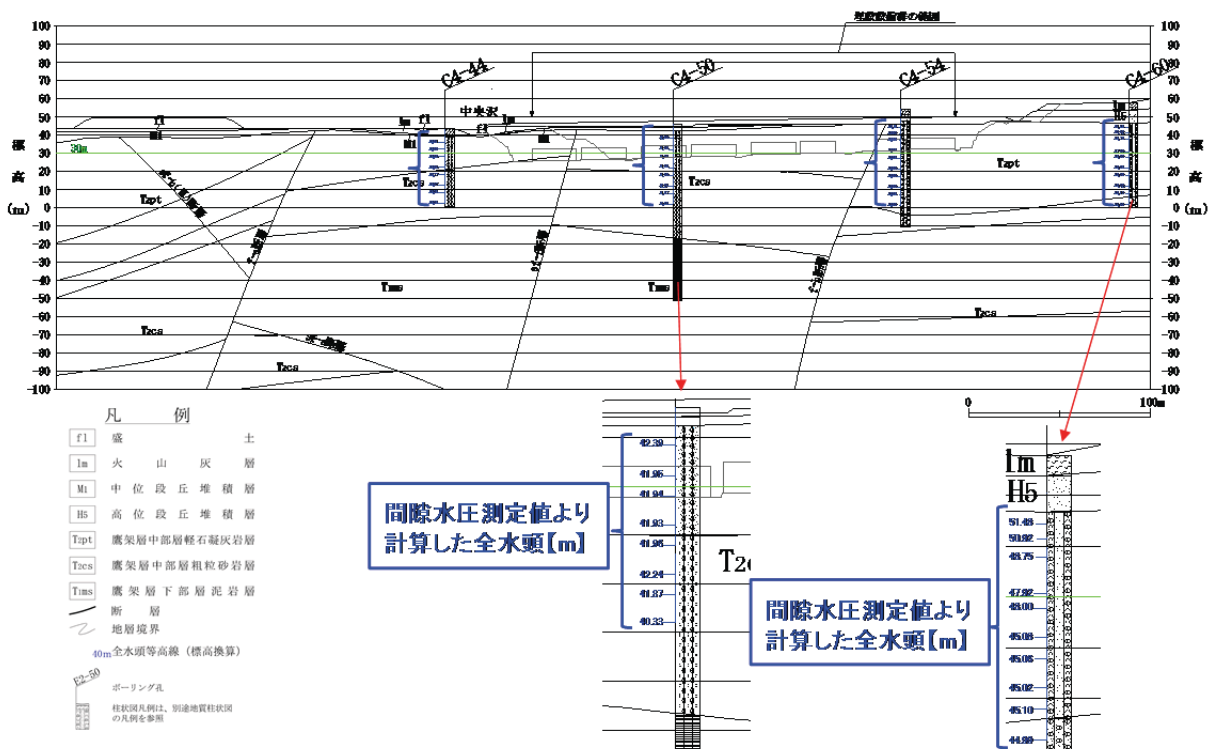
第8図 敷地において想定される水理ポテンシャルと地下水流動

(3) 全水頭等高線の具体的な作成方法（作成例）

【全水頭等高線図（鉛直断面）の作成例】

(i) 全水頭の計算と値のプロット

間隙水圧測定にける測定深度（測定区間中心）の間隙水圧値から全水頭（標高表記【m】）を算出し、断面位置（ボーリング測定深度）にその全水頭（標高表示【m】）を記載する。



第9図 各ボーリング測定深度における全水頭（標高表示【m】）の記載例

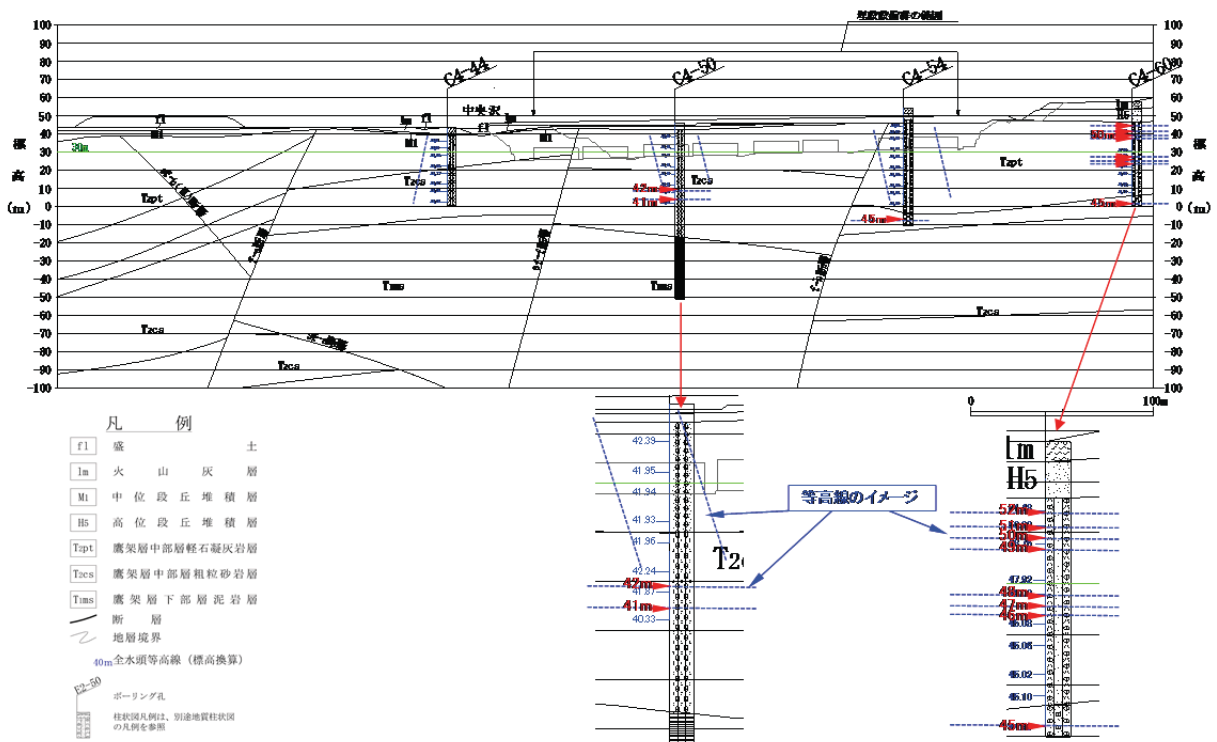
(ii) 全水頭等高線の間隔(1m単位)深度のプロット

測定深度に記載された全水頭（標高表示）から、全水頭等高線間隔（1m単位）となる深度を決定（区間の上下の全水頭値比率から按分）し、断面における全水頭等高線の分布傾向を把握する。

例えば、C4-50地点では、全水頭等高線42m以浅は全水頭にほとんど変化がなく、水理ポテンシャルがおおむね同じであることから、水平方向の地下水流動が卓越する場と想定される。全水頭等高線42m以深は、全水頭が小さくなる傾向で

深部に向かい水理ポテンシャルが小さくなっていることから、下向きの地下水流動が卓越する場と想定される。

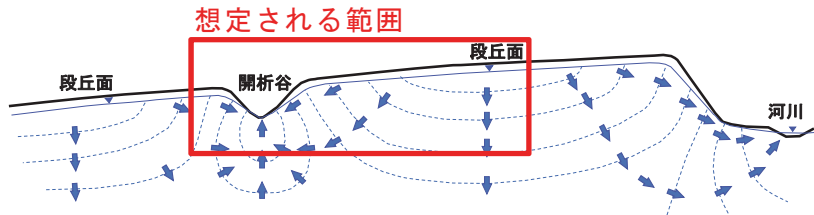
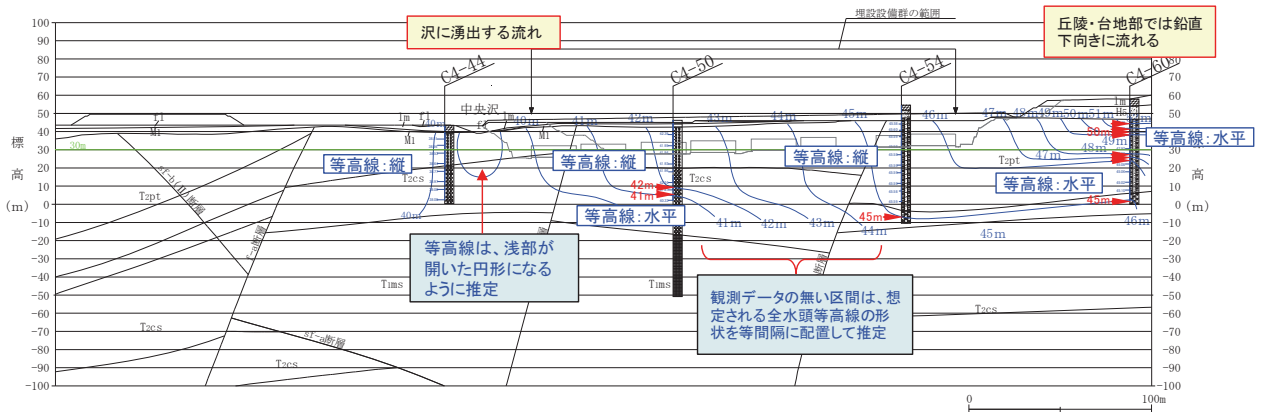
また、C4-60 地点では、全水頭等高線 46m 以浅は、断続的であるが深部に向かい全水頭が小さくなる傾向で深部に向かい水理ポテンシャルが小さくなっていることから、下向きの地下水流動が卓越する場と想定される。全水頭等高線 46m 以深は、全水頭にほとんど変化がなく、水理ポテンシャルがおおむね同じであることから、水平方向の地下水流動が卓越する場と想定されるが、全水頭等高線 45m 付近では下向きの地下水流動となっている可能性もある。



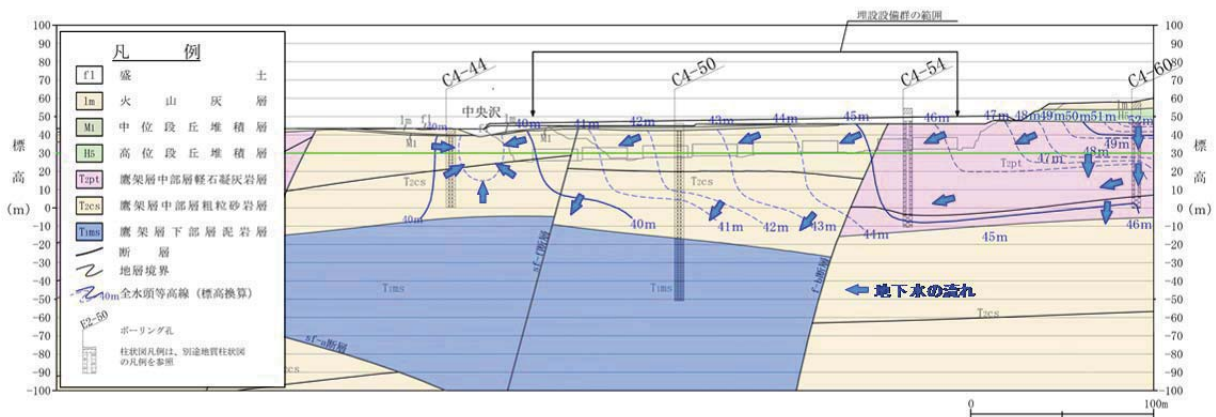
第 10 図 各ボーリング地点における全水頭等高線の間隔 (1m 単位) 深度のプロット例

(iii) 全水頭等高線の作図

各測定孔で決定した全水頭等高線間隔となる深度を水理ポテンシャルと地下水流動の関係の基本的事項及び敷地において想定される水理ポテンシャルに基づいて結び、鉛直断面を作成する。



第 11 図 全水頭等高線の作図の作成



第 12 図 全水頭等高線図 (鉛直断面)

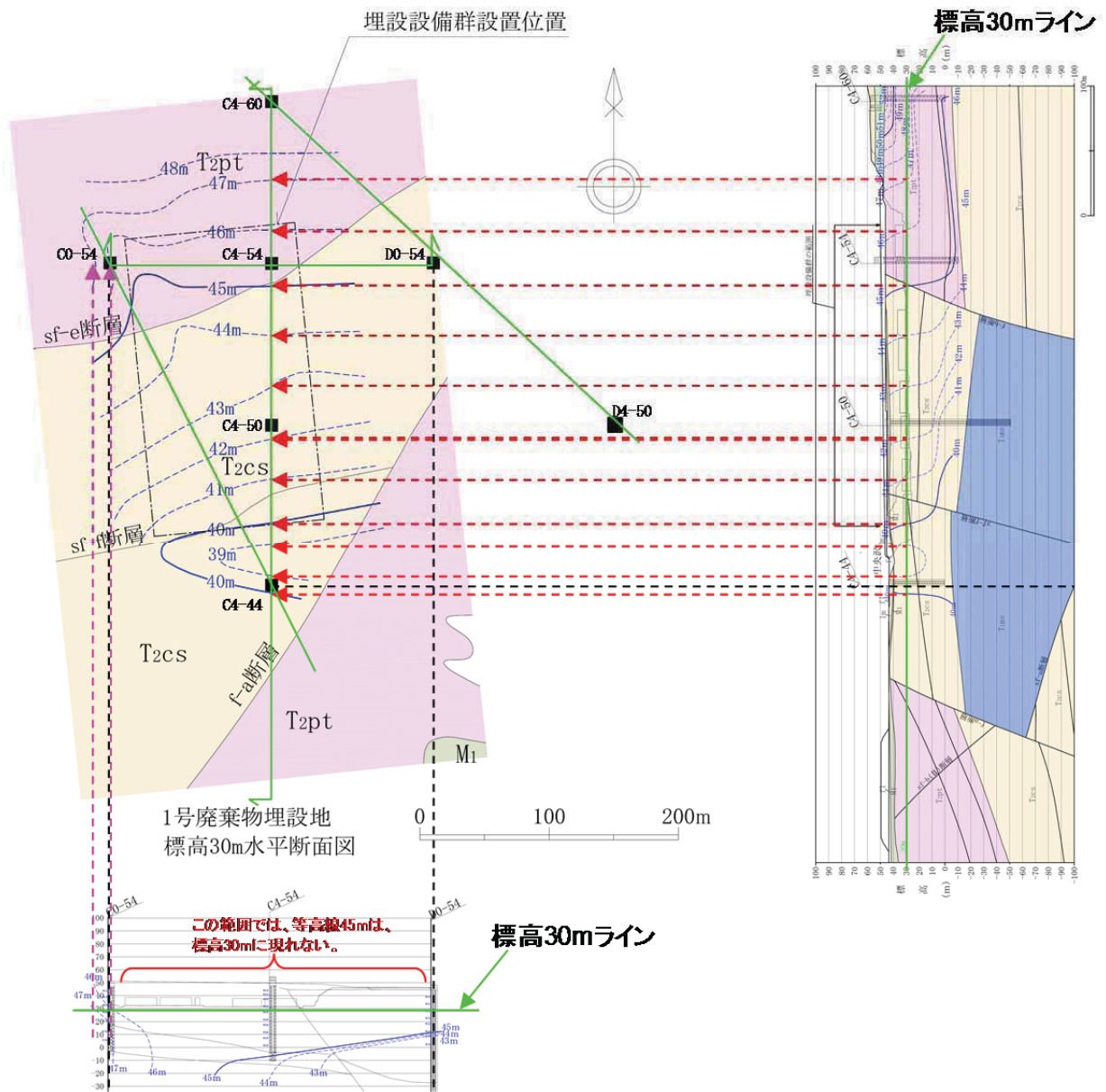
標高の台地中央部の高い場所は、地下水がほぼ鉛直に流下し、沢部では地下水が湧出するような全水頭分布図になり、中間部は沢に向かって、あるいは斜め下方向に流動するような全水頭分布図が作成される。

【全水頭等高線図（水平断面）の作成例】

作成した全水頭等高線図（鉛直断面）から、作成する標高における等高線の位置を平面図にプロットとし、それらを結んで水平断面の等高線図を作成する。

必要に応じて補間的に全水頭等高線図（鉛直断面）を作成し、それらを基に水平断面を作成する。

1号廃棄物埋設地周辺の標高30mの全水頭等高線図（水平断面）の作成例を第13図に示す。2号及び3号埋設地も同様の方法で作成している。



第 13 図 全水頭等高線図（水平断面）

MP圧力センサ点検記録*1

校正地点名 : D0-36

測定年月日 : 2017/6/12~6/13

センサ種類 : EM-3264 Module1567 (精度:フルスケールの±0.1%)

測定レンジ : 500PSI(約3.45Mpa)

記録者 :

大気圧 : 100.2 kPa

GL-50m 以浅の深度の
圧力測定器の測定誤差

測定点 No.	(A) 測定ポート 深度 GL-m	MPケーシング内 水圧測定値 kPa	(B) MPケーシング内 水圧換算値 GL-m	(C) MPケーシング 立ち上がり m	測定誤差 (A-B+C)	
					m	%FS
1	17.61	278.3	18.16	0.55	0.00	0.00%
2	25.11	352.0	25.68	0.55	-0.02	-0.01%
3	32.61	425.7	33.20	0.55	-0.04	-0.01%
4	40.11	499.3	40.70	0.55	-0.04	-0.01%
5	49.11	587.6	49.70	0.55	-0.04	-0.01%
6	58.11	675.9	58.71	0.55	-0.05	-0.01%
7	67.11	764.1	67.71	0.55	-0.04	-0.01%
8	77.61	867.1	78.21	0.55	-0.05	-0.01%
9	85.11	940.8	85.72	0.55	-0.06	-0.02%
10	95.61	1043.6	96.21	0.55	-0.04	-0.01%
11	103.11	1117.2	103.71	0.55	-0.04	-0.01%
12	112.11	1205.3	112.70	0.55	-0.04	-0.01%
13	121.11	1293.5	121.69	0.55	-0.03	-0.01%
14	131.61	1396.4	132.18	0.55	-0.02	-0.01%
15	142.11	1499.2	142.67	0.55	-0.01	0.00%
16	152.61	1602.0	153.15	0.55	0.02	0.00%
17	163.11	1704.7	163.62	0.55	0.04	0.01%
18	170.61	1778.2	171.12	0.55	0.04	0.01%
19	181.11	1881.0	181.59	0.55	0.07	0.02%
20	191.61	1984.2	192.12	0.55	0.04	0.01%
21	202.11	2087.1	202.61	0.55	0.05	0.01%
22	212.61	2189.9	213.10	0.55	0.06	0.02%
23	223.11	2292.6	223.57	0.55	0.09	0.03%
24	230.61	2366.1	231.07	0.55	0.09	0.03%
25	241.11	2469.0	241.55	0.55	0.11	0.03%
26	251.61	2572.0	252.06	0.55	0.10	0.03%
27	262.11	2675.0	262.56	0.55	0.10	0.03%
28	272.61	2777.5	273.01	0.55	0.15	0.04%
29	280.11	2851.3	280.54	0.55	0.12	0.03%
30	287.61	2925.7	288.12	0.55	0.04	0.01%

点検結果: 合格 ・ 不合格

*1 3号埋設施設の水文観測調査(2017年度分)のMP方式の間隙水圧測定孔のうち最も深い孔を用いて圧力センサを点検した。点検方法はMPケーシング管頭まで満水にした状態で各測定深度(測定ポート深度)におけるMPケーシング内の水頭と圧力測定器により求めた水頭を比較することによって行った。

廃棄物埋設地付近の透水試験結果

目 次

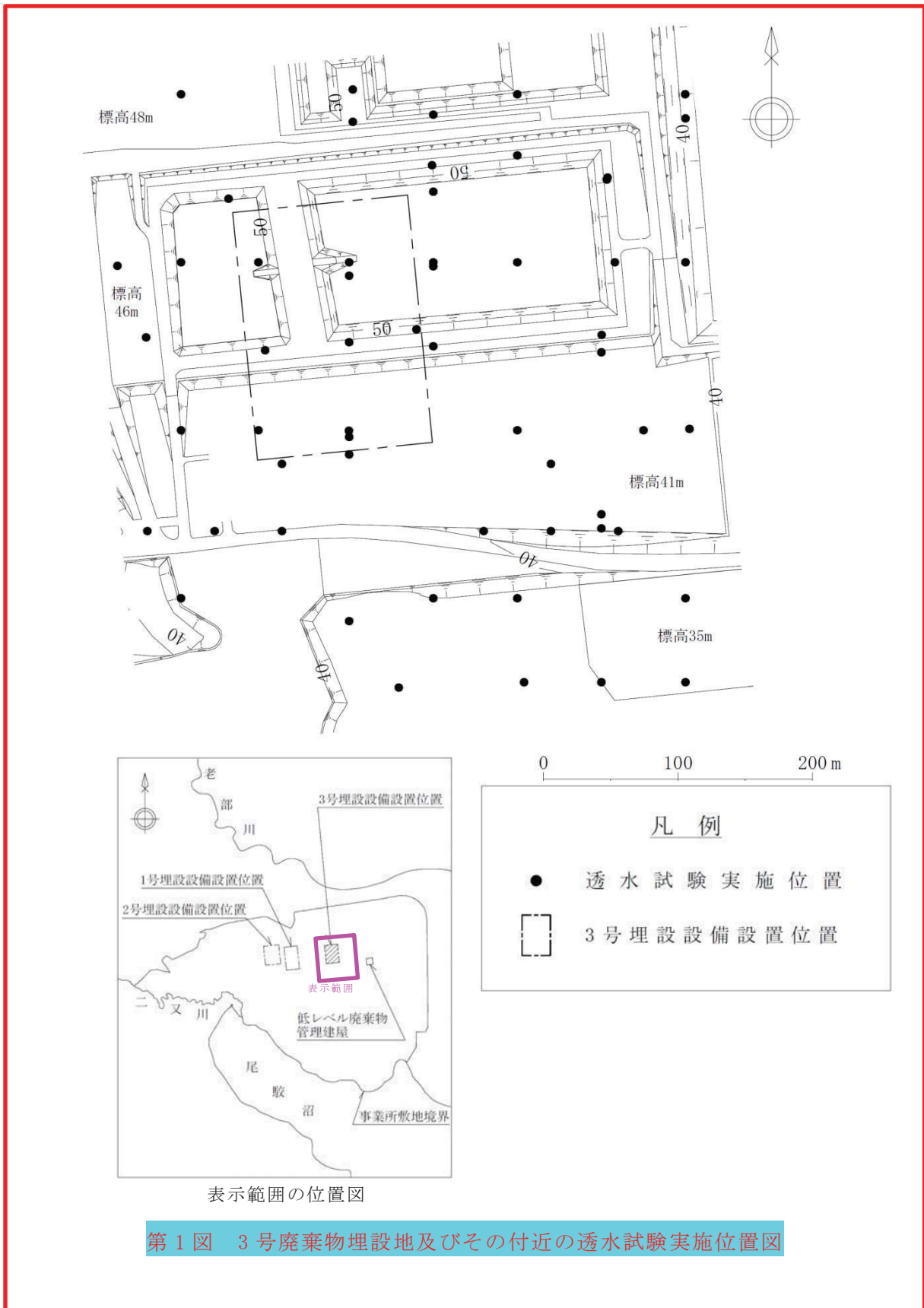
1. 目的.....	1
2. 透水試験位置.....	1
3. 透水試験方法.....	11
(1) 原位置試験と室内試験の整理.....	11
(2) 各試験方法の適用範囲及び適用性.....	11
4. 透水試験結果.....	14
(1) 使用データの整理.....	14
(2) 対数平均値の妥当性.....	14
(3) 試験結果.....	14

1. 目的

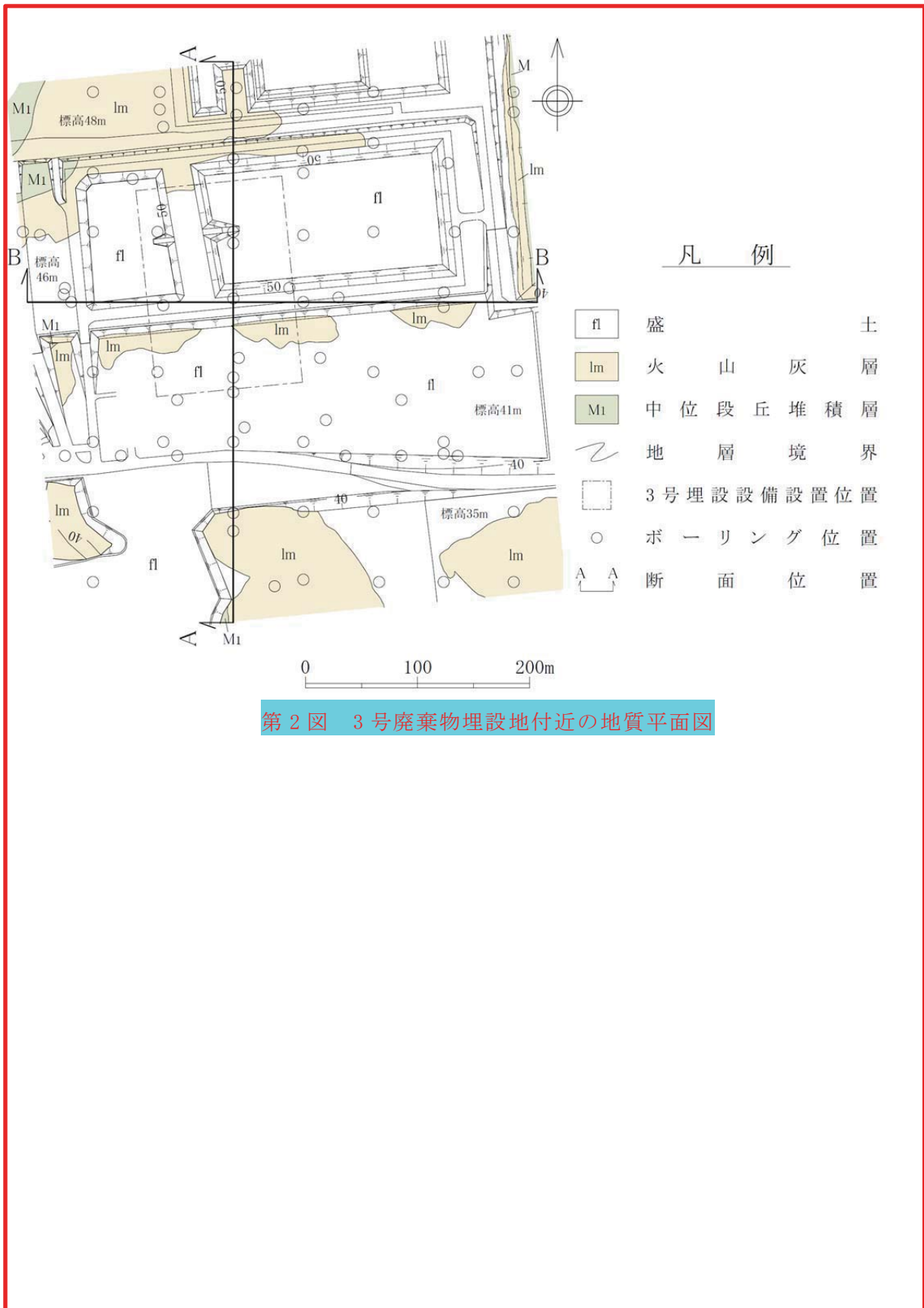
地盤の透水性を把握するため、鷹架層中部層、鷹架層下部層、第四紀層及び盛土を対象に原位置透水試験及び室内透水試験を実施した。

2. 透水試験位置

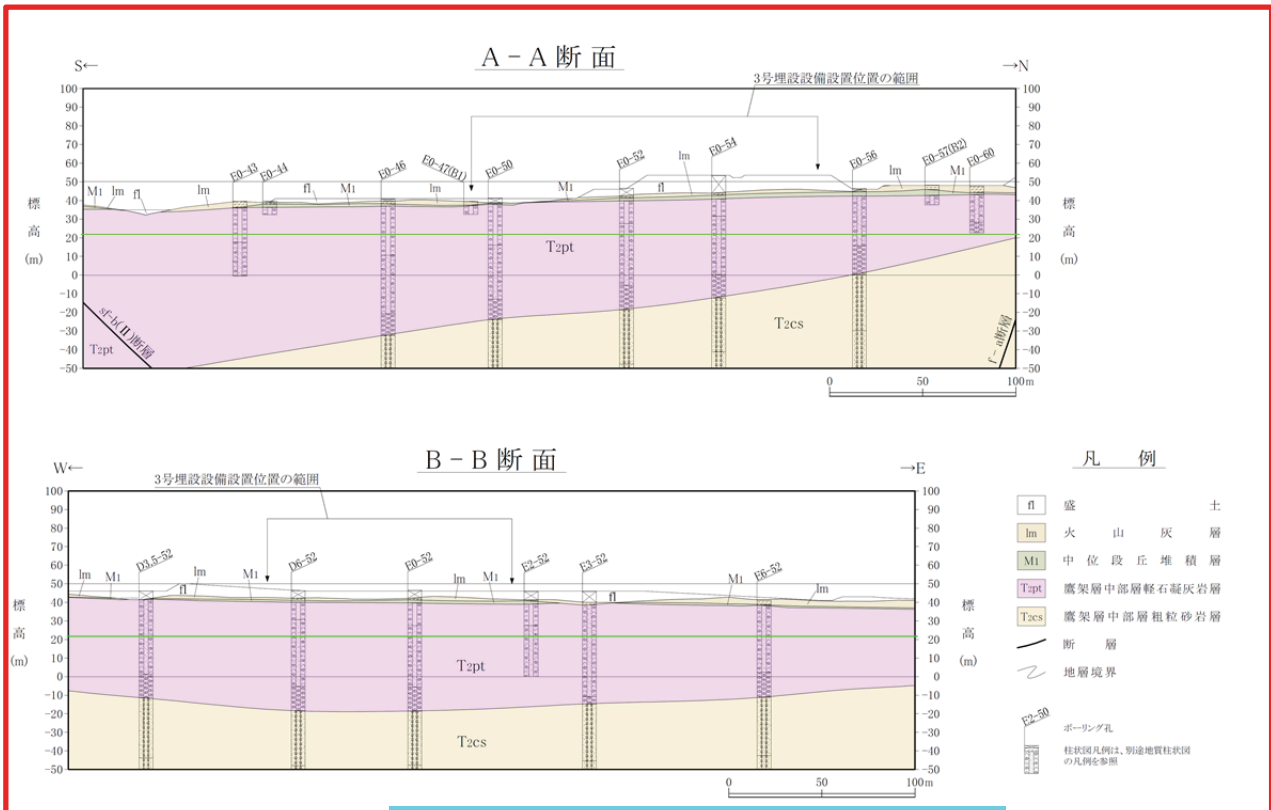
3号廃棄物埋設地付近の透水試験の実施位置及び地質平面図を第1図～第4図に、1号廃棄物埋設地付近の透水試験の実施位置及び地質平面図を第5図～第8図に、2号廃棄物埋設地付近の透水試験の実施位置及び地質平面図を第9図～第12図に示す。



第1図 3号廃棄物埋設地及びその付近の透水試験実施位置図

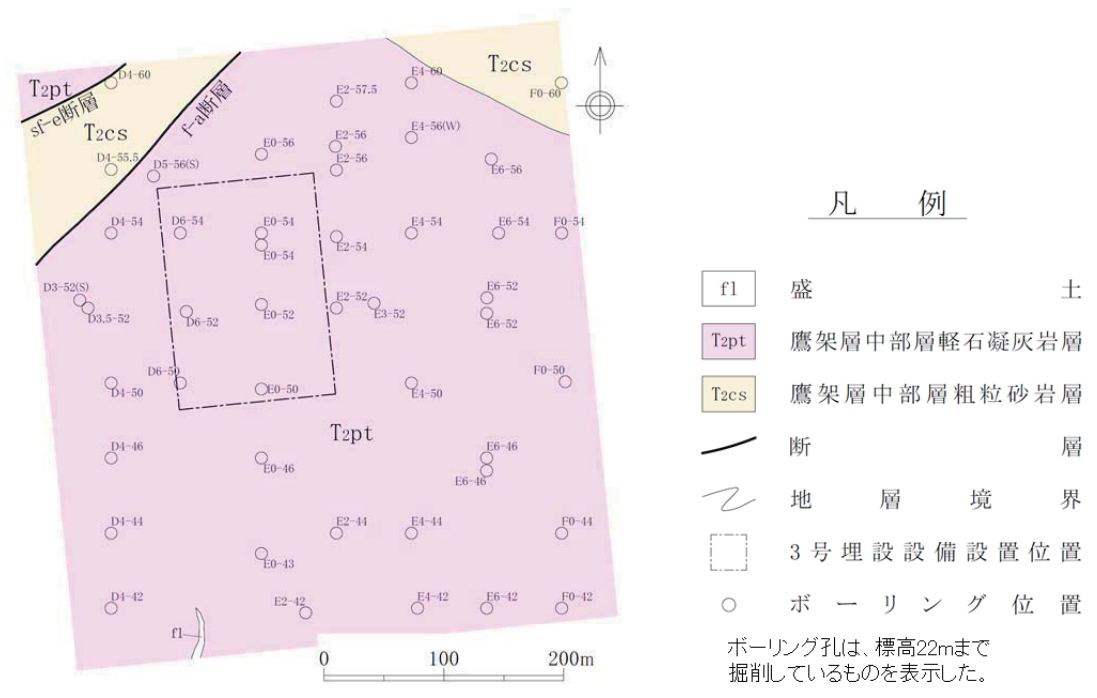


第 2 図 3 号廃棄物埋設地付近の地質平面図

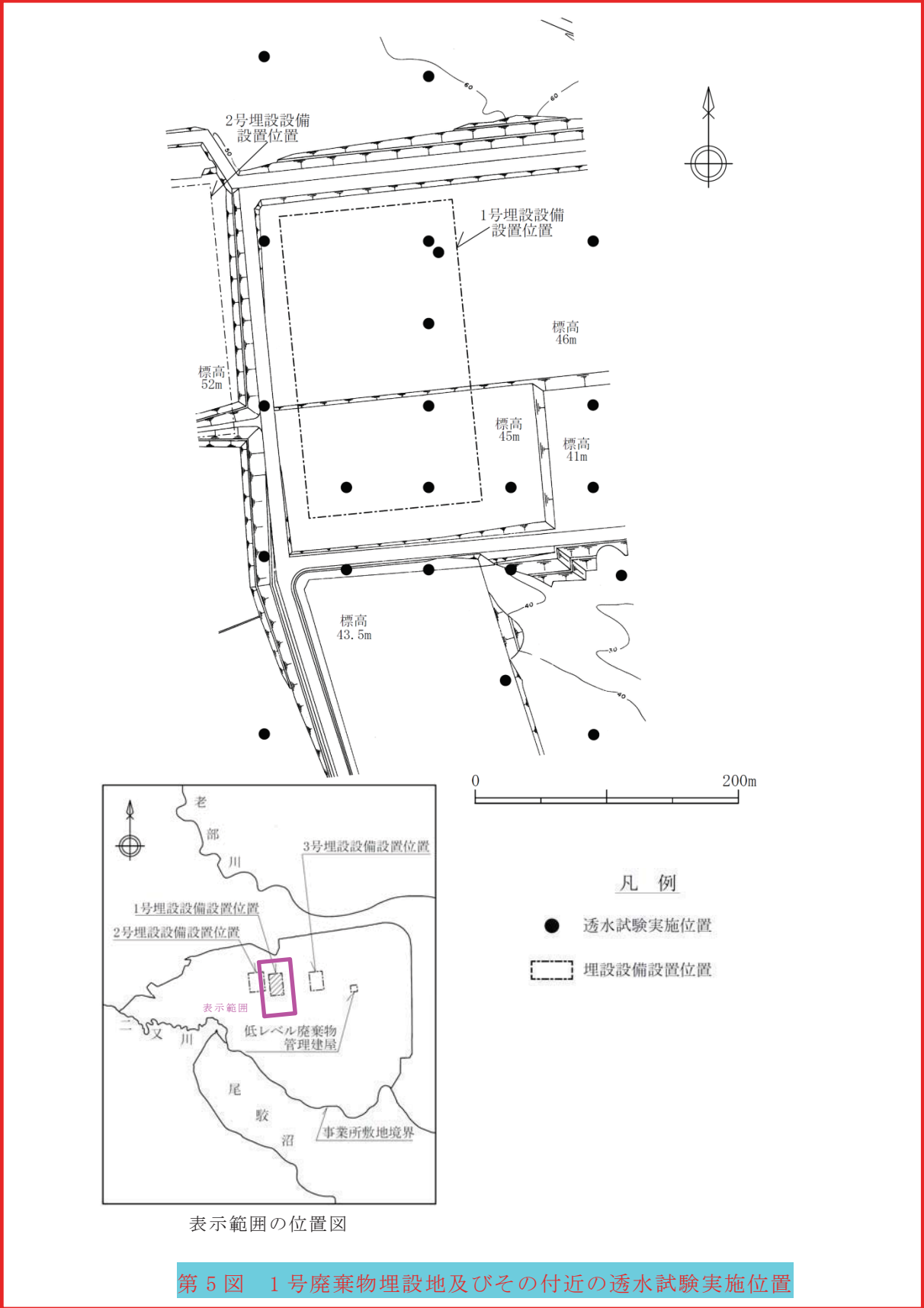


第3図 3号廃棄物埋設地付近の地質断面図*1

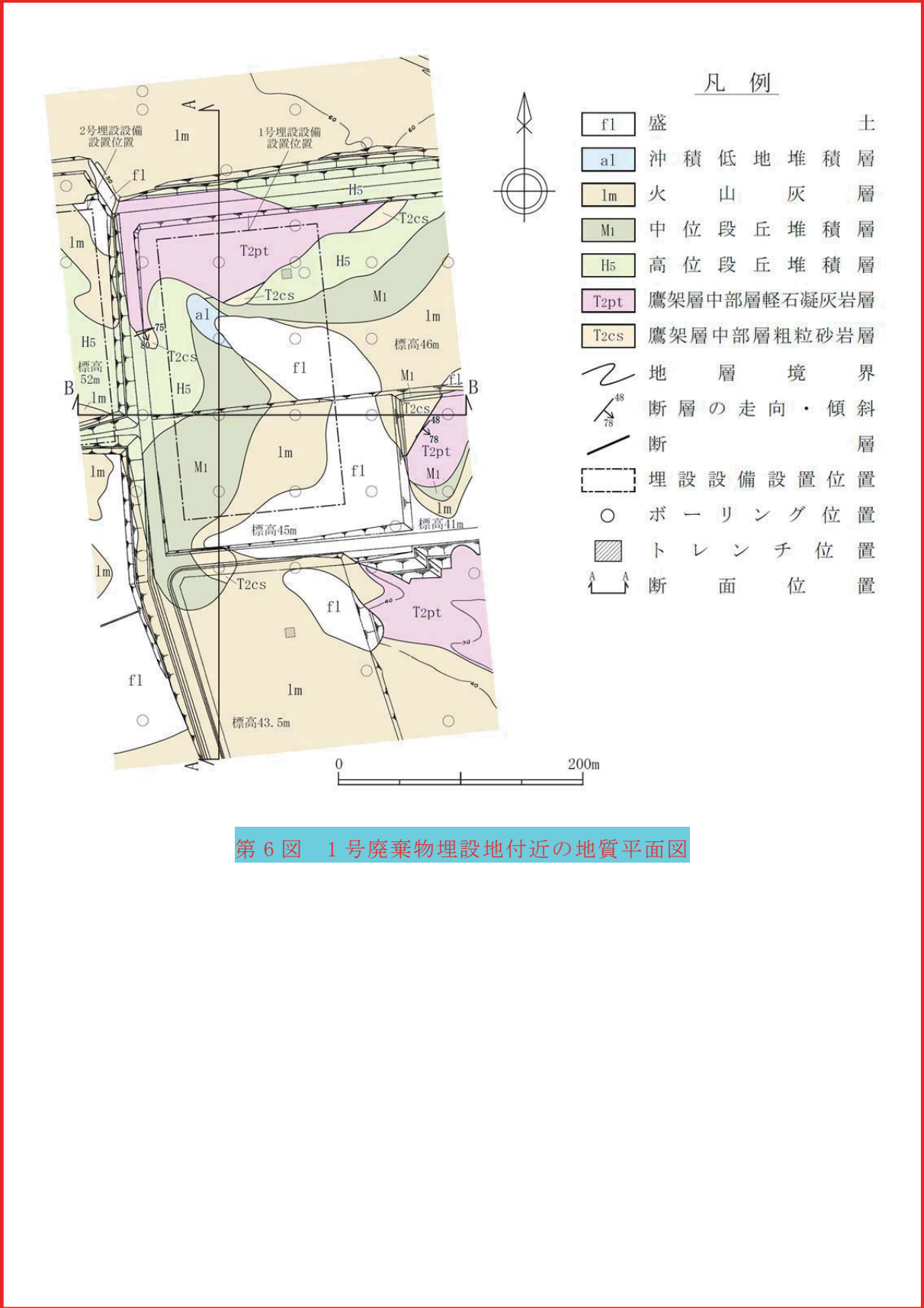
*1: 断面作成位置は第2図に示す



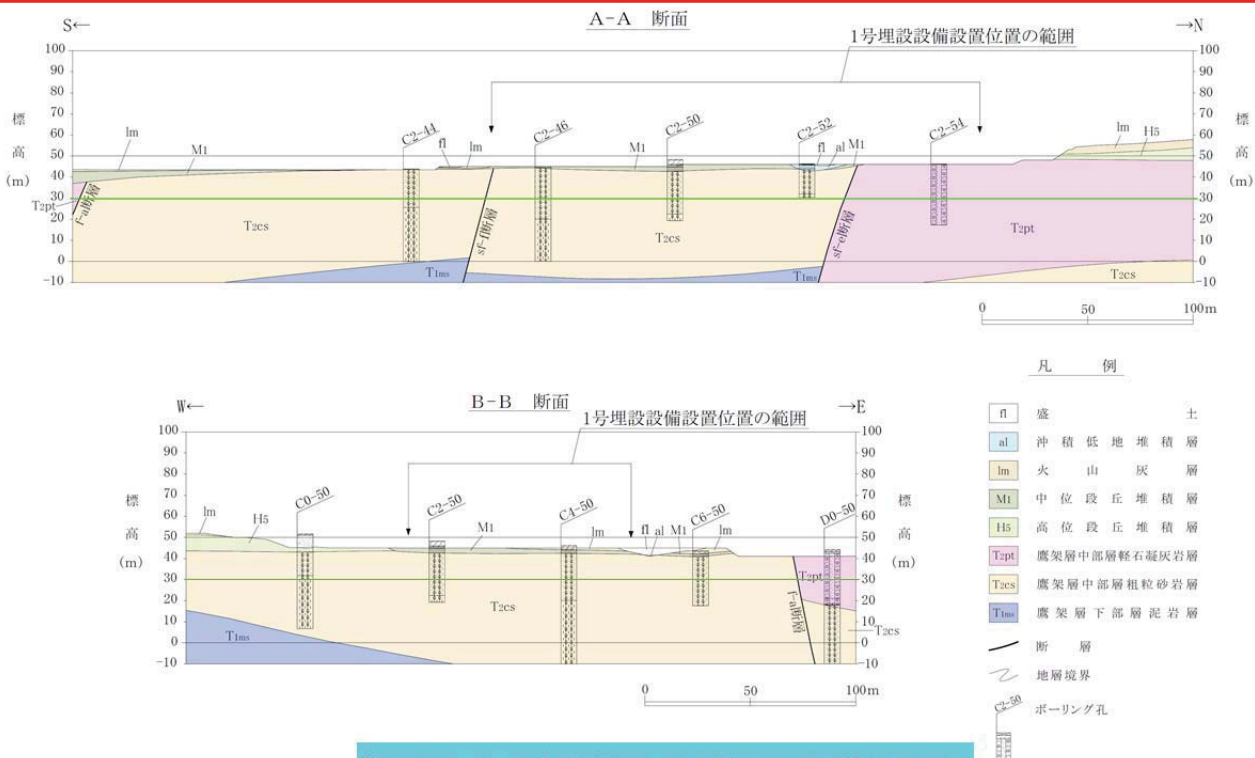
第4図 3号廃棄物埋設地付近の地質水平断面図 (標高 22m)



第5図 1号廃棄物埋設地及びその付近の透水試験実施位置

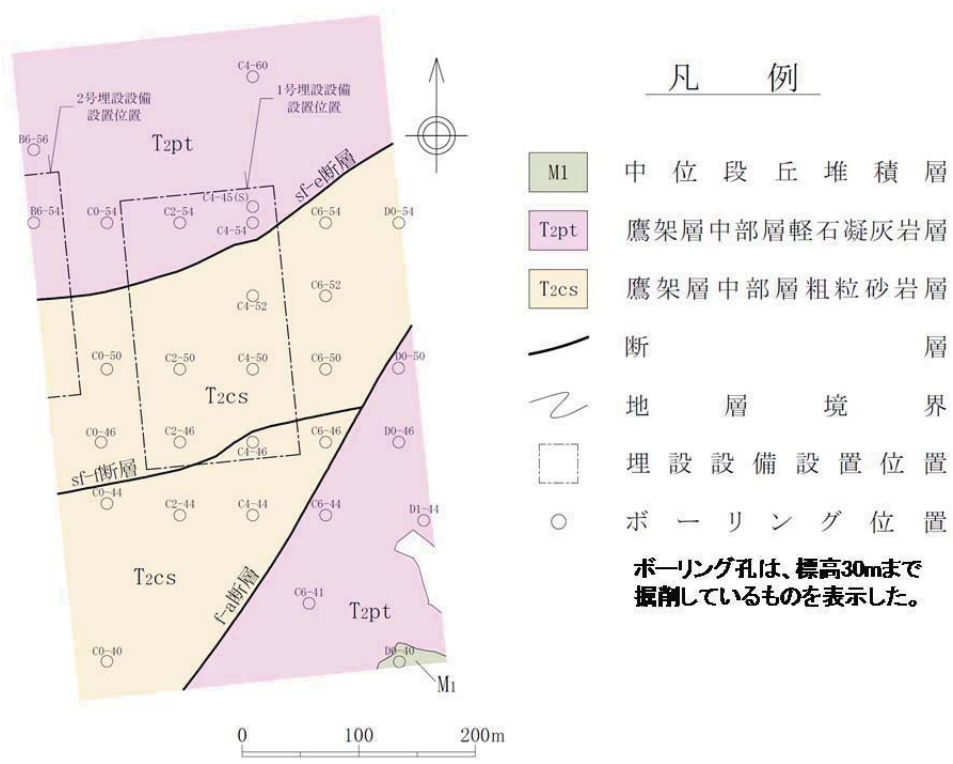


第 6 図 1 号廃棄物埋設地付近の地質平面図

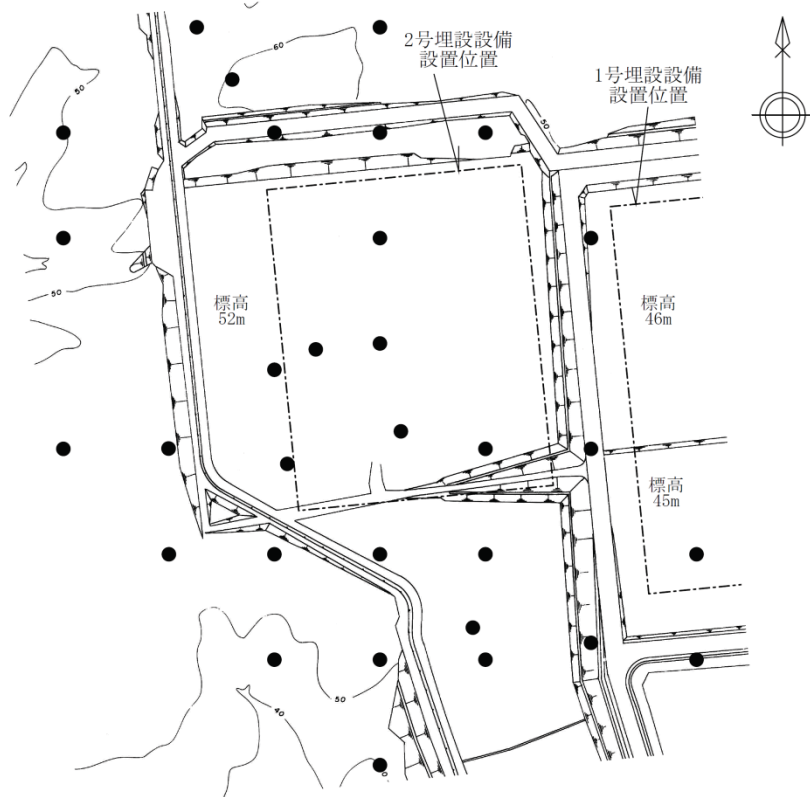


第 7 図 1 号廃棄物埋設地付近の地質断面図*1

*1：断面作成位置は第 6 図に示す



第 8 図 1 号廃棄物埋設地付近の地質水平断面図（標高 30m）

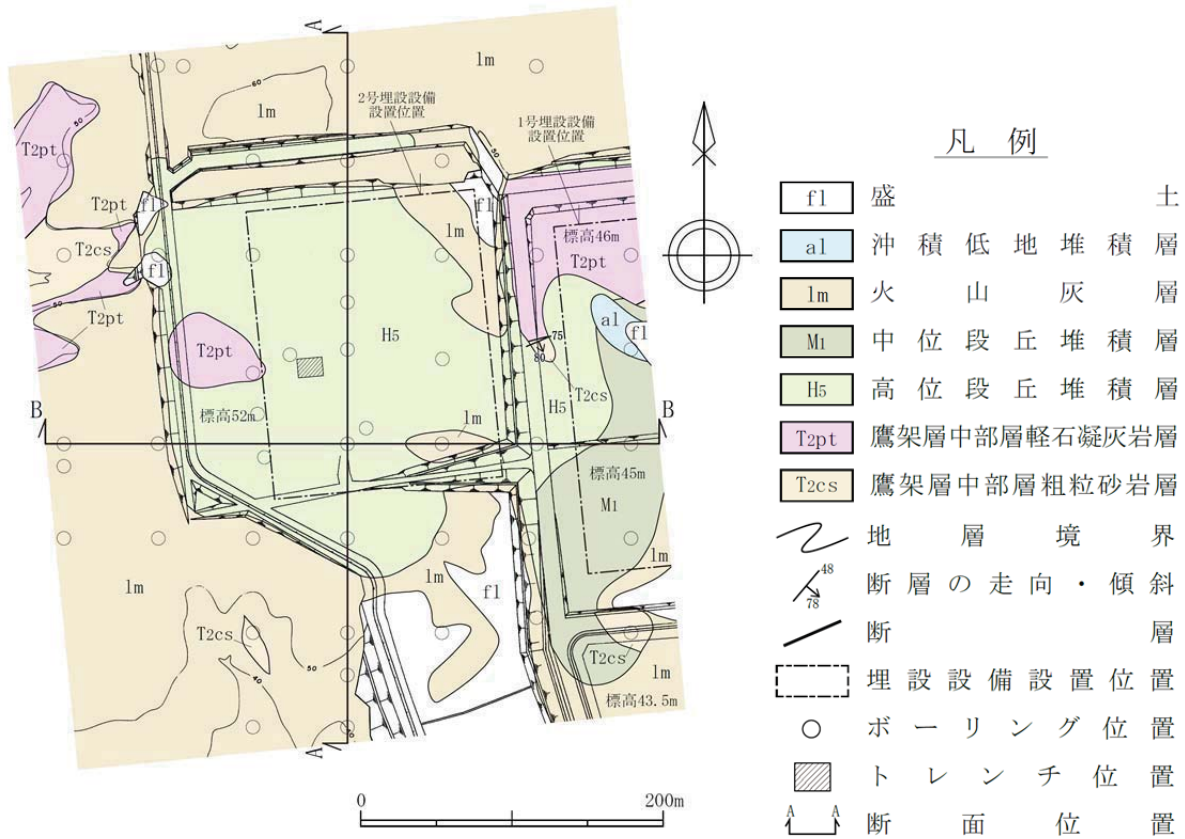


表示範囲の位置図

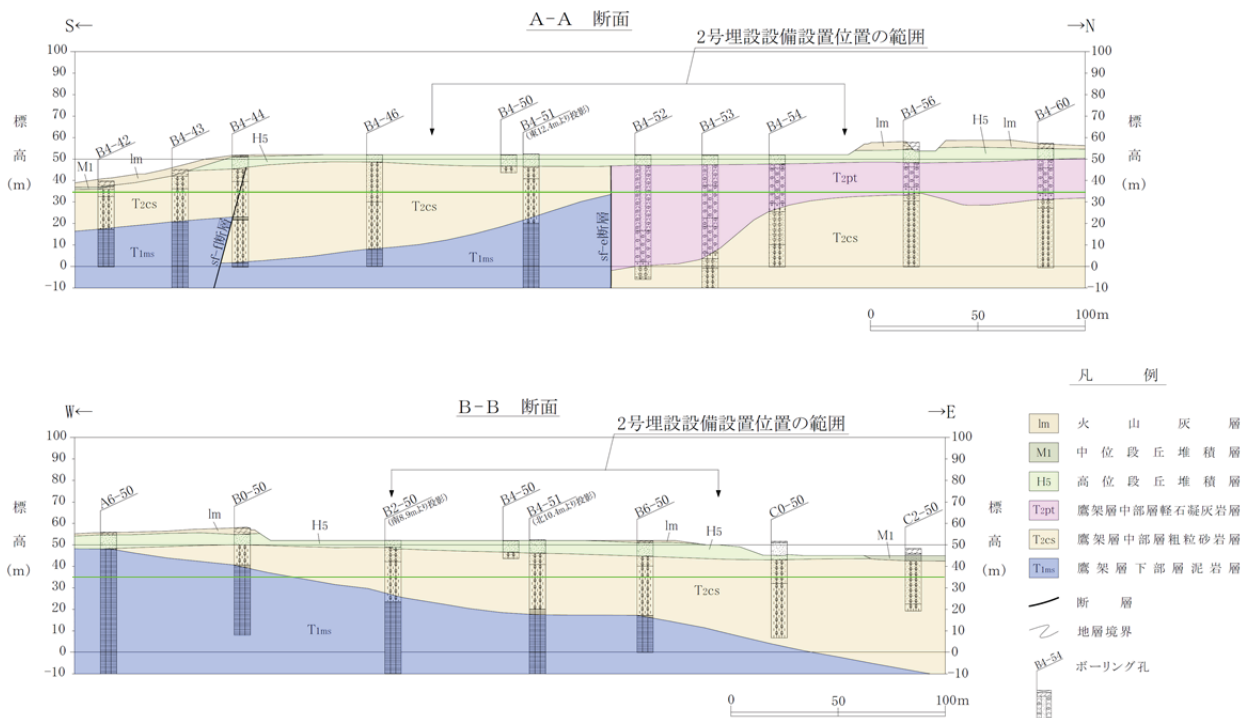
凡例

- 透水試験実施位置
- 埋設設備設置位置

第9図 2号廃棄物埋設地及びその付近の透水試験実施位置

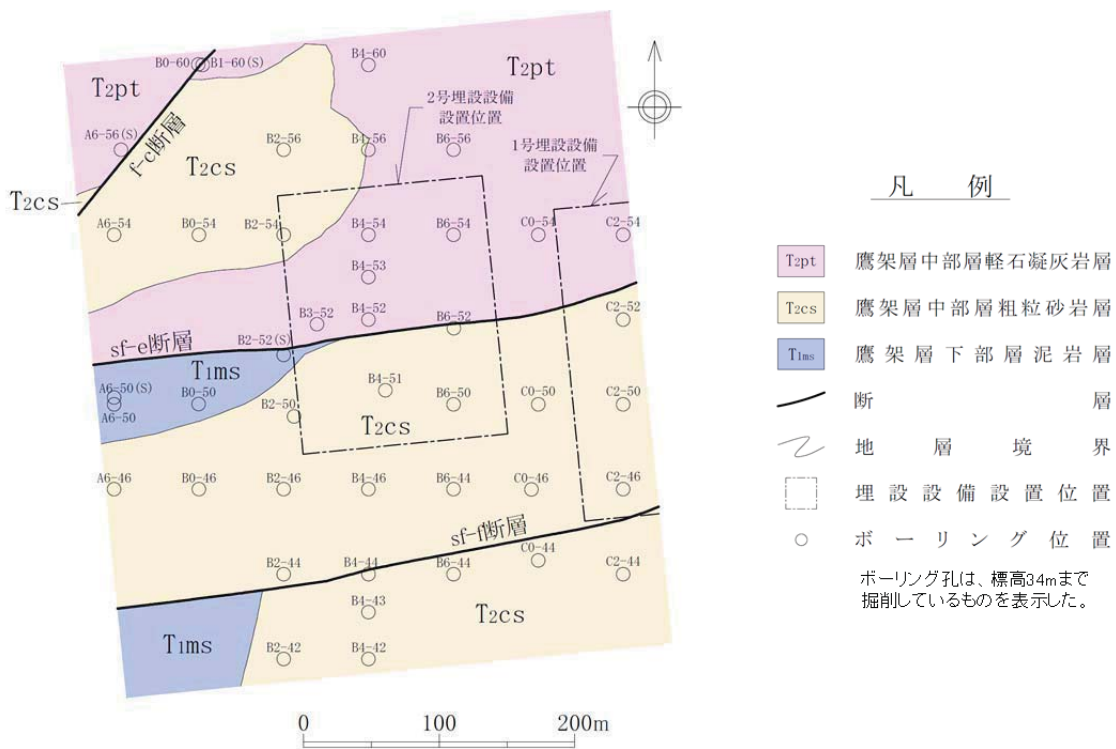


第 10 図 2 号廃棄物埋設地付近の地質平面図



第 11 図 2号廃棄物埋設地付近の地質断面図*1

*1：断面作成位置は第 10 図に示す



第 12 図 2号廃棄物埋設地付近の地質水平断面図（標高 34m）

3. 透水試験方法

鷹架層中部層、鷹架層下部層、第四紀層及び盛土の透水試験方法及び試験基準一覧を第1表に示す。

鷹架層中部層及び下部層を対象とした試験は、JGS1322等に準拠し、鷹架層表層の風化部及び第四紀層を対象とした試験は、JGS1314等に準拠した。盛土及び第四紀層の一部については、JIS A 1218に準拠し、室内透水試験を実施した。

(1) 原位置試験と室内試験の整理

透水係数は、原則として原位置試験の結果を用いて算出した。一方、第四紀層は、原位置試験と室内試験の2種類の試験方法で透水係数を算出した。第四紀層で2種類の試験方法を使用した理由は、第四紀層は岩盤と異なり、透水試験孔の自立性が悪く、試験孔の乱れにより妥当な結果が得られない場合があるためである。

また、廃棄物埋設地周辺の第四紀層は未固結層であり、地下水は構成粒子間の間隙を通過している。未固結層の透水係数は、原位置試験と室内試験ともに構成粒子の間隙を通過するものとして算出しているため、試験方法による透水係数の算出結果に大きな違いはない(おおむね1オーダーの範囲内)。したがって、室内試験と原位置試験の透水係数は、同様に扱えるものとして整理した。

廃棄物埋設施設地周辺の鷹架層は、原則として試験区間が5m程度のルジオン試験や低圧岩盤透水試験などの岩盤を対象とした試験を実施し、割れ目を含めた岩盤の透水係数を算出した。

(2) 各試験方法の適用範囲及び適用性

各試験方法の適用範囲及び適用性を第2表に示す。

第2表に示すとおり、廃棄物埋設地付近の水理地質を考慮し、適切な適用範囲内で試験は実施した。

第1表 透水試験方法及び試験基準一覧

	区 分	試験方法	基準等	試験数	備考	
3号廃棄物埋設地	盛土部	室内透水試験	7	9		
	第四紀層	室内透水試験	7	1	16	
		原位置透水試験	3	12		
			4	3		
	鷹架層中部層 N値50未満(風化部)	原位置透水試験	3	2	5	
			4	3		
	鷹架層中部層 N値50以上	原位置透水試験	2	137	310	新しい基準で再度取りまとめを実施*1
5			17			
6			156			
1号廃棄物埋設地	第四紀層	室内試験	7	1	12	
		原位置透水試験	1	2		
			2	1		
			3	8		
	鷹架層中部層 N値50未満(風化部)	原位置透水試験	1	5	12	
			2	1		
			3	6		
鷹架層中部層 N値50以上	原位置透水試験	2	145	146	新しい基準で再度取りまとめを実施*1	
		3	1			
2号廃棄物埋設地	第四紀層	室内試験	8	1	16	
		原位置透水試験	9	3		
			3	12		
	鷹架層中部層 N値50未満(風化部)	原位置透水試験	1	2	14	
			2	1		
			3	10		
			4	1		
鷹架層下部層、 中部層 N値50以上	原位置透水試験	2	156	160	新しい基準で再度取りまとめを実施*1	
		5	4			

*1:敷地内の鷹架層中部層N値50以上で実施した透水試験のデータ整理において、新基準(JGS1322-2003)以前に実施された試験結果は、P-Q(圧力-流量)関係図の勾配を読取る方法を「原点法」で実施していることから、「勾配法」で再度読み取りを実施して透水係数を求めた。

試験方法	番号	試験基準
原位置透水試験	1	国土開発技術センター(1977)「ルジオンテスト施工指針(案)・同解説」
	2	国土開発技術センター(1984)「ルジオンテスト技術指針・同解説」
	3	土質工学会(1985)「土質調査法」
	4	地盤工学会基準「単孔を利用した透水試験方法」JGS1314-1995
	5	地盤工学会基準「注水による岩盤の透水試験方法」JGS1322-1995
	6	地盤工学会基準「注水による岩盤の透水試験方法」JGS1322-2003
室内透水試験	7	日本工業規格「土の透水試験方法」JIS A 1218-1977
	8	日本工業規格「土の透水試験方法」JIS A 1218-1990
	9	日本工業規格「土の透水試験方法」JIS A 1218-1993

第2表 各試験方法の適用範囲及び適用性

試験方法	番号	試験基準	主な基準の適用範囲	敷地内における適用性	
				基準を使用した地層	適用性
原位置 透水試験	1	国土開発技術センター (1977)	・硬岩や一部の軟岩のように亀裂を含めた透水性を把握する場合。	・第四紀層*1 ・鷹架層中部層 N値50未満(風化部)	・鷹架層は軟岩であるが、亀裂を持つ場合もあるため適用できる。
	2	国土開発技術センター (1984)		・第四紀層*1 ・鷹架層中部層、下部層 N値50以上	
	3	土質工学会 (1985)「土質調査法」	・帯水層中で、ダルシーの法則に従う程度の流速を持つ場合。	・第四紀層 ・鷹架層中部層 N値50未満(風化部) ・鷹架層中部層 N値50以上*2	・第四紀層及び鷹架層の風化部は、地下水位より下方にあり、ダルシー流速とみなせるため、適用できる。
	4	JGS1314-1995	・地下水位面下の飽和した砂質地盤を対象。	・第四紀層 ・鷹架層中部層 N値50未満(風化部)	・第四紀層は主に段丘堆積層及び火山灰層からなるため、適用できる。 ・鷹架層の風化部は地下水位より下方にあり、風化により粘性土、砂質土及び礫混り土となっているため、適用できる。
	5	JGS1322-1995	・地下水位より下方の飽和岩盤。 ・透水係数の対象範囲は $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-10}$ 程度。	・鷹架層中部層 N値50以上	・鷹架層は地下水位より下方の岩盤であるため、適用できる。 ・鷹架層の透水係数は $1.0 \times 10^{-4} \sim 1.0 \times 10^{-10}$ の範囲に収まるため、適用できる。
	6	JGS1322-2003			
室内 透水試験	7	JIS A 1218-1977	・ダルシーの法則に基づく飽和状態の土の透水係数を求めることが目的。 ・締め固めた土、又は乱さない土を対象。 ・透水係数の比較的大きい土*3には定水位法を適用。 ・透水係数の比較的小さい土*4には変水位法を適用。	・盛土部 ・第四紀層	・盛土及び第四紀層の透水係数は $10^{-9} \sim 10^{-5} \text{cm/s}$ の範囲に収まるため、適用できる。
	8	JIS A 1218-1990		・第四紀層	
	9	JIS A 1218-1993			

*1：第四紀層は、国土開発技術センター(1977、1984)に記載されるダルシーの法則に基づく現場透水試験に基づいて実施した。

*2：N値50以上の岩盤だが風化部であるため、土質調査法に基づいて試験を行った。

*3：透水係数の比較的大きい土は、JIS A 1218-2009では透水係数が $10^{-5} \sim 10^{-3} \text{cm/s}$ 程度とされている。

*4：透水係数の比較的小さい土は、JIS A 1218-2009では透水係数が $10^{-9} \sim 10^{-5} \text{cm/s}$ 程度とされている。

4. 透水試験結果

(1) 使用データの整理

1号及び2号廃棄物埋設地及びその付近において、原位置透水試験結果及び室内透水試験結果は1号廃棄物埋設地周辺で標高-10m以浅、2号廃棄物埋設地周辺で標高0m以浅のものを用いた。その理由として標高0m前後までの地質分布により、1号及び2号廃棄物埋設地周辺で、いずれもsf-e断層下盤側の鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T2pt)を含む深度を考慮したことによる。

3号廃棄物埋設地及びその付近においては、原位置透水試験結果及び室内透水試験結果は、標高-50m以浅のものを用いた。その理由として、3号廃棄物埋設地周辺の間隙水圧測定結果から、鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T2pt)と鷹架層中部層粗粒砂岩層(T2cs)の地層境界では下向きの地下水流動が、各地層内では水平方向の地下水流動が予想されるため、データを整理する深度を標高-50m以浅としている。

また、試験区間中に地層境界(断層含む)が存在した場合、対象外の地層のデータを含まないようにするため、そのデータは各層の試験データからは除外した。ただし、1号、2号及び3号廃棄物埋設地周辺に分布する鷹架層中部層N値50以上の透水係数は、断層及び鷹架層を構成する各地層全ての値をとりまとめた透水係数である。

(2) 対数平均値の妥当性

透水試験結果から得られる透水係数は、流出水量の算出に用いた。ここで、透水試験結果から得られる透水係数は、対数平均値として整理した。対数平均値を用いた理由は、透水試験結果を用いて敷地の調査坑道の空洞からの湧水量を3次元地下水浸透流解析で計算した結果が、湧水量の実測値とおおむね一致していることを確認しているためである。

また、原位置試験の対数平均値と巨視的透水係数(割目と基質部における原位置透水試験の透水係数とボーリングや掘削面等の地質観察で得た割目のデータから算出)が同程度であること、3号廃棄物埋設地については現況再現解析によって鷹架層の透水係数が妥当であることを確認した。

(3) 試験結果

廃棄物埋設地及びその付近の透水試験結果のまとめを第3表に示す。

また、各廃棄物埋設地及びその付近の地層ごとの試験結果を第 13 図～第 15 図に示す。

廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層及び鷹架層下部層の透水係数は、第四紀層及び鷹架層中部層の風化部と比べて十分小さく、地下水は主に第四紀層及び鷹架層中部層の風化部を流れる。

廃棄物埋設地及びその付近には f-a 断層、f-c 断層、sf-b(Ⅱ)断層、sf-e 断層及び sf-f 断層が認められるが、透水試験結果より、断層部は周辺地盤と同等の透水性を有している。

第3表 鷹架層、第四紀層及び盛土部の透水係数

区 分	3号廃棄物埋設地			1号廃棄物埋設地			2号廃棄物埋設地		
	透水係数 対数平均値 (m/s)	試験 個数 (個)	対数の 標準偏 差	透水係数 対数平均 値(m/s)	試験 個数 (個)	対数の 標準偏 差	透水係数 対数平均値 (m/s)	試験 個数 (個)	対数の 標準偏差
盛土部*1	7.3×10^{-6}	9	0.4	-	-	-	-	-	-
第四紀層*1	2.6×10^{-6}	16	0.6	4.0×10^{-6}	12	0.8	5.0×10^{-6}	16	0.8
鷹架層中部層 N値50未満 (風化部)	9.6×10^{-7}	5	0.6	1.5×10^{-6}	12	0.4	2.5×10^{-6}	14	0.6
鷹架層中部層 N値50以上*2	5.0×10^{-8}	310	0.9	1.1×10^{-7}	146	0.9	7.8×10^{-8}	128	0.9
鷹架層中部層 軽石混り砂岩層 (T ₂ ps)	4.5×10^{-8}	4	0.2	-	-	-	-	-	-
鷹架層中部層 軽石凝灰岩層 (T ₂ pt)	4.3×10^{-8}	207	1.0	9.1×10^{-8}	69	1.1	1.3×10^{-7}	31	1.1
鷹架層中部層 粗粒砂岩層 (T ₂ cs)	7.3×10^{-8}	82	0.4	1.3×10^{-7}	74	0.6	7.3×10^{-8}	84	0.8
f-a 断層	1.6×10^{-7}	3	1.0	3.0×10^{-8}	1	-	-	-	-
f-c 断層	-	-	-	-	-	-	2.2×10^{-8}	2	1.0
sf-b(Ⅱ)断層	1.7×10^{-8}	9	0.3	-	-	-	-	-	-
sf-e 断層	1.0×10^{-7}	1	-	9.5×10^{-7}	1	-	4.8×10^{-8}	1	-
sf-f 断層	-	-	-	-	-	-	2.3×10^{-8}	1	-
鷹架層下部層 N値50以上	-	-	-	-	-	-	2.1×10^{-8}	26	1.0

*1：3号廃棄物埋設地及びその付近の盛土部と第四紀層を合わせてデータ整理すると、透水係数： 3.0×10^{-6} (m/s)、対数の標準偏差：0.5、試験個数：25個となる。

*2：試験区間中に地層境界(断層部含む)が存在した場合、そのデータは各層の試験データからは除外する。

ただし、「鷹架層中部層N値50以上」の透水係数としては、各層の地層境界及び断層部も含める。

(i) 3号廃棄物埋設地

3号廃棄物埋設地及びその付近における各層の透水係数の頻度分布を第13図に示す。

3号廃棄物埋設地及びその付近には、鷹架層中部層粗粒砂岩層、鷹架層中部層軽石凝灰岩層、第四紀層（段丘堆積層、火山灰層）及び盛土が分布する。また、3号廃棄物埋設地北西側には f-a 断層及び sf-e 断層が分布する。さらに、南方には sf-b(Ⅱ)断層が分布する。

以上のことから、3号廃棄物埋設地及びその付近においては、粗粒砂岩層、軽石凝灰岩層、第四紀層（段丘堆積層、火山灰層）、盛土及び断層を対象として透水試験を実施した。

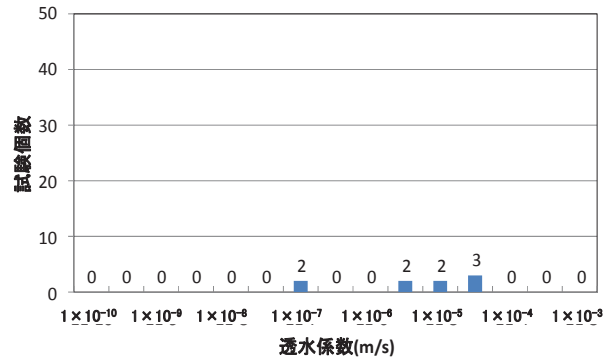
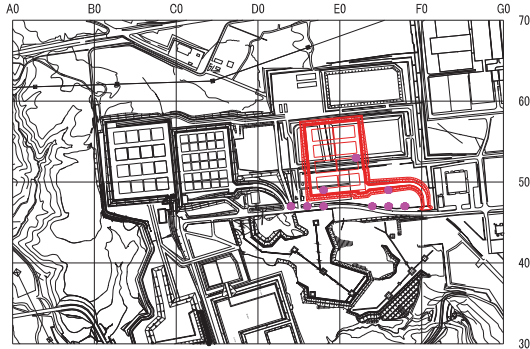
3号廃棄物埋設地周辺の盛土、第四紀層及びN値50未満の鷹架層（風化部）の透水係数は、それぞれ 7.3×10^{-6} (m/s)、 2.6×10^{-6} (m/s)、 9.6×10^{-7} (m/s) である。3号廃棄物埋設地周辺に分布する断層や地層境界を含めた鷹架層中部層（N値50以上）の透水係数は、 5.0×10^{-8} (m/s) である。鷹架層中部層を構成する各層の透水係数は、軽石混り砂岩層 (T2ps)、軽石凝灰岩層 (T2pt) 及び粗粒砂岩層 (T2cs) で、それぞれ 4.5×10^{-8} (m/s)、 4.3×10^{-8} (m/s)、 7.3×10^{-8} (m/s) である。f-a 断層及び sf-e 断層の透水係数は、それぞれ 1.6×10^{-7} (m/s)、 1.0×10^{-7} (m/s) である。

【盛土部】

データ数：9

対数平均値： $7.3 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ)：0.4



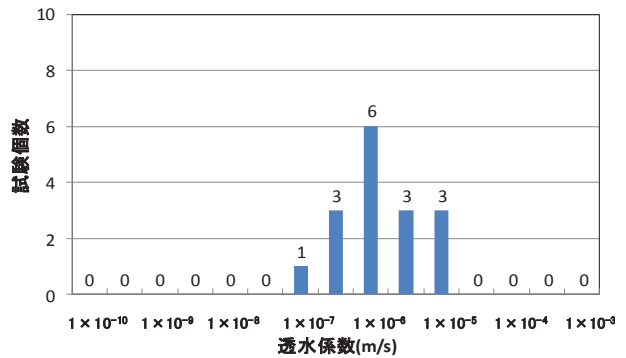
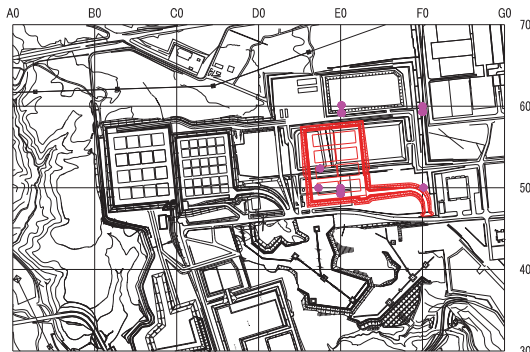
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (1/12) (盛土部)

【第四紀層】

データ数：16

対数平均値： $2.6 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ)：0.6



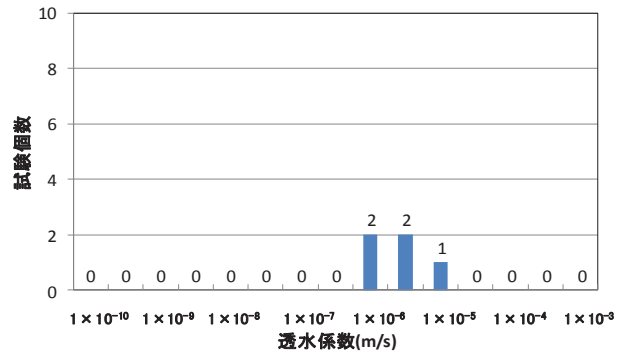
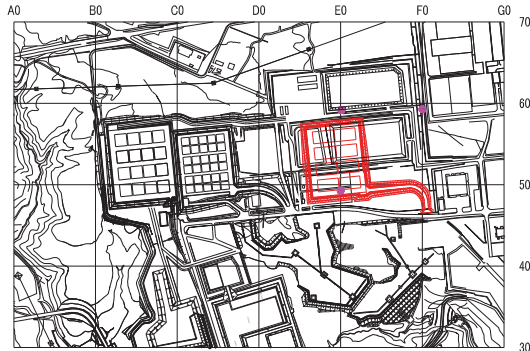
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (2/12) (第四紀層)

【火山灰層】

データ数：5

対数平均値： $5.7 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ)：0.4



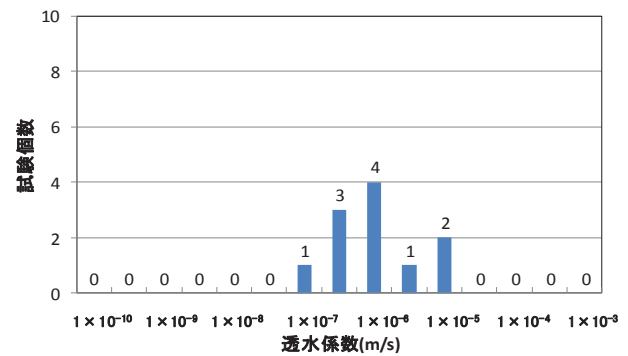
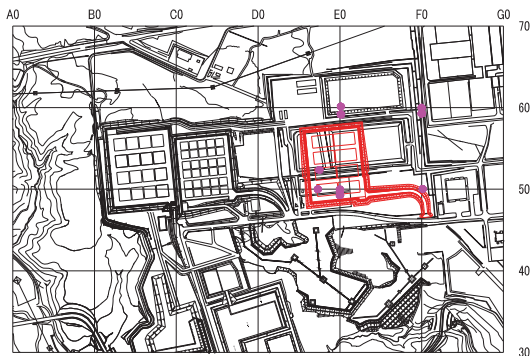
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (3/12) (火山灰層)

【段丘堆積層】

データ数：11

対数平均値： $1.8 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ)：0.6



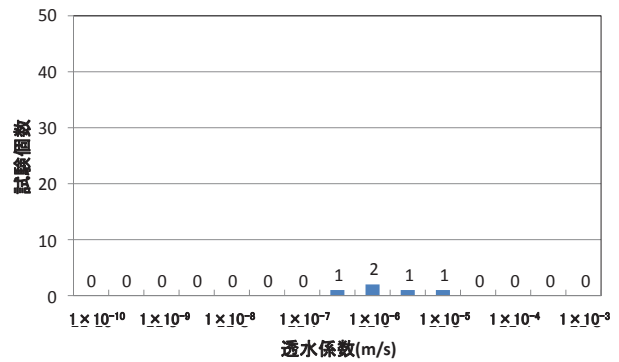
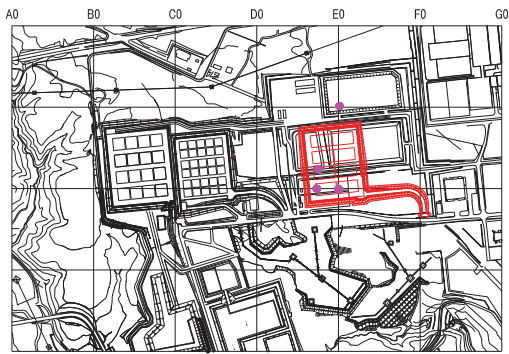
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (4/12) (段丘堆積層)

【鷹架層中部層 N 値 50 未満（風化部）】

データ数：5

対数平均値： $9.6 \times 10^{-7} \text{m/s}$

標準偏差（ 10^σ の σ ）：0.6



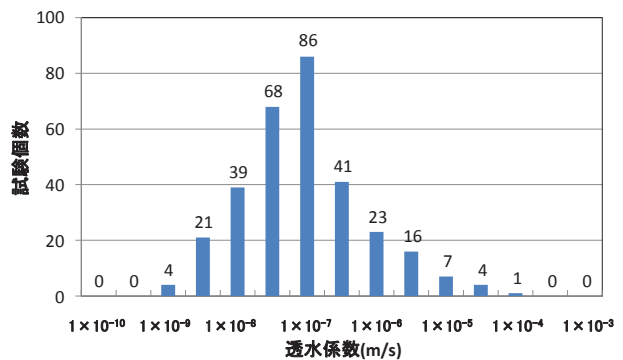
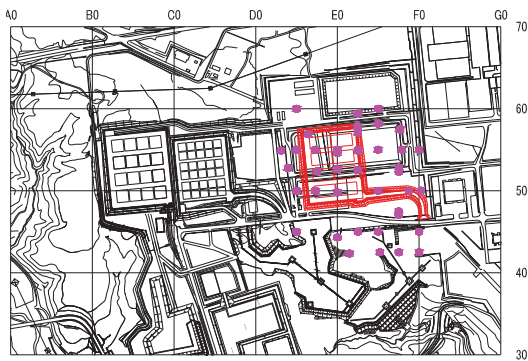
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (5/12)
(鷹架層中部層 N 値 50 未満（風化部）)

【鷹架層中部層 N 値 50 以上】

データ数：310

対数平均値： $5.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$

標準偏差（ 10^σ の σ ）：0.9



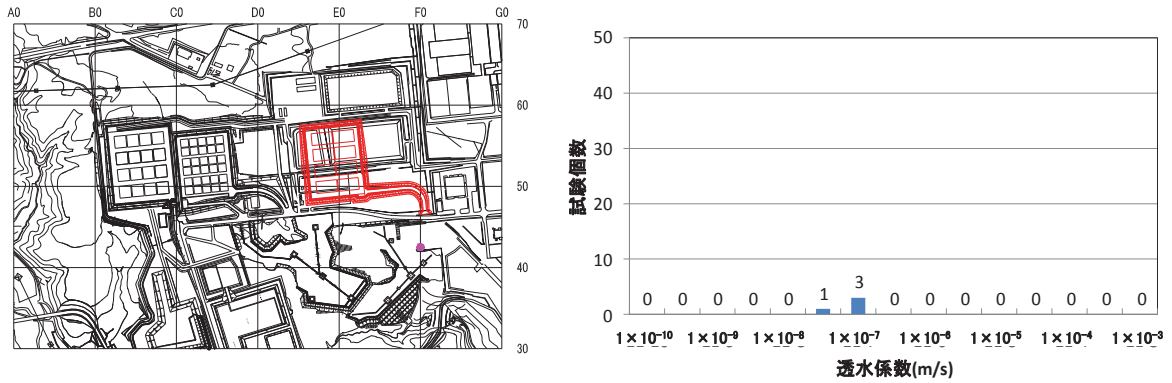
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (6/12) (鷹架層中部層 N 値 50 以上)

【鷹架層中部層軽石混り砂岩層 T₂ps】

データ数：4

対数平均値： $4.5 \times 10^{-8} \text{m/s}$

標準偏差（ 10^σ の σ ）：0.2



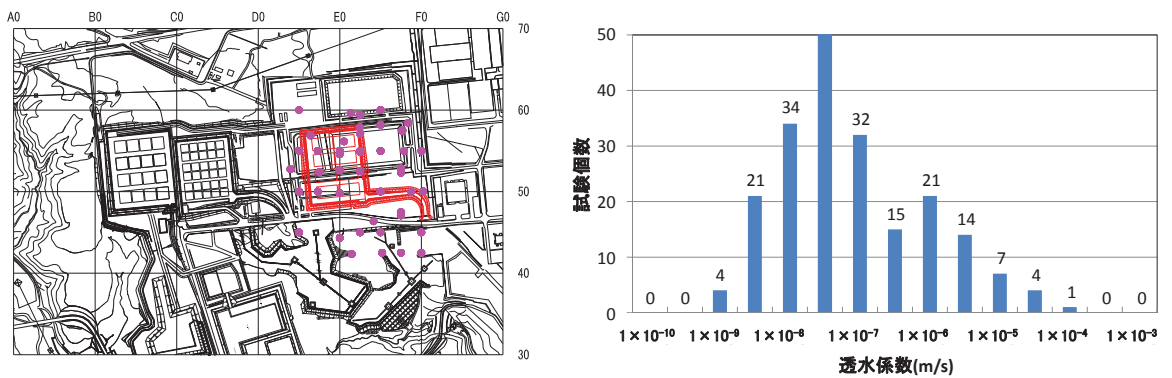
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (7/12)
(鷹架層中部層軽石混り砂岩層 T₂ps)

【鷹架層中部層軽石凝灰岩層 T₂pt】

データ数：207

対数平均値： $4.3 \times 10^{-8} \text{m/s}$

標準偏差（ 10^σ の σ ）：1.0



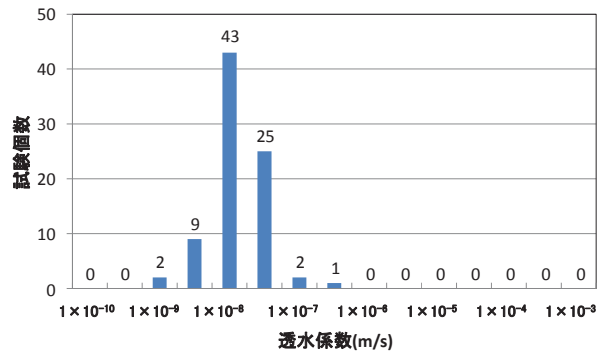
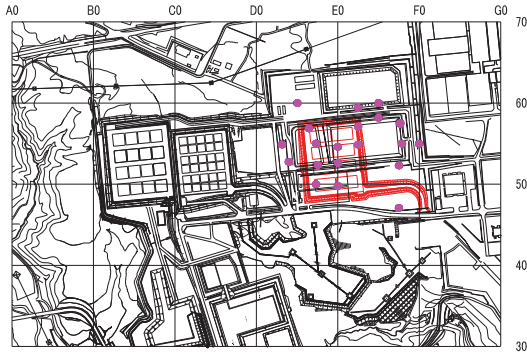
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (8/12)
(鷹架層中部層軽石凝灰岩層 T₂pt)

【鷹架層中部層粗粒砂岩層 T₂cs】

データ数 : 82

対数平均値 : 7.3×10^{-8} m/s

標準偏差 (10^σ の σ) : 0.4



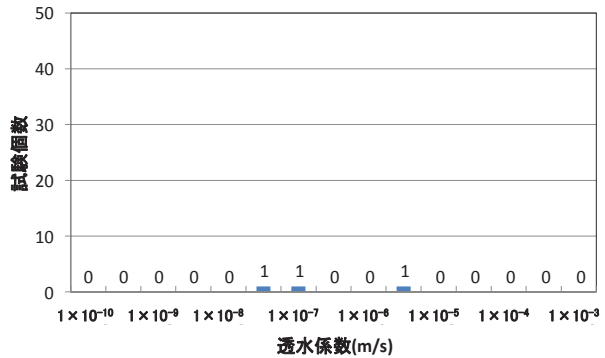
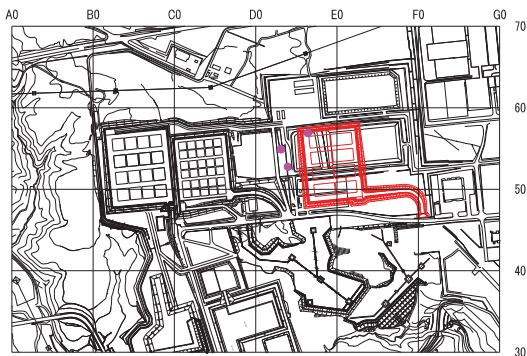
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (9/12)
(鷹架層中部層粗粒砂岩層 T₂cs)

【f-a 断層】

データ数 : 3

対数平均値 : 1.6×10^{-8} m/s

標準偏差 (10^σ の σ) : 1.0



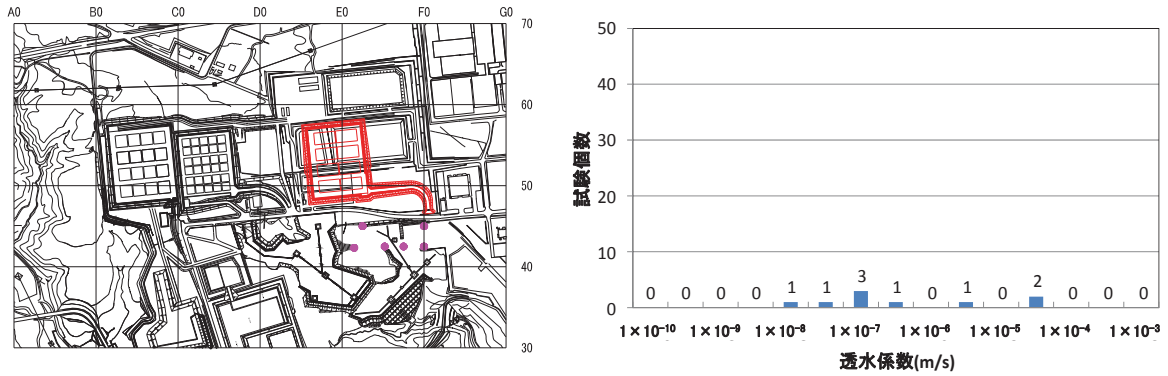
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (10/12) (f-a 断層)

【sf-b(Ⅱ)断層】

データ数 : 9

対数平均値 : $1.7 \times 10^{-8} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ) : 0.3



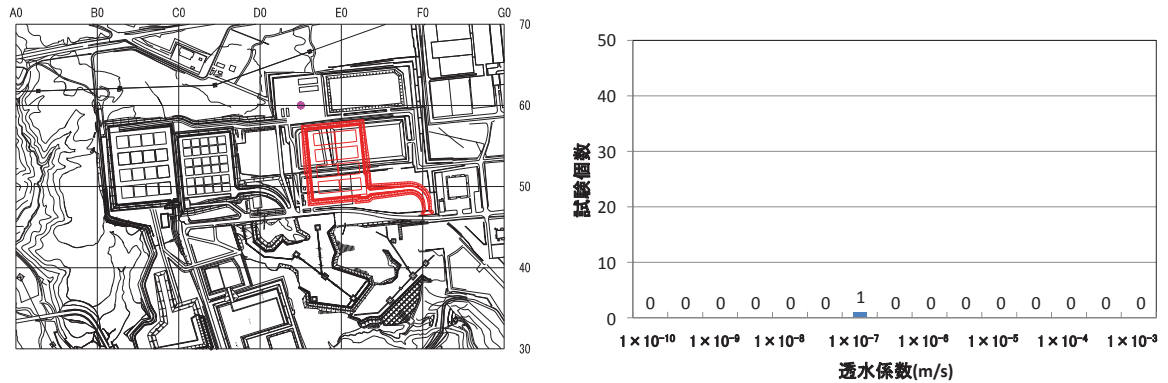
第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (11/12) (sf-b(Ⅱ)断層)

【sf-e 断層】

データ数 : 1

対数平均値 : $1.0 \times 10^{-7} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ) : -



第 13 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (12/12) (sf-e 断層)

(ii) 1号廃棄物埋設地

1号廃棄物埋設地及びその付近における各層の透水係数の頻度分布を第14図に示す。

1号廃棄物埋設地及びその付近には、鷹架層下部層泥岩層、鷹架層中部層粗粒砂岩層、鷹架層中部層軽石凝灰岩層、第四紀層（段丘堆積層、火山灰層、沖積低地堆積層）及び盛土が分布する。廃棄物埋設地には岩盤である粗粒砂岩層と軽石凝灰岩層及び第四紀層（段丘堆積層、火山灰層）が主体的に分布し、沖積低地堆積物及び盛土の分布は局所的である。また、1号廃棄物埋設地及びその付近には、f-a断層、sf-e断層及びsf-f断層が分布する。

以上のことから、1号廃棄物埋設地及びその付近においては、粗粒砂岩層、軽石凝灰岩層、第四紀層（段丘堆積層、火山灰層）及び断層を対象として透水試験を実施した。

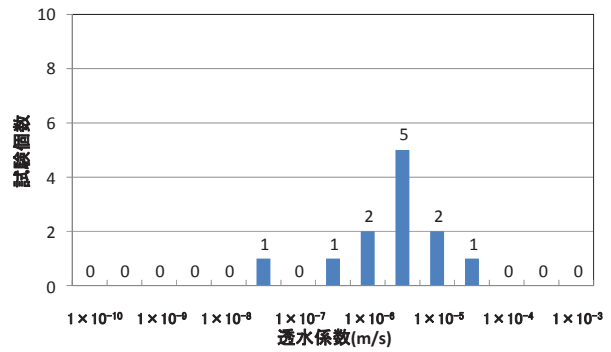
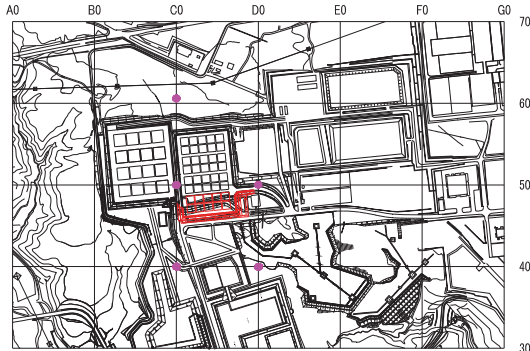
1号廃棄物埋設地周辺の第四紀層及びN値50未満の鷹架層（風化部）の透水係数は、それぞれ 4.0×10^{-6} (m/s)、 1.5×10^{-6} (m/s)である。1号廃棄物埋設地周辺に分布する断層や地層境界を含めた鷹架層中部層（N値50以上）の透水係数は、 1.1×10^{-7} (m/s)である。f-a断層及びsf-e断層の透水係数は、それぞれ 3.0×10^{-8} (m/s)、 9.5×10^{-7} (m/s)である。

【第四紀層】

データ数：12

対数平均値： $4.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10° の σ)：0.8



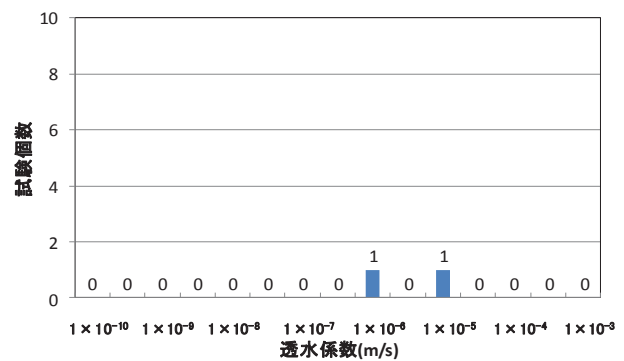
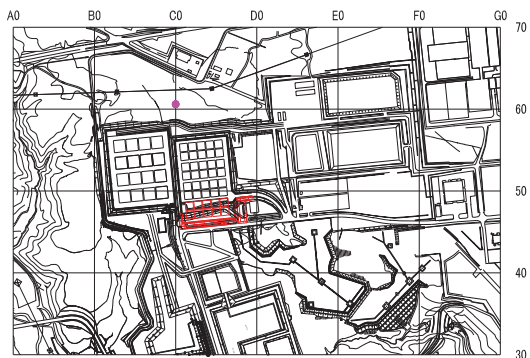
第 14 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (1/9) (第四紀層)

【火山灰層】

データ数：2

対数平均値： $8.4 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10° の σ)：0.3



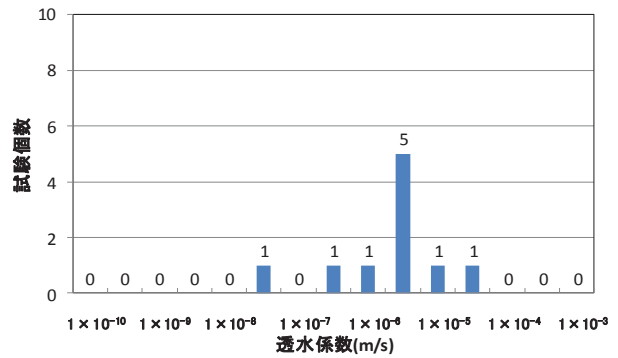
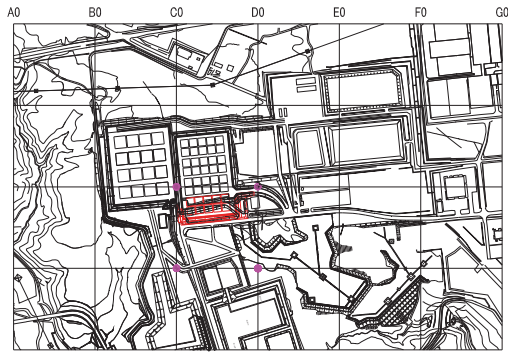
第 26 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (2/9) (火山灰層)

【段丘堆積層】

データ数：10

対数平均値： $3.4 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ)：0.9



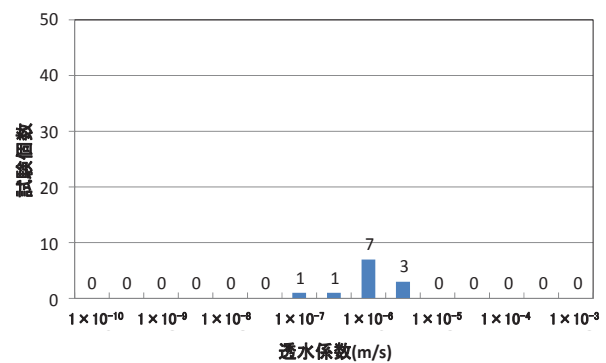
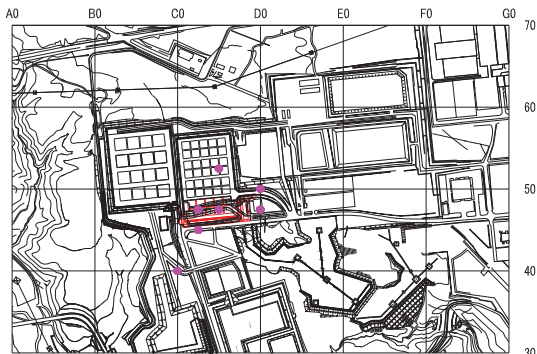
第 14 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (3/9) (段丘堆積層)

【鷹架層中部層 N 値 50 未満 (風化部)】

データ数：12

対数平均値： $1.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ)：0.4



第 14 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (4/9)

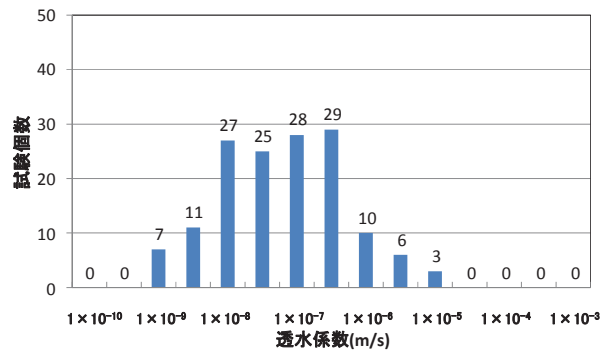
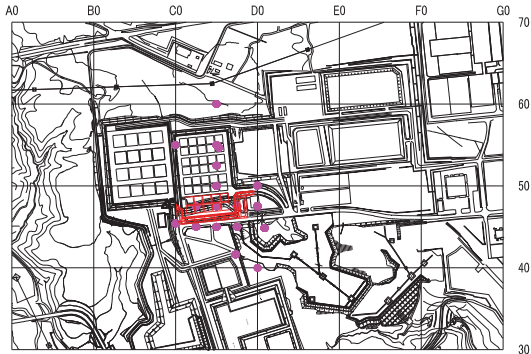
(鷹架層中部層 N 値 50 未満 (風化部))

【鷹架層中部層 N 値 50 以上】

データ数 : 146

対数平均値 : $1.1 \times 10^{-7} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ) : 0.9



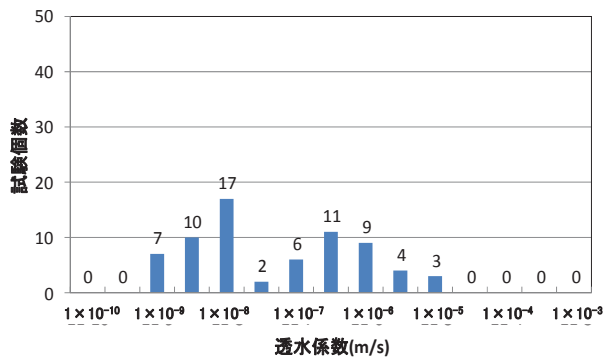
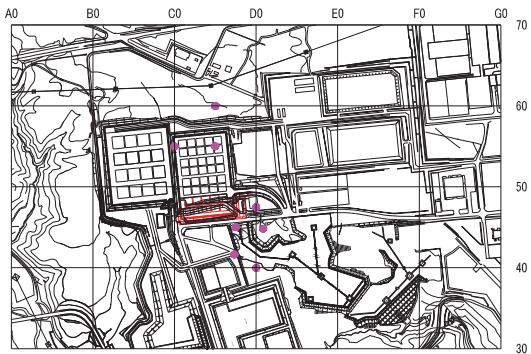
第 14 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (5/9)
(鷹架層中部層 N 値 50 以上)

【鷹架層中部層軽石凝灰岩層 T₂pt】

データ数 : 69

対数平均値 : $9.1 \times 10^{-8} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ) : 1.1



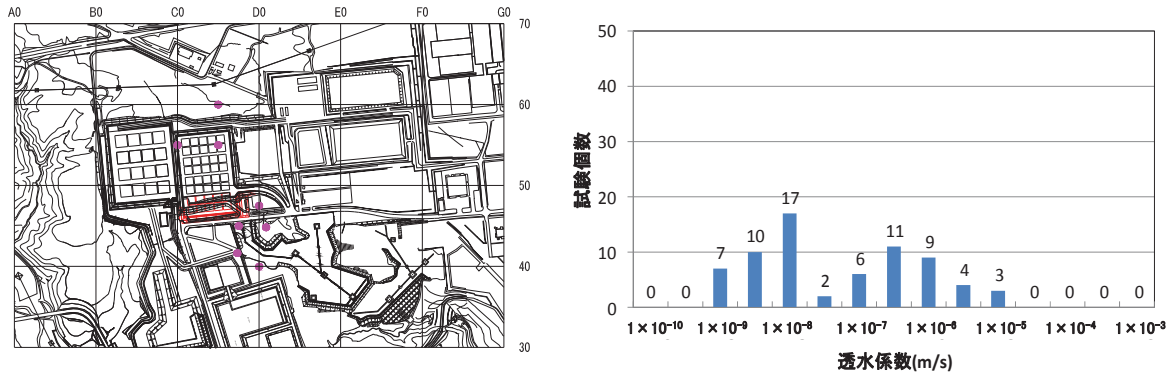
第 14 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (6/9)
(鷹架層中部層軽石凝灰岩層 T₂pt)

【鷹架層中部層粗粒砂岩層 T₂cs】

データ数：74

対数平均値： 1.3×10^{-7} m/s

標準偏差 (10^σ の σ)：0.6



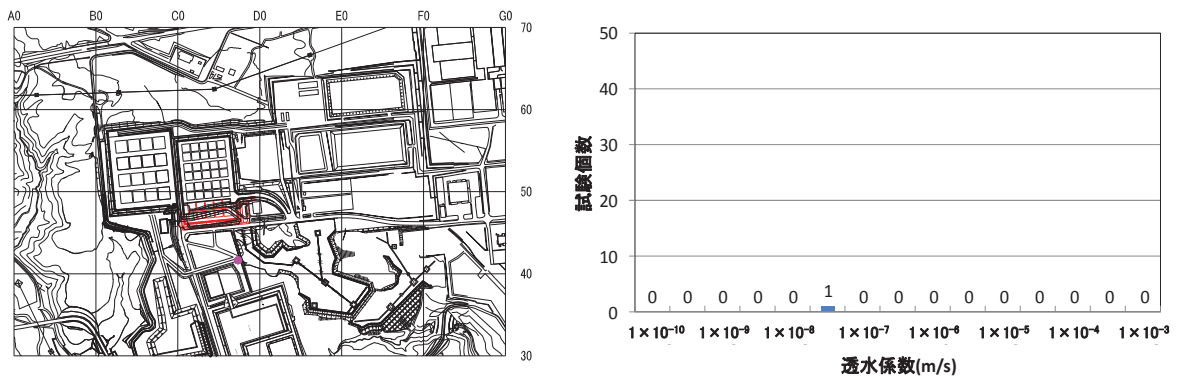
第 14 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (7/9)
(鷹架層中部層粗粒砂岩層 T₂cs)

【f-a 断層】

データ数：1

対数平均値： 3.0×10^{-8} m/s

標準偏差 (10^σ の σ)：-



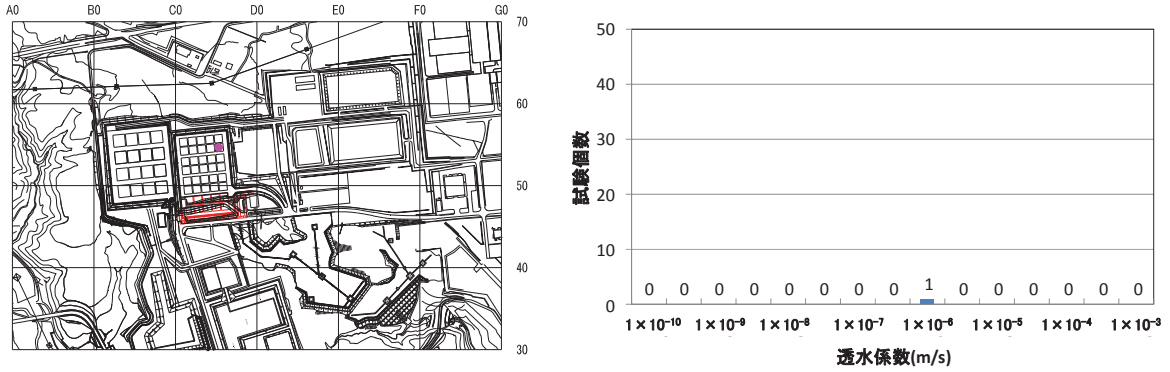
第 14 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (8/9) (f-a 断層)

【sf-e 断層】

データ数 : 1

対数平均値 : $9.5 \times 10^{-7} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ) : -



第 14 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (9/9) (sf-e 断層)

(iii) 2号廃棄物埋設地

2号廃棄物埋設地及びその付近における各層の透水係数の頻度分布を第15図に示す。

2号廃棄物埋設地及びその付近には、鷹架層下部層泥岩層、鷹架層中部層粗粒砂岩層、鷹架層中部層軽石凝灰岩層、第四紀層（段丘堆積層、火山灰層）及び盛土が分布する。岩盤である粗粒砂岩層、軽石凝灰岩層及び第四紀層（段丘堆積層、火山灰層）が主体的に分布し、盛土の分布は局所的である。また、2号廃棄物埋設地及びその付近には、f-c断層、sf-e断層及びsf-f断層が分布する。

以上のことから、2号廃棄物埋設地及びその付近においては、粗粒砂岩層、軽石凝灰岩層、泥岩層、第四紀層（段丘堆積層、火山灰層）及び断層を対象として透水試験を実施した。

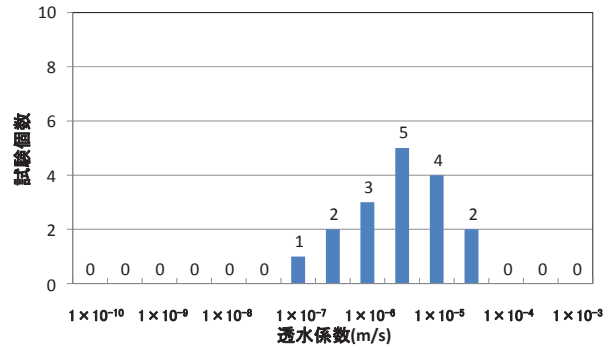
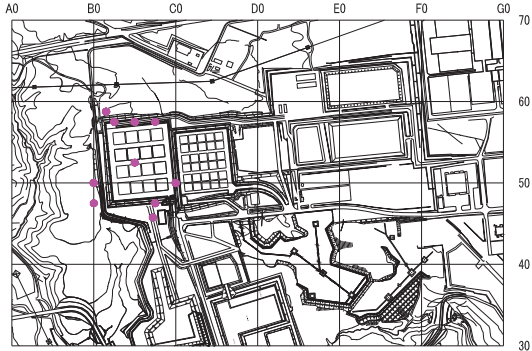
2号廃棄物埋設地周辺の第四紀層及びN値50未満の鷹架層(風化部)の透水係数は、それぞれ 5.0×10^{-6} (m/s)、 2.5×10^{-6} (m/s)である。2号廃棄物埋設地周辺に分布する断層や地層境界を含めた鷹架層下部層(N値50以上)及び中部層(N値50以上)の透水係数は、それぞれ 2.3×10^{-8} (m/s)、 7.8×10^{-8} (m/s)である。断層の透水係数は、それぞれf-c断層: 2.2×10^{-8} (m/s)、sf-e断層: 4.8×10^{-8} (m/s)、sf-f断層: 2.3×10^{-8} (m/s)である。

【第四紀層】

データ数：16

対数平均値： $5.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ)：0.8



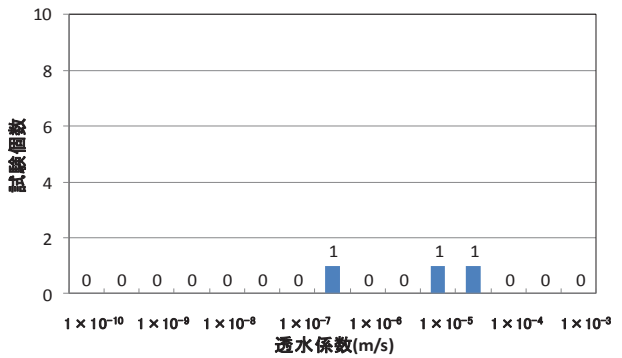
第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (1/11) (第四紀層)

【火山灰層】

データ数：3

対数平均値： $1.2 \times 10^{-5} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ)：0.7



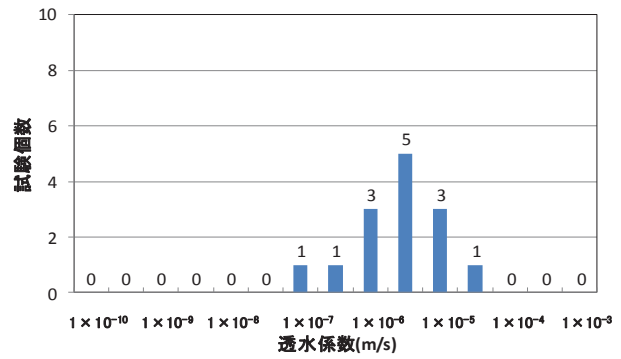
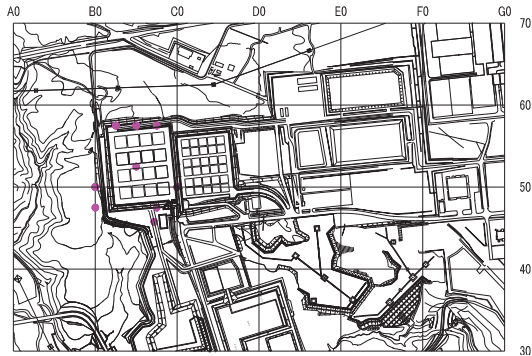
第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (2/11) (火山灰層)

【段丘堆積層】

データ数：13

対数平均値： $4.2 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10° の σ)：0.8



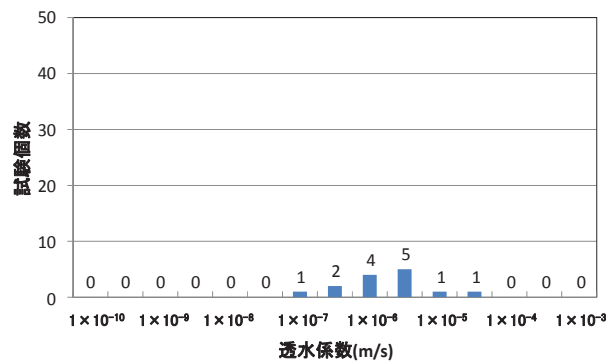
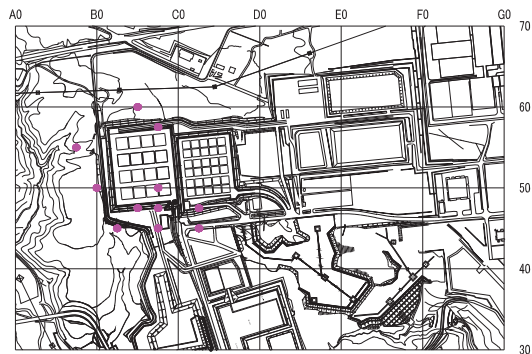
第 15 図 透水試験位置の透水係数頻度グラフ (3/11) (段丘堆積層)

【鷹架層中部層 N 値 50 未満 (風化部)】

データ数：14

対数平均値： $2.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$

標準偏差 (10° の σ)：0.6



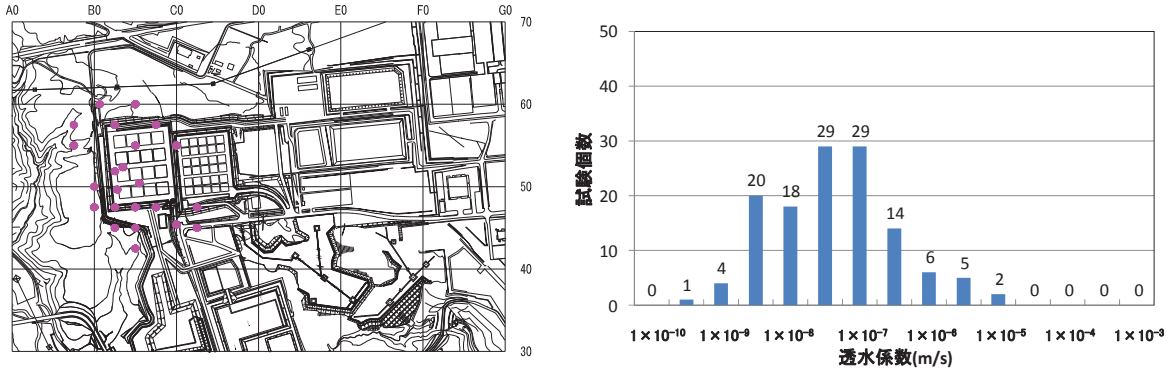
第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (4/11)
(鷹架層中部層 N 値 50 未満 (風化部))

【鷹架層中部層 N 値 50 以上】

データ数 : 128

対数平均値 : $7.8 \times 10^{-8} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ) : 0.9



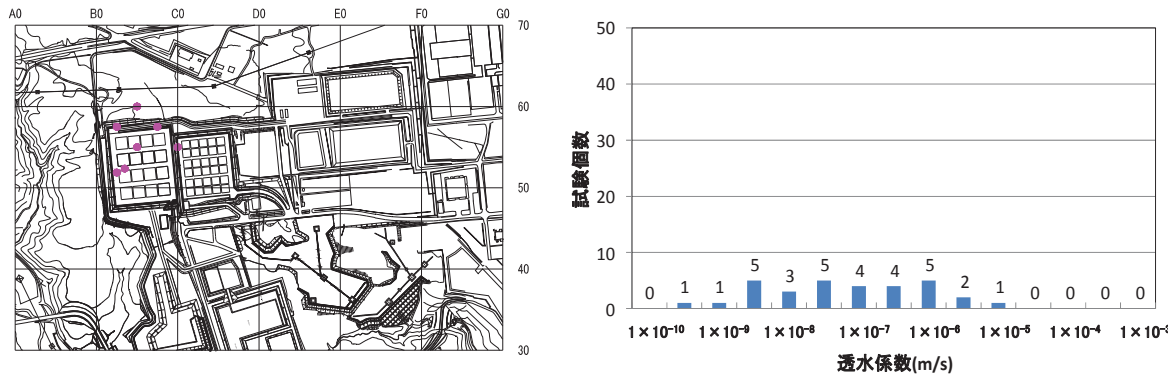
第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (5/11)
(鷹架層中部層 N 値 50 以上)

【鷹架層中部層軽石凝灰岩層 T₂pt】

データ数 : 31

対数平均値 : $1.3 \times 10^{-7} \text{m/s}$

標準偏差 (10^σ の σ) : 1.1



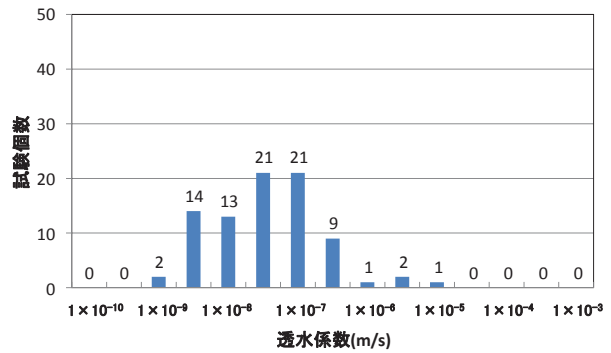
第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (6/11)
(鷹架層中部層軽石凝灰岩層 T₂pt)

【鷹架層中部層粗粒砂岩層 T₂cs】

データ数：84

対数平均値：7.3×10⁻⁸m/s

標準偏差（10σのσ）：0.8



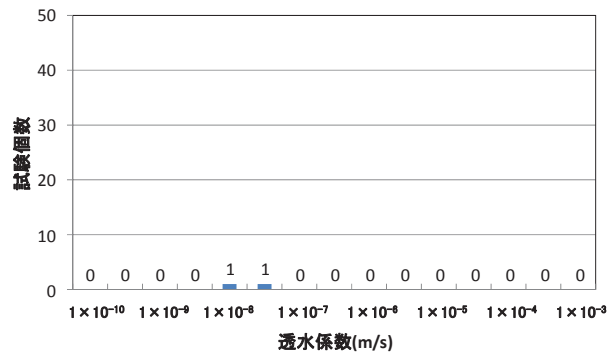
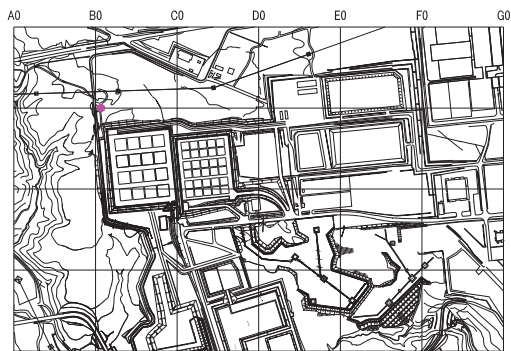
第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (7/11)
(鷹架層中部層粗粒砂岩層 T₂cs)

【f-c 断層】

データ数：2

対数平均値：2.2×10⁻⁸m/s

標準偏差（10σのσ）：1.0



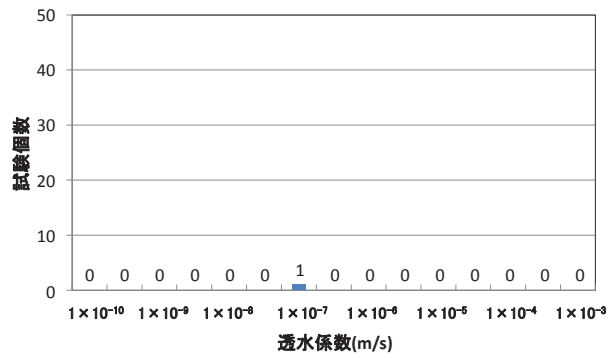
第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (8/11) (f-c 断層)

【sf-e 断層】

データ数 : 1

対数平均値 : $4.8 \times 10^{-8} \text{m/s}$

標準偏差 (10° の σ) : -



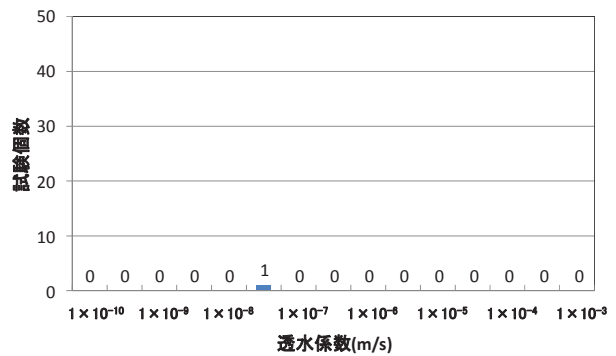
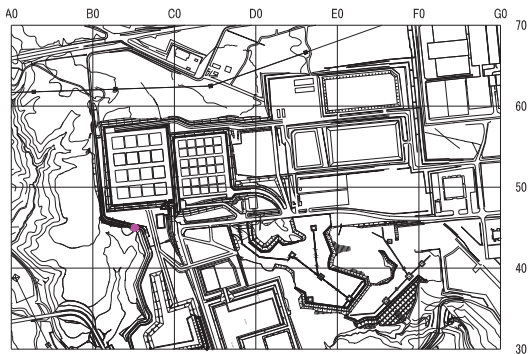
第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (9/11) (sf-e 断層)

【sf-f 断層】

データ数 : 1

対数平均値 : $2.3 \times 10^{-8} \text{m/s}$

標準偏差 (10° の σ) : -



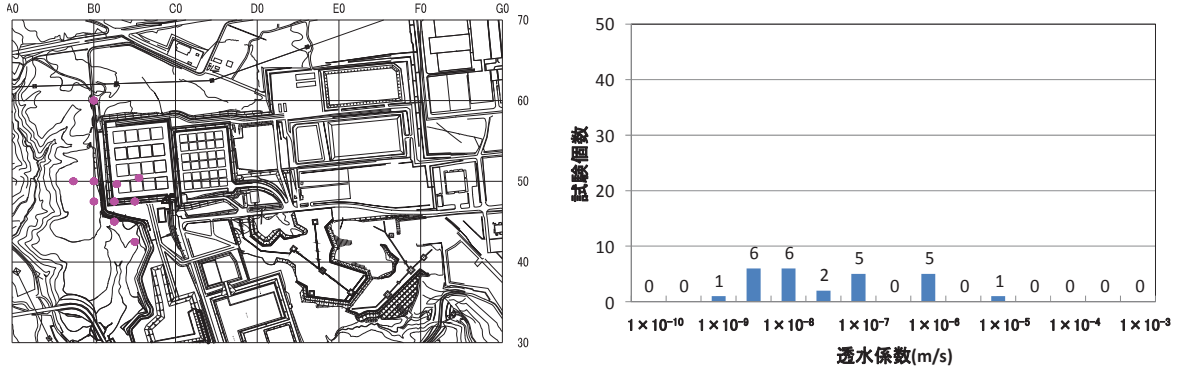
第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (10/11) (sf-f 断層)

【鷹架層下部層泥岩層 N 値 50 以上】

データ数 : 26

対数平均値 : $2.1 \times 10^{-8} \text{m/s}$

標準偏差 (10σ の σ) : 1.0



第 15 図 透水試験位置及び透水係数頻度グラフ (11/11)
(鷹架層下部層泥岩層 N 値 50 以上)

事業所敷地の水質試験結果

目 次

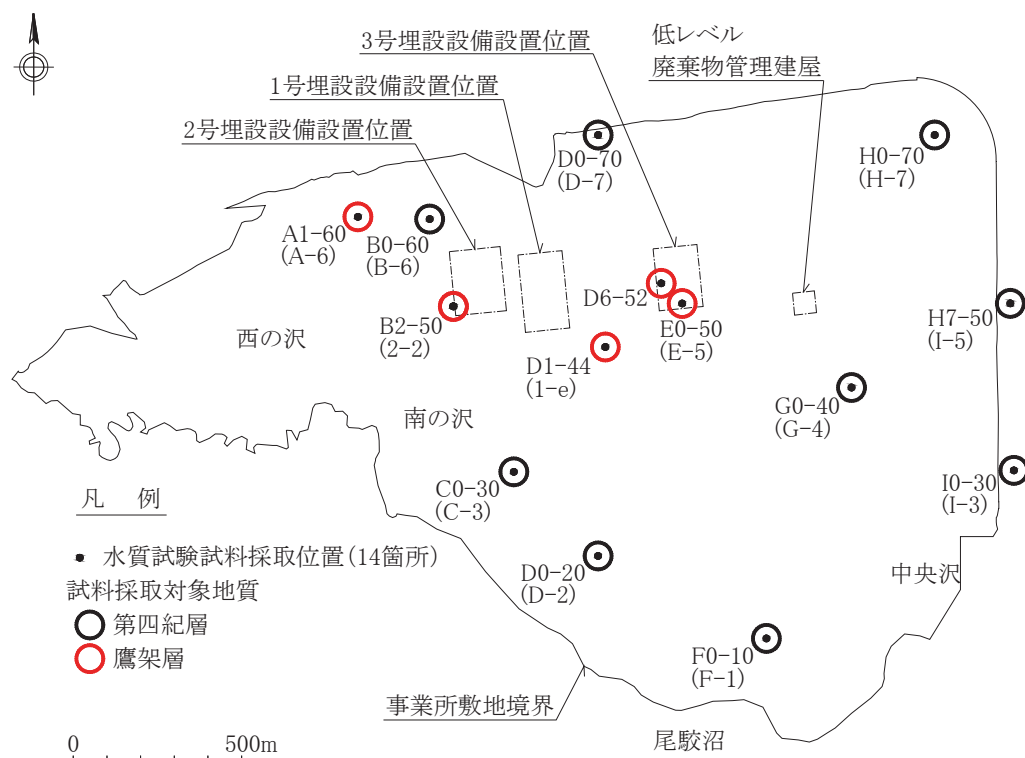
1. 目的.....	1
2. 水質試驗位置.....	1
3. 水質試驗方法.....	2
4. 水質試驗結果.....	3

1. 目的

廃棄物埋設地付近の鷹架層及び第四紀層の地下水の水質を把握するため、事業所敷地の鷹架層及び第四紀層の地下水を対象に水質試験を実施した。

2. 水質試験位置

水質試験試料採取位置を第1図に示す。



第1図 水質試験試料採取位置図

3. 水質試験方法

鷹架層及び第四紀層の地下水を対象に 1986 年 1 月から 1987 年 10 月、1995 年 10 月及び 2011 年 10 月から 11 月に水質試験を実施した。

水質試験試料の採取は、地盤工学会基準 JGS 1931-2012「観測井からの環境化学分析のための地下水試料の採取」*1 に準じて行った。

水質試験項目と測定方法を第 1 表に示す。

*1 表記した地盤工学会基準の制定(改訂)前の試料採取についても、学会基準の採取方法に準拠していることから、学会基準名及び番号の最新版を用いて表記した。

第 1 表 水質試験項目と測定方法

項目	測定方法
ナトリウムイオン(Na ⁺)	JIS K 0102-2008 48.3 イオンクロマトグラフ法
カリウムイオン(K ⁺)	JIS K 0102-2008 49.3 イオンクロマトグラフ法
カルシウムイオン(Ca ²⁺)	JIS K 0102-2008 50.3 イオンクロマトグラフ法
マグネシウムイオン(Mg ²⁺)	JIS K 0102-2008 51.4 イオンクロマトグラフ法
塩化物イオン(Cl ⁻)	JIS K 0102-2008 32.5 イオンクロマトグラフ法
硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)	JIS K 0102-2008 42.4 イオンクロマトグラフ法
炭酸水素イオン(HCO ₃ ⁻)*1	JIS K 0101-1998 25.2 滴定法
鉄(Ⅱ)(Fe ²⁺)	JIS K 0101-1998 60.1 フェナントロリン吸光光度法
鉄(Ⅲ)(Fe ³⁺)*2	JIS K 0101-1998 60.1 フェナントロリン吸光光度法

*1 室内試験から求まる炭酸水素イオンの値は参考値とし、現地測定によるアルカリ度から求めた値を採用する。

*2 全鉄の分析を行い計算にて 3 価鉄を算出する。

4. 水質試験結果

水質試験結果を第2表に、ヘキサダイアグラムを第2図に示す。

第四紀層の地下水の水質はおおむねNa-Cl型であり海水由来の水が混入し、地下水が動いていると考えられる。また、鷹架層の地下水の水質はNa-HCO₃型であり、第四紀層と比較して地下水が地中に長く停滞していると考えられる。

第2表 水質試験結果(1/3) 事業所敷地全体

項目	単位	測定結果			
		範囲	平均	標準偏差	個数
マグネシウムイオン (Mg ²⁺)	mg/L	0.1~3.8	2.2	0.9	73
カルシウムイオン (Ca ²⁺)	mg/L	0.1未満~7.2	3.2	1.6	73
ナトリウムイオン (Na ⁺)	mg/L	7.2~31.5	11.7	5.1	73
カリウムイオン (K ⁺)	mg/L	0.5~5.6	1.1	0.87	73
硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/L	1.0~21.7	5.0	4.6	73
炭酸水素イオン (HCO ₃ ⁻)	mg/L	5.6~51.9	19.2	9.7	73
塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/L	12.9~20.3	16.3	1.7	73
溶存鉄 (Fe)	mg/L	0.05未満~21.0	2.1	3.9	72
pH	—	5.3~8.3	6.3	0.61	73
電気伝導度	mS/m	7.2~18.9	10.1	2.6	73

第2表 水質試験結果(2/3) 第四紀層

項目	単位	測定結果			
		範囲	平均	標準偏差	個数
マグネシウムイオン (Mg ²⁺)	mg/L	0.9~3.8	2.1	0.83	64
カルシウムイオン (Ca ²⁺)	mg/L	1.2~7.2	3.2	1.6	64
ナトリウムイオン (Na ⁺)	mg/L	7.2~12.8	10.0	1.4	64
カリウムイオン (K ⁺)	mg/L	0.50~2.1	0.84	0.28	64
硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/L	1.0~5.9	3.4	1.1	64
炭酸水素イオン (HCO ₃ ⁻)	mg/L	5.6~30.6	16.4	6.3	64
塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/L	12.9~20.3	16.2	1.7	64
溶存鉄 (Fe)	mg/L	0.05 未満~21.0	2.3	4.0	64
pH	—	5.3~7.2	6.2	0.41	64
電気伝導度	mS/m	7.2~14.0	9.3	1.4	64

第2表 水質試験結果(3/3) 鷹架層

項目	単位	測定結果			
		範囲	平均	標準偏差	個数
マグネシウムイオン (Mg ²⁺)	mg/L	0.1~3.8	2.6	1.3	9
カルシウムイオン (Ca ²⁺)	mg/L	0.1 未満~7.0	3.5	1.8	9
ナトリウムイオン (Na ⁺)	mg/L	18.0~31.5	23.7	5.7	9
カリウムイオン (K ⁺)	mg/L	1.7~5.6	2.9	1.5	9
硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/L	10.0~21.7	16.3	4.4	9
炭酸水素イオン (HCO ₃ ⁻)	mg/L	26.7~51.9	38.6	7.5	9
塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/L	14.0~19.0	17.2	1.4	9
溶存鉄 (Fe)	mg/L	0.06~1.1	0.23	0.36	8
pH	—	6.5~8.3	7.5	0.58	9
電気伝導度	mS/m	14.0~18.9	15.9	1.5	9

放射性物質を含む地下水が分水界の北側へ
移行した場合の線量評価について

目 次

1. 地下水が北側へ移行した場合に想定される被ばく経路..... 1
2. 評価パラメータの比較..... 1
3. 線量評価結果への影響..... 2

1. 地下水が北側へ移行した場合に想定される被ばく経路

廃棄物埋設地を通過する地下水は、事業所敷地中央部の沢を経て尾駁沼に流出し太平洋に至るとしているが、仮に廃棄物埋設地を通過する地下水が北部の老部川に流入する場合には、老部川付近に人が住んでいることを踏まえて適切に評価を行う必要がある。河川水を生活用水等に利用することによる被ばくとしては、河川水の飲用による被ばく、河川中の水産物の摂取による被ばく、河川水を利用して生産される農畜産物の摂取及び灌漑作業による被ばくが想定される。

したがって、本評価では河川の利用に伴う被ばく経路として考慮する人間活動は以下として以下を設定する。

- ① 河川水の飲用
- ② 漁業従事者による河川水中の水産物の摂取
- ③ 農業従事者による河川水を利用して生産される灌漑農産物の摂取
- ④ 畜産従事者による河川水を利用して生産される畜産物の摂取
- ⑤ 農業従事者による河川水を利用する灌漑作業

これらは廃棄物埋設地を通過する地下水が南側の尾駁沼に移行し、尾駁沼が河川化した後の被ばく経路と同様である。

2. 評価パラメータの比較

老部川の利用に伴う被ばく経路と廃棄物埋設地の南の尾駁沼又は尾駁沼が河川化した後の河川利用による被ばく経路におけるパラメータの比較を第1表に示す。その他のパラメータについては共通とした。

なお、今回は放射性物質を含む地下水が分水界の北側へ移行した場合の線量評価を行うために、廃棄物埋設地を通過した地下水が全て北側に流れると仮定して評価を行った。

第1表 評価パラメータの比較

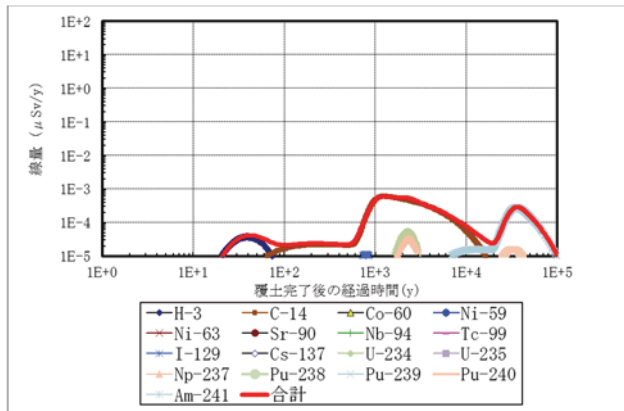
	河川化後の尾駁沼	老部川	備考
交換水量 (m^3/y)	$\sim 1.3 \times 10^7$	1.4×10^7	老部川の交換水量に関しては、尾駁沼及び老部川の平水流量 $\times 365$ 日より設定。
河川までの 移行距離 (m)	1号: 20 2号: 20 3号: 30	1号: 190 2号: 200 3号: 350	埋設設備から最短の直線距離。 老部川への移行距離は事業所敷地境界までの距離を参考に設定。

3. 線量評価結果への影響

線量評価結果への影響を比較するため、3号廃棄物埋設施設の確からしい自然事象シナリオにおける寒冷化ケースの河川の利用に伴う被ばく経路として考慮する人間活動における線量評価結果を第1図から第5図に示す。

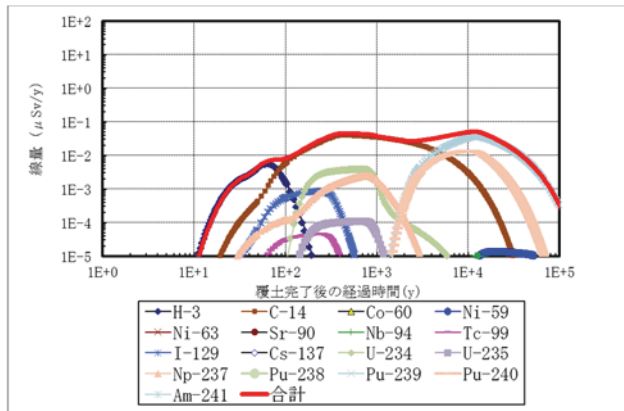
① 河川水の飲用

北側(老部川)へ流出した場合



- 線量最大値 $6.0 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/y}$ (1,250年)
- 支配核種 C-14

南側(尾駁沼)へ流出した場合

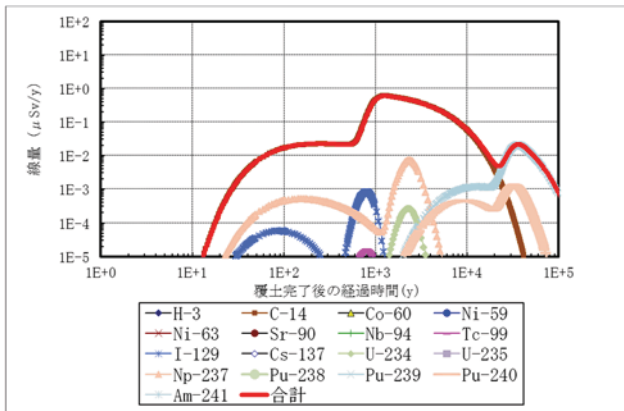


- 線量最大値 $5.1 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/y}$ (11,800年)
- 支配核種 Pu-239

第1図 河川水の飲用の線量評価

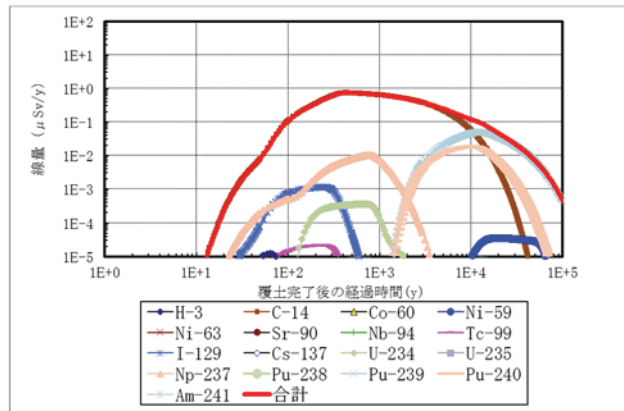
② 漁業従事者による河川水中の水産物の摂取

北側(老部川)へ流出した場合



- 線量最大値 $6.0 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/y}$ (1,250年)
- 支配核種 C-14

南側(尾駁沼)へ流出した場合



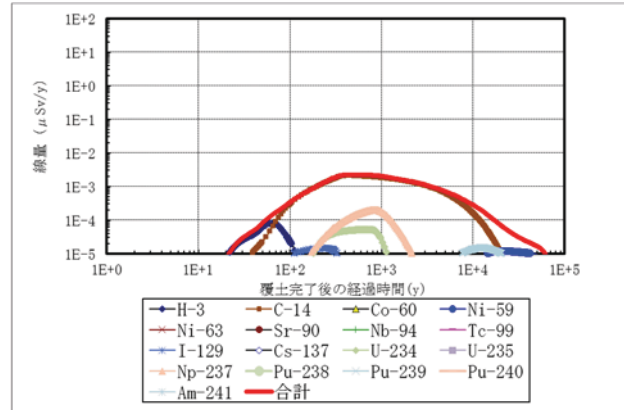
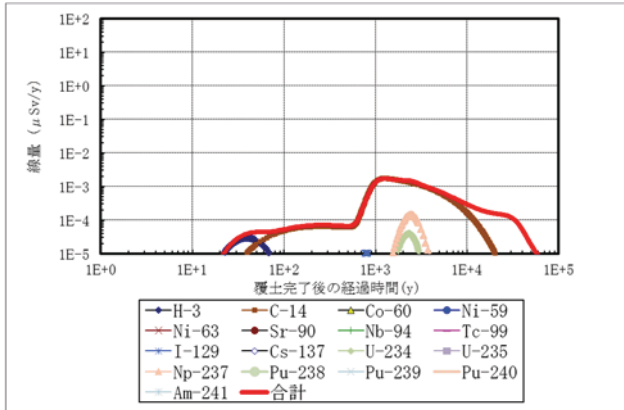
- 線量最大値 $7.4 \times 10^{-1} \mu\text{Sv/y}$ (430年)
- 支配核種 C-14

第2図 河川水中の水産物の摂取の線量評価

③ 農業従事者による河川水を利用して生産される灌漑農産物の摂取

北側(老部川)へ流出した場合

南側(尾駸沼)へ流出した場合



- ・ 線量最大値 $1.7 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/y}$ (1,250年)
- ・ 支配核種 C-14

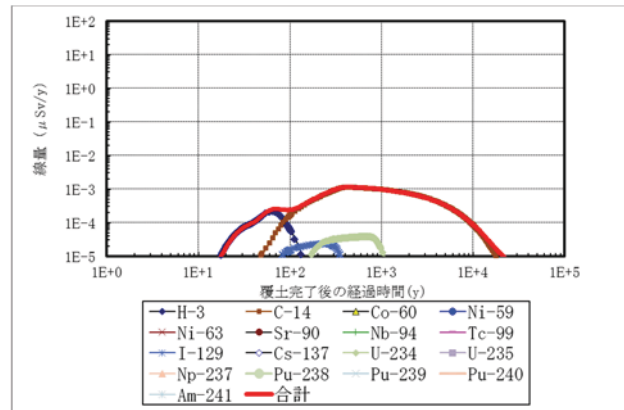
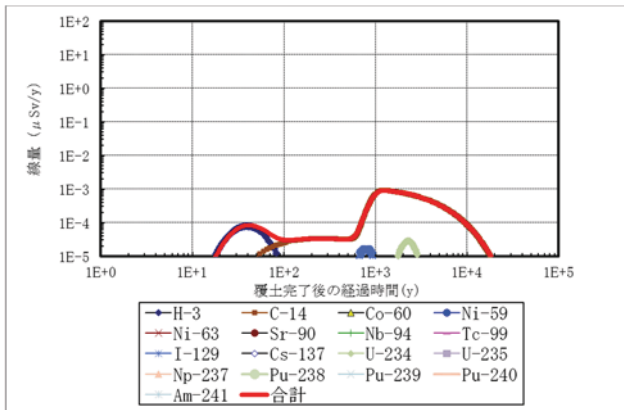
- ・ 線量最大値 $2.3 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/y}$ (450年)
- ・ 支配核種 C-14

第3図 河川水を利用して生産される灌漑農産物の摂取の線量評価

④ 畜産業従事者による河川水を利用して生産される畜産物の摂取

北側(老部川)へ流出した場合

南側(尾駸沼)へ流出した場合



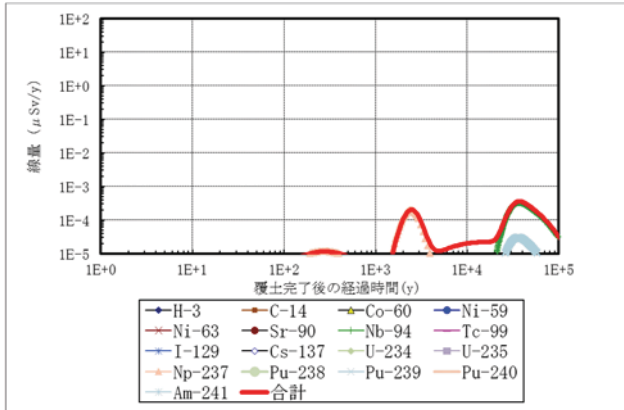
- ・ 線量最大値 $9.0 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/y}$ (1,250年)
- ・ 支配核種 C-14

- ・ 線量最大値 $1.2 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/y}$ (430年)
- ・ 支配核種 C-14

第4図 河川水を利用して生産される畜産物の摂取の線量評価

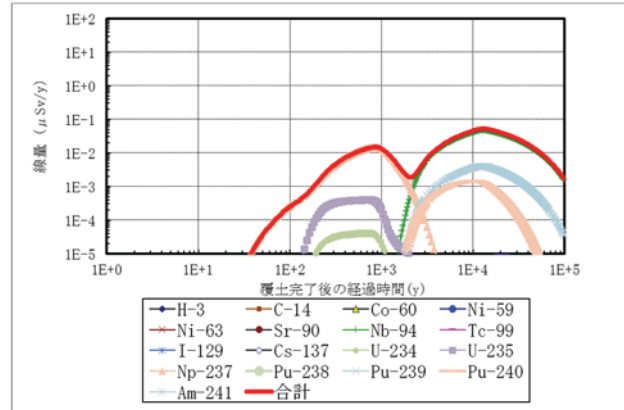
⑤ 農業従事者による河川水を利用する灌漑作業

北側(老部川)へ流出した場合



- 線量最大値 $3.6 \times 10^{-4} \mu\text{Sv/y}$ (37,200年)
- 支配核種 Nb-94

南側(尾駸沼)へ流出した場合



- 線量最大値 $5.3 \times 10^{-2} \mu\text{Sv/y}$ (12,800年)
- 支配核種 Nb-94

第5図 河川水を利用する灌漑作業の線量評価

これらの結果から、北側(老部川)へ流出した場合と南側(尾駸沼)へ流出した場合を比較すると、放射性核種の移行距離の差による生活圏へ漏出したときの減衰差及び事業所敷地中央部の沢を含む評価対象地点の交換水量による希釈差により、南側(尾駸沼)へ流出した場合の方が線量が高くなる。

また、本評価においては廃棄物埋設地を通過した地下水が全て北側に流れるとして設定しているが、北側に流れる地下水量を適切に設定することにより、更に線量値は小さくなる。