

廃棄物埋設地付近の透水試験結果

目 次

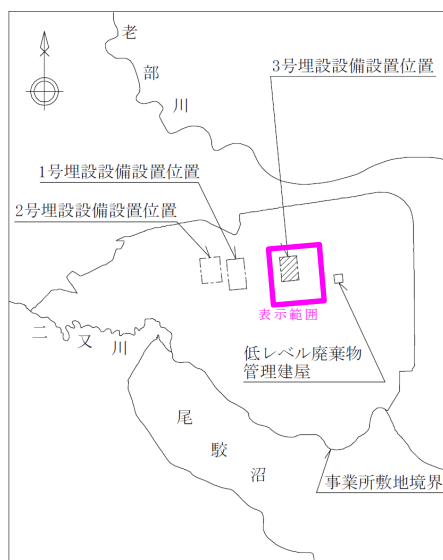
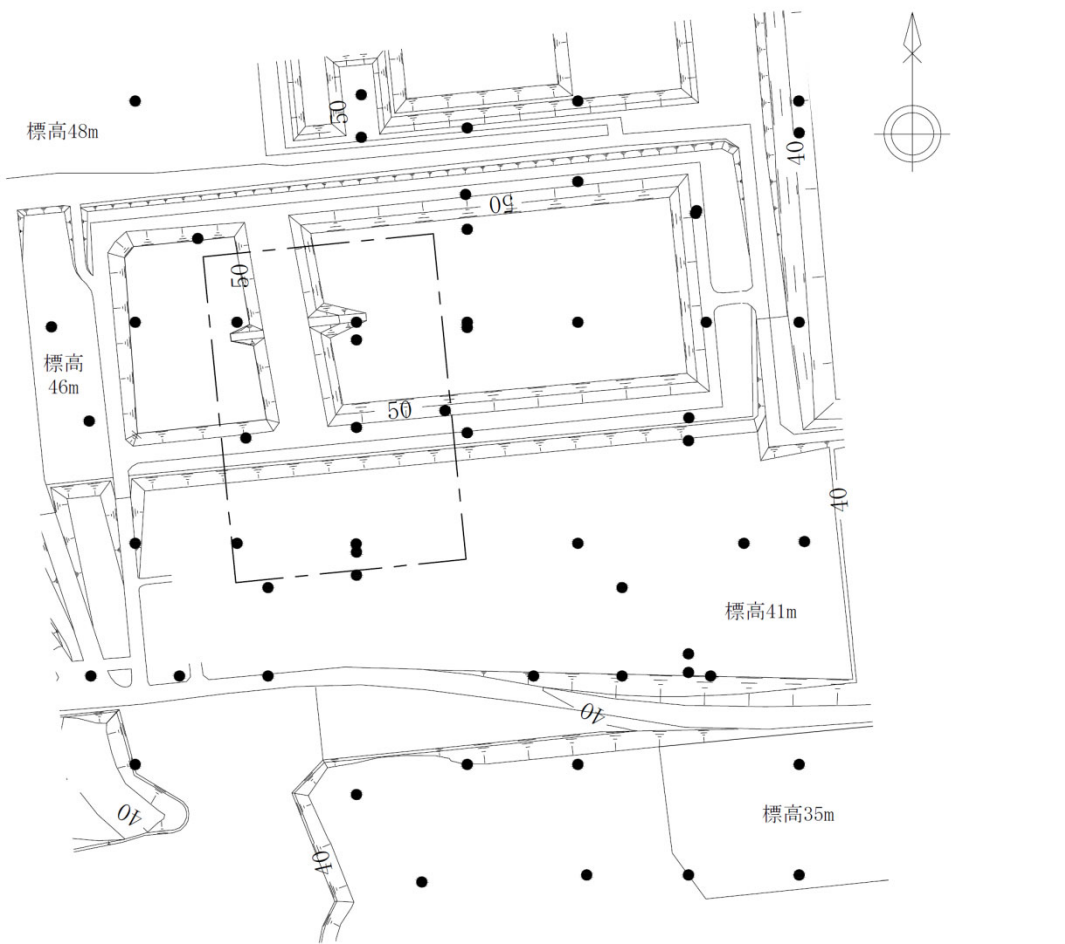
1. 目的.....	1
2. 透水試験位置.....	1
3. 透水試験方法.....	11
(1) 原位置試験と室内試験の整理.....	11
(2) 各試験方法の適用範囲及び適用性.....	11
4. 透水試験結果.....	14
(1) 使用データの整理.....	14
(2) 対数平均値の妥当性.....	15
(3) 試験結果.....	16

1. 目的

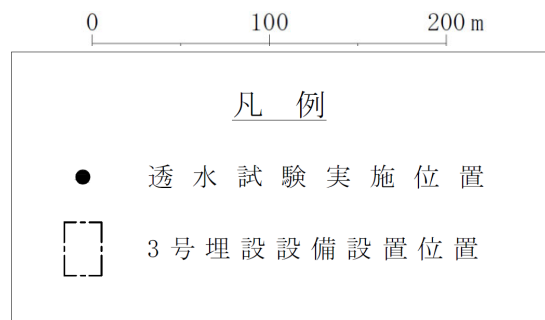
地盤の透水性を把握するため、鷹架層中部層、鷹架層下部層、第四紀層及び盛土を対象に原位置透水試験及び室内透水試験を実施した。

2. 透水試験位置

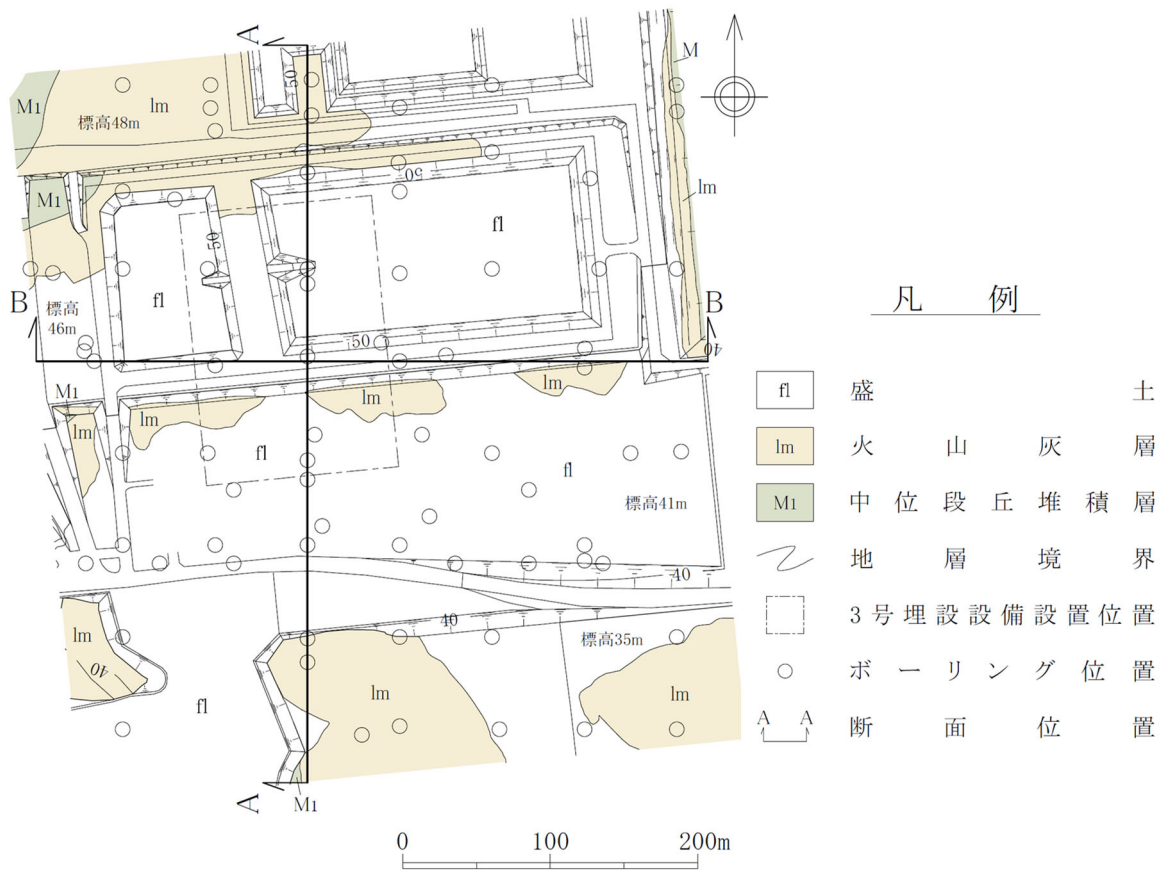
3号廃棄物埋設地付近の透水試験の実施位置及び地質平面図を第1図～第4図に、1号廃棄物埋設地付近の透水試験の実施位置及び地質平面図を第5図～第8図に、2号廃棄物埋設地付近の透水試験の実施位置及び地質平面図を第9図～第12図に示す。



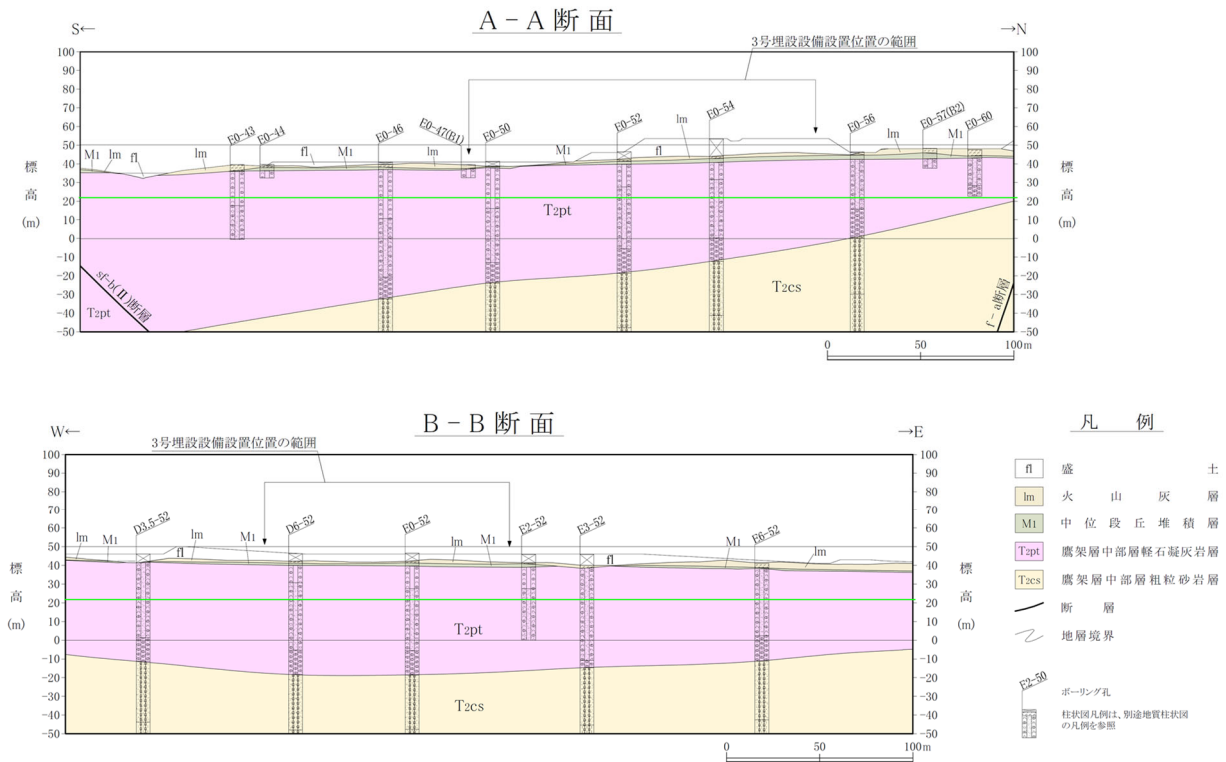
表示範囲の位置図



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

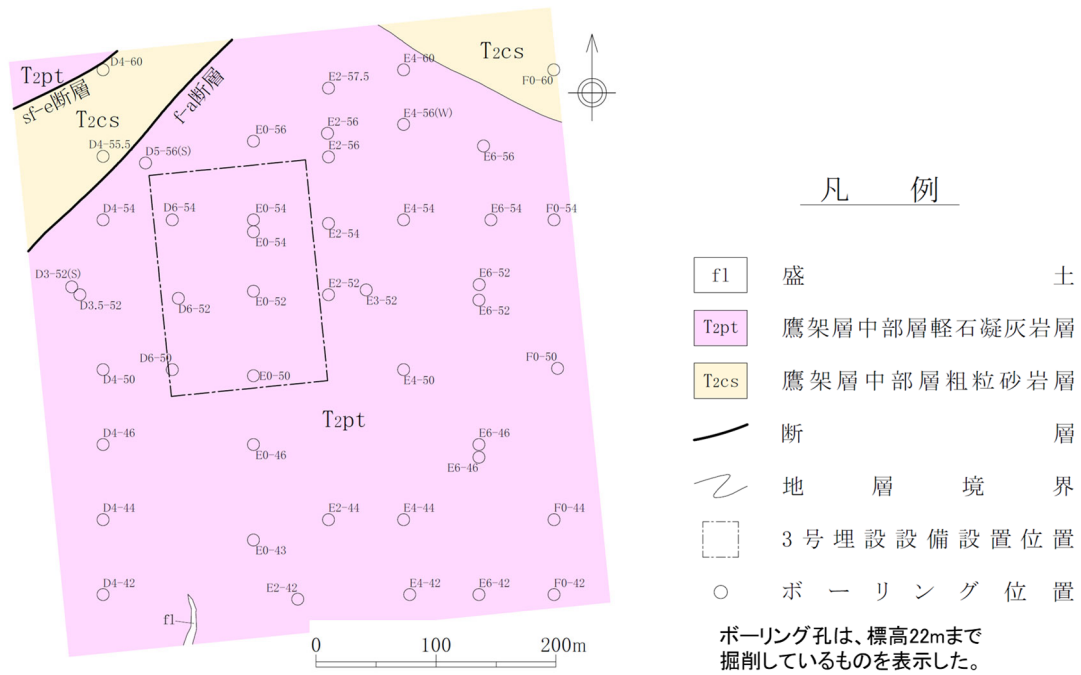


第2図 3号廃棄物埋設地付近の地質平面図

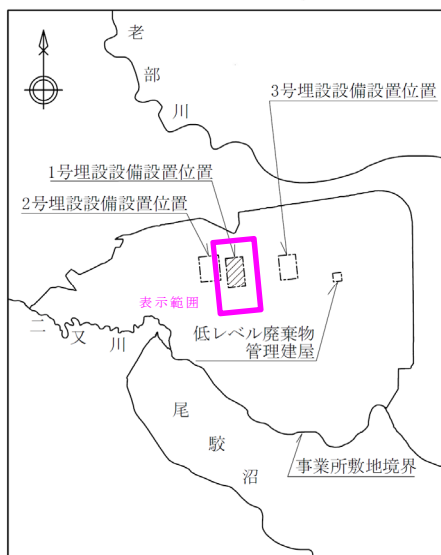
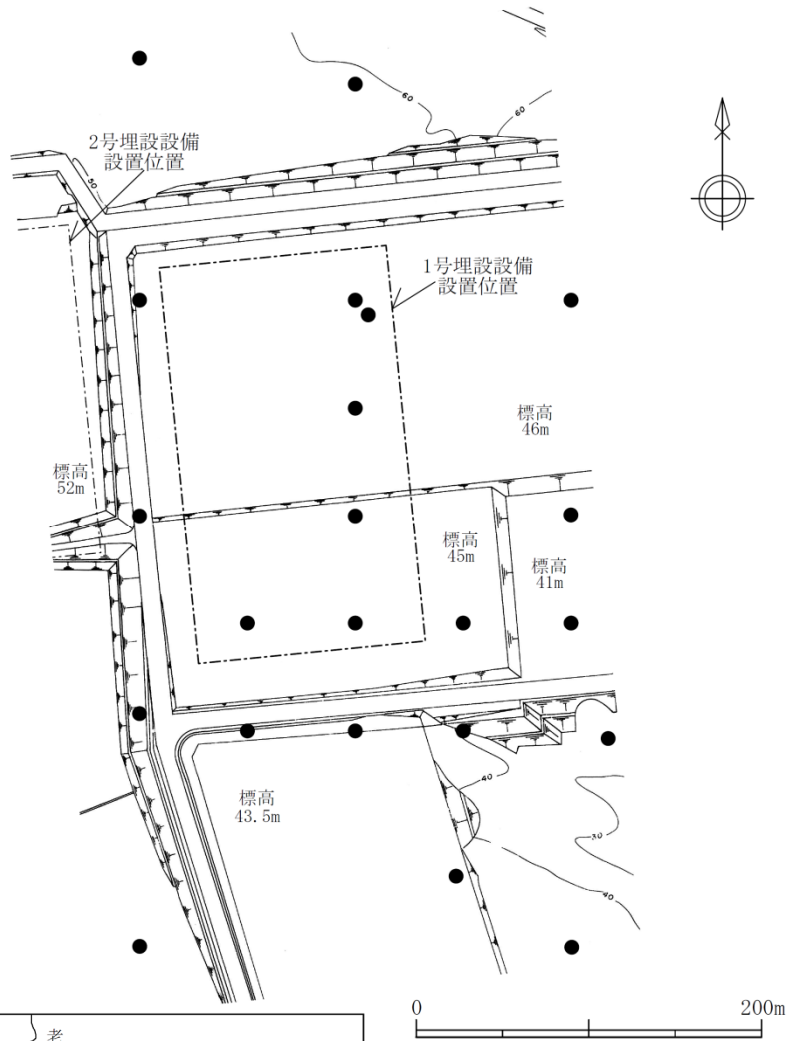


第3図 3号廃棄物埋設地付近の地質断面図*1

*1：断面作成位置は第2図に示す



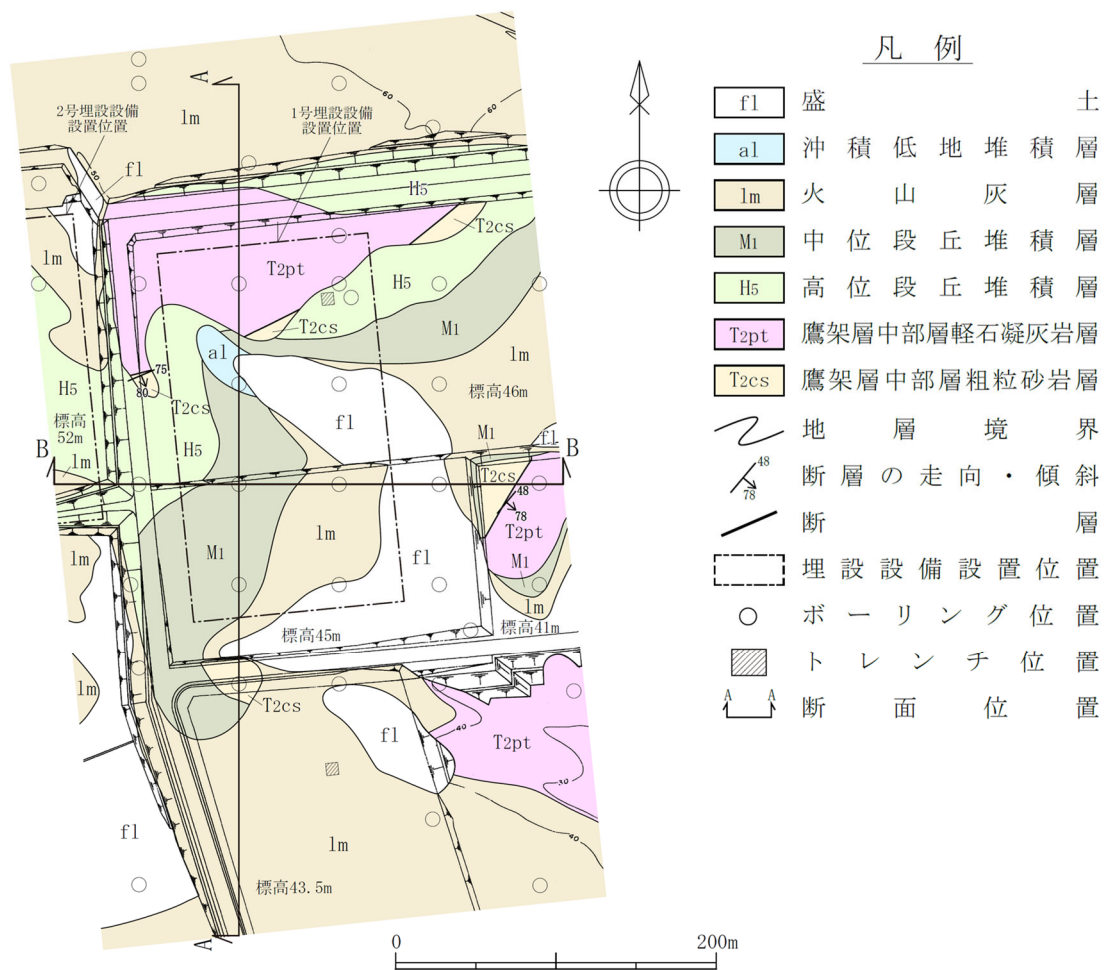
第4図 3号廃棄物埋設地付近の地質水平断面図（標高22m）



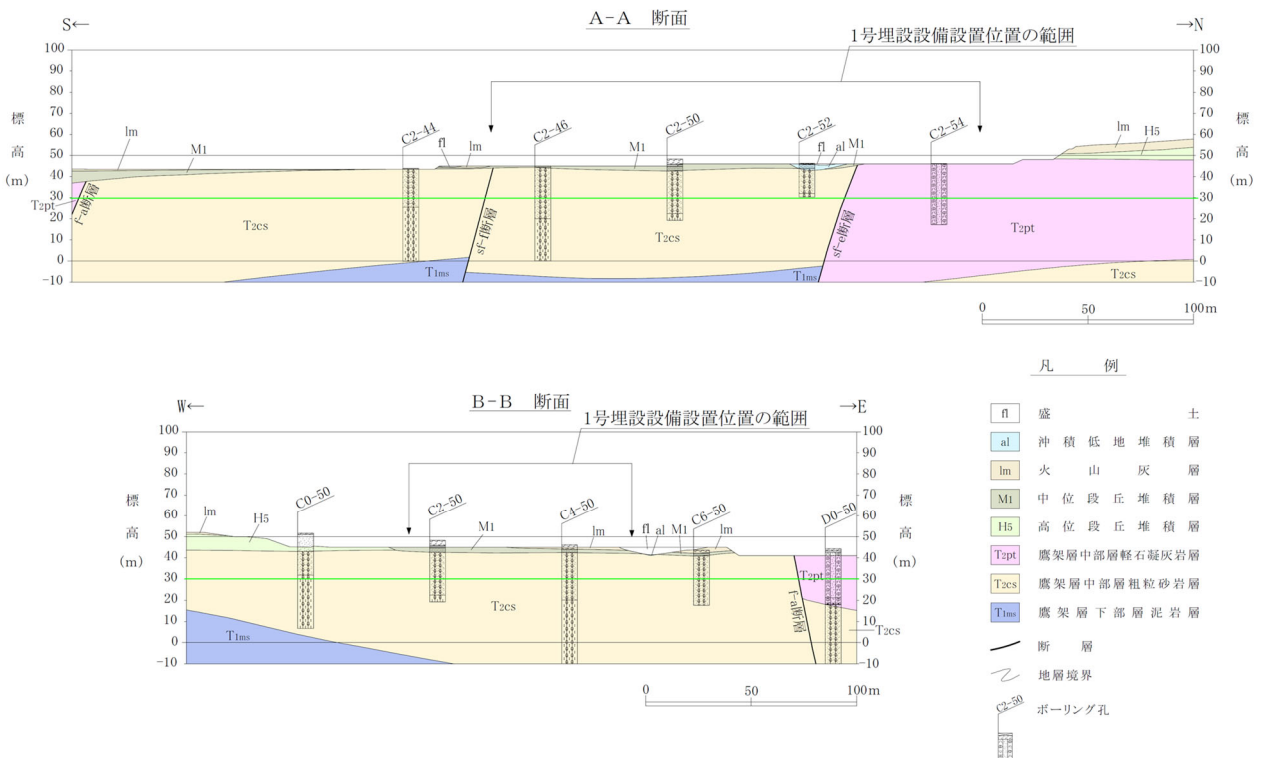
表示範囲の位置図

- 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

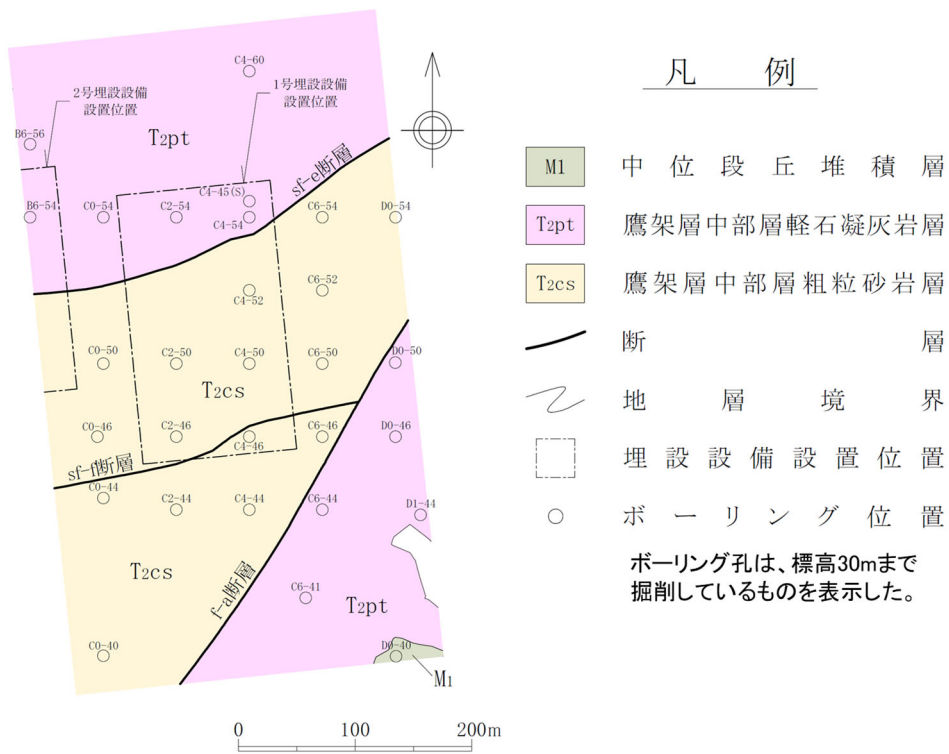


第 6 図 1 号廃棄物埋設地付近の地質平面図

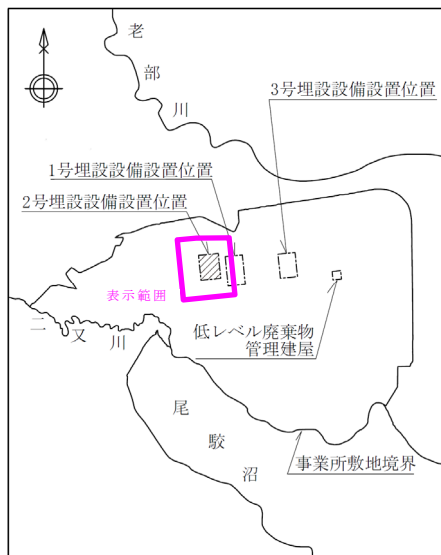
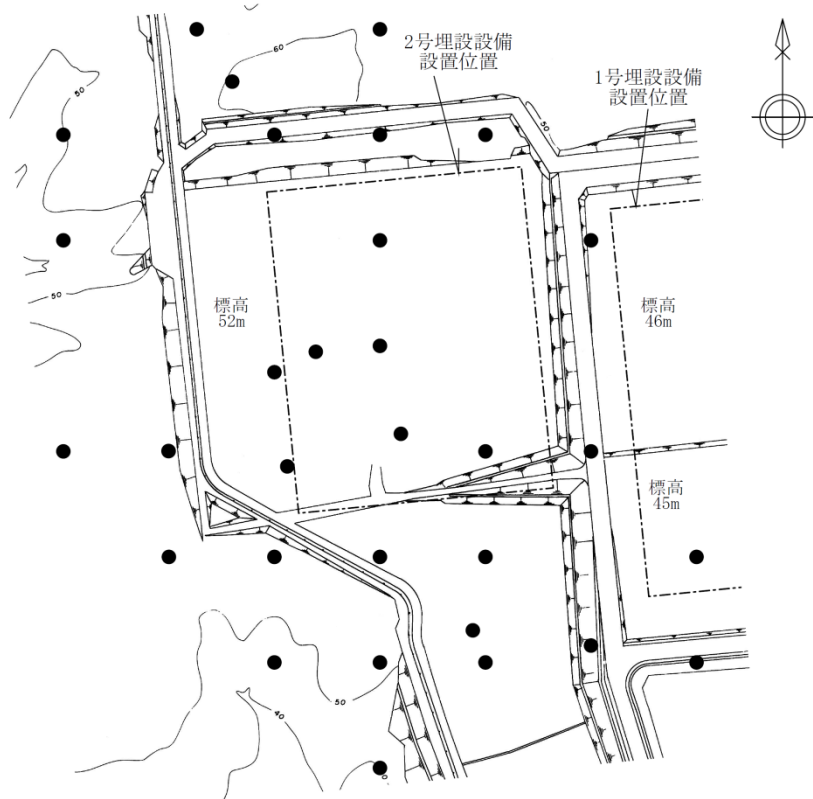


第 7 図 1 号廃棄物埋設地付近の地質断面図*1

*1：断面作成位置は第 6 図に示す



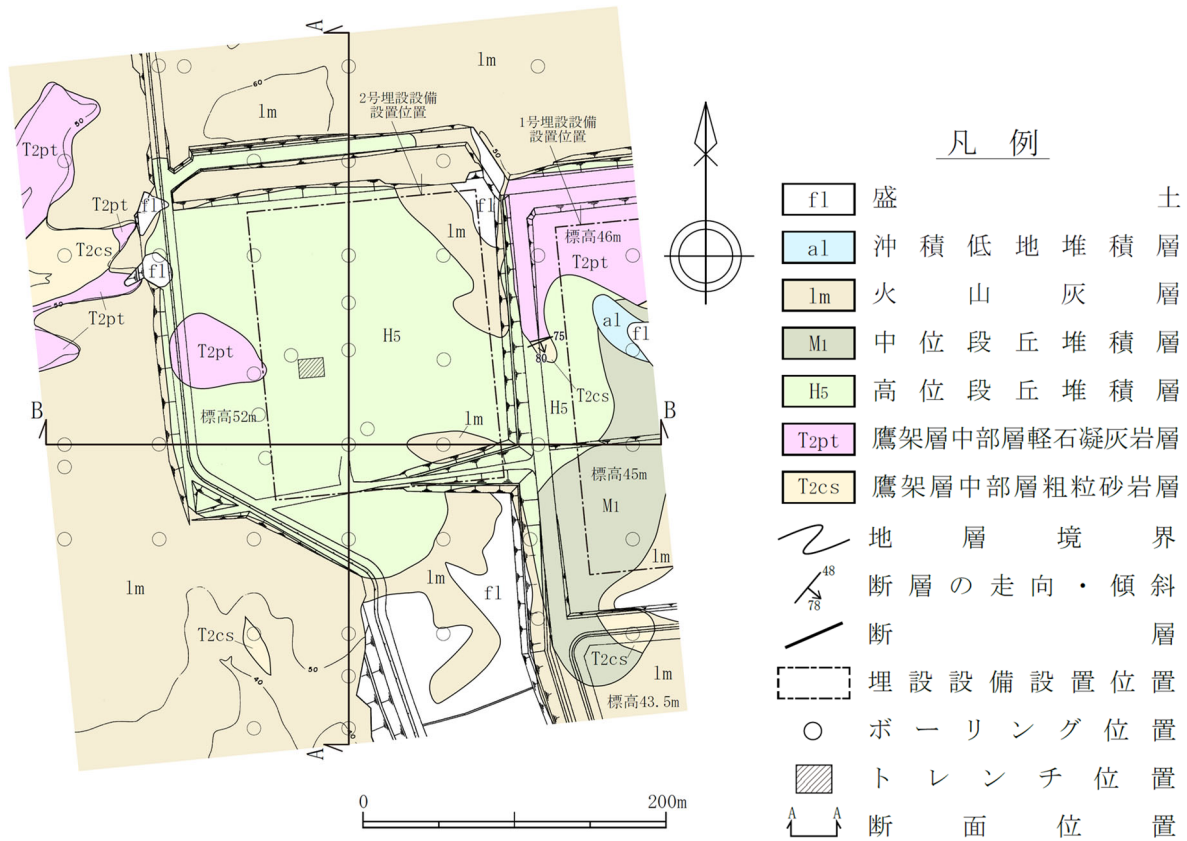
第 8 図 1 号廃棄物埋設地付近の地質水平断面図（標高 30m）



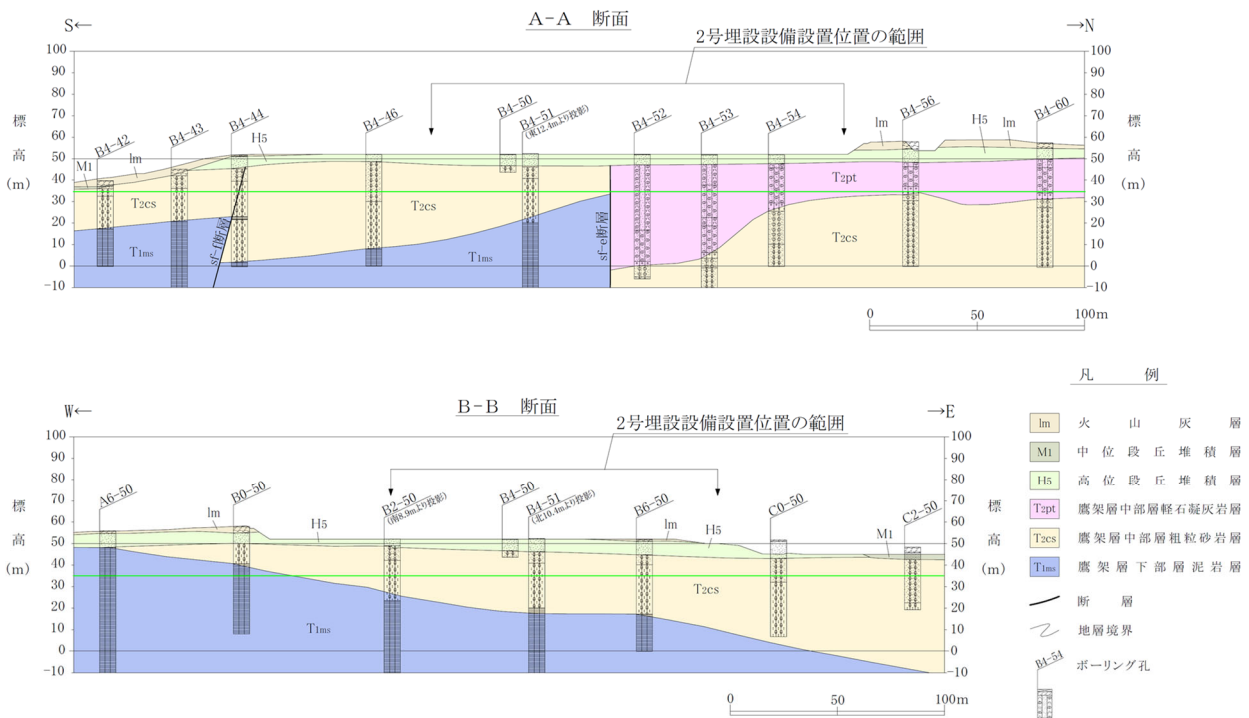
表示範囲の位置図

- 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

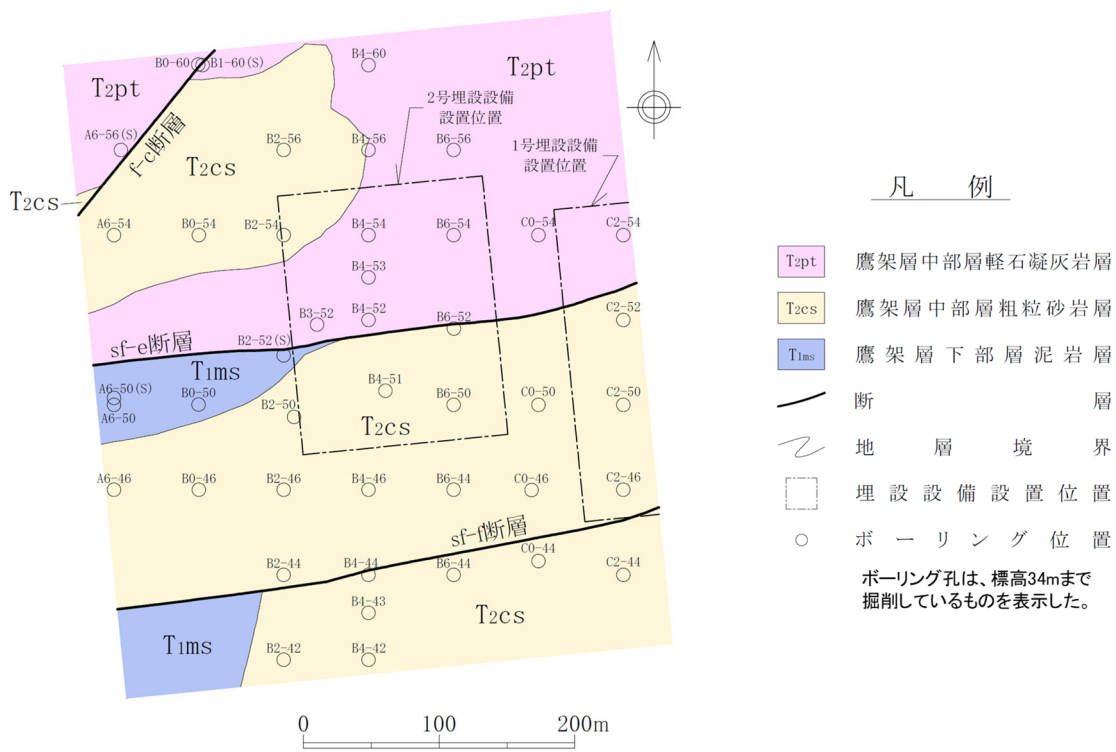


第 10 図 2 号廃棄物埋設地付近の地質平面図



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) 関係図の勾配を讀取する方法を「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 $10^{-9} \sim 10^{-5} \text{m/s}$ 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 $10^{-5} \sim 10^{-3} \text{m/s}$ 程度とされている。

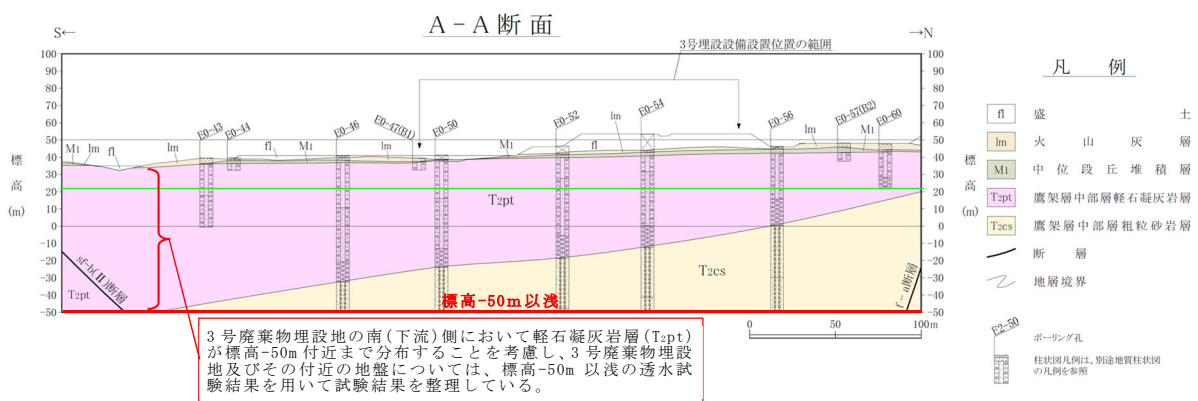
*4：透水係数の比較的小さい土は、JIS A 1218-2009では透水係数が $10^{-9} \sim 10^{-5} \text{m/s}$ 程度とされている。

4. 透水試験結果

(1) 使用データの整理

3号廃棄物埋設地及びその付近には、前掲第3図に示すとおり鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T_{2pt})と鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})が広く分布し、両層の地質境界は南に傾斜しており、3号廃棄物埋設地の南(下流)側の中央沢付近では標高-50m付近まで分布している。したがって、第13図に示すとおり3号廃棄物埋設地及びその付近に分布するの各地層の透水性を把握するため、原位置透水試験結果及び室内透水試験結果は、3号廃棄物埋設地の南(下流)側において軽石凝灰岩層(T_{2pt})が標高-50m付近まで分布することを考慮し、標高-50m以浅のものを用いた。

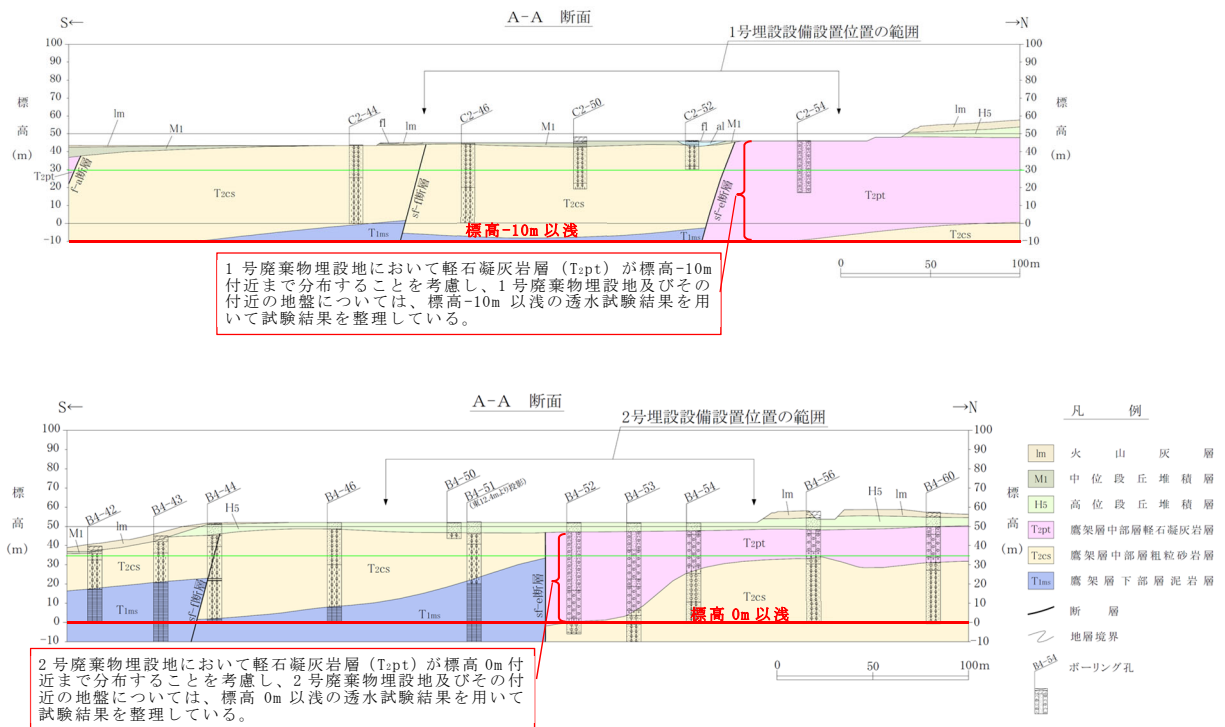
また、3号廃棄物埋設地周辺の間隙水圧測定結果から、鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T_{2pt})と鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})の地層境界では下向きの地下水流動が、各地層内では水平方向～両層の地層境界に平行な地下水流動が予想されることも、3号廃棄物埋設地の南側の軽石凝灰岩層(T_{2pt})の分布する標高-50mを透水試験結果の整理範囲の目安とした理由である。



第13図 3号廃棄物埋設地及びその付近における地盤の透水試験結果の整理範囲

1号及び2号廃棄物埋設地並びにその付近には、前掲の第7図及び第11図に示すとおり、鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T_{2pt})と鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})が広く分布し、2号廃棄物埋設地においては、f-b断層の上盤側において標高30m付近まで鷹架層下部層泥岩層(T_{1ms})が分布している。したがって、第14図に示すとおり1号及び2号廃棄物埋設地並びにその付近に分布する各地層の透水性を把握するため、原位置透水

試験結果及び室内透水試験結果は、軽石凝灰岩層 (T_{2pt}) の分布する標高を考慮し、1号廃棄物埋設地周辺では標高-10m 以浅、2号廃棄物埋設地周辺では標高 0m 以浅のものを用いた。



第 14 図 1 号及び 2 号廃棄物埋設地並びにその付近における地盤の透水試験結果の整理範囲

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め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除外した。ただし、1号、2号及び3号廃棄物埋設地並びにその付近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15図～第17図に示す。

廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層 N 値 50 以上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 N 値 50 未満(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 N 値 50 未満(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、f-b 断層及び sf-f 断層が認められるが、透水試験結果より、埋設設備設置地盤付近に分布するものについては、断層部は周辺地盤と同等の透水性を有している。

一方、鷹架層中部層 N 値 50 以上のうち大半を占める粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})の透水係数の対数平均値の大小関係は、第3表に示すように、1号、2号及び3号廃棄物埋設地ともに、その差は小さい方の透水係数を基準にすると2倍程度内である。また、第15図～第17図の鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})の透水係数の頻度分布は対数正規分布を示し、そのばらつきも1オーダー程度みられる。したがって、鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数の対数平均値も大半を占める鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})の透水係数の対数平均値と同程度であることから、鷹架層中部層 N 値 50 以上の地質区分を単層として扱って透水係数を整理してもよいと考える。

以下に、廃棄物埋設地ごとに透水試験結果について説明する。

第3表 鷹架層、第四紀層及び盛土部の透水係数透水試験結果(1/3)

【3号廃棄物埋設地及びその付近】

区 分	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
鷹架層中部層 N値50未満(風化部)	9.6×10^{-7}	5	0.6
鷹架層中部層 N値50以上 ^{*2}	5.0×10^{-8}	310	0.9
鷹架層中部層 軽石混り砂岩層(T _{2ps})	4.5×10^{-8}	4	0.2
鷹架層中部層 軽石凝灰岩層(T _{2pt})	4.3×10^{-8}	207	1.0
鷹架層中部層 粗粒砂岩層(T _{2cs})	7.3×10^{-8}	82	0.4
f-a断層	1.6×10^{-7}	3	1.0
sf-b(Ⅱ)断層	1.7×10^{-8}	9	0.3
sf-e断層	1.0×10^{-7}	1	—

*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： 3.8×10^{-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。

第3表 鷹架層、第四紀層及び盛土部の透水係数透水試験結果(2/3)

【1号廃棄物埋設地及びその付近】

区 分	透水係数 対数平均値 (m/s)	試験個数(個)	対数の 標準偏差
第四紀層	4.0×10^{-6}	12	0.8
鷹架層中部層 N値50未満(風化部)	1.5×10^{-6}	12	0.4
鷹架層中部層 N値50以上*1	1.1×10^{-7}	146	0.9
鷹架層中部層 軽石凝灰岩層(T ₂ pt)	9.1×10^{-8}	69	1.1
鷹架層中部層 粗粒砂岩層(T ₂ cs)	1.3×10^{-7}	74	0.6
f-a断層	3.0×10^{-8}	1	—
f-b断層	9.5×10^{-7}	1	—

*1 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。

第3表 鷹架層、第四紀層及び盛土部の透水係数透水試験結果(3/3)

【2号廃棄物埋設地及びその付近】

区 分	透水係数 対数平均値 (m/s)	試験個数(個)	対数の 標準偏差
第四紀層	5.0×10^{-6}	16	0.8
鷹架層中部層 N値50未満(風化部)	2.5×10^{-6}	14	0.6
鷹架層中部層 N値50以上*1	7.8×10^{-8}	128*3	0.9
鷹架層中部層 軽石凝灰岩層(T ₂ pt)*2	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}	84	0.8
f-c 断層	2.2×10^{-8}	2	1.0
f-b 断層	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	2.1×10^{-8} *3	26*3	1.0

*1 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。

*2 隣接する地層を試験区間を含むデータも含めて整理していたため、これらを除外して再整理した*3。

*3 1号、2号及び3号廃棄物埋設地で地層境界の透水係数の集計方法を*1の方法に統一したことにより、2号廃棄物埋設地の既申請の添付書類三の表3-14の透水試験結果の記載と異なっている。この記載の不整合による埋設設備からの流出水量*4への影響はない。

*4 補足説明資料7「4.(9)埋設設備から覆土及び鷹架層への流出水量の計算結果」第12表の線量評価パラメータとして設定する埋設設備からの流出水量を表す。

(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15図に示す。なお、前掲した第3表の透水係数の対数平均値、試験個数及び対数の標準偏差は第15図から転記したものである。

以下に、3号廃棄物埋設地及びその付近について、地質及び透水試験の対象、透水試験結果、水理地質区分、断層の水理地質について説明する。

a. 地質及び透水試験の対象

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(T_{2cs})、鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T_{2pt})、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号廃棄物埋設地の北西側には 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。

以上から、3号廃棄物埋設地及びその付近においては、鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})、鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T_{2pt})、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。

b. 透水試験結果

3号廃棄物埋設地及びその付近の土砂である盛土、第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)及び鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)の透水係数の対数平均値は、第3表に示すようにそれぞれ $7.3 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 、 $2.6 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 及び $9.6 \times 10^{-7} \text{m/s}$ であり、 10^{-6}m/s オーダーを示す。

3号廃棄物埋設地及びその付近に分布する断層や地層境界を含めた岩盤である鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数の対数平均値は、第3表に示すように $5.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ であり、 10^{-8}m/s オーダーを示す。また、鷹架層中部層 N 値 50 以上の大半を占める粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})の透水係数の対数平均値は、第3表に示すようにそれぞれ $7.3 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 及び $4.3 \times 10^{-8} \text{m/s}$ であり、 10^{-8}m/s オーダーを示す。

f-a 断層及び sf-e 断層の透水係数の対数平均値は、第3表に示すようにそれぞれ $1.6 \times 10^{-7} \text{m/s}$ 及び $1.0 \times 10^{-7} \text{m/s}$ であり、 10^{-7}m/s オーダーを示し、周辺岩盤よりも2~3倍程高い透水性を示す。しかしながら、3号埋設設備設置地盤には分布していないことから、埋設設備からの流出水量の計算への影響感度はない、また短絡経路となる水みちにもなり得ないと考えられる。

c. 水理地質区分

3号廃棄物埋設地及びその付近の土砂である盛土、第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)及び鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)の透水係数は、「b. 透水試験結果」より 10^{-6} m/s オーダーを示し、その差も小さい方の透水係数を基準にすると 2.8 倍程度と小さい。

3号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層 N 値 50 以上の大半を占める粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})の透水係数の対数平均値は、「b. 透水試験結果」より 10^{-8} m/s オーダーを示し、その差も小さい方の透水係数を基準にすると 1.7 倍程度と小さい。

以上から、3号廃棄物埋設地及びその付近の透水性に着目した水理地質区分は、土砂部分である第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)及び鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)、と岩盤である鷹架層中部層 N 値 50 以上の大きく 2 つに区分できる。

d. 断層の水理地質

3号廃棄物埋設地付近に分布する f-a 断層、sf 系断層(sf-b(Ⅱ)断層及び sf-e 断層)の水理地質について以下に説明する。

(a) f-a 断層

敷地に分布する鷹架層中における f-a 断層は、断層面が固結、密着する箇所、鏡肌を有する箇所がみられる。また、f-a 断層周辺には固結した破碎部が分布する。したがって、f-a 断層の基質部及び断層面の透水性は周辺岩盤と同程度(透水係数 1.0×10^{-8} m/s オーダー)と考える。

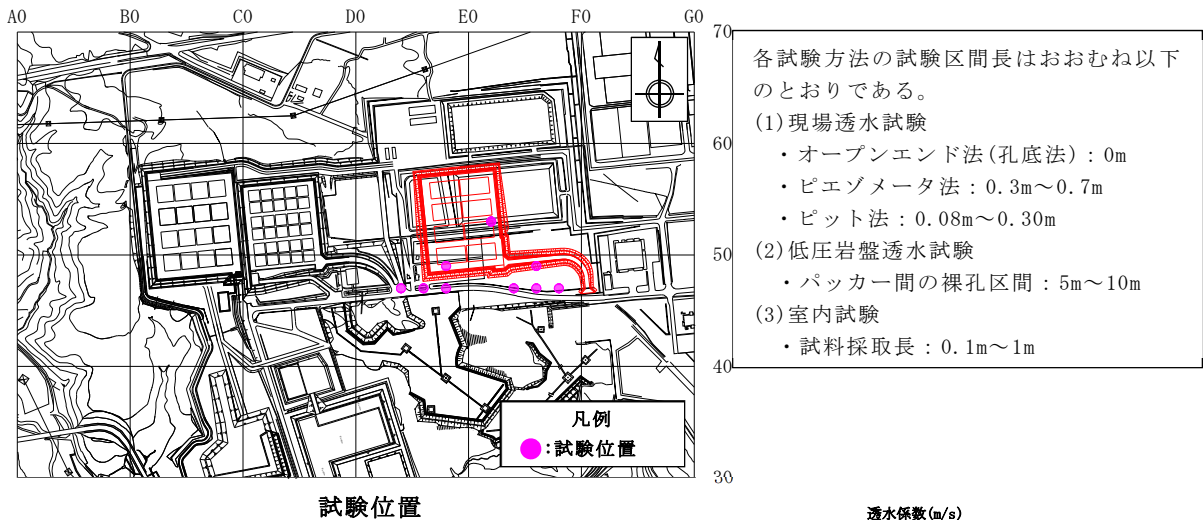
一方、f-a 断層沿いには、割れ目が分布する。透水試験結果のうち透水係数の大きいデータ(透水係数 1.0×10^{-8} m/s オーダーを超えるデータ)は割れ目が分布する箇所に該当するデータであると考えられる。

(b) sf 系断層

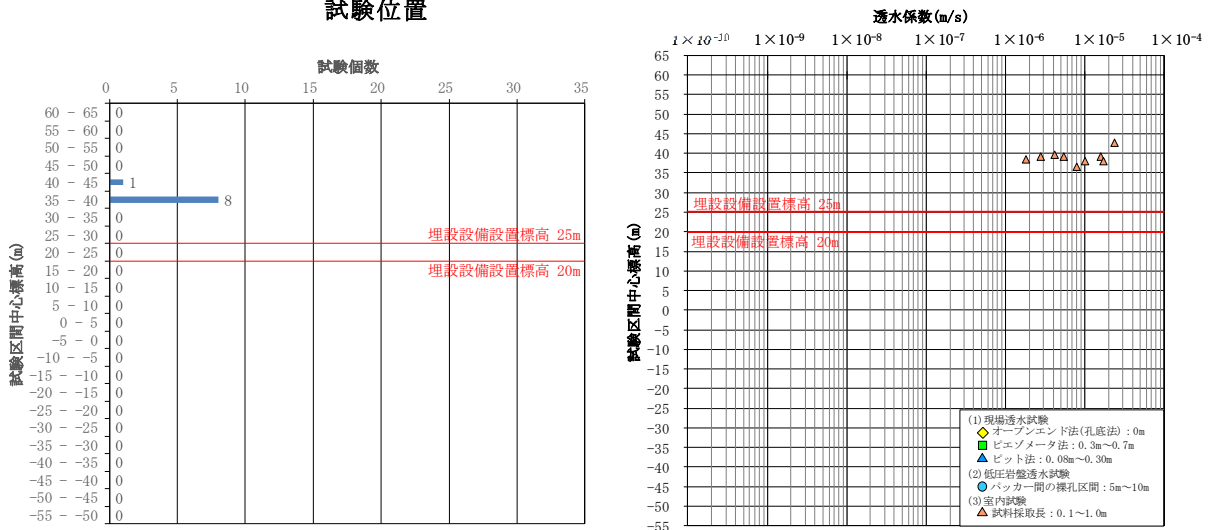
敷地に分布する鷹架層中における sf 系断層(sf-b(Ⅱ)断層及び sf-e 断層)は、断層面が固結、ゆ着している。したがって、sf 系断層の基質部及び断層面の透水性は周辺岩盤と同程度(透水係数 1.0×10^{-8} m/s オーダー)と考える。

一方、sf 系断層沿いには、割れ目が分布する。透水試験結果のうち透水係数の大きいデータ(透水係数 1.0×10^{-8} m/s オーダーを超えるデータ)は割れ目が分布する箇所に該当するデータであると考えられる。

以上のように、f-a 断層及び sf 系断層は、基質部と断層部の透水係数が $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダー、割れ目の透水係数が $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダーを超え、これらが混在した状況であることから、埋設設備から流出した地下水の移行経路上の短絡経路にはならないと考える。

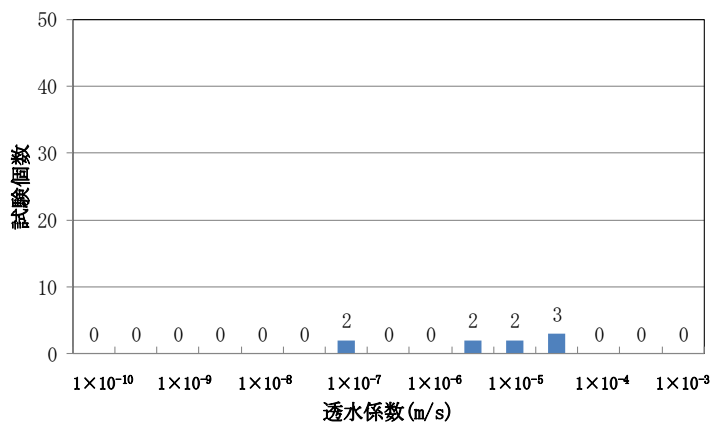


試験位置



試験区間中心標高の頻度分布

透水係数の標高分布

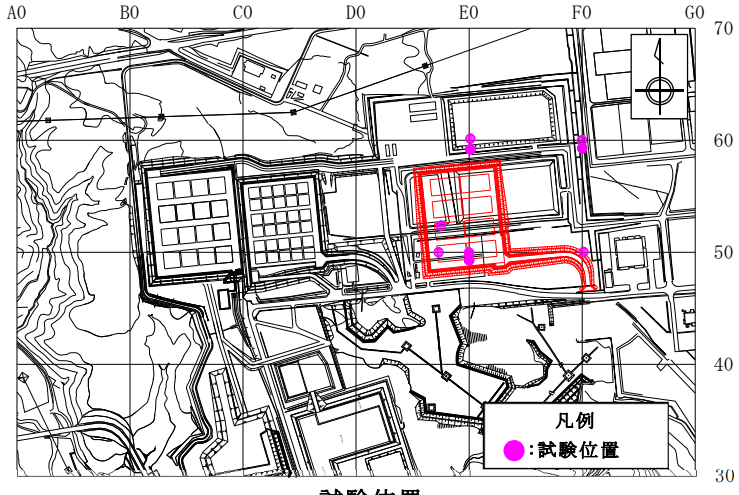


透水係数の頻度分布

データ個数	9
対数平均値	7.3×10^{-6}
最小値	1.8×10^{-6}
最大値	2.4×10^{-5}
対数の標準偏差	0.4

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (1/12)

【盛土部】



各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1) 現場透水試験

- ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ ピット法 : 0.08m~0.30m

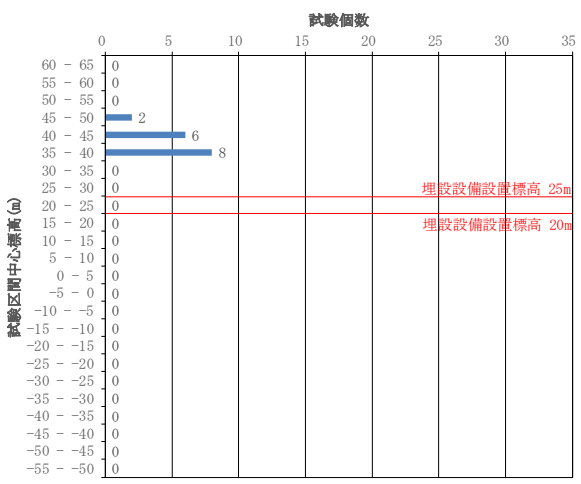
(2) 低圧岩盤透水試験

- ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

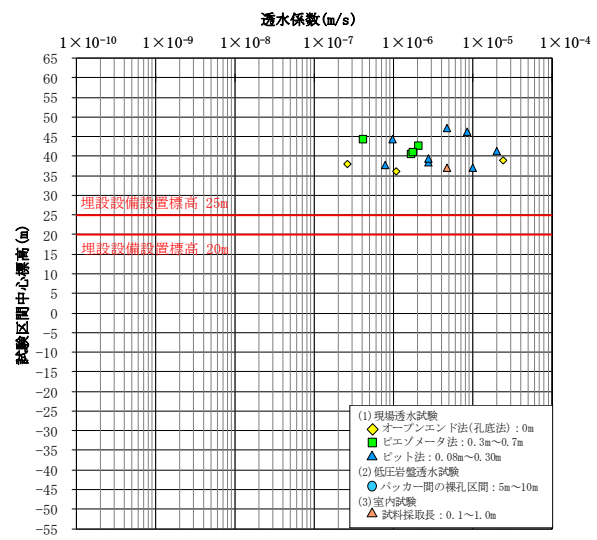
(3) 室内試験

- ・ 試料採取長 : 0.1m~1m

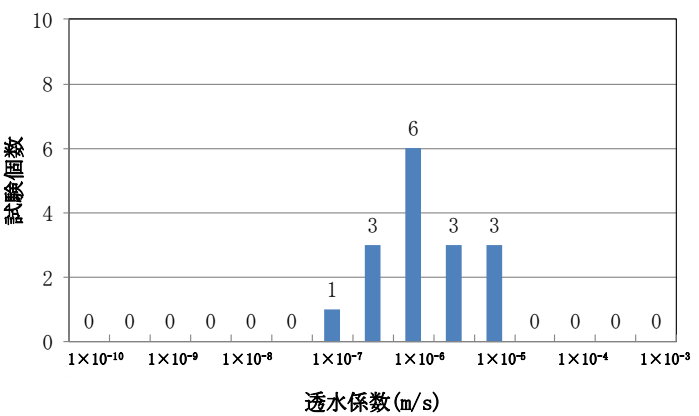
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

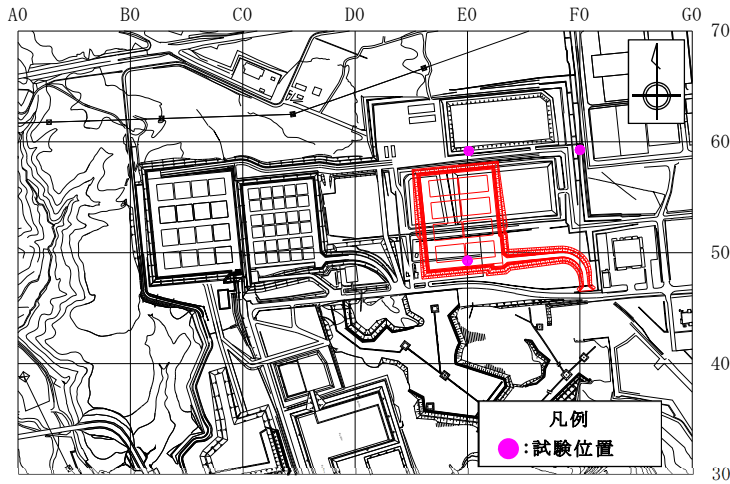


透水係数の頻度分布

データ個数	16
対数平均値	2.6×10^{-6}
最小値	2.6×10^{-7}
最大値	2.4×10^{-5}
対数の標準偏差	0.6

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (2/12)

【第四紀層(火山灰層、段丘堆積層)】



試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1)現場透水試験

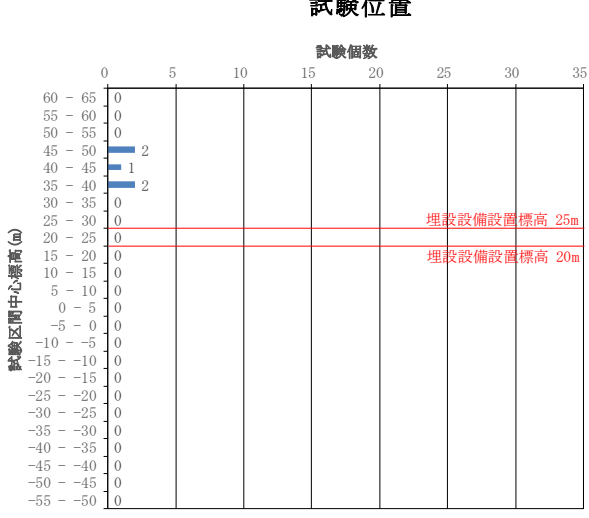
- ・オープンエンド法(孔底法)：0m
- ・ピエゾメータ法：0.3m～0.7m
- ・ピット法：0.08m～0.30m

(2)低圧岩盤透水試験

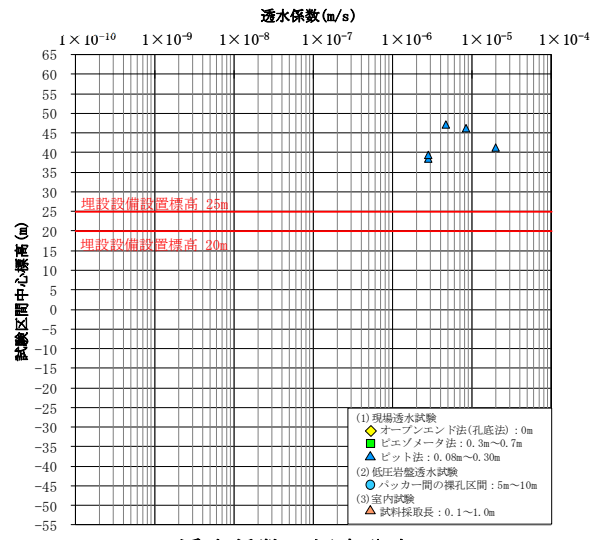
- ・パッカー間の裸孔区間：5m～10m

(3)室内試験

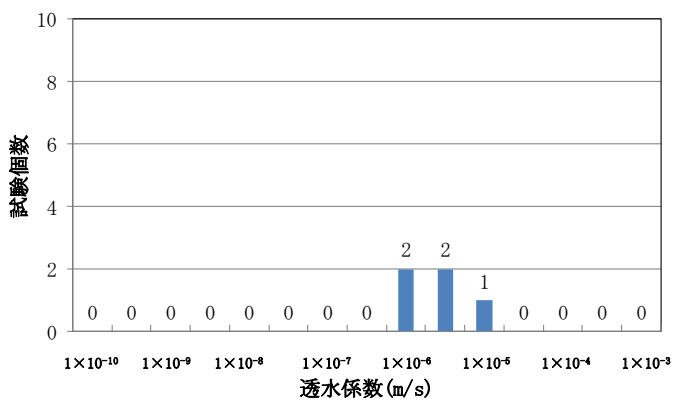
- ・試料採取長：0.1m～1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

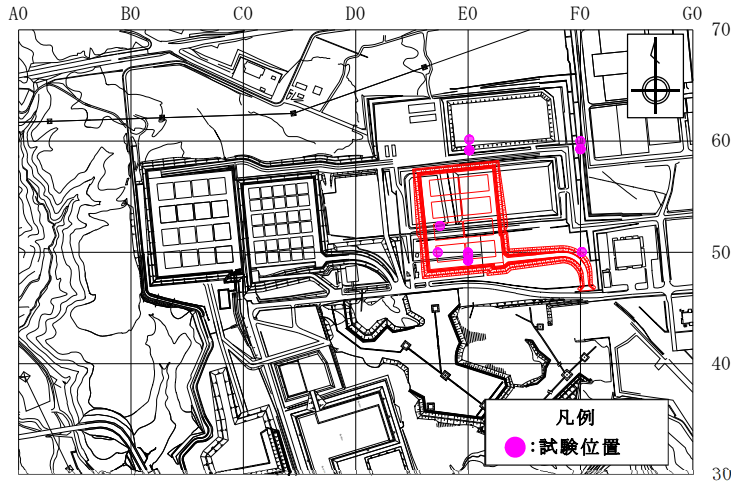


透水係数の頻度分布

データ个数	5
対数平均値	5.7×10^{-6}
最小値	2.8×10^{-6}
最大値	2.0×10^{-5}
対数の標準偏差	0.4

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (3/12)

【第四紀層(火山灰層)】



試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1) 現場透水試験

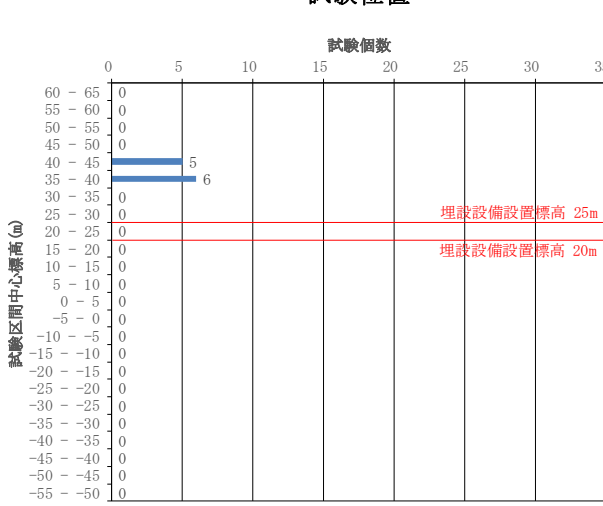
- ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ピット法 : 0.08m~0.30m

(2) 低圧岩盤透水試験

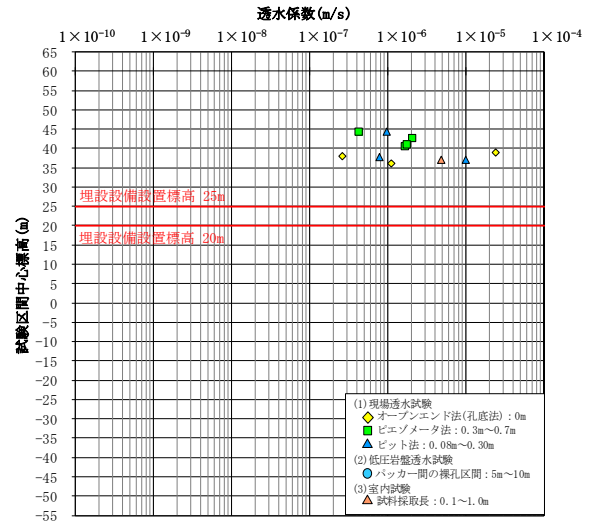
- ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

(3) 室内試験

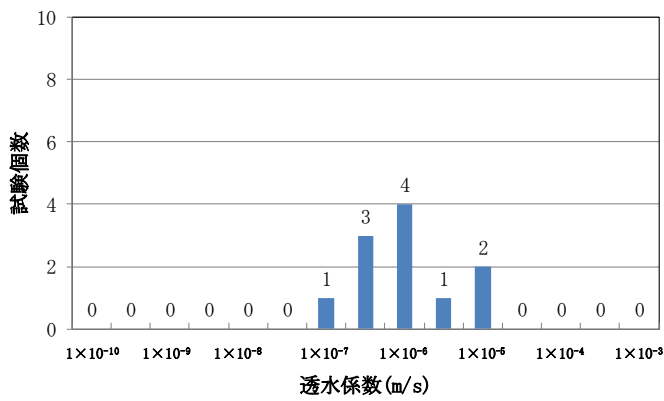
- ・試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

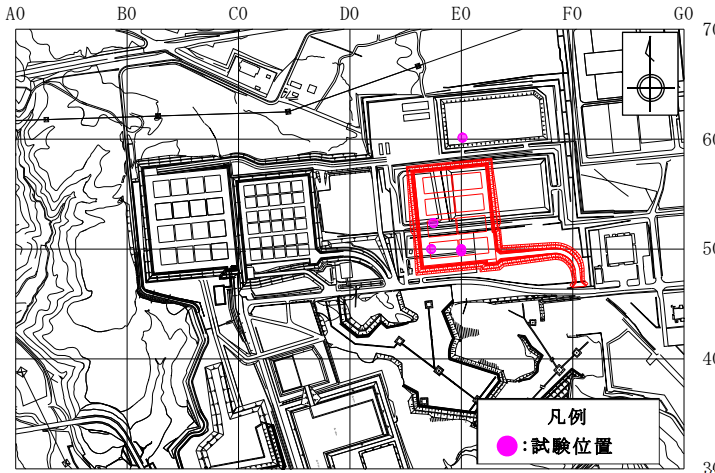


透水係数の頻度分布

データ個数	11
対数平均値	1.8×10^{-6}
最小値	2.6×10^{-7}
最大値	2.4×10^{-5}
対数の標準偏差	0.6

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ(4/12)

【第四紀層(段丘堆積層)】



各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1) 現場透水試験

- ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ピット法 : 0.08m~0.30m

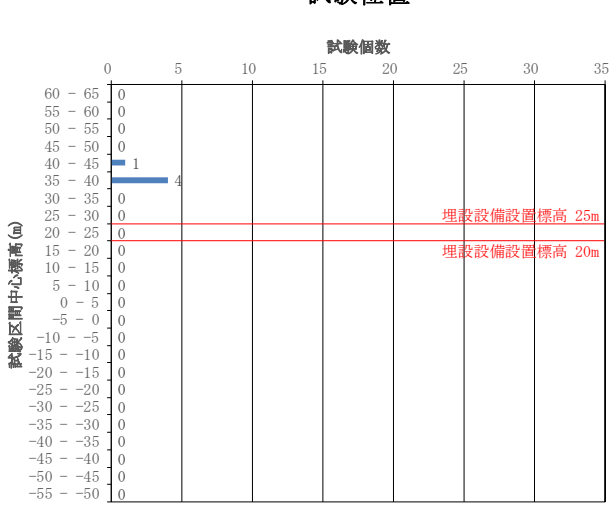
(2) 低圧岩盤透水試験

- ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

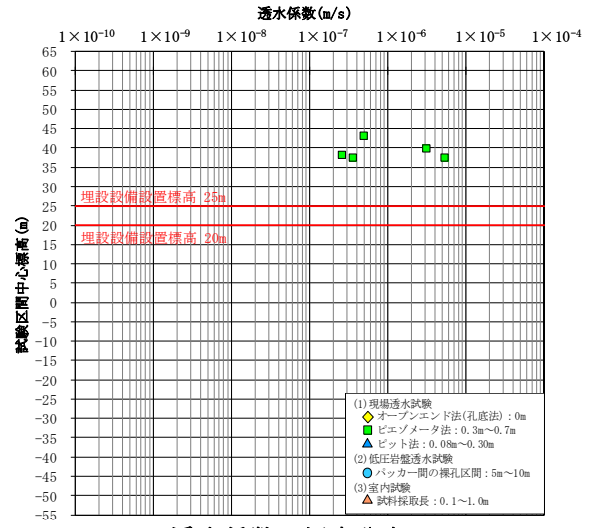
(3) 室内試験

- ・試料採取長 : 0.1m~1m

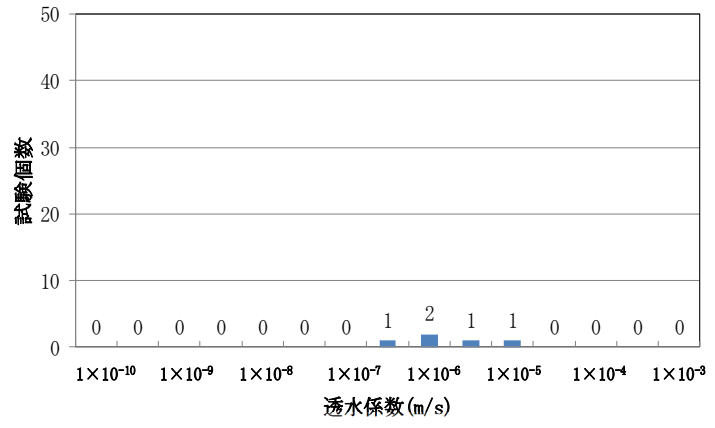
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

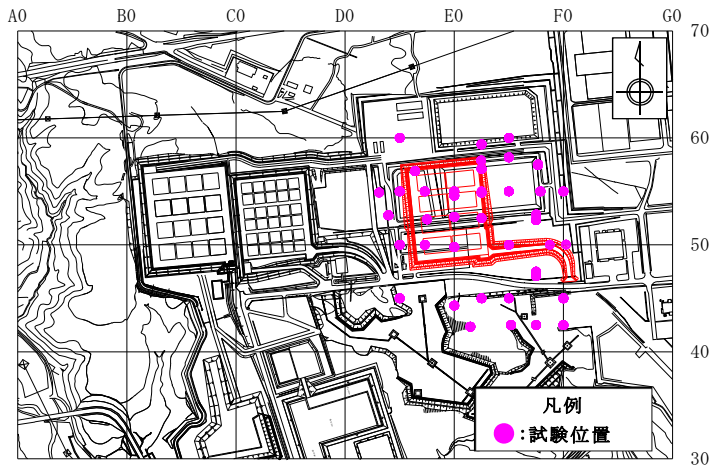


透水係数の頻度分布

データ個数	5
対数平均値	9.6×10^{-7}
最小値	2.6×10^{-7}
最大値	5.4×10^{-6}
対数の標準偏差	0.6

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (5/12)

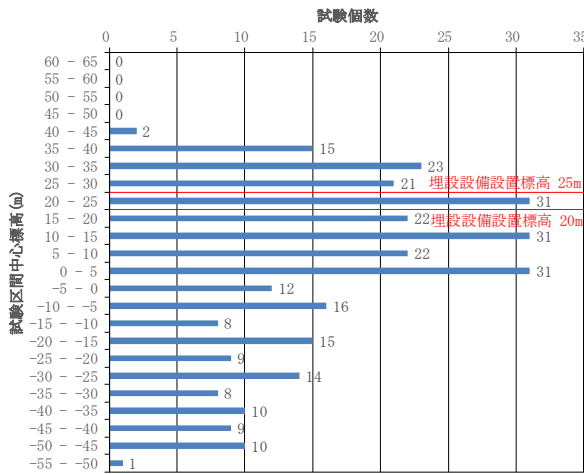
【鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)】



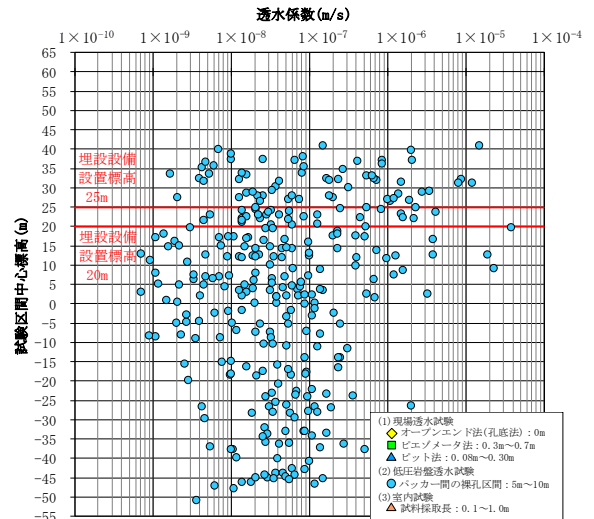
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

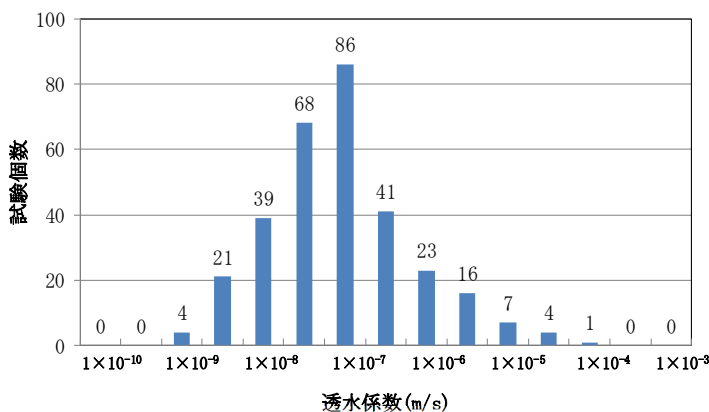
- (1) 現場透水試験
 - ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・バッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布



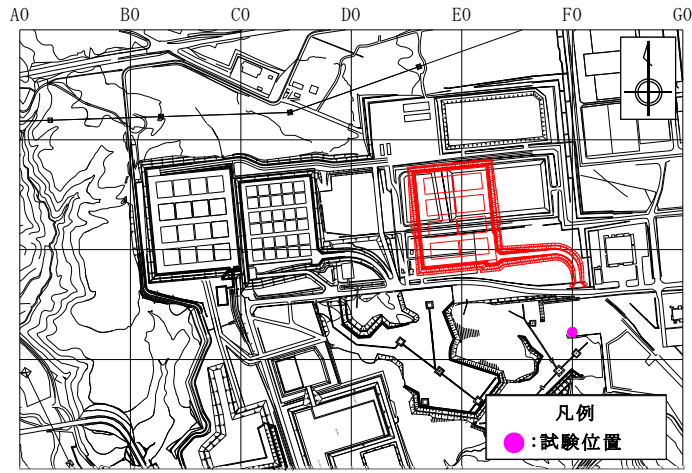
透水係数の頻度分布

データ個数	310 ^{*1}
対数平均値	5.0×10^{-8}
最小値	7.2×10^{-10}
最大値	3.8×10^{-5}
対数の標準偏差	0.9

*1: 鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数のデータ数は、鷹架層中部層軽石混り砂岩層 (T_{2ps})、軽石凝灰岩層 (T_{2pt})、粗粒砂岩層 (T_{2cs})、f-a 断層、sf-b(II) 断層、sf-e 断層の透水係数に加え、これらの地質境界にまたがる試験区間の透水係数も含めて整理しているため、これらの地質のデータ数の合計よりも大きな値となっている。

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (6/12)

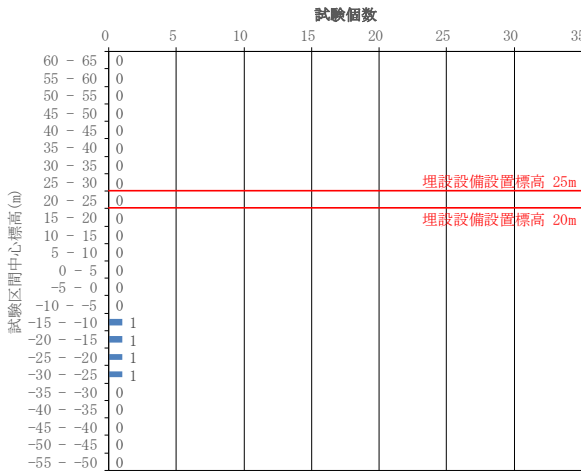
【鷹架層中部層 N 値 50 以上】



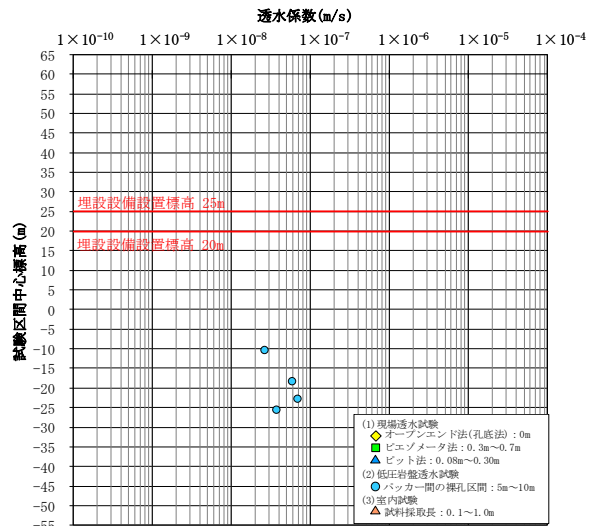
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

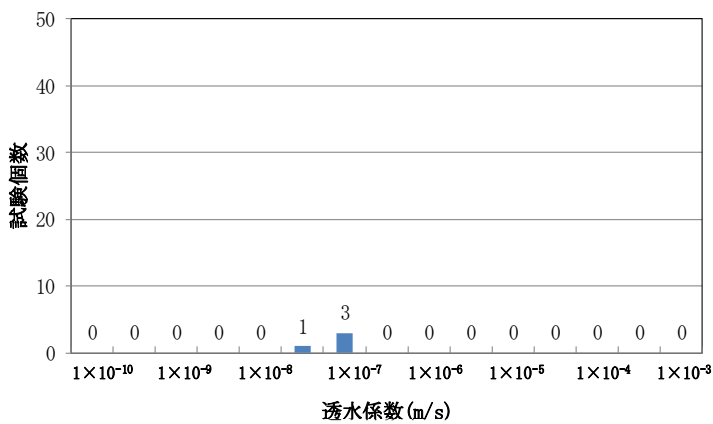
- (1) 現場透水試験
 - ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

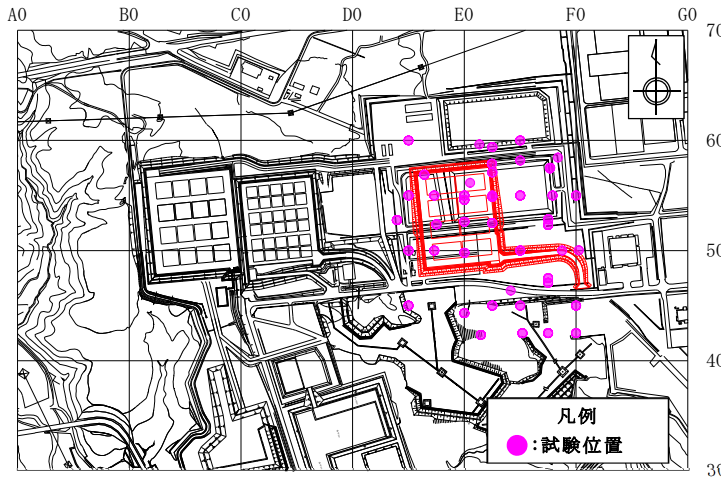


透水係数の頻度分布

データ個数	4
対数平均値	4.5×10^{-8}
最小値	2.6×10^{-8}
最大値	6.9×10^{-8}
対数の標準偏差	0.2

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (7/12)

【鷹架層中部層軽石混り砂岩層 (T_{2ps})】



試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1)現場透水試験

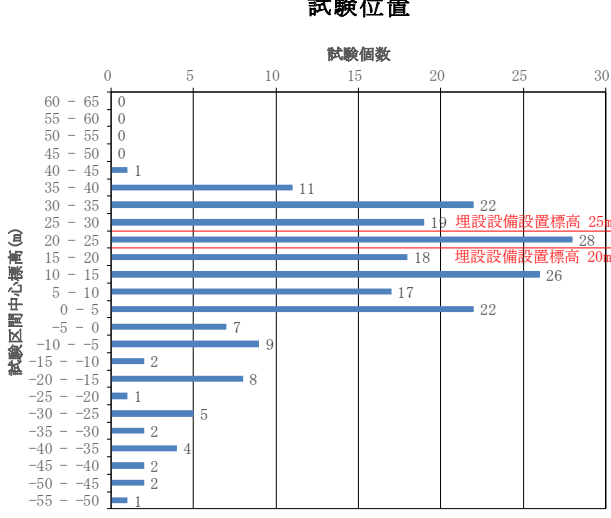
- ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ビット法 : 0.08m~0.30m

(2)低圧岩盤透水試験

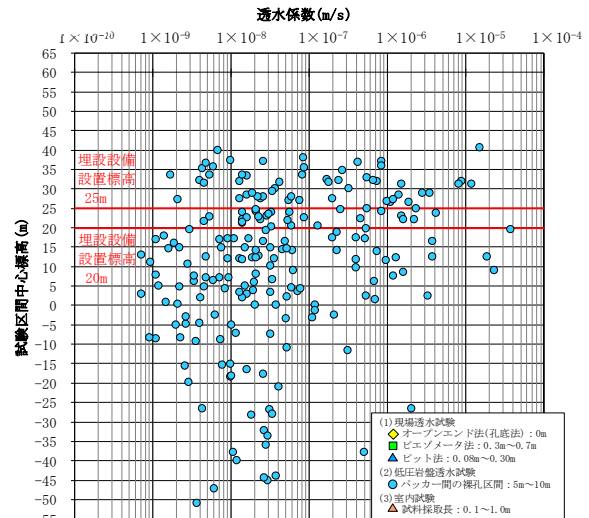
- ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

(3)室内試験

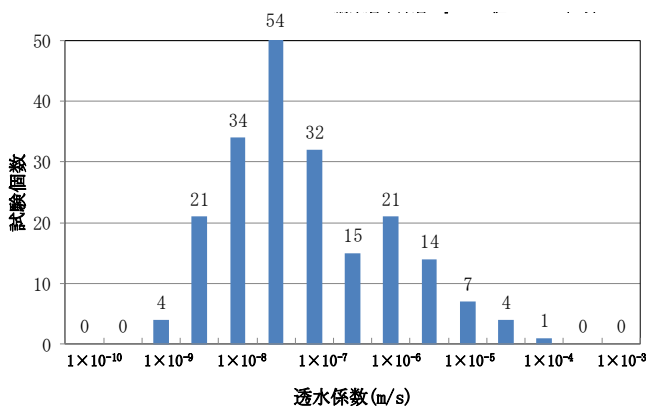
- ・試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

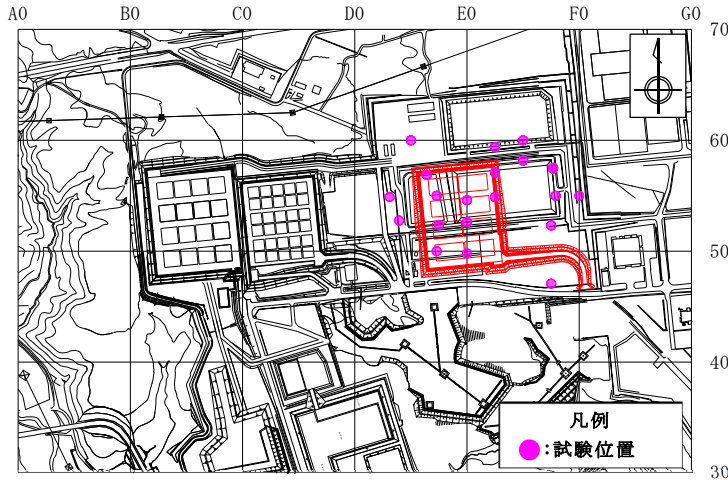


透水係数の頻度分布

データ個数	207
対数平均値	4.3×10^{-8}
最小値	7.2×10^{-10}
最大値	3.8×10^{-5}
対数の標準偏差	1.0

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ(8/12)

【鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T₂pt)】



各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1) 現場透水試験

- ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ ピット法 : 0.08m~0.30m

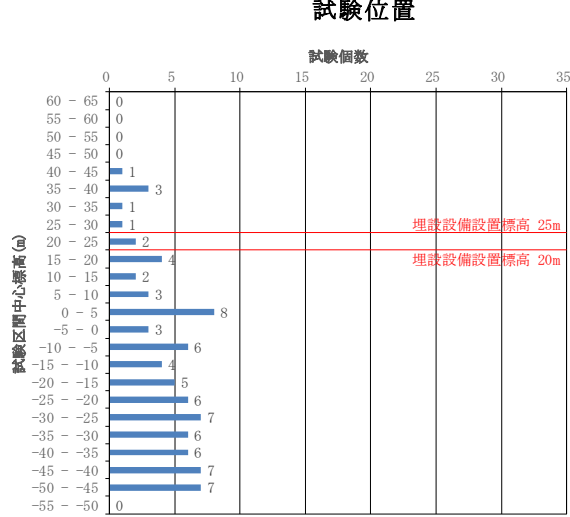
(2) 低圧岩盤透水試験

- ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

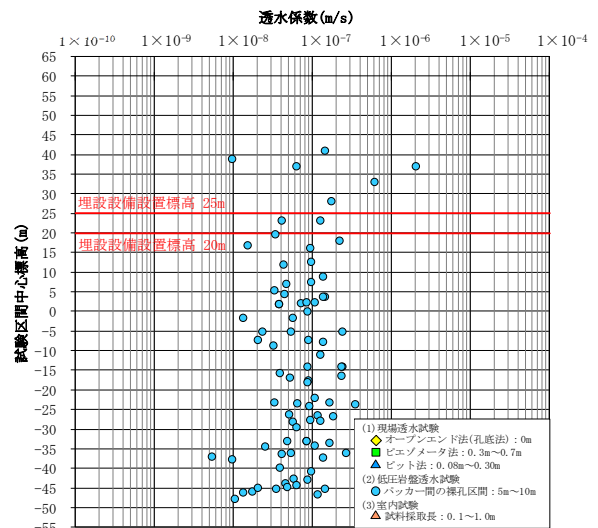
(3) 室内試験

- ・ 試料採取長 : 0.1m~1m

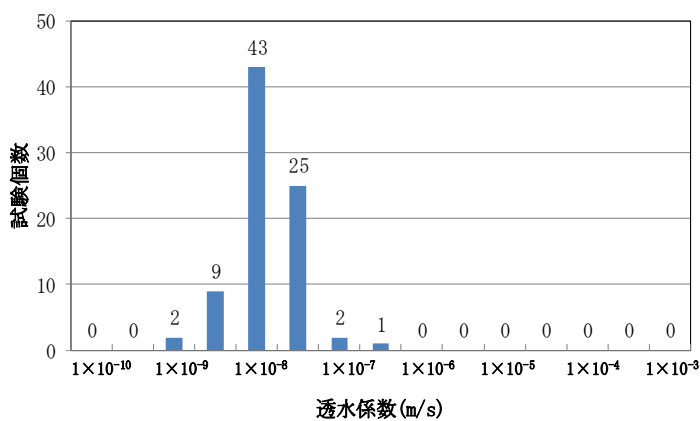
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

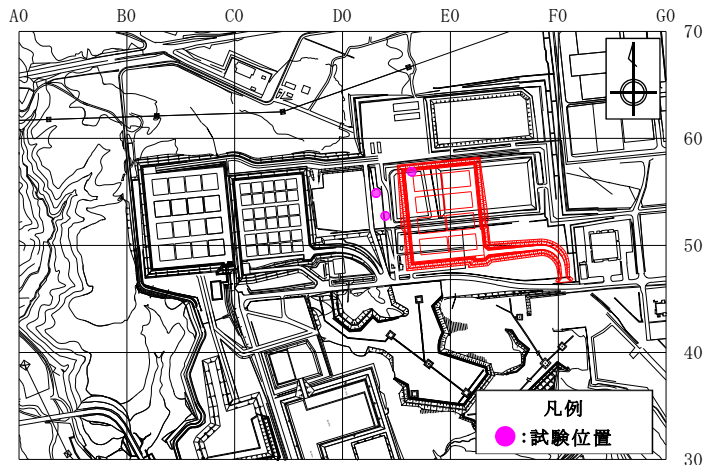


透水係数の頻度分布

データ個数	82
対数平均値	7.3×10^{-8}
最小値	5.5×10^{-9}
最大値	2.1×10^{-6}
対数の標準偏差	0.4

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (9/12)

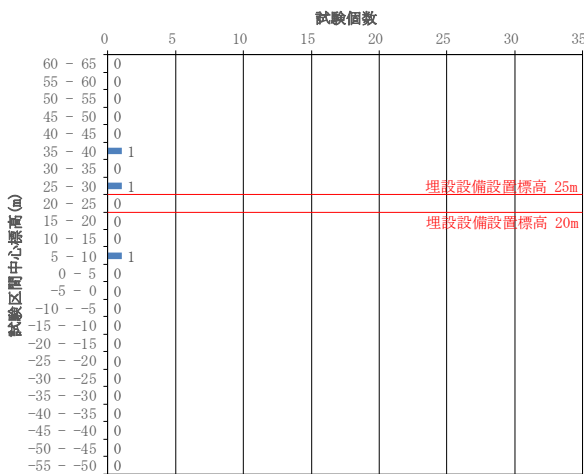
【鷹架層中部層粗粒砂岩層(T₂cs)】



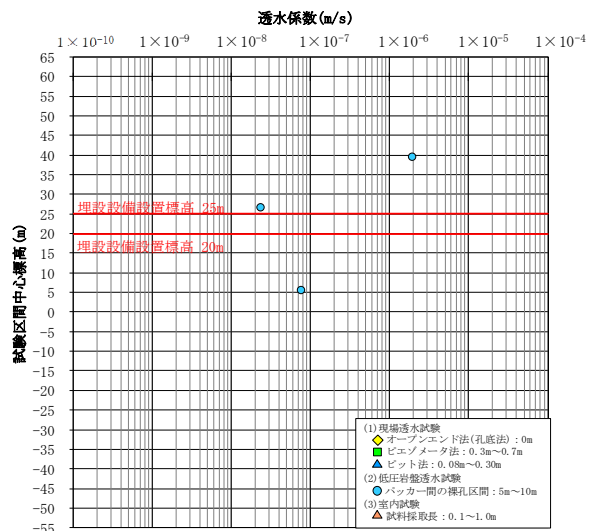
各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m

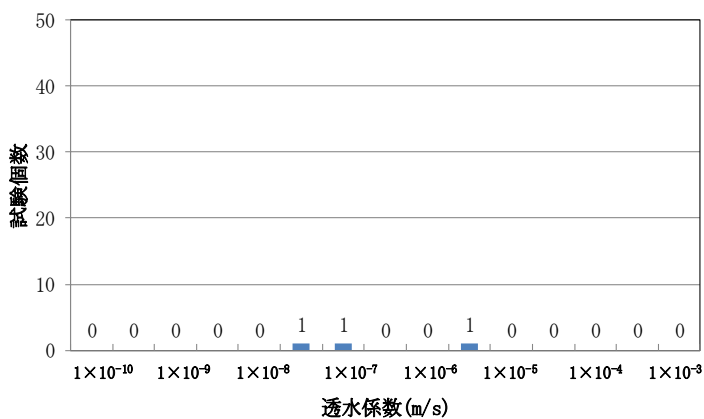
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

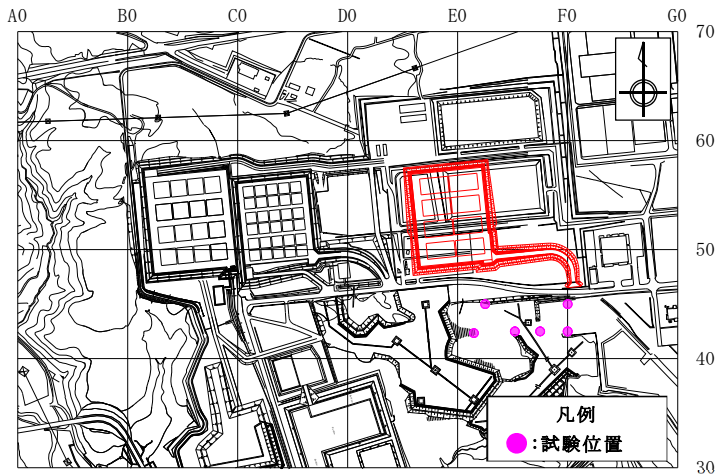


透水係数の頻度分布

データ个数	3
対数平均値	1.6×10^{-7}
最小値	2.4×10^{-8}
最大値	2.0×10^{-6}
対数の標準偏差	1.0

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ(10/12)

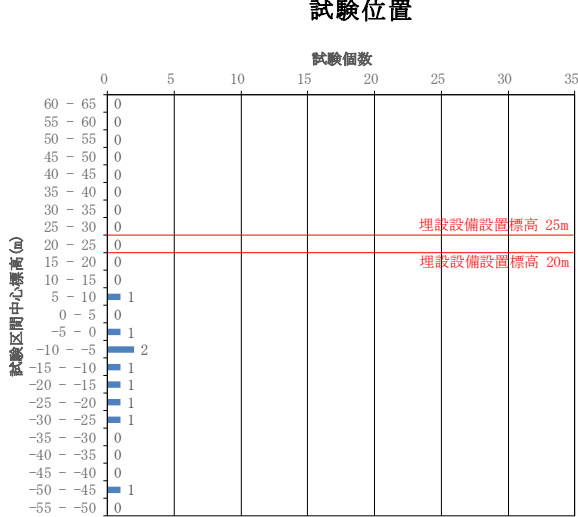
【f-a 断層】



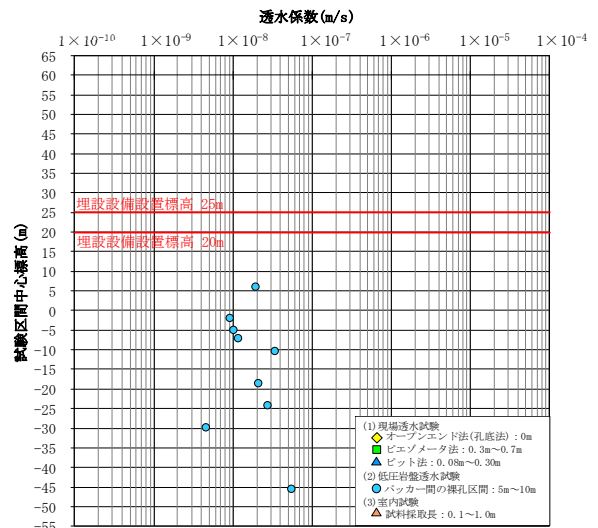
各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m

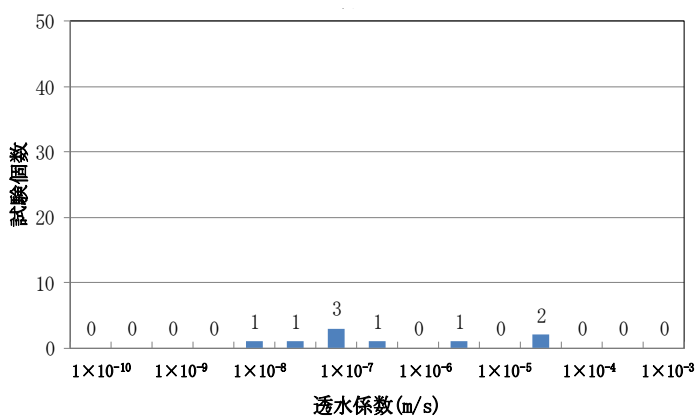
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

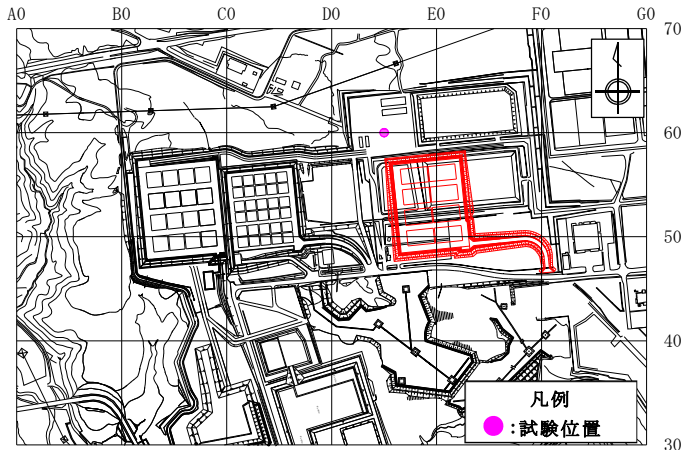


透水係数の頻度分布

データ個数	9
対数平均値	1.7×10^{-8}
最小値	4.7×10^{-9}
最大値	5.6×10^{-8}
対数の標準偏差	0.3

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ(11/12)

【sf-b(Ⅱ)断層】



試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1) 現場透水試験

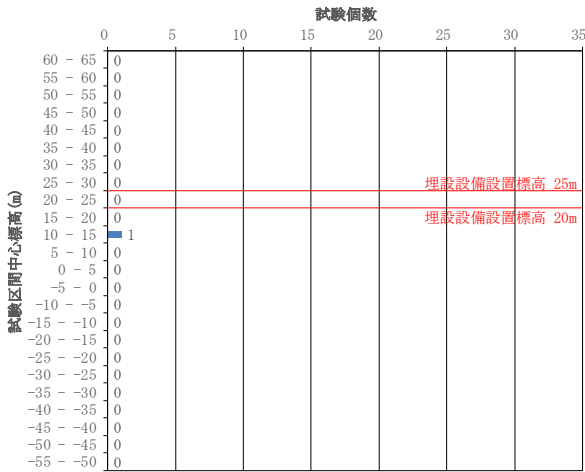
- ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ ピット法 : 0.08m~0.30m

(2) 低圧岩盤透水試験

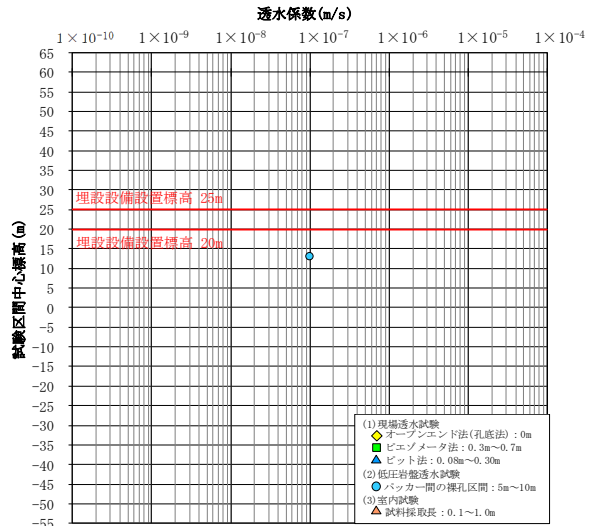
- ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

(3) 室内試験

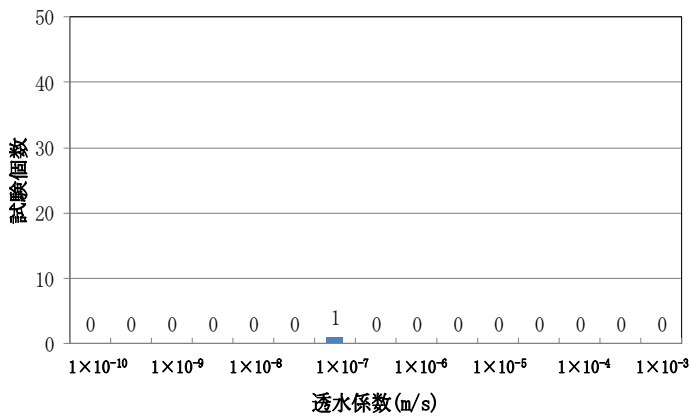
- ・ 試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布



透水係数の頻度分布

データ個数	1
対数平均値	1.0×10^{-7}
最小値	1.0×10^{-7}
最大値	1.0×10^{-7}
対数の標準偏差	-

第 15 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ(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16図に示す。

なお、前掲した第3表の透水係数の対数平均値、試験個数及び対数の標準偏差は第16図から転記したものである。

以下に、1号廃棄物埋設地及びその付近について、地質及び透水試験の対象、透水試験結果、水理地質区分、断層の水理地質について説明する。

a. 地質及び透水試験の対象

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(T_{1ms})、鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})、鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T_{2pt})、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鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})、土砂である第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)が主体的に分布し、第四紀層(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、f-b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、鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})、鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T_{2pt})、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。

b. 透水試験結果

1号廃棄物埋設地及びその付近の土砂である第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)及び鷹架層中部層N値50未満(風化部)の透水係数の対数平均値は、第3表に示すようにそれぞれ $4.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 及び $1.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$ であり、 10^{-6}m/s オーダーを示す。

1号廃棄物埋設地及びその付近に分布する断層や地層境界を含めた岩盤である鷹架層中部層N値50以上の透水係数の対数平均値は第3表に示すように $1.1 \times 10^{-7} \text{m/s}$ であり、 10^{-7}m/s オーダーを示す。また、鷹架層中部層N値50以上の大半を占める粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})の透水係数の対数平均値は第3表に示すようにそれぞれ $1.3 \times 10^{-7} \text{m/s}$ 及び $9.1 \times 10^{-8} \text{m/s}$ であり、鷹架層中部層N値50以上の透水係数の対数平均値と同様に 10^{-7}m/s オーダーを示す。

f-a断層及びf-b断層の透水係数の対数平均値は第3表に示すようにそれぞれ

$3.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 及び $9.5 \times 10^{-7} \text{m/s}$ であり、 10^{-8}m/s オーダーを示し、鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数の対数平均値と同程度かそれよりも小さく、透水性は周辺岩盤よりも高くないと考える。また、鷹架層中部層 N 値 50 以上の試験個数が 146 個に対して、鷹架層中部層 N 値 50 以上に含まれる断層の試験個数が 2 個と少ないことから、鷹架層中部層 N 値 50 以上に含まれる断層の透水係数は、鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数への影響感度が小さいと考える。

c. 水理地質区分

1 号廃棄物埋設地及びその付近の土砂である第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)及び鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)の透水係数の対数平均値は「b. 透水試験結果」より 10^{-6}m/s オーダーを示し、その差も小さい方の透水係数を基準にすると 2.7 倍程度と小さい。

1 号廃棄物埋設地及びその付近に分布する断層や地層境界を含めた岩盤である鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数の対数平均値は「b. 透水試験結果」より 10^{-7}m/s オーダーである。また、鷹架層中部層 N 値 50 以上の大半を占める粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})の透水係数の対数平均値は、「b. 透水試験結果」より鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数の対数平均値と同様に 10^{-7}m/s オーダーを示し、その差も小さい方の透水係数を基準にすると 1.4 倍程度と小さい。

以上のことから、1 号廃棄物埋設地及びその付近の透水性に着目した水理地質区分は、土砂部分である第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)及び鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)、並びに岩盤である鷹架層中部層 N 値 50 以上の大きく 2 つに区分できる。

d. 断層の水理地質

1 号廃棄物埋設地付近に分布する f-a 断層、f-b の水理地質について以下に説明する。

(a) f-a 断層

敷地に分布する鷹架層中における f-a 断層は、断層面が固結、密着する箇所、鏡肌を有する箇所がみられる。また、f-a 断層周辺には固結した破碎部が分布する。したがって、f-a 断層の基質部及び断層面の透水性は周辺岩盤と同程度(透水係数 $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダー)と考える。

一方、f-a 断層沿いには、割れ目が分布する。透水試験結果のうち透水係数

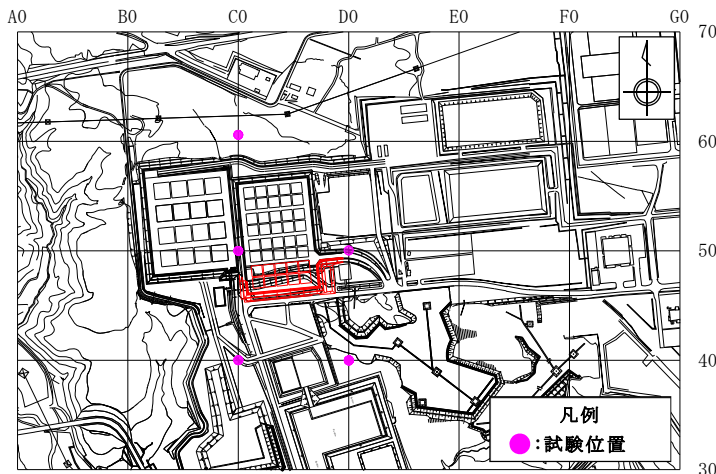
の大きいデータ(透水係数 $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダーを超えるデータ)は割れ目が分布する箇所に該当するデータであると考える。

(b) f-b 断層

敷地に分布する鷹架層中における f-b 断層は、断層面が固結、ゆ着している。したがって、f-b 断層の基質部及び断層面の透水性は周辺岩盤と同程度(透水係数 $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダー)と考える。

一方、sf 系断層沿いには、割れ目が分布する。透水試験結果のうち透水係数の大きいデータ(透水係数 $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダーを超えるデータ)は割れ目が分布する箇所に該当するデータであると考える。

以上のように、f-a 断層及び f-b 断層は、基質部と断層部の透水係数が $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダー、割れ目の透水係数が $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダーを超え、これらが混在した状況であることから、埋設設備から流出した地下水の移行経路上の短絡経路にはならないと考える。



各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1)現場透水試験

- ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ピット法 : 0.08m~0.30m

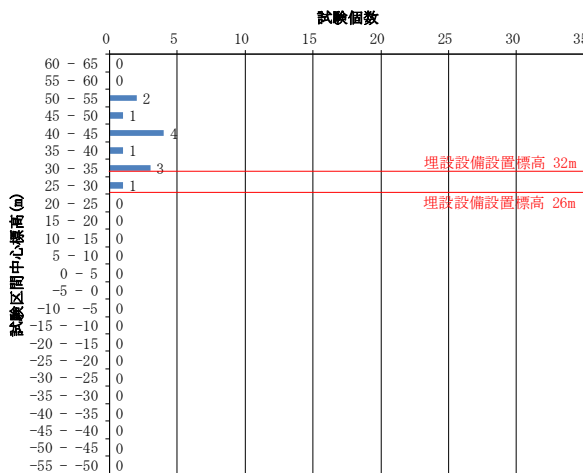
(2)低圧岩盤透水試験

- ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

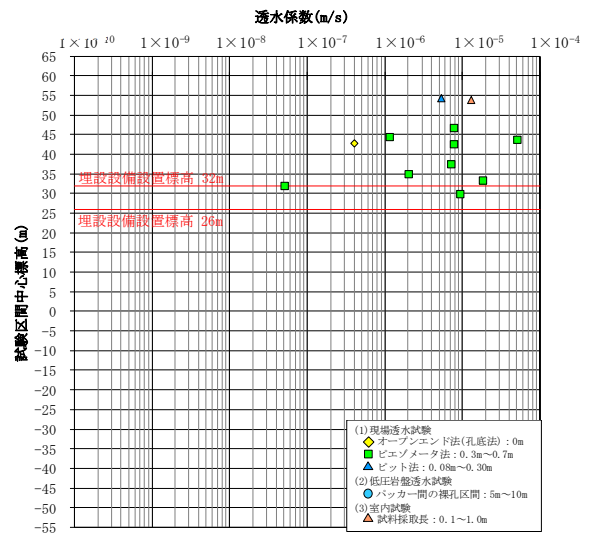
(3)室内試験

- ・試料採取長 : 0.1m~1m

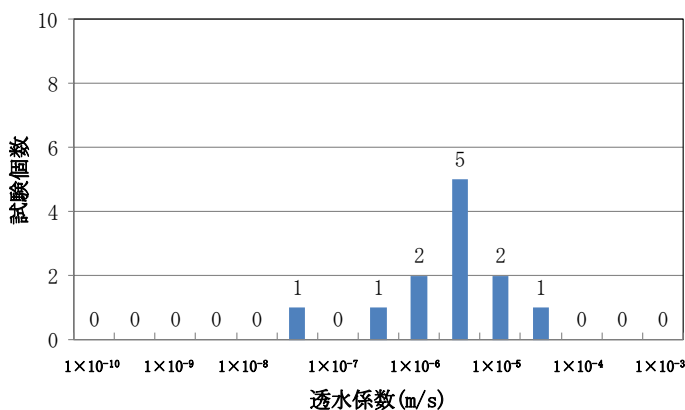
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

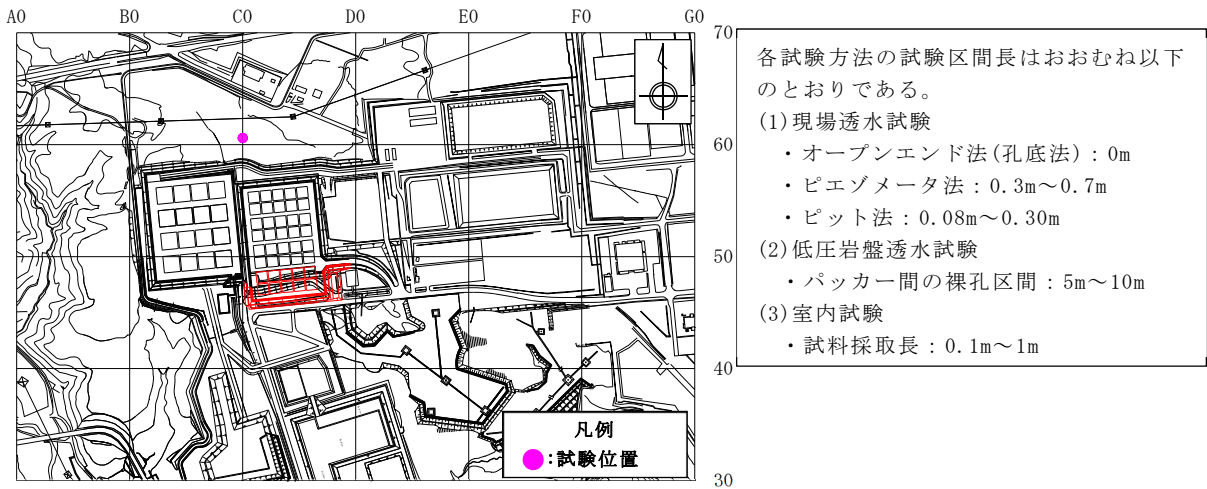


透水係数の頻度分布

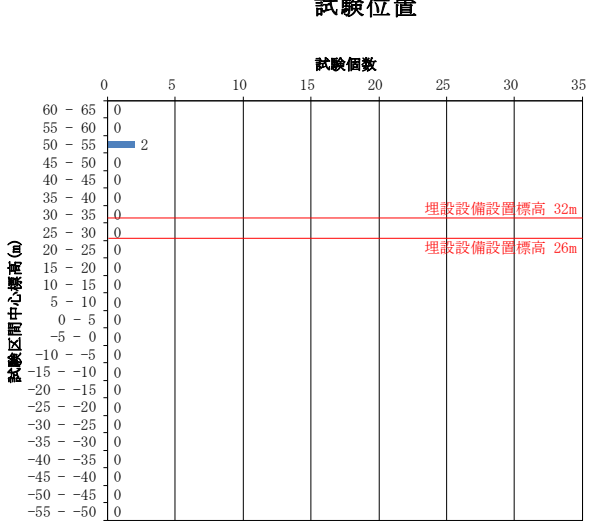
データ个数	12
対数平均値	4.0×10^{-6}
最小値	5.2×10^{-8}
最大値	5.2×10^{-5}
対数の標準偏差	0.8

第 16 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (1/9)

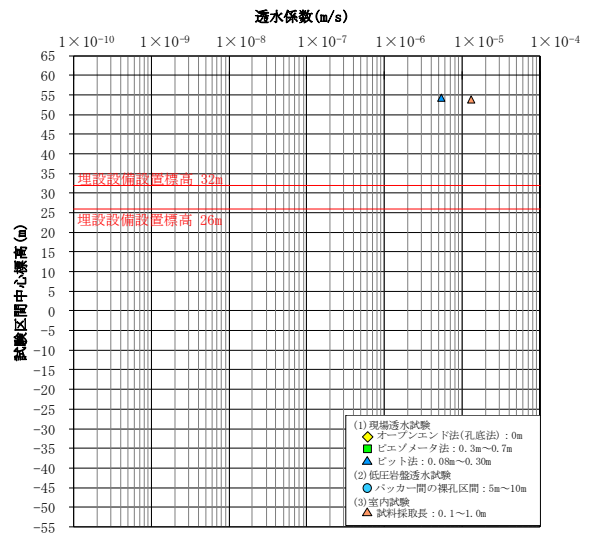
【第四紀層(第四紀層、段丘堆積層)】



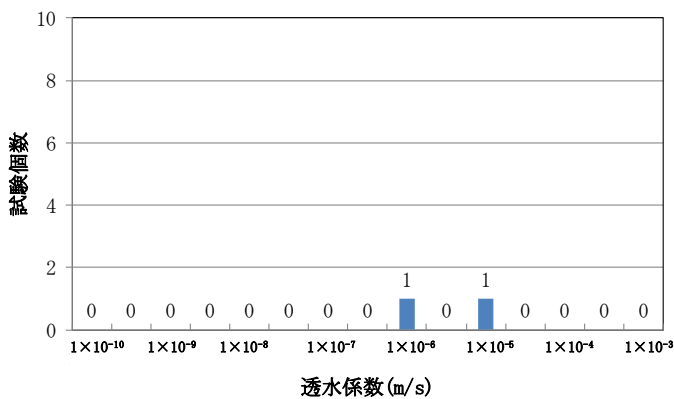
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

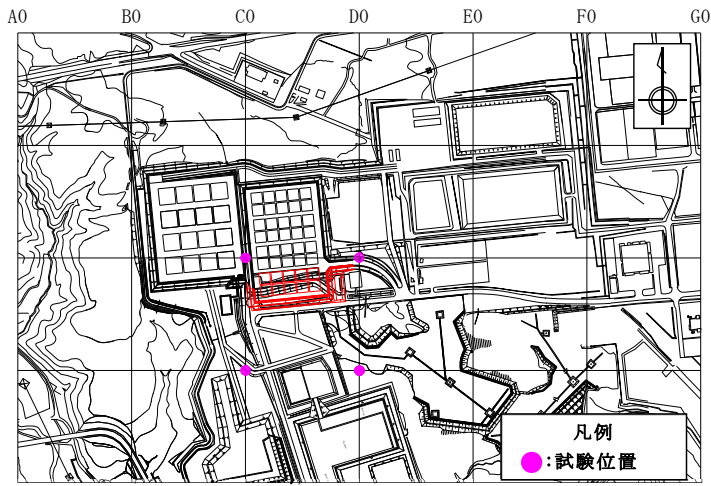


透水係数の頻度分布

データ個数	2
対数平均値	8.4×10^{-6}
最小値	5.4×10^{-6}
最大値	1.3×10^{-5}
対数の標準偏差	0.3

第 16 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (2/9)

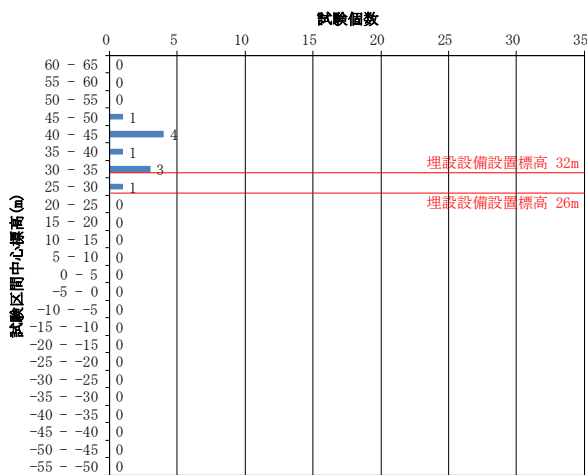
【第四紀層(火山灰層)】



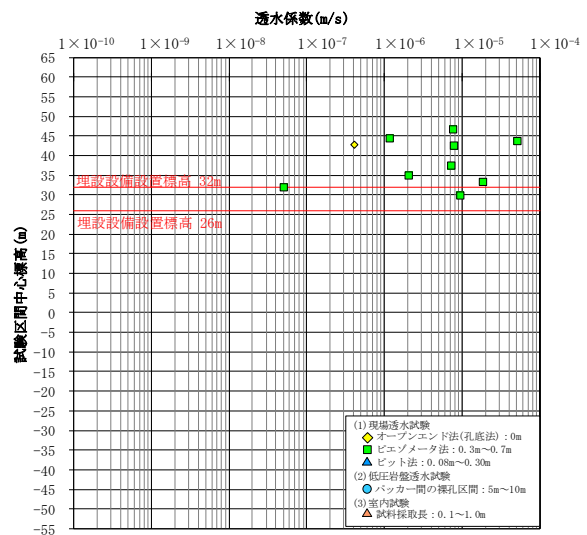
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

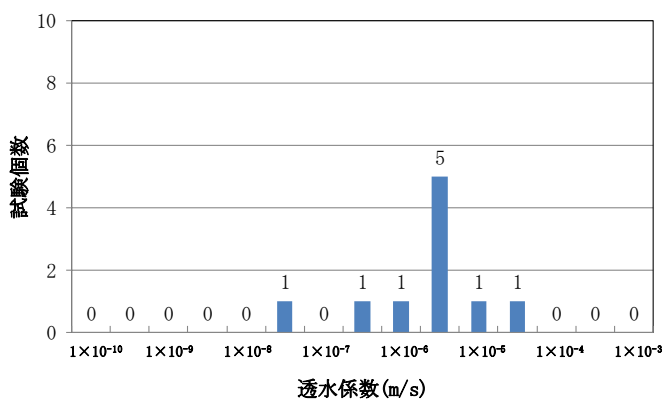
- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ビット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

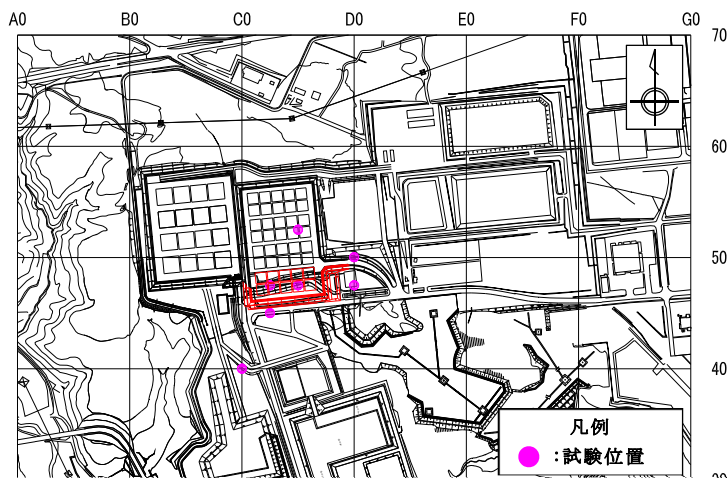


透水係数の頻度分布

データ個数	10
対数平均値	3.4×10^{-6}
最小値	5.2×10^{-8}
最大値	5.2×10^{-5}
対数の標準偏差	0.9

第 16 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (3/9)

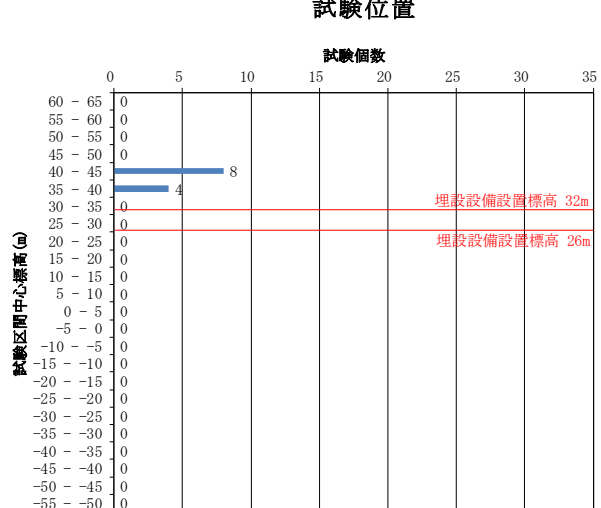
【第四紀層(段丘堆積層)】



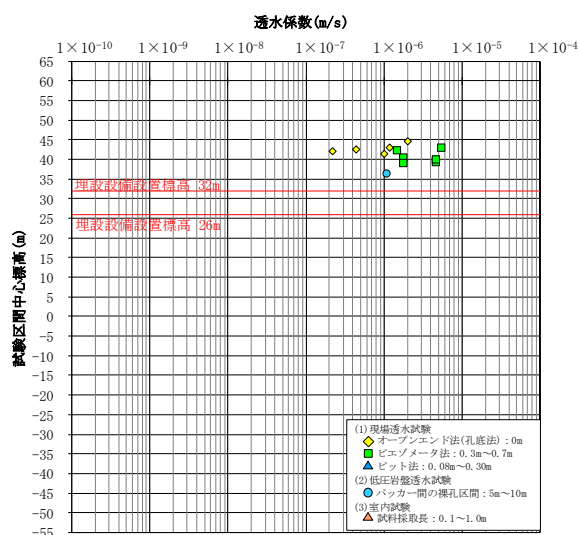
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

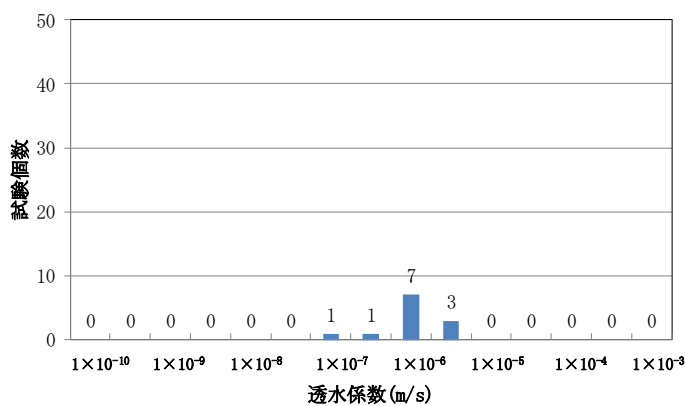
- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

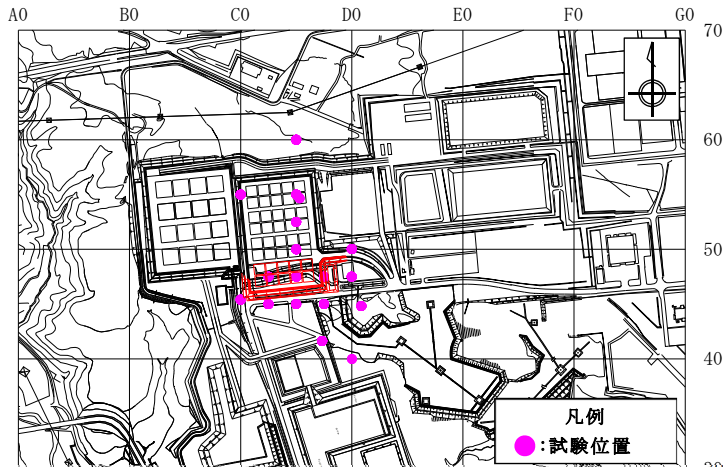


透水係数の頻度分布

データ個数	12
対数平均値	1.5×10^{-6}
最小値	2.2×10^{-7}
最大値	5.6×10^{-5}
対数の標準偏差	0.4

第 16 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (4/9)

【鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)】



試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1)現場透水試験

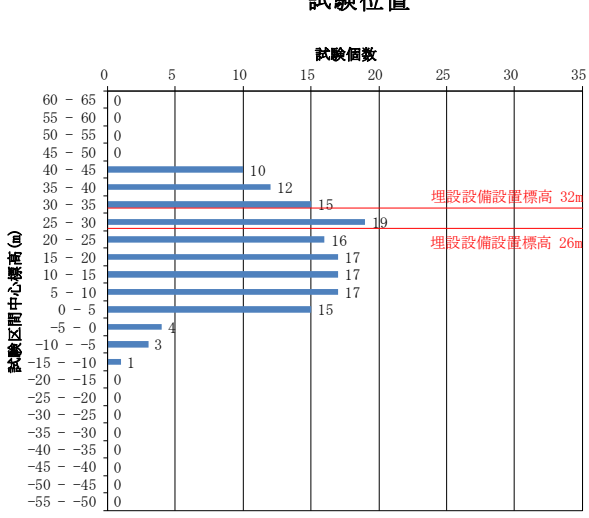
- ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ピット法 : 0.08m~0.30m

(2)低圧岩盤透水試験

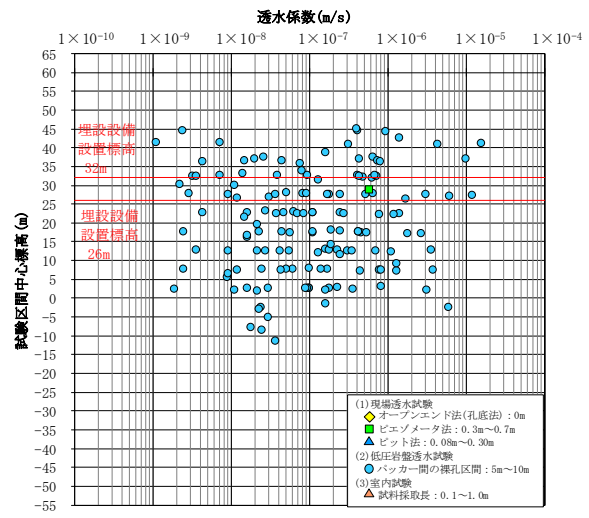
- ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

(3)室内試験

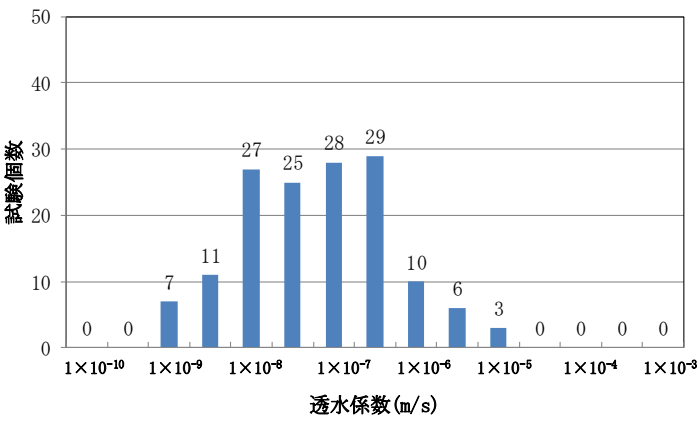
- ・試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布



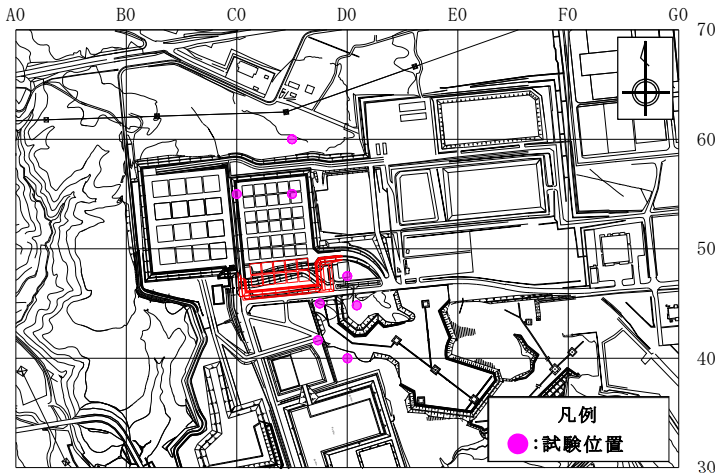
透水係数の頻度分布

データ个数	146
対数平均値	1.1×10^{-7}
最小値	1.1×10^{-9}
最大値	1.6×10^{-5}
対数の標準偏差	0.9

*1:鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数のデータ数は、鷹架層中部層軽石混り砂岩層 (T_{1ps})、粗粒砂岩層 (T_{2cs})、f-a 断層、f-b 断層の透水係数に加え、これらの地質境界にまたがる試験区間の透水係数も含めて整理しているため、これらの地質のデータ数の合計よりも大きな値となっている。

第 16 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (5/9)

【鷹架層中部層 N 値 50 以上】



各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1)現場透水試験

- ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ピット法 : 0.08m~0.30m

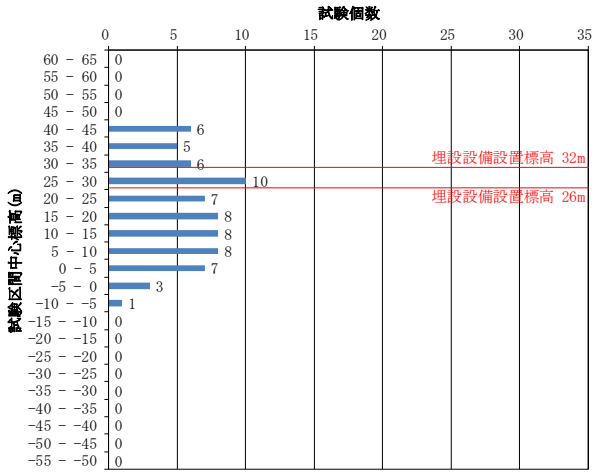
(2)低圧岩盤透水試験

- ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

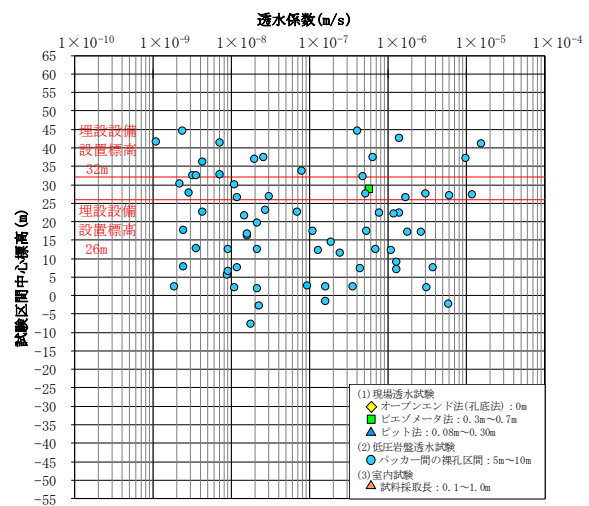
(3)室内試験

- ・試料採取長 : 0.1m~1m

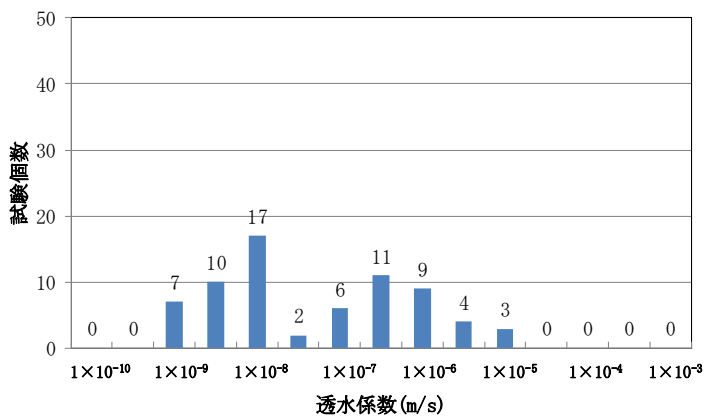
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

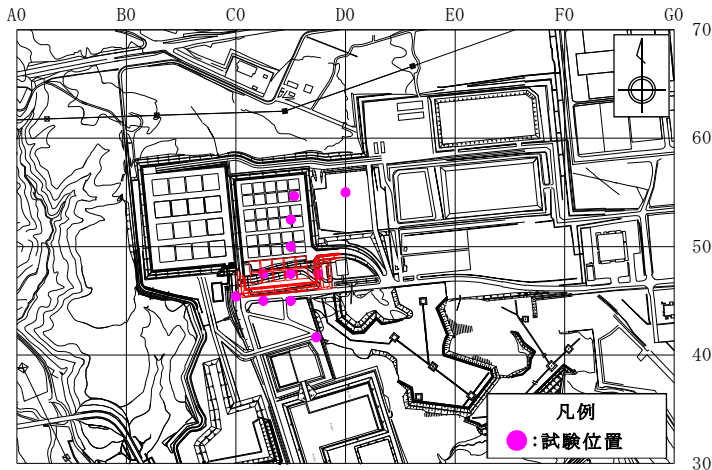


透水係数の頻度分布

データ個数	69
対数平均値	9.1×10^{-8}
最小値	1.1×10^{-9}
最大値	1.6×10^{-5}
対数の標準偏差	1.1

第 16 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (6/9)

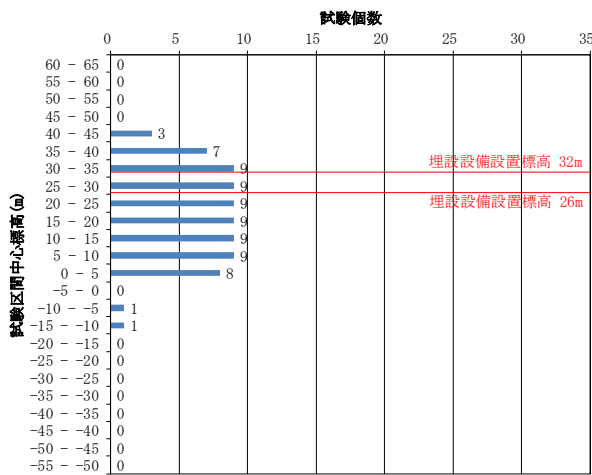
【鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T₂pt)】



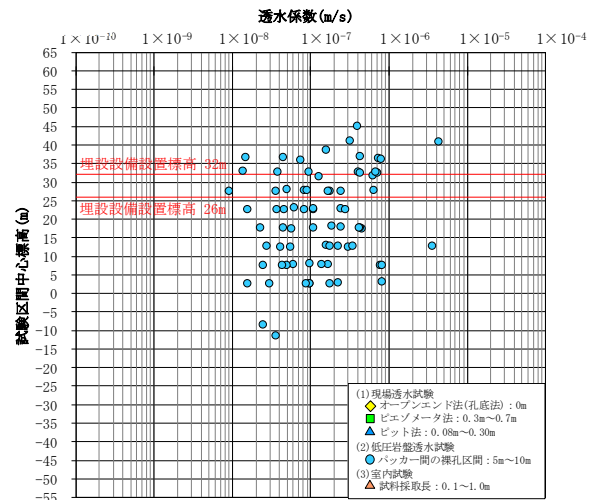
各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ビット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m

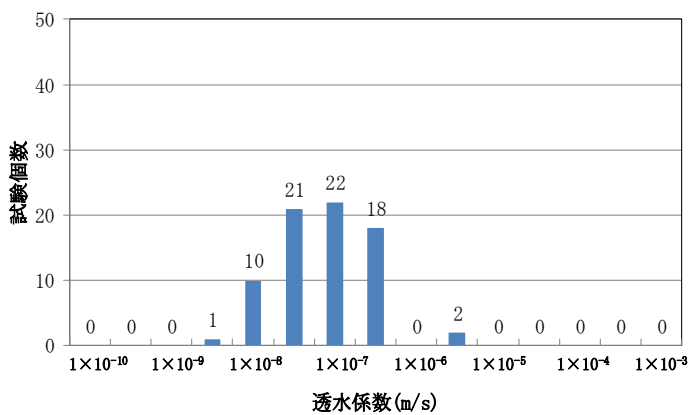
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

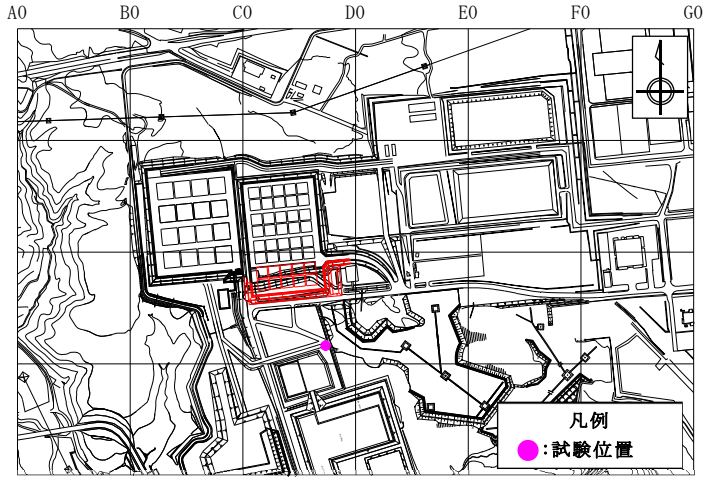


透水係数の頻度分布

データ個数	74
対数平均値	1.3×10^{-7}
最小値	9.2×10^{-9}
最大値	4.4×10^{-6}
対数の標準偏差	0.6

第 16 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (7/9)

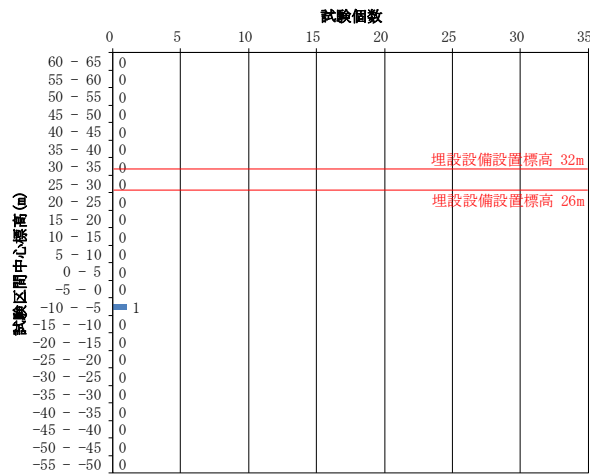
【鷹架層中部層粗粒砂岩層(T₂cs)】



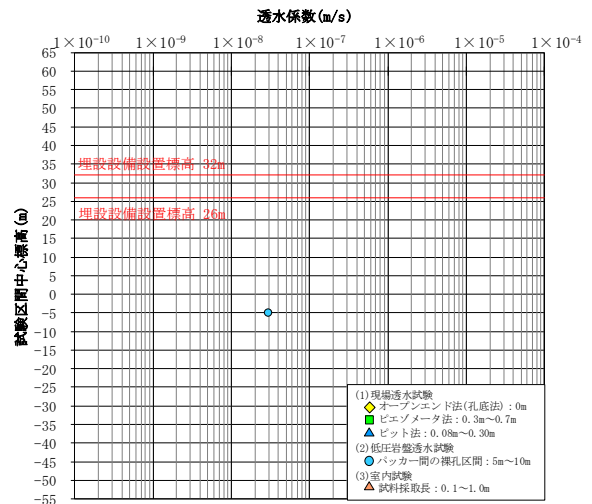
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

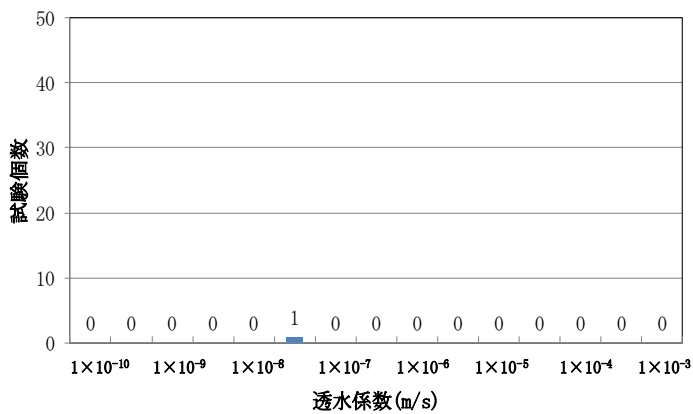
- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ビット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

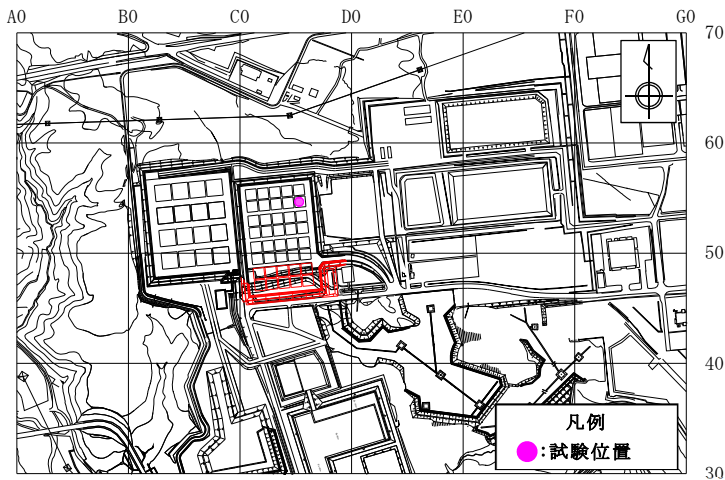


透水係数の頻度分布

データ个数	1
対数平均値	3.0×10^{-8}
最小値	3.0×10^{-8}
最大値	3.0×10^{-8}
対数の標準偏差	-

第 16 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (8/9)

【f-a 断層】



試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1)現場透水試験

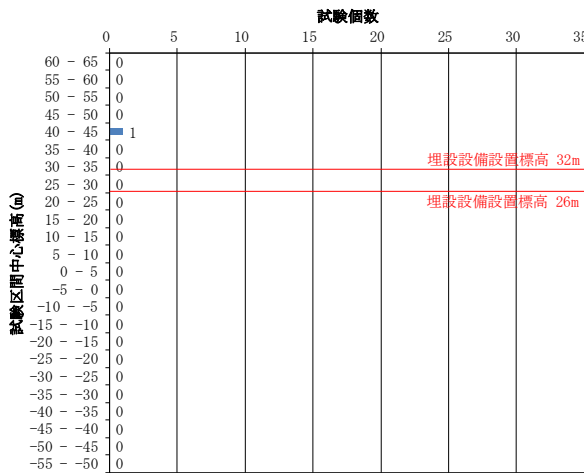
- ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ピット法 : 0.08m~0.30m

(2)低圧岩盤透水試験

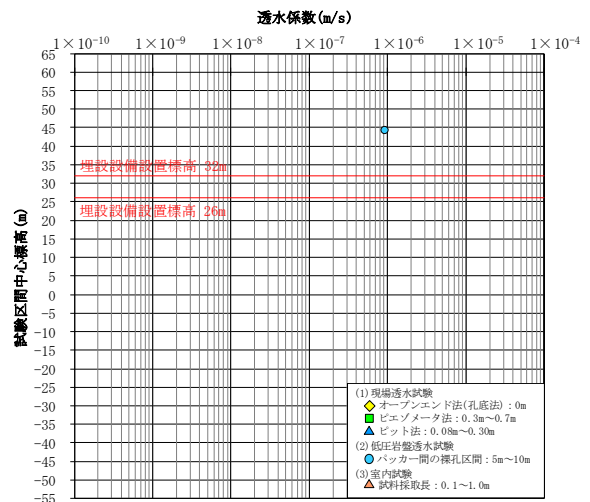
- ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

(3)室内試験

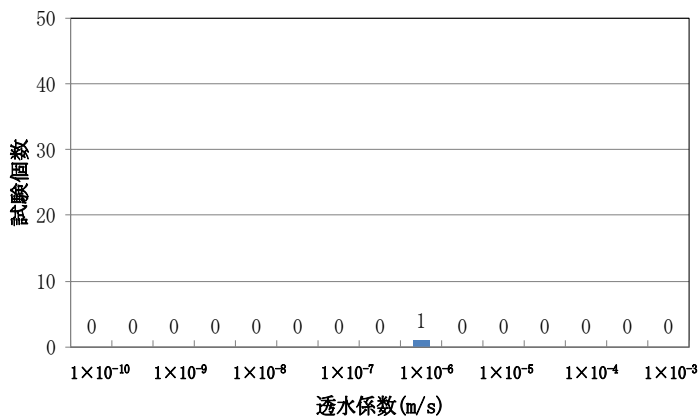
- ・試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布



透水係数の頻度分布

データ個数	1
対数平均値	9.5×10^{-7}
最小値	9.5×10^{-7}
最大値	9.5×10^{-7}
対数の標準偏差	-

第 16 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (9/9)

【f-b 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17図に示す。

なお、前掲した第3表の透水係数の対数平均値、試験個数及び対数の標準偏差は第17図から転記したものである。

以下に、2号廃棄物埋設地及びその付近について、地質及び透水試験の対象、透水試験結果、水理地質区分、断層の透水係数について説明する。

a. 地質及び透水試験の対象

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。岩盤である鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})、土砂である第四紀層（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、f-b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、鷹架層中部層粗粒砂岩層(T_{2cs})、鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T_{2pt})、鷹架層下部層泥岩層(T_{1ms})、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。

b. 透水試験結果

2号廃棄物埋設地及びその付近の土砂である第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)及び鷹架層中部層N値50未満(風化部)の透水係数の対数平均値は、第3表に示すようにそれぞれ $5.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 及び $2.5 \times 10^{-6} \text{m/s}$ であり 10^{-6}m/s オーダーを示す。

2号廃棄物埋設地及びその付近に分布する断層や地層境界を含めた岩盤である鷹架層下部層N値50以上の透水係数の対数平均値は、第3表に示すように $7.8 \times 10^{-8} \text{m/s}$ であり、 10^{-7}m/s に近いオーダーを示す。また、鷹架層中部層N値50以上の大半を占める粗粒砂岩層(T_{2cs})及び軽石凝灰岩層(T_{2pt})の透水係数の対数平均値は、第3表に示すようにそれぞれ $7.3 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 及び $1.3 \times 10^{-7} \text{m/s}$ であり、鷹架層中部層N値50以上の透水係数の対数平均値と同様に 10^{-7}m/s オーダーを示す。

f-c断層、f-b断層及びsf-f断層の透水係数は、第3表に示すようにそれぞれ $2.2 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 、 $4.8 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 及び $2.3 \times 10^{-8} \text{m/s}$ であり、鷹架層中部層N値50以上の透水係数の対数平均値と同様に 10^{-8}m/s オーダーを示し、鷹架層中部層N値50

以上の透水係数の対数平均値よりも小さく、透水性は周辺岩盤よりも小さいと考える。また、鷹架層中部層 N 値 50 以上の試験個数が 128 個に対して、鷹架層中部層 N 値 50 以上に含まれる断層の試験個数が 4 個と少ないことから、鷹架層中部層 N 値 50 以上に含まれる断層の透水係数は、鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数への影響感度が小さいと考える。

c. 水理地質区分

2 号廃棄物埋設地及びその付近の土砂である第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)及び鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)の透水係数の対数平均値は、「b. 透水試験結果」より、それぞれ 5.0×10^{-6} (m/s) 及び 2.5×10^{-6} (m/s) であり 10^{-6} m/s オーダーを示し、その差も小さい方の透水係数を基準にすると 2.0 倍程度と小さい。

2 号廃棄物埋設地及びその付近の鷹架層中部層 N 値 50 以上の大半を占める粗粒砂岩層 (T_{2cs}) 及び軽石凝灰岩層 (T_{2pt}) の透水係数の対数平均値は、「b. 透水試験結果」より、鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数の対数平均値と同様に 10^{-8} m/s オーダーを示し、その差も小さい方の透水係数を基準にすると 3.3 倍程度と小さい。

以上のことから、2 号廃棄物埋設地及びその付近の透水性に着目した水理地質区分は、土砂である第四紀層(段丘堆積層、火山灰層)及び鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)、と岩盤である鷹架層中部層 N 値 50 以上の大きく 2 つに区分できる。

d. 断層の水理地質

2 号廃棄物埋設地付近に分布する f-a 断層、sf 系断層 (f-b 断層及び sf-f 断層) の水理地質について以下に説明する。

(a) f-c 断層

敷地に分布する鷹架層中における f-c 断層は、断層面に鏡肌、条線が見られ、一部にセピオライト(粘土鉱物)を挟む。したがって、f-c 断層の基質部及び断層面の透水性は周辺岩盤と同程度(透水係数 1.0×10^{-8} m/s オーダー)かそれよりも小さいと考える。

一方、f-c 断層沿いには、周辺岩盤よりも透水性の大きい割れ目が確認されていないことから、f-c 断層沿いに割れ目があったとしてもその数は少ないと考える。

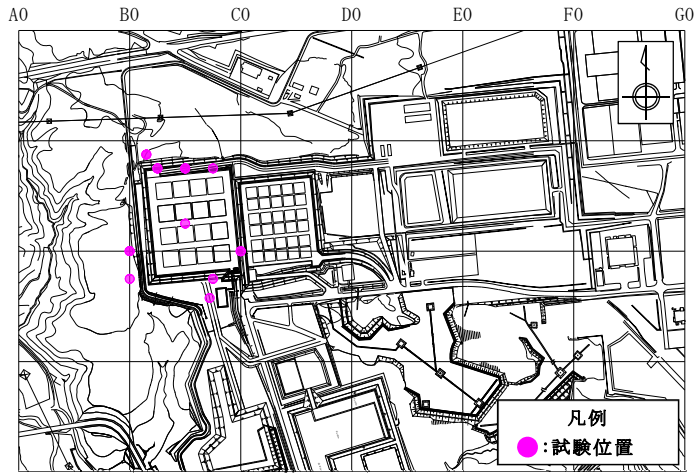
(b) sf 系断層

敷地に分布する鷹架層中における sf 系断層 (f-b 断層及び sf-f 断層) は、断

層面が固結、ゆ着している。したがって、sf系断層の基質部及び断層面の透水性は周辺岩盤と同程度(透水係数 $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダー)と考える。

一方、sf系断層沿いには、割れ目が分布する。透水試験結果のうち透水係数の大きいデータ(透水係数 $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダーを超えるデータ)は割れ目が分布する箇所に該当するデータであると考ええる。

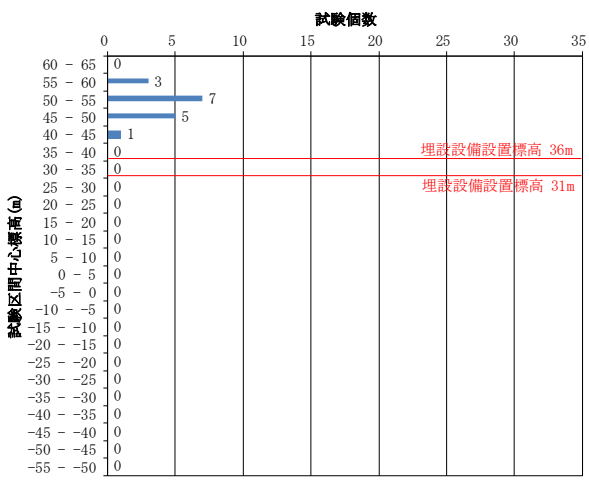
以上のように、f-c断層及びsf系断層は、基質部と断層部の透水係数が $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダー、割れ目の透水係数が $1.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ オーダーを超え、これらが混在した状況であることから、埋設設備から流出した地下水の移行経路上の短絡経路にはならないと考える。



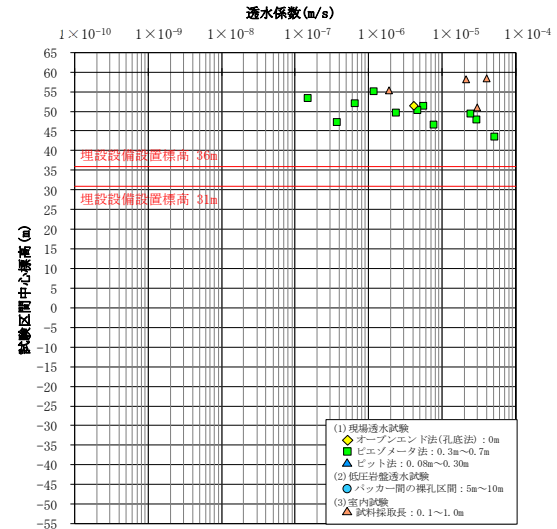
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

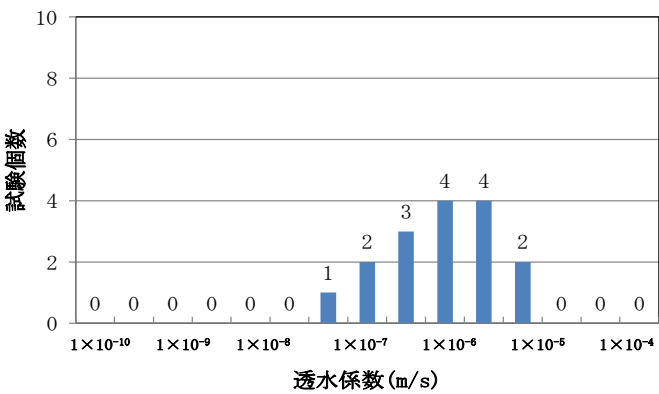
- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

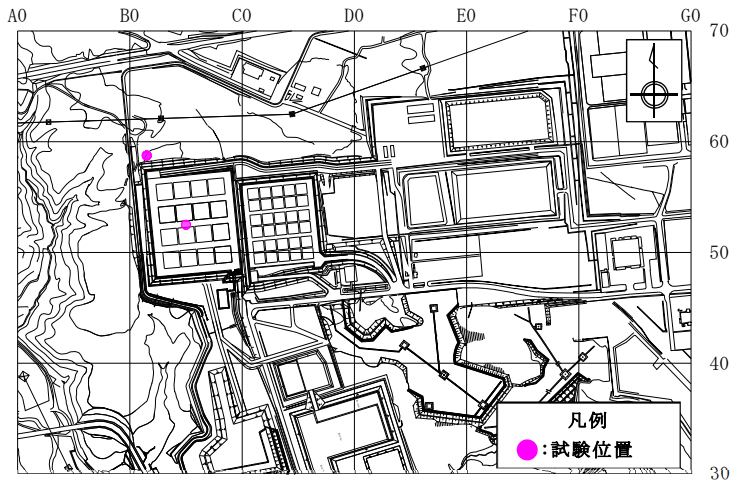


透水係数の頻度分布

データ個数	16
対数平均値	5.0×10^{-6}
最小値	1.5×10^{-7}
最大値	5.2×10^{-5}
対数の標準偏差	0.8

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (1/11)

【第四紀層(火山灰層、段丘堆積層)】



試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1)現場透水試験

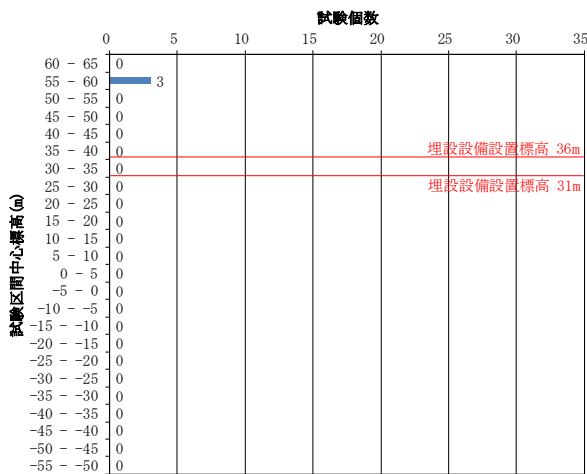
- ・オープンエンド法(孔底法)：0m
- ・ピエゾメータ法：0.3m～0.7m
- ・ピット法：0.08m～0.30m

(2)低圧岩盤透水試験

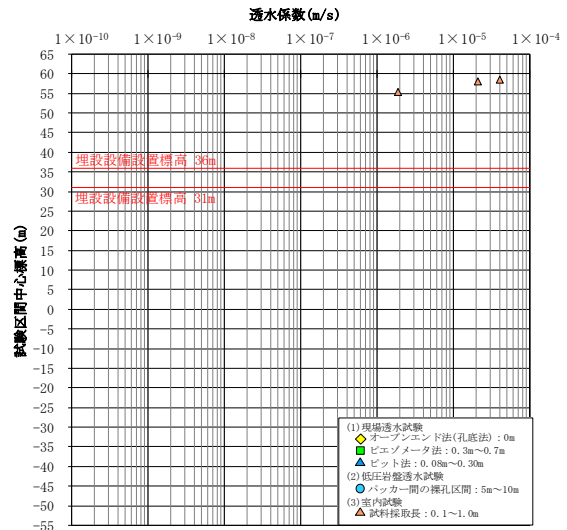
- ・パッカー間の裸孔区間：5m～10m

(3)室内試験

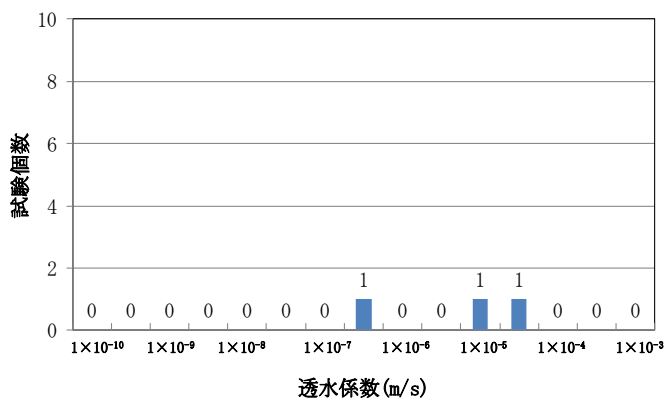
- ・試料採取長：0.1m～1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

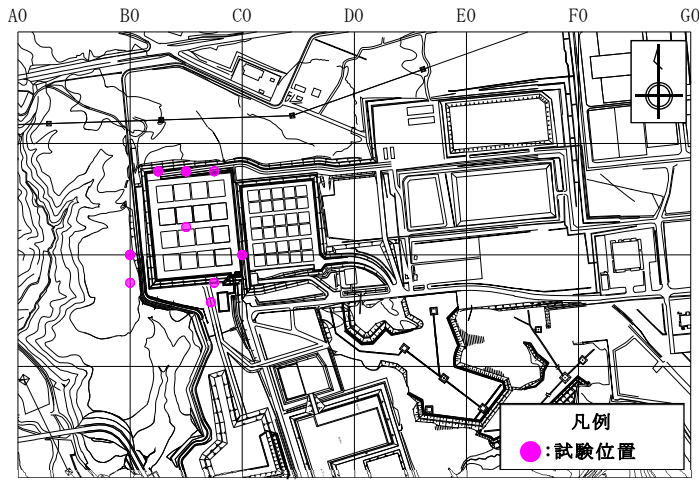


透水係数の頻度分布

データ個数	3
対数平均値	1.2×10^{-5}
最小値	1.9×10^{-6}
最大値	4.0×10^{-5}
対数の標準偏差	0.7

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (2/11)

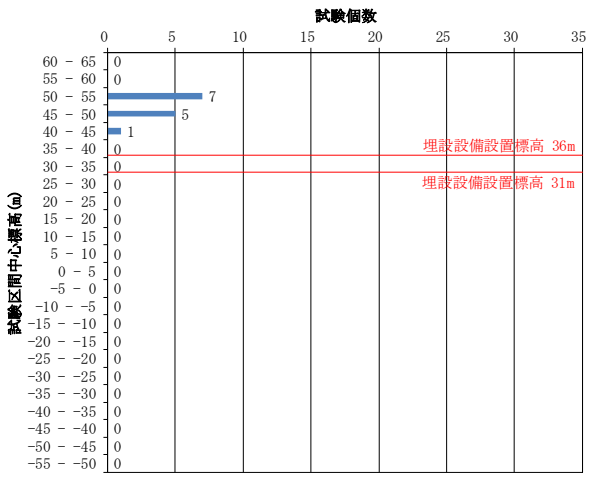
【第四紀層(火山灰層)】



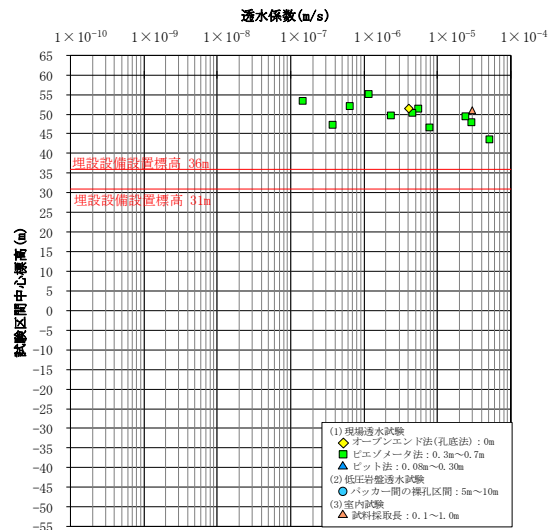
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

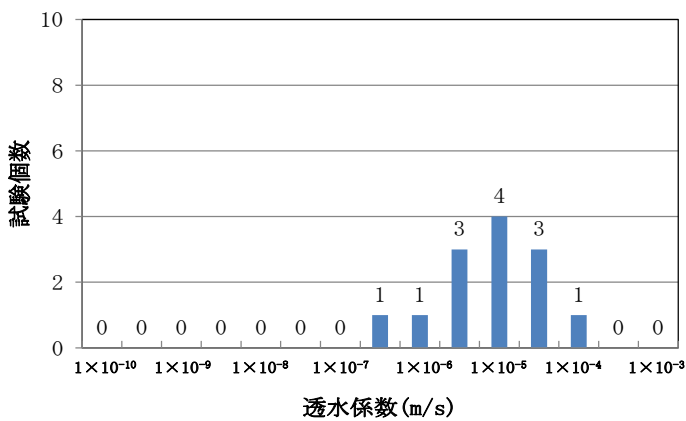
- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

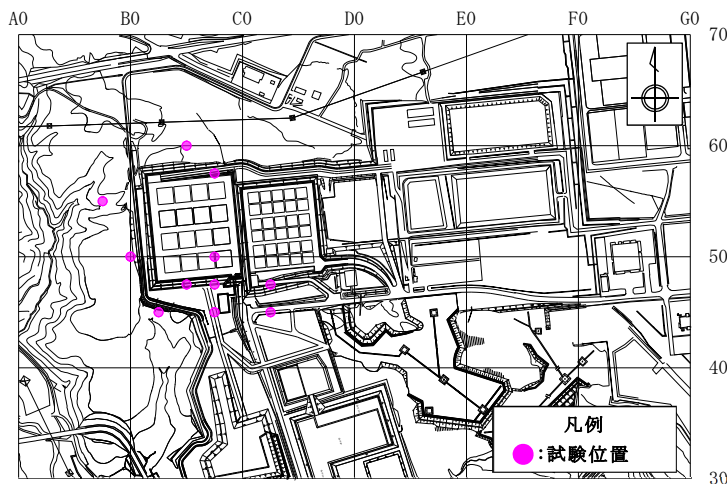


透水係数の頻度分布

データ個数	13
対数平均値	4.2×10^{-6}
最小値	1.5×10^{-7}
最大値	5.2×10^{-5}
対数の標準偏差	0.8

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (3/11)

【第四紀層(段丘堆積層)】



試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1) 現場透水試験

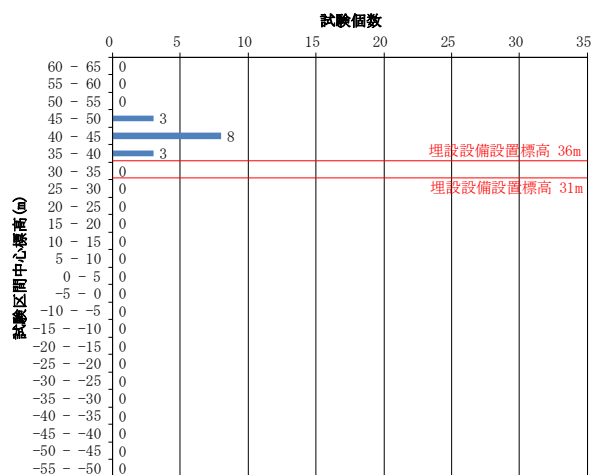
- ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ピット法 : 0.08m~0.30m

(2) 低圧岩盤透水試験

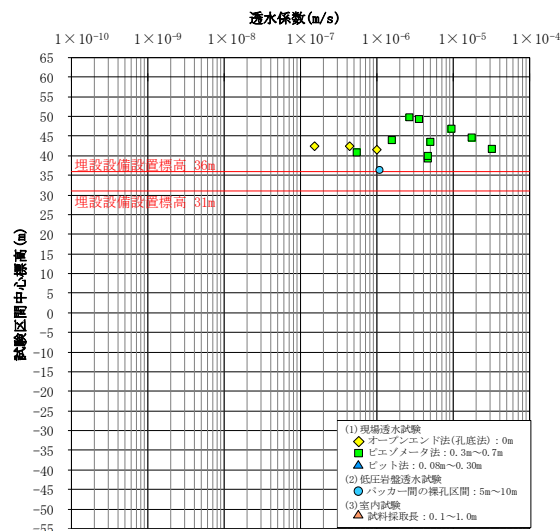
- ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

(3) 室内試験

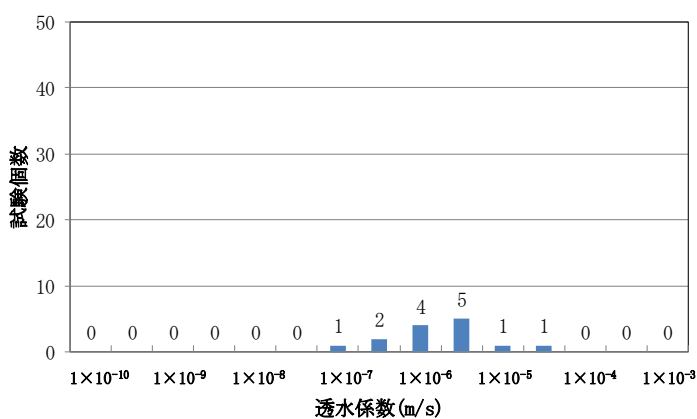
- ・試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

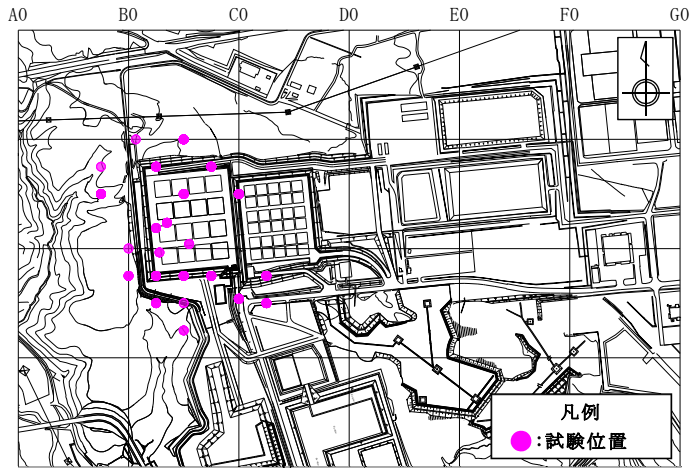


透水係数の頻度分布

データ個数	14
対数平均値	2.5×10^{-6}
最小値	1.5×10^{-7}
最大値	3.3×10^{-5}
対数の標準偏差	0.6

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (4/11)

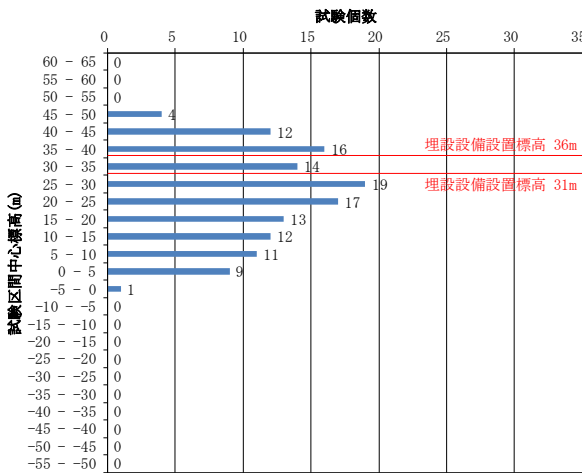
【鷹架層中部層 N 値 50 未満(風化部)】



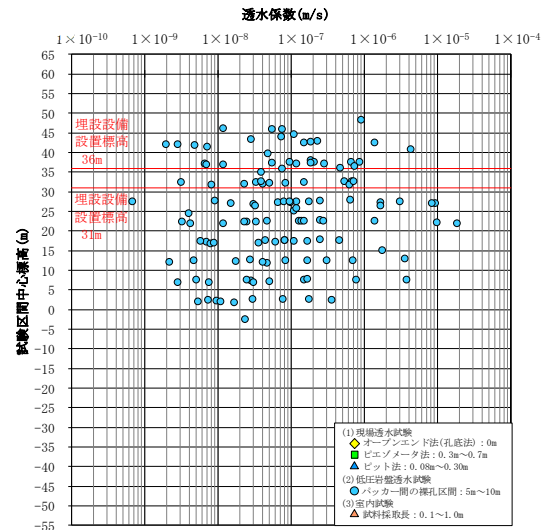
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

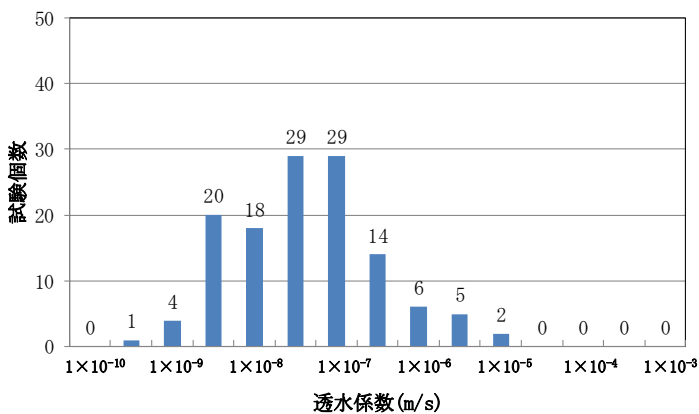
- (1) 現場透水試験
 - ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布



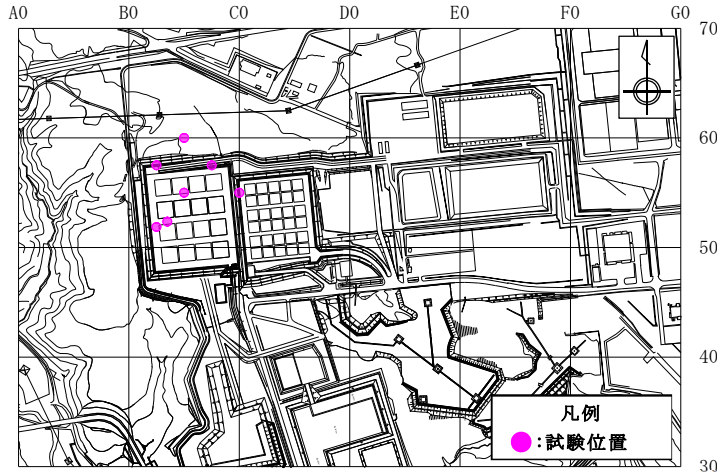
透水係数の頻度分布

データ個数	128
対数平均値	7.8×10^{-8}
最小値	6.9×10^{-10}
最大値	1.9×10^{-5}
対数の標準偏差	0.9

*1: 鷹架層中部層 N 値 50 以上の透水係数のデータ数は、鷹架層中部層軽石混り砂岩層 (T_{ps})、粗粒砂岩層 (T_{cs})、f-c 断層、f-b 断層、sf-f 断層の透水係数に加え、これらの地質境界にまたがる試験区間の透水係数も含めて整理しているため、これらの地質のデータ数の合計よりも大きな値となっている。

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (5/11)

【鷹架層中部層 N 値 50 以上】



各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1) 現場透水試験

- ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ ピット法 : 0.08m~0.30m

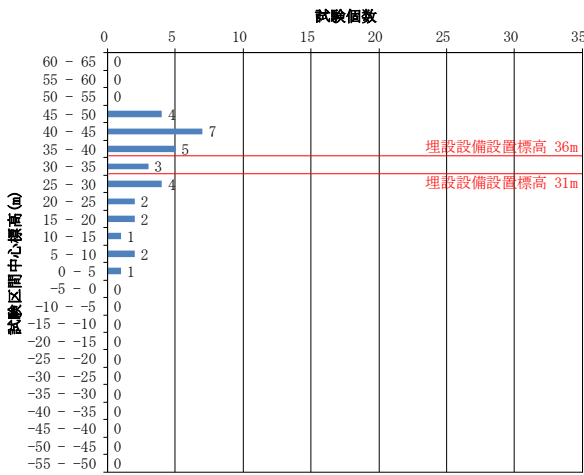
(2) 低圧岩盤透水試験

- ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

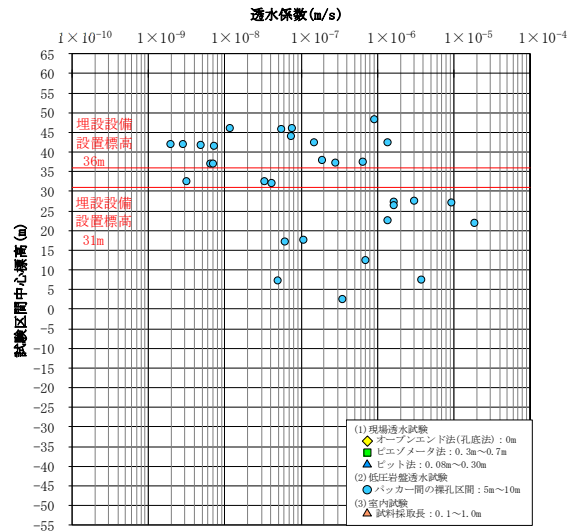
(3) 室内試験

- ・ 試料採取長 : 0.1m~1m

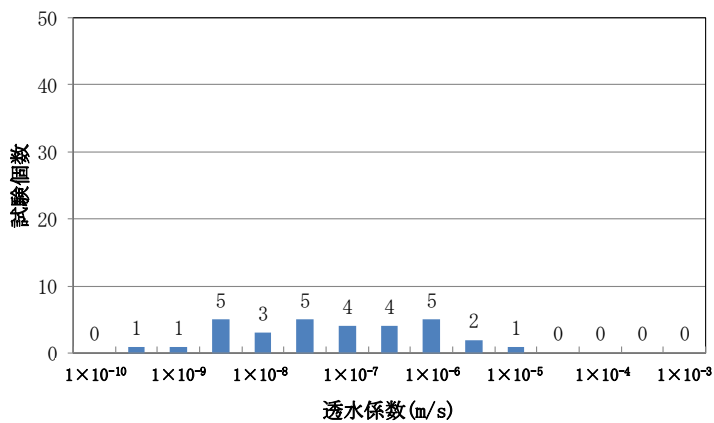
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

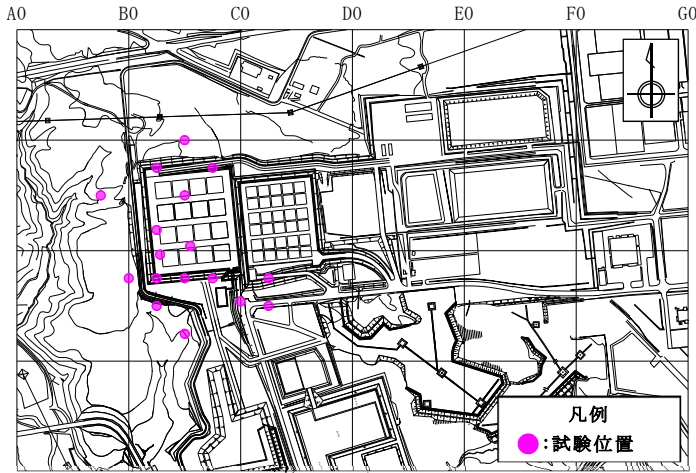


透水係数の頻度分布

データ個数	31
対数平均値	1.3×10^{-7}
最小値	2.0×10^{-9}
最大値	1.9×10^{-5}
対数の標準偏差	1.1

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (6/11)

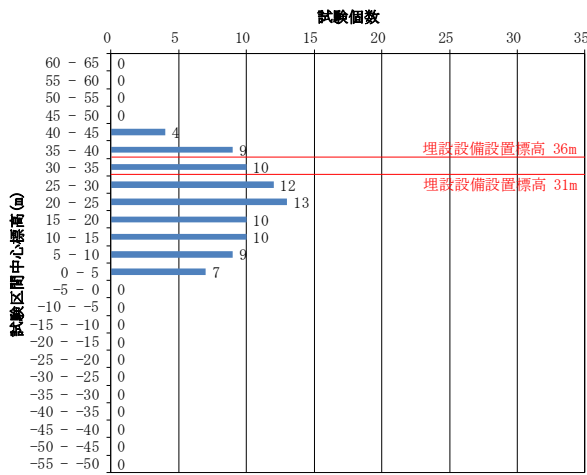
【鷹架層中部層軽石凝灰岩層(T₂pt)】



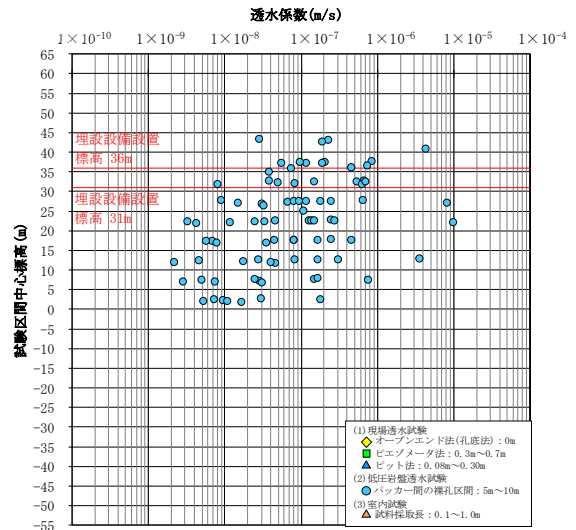
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

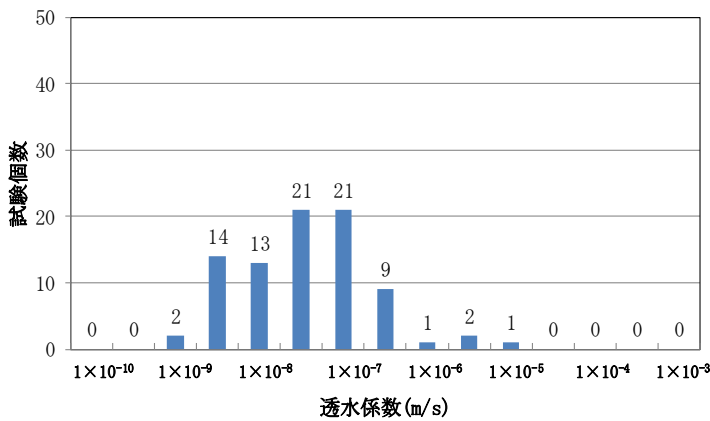
- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

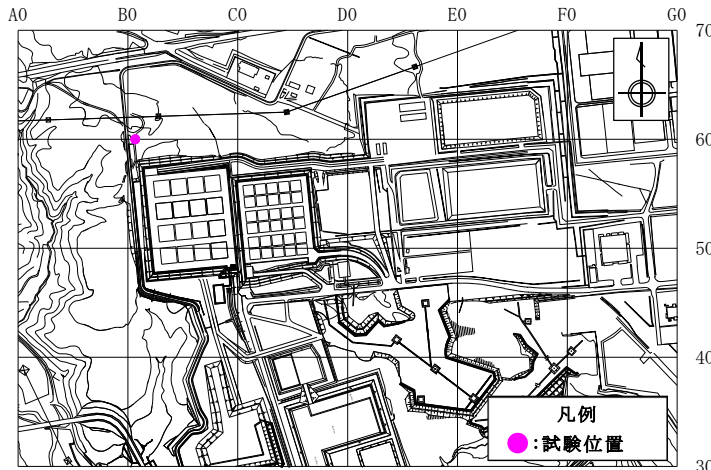


透水係数の頻度分布

データ個数	84
対数平均値	7.3×10^{-8}
最小値	2.2×10^{-9}
最大値	1.0×10^{-5}
対数の標準偏差	0.8

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (7/11)

【鷹架層中部層粗粒砂岩層(T₂cs)】



試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

(1)現場透水試験

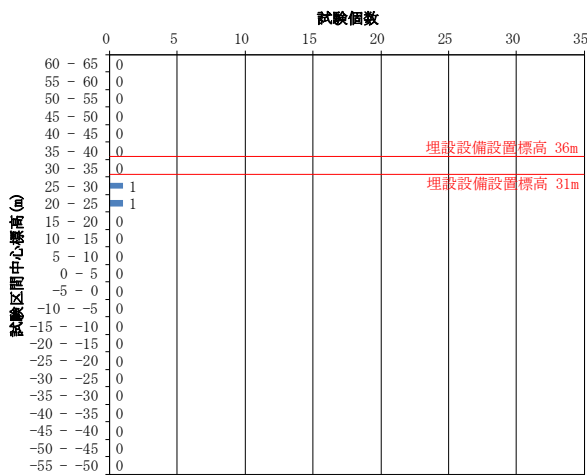
- ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
- ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
- ・ビット法 : 0.08m~0.30m

(2)低圧岩盤透水試験

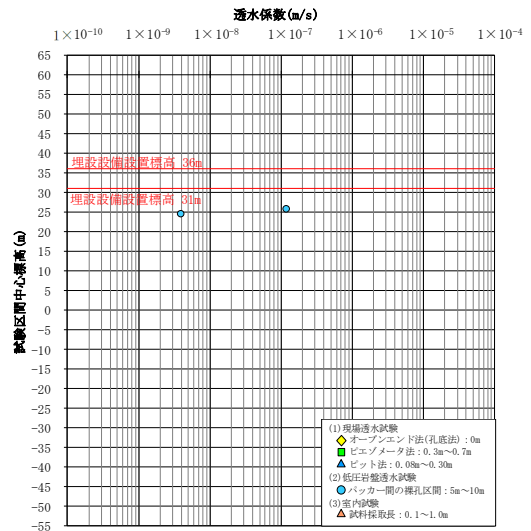
- ・バッカー間の裸孔区間 : 5m~10m

(3)室内試験

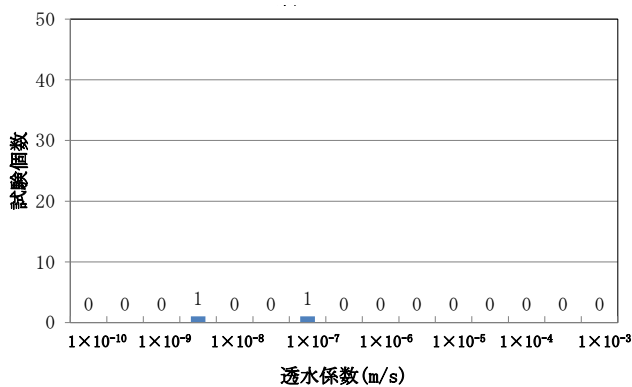
- ・試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

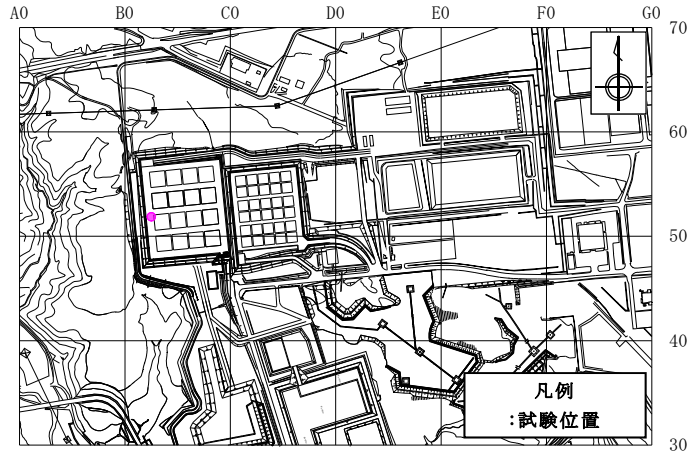


透水係数の頻度分布

データ個数	2
対数平均値	2.2×10^{-8}
最小値	4.0×10^{-9}
最大値	1.2×10^{-7}
対数の標準偏差	1.0

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (8/11)

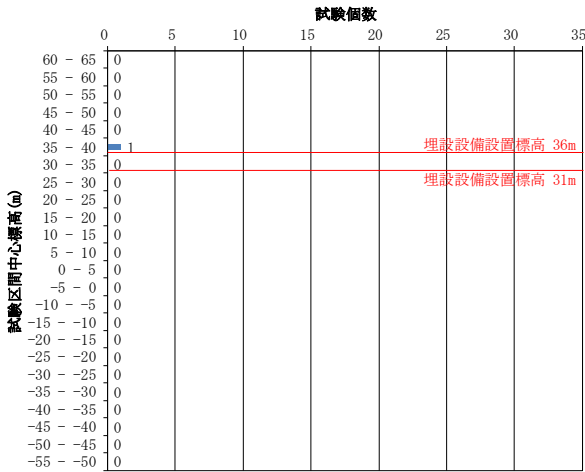
【f-c 断層】



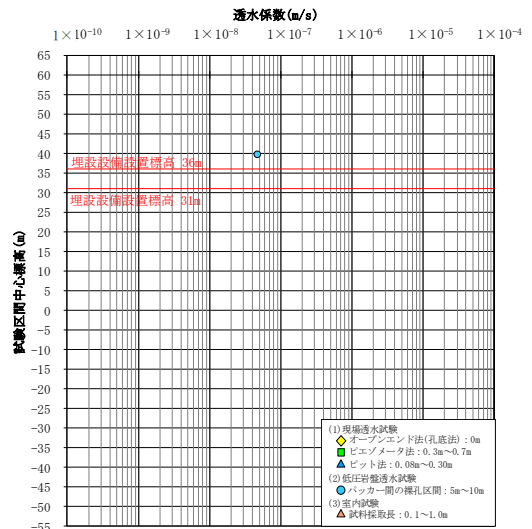
各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

- (1) 現場透水試験
 - ・オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・試料採取長 : 0.1m~1m

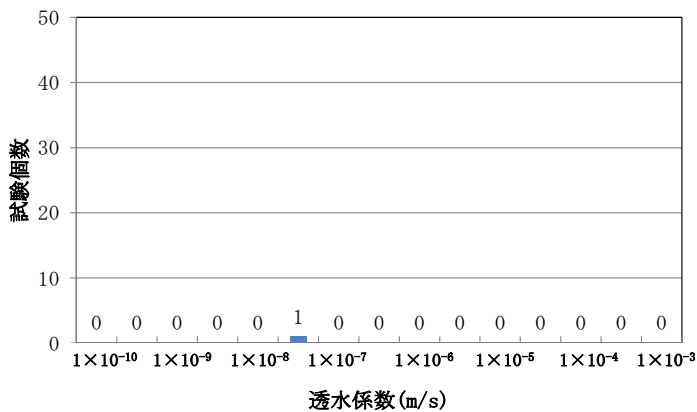
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

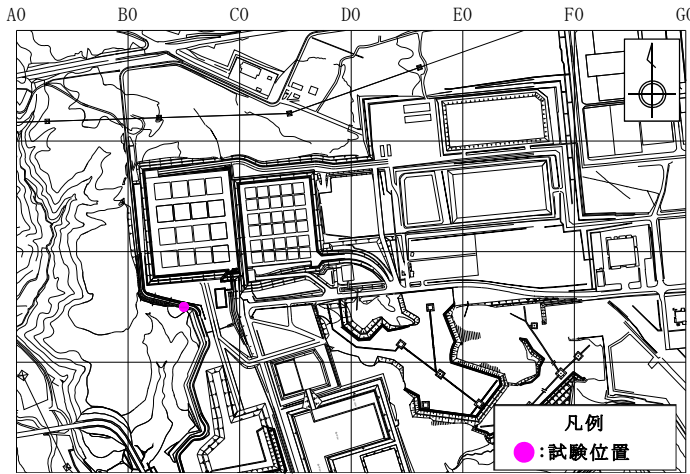


透水係数の頻度分布

データ個数	1
対数平均値	4.8×10^{-8}
最小値	4.8×10^{-8}
最大値	4.8×10^{-8}
対数の標準偏差	-

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ (9/11)

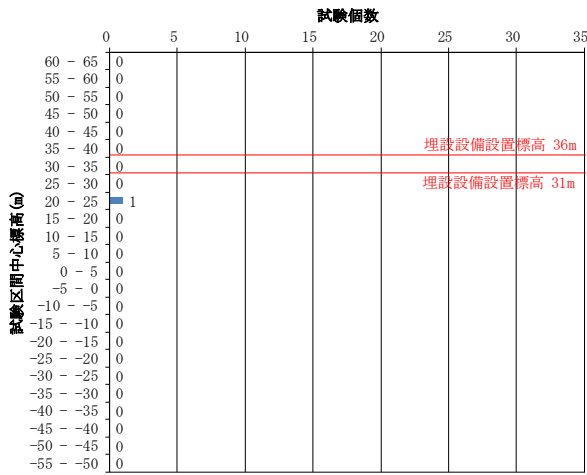
【f-b 断層】



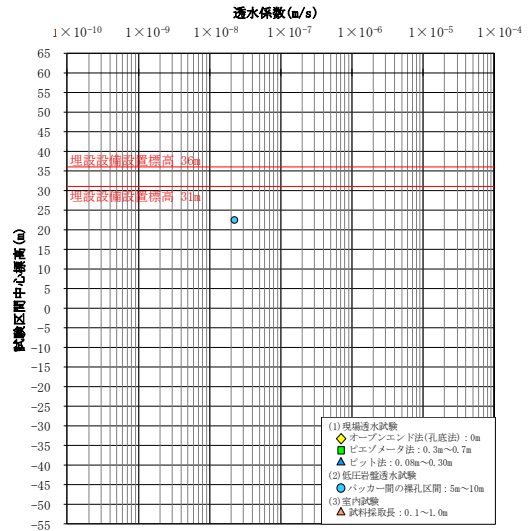
各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ビット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m

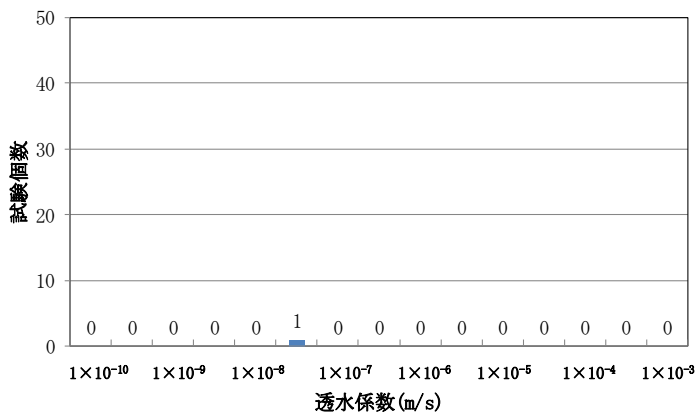
試験位置



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布

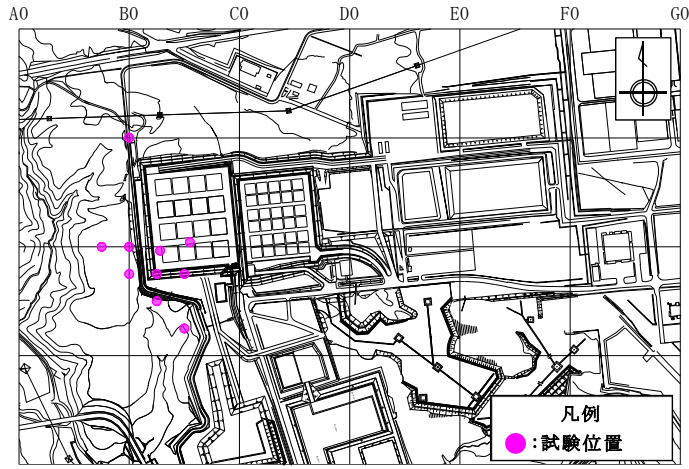


透水係数の頻度分布

データ個数	1
対数平均値	2.3×10^{-8}
最小値	2.3×10^{-8}
最大値	2.3×10^{-8}
対数の標準偏差	-

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ(10/11)

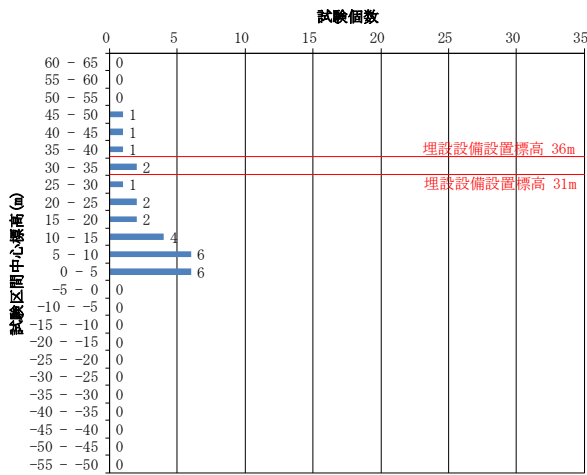
【sf-f 断層】



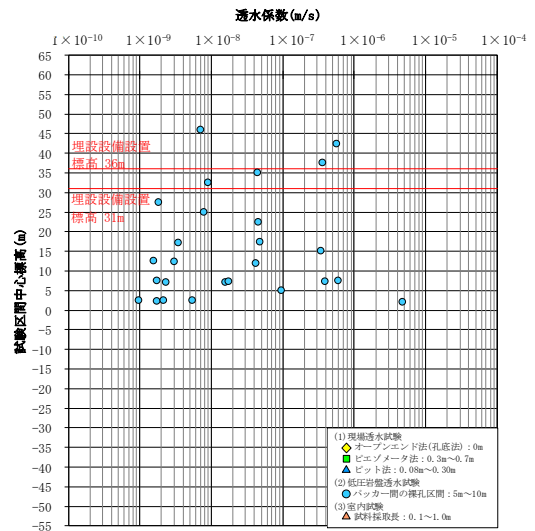
試験位置

各試験方法の試験区間長はおおむね以下のとおりである。

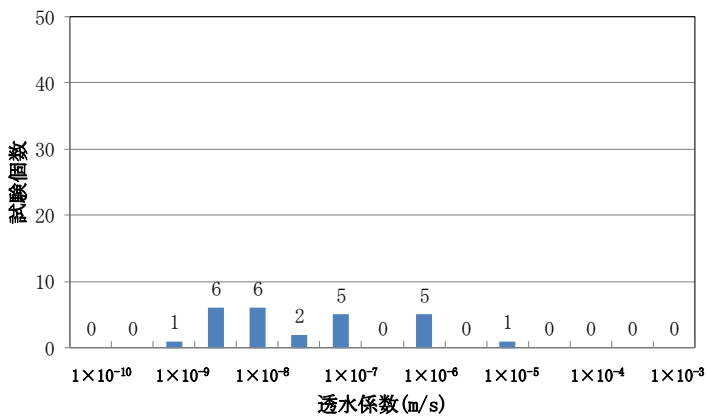
- (1) 現場透水試験
 - ・ オープンエンド法(孔底法) : 0m
 - ・ ピエゾメータ法 : 0.3m~0.7m
 - ・ ピット法 : 0.08m~0.30m
- (2) 低圧岩盤透水試験
 - ・ パッカー間の裸孔区間 : 5m~10m
- (3) 室内試験
 - ・ 試料採取長 : 0.1m~1m



試験区間中心標高の頻度分布



透水係数の標高分布



透水係数の頻度分布

データ個数	26
対数平均値	2.1×10^{-8}
最小値	1.0×10^{-9}
最大値	4.8×10^{-6}
対数の標準偏差	1.0

第 17 図 透水試験位置及び透水係数・試験標高頻度グラフ(11/11)

【鷹架層下部層泥岩層 N 値 50 以上】

敷地の水質試験結果

目 次

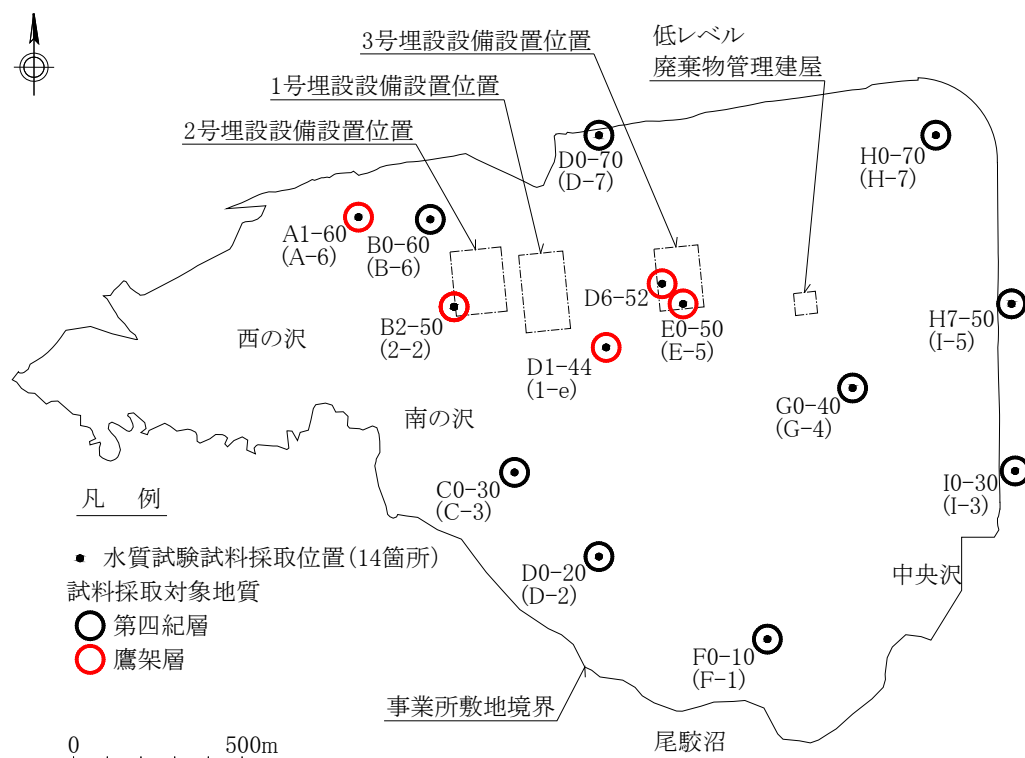
1. 目的.....	1
2. 水質試驗位置.....	1
3. 水質試驗方法.....	2
4. 水質試驗結果.....	3

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、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
硫酸物イオン(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風送塩が混入し、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) 敷地全体

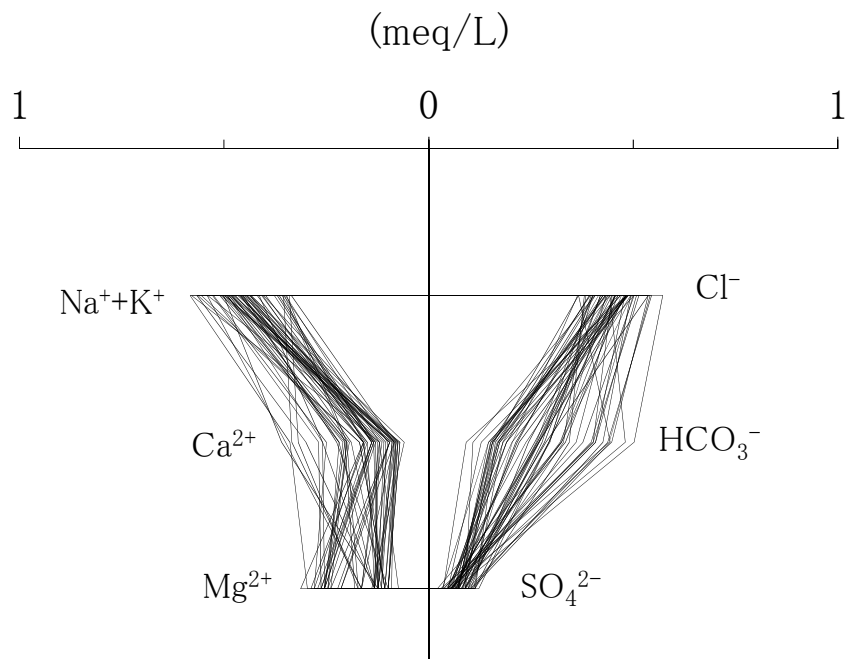
項目	単位	測定結果			
		範囲	平均	標準偏差	個数
マグネシウムイオン (Mg ²⁺)	mg/L	0.1~3.8	2.2	0.9	73
カルシウムイオン (Ca ²⁺)	mg/L	0.1 未満~7.2	3.2	1.6	73
ナトリウムイオン (Na ⁺)	mg/L	7.2~31.5	11.7	5.1	73
カリウムイオン (K ⁺)	mg/L	0.5~5.6	1.1	0.87	73
硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/L	1.0~21.7	5.0	4.6	73
炭酸水素イオン (HCO ₃ ⁻)	mg/L	5.6~51.9	19.2	9.7	73
塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/L	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

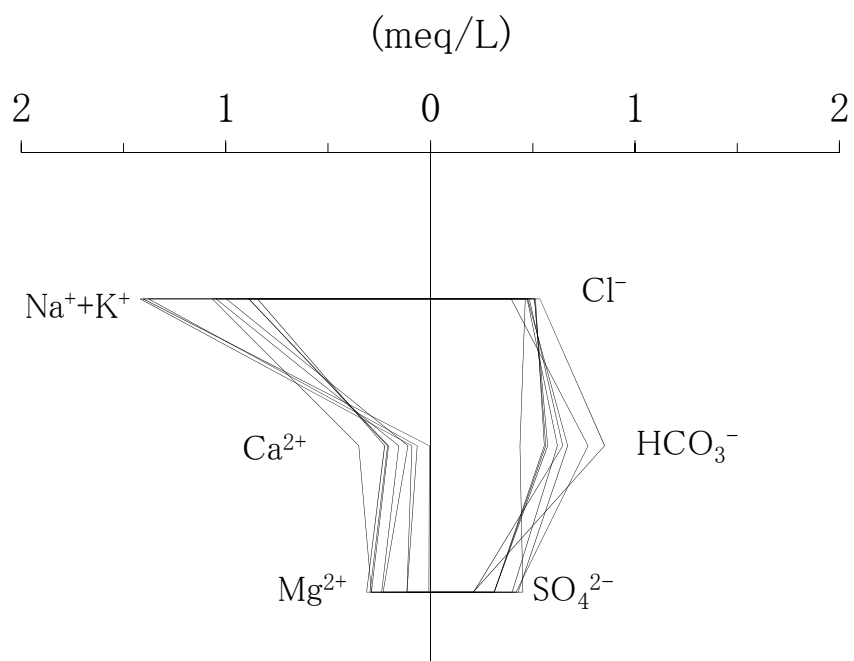
項目	単位	測定結果			
		範囲	平均	標準偏差	個数
マグネシウムイオン (Mg ²⁺)	mg/L	0.9~3.8	2.1	0.83	64
カルシウムイオン (Ca ²⁺)	mg/L	1.2~7.2	3.2	1.6	64
ナトリウムイオン (Na ⁺)	mg/L	7.2~12.8	10.0	1.4	64
カリウムイオン (K ⁺)	mg/L	0.50~2.1	0.84	0.28	64
硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/L	1.0~5.9	3.4	1.1	64
炭酸水素イオン (HCO ₃ ⁻)	mg/L	5.6~30.6	16.4	6.3	64
塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/L	12.9~20.3	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



第 2 図 ヘキサダイアグラム (1/2) 第四紀層



第 2 図 ヘキサダイアグラム (2/2) 鷹架層

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、敷地中央部の沢を経て尾駈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。

現在の敷地及びその周辺の社会環境を考慮すると、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灌漑農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以下を設定する。

- ① 河川水中の水産物の摂取による内部被ばく
- ② 河川水を利用して生産される灌漑農産物の摂取による内部被ばく
- ③ 河川水を利用する灌漑作業による外部被ばく及び内部被ばく

これらは廃棄物埋設地を通過する地下水が南側の尾駈沼に移行し、尾駈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

廃棄物埋設地の北側の老部川の利用に伴う被ばく経路と廃棄物埋設地の南側の尾駈沼又は沢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。また、灌漑作業時間については、最も厳しい自然事象シナリオと同様に 500h/y とした。

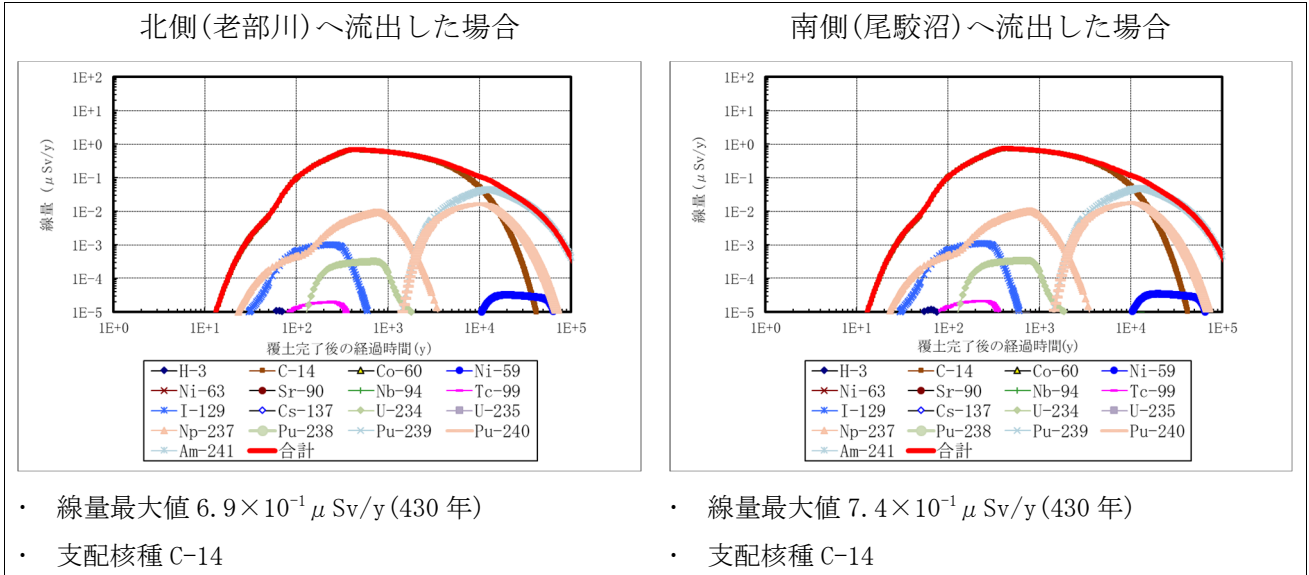
第1表 評価パラメータの比較

	尾駈沼又は沢	老部川	備考
交換水量 (m^3/y)	尾駈沼： 1.3×10^7 沢： 2.4×10^5	1.4×10^7	老部川の交換水量に関しては、尾駈沼及び老部川の平水流量×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敷地境界までの距離を参考に設定。ただし、評価においては移行距離の差は考慮せず、上記の交換水量のみを変更した。

3. 線量評価結果への影響

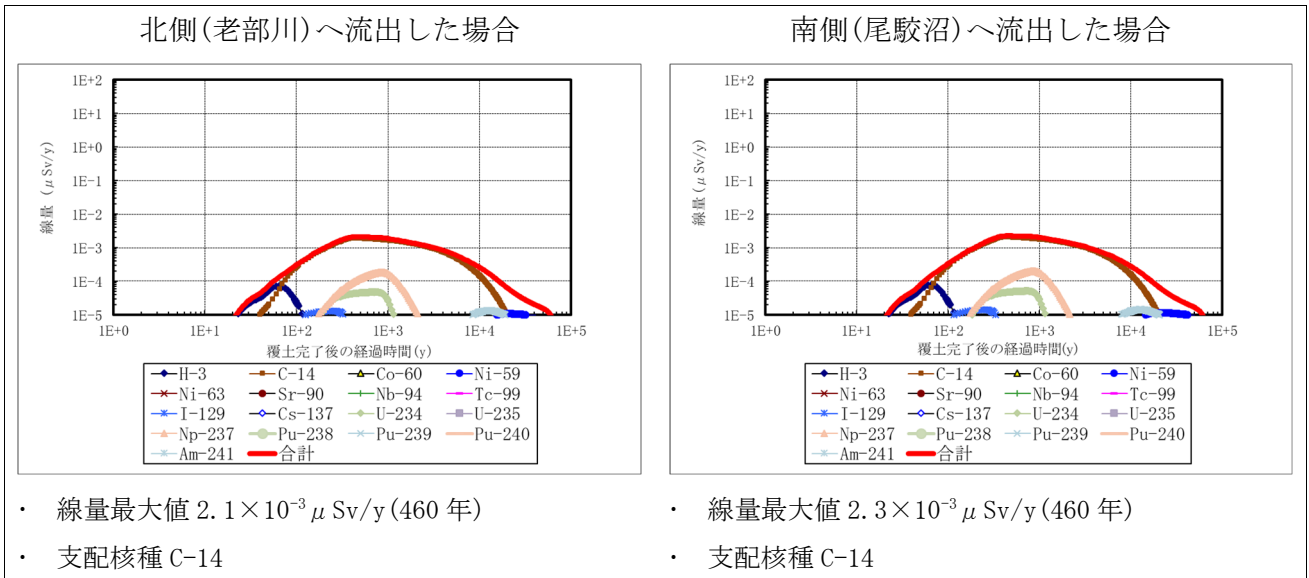
線量評価結果への影響を比較するため、交換水量を変化させた場合の、3号廃棄物埋設施設の最も可能性が高い自然事象シナリオにおける河川の利用に伴う被ばく経路における線量評価結果を第1図から第3図に示す。

① 河川水中の水産物の摂取による内部被ばく



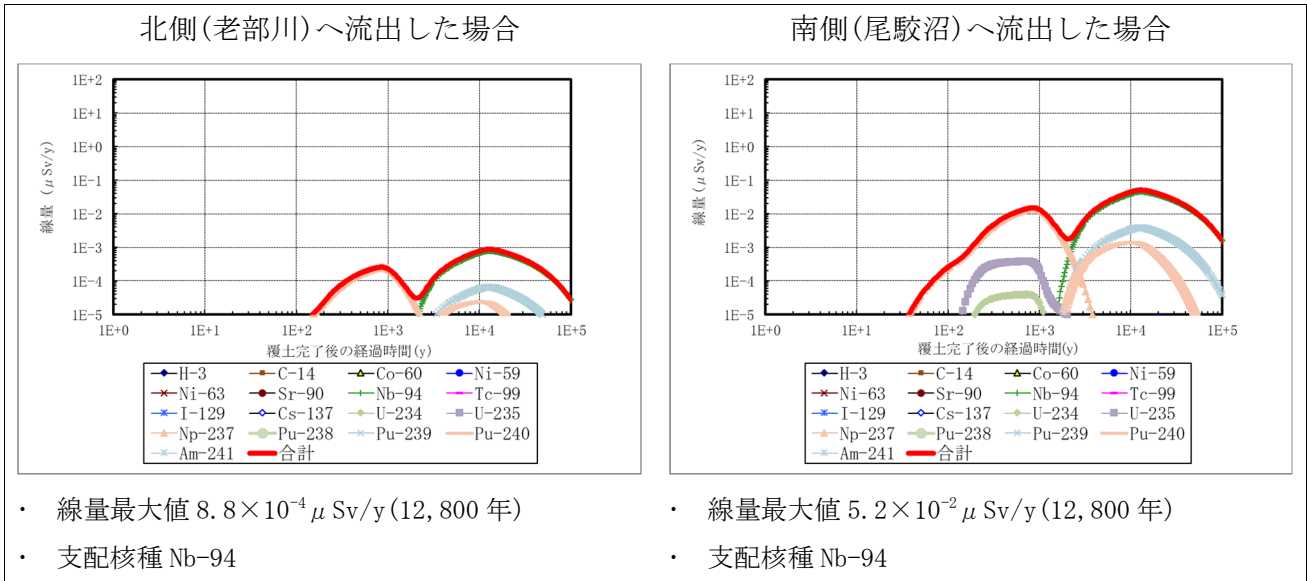
第1図 河川水中の水産物の摂取による内部被ばくの線量評価

② 河川水を利用して生産される灌漑農産物の摂取による内部被ばく



第2図 河川水を利用して生産される灌漑農産物の摂取による内部被ばくの線量評価

③ 河川水を利用する灌漑作業による外部被ばく及び内部被ばく



第3図 河川水を利用する灌漑作業による外部被ばく及び内部被ばくの線量評価

これらの結果から、北側(老部川)へ流出した場合と南側(尾駁沼)へ流出した場合を比較すると、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(尾駁沼)へ流出した場合の方が線量は高くなる。さらに、放射性核種の移行距離の差による生活圈へ漏出したときの減衰差も考慮すると、南側(尾駁沼)へ流出した場合の方が線量は高くなると考えられる。

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。

3号廃棄物埋設地の2次元地下水浸透流解析 モデルの現況再現性の確認

目 次

1. はじめに.....	1
2. 2次元地下水浸透流解析モデルの妥当性の確認方法.....	1
(1) 解析モデルの現況再現性を確認する目的.....	1
(2) 現況再現解析の前提となるデータと現況再現性の確認方法.....	1
(3) 解析コード.....	2
3. 2次元地下水浸透流解析の条件設定.....	3
(1) 解析断面及び解析領域の設定.....	3
(2) 境界条件の設定.....	3
(3) 透水係数の設定.....	3
4. 現況再現解析結果及び現況再現性の確認結果.....	6
(1) 埋設設備設置地盤(標高約20m~25m)付近の実測と解析結果から求めた地下水の流向.....	6
(2) 埋設設備設置地盤(標高約20m~25m)付近の実測と解析結果から求めた動水勾配.....	6
(3) 埋設設備設置地盤(標高約20m~25m)付近の実測と解析結果の全水頭標高分布.....	6
5. 透水係数の妥当性の確認.....	10
(1) 第四紀層の透水係数に着目した感度解析結果.....	10
(2) 老部川の境界条件に着目した感度解析結果.....	15
(3) 埋設設備からの流出水量の比較及び透水係数の妥当性の確認.....	19
6. まとめ.....	20

別紙1 現況再現解析結果(仮置土有・無)【流出水量計算モデルと同じ透水係数設定】

別紙2 現況再現解析結果(仮置土有・無)【第四紀層の透水係数に着目した感度解析結果】

1. はじめに

本資料は、敷地内で取得した間隙水圧測定から求めた全水頭と取得時の地盤状況をモデル化して2次元地下水浸透流解析により求めた全水頭を比較することにより、3号廃棄物埋設地の埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルの再現性について説明するものである。

2. 2次元地下水浸透流解析モデルの妥当性の確認方法

3号廃棄物埋設地の埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルにおいて設定した境界条件及び入力パラメータの妥当性を確認するため、埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルの現況再現性を確認(以下「現況再現解析」という。)する。以下に現況再現性を確認する目的、現況再現解析の前提となるデータと現況再現性の確認方法及び解析コードについて説明する。

(1) 解析モデルの現況再現性を確認する目的

廃棄物埋設地付近の地下水の流れは、おおむね北から南に向かって流れており、2次元モデルで表現できる。この2次元モデルにおいて、埋設設備からの流出水量を求めることから、廃棄物埋設地付近の地下水の流れが再現できていることが重要である。

埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルの現況再現性を確認する目的は、廃棄物埋設地周辺地盤(鷹架層及び第四紀層)の透水係数と現在の状態(実測データを取得したときの状態)をモデル化して計算し、埋設設備付近の動水勾配を再現できているかを確認することである。

(2) 現況再現解析の前提となるデータと現況再現性の確認方法

以下に、現況再現解析の前提となるデータ及び現況再現性の確認方法を説明する。

(i) 現況再現解析の前提となるデータ

以下に現況再現解析の前提となるデータを示す。

- a. 実測データとして3号廃棄物埋設地付近で実施した間隙水圧測定結果(標高換算全水頭値)及び3号廃棄物埋設地付近の全水頭分布図を用いる(添付資料1第8図及び第10図)。
- b. 廃棄物埋設地周辺地盤(鷹架層及び第四紀層)の透水係数は、埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルの透水係数とする。
- c. 地形面形状、降雨浸透境界の降雨浸透量及び水位固定境界の水位は、実測データ取得時(2017年6月頃)の状態を基に設定する。

(ii) 現況再現性の確認方法

以下に現況再現性の確認方法を示す。これらのパラメータや状態を比較することによって現況再現性を確認し、現況再現性が確認できた場合は、埋設設備から

の流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルにおいて、現況再現解析で用いた廃棄物埋設地付近の自然地盤の透水係数の設定方法を適用できるものと判断する。

- ① 埋設設備設置地盤(標高 20m～25m)付近の実測と解析結果から求めた地下水の流向
- ② 埋設設備設置地盤(標高 20m～25m)付近の実測と解析結果から求めた動水勾配
- ③ 埋設設備設置地盤(標高 20m～25m)付近の実測と解析結果の全水頭深度分布

(3) 解析コード

解析コードは、埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析と同じとし、「オイラリアン・ラグランジアン飽和・不飽和浸透流－移流・分散解析プログラム(以下「Dtransu2D・EL」という。)」を利用する。また、計算は定常解析とする。

3. 2次元地下水浸透流解析の条件設定

現況再現解析を実施するための2次元地下水浸透流解析の条件設定(解析断面及び解析領域の設定、境界条件の設定及び透水係数の設定)について説明する。

(1) 解析断面及び解析領域の設定

現況再現解析の2次元地下水浸透流解析モデルの断面位置及びその範囲は、第1図に示す間隙水圧測定孔(実測データ取得位置)を通る南北方向測線とし、南側は尾駮沼、北側は老部川の低地までとする。

解析領域の深さ方向の範囲は、埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルと同様に標高-300mまでとする。

材料分布は、埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルと同様に単純化のため、鷹架層(単層)及び第四紀層(盛土・仮置土含む)の2層に区分する。

第2図に現況再現解析の有限要素モデル(材料分布)を示す。

(2) 境界条件の設定

境界条件には、水位固定境界、降雨浸透境界及び不透水境界がある。以下にこれらの条件設定について説明する。第3図に解析領域の境界条件設定位置*1を示す。

(i) 水位固定境界

水位固定境界は、解析領域両端と尾駮沼に該当する範囲の解析領域上端に設定した。

水固定境界の全水頭(標高換算)は、尾駮沼が分布する解析領域左側(南側)において標高±0m(海水準相当)、老部川の低地が分布する解析領域右側(北側)において標高+10m(解析断面における老部川の地表面標高程度)*2とした。

(ii) 降雨浸透境界

降雨浸透境界は、尾駮沼の範囲に該当しない解析領域上端に設定した。

降雨浸透境界に入力する降雨浸透量(かん養量)は、埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルと同様に310mm/yとした。

(iii) 不透水境界

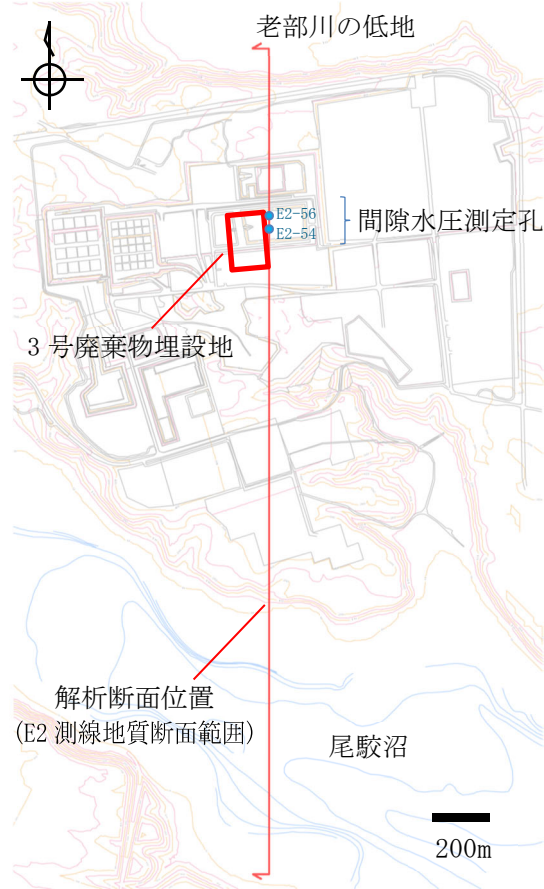
不透水境界は、解析領域下辺に設定した(Dtransu2D・ELでは解析領域下辺が不透水境界として扱われる)。

(3) 透水係数の設定

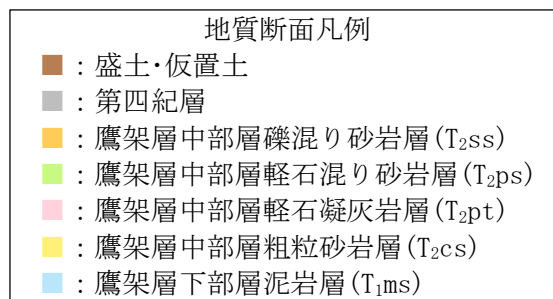
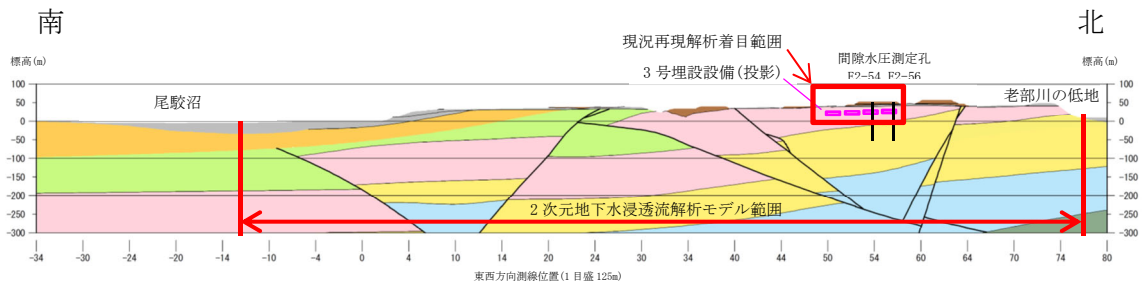
現況再現解析のための2次元地下水浸透流解析に用いる解析領域内の材料の透水係数は、埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデル(3号廃棄物埋設地)と同様に鷹架層で $5.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 、第四紀層で $3.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ とする。

*1 廃棄物埋設地及び埋設設備は予定位置を示したものであり、本資料における現況再現性確認のための2次元地下水浸透流解析では廃棄物埋設地及び埋設設備のモデル化はしていない。

*2 国土地理院のウェブ地図「地理院地図」(<http://maps.gsi.go.jp>)において、解析断面位置における老部川の標高が10m程度であることを確認した。

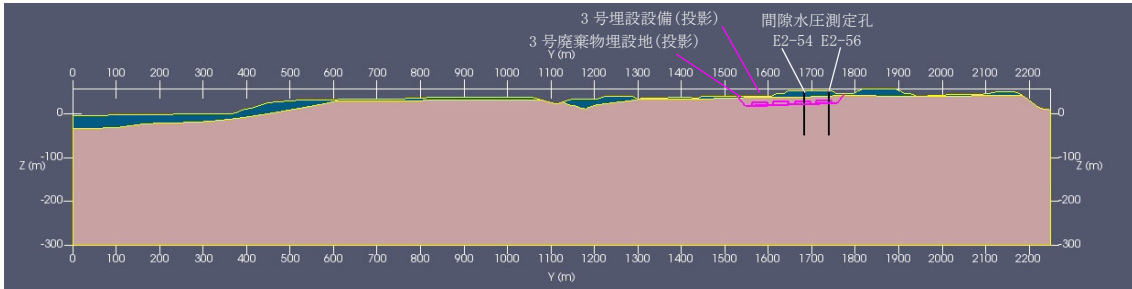


(a) 解析断面位置

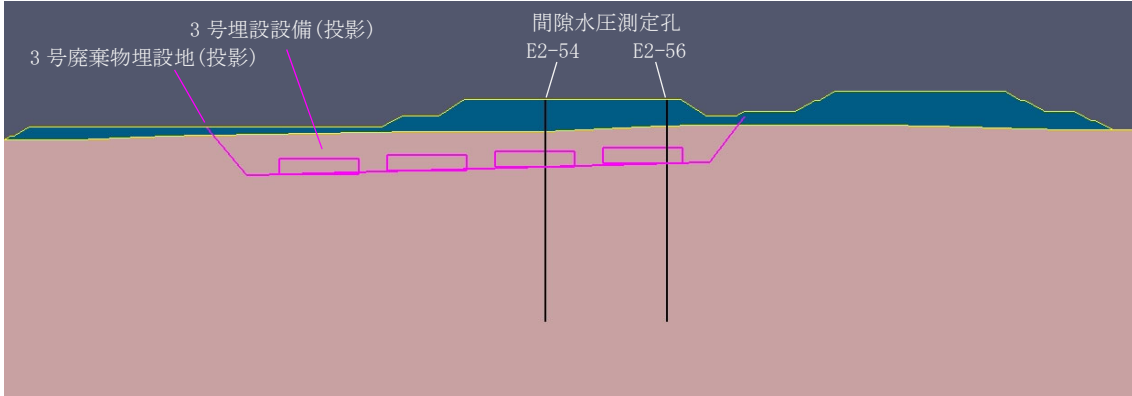


(b) E2 測線地質断面

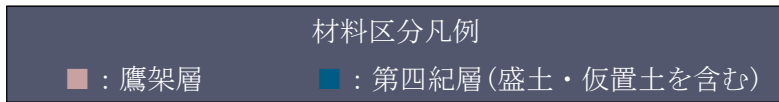
第1図 解析断面位置及び有限要素モデル作成の参考にした図



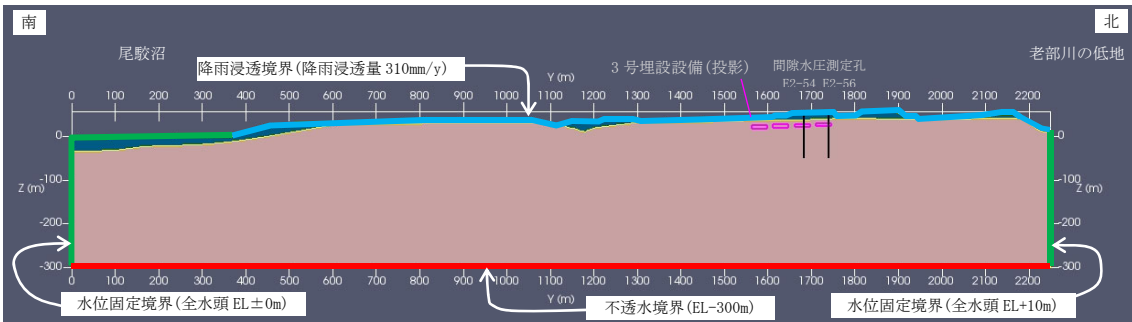
(a) 解析領域全体



(b) 3号廃棄物埋設地付近



第2図 有限要素モデル(材料分布図)



第3図 解析領域と境界条件の設定位置

4. 現況再現解析結果及び現況再現性の確認結果

- (1) 埋設設備設置地盤(標高約 20m~25m)付近の実測と解析結果から求めた地下水の流向

第 4 図に現況再現解析結果の全水頭等高線を示す。

現況再現解析結果における解析領域全体の地下水の流れは、3号廃棄物埋設地北側付近を境に大きく南側と北側へ向かう流れに分かれる(分水界)。また、局所的には沢及び盛土や斜面の法尻に向かう流れもみられる。

3号埋設設備設置地盤付近の地下水の流れは、鉛直下方成分を含む水平流れとなっており、現況を再現できていると判断する。

- (2) 埋設設備設置地盤(標高約 20m~25m)付近の実測と解析結果から求めた動水勾配
第 5 図に動水勾配分布を示す。

3号埋設設備設置地盤付近の動水勾配は、埋設設備を設置する第四紀層下限面勾配の影響を受ける。埋設設備を設置する第四紀層下限面勾配は、廃棄物埋設地の南側の勾配が緩い範囲で 1.0%、北側の急な範囲で 4.9%である(第 5 図(d)参照)。

3号埋設設備設置地盤付近の動水勾配は、埋設設備を設置する第四紀層下限面勾配の影響を受ける。

現況再現解析における 3号埋設設備設置地盤付近の動水勾配は 1%~6%(第 5 図(c)参照)を示し、廃棄物埋設地範囲の第四紀層下限面勾配(1%~5%程度)におおむね一致する。

一方、実測データ取得時(2017年)には仮置土があり、覆土後の将来の地表面勾配(2%程度)と状況が異なる。そのため、仮置土がない場合について 2次元地下水浸透流解析(地表面形状を除く条件は現況再現解析と同じ)を実施し、埋設設備設置地盤付近の動水勾配への影響を確認した。その結果、仮置土がない場合の現況再現解析における 3号埋設設備設置地盤付近の動水勾配は 2%~5%(第 5 図(d)参照)を示し、廃棄物埋設地範囲の第四紀層下限面勾配 1%~4.9%(第 5 図(d)参照)におおむね整合することから、おおむね現況を再現できていると判断する。

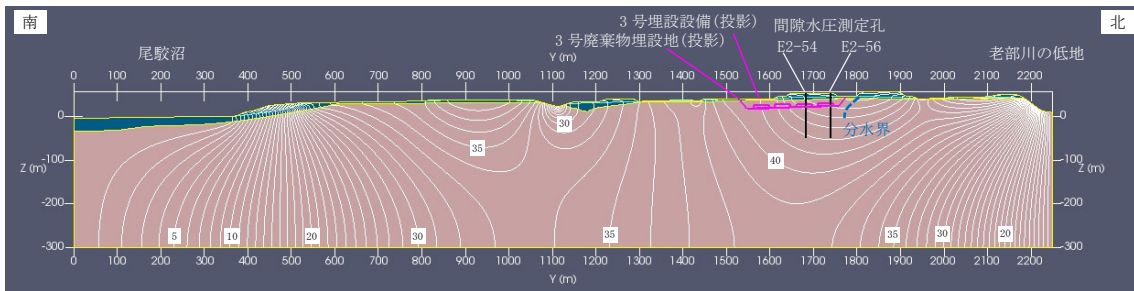
第 6 図に現況再現解析結果と実測値の全水頭等高線と動水勾配を示す。

動水勾配については、廃棄物埋設地設置地盤付近の実測値から求めた動水勾配の平均が 4.7%(範囲 2.7%~7.5%)に対して、現況再現解析結果の動水勾配の平均が 4.1%(範囲 0.8%~5.9%)と現況再現解析結果の方が若干小さいが、おおむね現況を再現できていると判断する。

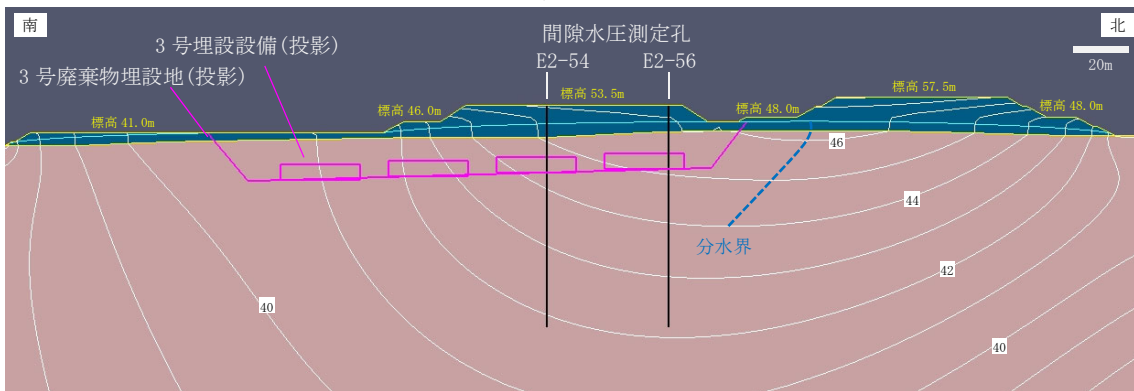
- (3) 埋設設備設置地盤(標高約 20m~25m)付近の実測と解析結果の全水頭標高分布
第 7 図に全水頭標高分布(地下水水面標高も含む)を示す。

3号埋設設備設置地盤(標高約 20m~25m)付近の全水頭標高分布の実測値と現況再現解析結果の差は最大 2m 程度(地下水水面標高の差も同様)であること、及び全水頭標高分布の勾配がおおむね同程度であることから現況を再現できていると判断する。

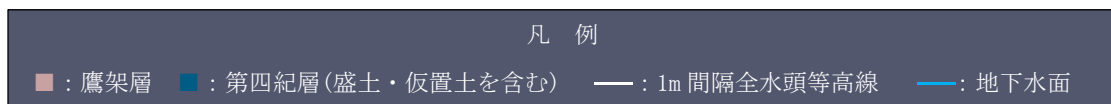
以上より、3号廃棄物埋設地における埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析のモデルにおいて、現況再現解析で入力した鷹架層及び第四紀層の透水係数(鷹架層： $5.0 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 、第四紀層： $3.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$)を適用できると判断する。



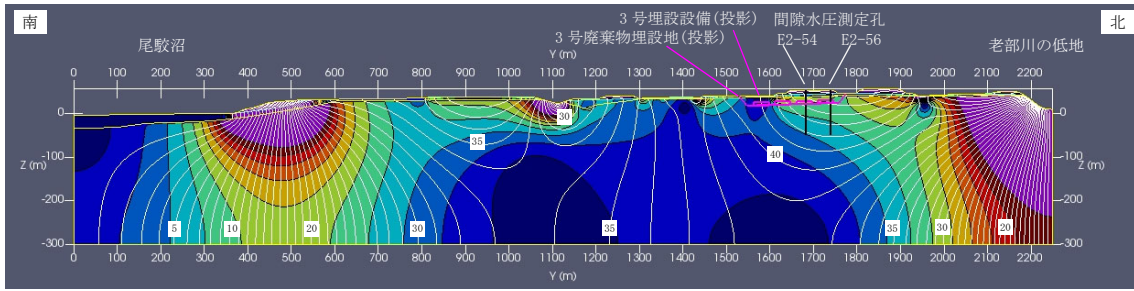
(a) 解析領域全体



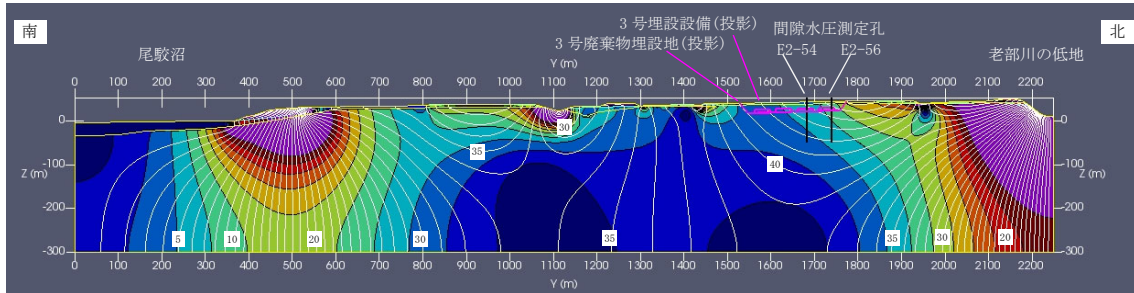
(b) 3号廃棄物埋設地付近



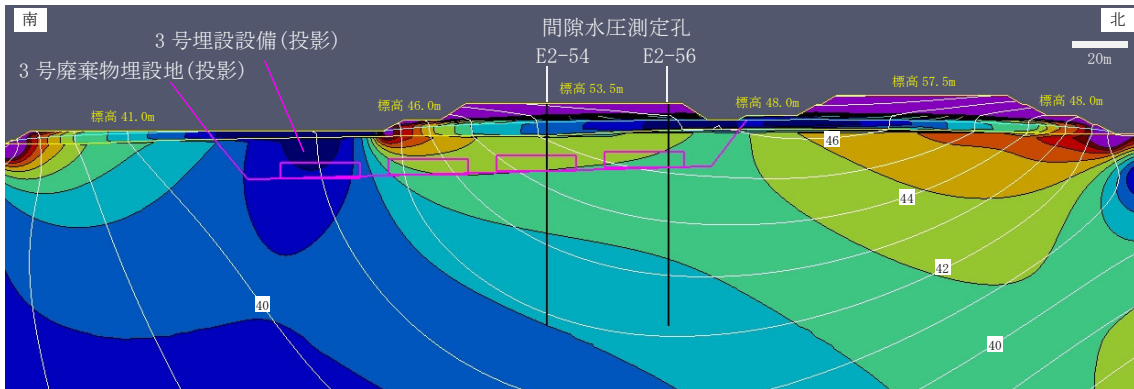
第4図 全水頭等高線(仮置土あり)



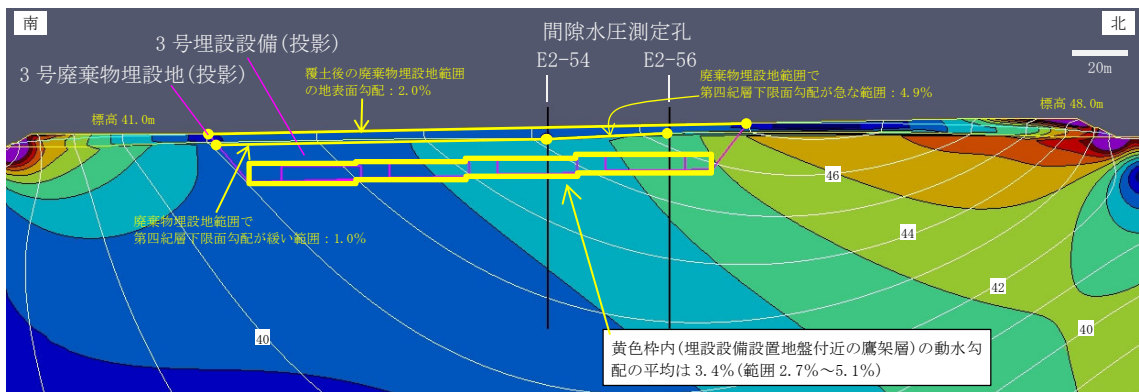
(a) 解析領域全体(仮置土あり)



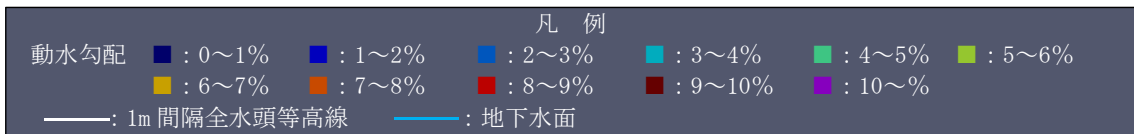
(b) 解析領域全体(仮置土なし)*1



(c) 3号埋設設備付近(仮置土あり)

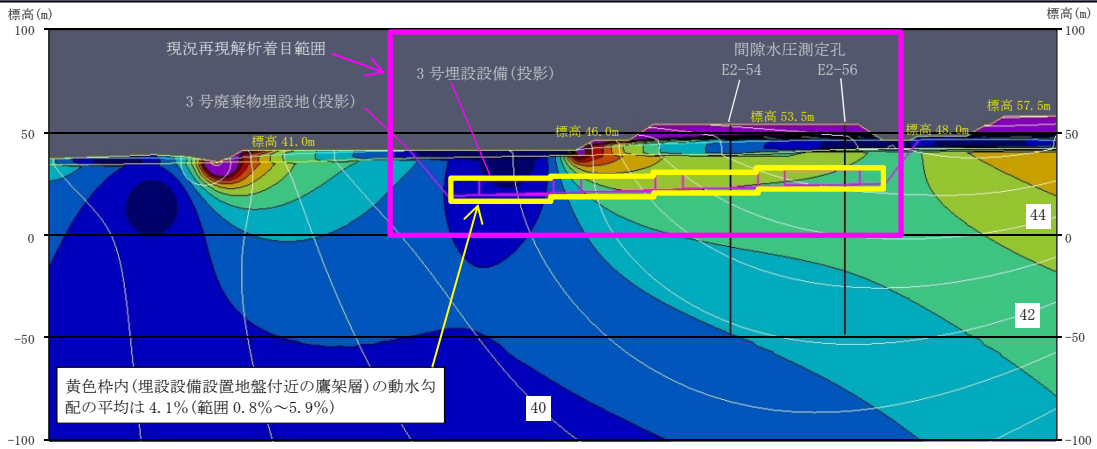
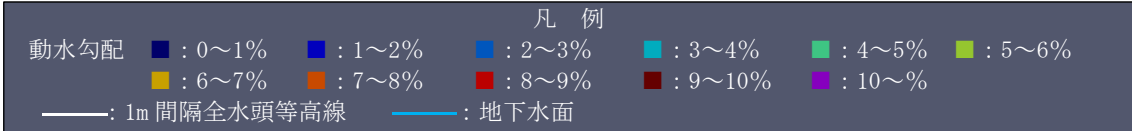


(d) 3号埋設設備付近(仮置土なし)*1

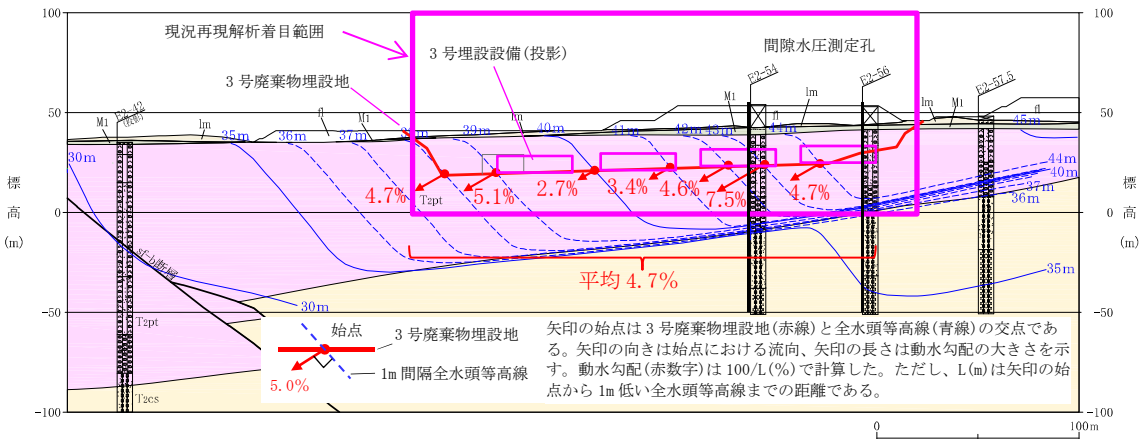


第5図 動水勾配分布(全水頭等高線含む)

*1 別紙1に詳細を示す。

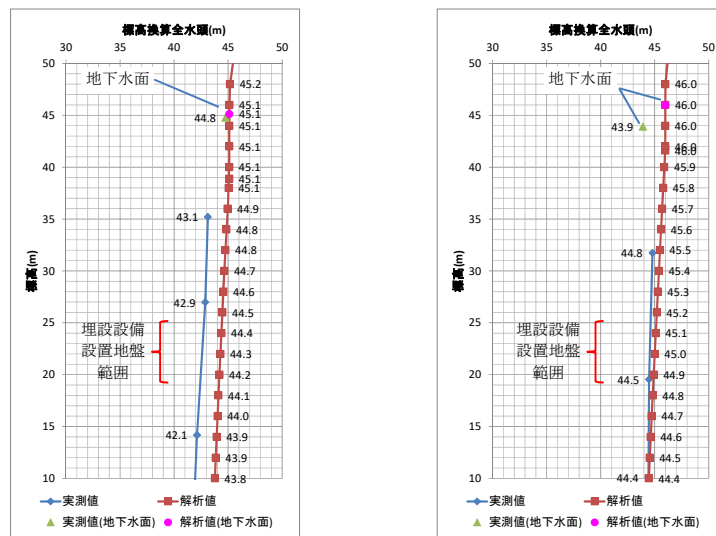


(a) 現況再現解析結果による 1m 間隔全水頭等高線と動水勾配分布



(b) 実測データから作成した全水頭等高線(青線)*1

第6図 全水頭等高線と動水勾配の実測値との比較



(a) E2-54 孔

(b) E2-56 孔

第7図 全水頭標高分布の実測値との比較*2

*1 全水頭等高線は、間隙水圧測定孔で測定した間隙水圧及び位置関係から各測定深度の全水頭を基に一般的な知見及び地形を勘案して作成した(詳細は添付資料2「5. 全水頭等高線の作成」参照)。

*2 全水頭標高の実測値は、添付資料2第3図から引用した。地下水面の実測値は2017年6月1日の地下水位測定データを記載した。

5. 透水係数の妥当性の確認

「4. 現況再現解析結果及び現況再現性の確認結果」までの検討では、実測に基づいた透水係数を用いて解析を行い、地下水位及び間隙水圧測定結果と解析値を比較した。ここでは、第四紀層の透水係数に着目して感度解析を行った。

第四紀層の透水係数を実測値の2倍の $6 \times 10^{-6} \text{m/s}$ とした場合、実測に基づいた透水係数を用いた場合よりも、地下水位及び間隙水圧測定結果の全水頭深度分布の実測値と解析値が一致する結果が得られた。

また、「4. 現況再現解析結果及び現況再現性の確認結果」までの検討では、解析領域右端に位置する老部川の境界条件を水位固定境界に設定(以下「水位固定境界ケース」という。)している。ここでは、老部川の境界条件にも着目して感度解析を行った。老部川の境界条件を不透水境界と設定(以下「不透水境界ケース」という。)した場合、水位固定境界ケースよりも動水勾配5%~6%の分布範囲が狭い結果となった。

また、第四紀層の透水係数に着目して行った感度解析についても埋設設備からの流出水量を計算し、添付資料7第1表の埋設設備からの流出水量と比較することによって透水係数の流出水量への感度を確認した。

(1) 第四紀層の透水係数に着目した感度解析結果

(i) 埋設設備設置地盤(標高20m~25m)付近の実測と解析結果から求めた地下水の流向

第8図に現況再現解析結果の全水頭等高線を示す。

現況再現解析結果における解析領域全体の地下水の流れは、3号廃棄物埋設地北側付近を境に大きく南側と北側へ向かう流れに分かれる(分水界)。また、局所的には沢及び盛土や斜面の法尻に向かう流れもみられる。

3号埋設設備設置地盤付近の地下水の流れは、鉛直下方成分を含む水平流れとなっており、現況を再現できていると判断する。

(ii) 埋設設備設置地盤(標高20m~25m)付近の実測と解析結果から求めた動水勾配
第9図に動水勾配分布を示す。

3号埋設設備設置地盤付近の動水勾配は、埋設設備を設置する第四紀層下限面勾配の影響を受ける。埋設設備を設置する第四紀層下限面勾配は、廃棄物埋設地の南側の勾配が緩い範囲で1.0%、北側の急な範囲で4.9%である(第9図(d)参照)。

現況再現解析における3号埋設設備設置地盤付近の動水勾配は1%~6%(第9図(c)参照)を示し、廃棄物埋設地範囲の第四紀層下限面勾配1%~5%程度(第9図(c)参照)におおむね一致する。

一方、実測データ取得時(2017年)には仮置土があり、覆土後の将来の地表面勾配(2%程度)と状況が異なる。そのため、仮置土がない場合について2次元地下水浸透流解析(地表面形状を除く条件は現況再現解析と同じ)を実施し、埋設設備設置地盤付近の動水勾配への影響を確認した。その結果、仮置土がない場合の

現況再現解析における3号埋設設備設置地盤付近の動水勾配は2%～6%(第9図(d)参照)を示し、廃棄物埋設地範囲の第四紀層下限面勾配1%～5%程度(第9図(d)参照)におおむね一致する。

第10図に現況再現解析結果と実測値の全水頭等高線と動水勾配を示す。

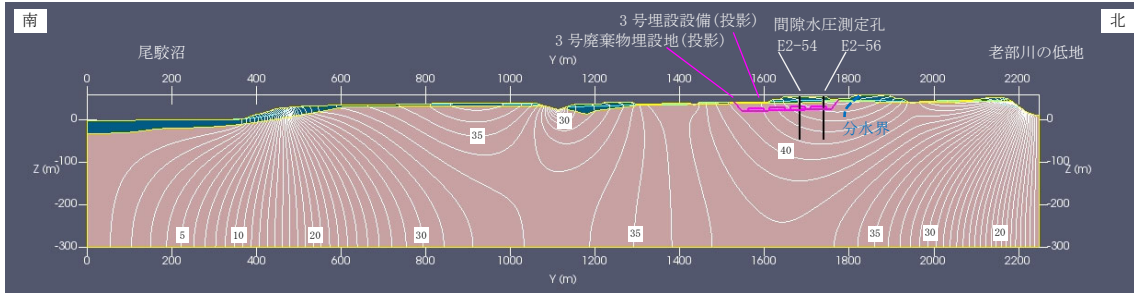
動水勾配については、廃棄物埋設地設置地盤付近の実測値から求めた動水勾配の平均が4.7%(範囲2.7%～7.5%)に対して、現況再現解析結果の動水勾配の平均が3.7%(範囲1.3%～5.2%)と現況再現解析結果の方が若干小さい。これは廃棄物埋設地の南側において、現況再現解析結果の地下水面が地表面に貼り付き、現地状況と異なっており、地下水面について現況を再現できていない影響と考える。地下水面が地表面に貼り付いていない廃棄物埋設地北側の現況再現解析結果における埋設設備設置地盤付近の動水勾配の平均は4.4%(範囲2.7%～5.2%)であることから、おおむね現況を再現できていると判断する。

(iii) 埋設設備設置地盤(標高20m～25m)付近の実測と解析結果の全水頭標高分布

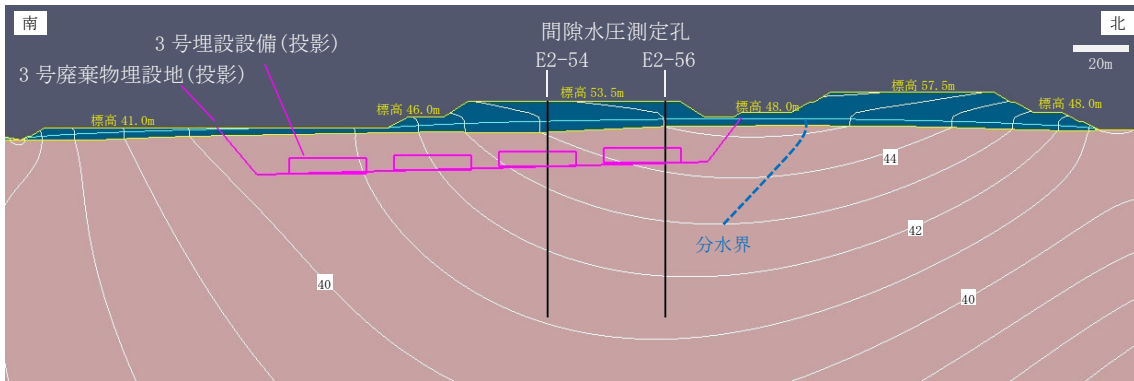
第11図に全水頭標高分布(地下水面標高も含む)を示す。

3号埋設設備設置地盤(標高20m～25m)付近の全水頭標高分布の実測値と現況再現解析結果の差は最大1m程度(地下水面標高の差も同様)であること及び全水頭標高分布の勾配がおおむね同程度であることから現況を再現できていると判断する。

以上より、3号廃棄物埋設地における埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析のモデルで設定した第四紀層の透水係数($3.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$)の場合よりも第四紀層の透水係数を $6.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$ に設定した場合の方が、現況再現性は良い結果となった。



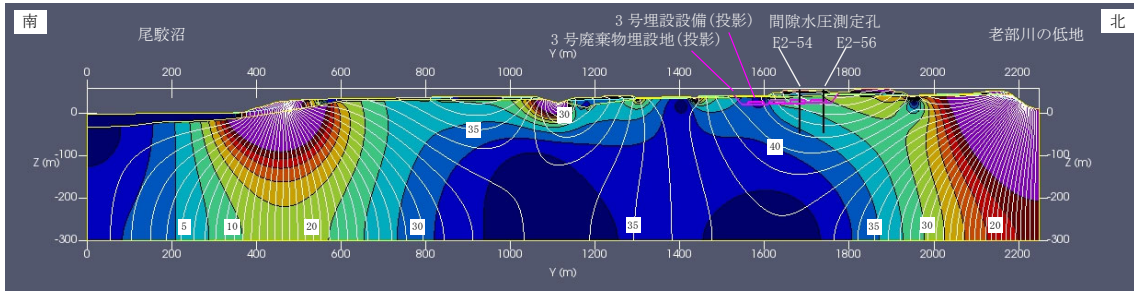
(a) 解析領域全体



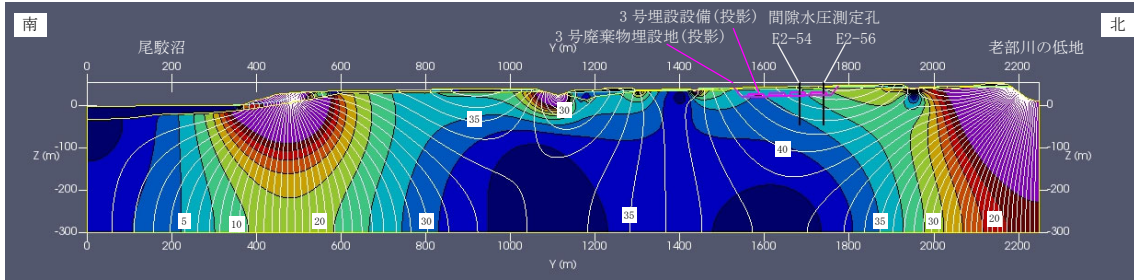
(b) 3号廃棄物埋設地付近



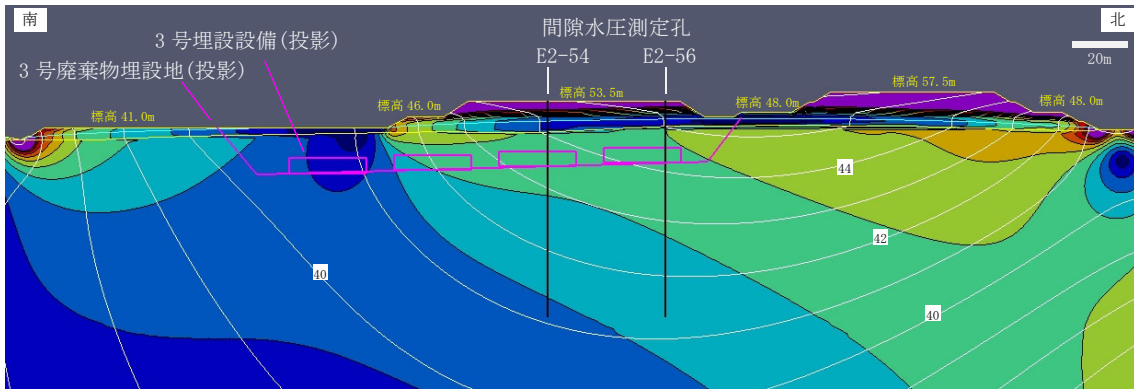
第 8 図 全水頭等高線(仮置土あり)



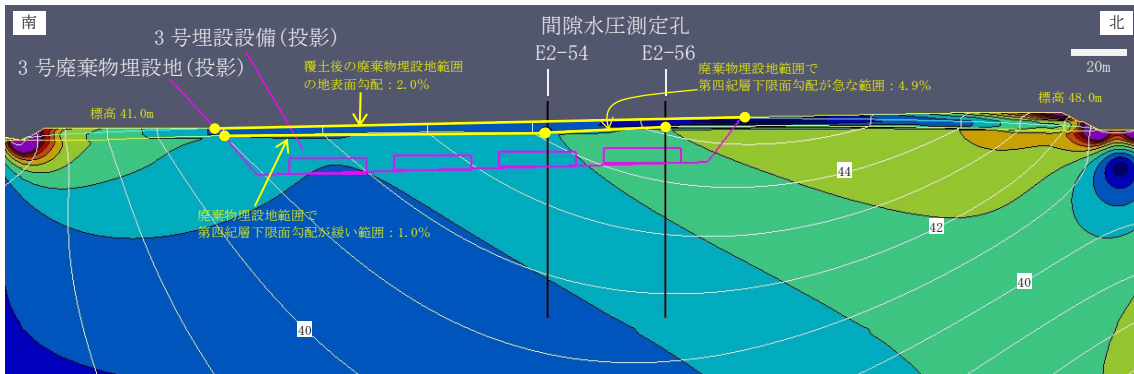
(a) 解析領域全体(仮置土あり)



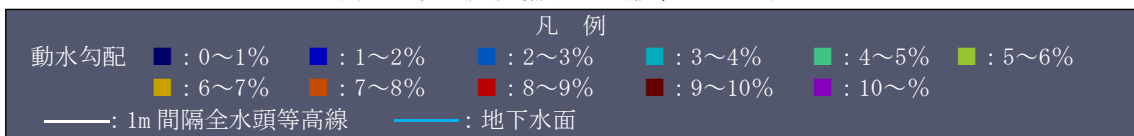
(b) 解析領域全体(仮置土なし)*1



(c) 3号埋設設備付近(仮置土あり)

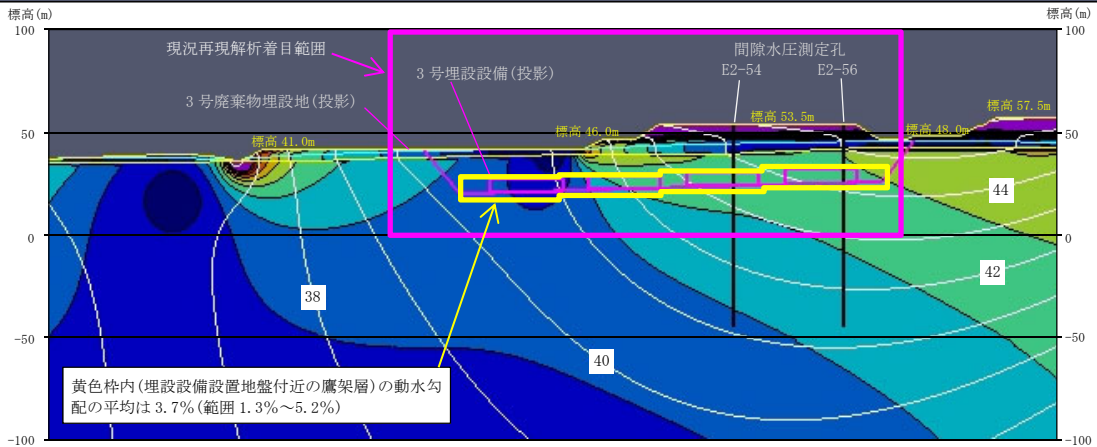
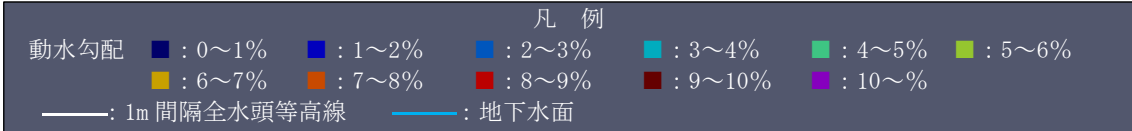


(d) 3号埋設設備付近(仮置土なし)*1

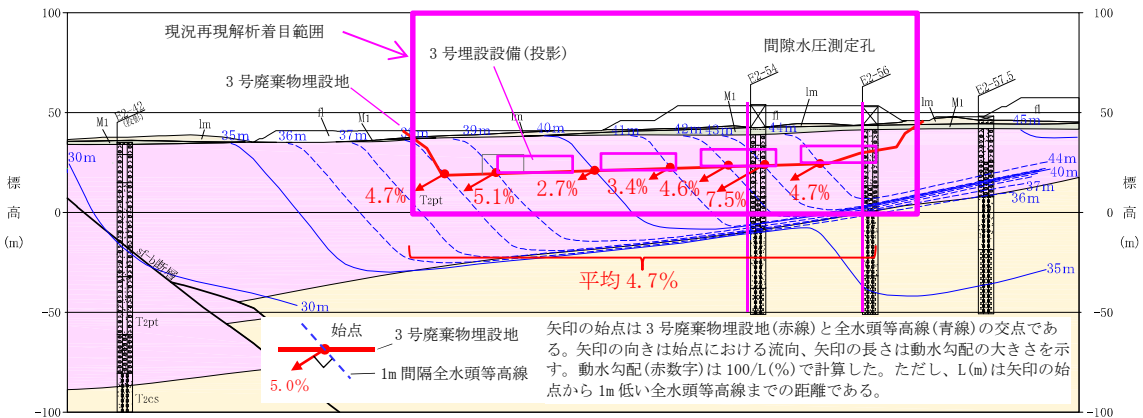


第9図 動水勾配分布(全水頭等高線含む)

*1 別紙2に詳細を示す。

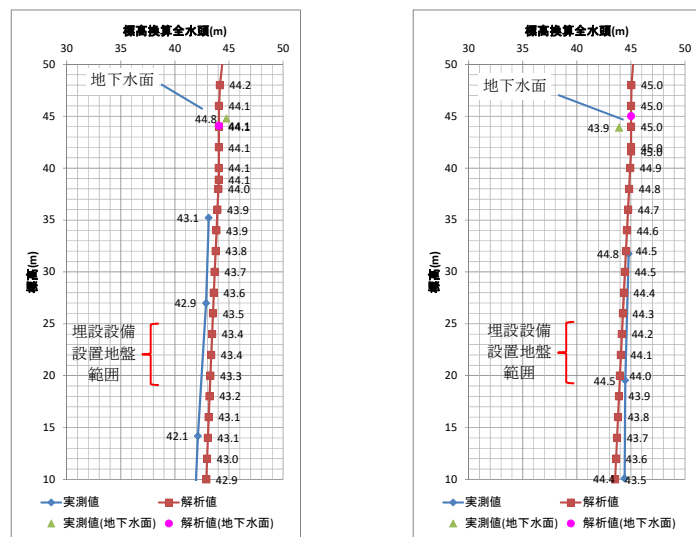


(a) 現況再現解析結果による 1m 間隔全水頭等高線と動水勾配分布



(b) 実測データから作成した全水頭等高線(青線)*1

第10図 全水頭等高線と動水勾配の実測値との比較



(a) E2-54 孔

(b) E2-56 孔

第11図 全水頭標高分布の実測値との比較*2

*1 全水頭等高線は、間隙水圧測定孔で測定した間隙水圧及び位置関係から各測定深度の全水頭を基に一般的な知見及び地形を勘案して作成した(詳細は添付資料2「5. 全水頭等高線の作成」参照)。

*2 全水頭標高の実測値は、添付資料2第3図から引用した。地下水面の実測値は2017年6月1日の地下水位測定データを記載した。

(2) 老部川の境界条件に着目した感度解析結果

(i) 老部川の境界条件

「4. 現況再現解析結果及び現況再現性の確認結果」までの検討において、解析領域右端に位置する老部川の境界条件を水位固定境界に設定している。この場合、解析領域右端では地下水が出入している状態である。

一方、老部川は台地急崖付近に位置することから、台地深部から老部川に向かって湧き上がるような地下水の流れも想定できる。この場合の老部川の境界条件は最上部を水位固定境界、その他を不透水境界に設定することで老部川に向かって湧き上がる地下水の流れを表現できる。

実際の状態は、解析領域右側への地下水の流れ及び老部川に湧き上がる流れが複合的に影響した状態と考えられるが、その影響の度合いは不明である。

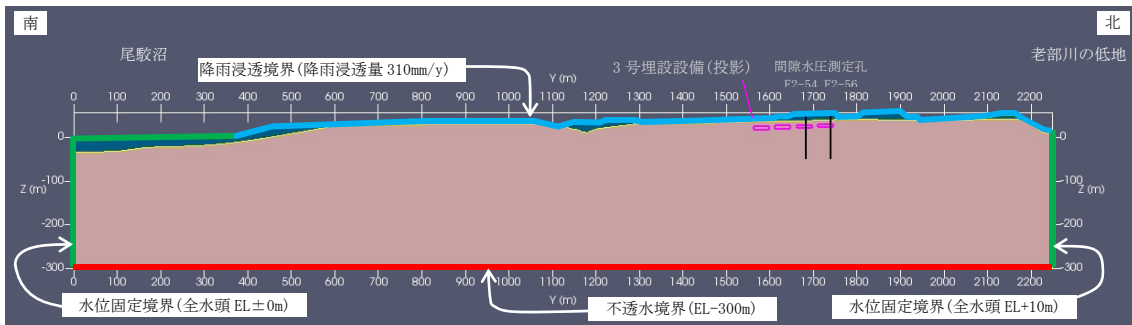
本資料では、以上を踏まえて、老部川の境界条件の違いによる3号廃棄物埋設地付近の地下水の流れへの影響について確認した結果を説明するものである。

(ii) 確認方法

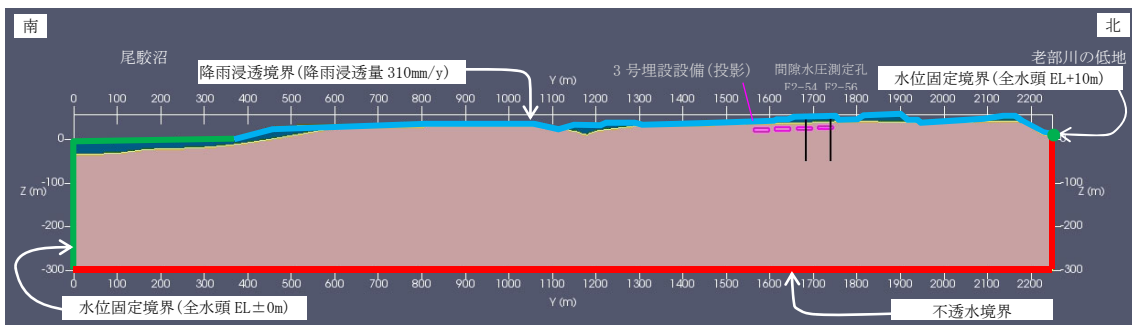
老部川の境界条件(解析領域右端)について、地下深部の地下水が老部川の低地に向かう流れを想定した水位固定境界ケース及び地下深部の地下水が老部川に湧き上がる流れを想定した境界条件を設定した不透水境界ケースとした場合の3号廃棄物埋設地付近の全水頭等高線(特に廃棄物埋設地北側の分水界の位置)及び埋設設備設置位置付近の動水勾配を確認する。

第12図に解析モデル及び境界条件を示す。

本資料の2次元地下水浸透流解析モデルは老部川の境界条件以外の入力条件は、全て「4. 現況再現解析結果及び現況再現性の確認結果」までの検討における仮置土なしのモデルと同じである。



(a) 水位固定境界ケース



(b) 不透水境界ケース

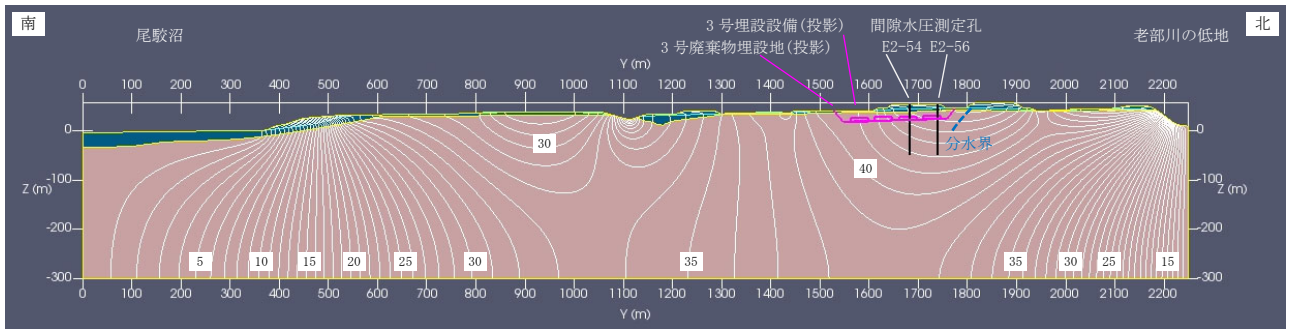
第 12 図 解析モデル及び境界条件

(iii) 確認結果

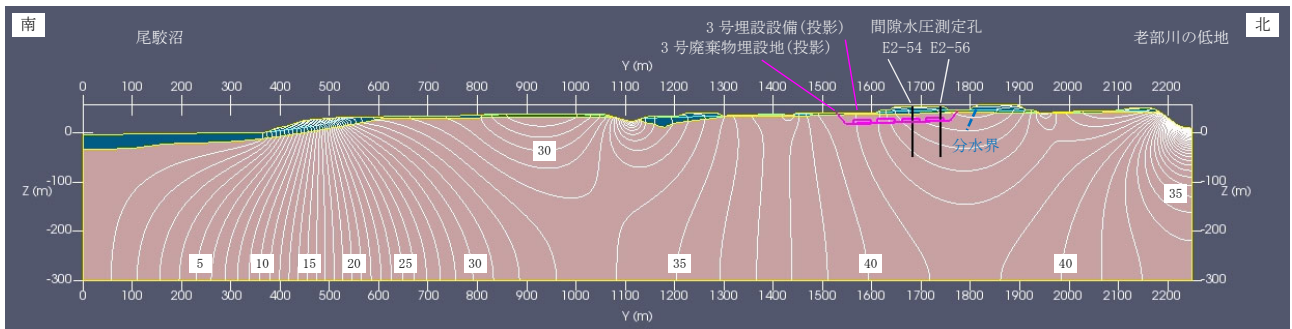
第13図に全水頭等高線、第14図に動水勾配分布を示す。

分水界の位置は、水位固定境界及び不透水境界ケースともに3号廃棄物埋設地の北側となった。

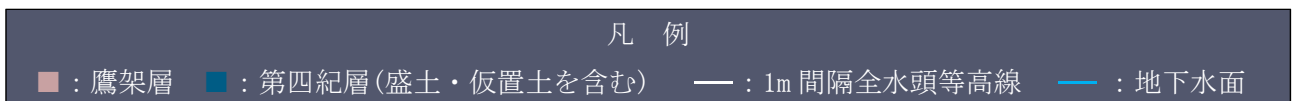
3号埋設設備付近の動水勾配は、動水勾配5%~6%の分布に着目*1して、水位固定境界ケースと不透水境界ケースを比較すると、水位固定境界ケースの方が不透水境界よりも動水勾配5%~6%の分布範囲が広い結果となった。



(a) 水位固定境界ケース

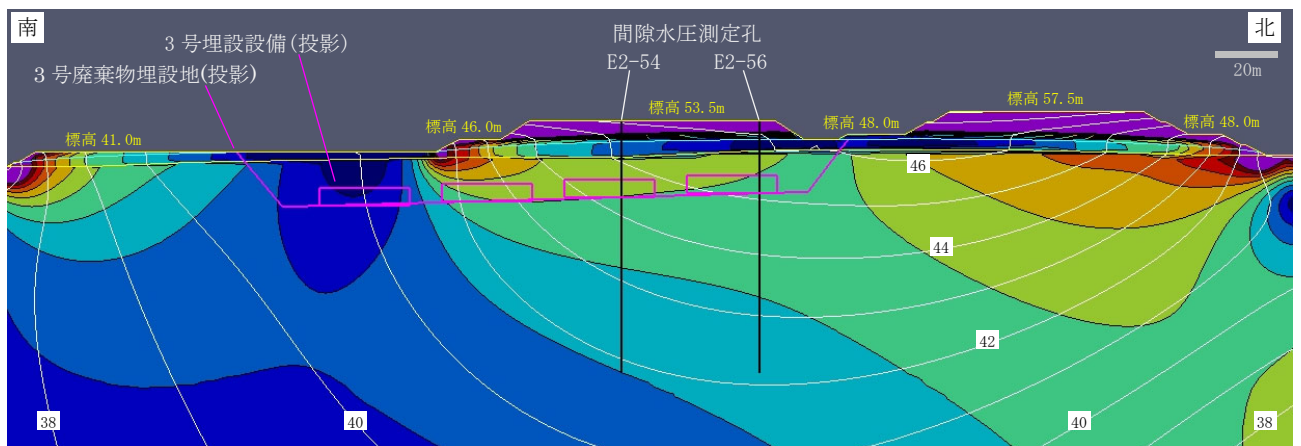


(b) 不透水境界ケース

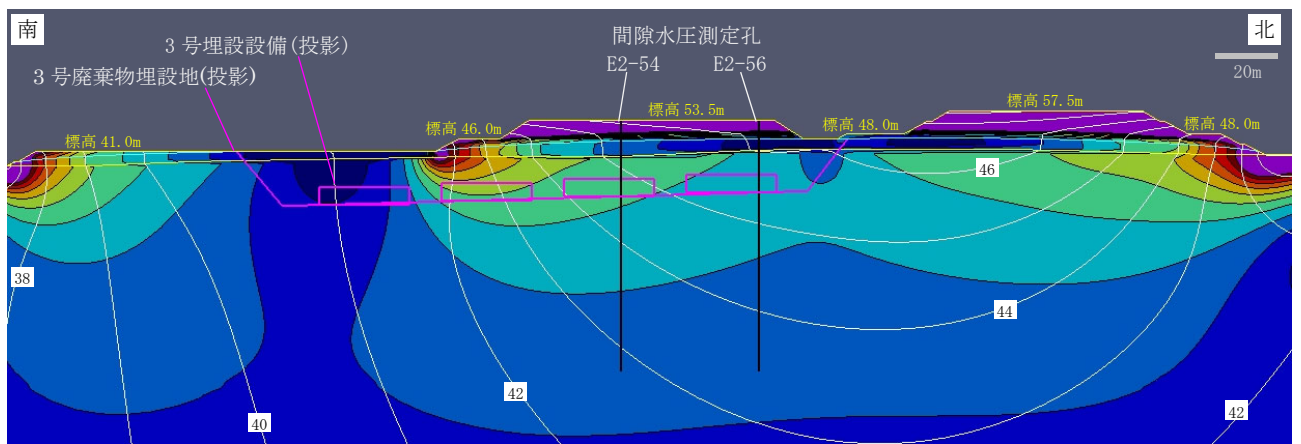


第13図 全水頭等高線(解析領域全体)

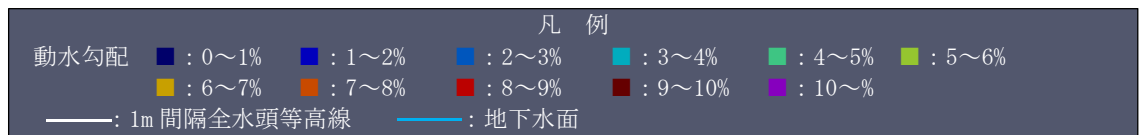
*1 第14図の動水勾配分布において、埋設設備設置位置付近で動水勾配が最も大きい分布範囲に着目した。



(a) 水位固定境界ケース



(b) 不透水境界ケース



第14図 動水勾配分布(3号廃棄物埋設地付近)

(3) 埋設設備からの流出水量の比較及び透水係数の妥当性の確認

第四紀層の透水係数を実測の2倍($6.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$)とした場合に対し、流出水量が大きくなるように、第四紀層の透水係数を $1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ とした場合の埋設設備からの流出水量を計算し、添付資料7第1表の流出水量と比較した(第1表参照)。

実測の第四紀層の透水係数($3.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$)と今回の第四紀層の透水係数($1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$)では、透水係数の比率($1.0 \times 10^{-5} / 3.0 \times 10^{-6} = 3.3$ 倍)に対して、流出水量の比率は1.0倍程度であり、第四紀層の透水係数に対して埋設設備への流出水量への感度はない。

以上から、埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水解析で設定している第四紀層の透水係数($3.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$)及び現況再現性の高い第四紀層の透水係数のどちらを用いて埋設設備からの流出水量を計算しても計算結果はほぼ変わらないことから、実測値に基づいた第四紀層の透水係数($3.0 \times 10^{-6} \text{m/s}$)を用いることにする。

第1表 埋設設備からの流出水量の比較

計算ケース		第四紀層の透水係数(m/s)	埋設設備から各材料への流出水量(m ³ /y)		
			難透水性覆土*1	鷹架層	合計*2
最も可能性が高い設定	①埋設設備からの流出水量を求めるための第四紀層の透水係数	3.0×10^{-6}	6	624	630
	②現況再現性の高い第四紀層の透水係数(切上げ)	1.0×10^{-5}	6	625	631
	②/①	3.3	1.0	1.0	1.0
最も厳しい設定	①埋設設備からの流出水量を求めるための第四紀層の透水係数	3.0×10^{-6}	371	653	1,024
	②現況再現性の高い第四紀層の透水係数(切上げ)	1.0×10^{-5}	366	659	1,025
	②/①	3.3	0.99	1.0	1.0

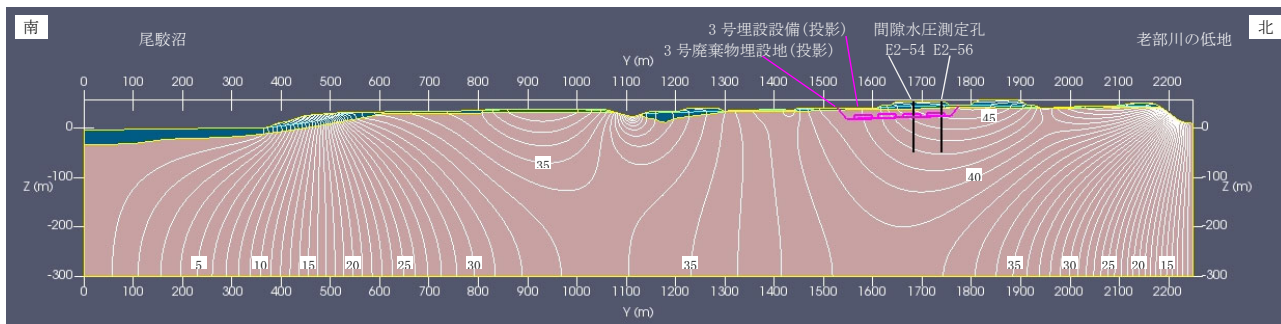
6. まとめ

敷地内で取得した間隙水圧測定から求めた全水頭と、2次元地下水浸透流解析により求めた全水頭を比較することにより、3号廃棄物埋設地の埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルの妥当性について確認した。

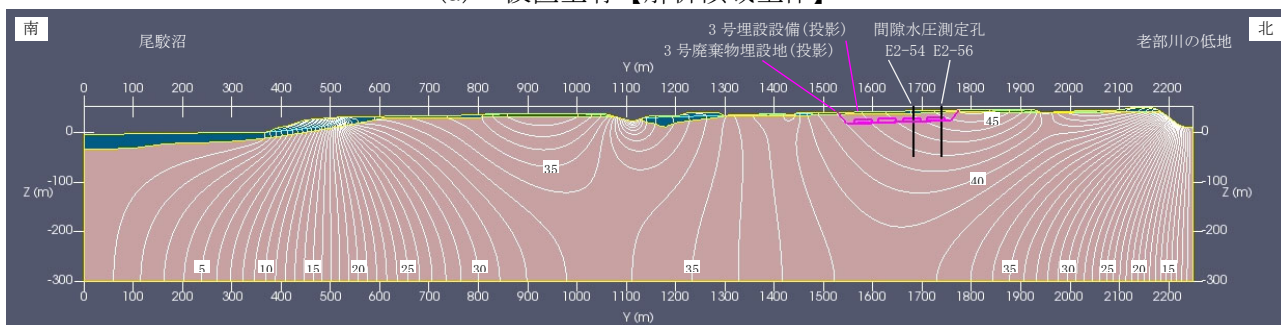
地盤の透水係数を実測に基づき設定したモデルでは、おおむね実測の全水頭分布を再現できた。

また、第四紀層の透水係数を実測の2倍とした場合についても現況再現解析を実施した結果、第四紀層の透水係数が実測の場合よりも実測の全水頭分布の再現性が高くなったが、埋設設備からの流出水量は変わらなかった。

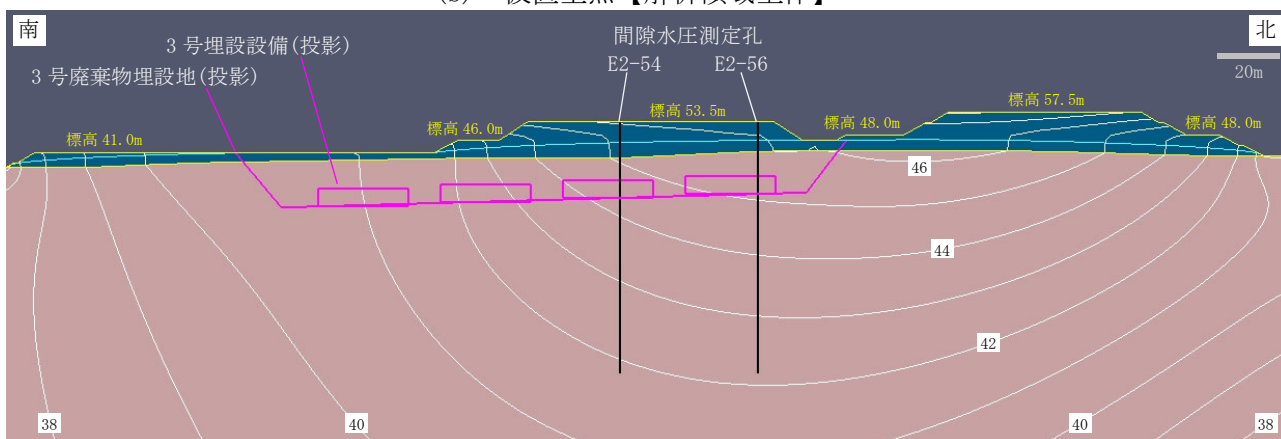
現況再現解析結果(仮置土有・無)【流出水量計算モデルと同じ透水係数設定】



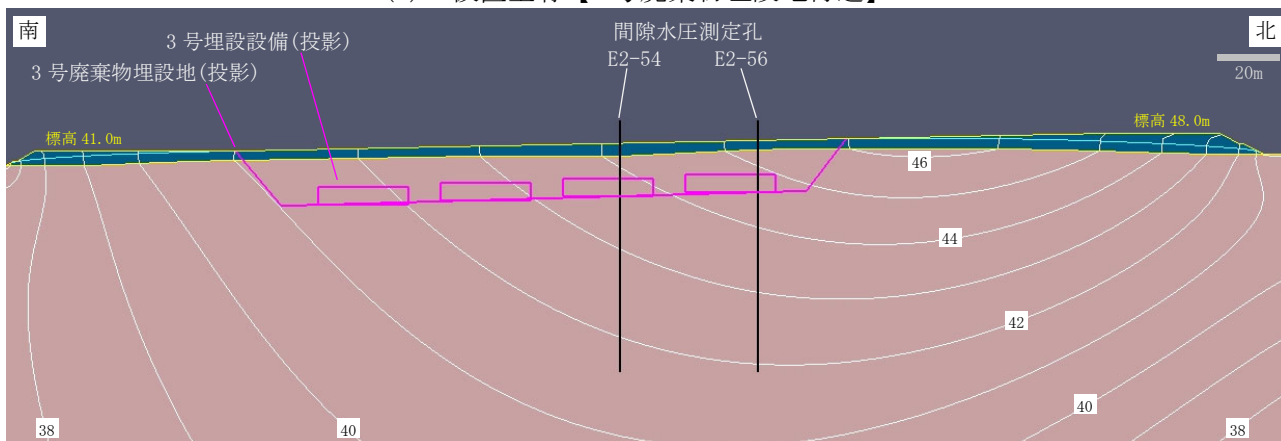
(a) 仮置土有【解析領域全体】



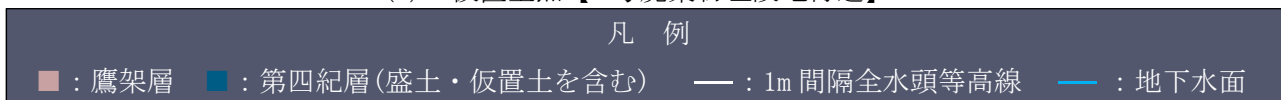
(b) 仮置土無【解析領域全体】



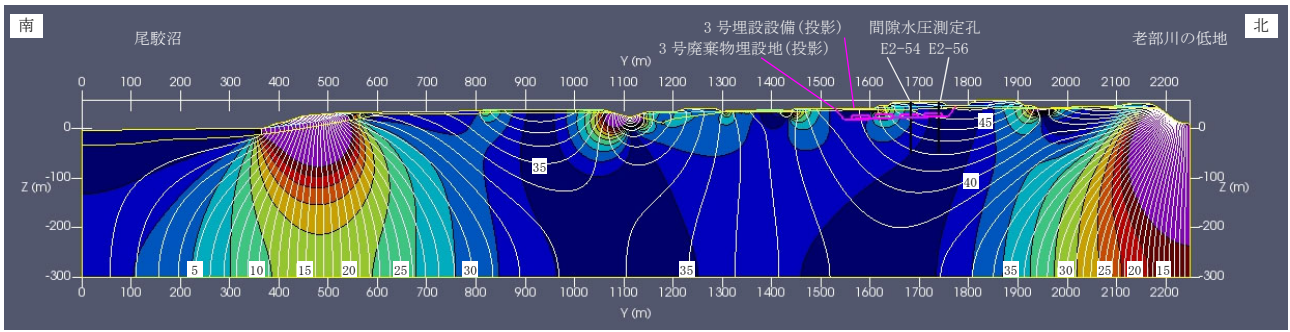
(c) 仮置土有【3号廃棄物埋設地付近】



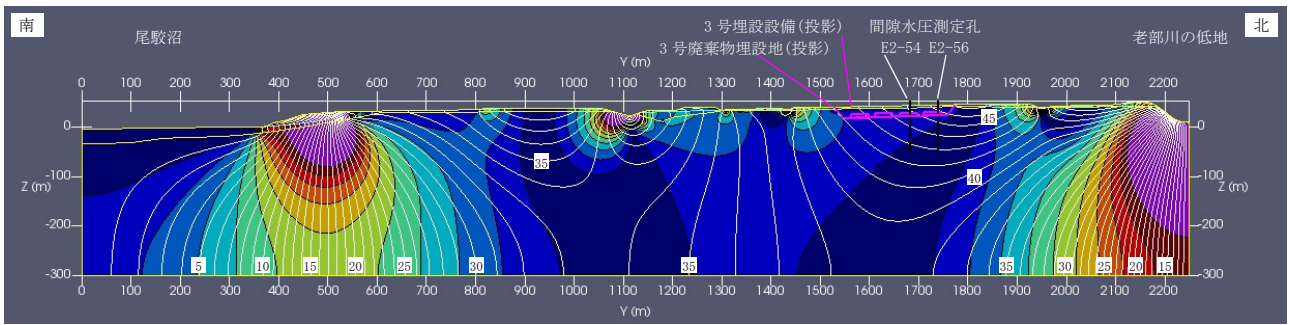
(d) 仮置土無【3号廃棄物埋設地付近】



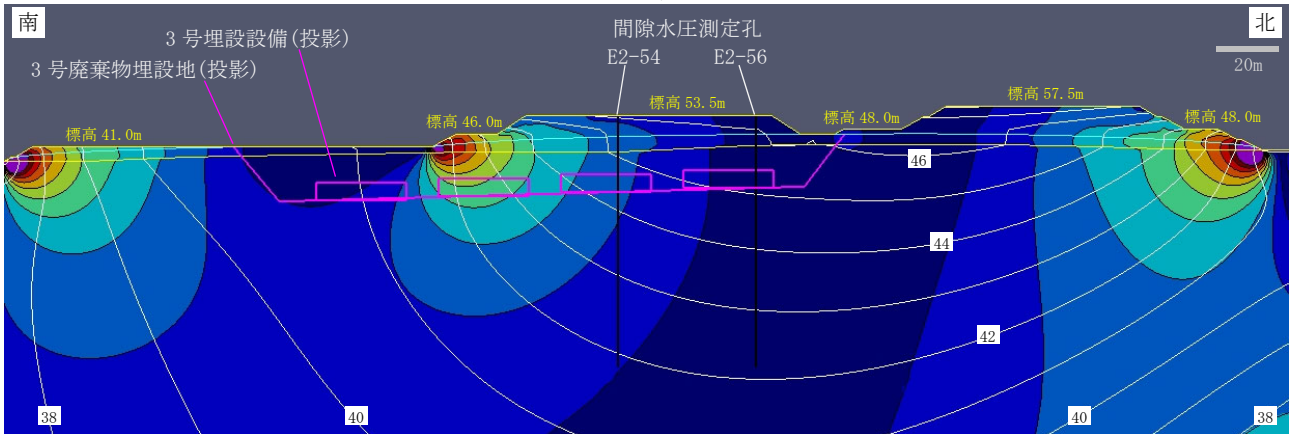
第 1 図 全水頭等高線



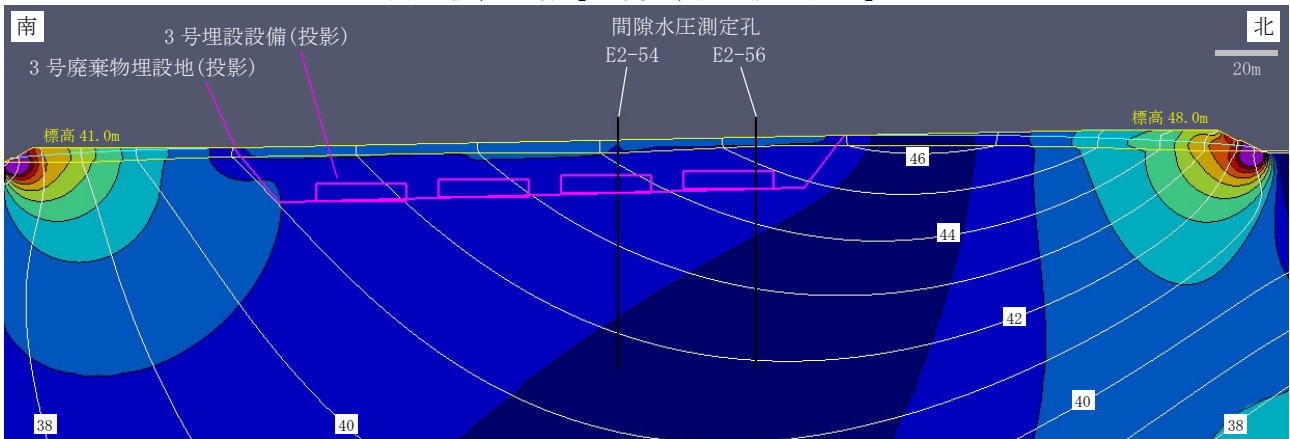
(a) 仮置土有【解析領域全体】



(b) 仮置土無【解析領域全体】



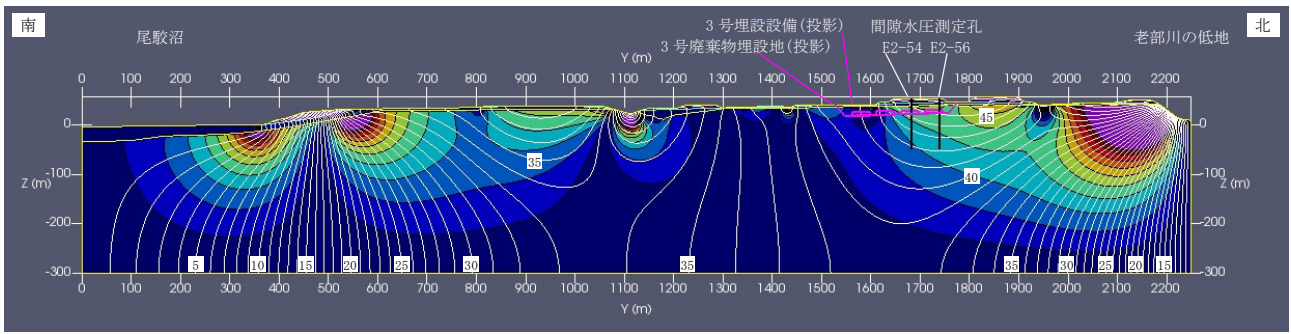
(c) 仮置土有【3号廃棄物埋設地付近】



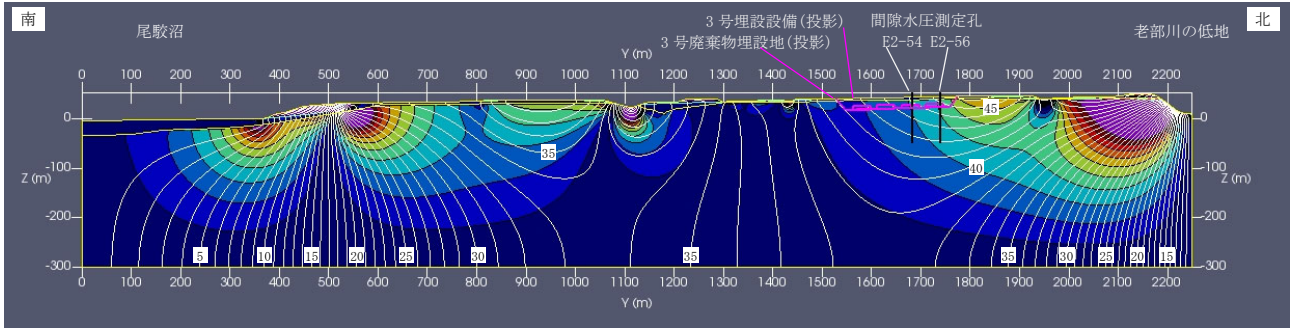
(d) 仮置土無【3号廃棄物埋設地付近】



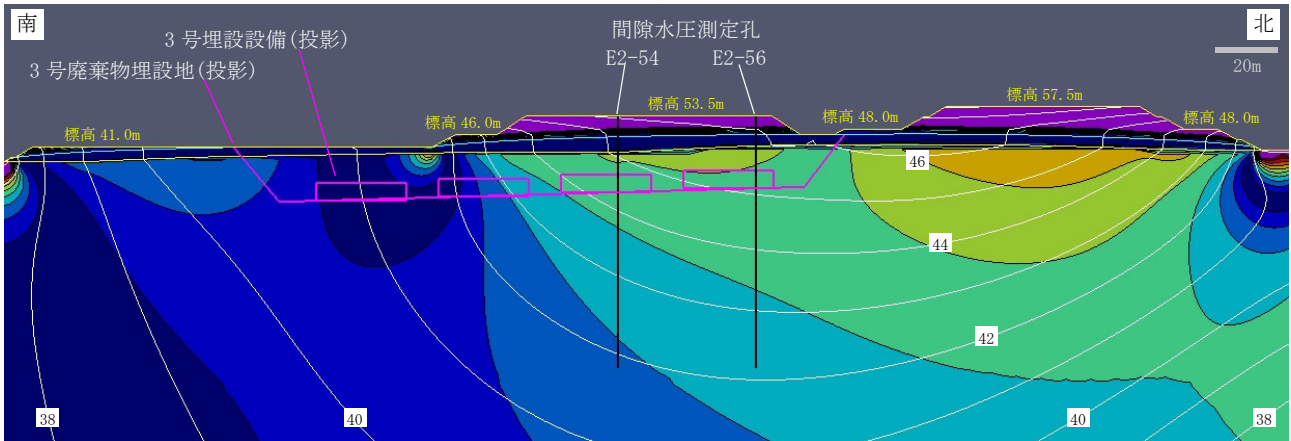
第2図 動水勾配分布 (1/3) 【Y軸方向成分の大きさ】



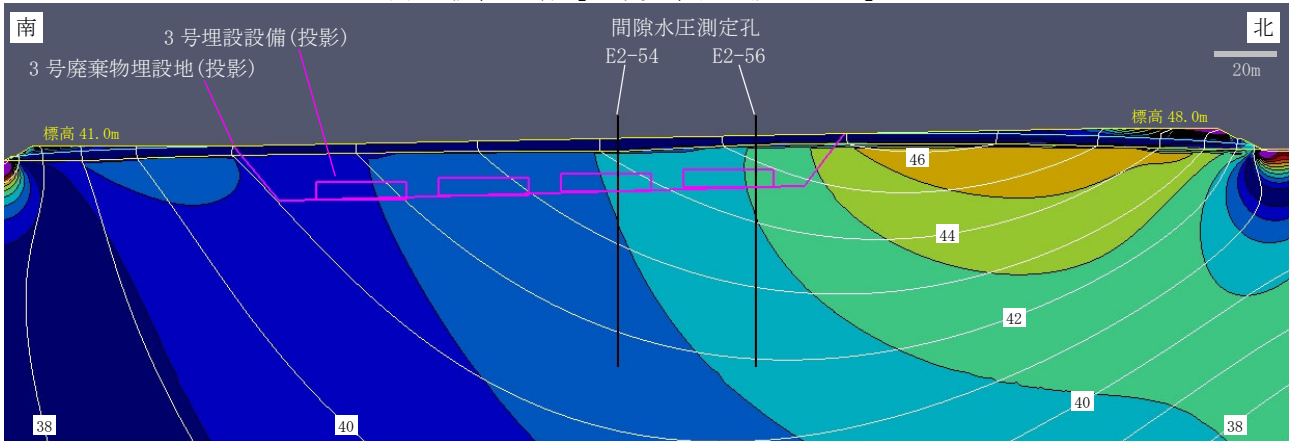
(a) 仮置土有【解析領域全体】



(b) 仮置土無【解析領域全体】



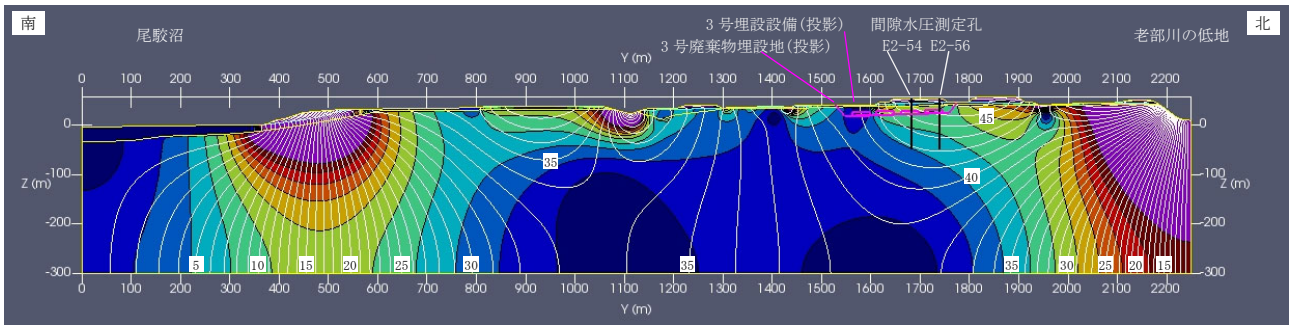
(c) 仮置土有【3号廃棄物埋設地付近】



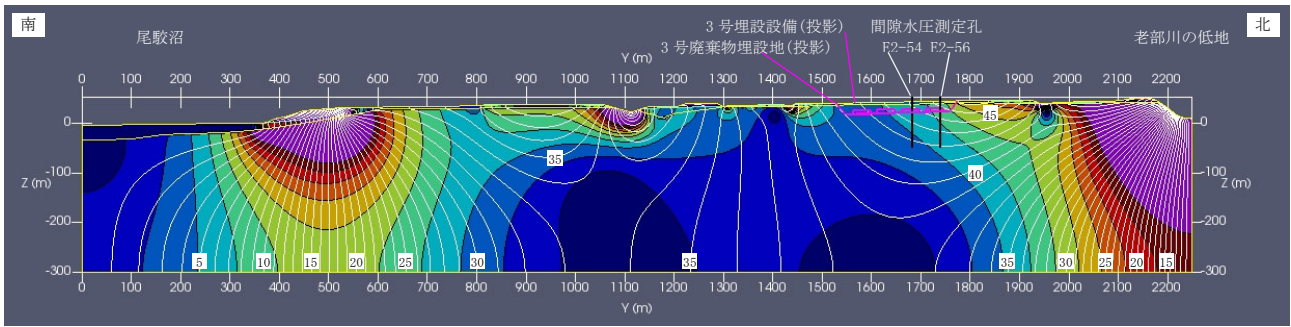
(d) 仮置土無【3号廃棄物埋設地付近】



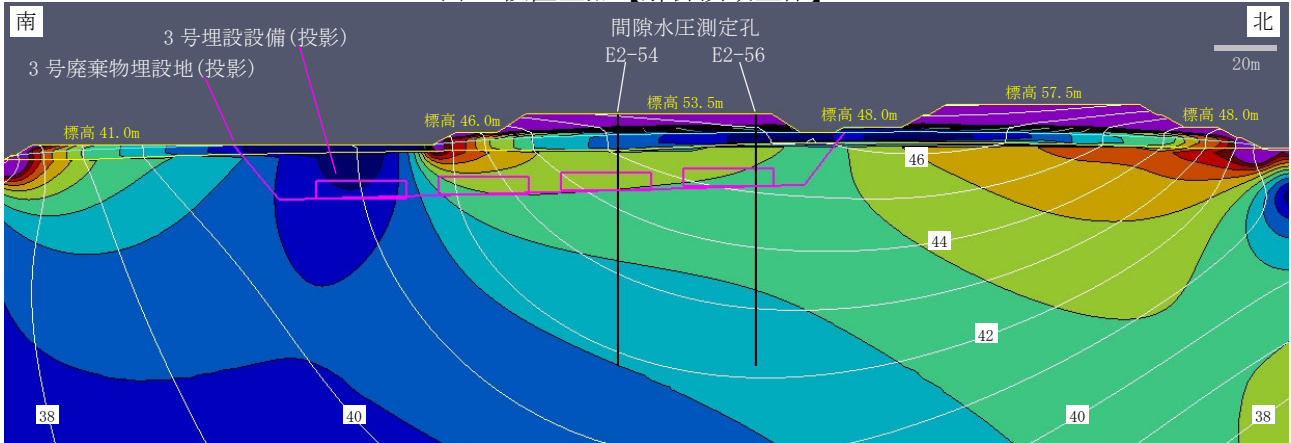
第2図 動水勾配分布 (2/3) 【Z軸方向成分の大きさ】



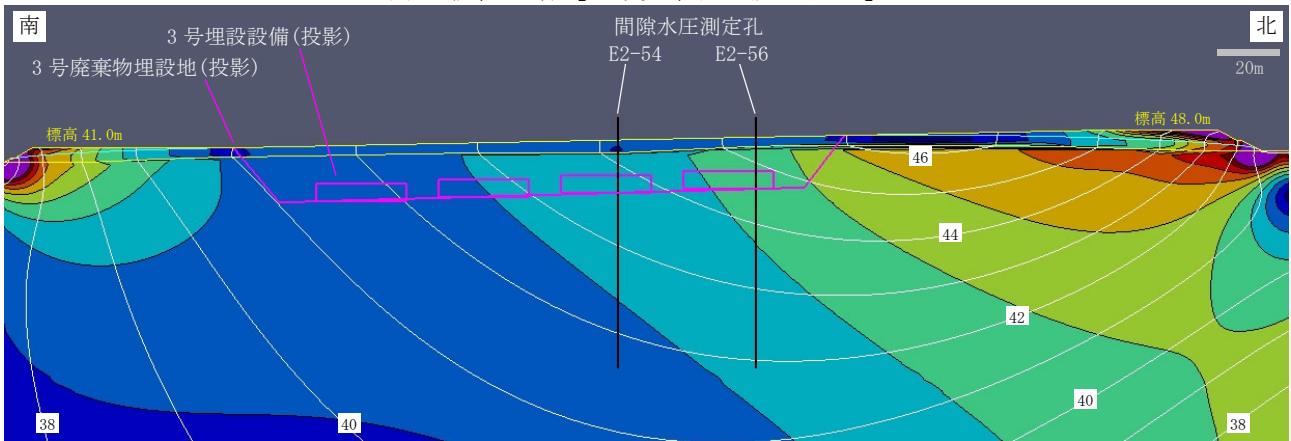
(a) 仮置土有【解析領域全体】



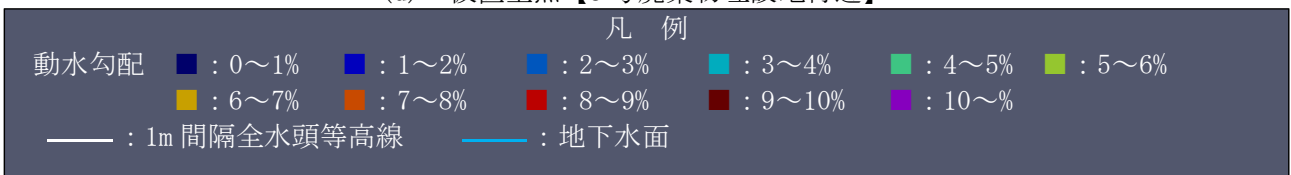
(b) 仮置土無【解析領域全体】



(c) 仮置土有【3号廃棄物埋設地付近】

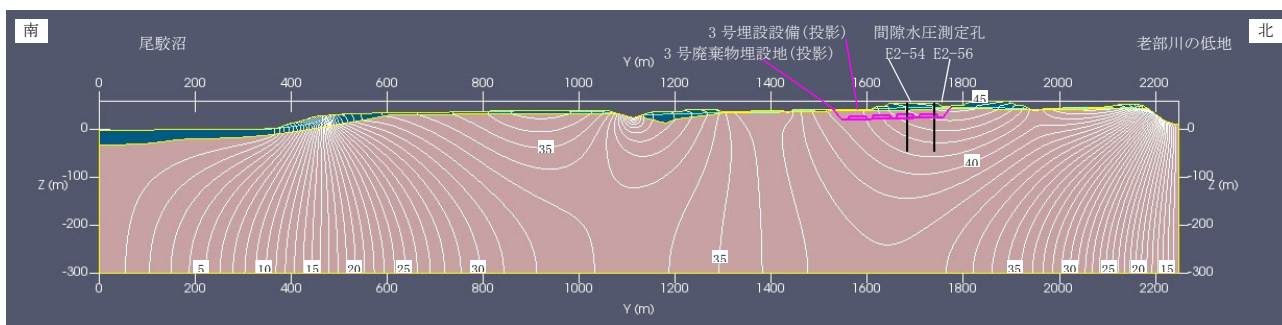


(d) 仮置土無【3号廃棄物埋設地付近】

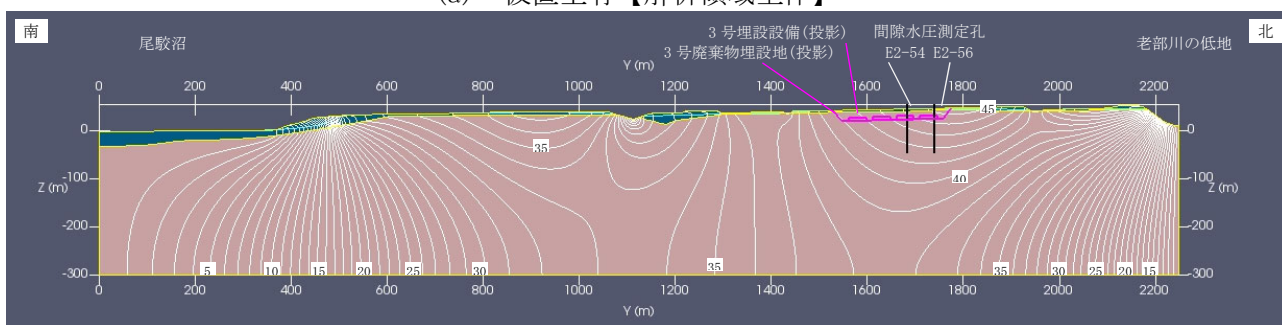


第2図 動水勾配分布 (3/3) 【Y軸及びZ軸成分の合成動水勾配の大きさ】

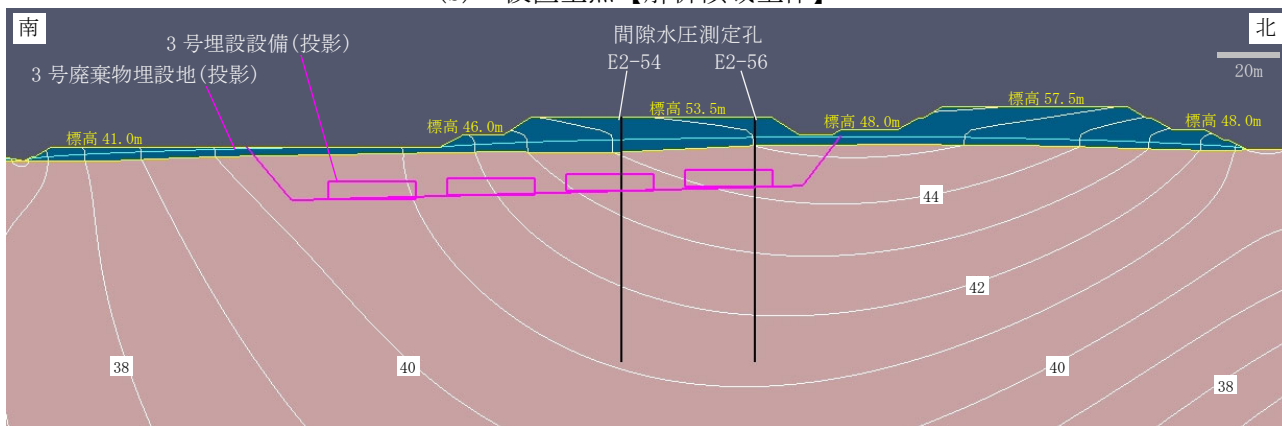
現況再現解析結果(仮置土有・無)【第四紀層の透水係数に着目した感度解析結果】



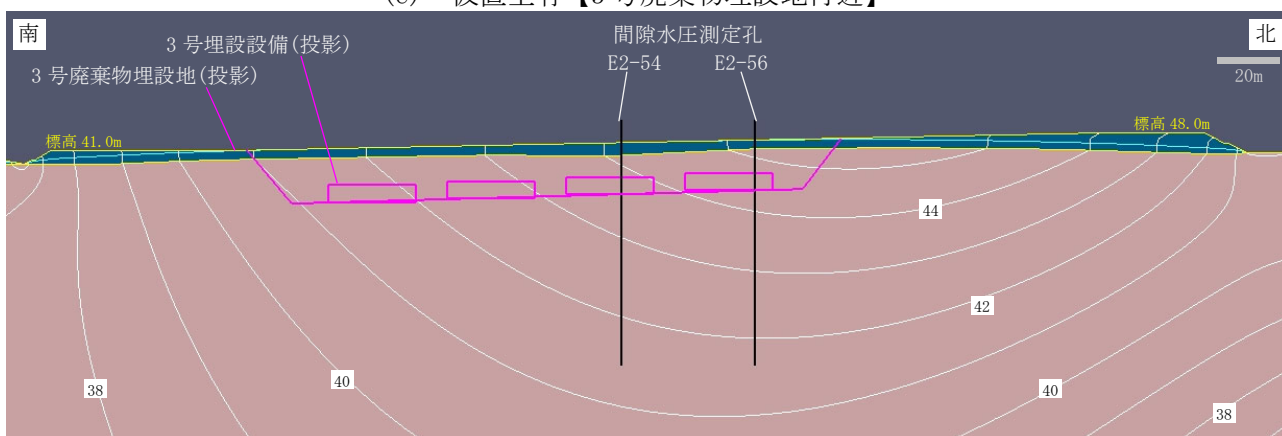
(a) 仮置土有【解析領域全体】



(b) 仮置土無【解析領域全体】



(c) 仮置土有【3号廃棄物埋設地付近】

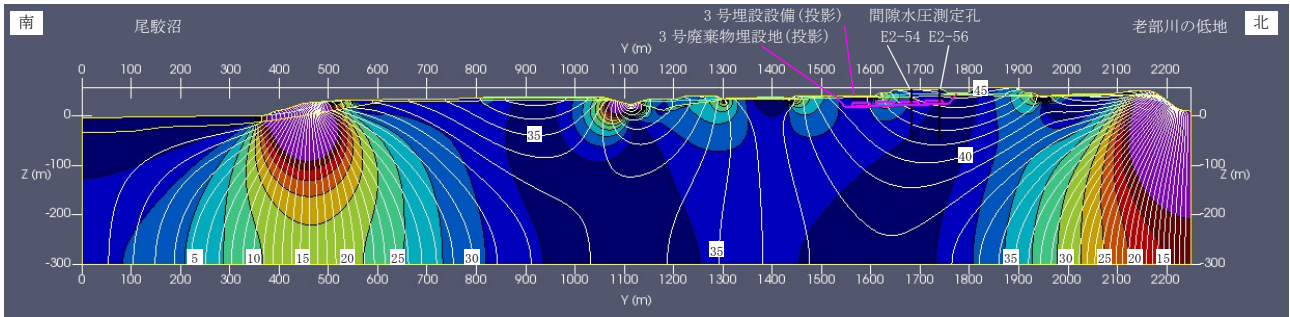


(d) 仮置土無【3号廃棄物埋設地付近】

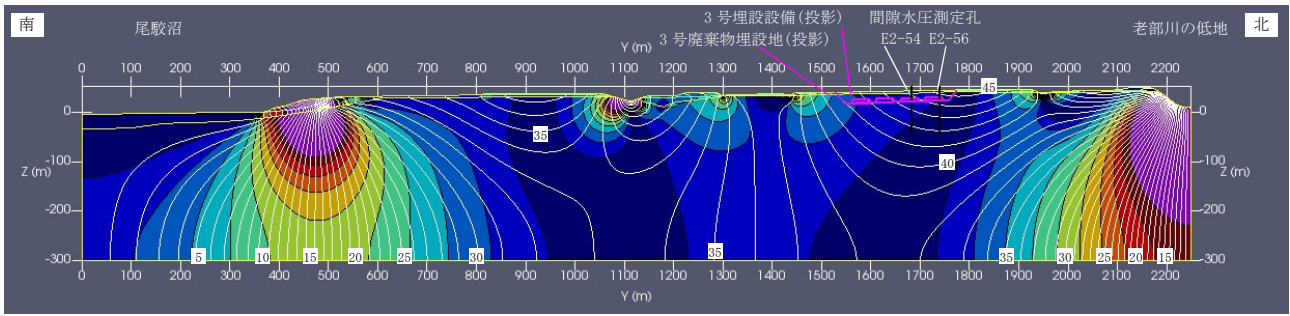
凡 例

■ : 鷹架層 ■ : 第四紀層(盛土・仮置土を含む) — : 1m 間隔全水頭等高線 — : 地下水面

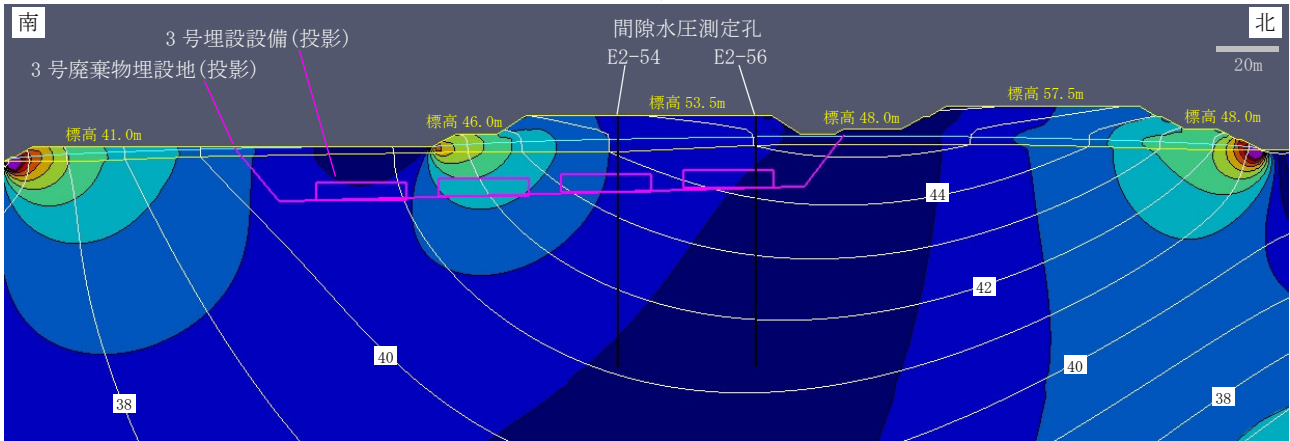
第 1 図 全水頭等高線



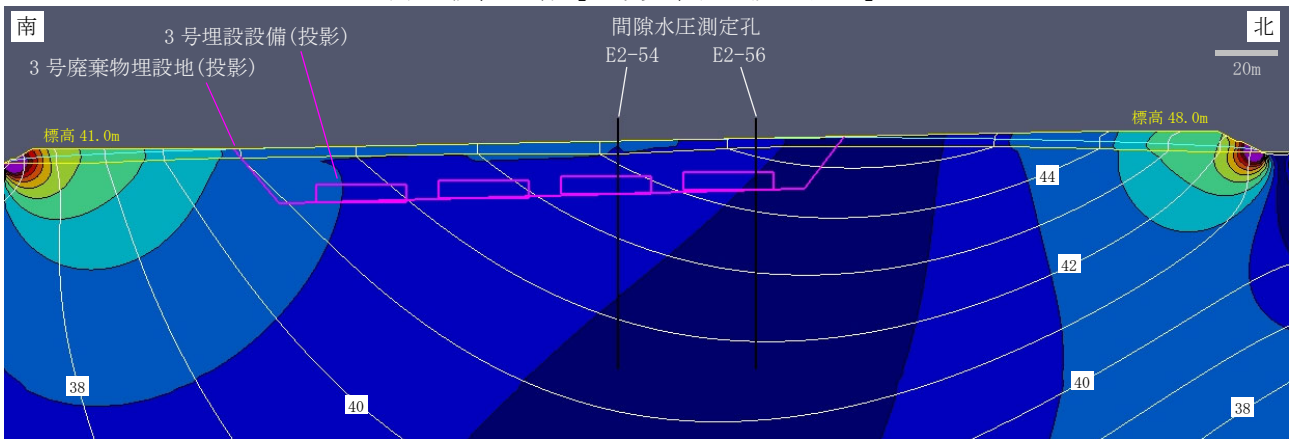
(a) 仮置土有【解析領域全体】



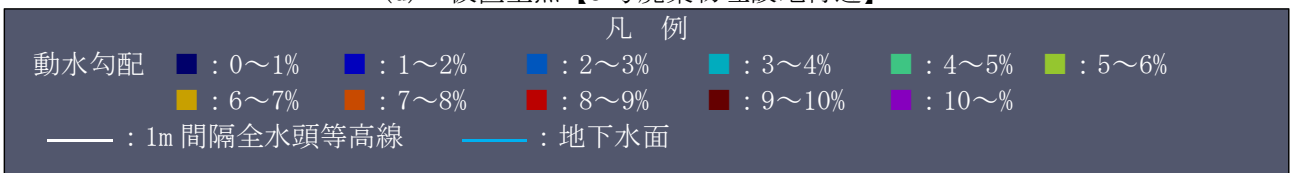
(b) 仮置土無【解析領域全体】



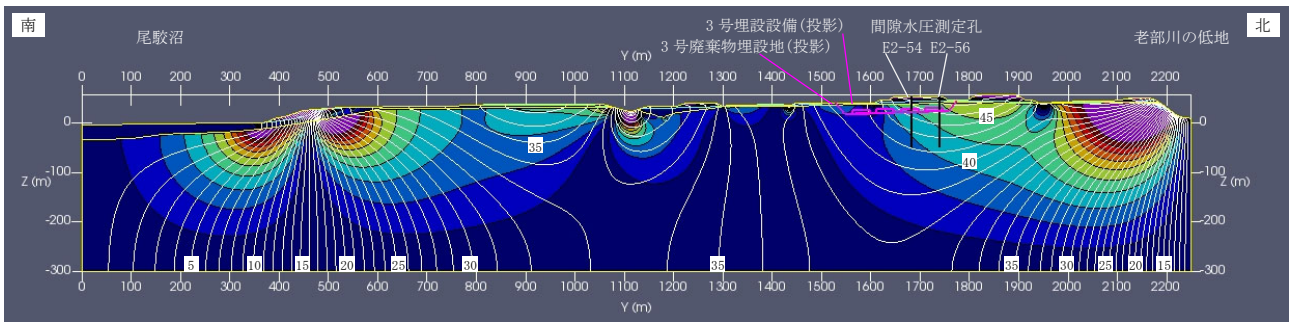
(c) 仮置土有【3号廃棄物埋設地付近】



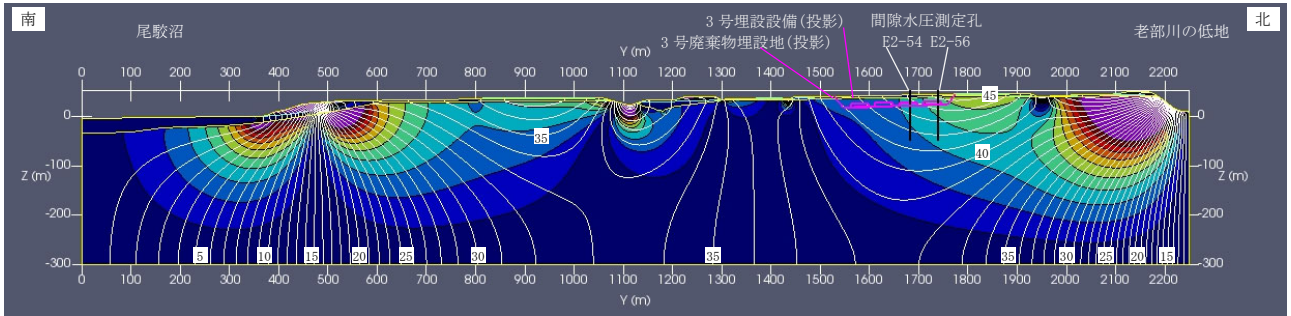
(d) 仮置土無【3号廃棄物埋設地付近】



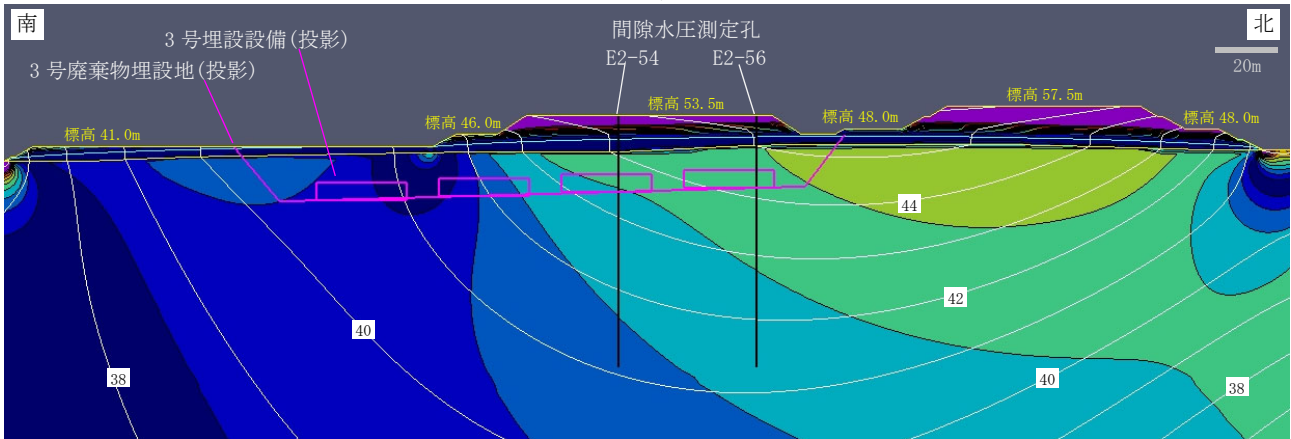
第2図 動水勾配分布 (1/3) 【Y軸方向成分の大きさ】



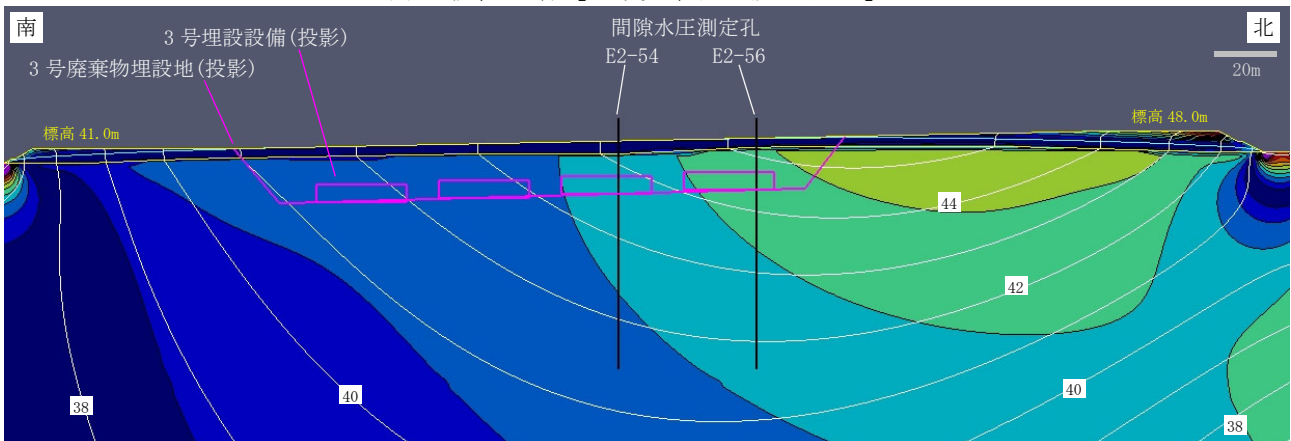
(a) 仮置土有【解析領域全体】



(b) 仮置土無【解析領域全体】



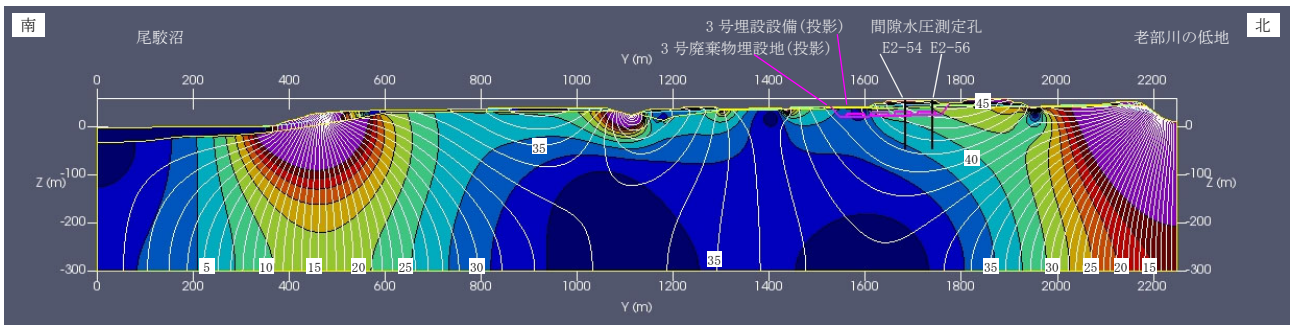
(c) 仮置土有【3号廃棄物埋設地付近】



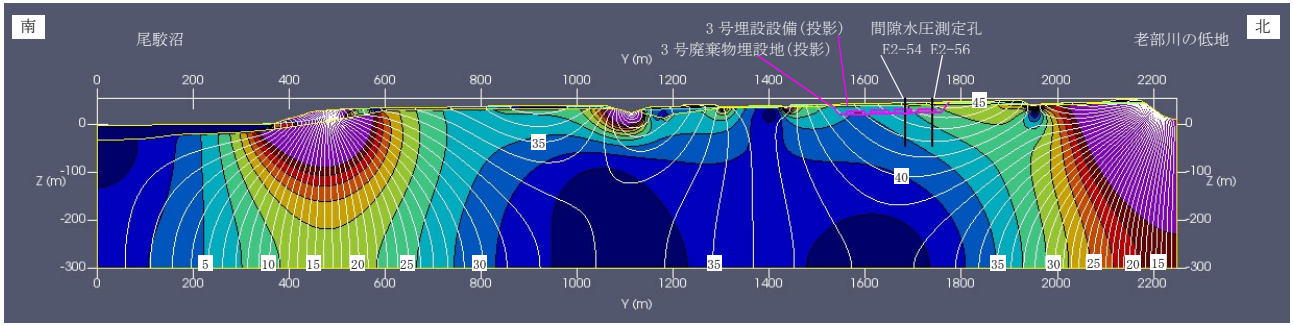
(d) 仮置土無【3号廃棄物埋設地付近】



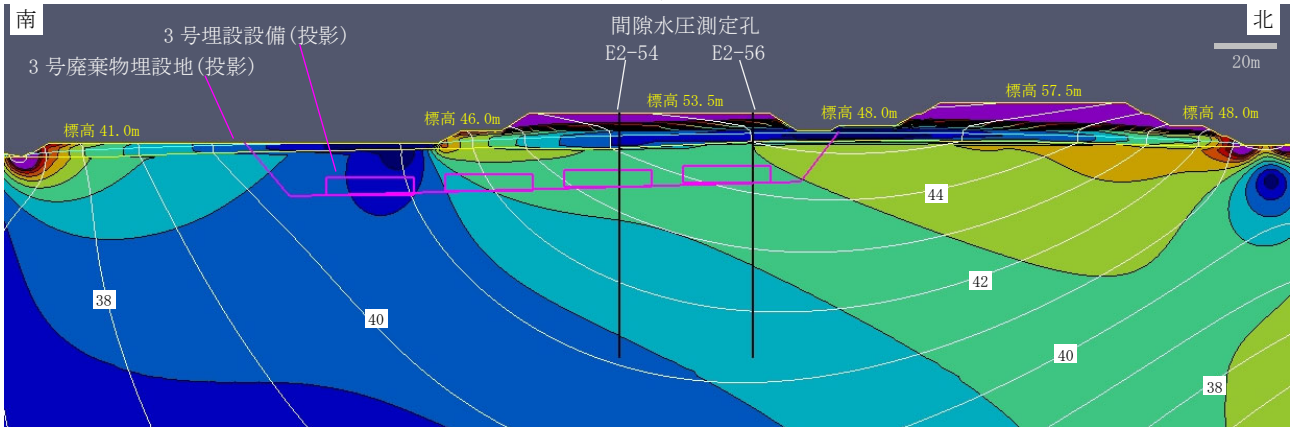
第2図 動水勾配分布 (2/3) 【Z軸方向成分の大きさ】



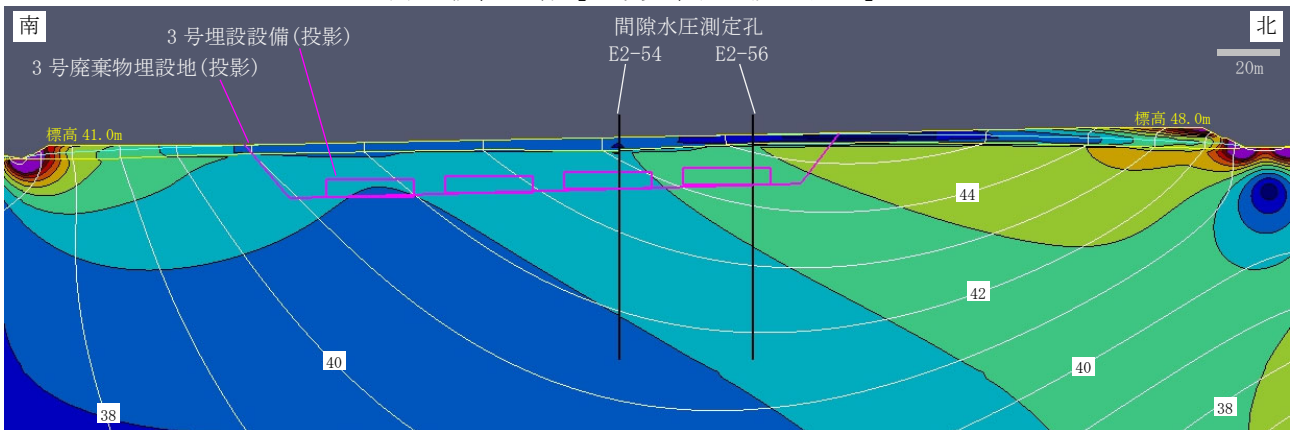
(a) 仮置土有【解析領域全体】



(b) 仮置土無【解析領域全体】



(c) 仮置土有【3号廃棄物埋設地付近】



(d) 仮置土無【3号廃棄物埋設地付近】



第2図 動水勾配分布 (3/3) 【Y軸及びZ軸成分の合成動水勾配の大きさ】

埋設設備からの流出水量を求めるための
2次元地下水浸透流解析結果

目 次

1. 埋設設備からの流出水量を求めるための動水勾配3%の場合の2次元地下水浸透流解析結果	1
第1表 2次元地下水浸透流解析により求めた埋設設備からの各材料への流出水量	1
第2表 2次元地下水浸透流解析において入力した透水係数	1
第1図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後)	2
第2図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後)	7
第3図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後)	12
第4図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後)	21
第5図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後)	30
第6図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後)	35
2. 地下水の流動方向を水平方向と鉛直下方にした場合の2次元地下水浸透流解析結果	40
第3表 2次元地下水浸透流解析により求めた埋設設備からの各材料への流出水量	40
第4表 2次元地下水浸透流解析において入力した透水係数	40
第7図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後)	41
第8図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後)	46
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後)	51
第10図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後)	60
第11図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後)	69
第12図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後)	74

1. 埋設設備からの流出水量を求めるための動水勾配 3%の場合の 2 次元地下水浸透流解析結果

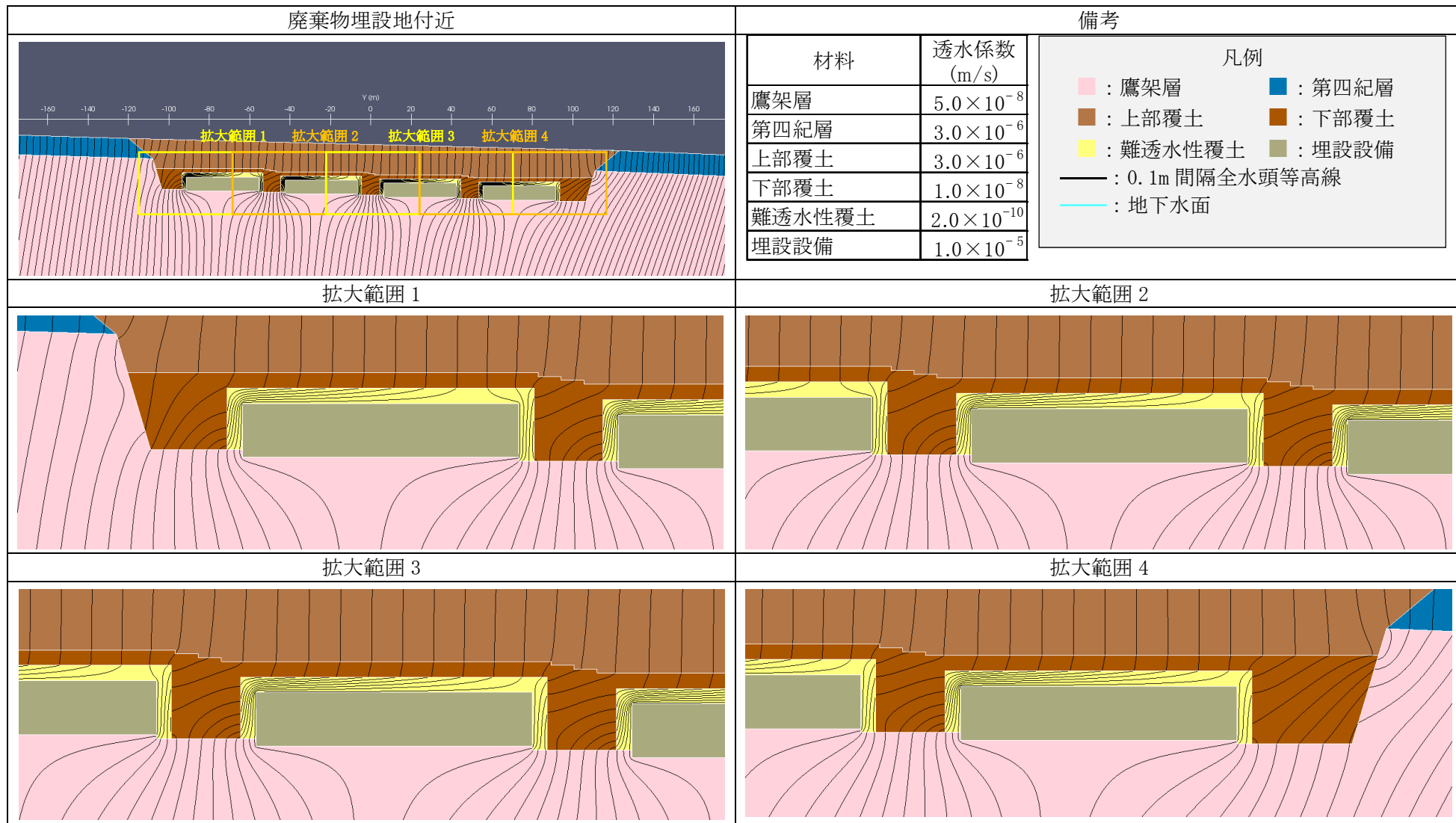
第 1 表 2 次元地下水浸透流解析により求めた埋設設備からの各材料への流出水量*1

計算ケース		モデル化 時期	設定 動水勾配 (%)	降雨 浸透量 (mm/y)	埋設設備から各材料への流出水量(m ³ /y)				埋設設備から各材料への流出水量の比率(%)			
					難透水性 覆土	鷹架層	群間 充填材	合計	難透水性 覆土	鷹架層	群間 充填材	合計
3号廃棄物 埋設地	最も可能性が高い設定	1,000年後	3.0	310	6	624		630	1%	99%		100%
	最も厳しい設定	1,000年後	3.0	310	371	653		1,024	36%	64%		100%
1号廃棄物 埋設地	最も可能性が高い設定	1,000年後	3.0	310	129	1,751	231	2,112	6%	83%	11%	100%
	最も厳しい設定	1,000年後	3.0	310	147	1,753	232	2,132	7%	82%	11%	100%
2号廃棄物 埋設地	最も可能性が高い設定	1,000年後	3.0	310	20	892		912	2%	98%		100%
	最も厳しい設定	1,000年後	3.0	310	341	890		1,231	28%	72%		100%

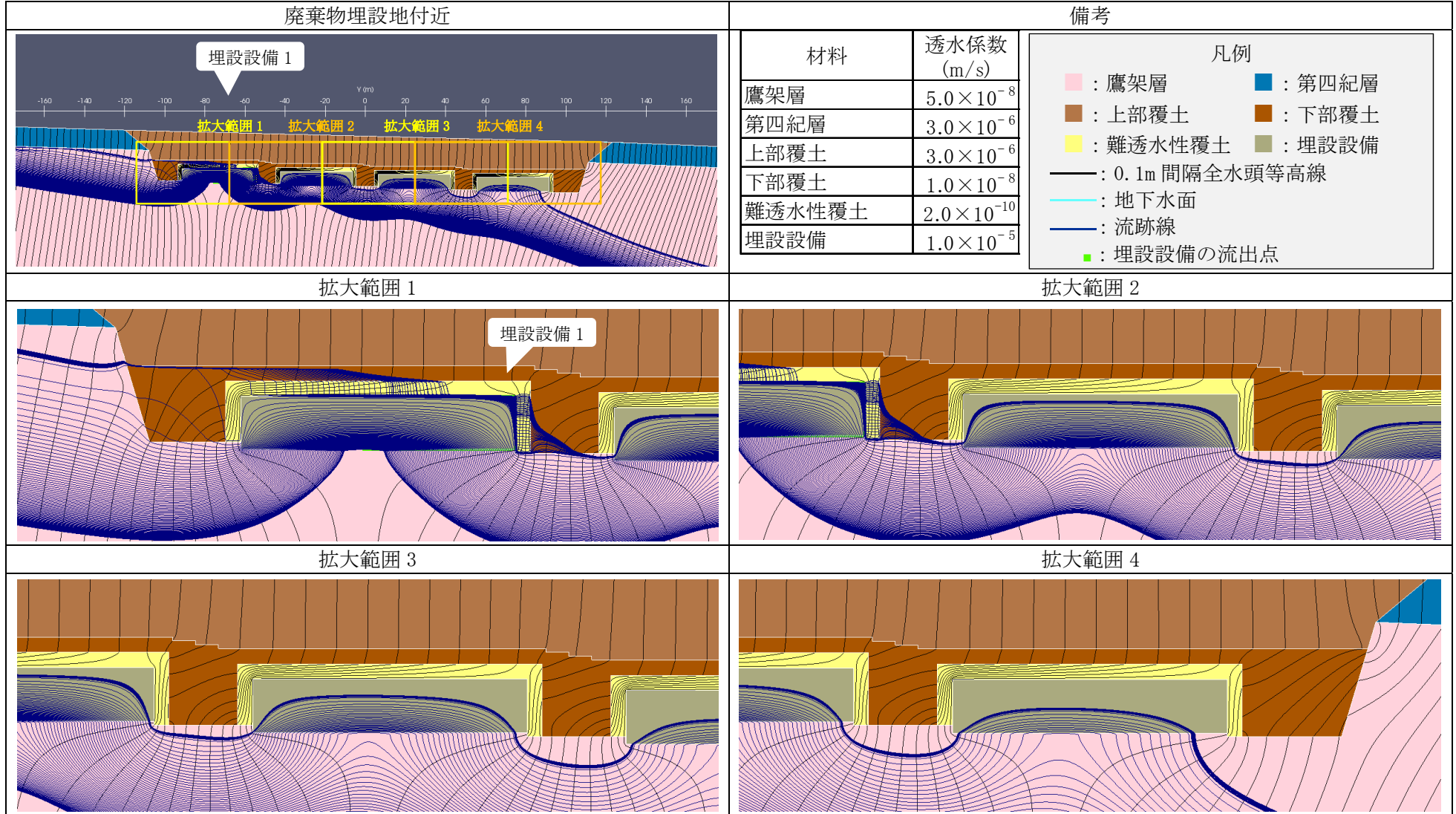
*1 流出水量は、3号廃棄物埋設地では奥行き 150m 当たり、1号廃棄物埋設地では奥行き 160m 当たり、2号廃棄物埋設地では奥行き 180m 当たりとした。

第 2 表 2 次元地下水浸透流解析において入力した透水係数

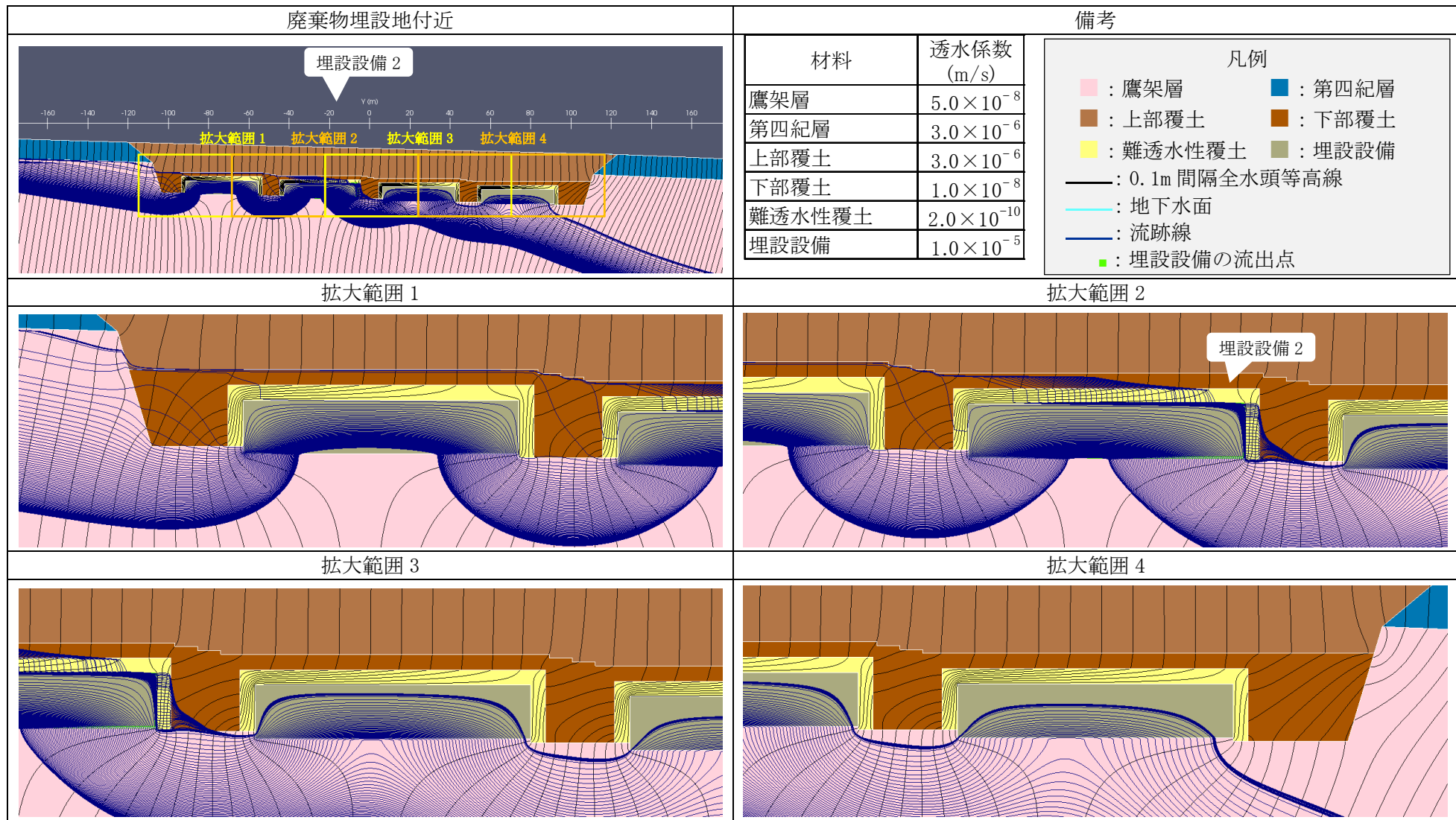
計算ケース		モデル化 時期	透水係数(m/s)					
			鷹架層	第四紀層	上部覆土	下部覆土	難透水性覆土 (等価透水係数)	埋設設備
3号廃棄物埋設地	最も可能性が高い設定	1,000年後	5.0×10^{-8}	3.0×10^{-6}	3.0×10^{-6}	1.0×10^{-8}	2.0×10^{-10}	1.0×10^{-5}
	最も厳しい設定	1,000年後	5.0×10^{-8}	3.0×10^{-6}	3.0×10^{-6}	1.0×10^{-8}	1.5×10^{-8}	1.0×10^{-5}
1号廃棄物埋設地	最も可能性が高い設定	1,000年後	1.1×10^{-7}	2.5×10^{-6}	2.5×10^{-6}	1.0×10^{-8}	2.5×10^{-9}	1.0×10^{-5}
	最も厳しい設定	1,000年後	1.1×10^{-7}	2.5×10^{-6}	2.5×10^{-6}	1.0×10^{-8}	3.0×10^{-9}	1.0×10^{-5}
2号廃棄物埋設地	最も可能性が高い設定	1,000年後	7.8×10^{-8}	3.6×10^{-6}	3.6×10^{-6}	1.0×10^{-8}	2.0×10^{-10}	1.0×10^{-5}
	最も厳しい設定	1,000年後	7.8×10^{-8}	3.6×10^{-6}	3.6×10^{-6}	1.0×10^{-8}	1.5×10^{-8}	1.0×10^{-5}



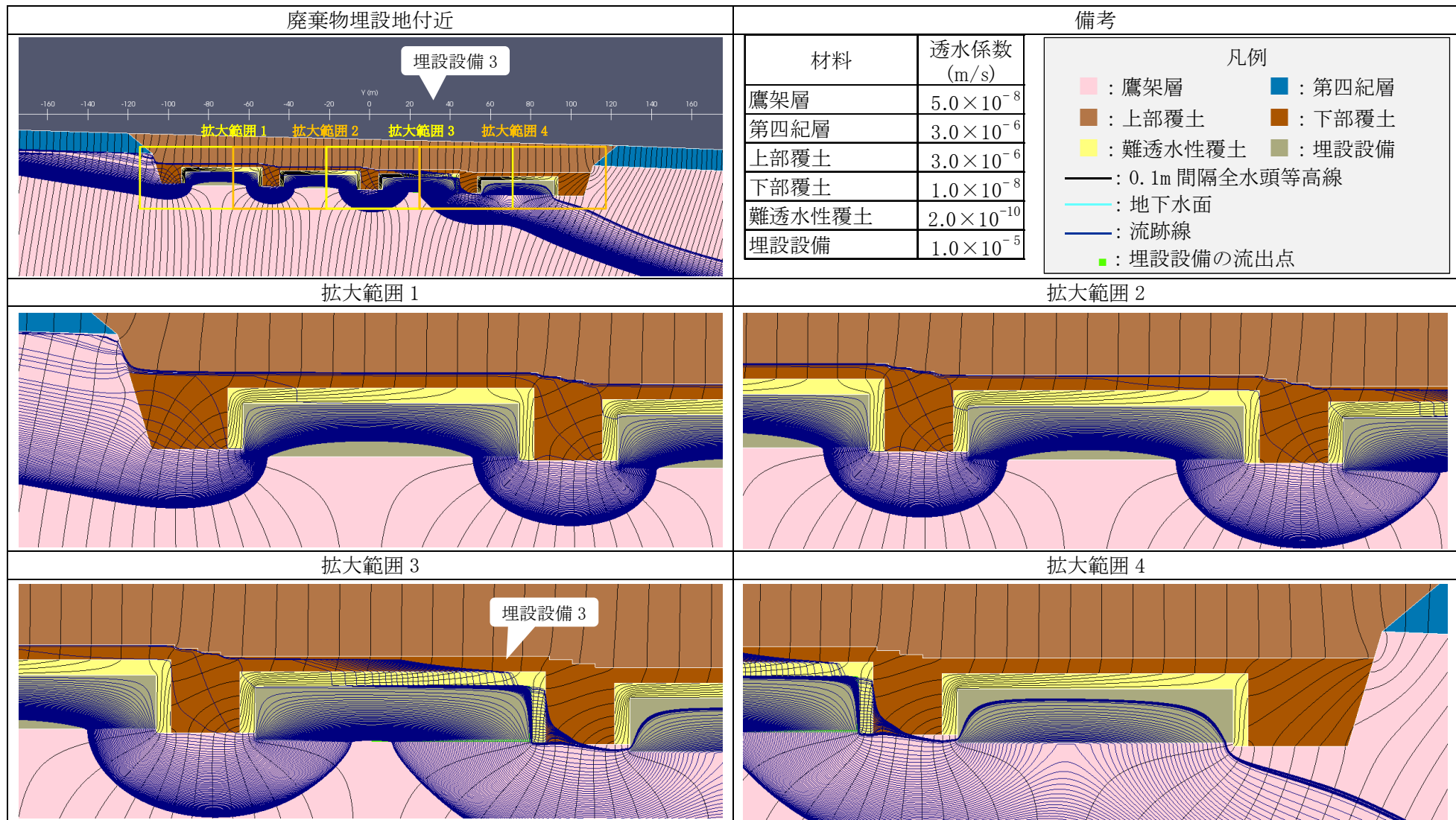
第1図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (1/5) <0.1m 間隔全水頭等高線>



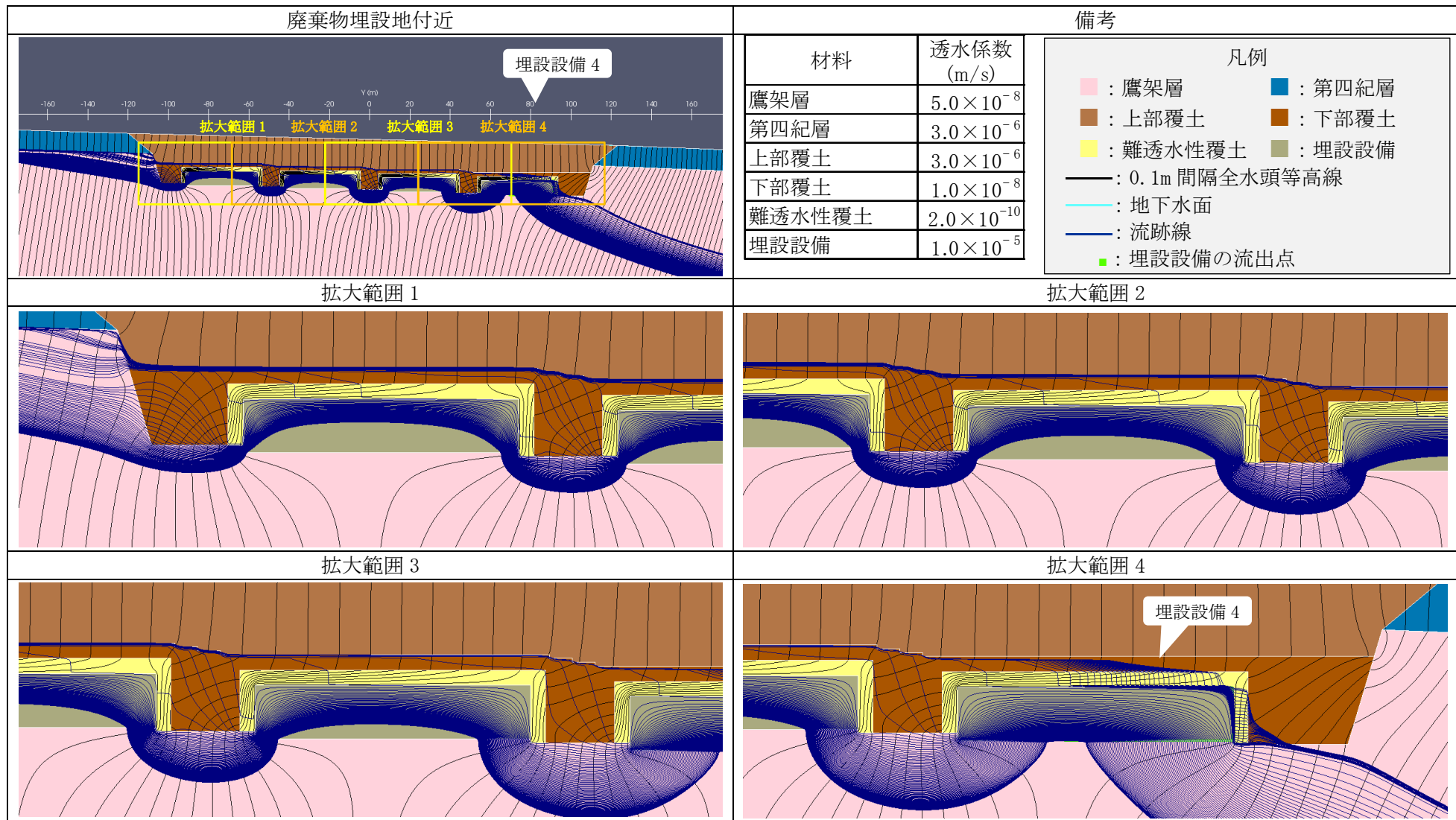
第 1 図 2 次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (2/5) <埋設設備 1 の流出点を通る流跡線>



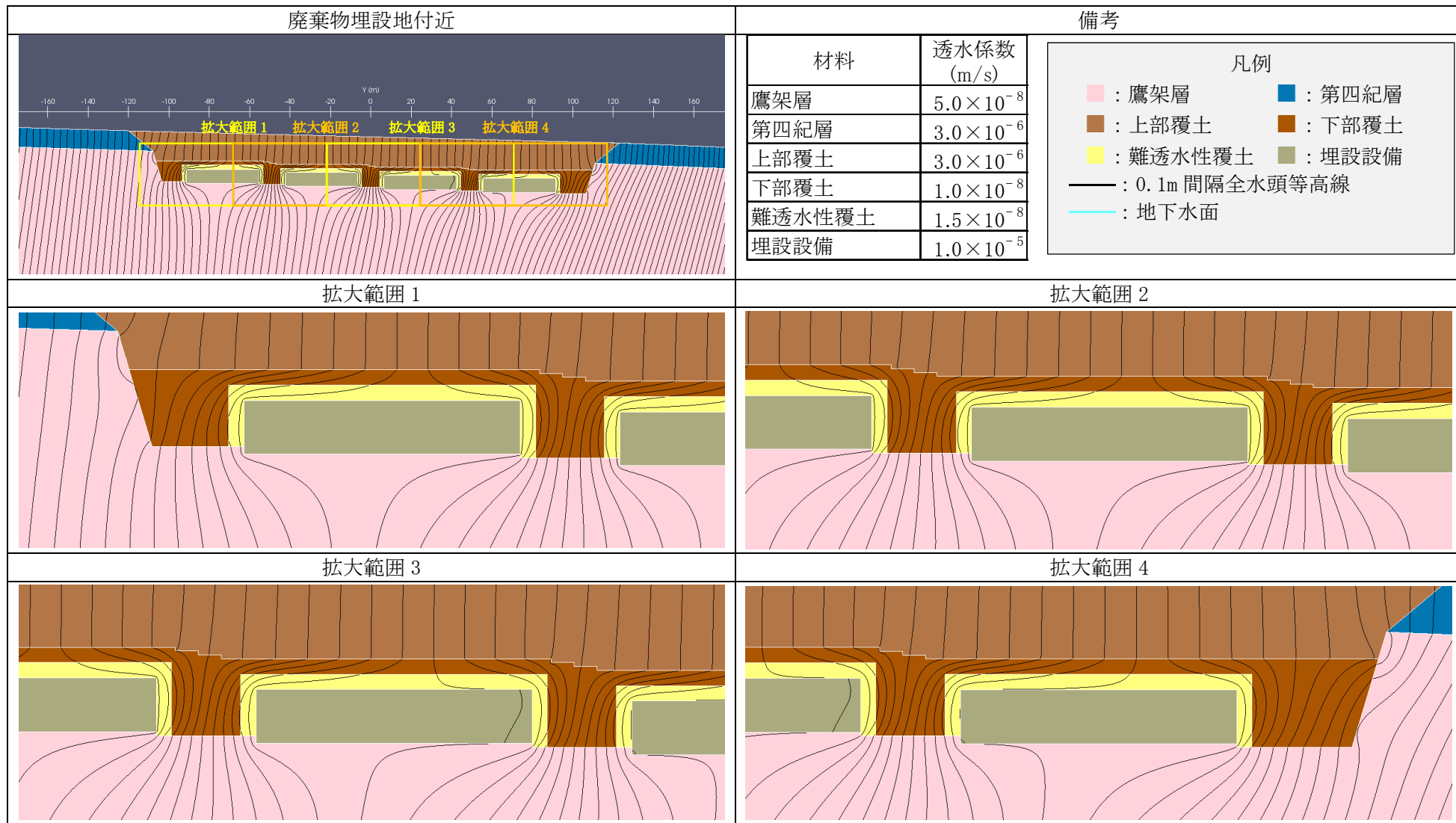
第 1 図 2 次元地下水浸透流解析結果【3 号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (3/5) <埋設設備 2 の流出点を通る流跡線>



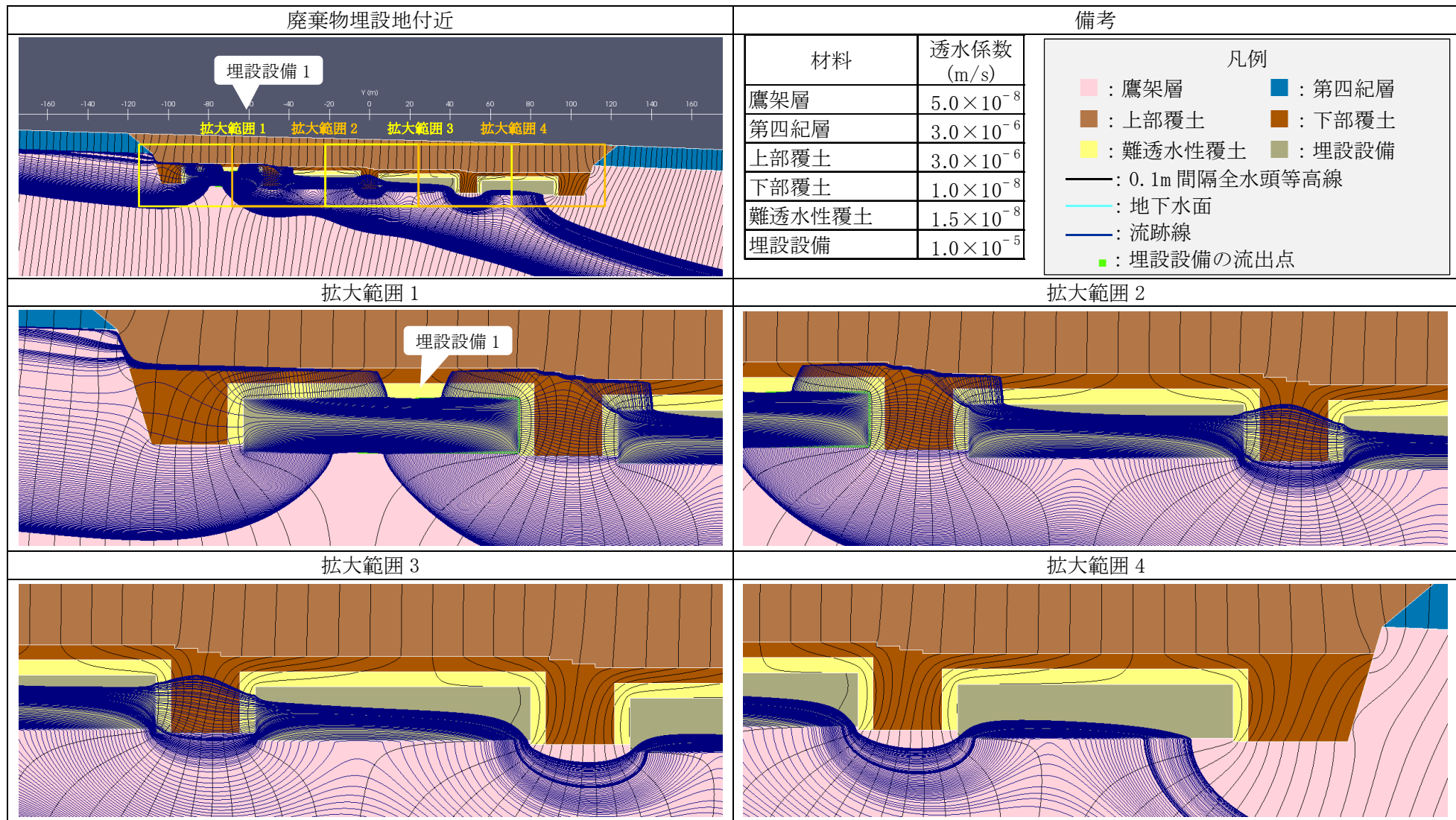
第1図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (4/5) <埋設設備3の流出点を通る流跡線>



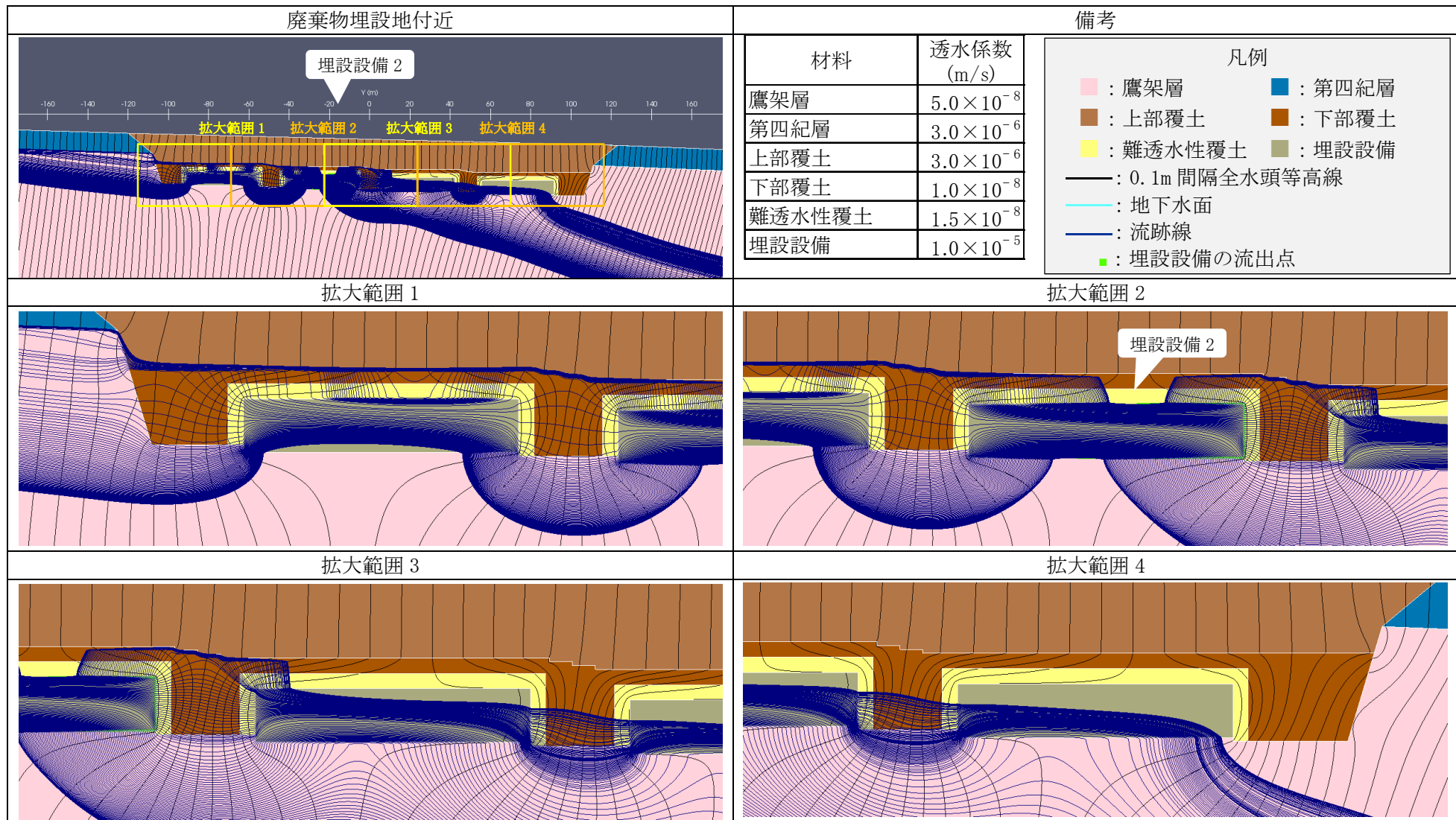
第 1 図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (5/5) <埋設設備 4 の流出点を通る流跡線>



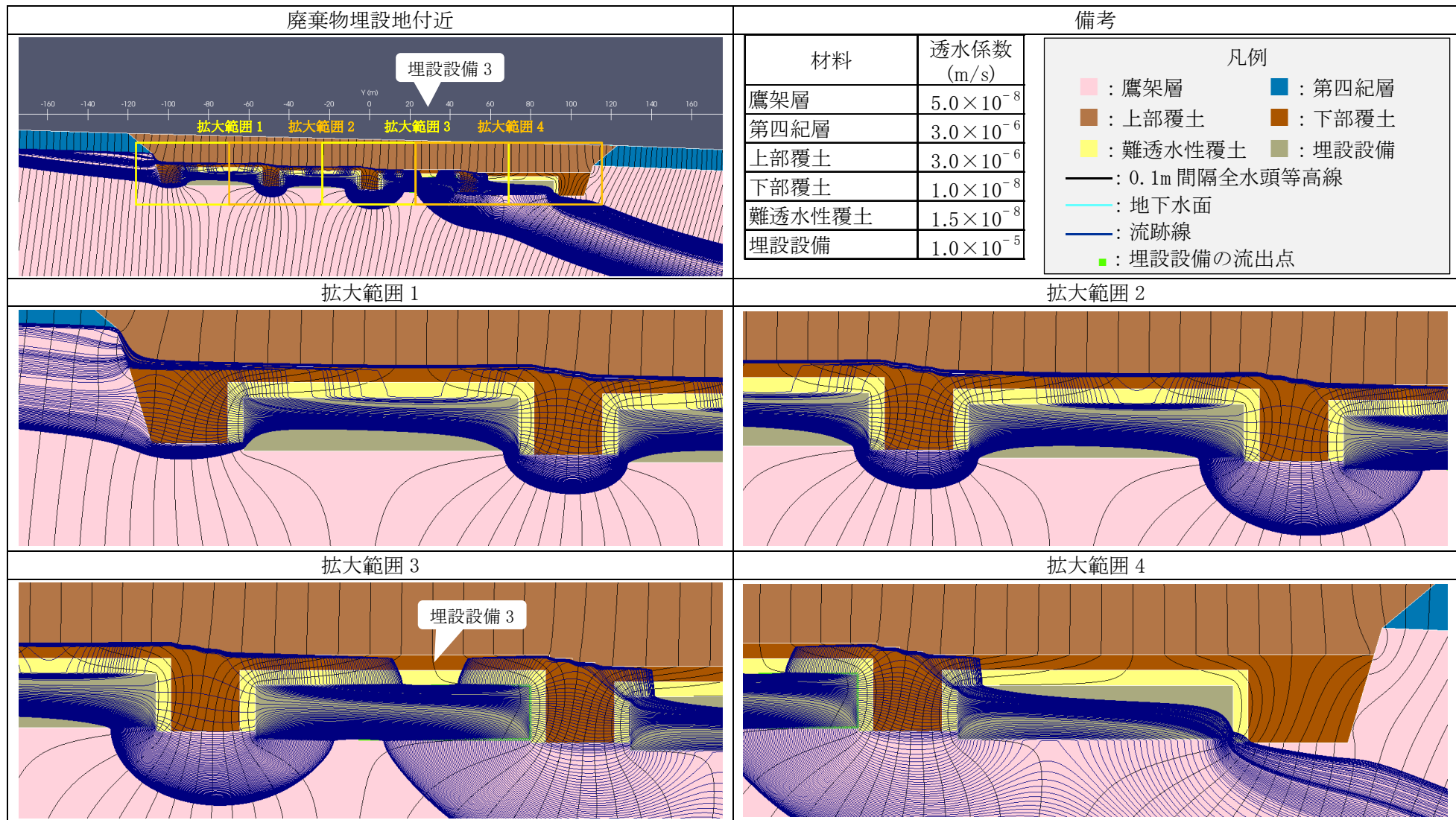
第 2 図 2 次元地下水浸透流解析結果【3 号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000 年後) (1/5) <0.1m 間隔全水頭等高線>



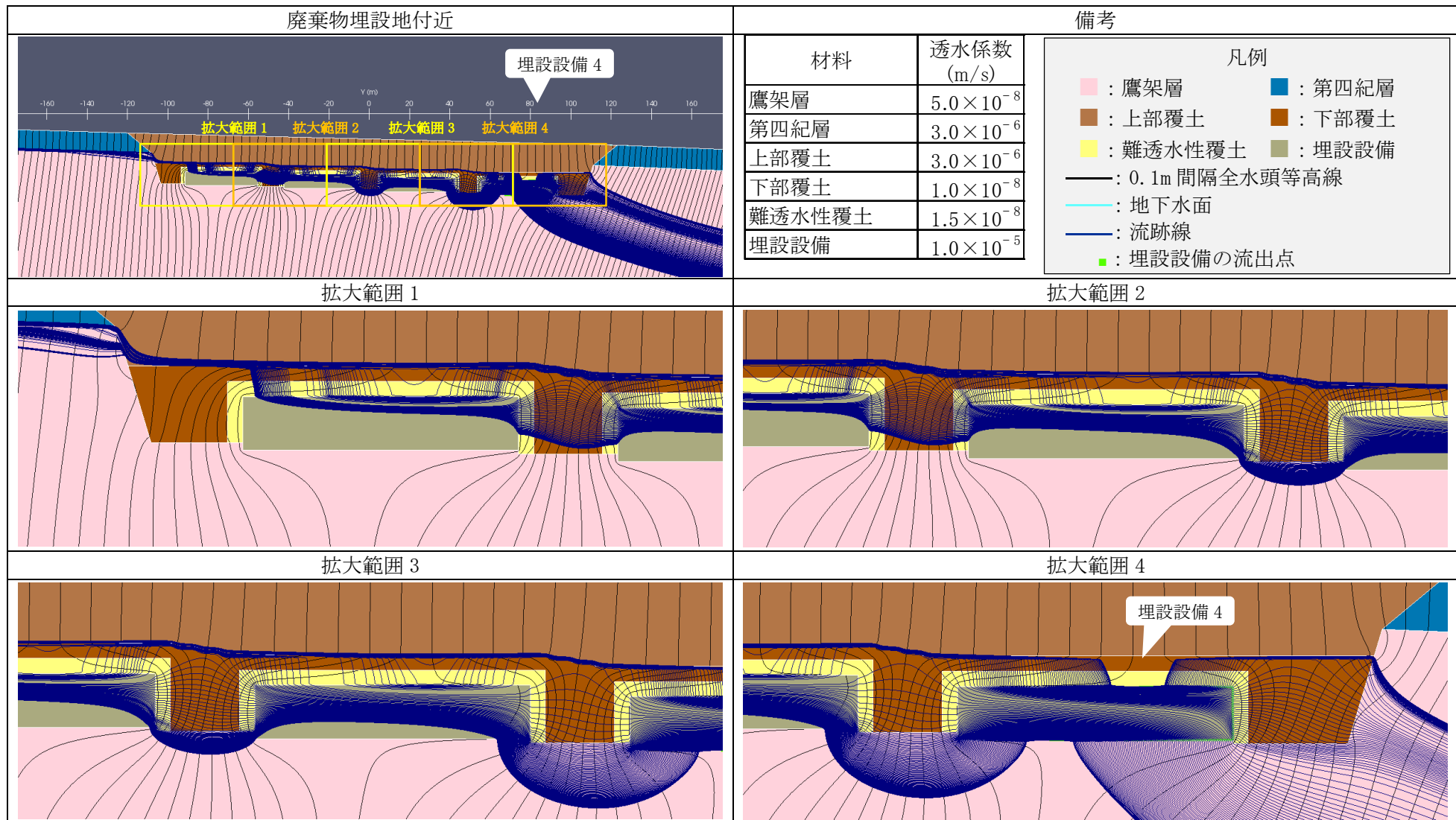
第2図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (2/5) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



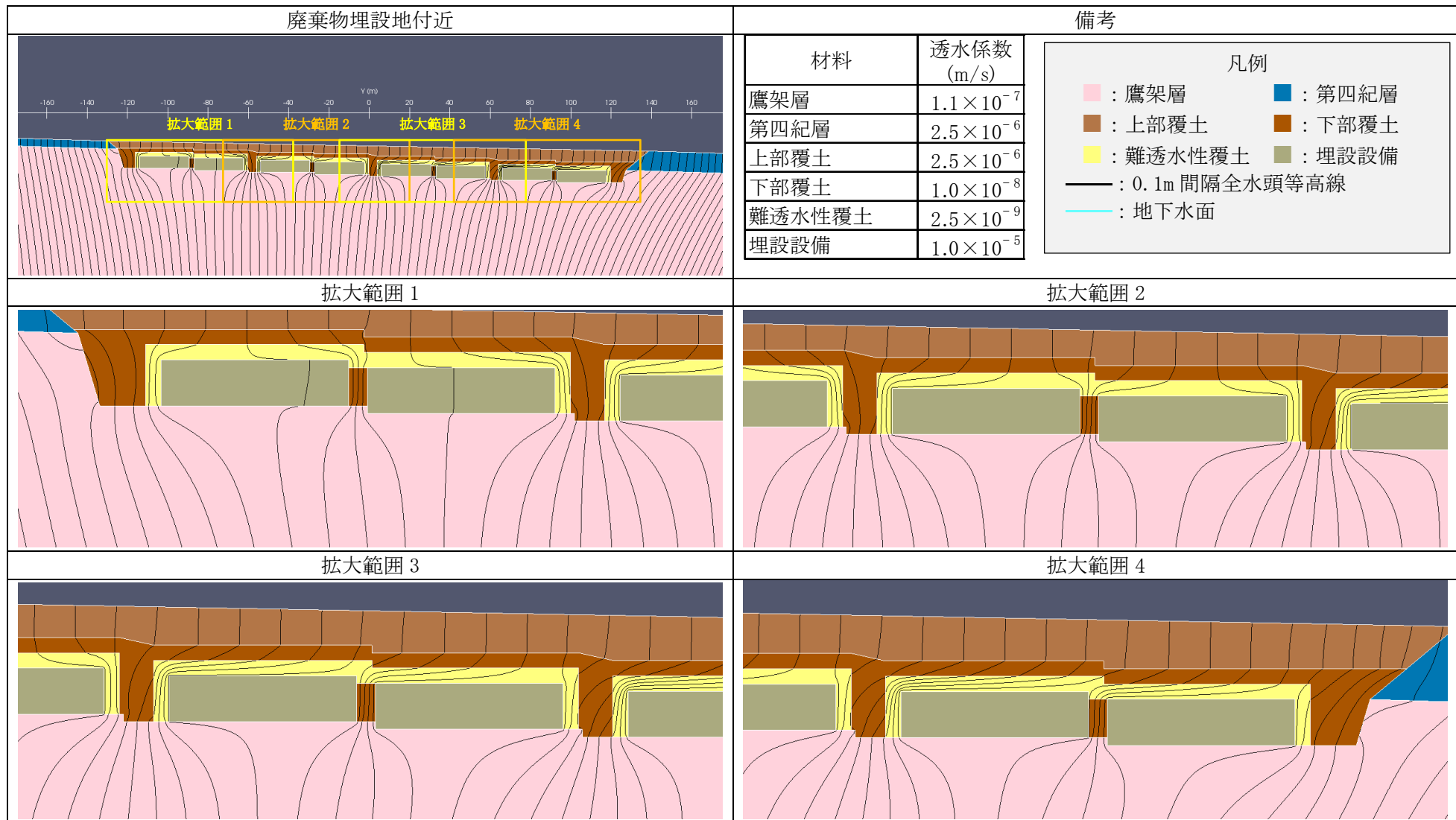
第2図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (3/5) <埋設設備2の流出点を通る流跡線>



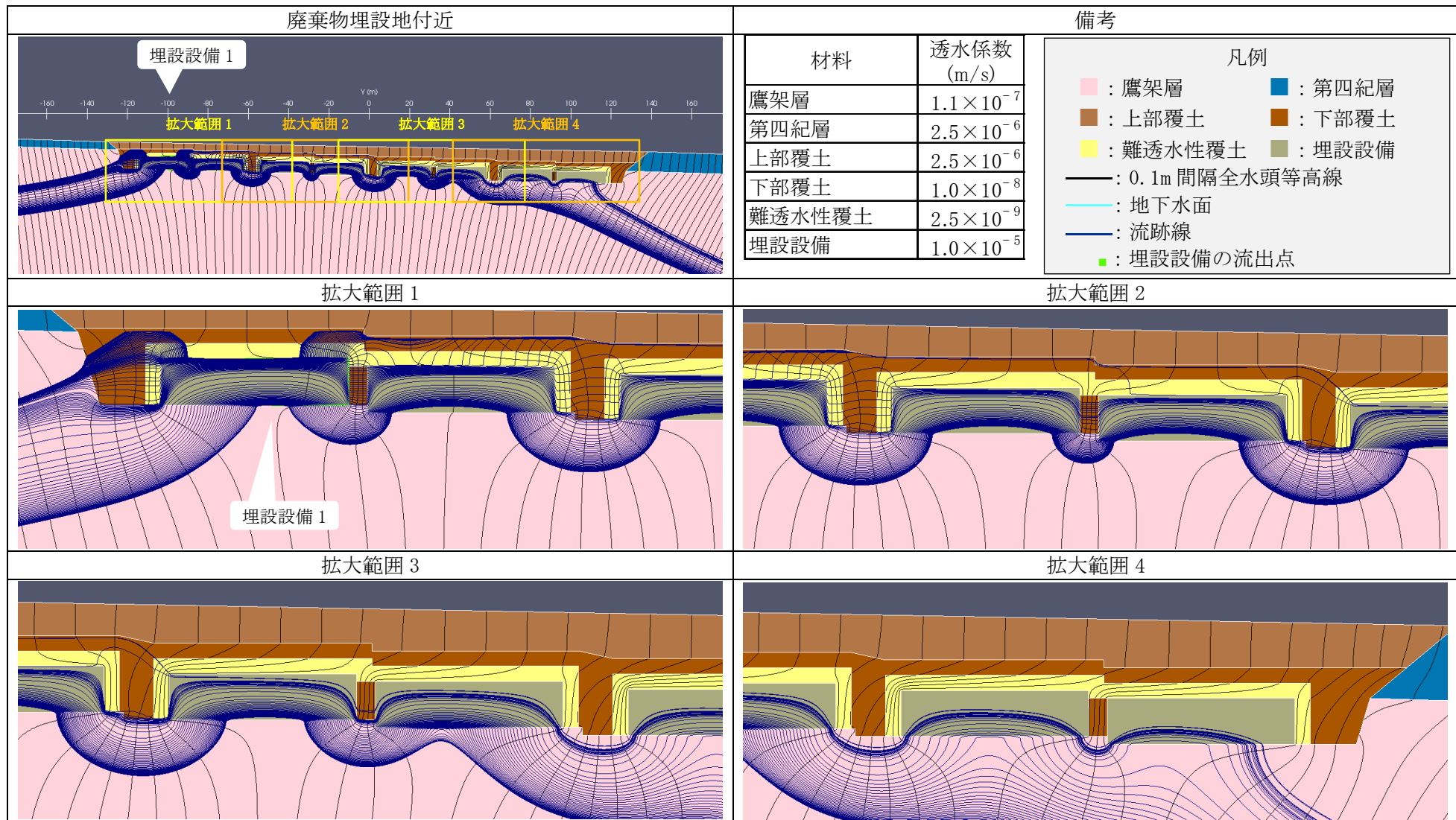
第2図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (4/5) <埋設設備3の流出点を通る流跡線>



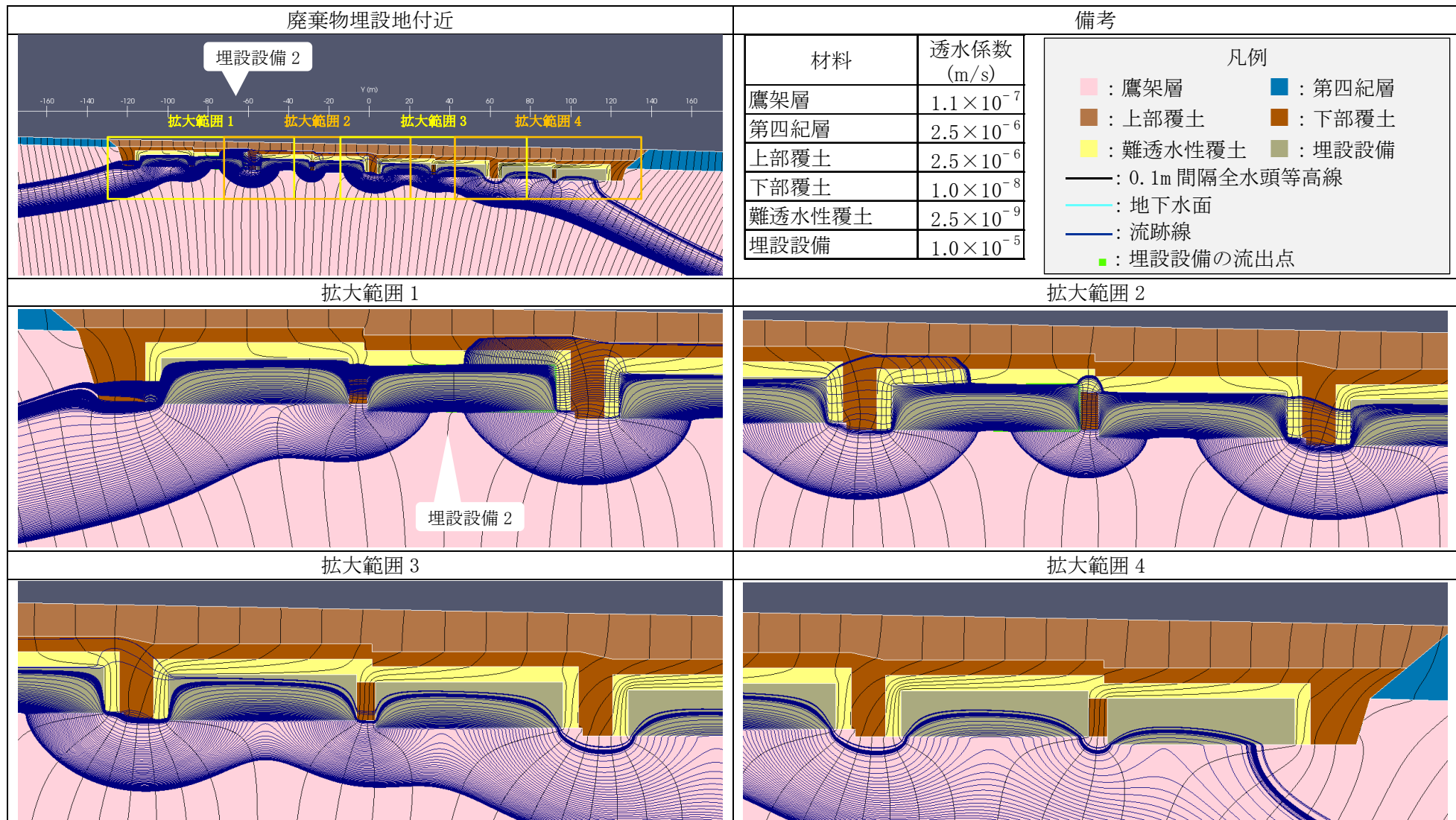
第2図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (5/5) <埋設設備4の流出点を通る流跡線>



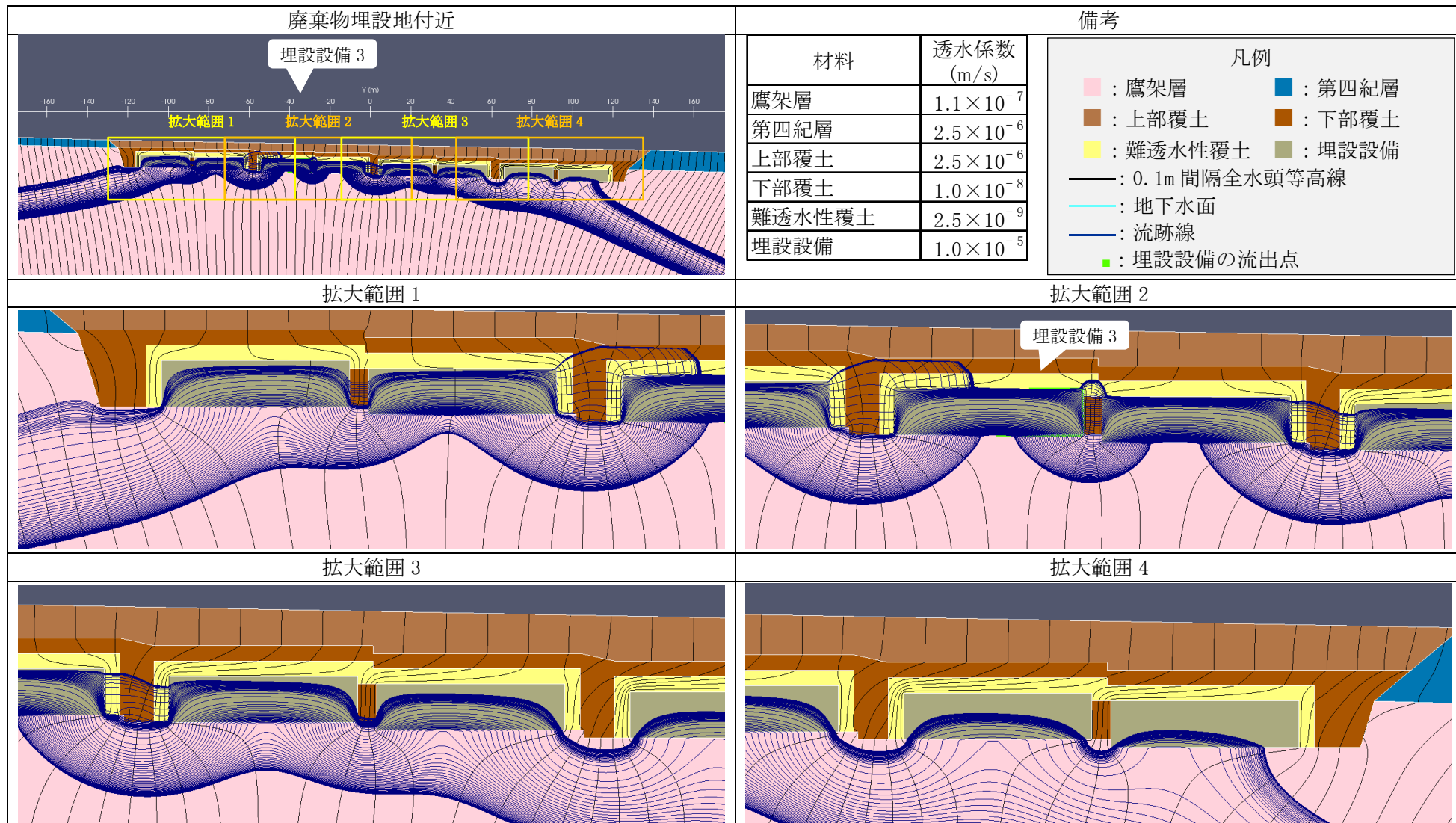
第3図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (1/9) <0.1m 間隔全水頭等高線>



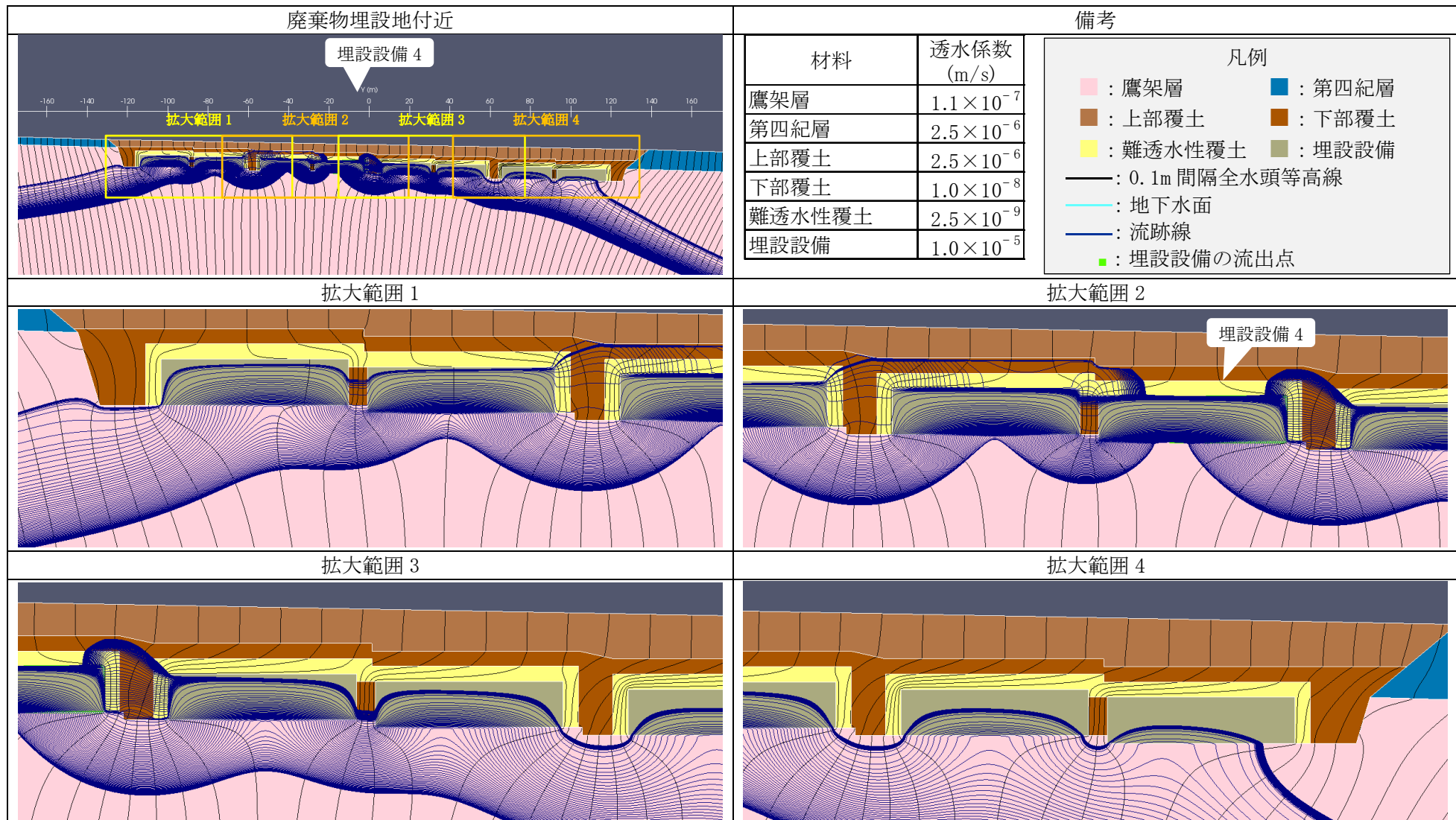
第3図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (2/9) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



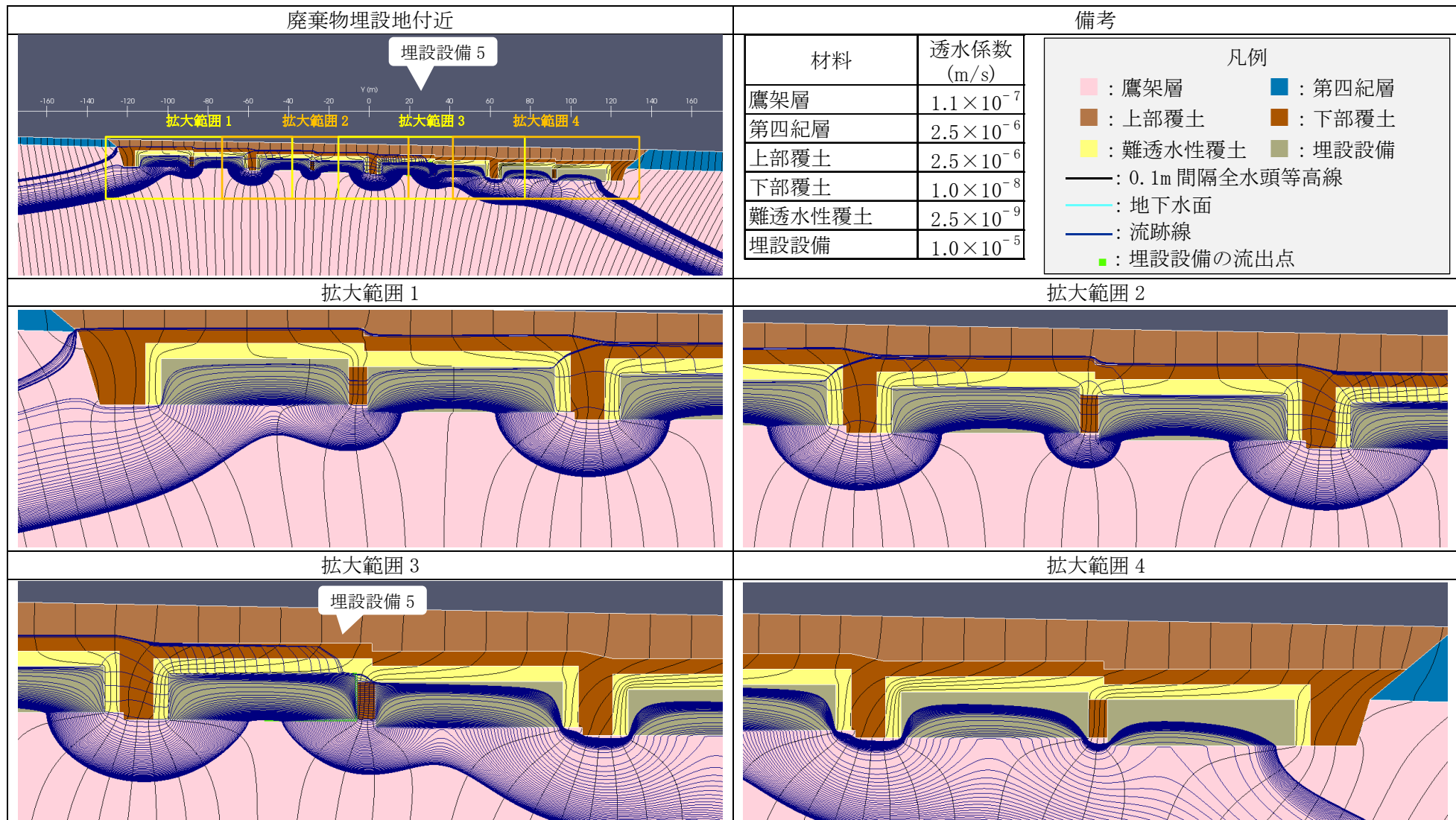
第3図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (3/9) <埋設設備2の流出点を通る流跡線>



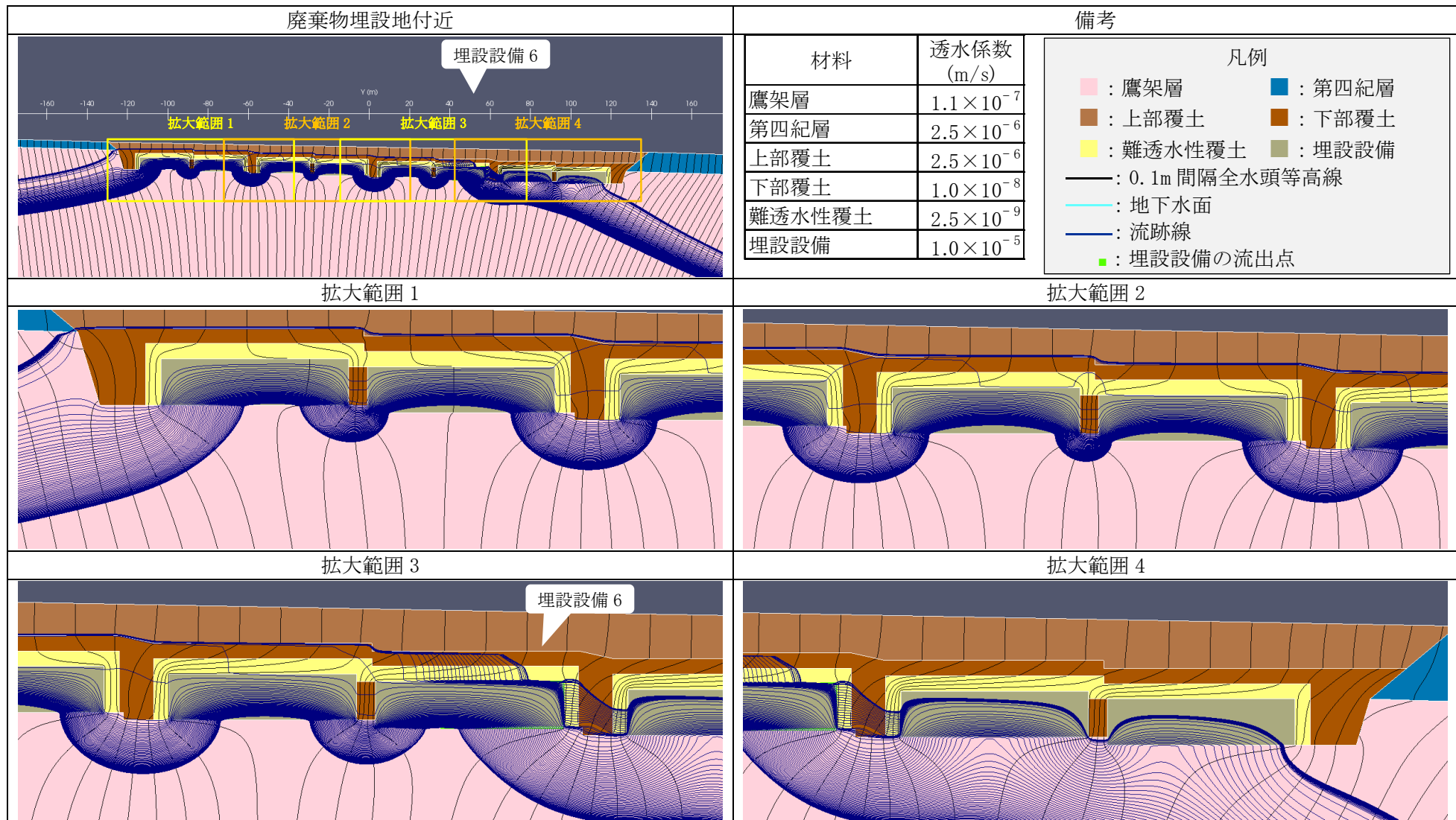
第 3 図 2 次元地下水浸透流解析結果【1 号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (4/9) <埋設設備 3 の流出点を通る流跡線>



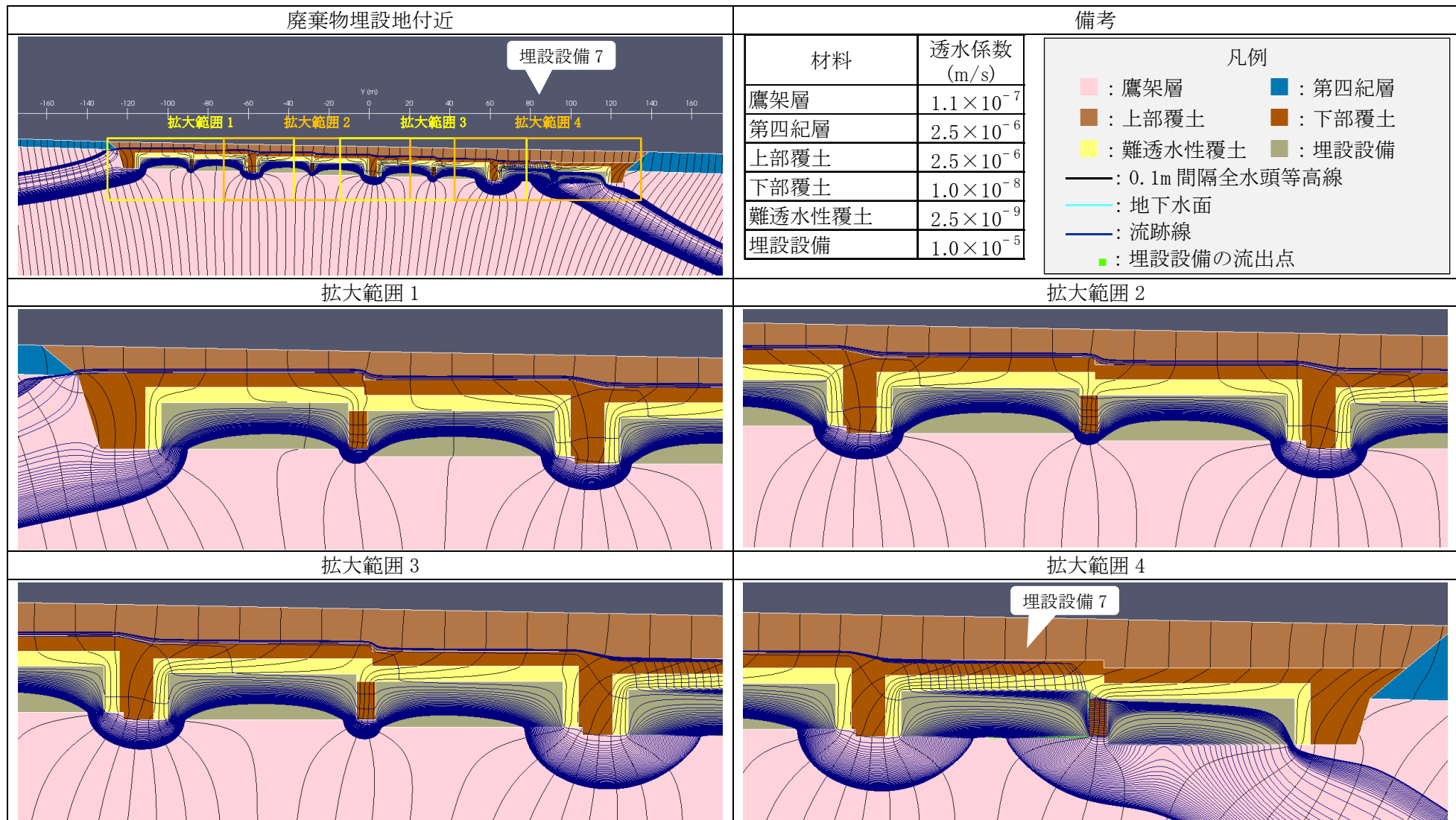
第3図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (5/9) <埋設設備4の流出点を通る流跡線>



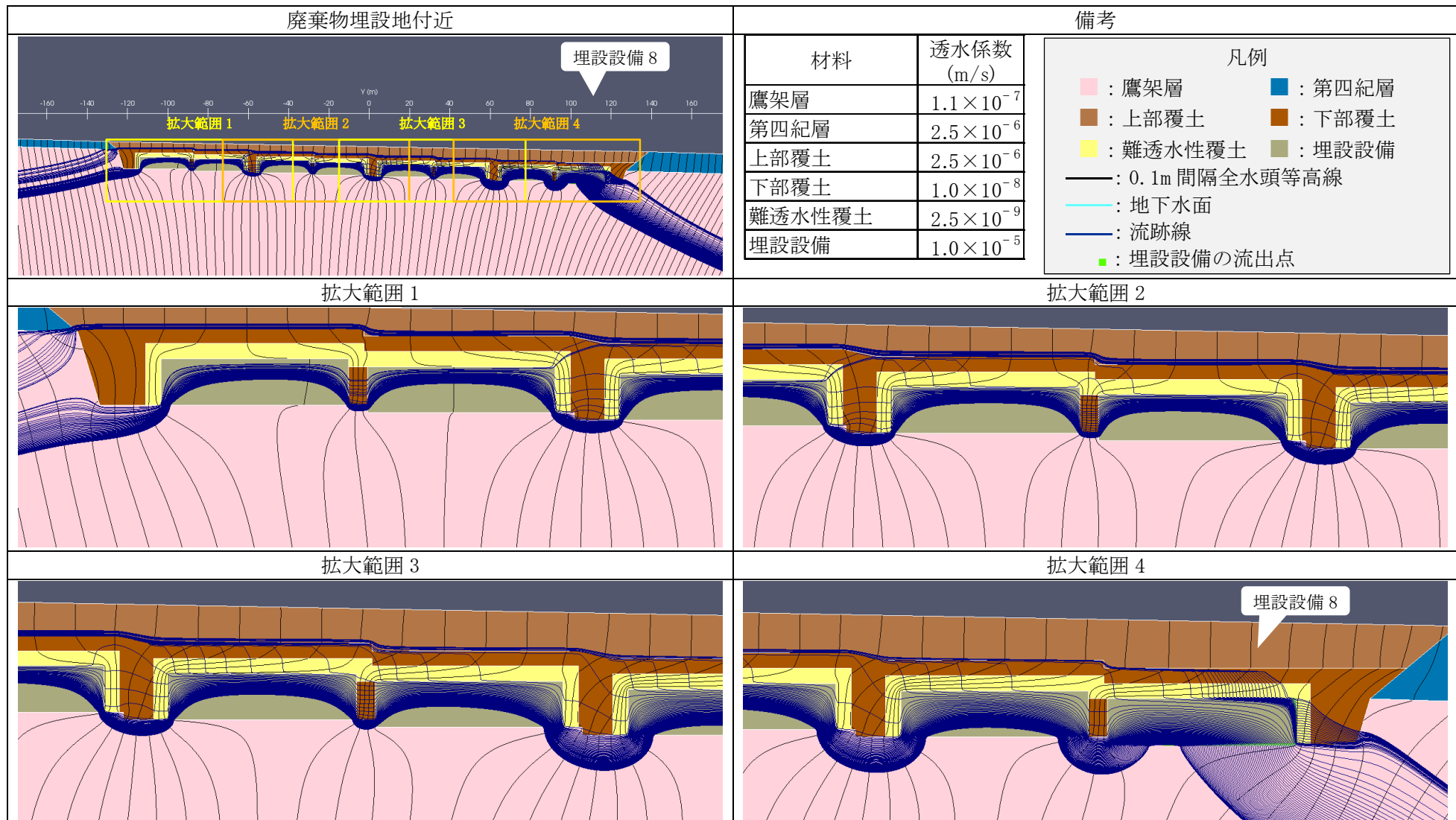
第3図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (6/9) <埋設設備5の流出点を通る流跡線>



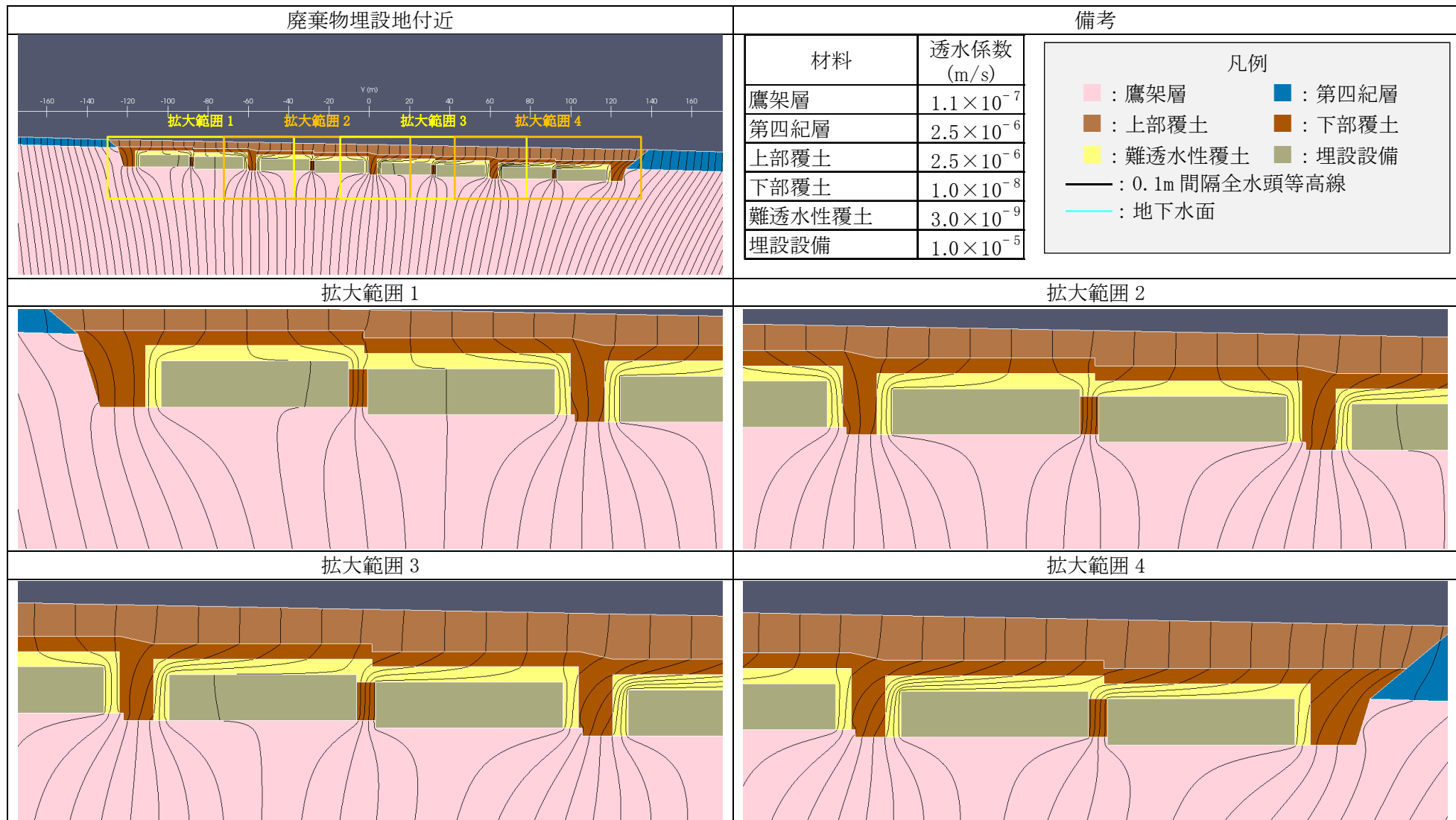
第 3 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (7/9) <埋設設備 6 の流出点を通る流跡線>



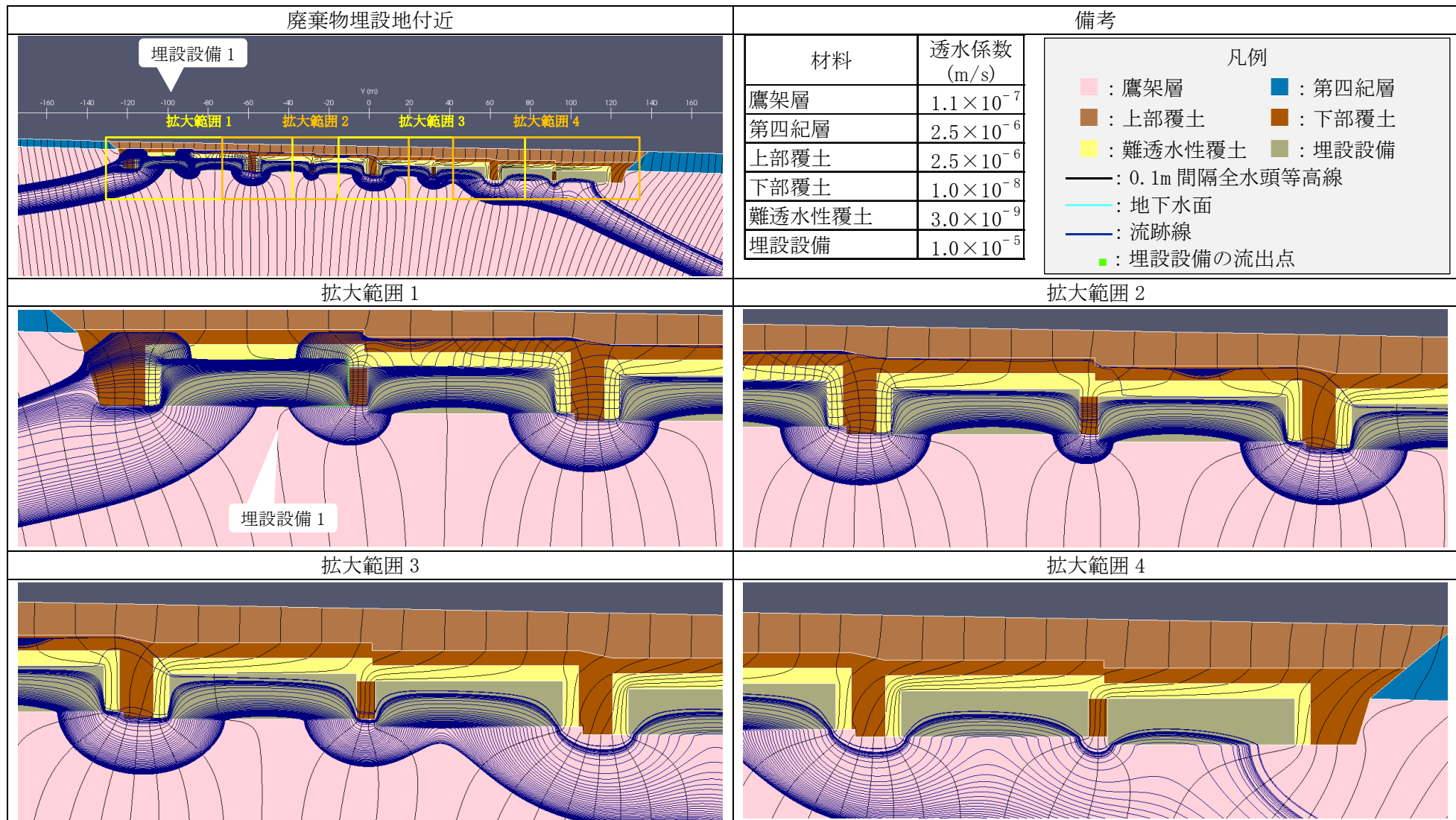
第3図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (8/9) <埋設設備7の流出点を通る流跡線>



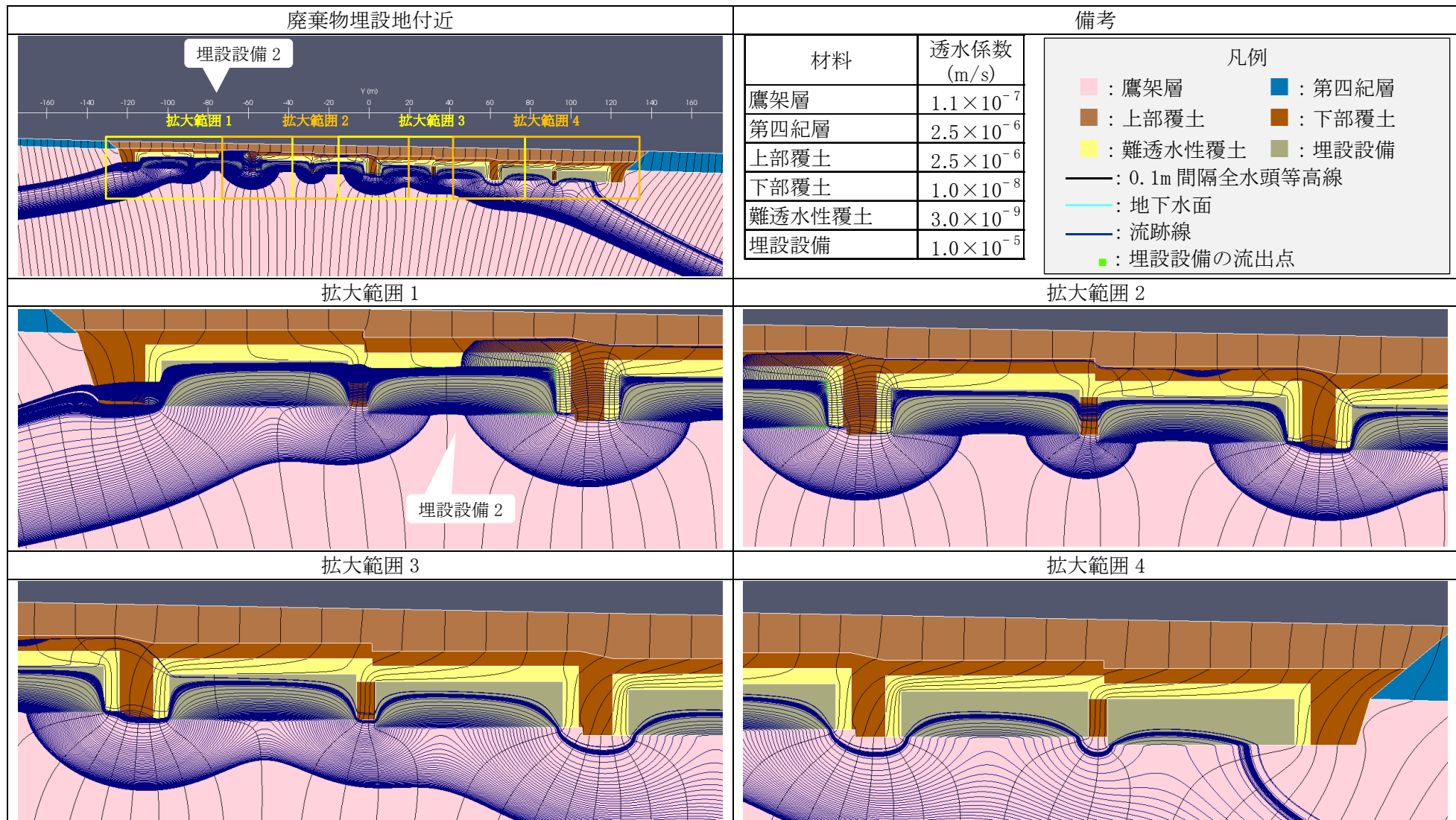
第3図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (9/9) <埋設設備8の流出点を通る流跡線>



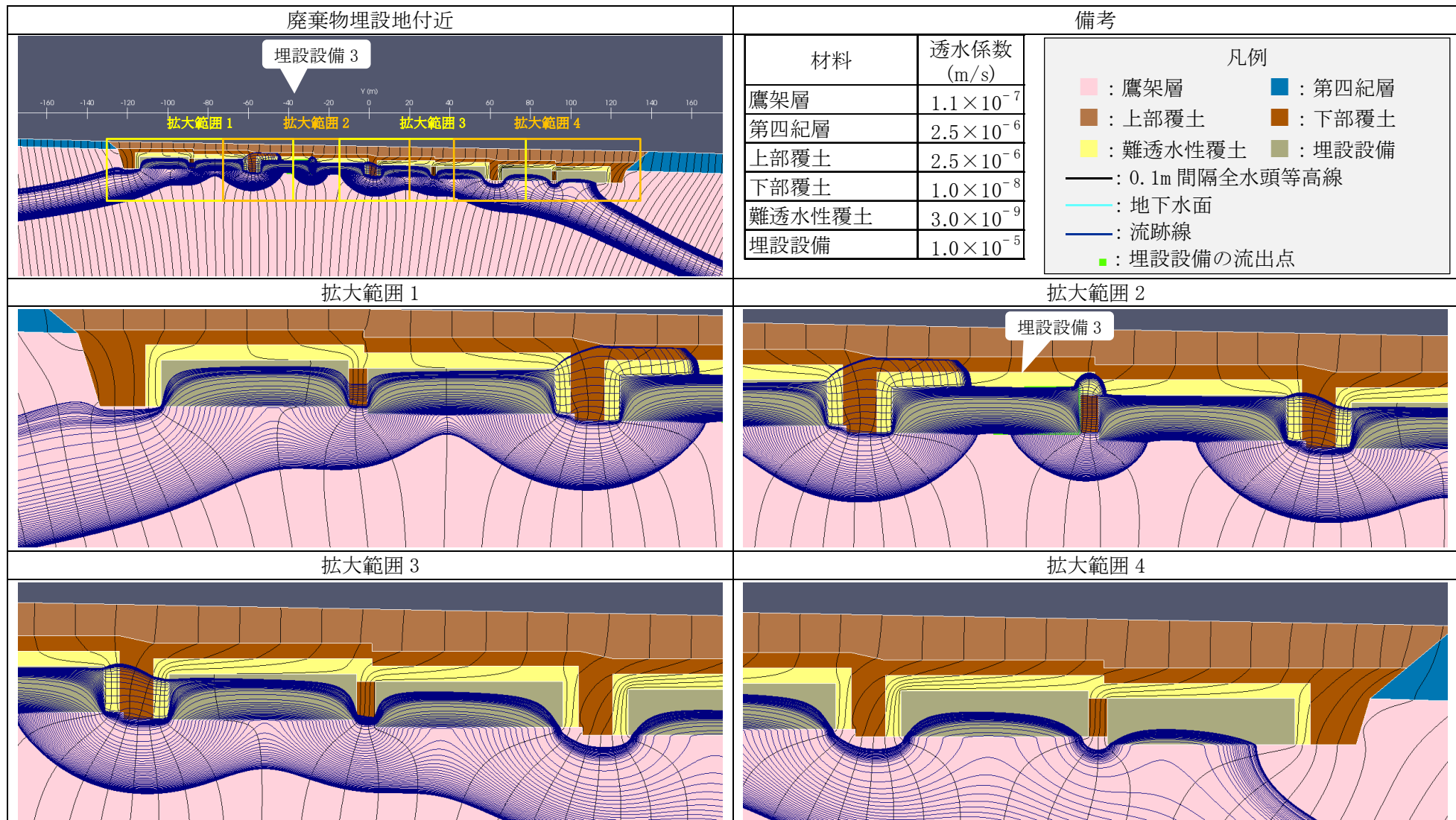
第 4 図 2 次元地下水浸透流解析結果【1 号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000 年後) (1/9) <0.1m 間隔全水頭等高線>



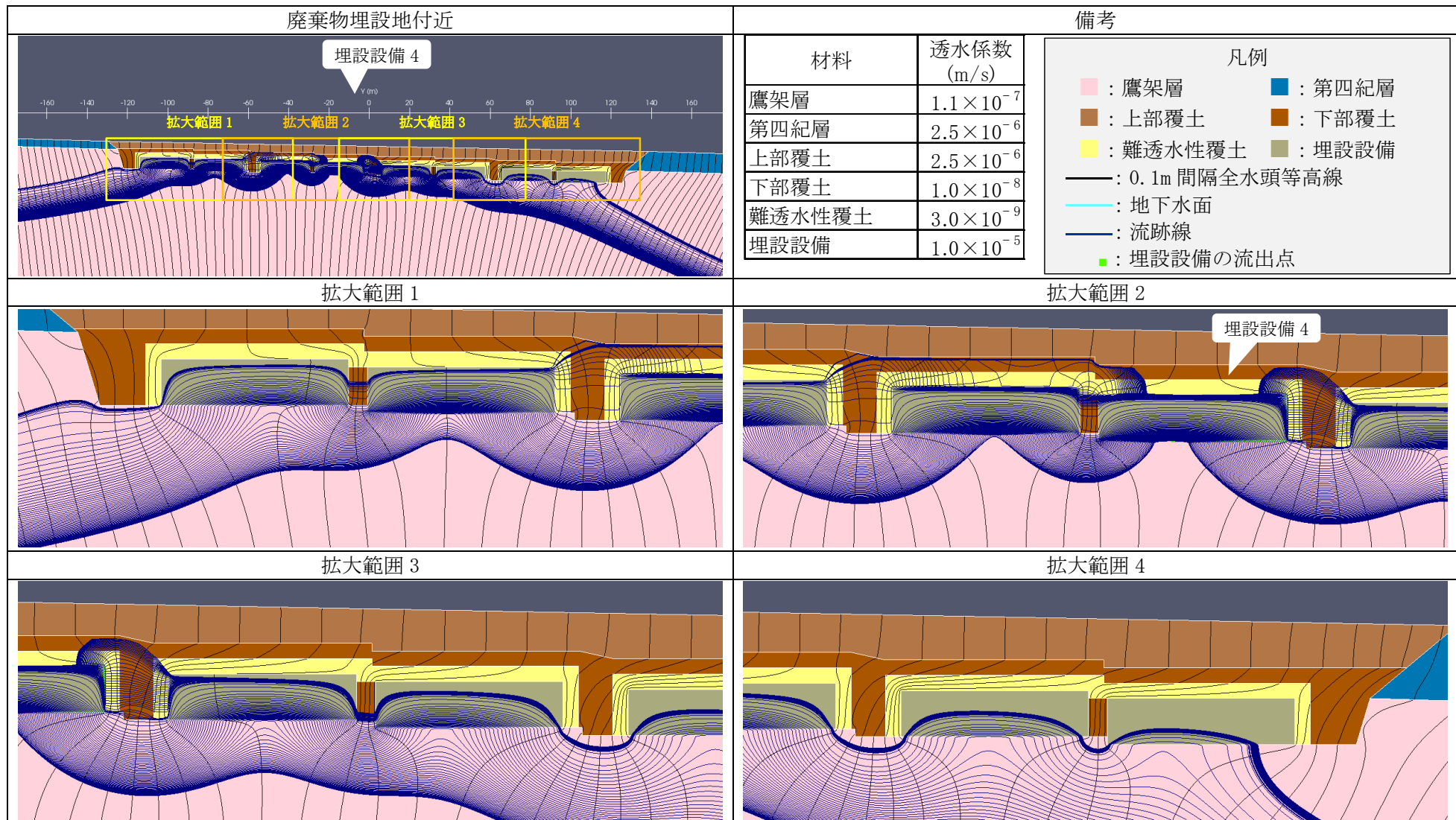
第4図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (2/9) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



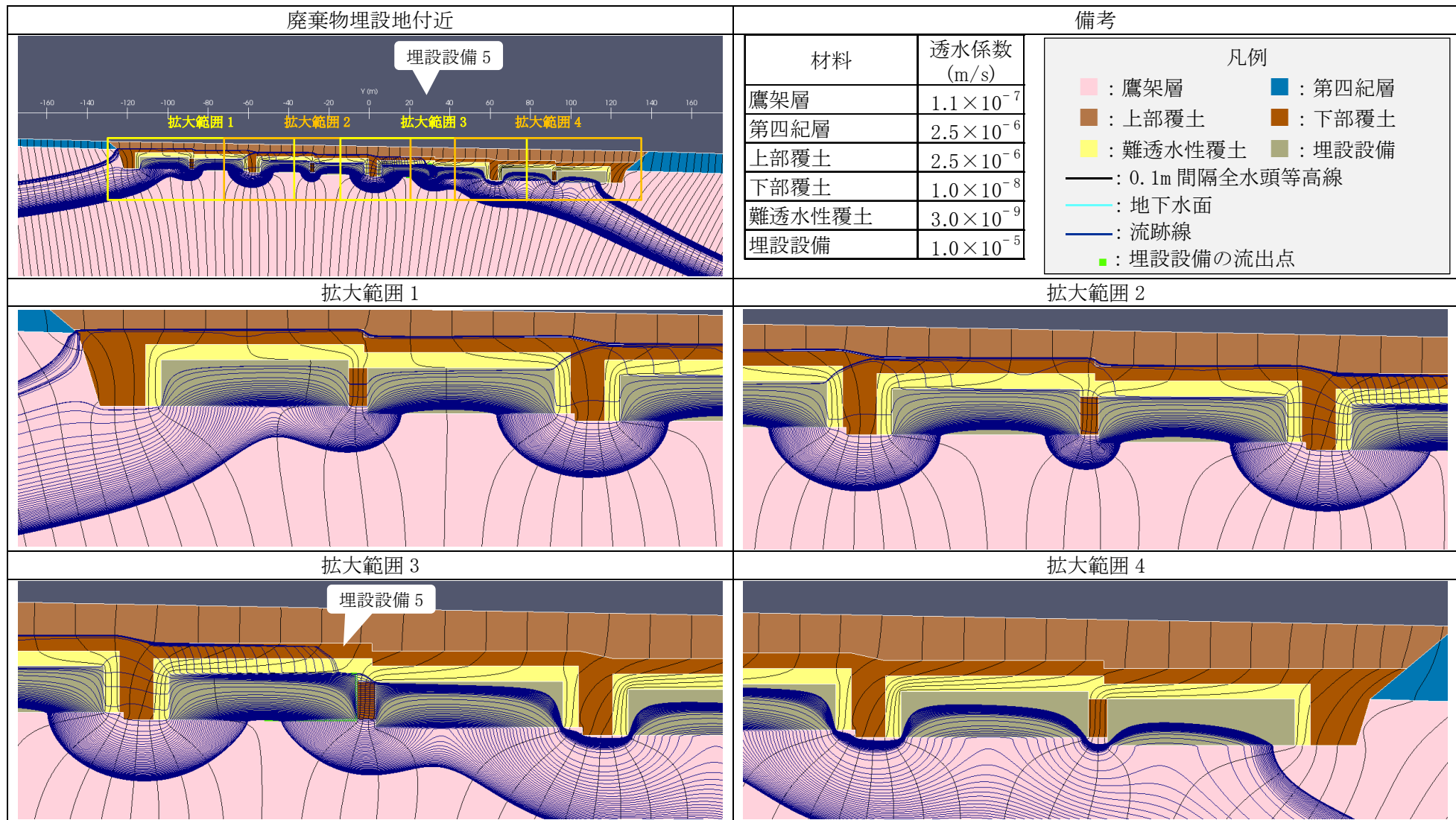
第4図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (3/9) <埋設設備2の流出点を通る流跡線>



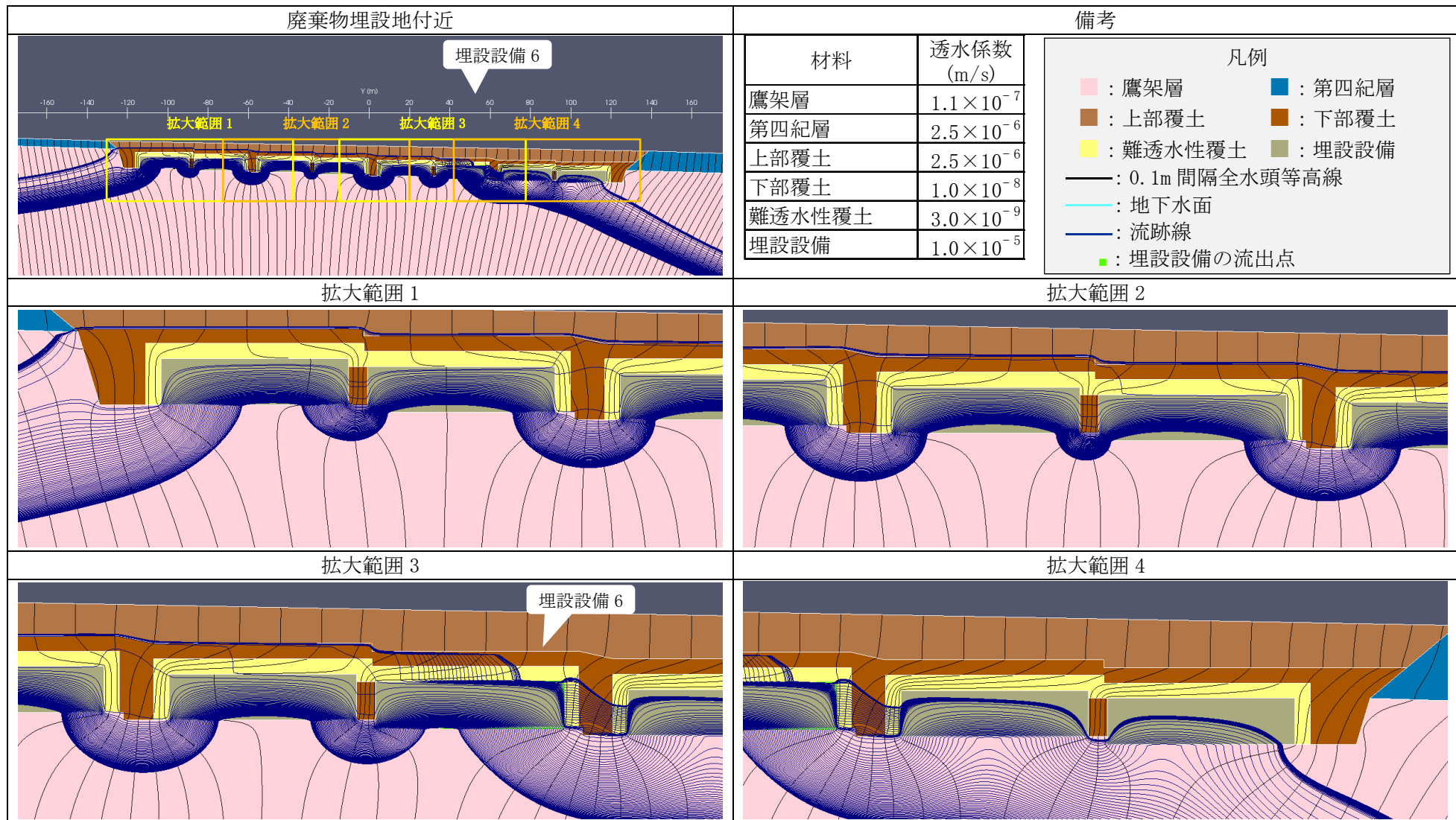
第4図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (4/9) <埋設設備3の流出点を通る流跡線>



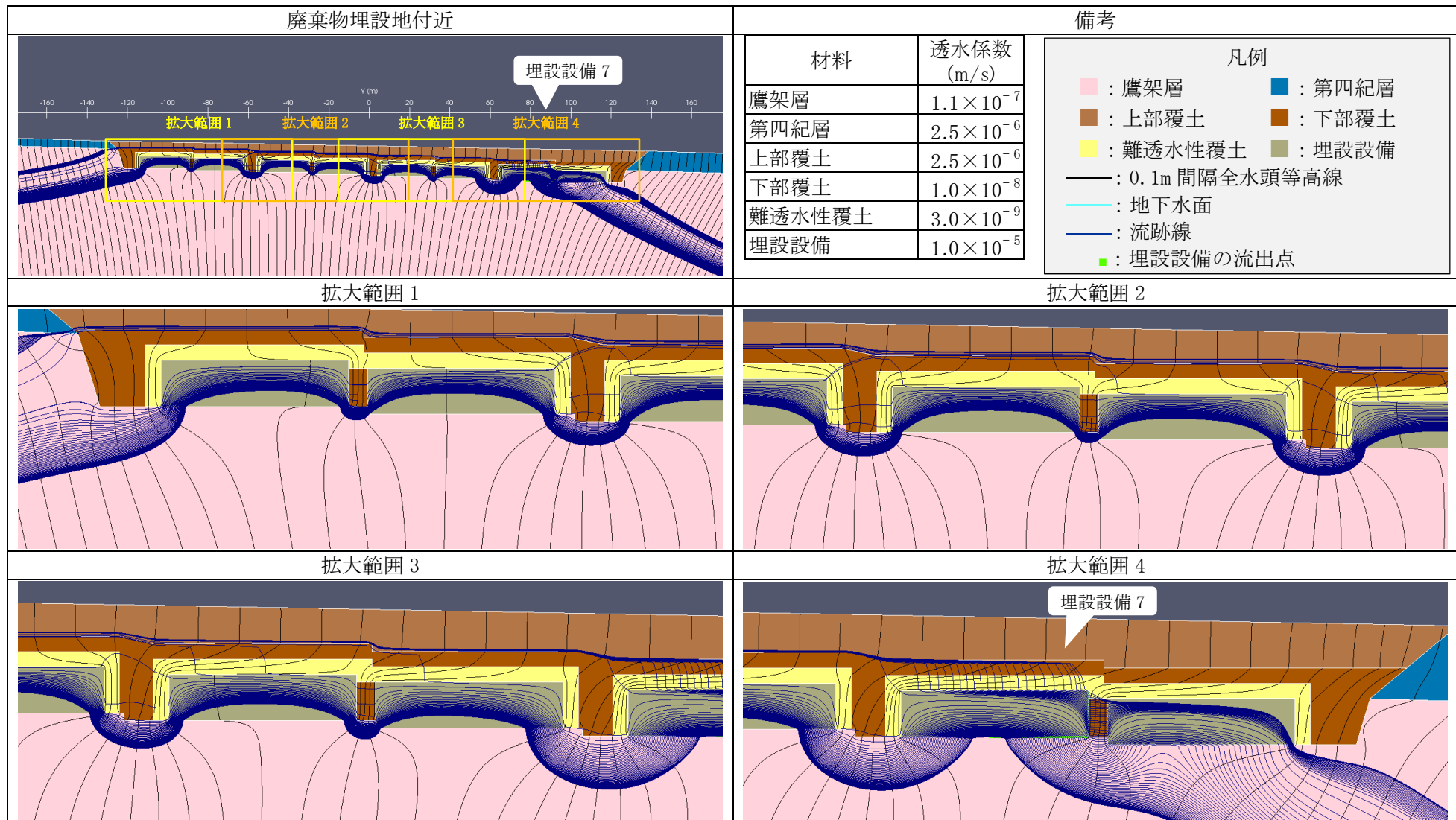
第4図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (5/9) <埋設設備4の流出点を通る流跡線>



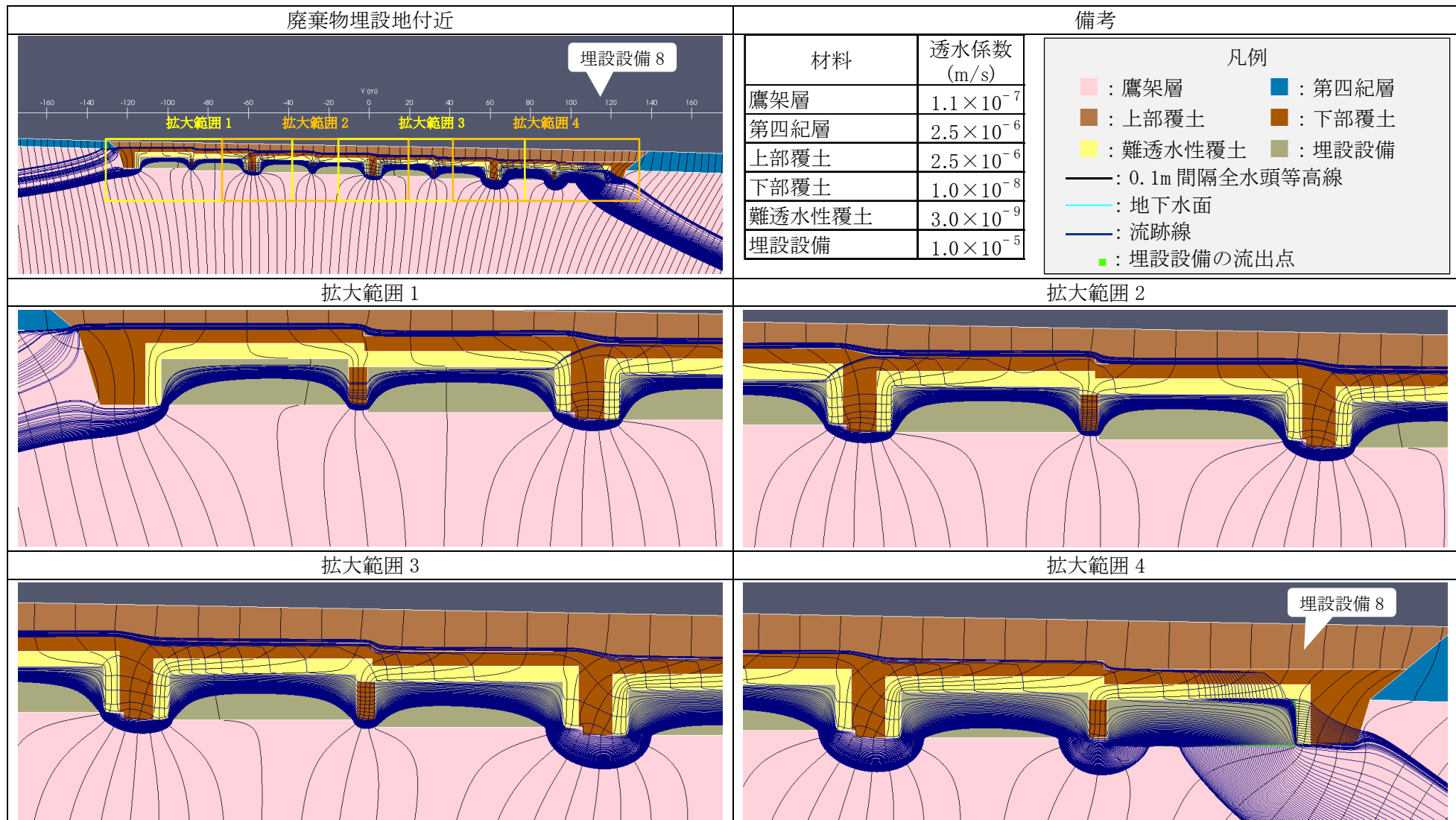
第4図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (6/9) <埋設設備5の流出点を通る流跡線>



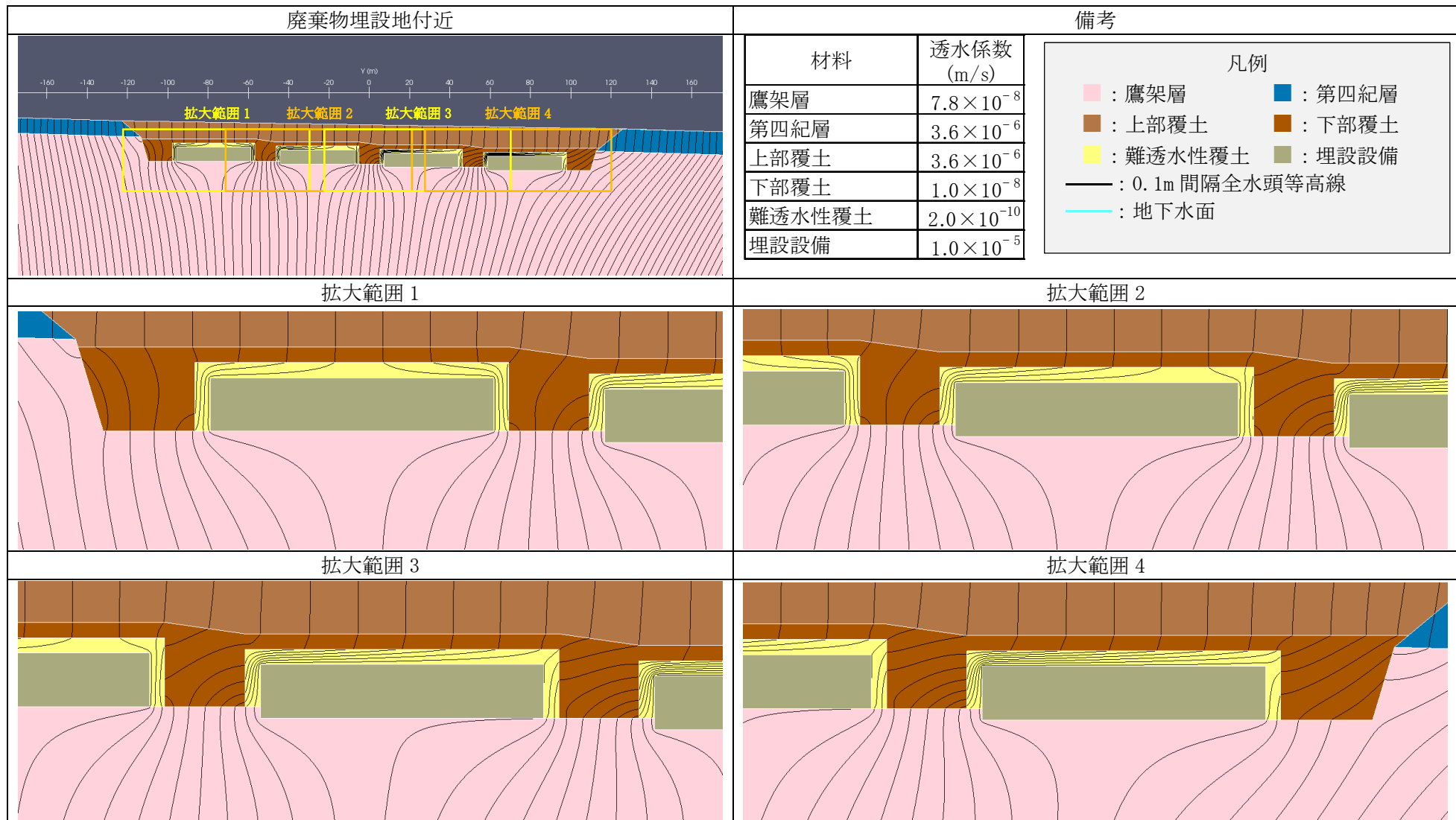
第4図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (7/9) <埋設設備6の流出点を通る流跡線>



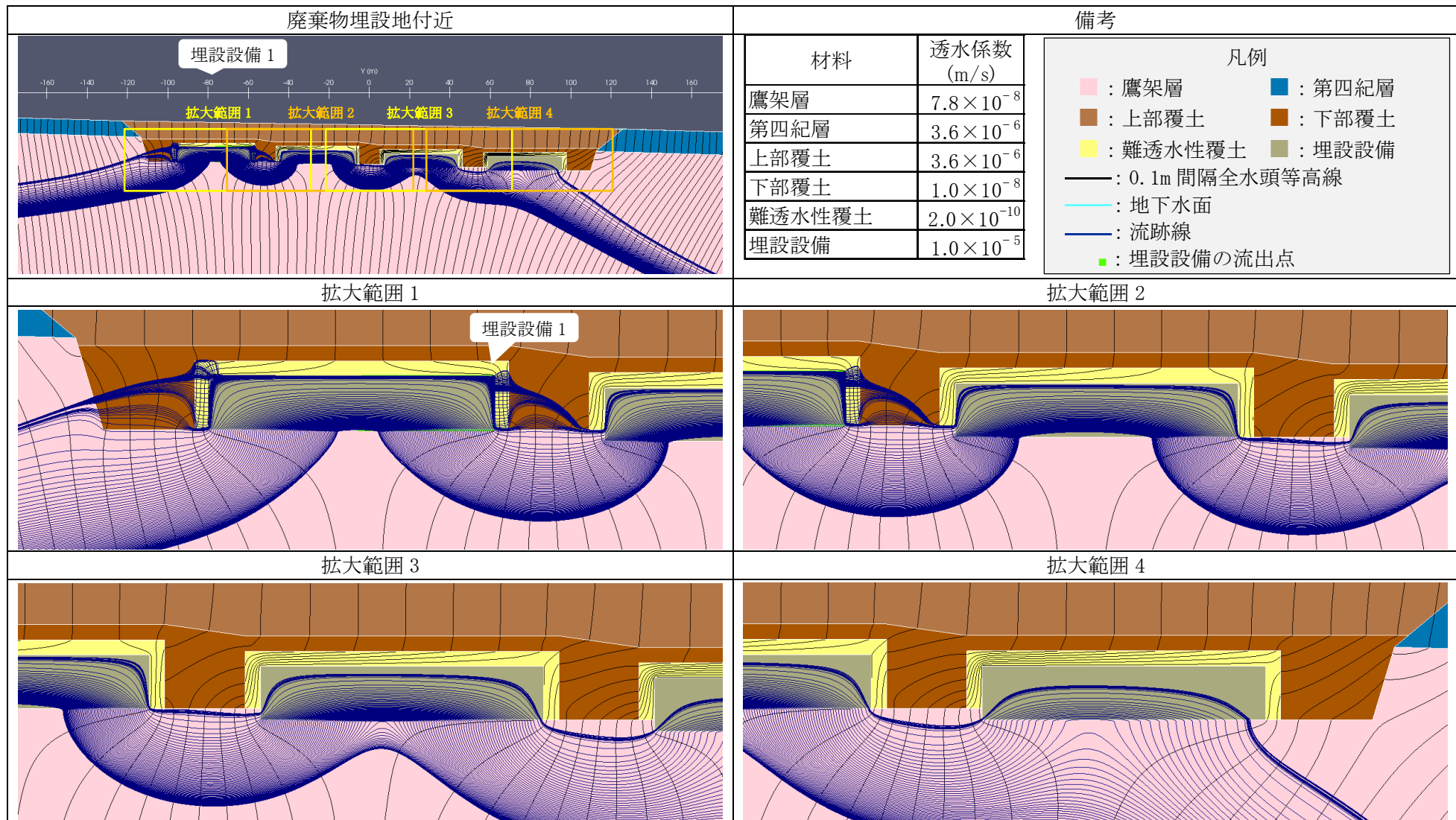
第 4 図 2 次元地下水浸透流解析結果【1 号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000 年後) (8/9) <埋設設備 7 の流出点を通る流跡線>



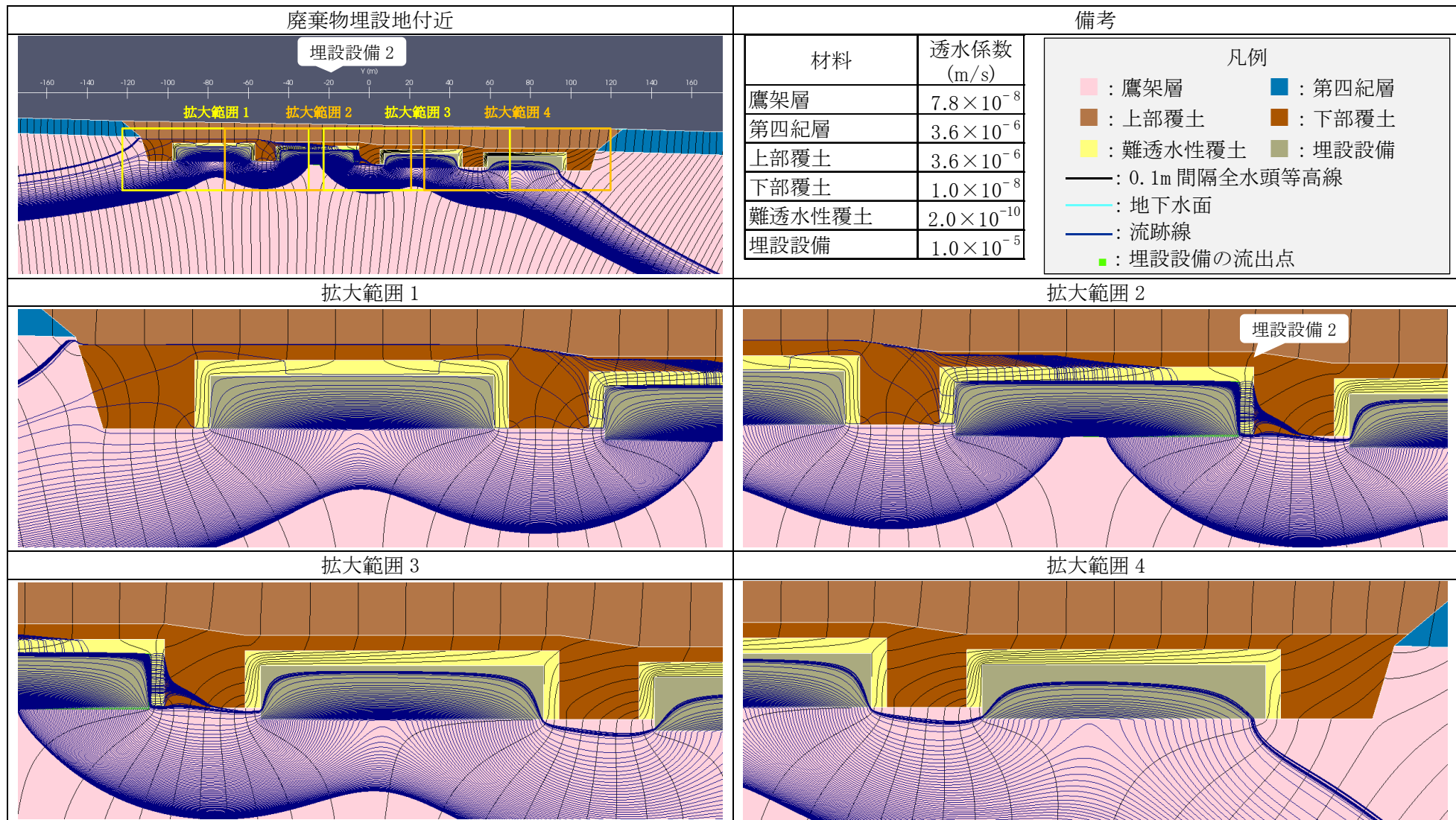
第4図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (9/9) <埋設設備8の流出点を通る流跡線>



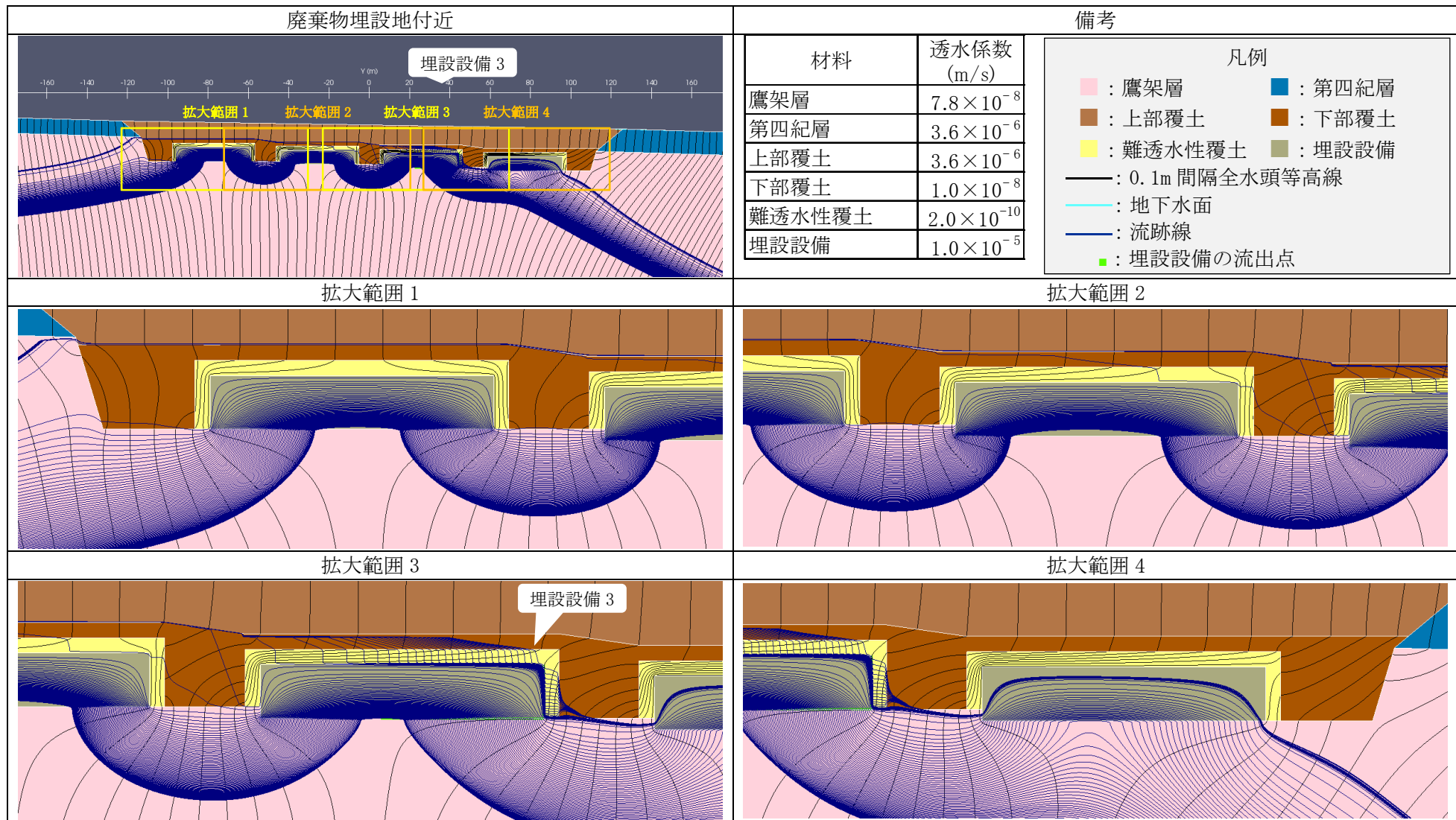
第5図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (1/5) <0.1m 間隔全水頭等高線>



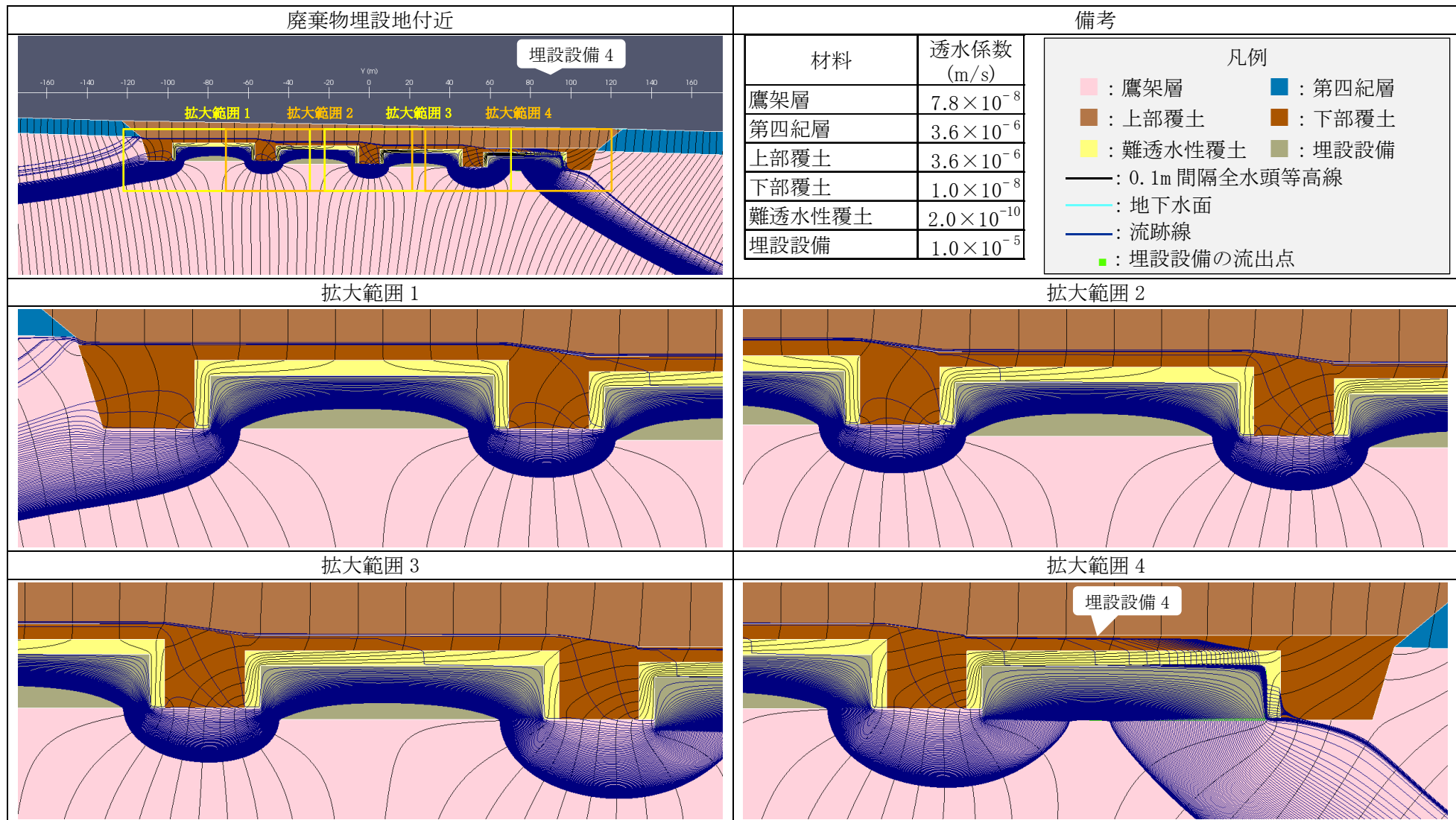
第5図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (2/5) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



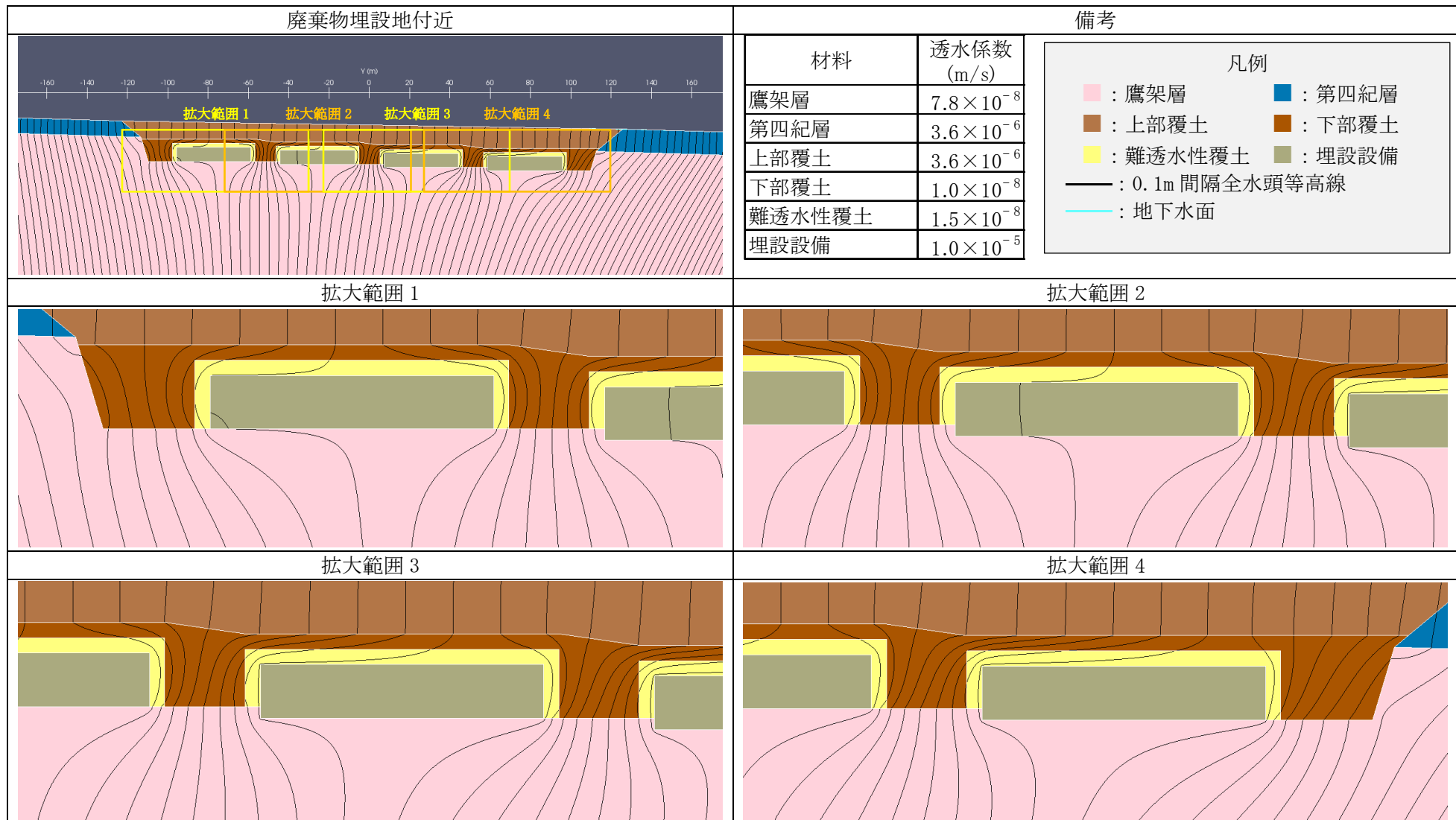
第 5 図 2 次元地下水浸透流解析結果【2 号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (3/5) <埋設設備 2 の流出点を通る流跡線>



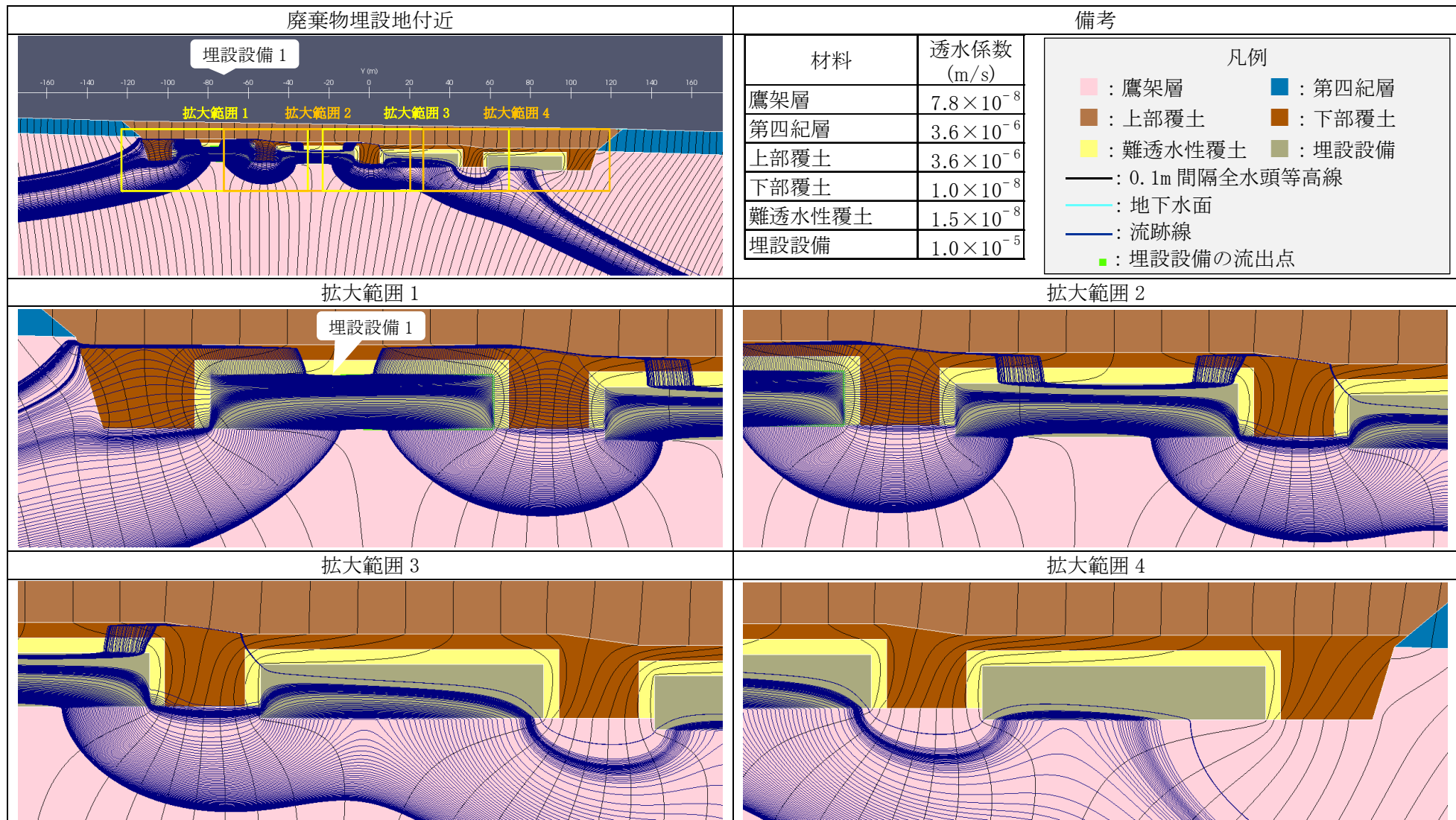
第 5 図 2 次元地下水浸透流解析結果【2 号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (4/5) <埋設設備 3 の流出点を通る流跡線>



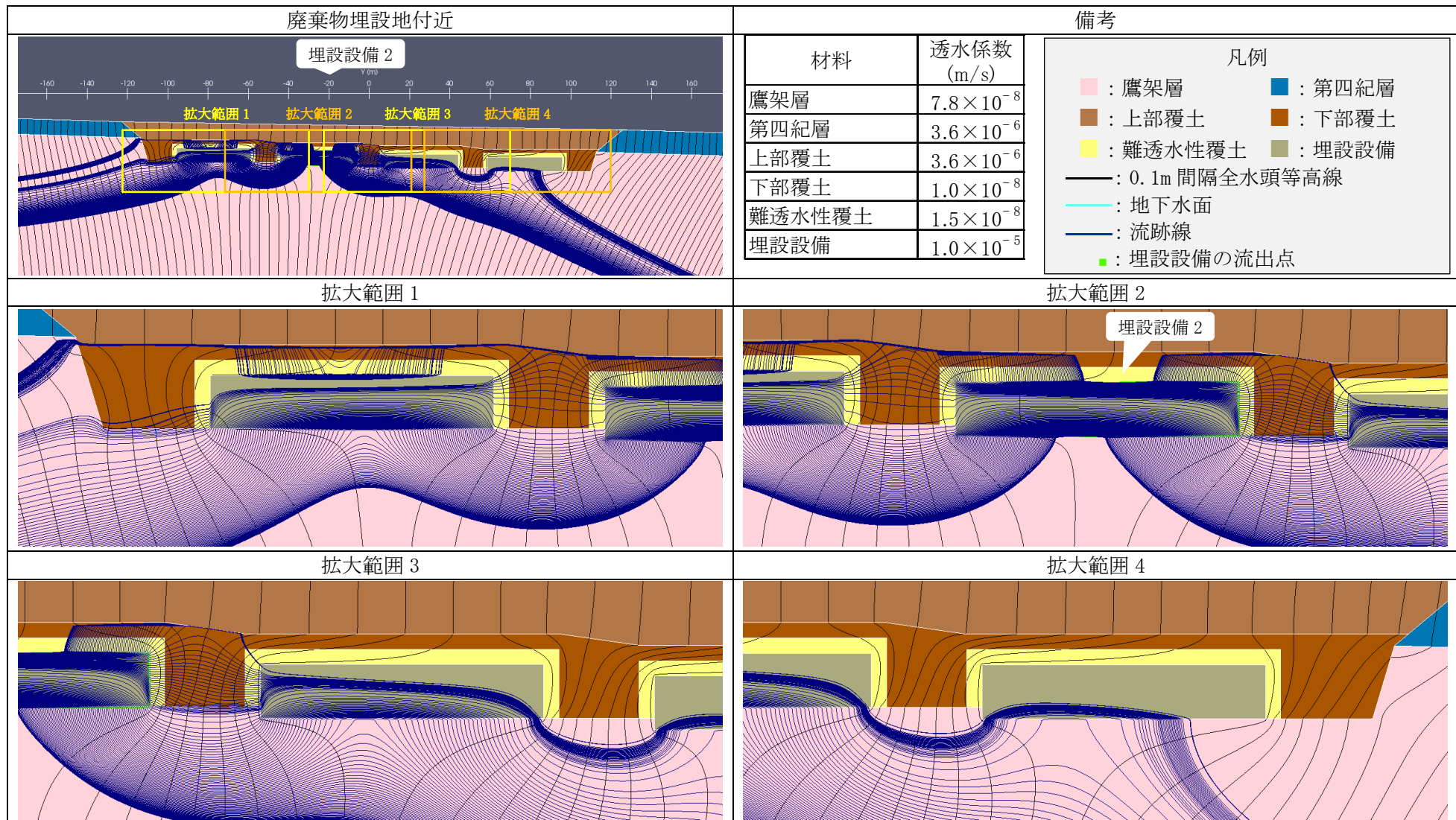
第 5 図 2 次元地下水浸透流解析結果【2 号廃棄物埋設地】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (5/5) <埋設設備 4 の流出点を通る流跡線>



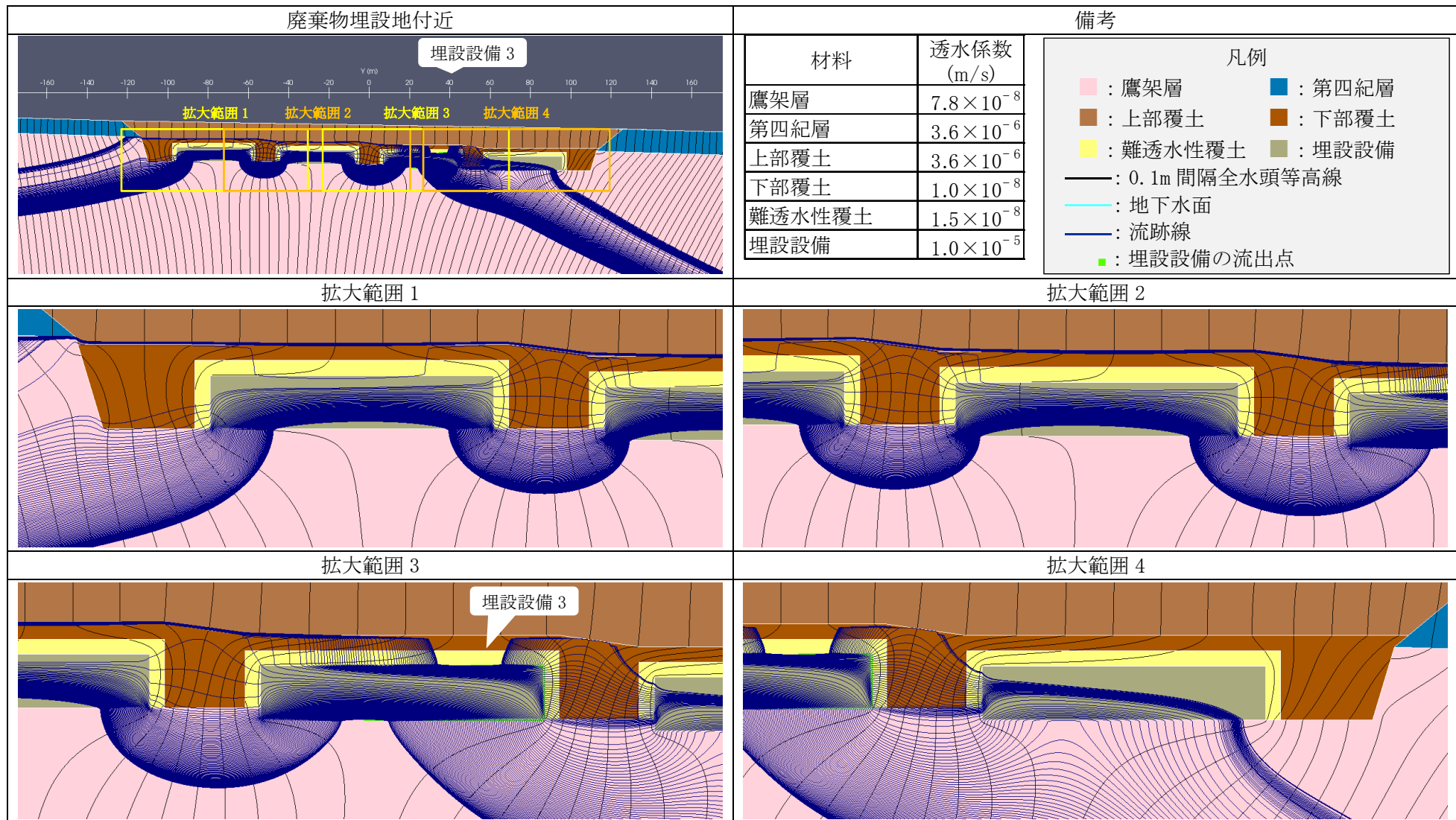
第 6 図 2 次元地下水浸透流解析結果【2 号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000 年後) (1/5) <0.1m 間隔全水頭等高線>



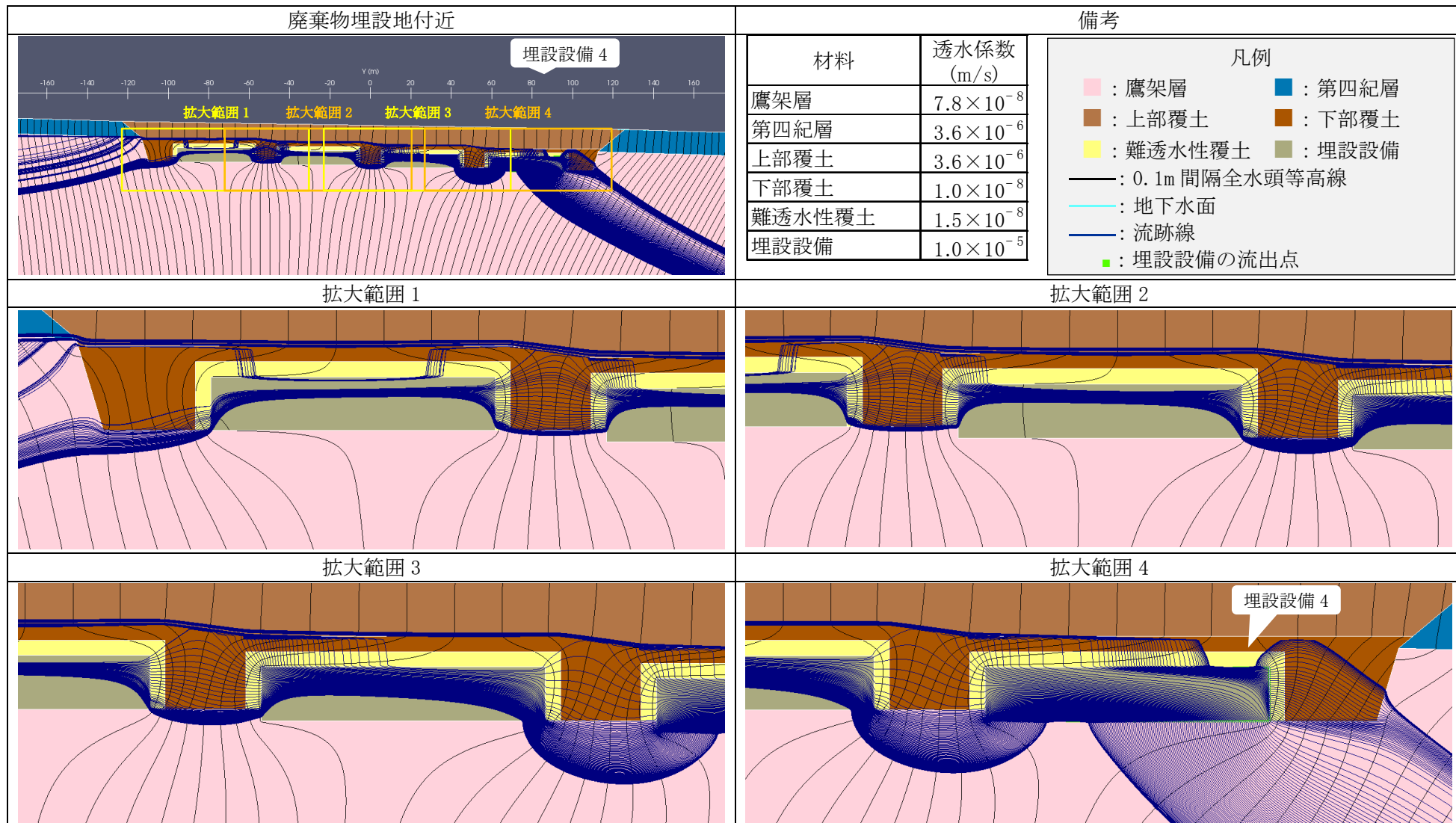
第6図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (2/5) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



第 6 図 2 次元地下水浸透流解析結果【2 号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000 年後) (3/5) <埋設設備 2 の流出点を通る流跡線>



第 6 図 2 次元地下水浸透流解析結果【2 号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000 年後) (4/5) <埋設設備 3 の流出点を通る流跡線>



第6図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地】(最も厳しい設定 1,000年後) (5/5) <埋設設備4の流出点を通る流跡線>

2. 地下水の流動方向を水平方向と鉛直下方にした場合の2次元地下水浸透流解析結果

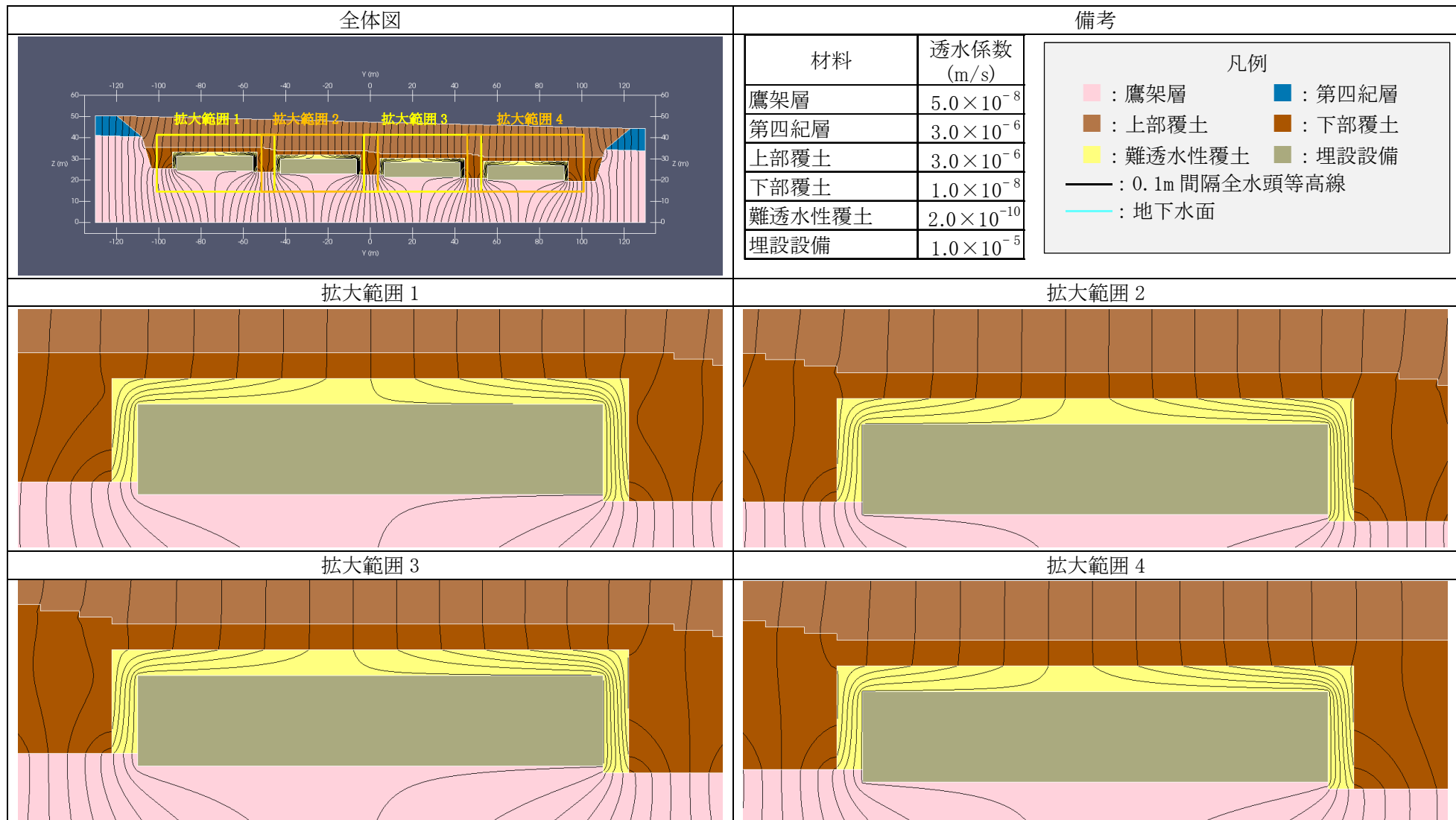
第3表 2次元地下水浸透流解析により求めた埋設設備からの各材料への流出水量*1
(地下水の流動方向を水平方向と鉛直下方に設定した場合の比較)

計算ケース			モデル化 時期	設定 動水勾配 (%)	埋設設備から各材料への流出水量(m ³ /y)				埋設設備から各材料への流出水量の比率(%)			
廃棄物 埋設地	材料の状態設定	地下水の流向			難透水性 覆土	鷹架層	群間 充填材	合計	難透水性 覆土	鷹架層	群間 充填材	合計
3号廃棄物 埋設地	最も可能性が高い設定	水平方向	1,000年後	3.0	21	693		714	3%	97%		100%
		鉛直下方	1,000年後	3.0	0	165		165	0%	100%		100%
1号廃棄物 埋設地	最も可能性が高い設定	水平方向	1,000年後	3.0	271	2,355	331	2,958	9%	80%	11%	100%
		鉛直下方	1,000年後	3.0	5	1,187	19	1,211	0%	98%	2%	100%
2号廃棄物 埋設地	最も可能性が高い設定	水平方向	1,000年後	3.0	44	1,257		1,301	3%	97%		100%
		鉛直下方	1,000年後	3.0	0	210		210	0%	100%		100%

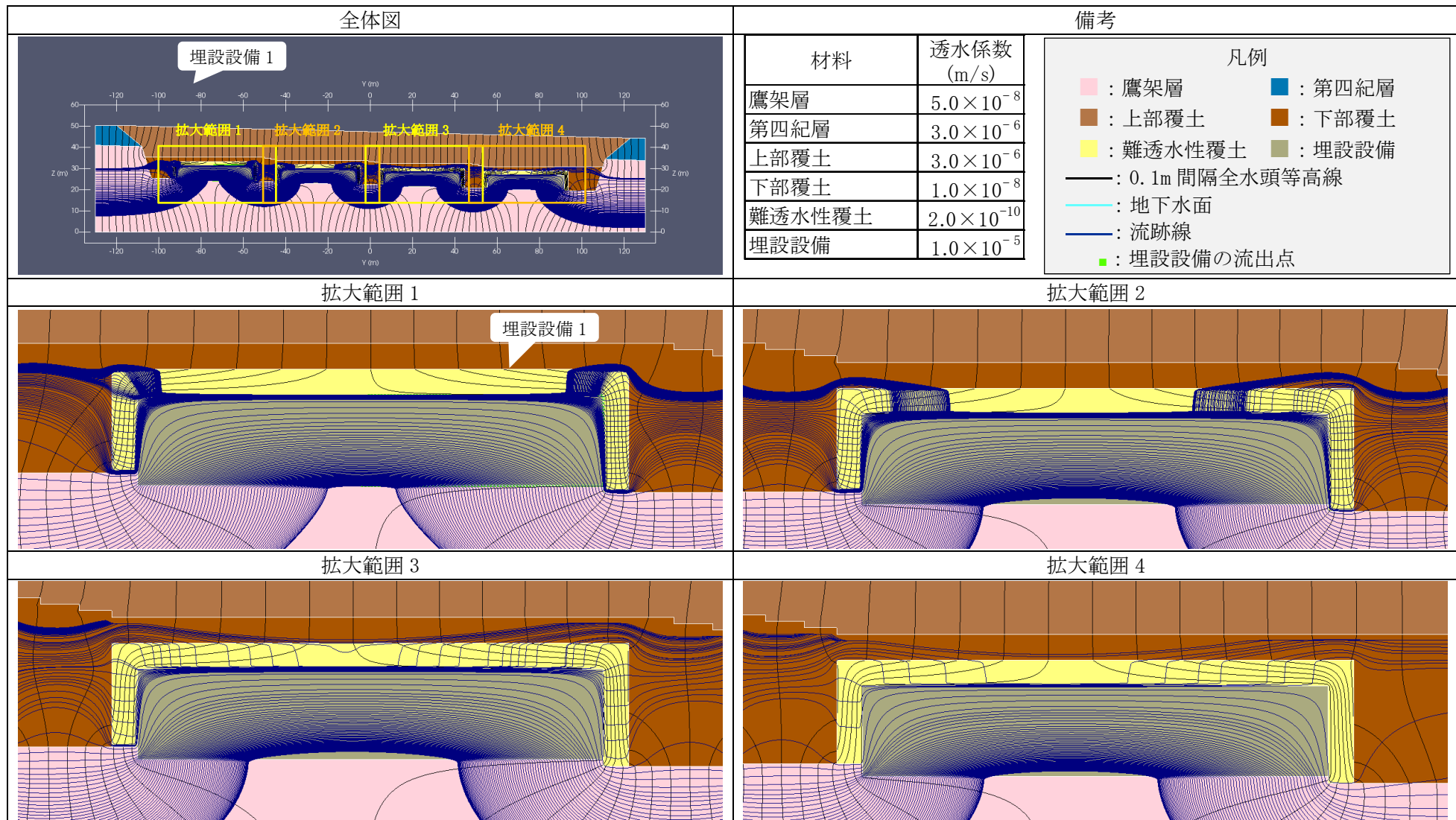
*1 流出水量は、3号廃棄物埋設地では奥行き150m当たり、1号廃棄物埋設地では奥行き160m当たり、2号廃棄物埋設地では奥行き180m当たりとした。

第4表 2次元地下水浸透流解析において入力した透水係数

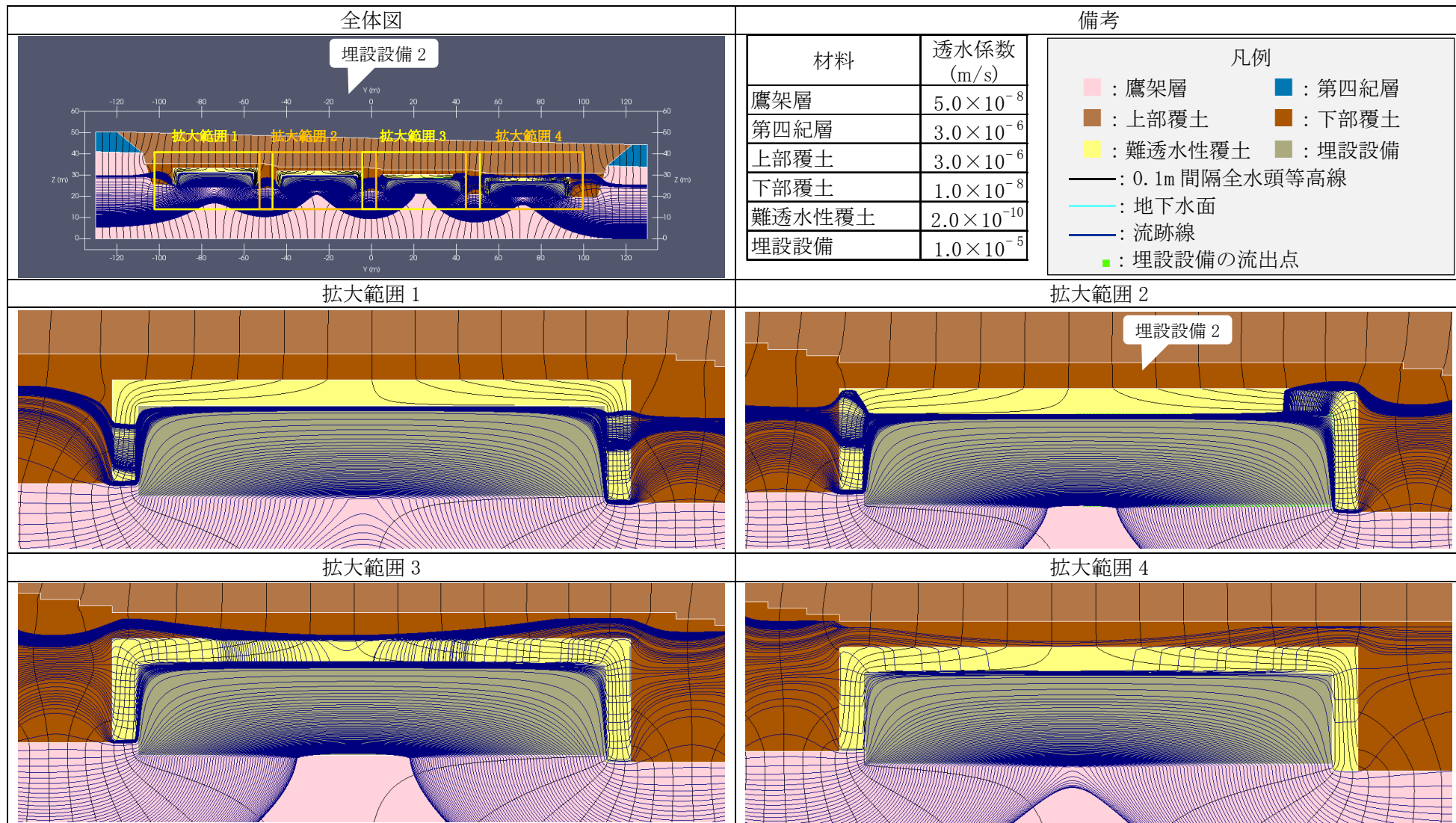
計算ケース		モデル化 時期	透水係数(m/s)					
廃棄物埋設地	材料の状態設定		鷹架層	第四紀層	上部覆土	下部覆土	難透水性覆土 (等価透水係数)	埋設設備
3号廃棄物埋設地	最も可能性が高い設定	1,000年後	5.0×10^{-8}	3.0×10^{-6}	3.0×10^{-6}	1.0×10^{-8}	2.0×10^{-10}	1.0×10^{-5}
1号廃棄物埋設地	最も可能性が高い設定	1,000年後	1.1×10^{-7}	2.5×10^{-6}	2.5×10^{-6}	1.0×10^{-8}	2.5×10^{-9}	1.0×10^{-5}
2号廃棄物埋設地	最も可能性が高い設定	1,000年後	7.8×10^{-8}	3.6×10^{-6}	3.6×10^{-6}	1.0×10^{-8}	2.0×10^{-10}	1.0×10^{-5}



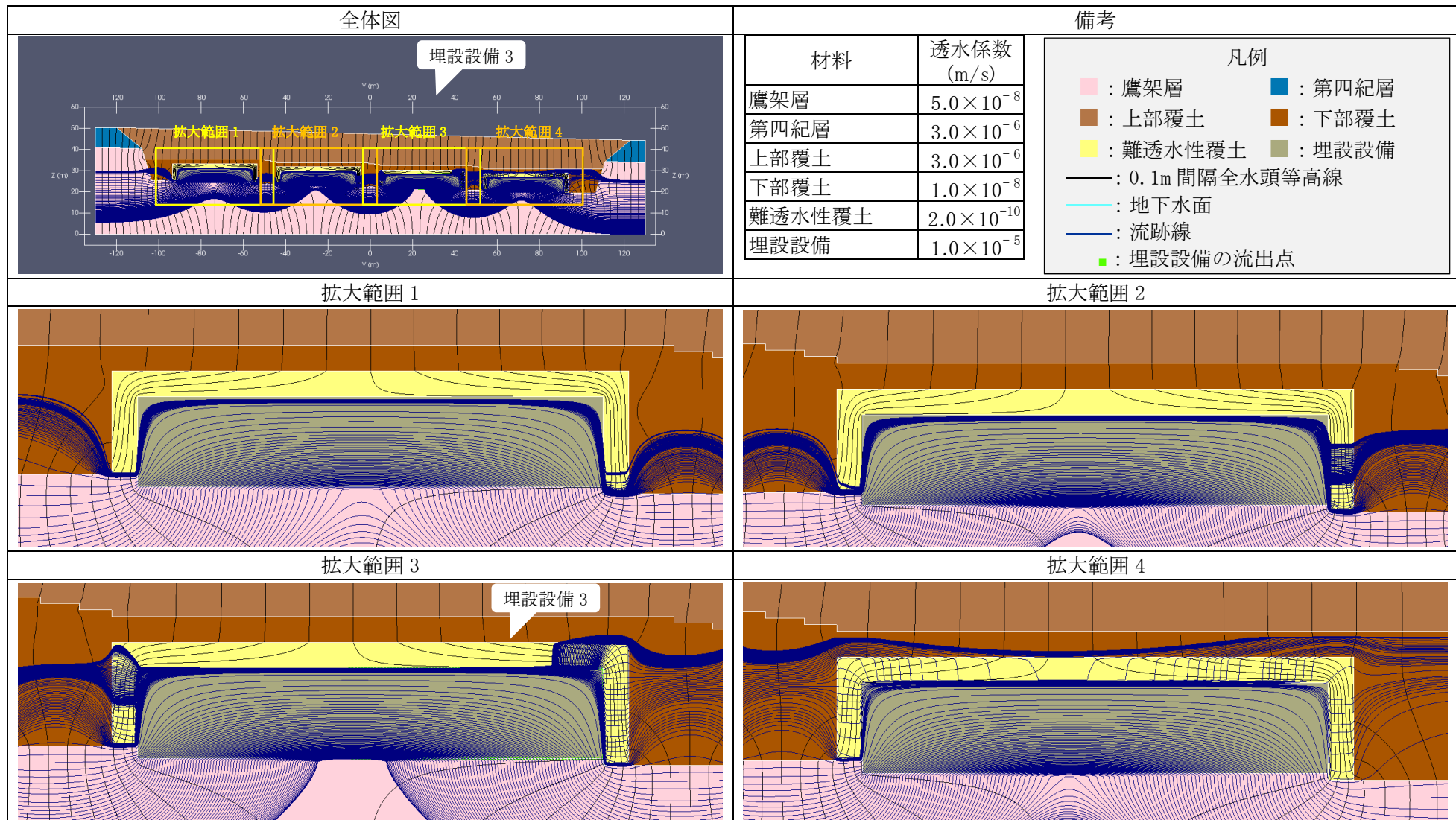
第 7 図 2 次元地下水浸透流解析結果【3 号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (1/5) <0.1m 間隔全水頭等高線>



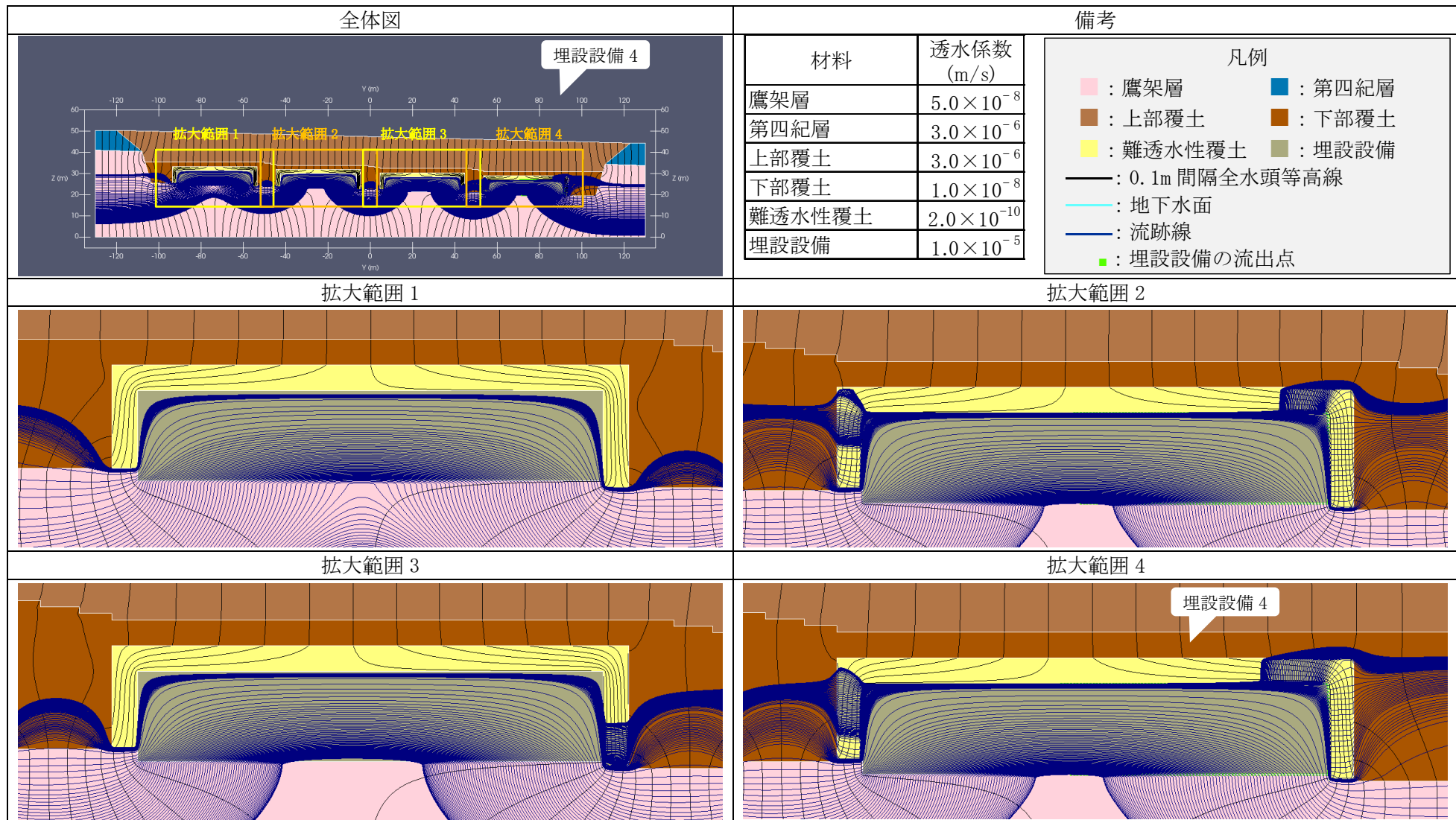
第7図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (2/5) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



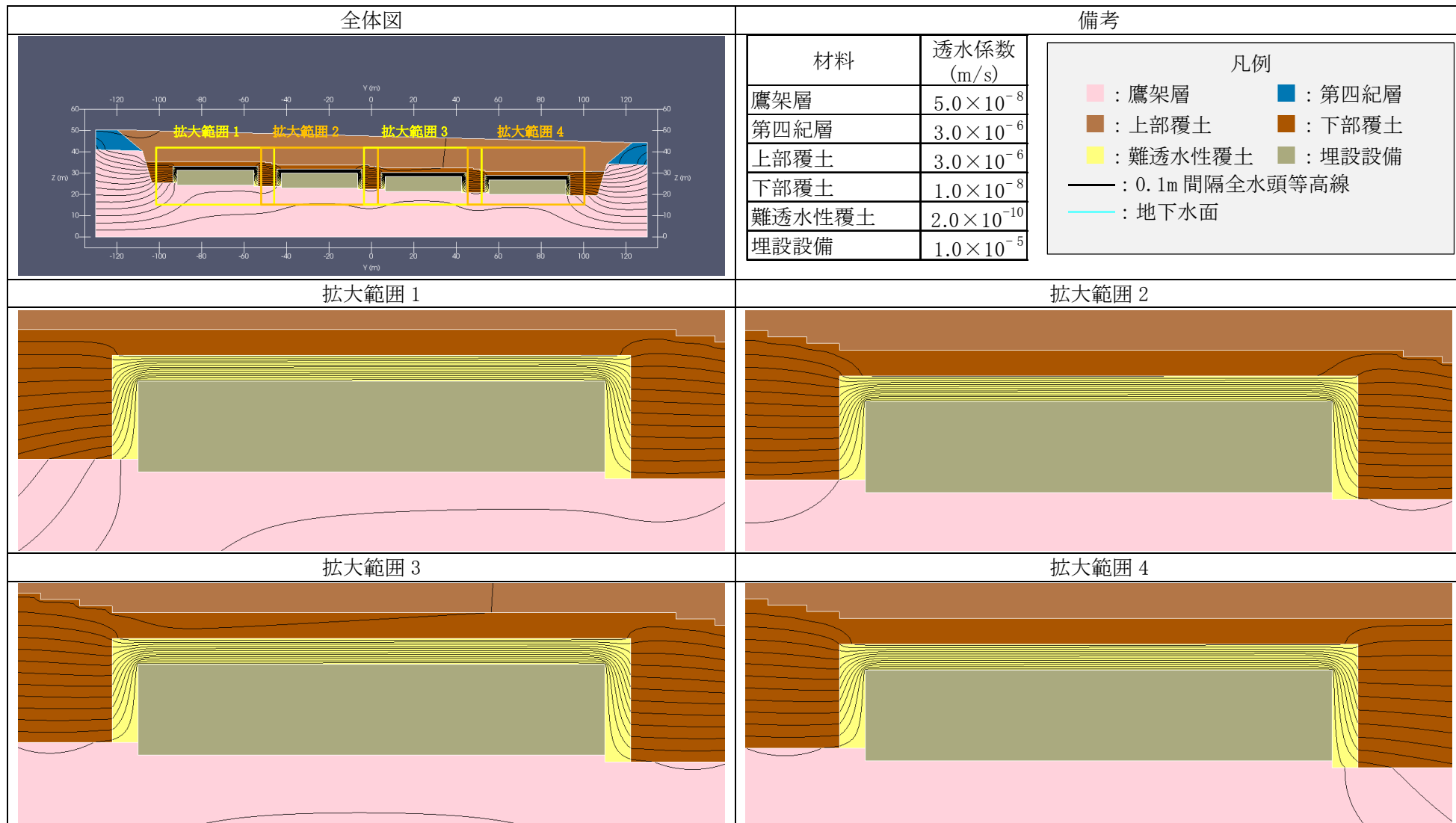
第 7 図 2 次元地下水浸透流解析結果【3 号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (3/5) <埋設設備 2 の流出点を通る流跡線>



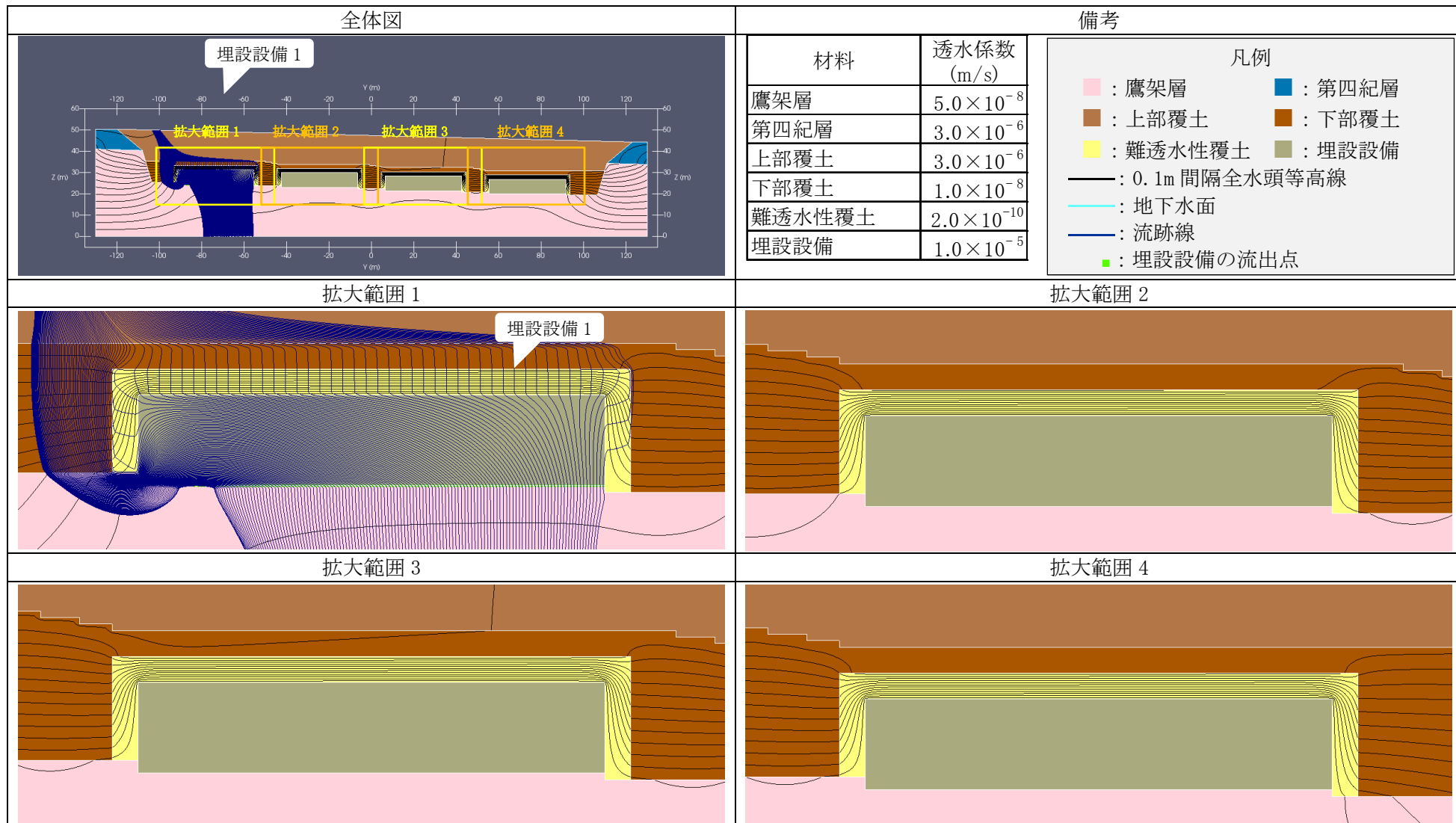
第7図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (4/5) <埋設設備3の流出点を通る流跡線>



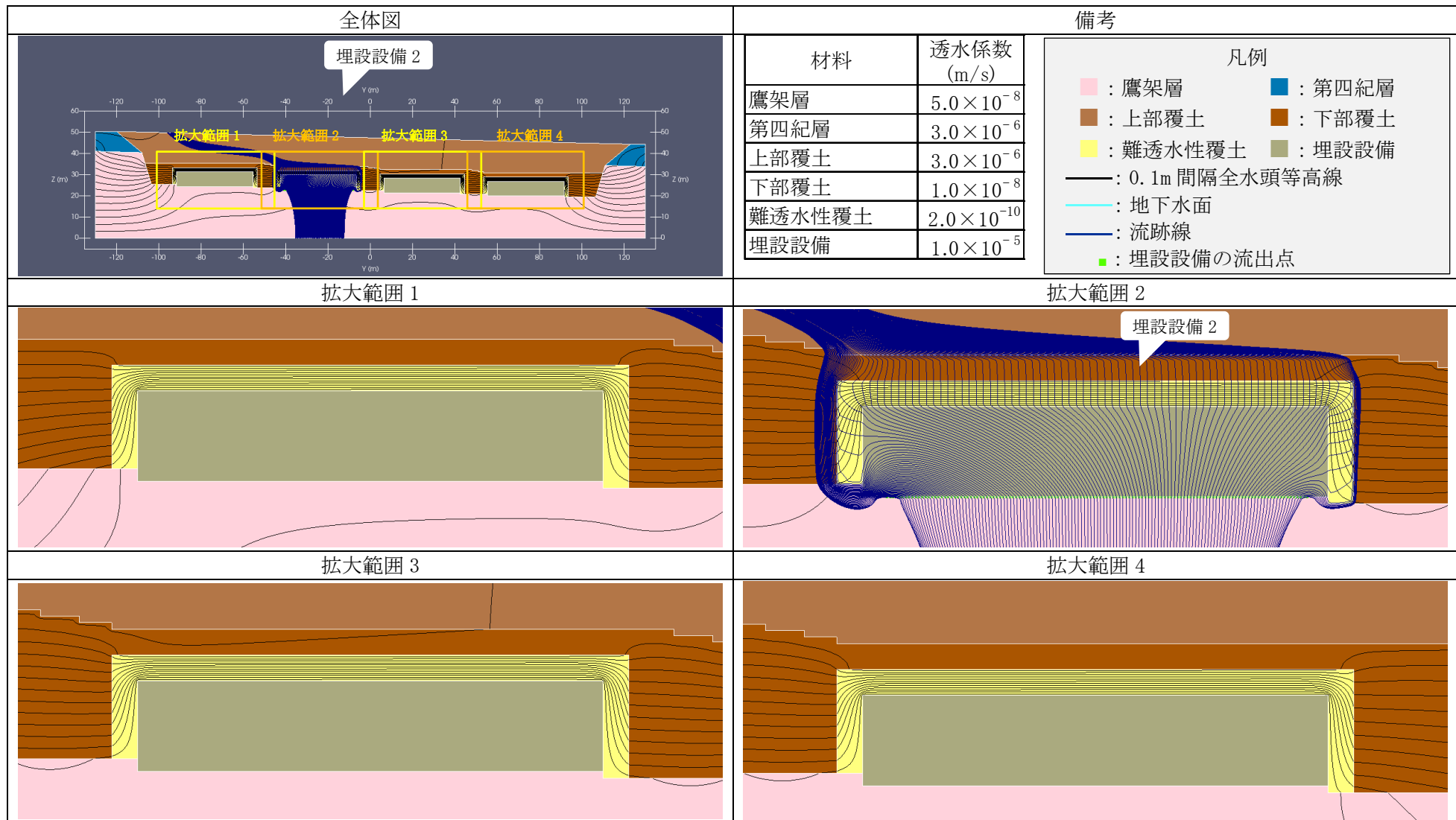
第7図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (5/5) <埋設設備4の流出点を通る流跡線>



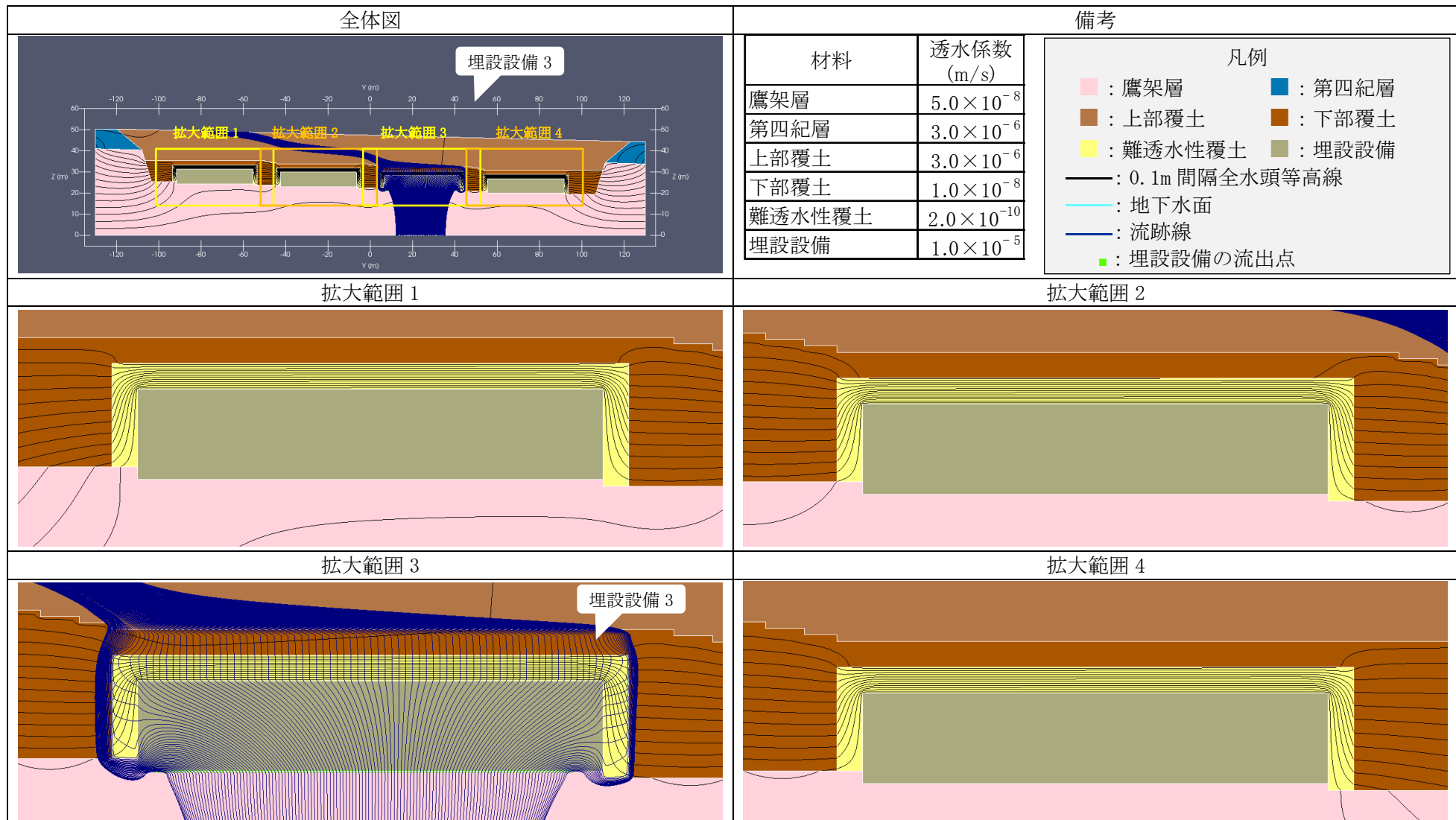
第 8 図 2 次元地下水浸透流解析結果【3 号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (1/5) <0.1m 間隔全水頭等高線>



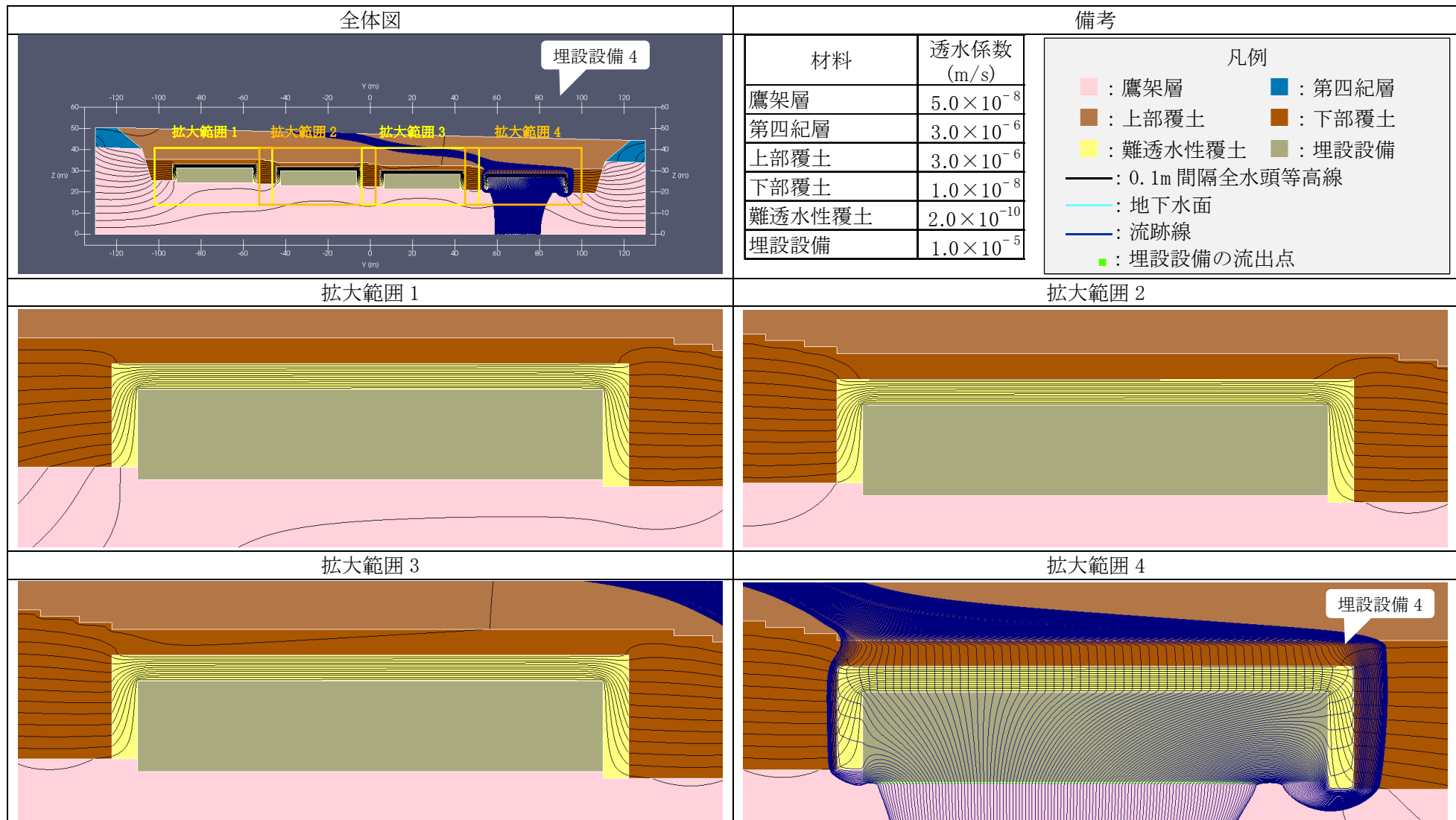
第8図 2次元地下水浸透流解析結果【3号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (2/5) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



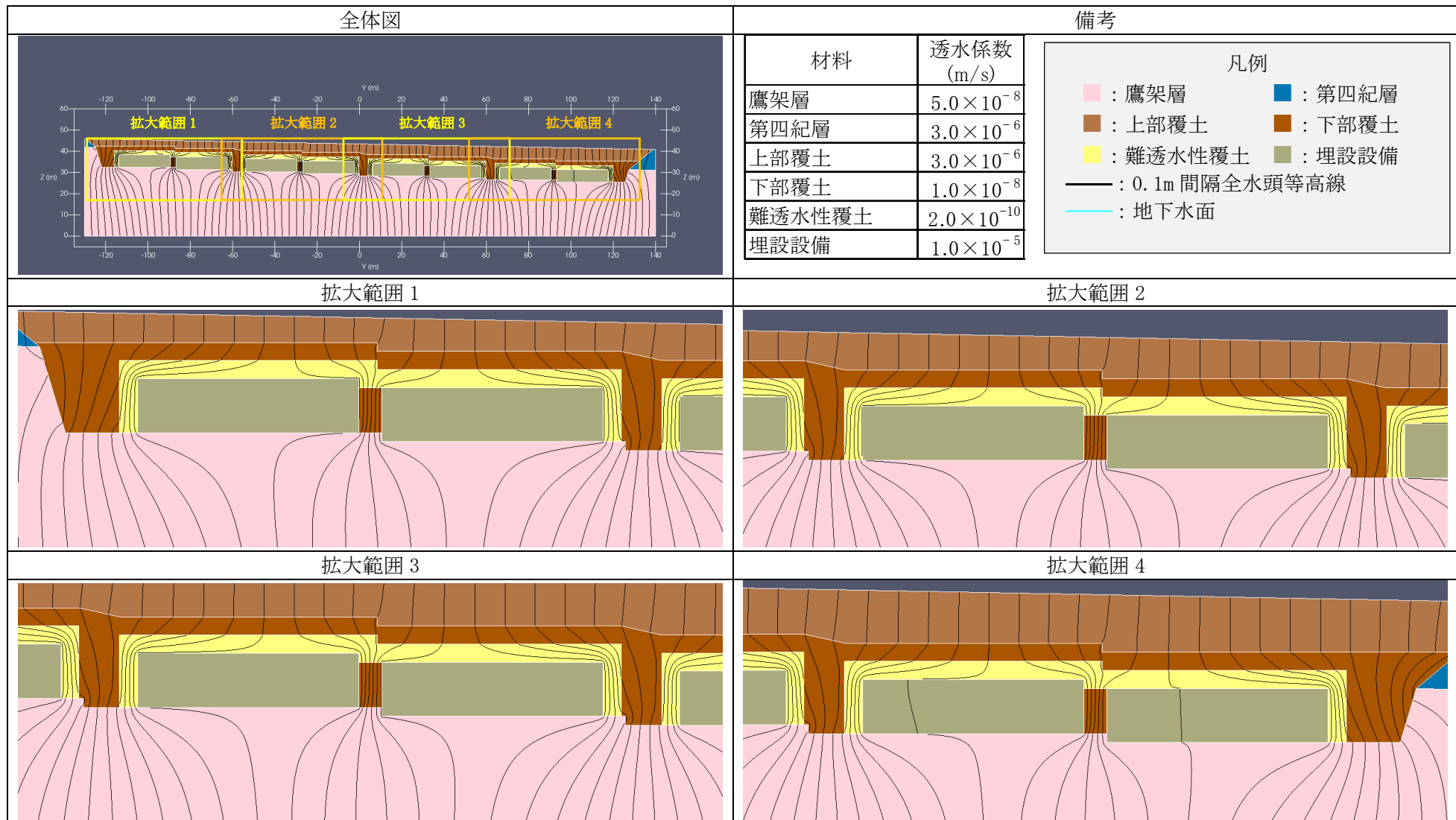
第 8 図 2 次元地下水浸透流解析結果【3 号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (3/5) <埋設設備 2 の流出点を通る流跡線>



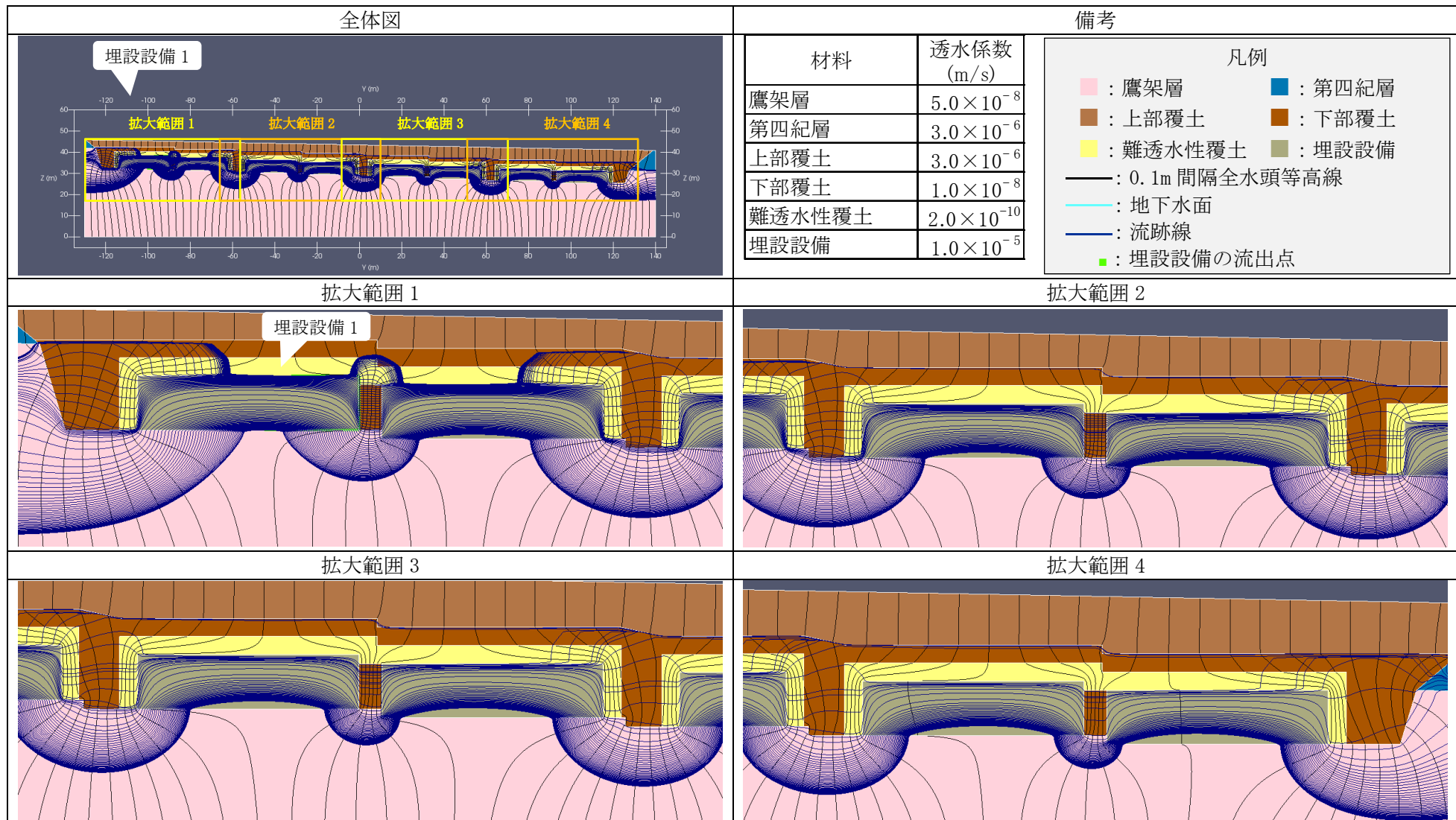
第 8 図 2 次元地下水浸透流解析結果【3 号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (4/5) <埋設設備 3 の流出点を通る流跡線>



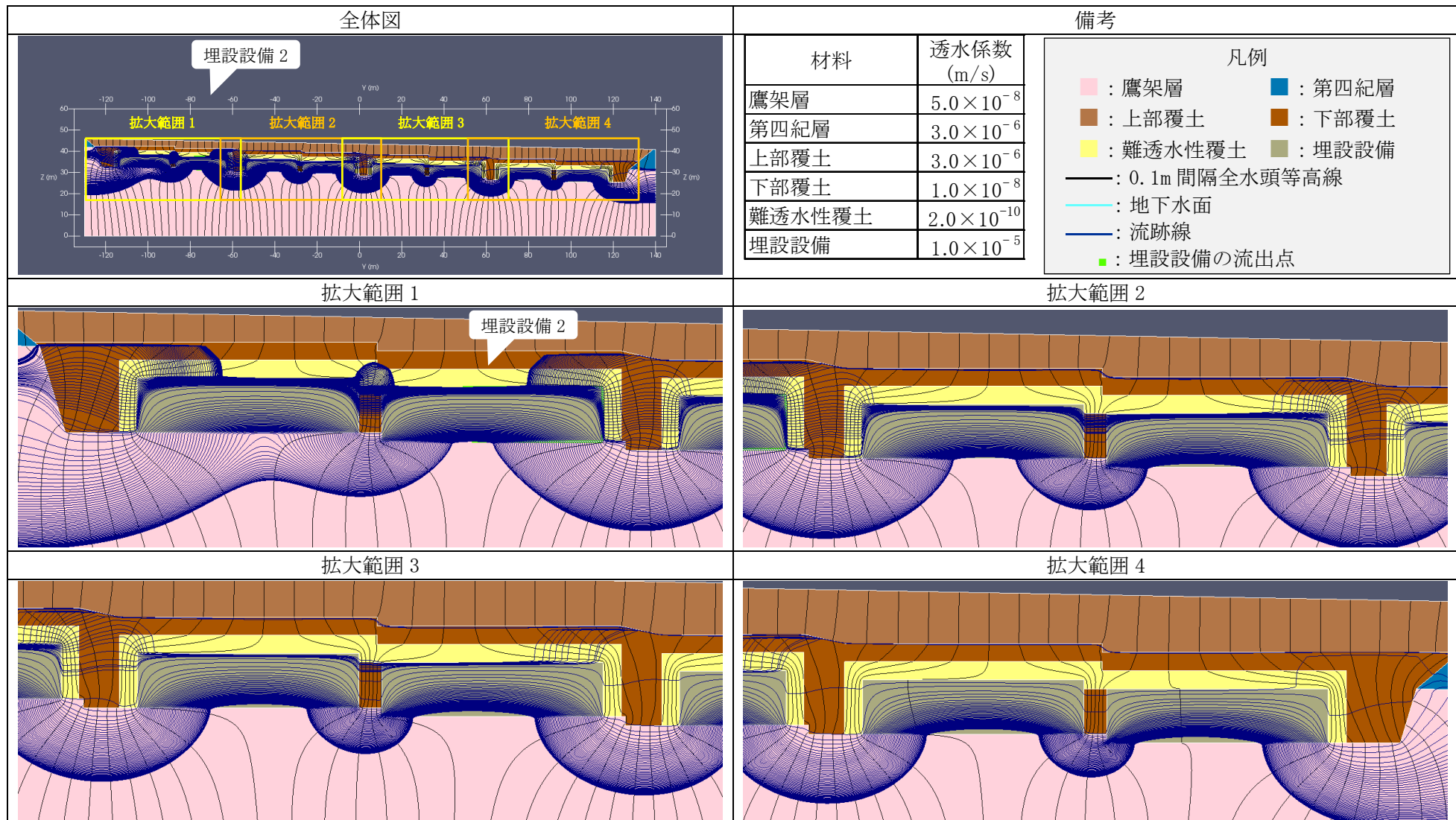
第 8 図 2 次元地下水浸透流解析結果【3 号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (5/5) <埋設設備 4 の流出点を通る流跡線>



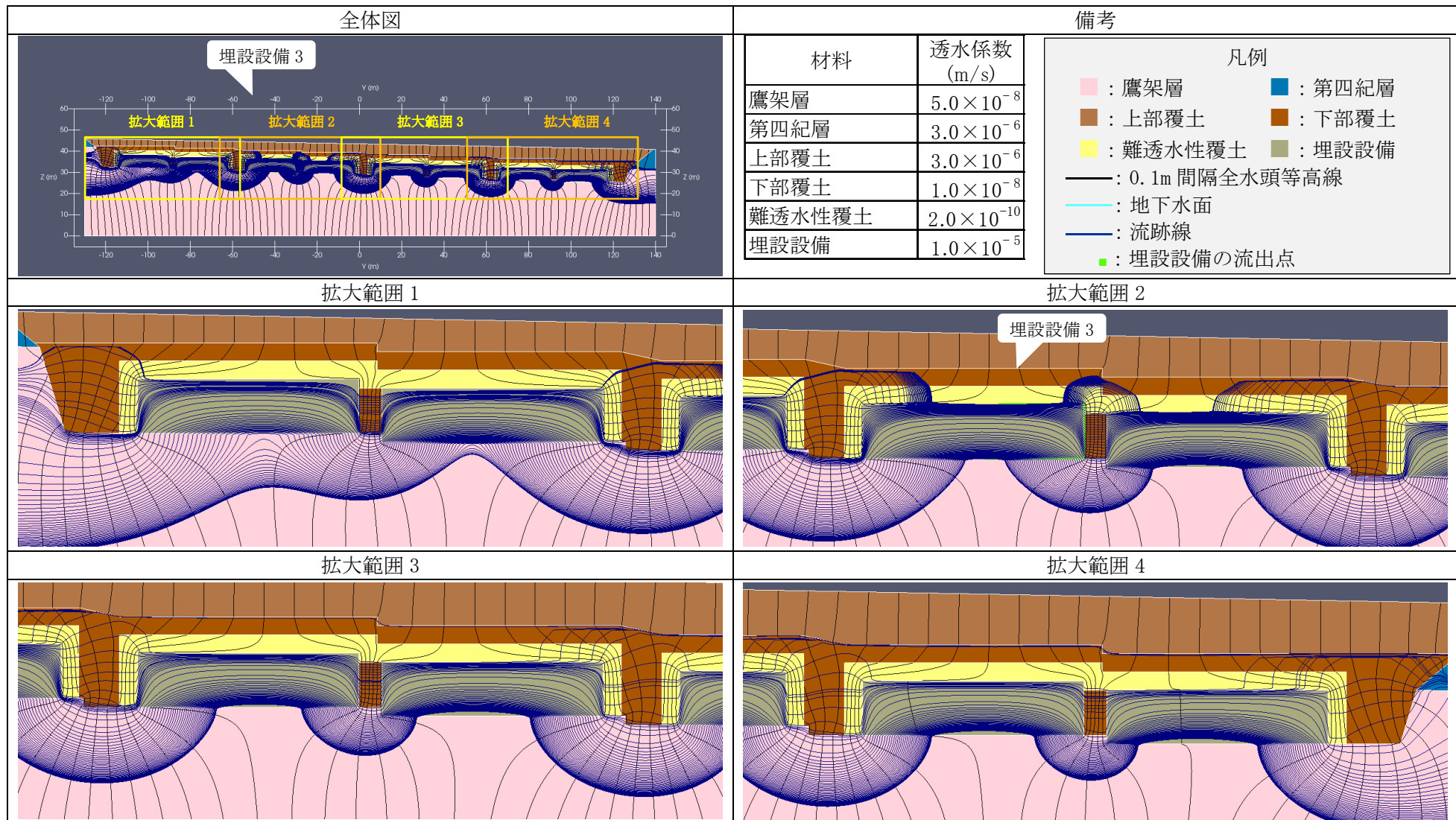
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (1/9) <0.1m 間隔全水頭等高線>



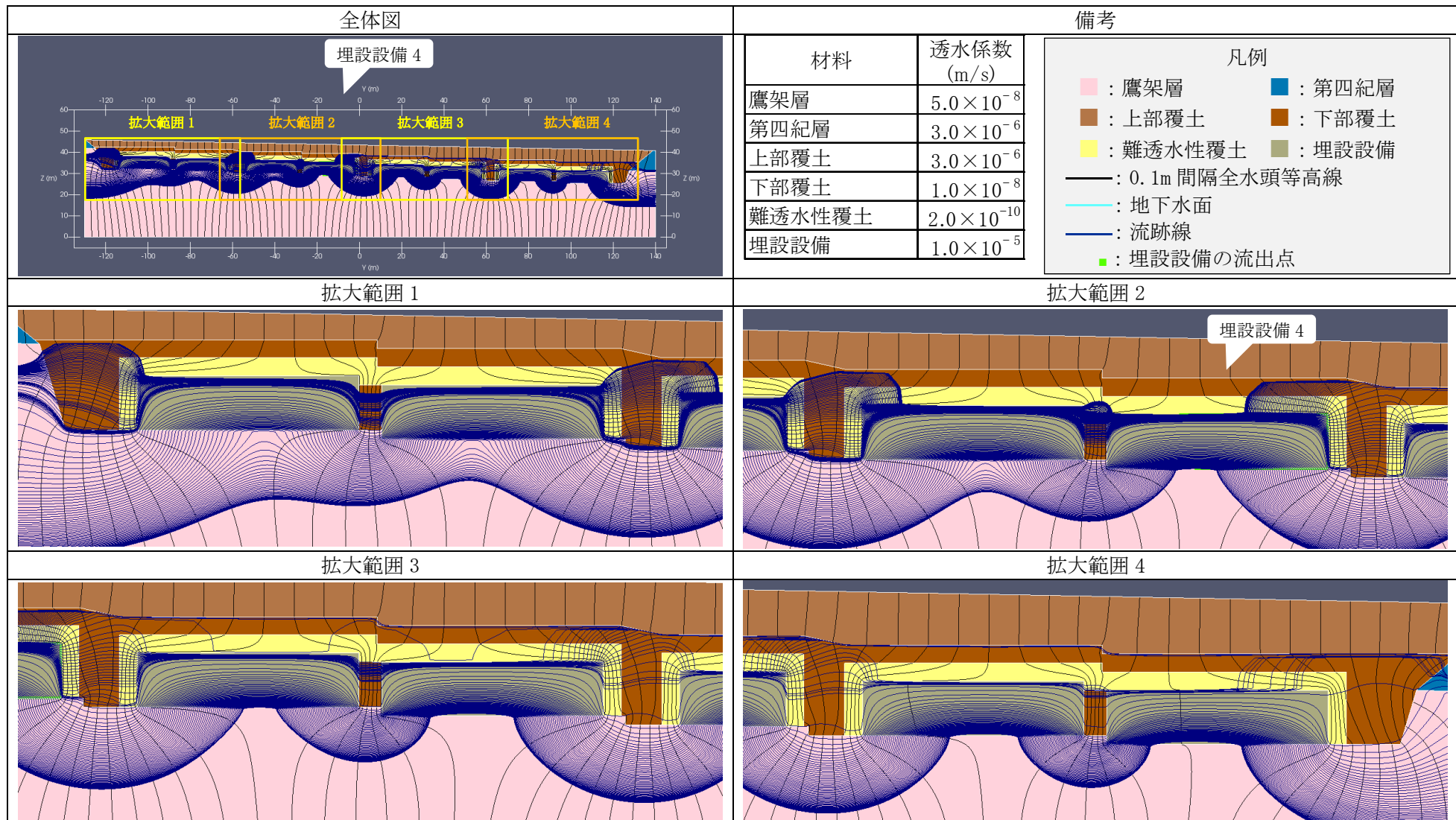
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (2/9) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



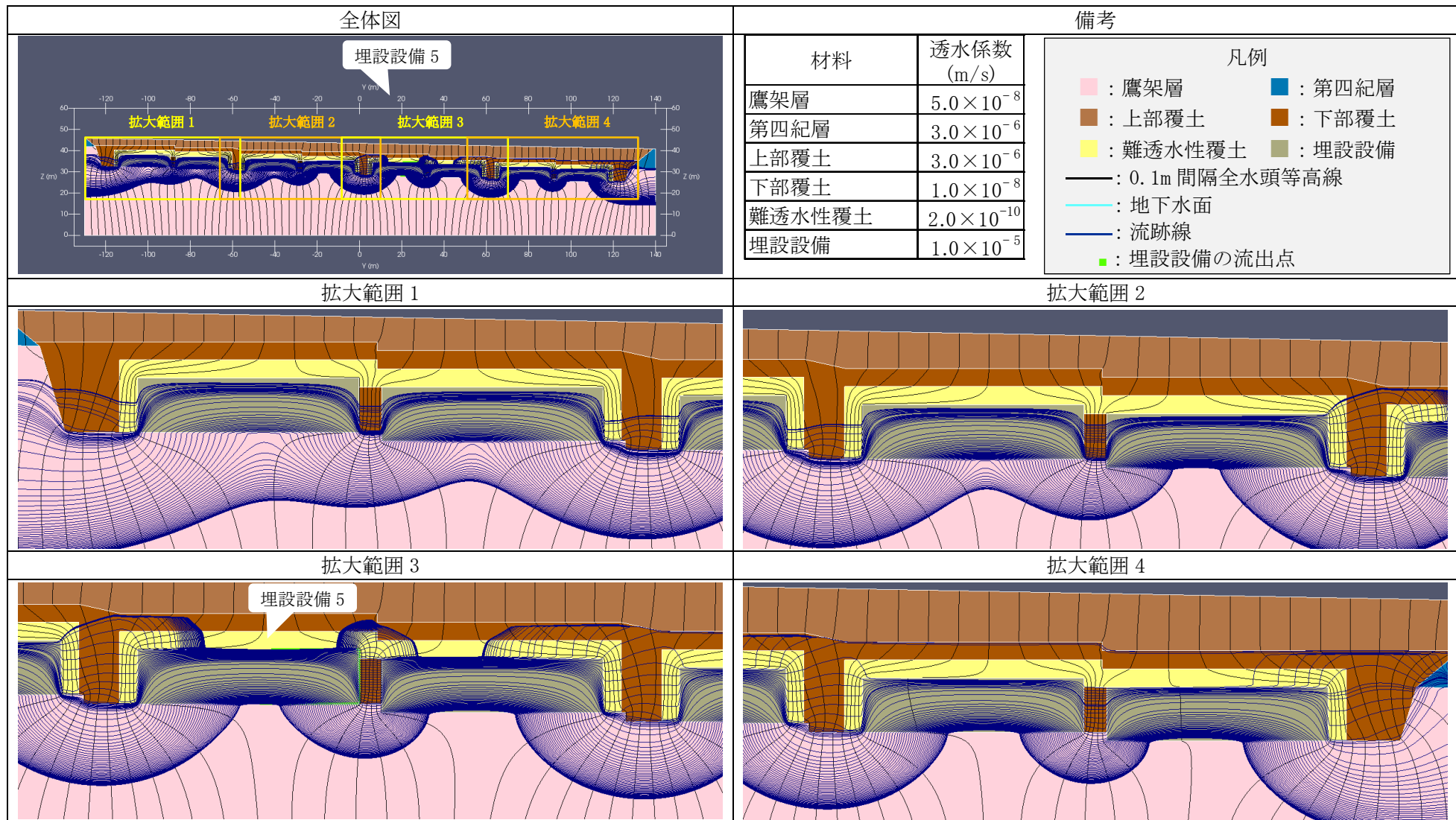
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (3/9) <埋設設備2の流出点を通る流跡線>



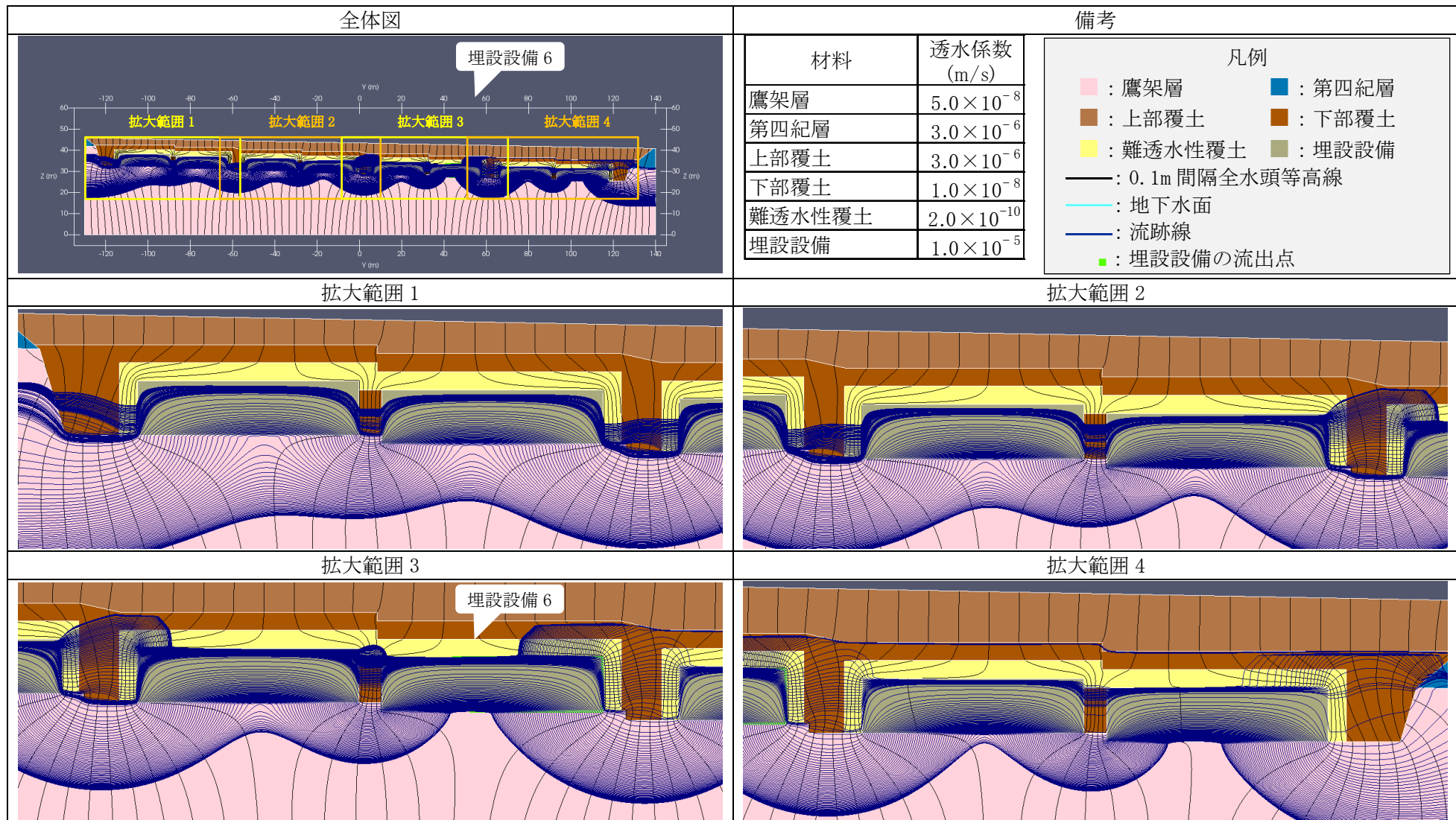
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (4/9) <埋設設備3の流出点を通る流跡線>



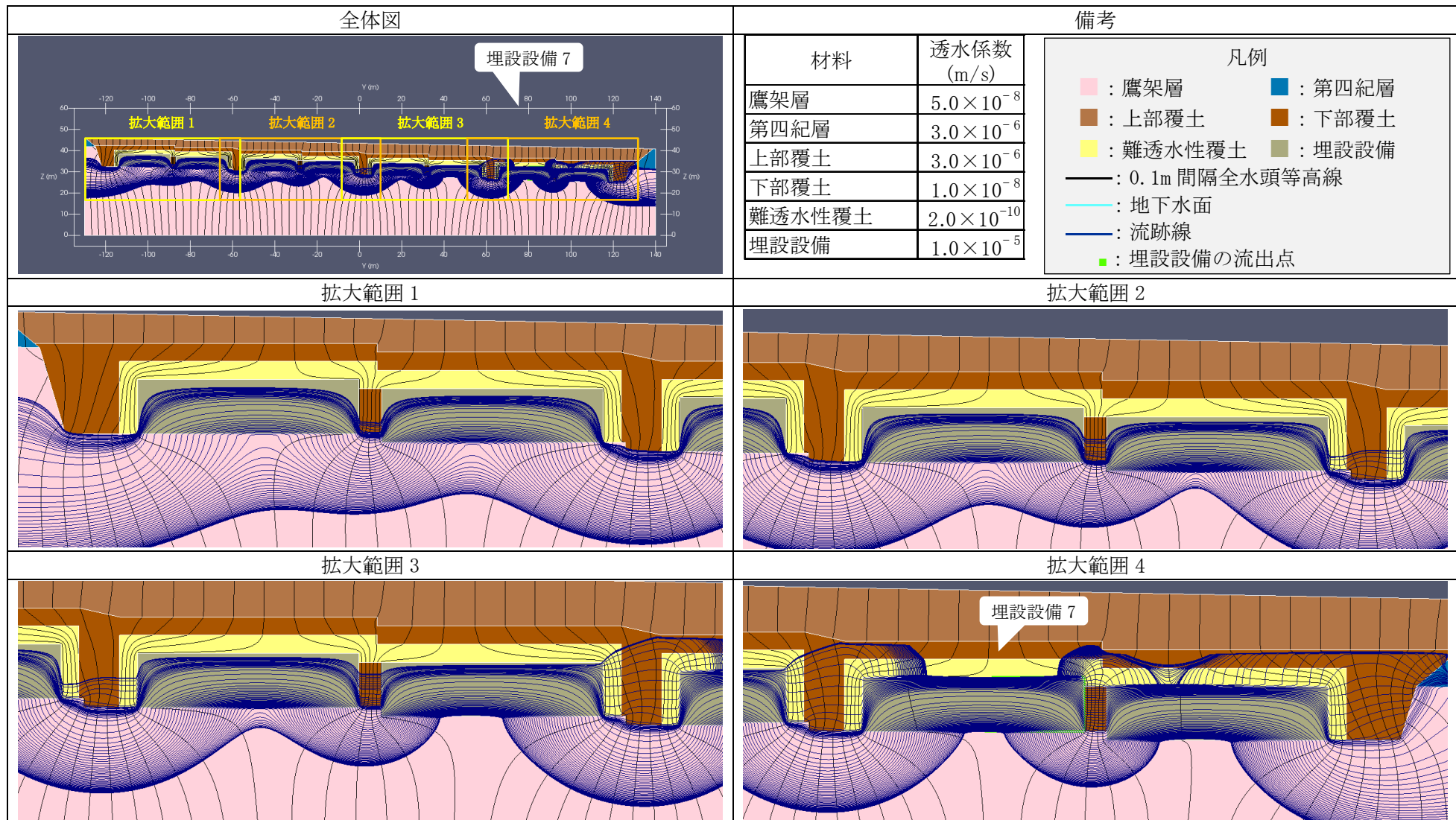
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (5/9) <埋設設備4の流出点を通る流跡線>



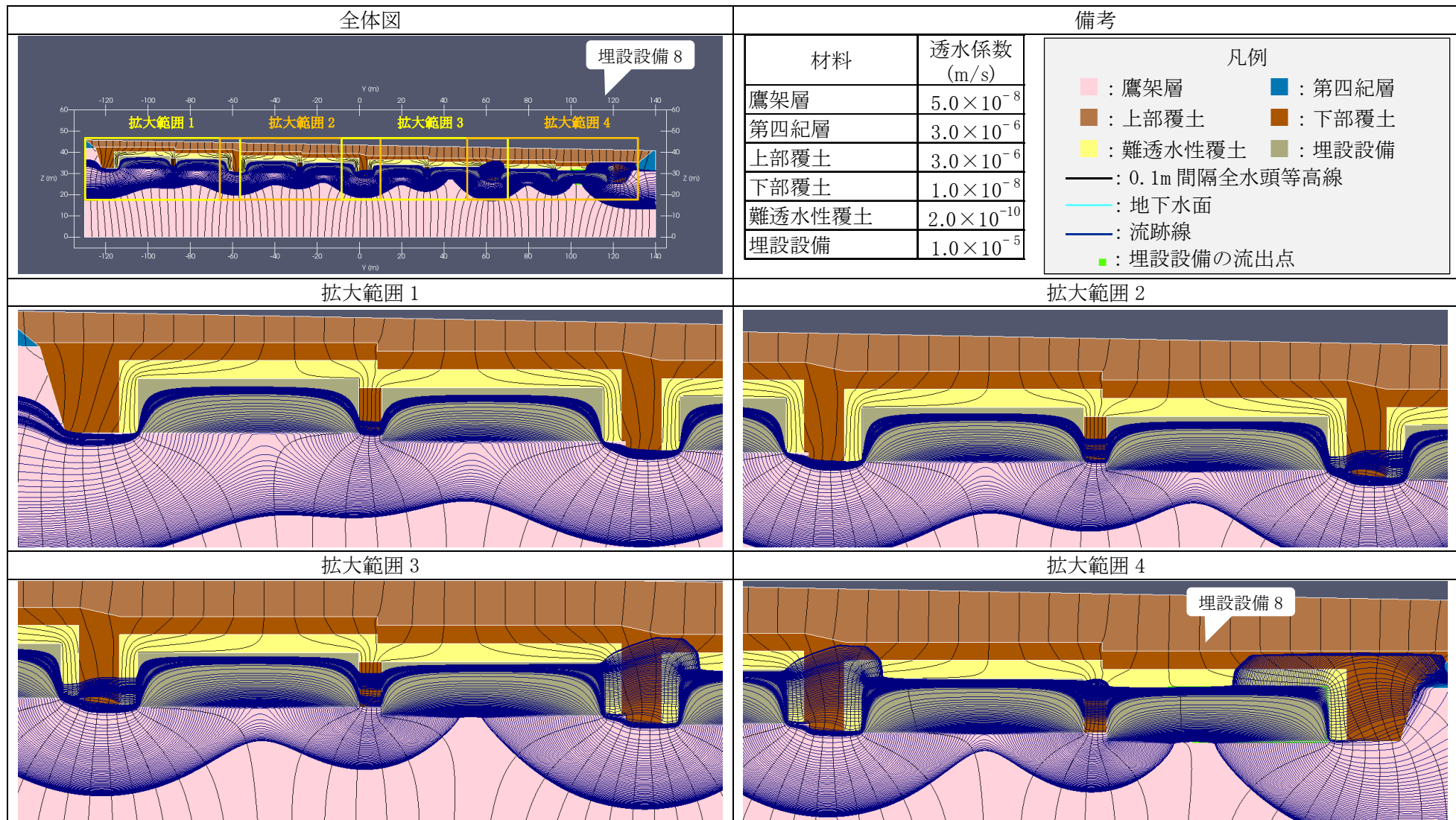
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (6/9) <埋設設備5の流出点を通る流跡線>



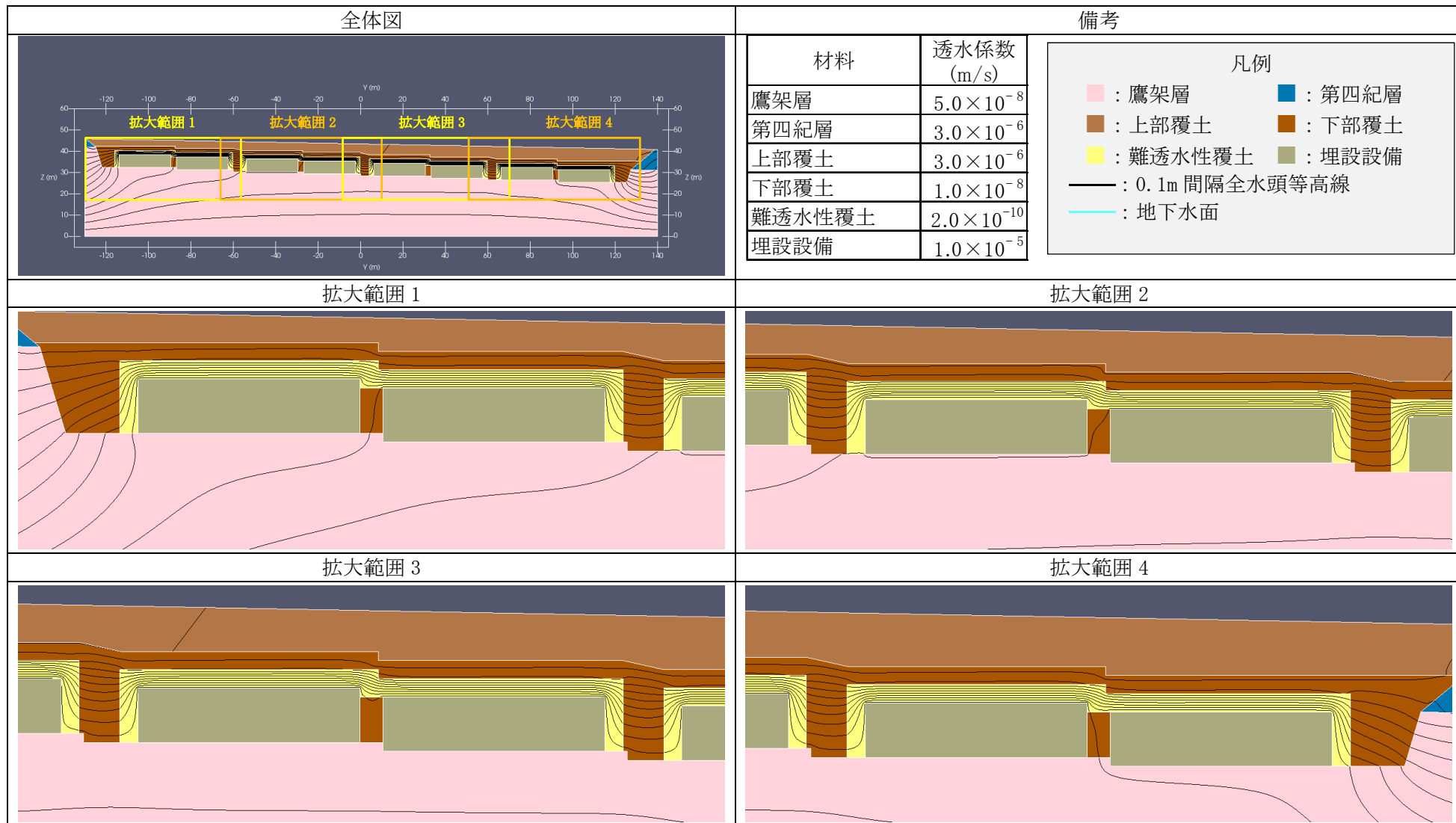
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (7/9) <埋設設備6の流出点を通る流跡線>



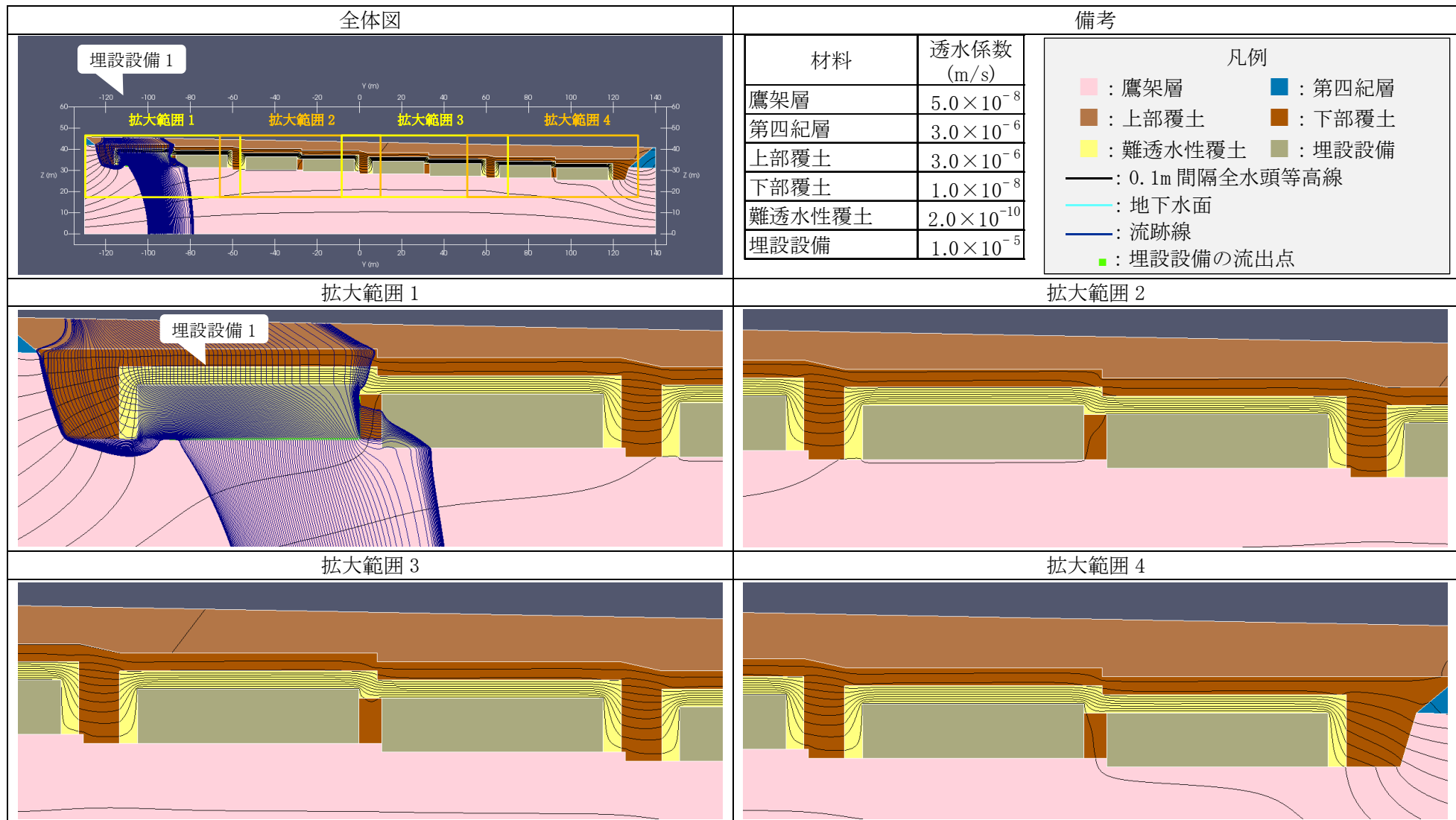
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (8/9) <埋設設備7の流出点を通る流跡線>



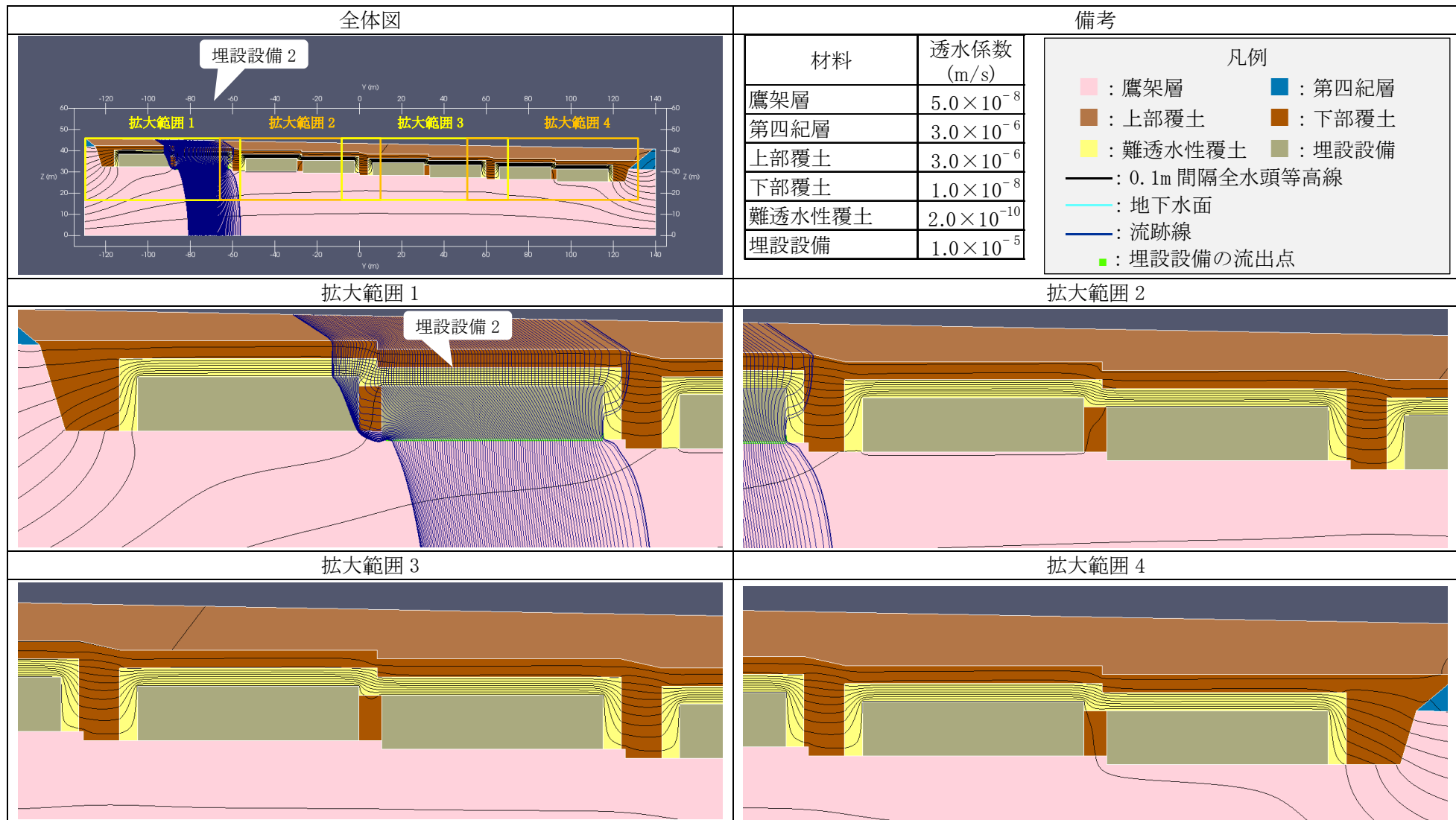
第9図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (9/9) <埋設設備8の流出点を通る流跡線>



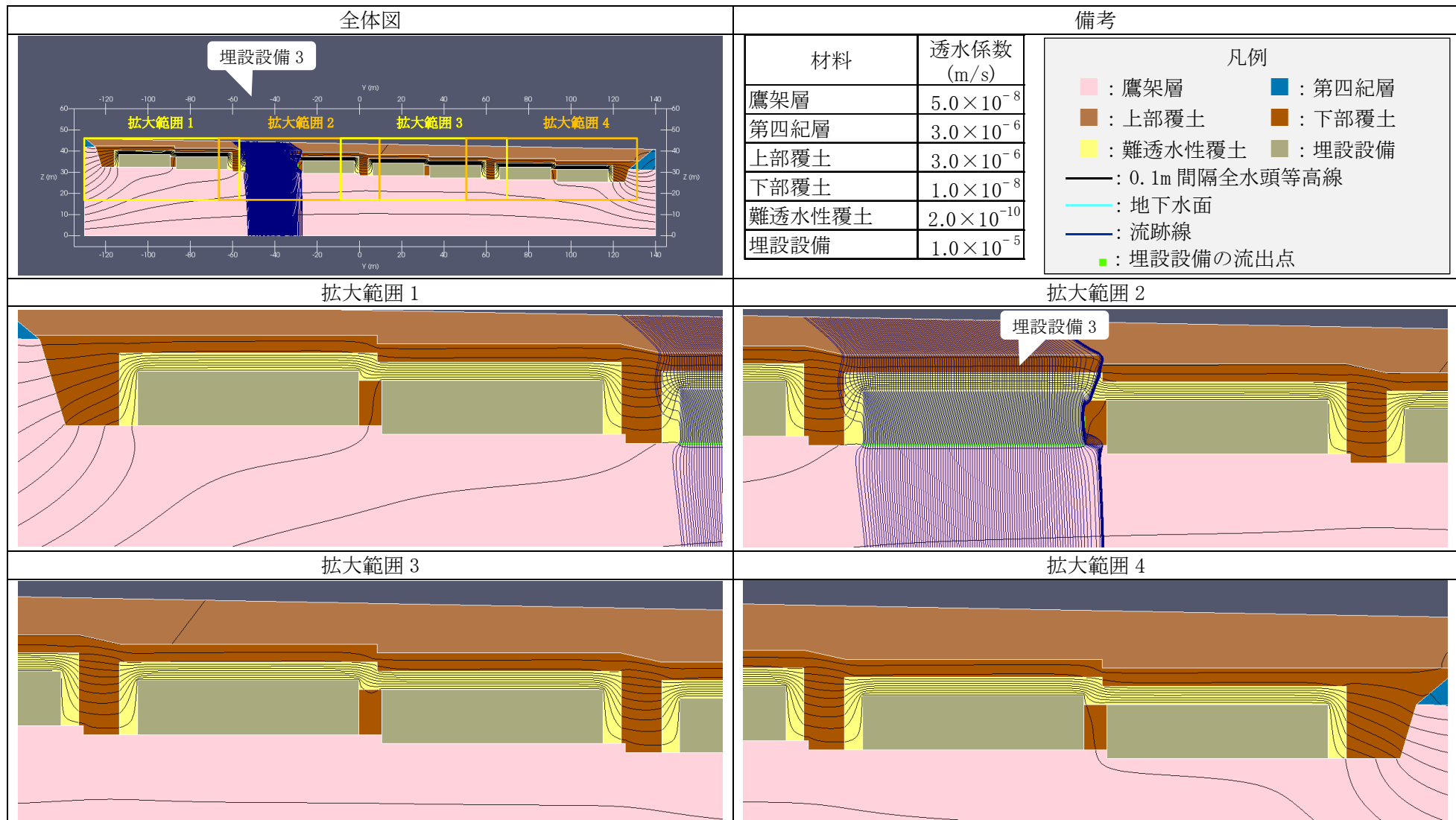
第 10 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (1/9) <0.1m 間隔全水頭等高線>



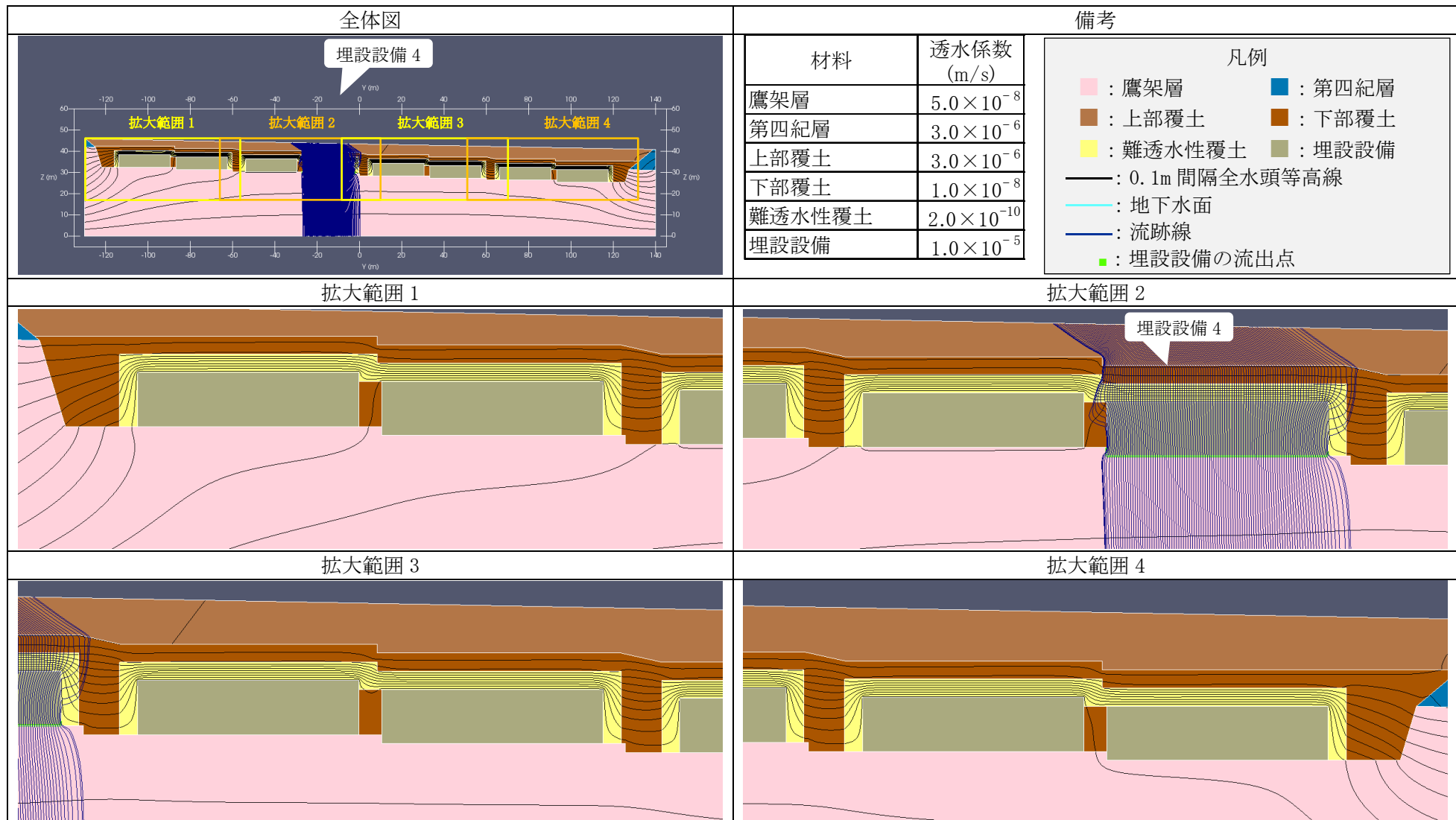
第 10 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (2/9) <埋設設備 1 の流出点を通る流跡線>



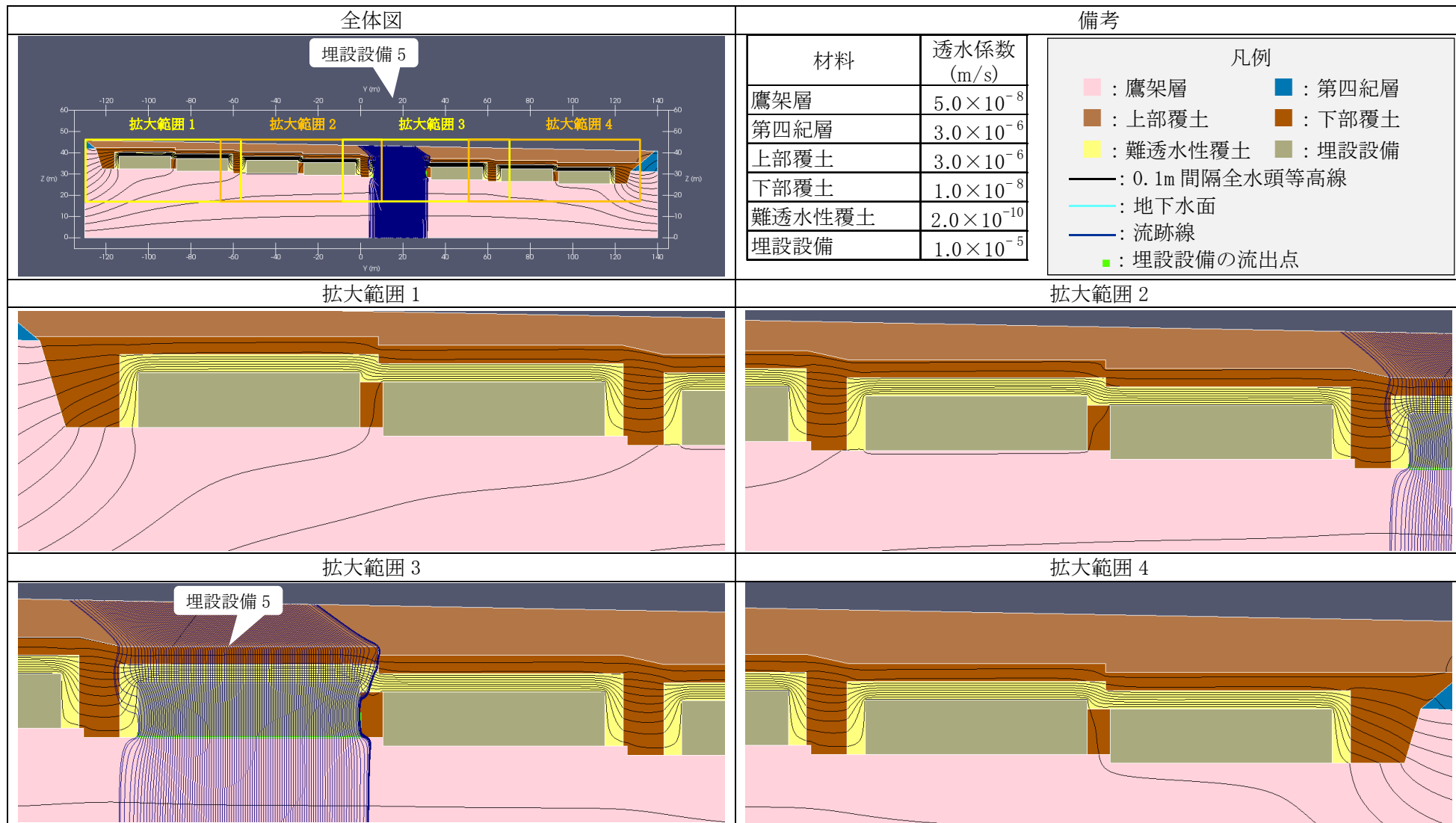
第 10 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (3/9) <埋設設備 2 の流出点を通る流跡線>



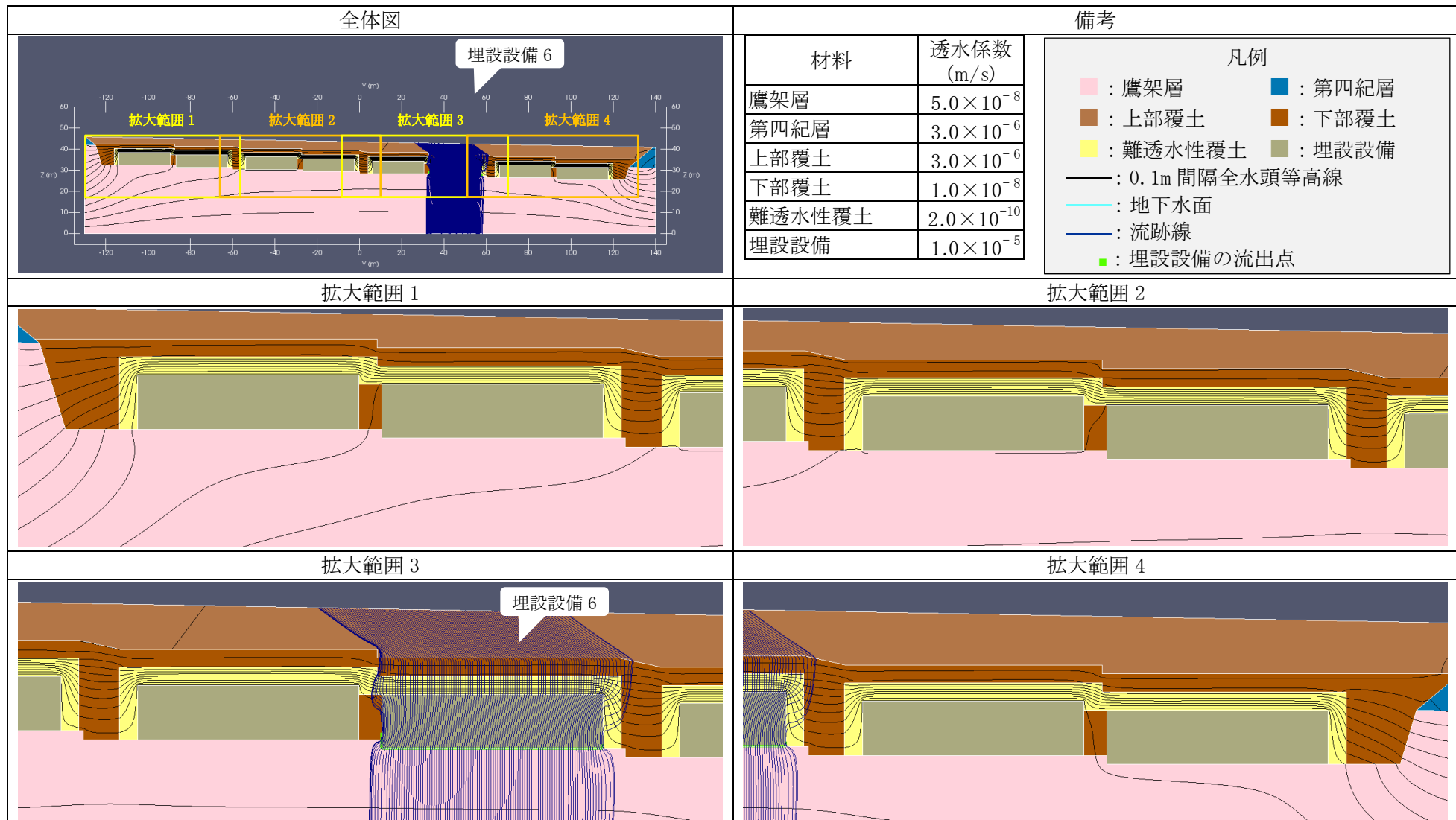
第 10 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (4/9) <埋設設備 3 の流出点を通る流跡線>



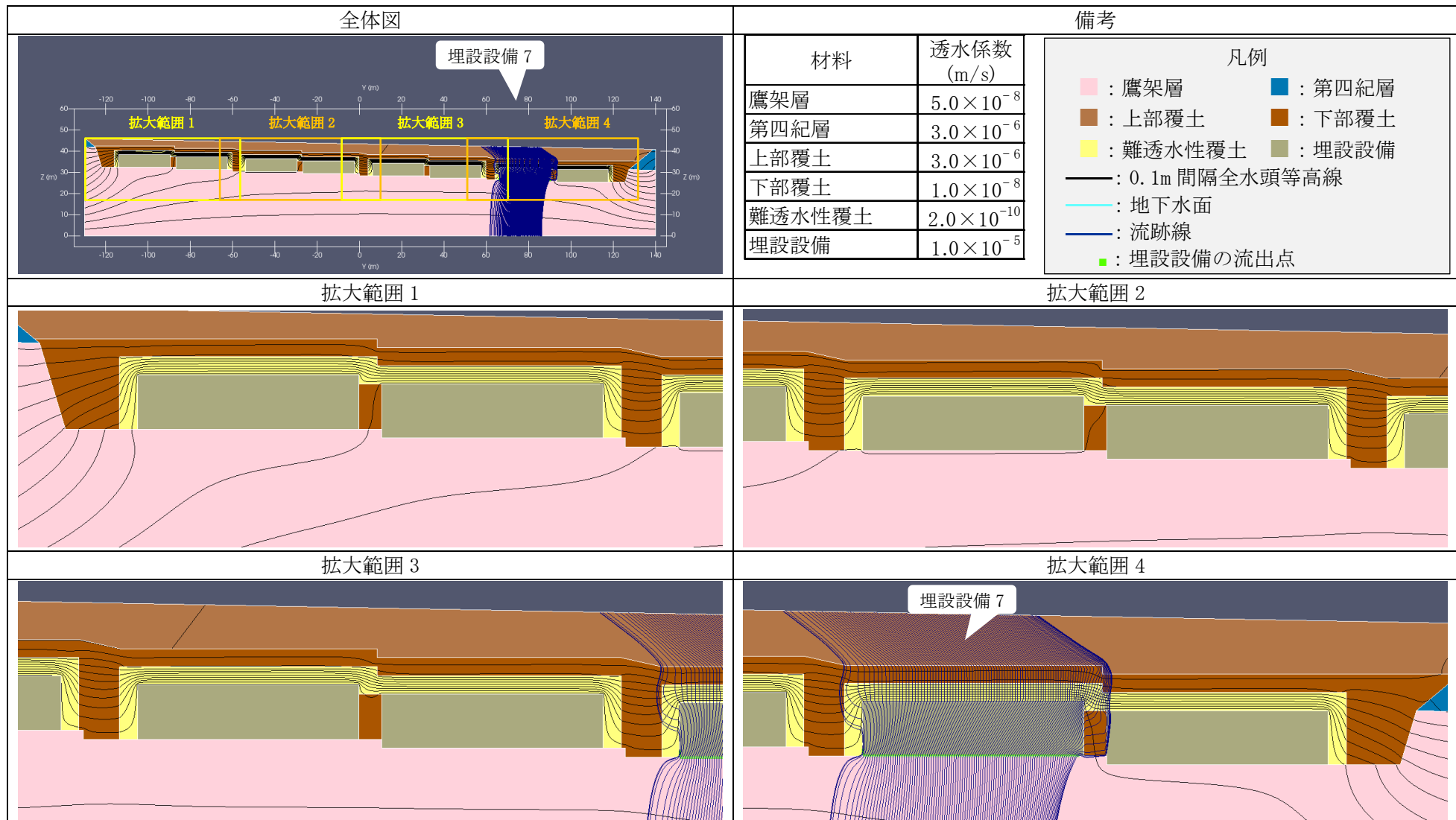
第 10 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (5/9) <埋設設備 4 の流出点を通る流跡線>



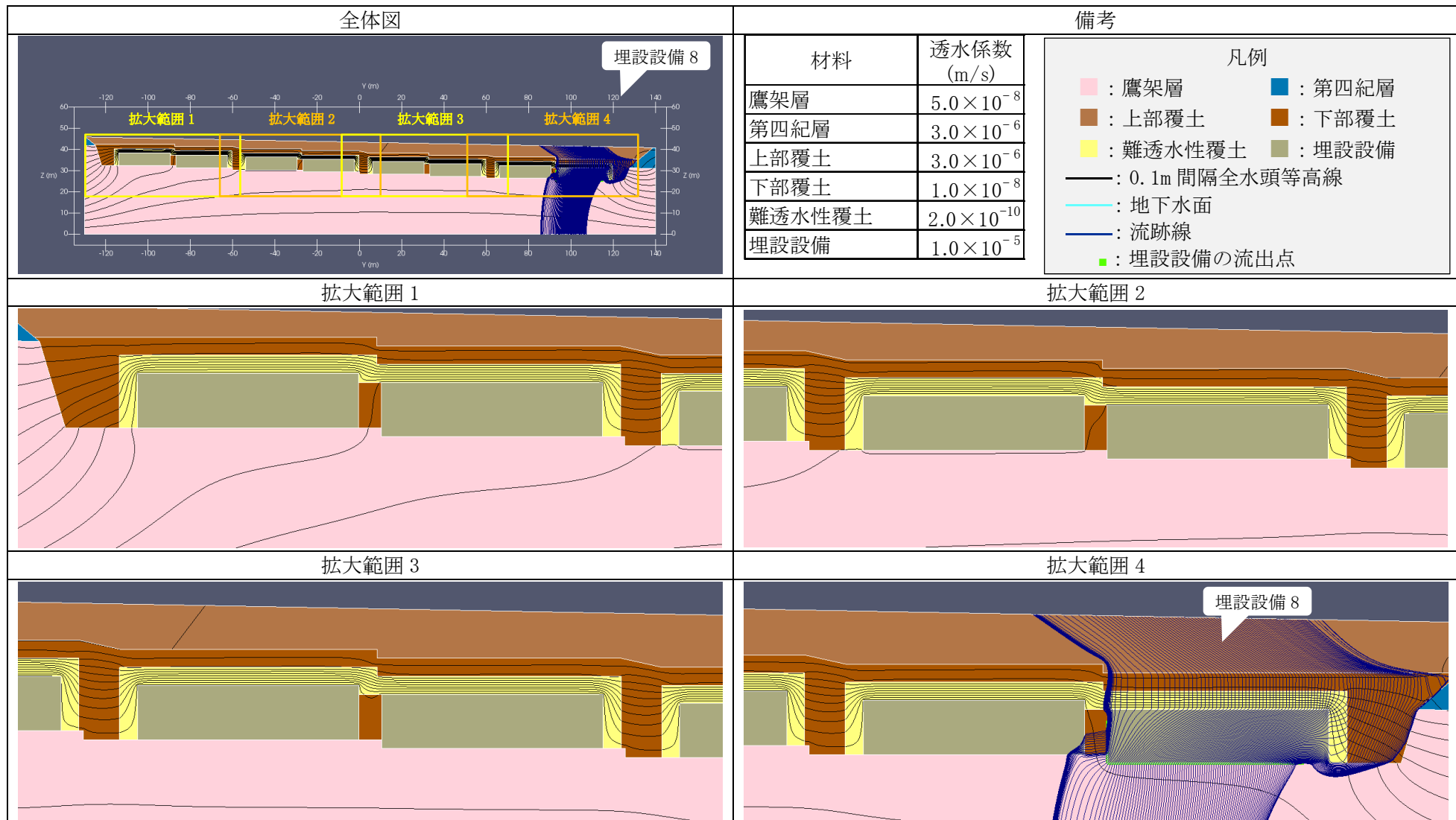
第 10 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (6/9) <埋設設備 5 の流出点を通る流跡線>



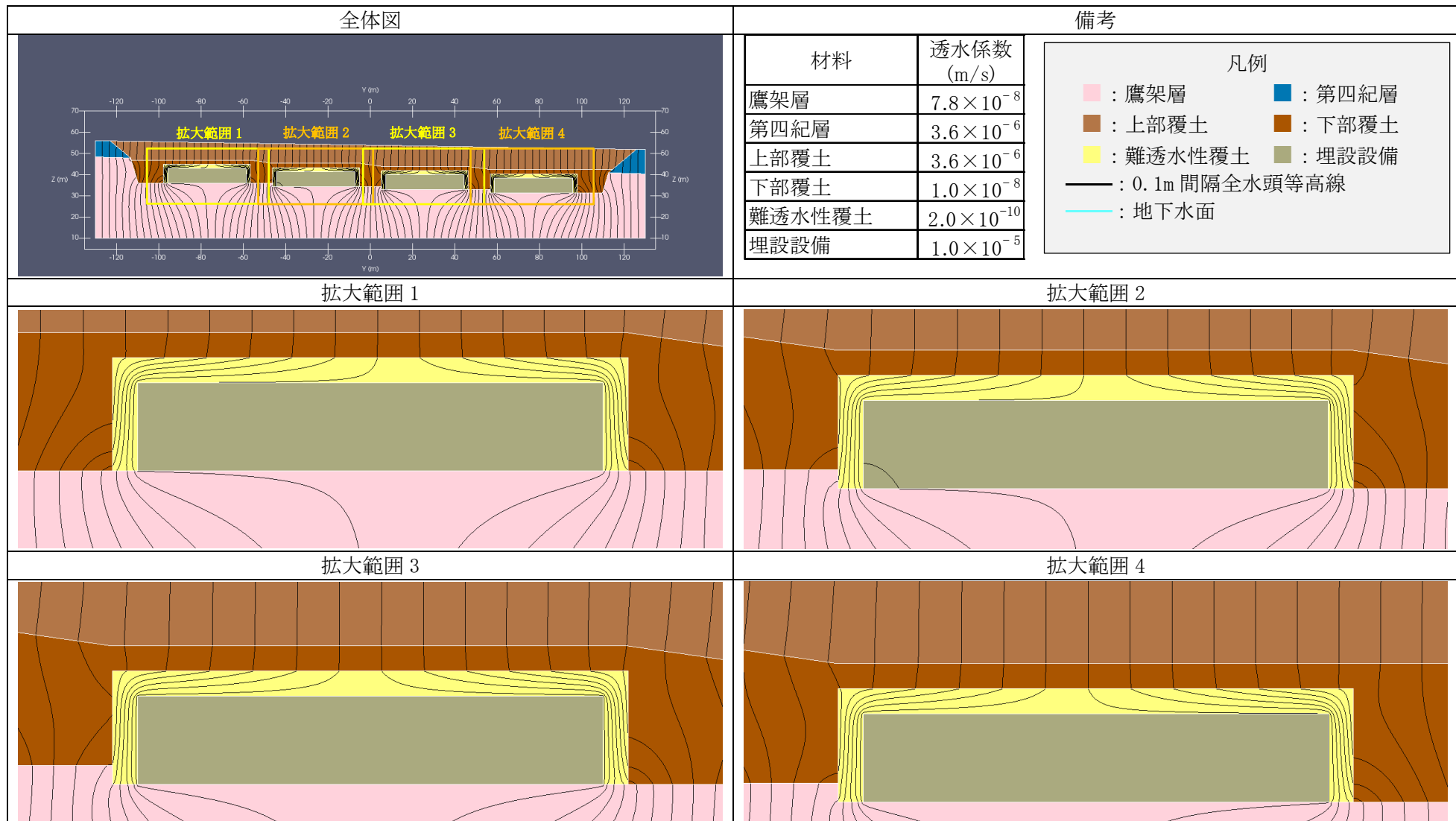
第 10 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (7/9) <埋設設備6の流出点を通る流跡線>



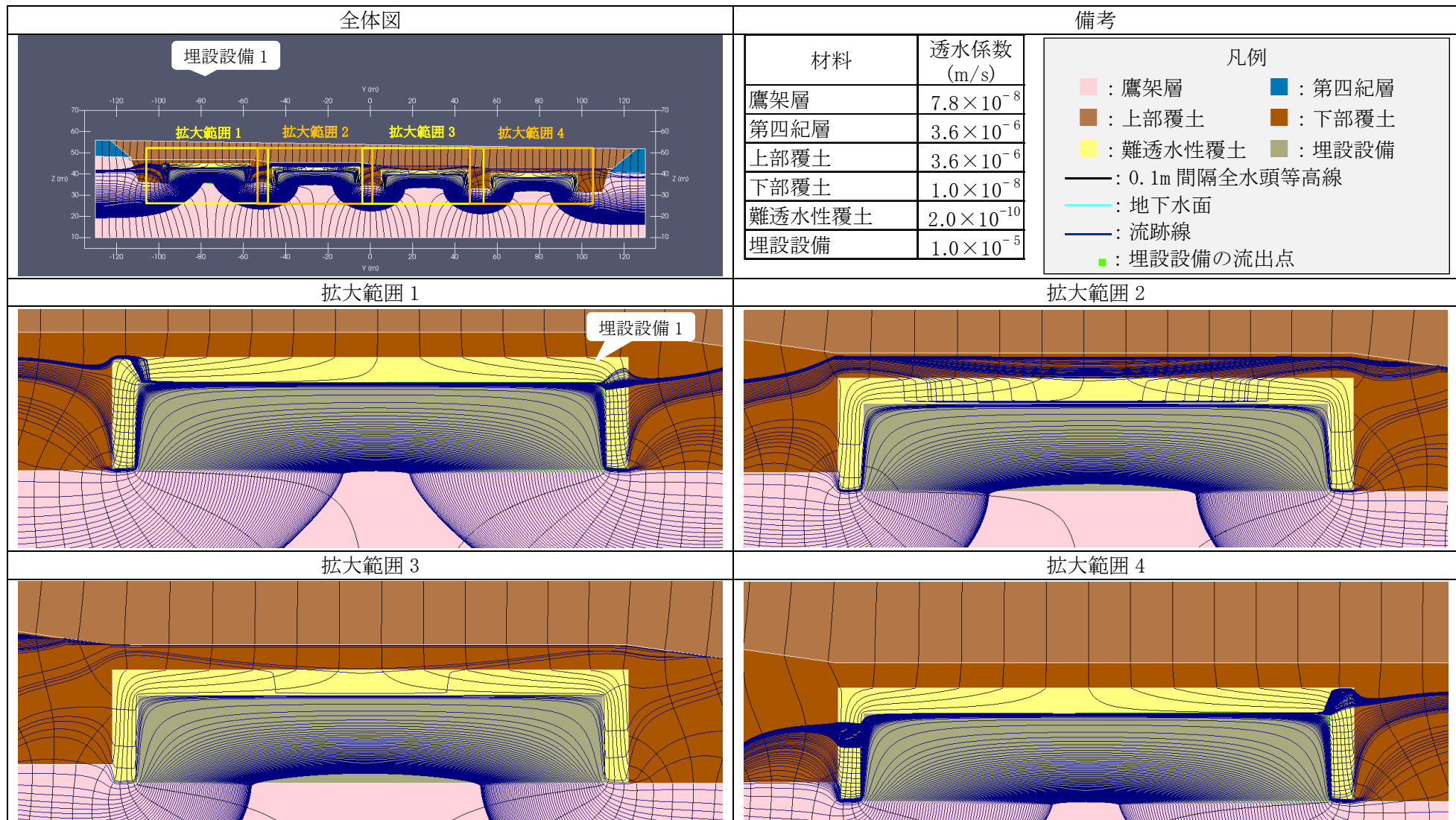
第 10 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (8/9) <埋設設備 7 の流出点を通る流跡線>



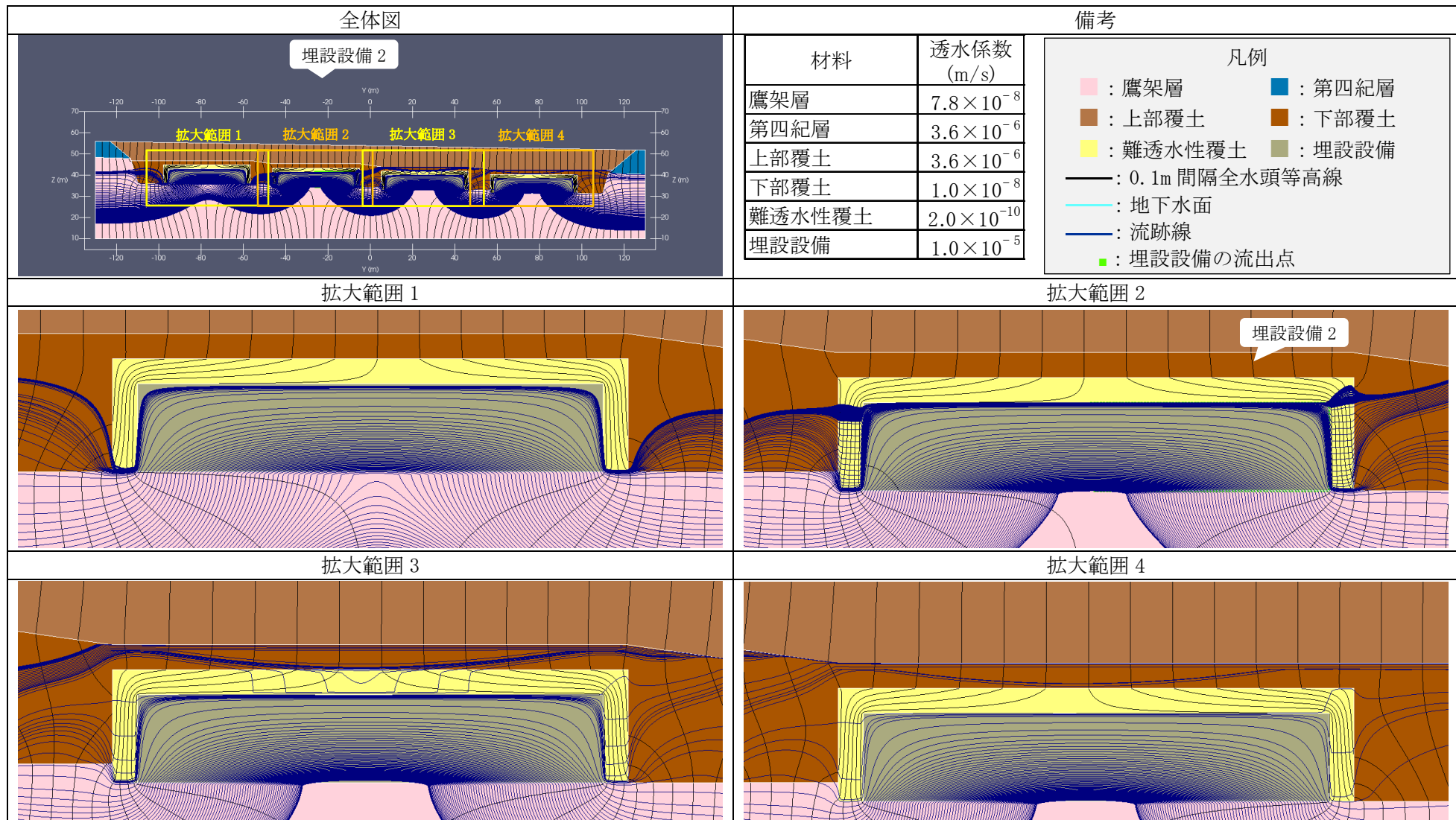
第 10 図 2次元地下水浸透流解析結果【1号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (9/9) <埋設設備 8 の流出点を通る流跡線>



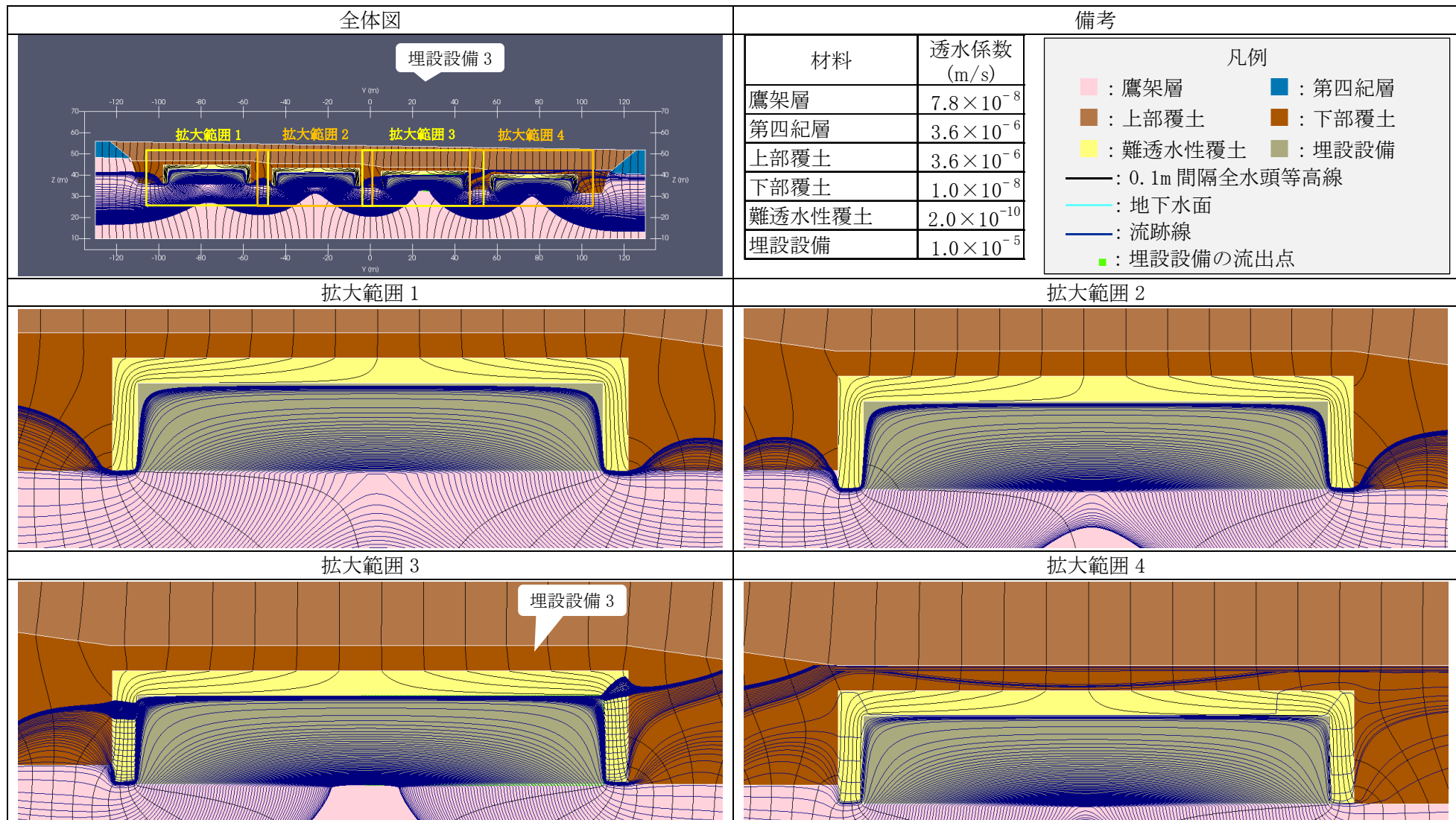
第 11 図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (1/5) <0.1m 間隔全水頭等高線>



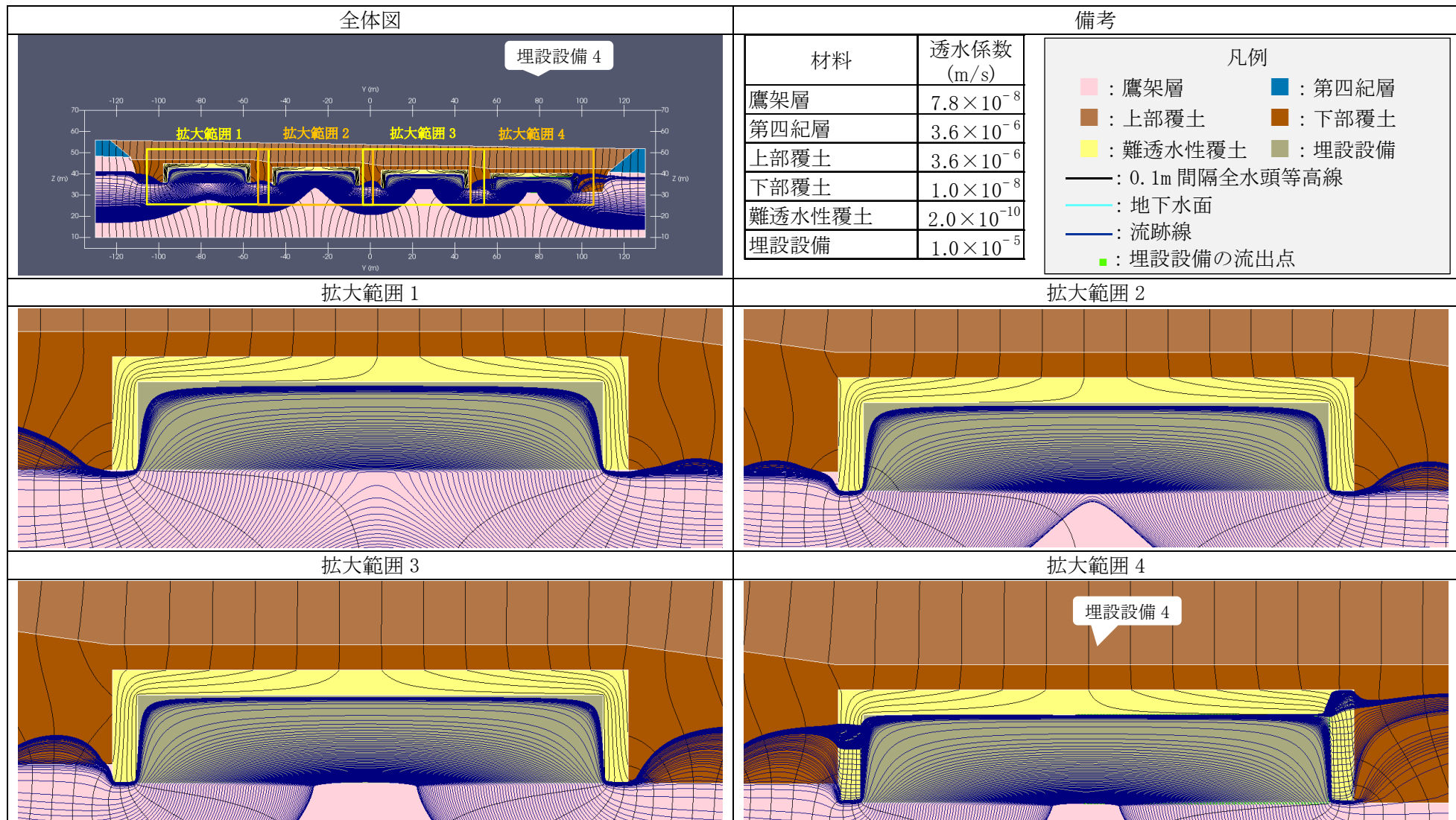
第 11 図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (2/5) <埋設設備 1 の流出点を通る流跡線>



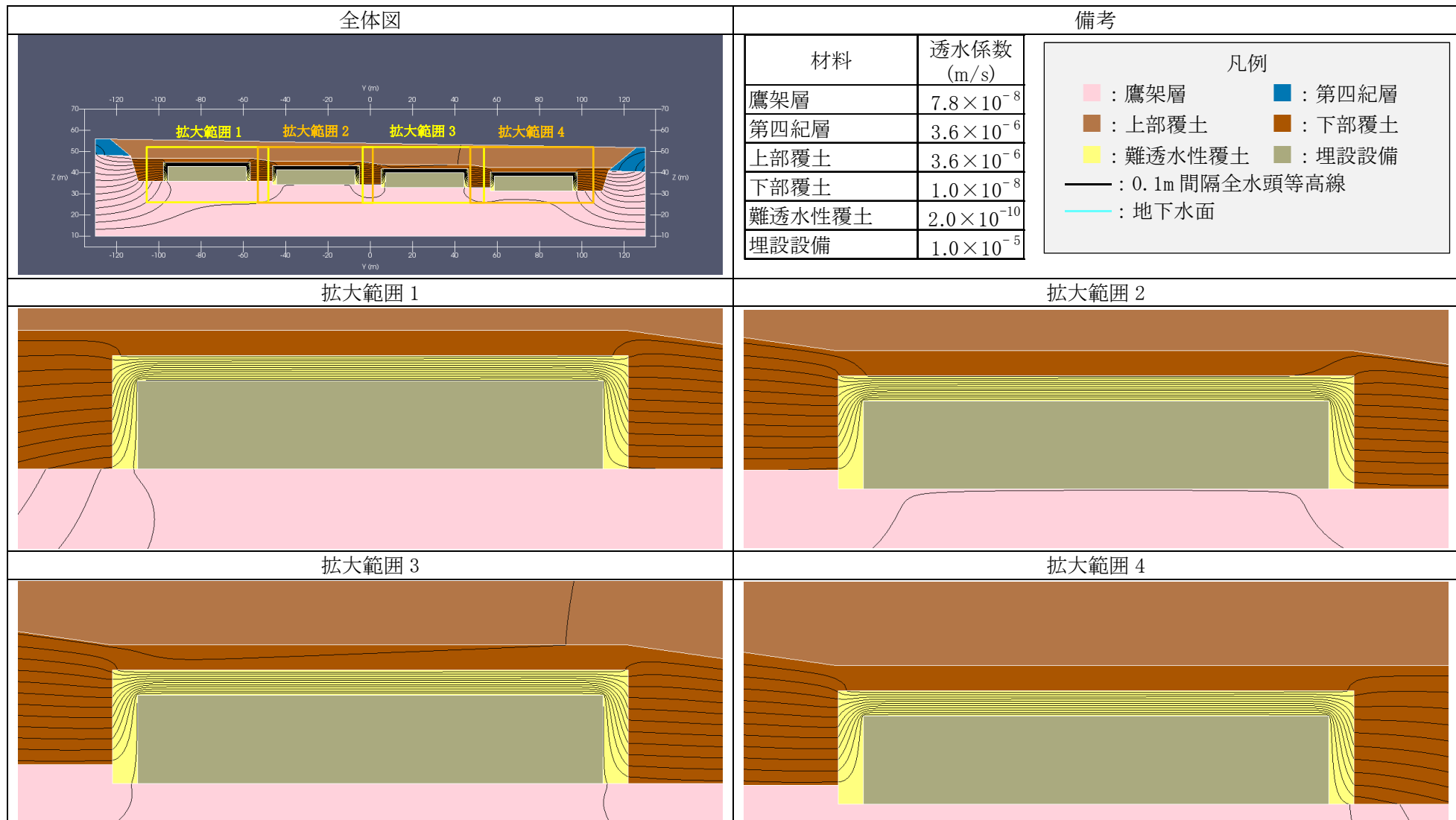
第 11 図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (3/5) <埋設設備 2 の流出点を通る流跡線>



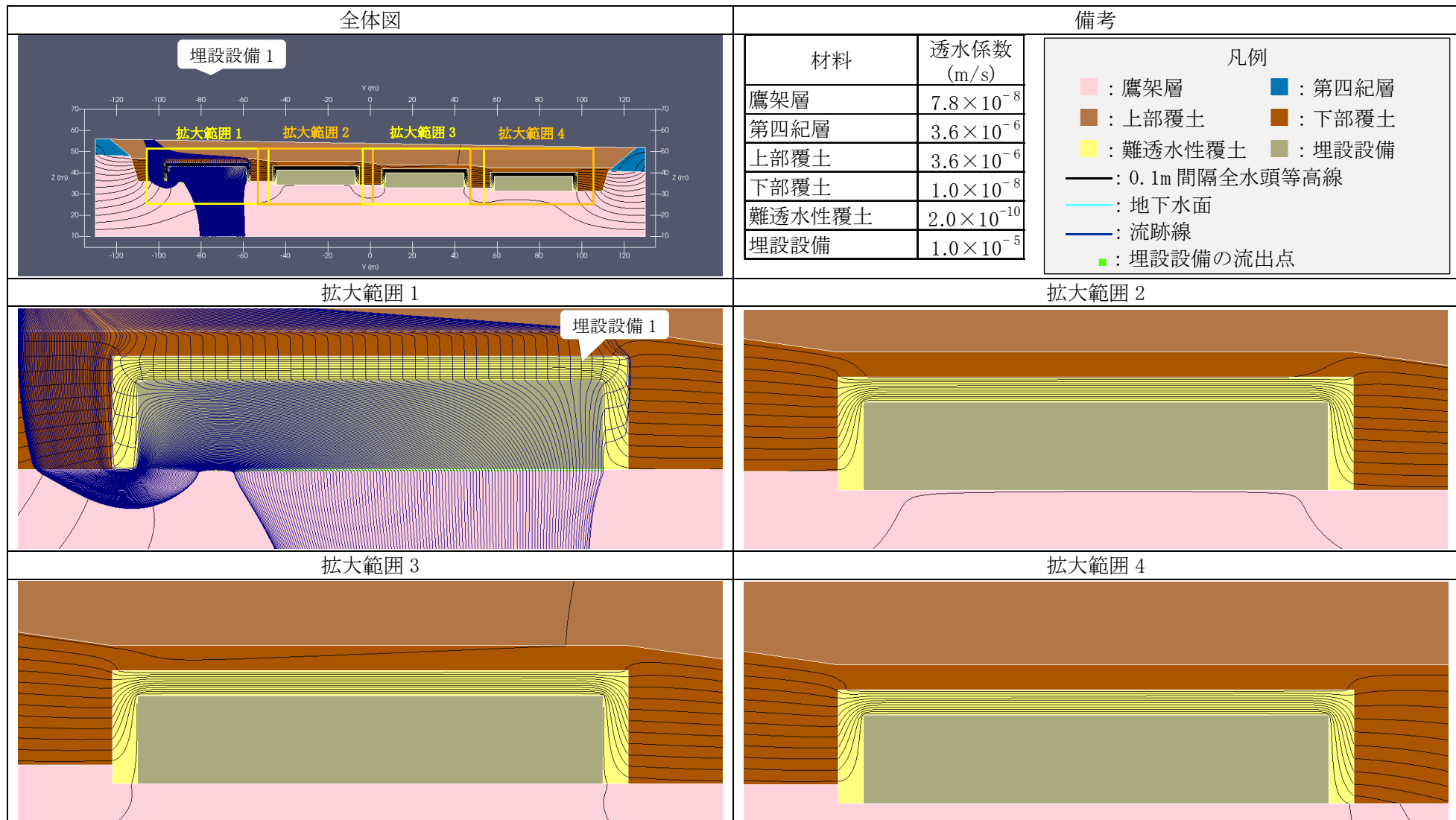
第 11 図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (4/5) <埋設設備 3 の流出点を通る流跡線>



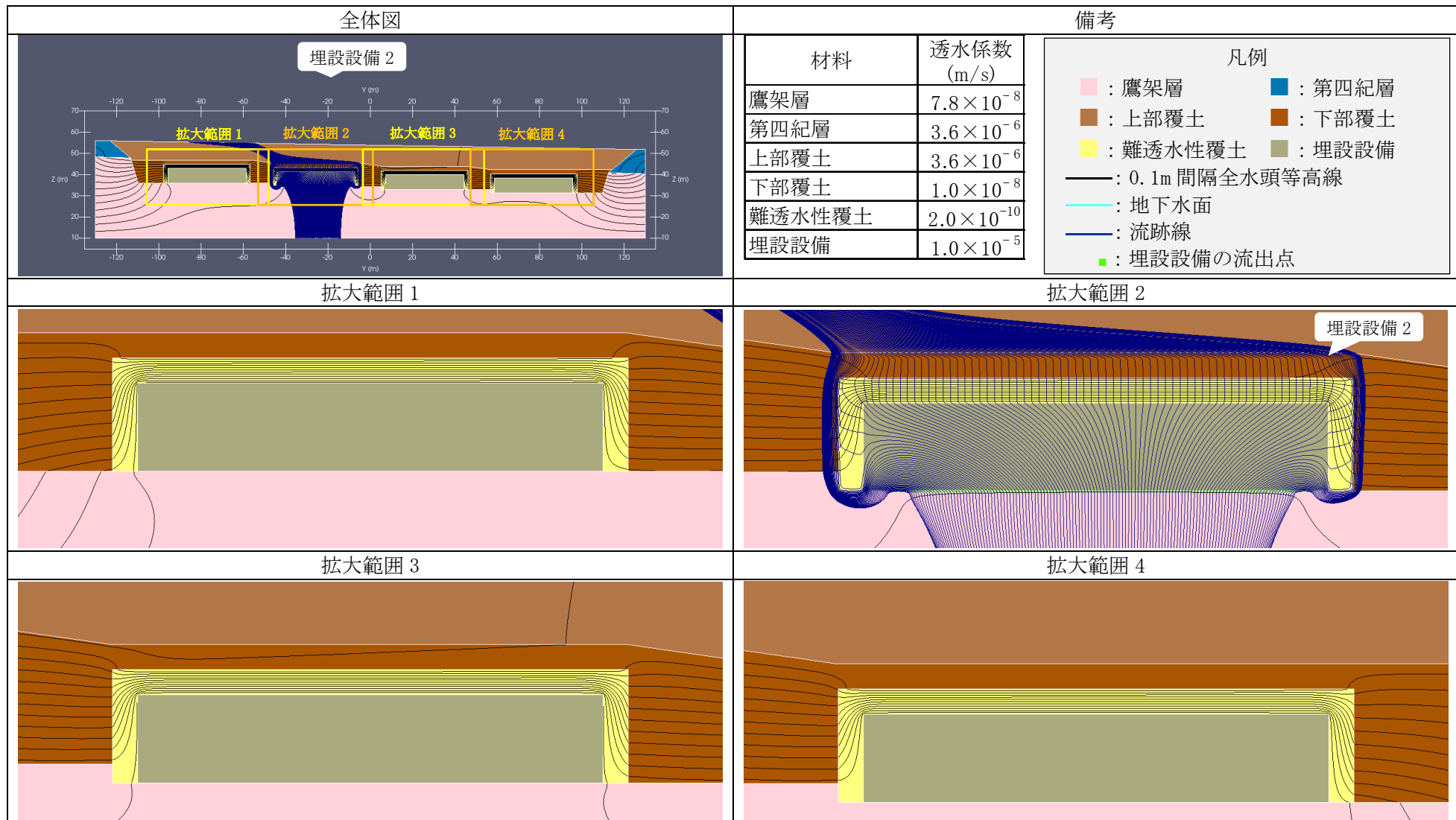
第 11 図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 水平方向】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (5/5) <埋設設備 4 の流出点を通る流跡線>



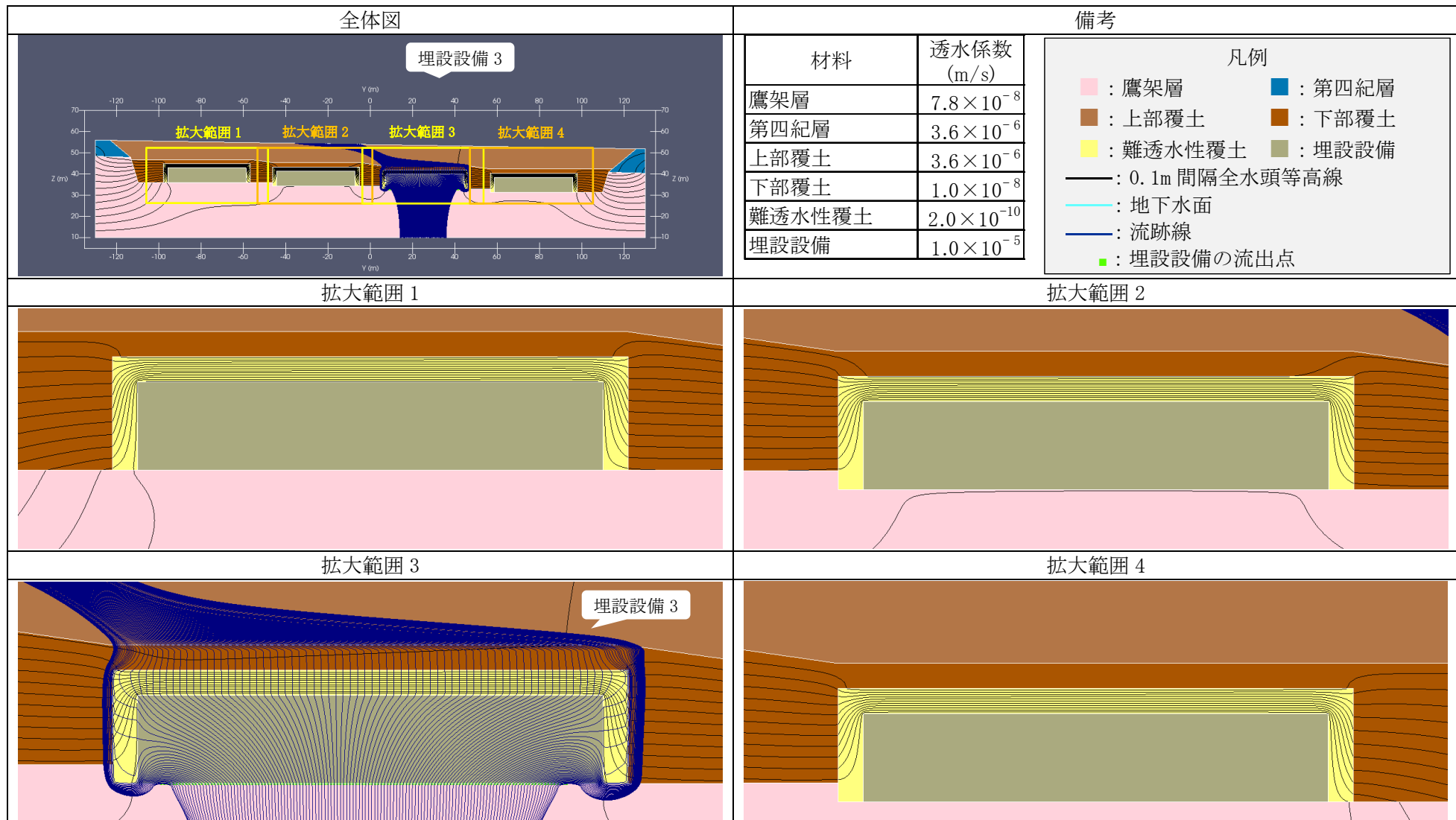
第 12 図 2 次元地下水浸透流解析結果【2 号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (1/5) <0.1m 間隔全水頭等高線>



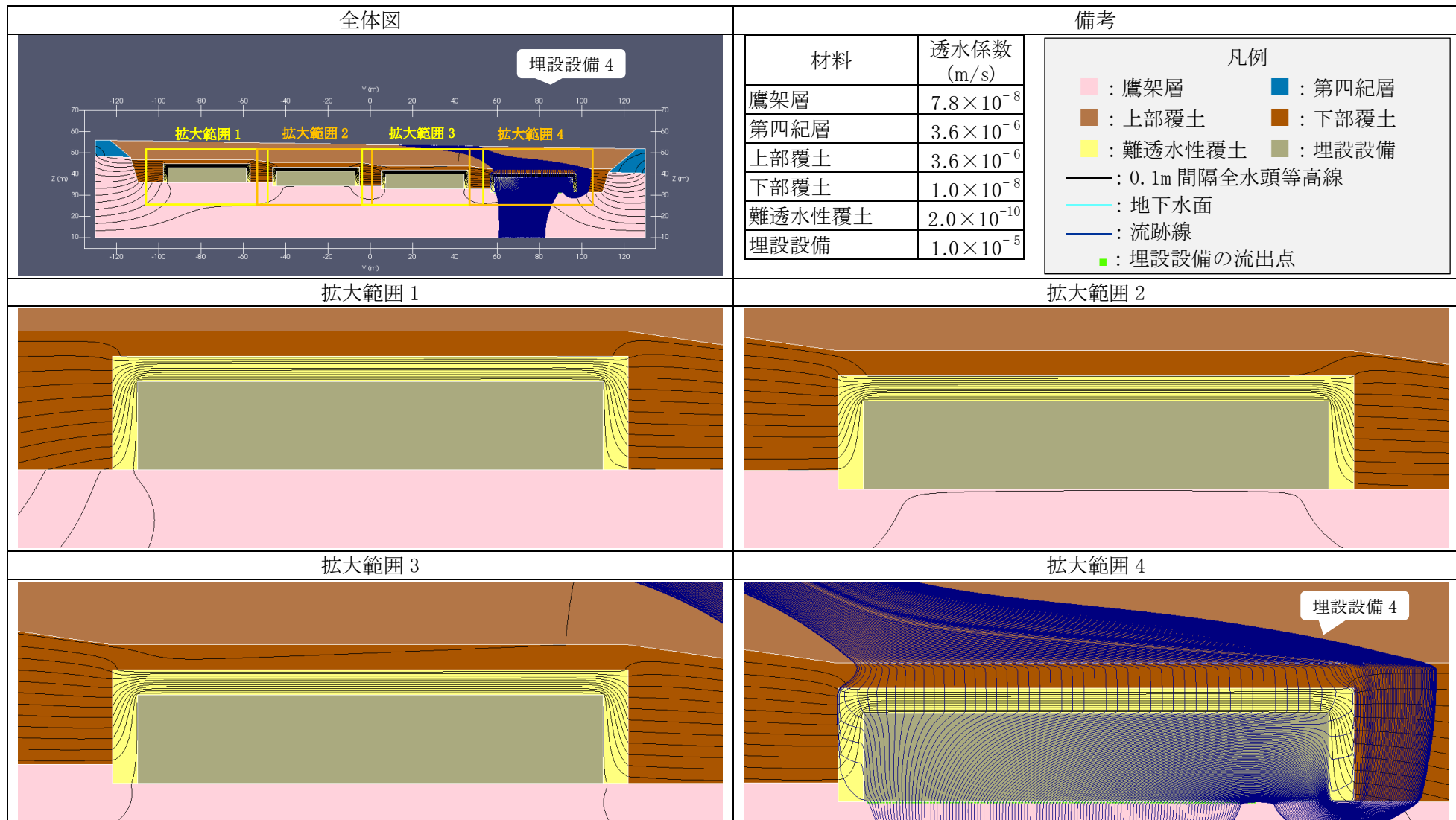
第 12 図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (2/5) <埋設設備 1 の流出点を通る流跡線>



第 12 図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (3/5) <埋設設備 2 の流出点を通る流跡線>



第 12 図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000年後) (4/5) <埋設設備3の流出点を通る流跡線>



第 12 図 2次元地下水浸透流解析結果【2号廃棄物埋設地 鉛直下方】(最も可能性が高い設定 1,000 年後) (5/5) <埋設設備 4 の流出点を通る流跡線>

既申請と 2 次元地下水浸透流解析による
埋設設備からの流出水量について

目 次

1. はじめに..... 1
2. 既申請と2次元地下水浸透流解析による埋設設備からの流出水量について..... 1

別紙 埋設設備単位の埋設設備からの流出水量

1. はじめに

埋設設備から覆土への流出水量 $Q_{co}(t)$ 及び鷹架層への流出水量 $Q_{go}(t)$ の計算モデルを既申請の計算モデルから変更した（1次元式から2次元地下水浸透流解析に変更した。）。それにあわせて計算に用いる透水係数も変更した。その結果、埋設設備からの鷹架層への流出水量を既申請よりも更に保守的^{*1}になるように大きい値に設定した（第1表参照）。本資料は、この経緯と既申請の鷹架層への流出水量が保守的^{*1}な値であることを説明するものである。以下にこれを説明する。

2. 既申請と2次元地下水浸透流解析による埋設設備からの流出水量について

既申請における埋設設備からの流出水量の計算モデル(1次元式)は、第1図に示すように、埋設設備全体を1つの領域として考え、その領域から流出する地下水の流出水量を埋設設備からの流出水量としている。これは、埋設設備内に流入した地下水中に放射性物質が速やかに溶解・拡散し、分配平衡状態となる考えに基づいている。

本申請における埋設設備からの流出水量の計算モデル(2次元地下水浸透流解析)は、第2図(a)に示すように各埋設設備から流出する地下水の水量の合計であり、1次元式よりも地下水が通過する断面積が大きいことから、流出水量も大きくなっている。この場合、上流側の埋設設備から流出した放射性物質を含む地下水と下流側の埋設設備から流出した放射性物質を含む地下水の流出水量は、別々に集計されるモデルとなっている。

一方、本申請においても既申請と同様に埋設設備内に流入した地下水中に放射性物質が速やかに溶解・拡散し、分配平衡状態となる考えを踏襲している。

既申請のような分配平衡状態を想定する場合、埋設設備からの流出水量の集計方法は、第2図(b)に示すように上流側の埋設設備から流出した地下水が下流側の埋設設備に流入した場合に流出水量として集計しない方法が適切である。この集計方法で計算した埋設設備から鷹架層への流出水量は、第1表の再流入集計なしの値であり、既申請よりも小さい値となった。

以上から、埋設設備から鷹架層への流出水量について、本申請の値は既申請よりも保守的^{*1}に設定しているが、再流入集計なしよりも既申請の方が大きいことから、既申請の値は保守的^{*1}であると考える。

なお、本申請における埋設設備から覆土への流出水量は、第1表に示すように既申請よりも小さい値もあるが、2次元地下水浸透流解析の結果(添付資料3参照)の流跡線から、埋設設備から流出する地下水は、廃棄物埋設地から流出するまでには全て鷹架層へ移行することから0である。本申請では保守的^{*1}に埋設設備から覆土へ流出水量を0ではない値として埋設設備から難透水性覆土へ流出する地下水の水量とした。

*1 線量評価において線量が大きくなる側。

第1表 2次元地下水浸透流解析による方法と既申請の埋設設備からの流出水量の比較*1

計算モデル	流出水量集計方法	ケース	埋設設備からの流出水量(m ³ /y)*6					
			3号廃棄物埋設地		1号廃棄物埋設地		2号廃棄物埋設地	
			$Q_{co}(t)^{*2}$	$Q_{go}(t)^{*3}$	$Q_{co}(t)^{*2}$	$Q_{go}(t)^{*3}$	$Q_{co}(t)^{*2}$	$Q_{go}(t)^{*3}$
2次元地下水浸透流解析*4	再流入集計あり	最も可能性が高い設定	10	630	130	2,200	20	920
		最も厳しい設定	380	1,100	150	2,200	350	1,300
	再流入集計なし	最も可能性が高い設定	10	240	20	440	10	320
		最も厳しい設定	90	430	20	450	60	530
1次元式*5	-	既申請	-	-	80	600	60	600

*1 ■:本申請における線量評価パラメータ

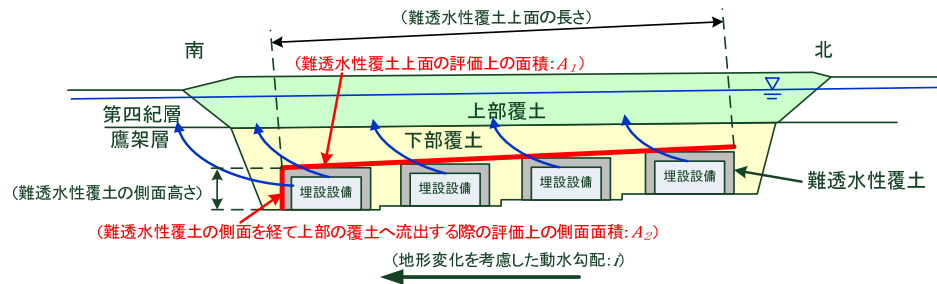
*2 埋設設備から覆土への流出水量

*3 埋設設備から鷹架層への流出水量

*4 有限要素法により計算

*5 水平流れを前提としたモデルにより計算

*6 埋設設備単位の埋設設備からの流出水量は別紙参照



$Q_{co}(t)$ = 難透水性覆土上面からの流出流量 + 難透水性覆土側面からの流出流量

$$= V_{bc} \times A_1 + V_g \times A_2$$

$Q_{co}(t)$: 埋設設備から覆土への流出水量 (m^3/y)

V_{bc} : 難透水性覆土上面からの流出水の上向き流速 (m/y)

$$= V_b \times \sin \theta \cong V_b \times \tan \theta$$

V_b : 難透水性覆土上面からの流出水の水平方向流速 (m/y)

$$= k_b \times i \times 60 \times 60 \times 24 \times 365$$

k_b : 移行抑制機能を期待する難透水性覆土及び下部覆土の透水係数 (m/s)

V_g : 鷹架層中の地下水の流速 (m/y)

$$= k_g \times i \times 60 \times 60 \times 24 \times 365$$

k_g : 鷹架層の透水係数 (m/s)

i : 地形変化を考慮した動水勾配 (-)

θ : 難透水性覆土上面と水平面のなす鋭角 ($^\circ$)

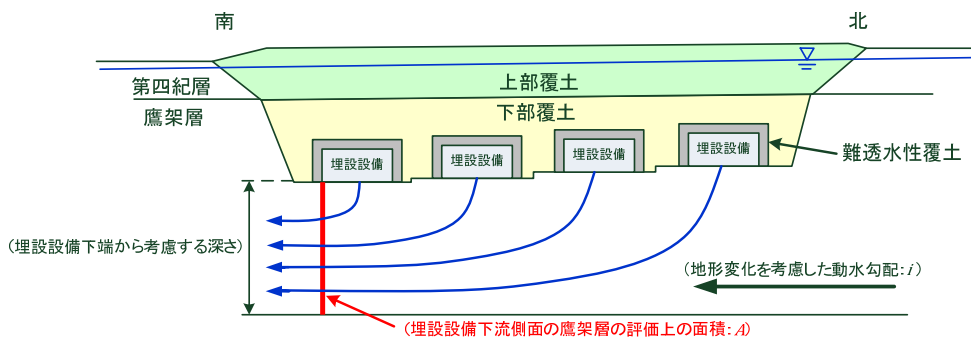
A_1 : 難透水性覆土上面の評価上の面積 (m^2)

$$= \text{難透水性覆土の幅 (m)} \times \text{難透水性覆土上面の長さ (m)}$$

A_2 : 難透水性覆土の側面を経て上部の覆土へ流出する際の評価上の側面面積 (m^2)

$$= \text{難透水性覆土の幅 (m)} \times \text{難透水性覆土の側面高さの } 1/2 \text{ (m)}$$

(a) 埋設設備から覆土への流出水量 $Q_{co}(t)$



$$Q_{go}(t) = V_g \times A$$

$Q_{go}(t)$: 埋設設備から鷹架層への流出水量 (m^3/y)

V_g : 鷹架層中の流速 (m/y)

$$= k_g \times i \times 60 \times 60 \times 24 \times 365$$

k_g : 鷹架層の透水係数 (m/s)

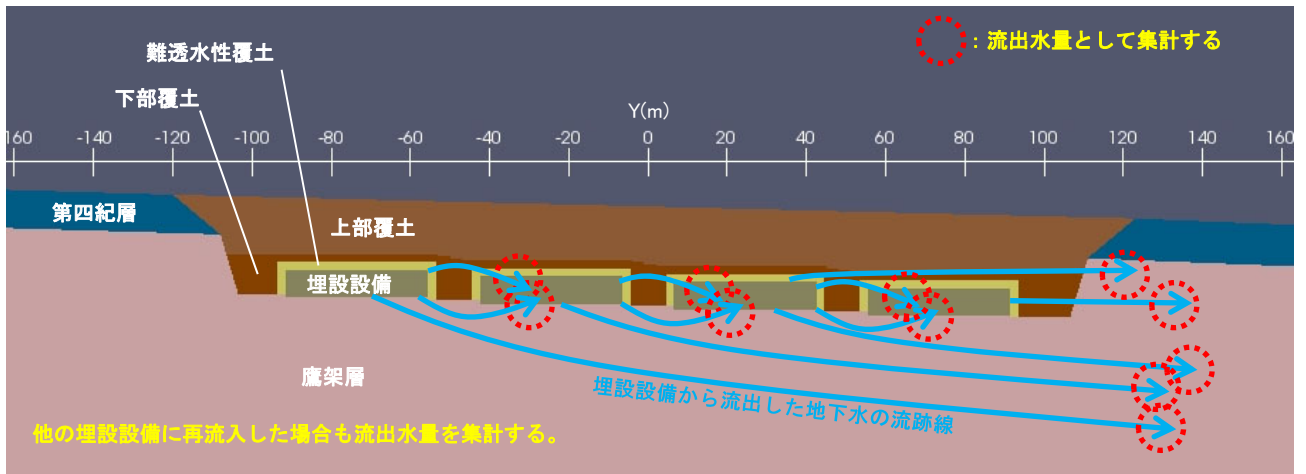
i : 地形変化を考慮した動水勾配 (-)

A : 埋設設備下流側面の鷹架層の評価上の面積 (m^2)

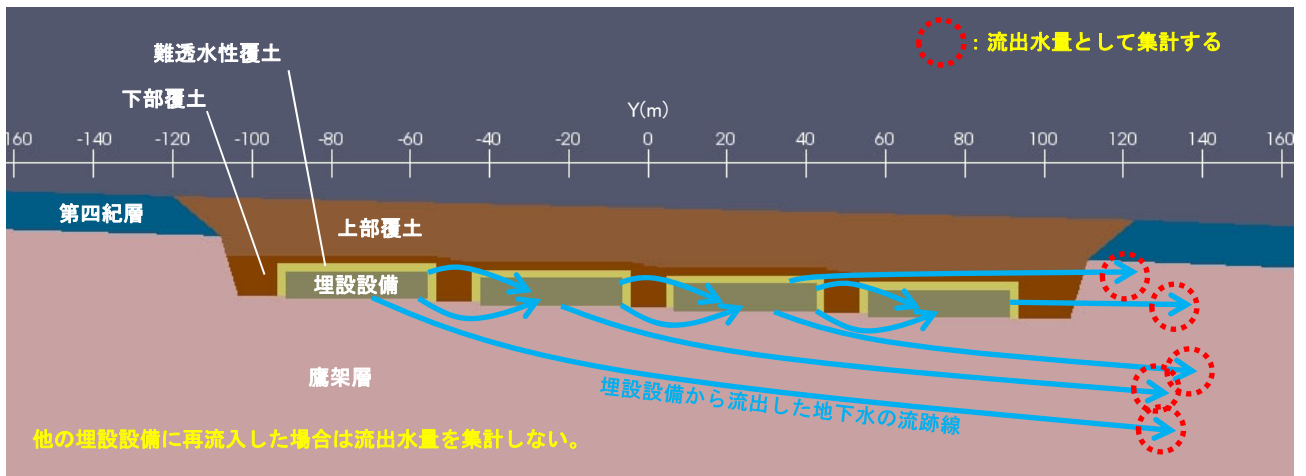
$$= \text{埋設設備群の幅 (m)} \times \text{埋設設備下端から考慮する深さ (m)}$$

(b) 埋設設備から鷹架層への流出水量 $Q_{go}(t)$

第1図 1次元式(既申請の計算モデル)において埋設設備からの流出水量を計算する方法のイメージ



(a) 再流入集計あり



(b) 再流入集計なし

第2図 2次元地下水浸透流解析において埋設設備からの流出水量を集計する方法のイメージ

埋設設備単位の埋設設備からの流出水量

第1表に再流入集計ありの埋設設備単位の埋設設備からの流出水量を示す。また、第2表に再流入集計なしの埋設設備単位の埋設設備からの流出水量を示す。

再流入集計ありの埋設設備ごとの埋設設備から各材料への流出水量の合計は、第1表に示す通り、各計算ケースにおいてその変動幅が概ね10%以下であり、差は小さい。

再流入集計なしの埋設設備ごとの埋設設備から各材料への流出水量の合計は、第2表に示す通り、各計算ケースにおいて、最下流の埋設設備が最も大きく、最下流よりも上流側の埋設設備ではそれぞれ最下流の流出水量の合計の50%未満である。よって、再流入集計なしの埋設設備から各材料への流出水量の合計は、最下流の埋設設備の影響が最も大きい。

第1表 再流入集計あり埋設設備単位の埋設設備からの流出水量 (1/3) 3号廃棄物埋設地

計算ケース	埋設設備*1		埋設設備から各材料への 流出水量(m ³ /y)			埋設設備から各材料への 流出水量の比率(%)		
	解析上の 呼称	実際の 呼称	難透水性 覆土	鷹架層	合計	難透水性 覆土	鷹架層	合計
最も可能性が 高い設定 動水勾配3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1基・2基	2	158	160	1%	99%	100%
	2	3基・4基	2	162	164	1%	99%	100%
	3	5基・6基	1	160	161	1%	99%	100%
	4	7基・8基	1	144	145	1%	99%	100%
	合計	-	6	624	630	1%	99%	100%
最も厳しい設定 動水勾配3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1基・2基	95	148	243	39%	61%	100%
	2	3基・4基	99	160	260	38%	62%	100%
	3	5基・6基	95	170	264	36%	64%	100%
	4	7基・8基	81	175	257	32%	68%	100%
	合計	-	371	653	1,024	36%	64%	100%

*1 埋設設備の数字は昇順で北側から南側へ向かう埋設設備位置の順番を表す。なお、本表の埋設設備の数字は、断面2次元地下水浸透流解析のために便宜上設定したものであり、実際の埋設設備の番号とは一致しない。

第1表 再流入集計あり埋設設備単位の埋設設備からの流出水量 (2/3) 1号廃棄物埋設地

計算ケース	埋設設備*1		埋設設備から各材料への 流出水量(m ³ /y)				埋設設備から各材料への 流出水量の比率(%)			
	解析上 の呼称	実際の 呼称	難透水性 覆土	鷹架層	群間 充填材*2	合計	難透水性 覆土	鷹架層	群間 充填材*2	合計
最も可能性 高い設定 動水勾配3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1群	13	169	56	238	5%	71%	24%	100%
	2	2群	41	222	0	264	16%	84%	0%	100%
	3	3群	6	199	60	266	2%	75%	23%	100%
	4	4群	29	246	0	275	10%	90%	0%	100%
	5	5群	3	211	60	273	1%	77%	22%	100%
	6	6群	21	258	0	279	7%	93%	0%	100%
	7	7群	2	209	55	265	1%	79%	21%	100%
	8	8群	16	236	0	252	6%	94%	0%	100%
	合計	-	129	1,751	231	2,112	6%	83%	11%	100%
最も厳しい 設定 動水勾配3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1群	15	169	56	240	6%	70%	23%	100%
	2	2群	47	219	0	266	18%	82%	0%	100%
	3	3群	7	199	60	267	3%	75%	23%	100%
	4	4群	32	244	0	276	12%	88%	0%	100%
	5	5群	3	212	60	275	1%	77%	22%	100%
	6	6群	23	258	0	281	8%	92%	0%	100%
	7	7群	2	212	55	269	1%	79%	20%	100%
	8	8群	18	239	0	257	7%	93%	0%	100%
	合計	-	147	1,753	232	2,132	7%	82%	11%	100%

*1 埋設設備の数字は昇順で北側から南側へ向かう埋設設備位置の順番を表す。なお、本表の埋設設備の数字は、断面2次元地下水浸透流解析のために便宜上設定したものである。

*2 群間充填材は、埋設設備1・2、埋設設備3・4、埋設設備5・6、埋設設備7・8の間の充填材(下部覆土相当)である。

第1表 再流入集計あり埋設設備単位の埋設設備からの流出水量 (3/3) 2号廃棄物埋設地

計算ケース	埋設設備*1		埋設設備から各材料への 流出水量(m ³ /y)			埋設設備から各材料への 流出水量の比率(%)		
	解析上 の呼称	実際の 呼称	難透水 性覆土	鷹架層	合計	難透水 性覆土	鷹架層	合計
最も可能性が 高い設定 動水勾配 3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1群・2群	7	207	214	3%	97%	100%
	2	3群・4群	5	240	246	2%	98%	100%
	3	5群・6群	4	239	243	2%	98%	100%
	4	7群・8群	3	205	208	1%	99%	100%
	合計	-	20	892	912	2%	98%	100%
最も厳しい設定 動水勾配 3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1群・2群	118	162	280	42%	58%	100%
	2	3群・4群	96	206	302	32%	68%	100%
	3	5群・6群	73	244	317	23%	77%	100%
	4	7群・8群	55	277	332	17%	83%	100%
	合計	-	341	890	1,231	28%	72%	100%

*1 埋設設備の数字は昇順で北側から南側へ向かう埋設設備位置の順番を表す。なお、本表の埋設設備の数字は、断面2次元地下水浸透流解析のために便宜上設定したものであり、実際の埋設設備の番号とは一致しない。

第2表 再流入集計なし埋設設備単位の埋設設備からの流出水量 (1/3) 3号廃棄物埋設地

計算ケース	埋設設備*1		埋設設備から各材料への 流出水量(m ³ /y)			埋設設備から各材料への 流出水量の比率(%)		
	解析上 の呼称	実際の 呼称	難透水 性覆土	鷹架層	合計	難透水 性覆土	鷹架層	合計
最も可能性が 高い設定 動水勾配 3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1基・2基	0	18	18	0%	100%	100%
	2	3基・4基	0	29	29	0%	100%	100%
	3	5基・6基	0	44	44	0%	100%	100%
	4	7基・8基	1	144	145	1%	99%	100%
	合計	-	1	235	236	0%	100%	100%
最も厳しい設定 動水勾配 3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1基・2基	0	37	37	0%	100%	100%
	2	3基・4基	0	54	54	0%	100%	100%
	3	5基・6基	0	77	77	0%	100%	100%
	4	7基・8基	81	175	257	32%	68%	100%
	合計	-	81	344	425	19%	81%	100%

*1 埋設設備の数字は昇順で北側から南側へ向かう埋設設備位置の順番を表す。なお、本表の埋設設備の数字は、断面2次元地下浸透流解析のために便宜上設定したものであり、実際の埋設設備の番号とは一致しない。

第2表 再流入集計なし埋設設備単位の埋設設備からの流出水量 (2/3) 1号廃棄物埋設地

計算ケース	埋設設備*1		埋設設備から各材料への 流出水量(m ³ /y)				埋設設備から各材料への 流出水量の比率(%)			
	解析上 の呼称	実際の 呼称	難透水性 覆土	鷹架層	群間 充填材*2	合計	難透水性 覆土	鷹架層	群間 充填材*2	合計
最も可能性 高い設定 動水勾配3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1群	0	0	0	0	-	-	-	-
	2	2群	0	0	0	0	-	-	-	-
	3	3群	0	0	0	0	-	-	-	-
	4	4群	0	34	0	34	0%	100%	0%	100%
	5	5群	0	20	0	20	0%	100%	0%	100%
	6	6群	0	73	0	73	0%	100%	0%	100%
	7	7群	0	51	0	51	0%	100%	0%	100%
	8	8群	16	236	0	252	6%	94%	0%	100%
合計	-	16	415	0	430	4%	96%	0%	100%	
最も厳しい 設定 動水勾配3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1群	0	0	0	0	-	-	-	-
	2	2群	0	0	0	0	-	-	-	-
	3	3群	0	0	0	0	-	-	-	-
	4	4群	0	33	0	33	0%	100%	0%	100%
	5	5群	0	23	0	23	0%	100%	0%	100%
	6	6群	0	77	0	77	0%	100%	0%	100%
	7	7群	0	57	0	57	0%	100%	0%	100%
	8	8群	18	239	0	257	7%	93%	0%	100%
合計	-	18	430	0	448	4%	96%	0%	100%	

*1 埋設設備の数字は昇順で北側から南側へ向かう埋設設備位置の順番を表す。なお、本表の埋設設備の数字は、断面2次元地下水浸透流解析のために便宜上設定したものである。

*2 群間充填材は、埋設設備1・2、埋設設備3・4、埋設設備5・6、埋設設備7・8の間の充填材(下部覆土相当)である。

第2表 再流入集計なし埋設設備単位の埋設設備からの流出水量 (3/3) 2号廃棄物埋設地

計算ケース	埋設設備*1		埋設設備から各材料への 流出水量(m ³ /y)			埋設設備から各材料への 流出水量の比率(%)		
	解析上 の呼称	実際の 呼称	難透水 性覆土	鷹架層	合計	難透水 性覆土	鷹架層	合計
最も可能性が 高い設定 動水勾配 3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1群・2群	0	0	0	-	-	-
	2	3群・4群	0	29	29	0%	100%	100%
	3	5群・6群	0	77	77	0%	100%	100%
	4	7群・8群	3	205	208	1%	99%	100%
	合計	-	3	311	314	1%	99%	100%
最も厳しい設定 動水勾配 3% 降雨浸透量 310mm/y	1	1群・2群	0	0	0	-	-	-
	2	3群・4群	0	58	58	0%	100%	100%
	3	5群・6群	0	137	137	0%	100%	100%
	4	7群・8群	55	277	332	17%	83%	100%
	合計	-	55	471	526	10%	90%	100%

*1 埋設設備の数字は昇順で北側から南側へ向かう埋設設備位置の順番を表す。なお、本表の埋設設備の数字は、断面2次元地下水浸透流解析のために便宜上設定したものであり、実際の埋設設備の番号とは一致しない。

1号埋設設備狭隘部の充填材が劣化した 場合の埋設設備からの流出水量について

目 次

1. はじめに	1
2. 1号埋設設備狭隘部の充填材が劣化した場合の埋設設備からの流出水量	1
別紙 1号埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化した場合の2次元地下水浸透流解析結果	

1. はじめに

1号埋設設備狭隘部の充填材(下部覆土)が劣化(変質)した場合でも実質的な埋設設備から流出水量は劣化していない場合と大きく変わらない。以下、これについて説明する。

2. 1号埋設設備狭隘部の充填材が劣化した場合の埋設設備からの流出水量

本申請では、1号廃棄物埋設地における埋設設備からの流出水量を計算する過程において、廃棄物埋設地の状態をモデル化した2次元地下水浸透流解析を実施している。このモデル化において、1号廃棄物埋設地では、埋設設備の狭隘部(1,2群間、3,4群間、5,6群間及び7,8群間)を下部覆土(相当材料)で充填する設定にしている。

本検討では、1号埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が砂並みの透水係数になった場合を想定し、この場合の埋設設備からの流出水量を計算した。

埋設設備から流出する地下水は、第1図に示すように上流側(左側)の埋設設備に着目すると、埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化していないケースでは、難透水性覆土、埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)及び鷹架層へ流出する。また、埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化したケースでは、ほぼ全ての地下水が埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)へ流出する。さらに埋設設備から埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)へ流出する地下水はほぼ全て下流側の埋設設備に流入する。

埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化したケースについて、埋設設備及び埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)の透水係数が同じ $1.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ であることに着目すると、埋設設備1,2群及びその狭隘部を1つの埋設設備とみなすことができる。これは埋設設備の3,4群、5,6群及び7,8群についても同じである。

以上を踏まえ、埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化していないケースと劣化したケースの埋設設備からの流出水量の集計を第2図に示す方法で行った。埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化していないケースでは、上流側(左側)の埋設設備から埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)へ流出する地下水はほぼ全て下流側(右側)へ流入することから、埋設設備から埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)への流出水量を集計しないことにした。埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化したケースでは、埋設設備及び埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)の透水係数が同じことから、これらを1つの埋設設備として扱って、埋設設備からの流出水量を計算することにした。

埋設設備からの流出水量の計算結果を第1表に示す。

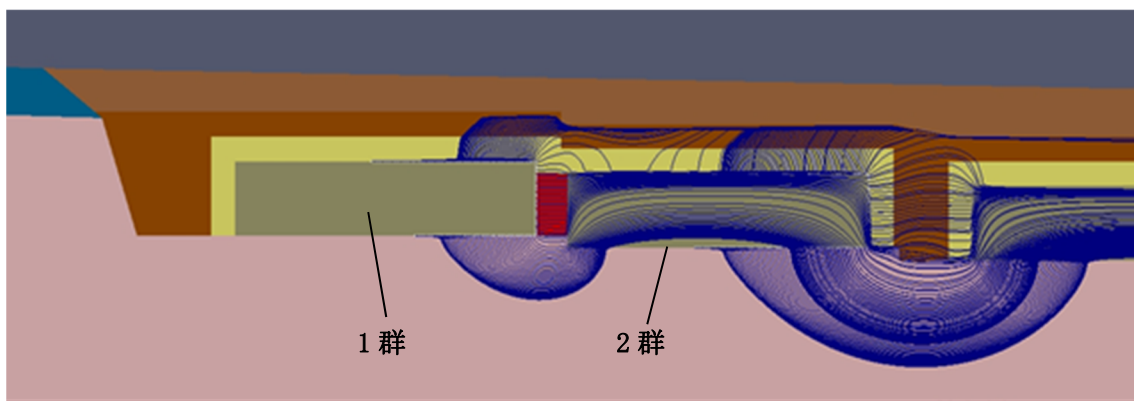
埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化していないケースと劣化したケースの埋設設備からの流出水量(第1表に示す①+②)は、最も可能性が高い設定及び最も厳しい設定ともに、埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化したケースと劣化していないケースでほぼ同じ値になる。

以上から、埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化したケースの埋設設備からの流出水量(全水量)は、実質劣化していない場合とほぼ同じであると考ええる。

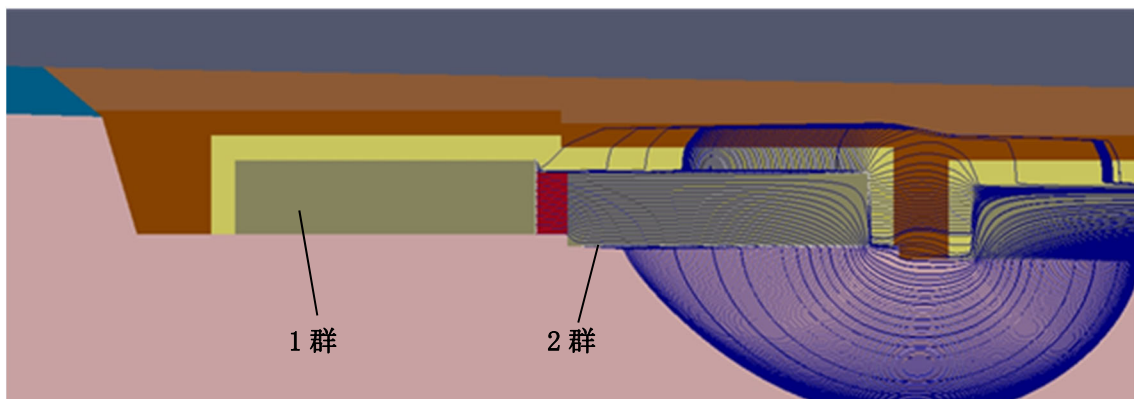
なお、2号及び3号廃棄物埋設地については、埋設設備付近の地下水の主流向が南北方向であり、2号及び3号廃棄物埋設地の南北方向鉛直断面では1号廃棄物埋設地のような狭隘部は存在しない。しかしながら、2号及び3号廃棄物埋設地の東西方向鉛直断面では1号廃棄物埋設地のような狭隘部が存在する。仮に2号及び3号廃棄物埋設地において東

西方向の地下水流れを想定し、狭隘部の充填材(下部覆土相当)が1号廃棄物埋設地と同様に劣化した場合、2号及び3号廃棄物埋設地の実質的な埋設設備からの流出水量は、1号廃棄物埋設地と同様に、狭隘部の充填材が劣化していない場合と劣化した場合で変わらないと考える。

また、2号及び3号廃棄物埋設地における埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析モデルは廃棄物埋設地南北方向の鉛直断面をモデル化しており、東西方向鉛直断面における狭隘部がモデル化されていない。しかしながら、埋設設備からの流出水量を求めるための2次元地下水浸透流解析では、東西方向の単位奥行き当たりの埋設設備からの流出水量に東西方向の埋設設備群の幅を乗じており、狭隘部が埋設設備と同じ透水係数である場合は、東西方向の狭隘部のモデル化の有無は、流出水量の計算結果に影響しない。



(a)埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化していない状態(透水係数: 1.0×10^{-8} m/s)

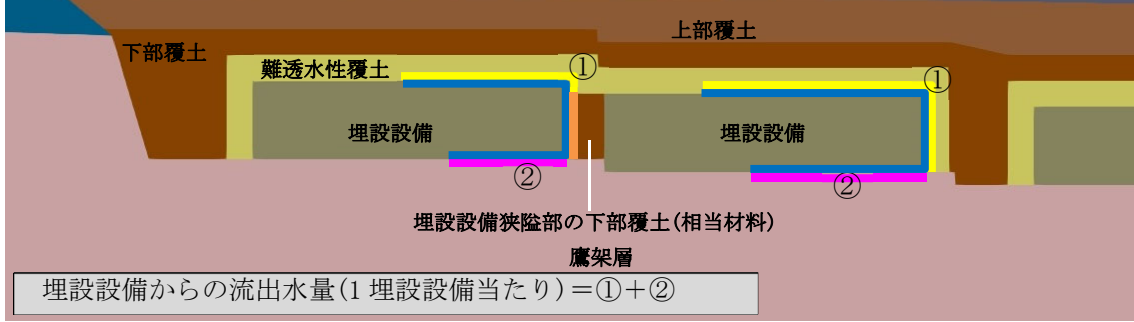


(b)埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化した状態(透水係数: 1.0×10^{-5} m/s)

凡 例			
■ (pink)	： 鷹架層	■ (blue)	： 第四紀層
■ (brown)	： 上部覆土	■ (dark brown)	： 下部覆土
■ (yellow)	： 難透水性覆土	■ (grey)	： 埋設設備
■ (red)	： 埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)		
□ (white)	： 埋設設備表面の流出起点(要素境界辺中点)		
— (blue line)	： 埋設設備表面の流出起点からの流跡線		

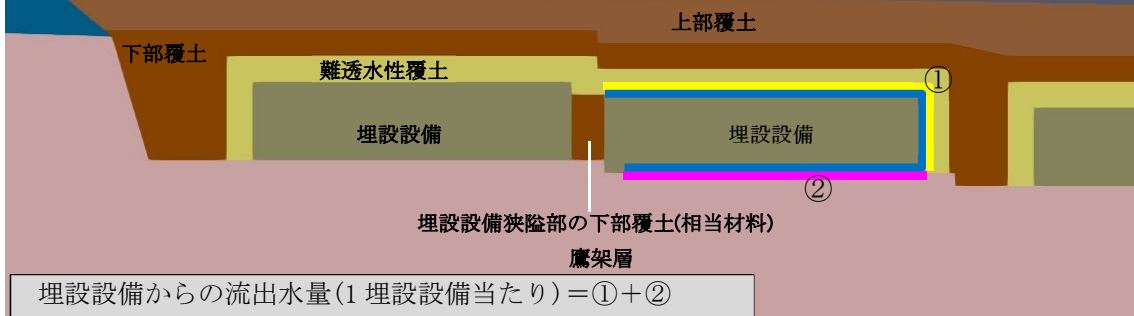
第1図 埋設設備表面の流出起点からの流跡線の例
【最も可能性が高い設定(1,2群付近)】

上流側(左側)の埋設設備から埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)へ流出する地下水はほぼ全て下流側(右側)へ流入することから、埋設設備から埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)への流出水量は集計しないことにした。

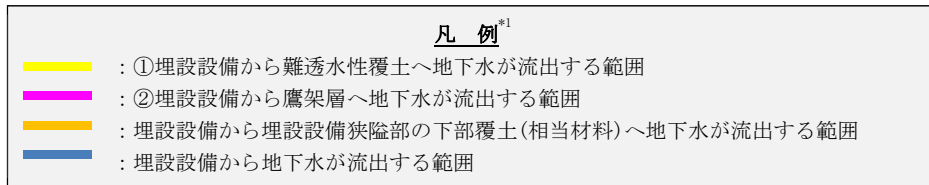


(a) 埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化していないケース

埋設設備及び埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)の透水係数が同じことから、これらを1つの埋設設備として扱って、埋設設備からの流出水量を計算する。



(b) 埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化したケース



*1: 凡例の①及び②の地下水が流出する範囲は、第1表の①及び②に対応する。

第2図 埋設設備からの流出水量の集計イメージ

第1表 2次元地下水浸透流解析^{*1}から求めた埋設設備からの流出水量(動水勾配 3.0%)

計算ケース		最も可能性が高い設定		最も厳しい設定	
埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)の状態		劣化していない状態 ^{*3}	劣化した状態	劣化していない状態 ^{*3}	劣化した状態
埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)の透水係数(m/s)		1.0×10^{-8}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-8}	1.0×10^{-5}
埋設設備からの流出水量(m ³ /y) ^{*2}	①難透水性覆土	129	190	147	217
	②鷹架層	1,751	1,706	1,753	1,705
	①+②	1,880	1,896	1,900	1,923

*1: 2次元地下水浸透流解析の条件は、埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)の透水係数を除く条件は、補足説明資料7「4. (1)廃棄物埋設地付近の水理場の設定」～同「4. (4)透水係数の設定」と同じである。

*2: 埋設設備からの流出水量は奥行き 160m 当たりの水量である。また、表中の①及び②は第2図の凡例の地下水が流出する範囲①及び②に対応する。

*3: 劣化していない状態の流出水量は、補足説明資料7 添付資料7「1. 埋設設備からの流出水量を求めるための動水勾配 3%の場合の2次元地下水浸透流解析結果」の第1表の値を記載した。

1号埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)が劣化した場合の2次元地下水浸透流解析結果

第1表 2次元地下水浸透流解析により求めた埋設設備からの各材料への流出水量*1

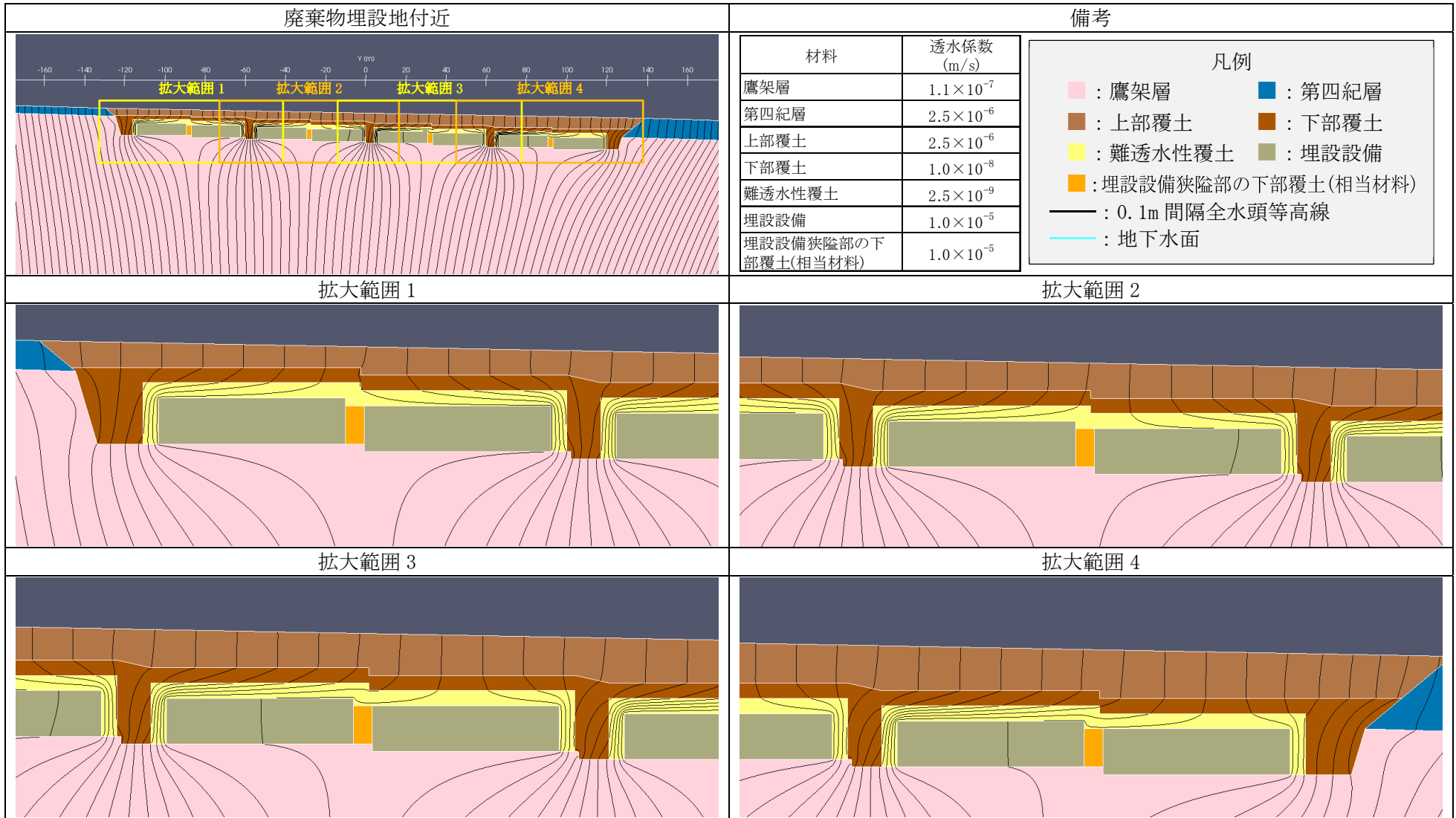
計算ケース	モデル化時期	設定動水勾配(%)	降雨浸透量(mm/y)	埋設設備から各材料への流出水量(m ³ /y)				埋設設備から各材料への流出水量の比率			
				①難透水性覆土	②鷹架層	③埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)	合計①+②+③	①難透水性覆土	②鷹架層	③埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)	合計①+②+③
最も可能性が高い設定	1,000年後	3.0	310	190	1,706	1,863	3,759	5%	45%	50%	100%
最も厳しい設定	1,000年後	3.0	310	217	1,705	1,887	3,809	6%	45%	50%	100%

*1 流出水量は、3号廃棄物埋設地では奥行き150m当たり、1号廃棄物埋設地では奥行き160m当たり、2号廃棄物埋設地では奥行き180m当たりとした。

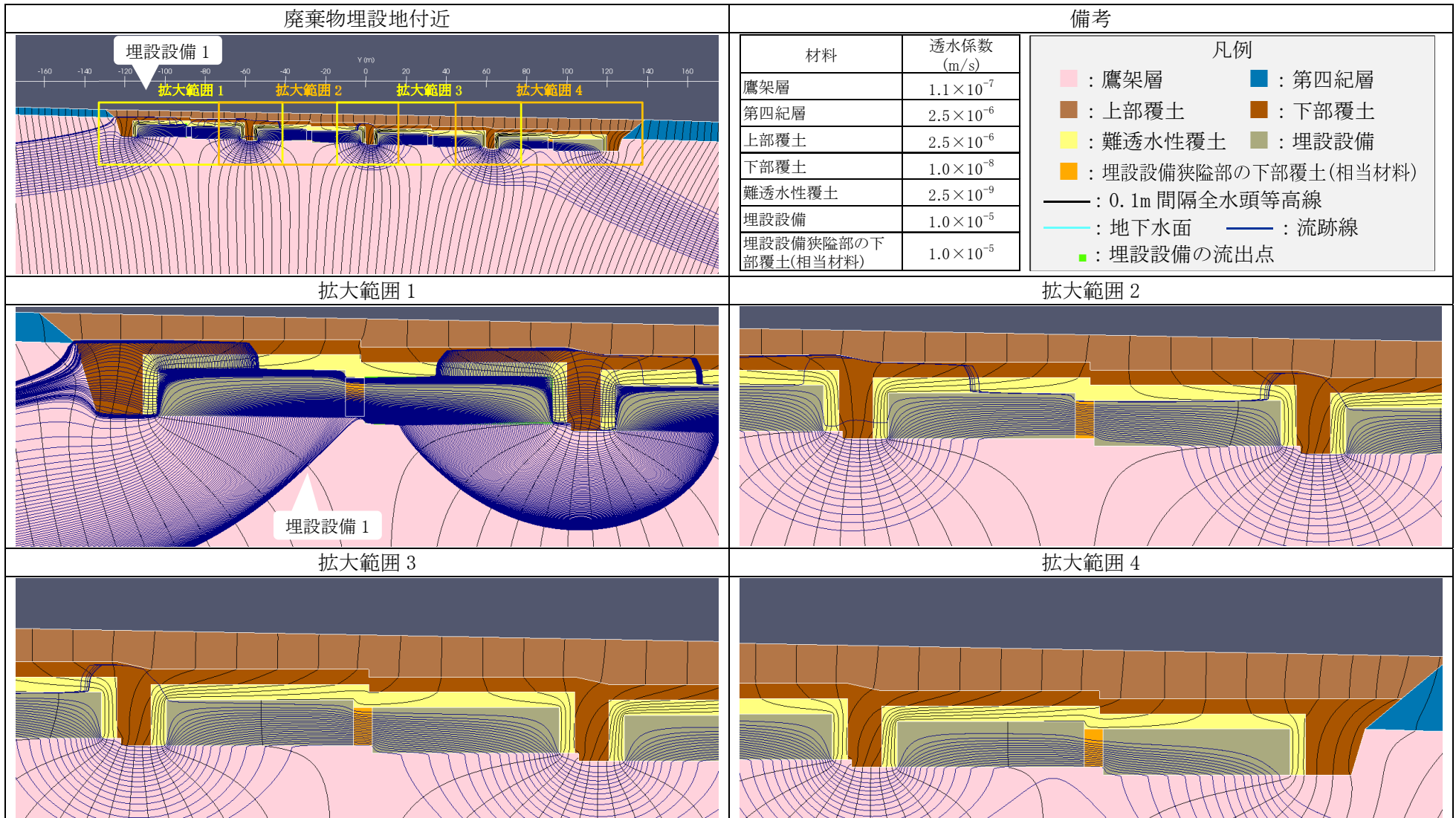
第2表 2次元地下水浸透流解析において入力した透水係数

計算ケース	モデル化時期	透水係数(m/s)						
		鷹架層	第四紀層	上部覆土	下部覆土	難透水性覆土(等価透水係数)	埋設設備	埋設設備狭隘部の下部覆土(相当材料)
最も可能性が高い設定	1,000年後	1.1×10^{-7}	2.5×10^{-6}	2.5×10^{-6}	1.0×10^{-8}	2.5×10^{-9}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}
最も厳しい設定	1,000年後	1.1×10^{-7}	2.5×10^{-6}	2.5×10^{-6}	1.0×10^{-8}	3.0×10^{-9}	1.0×10^{-5}	1.0×10^{-5}

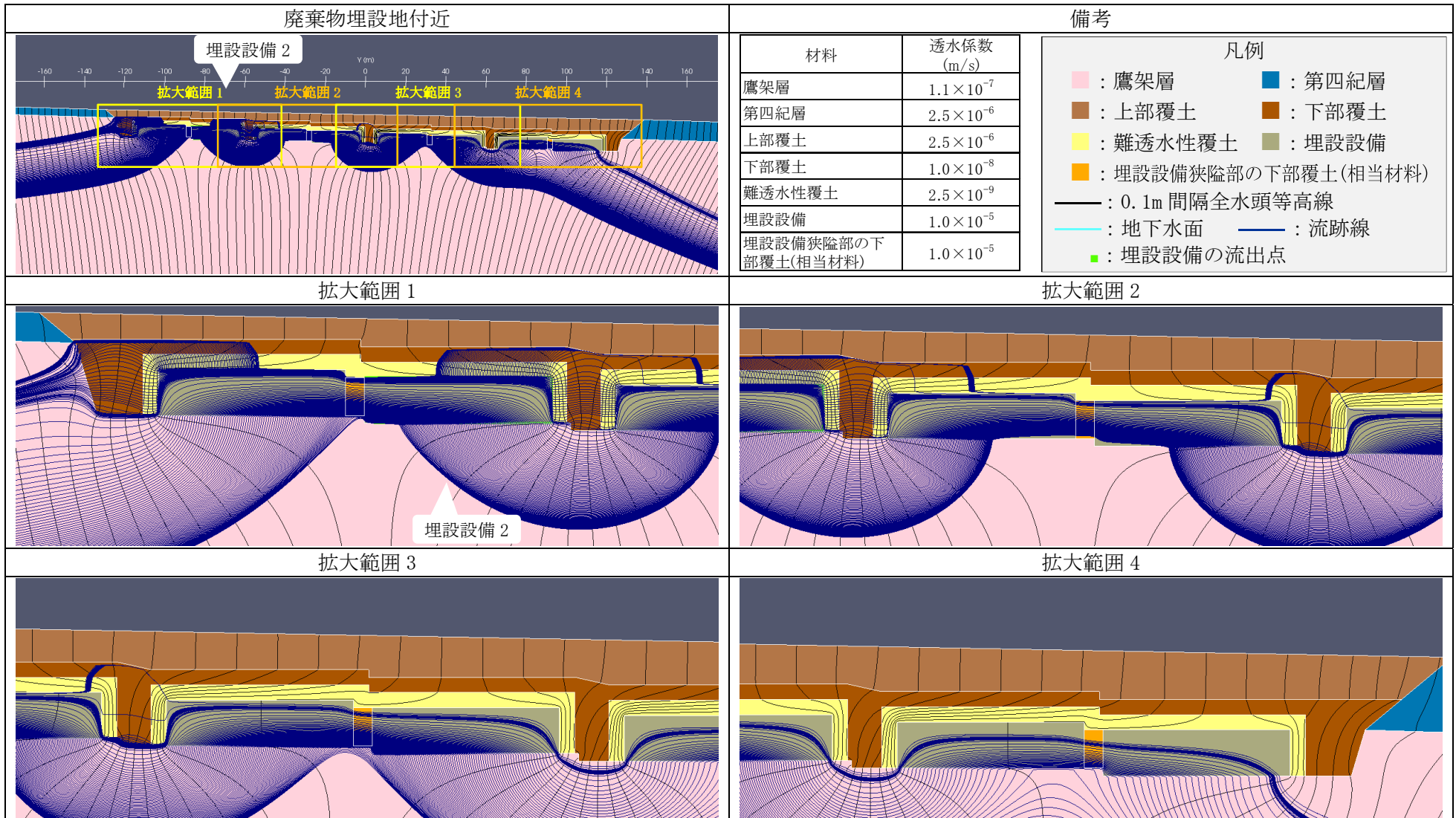
別紙



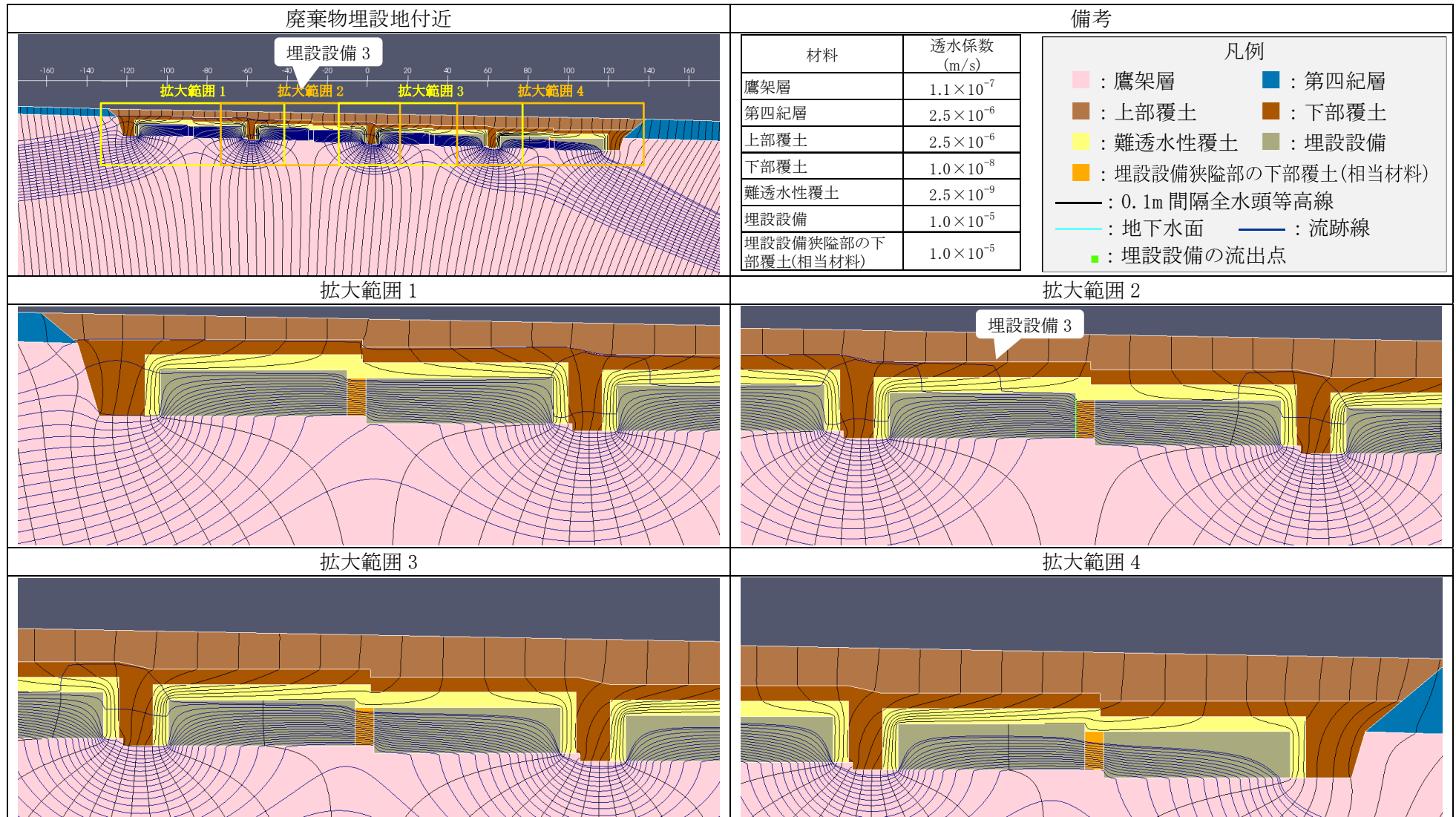
第1図 2次元地下水浸透流解析結果(最も可能性が高い設定 1,000年後) (1/9) <0.1m 間隔全水頭等高線>



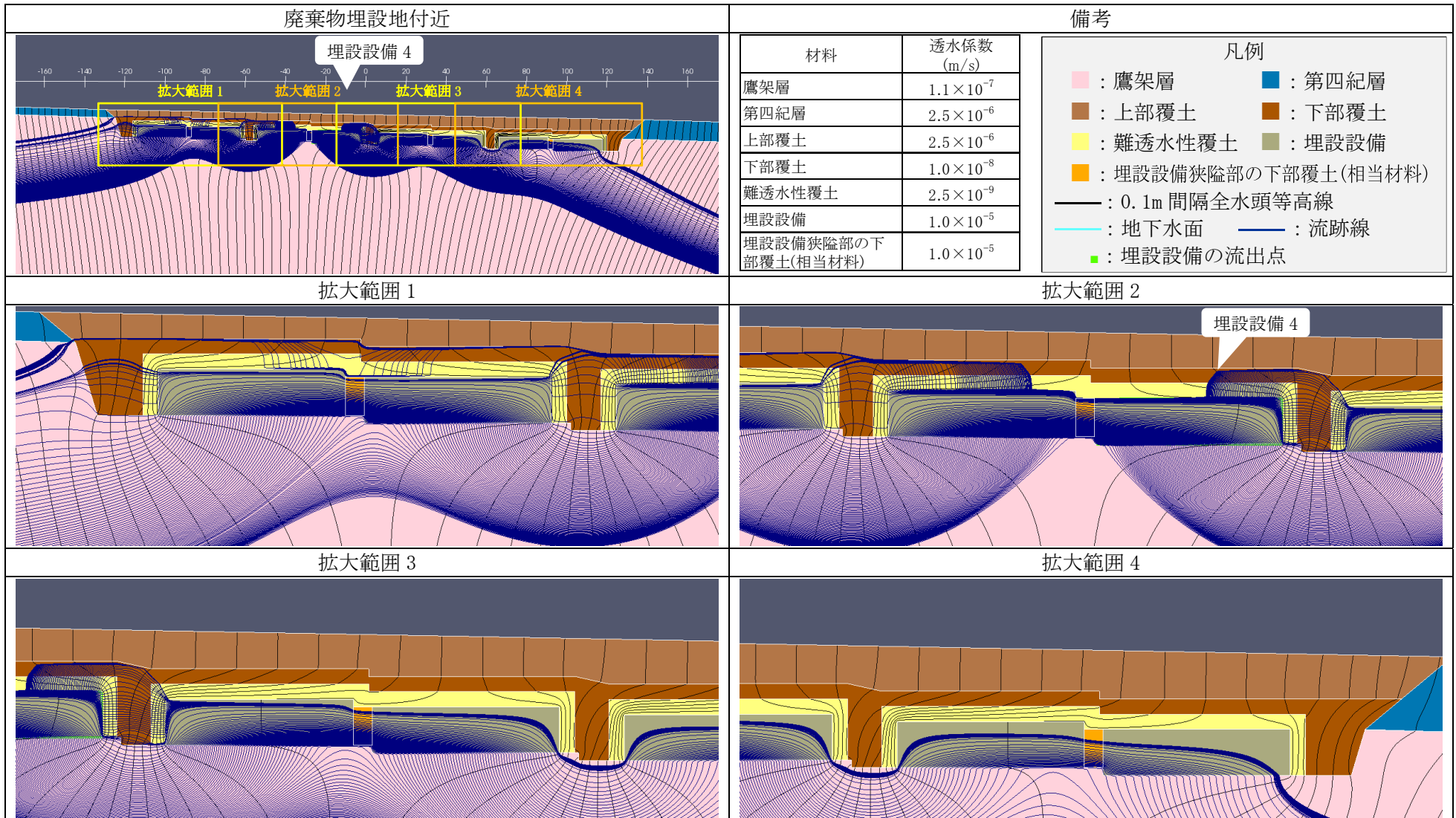
第1図 2次元地下水浸透流解析結果(最も可能性が高い設定 1,000年後) (2/9) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



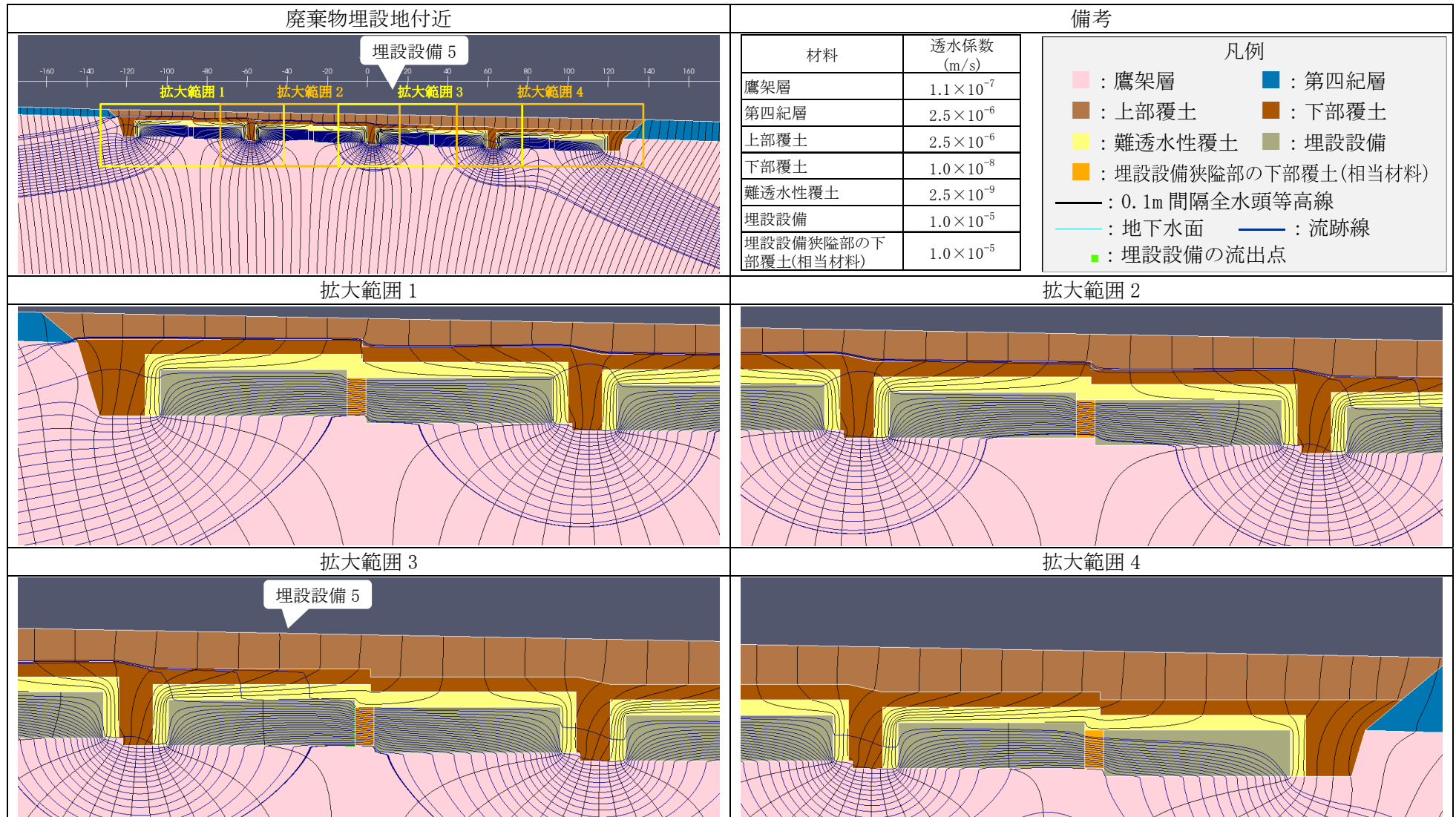
第1図 2次元地下水浸透流解析結果(最も可能性が高い設定 1,000年後) (3/9) <埋設設備2の流出点を通る流跡線>



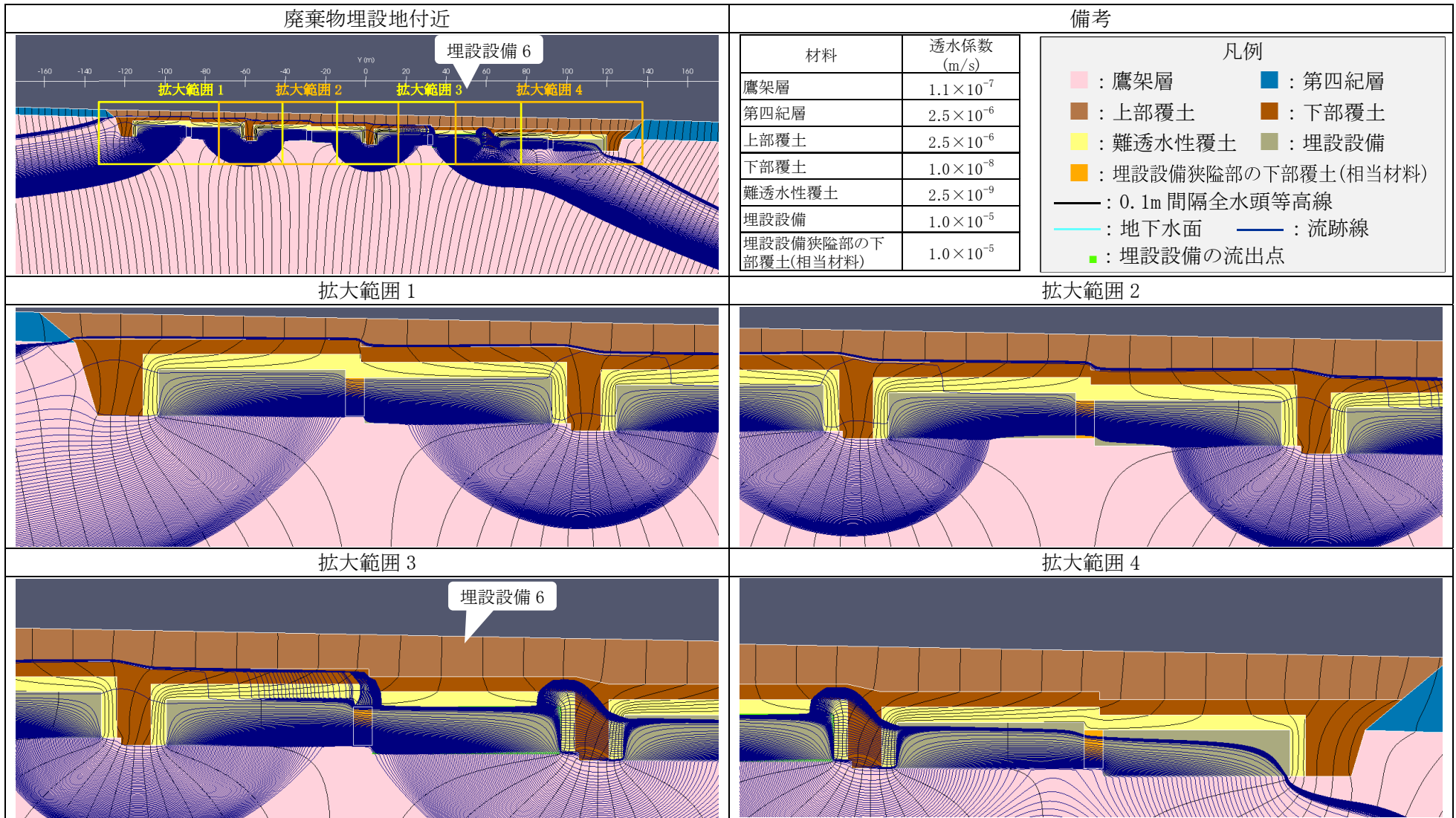
第1図 2次元地下水浸透流解析結果(最も可能性が高い設定 1,000年後) (4/9) <埋設設備3の流出点を通る流跡線>



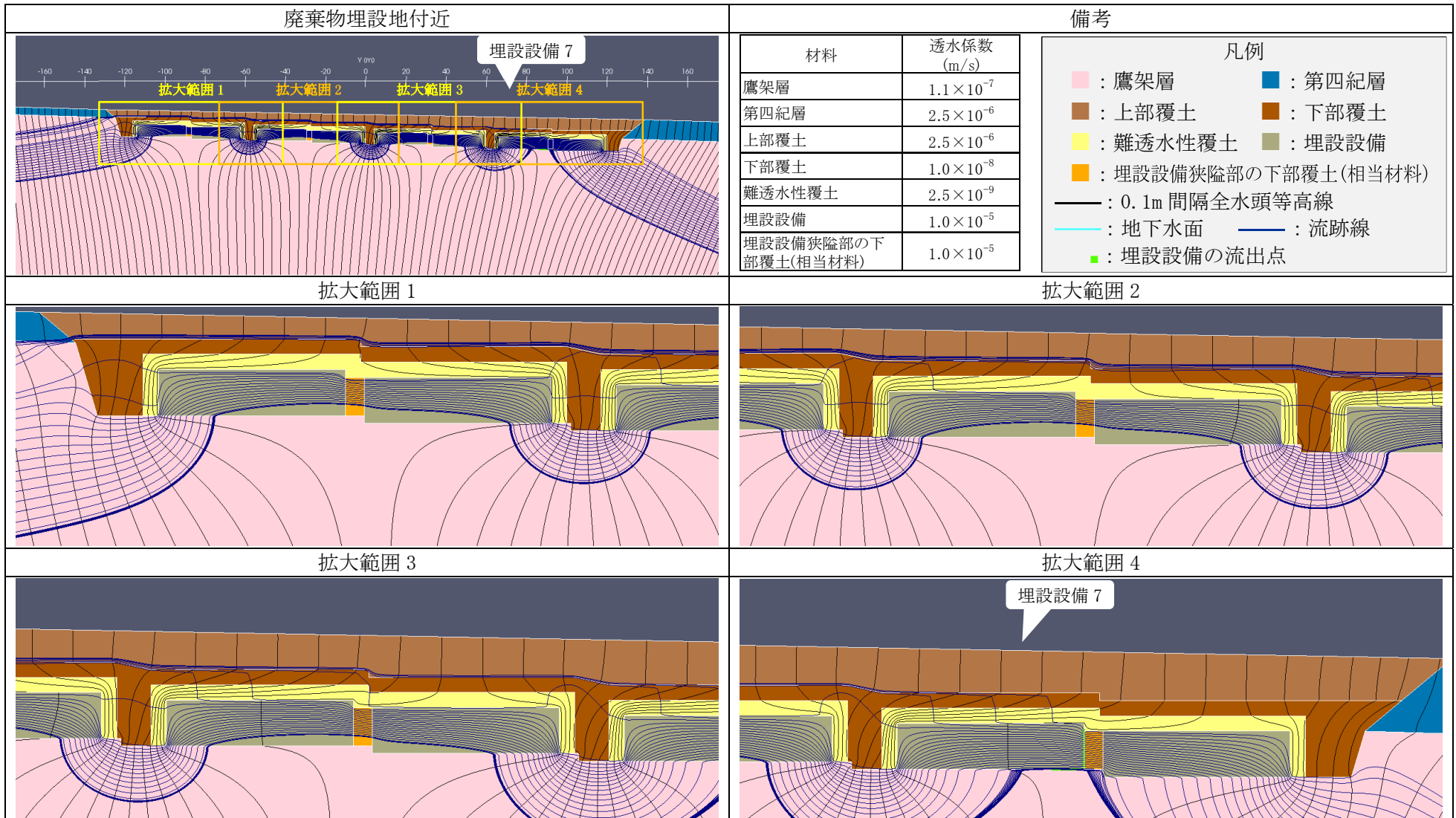
第1図 2次元地下水浸透流解析結果(最も可能性が高い設定 1,000年後) (5/9) <埋設設備4の流出点を通る流跡線>



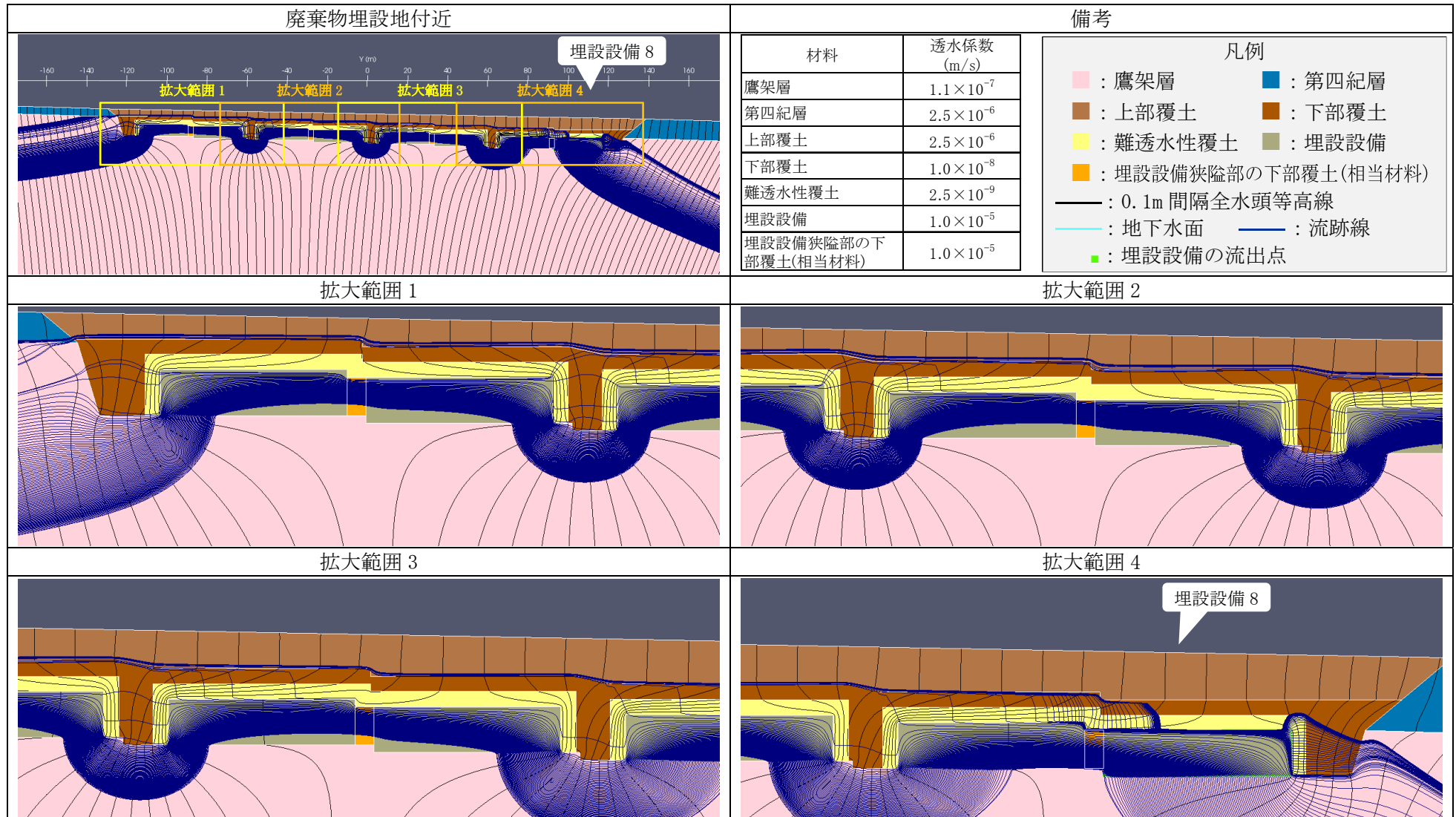
第1図 2次元地下水浸透流解析結果(最も可能性が高い設定 1,000年後) (6/9) <埋設設備5の流出点を通る流跡線>



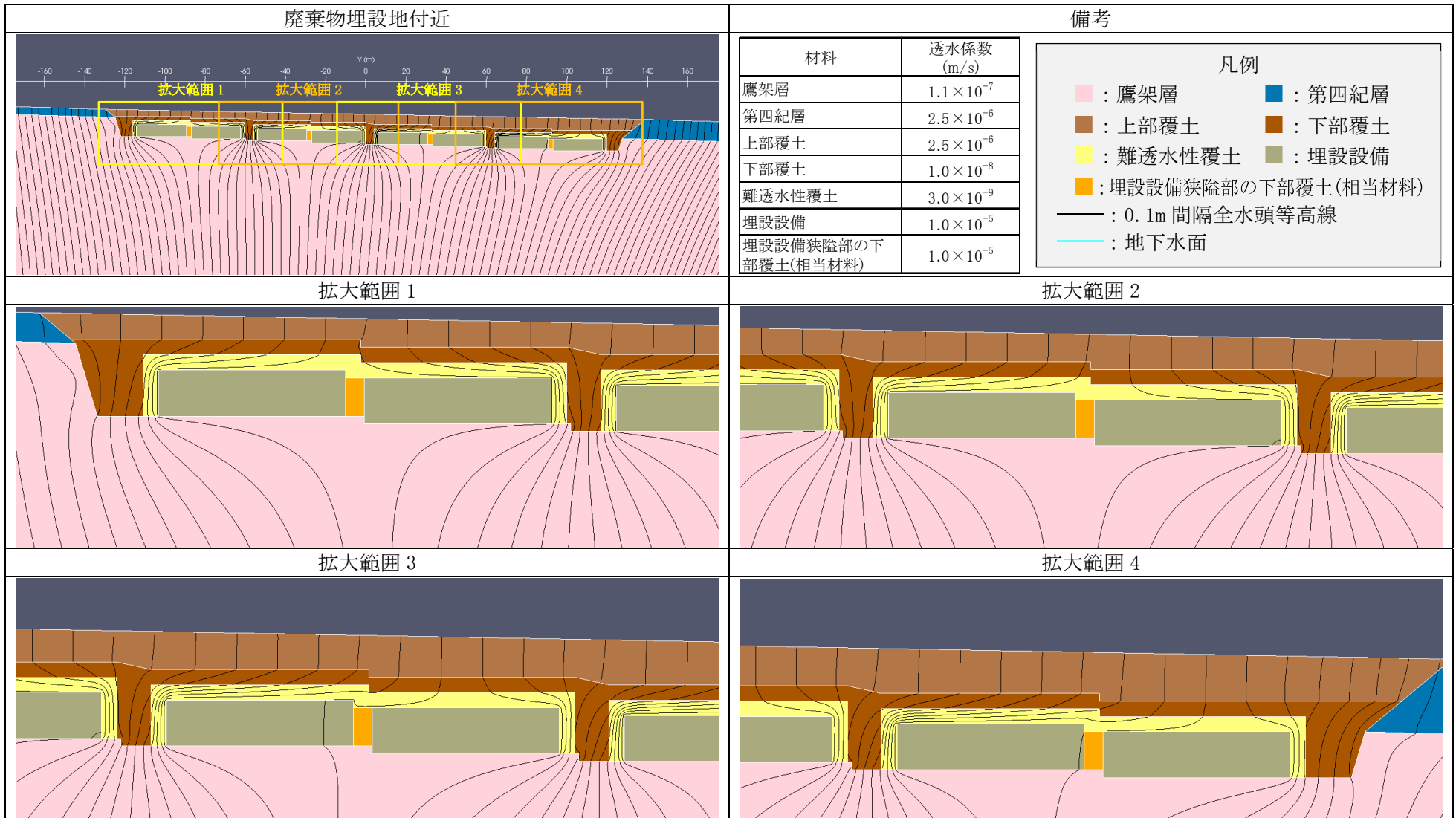
第1図 2次元地下水浸透流解析結果(最も可能性が高い設定 1,000年後) (7/9) <埋設設備6の流出点を通る流跡線>



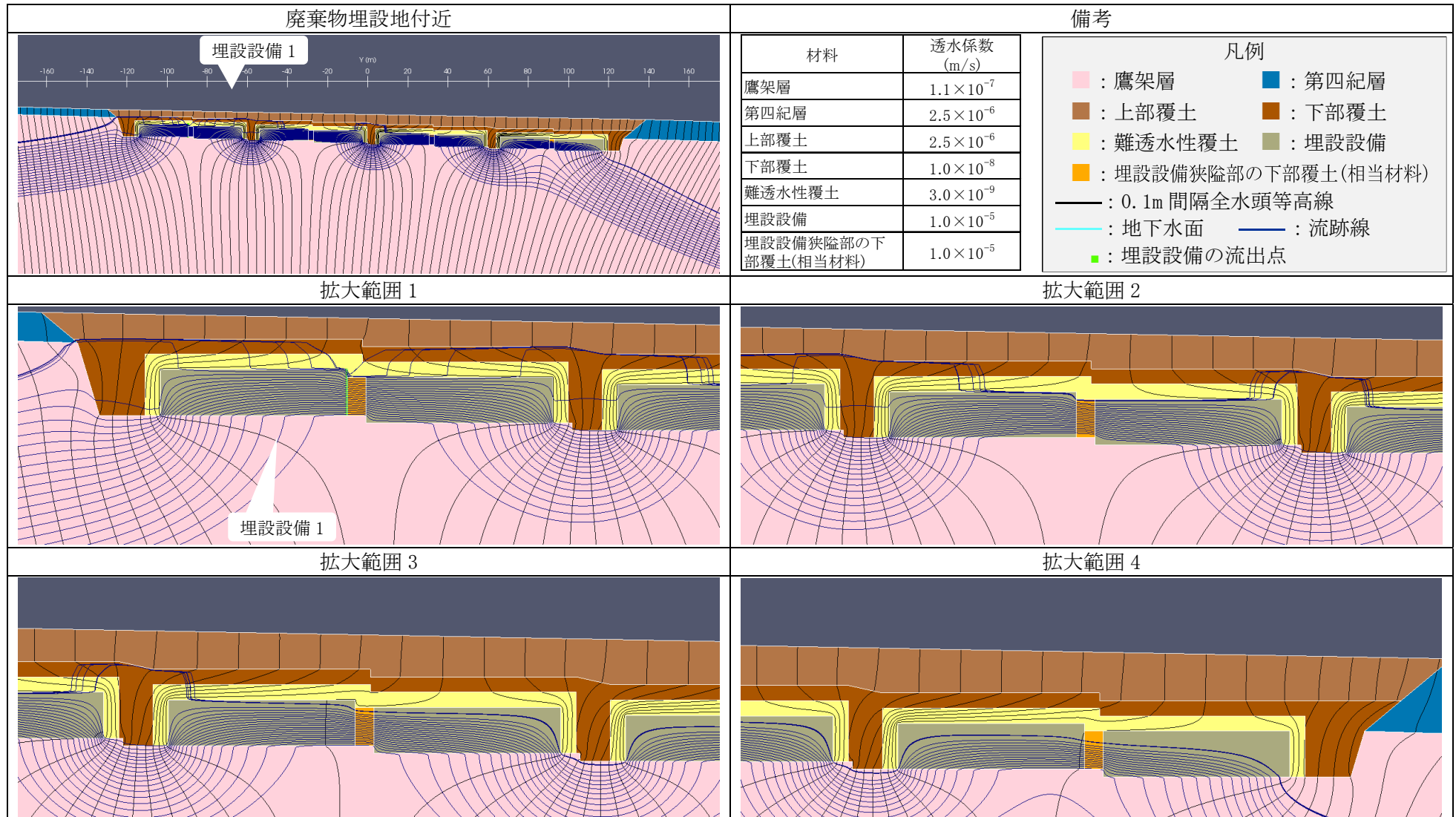
第1図 2次元地下水浸透流解析結果(最も可能性が高い設定 1,000年後) (8/9) <埋設設備7の流出点を通る流跡線>



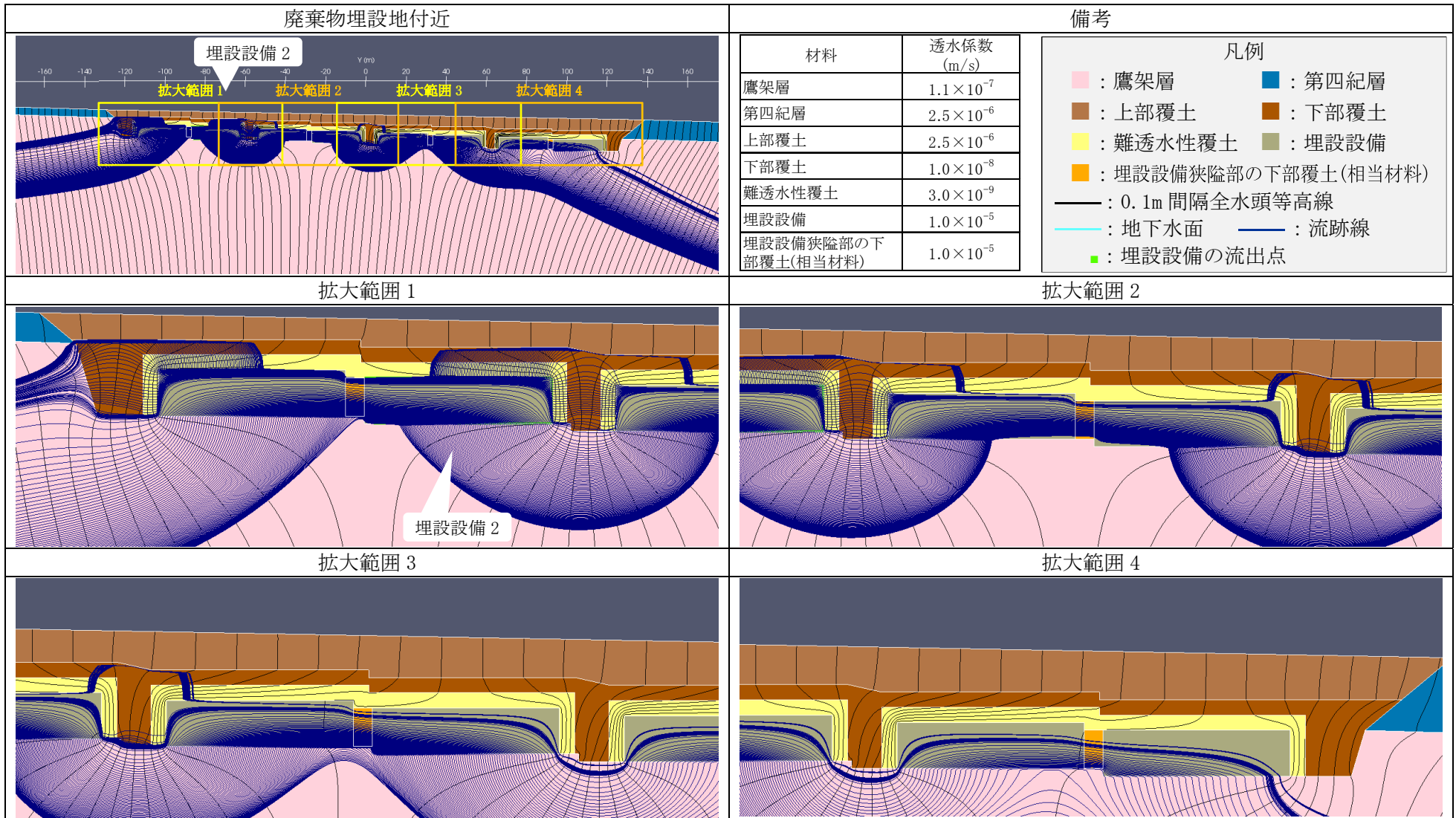
第1図 2次元地下水浸透流解析結果(最も可能性が高い設定 1,000年後) (9/9) <埋設設備8の流出点を通る流跡線>



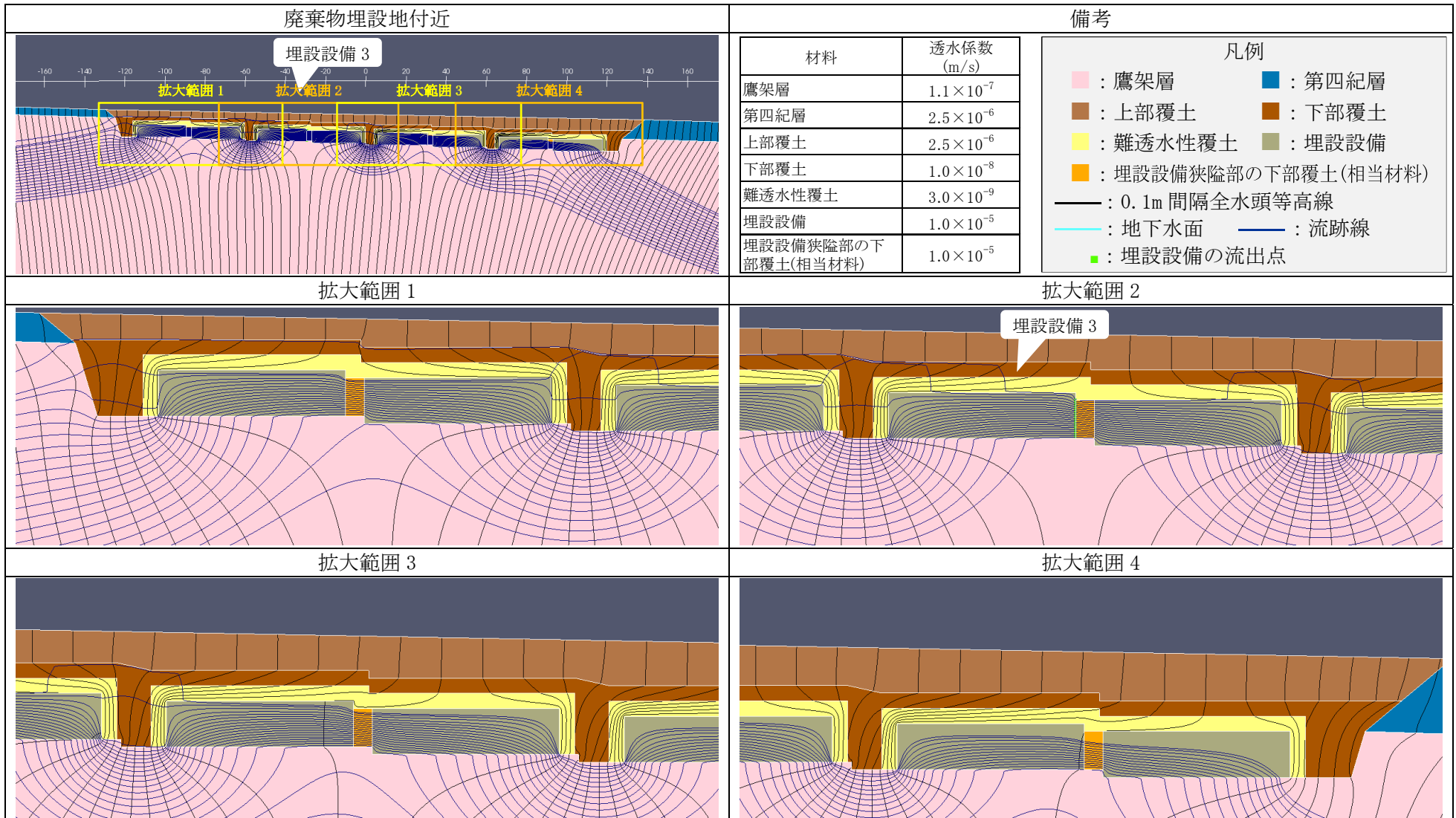
第 2 図 2次元地下水浸透流解析結果(最も厳しい設定 1,000年後) (1/9) <0.1m 間隔全水頭等高線>



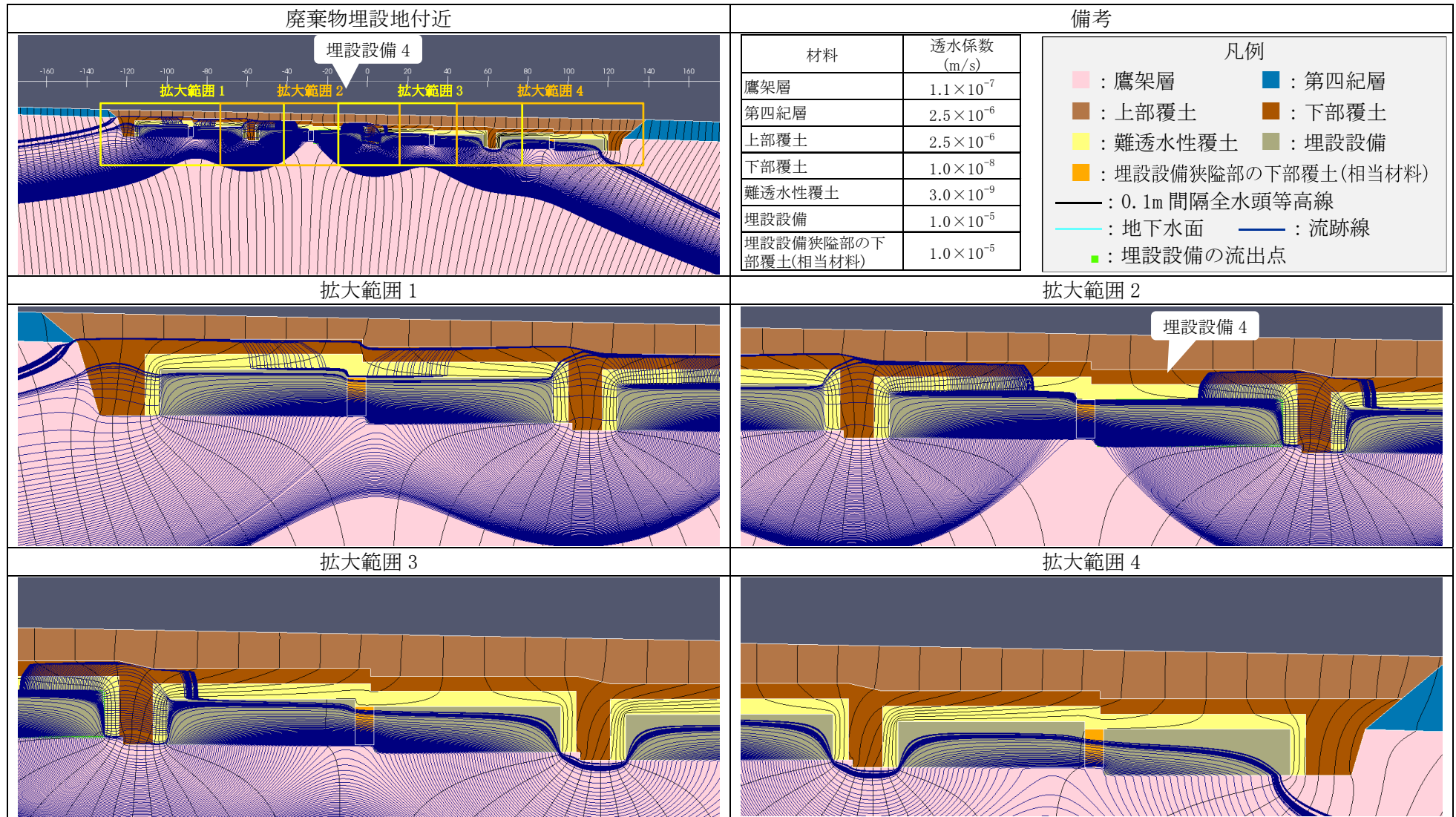
第2図 2次元地下水浸透流解析結果(最も厳しい設定 1,000年後) (2/9) <埋設設備1の流出点を通る流跡線>



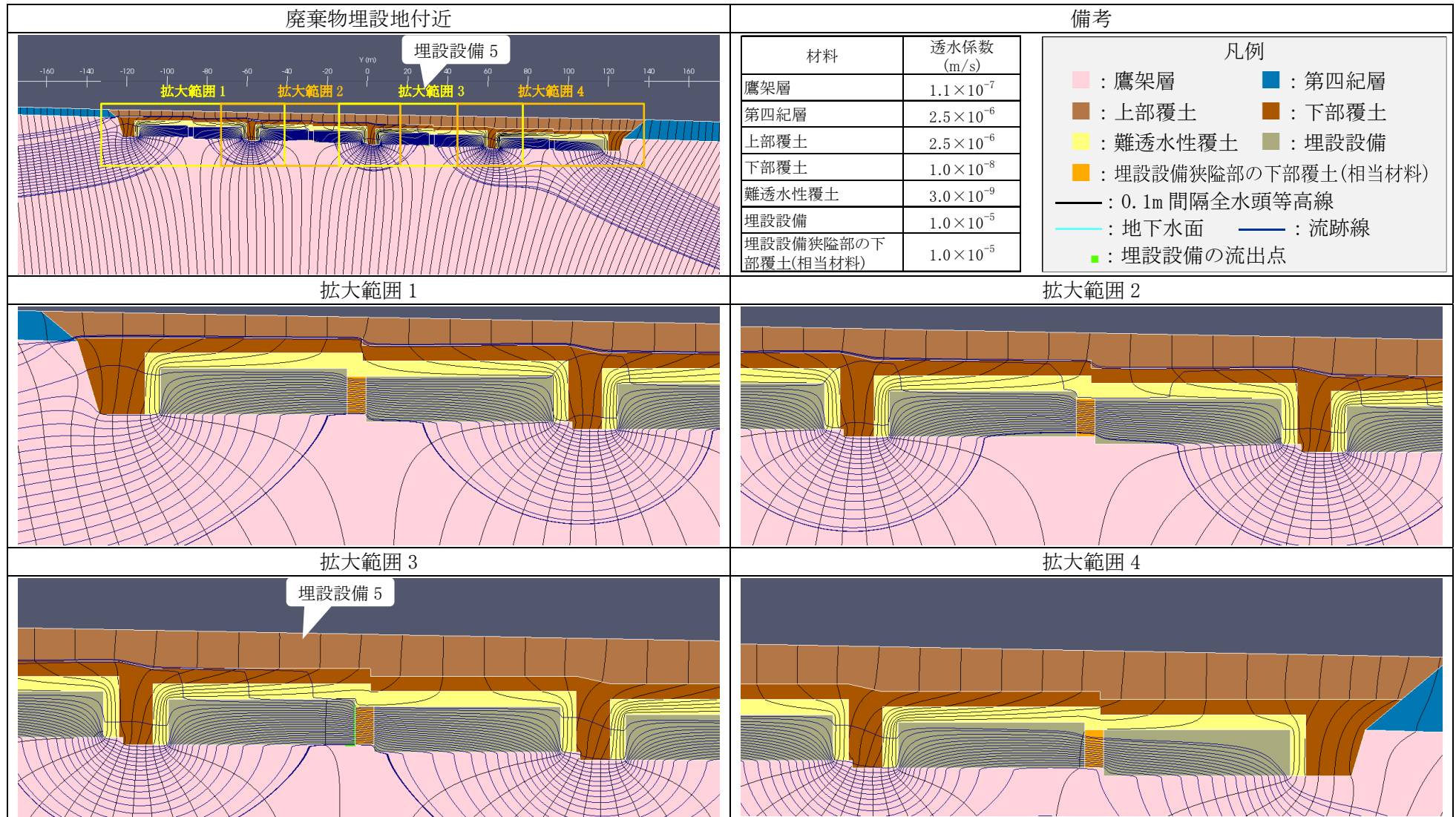
第 2 図 2 次元地下水浸透流解析結果(最も厳しい設定 1,000 年後) (3/9) <埋設設備 2 の流出点を通る流跡線>



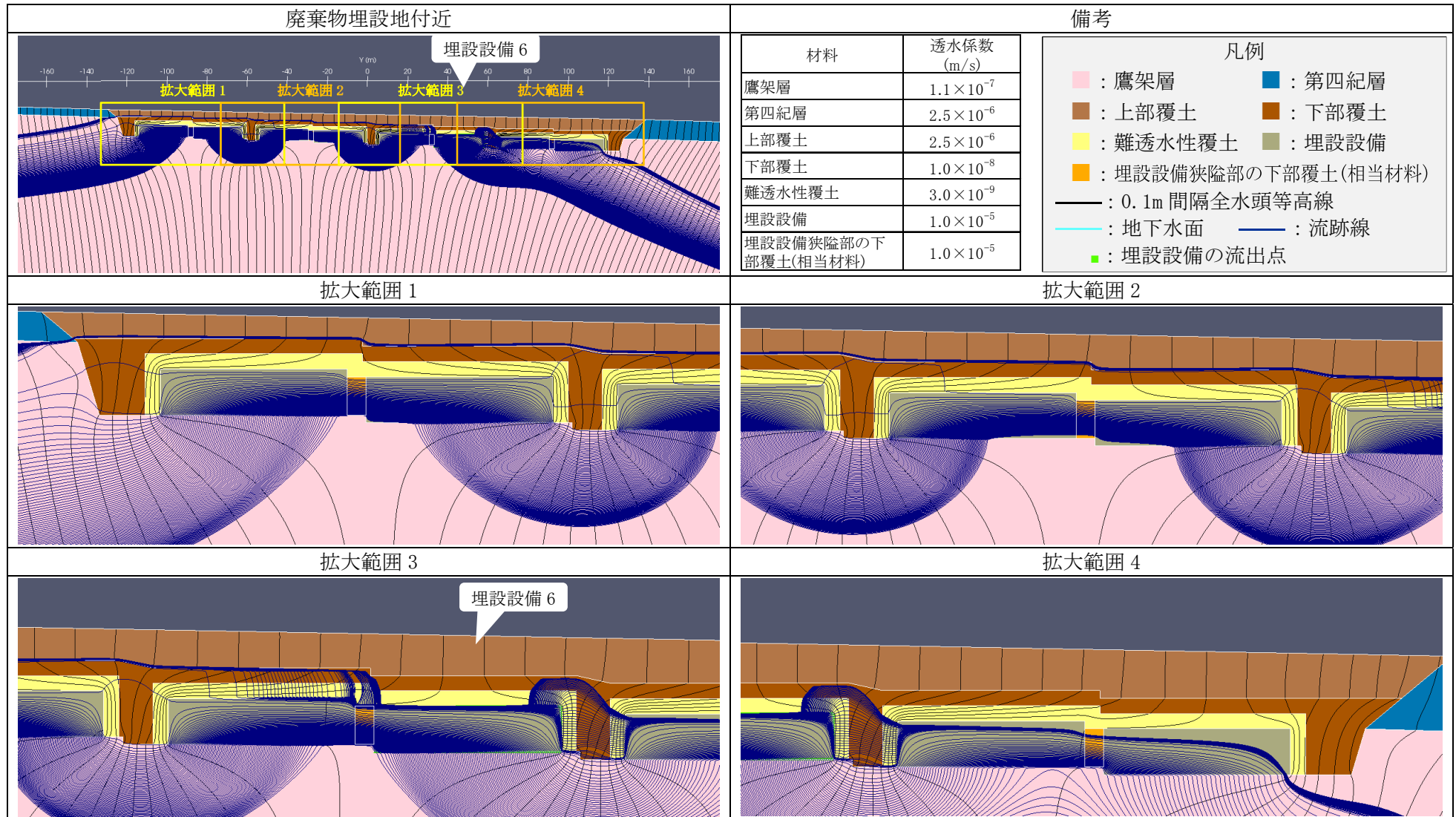
第2図 2次元地下水浸透流解析結果(最も厳しい設定 1,000年後) (4/9) <埋設設備3の流出点を通る流跡線>



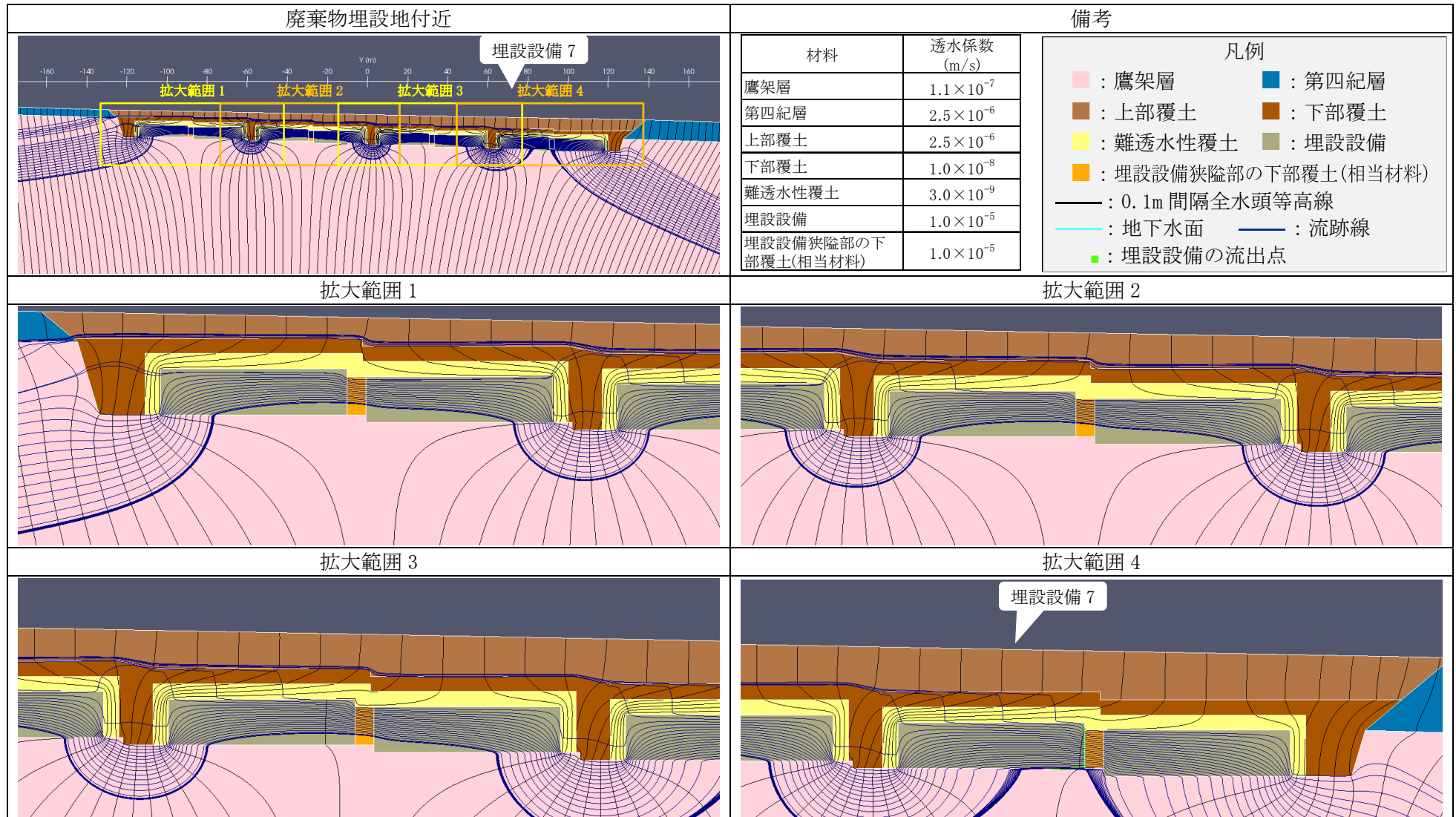
第 2 図 2 次元地下水浸透流解析結果(最も厳しい設定 1,000 年後) (5/9) <埋設設備 4 の流出点を通る流跡線>



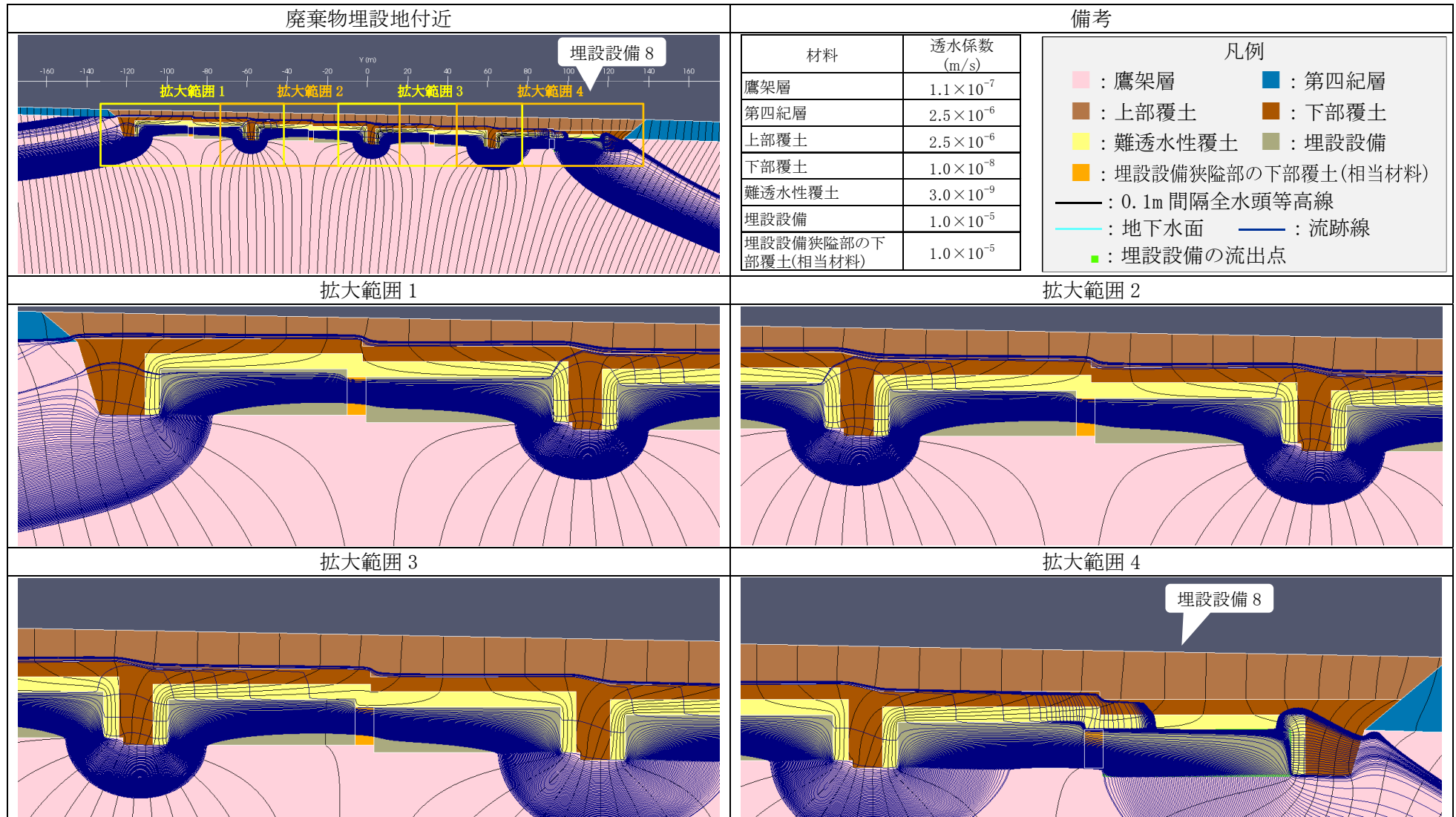
第 2 図 2 次元地下水浸透流解析結果(最も厳しい設定 1,000 年後) (6/9) <埋設設備 5 の流出点を通る流跡線>



第 2 図 2 次元地下水浸透流解析結果(最も厳しい設定 1,000 年後) (7/9) <埋設設備 6 の流出点を通る流跡線>



第 2 図 2 次元地下水浸透流解析結果(最も厳しい設定 1,000 年後) (8/9) <埋設設備 7 の流出点を通る流跡線>



第 2 図 2 次元地下水浸透流解析結果(最も厳しい設定 1,000 年後) (9/9) <埋設設備 8 の流出点を通る流跡線>

4.9. 水理特性を試験スケールから評価スケールに巨視化する方法

○佐々木泰（日本原燃）・細谷真一（ダイヤコンサルタント）

川原秀二（さいたま Package - D）・浜田憲彦（北陸電力）

1. はじめに

物質移行の予測を行なう際には、透水係数・有効間隙率・分散長などの水理特性が必要となり、これらの特性は各種の試験から設定することが多いが、一般に試験のスケールより評価のスケールの方が大きく、また、地盤には割目や構成する岩の分布に起因する不均質性もあり、これらを考慮した等価な巨視的水理特性を求めるには、原位置試験のスケールでも時間的空間的制約があつて容易に行なえないことが多い。そこで、本報告では割目の影響も考慮して水理特性を試験スケールから評価スケールにモデルを用いて巨視化する手法について検討し、それを、新第三紀中新世の堆積岩に対して適用し、さらに、その結果の一部を検証した例について報告する。

2. 水理特性巨視化手法

2.1 巨視的水理特性

物質移行の支配方程式は例えば1次元移流分散で表せば次式のようにになる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - v \frac{\partial C}{\partial x} \quad (0 \leq x < \infty)$$

ここに、 C は濃度 [mol/m³]、 D は分散係数 [m²/s] ($=\alpha_L v + D_0$)、 α_L は縦方向分散長[m]、 D_0 は自由水中の拡散係数[m²/s]、 v は地下水流速 [m/s]、 x は距離 [m]、 t は時間 [s] である。また、地下水流速 v は透水係数 [m/s] と間隙率 [-] および動水勾配 [-] から決まる。このように、地下水中の物質移行予測を計算により求める場合には、場の特性として、透水係数、有効間隙率、分散長に相当する水理特性が基本的に必要である。場は一般に不均質であり、極力同じ特性を持った領域、言い換えれば極力不確定性が小さくなるような領域に分割して、その領域に対する等価な巨視的特性を求める必要がある。透水係数のようにその値がオーダーで変わり、且、地下水の流れ方向によって値が変わるテンソル量について等価な巨視的特性を求める場合には、試験結果の単純な平均では適切に求められない場合がある。

地盤の透水係数は、試験方法によって測定できるスケールが異なる。ボーリングコアを用いた透水試験では、一般に10cmのスケールの透水係数が求まる。又、数mから10m程度の区間の単孔のボーリング孔を利用した原位置透水試験では、数mから10m程度のスケールの透水係数を求めていることになるが、原位置のスケールでも透水係数はかなりばらつくことが多い。透水係数がばらつく場合、そのばらつき (σ : 透水係数を対数平均した際の対数の状態での標準偏差) と巨視的な透水係数との関係については、既存の報告 (下茂、亀村: 1988) で次の様に整理されている。良く言われるように、図-2の左端に示すような成層地盤の層平行方向の巨視的透水係数は、透水試験結果を算術平均したものが、又、図-2の中央に示すような成層地盤の層に直角方向の巨視的透水係数は、透水試験結果を調和平均したものが適している。一方、透水係数が空間内に不規則に分布する場合の巨視的透水係数は、透水試験結果の算術平均と対数平均 (=幾何平均) との間にある。この場合、透水係数のばらつき(対数平均の標準偏差)が大きくなるほど巨視的な透水係数は大きくなること、理論的に検討されている。(図-1の Dagan 及びクリティカル^os)

また、図-2の右端に模式的に示したような $N \times N \times N$ 個の立方体を積み上げたような地盤に対して、それぞれの立方体の透水係数の値を透水係数のばらつきの分布に合うようにモンテカルロ的にランダムに与えた場合の巨視的な透水係数を求め、透水係数のばらつき(標準偏差)との関係を検討している。

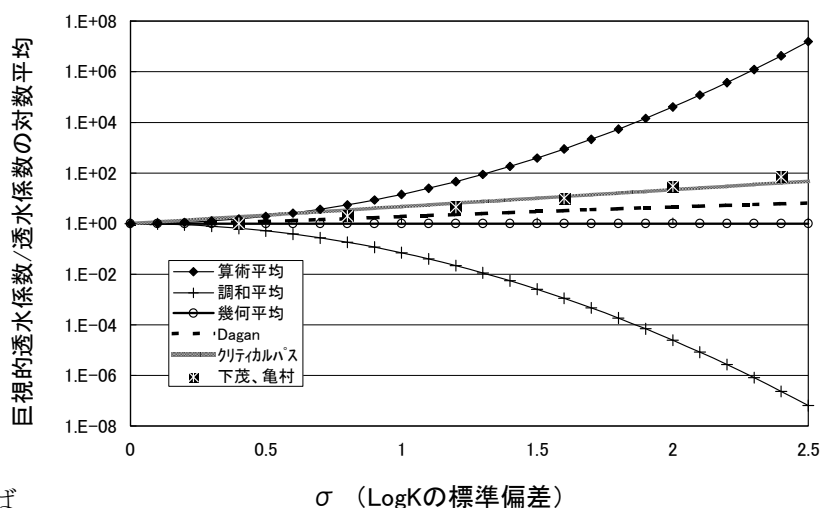


図-1 巨視的透水係数の特徴

その結果によると、透水係数のばらつき(標準偏差)が 0.2 以下の場合には巨視的透水係数は対数平均(幾何平均)にほぼ等しく、標準偏差が 1.0 前後の場合の巨視的透水係数は対数平均値の数倍、標準偏差が 1.8 以上では巨視的透水係数は対数平均値の 10 倍以上になることが示されていて、理論的検討と、モンテカルロシミュレーションの結果が一致するのは、限られたばらつきの範囲内だけであるとしている。

その結果によると、透水係数のばらつき(標準偏差)が 0.2 以下の場合には巨視的透水係数は対数平均(幾何平均)にほぼ等しく、標準偏差が 1.0 前後の場合の巨視的透水係数は対数平均値の数倍、標準偏差が 1.8 以上では巨視的透水係数は対数平均値の 10 倍以上になることが示されていて、理論的検討と、モンテカルロシミュレーションの結果が一致するのは、限られたばらつきの範囲内だけであるとしている。

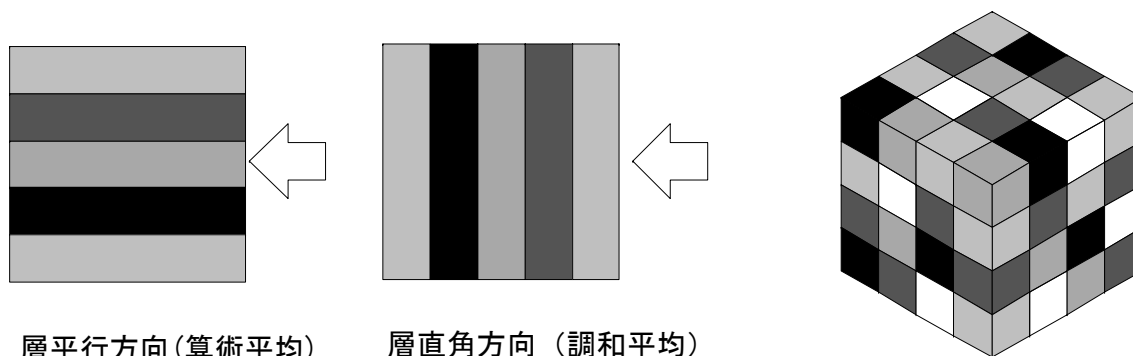


図-2 透水係数の分布モデル

図-2の右端のように、複数実施した原位置透水試験がいずれも等しい空間的スケールの地盤の透水係数を求めていることが確認出来ていれば、 $N \times N \times N$ 個の立方体を積み上げたような地盤の巨視的透水係数と標準偏差との関係は上記の考え方で求めることが出来る。しかし、実施した複数個の透水試験が仮に同一区間長で同じ有効圧力で測定されたものであっても、それらはそれぞれ異なる空間的スケールの地盤を対象とした透水係数を表していることになる。なぜなら、透水係数が大きい部分では試験の影響半径は大きくなるし、高透水な割目がある場合はさらに広い範囲の地盤の透水特性を求めたことになっている。このように、透水試験の対象となった空間的なスケールが一定でない場合には、個々の試験結果を単純に平均することは適切ではない場合もある。そこで、高透水部(割目)が分布するような地盤の、巨視的な透水係数を求める現実的な方法を検討した。

2.2 巨視的水理特性の算出方法

(1) 巨視的水理特性算出の手順

ここでは、岩盤基質部の水理特性は均質とし、水理特性のばらつきは、高透水部(割目)によっ

でのみ生じていると仮定して、これらの高透水部を含んだ巨視的な水理特性の算出を試みる。作業の手順は、まず、ボーリングや掘削面での高透水部（割目）に関する地質観察より、割目の走行・傾斜、長さ、密度分布などを調査し、これらの情報の平均や分散が等しくなるような割目をモンテカルロ的に三次元でモデル化する（図-3）。割目の位置はランダムとする。次に地下水流動の数値計算を行なうため、割目内を平面格子状の管路（チャンネル）でモデル化するとともに、岩盤基質部も立体格子の管路でモデル化し、割目と基質部の管路を接合させて、複合した管路モデルとする。そのモデルに地下水を流し、モデル全断面を通過する流量から等価な巨視的透水係数を求めたり（図-4）、モデルを破過する時間のばらつきから、巨視的分散長や巨視的有効間隙率を求めたり（図-5）した。計算は、3次元の管路網モデルによる地下水流動解析が比較的短時間でモデル化および計算が実施出来るコードとして整備されている「Don-Chan」（埼玉大学渡辺邦夫教授）（田中他 1994）を改良して行なった。

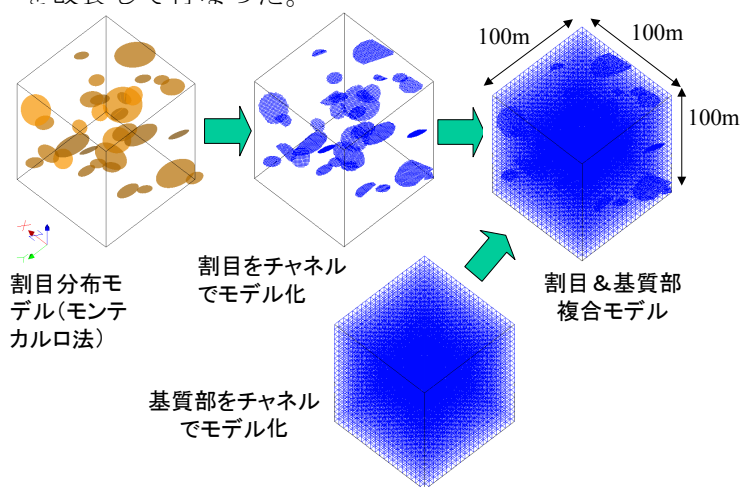


図-3 割目と基質部のモデル化

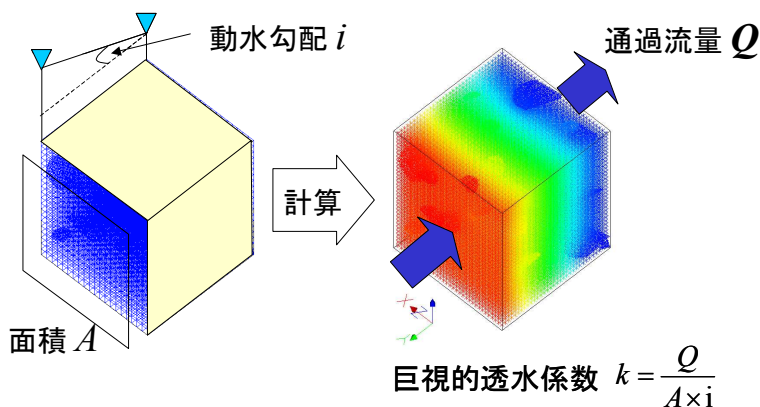


図-4 巨視的透水係数の算出

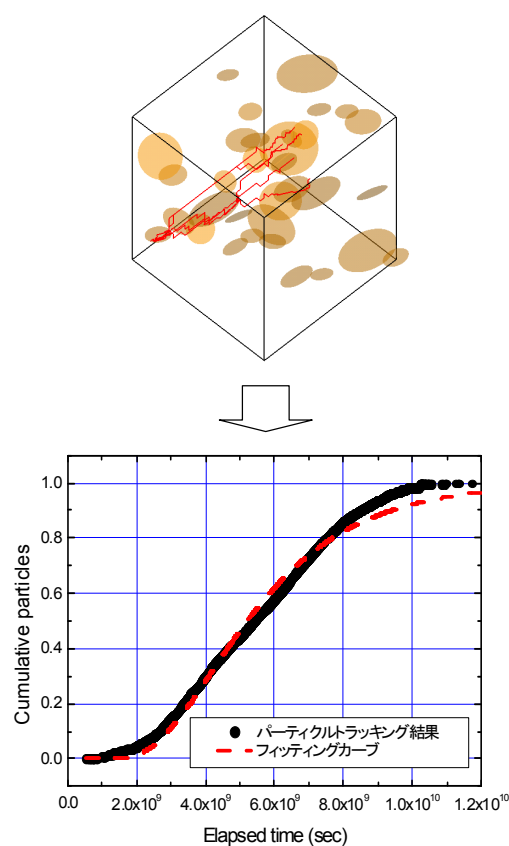


図-5 巨視的有効間隙率・分散長の算出

(2) 割目の方向分布の求め方

割目の方向分布（法線ベクトル分布）は、ボアホールテレビ観察によって測定された個々の割目の走向傾斜から求まる割目の方向分布を基にし、ボアホールテレビ観察の方向が鉛直方向であることから、高角度の割目に遭遇する割合が低くなっていることを補正した。

(3) 割目の半径分布の求め方

割目の半径分布とは、割目の形状を円形と仮定した場合、それぞれの大きさの割目が全体の割目中に占める数の割合を表すものである。本検討では、割目の半径分布がべき分布に従うと仮定する。

べき分布の確率密度関数は式(1)のように表される。

$$f(r) = \beta \cdot r^{-a} \quad (1) \quad \int_{r_{\min}}^{\infty} f(r) dr = 1 \quad (2)$$

ここに、 a はべき乗数、 β は式(2)を満たす定数、 r_{\min} は対象とする割目の最小半径である。べき乗数を求めるには、まず、べき乗数を仮設定してモンテカルロ的に三次元空間に割目を発生させ、割目データを取得した際の地質観察面と同等の観察面をモデル内部に仮想的に設けその仮想観察面に現れる割目のトレース長分布(割目の観察上の長さの累積頻度分布図; 図-6 参照)を作成した。これと実際の地質観察面で得られたトレース長分布とを比較した。同様の手順を複数のべき乗数に対して行い、観察結果と同じようなトレース長分布となるようなべき乗数を試行錯誤で求めた。

(4) 割目の密度の求め方

地質観察面での単位面積当たりの割れ目条数(条/m²)もしくは、ボーリング孔やスキャンラインでの単位長さ当たりの割れ目条数(条/m)と、3次元空間での割目の密度(条/m³)との関係を求める必要がある。この方法は、割れ目の半径分布を求めるときと同様に仮想空間に割れ目を発生させ、その仮想モデル上で、単位面積当たりの割れ目条数もしくは単位長さ当たりの割れ目条数と単位体積当たりの割れ目条数との関係を求めて、これを利用した。

3. 水理特性巨視化の例

3.1 対象地盤の特性

検討対象地盤は、青森県下北半島に分布する新第三紀中新世の鷹架(たかほこ)層であり、粗粒砂岩、軽石凝灰岩、軽石混じり砂岩、礫混り砂岩などからなる。地質観察によれば、これらの地層は割目の少ない岩盤である。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(図-6 割目トレース長分布図)、大きい割目はほとんどない。割目の分布密度は、地層や深度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る。ボーリング孔内の5~10mの区間で実施した低圧岩盤透水試験(地盤工学会基準 JGS1322-2003)の結果は対数正規分布を示し、その平均値は、1E-8m/sのオーダーであり、岩相や、深度などによって値が異なるので、それぞれ別の水理地質区分に分けることが出来る(石田 2005)。ボーリングコアを用いて実施したトレーサー試験によると、間隙率は30~60%程度である。

3.2 巨視的水理特性の算出

割目の半径分布のべき乗数を求めるため、ポアホールテレビ観察から求まる割目の方向分布を用い、べき乗数を2.7、3.0、4.0の場合の割目モデルをモンテカルロ的に発生させ、割目データを取得した地質観察面と同等の観察面をモデル内部に仮想的に設け、その仮想観察面に現れる割目のトレース長分布を作成した。これと実際の地質観察面で得られたトレース長分布を比較した一例を図-6に示す。この場合、モデルに最も適切なべき乗数は3.0である。また、ポ

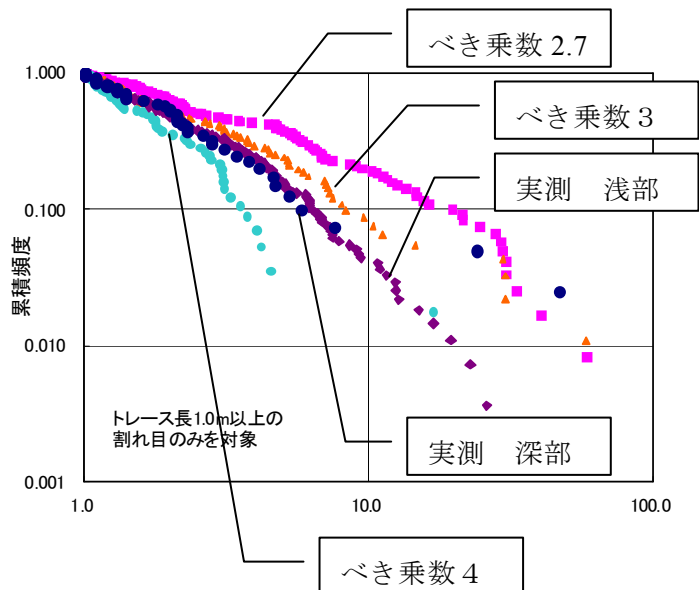


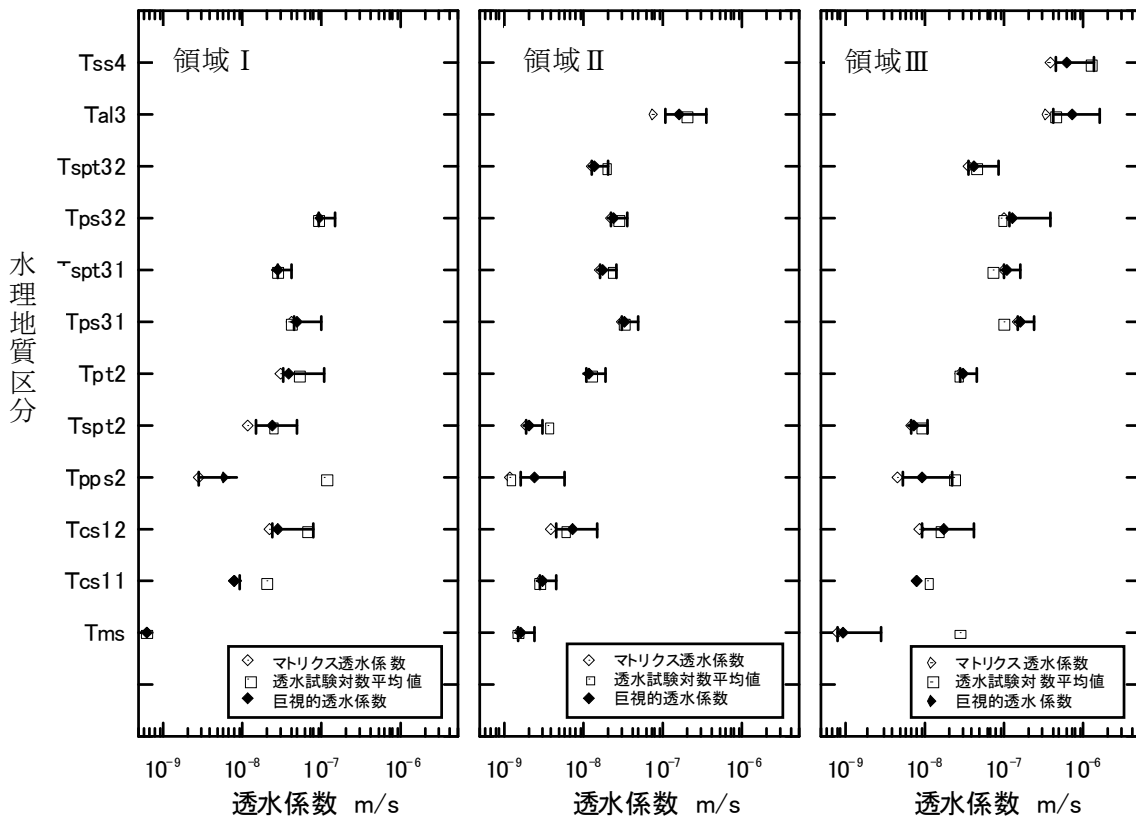
図-6 割目のトレース長分布図

ーリング孔での割目密度は 0.05~1.5 条/10m の場合が大半であったので、これに相当する単位体積当たりの割目密度を求め以下の計算で用いた。作成された割目モデルは割目の連続性が乏しく、岩盤基質中に不連続な割目が分布するモデルとなった。

巨視的水理特性の計算領域は 100m×100m×100m とし、岩盤基質部分については 3m 間隔の立体格子状の管路でモデル化し、その中に、円盤状の高透水性部をモンテカルロ的に発生させた。円盤内には、1m 間隔の平面格子状の管路を発生させ、基質部の管路と結合させた。原位置の透水試験によれば割目の透水量係数の最大値は概ね 5E-6 m²/s 程度であったので、高透水性部の透水係数は 1E-2m/s、開口幅は 0.5mm 相当とした。基質部の透水係数は、ボアホールテレビ観察によって割目が認められなかった試験区間で実施した透水試験結果の対数平均値を用いた。

出来あがったモデルの 1 面から反対側の面に向けて 7% の動水勾配で水を流した時の全流量から巨視的透水係数を求めた。巨視的有効間隙率と巨視的分散長は、巨視的透水係数を求めた後に、同じモデルを用いて求めた。まずモデルの上流側の境界面から大量の仮想粒子（パーティクル）を放出し、それぞれの粒子が下流側の境界面に到達するまでの移行時間分布を求め、ブレイクスルーカーブ（横軸に経過時間を取り、縦軸に累積頻度を表した図；図-5 参照）を作成する。得られたブレイクスルーカーブに移流分散方程式の解をフィッティングさせることによって、実流速と巨視的分散長を求めた。最後に、巨視的透水係数を求めた際のダルシー流束をこの実流速で除することによって巨視的有効間隙率を求めた。

以上の手順に従い、検討対象地盤の各水理地質区分毎の巨視的水理特性を求めた。具体的には、割目密度、割目半径分布、割目最小半径、基質部の透水係数などのパラメータを変化させて、さらにモンテカルロ的に複数個の割目モデルを作成し（リアライゼーション）、巨視的透水係数、巨視的有効間隙率と割目や基質部の特性との関係のデータベースを作成した。それを用いて、個々の水理地質区分の割目や基質部の特性に近い検討ケースを選び出し、巨視的透水係数、巨視的有効間隙率



図一 7 巨視的透水係数設定例

を推定した。図-7に巨視的透水係数の算定結果の例を記載する。

発生させる高透水部の密度や大きさの分布によって変動するが、今回のように、連続性の小さい高透水部の影響による巨視的透水係数は、原位置透水試験の標準偏差が1程度のばらつきがあっても、対数平均値とほとんど変わらない場合もあるという結果が得られた(図-1参照)。また、割目の密度が小さい場合には、巨視的透水係数の方が原位置透水試験の対数平均値よりも小さい場合もあることが分かった。これは、一部の割目を含んだ領域で実施した透水試験の結果を、その試験結果を代表している領域のスケールを考慮せずに、他の結果と合わせて単純に平均化したために過大(透水係数がおおきくなるように)に評価されたためと考えられる。また、巨視的有効間隙率は、基質部の間隙率より数%~10%程度低下し、30~60%程度となる場合が多かった。

参照箇所

4. 巨視的水理特性の妥当性検証

検討対象地盤は、評価対象スケールの広さが数km四方、深さが300m程度であり、地下水流動をモデル化するにはその領域をさらに複数の水理地質区分に分割することが適切(石田2005)と考えられている。巨視的水理特性として評価するひとつの水理地質区分の大きさは広さが数百m四方、厚さが数十m程度である。このスケールの巨視的水理特性の妥当性を直接検証するのは容易ではないが、ここでは、巨視的透水係数を空洞への湧水量を利用して検証した例を紹介する。

地表から約100m下に幅2.5m、高さ2.5m、長さ147mの空洞を掘削した。対象地盤は軽石凝灰岩であり、その付近の軽石凝灰岩を対象に実施した原位置透水試験の平均値は $2.9E-8m/s$ 、巨視的透水係数は $3.1E-8m/s$ であった。空洞は鋼製の支保で支えており、吹き付けはなく岩が露出した状態である。空洞掘削後の湧水量は147m全体で38リットル/分で安定した。その際に、空洞真上の地下水面はほとんど低下しなかった。一方、軽石凝灰岩の透水係数を $3.0E-8m/s$ とした場合の3次元地下水流動解析による空洞への湧水量は147mあたり40~45リットル/分程度となり実測とほぼ一致した(守友2005)。

5. まとめと考察

水理特性を試験スケールから評価スケールに巨視化するためのひとつの手法として、割目が水理特性に与える影響を考慮できるモデルを用いて巨視的水理特性の予測を行なった。その結果を用いた解析による地下空洞への湧水量と、実測の湧水量とを比較することにより、巨視的透水係数の設定方法の妥当性を確認した。

参考文献

- 1) 下茂道人、亀村勝美:測定値における分布を考慮した岩盤の平均透水係数の予測手法について、土木学会、第7回岩の力学国内シンポジウム、pp229-234,1988
- 2) 田中達也、渡辺邦夫、前川恵輔、中村直昭:地質構造を基礎としたフラクチャーネットワークモデルの開発(その1)一解析の考え方一、応用地質 35巻3号、P.22-33、1994
- 3) 石田裕樹、鶴旨純、中島雅之、本多真(2005):8.鷹架層の透水、間隙特性,2005年地下水学会秋季大会
- 4) 守友常雄、佐々木泰、白石知成、細谷真一(2005):16.地下水解析のモデル化の方法,2005年地下水学会秋季大会