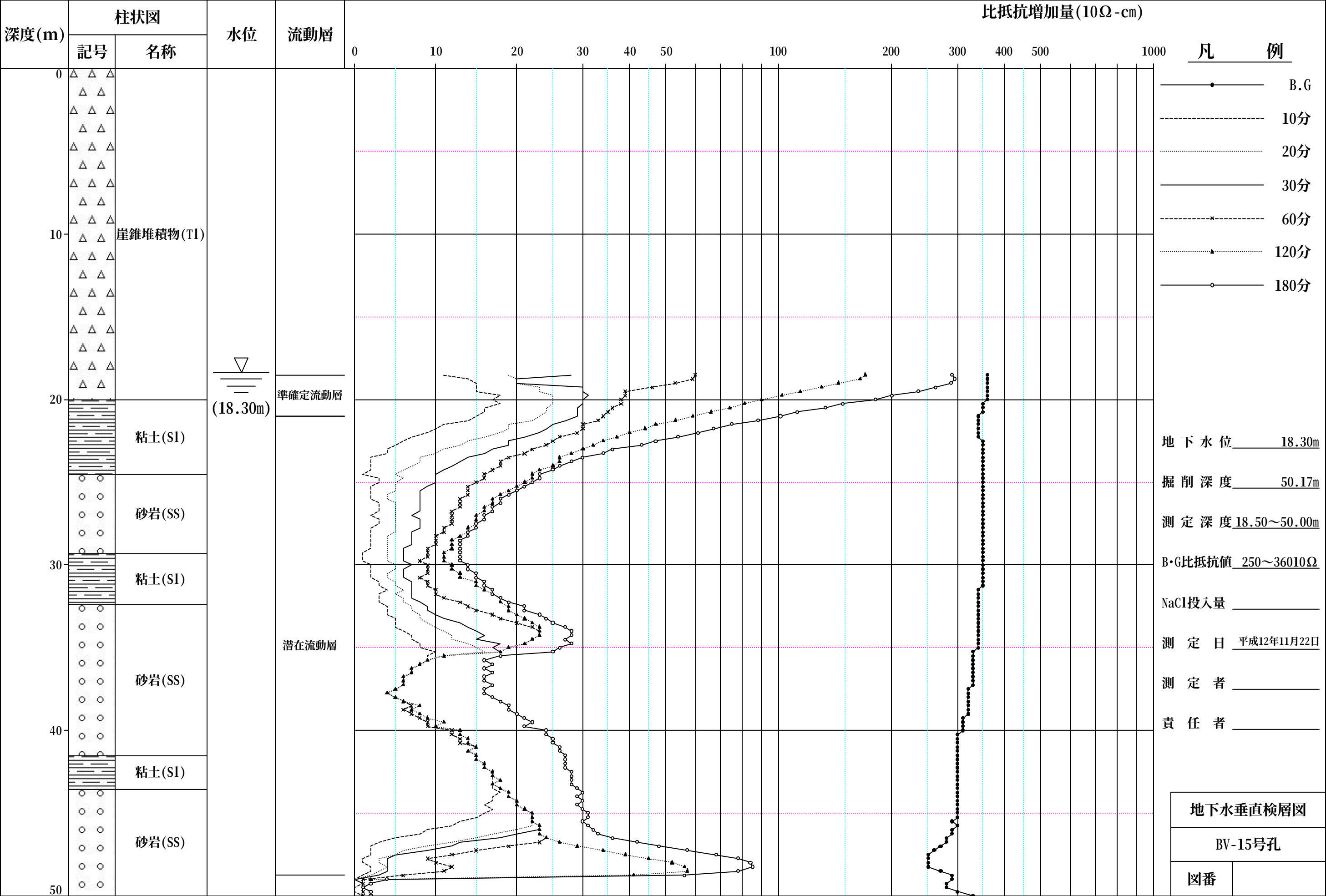
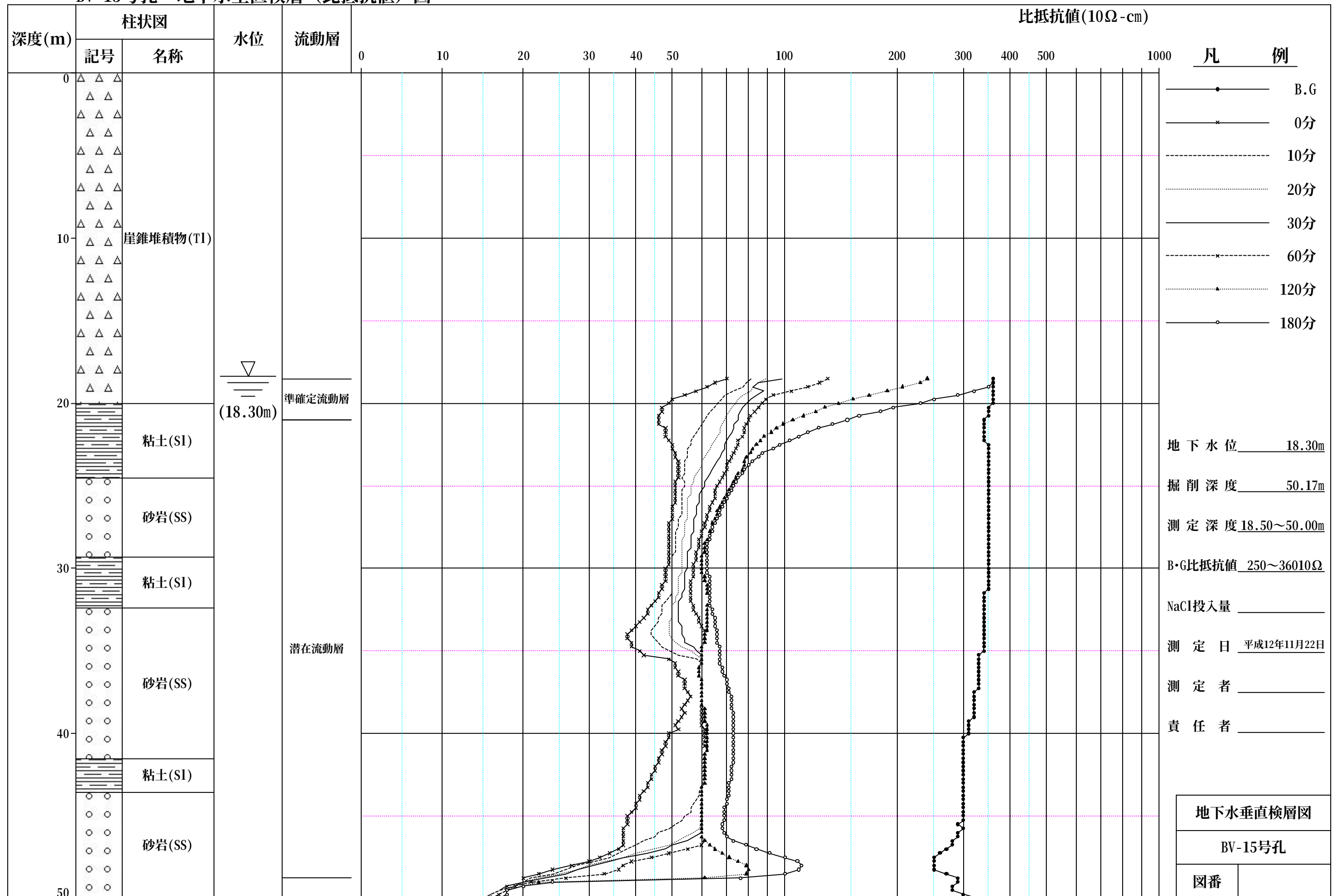


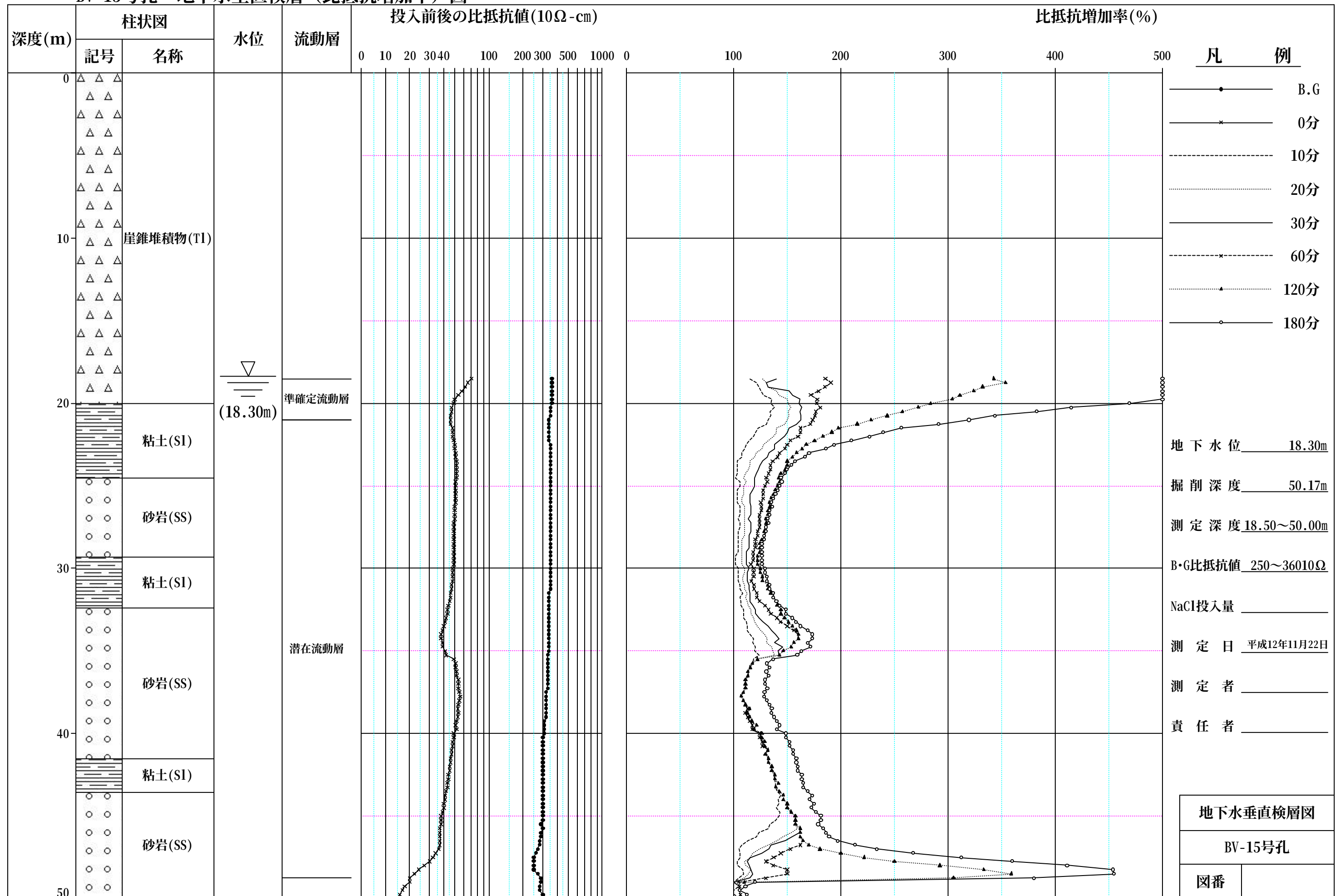
調査名：五大調査
BV-15号孔 地下水垂直検層（比抵抗増加量）図



調査名：五大調査
BV-15号孔 地下水垂直検層（比抵抗値）図



調査名：五大調査
BV-15号孔 地下水垂直検層（比抵抗増加率）図



地下水検層測定記録

1 / 5

調 査 名	五大調査						孔 番	BV-15		測 定 者			責 任 者		
測 定 日	平成12年11月22日	地下水位	18.30m	掘削深度	50.17m	測定深度	18.50～50.00m	湧 水	m	NaCl投入量	g	B.G比抵抗値	250～36010Ω・cm		

No.	深度 m	NaCl投入前 比抵抗値 10Ω-cm	NaCl投入後 比抵抗値 10Ω-cm	10分後		20分後		30分後		60分後		120分後		180分後		比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm
				比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm				
1	18.50	360	70	81	11	89	19	98	28	130	60	240	170	360	290				
2	18.75	360	65	79	14	85	20	85	20	124	59	230	165	360	295				
3	19.00	360	62	77	15	82	20	82	20	115	53	206	144	350	288				
4	19.25	360	58	73	15	81	23	88	30	104	46	188	130	320	262				
5	19.50	360	54	69	15	77	23	84	30	93	39	168	114	290	236				
6	19.75	360	50	68	18	75	25	81	31	89	39	152	102	250	200				
7	20.00	360	49	66	17	74	25	79	30	87	38	139	90	230	181				
8	20.25	350	47	65	18	72	25	77	30	85	38	128	81	195	148				
9	20.50	350	47	63	16	71	24	76	29	83	36	121	74	180	133				
10	20.75	350	46	62	16	70	24	75	29	81	35	112	66	158	112				
11	21.00	340	46	61	15	69	23	75	29	80	34	105	59	147	101				
12	21.25	340	46	60	14	68	22	73	27	79	33	99	53	134	88				
13	21.50	340	48	59	11	67	19	73	25	78	30	95	47	123	75				
14	21.75	340	48	58	10	67	19	72	24	78	30	92	44	115	67				
15	22.00	340	48	57	9	66	18	71	23	77	29	88	40	109	61				
16	22.25	340	49	56	7	65	16	70	21	75	26	86	37	103	54				
17	22.50	350	50	56	6	64	14	69	19	75	25	84	34	97	47				
18	22.75	350	50	55	5	63	13	69	19	74	24	82	32	93	43				
19	23.00	350	51	55	4	62	11	68	17	73	22	81	30	87	36				
20	23.25	350	51	55	4	61	10	67	16	72	21	79	28	85	34				
21	23.50	350	52	54	2	60	8	66	14	71	19	78	26	82	30				
22	23.75	350	52	54	2	60	8	65	13	70	18	78	26	80	28				
23	24.00	350	52	54	2	59	7	64	12	70	18	77	25	78	26				
24	24.25	350	52	54	2	58	6	63	11	69	17	75	23	77	25				
25	24.50	350	52	53	1	57	5	62	10	68	16	74	22	75	23				

地下水検層測定記録

2 / 5

No.	深度 m	NaCl投入前 比抵抗値 10Ω-cm	NaCl投入後 比抵抗値 10Ω-cm	10分後		20分後		30分後		60分後		120分後		180分後		比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm
				比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm				
26	24.75	350	51	54	3	57	6	61	10	67	16	73	22	74	23				
27	25.00	350	51	54	3	56	5	61	10	66	15	72	21	73	22				
28	25.25	350	51	53	2	56	5	60	9	65	14	71	20	72	21				
29	25.50	350	51	53	2	56	5	59	8	65	14	70	19	71	20				
30	25.75	350	51	53	2	55	4	59	8	65	14	69	18	70	19				
31	26.00	350	51	53	2	55	4	59	8	64	13	68	17	69	18				
32	26.25	350	50	53	3	55	5	58	8	63	13	67	17	68	18				
33	26.50	350	50	53	3	55	5	58	8	63	13	66	16	67	17				
34	26.75	350	50	53	3	55	5	58	8	62	12	66	16	67	17				
35	27.00	350	50	52	2	55	5	57	7	62	12	65	15	66	16				
36	27.25	350	49	52	3	54	5	57	8	61	12	64	15	65	16				
37	27.50	350	49	52	3	54	5	57	8	61	12	64	15	64	15				
38	27.75	350	49	51	2	54	5	57	8	60	11	63	14	64	15				
39	28.00	350	49	51	2	54	5	56	7	60	11	63	14	63	14				
40	28.25	350	49	51	2	53	4	56	7	59	10	62	13	63	14				
41	28.50	350	49	51	2	53	4	56	7	59	10	61	12	62	13				
42	28.75	350	49	51	2	53	4	56	7	59	10	61	12	62	13				
43	29.00	350	49	51	2	53	4	55	6	58	9	61	12	62	13				
44	29.25	350	49	50	1	53	4	55	6	58	9	60	11	62	13				
45	29.50	350	49	50	1	53	4	55	6	58	9	60	11	62	13				
46	29.75	350	49	50	1	53	4	55	6	57	8	60	11	62	13				
47	30.00	350	48	50	2	53	5	55	7	57	9	60	12	62	14				
48	30.25	350	48	50	2	53	5	54	6	57	9	60	12	62	14				
49	30.50	350	48	50	2	52	4	54	6	57	9	61	13	63	15				
50	30.75	350	48	50	2	52	4	54	6	56	8	61	13	63	15				
51	31.00	350	47	50	3	52	5	54	7	56	9	62	15	63	16				
52	31.25	350	47	50	3	52	5	54	7	56	9	62	15	63	16				
53	31.50	340	46	50	4	52	6	53	7	56	10	62	16	63	17				
54	31.75	340	46	49	3	51	5	53	7	56	10	63	17	63	17				
55	32.00	340	45	48	3	51	6	52	7	56	11	63	18	63	18				

地下水検層測定記録

3 / 5

No.	深度 m	NaCl投入前 比抵抗値 10Ω-cm	NaCl投入後 比抵抗値 10Ω-cm	10分後		20分後		30分後		60分後		120分後		180分後		比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm
				比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm				
56	32.25	340	44	47	3	50	6	52	8	57	13	62	18	63	19				
57	32.50	340	43	47	4	50	7	52	9	57	14	62	19	64	21				
58	32.75	340	43	47	4	50	7	52	9	58	15	62	19	64	21				
59	33.00	340	42	46	4	50	8	52	10	59	17	62	20	65	23				
60	33.25	340	41	46	5	49	8	52	11	59	18	62	21	65	24				
61	33.50	340	40	45	5	49	9	53	13	60	20	62	22	65	25				
62	33.75	340	39	44	5	49	10	53	14	61	22	62	23	66	27				
63	34.00	340	38	44	6	49	11	53	15	61	23	61	23	66	28				
64	34.25	340	38	45	7	50	12	54	16	61	23	61	23	66	28				
65	34.50	340	39	46	7	51	12	54	15	61	22	61	22	66	27				
66	34.75	340	39	47	8	53	14	57	18	60	21	60	21	67	28				
67	35.00	340	41	49	8	56	15	58	17	60	19	60	19	67	26				
68	35.25	330	42	52	10	58	16	60	18	60	18	60	18	67	25				
69	35.50	330	49	58	9	60	11	60	11	60	11	60	11	67	18				
70	35.75	330	51	60	9	60	9	60	9	60	9	60	9	67	16				
71	36.00	330	51	59	8	59	8	59	8	59	8	59	8	68	17				
72	36.25	330	52	59	7	59	7	59	7	59	7	59	7	68	16				
73	36.50	330	52	59	7	59	7	59	7	59	7	59	7	69	17				
74	36.75	330	54	60	6	60	6	60	6	60	6	60	6	70	16				
75	37.00	330	54	60	6	60	6	60	6	60	6	60	6	70	16				
76	37.25	330	54	60	6	60	6	60	6	60	6	60	6	71	17				
77	37.50	320	55	60	5	60	5	60	5	60	5	60	5	71	16				
78	37.75	320	56	60	4	60	4	60	4	60	4	60	4	72	16				
79	38.00	320	55	60	5	60	5	60	5	60	5	60	5	72	17				
80	38.25	320	54	60	6	60	6	60	6	60	6	60	6	72	18				
81	38.50	320	53	60	7	60	7	60	7	60	7	61	8	72	19				
82	38.75	320	54	60	6	60	6	60	6	60	6	61	7	73	19				
83	39.00	320	53	60	7	60	7	60	7	60	7	61	8	73	20				
84	39.25	310	52	60	8	60	8	60	8	60	8	61	9	73	21				
85	39.50	310	51	60	9	60	9	60	9	60	9	62	11	73	22				

地下水検層測定記録

4 / 5

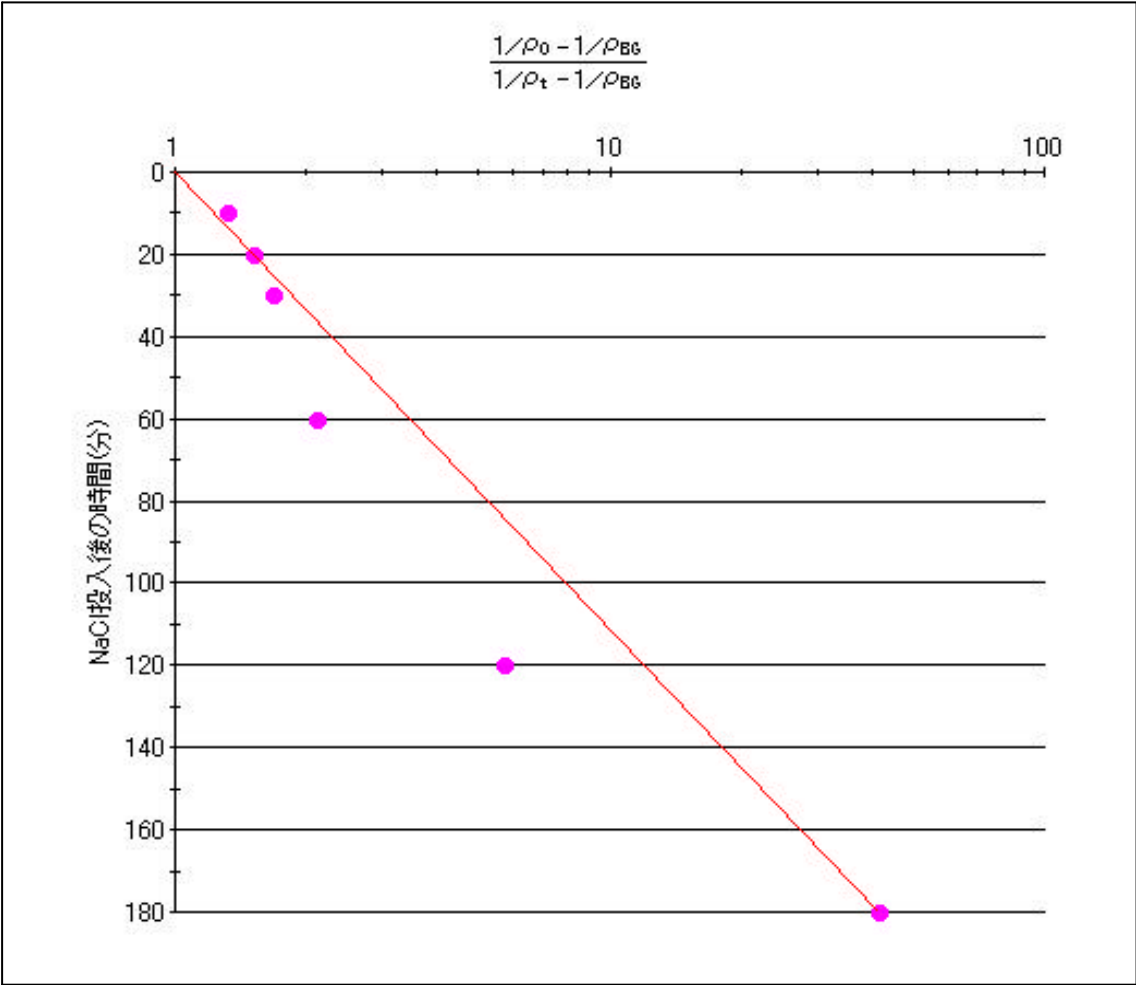
No.	深度 m	NaCl投入前 比抵抗値 10Ω-cm	NaCl投入後 比抵抗値 10Ω-cm	10分後		20分後		30分後		60分後		120分後		180分後		比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm
				比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm	比抵抗値 10Ω-cm	増加量 10Ω-cm				
86	39.75	310	52	61	9	61	9	61	9	61	9	62	10	73	21				
87	40.00	310	49	61	12	61	12	61	12	61	12	62	13	73	24				
88	40.25	300	49	61	12	61	12	61	12	61	12	62	13	73	24				
89	40.50	300	48	61	13	61	13	61	13	61	13	62	14	73	25				
90	40.75	300	48	61	13	61	13	61	13	61	13	62	14	73	25				
91	41.00	300	47	62	15	62	15	62	15	62	15	62	15	73	26				
92	41.25	300	47	61	14	61	14	61	14	61	14	61	14	73	26				
93	41.50	300	46	61	15	61	15	61	15	61	15	61	15	73	27				
94	41.75	300	46	61	15	61	15	61	15	61	15	61	15	73	27				
95	42.00	300	45	61	16	61	16	61	16	61	16	61	16	72	27				
96	42.25	300	45	61	16	61	16	61	16	61	16	61	16	72	27				
97	42.50	300	44	61	17	61	17	61	17	61	17	61	17	72	28				
98	42.75	300	44	61	17	61	17	61	17	61	17	61	17	72	28				
99	43.00	300	43	60	17	61	18	61	18	61	18	61	18	71	28				
100	43.25	300	43	60	17	60	17	60	17	60	17	60	17	71	28				
101	43.50	300	42	59	17	60	18	60	18	60	18	60	18	71	29				
102	43.75	300	41	59	18	60	19	60	19	60	19	60	19	71	30				
103	44.00	300	41	58	17	60	19	60	19	60	19	60	19	70	29				
104	44.25	300	40	57	17	60	20	60	20	60	20	60	20	70	30				
105	44.50	300	40	56	16	60	20	60	20	60	20	60	20	69	29				
106	44.75	300	39	56	17	60	21	60	21	60	21	60	21	69	30				
107	45.00	300	38	54	16	60	22	60	22	60	22	60	22	69	31				
108	45.25	300	38	53	15	60	22	60	22	60	22	60	22	69	31				
109	45.50	290	38	51	13	60	22	60	22	60	22	60	22	68	30				
110	45.75	300	37	49	12	59	22	60	23	60	23	60	23	68	31				
111	46.00	290	37	46	9	57	20	60	23	60	23	60	23	69	32				
112	46.25	290	37	45	8	54	17	57	20	60	23	60	23	70	33				
113	46.50	280	37	42	5	52	15	55	18	61	24	61	24	73	36				
114	46.75	280	37	40	3	49	12	50	13	60	23	63	26	79	42				
115	47.00	270	36	38	2	45	9	48	12	55	19	65	29	84	48				

地下水検層測定記録

5 / 5

[illegible]

透 水 係 数 算 出 結 果



算 出 深 度 : 19.25 m

動 水 勾 配 : 1.000 %

孔 径 : 15 cm

算 出 時 間 : 180 分

透 水 係 数 : 4.1×10^{-1} cm/s

計測時間(分)	比抵抗値(Ω -cm)	$((1/\rho_0)-(1/\rho_{BG}))/((1/\rho_t)-(1/\rho_{BG}))$
B.G	3600	-
0	580	-
10	730	1.324
20	810	1.512
30	880	1.685
60	1040	2.115
120	1880	5.691
180	3200	41.655

透 水 係 数

(松原・伊藤・小川らによる*)

透水係数の算出を行うために、下記の前提条件を置く。

- ・孔内では、垂直流は無いものとし、水平流のみを考える。
- ・孔内における電解質物質の拡散による濃度変化は無視できる

深さ: L , 半径: R のボーリング孔内の電解質量を時間の関数として求める。

$$\text{孔内体積 } V = \pi \cdot R^2 \cdot L$$

地下水の流速を v とし、単位時間あたりにボーリング孔内へ流入する水量を V_0 。

その電解質量を C とする。また、BackGround値を C_{BG} とあらわす。

流入した地下水は、ボーリング孔内水と直ちに平均化され、一様な濃度 $\frac{C(t)}{V}$ となり、

その地下水が単位時間に V_0 だけ流出すると仮定する。

時刻 t から $t + dt$ の間に、電解質量が $C(t)$ から $C(t + dt)$ まで変化したとすると、

その変化量 $dC(t)$ は、

$$\begin{aligned} dC(t) &= C(t + dt) - C(t) \\ &= - \frac{V_0 \cdot C(t)}{V} \cdot dt + \frac{V_0 \cdot C_{BG}}{V} \cdot dt \\ &= - \frac{V_0}{V} (C(t) - C_{BG}) \cdot dt \end{aligned}$$

変数分離をおこない、

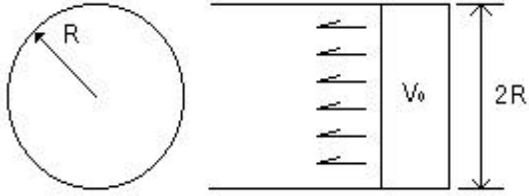
$$\begin{aligned} \int \frac{dC(t)}{C(t) - C_{BG}} &= - \frac{V_0}{V} \int dt \\ \therefore \ln(C(t) - C_{BG}) &= - \frac{V_0}{V} \cdot t + \alpha \quad (\alpha \text{ は積分定数}) \end{aligned}$$

初期条件として、 $t = 0$ で $C(0) = C_0$ とおくと、

$$\begin{aligned} \alpha &= \ln(C_0 - C_{BG}) \\ \therefore \ln \frac{C(t) - C_{BG}}{C_0 - C_{BG}} &= - \frac{V_0}{V} \cdot t \\ C(t) &= C_{BG} + (C_0 - C_{BG}) \cdot e^{-\frac{V_0}{V} t} \end{aligned}$$

ここで、 V_0 と流速 v の関係を求める。

地下水を一様な層流と仮定すると、



$$V_0 = 2 \cdot R \cdot v \cdot L$$

したがって、

$$\frac{V_0}{V} = \frac{2 \cdot R \cdot v \cdot L}{\pi \cdot R^2 \cdot L} = \frac{2 \cdot v}{\pi \cdot R}$$

ゆえに電解質量 $C(t)$ は、

$$C(t) = C_{BG} + (C_0 - C_{BG}) \cdot e^{-\frac{2v}{\pi R} t}$$

よって、地下水流速 v は、

$$C(t) - C_{BG} = (C_0 - C_{BG}) \cdot e^{-\frac{2v}{\pi R} t}$$

$$\ln(C(t) - C_{BG}) = \ln(C_0 - C_{BG}) - \frac{2 \cdot v}{\pi \cdot R} \cdot t$$

$$\frac{2 \cdot v}{\pi \cdot R} \cdot t = \ln \frac{C_0 - C_{BG}}{C(t) - C_{BG}} = \frac{\log \frac{C_0 - C_{BG}}{C(t) - C_{BG}}}{\log e}$$

$$\therefore v = \frac{R}{t} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{\log e} \cdot \log \frac{C_0 - C_{BG}}{C(t) - C_{BG}}$$

$$= \frac{R}{t} \cdot (1.57 \times 2.30) \cdot \log \frac{C_0 - C_{BG}}{C(t) - C_{BG}}$$

$$= 3.61 \cdot \frac{R}{t} \cdot \log \frac{C_0 - C_{BG}}{C(t) - C_{BG}}$$

ここで、透水係数を K 、動水勾配を i とすると、ダルシーの法則より、

$$K = v / i$$

また電解質量 C は比抵抗 ρ に対し次式の関係がある。

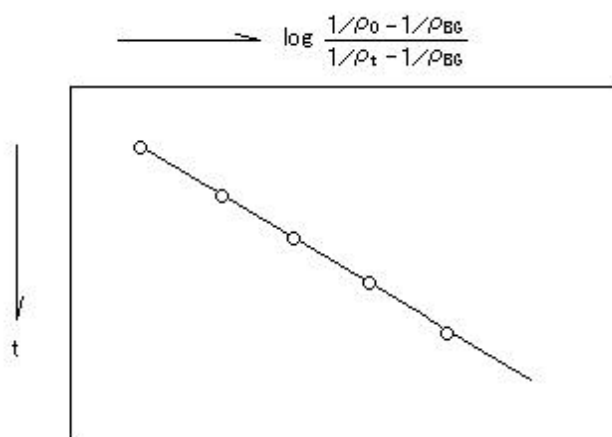
$$C = K \cdot \frac{1}{\rho} \quad (K: \text{定数})$$

$$\therefore \frac{C_0 - C_{BG}}{C(t) - C_{BG}} = \frac{\frac{1}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_{BG}}}{\frac{1}{\rho(t)} - \frac{1}{\rho_{BG}}}$$

したがって、地下水流速 v は次式に変換される。

$$v = 3.61 \cdot \frac{R}{t} \cdot \log \frac{\frac{1}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_{BG}}}{\frac{1}{\rho(t)} - \frac{1}{\rho_{BG}}} \quad \dots (A)$$

(A) 式は右辺の対数項と時間 t との一次の相関を有し、その比例定数から地下水流速 v が求められることを示している。



よって、透水係数 K は、

$$K = \frac{3.61 \cdot \frac{R}{t} \cdot \log \frac{\frac{1}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_{BG}}}{\frac{1}{\rho(t)} - \frac{1}{\rho_{BG}}}}{i}$$

$\rho(t)$	: NaCl投入後 t における比抵抗値	R	: 孔半径 cm
ρ_{BG}	: バックグラウンド比抵抗値	t	: NaCl投入後の時間 sec
ρ_0	: NaCl投入直後の比抵抗値	i	: 動水勾配

* 北陸地盤工学会誌 北陸地盤情報 第4号(1994.6 No.4)
[地下水検層結果の定量的評価]