

4.8 揚水試験結果

ジフェニルアルシン酸による地下水汚染発覚の起点となった A 井戸周囲における地下水挙動を把握し、水理定数を確認するため、揚水調査を実施した。

4.8.1 試験位置

新規の揚水井戸を用い、下記の 3 地点において揚水試験を実施した。調査位置は図 4.8.1 に示す。

- A 井戸直近(15m 井戸)
- A 井戸直近(30m 井戸)
- グラウンド北西角(No.27 付近)

4.8.2 試験方法

調査を実施する際の手順を以下に示す。

- 仮設準備
- 足場仮設・資材搬入
- 掘削作業
- ストレーナ加工・パイプ加工
- センターライザー取り付け
- ストレーナ管挿入
- セメンティング
- 井戸内洗浄
- ポンプ取り付け・洗浄
- 揚水試験(段階・本試験)
- 解体・撤去

図 4.8.2 作業フロー



図 4.8.3 揚水試験全景



図 4.8.4 揚水試験 A 井戸直近 30m

揚水試験は「予備揚水」、「段階揚水」、「連続揚水試験」の順で行った。

「予備揚水試験」は、汚水を十分排出した上でを行い、段階揚水試験のための資料を得るために実施した。

「段階揚水試験」は、段階上昇方式とし、限界揚水量及び適正揚水量を求めるために実施した。

「連続揚水試験」は、8時間連続で実施した。

使用した主な機器は水中ポンプ、揚水管、発電機、流量測定器、自記水位計等である。水位計のサンプリング間隔は1分とし、試験結果から Jacob の直線解析法式(1)、(2)を用いて透水係数、透水量係数及び貯留係数を算出した。

$$T = 2.30 \times Q / (4 \times S) \quad \text{式(1)}$$

$$k = 100 T / 60b \quad \text{式(2)}$$

$$S = 2.25 T (t/r^2) \quad \text{式(3)}$$

T : 透水量係数(m ³ /m/min)
Q : 揚水量(m ³ /min)
b : 帯水層の厚さ(m)
S : logt の 1 サイクルにおける水位低下量(m)
k : 透水係数(cm/sec)
S : 貯留係数
t : 揚水開始後の経過時間(min)
r : 揚水井から観測井までの距離(m)

4.8.3 掘削井戸仕様

揚水井戸、観測井戸の仕様を以下の表に示す。

表 4.8.1 揚水井戸及び観測井戸の仕様

名称	井戸種類	深度 (m)	ストレーナ区間 (G.L.-m)	孔径 (mm)	開口率 (%)	揚水井戸からの距離(m)	
A15	A-1	揚水井戸	15	10 ~ 15	100	10	-
	A-2	観測孔	15	10 ~ 15	50	10	1m
	A-3	観測孔	15	10 ~ 15	50	10	2m
A30	B-1	揚水井戸	33.1	20 ~ 30	150	10	-
	B-2	観測孔	36.5	20 ~ 30	50	10	1m
	B-3	観測孔	33.3	20 ~ 30	50	10	5m
グラウンド 北西角	C-1	揚水井戸	38.4	20 ~ 36	150	10	-
	C-2	観測孔	36.5	20 ~ 36	50	10	1m
	C-3	観測孔	35.7	20 ~ 35	50	10	2m
	C-4	観測孔	35.7	20 ~ 35	50	10	1m
	C-5	観測孔	35.9	20 ~ 35	50	10	2m
	C-6	観測孔	37.8	20 ~ 37	50	10	5.8m

4.8.4 揚水試験結果

揚水試験時は、周囲の既設観測井戸においても水位測定を行い、それぞれの井戸における試験結果から水理定数を求めた。結果を以下の表に示す。

試験の結果、A 井戸 15m付近では 3×10^{-3} cm/sec 程度の透水係数が得られた。これは、Ds1 層に相当する。

A 井戸 30m付近では 7×10^{-2} cm/sec 程度、グランド北西角では 1×10^{-1} cm/sec 程度の透水係数が得られ、これらは Dg2 層に相当する。

得られた透水係数は、地下水汚染シミュレーションの水理定数の参考とした。

表 4.8.2 連続揚水試験結果 (A15m)

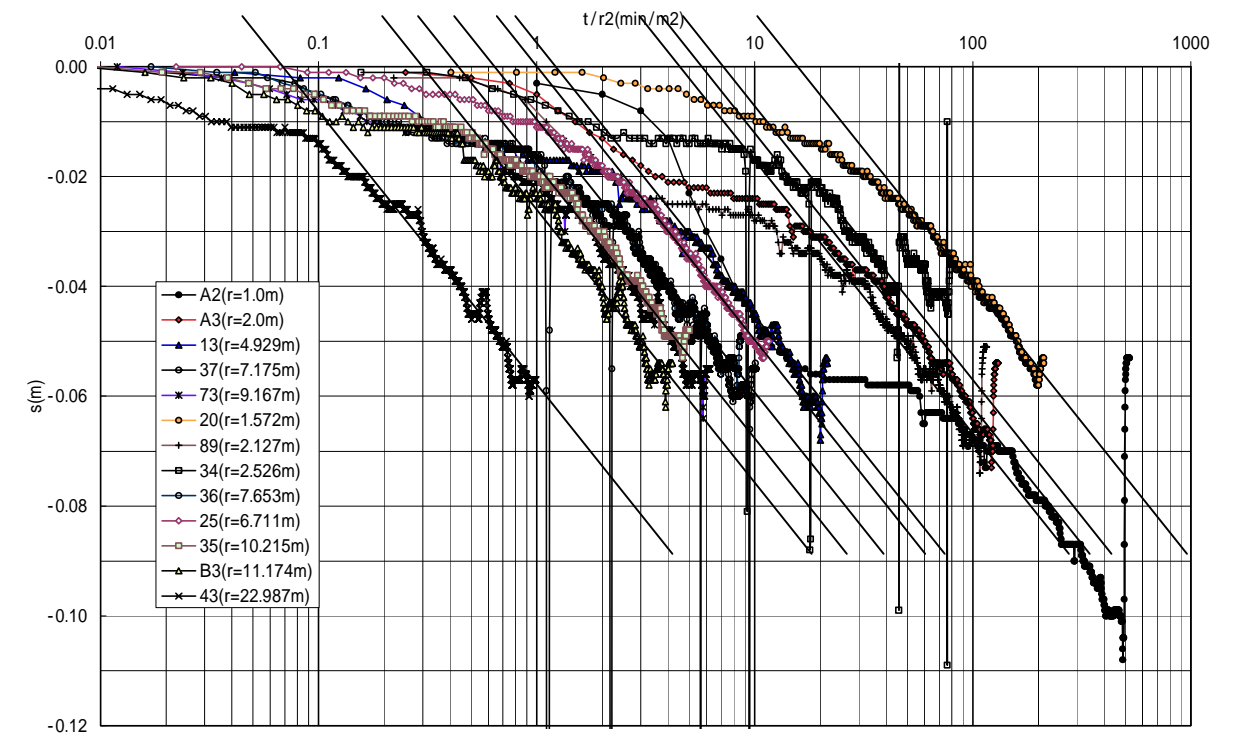
A15m 揚水量 Q_p (L/min) : 15

井戸番号	揚水井戸からの距離 r(m)	1 サイクル水位低下量 s(m)	直線と横軸の交点(t/r^2)s=0	透水量係数 T(m ² /min)	透水係数 k(cm/s)	貯留係数 S
A2	1.000	0.0415	2.1	0.06615	3.82E-03	0.31258
A3	2.000	0.0415	2.1	0.06615	3.82E-03	0.31258
13	4.929	0.0415	0.325	0.06615	3.82E-03	0.04838
20	1.572	0.0415	4.2	0.06615	3.82E-03	0.62516
89	2.127	0.0415	1	0.06615	3.82E-03	0.14885
25	6.711	0.0415	0.203	0.06615	3.82E-03	0.03022
34	2.526	0.0415	2.1	0.06615	3.82E-03	0.31258
37	7.175	0.0415	0.14	0.06615	3.82E-03	0.02084
36	7.653	0.0415	0.14	0.06615	3.82E-03	0.02084
73	9.167	0.0415	0.14	0.06615	3.82E-03	0.02084
35	10.215	0.0415	0.068	0.06615	3.82E-03	0.01012
B3	11.174	0.0415	0.068	0.06615	3.82E-03	0.01012
43	22.987	0.0415	0.025	0.06615	3.82E-03	0.00372

A15m 揚水量 Q_p (L/min) : 17

井戸番号	揚水井戸からの距離 r(m)	1 サイクル水位低下量 s(m)	直線と横軸の交点(t/r^2)s=0	透水量係数 T(m ² /min)	透水係数 k(cm/s)	貯留係数 S
A2	1.000	0.05	1.25	0.06223	3.59E-03	0.17502
A3	2.000	0.05	5.85	0.06223	3.59E-03	0.81910
13	4.929	0.05	1.25	0.06223	3.59E-03	0.17502
20	1.572	0.05	16.5	0.06223	3.59E-03	2.31028
89	2.127	0.05	4.7	0.06223	3.59E-03	0.65808
25	6.711	0.05	1.05	0.06223	3.59E-03	0.14702
34	2.526	0.05	7.4	0.06223	3.59E-03	1.03612
37	7.175	0.05	0.66	0.06223	3.59E-03	0.09241
36	7.653	0.05	0.66	0.06223	3.59E-03	0.09241
73	9.167	0.05	0.44	0.06223	3.59E-03	0.06161
35	10.215	0.05	0.44	0.06223	3.59E-03	0.06161
B3	11.174	0.05	0.31	0.06223	3.59E-03	0.04341
43	22.987	0.05	0.072	0.06223	3.59E-03	0.01008

A 井戸直近 15m(17 L/min)における試験結果を図 4.9.5 に示す。



連続揚水試験 (17L/min) 0423

図 4.8.5 連続揚水データの例

表 4.8.3 連続揚水試験結果 (A30m)

A30m 揚水量 $Q_p(L/min)$: 147

井戸番号	揚水井戸からの距離 $r(m)$	1 サイクル水位低下量 $s(m)$	直線と横軸の交点 $(t/r^2)s=0$	透水量係数 $T(m^2/min)$	透水係数 $k(cm/s)$	貯留係数 S
37	1.000	0.026	0.08	1.03481	5.97E-02	0.18627
73	2.994	0.026	0.0255	1.03481	5.97E-02	0.05937
B3	5.000	0.026	0.0059	1.03481	5.97E-02	0.01374
B2	1.000	0.026	0.0102	1.03481	5.97E-02	0.02375
160	2.420	0.026	1.00	1.03481	5.97E-02	2.32833
36	6.744	0.038	0.12	0.70803	4.08E-02	0.19117
13	1.246	0.026	0.46	1.03481	5.97E-02	1.07103
A1	6.175	0.026	0.0475	1.03481	5.97E-02	0.11060
34	8.254	0.026	0.0102	1.03481	5.97E-02	0.02375
35	14.103	0.038	0.086	0.70803	4.08E-02	0.13700

A30m 揚水量 $Q_p(L/min)$: 225

井戸番号	揚水井戸からの距離 $r(m)$	1 サイクル水位低下量 $s(m)$	直線と横軸の交点 $(t/r^2)s=0$	透水量係数 $T(m^2/min)$	透水係数 $k(cm/s)$	貯留係数 S
37	1.000	0.03	0.011	1.37271	7.92E-02	0.03397
73	2.994	0.03	0.0056	1.37271	7.92E-02	0.01730
B3	5.000	0.03	0.0012	1.37271	7.92E-02	0.00371
B2	1.000	0.03	0.00068	1.37271	7.92E-02	0.00210
160	2.420	0.049	1.3	0.84044	4.85E-02	2.45828
36	6.744	0.03	0.01	1.37271	7.92E-02	0.03089
13	1.246	0.03	0.14	1.37271	7.92E-02	0.43240
A1	6.175	0.03	0.012	1.37271	7.92E-02	0.03706
34	8.254	0.03	0.0028	1.37271	7.92E-02	0.00865
35	14.103	0.03	0.016	1.37271	7.92E-02	0.04942

表 4.8.4 連続揚水試験結果 (グランド北西角)

揚水量 $Q_p(L/min)$: 150

井戸番号	揚水井戸からの距離 $r(m)$	1 サイクル水位低下量 $s(m)$	直線と横軸の交点 $(t/r^2)s=0$	透水量係数 $T(m^2/min)$	透水係数 $k(cm/s)$	貯留係数 S
C2	1.072	0.028	0.25	0.98051	5.66E-02	0.55154
C3	2.016	0.028	0.25	0.98051	5.66E-02	0.55154
C4	1.012	0.02	0.045	1.37271	7.92E-02	0.13899
C5	2.033	0.028	0.031	0.98051	5.66E-02	0.06839
C6	5.772	0.04	0.105	0.68636	3.96E-02	0.16215
27	5.473	0.03	0.012	0.91514	5.28E-02	0.02471
47	36.606	0.026	0.0052	1.05593	6.09E-02	0.01235
155	4.989	0.028	0.013	0.98051	5.66E-02	0.02868
156	14.82	0.024	0.009	1.14393	6.60E-02	0.02316
40	25.33	0.027	0.0061	1.01682	5.86E-02	0.01396
34	49.826	0.033	0.0033	0.83195	4.80E-02	0.00618
42	56.896	0.027	0.0022	1.01682	5.86E-02	0.00503
33	78.834	0.028	0.0018	0.98051	5.66E-02	0.00397
87	115.897	0.025	0.0006	1.09817	6.33E-02	0.00148

揚水量 $Q_p(L/min)$: 190

井戸番号	揚水井戸からの距離 $r(m)$	1 サイクル水位低下量 $s(m)$	直線と横軸の交点 $(t/r^2)s=0$	透水量係数 $T(m^2/min)$	透水係数 $k(cm/s)$	貯留係数 S
C2	1.072	0.014	0.0057	2.48396	1.43E-01	0.03186
C3	2.016	0.0125	0.17	2.78203	1.60E-01	1.06413
C4	1.012	0.014	0.0015	2.48396	1.43E-01	0.00838
C5	2.033	0.018	0.0014	1.93197	1.11E-01	0.00609
C6	5.772	0.026	0.082	1.33751	7.71E-02	0.24677
27	5.473	0.017	0.0042	2.04561	1.18E-01	0.01933
47	36.606	0.01	0.0058	3.47754	2.01E-01	0.04538
155	4.989	0.019	0.0081	1.83028	1.06E-01	0.03336
156	14.82	0.013	0.0032	2.67503	1.54E-01	0.01926
40	25.33	0.013	0.0053	2.67503	1.54E-01	0.0319
34	49.826	0.018	0.009	1.93197	1.11E-01	0.03912
42	56.896	0.036	0.024	0.96598	5.57E-02	0.05216
33	78.834	0.016	0.005	2.17346	1.25E-01	0.02445
87	115.897	0.019	0.0051	1.83028	1.06E-01	0.021

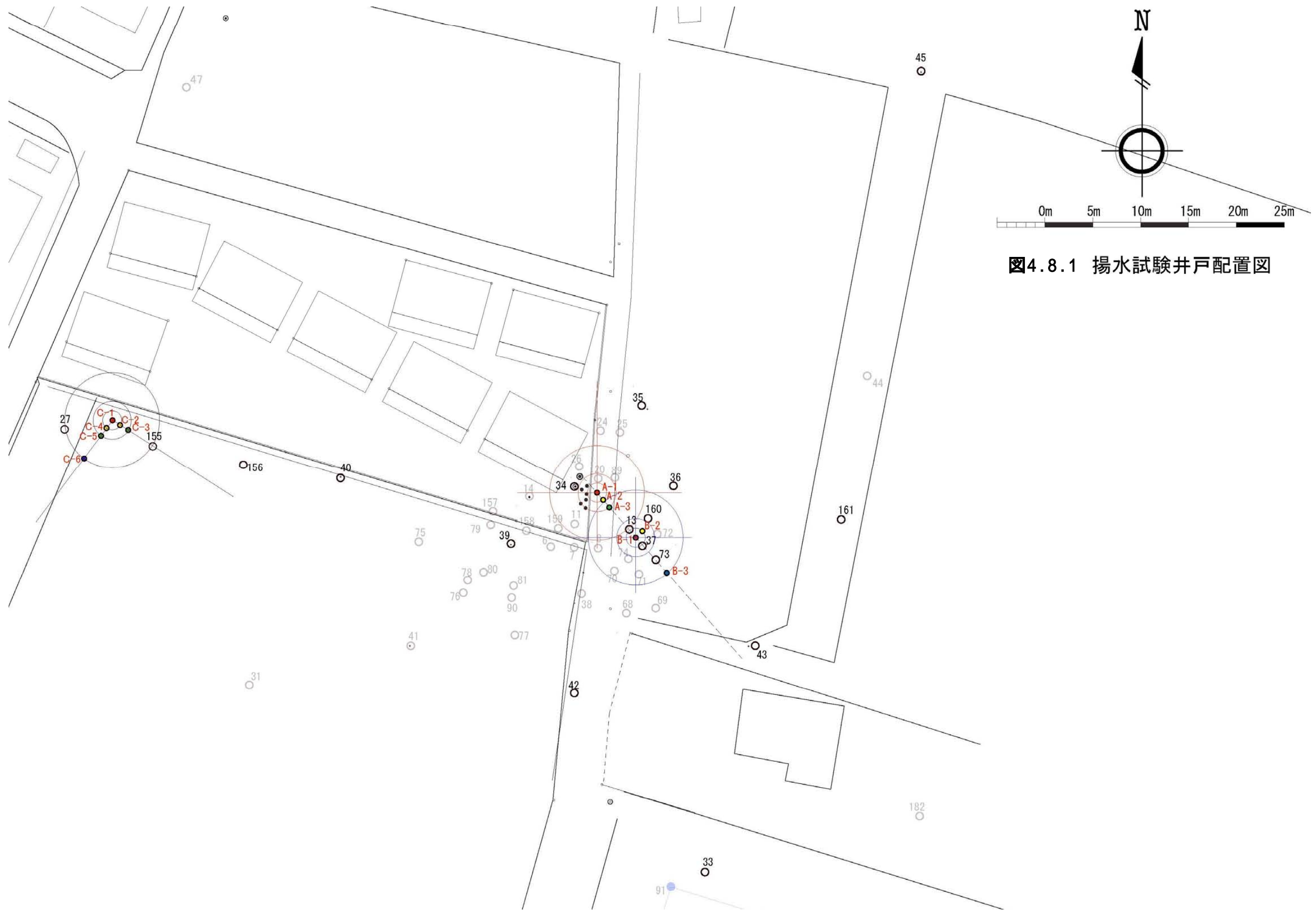


図4.8.1 揚水試験井戸配置図

4.8.5 揚水試験時の周辺観測孔のジフェニルアルシン酸の濃度変化

揚水試験時の周辺観測孔のジフェニルアルシン酸の濃度変化を把握するため、周辺観測孔から地下水を採取しジフェニルアルシン酸の濃度を分析した。

表 4.8.5 に揚水試験時の観測孔と地下水採取深度を示す。なお、地下水は段階揚水時と連続揚水時にも採取した。 図 4.8.6 に揚水孔と地下水採取孔の位置図を、図 4.8.7 に揚水試験時の周辺観測孔のジフェニルアルシン酸の濃度変化図を示す。なお、図中の点線は連続揚水の前日に行った段階揚水試験時の濃度である。

表 4.8.5 揚水試験時の観測孔と地下水採取深度

揚水孔	地下水採取孔	地下水採取深度	備考
A-1 (15m孔)	A-1(揚水井戸自身)	10m	段階・連続共採取
	34	10m	段階・連続共採取
	37	10m	段階・連続共採取
	39	10m	段階・連続共採取
B-1 (30m孔)	B-1(揚水井戸自身)	20m	段階・連続共採取
	39	20m	段階・連続共採取

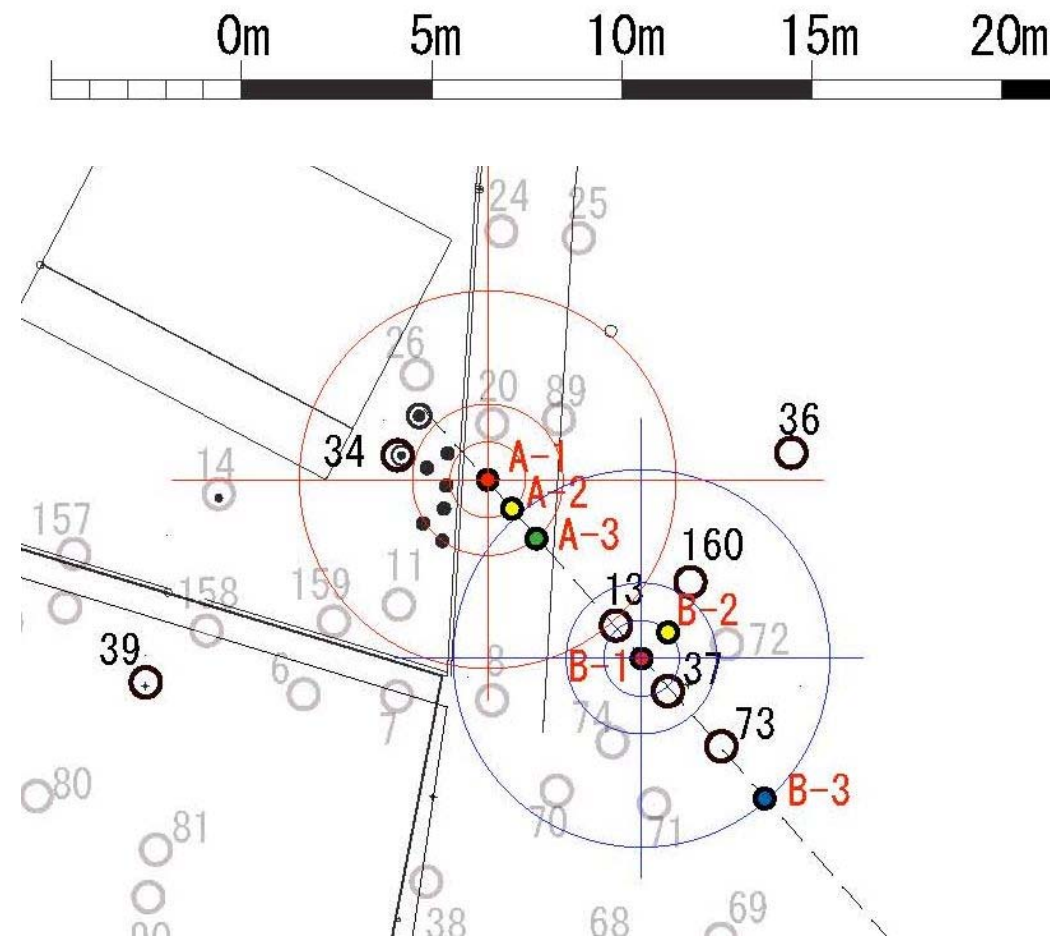


図 4.8.6 揚水孔と地下水採取孔の位置図

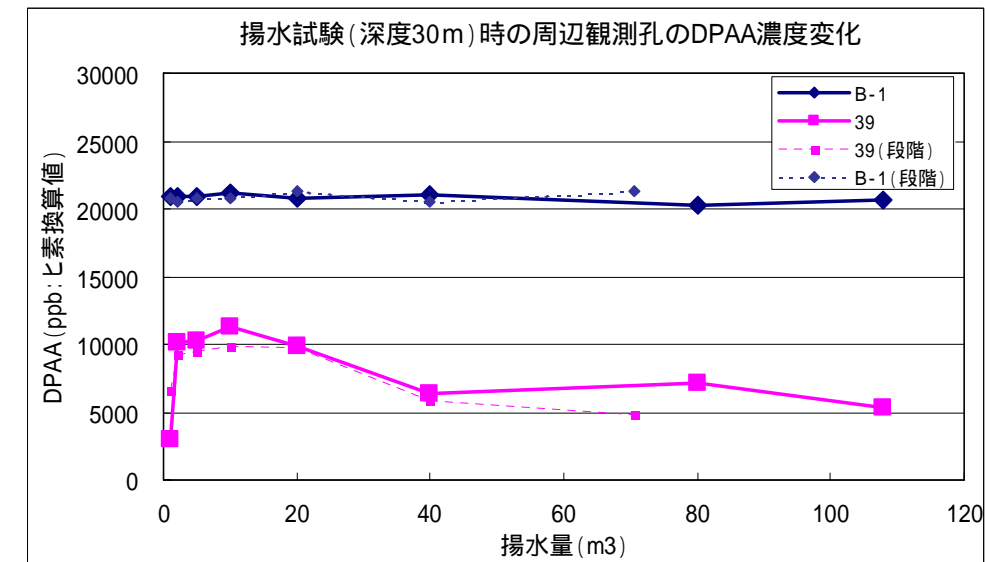
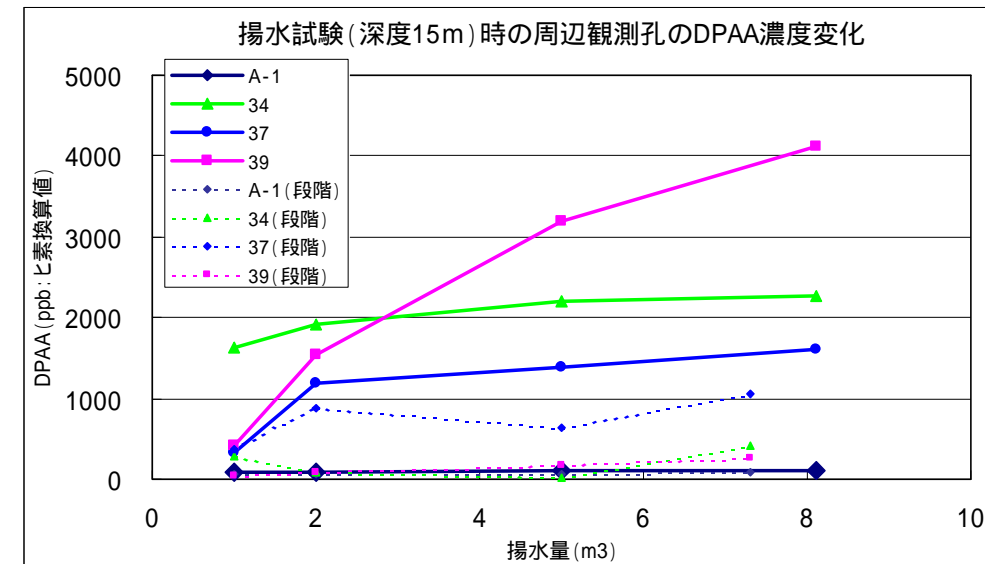


図 4.8.7 揚水試験時の周辺観測孔のジフェニルアルシン酸の濃度変化図

試験の結果、A-1 試験（深度 15m）では、低濃度のままほとんど濃度が増加しなかった。また、揚水孔から西に約 2.5m離れた位置にある No34 孔では、濃度が 2ppm 前後（ヒ素換算値）と比較的安定しているのに対し、南西に約 10m離れた No39 孔では、濃度が 0.4ppm から 4ppm（ヒ素換算値）と約 10 倍程度増加した。また、段階揚水時と連続揚水時では、連続揚水時の方が濃度が高くなる傾向であった。

B-1 試験（深度 30m）では、20ppm 程度（ヒ素換算値）のまま高濃度が維持される結果となった。また B-1 孔から西に約 13m離れた No39 孔では、揚水直後 3ppm から 11ppm（ヒ素換算値）に急激の濃度が上昇した後、その後揚水とともに濃度が低下する傾向が見られた。これは、段階揚水時および連続揚水時とも同様の傾向を示した。