地下水の活用及び観測井の取扱い

事業者は本資料に添付している揚水試験及び水位調査結果を参考に地下水を新市民プールのプール水として活用すること。可能であれば新体育館においても活用すること。

市は本件施設用地内にある観測井NO.2について、事業者の建設業務開始まで保護する予定であり、事業者は当該観測井を本事業において継続して活用することができる。また、提案によっては本件施設用地内において新たに地下水の取水井戸（観測井を兼ねる）を掘ることは差し支えない。

ただし、前述のどちらの場合においても、事業者は観測井を活用して地下水の定期観測を行い、地下水の状態について市に報告するとともに、地下水活用量等について市と協議を行いながら業務を遂行すること。

3.　地下水位観測孔設置

3.1 観測孔設置個所選定

手柄山中央公園内における工事による地下水への影響を連続的に把握するため、地形や地下水の流れを推測し、既設井戸及び新設の観測孔を設置した。

表 3.1-1 及び図 3.1-1 に地下水位観測孔設置箇所を示す。

また表 3.1-2～表 3.1-7 に各地下水位観測孔の詳細を示す。

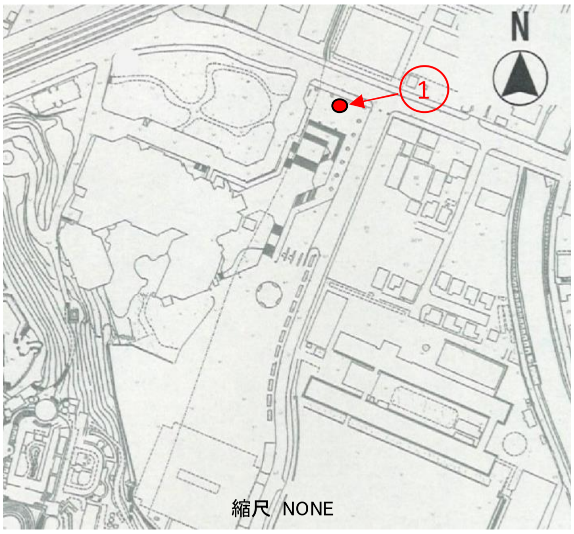
表 3.1-1　地下水位観測孔設置箇所一覧

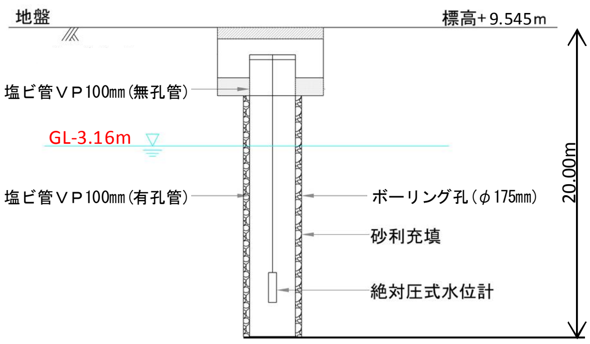
No.	住　　所	備　　考
1	姫路市延末 81	新設観測孔
2	姫路市西延末 44- 1	新設観測孔
3	姫路市中地 375- 1	新設観測孔
4	姫路市西延末 90	新設観測孔
5	姫路市中地 398- 3	既設井戸
6	姫路市西延末 44- 1	既設井戸
7	姫路市西延末 60- 2	既設井戸 既存設備があり、水位計設置不可能

表 3.1-2　地下水位観測孔の詳細〔No.1〕

観測孔番号	No.1	場所	姫路市延末81
備考			

位置図	概略構造図





縮尺 NONE

現地状況写真

写真(全景)

写真(近景)

表 3.1-3　地下水位観測孔の詳細〔No.2〕

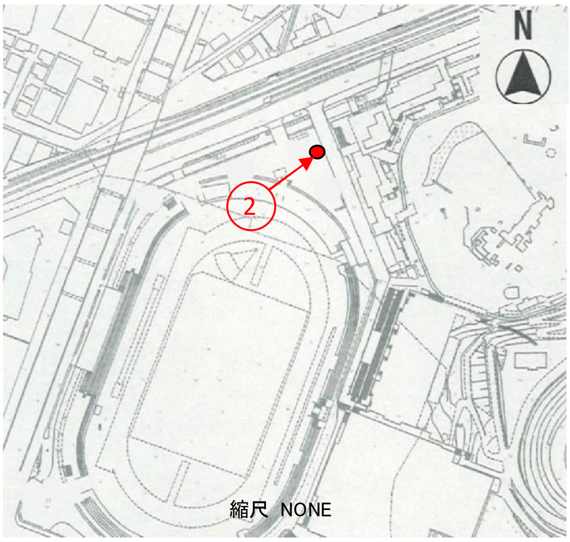
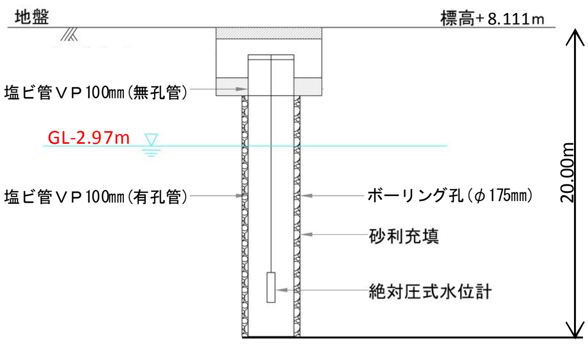
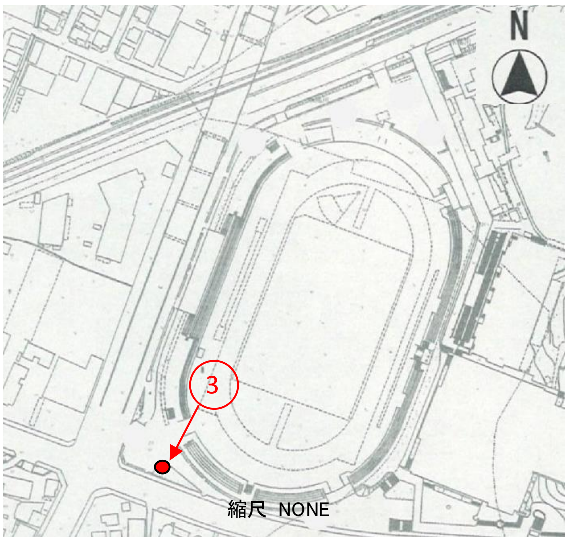
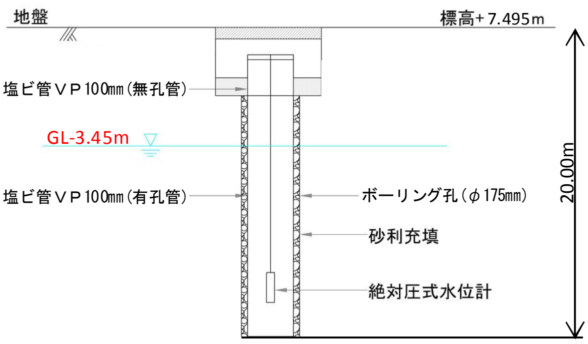
<table>
<tr><th>観測孔番号</th><td>No.2</td><th>場所</th><td>姫路市西延末44−1</td></tr>
<tr><th>備考</th><td colspan="3"></td></tr>
<tr><th colspan="2">位置図</th><th colspan="2">概略構造図</th></tr>
<tr><td colspan="2">縮尺 NONE</td><td colspan="2">縮尺 NONE</td></tr>
<tr><th colspan="4">現地状況写真</th></tr>
<tr><td colspan="2">写真(全景)</td><td colspan="2">写真(近景)</td></tr>
</table>

表 3.1-4　地下水位観測孔の詳細〔No. 3〕

観測孔番号	No.3	場所	姫路市中地375−1
備考			

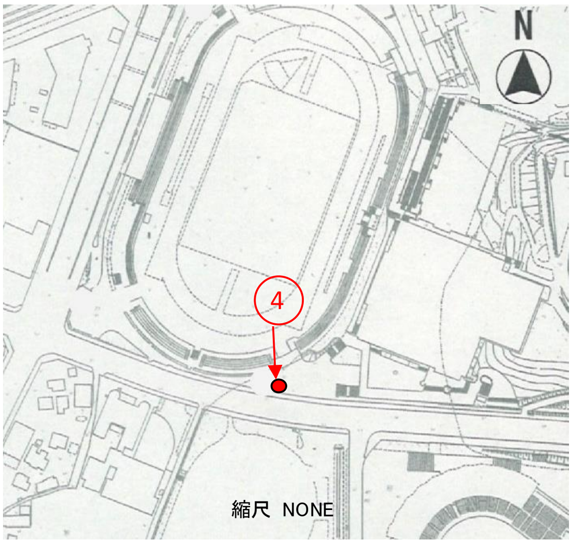
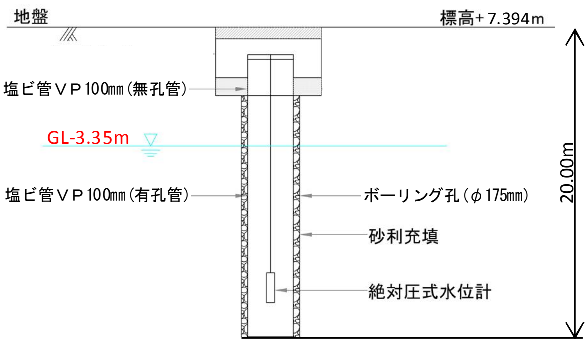
位置図	概略構造図
 縮尺 NONE	 縮尺 NONE

現地状況写真

写真（全景）

写真（近景）

表 3.1-5　地下水位観測孔の詳細〔No. 4〕

<table>
<tr><td>観測孔番号</td><td>No.4</td><td>場所</td><td>姫路市西延末90</td></tr>
<tr><td>備考</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">位置図</td><td colspan="2">概略構造図</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td><td colspan="2">

縮尺 NONE</td></tr>
<tr><td colspan="4">現地状況写真</td></tr>
<tr><td colspan="2">

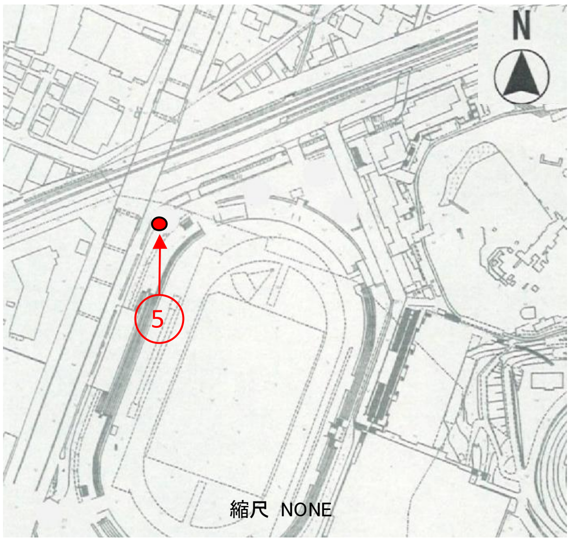
写真(全景)</td><td colspan="2">

写真(近景)</td></tr>
</table>

表 3.1-6　地下水位観測孔の詳細〔No.5〕

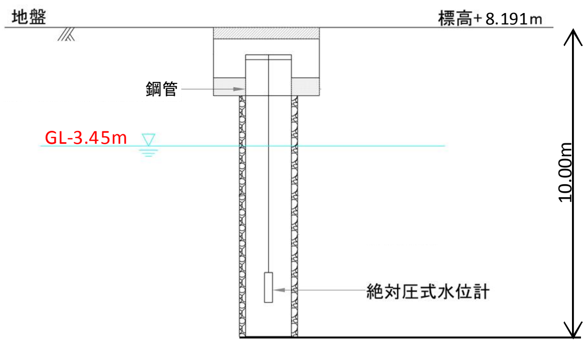
観測孔番号	No.5	場所	姫路市中地398−3
備考			

位置図



縮尺　NONE

概略構造図



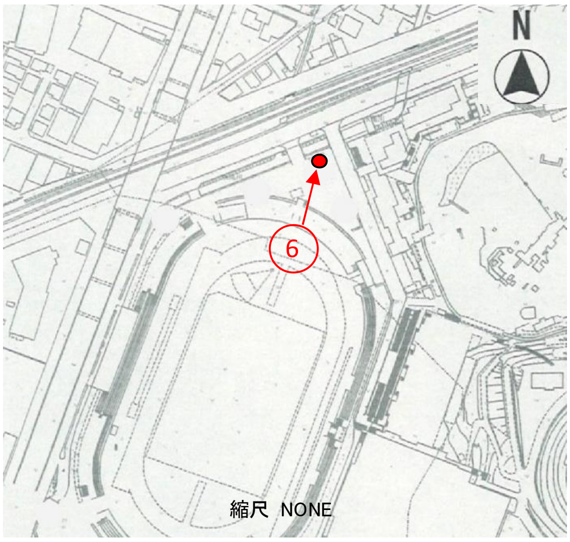
縮尺　NONE

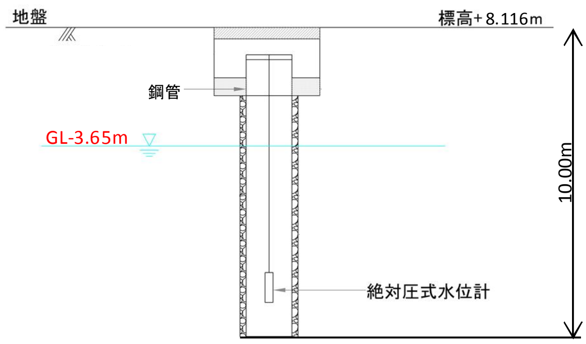
現地状況写真

写真（全景）

写真（近景）

表 3.1-7　地下水位観測孔の詳細〔No.6〕

<table>
<tr><td>観測孔番号</td><td>No.6</td><td>場所</td><td>姫路市西延末44−1</td></tr>
<tr><td>備考</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">位置図</td><td colspan="2">概略構造図</td></tr>
<tr><td colspan="2">

縮尺　NONE</td><td colspan="2">

縮尺　NONE</td></tr>
<tr><td colspan="4">現地状況写真</td></tr>
<tr><td colspan="2">
写真（全景）</td><td colspan="2">

写真（近景）</td></tr>
</table>

3.2 機械ボーリング

観測孔設置の了承を得られた場所で、ボーリングによる掘削を行った。

掘削に使用する工法は、短時間でクリーンな掘削ができるロータリーパーカッション工法を採用した。

本業務における観測孔の深度は、地形地質状況を考慮し 20.0m とした。所定の深度までボーリング機械による掘削が完了した後、ケーシング管を設置し観測孔を仕上げた。使用するケーシング管は、塩化ビニル製で十分な開孔率が確保できるものを採用し、開孔率を確保するためのストレーナは、周辺の地質状況を考慮し、幅 0.5 ㎜の横スリット加工したものを使用した。孔壁とケーシング管との隙間に砂利を充填し観測孔設置が完了した後、揚水法により孔内洗浄を行い掘削クズや地下水の濁りを除去する。孔内洗浄が完了した後、観測孔に対して最大揚水量を求める簡易揚水試験（現場透水試験）を実施し観測孔の性状を把握した。

図 3.2-1 にロータリーパーカッション工法の施工方法を示す。柱状図に関しては巻末に一括整理する。

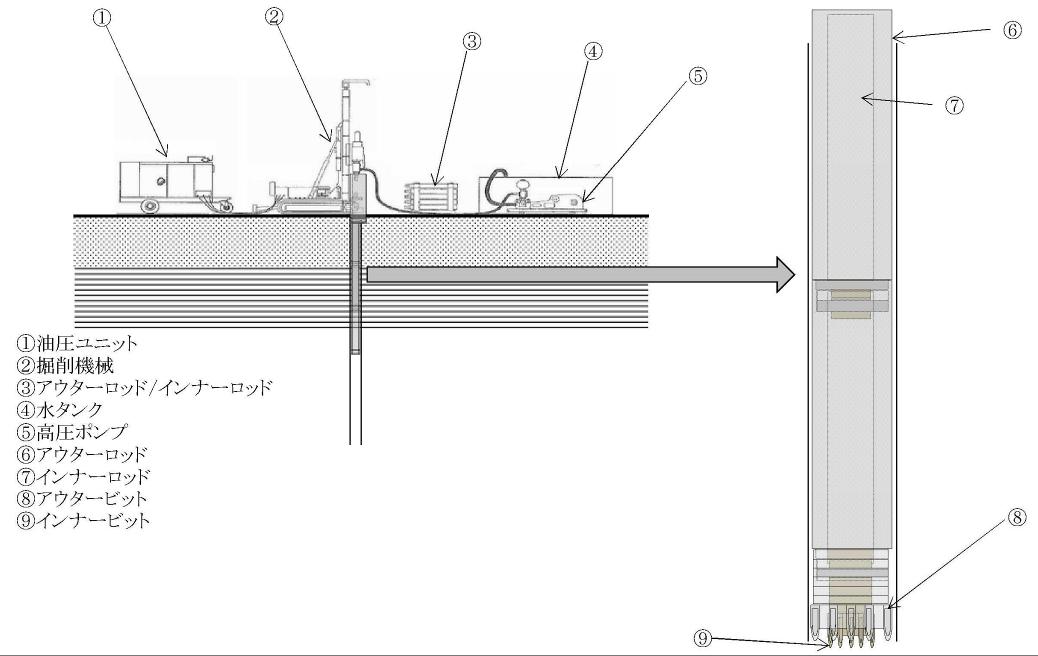
調査方法	ロータリーパーカッションドリル工法（RPD 工法）
モデル図	
原理 目的	ロータリーパーカッション工法とは、油圧にて孔底先端のハンマービットを回転・打撃駆動させて掘進する工法。孔底先端には、アウターコアビットとインナービットが装填してあり、そのビットにそれぞれアウターロッド、インナーロッドを接続し、所定の深度まで掘削後、各ロッドを継足す。また、インナービットの先端から清水を送り込み、アウターロッドとインナーロッドの隙間から掘削残土を地上に排泄する構造となっているので、通常ボーリング掘削で必要となる泥水を必要とせずクリーンな井戸を施工することができる。また、回転と打撃の 2 種類の駆動を伴うので、比較的短時間で掘削可能。

図 3.2-1　ロータリーパーカッション工法の施工方法

4. 地下水調査

4.1 自記水位計設置

地下水位観測孔を設置した後、各観測孔内に投込み式と呼ばれる絶対圧タイプの自記水位計を設置した。図 4.1-1 に使用した自記水位計の概念図を示す。また、表 4.1-1 に各観測孔の初期水位等の値を示す。

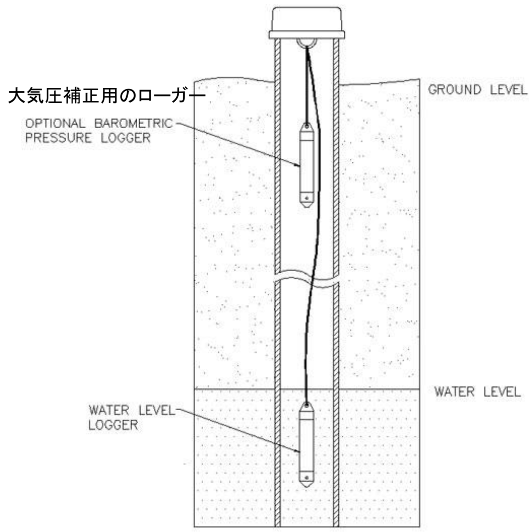


図 4.1-1 自記水位計概念図

表 4.1-1 各観測孔の初期水位等

番号	初期孔内水位 (GL-m)	標高（井戸天端） KBM=〇〇m	ワイヤー長さ (m)	備考
No.1	3.16	9.545	16.175	
No.2	2.97	8.111	16.730	
No.3	3.45	7.495	16.850	
No.4	3.35	7.394	17.350	
No.5	3.45	8.191	6.50	
No.6	3.65	8.116	7.47	

4.2 自記水位計観測・資料整理結果

設置した自記水位計の地下水位データと降雨量との関係をグラフにプロットし、表 4.2-1 に令和元年 11 月～令和 2 年 3 月までの 5 ヵ月間のグラフを、表 4.2-2 以降は各月ごとのグラフを示す。

降雨量は気象庁の〔姫路〕のデータを使用した。

表 4.2-1　自記水位計観測データ（令和元年 11 月から令和 2 年 3 月まで 5 ヶ月間）

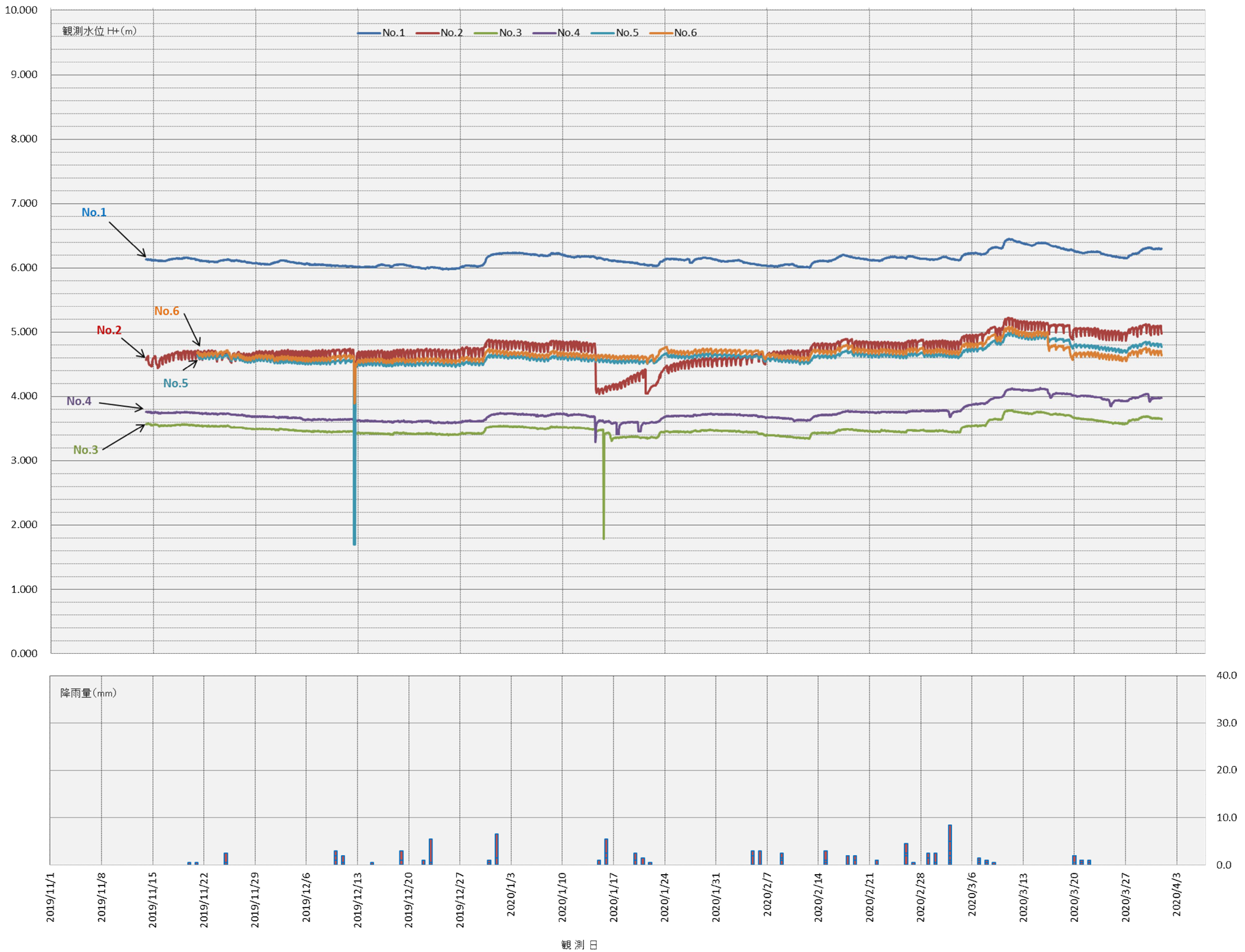


表 4.2-2　自記水位計観測データ（令和元年 11 月）

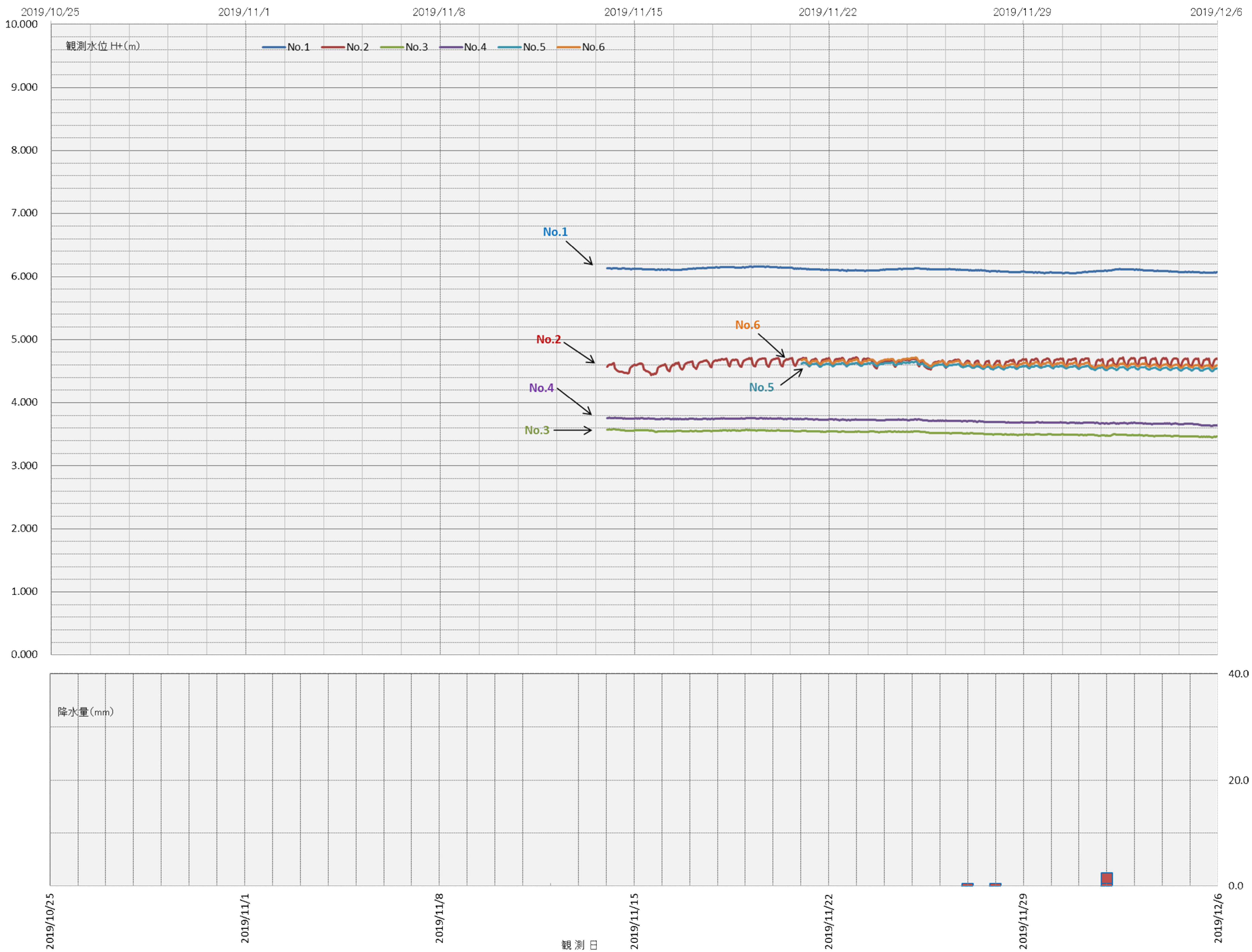


表 4.2-3　自記水位計観測データ（令和元年 12 月）

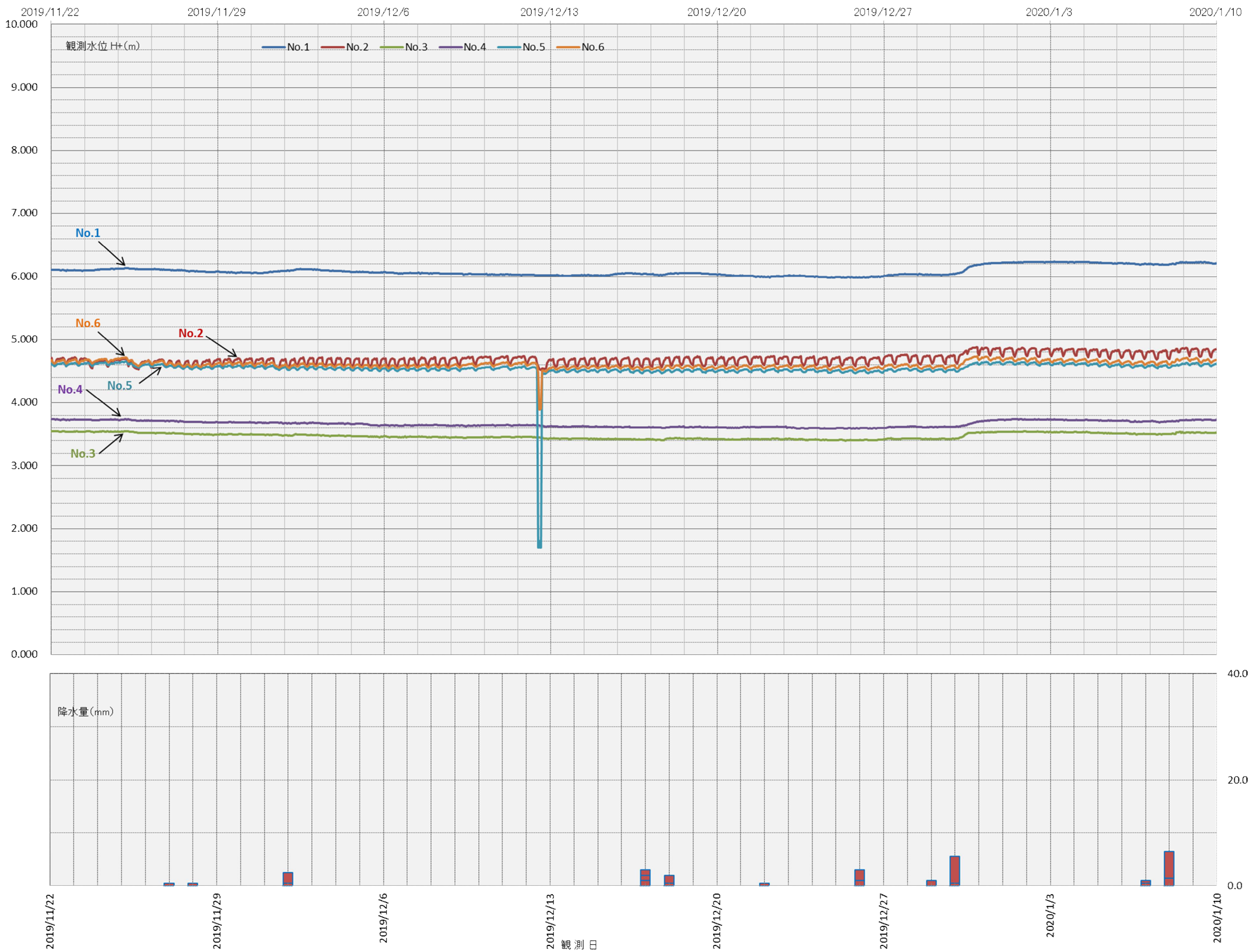


表 4.2-4　自記水位計観測データ（令和 2 年 1 月）

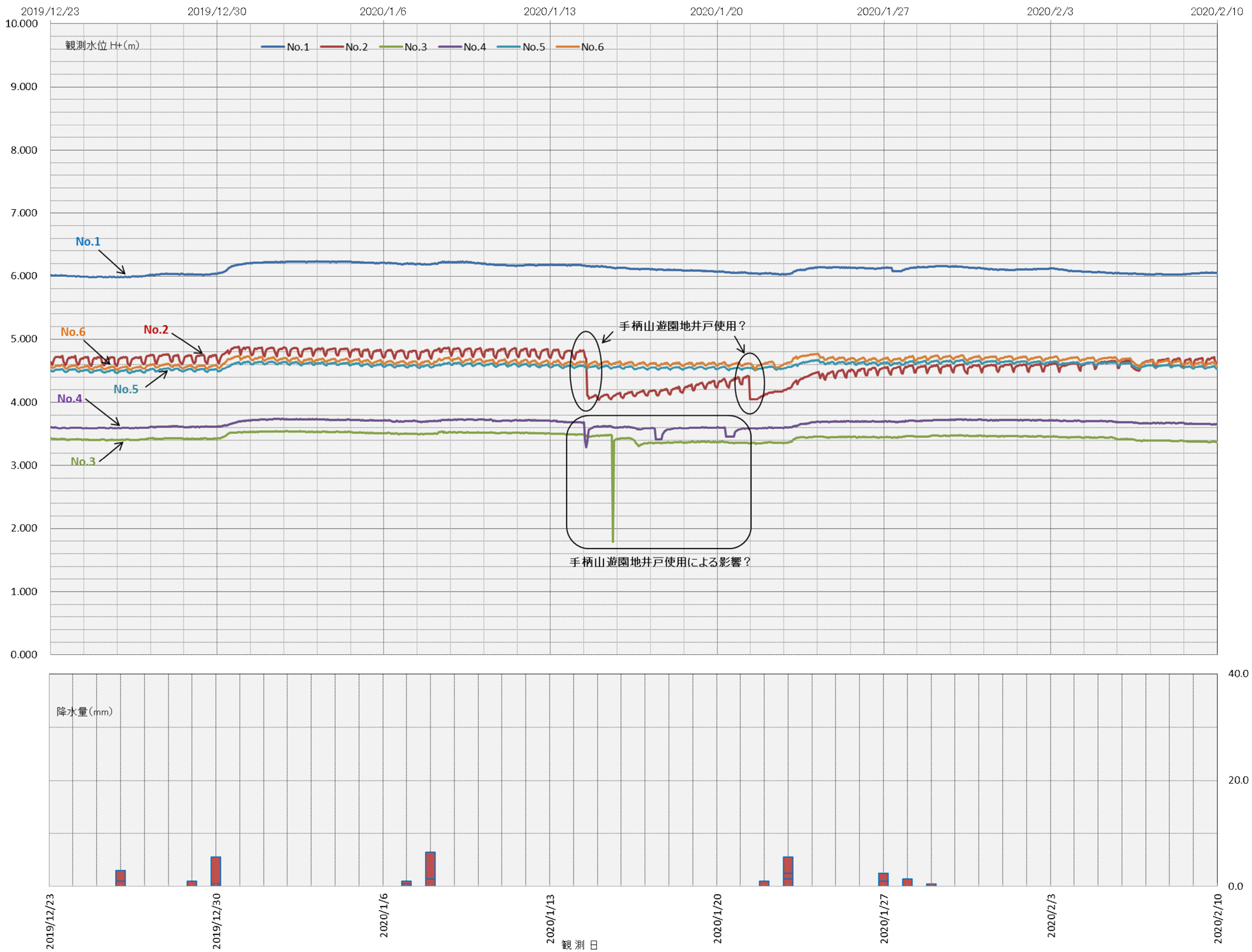


表 4.2-5　自記水位計観測データ（令和 2 年 2 月）

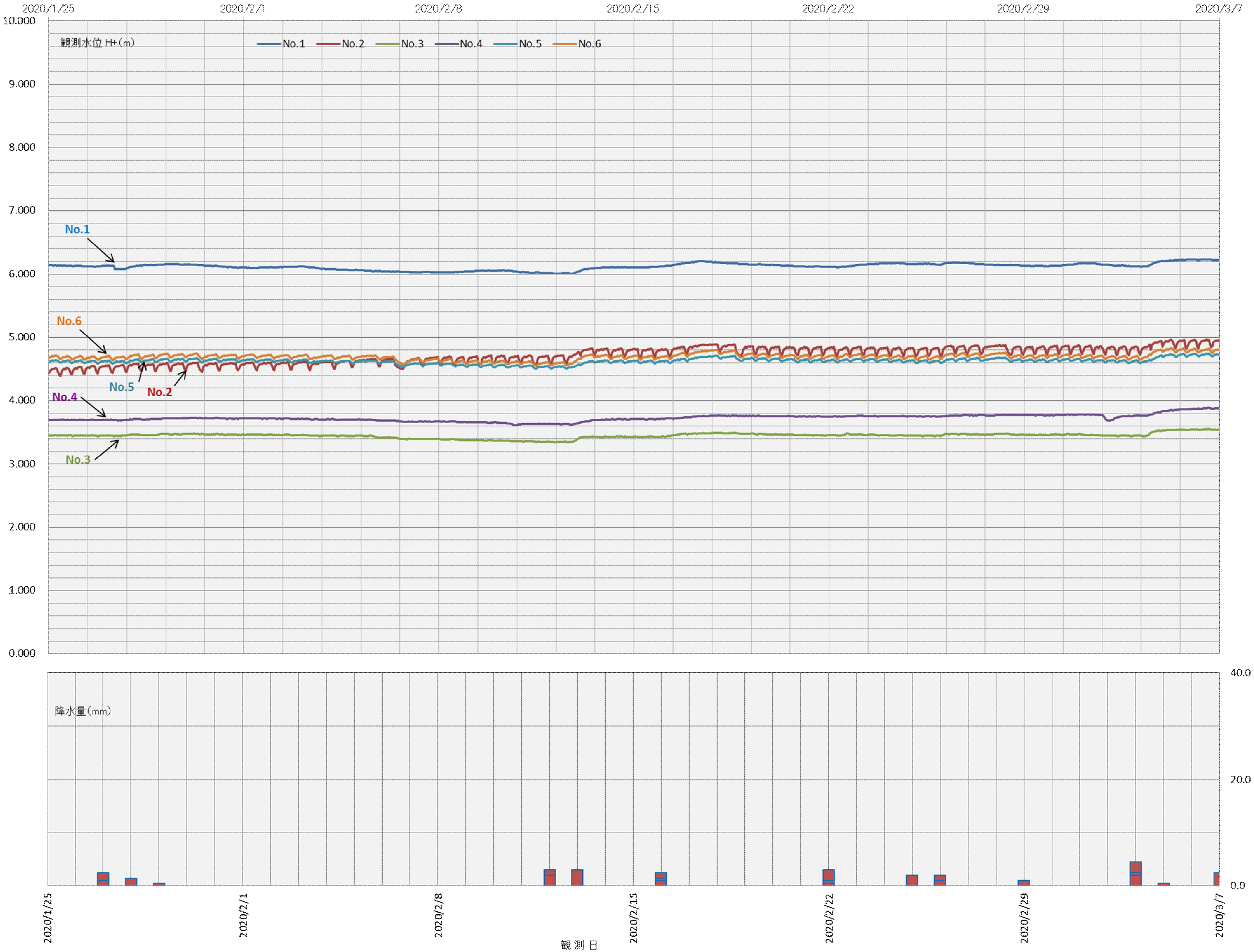


表 4.2-6　自記水位計観測データ（令和 2 年 3 月）

4.3 考察

本調査における、地下水位と降雨量との関係を考察する。表 4.3-1 に各月ごとの変化を示し、その後全体の評価へと進む。

表 4.3-1　各月ごとの変化

日時	降雨量 月集計合計 (mm)	評価
令和元年 11 月	1.0	降雨がほぼ無かったので、降雨による水位変動は確認できない。
令和元年 12 月	54.0	降雨はあるものの比較的少ない雨量のため、明確な水位変動は確認できない。 12 月 30 日付近の雨量により少し水位変動が確認できる。 12 月 12 日に No.5 及び No.6 において水位降下が確認されている。これは、手柄山遊園地付近での地下水利用が考えられる。
令和 2 年 1 月	43.5	降雨はあるものの比較的少ない雨量のため、明確な水位変動は確認できない。 1 月 23 日付近の雨量により少し水位変動が確認できる。 No.2 において、1 月 14 日付近、21 日付近に大きな水位降下が確認されている。これは、手柄山遊園地付近での地下水利用が考えられる。 これにより、No.3 及び No.4 に影響が出ている。
令和 2 年 2 月	46.0	降雨はあるものの比較的少ない雨量のため、明確な水位変動は確認できない。
令和 2 年 3 月	100.5	降雨量は比較的少ないものの、降雨に伴い若干の水位変動が確認できる。

表 4.3-1 に月ごとの変化をまとめた。周辺の地下水は自由地下水なので、降雨の影響を受けやすく連動性があると確認できた。

データ採取日に観測するテスター型水位計の地下水位と自記水位計による観測値は概ね一致していることから、自記水位計の設置状況は正確であると推測される。

本業務の調査期間において、全調査個所で地下水位の異常と思われる波形は確認されず、概ね同様の波形をプロットしている。

No.2、No.5 及び No.6 については常に水位変動が確認されている。これは、近隣（手柄山遊園地）での地下水の利用が考えられる。

4.4 今後の観測について

次年度以降に工事が行われるため、本年度に引き続き、次年度も自記水位計による連続観測を実施することが望ましい。水位データの回収時には、テスター型水位計により水位を観測し、自記水位計の水位と比較することで、自記水位計の妥当性を確認するとともに、自記水位計の動作状況、設置状況の確認も行う。

手柄山遊園地内での地下水の利用状況が確認されれば、No.2、No.5 及び No.6 の水位変動との関係性が解明できる。

段 階 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#001　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					1
試 験 日	2020年01月23日	自然水位	GL-3.750m		水 温	19.8 ℃
揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ			揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ
備　　考						
時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下ｓ (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　　事
00:00	0	3.750	0.000			自然水位
00:01	1	3.780	0.030	5.1	50	第１段階
00:02	2	3.790	0.040	5.1	50	
00:03	3	3.790	0.040	5.1	50	
00:04	4	3.790	0.040	5.1	50	
00:05	5	3.790	0.040	5.1	50	
00:10	10	3.790	0.040	5.1	50	
00:15	15	3.790	0.040	5.1	50	
00:20	20	3.790	0.040	5.1	50	
00:25	25	3.790	0.040	5.1	50	
00:30	30	3.790	0.040	5.1	50	
00:35	35	3.795	0.045	5.1	50	
00:40	40	3.795	0.045	5.1	50	
00:50	50	3.800	0.050	5.1	50	
01:00	60	3.800	0.050	5.1	50	第１段階
01:01	1	3.860	0.110	6.8	102	第２段階
01:02	2	3.890	0.140	6.8	102	
01:03	3	3.890	0.140	6.8	102	
01:04	4	3.890	0.140	6.8	102	
01:05	5	3.890	0.140	6.8	102	
01:10	10	3.890	0.140	6.8	102	
01:15	15	3.890	0.140	6.8	102	
01:20	20	3.890	0.140	6.8	102	
01:25	25	3.890	0.140	6.8	102	
01:30	30	3.890	0.140	6.8	102	
01:35	35	3.890	0.140	6.8	102	
01:40	40	3.895	0.145	6.8	102	
01:50	50	3.895	0.145	6.8	102	
02:00	60	3.895	0.145	6.8	102	第２段階
02:01	1	3.990	0.240	8.0	153	第３段階
02:02	2	4.005	0.255	8.0	153	
02:03	3	4.010	0.260	8.0	153	
02:04	4	4.010	0.260	8.0	153	
02:05	5	4.010	0.260	8.0	153	
02:10	10	4.010	0.260	8.0	153	
02:15	15	4.015	0.265	8.0	153	
02:20	20	4.020	0.270	8.0	153	
02:25	25	4.020	0.270	8.0	153	
02:30	30	4.020	0.270	8.0	153	
02:35	35	4.020	0.270	8.0	153	
02:40	40	4.020	0.270	8.0	153	
02:50	50	4.020	0.270	8.0	153	
03:00	60	4.020	0.270	8.0	153	第３段階
03:01	1	4.140	0.390	9.0	205	第４段階
03:02	2	4.170	0.420	9.0	205	
03:03	3	4.170	0.420	9.0	205	
03:04	4	4.180	0.430	9.0	205	

段 階 揚 水 試 験 記 録

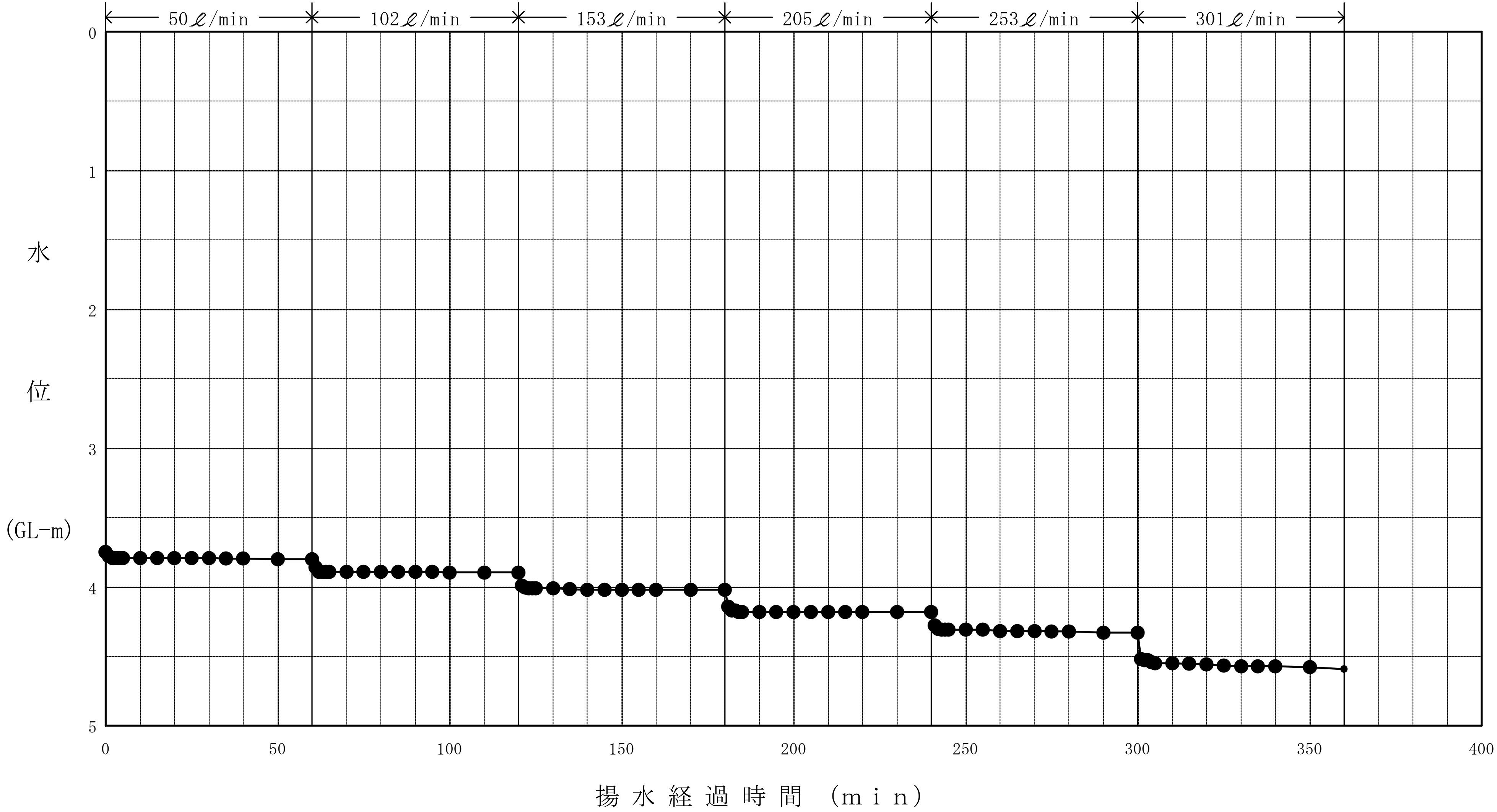
ボーリングNo. 52341584#001　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					1
時　間 (時:分)	経過時間 t (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下 s (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　事
03:05	5	4.180	0.430	9.0	205	第４段階
03:10	10	4.180	0.430	9.0	205	
03:15	15	4.180	0.430	9.0	205	
03:20	20	4.180	0.430	9.0	205	
03:25	25	4.180	0.430	9.0	205	
03:30	30	4.180	0.430	9.0	205	
03:35	35	4.180	0.430	9.0	205	
03:40	40	4.180	0.430	9.0	205	
03:50	50	4.180	0.430	9.0	205	
04:00	60	4.180	0.430	9.0	205	第４段階
04:01	1	4.280	0.530	9.8	253	第５段階
04:02	2	4.305	0.555	9.8	253	
04:03	3	4.310	0.560	9.8	253	
04:04	4	4.310	0.560	9.8	253	
04:05	5	4.310	0.560	9.8	253	
04:10	10	4.310	0.560	9.8	253	
04:15	15	4.310	0.560	9.8	253	
04:20	20	4.315	0.565	9.8	253	
04:25	25	4.315	0.565	9.8	253	
04:30	30	4.315	0.565	9.8	253	
04:35	35	4.320	0.570	9.8	253	
04:40	40	4.320	0.570	9.8	253	
04:50	50	4.330	0.580	9.8	253	
05:00	60	4.330	0.580	9.8	253	第５段階
05:01	1	4.520	0.770	10.5	301	第６段階
05:02	2	4.530	0.780	10.5	301	
05:03	3	4.530	0.780	10.5	301	
05:04	4	4.540	0.790	10.5	301	
05:05	5	4.550	0.800	10.5	301	
05:10	10	4.550	0.800	10.5	301	
05:15	15	4.555	0.805	10.5	301	
05:20	20	4.560	0.810	10.5	301	
05:25	25	4.565	0.815	10.5	301	
05:30	30	4.570	0.820	10.5	301	
05:35	35	4.570	0.820	10.5	301	
05:40	40	4.570	0.820	10.5	301	
05:50	50	4.580	0.830	10.5	301	
06:00	60	4.590	0.840	10.5	301	第６段階

段階揚水試験グラフ

ボーリングNo. 52341584#001　　　　1 回目

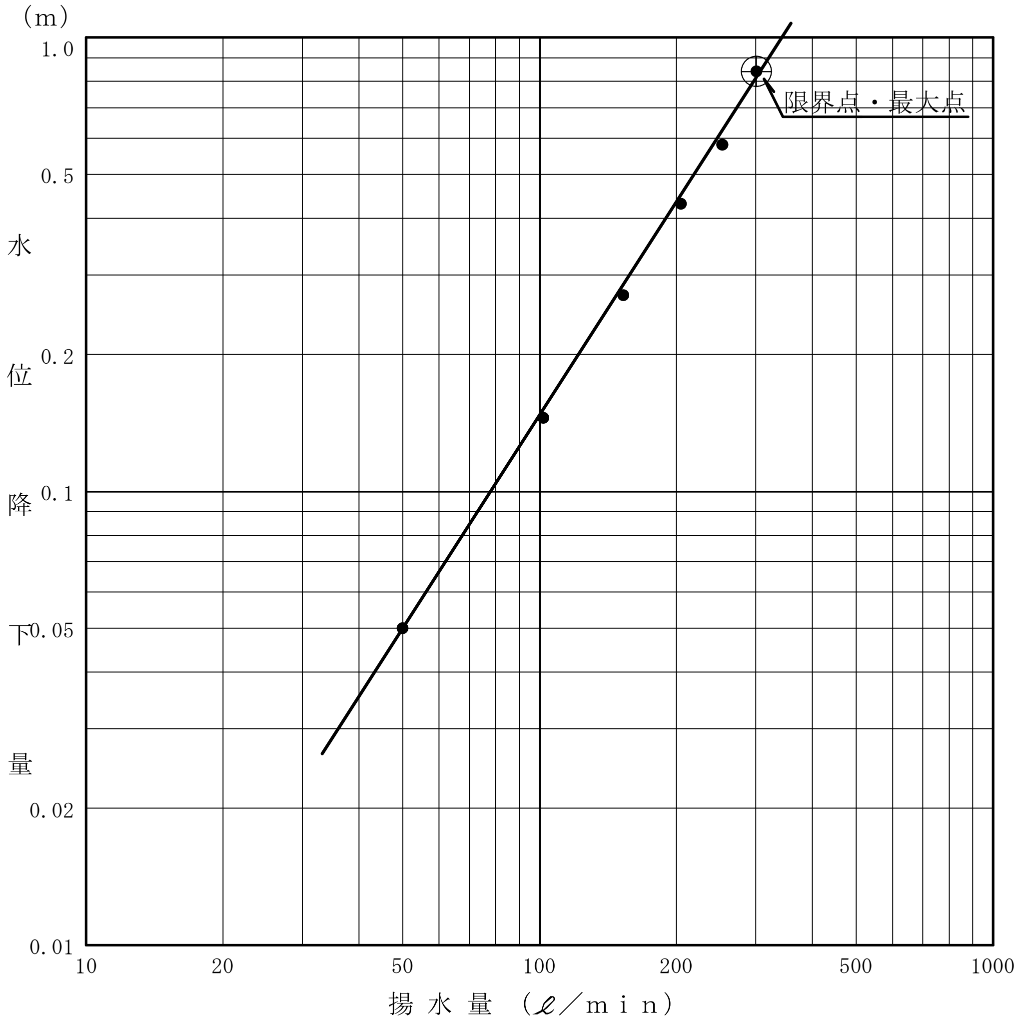
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						1
管径・深度	φ100mm～φ100mm × 20.0m	自然水位	GL-　3.750 m	水温	19.8 ℃	試験開始日	2020年01月23日
備　　考							



段階揚水試験結果

ボーリングNo. 52341584#001

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託		1
試　験　日	2020年 01月 23日	自然水位	GL- 3.750 m
適正揚水量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	適正揚水位	
限界揚水量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	限界揚水位	GL- 4.590 m
最大揚水量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	最大揚水位	GL- 4.590 m
適正揚水量の判定	なし	水温	19.8 ℃
備　考			



段階	揚水量 (ℓ／min)	揚水量 (㎥／day)	水位 (GL- m)	水位降下量 (m)	記事
1	50	72	3.800	0.050	第1段階
2	102	146	3.895	0.145	第2段階
3	153	220	4.020	0.270	第3段階
4	205	295	4.180	0.430	第4段階
5	253	364	4.330	0.580	第5段階
6	301	433	4.590	0.840	第6段階
7					
8					
9					
10					

連 続 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#001　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				1
試 験 日	2020年01月24日	自然水位	GL-3.720m	水 温	19.4 ℃
揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ		揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ
備　　考					

時　間 (時:分)	経過時間 t (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下 s (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　　事
08:30	0.00	3.720	0.000			
08:31	1.00	4.410	0.690	10.5	300	
08:32	2.00	4.440	0.720	10.5	300	
08:33	3.00	4.450	0.730	10.5	300	
08:34	4.00	4.455	0.735	10.5	300	
08:35	5.00	4.470	0.750	10.5	300	
08:36	6.00	4.490	0.770	10.5	300	
08:37	7.00	4.500	0.780	10.5	300	
08:38	8.00	4.510	0.790	10.5	300	
08:39	9.00	4.520	0.800	10.5	300	
08:40	10.00	4.525	0.805	10.5	300	
08:45	15.00	4.530	0.810	10.5	300	
08:50	20.00	4.530	0.810	10.5	300	
08:55	25.00	4.535	0.815	10.5	300	
09:00	30.00	4.540	0.820	10.5	300	
09:10	40.00	4.540	0.820	10.5	300	
09:20	50.00	4.540	0.820	10.5	300	
09:30	60.00	4.545	0.825	10.5	300	
10:00	90.00	4.560	0.840	10.5	300	
10:30	120.00	4.575	0.855	10.5	300	
11:30	180.00	4.590	0.870	10.5	300	
12:30	240.00	4.610	0.890	10.5	300	
13:30	300.00	4.615	0.895	10.5	300	
14:30	360.00	4.615	0.895	10.5	300	
15:30	420.00	4.615	0.895	10.5	300	
16:30	480.00	4.615	0.895	10.5	300	

回 復 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#001 　　1 回目

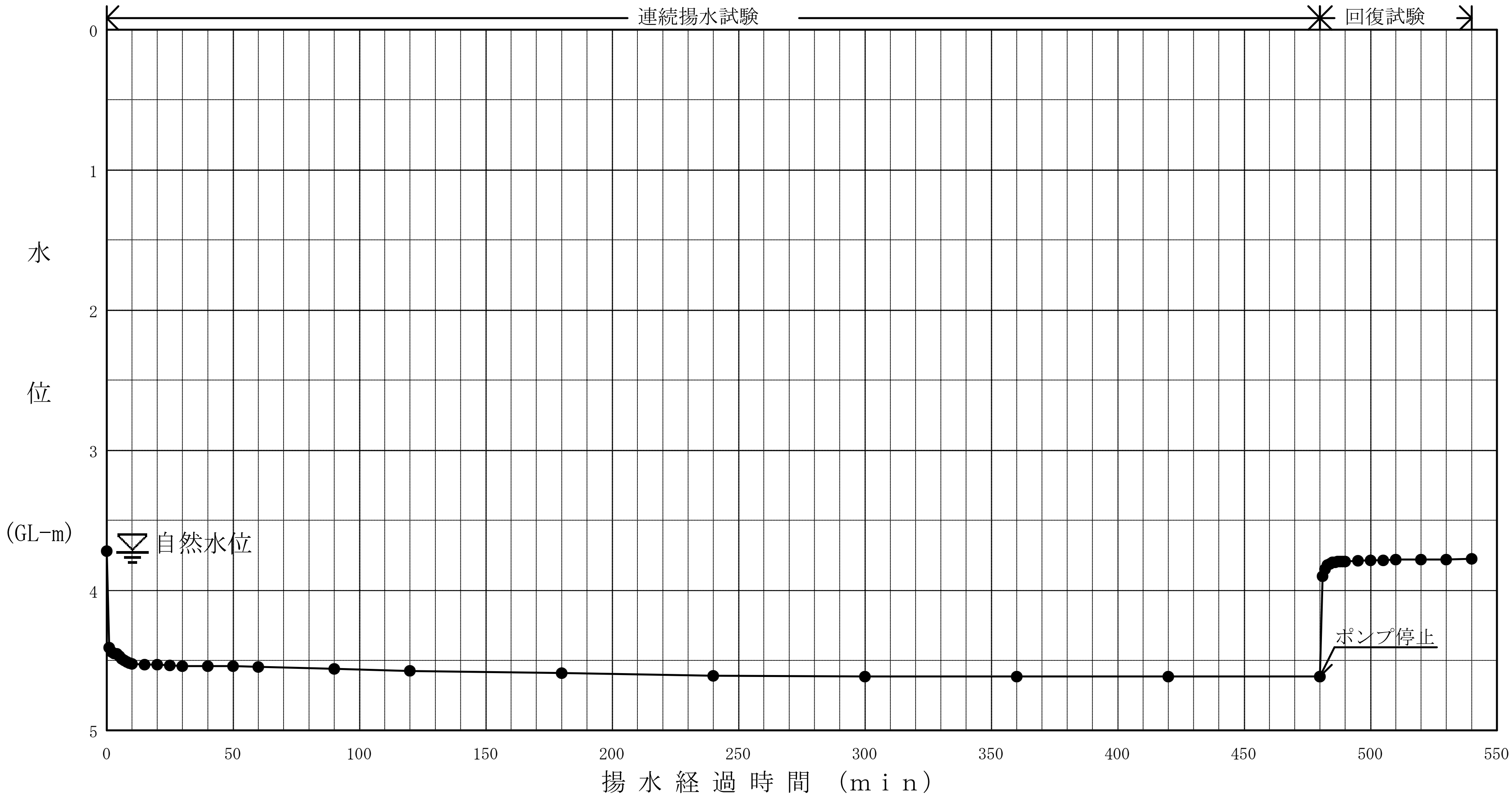
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					1
試 験 日	2020年01月24日	自然水位	GL-3.720m	揚水継続時間	480.00min	
備　考						

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	揚水停止後の経過時間 ｔ’(min)	ｔ／ｔ’	測定水位 (GL-m)	残留降下水位ｓ’ (m)	記　事
16:30	480.00	0.00	0.00	4.615	0.895	
16:31	481.00	1.00	481.00	3.900	0.180	
16:32	482.00	2.00	241.00	3.850	0.130	
16:33	483.00	3.00	161.00	3.820	0.100	
16:34	484.00	4.00	121.00	3.810	0.090	
16:35	485.00	5.00	97.00	3.800	0.080	
16:36	486.00	6.00	81.00	3.800	0.080	
16:37	487.00	7.00	69.57	3.795	0.075	
16:38	488.00	8.00	61.00	3.795	0.075	
16:39	489.00	9.00	54.33	3.795	0.075	
16:40	490.00	10.00	49.00	3.795	0.075	
16:45	495.00	15.00	33.00	3.790	0.070	
16:50	500.00	20.00	25.00	3.785	0.065	
16:55	505.00	25.00	20.20	3.785	0.065	
17:00	510.00	30.00	17.00	3.780	0.060	
17:10	520.00	40.00	13.00	3.780	0.060	
17:20	530.00	50.00	10.60	3.780	0.060	
17:30	540.00	60.00	9.00	3.775	0.055	

連続揚水試験・回復試験結果

ボーリングNo. 52341584#001　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						1
自然水位	GL-　3.720 m	揚水量	300ℓ/min	水温	19.4 ℃	試験日	2020年01月24日 ～ 2020年01月24日
備　　考							



水理定数の算出（ヤコブ）

ボーリングＮｏ． 52341584#001 　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				1
揚水量(Q)	0.300 m^3/min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	16.00 m

＜ヤコブの直線解析法＞

・ｔ－ｓ直線　　$\Delta s = 0.09$ m

・透水量係数　　$T = 0.183\ Q / \Delta s$

$= 0.183 \times 0.300 / 0.09 = 6.10 \times 10^{-01}$ m^2/min

・透水係数　　$k = T / b$

$= 6.10 \times 10^{-01} / 16.00 = 3.81 \times 10^{-02}$ m/min

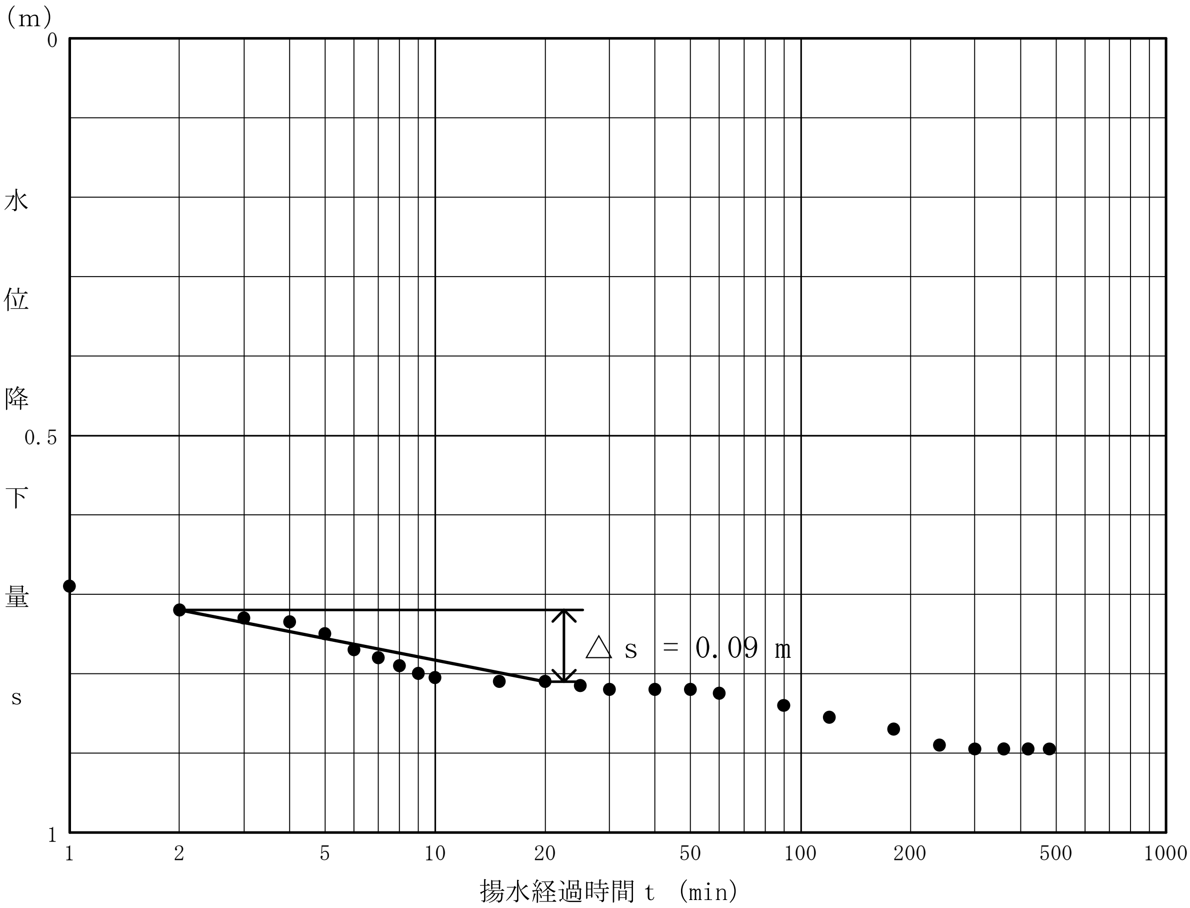
$= 6.35 \times 10^{-02}$ cm/s

・貯留係数

$$S = \frac{2.25\,T\,t_0}{r^2}$$

$$= \frac{2.25 \times 6.10 \times 10^{-01} \times 2.00 \times 10^{-08}}{0.050^2} = 1.10 \times 10^{-05}$$

※ t_0：水位降下（ｓ）が０の時の揚水経過時間（ｔ）の値



水理定数の算出（タイス）

ボーリングＮｏ． 52341584#001　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				1
揚水量(Q)	0.300 m^3／min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	16.00 m

＜タイスの非平衡式による自動解析法＞

・透水量係数　　T＝　7.10×10^{-01} m^2/min

・透水係数　　k＝　T／b

＝　7.10×10^{-01} / 16.00　＝　4.44×10^{-02} m/min

＝　7.40×10^{-02} cm/s

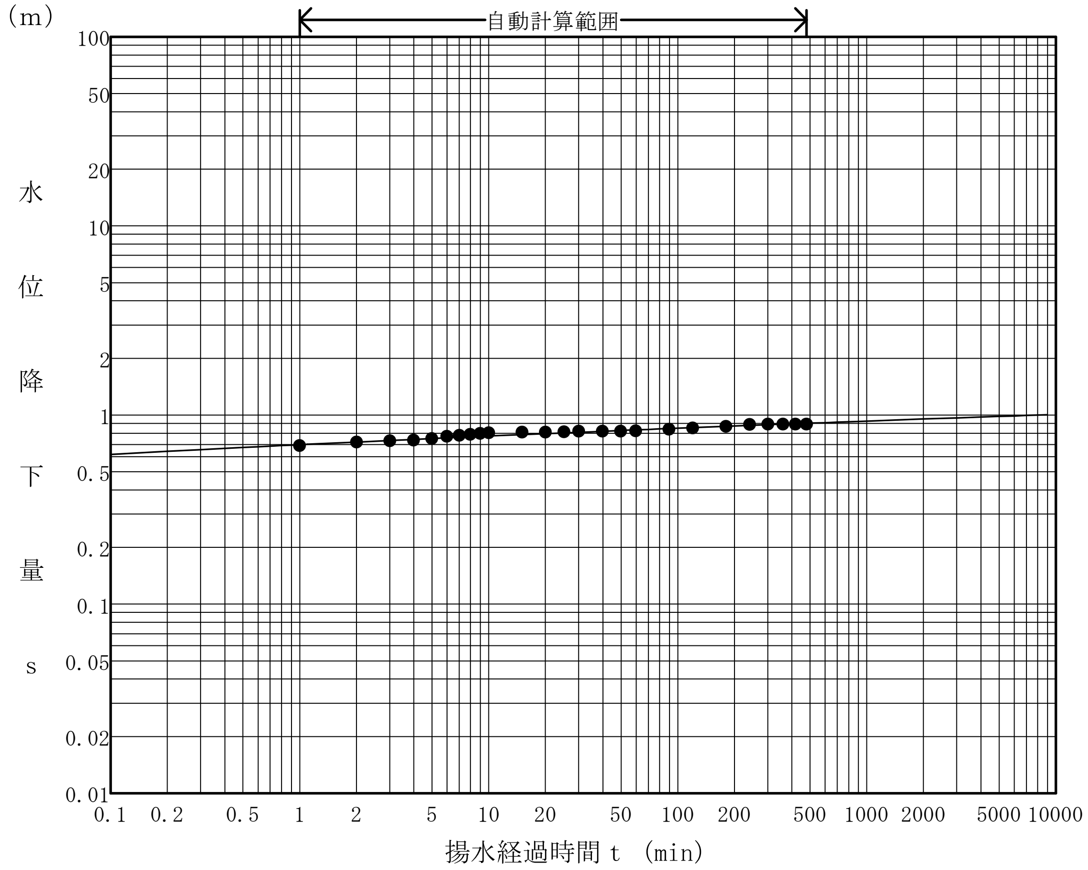
・貯留係数　　S＝　6.41×10^{-07}

注）この解析はﾀｲｽの標準曲線を用いず、非平衡式を直接数値計算し
理論的な水位低下曲線を求め、実測の水位低下ﾊﾟﾀｰﾝと最も一致する
水理定数（T、S）を決定する方法である。

$$s=\frac{Q}{4\pi T}\cdot W(u) \qquad u=\frac{r^2 S}{4Tt}$$

$$W(u)=-0.5772-\ln u+u-\frac{u^2}{2\times2!}+\frac{u^3}{3\times3!}-\frac{u^4}{4\times4!}$$

W(u)　：井戸関数
s　　：水位降下量
t　　：揚水経過時間



水理定数の算出（回復法）

ボーリングＮｏ．　52341584#001　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				1
揚水量(Q)	0.300 ㎥/min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	16.00 m

＜回復法＞

・ｔ／ｔ’－ｓ直線　　△ｓ’＝0.11 m

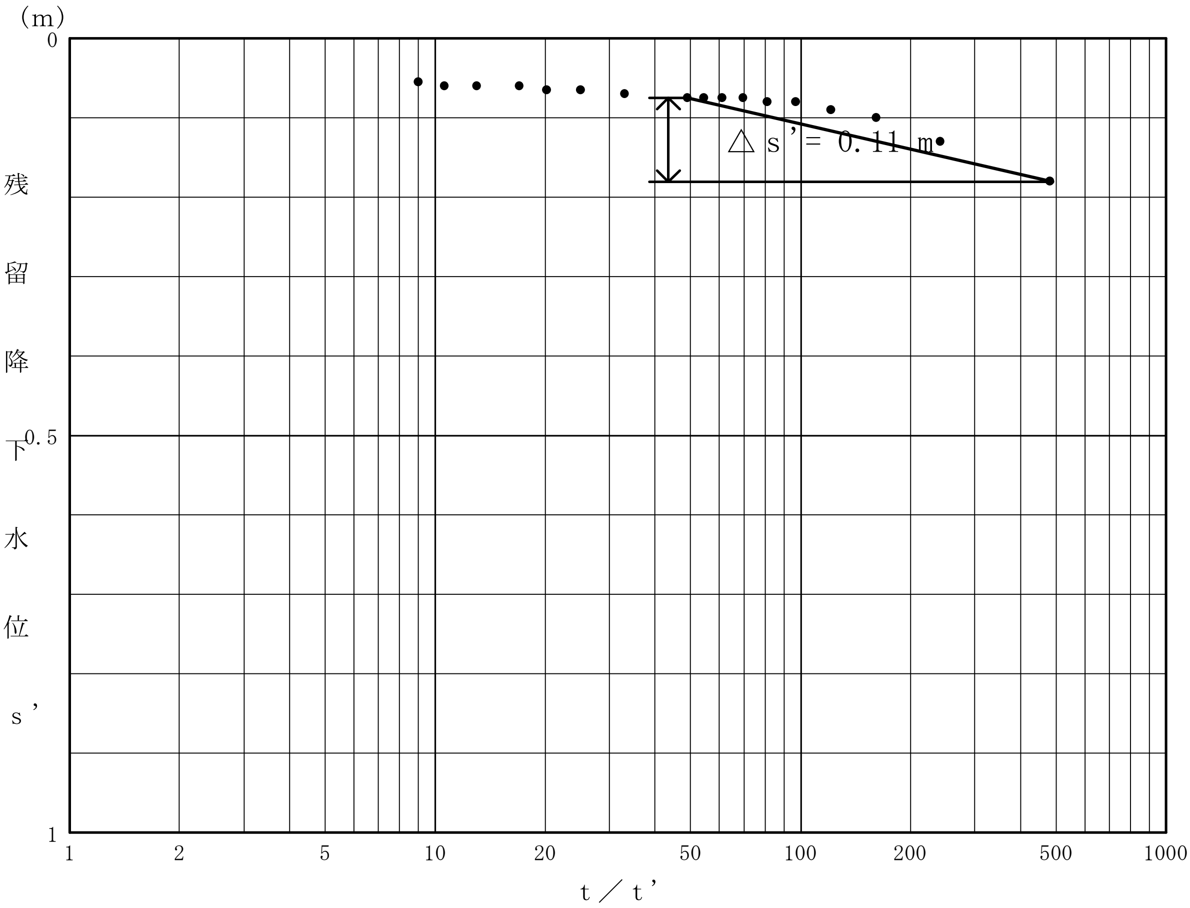
・透水量係数　　$T = 0.183\ Q / \Delta s'$

$= 0.183 \times 0.300 / 0.11 = 4.99\times10^{-01}$ ㎡/min

・透水係数　　$k = T / b$

$= 4.99\times10^{-01} / 16.00 = 3.12\times10^{-02}$ m/min

$= 5.20\times10^{-02}$ cm/s



揚水試験結果一覧

ボーリングNo. 52341584#001　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				1
所有者名	姫路市				
施工位置	姫路市西延末及び中地地内				
深　度	20.0m	管　径	100～　100mm	ｽﾄﾚｰﾅ有効長	16.00m

・段階揚水試験結果

試　験　日	2020年01月23日	自然水位	GL-　3.750 m
適正揚水量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	適正揚水位	
限界揚水量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	限界揚水位	GL-　4.590 m
最大揚水量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	最大揚水位	GL-　4.590 m
試験内容	施工前	水　温	19.8 ℃
適正揚水量の判定	なし		

・連続揚水試験結果

試　験　日	2020年01月24日	自然水位	GL-　3.720 m
揚　水　量	300 ℓ/min (432 ㎥/day)	水　温	19.4 ℃

・水理定数の算出結果

	透水量係数	透水係数	貯留係数
ヤコブの直線解析法	6.10×10^{-01} ㎡/min	6.35×10^{-02} cm/s	1.10×10^{-05}
タイスの非平衡式	7.10×10^{-01} ㎡/min	7.40×10^{-02} cm/s	6.41×10^{-07}
回　復　法	4.99×10^{-01} ㎡/min	5.20×10^{-02} cm/s	
平　均	6.06×10^{-01} ㎡/min	6.32×10^{-02} cm/s	5.81×10^{-06}

備　考

段 階 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#002　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						2
試 験 日	2020年01月21日	自然水位	GL-3.770m		水 温	21.0 ℃	
揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ			揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ	
備　　考							

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下ｓ (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Ｑ (ℓ/min)	記　　事
00:00	0	3.770	0.000			自然水位
00:01	1	4.130	0.360	3.8	24	第１段階
00:02	2	4.200	0.430	3.8	24	
00:03	3	4.210	0.440	3.8	24	
00:04	4	4.220	0.450	3.8	24	
00:05	5	4.240	0.470	3.8	24	
00:10	10	4.260	0.490	3.8	24	
00:15	15	4.315	0.545	3.8	24	
00:20	20	4.340	0.570	3.8	24	
00:25	25	4.355	0.585	3.8	24	
00:30	30	4.360	0.590	3.8	24	
00:35	35	4.360	0.590	3.8	24	
00:40	40	4.360	0.590	3.8	24	
00:50	50	4.360	0.590	3.8	24	
01:00	60	4.360	0.590	3.8	24	第１段階
01:01	1	4.550	0.780	5.0	47	第２段階
01:02	2	4.560	0.790	5.0	47	
01:03	3	4.570	0.800	5.0	47	
01:04	4	4.590	0.820	5.0	47	
01:05	5	4.610	0.840	5.0	47	
01:10	10	4.630	0.860	5.0	47	
01:15	15	4.670	0.900	5.0	47	
01:20	20	4.700	0.930	5.0	47	
01:25	25	4.720	0.950	5.0	47	
01:30	30	4.760	0.990	5.0	47	
01:35	35	4.800	1.030	5.0	47	
01:40	40	4.800	1.030	5.0	47	
01:50	50	4.800	1.030	5.0	47	
02:00	60	4.800	1.030	5.0	47	第２段階
02:01	1	4.990	1.220	5.9	71	第３段階
02:02	2	5.040	1.270	5.9	71	
02:03	3	5.080	1.310	5.9	71	
02:04	4	5.090	1.320	5.9	71	
02:05	5	5.100	1.330	5.9	71	
02:10	10	5.140	1.370	5.9	71	
02:15	15	5.140	1.370	5.9	71	
02:20	20	5.140	1.370	5.9	71	
02:25	25	5.140	1.370	5.9	71	
02:30	30	5.140	1.370	5.9	71	
02:35	35	5.140	1.370	5.9	71	
02:40	40	5.155	1.385	5.9	71	
02:50	50	5.170	1.400	5.9	71	
03:00	60	5.180	1.410	5.9	71	第３段階
03:01	1	5.600	1.830	6.6	94	第４段階
03:02	2	5.640	1.870	6.6	94	
03:03	3	5.670	1.900	6.6	94	
03:04	4	5.690	1.920	6.6	94	

段 階 揚 水 試 験 記 録

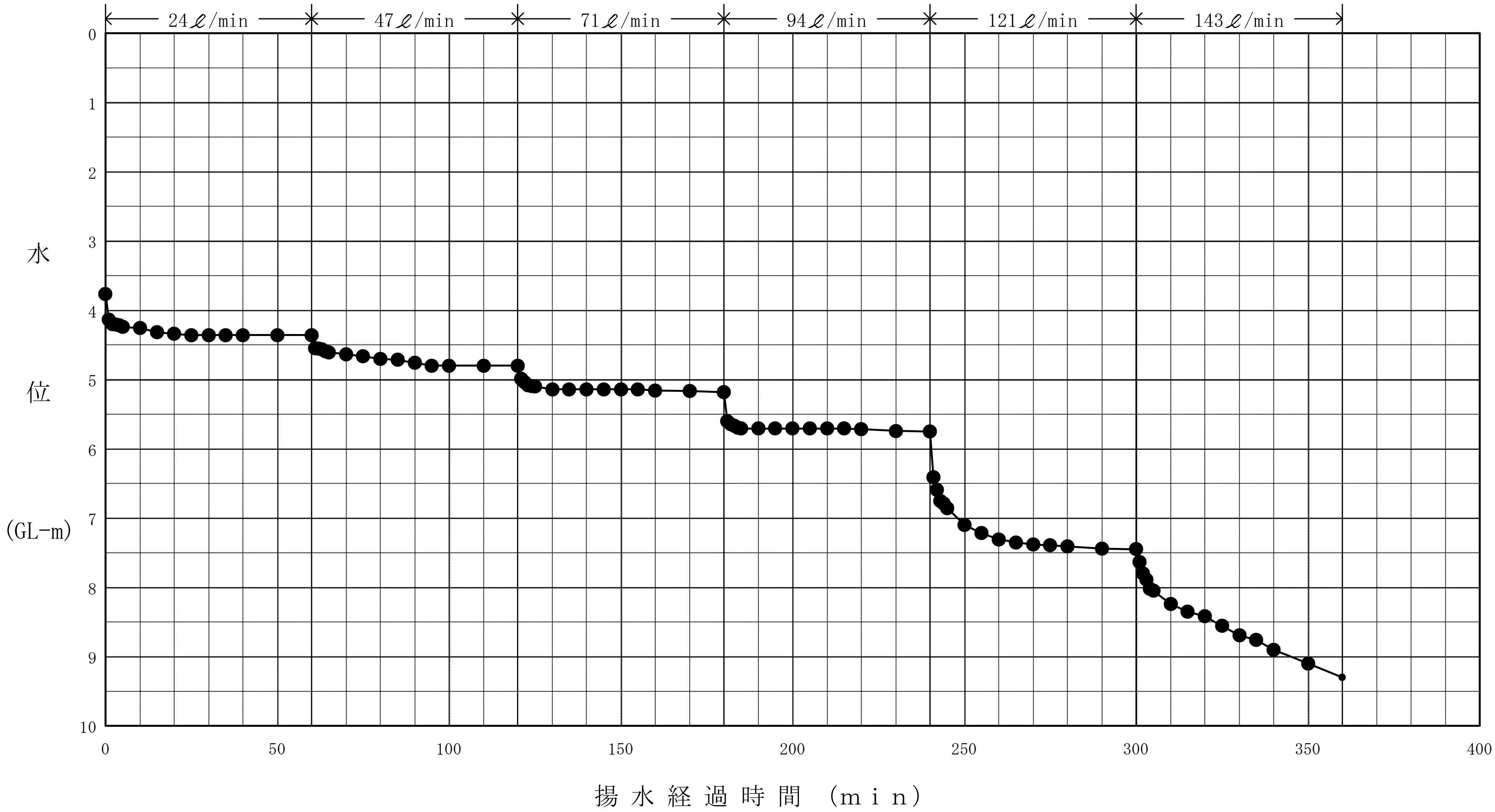
ボーリングNo．52341584#002　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					2
時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下ｓ (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　　事
03:05	5	5.710	1.940	6.6	94	第４段階
03:10	10	5.710	1.940	6.6	94	
03:15	15	5.710	1.940	6.6	94	
03:20	20	5.710	1.940	6.6	94	
03:25	25	5.710	1.940	6.6	94	
03:30	30	5.710	1.940	6.6	94	
03:35	35	5.710	1.940	6.6	94	
03:40	40	5.720	1.950	6.6	94	
03:50	50	5.740	1.970	6.6	94	
04:00	60	5.750	1.980	6.6	94	第４段階
04:01	1	6.410	2.640	7.3	121	第５段階
04:02	2	6.590	2.820	7.3	121	
04:03	3	6.750	2.980	7.3	121	
04:04	4	6.790	3.020	7.3	121	
04:05	5	6.860	3.090	7.3	121	
04:10	10	7.100	3.330	7.3	121	
04:15	15	7.220	3.450	7.3	121	
04:20	20	7.310	3.540	7.3	121	
04:25	25	7.350	3.580	7.3	121	
04:30	30	7.380	3.610	7.3	121	
04:35	35	7.395	3.625	7.3	121	
04:40	40	7.410	3.640	7.3	121	
04:50	50	7.440	3.670	7.3	121	
05:00	60	7.450	3.680	7.3	121	第５段階
05:01	1	7.630	3.860	7.8	143	第６段階
05:02	2	7.800	4.030	7.8	143	
05:03	3	7.890	4.120	7.8	143	
05:04	4	8.020	4.250	7.8	143	
05:05	5	8.050	4.280	7.8	143	
05:10	10	8.240	4.470	7.8	143	
05:15	15	8.350	4.580	7.8	143	
05:20	20	8.420	4.650	7.8	143	
05:25	25	8.560	4.790	7.8	143	
05:30	30	8.690	4.920	7.8	143	
05:35	35	8.760	4.990	7.8	143	
05:40	40	8.900	5.130	7.8	143	
05:50	50	9.100	5.330	7.8	143	
06:00	60	9.300	5.530	7.8	143	第６段階

段階揚水試験グラフ

ボーリングNo. 52341584#002　　1 回目

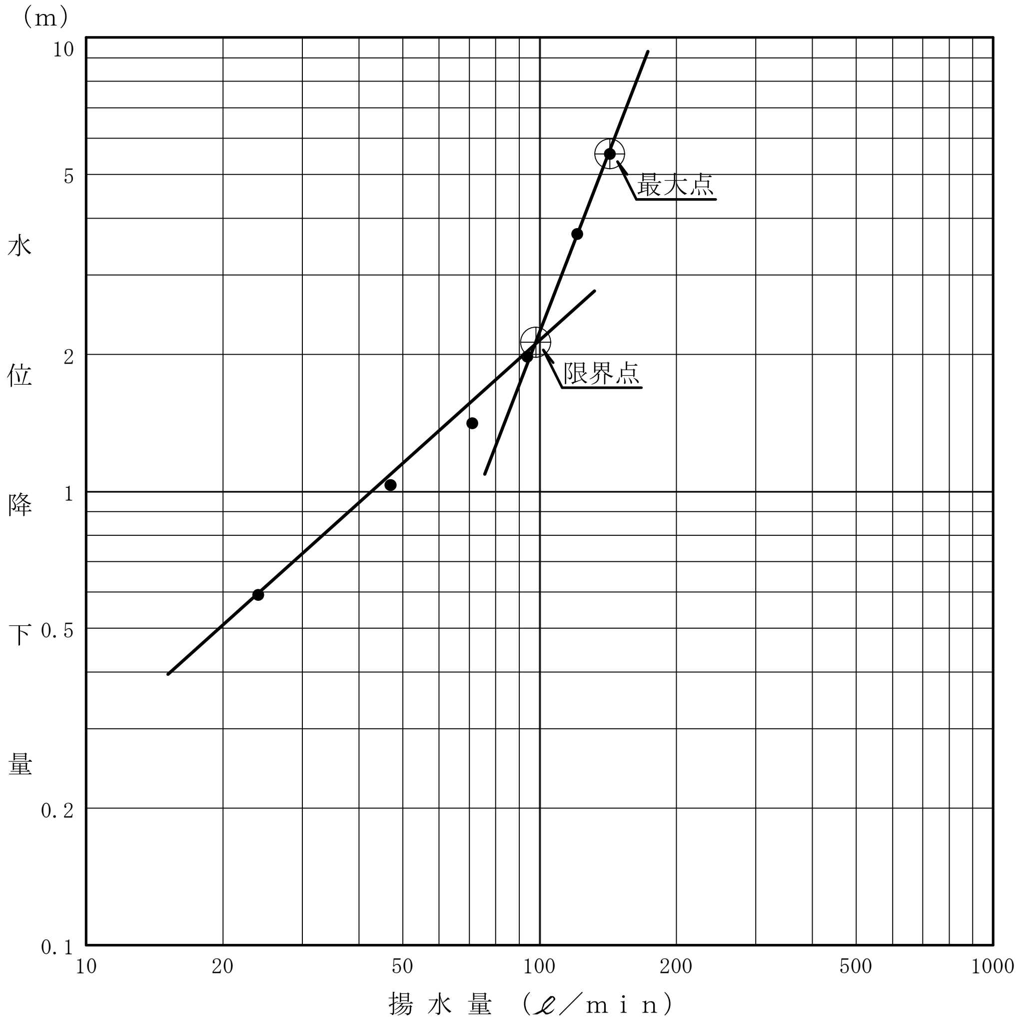
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						2
管径・深度	φ100mm～φ100mm × 20.0m	自然水位	GL-　3.770 m	水温	21.0 ℃	試験開始日	2020年01月21日
備　　考							



段階揚水試験結果

ボーリングNo. 52341584#002

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託		2
試　験　日	2020年 01月 21日	自然水位	GL- 3.770 m
適正揚水量	78 ℓ/min (112 m³/day)	適正揚水位	
限界揚水量	98 ℓ/min (141 m³/day)	限界揚水位	GL- 5.900 m
最大揚水量	143 ℓ/min (205 m³/day)	最大揚水位	GL- 9.300 m
適正揚水量の判定	限界揚水量の80%	水温	21.0 ℃
備　考			



段階	揚水量 (ℓ/min)	揚水量 (m³/day)	水位 (GL- m)	水位降下量 (m)	記事
1	24	34	4.360	0.590	第1段階
2	47	67	4.800	1.030	第2段階
3	71	102	5.180	1.410	第3段階
4	94	135	5.750	1.980	第4段階
5	121	174	7.450	3.680	第5段階
6	143	205	9.300	5.530	第6段階
7					
8					
9					
10					

連 続 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#002　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						2
試 験 日	2020年01月22日	自然水位	GL-4.030m		水 温	20.4 ℃	
揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ			揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ	
備　　考							

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下ｓ (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　　事
00:00	0.00	4.030	0.000			
00:01	1.00	5.070	1.040	6.1	77	
00:02	2.00	5.300	1.270	6.1	77	
00:03	3.00	5.370	1.340	6.1	77	
00:04	4.00	5.470	1.440	6.1	77	
00:05	5.00	5.530	1.500	6.1	77	
00:06	6.00	5.550	1.520	6.1	77	
00:07	7.00	5.580	1.550	6.1	77	
00:08	8.00	5.620	1.590	6.1	77	
00:09	9.00	5.650	1.620	6.1	77	
00:10	10.00	5.680	1.650	6.1	77	
00:15	15.00	5.730	1.700	6.1	77	
00:20	20.00	5.740	1.710	6.1	77	
00:25	25.00	5.740	1.710	6.1	77	
00:30	30.00	5.750	1.720	6.1	77	
00:40	40.00	5.770	1.740	6.1	77	
00:50	50.00	5.780	1.750	6.1	77	
01:00	60.00	5.805	1.775	6.1	77	
01:30	90.00	5.840	1.810	6.1	77	
02:00	120.00	5.865	1.835	6.1	77	
03:00	180.00	5.870	1.840	6.1	77	
04:00	240.00	5.870	1.840	6.1	77	
05:00	300.00	5.875	1.845	6.1	77	
06:00	360.00	5.875	1.845	6.1	77	
07:00	420.00	5.875	1.845	6.1	77	
08:00	480.00	5.875	1.845	6.1	77	

回 復 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#002　　1 回目

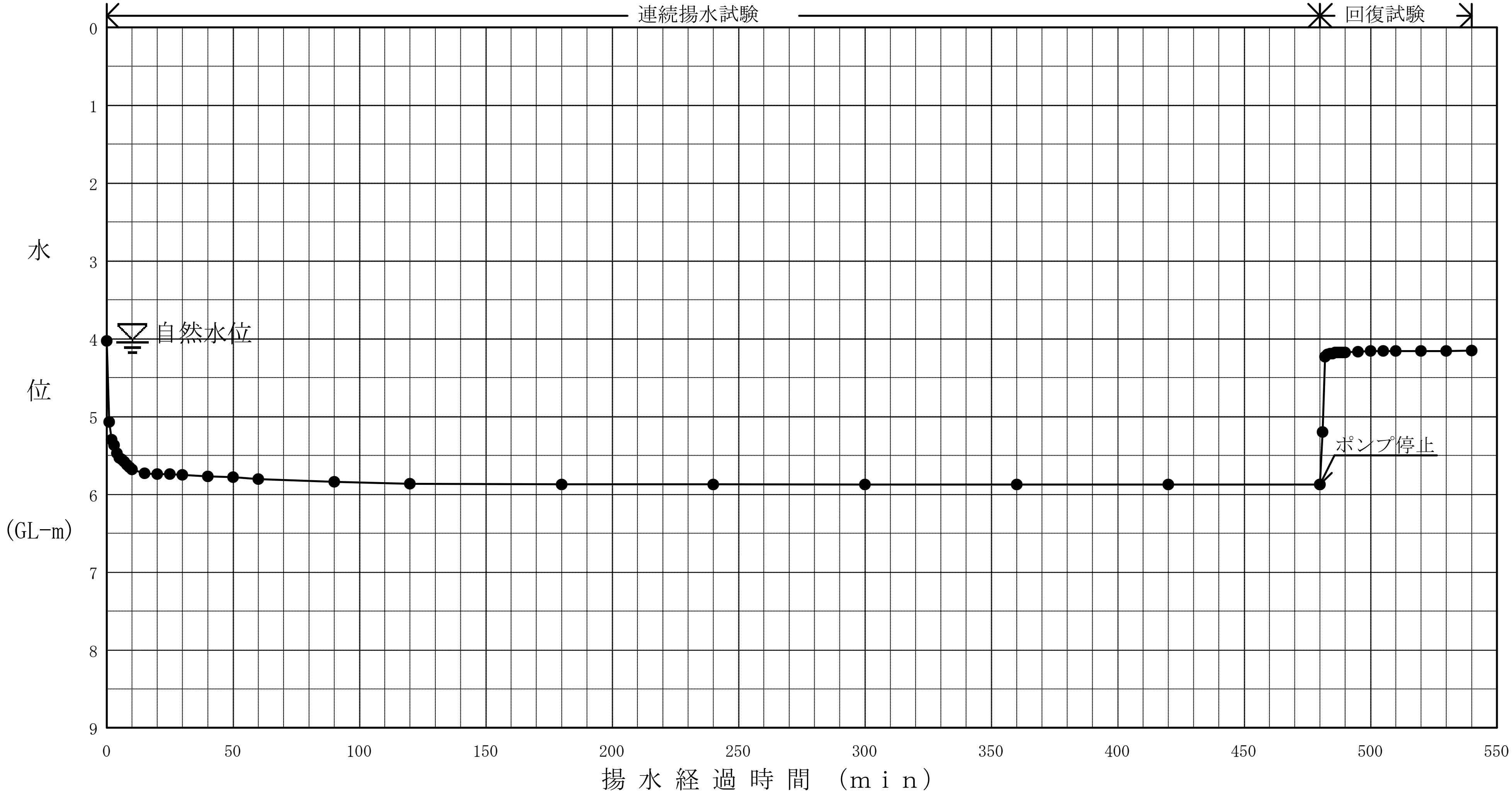
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				2
試 験 日	2020年01月22日	自然水位	GL-4.030m	揚水継続時間	480.00min
備　考					

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	揚水停止後の経過時間 ｔ’(min)	ｔ／ｔ’	測定水位 (GL-m)	残留降下水位ｓ’ (m)	記　事
08:00	480.00	0.00	0.00	5.875	1.845	
08:01	481.00	1.00	481.00	5.200	1.170	
08:02	482.00	2.00	241.00	4.230	0.200	
08:03	483.00	3.00	161.00	4.200	0.170	
08:04	484.00	4.00	121.00	4.195	0.165	
08:05	485.00	5.00	97.00	4.190	0.160	
08:06	486.00	6.00	81.00	4.180	0.150	
08:07	487.00	7.00	69.57	4.180	0.150	
08:08	488.00	8.00	61.00	4.175	0.145	
08:09	489.00	9.00	54.33	4.175	0.145	
08:10	490.00	10.00	49.00	4.175	0.145	
08:15	495.00	15.00	33.00	4.165	0.135	
08:20	500.00	20.00	25.00	4.160	0.130	
08:25	505.00	25.00	20.20	4.160	0.130	
08:30	510.00	30.00	17.00	4.160	0.130	
08:40	520.00	40.00	13.00	4.160	0.130	
08:50	530.00	50.00	10.60	4.160	0.130	
09:00	540.00	60.00	9.00	4.155	0.125	

連続揚水試験・回復試験結果

ボーリングNo. 52341584#002　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						2
自然水位	GL-　4.030 m	揚水量	77ℓ/min	水温	20.4 ℃	試験日	2020年01月22日 ～ 2020年01月22日
備　　考							



水理定数の算出（ヤコブ）

ボーリングＮｏ．　52341584#002　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				2
揚水量(Q)	0.077 ㎥/min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	15.97 m

＜ヤコブの直線解析法＞

・ｔ－ｓ直線　　$\triangle s = 0.44$ m

・透水量係数　　$T = 0.183\ Q / \triangle s$

$= 0.183 \times 0.077 / 0.44 = 3.20\times10^{-02}$ ㎡/min

・透水係数　　$k = T / b$

$= 3.20\times10^{-02} / 15.97 = 2.00\times10^{-03}$ m/min

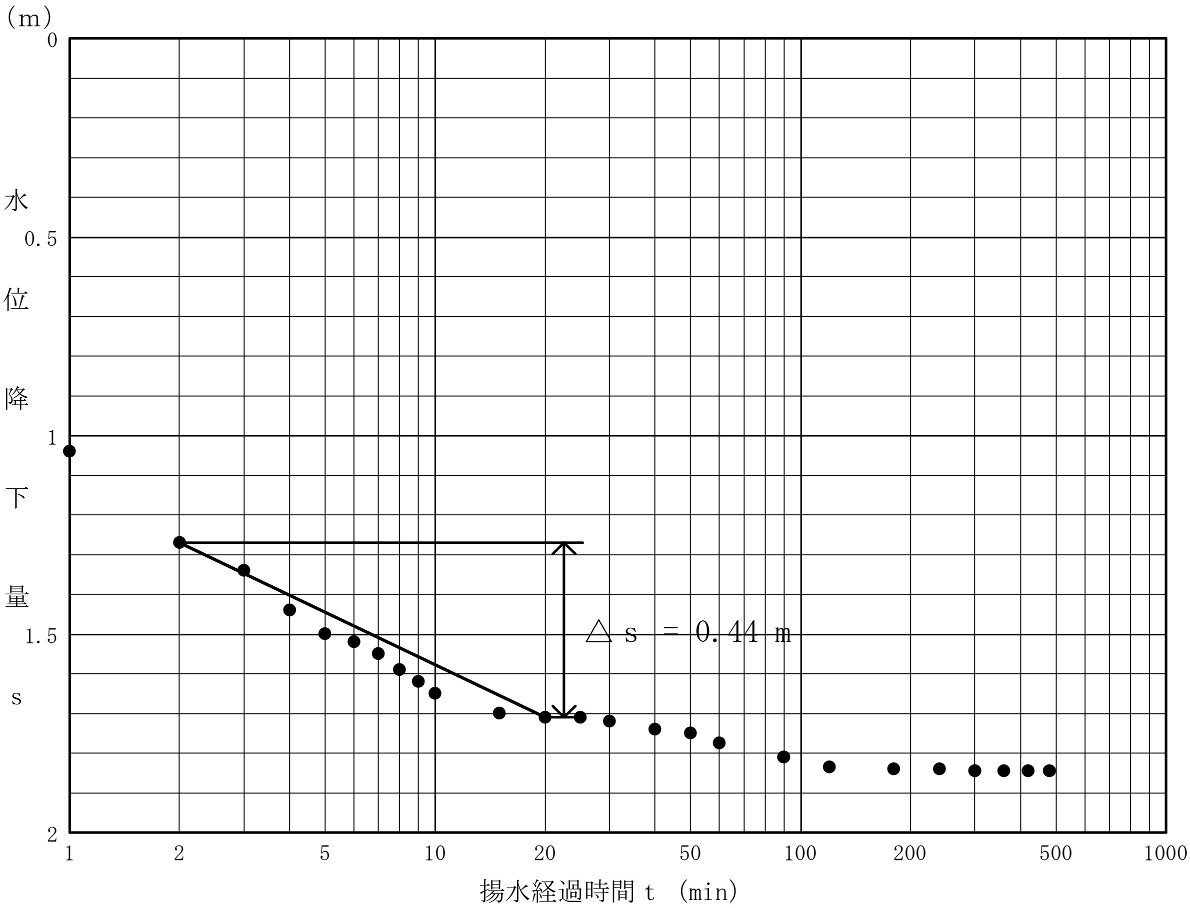
$= 3.34\times10^{-03}$ cm/s

・貯留係数

$$S = \frac{2.25\,T\,t_0}{r^2}$$

$$= \frac{2.25\times3.20\times10^{-02}\times2.60\times10^{-03}}{0.050^2} = 7.49\times10^{-02}$$

※ t_0：水位降下(ｓ)が０の時の揚水経過時間(ｔ)の値



水理定数の算出（タイス）

ボーリングＮｏ．　52341584#002　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				2
揚水量(Q)	0.077 ㎥／min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	15.97 m

＜タイスの非平衡式による自動解析法＞

・透水量係数　　T＝　2.19×10^{-02} ㎡/min

・透水係数　　k＝　T／b

＝　2.19×10^{-02} / 15.97　＝　1.37×10^{-03} m/min

＝　2.29×10^{-03} cm/s

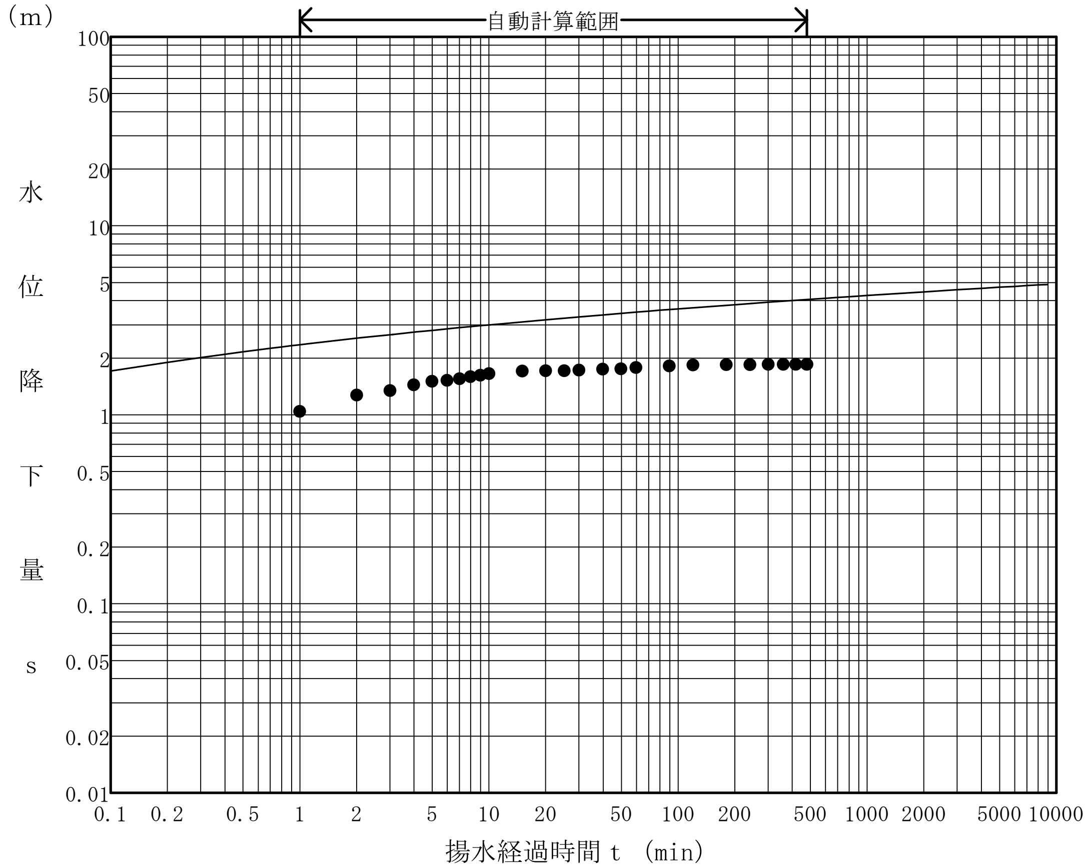
・貯留係数　　S＝　4.49×10^{-03}

注）この解析はﾀｲｽの標準曲線を用いず、非平衡式を直接数値計算し
理論的な水位低下曲線を求め、実測の水位低下ﾊﾟﾀｰﾝと最も一致する
水理定数（T、S）を決定する方法である。

$$s=\frac{Q}{4\pi T}\cdot W(u) \qquad u=\frac{r^2 S}{4Tt}$$

$$W(u)=-0.5772-\ln u+u-\frac{u^2}{2\times2!}+\frac{u^3}{3\times3!}-\frac{u^4}{4\times4!}$$

W(u)　：井戸関数
s　　：水位降下量
t　　：揚水経過時間



水理定数の算出（回復法）

ボーリングＮｏ．　52341584#002　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				2
揚水量(Q)	0.077 ㎥/min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	15.97 m

＜回復法＞

・ｔ／ｔ’－ｓ直線　　△ｓ’＝1.03 m

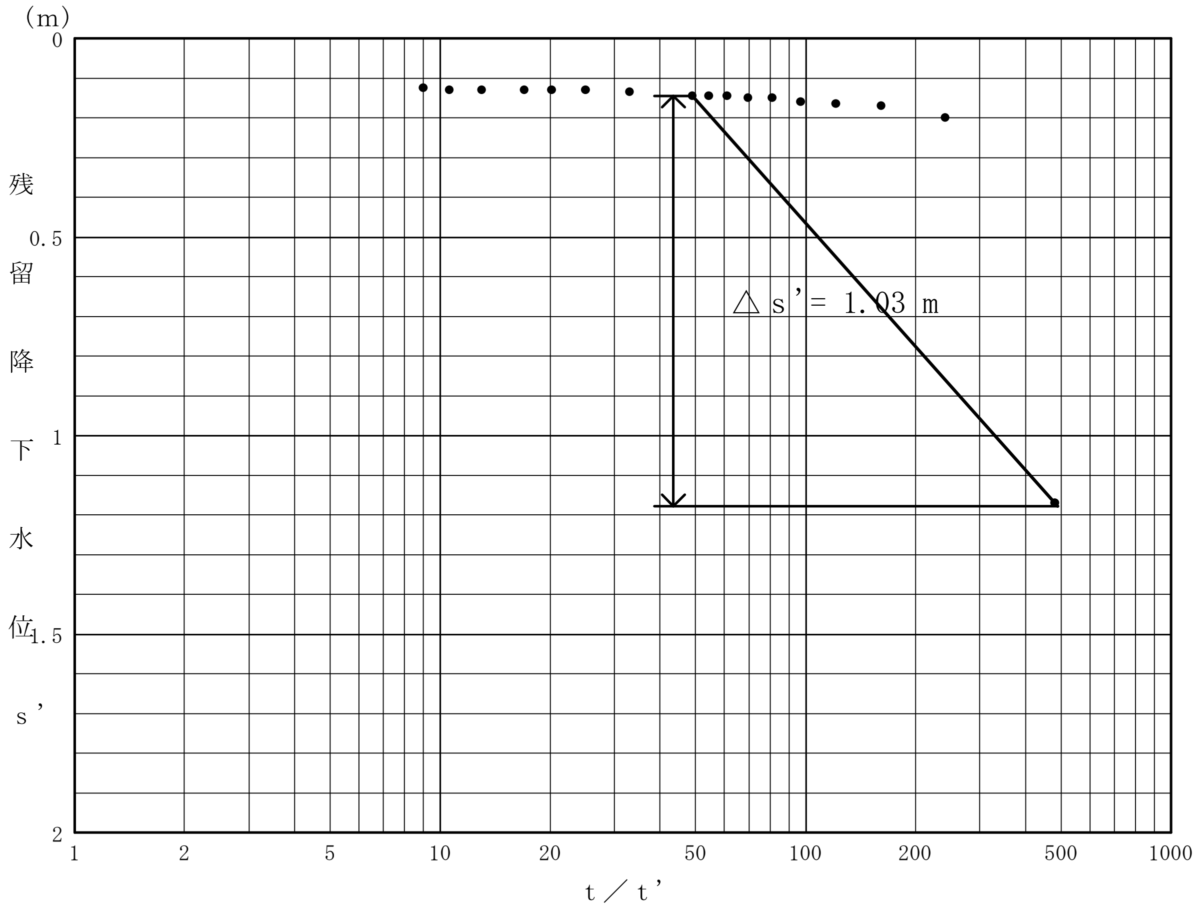
・透水量係数　　T＝　0.183 Q／△ｓ’

$= 0.183 \times 0.077 / 1.03 = 1.37\times10^{-02}$ ㎡/min

・透水係数　　k＝　T／b

$= 1.37\times10^{-02} / 15.97 = 8.58\times10^{-04}$ m/min

$= 1.43\times10^{-03}$ cm/s



揚水試験結果一覧

ボーリングNo.　52341584#002　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				2
所有者名	姫路市				
施工位置	姫路市西延末及び中地地内				
深　度	20.0m	管　径	100～　100mm	ｽﾄﾚｰﾅ有効長	15.97m

・段階揚水試験結果

試　験　日	2020年01月21日	自然水位	GL-　3.770 m
適正揚水量	78 ℓ/min (112 ㎥/day)	適正揚水位	
限界揚水量	98 ℓ/min (141 ㎥/day)	限界揚水位	GL-　5.900 m
最大揚水量	143 ℓ/min (205 ㎥/day)	最大揚水位	GL-　9.300 m
試験内容	施工前	水　温	21.0　℃
適正揚水量の判定	限界揚水量の80%		

・連続揚水試験結果

試　験　日	2020年01月22日	自然水位	GL-　4.030 m
揚　水　量	77 ℓ/min (110 ㎥/day)	水　温	20.4　℃

・水理定数の算出結果

	透水量係数	透水係数	貯留係数
ヤコブの直線解析法	3.20×10^{-02} ㎡/min	3.34×10^{-03} cm/s	7.49×10^{-02}
タイスの非平衡式	2.19×10^{-02} ㎡/min	2.29×10^{-03} cm/s	4.49×10^{-03}
回　復　法	1.37×10^{-02} ㎡/min	1.43×10^{-03} cm/s	
平　均	2.25×10^{-02} ㎡/min	2.35×10^{-03} cm/s	3.97×10^{-02}

備　考

段 階 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#003　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					3
試 験 日	2020年01月15日	自然水位	GL-4.010m		水 温	20.7 ℃
揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ			揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ
備　考						

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下ｓ (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　事
09:00	0	4.010	0.000			自然水位
09:01	1	4.040	0.030	5.1	50	第１段階
09:02	2	4.050	0.040	5.1	50	
09:03	3	4.050	0.040	5.1	50	
09:04	4	4.060	0.050	5.1	50	
09:05	5	4.060	0.050	5.1	50	
09:10	10	4.060	0.050	5.1	50	
09:15	15	4.060	0.050	5.1	50	
09:20	20	4.060	0.050	5.1	50	
09:25	25	4.060	0.050	5.1	50	
09:30	30	4.065	0.055	5.1	50	
09:35	35	4.070	0.060	5.1	50	
09:40	40	4.075	0.065	5.1	50	
09:50	50	4.075	0.065	5.1	50	
10:00	60	4.080	0.070	5.1	50	第１段階
10:01	1	4.210	0.200	6.8	102	第２段階
10:02	2	4.240	0.230	6.8	102	
10:03	3	4.240	0.230	6.8	102	
10:04	4	4.248	0.238	6.8	102	
10:05	5	4.248	0.238	6.8	102	
10:10	10	4.248	0.238	6.8	102	
10:15	15	4.250	0.240	6.8	102	
10:20	20	4.250	0.240	6.8	102	
10:25	25	4.250	0.240	6.8	102	
10:30	30	4.250	0.240	6.8	102	
10:35	35	4.252	0.242	6.8	102	
10:40	40	4.252	0.242	6.8	102	
10:50	50	4.255	0.245	6.8	102	
11:00	60	4.255	0.245	6.8	102	第２段階
11:01	1	4.390	0.380	8.0	153	第３段階
11:02	2	4.440	0.430	8.0	153	
11:03	3	4.442	0.432	8.0	153	
11:04	4	4.442	0.432	8.0	153	
11:05	5	4.442	0.432	8.0	153	
11:10	10	4.445	0.435	8.0	153	
11:15	15	4.445	0.435	8.0	153	
11:20	20	4.445	0.435	8.0	153	
11:25	25	4.448	0.438	8.0	153	
11:30	30	4.448	0.438	8.0	153	
11:35	35	4.448	0.438	8.0	153	
11:40	40	4.448	0.438	8.0	153	
11:50	50	4.450	0.440	8.0	153	
12:00	60	4.455	0.445	8.0	153	第３段階
12:01	1	4.640	0.630	9.0	205	第４段階
12:02	2	4.705	0.695	9.0	205	
12:03	3	4.715	0.705	9.0	205	
12:04	4	4.720	0.710	9.0	205	

段 階 揚 水 試 験 記 録

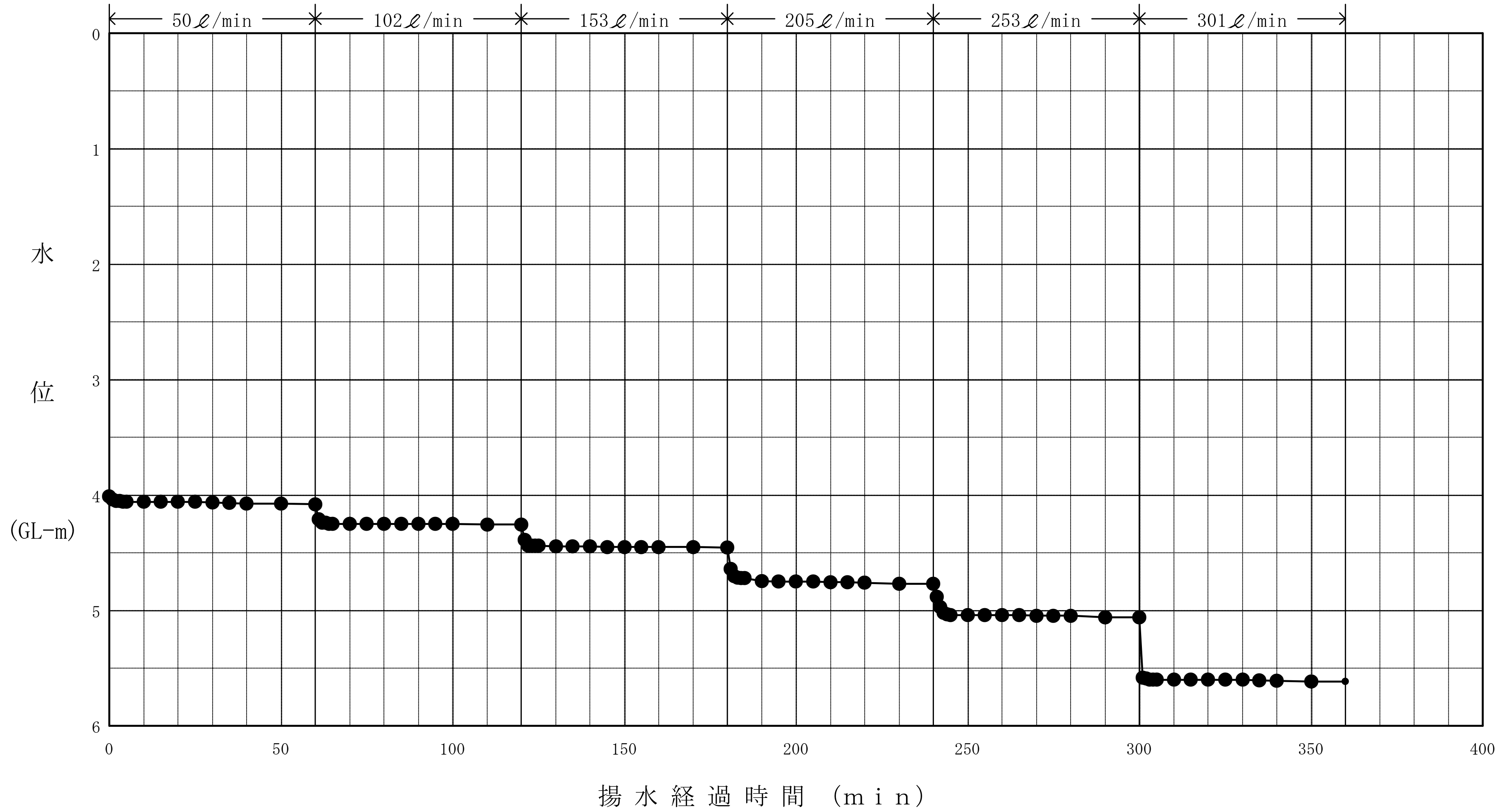
ボーリングNo. 52341584#003　　　　　　　　　　　　　　　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					3
時　間 (時:分)	経過時間 t (m i n)	測定水位 (GL-m)	水位降下 s (m)	ノッチ高 (c m)	揚水量Q (ℓ/min)	記　事
12:05	5	4.720	0.710	9.0	205	第４段階
12:10	10	4.745	0.735	9.0	205	
12:15	15	4.748	0.738	9.0	205	
12:20	20	4.750	0.740	9.0	205	
12:25	25	4.750	0.740	9.0	205	
12:30	30	4.753	0.743	9.0	205	
12:35	35	4.755	0.745	9.0	205	
12:40	40	4.758	0.748	9.0	205	
12:50	50	4.770	0.760	9.0	205	
13:00	60	4.770	0.760	9.0	205	第４段階
13:01	1	4.880	0.870	9.8	253	第５段階
13:02	2	4.970	0.960	9.8	253	
13:03	3	5.020	1.010	9.8	253	
13:04	4	5.035	1.025	9.8	253	
13:05	5	5.040	1.030	9.8	253	
13:10	10	5.040	1.030	9.8	253	
13:15	15	5.040	1.030	9.8	253	
13:20	20	5.042	1.032	9.8	253	
13:25	25	5.042	1.032	9.8	253	
13:30	30	5.045	1.035	9.8	253	
13:35	35	5.045	1.035	9.8	253	
13:40	40	5.045	1.035	9.8	253	
13:50	50	5.060	1.050	9.8	253	
14:00	60	5.060	1.050	9.8	253	第５段階
14:01	1	5.580	1.570	10.5	301	第６段階
14:02	2	5.590	1.580	10.5	301	
14:03	3	5.600	1.590	10.5	301	
14:04	4	5.600	1.590	10.5	301	
14:05	5	5.600	1.590	10.5	301	
14:10	10	5.600	1.590	10.5	301	
14:15	15	5.600	1.590	10.5	301	
14:20	20	5.600	1.590	10.5	301	
14:25	25	5.600	1.590	10.5	301	
14:30	30	5.600	1.590	10.5	301	
14:35	35	5.603	1.593	10.5	301	
14:40	40	5.610	1.600	10.5	301	
14:50	50	5.613	1.603	10.5	301	
15:00	60	5.613	1.603	10.5	301	第６段階

段階揚水試験グラフ

ボーリングNo. 52341584#003 1 回目

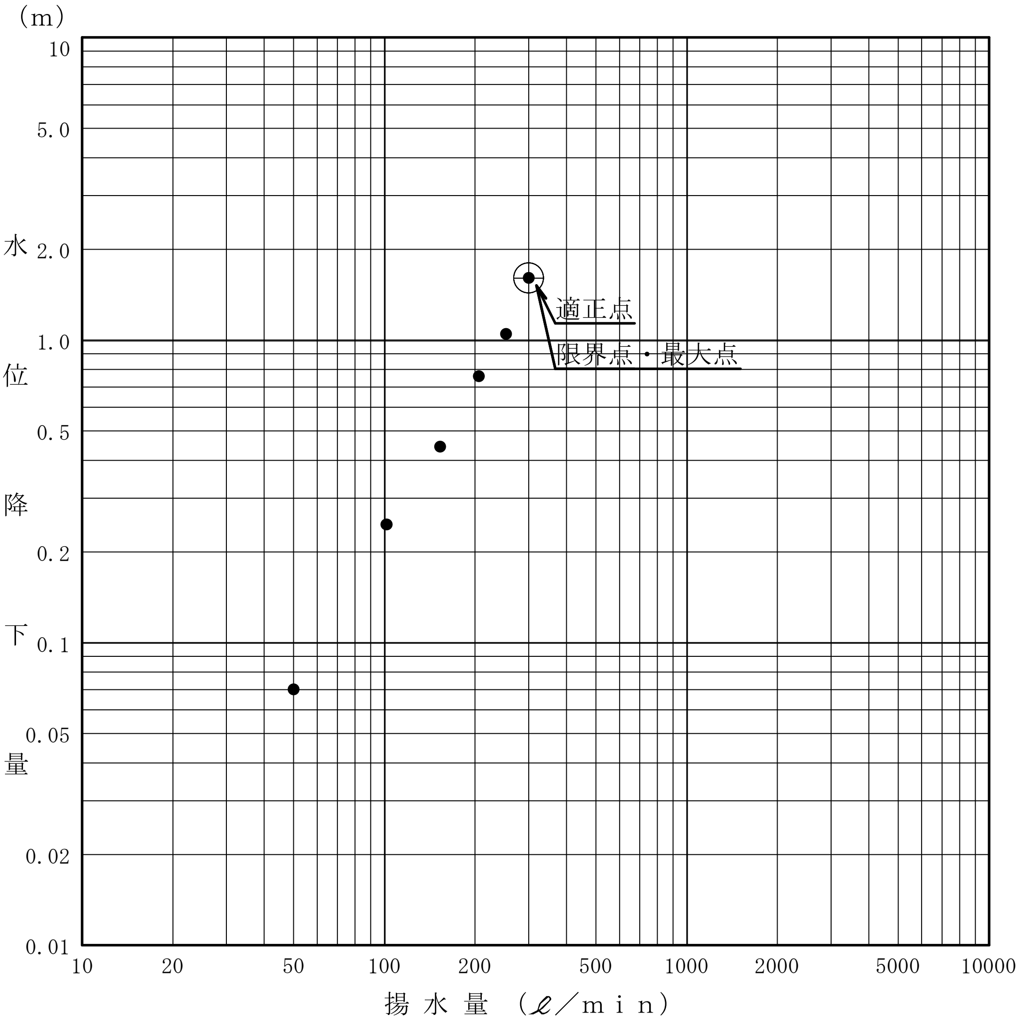
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						3
管径・深度	φ100mm～φ100mm × 20.0m	自然水位	GL- 4.010 m	水温	20.7 ℃	試験開始日	2020年01月15日
備　　考							



段階揚水試験結果

ボーリングNo. 52341584#003

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託		3
試　験　日	2020年 01月 15日	自然水位	GL- 4.010 m
適正揚水量	301 ℓ/min (433 m³/day)	適正揚水位	GL- 5.613 m
限界揚水量	301 ℓ/min (433 m³/day)	限界揚水位	GL- 5.613 m
最大揚水量	301 ℓ/min (433 m³/day)	最大揚水位	GL- 5.613 m
適正揚水量の判定	なし	水温	20.7 ℃
備　考			



段階	揚水量 (ℓ／min)	揚水量 (m³／day)	水位 (GL- m)	水位降下量 (m)	記事
1	50	72	4.080	0.070	第１段階
2	102	146	4.255	0.245	第２段階
3	153	220	4.455	0.445	第３段階
4	205	295	4.770	0.760	第４段階
5	253	364	5.060	1.050	第５段階
6	301	433	5.613	1.603	第６段階
7					
8					
9					
10					

連 続 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#003　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				3
試 験 日	2020年01月16日	自然水位	GL-3.950m	水 温	21.1 ℃
揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ		揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ
備　考					

時　間 (時:分)	経過時間 t (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下 s (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　事
08:00	0.00	3.950	0.000			
08:01	1.00	4.700	0.750	10.5	301	
08:02	2.00	4.820	0.870	10.5	301	
08:03	3.00	4.850	0.900	10.5	301	
08:04	4.00	5.190	1.240	10.5	301	
08:05	5.00	5.280	1.330	10.5	301	
08:06	6.00	5.370	1.420	10.5	301	
08:07	7.00	5.410	1.460	10.5	301	
08:08	8.00	5.450	1.500	10.5	301	
08:09	9.00	5.470	1.520	10.5	301	
08:10	10.00	5.490	1.540	10.5	301	
08:15	15.00	5.500	1.550	10.5	301	
08:20	20.00	5.510	1.560	10.5	301	
08:25	25.00	5.515	1.565	10.5	301	
08:30	30.00	5.520	1.570	10.5	301	
08:40	40.00	5.520	1.570	10.5	301	
08:50	50.00	5.520	1.570	10.5	301	
09:00	60.00	5.520	1.570	10.5	301	
09:30	90.00	5.520	1.570	10.5	301	
10:00	120.00	5.525	1.575	10.5	301	
11:00	180.00	5.530	1.580	10.5	301	
12:00	240.00	5.530	1.580	10.5	301	
13:00	300.00	5.530	1.580	10.5	301	
14:00	360.00	5.530	1.580	10.5	301	
15:00	420.00	5.530	1.580	10.5	301	
16:00	480.00	5.530	1.580	10.5	301	

回 復 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#003　　　　1 回目

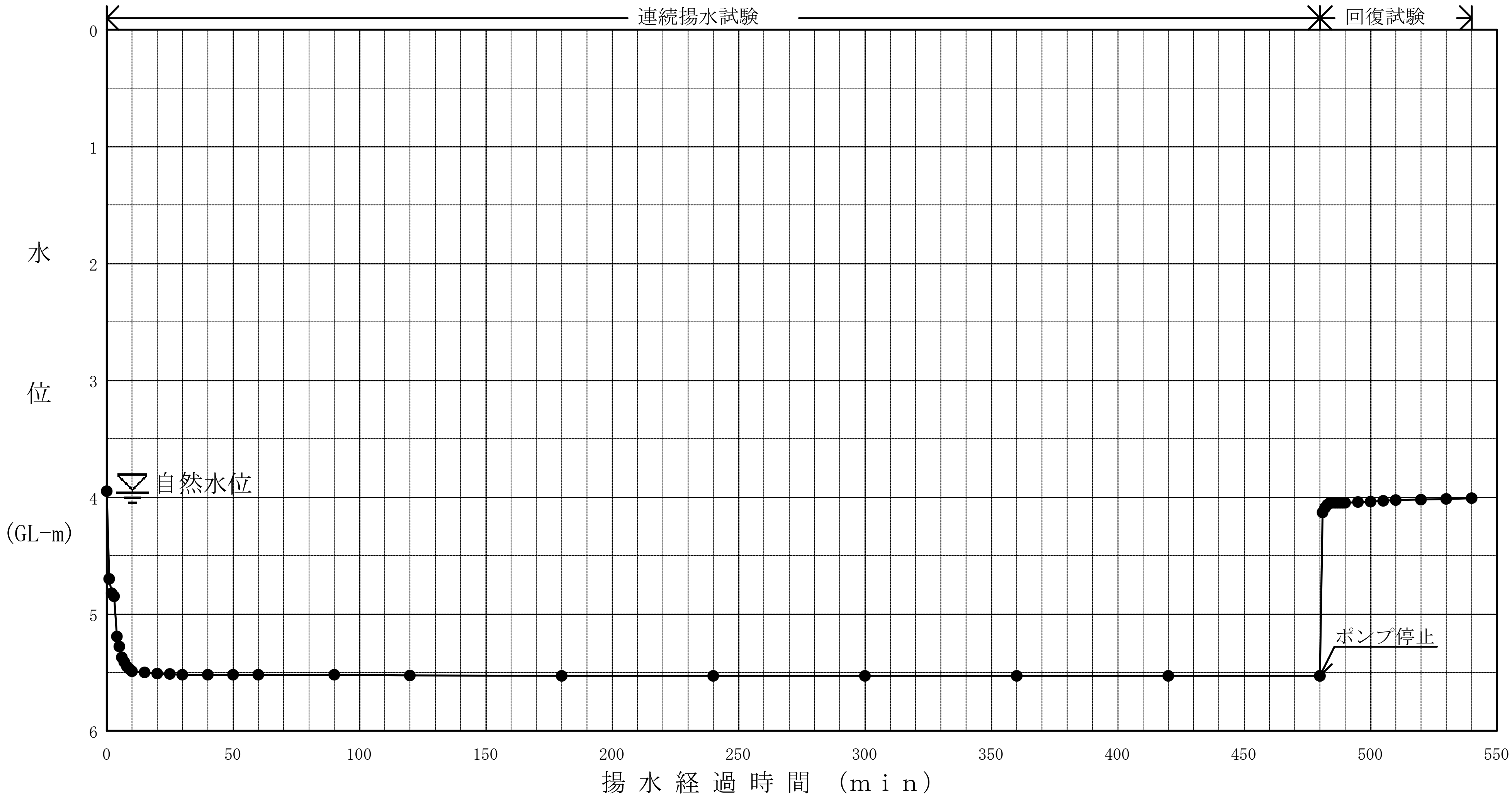
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					3
試 験 日	2020年01月16日	自然水位	GL-3.950m	揚水継続時間	480.00min	
備　　考						

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	揚水停止後の経過時間 ｔ’(min)	ｔ／ｔ’	測定水位 (GL-m)	残留降下水位ｓ’ (m)	記　　事
16:00	480.00	0.00	0.00	5.530	1.580	
16:01	481.00	1.00	481.00	4.130	0.180	
16:02	482.00	2.00	241.00	4.090	0.140	
16:03	483.00	3.00	161.00	4.065	0.115	
16:04	484.00	4.00	121.00	4.050	0.100	
16:05	485.00	5.00	97.00	4.050	0.100	
16:06	486.00	6.00	81.00	4.050	0.100	
16:07	487.00	7.00	69.57	4.050	0.100	
16:08	488.00	8.00	61.00	4.050	0.100	
16:09	489.00	9.00	54.33	4.050	0.100	
16:10	490.00	10.00	49.00	4.050	0.100	
16:15	495.00	15.00	33.00	4.042	0.092	
16:20	500.00	20.00	25.00	4.040	0.090	
16:25	505.00	25.00	20.20	4.030	0.080	
16:30	510.00	30.00	17.00	4.025	0.075	
16:40	520.00	40.00	13.00	4.020	0.070	
16:50	530.00	50.00	10.60	4.015	0.065	
17:00	540.00	60.00	9.00	4.010	0.060	

連続揚水試験・回復試験結果

ボーリングNo. 52341584#003　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						3
自然水位	GL-　3.950 m	揚水量	301ℓ/min	水温	21.1 ℃	試験日	2020年01月16日 ～ 2020年01月16日
備　　考							



水理定数の算出（ヤコブ）

ボーリングＮｏ．　52341584#003　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				3
揚水量(Q)	0.301 ㎥/min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	16.00 m

＜ヤコブの直線解析法＞

・ｔ－ｓ直線　　$\triangle s = 0.33$ m

・透水量係数　　$T = 0.183\ Q / \triangle s$

$= 0.183 \times 0.301 / 0.33 = 1.67\times10^{-01}$ ㎡/min

・透水係数　　$k = T / b$

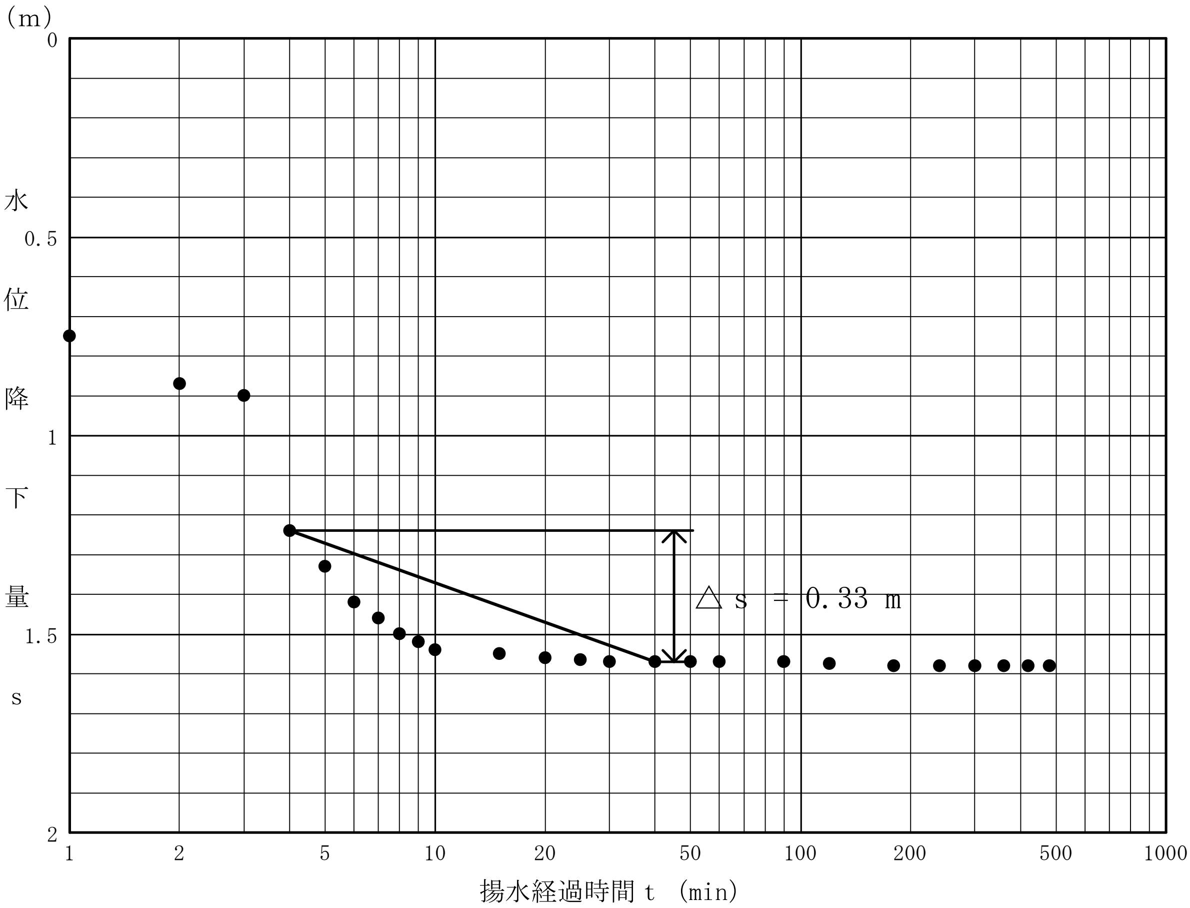
$= 1.67\times10^{-01} / 16.00 = 1.04\times10^{-02}$ m/min

$= 1.74\times10^{-02}$ cm/s

・貯留係数　　$S = \dfrac{2.25\,T\,t_0}{r^2}$

$$= \frac{2.25\times1.67\times10^{-01}\times6.99\times10^{-04}}{0.050^2} = 1.05\times10^{-01}$$

※ t_0：水位降下(ｓ)が０の時の揚水経過時間(ｔ)の値



水理定数の算出（タイス）

ボーリングＮｏ．　52341584#003　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					3
揚水量(Q)	0.301 ㎥／min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	16.00 m	

＜タイスの非平衡式による自動解析法＞

・透水量係数　　T＝　1.53×10^{-01} ㎡/min

・透水係数　　k＝　T／b

＝　1.53×10^{-01} / 16.00　＝　9.56×10^{-03} m/min

＝　1.59×10^{-02} cm/s

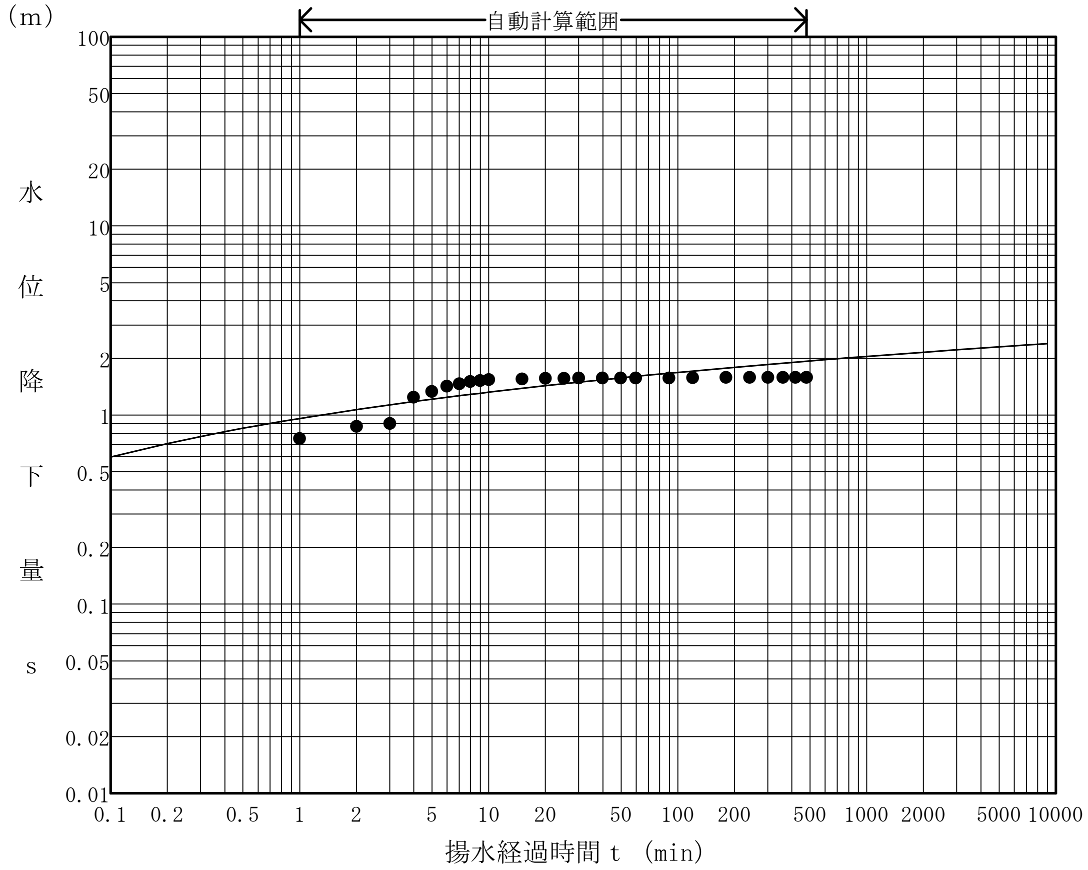
・貯留係数　　S＝　3.00×10^{-01}

注）この解析はﾀｲｽの標準曲線を用いず、非平衡式を直接数値計算し
理論的な水位低下曲線を求め、実測の水位低下ﾊﾟﾀｰﾝと最も一致する
水理定数（T、S）を決定する方法である。

$$s = \frac{Q}{4\pi T}\cdot W(u) \qquad u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

$$W(u) = -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2\times2!} + \frac{u^3}{3\times3!} - \frac{u^4}{4\times4!}$$

W(u)　：井戸関数
s　　：水位降下量
t　　：揚水経過時間



回 復 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#003　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					3
試 験 日	2020年01月16日	自然水位	GL-3.950m	揚水継続時間	480.00min	
備　考						

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	揚水停止後の経過時間 ｔ’(min)	ｔ／ｔ’	測定水位 (GL-m)	残留降下水位ｓ’ (m)	記　事
16:00	480.00	0.00	0.00	5.530	1.580	
16:01	481.00	1.00	481.00	4.130	0.180	
16:02	482.00	2.00	241.00	4.090	0.140	
16:03	483.00	3.00	161.00	4.065	0.115	
16:04	484.00	4.00	121.00	4.050	0.100	
16:05	485.00	5.00	97.00	4.050	0.100	
16:06	486.00	6.00	81.00	4.050	0.100	
16:07	487.00	7.00	69.57	4.050	0.100	
16:08	488.00	8.00	61.00	4.050	0.100	
16:09	489.00	9.00	54.33	4.050	0.100	
16:10	490.00	10.00	49.00	4.050	0.100	
16:15	495.00	15.00	33.00	4.042	0.092	
16:20	500.00	20.00	25.00	4.040	0.090	
16:25	505.00	25.00	20.20	4.030	0.080	
16:30	510.00	30.00	17.00	4.025	0.075	
16:40	520.00	40.00	13.00	4.020	0.070	
16:50	530.00	50.00	10.60	4.015	0.065	
17:00	540.00	60.00	9.00	4.010	0.060	

揚水試験結果一覧

ボーリングNo. 52341584#003　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託	3
所有者名	姫路市	
施工位置	姫路市西延末及び中地地内	

深　度	20.0m	管　径	100～　100mm	ｽﾄﾚｰﾅ有効長	16.00m

・段階揚水試験結果

試　験　日	2020年01月15日	自然水位	GL-　4.010 m
適正揚水量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	適正揚水位	GL-　5.613 m
限界揚水量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	限界揚水位	GL-　5.613 m
最大揚水量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	最大揚水位	GL-　5.613 m
試験内容	施工時	水　温	20.7 ℃
適正揚水量の判定	なし		

・連続揚水試験結果

試　験　日	2020年01月16日	自然水位	GL-　3.950 m
揚　水　量	301 ℓ/min (433 ㎥/day)	水　温	21.1 ℃

・水理定数の算出結果

	透水量係数	透水係数	貯留係数
ヤコブの直線解析法	1.67×10^{-01} ㎡/min	1.74×10^{-02} cm/s	1.05×10^{-01}
タイスの非平衡式	1.53×10^{-01} ㎡/min	1.59×10^{-02} cm/s	3.00×10^{-01}
回　復　法	$1.10\times10^{+00}$ ㎡/min	1.15×10^{-01} cm/s	
平　均	4.73×10^{-01} ㎡/min	4.93×10^{-02} cm/s	2.03×10^{-01}

備　考

段 階 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#004　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						4
試 験 日	2020年01月17日	自然水位	GL-3.920m		水 温	20.7 ℃	
揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ			揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ	
備　考							

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下ｓ (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　事
09:00	0	3.920	0.000			自然水位
09:01	1	3.970	0.050	4.4	34	第１段階
09:02	2	3.980	0.060	4.4	34	
09:03	3	3.980	0.060	4.4	34	
09:04	4	3.990	0.070	4.4	34	
09:05	5	3.990	0.070	4.4	34	
09:10	10	4.000	0.080	4.4	34	
09:15	15	4.000	0.080	4.4	34	
09:20	20	4.000	0.080	4.4	34	
09:25	25	4.000	0.080	4.4	34	
09:30	30	4.000	0.080	4.4	34	
09:35	35	4.000	0.080	4.4	34	
09:40	40	4.000	0.080	4.4	34	
09:50	50	4.000	0.080	4.4	34	
10:00	60	4.000	0.080	4.4	34	第１段階
10:01	1	4.080	0.160	5.8	68	第２段階
10:02	2	4.090	0.170	5.8	68	
10:03	3	4.092	0.172	5.8	68	
10:04	4	4.095	0.175	5.8	68	
10:05	5	4.098	0.178	5.8	68	
10:10	10	4.105	0.185	5.8	68	
10:15	15	4.115	0.195	5.8	68	
10:20	20	4.120	0.200	5.8	68	
10:25	25	4.125	0.205	5.8	68	
10:30	30	4.125	0.205	5.8	68	
10:35	35	4.127	0.207	5.8	68	
10:40	40	4.130	0.210	5.8	68	
10:50	50	4.135	0.215	5.8	68	
11:00	60	4.135	0.215	5.8	68	第２段階
11:01	1	4.200	0.280	6.8	102	第３段階
11:02	2	4.220	0.300	6.8	102	
11:03	3	4.230	0.310	6.8	102	
11:04	4	4.232	0.312	6.8	102	
11:05	5	4.235	0.315	6.8	102	
11:10	10	4.245	0.325	6.8	102	
11:15	15	4.250	0.330	6.8	102	
11:20	20	4.260	0.340	6.8	102	
11:25	25	4.270	0.350	6.8	102	
11:30	30	4.273	0.353	6.8	102	
11:35	35	4.277	0.357	6.8	102	
11:40	40	4.280	0.360	6.8	102	
11:50	50	4.285	0.365	6.8	102	
12:00	60	4.290	0.370	6.8	102	第３段階
12:01	1	4.370	0.450	7.7	139	第４段階
12:02	2	4.375	0.455	7.7	139	
12:03	3	4.385	0.465	7.7	139	
12:04	4	4.395	0.475	7.7	139	

段 階 揚 水 試 験 記 録

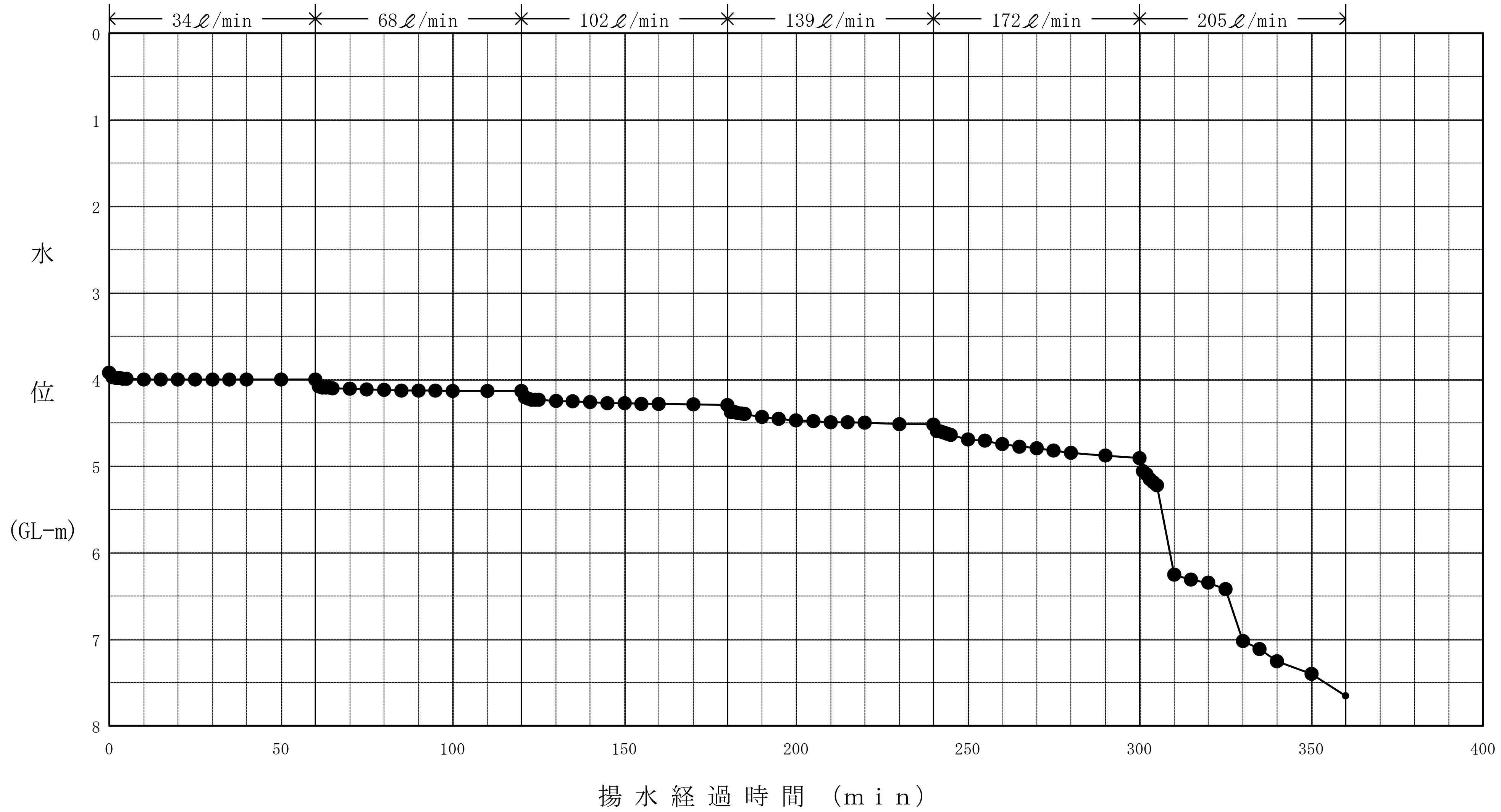
ボーリングNo. 52341584#004　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					4
時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下ｓ (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　事
12:05	5	4.400	0.480	7.7	139	第４段階
12:10	10	4.430	0.510	7.7	139	
12:15	15	4.455	0.535	7.7	139	
12:20	20	4.470	0.550	7.7	139	
12:25	25	4.480	0.560	7.7	139	
12:30	30	4.490	0.570	7.7	139	
12:35	35	4.495	0.575	7.7	139	
12:40	40	4.500	0.580	7.7	139	
12:50	50	4.510	0.590	7.7	139	
13:00	60	4.520	0.600	7.7	139	第４段階
13:01	1	4.590	0.670	8.4	172	第５段階
13:02	2	4.600	0.680	8.4	172	
13:03	3	4.610	0.690	8.4	172	
13:04	4	4.625	0.705	8.4	172	
13:05	5	4.640	0.720	8.4	172	
13:10	10	4.690	0.770	8.4	172	
13:15	15	4.705	0.785	8.4	172	
13:20	20	4.745	0.825	8.4	172	
13:25	25	4.770	0.850	8.4	172	
13:30	30	4.795	0.875	8.4	172	
13:35	35	4.820	0.900	8.4	172	
13:40	40	4.845	0.925	8.4	172	
13:50	50	4.880	0.960	8.4	172	
14:00	60	4.905	0.985	8.4	172	第５段階
14:01	1	5.060	1.140	9.0	205	第６段階
14:02	2	5.090	1.170	9.0	205	
14:03	3	5.150	1.230	9.0	205	
14:04	4	5.185	1.265	9.0	205	
14:05	5	5.220	1.300	9.0	205	
14:10	10	6.250	2.330	9.0	205	
14:15	15	6.310	2.390	9.0	205	
14:20	20	6.345	2.425	9.0	205	
14:25	25	6.420	2.500	9.0	205	
14:30	30	7.020	3.100	9.0	205	
14:35	35	7.115	3.195	9.0	205	
14:40	40	7.250	3.330	9.0	205	
14:50	50	7.403	3.483	9.0	205	
15:00	60	7.650	3.730	9.0	205	第６段階

段階揚水試験グラフ

ボーリングNo. 52341584#004 　　　　1 回目

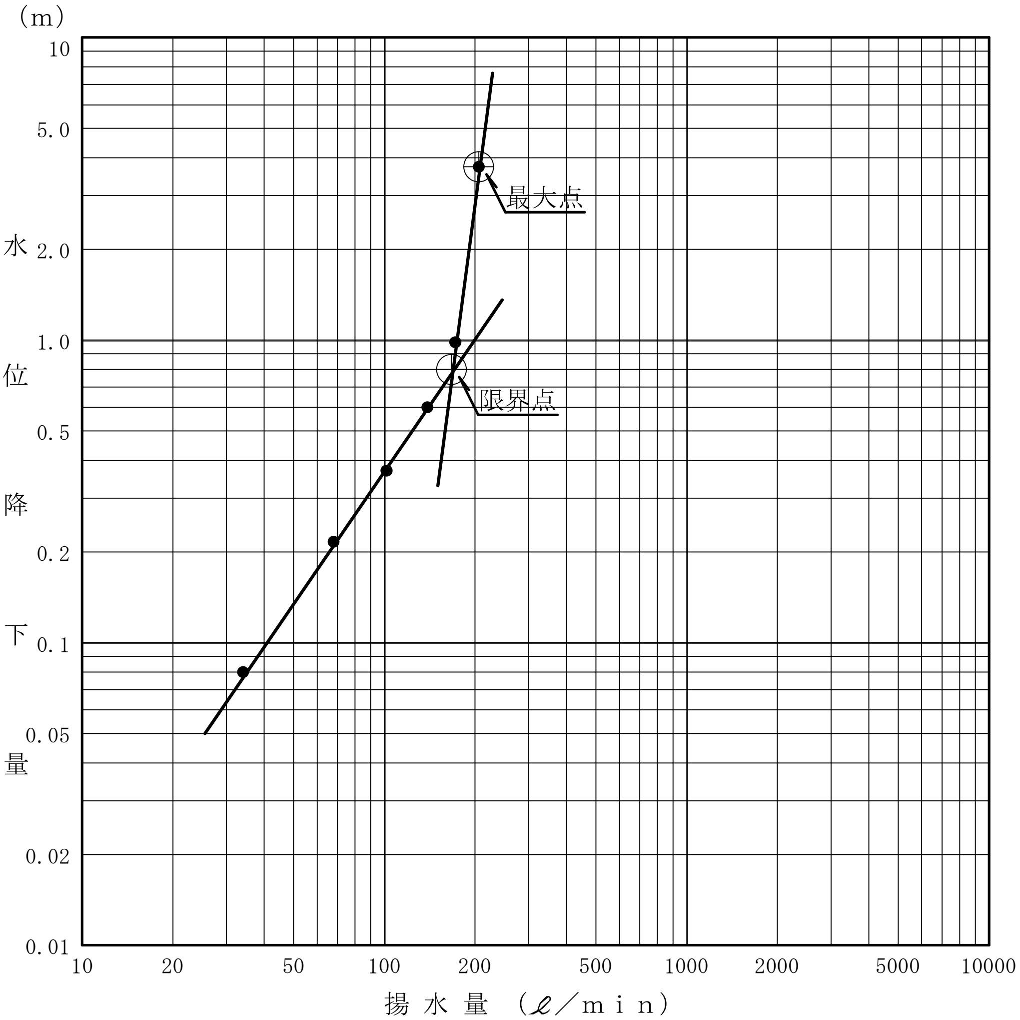
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						4
管径・深度	φ100mm～φ100mm × 20.0m	自然水位	GL- 3.920 m	水温	20.7 ℃	試験開始日	2020年01月17日
備　　　考							



段階揚水試験結果

ボーリングNo.　52341584#004

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託		4
試　験　日	2020年 01月 17日	自然水位	GL-　3.920 m
適正揚水量	133 ℓ/min (　191 m³/day)	適正揚水位	
限界揚水量	167 ℓ/min (　240 m³/day)	限界揚水位	GL-　4.720 m
最大揚水量	205 ℓ/min (　295 m³/day)	最大揚水位	GL-　7.650 m
適正揚水量の判定	限界揚水量の80%	水温	20.7 ℃
備　　考			



段階	揚　水　量 (ℓ／min)	揚　水　量 (m³／day)	水　位 (GL-　m)	水位降下量 (m)	記　事
1	34	48	4.000	0.080	第１段階
2	68	97	4.135	0.215	第２段階
3	102	146	4.290	0.370	第３段階
4	139	200	4.520	0.600	第４段階
5	172	247	4.905	0.985	第５段階
6	205	295	7.650	3.730	第６段階
7					
8					
9					
10					

連 続 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#004　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						4
試 験 日	2020年01月20日	自然水位	GL-3.820m		水 温	20.9 ℃	
揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ			揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ	
備　考							

時 間 (時:分)	経過時間 t (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下 s (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　事
08:20	0.00	3.820	0.000			
08:21	1.00	3.910	0.090	7.6	134	
08:22	2.00	3.995	0.175	7.6	134	
08:23	3.00	4.020	0.200	7.6	134	
08:24	4.00	4.045	0.225	7.6	134	
08:25	5.00	4.060	0.240	7.6	134	
08:26	6.00	4.070	0.250	7.6	134	
08:27	7.00	4.070	0.250	7.6	134	
08:28	8.00	4.075	0.255	7.6	134	
08:29	9.00	4.085	0.265	7.6	134	
08:30	10.00	4.095	0.275	7.6	134	
08:35	15.00	4.120	0.300	7.6	134	
08:40	20.00	4.135	0.315	7.6	134	
08:45	25.00	4.145	0.325	7.6	134	
08:50	30.00	4.155	0.335	7.6	134	
09:00	40.00	4.165	0.345	7.6	134	
09:10	50.00	4.185	0.365	7.6	134	
09:20	60.00	4.210	0.390	7.6	134	
09:50	90.00	4.220	0.400	7.6	134	
10:20	120.00	4.235	0.415	7.6	134	
11:20	180.00	4.270	0.450	7.6	134	
12:20	240.00	4.300	0.480	7.6	134	
13:20	300.00	4.325	0.505	7.6	134	
14:20	360.00	4.330	0.510	7.6	134	
15:20	420.00	4.330	0.510	7.6	134	
16:20	480.00	4.330	0.510	7.6	134	

回 復 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#004　　1 回目

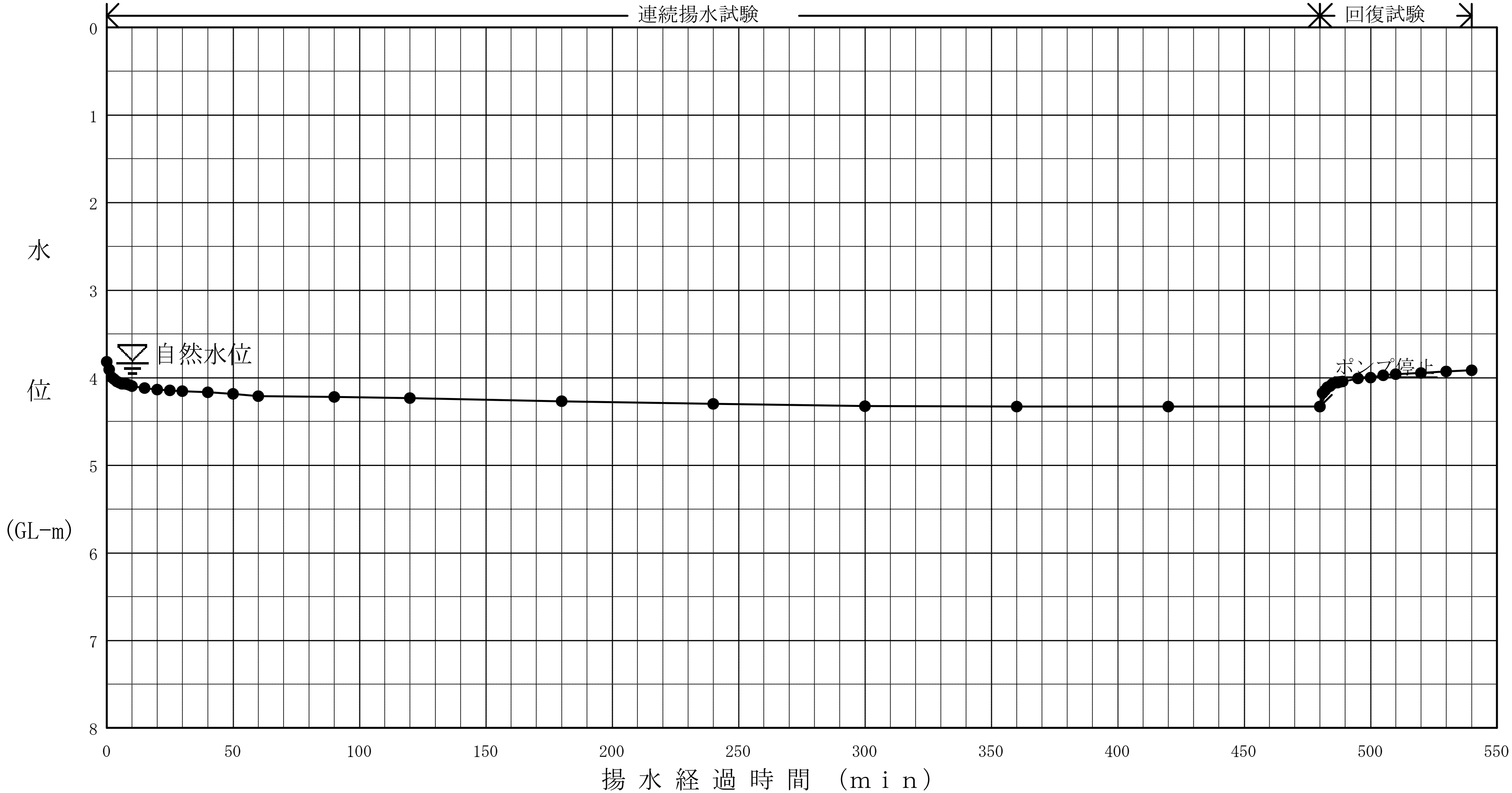
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					4
試 験 日	2020年01月20日	自然水位	GL-3.820m	揚水継続時間	480.00min	
備　考						

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	揚水停止後の経過時間 ｔ’(min)	ｔ／ｔ’	測定水位 (GL-m)	残留降下水位ｓ’ (m)	記　事
16:20	480.00	0.00	0.00	4.330	0.510	
16:21	481.00	1.00	481.00	4.175	0.355	
16:22	482.00	2.00	241.00	4.145	0.325	
16:23	483.00	3.00	161.00	4.110	0.290	
16:24	484.00	4.00	121.00	4.095	0.275	
16:25	485.00	5.00	97.00	4.070	0.250	
16:26	486.00	6.00	81.00	4.060	0.240	
16:27	487.00	7.00	69.57	4.055	0.235	
16:28	488.00	8.00	61.00	4.050	0.230	
16:29	489.00	9.00	54.33	4.045	0.225	
16:35	495.00	15.00	33.00	4.010	0.190	
16:40	500.00	20.00	25.00	4.000	0.180	
16:45	505.00	25.00	20.20	3.970	0.150	
16:50	510.00	30.00	17.00	3.960	0.140	
17:00	520.00	40.00	13.00	3.945	0.125	
17:10	530.00	50.00	10.60	3.930	0.110	
17:20	540.00	60.00	9.00	3.915	0.095	

連続揚水試験・回復試験結果

ボーリングNo. 52341584#004　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						4
自然水位	GL-　3.820 m	揚水量	134ℓ/min	水温	20.9 ℃	試験日	2020年01月20日 ～ 2020年01月20日
備　　考							



水理定数の算出（ヤコブ）

ボーリングＮｏ．　52341584#004　　　　　　　　　　　　　　　　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				4
揚水量(Q)	0.134 ㎥/min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	16.00 m

＜ヤコブの直線解析法＞

・ｔ－ｓ直線　　△ｓ＝ 0.13 m

・透水量係数　　T＝ 0.183 Q／△ｓ

＝ 0.183 × 0.134 / 0.13 ＝ 1.89×10^{-01} ㎡/min

・透水係数　　k＝ T／b

＝ 1.89×10^{-01} / 16.00 ＝ 1.18×10^{-02} m/min

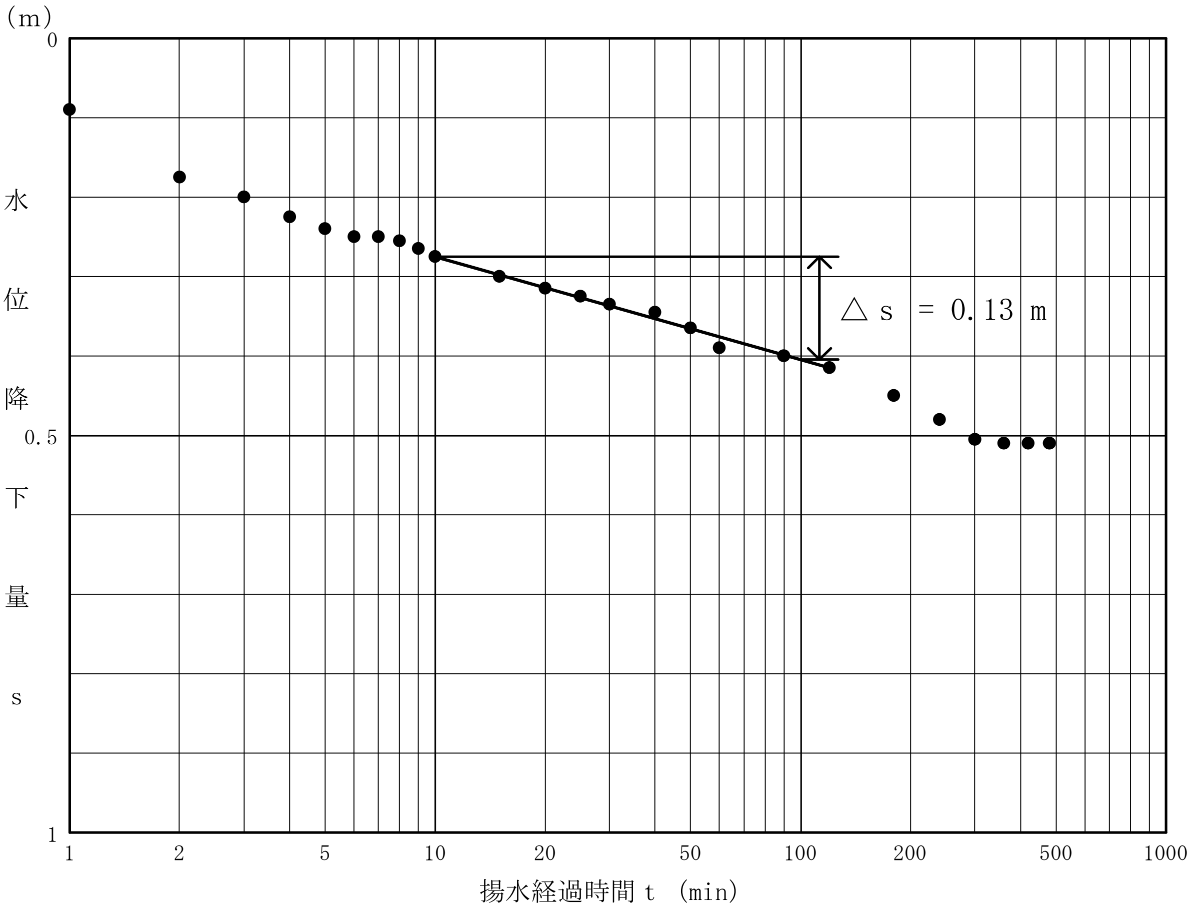
＝ 1.97×10^{-02} cm/s

・貯留係数　　$S=\dfrac{2.25\,T\,t_0}{r^2}$

$$=\frac{2.25\times1.89\times10^{-01}\times7.66\times10^{-02}}{0.050^2}$$

＝ $1.30\times10^{+01}$

※ t_0：水位降下(ｓ)が０の時の揚水経過時間(ｔ)の値



水理定数の算出（タイス）

ボーリングＮｏ．　52341584#004　　　　　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				4
揚水量(Q)	0.134 ㎥／min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	16.00 m

＜タイスの非平衡式による自動解析法＞

・透水量係数　　T＝　1.80×10^{-01} ㎡/min

・透水係数　　k＝　T／b

＝　1.80×10^{-01} / 16.00　　＝　1.13×10^{-02} m/min

＝　1.87×10^{-02} cm/s

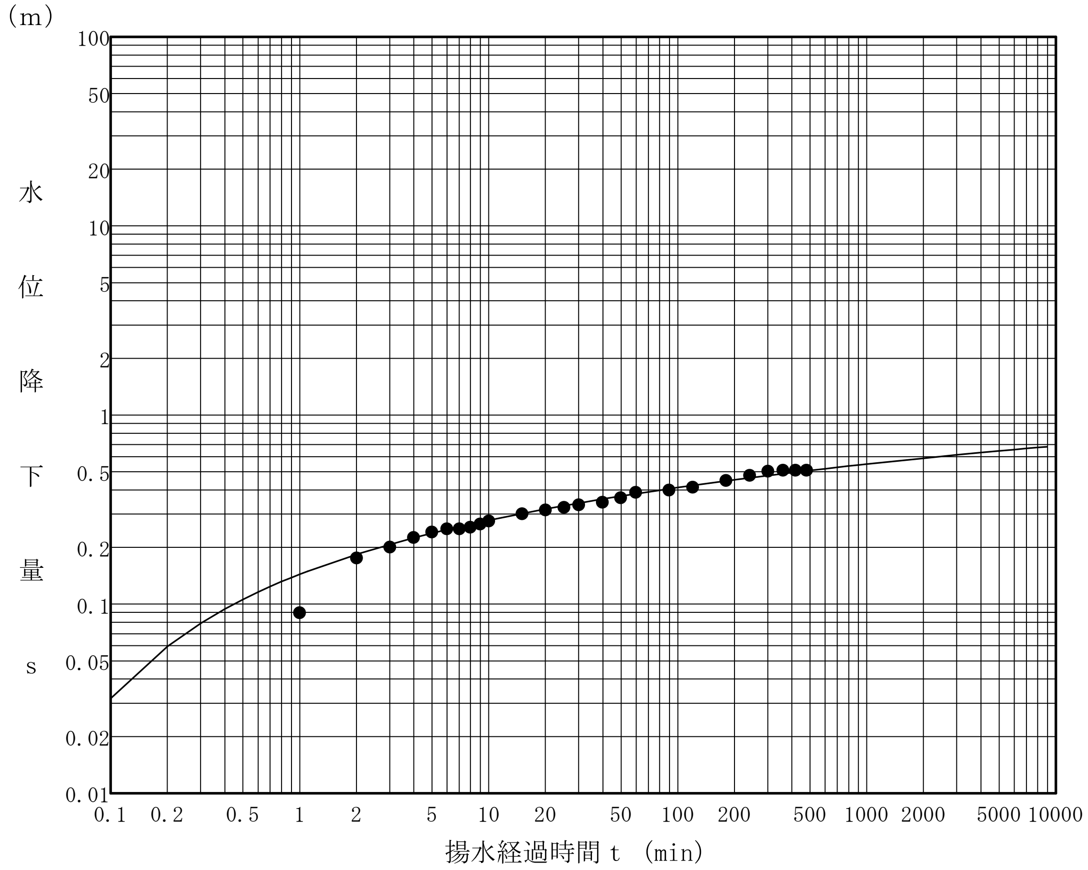
・貯留係数　　S＝　$1.50\times10^{+01}$

注）この解析はﾀｲｽの標準曲線を用いず、非平衡式を直接数値計算し
理論的な水位低下曲線を求め、実測の水位低下ﾊﾟﾀｰﾝと最も一致する
水理定数（T、S）を決定する方法である。

$$s=\frac{Q}{4\pi T}\cdot W(u)\qquad u=\frac{r^2S}{4Tt}$$

$$W(u)=-0.5772-\ln u+u-\frac{u^2}{2\times2!}+\frac{u^3}{3\times3!}-\frac{u^4}{4\times4!}$$

W(u) ： 井戸関数
s　： 水位降下量
t　： 揚水経過時間



水理定数の算出（回復法）

ボーリングＮｏ． 52341584#004　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				4
揚水量(Q)	0.134 ㎥/min	井戸半径(ｒ)	0.050 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	16.00 m

＜回復法＞

・ｔ／ｔ’－ｓ直線　　△ｓ’＝0.16 m

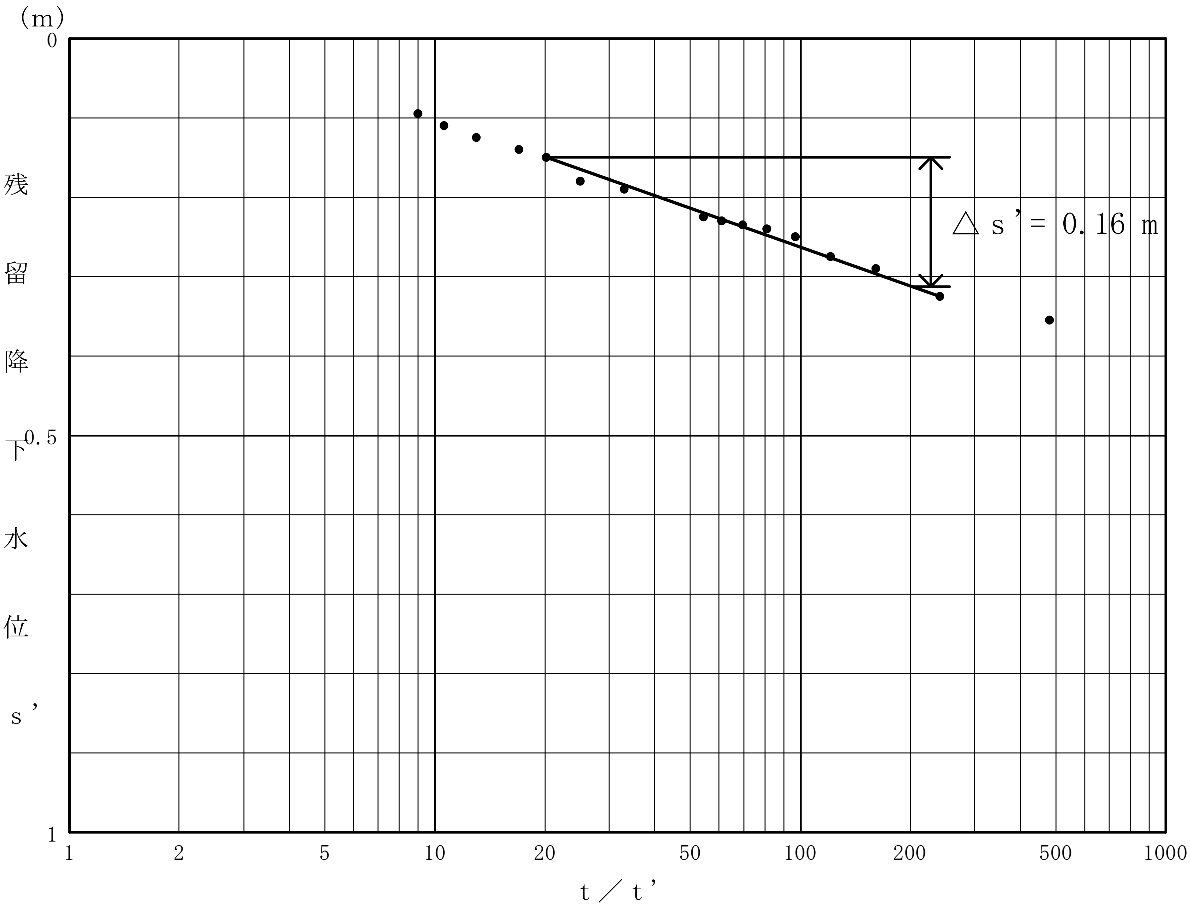
・透水量係数　　Ｔ＝　0.183 Ｑ／△ｓ’

　　＝　0.183 × 0.134 / 0.16　＝　1.53×10^{-01} ㎡/min

・透水係数　　ｋ＝　Ｔ／ｂ

　　＝　1.53×10^{-01} / 16.00　＝　9.56×10^{-03} m/min

　　＝　1.59×10^{-02} cm/s



揚水試験結果一覧

ボーリングNo. 52341584#004　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					4
所有者名	姫路市					
施工位置	姫路市西延末及び中地地内					
深　度	20.0m	管　径	100～　100mm	ｽﾄﾚｰﾅ有効長	16.00m	

・段階揚水試験結果

試　験　日	2020年01月17日	自然水位	GL-　3.920 m
適正揚水量	133 ℓ/min (191 ㎥/day)	適正揚水位	
限界揚水量	167 ℓ/min (240 ㎥/day)	限界揚水位	GL-　4.720 m
最大揚水量	205 ℓ/min (295 ㎥/day)	最大揚水位	GL-　7.650 m
試験内容	施工前	水　温	20.7 ℃
適正揚水量の判定	限界揚水量の80%		

・連続揚水試験結果

試　験　日	2020年01月20日	自然水位	GL-　3.820 m
揚　水　量	134 ℓ/min (192 ㎥/day)	水　温	20.9 ℃

・水理定数の算出結果

	透水量係数	透水係数	貯留係数
ヤコブの直線解析法	1.89×10^{-01} ㎡/min	1.97×10^{-02} cm/s	$1.30\times10^{+01}$
タイスの非平衡式	1.80×10^{-01} ㎡/min	1.88×10^{-02} cm/s	$1.50\times10^{+01}$
回　復　法	1.53×10^{-01} ㎡/min	1.59×10^{-02} cm/s	
平　均	1.74×10^{-01} ㎡/min	1.81×10^{-02} cm/s	$1.40\times10^{+01}$

備　考

段 階 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#005　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					5
試 験 日	2020年01月30日	自然水位	GL-3.310m		水 温	17.6 ℃
揚水ﾎﾟﾝﾌﾟ			揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ
備　　考						

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下ｓ (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　　事
00:00	0	3.310	0.000			自然水位
00:01	1	3.360	0.050	3.2	15	第１段階
00:02	2	3.365	0.055	3.2	15	
00:03	3	3.370	0.060	3.2	15	
00:04	4	3.380	0.070	3.2	15	
00:05	5	3.380	0.070	3.2	15	
00:10	10	3.390	0.080	3.2	15	
00:15	15	3.395	0.085	3.2	15	
00:20	20	3.400	0.090	3.2	15	
00:25	25	3.400	0.090	3.2	15	
00:30	30	3.405	0.095	3.2	15	
00:35	35	3.410	0.100	3.2	15	
00:40	40	3.410	0.100	3.2	15	
00:50	50	3.410	0.100	3.2	15	
01:00	60	3.410	0.100	3.2	15	第１段階
01:01	1	3.430	0.120	4.2	30	第２段階
01:02	2	3.435	0.125	4.2	30	
01:03	3	3.440	0.130	4.2	30	
01:04	4	3.450	0.140	4.2	30	
01:05	5	3.460	0.150	4.2	30	
01:10	10	3.500	0.190	4.2	30	
01:15	15	3.550	0.240	4.2	30	
01:20	20	3.570	0.260	4.2	30	
01:25	25	3.580	0.270	4.2	30	
01:30	30	3.590	0.280	4.2	30	
01:35	35	3.600	0.290	4.2	30	
01:40	40	3.600	0.290	4.2	30	
01:50	50	3.600	0.290	4.2	30	
02:00	60	3.600	0.290	4.2	30	第２段階
02:01	1	3.670	0.360	4.9	45	第３段階
02:02	2	3.680	0.370	4.9	45	
02:03	3	3.690	0.380	4.9	45	
02:04	4	3.710	0.400	4.9	45	
02:05	5	3.720	0.410	4.9	45	
02:10	10	3.750	0.440	4.9	45	
02:15	15	3.760	0.450	4.9	45	
02:20	20	3.780	0.470	4.9	45	
02:25	25	3.790	0.480	4.9	45	
02:30	30	3.810	0.500	4.9	45	
02:35	35	3.820	0.510	4.9	45	
02:40	40	3.830	0.520	4.9	45	
02:50	50	3.830	0.520	4.9	45	
03:00	60	3.830	0.520	4.9	45	第３段階
03:01	1	3.850	0.540	5.5	60	第４段階
03:02	2	3.880	0.570	5.5	60	
03:03	3	3.920	0.610	5.5	60	
03:04	4	3.950	0.640	5.5	60	

段 階 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#005　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					5
時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	測定水位 (GL-m)	水位降下ｓ (m)	ノッチ高 (ｃｍ)	揚水量Q (ℓ/min)	記　事
03:05	5	3.980	0.670	5.5	60	第４段階
03:10	10	4.090	0.780	5.5	60	
03:15	15	4.140	0.830	5.5	60	
03:20	20	4.160	0.850	5.5	60	
03:25	25	4.170	0.860	5.5	60	
03:30	30	4.180	0.870	5.5	60	
03:35	35	4.180	0.870	5.5	60	
03:40	40	4.180	0.870	5.5	60	
03:50	50	4.180	0.870	5.5	60	
04:00	60	4.180	0.870	5.5	60	第４段階
04:01	1	4.200	0.890	6.0	75	第５段階
04:02	2	4.240	0.930	6.0	75	
04:03	3	4.270	0.960	6.0	75	
04:04	4	4.290	0.980	6.0	75	
04:05	5	4.320	1.010	6.0	75	
04:10	10	4.420	1.110	6.0	75	
04:15	15	4.480	1.170	6.0	75	
04:20	20	4.530	1.220	6.0	75	
04:25	25	4.570	1.260	6.0	75	
04:30	30	4.590	1.280	6.0	75	
04:35	35	4.595	1.285	6.0	75	
04:40	40	4.595	1.285	6.0	75	
04:50	50	4.595	1.285	6.0	75	
05:00	60	4.595	1.285	6.0	75	第５段階
05:01	1	4.610	1.300	6.5	90	第６段階
05:02	2	4.640	1.330	6.5	90	
05:03	3	4.670	1.360	6.5	90	
05:04	4	4.690	1.380	6.5	90	
05:05	5	4.710	1.400	6.5	90	
05:10	10	4.810	1.500	6.5	90	
05:15	15	4.880	1.570	6.5	90	
05:20	20	4.940	1.630	6.5	90	
05:25	25	4.980	1.670	6.5	90	
05:30	30	5.010	1.700	6.5	90	
05:35	35	5.015	1.705	6.5	90	
05:40	40	5.020	1.710	6.5	90	
05:50	50	5.020	1.710	6.5	90	
06:00	60	5.020	1.710	6.5	90	第６段階
06:01	1	5.060	1.750	7.3	120	第７段階
06:02	2	5.150	1.840	7.3	120	
06:03	3	5.250	1.940	7.3	120	
06:04	4	5.310	2.000	7.3	120	
06:05	5	5.370	2.060	7.3	120	
06:10	10	5.700	2.390	7.3	120	
06:15	15	6.010	2.700	7.3	120	
06:20	20	6.420	3.110	7.3	120	
06:25	25	6.680	3.370	7.3	120	
06:30	30	6.810	3.500	7.3	120	
06:35	35	6.960	3.650	7.3	120	
06:40	40	7.110	3.800	7.3	120	

段 階 揚 水 試 験 記 録

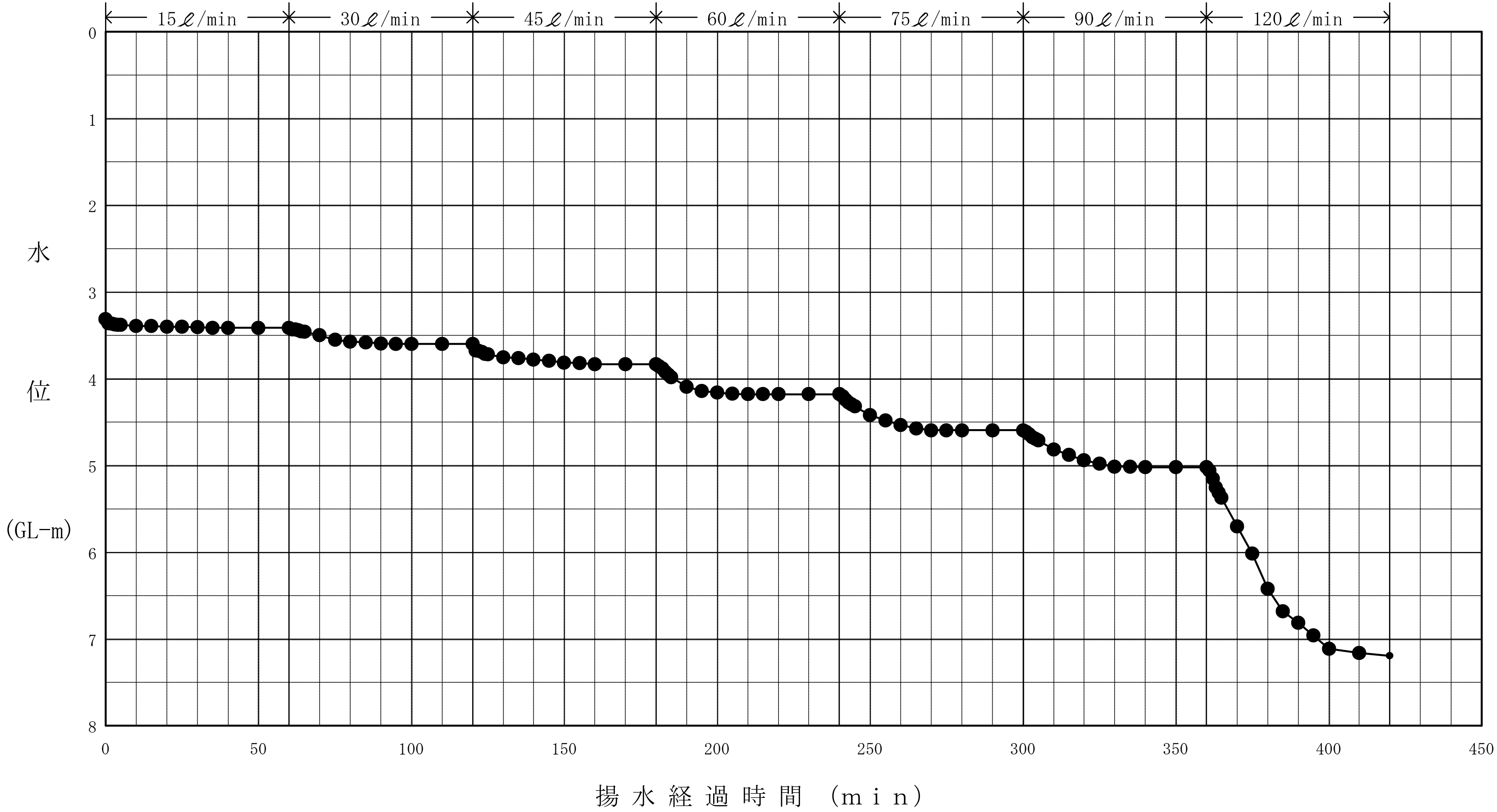
ボーリングNo. 52341584#005　　　　　　　　　　　　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					5
時　間 (時:分)	経過時間ｔ （ｍｉｎ）	測定水位 (GL−m)	水位降下ｓ （m）	ノッチ高 （ｃｍ）	揚水量Ｑ （ℓ/min）	記　　事
06:50	50	7.160	3.850	7.3	120	第７段階
07:00	60	7.190	3.880	7.3	120	第７段階

段階揚水試験グラフ

ボーリングNo. 52341584#005　　　　1 回目

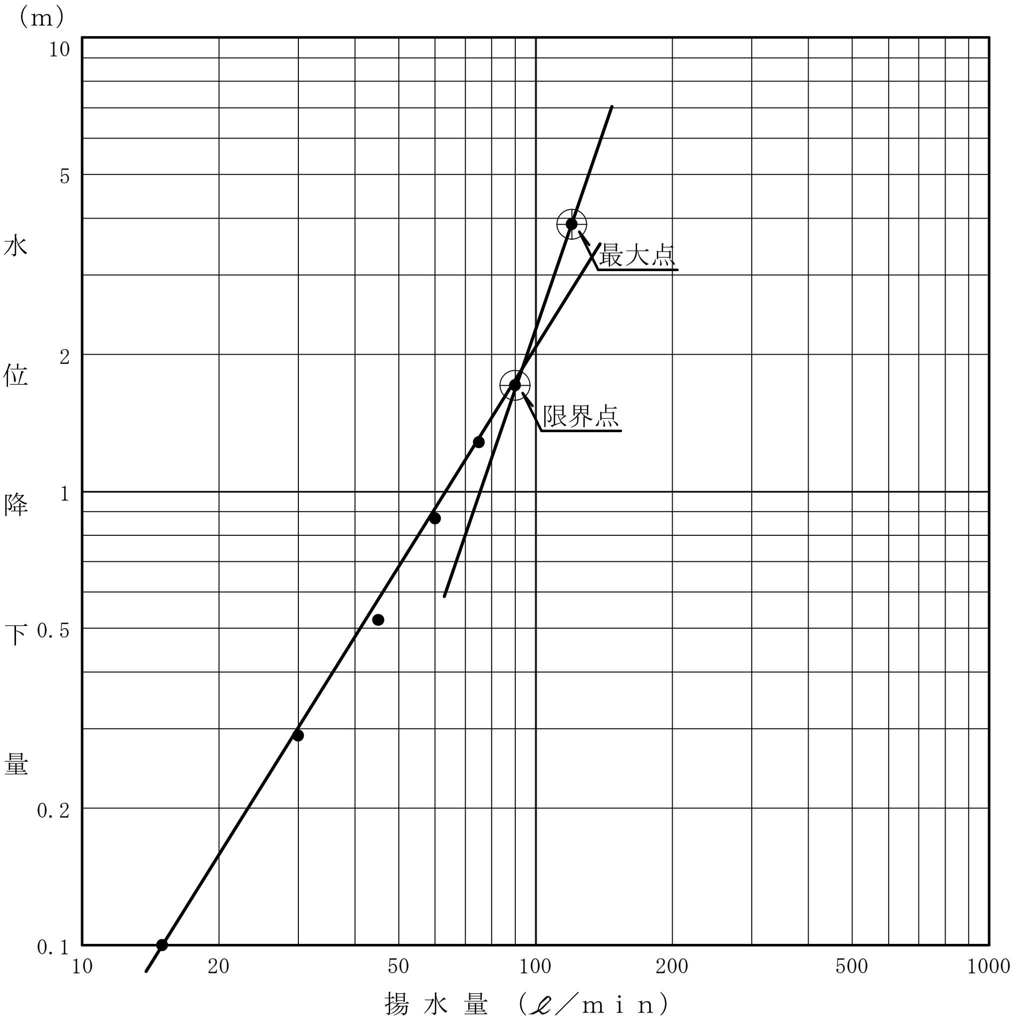
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						5
管径・深度	φ600mm～φ600mm × 10.0m	自然水位	GL-　3.310 m	水温	17.6 ℃	試験開始日	2020年01月30日
備　　考							



段階揚水試験結果

ボーリングNo.　52341584#005

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託		5
試　験　日	2020年 01月 30日	自然水位	GL-　　3.310 m
適正揚水量	72 ℓ/min (　103 m³/day)	適正揚水位	
限界揚水量	90 ℓ/min (　129 m³/day)	限界揚水位	GL-　　5.020 m
最大揚水量	120 ℓ/min (　172 m³/day)	最大揚水位	GL-　　7.190 m
適正揚水量の判定	限界揚水量の80%	水温	17.6 ℃
備　　考			



段階	揚水量 (ℓ／min)	揚水量 (m³／day)	水位 (GL- m)	水位降下量 (m)	記事
1	15	21	3.410	0.100	第1段階
2	30	43	3.600	0.290	第2段階
3	45	64	3.830	0.520	第3段階
4	60	86	4.180	0.870	第4段階
5	75	108	4.595	1.285	第5段階
6	90	129	5.020	1.710	第6段階
7	120	172	7.190	3.880	第7段階
8					
9					
10					

連 続 揚 水 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#005　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						5
試 験 日	2020年01月31日	自然水位	GL-3.320m		水 温	17.8 ℃	
揚水ポンプ			揚水管	10.00 m	量水器	三角ノッチ	
備　考							

時　間 (時:分)	経過時間 t (m i n)	測定水位 (GL-m)	水位降下 s (m)	ノッチ高 (c m)	揚水量Q (ℓ/min)	記　事
08:00	0.00	3.320	0.000			
08:01	1.00	3.650	0.330	5.9	72	
08:02	2.00	3.760	0.440	5.9	72	
08:03	3.00	3.870	0.550	5.9	72	
08:04	4.00	3.940	0.620	5.9	72	
08:05	5.00	3.990	0.670	5.9	72	
08:06	6.00	4.040	0.720	5.9	72	
08:07	7.00	4.070	0.750	5.9	72	
08:08	8.00	4.110	0.790	5.9	72	
08:09	9.00	4.130	0.810	5.9	72	
08:10	10.00	4.160	0.840	5.9	72	
08:15	15.00	4.240	0.920	5.9	72	
08:20	20.00	4.300	0.980	5.9	72	
08:25	25.00	4.345	1.025	5.9	72	
08:30	30.00	4.380	1.060	5.9	72	
08:40	40.00	4.405	1.085	5.9	72	
08:50	50.00	4.420	1.100	5.9	72	
09:00	60.00	4.430	1.110	5.9	72	
09:30	90.00	4.440	1.120	5.9	72	
10:00	120.00	4.450	1.130	5.9	72	
11:00	180.00	4.455	1.135	5.9	72	
12:00	240.00	4.455	1.135	5.9	72	
13:00	300.00	4.455	1.135	5.9	72	
14:00	360.00	4.460	1.140	5.9	72	
15:00	420.00	4.460	1.140	5.9	72	
16:00	480.00	4.460	1.140	5.9	72	

回 復 試 験 記 録

ボーリングNo. 52341584#005　　　　1 回目

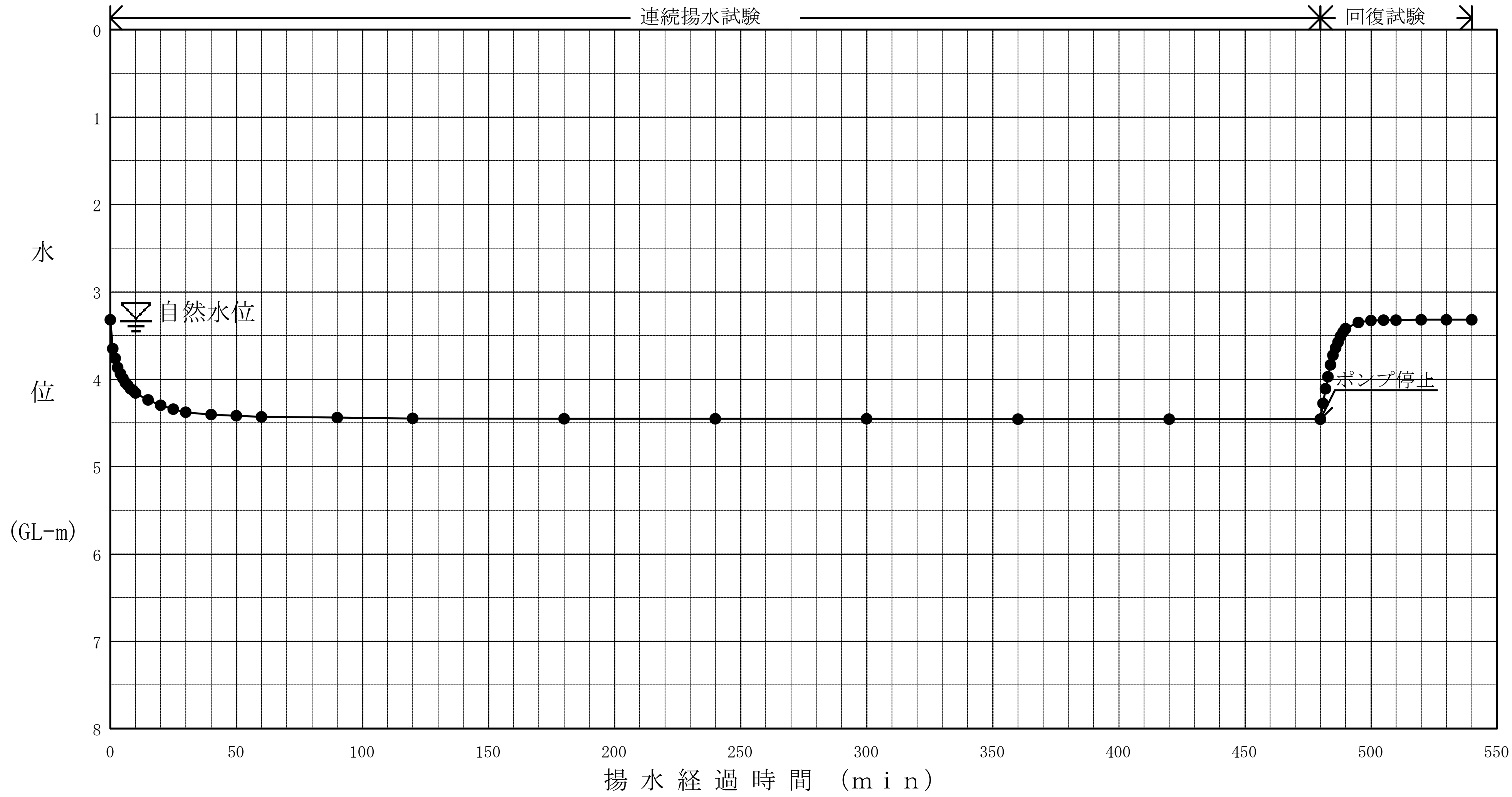
工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託					5
試 験 日	2020年01月31日	自然水位	GL-3.320m	揚水継続時間	480.00min	
備　考						

時　間 (時:分)	経過時間ｔ (ｍｉｎ)	揚水停止後の経過時間 ｔ’(min)	ｔ／ｔ’	測定水位 (GL-m)	残留降下水位ｓ’ (m)	記　事
16:00	480.00	0.00	0.00	4.460	1.140	
16:01	481.00	1.00	481.00	4.280	0.960	
16:02	482.00	2.00	241.00	4.110	0.790	
16:03	483.00	3.00	161.00	3.970	0.650	
16:04	484.00	4.00	121.00	3.840	0.520	
16:05	485.00	5.00	97.00	3.730	0.410	
16:06	486.00	6.00	81.00	3.640	0.320	
16:07	487.00	7.00	69.57	3.575	0.255	
16:08	488.00	8.00	61.00	3.510	0.190	
16:09	489.00	9.00	54.33	3.460	0.140	
16:10	490.00	10.00	49.00	3.420	0.100	
16:15	495.00	15.00	33.00	3.350	0.030	
16:20	500.00	20.00	25.00	3.330	0.010	
16:25	505.00	25.00	20.20	3.325	0.005	
16:30	510.00	30.00	17.00	3.325	0.005	
16:40	520.00	40.00	13.00	3.320	0.000	
16:50	530.00	50.00	10.60	3.320	0.000	
17:00	540.00	60.00	9.00	3.320	0.000	

連続揚水試験・回復試験結果

ボーリングNo. 52341584#005　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						5
自然水位	GL-　3.320 m	揚水量	72ℓ/min	水温	17.8 ℃	試験日	2020年01月31日 ～ 2020年01月31日
備　　考							



水理定数の算出（ヤコブ）

ボーリングＮｏ． 52341584#005　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				5
揚水量(Q)	0.072 m^3/min	井戸半径(ｒ)	0.300 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	8.00 m

＜ヤコブの直線解析法＞

・ ｔ－ｓ直線　　△ｓ＝ 0.56 m

・透水量係数　　$T = 0.183\ Q/\triangle s$

$= 0.183 \times 0.072 / 0.56 = 2.35\times10^{-02}$ m^2/min

・透水係数　　$k = T/b$

$= 2.35\times10^{-02} / 8.00 = 2.94\times10^{-03}$ m/min

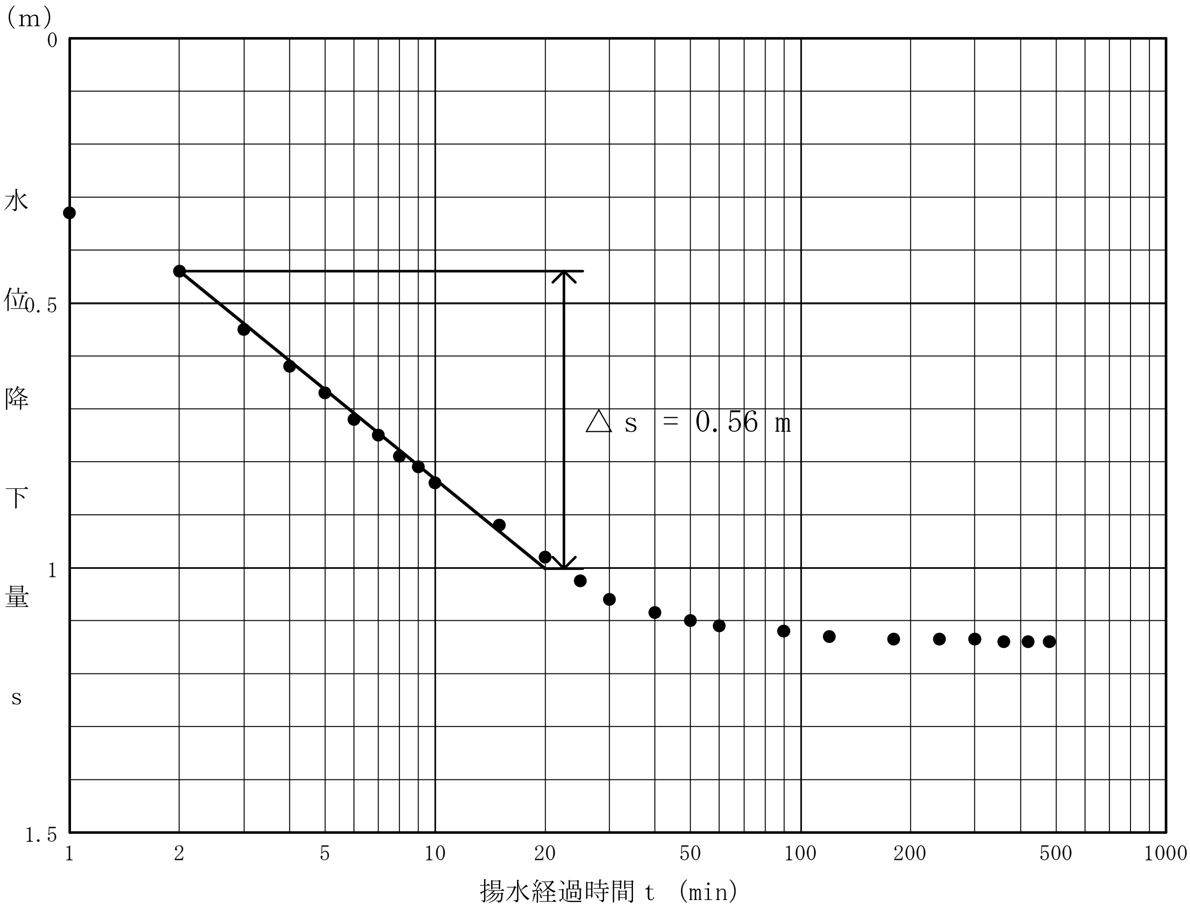
$= 4.90\times10^{-03}$ cm/s

・貯留係数

$$S = \frac{2.25\,T\,t_0}{r^2}$$

$$= \frac{2.25\times2.35\times10^{-02}\times3.28\times10^{-01}}{0.300^2} = 1.93\times10^{-01}$$

※ t_0：水位降下(ｓ)が０の時の揚水経過時間(ｔ)の値



水理定数の算出（タイス）

ボーリングＮｏ． 52341584#005　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				5
揚水量(Q)	0.072 ㎥／min	井戸半径(ｒ)	0.300 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	8.00 m

＜タイスの非平衡式による自動解析法＞

・透水量係数　　T＝　3.56×10^{-02} ㎡/min

・透水係数　　k＝　Ｔ／ｂ

＝　3.56×10^{-02} / 8.00　＝　4.45×10^{-03} m/min

＝　7.42×10^{-03} cm/s

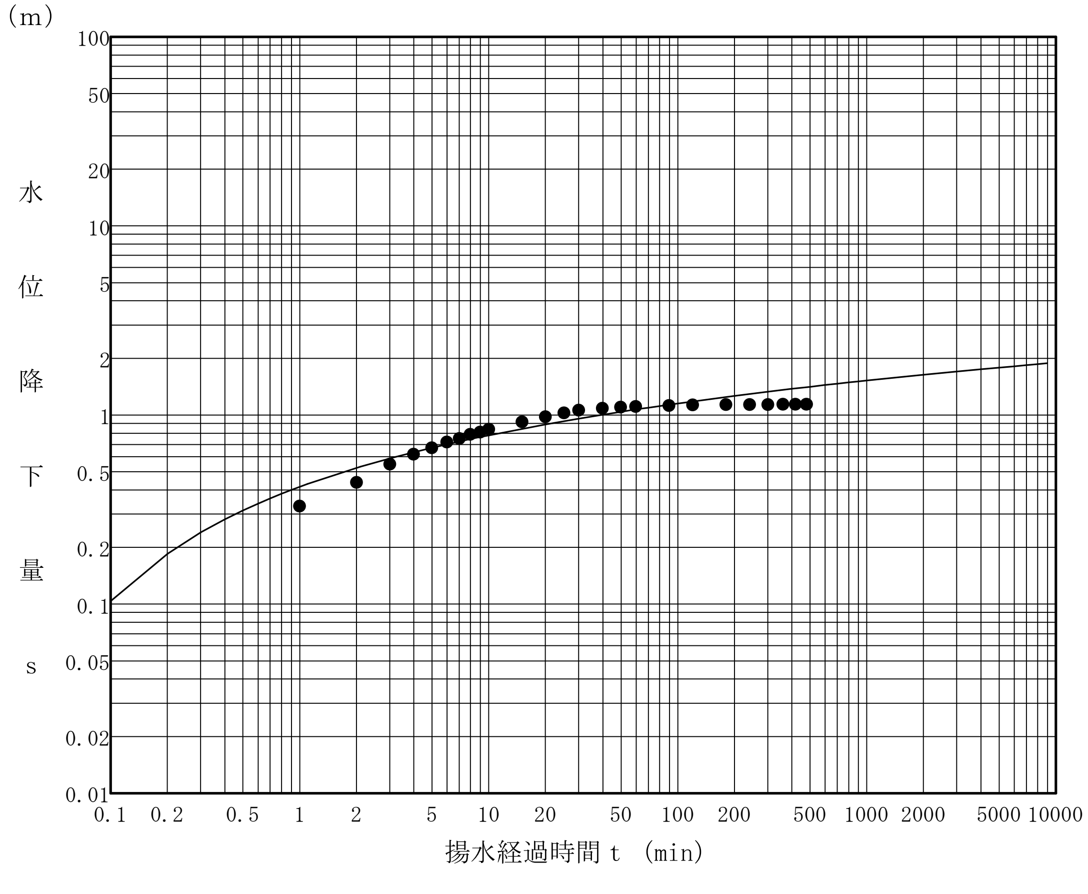
・貯留係数　　S＝　6.92×10^{-02}

注）この解析はﾀｲｽの標準曲線を用いず、非平衡式を直接数値計算し
理論的な水位低下曲線を求め、実測の水位低下ﾊﾟﾀｰﾝと最も一致する
水理定数（Ｔ、Ｓ）を決定する方法である。

$$s = \frac{Q}{4\pi T}\cdot W(u) \qquad u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

$$W(u) = -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2\times2!} + \frac{u^3}{3\times3!} - \frac{u^4}{4\times4!}$$

W(u) ： 井戸関数
s ： 水位降下量
t ： 揚水経過時間



水理定数の算出（回復法）

ボーリングＮｏ． 52341584#005　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託				5
揚水量(Q)	0.072 ㎥/min	井戸半径(ｒ)	0.300 m	ｽﾄﾚｰﾅ有効長(b)	8.00 m

＜回復法＞

・ｔ／ｔ’－ｓ直線　　△ｓ’＝0.79 m

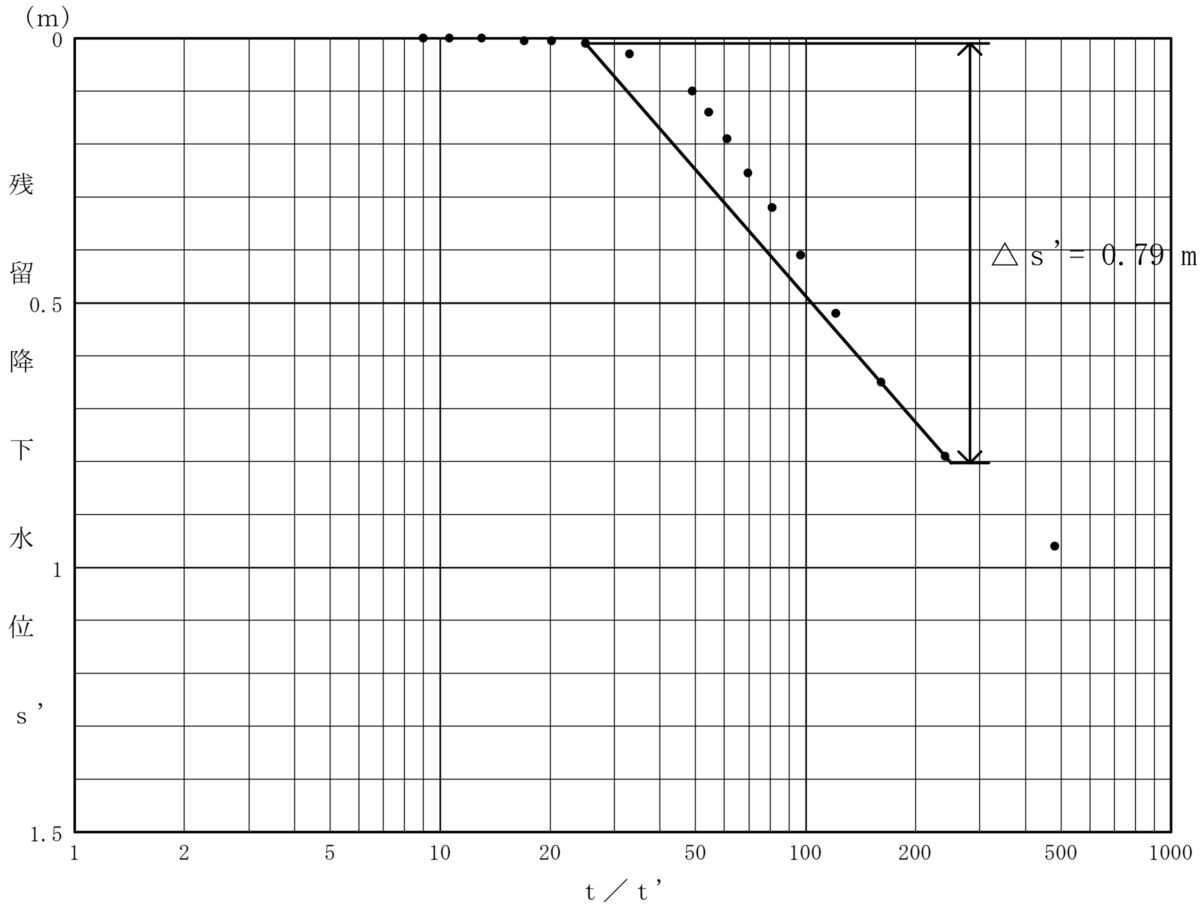
・透水量係数　　$T = 0.183\ Q/\Delta s'$

$= 0.183 \times 0.072 / 0.79 = 1.67\times10^{-02}$ ㎡/min

・透水係数　　$k = T/b$

$= 1.67\times10^{-02} / 8.00 = 2.09\times10^{-03}$ m/min

$= 3.48\times10^{-03}$ cm/s



揚水試験結果一覧

ボーリングNo.　52341584#005　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　1 回目

工　事　名	手柄山中央公園内地下水及び地質調査業務委託						5
所有者名	姫路市						
施工位置	姫路市西延末及び中地地内						
深　度	10.0m	管　径	600～　600mm	ｽﾄﾚｰﾅ有効長	8.00m		

・段階揚水試験結果

試　験　日	2020年01月30日	自然水位	GL-　3.310 m
適正揚水量	72 ℓ/min (103 ㎥/day)	適正揚水位	
限界揚水量	90 ℓ/min (129 ㎥/day)	限界揚水位	GL-　5.020 m
最大揚水量	120 ℓ/min (172 ㎥/day)	最大揚水位	GL-　7.190 m
試験内容	施工時	水　温	17.6　℃
適正揚水量の判定	限界揚水量の80%		

・連続揚水試験結果

試　験　日	2020年01月31日	自然水位	GL-　3.320 m
揚　水　量	72 ℓ/min (103 ㎥/day)	水　温	17.8　℃

・水理定数の算出結果

	透水量係数	透水係数	貯留係数
ヤコブの直線解析法	2.35×10^{-02} ㎡/min	4.90×10^{-03} cm/s	1.93×10^{-01}
タイスの非平衡式	3.56×10^{-02} ㎡/min	7.42×10^{-03} cm/s	6.92×10^{-02}
回　復　法	1.67×10^{-02} ㎡/min	3.48×10^{-03} cm/s	
平　均	2.53×10^{-02} ㎡/min	5.26×10^{-03} cm/s	1.31×10^{-01}

備　考