

6-3 井戸試掘調査結果

マラウイ国第三次中等学校改善計画 試掘調査結果

1. 試掘調査結果

1-1. 調査の目的と方法

本計画における下記の対象6サイトの給水施設建設に必要な地下水水源の確認を目的として、試掘調査を実施した。試掘調査に当たっては、マラウイ共和国(以下、「マ」国)の現地の井戸掘さく業者 (Chitsime Drilling Co. Ltd.) を選定し、再委託として実施した。

1-2. 調査期間

試掘調査期間は、2013年10月初旬より12月上旬までの2ヶ月間である。当初、雨期などの自然条件から、表-1に示す通り南のサイトから実施する計画であったが、井戸掘さく機の整備、配置状況の条件から首都 Lilongwe に近いサイト R2 Mwatibu から着手し、北部のアクセス道路の悪いサイト R5 Mwalanyenje、R6 Mzoma 及び R4 Kabekere を先に実施し、南部の比較的都市に近いサイト R1 Muhasuwa と R3 Chimwalira を後半で行うことに変更した。幸い、今年の雨期は比較的遅く、降水量も少なく断続的であったため、試掘作業への影響は少なく、約2ヶ月の調査期間で野外業務を完了した。

表-1 試掘調査日程(計画と実施)

試掘対象サイト	Oct 2013				Nov 2013				Dec 2013				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1.Muhasuwa													
2.Mwatibu													
3.Chmwalira													
4.Kabekere													
5.Mwalawanyenje													
6. Mzoma													
7. Reporting													
		計画											
		実施											▲

1-3. 調査結果要約

(1) 調査対象6サイトの水量と水質の評価

試掘調査結果は、下表-2に示す通り、水量的には、対象6サイトで揚水試験を実施し、各サイトの水需要量9.1~16.3m³/日に対して、平均揚水時間8時間で持続可能な揚水量10.9~80.8m³/日以上地下水ポテンシャルがあることが確認された。(表-10参照)

表 - 2 試掘調査対象 6 サイトと試掘結果

試掘調査対象サイト	試掘成功 井戸番号	試掘地点		井戸深度 (掘削深度)	水量 水質 評価	井戸標高 (GPS)
		緯度(南緯)	経度(東経)			
1. Muhasuwa CDSS	R1-No. 1	15° 50' 30.0" S	35° 15' 36.1" E	67m (67m)	◎	825m
2. Mwatibu CDSS	R2-No. 1	14° 04' 56.9" S	33° 54' 53.5" E	60m (61m)	◎	1060m
3. Chimwalira SS	R3-No. 1	15° 36' 2.1" S	35° 15' 32.0" E	51m (51m)	◎	901m
4. Kabekere CDSS	R4-No. 1	14° 39' 59.9" S	34° 39' 10.1" E	- (51m)	×	999m
	R4-No. 2	14° 39' 56.8" S	34° 39' 14.3" E	- (61m)	×	997m
	R4-No. 3	14° 40' 1.9" S	34° 38' 51.3" E	51m (51m)	◎	983m
5. Mwalawanyenje CDSS	R5-No. 1	13° 04' 7.1" S	33° 26' 44.0" E	54m (56m)	◎	1083m
6. Mzoma CDSS	R6-No. 1	12° 09' 2.6" S	33° 20' 51.5" E	- (52m)	×	1235m
	R6-No. 2	12° 09' 4.5" S	33° 20' 49.7" E	52m (56m)	◎	1235m

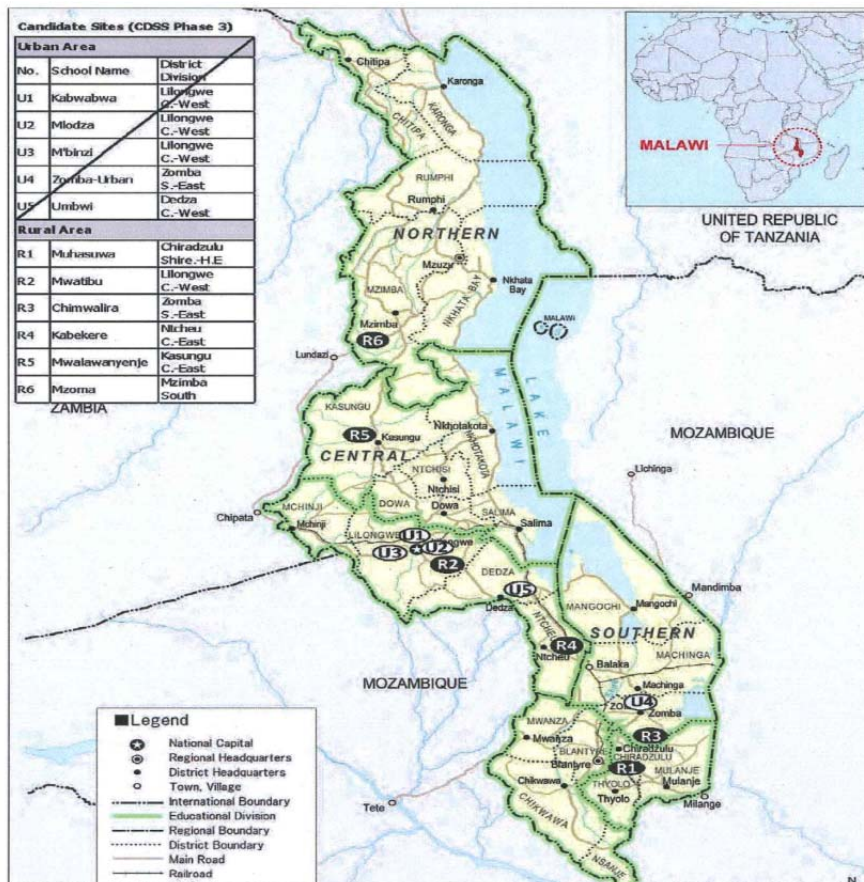


図-1 試掘調査対象 6 サイト位置図

- 一方、水質評価では、対象 2 サイト、①R4Kabekere と②R6Mzoma から一般細菌が

検出されたため、「マ」国 農業・灌漑、水資源省の水質分析所担当官を再度現場に派遣して再度井戸洗浄を行い水質サンプルを採取、「マ」国の飲料水水質基準及びWHO 飲料水質ガイドラインに沿って飲料水水質評価を行った結果、対象全6サイトが飲料水として最適な水質であると評価された。次表-3に上記2サイトの大腸菌群と一般細菌の再検査結果を示す。

表-3 水質の再検査前と再洗浄後の改善結果 (R4Kabakere & R6Mzoma)

FILE No. WQPC 5/11



MINISTRY OF WATER DEVELOPMENT & IRRIGATION

Table I: Water Quality Data for Mzoma Community Day Secondary School in Traditional Authority Mbelwa, Mzimba District = R6

LAB No.	1330	238	MALAWI STANDARDS FOR BOREHOLE WATER (MS733:2005)
DATE SAMPLED	17/11/2013	24/01/2014	
WATER RESOURCE UNIT			
MAP SHEET/GRID REF.	R6	R6	
SOURCE TYPE/LOCATION	Mzoma Community Day Secondary School BH. No., T/A Mbelwa, Mzimba District	Mzoma Community Day Secondary School BH. No., T/A Mbelwa, Mzimba District	
FAECAL COLIFORM, COUNTS/100 ml	113	0	50
FAECAL STREPTOCOCCUS, COUNTS/100 ml	306	0	0

Table II: Water Quality Data for Kabekere Community Day Secondary School in Traditional Authority Nganya in Mzimba District = R4

LAB No.	1332	239	MALAWI STANDARDS FOR BOREHOLE WATER (MS733:2005)
DATE SAMPLED	27/11/2013	28/01/2014	
WATER RESOURCE UNIT			
MAP SHEET/GRID REF.	R4	R4	
SOURCE TYPE/LOCATION	Kabekere Community Day Secondary School BH. No., T/A Ganya, Ntcheu District	Kabekere Community Day Secondary School BH. No., T/A Ganya, Ntcheu District	
FAECAL COLIFORM, COUNTS/100 ml	188	0	50
FAECAL STREPTOCOCCUS, COUNTS/100 ml	140	0	0

ANALYSIS CARRIED OUT BY CENTRAL WATER LABORATORY

NB: -9: Not determined

(2) 調査対象6サイトの井戸仕様

試掘調査は、下表 - 4 に示す、「マ」国の標準的な井戸仕様に沿って、現地企業 Chitsime Drilling Co. Ltd に再委託で実施した。

表 - 4 試掘井戸の調査仕様

① 井戸仕上げ口径：φ6 インチ、平均掘削深度：60m
② スクリーン・ケーシング口径：φ6 インチ(外径 160mm) PVC 製
③ 帯水層部分へのスクリーン設置
④ 掘削孔とスクリーンの間に砂利充填
⑤ 井戸洗浄 (Development)
⑥ 揚水試験 (段階揚水試験：各揚水 2 時間 4 段階、計 8 時間、定流量揚水試験：連続 24 時間、回復試験：6 時間ないし水位回復 90%以上)
⑦ 水質分析 (「マ」国及び WHO 飲料水水質ガイドライン準拠) し、公的機関に分析を依頼し、飲料水の適否を判定する。
⑧ 水質サンプリングは、大腸菌群及び一般細菌を含む分析 21 項目を「マ」国の水質分析機関で実施する。

(3) 調査対象サイトの水質分析の仕様

水質については WHO 飲料水水質ガイドライン及び「マ」国の飲料水深井戸基準(2005)に基づき、水質分析の公的機関である、農業・灌漑・水資源省水質分析室(首都 Lilongwe)で実施した。水質分析は下表-5 に示す「マ」国の標準 21 項目の分析を行った。

水質分析結果は、表-6 に第 1 回目 6 サイトの水質試験結果を、表-7 に再試験を行った 2 サイトの結果を示し、飲料水として対象 6 サイト全てにおいて問題のない水質であることが確認された。

表-5 WHO 及び「マ」国飲料水水質ガイドライン 単位(mg/L)

	水質項目	WHO	Malawi		水質項目	WHO	Malawi
1	TDS	1,000	2,500	2	濁度	-	25
3	pH Value	6.5-8.5	6.0-9.5	4	ケイ酸	-	-
5	ナトリウム (Na)	200	500	6	カリウム (K)	-	-
7	マグネシウム (Mg)	0	250	8	カルシウム(Ca)	-	250
9	鉄 (Fe)	0.3	3.0	10	全硬度	200	800
11	浮遊物質(SS)	-	-	12	アルカリ度	-	-
13	塩化物	250	750	14	硫酸塩	250	800
15	硝酸塩	50	45	16	炭酸塩	-	-
7	フッ素	1.5	6.0	18	電気伝導度	-	3,500
19	大腸菌群	0/100mL	50/100mL	20	炭酸水素塩	-	-
21	一般細菌	-	0				

表-6 CDSS Phase 3 の試掘 3 サイト(第 1 回目)の水質分析結果(R1、R3、R6)

REF. No. WQPC 5/1



MINISTRY OF WATER DEVELOPMENT & IRRIGATION

WATER QUALITY TEST RESULTS

LAB No.	1333	493	494	MALAWI STANDARDS FOR BOREHOLE WATER
DATE SAMPLED	17/11/2013	23/12/2013	15/11/2013	
MAP SHEET/GRID REF. UTM				
SOURCE TYPE/LOCATION	R6 Mzorna F.P. School BH No., T/A Mbelwa, Mzimba District	R1 Mahasua CDSS BH No., T/A Kadewere, Chiradzulu district	R3 Nasawa Secondary School BH No., T/A Chikowi, Zomba district	
pH Value	6.35	7.05	6.40	6.0-9.5
CONDUCTIVITY ($\mu\text{s}/\text{cm}$ at 25°C)	257	538	285	3,500
TOTAL DISSOLVED SOLIDS, mg/l	130	295	156	2,500
CARBONATE (as CO_3^{2-}), mg/l	0.00	0.00	0.00	-
BICARBONATE (as HCO_3^-), mg/l	116	223	59	-
CHLORIDE (as Cl ⁻), mg/l	23.1	47	30.9	750
SULPHATE (as SO_4^{2-}), mg/l	0.76	13.8	28.4	800
NITRATE (as NO_3^-), mg/l	0.086	0.400	3.10	45
FLUORIDE (as F ⁻), mg/l	0.18	0.07	0.27	6.0
SODIUM (as Na^+), mg/l	17	40	23.8	500
POTASSIUM (as K^+), mg/l	5.7	3.4	5.6	200
CALCIUM (as Ca^{++}), mg/l	19.1	47.6	18.6	-
MAGNESIUM (as Mg^{++}), mg/l	7.2	10.8	6.2	250
IRON (Fe^{++}), mg/l	<0.001	0.810	0.800	3.0
MANGANESE (Mn^{++}), mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	1.5
TOTAL HARDNESS (as CaCO_3), mg/l	77	165	73	800
TOTAL ALKALINITY (as CaCO_3), mg/l	95	183	48	-
SILICA (as SiO_2) mg/l	12	31	14	-
TURBIDITY, NTU	4.0	<0.01	2.0	25
SUSPENDED SOLIDS, mg/l	1.0	<0.10	<0.10	-
FAECAL COLIFORM, Count/100 ml	113	0	0	50
FAECAL STREPT. Count/100 ml	306	0	0	0

Analysis Conducted by Central Water Laboratory

表-7 CDSS Phase 3 の試掘 3 サイト(第 1 回目)の水質分析結果 (R2、R4、R5)

REF. No. WQPC 5/1



MINISTRY OF WATER DEVELOPMENT & IRRIGATION

WATER QUALITY TEST RESULTS

LAB No.	1133	1132	1332	MALAWI STANDARDS FOR BOREHOLE WATER
DATE SAMPLED	18/10/2013	30/10/2013	27/11/2013	
MAP SHEET/GRID REF, UTM	R2	R5	R4	
SOURCE TYPE/LOCATION	Mwatibu CDSS BH No., T/A Mazengera, Lilongwe District	Mwalawanyenje CDSS BH No., T/A Lukwa, Kasungu District	Kabekere CDSS BH No., T/A Ganya, Ntcheu District	
pH Value	8.36	6.65	6.67	6.0-9.5
CONDUCTIVITY ($\mu\text{s}/\text{cm}$ at 25°C)	756	596	423	3,500
TOTAL DISSOLVED SOLIDS, mg/l	361	322	250	2,500
CARBONATE (as CO_3^{2-}), mg/l	43	0.00	0.00	-
BICARBONATE (as HCO_3^-), mg/l	227	375	220	-
CHLORIDE (as Cl ⁻), mg/l	22.8	1.0	17.3	750
SULPHATE (as SO_4^{2-}), mg/l	49.7	5.97	10.3	800
NITRATE (as NO_3^-), mg/l	0.003	<0.001	0.139	45
FLUORIDE (as F ⁻), mg/l	0.97	0.84	0.84	6.0
SODIUM (as Na ⁺), mg/l	32	63	13	500
POTASSIUM (as K ⁺), mg/l	2.3	6.4	1.1	200
CALCIUM (as Ca ⁺⁺), mg/l	89	49.4	43	-
MAGNESIUM (as mg ⁺⁺), mg/l	11.4	11.2	18.8	250
IRON (Fe ⁺⁺), mg/l	0.001	<0.001	<0.001	3.0
MANGANESE (Mn ⁻), mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	1.5
TOTAL HARDNESS (as CaCO_3), mg/l	269	169	184	800
TOTAL ALKALINITY (as CaCO_3), mg/l	257	307	180	-
SILICA (as SiO_2) mg/l	14	8.0	50	-
TURBIDITY, NTU	<0.01	1.2	7.4	25
SUSPENDED SOLIDS, mg/l	<0.10	<0.10	4.0	-
FAECAL COLIFORM, Count/100 ml	0	3	188	50
FAECAL STREPT. Count/100 ml	0	0	140	0

Analysis Conducted by Central Water Laboratory

表-8 CDSS Phase 3 の再試験 2 サイト(第 2 回目)の水質分析結果 (R4、R6)

FORM No. WQPC 5/1



MINISTRY OF WATER DEVELOPMENT & IRRIGATION
(WATER QUALITY SERVICES DIVISION)

WATER QUALITY TEST RESULTS

LAB No.	238	239	Malawi Standards for Borehole Water (MS733:2005)	
DATE SAMPLED	24/01/2014	28/01/2014		
WATER RESOURCE UNIT				
MAP SHEET/GRID REF				
SOURCE TYPE/LOCATION	Mzoma Community Day Secondary School BH. No., T/A Mbelwa, Mzimba District R6	Kabekele Community Day Secondary School BH. No., T/A Ganya, Ntcheu District R4		
pH Value	7.34	7.95	6.0-9.5	
CONDUCTIVITY (µs/cm at 25°C)	344	593	3,500	
TOTAL DISSOLVED SOLIDS, mg/l	206	356	2,500	
CARBONATE (as CO ₃ ²⁻), mg/l	0.00	18.8	-	
BICARBONATE (as HCO ₃ ⁻), mg/l	156	227	-	
CHLORIDE (as Cl ⁻), mg/l	16.6	49.9	750	
SULPHATE (as SO ₄ ²⁻), mg/l	18.4	6.36	800	
NITRATE (as NO ₃ ⁻), mg/l	0.996	0.45	45	
FLUORIDE (as F ⁻), mg/l	0.34	0.73	6.0	
SODIUM (as Na ⁺), mg/l	24	18	500	
POTASSIUM (as K ⁺), mg/l	10	1.6	-	
CALCIUM (as Ca ⁺⁺), mg/l	26.0	75.8	250	
MAGNESIUM (as mg ++), mg/l	9.4	15.7	200	
IRON (Fe ++), mg/l	0.003	0.001	3.0	
MANGANESE (Mn ++), mg/l	<0.001	<0.001	1.5	
TOTAL HARDNESS (as CaCO ₃), mg/l	104	254	800	
TOTAL ALKALINITY (as CaCO ₃), mg/l	128	217	-	
SILICA (as SiO ₂) mg/l	13	34	-	
TURBIDITY, NTU	6.0	20	25	
SUSPENDED SOLIDS, mg/l	3.0	16	-	
Faecal Coli., Count/100ml	0	0	50	

**** -9=Not Determined

ANALYSIS CARRIED OUT BY CENTRAL WATER LABORATORY

(4) 調査対象 6 サイトの水理地質評価

試掘調査では飲料水として水質水量ともに安全な地下水を開発する。調査結果として、水量的には対象 6 サイトの計画給水量は、表-9 に示す通り、9.12m³/日～16.28m³/日以上

を目標として実施した結果、対象全6サイトで水質水量ともに目標を満足する深井戸が完成した。但し、R1 Muhasuwa、R2 Mwatibu、R3 Chmwaira、R5 Mwalawanyenjeでは、第1井No.1で水量水質ともに地下水ポテンシャルの高い試掘井の成功であったが、R4 Kabekereでは試掘井No.1とNo.2ともに水量が少なく、不成功井となったため、No.3井戸はCDSS敷地外の地下水ポテンシャルの高い地域に移動し、実施した結果、必要な水量を得て成功井とした。また、R6 Mzomaの試掘井No.1は、軟弱層の崩壊のため水量が少なく、試掘No.2を実施し、水量及び水質を満足する地下水が得られた。

特に、R4 Kabekere CDSS敷地は、アフリカ・大地溝帯(Great Rift Valley)の丘陵頂部に位置するため、地下水ポテンシャルが低く、2本の試掘井が失敗したため、より地下水ポテンシャルの高い低地部の村落に移動し、土地所有者の許可を得てNo.3井戸を試掘し成功となった。

下表-9に対象6サイトに係る計画給水量、揚水量、動力ポンプ運転時間とポンプ設置深度の検討結果を示し、表-10及び表-11に試掘成功6井の地下水ポテンシャルと給水可能量及び水理地質評価を示す。

表-9 調査対象サイトの計画給水量と給水計画

No	サイト名	動力源 ソーラー/ 商用電力/	計画 生徒数 (人)	教員住宅 戸数 (人数)	計画 給水量 (m ³ /日)	揚水量 (m ³ /h)	ポンプ運転 時間(hr/日)	ポンプ 設置深度 (m)
1	R1 Muhasuwa No.1	商用電力	420	4戸(16人)	9.84	1.23	8	45
2	R2 Mwatibu No.1	商用電力	420	12戸(48人)	12.72	1.59	8	42
3	R3 Chimwalira No.1	商用電力	420	2戸(8人)	9.12	1.14	8	38
4	R4 Kabekere No.3	ソーラー	420	8戸(32人)	16.28*	2.04	8	47
5	R5 MwalawanyenjeNo.1	商用電力	420	4戸(16人)	9.84	1.23	8	47
6	R6 Mzoma No.2	商用電力	420	6戸(24人)	10.56	1.32	8	47

*) R4Kabekere サイトは、他5サイトの様に商用電力を動力源として利用できないため、動力源をソーラー（太陽光発電）とする。マラウイ国の太陽光発電に係る平均稼働時間は8時間であるため、この平均時間を標準稼働時間とする。

表-10 地下水ポテンシヤルと可能揚水量の評価

対象サイト 井戸番号	掘削深度 (m)	井戸深度 (m)	揚水量 (m ³ /h)	静水位 (m)	揚水位 (m)	揚水量 (m ³ /h)	静水位 (m)	水位降下 (m)	水位降下 (m)	比湧出量 (m ³ /h/m)	地下水ポテン シヤル (m ³ /h)	運転時間 (hr/日)	可能揚水量 (m ³ /day)	ポンプ設置 深度(m)	評価
記号	B	C	D	E	F	G=F-E	H=D/G	H=D/G	K=Hx20m	L	M=KxL	N	O		
R1 Muhasuwa No.1	67	67	3.6	6.59	37.60	31.01	0.116	0.116	2.32	8	18.56	45m	◎		
R2 Mattibu No.1	61	60	4.0	2.27	12.03	9.76	0.410	0.410	8.20	8	65.68	42m	◎		
R3 Chimwalira No.1	51	51	3.6	9.90	23.34	13.44	0.268	0.268	5.36	8	42.88	38m	◎		
R4 Kabekere No.3	51	51	3.6	10.93	18.01	7.08	0.508	0.508	10.16	8	80.8	47m	◎		
R5 MwalawanyenjeNo.1	56	54	1.3	7.13	26.42	19.29	0.067	0.067	1.34	8	10.92	47m	◎		
R6 Mzoma No.2	56	52	3.6	8.75	23.33	14.58	0.247	0.247	4.94	8	39.52	47m	◎		

注1) 地下水ポテンシヤルは、水位降下20mを基準として、各井戸の比湧出量より地下水ポテンシヤルの比較評価を行った。

注2) 各サイトの平均水需要量は、9.12~16.28m³/日と試算されており、動力ポンプの平均稼働時間を8時間とした時の可能揚水量は、10.92~80.8m³/日であるため、どのサイトにおいても必要な水需要量は十分に給水可能である。

注3) 動力源が太陽光発電となる場合は、マラウイ国における平均稼働時間は8時間であるため、動力ポンプの揚水量は1.14~2.04m³/hrの安全率を考慮して1.25倍程度の動力ポンプを選定することが必要です。

表-11 試掘井 CDSS 6 サイトの水理地質評価

対象サイト 井戸番号	井戸口径 (mm)	掘削深度 (m)	井戸深度 (m)	揚水量 (m ³ /hr)	静水位 (m)	揚水位 (m)	水位降下 (m)	比湧出量 (m ³ /hr/m)	帯水層	スクリーン設置深度 (m)
R1 Muhasuwa No.1	160	67	67	3.6	6.59	37.60	31.01	0.116	花崗岩類亀裂	31 - 43、49 - 55、58 - 61
R2 Mattibu No.1	160	61	60	4.0	2.27	12.03	9.76	0.410	花崗岩類亀裂	6 - 9、18 - 24、30 - 33、 36 - 39、45 - 48、54 - 57
R3 Chimwalira No.1	160	51	51	3.6	9.90	23.34	13.44	0.268	花崗岩類亀裂	21 - 39、45 - 48
R4 Kabekere No.1	160	51	-	-	-	-	-	-	Dry	-
R4 Kabekere No.2	160	61	-	-	-	-	-	-	Dry	-
R4 Kabekere No.3	160	51	51	3.6	10.93	18.01	7.08	0.508	花崗岩類亀裂	15 - 24、30 - 39、45 - 48
R5 MwalawanyenjeNo.1	160	56	54	1.30	7.13	26.42	19.29	0.067	花崗岩類亀裂	24 - 45、48 - 51
R6 Mzoma No.1	160	52	-	-	-	-	-	-	Dry	-
R6 Mzoma No.2	160	56	52	3.6	8.75	23.33	14.58	0.247	花崗岩類亀裂	16 - 19、25 - 40、46 - 49

2. 対象サイト別試掘調査結果

2-1. R1 Muhasuwa CDSS

(1) 試掘調査地点

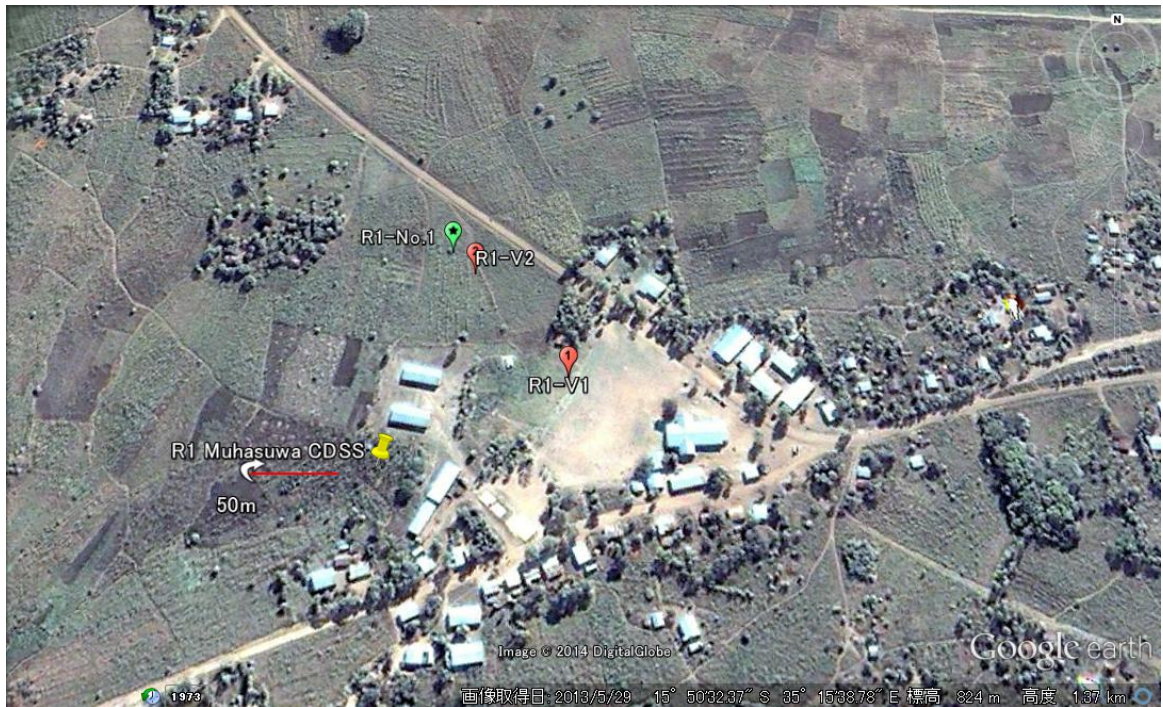


図 2-1 Muhasuwa CDSS 試掘調査位置図

- 凡例：
- 1) 緑色の丸印 R1-No.1 が成功井戸位置
 - 2) 赤色の丸印 R1-V1～R1-V2 が電気探査位置
 - 3) 黄色 # 記載は、R1 Muhasuwa CDSS の校長及び職員室、学校管理棟
 - 4) 図中下部 50m は縮尺距離
 - 5) 画像データは、Google Earth を借用

(2) 試掘井戸柱状図を示す。

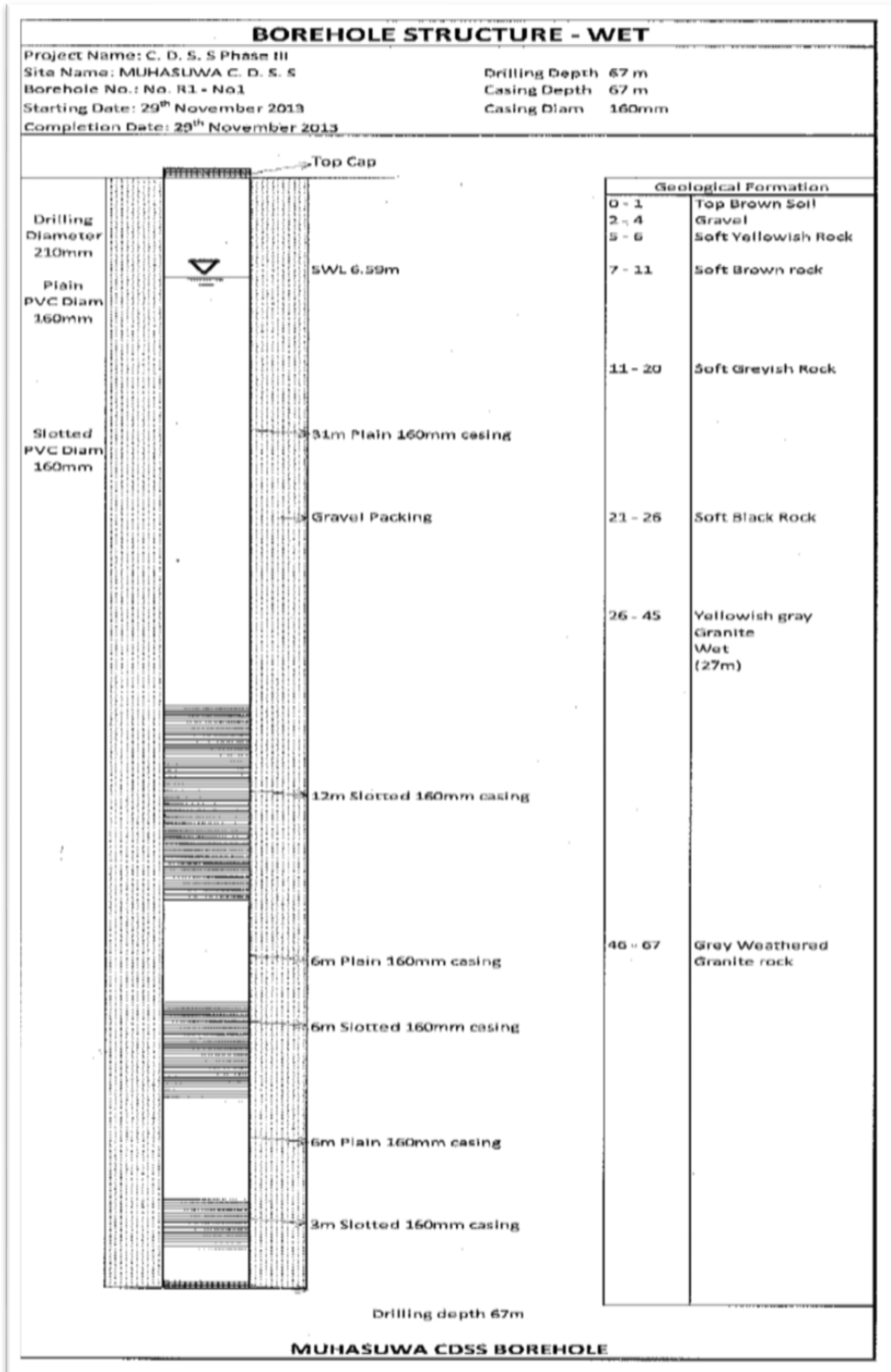
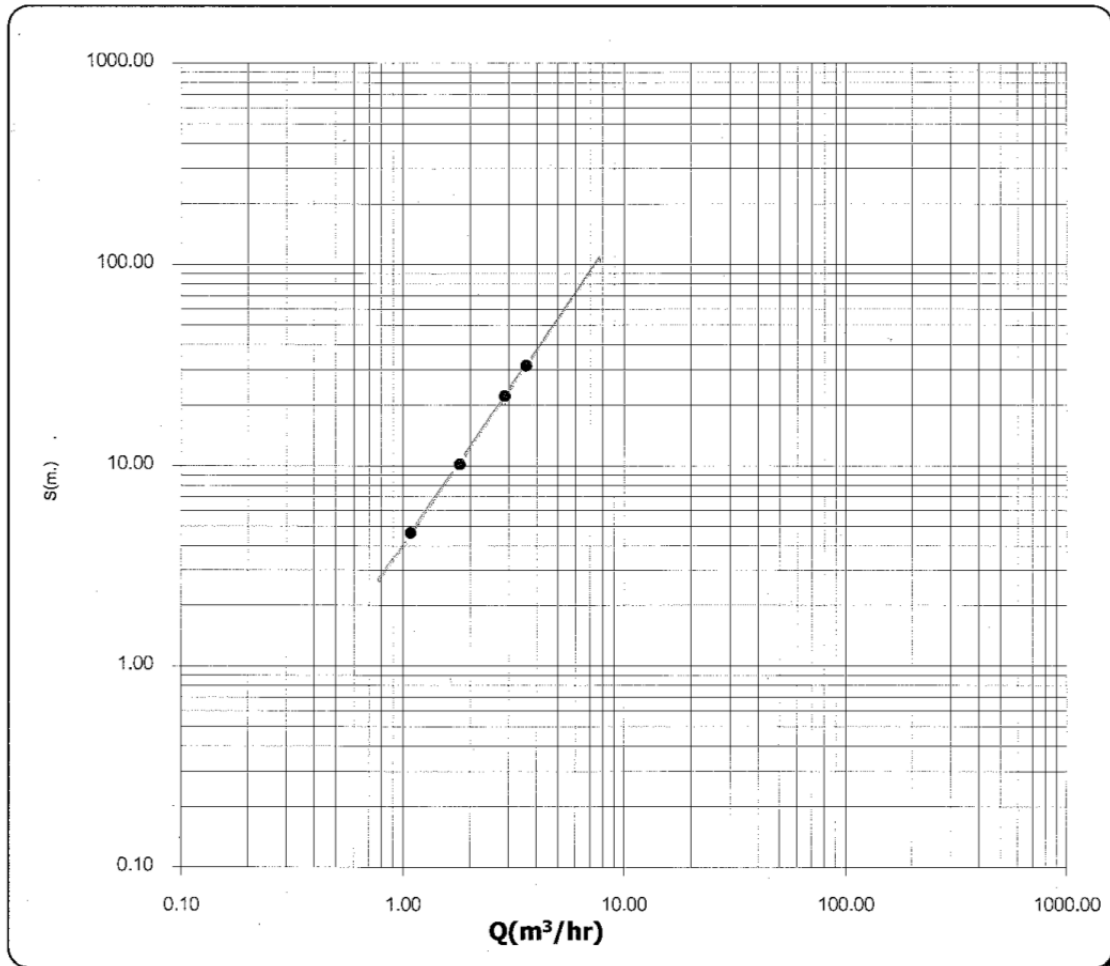


図 2-2 R1 Muhasuwa No.1 井戸柱状図

(3) 試掘井戸の揚水試験結果を示す。

STEP DRAWDOWN TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R1 No.1	STATIC WATER LEVEL	6.59 m.
SITE	Muhasuwa CDSS	DATE	01/12/13

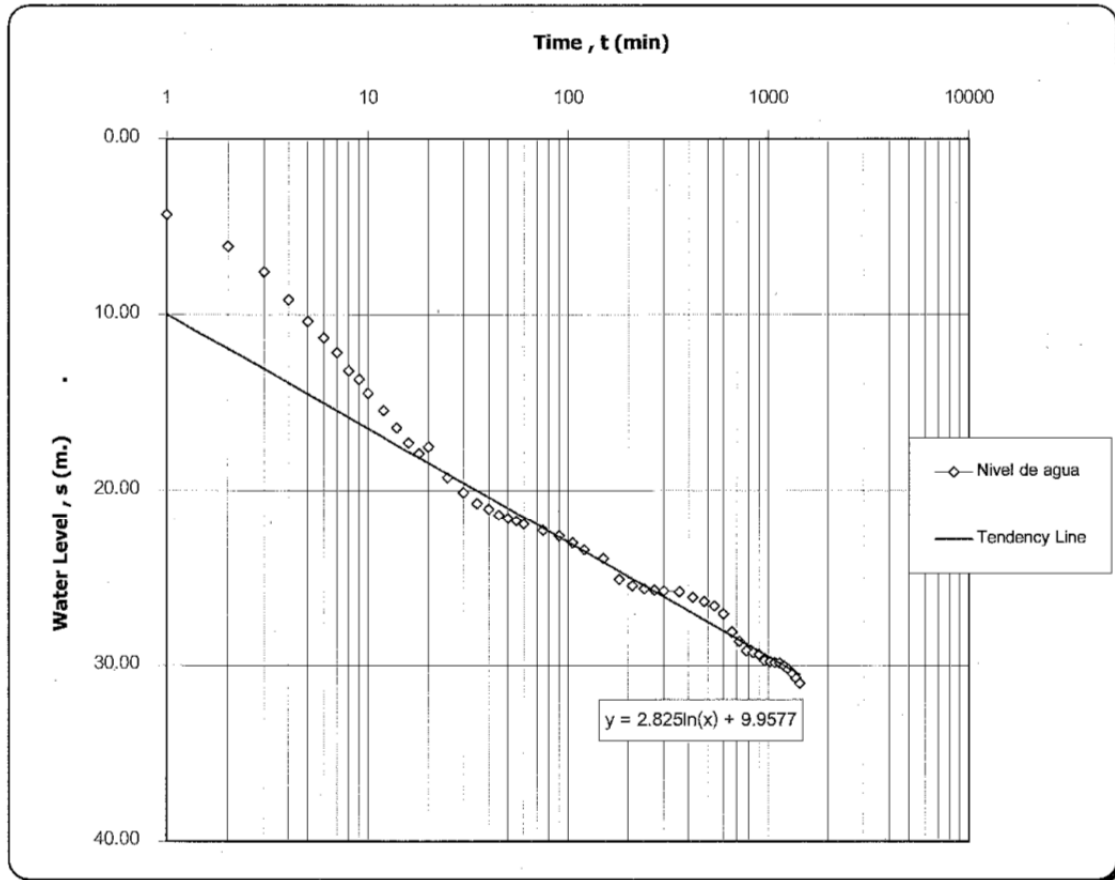


STEP	DISCHARGE Q (m³/hr.)	DYNAMIC LEVEL N.D. (m.)	DRAWDOWN S (m.)	SPECIFIC CAPACITY Q/S (m³/hr/m.)
FIRST(1st)	1.08	11.25	4.66	0.2318
SECOND(2nd)	1.80	16.80	10.21	0.1763
THIRD(3rd)	2.88	28.85	22.26	0.1294
FORTH(4th)	3.60	38.15	31.56	0.1141
FIFTH(5th)				

図 2-3 R1 Muhasuwa CDSS (No. 1) 段階揚水試験結果

CONSTANT DISCHARGE TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R1 No.1	STATIC WATER LEVEL	6.59 m.
SITE	Muhasuwa CDSS	DATE	02/12/13

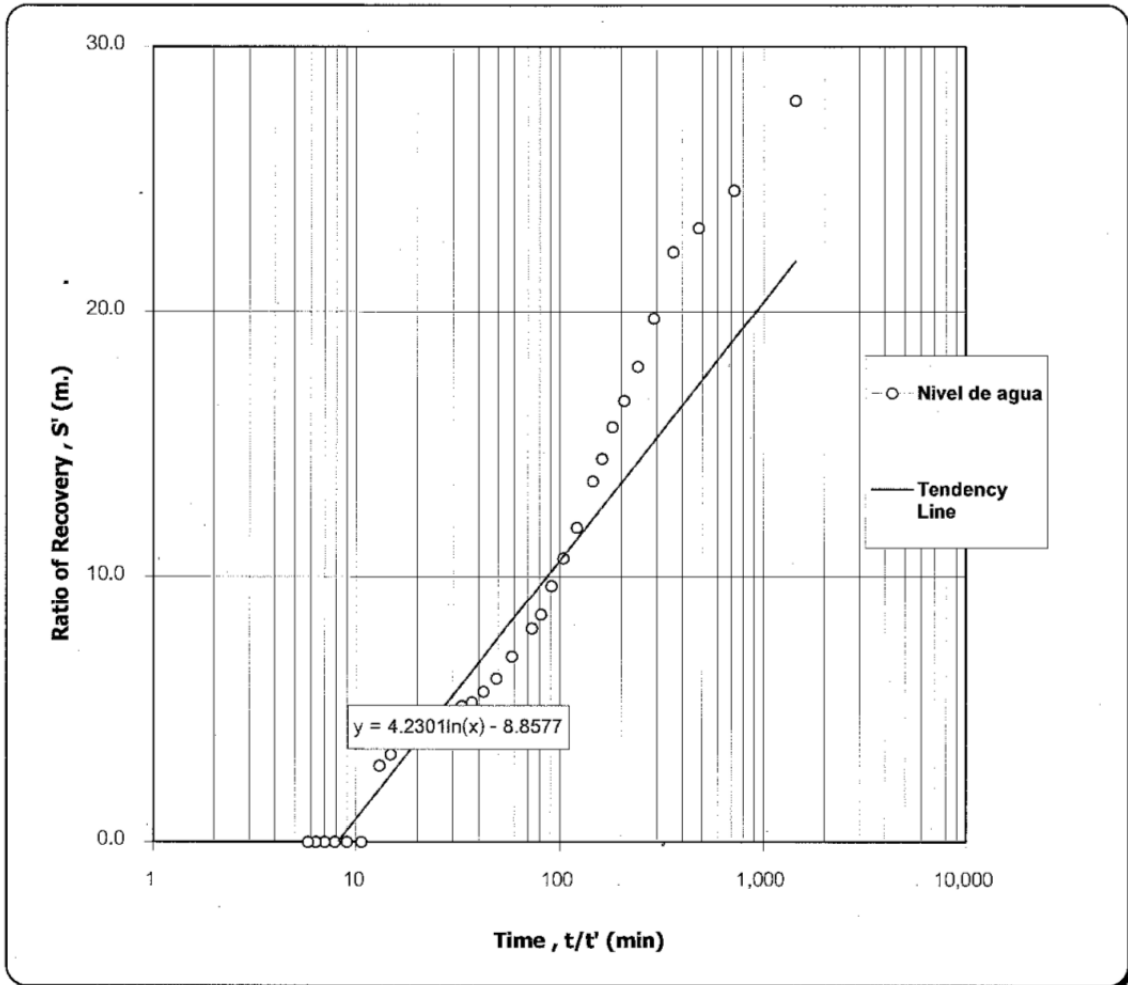


DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	3.60 m ³ /hr.
water Level, ΔS (m.)	6.67 m.
Transmissivity, T (m ² /hr.)	
$T = (2.30 Q) / (4\pi\Delta S)$	0.099 m ² /hr.
Screen Length, b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient, K (m./hr.)	
$K = T/b$	4.704E-03 m./hr.

図 2-4 R1 Muhasuwa CDSS (No. 1) 定流量揚水試験結果

WATER LEVEL RECOVERY TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R1 No.1	STATIC WATER LEVEL	6.59 m.
SITE	Muhasuwa CDSS	DATE	03/12/13



DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	3.60 m ³ /hr.
Water Level, ΔS (m.)	9.50 m.
Transmissivity, T (m ² /hr.) $T = (2.30 Q)/(4\pi\Delta S)$	0.07 m ² /hr.
Screen Length, b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient, K (m./hr.) $K = T/b$	3.303E-03 m./hr.

図 2-5 R1 Muhasuwa CDSS (No. 1) 回復試験結果

(4) 試掘記録写真を示す。

**R1 Muhasuwa CDSS Phase 3 Test Drilling Working Record,
November to December 2013**

	
<p>1. R1-No.1 Muhasuwa CDSS Drilling Point (R1-No.1) November 2013</p>	<p>2. R1-No.1 Muhasuwa CDSS Test Drilling (R1-No.1) December 2013</p>
	
<p>3. R1-No.1 Muhasuwa CDSS Geological Sample (R1-No.1) December 2013</p>	<p>4. R1-No.1 Muhasuwa CDSS Discharge Test (R1-No.1) December 2013</p>
	
<p>5. R1-No.1 Muhasuwa CDSS Pumping Test (R1-No.1) December 2013</p>	<p>6. R1-No.1 Muhasuwa CDSS Completed and Protected Borehole (R1-No.1) December 2013</p>

図 2-6 R1 Muhasuwa CDSS (No. 1) 試掘調査記録写真(2013年11~12月)

2-2. R2 Mwatibu CDSS

(1) 試掘調査地点



- 凡例：
- 1) 緑色の丸印 R2 No.1 成功井戸位置
 - 2) 黄色 # は、Mwatibu 中等学校の中心地 (運動場)
 - 3) 赤色の丸印 R2-V1～R2-V4 は、電気探査 (垂直法) 調査地点
 - 4) 図中下部の赤線は図の縮尺 30m 長
 - 5) 画像データは、Google Earth を借用

図 2-7 R2 Mwatibu CDSS (No. 1) 試掘調査位置図

(2) 試掘井戸柱状図を示す。

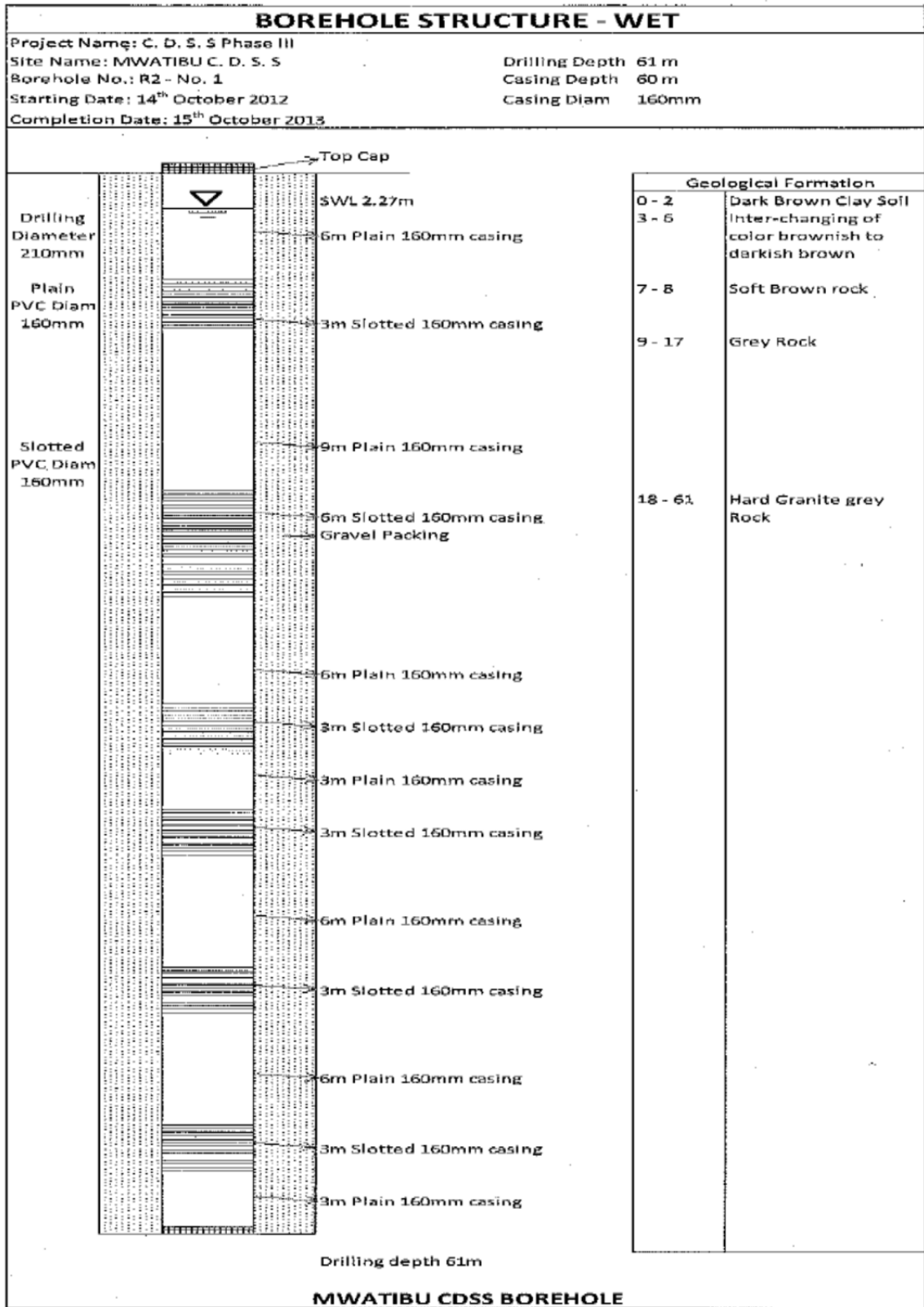
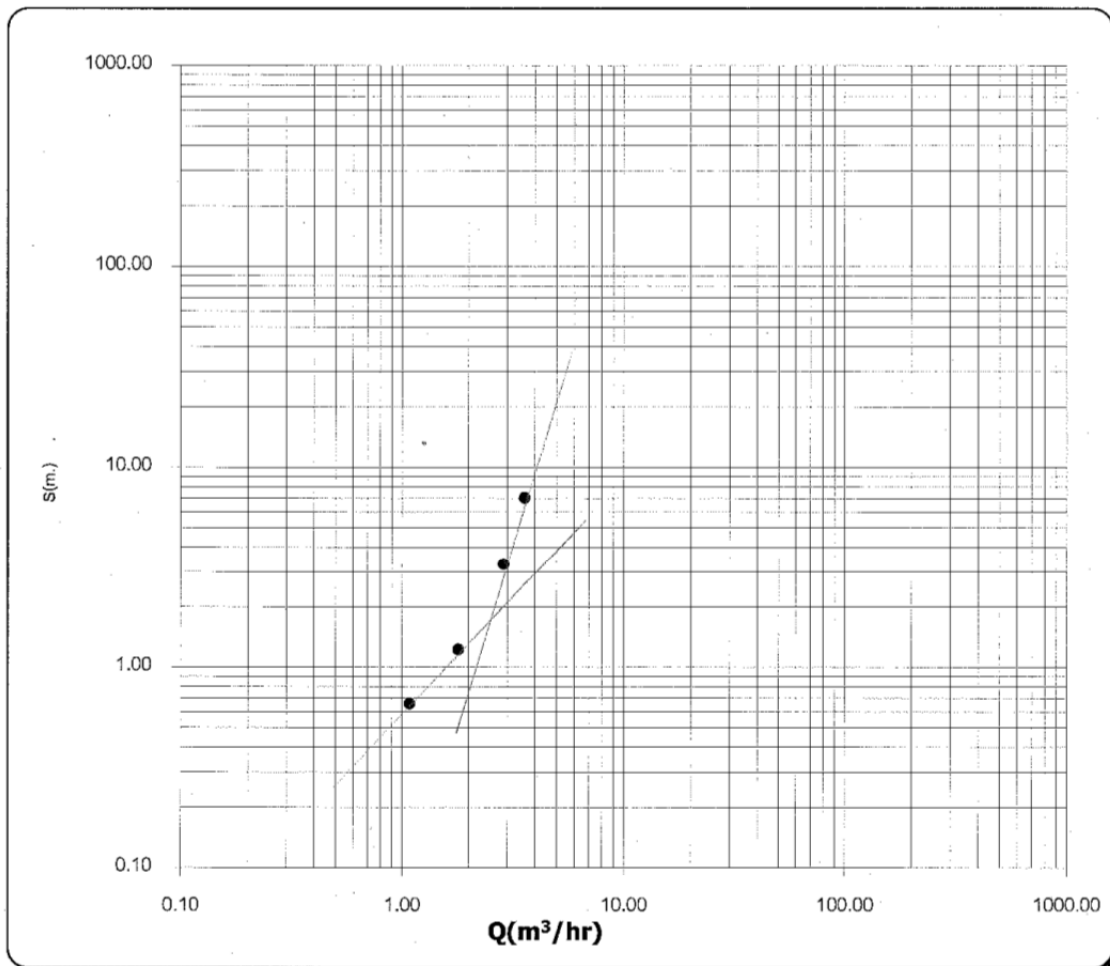


図 2-8 Mwatibu CDSS (No.1) 試掘井戸柱状図

(3) 試掘井戸の揚水試験結果を示す。

STEP DRAWDOWN TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R2 No.1	STATIC WATER LEVEL	2.27 m.
SITE	Mwatibu CDSS	DATE	17/10/13

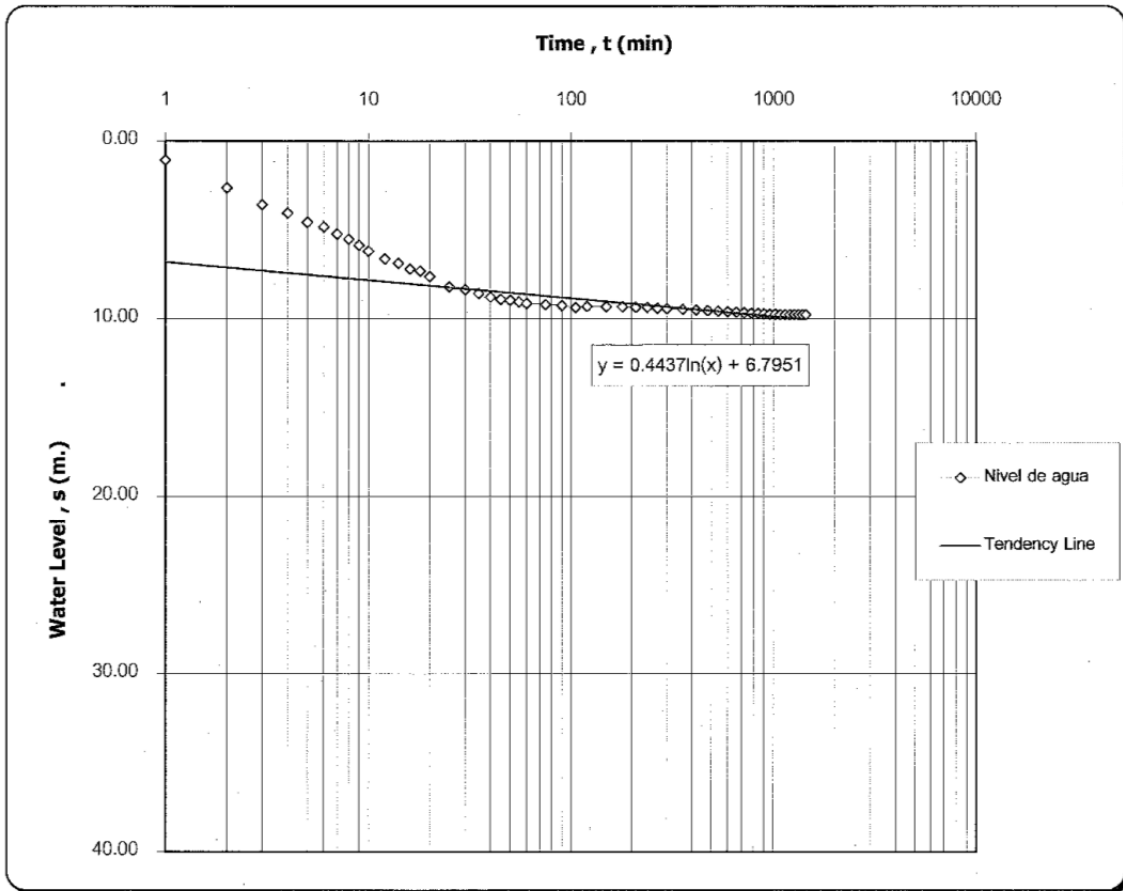


STEP	DISCHARGE Q (m³/hr.)	DYNAMIC LEVEL N.D. (m.)	DRAWDOWN S (m.)	SPECIFIC CAPACITY Q/S (m³/hr/m.)
FIRST(1st)	1.08	2.93	0.66	1.6364
SECOND(2nd)	1.80	3.50	1.23	1.4634
THIRD(3rd)	2.88	5.56	3.29	0.8754
FORTH(4th)	3.60	9.34	7.07	0.5092
FIFTH(5th)				

図 2-9 R2 Mwatibu CDSS (No.1) 段階揚水試験結果

CONSTANT DISCHARGE TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R2 No.1	STATIC WATER LEVEL	2.27 m.
SITE	Mwatibu CDSS	DATE	18/10/13

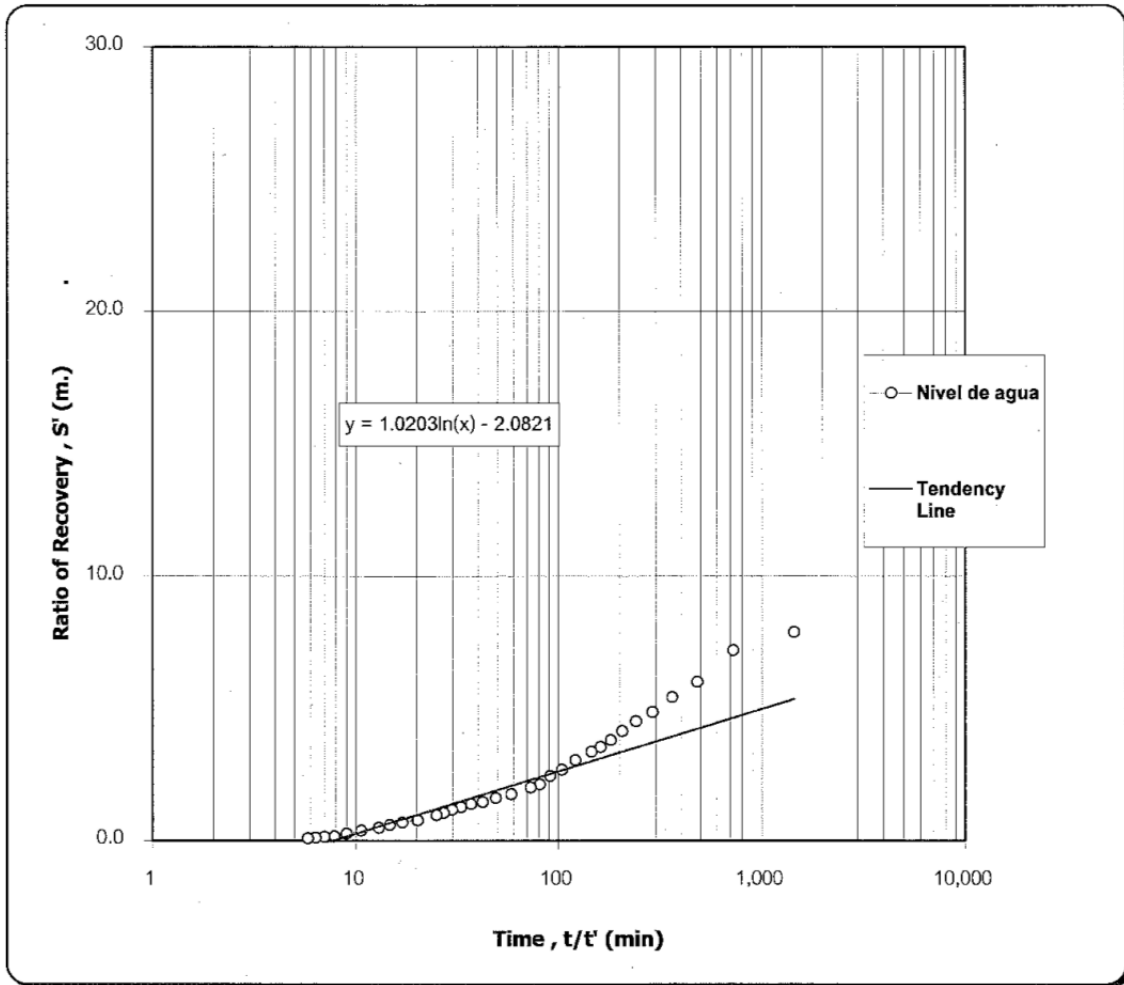


DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	3.96 m ³ /hr.
water Level ,ΔS (m.)	1.10 m.
Transmissivity , T (m ² /hr.)	
$T = (2.30 Q)/(4\pi\Delta S)$	0.659 m ² /hr.
Screen Length , b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient , K (m./hr.)	
$K = T/b$	3.138E-02 m./hr.

図 2-10 R2 Mwatibu CDSS (No.1) 定流量揚水試験結果

WATER LEVEL RECOVERY TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R2 no.1	STATIC WATER LEVEL	2.27 m.
SITE	Mwatibu CDSS	DATE	19/10/13



DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	3.96 m ³ /hr.
Water Level, ΔS (m.)	2.27 m.
Transmissivity, T (m ² /hr.)	
$T = (2.30 Q)/(4\pi\Delta S)$	0.32 m ² /hr.
Screen Length, b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient, K (m./hr.)	
$K = T/b$	1.520E-02 m./hr.

図 2-11 R2 Mwatibu CDSS (No.1) 回復試験結果

(4) 試掘記録写真を示す。

R2 Mwatibu CDSS Phase 3 Test Drilling Working Record, October 2013




	
<p>1. R2-No.1 Mwatibu CDSS Drilling (R2-No.1) October 2013</p>	<p>2. R2-No.1 Mwatibu CDSS Drilling (R2-No.1) October 2013</p>
	
<p>3. R2-No.1 Mwatibu CDSS Geological Sample (R2-No.1) October 2013</p>	<p>4. R2-No.1 Mwatibu CDSS Casing & Screen Installation (R2-No.1) October 2013</p>
	
<p>5. R2-No.1 Mwatibu CDSS Pumping Test (R2-No.1) October 2013</p>	<p>6. R2-No.1 Mwatibu CDSS Pumping Test (R2-No.1) October 2013</p>

図 2-12 R2 Mwatibu CDSS (No. 1) 試掘調査記録写真

2-3. R3 Chimwalira SS

(1) 試掘調査地点

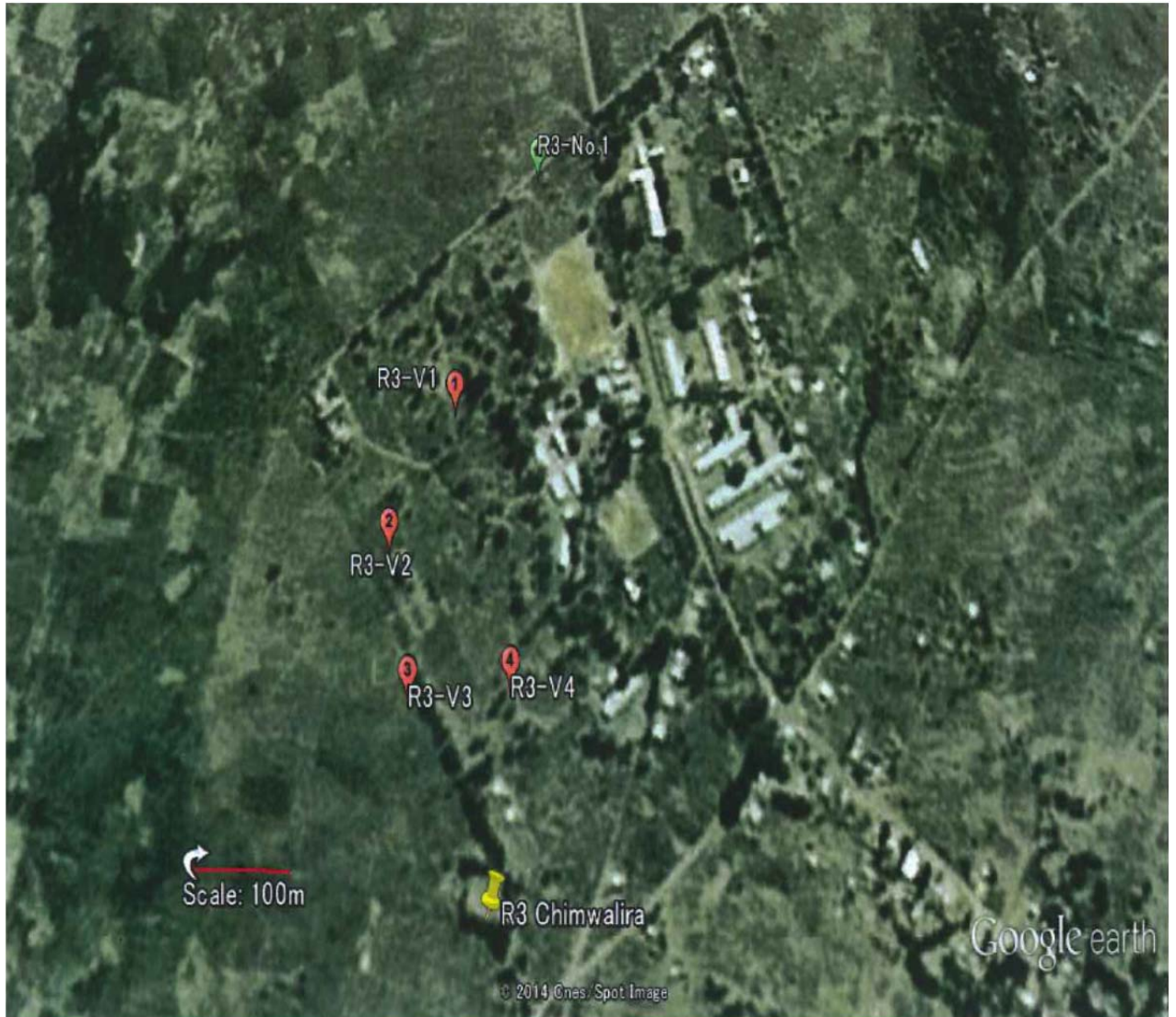


図 2-13 R3 Chimwalira CDSS (No.1) 試掘調査位置図

- 凡例：
- 1) 緑の丸印 R3-No.1 は、試掘成功井戸位置
 - 2) 黄色 R3 Chimwalira は、中等学校の敷地境界地点
 - 3) 赤の丸印 R3-V1～R3-V4 は、中等学校の敷地内の物理探査(垂直法)調査地点
 - 4) 図中下部の赤線は図の縮尺 100m 長
 - 5) 画像データは、Google Earth を借用

(2) 試掘井戸柱状図を示す。

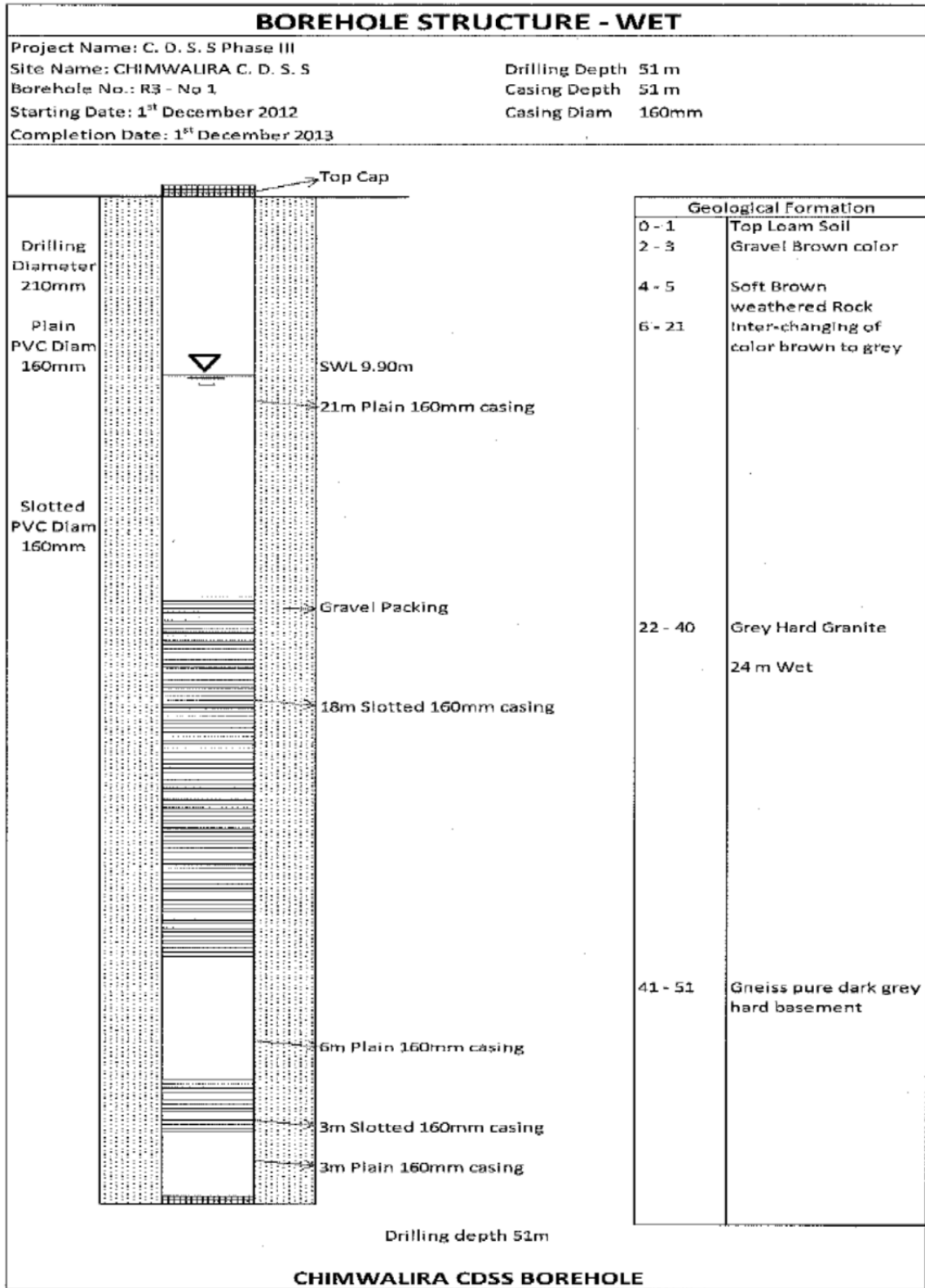
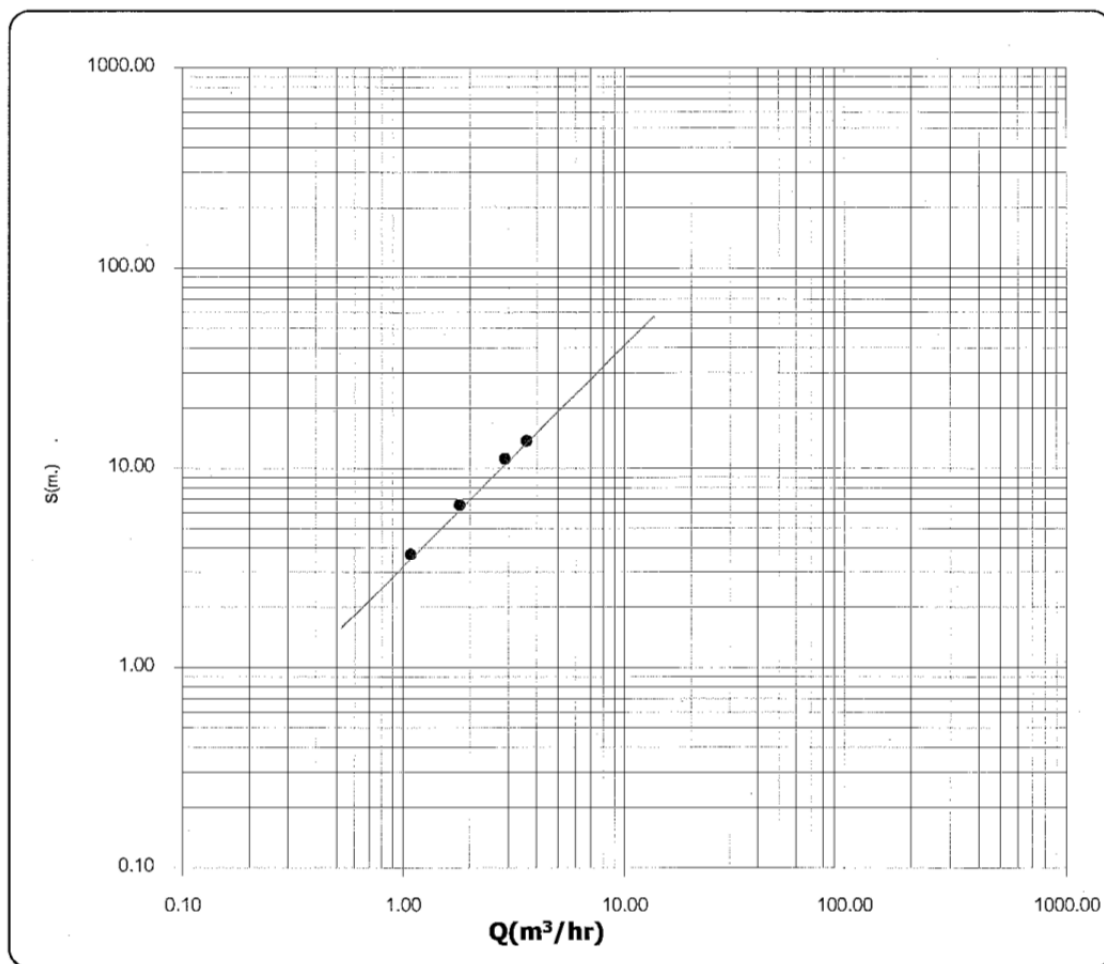


図 2-14 Chimwalira SS (No.1) 試掘井戸柱状図

(3) 試掘井戸の揚水試験結果を示す。

STEP DRAWDOWN TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R3 No.1	STATIC WATER LEVEL	9.90 m.
SITE	Chimwalira CDSS	DATE	02/12/13

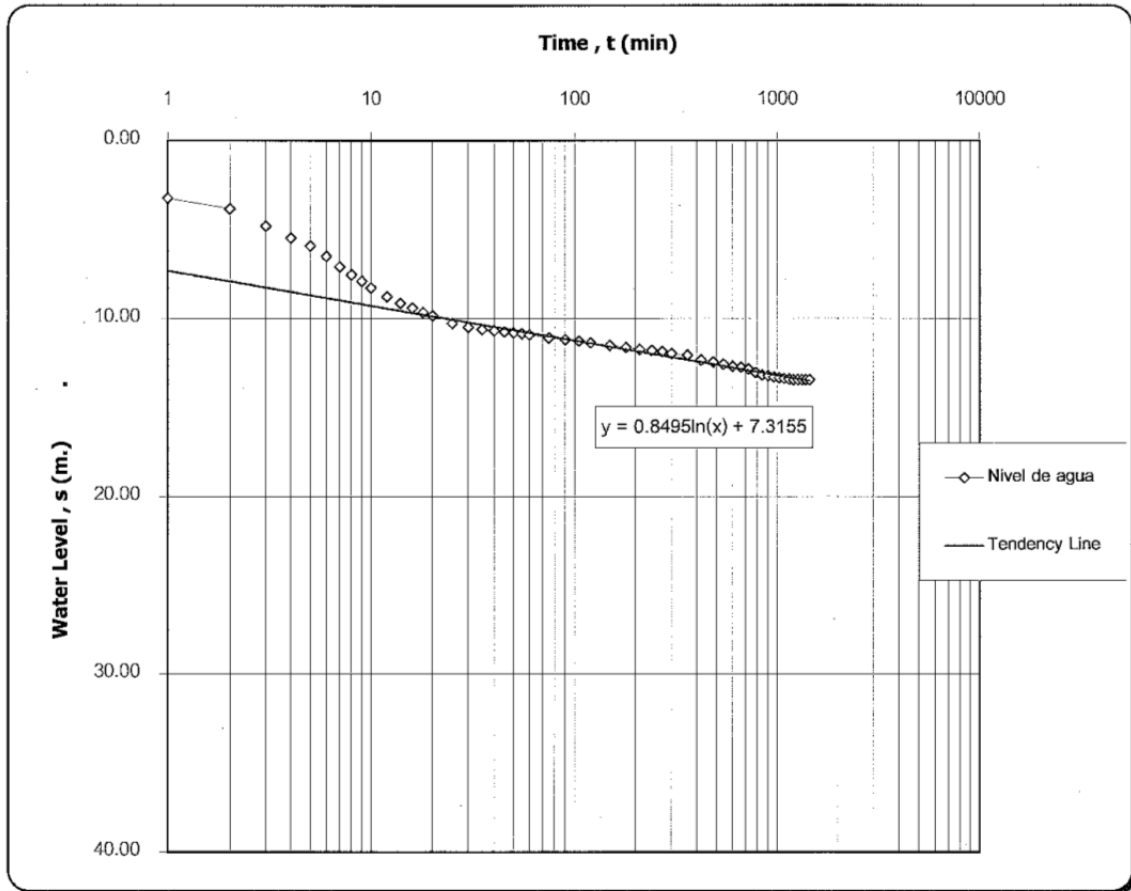


STEP	DISCHARGE Q (m³/hr.)	DYNAMIC LEVEL N.D. (m.)	DRAWDOWN S (m.)	SPECIFIC CAPACITY Q/S (m³/hr/m.)
FIRST(1st)	1.08	13.62	3.72	0.2903
SECOND(2nd)	1.80	16.48	6.58	0.2736
THIRD(3rd)	2.88	21.10	11.20	0.2571
FORTH(4th)	3.60	23.64	13.74	0.2620
FIFTH(5th)				

図 2-15 R3 Chimwalira No.1 段階揚水試験結果

CONSTANT DISCHARGE TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R3 No.1	STATIC WATER LEVEL	9.90 m.
SITE	Chimwalira CDSS	DATE	03/12/13

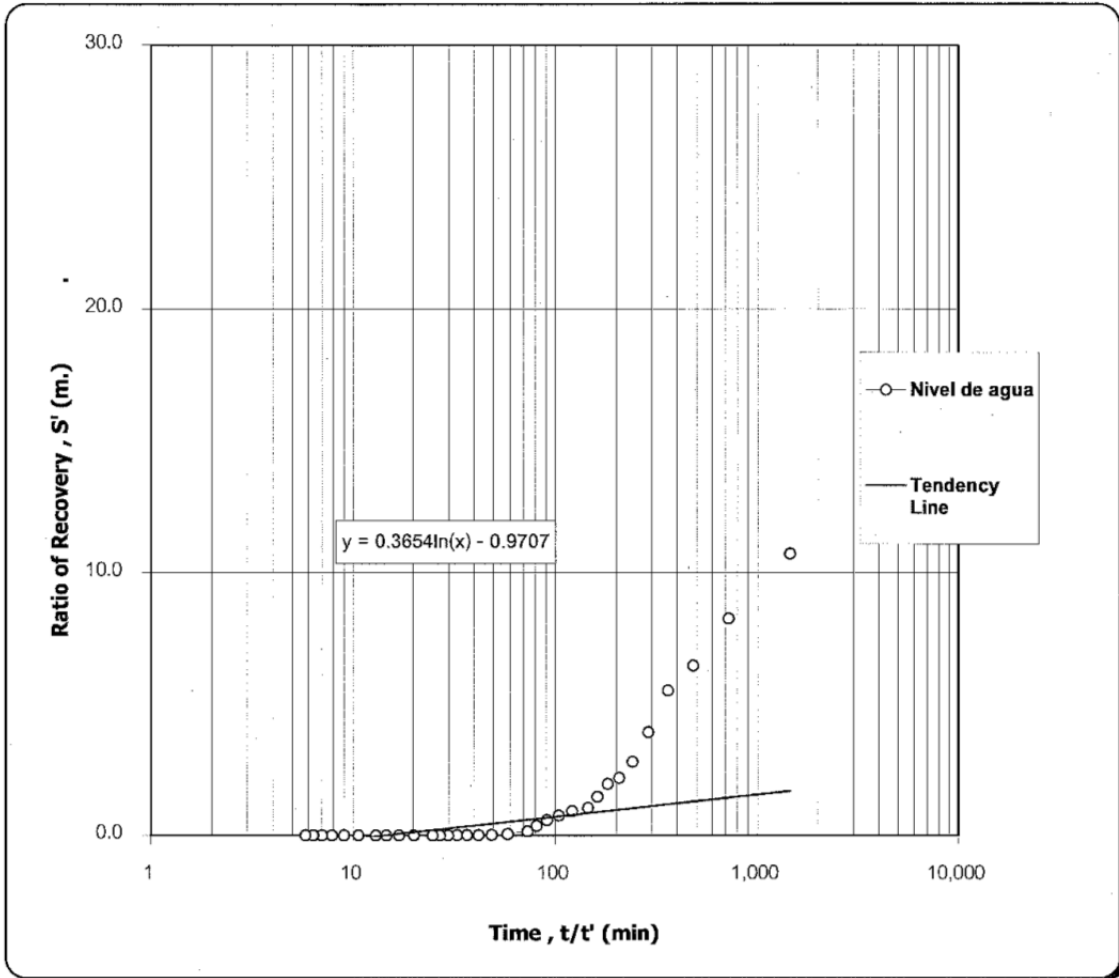


DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	3.60 m ³ /hr.
water Level ,ΔS (m.)	2.10 m.
Transmissivity , T (m ² /hr.)	
$T = (2.30 Q)/(4\pi\Delta S)$	0.314 m ² /hr.
Screen Length , b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient , K (m./hr.)	
$K = T/b$	1.494E-02 m./hr.

圖 2-16 R3 Chimwalira SS (No.1) 定流量揚水試驗結果

WATER LEVEL RECOVERY TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R3 No.1	STATIC WATER LEVEL	9.90 m.
SITE	Chimwalira CDSS	DATE	04/12/13



DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	3.60 m ³ /hr.
Water Level, ΔS (m.)	0.85 m.
Transmissivity, T (m ² /hr.)	0.78 m ² /hr.
$T = (2.30 Q)/(4\pi\Delta S)$	
Screen Length, b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient, K (m./hr.)	3.691E-02 m./hr.
$K = T/b$	

圖 2-17 R3 Chimwalira CDSS (No.1) 回復試驗結果

(4) 試掘記録写真を示す。

R3 Chimwalira CDSS Phase 3 Test Drilling Working Record, December 2013







	
<p>1. R3-No.1 Chimwalira CDSS Geological Sample (R3-No.1) December 2013</p>	<p>2. R3-No.1 Chimwalira CDSS Casing & Screen Installation (R3-No.1) December 2013</p>
	
<p>3. R3-No.1 Chimwalira CDSS Gravel Packing (R3-No.1) December 2013</p>	<p>4. R3-No.1 Chimwalira CDSS Development (R3-No.1) December 2013</p>
	
<p>5. R3-No.1 Chimwalira CDSS Pumping Test (R3-No.1) December 2013</p>	<p>6. R3-No.1 Chimwalira CDSS Water Quality Test (R3-No.1) December 2013</p>

図 2-18 R3 Chimwalira CDSS (No.1) 試掘調査記録写真 (2013 年 11 月～12 月)

2-4. R4 Kabekere CDSS No. 1～No. 3

(1) 試掘調査地点

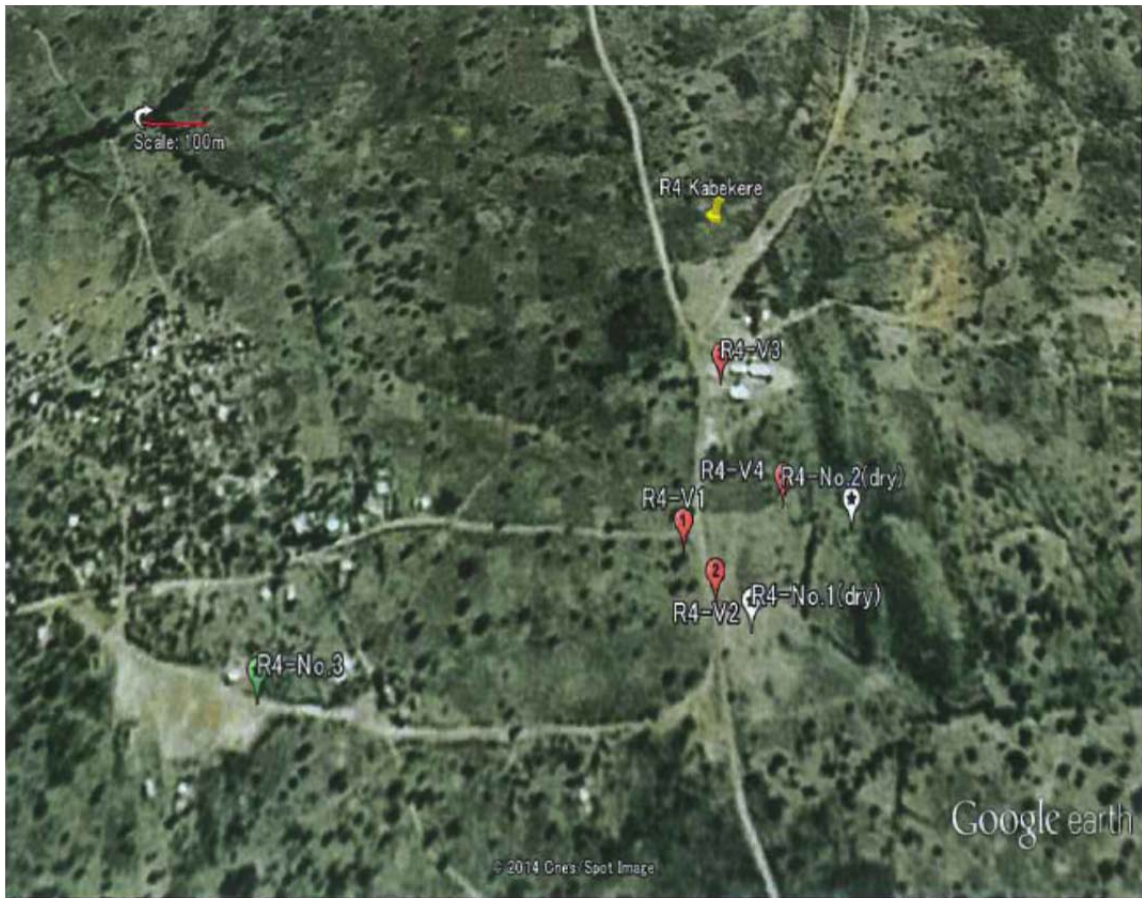


図 2-19 R4Kabekere CDSS (No. 1～No. 4) 試掘調査井戸位置図

- 凡例：
- 1) 緑白の丸印 R4-No. 1～ R4-No. 3 井戸掘さく位置
R4-No.1 及び R4-No.2： 水量少量で空井戸と判定(学校敷地内)
R4-No.3： 水量多く成功井と判定(村落敷地内)
 - 2) 赤丸印 R4-V1～R4-V4 は物理探査(垂直法)の調査地点
 - 3) 黄色 R4 Kabekere は、中等学校の敷地境界
 - 4) 図中上部角の赤線は図の縮尺 100m 長
 - 5) 画像データは、Google Earth を借用

(2) 試掘井戸柱状図を示す。

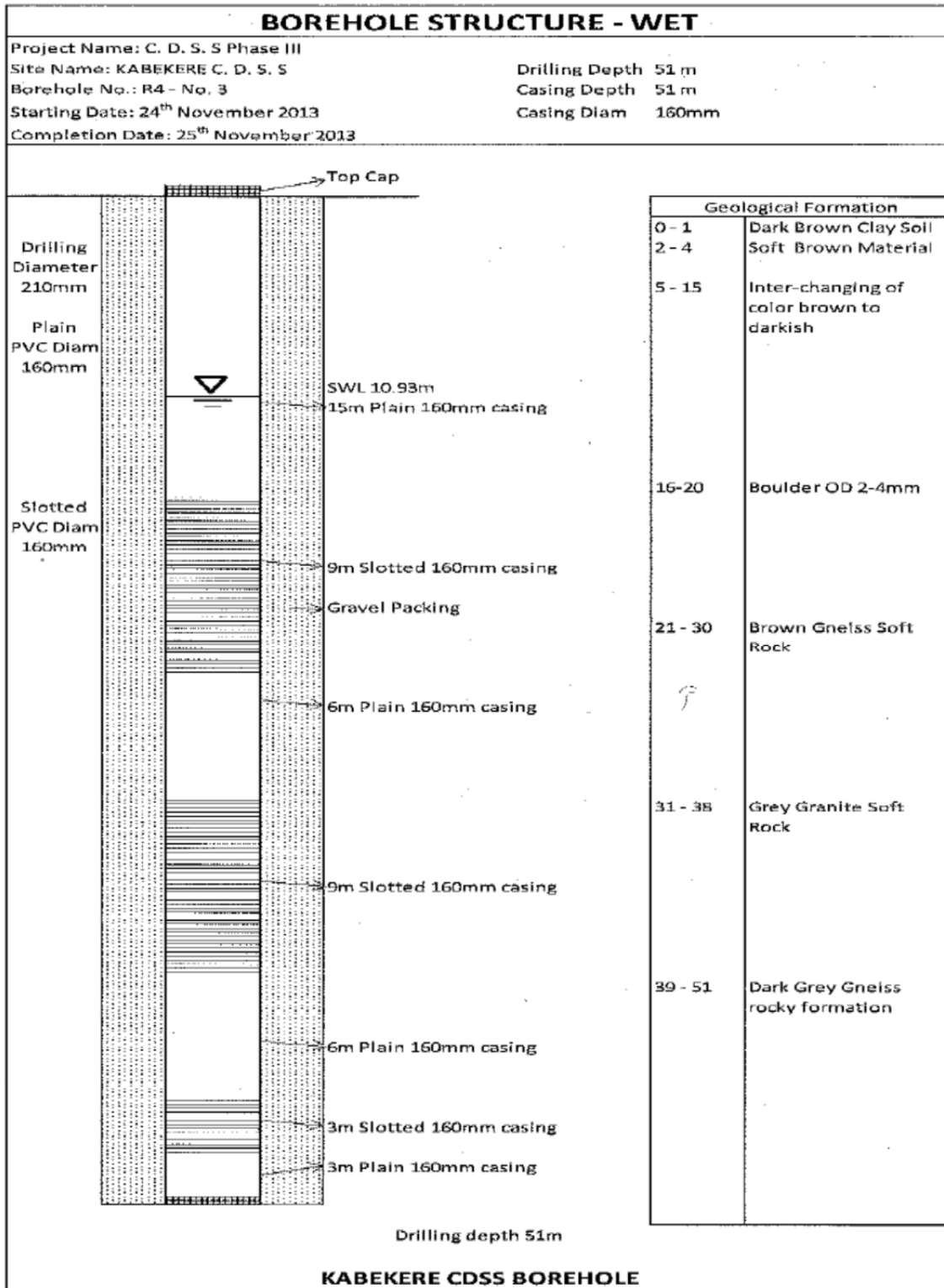
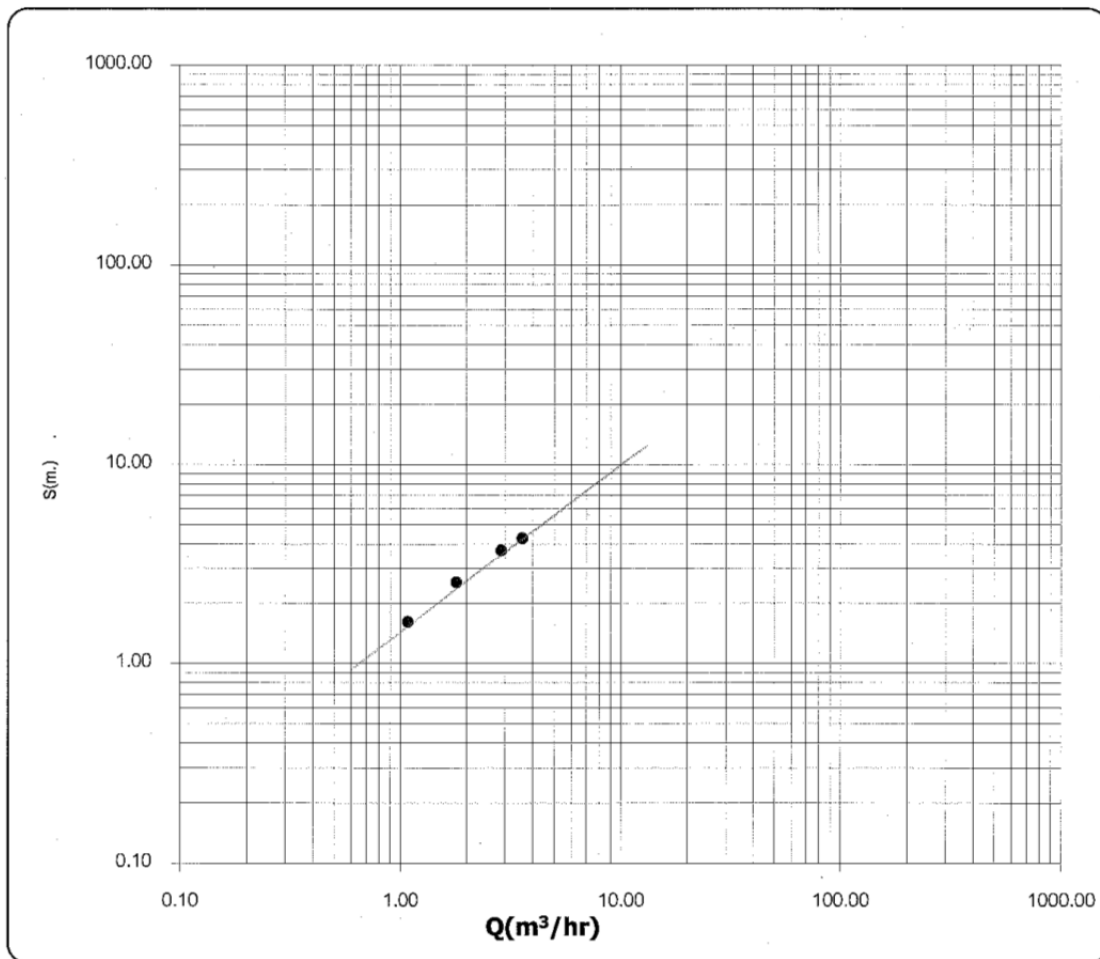


図 2-20 Kabekere CDSS (No. 3) 試掘井戸柱状図

(3) 試掘井戸の揚水試験結果を示す。

STEP DRAWDOWN TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R4 No.3	STATIC WATER LEVEL	10.93 m.
SITE	Kabekere CDSS	DATE	26/11/13

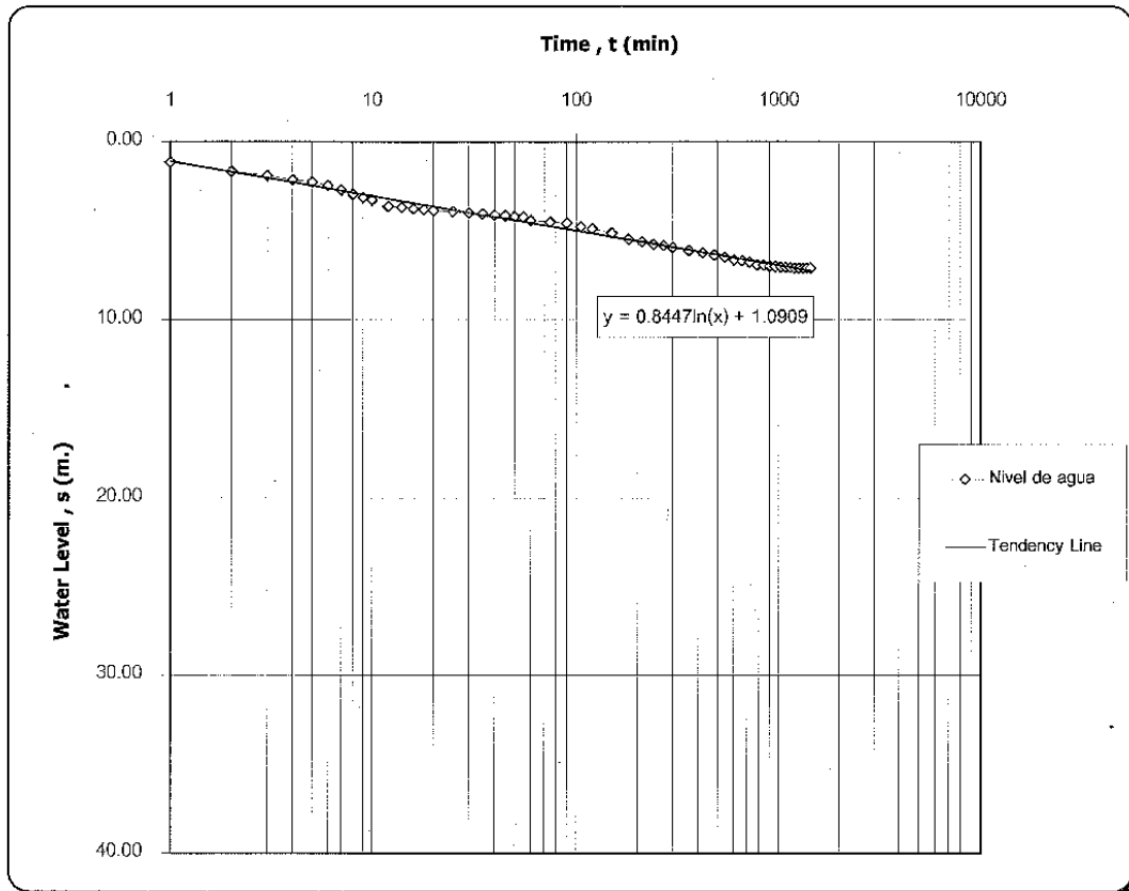


STEP	DISCHARGE Q (m ³ /hr.)	DYNAMIC LEVEL N.D. (m.)	DRAWDOWN S (m.)	SPECIFIC CAPACITY Q/S (m ³ /hr/m.)
FIRST(1st)	1.08	12.55	1.62	0.6667
SECOND(2nd)	1.80	13.48	2.55	0.7059
THIRD(3rd)	2.88	14.66	3.73	0.7721
FORTH(4th)	3.60	15.22	4.29	0.8392
FIFTH(5th)				

図 2-21 R4 Kabekere No. 3 段階揚水試験結果

CONSTANT DISCHARGE TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R4 No.3	STATIC WATER LEVEL	10.93 m.
SITE	Kabekere CDSS	DATE	27/11/13

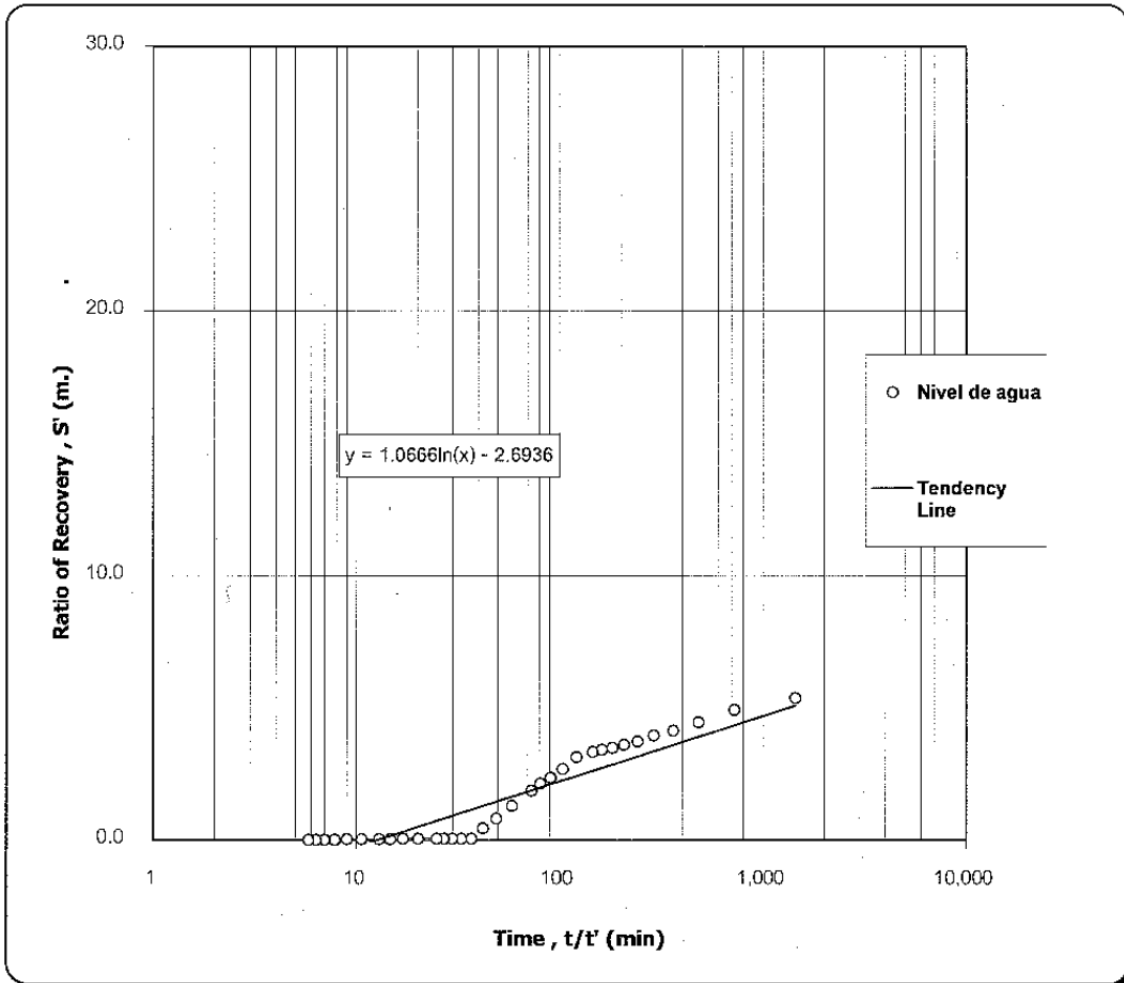


DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	3.60 m ³ /hr.
water Level, ΔS (m.)	2.18 m.
Transmissivity, T (m ² /hr.)	
$T = (2.30 Q) / (4\pi \Delta S)$	0.302 m ² /hr.
Screen Length, b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient, K (m./hr.)	
$K = T/b$	1.439E-02 m./hr.

図 2-22 R4 Kabekere (No. 3) 定流量揚水試験結果

WATER LEVEL RECOVERY TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R4 No.3	STATIC WATER LEVEL	10.93 m.
SITE	Kabekere CDSS	DATE	28/11/13



DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	3.60 m ³ /hr.
Water Level, ΔS (m.)	2.38 m.
Transmissivity, T (m ² /hr.)	
$T = (2.30 Q) / (4\pi \Delta S)$	0.28 m ² /hr.
Screen Length, b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient, K (m./hr.)	
$K = T/b$	1.318E-02 m./hr.

圖 2-23 R4 Kabekere (No. 3) 回復試驗結果

(4) 試掘記録写真を示す。

R4 Kabekere CDSS Phase 3 Test Drilling Working Record, November 2013







	
<p>1. R4-No.3 Kabekere CDSS Test Drilling (R3- No.3 Successful Borehole)</p>	<p>2. R4-No.3 Kabekere CDSS Drilling (R4- No.3 Successful Borehole in the Village)</p>
	
<p>3. R4-No.3 Kabekere CDSS Casing & Screen Installation、 Nobembor 2013</p>	<p>4. R4-No.3 Kabekere CDSS Development (R4- No.3) Nobembor 2013</p>
	
<p>5. R4 Kabekere CDSS Geological Sample (R4- No.3) Nobembor 2013</p>	<p>6. R4 Kabekere CDSS No.3 Pumping Test (R4- No.3) Nobembor 2013</p>

図 2-24 R4 Kabekere CDSS (No.1~No.3) 試掘調査記録写真(2011 年 11 月)

2-5. R5 Mwalawanyenje CDSS

(1) 試掘調査地点

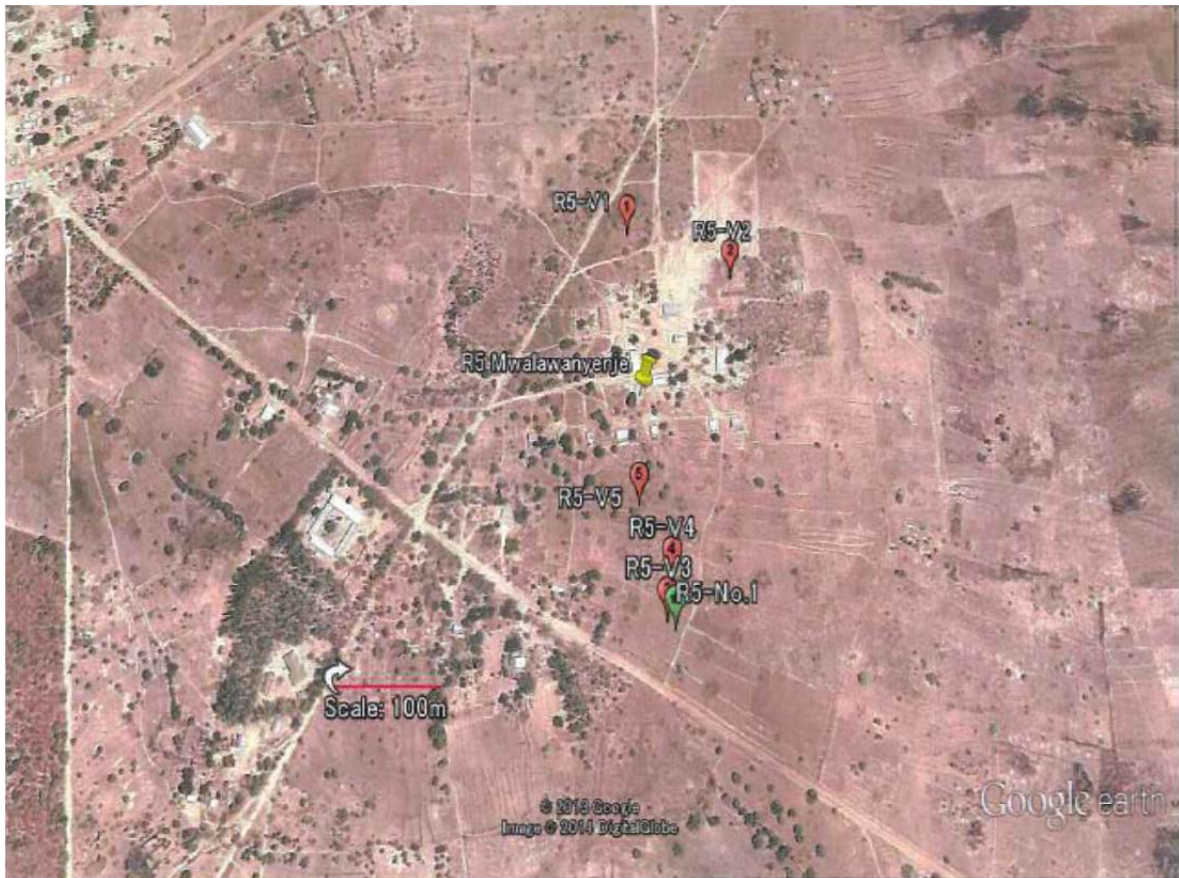


図 2-25 R5 Mwalawanyenje CDSS (No. 1) 試掘調査井戸位置図

- 凡例：
- 1) 赤の丸印 R5- No. 1 井戸掘さく位置
 - 2) 赤の丸印 R5-V1～R5-V5 電気探査(垂直法) 地点
 - 3) 黄色印は、Mwalawanyenje CDSS 職員、学校管理棟
 - 4) 図中下部の赤線は縮尺 100m 長
 - 9) 画像データは、Google Earth を借用

(2) 試掘井戸柱状図を示す。

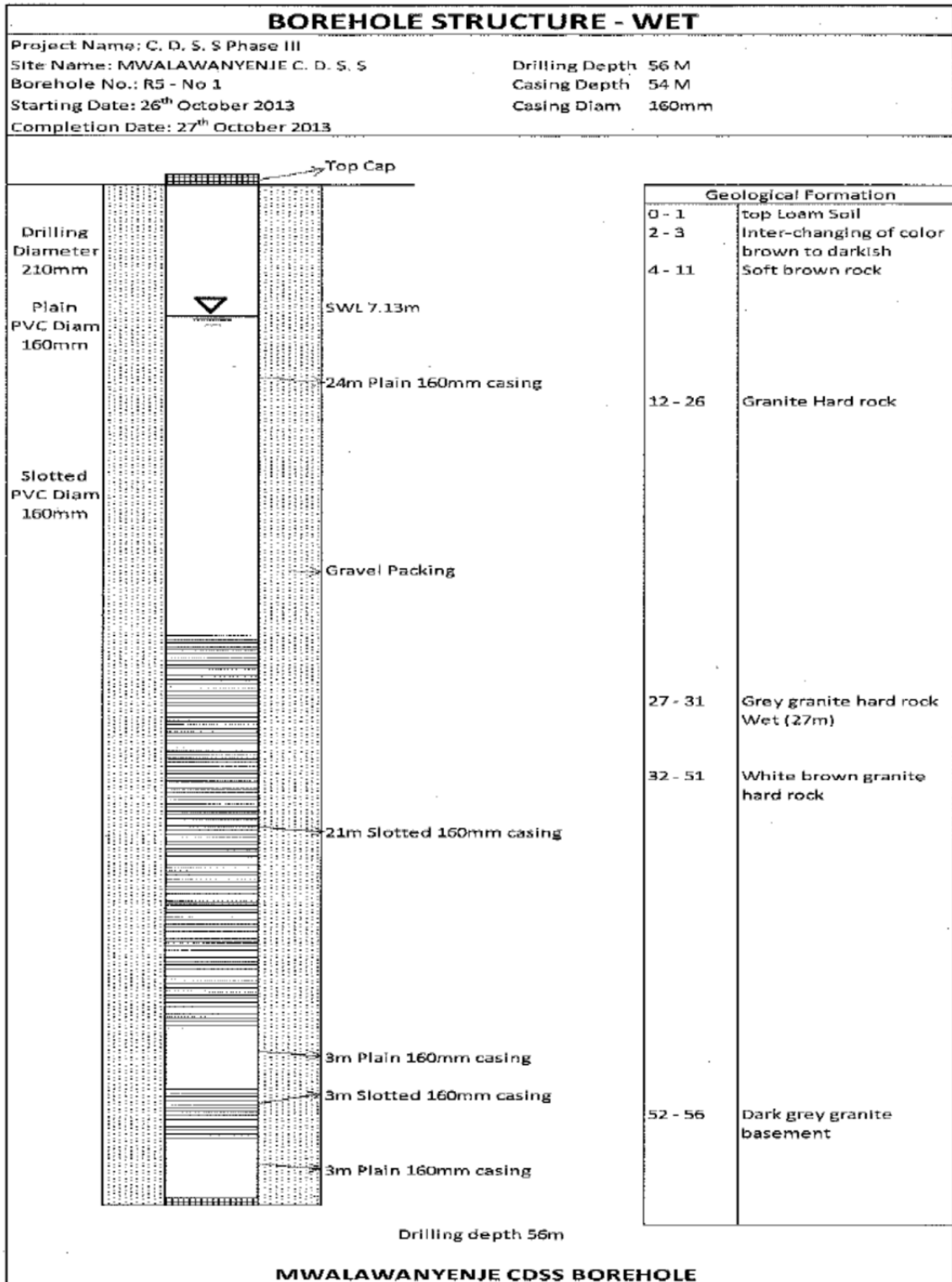
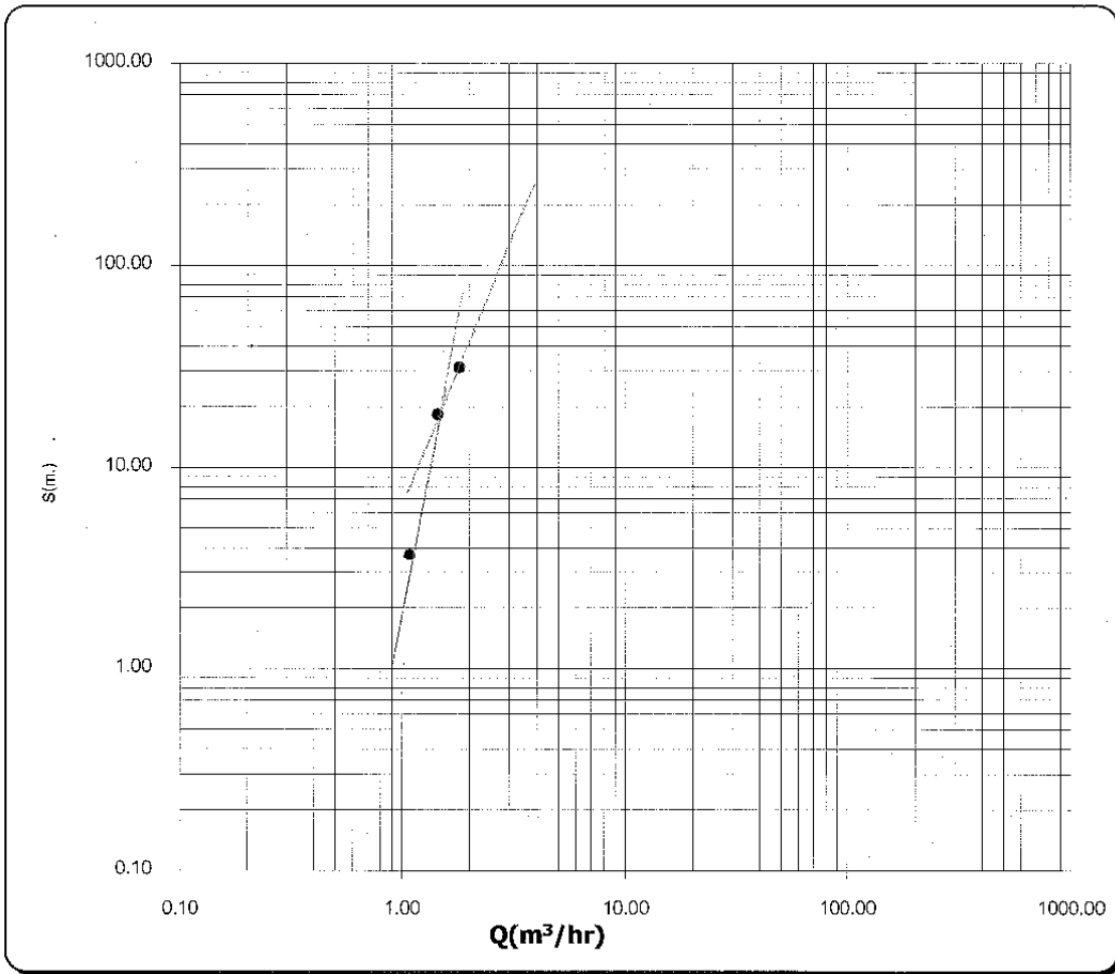


図 2-26 R5 Mwalawanyenje CDSS (No.1) 試掘井戸柱状図

(3) 試掘井戸の揚水試験結果を示す。

STEP DRAWDOWN TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R5 No.1	STATIC WATER LEVEL	7.13 m.
SITE	Mwalawanyenje CDSS	DATE	28/10/13

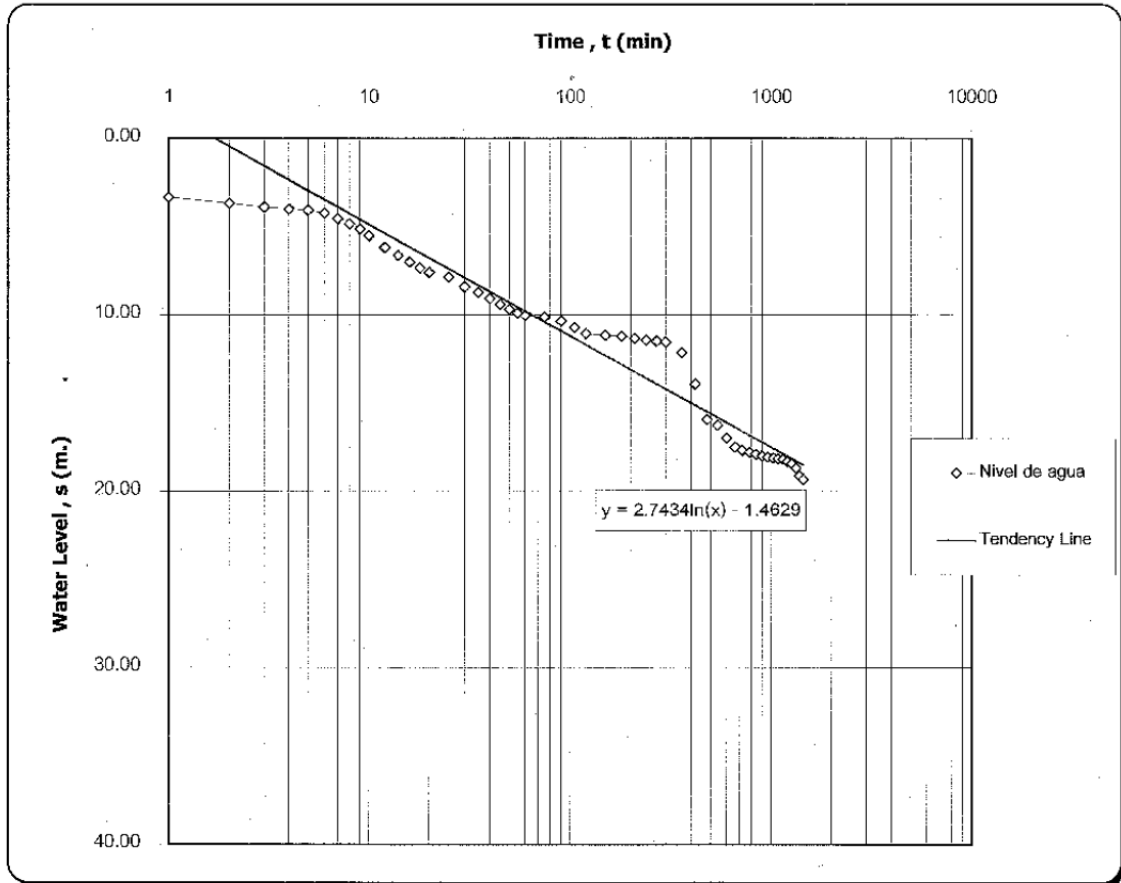


STEP	DISCHARGE Q (m³/hr.)	DYNAMIC LEVEL N.D. (m.)	DRAWDOWN S (m.)	SPECIFIC CAPACITY Q/S (m³/hr/m.)
FIRST(1st)	1.08	10.83	3.70	0.2919
SECOND(2nd)	1.44	25.54	18.41	0.0782
THIRD(3rd)	1.80	38.61	31.48	0.0572
FORTH(4th)				
FIFTH(5th)				

図 2-27 R5 Mwalawanyenje CDSS (No. 1) 段階揚水試験結果

CONSTANT DISCHARGE TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R5 No.1	STATIC WATER LEVEL	7.13 m.
SITE	Mwalawanyenje CDSS	DATE	29/10/13

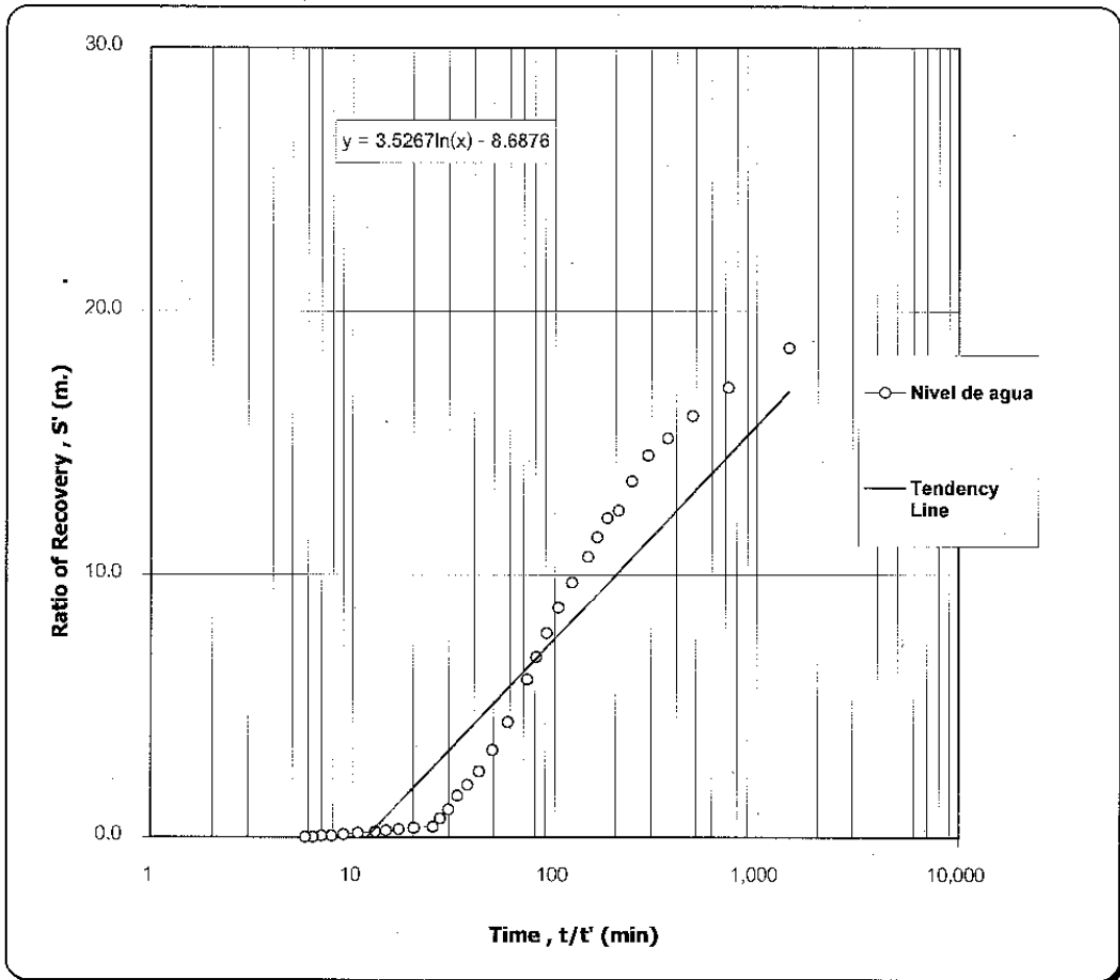


DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	1.30 m ³ /hr.
water Level ,ΔS (m.)	6.36 m.
Transmissivity , T (m ² /hr.)	
$T = (2.30 Q)/(4\pi\Delta S)$	0.037 m ² /hr.
Screen Length , b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient , K (m./hr.)	
$K = T/b$	1.776E-03 m./hr.

図 2-28 R5 Mwalawanyenje CDSS (No. 1) 定流量揚水試験結果

WATER LEVEL RECOVERY TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R5 No.1	STATIC WATER LEVEL	7.13 m.
SITE	Mwalawanyenje CDSS	DATE	30/10/13



DESCRIPTION	
Discharge, Q ($m^3/hr.$)	1.30 $m^3/hr.$
Water Level, ΔS (m.)	9.38 m.
Transmissivity, T ($m^2/hr.$)	
$T = (2.30 Q) / (4\pi \Delta S)$	0.03 $m^2/hr.$
Screen Length, b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient, K (m./hr.)	
$K = T/b$	1.205E-03 m./hr.

図 2-29 R5 Mwalawanyenje CDSS (No. 1) 回復試験結果

(4) 試掘記録写真を示す。

R5 Mwalawanyenje CDSS Phase 3 Test Drilling Record, October 2013







	
<p>1. R5 Mwalawanyenje CDSS Drilling Point (R5- No.1) October 2013</p>	<p>2. R5 Mwalawanyenje CDSS Confirmation of Drilling Point with Mrs. Head Teacher, October 2013</p>
	
<p>3. R5 Mwalawanyenje CDSS Borehole Drilling (R5- No.1) October 2013</p>	<p>4. R5 Mwalawanyenje CDSS Geological Sample (R5- No.1) October 2013</p>
	
<p>5. R5 Mwalawanyenje CDSS Borehole Development (R5- No.1) October 2013</p>	<p>6. R5 Mwalawanyenje CDSS Borehole Development (R5- No.1) October 2013</p>

図 2-30 R5 Mwalawanyenje (No.1) 試掘調査記録写真(2013年10月)

2-6. R6 Mzoma CDSS

(1) 試掘調査地点



図 2-31 Mzoma CDSS (No. 1&No. 2 試掘井戸位置図)

- 凡例：
- 1) 白の丸印 R6-No. 1 井戸掘さく位置(水量少なく失敗井)
 - 2) 緑の丸印 R6-No.2 井戸掘さく成功井戸地点
 - 3) 赤丸 R6-V1～R6V5 は電気探査(垂直法)の調査地点
 - 4) 黄色 R6 Mzoma は、中等学校の職員室及び校舎棟
 - 5) 図中下部の赤線は縮尺 50m 長
 - 9) 画像データは、Google Earth を借用

(2) 試掘井戸柱状図を示す。

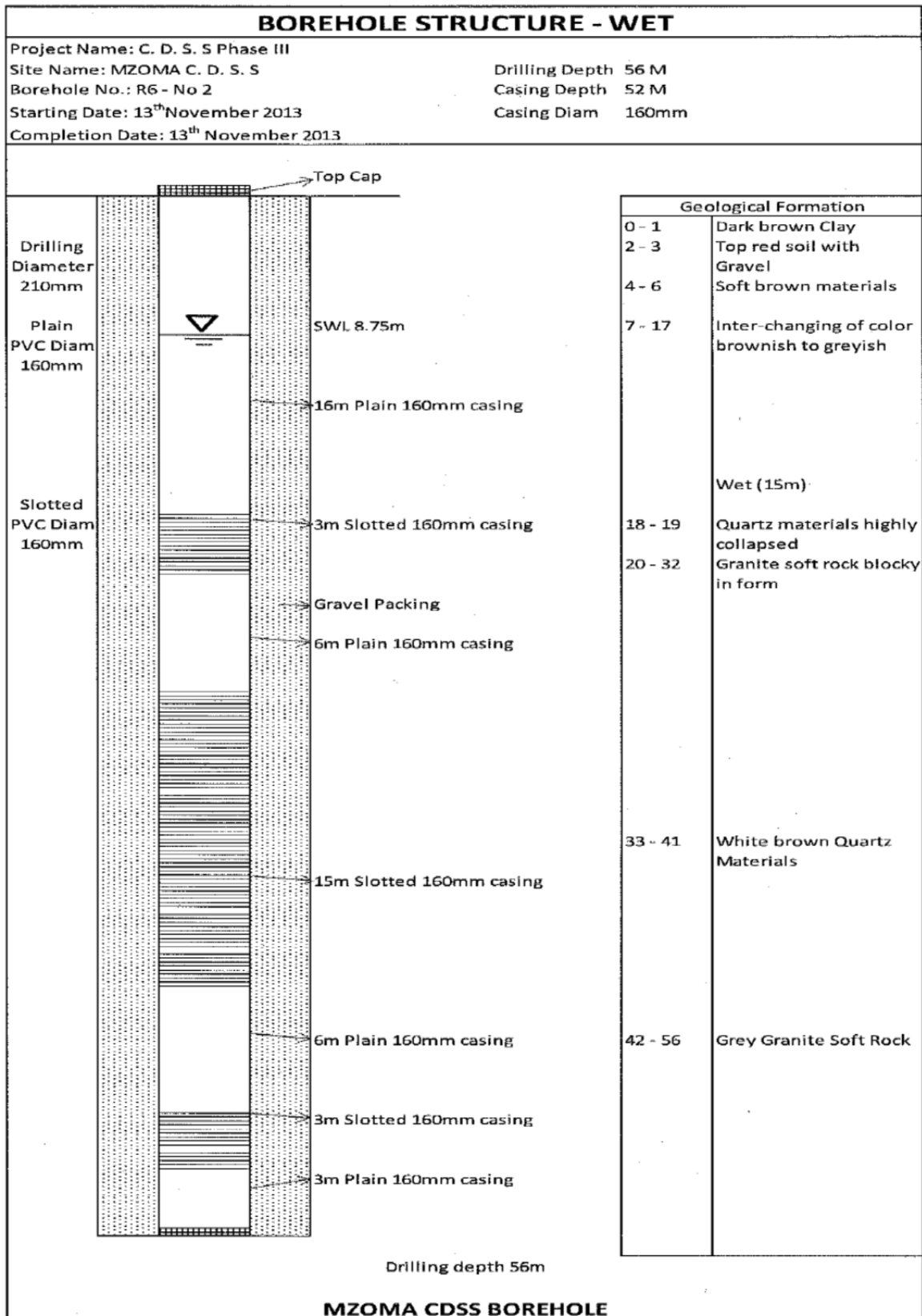
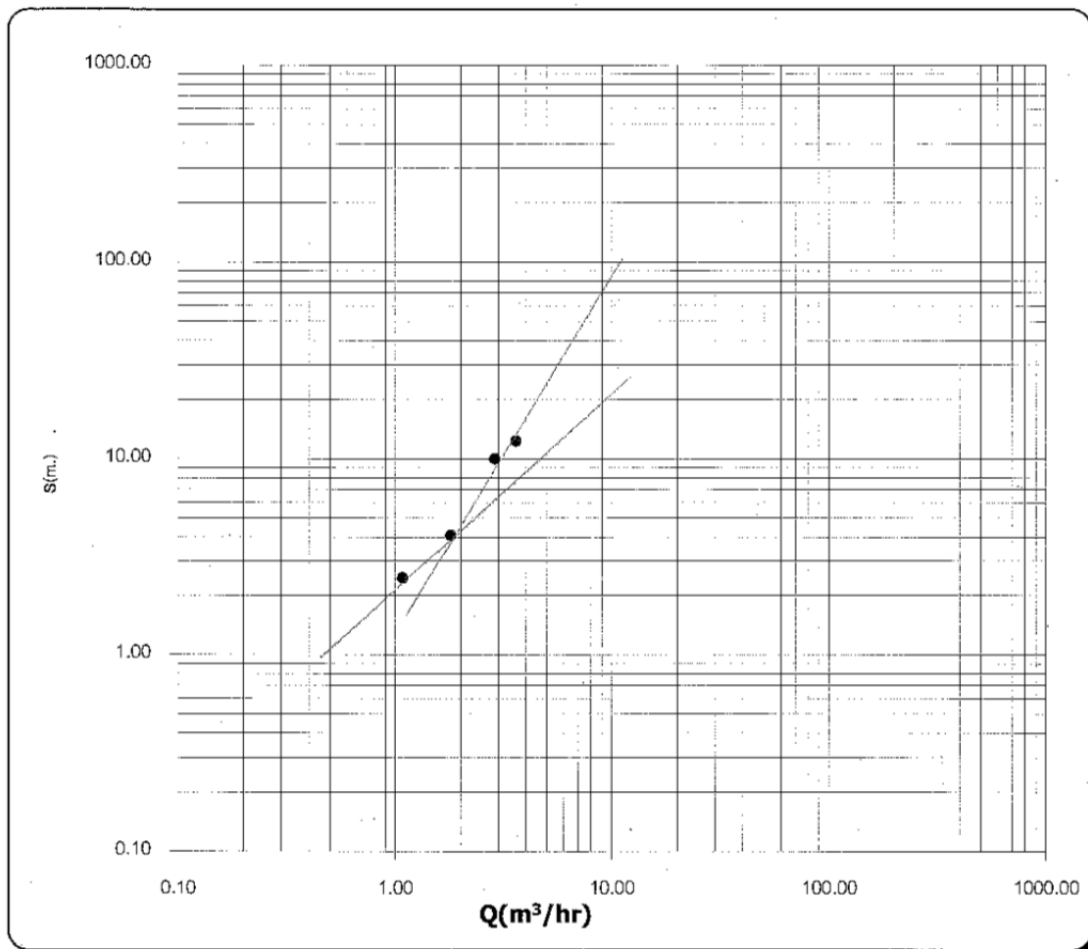


図 2-32 R6 Mzoma CDSS (No. 2) 試掘井戸柱状図

(3) 試掘井戸の揚水試験結果を示す。

STEP DRAWDOWN TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R6 No.2	STATIC WATER LEVEL	8.75 m.
SITE	Mzoma CDSS	DATE	16/11/13

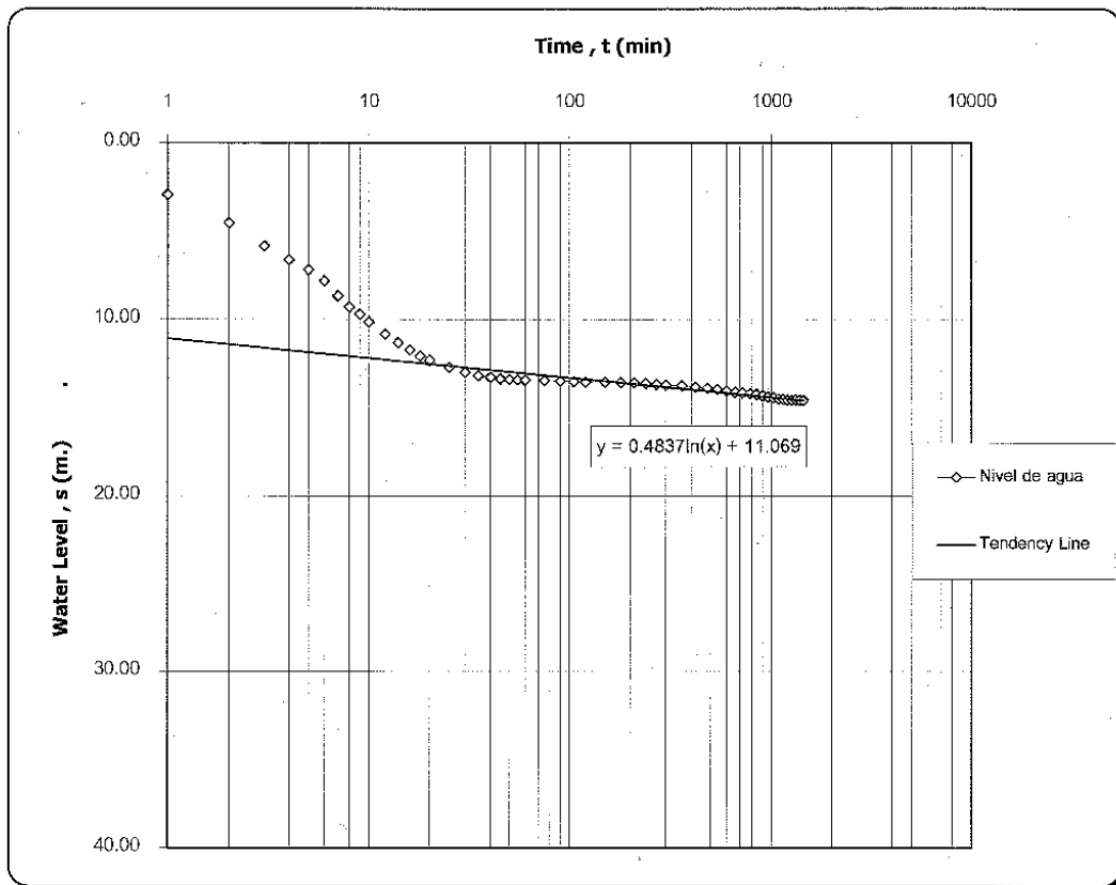


STEP	DISCHARGE Q (m³/hr.)	DYNAMIC LEVEL N.D. (m.)	DRAWDOWN S (m.)	SPECIFIC CAPACITY Q/S (m³/hr/m.)
FIRST(1st)	1.08	11.22	2.47	0.4372
SECOND(2nd)	1.80	12.85	4.10	0.4390
THIRD(3rd)	2.88	18.80	10.05	0.2866
FORTH(4th)	3.60	21.13	12.38	0.2908
FIFTH(5th)				

図 2-33 R6 Mzoma CDSS(No. 2) 段階揚水試験結果

CONSTANT DISCHARGE TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3	STATIC WATER LEVEL	8.75 m.
BOREHOLE No.	R6 No.2	DATE	17/11/13
SITE	Mzoma CDSS		

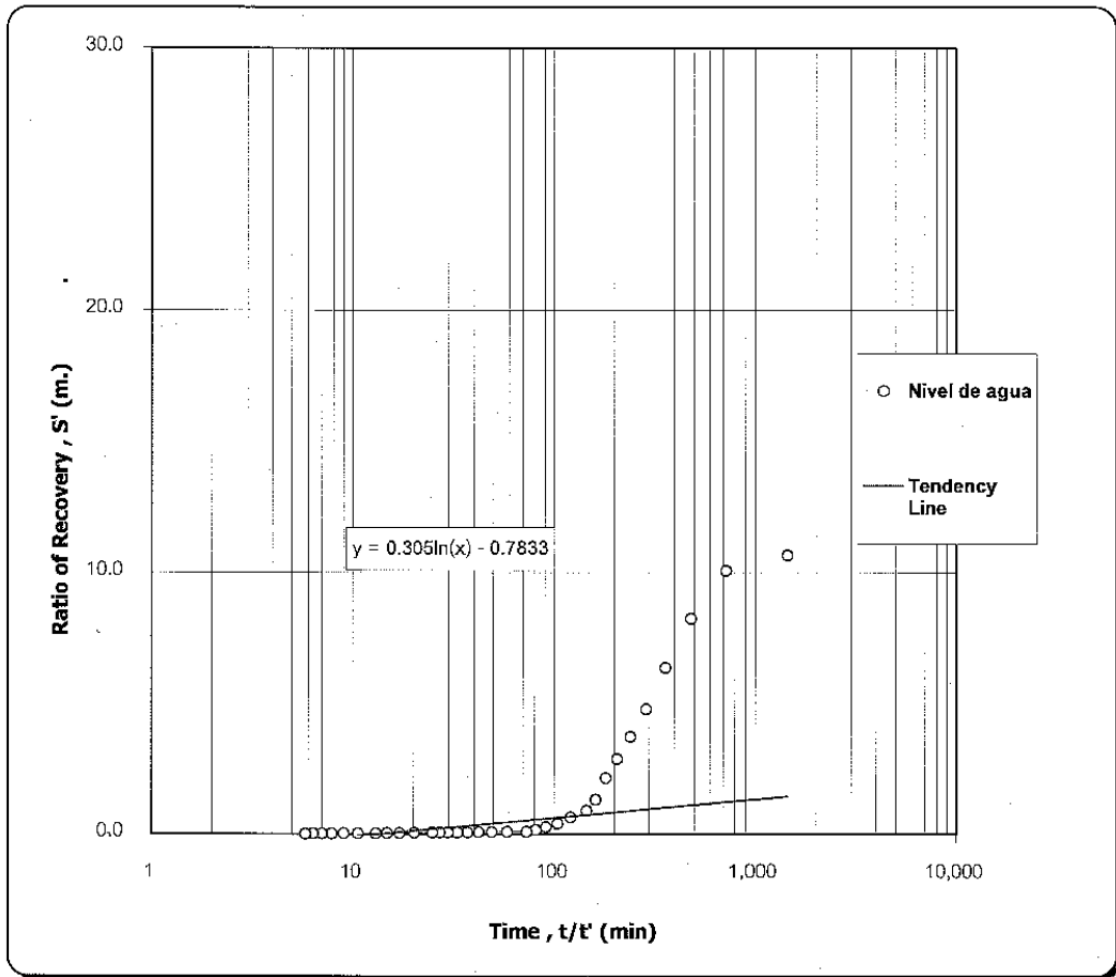


DESCRIPTION	
Discharge, Q ($m^3/hr.$)	3.60 $m^3/hr.$
water Level, ΔS (m.)	1.16 m.
Transmissivity, T ($m^2/hr.$)	$0.568 m^2/hr.$
$T = (2.30 Q)/(4\pi \Delta S)$	
Screen Length, b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient, K (m./hr.)	$2.705E-02 m./hr.$
$K = T/b$	

図 2-34 R6 Mzoma CDSS (No. 2) 定流量揚水試験結果

WATER LEVEL RECOVERY TEST

PROJECT NAME	Malawi CDSS Phase 3		
BOREHOLE No.	R6 No.2	STATIC WATER LEVEL	8.75 m.
SITE	Mzoma CDSS	DATE	18/11/13



DESCRIPTION	
Discharge, Q (m ³ /hr.)	3.60 m ³ /hr.
Water Level, ΔS (m.)	0.65 m.
Transmissivity, T (m ² /hr.)	
$T = (2.30 Q) / (4\pi \Delta S)$	1.01 m ² /hr.
Screen Length, b (m.)	21.00 m.
Hydraulic Gradient, K (m./hr.)	
$K = T/b$	4.827E-02 m./hr.

圖 2-35 R6 Mzoma CDSS (No. 2) 回復試驗結果

(4) 試掘記録写真を示す。

R6 Mzoma CDSS Phase 3 Test Drilling Working Record, November 2013

	
<p>1. R6 Mzoma CDSS Test Drilling (R6- No.1 Unsuccessful Well)</p>	<p>2. R6 Mzoma CDSS Test Drilling Geological Sample (R6- No.1 Unsuccessful but There is Water)</p>
	
<p>3. R6 Mzoma CDSS Test Drilling No.2 (R6- No.2) Nobembor 2013</p>	<p>4. R6 Mzoma CDSS No.2 Development (R6- No.2) Nobembor 2013</p>
	
<p>5. R6 Mzoma CDSS No.2 Geological Sample (R6- No.2) Nobembor 2013</p>	<p>6. R6 Mzoma CDSS No.2 Pumping Test (R6- No.2) Nobembor 2013</p>

図 2-36 R6 Mzoma CDSS (No.1~No.2) 試掘調査記録写真(2013年11月)