

## 第5章 ボーリング調査

## 第5章 ボーリング調査

### 5.1 調査概要

対象域の地質、水文地質および地下水質の状況を把握することを目的としてボーリング調査を実施した。ボーリング調査地点および内容をそれぞれ図 5.1 および表 5.1 に示す。

地質用ボーリング調査は DH-1A、DH-1B、DH-4G、DH-15G、DH-16、DH-16A および DH-16B 孔において実施した。

水文地質用ボーリング調査は DH-1、DH-2、DH-3、DH-4、DH-5、DH-6、DH-7、DH-8、DH-9、DH-10、DH-11、DH-12、DH-13 および DH-14 孔において実施した。特に、DH-4、DH-5、DH-6、DH-7、DH-8 および DH-12 孔については、浅層および深層の帯水層を把握するために浅層および深層ボーリング孔を別々に設置した。深層ボーリング孔は浅層ボーリング孔の孔底深度までケーシングで遮水した。さらに、周辺の地下水位を把握するためにピエゾメーターを上流側あるいは上・下流側に設置した。ボーリング調査の配置を図 5.2 に示す。

揚水試験は DH-1～DH-14 孔の水文地質用ボーリング調査孔の全孔において実施した。また、水質分析用採水は 2000 年 7 月および 11 月の 2 回にわたり実施した。

### 5.2 地質状況

地質用ボーリング孔の地質柱状図およびワジ・スーク川沿いの地質断面をそれぞれ図 5.3 (1)～(12) (添付資料 - 4) および図 5.4 に示す。

本調査地域の地質概要を以下に示す。

#### 5.2.1 ワジ・スーク川上流部

ワジ・スーク川の上流部はオフィオライトの下部火山岩類で主に玄武岩類からなる。最上流部には廃さい堆積場が設置されている。廃さいは深度 30.20～30.65m の層厚を有し、最下底には厚さ 0.1～0.65m の河床礫が認められる。廃さいはラミナが発達し、よく締まったシルト～中粒砂からなり、多量の黄鉄鉱を含んでいる。廃さい上面から 4～6m 間には黄鉄鉱が酸化・溶脱し、空隙を残留している部位が認められたが、その他の部位では殆ど酸化した状況が認められなかった。

基盤は風化した玄武岩質枕状溶岩からなり、亀裂が発達し脆弱化している。

廃さいは細粒で比較的締まっていることから、透水性は比較的悪いと推定される。一方、基盤の玄武岩は亀裂が発達し、基岩として透水性は比較的高いものと推定される。

#### 5.2.2 ワジ・スーク川中流部

ワジ・スーク川の中流部は主に玄武岩類からなるが、PS-2 地点周辺に小規模にバチナ・オリス

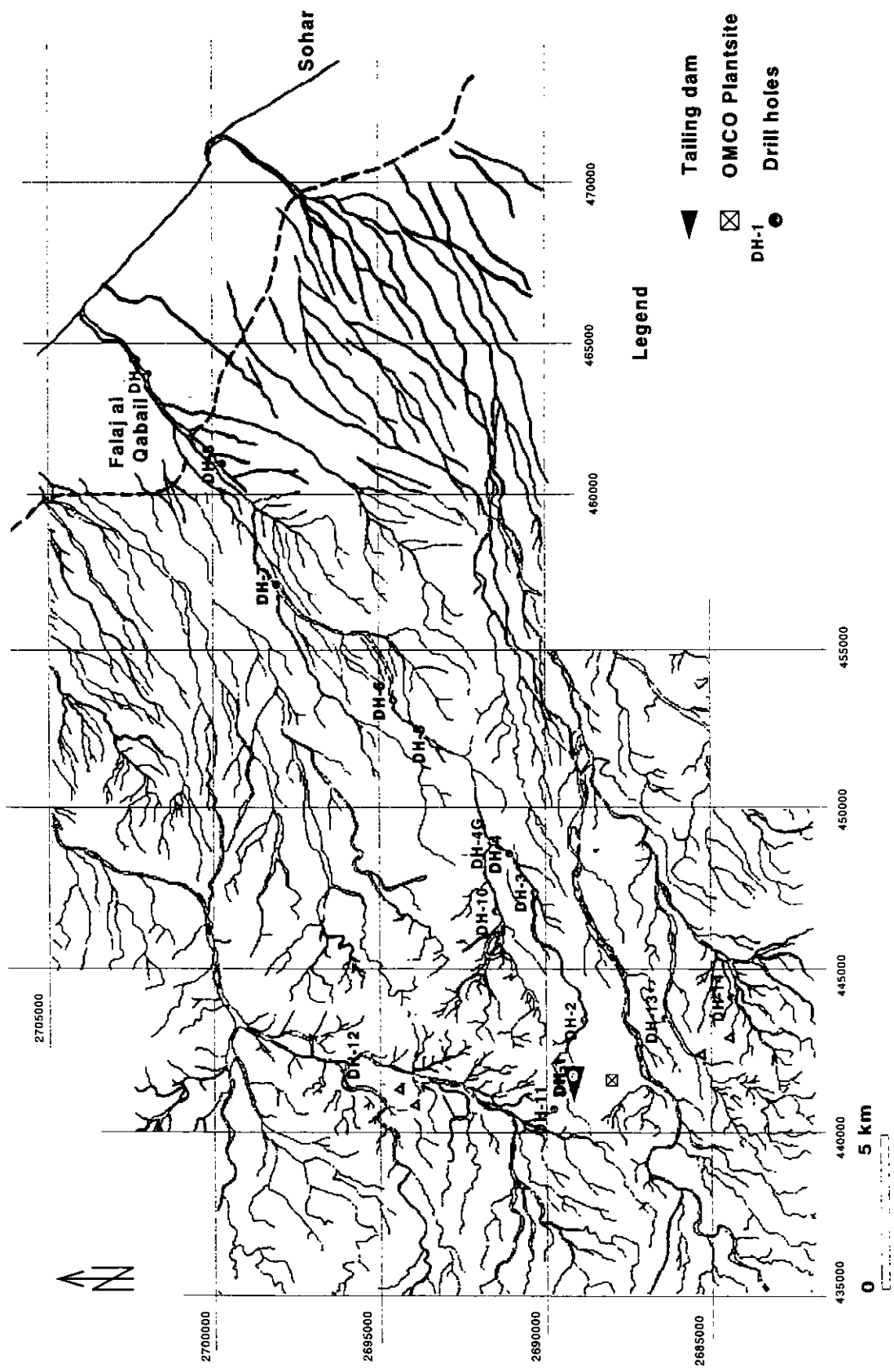


図 5.1 ボーリング調査位置図

表 5.1 ボーリング調査の内容

D. H. No. (PUL*1)		Location	Coordination (m)		Depth (m)	Pumping Test (P/R)*2	Water Sampling (Times)
			Northing	Easting			
DH-1	DH-1A	Wadi Suq (Tailing dam)	2689100	441575	50.60	R	2
	DH-1B	Wadi Suq (Tailing dam)	2689100	441525	31.50	R	2
DH-2		Wadi Suq	2688775	443410	50.00	P&R	2
DH-3		Wadi Suq	2690296	447454	30.00	P&R	2
DH-4	DH-4S	Wadi Suq	2691082	448674	18.00	R	2
	DH-4D	Wadi Suq	2691096	448688	50.00	R	2
	DH-4PUL	Wadi Suq	2691096	448688	30.00		2
	DH-4G	Wadi Suq	2691638	449025	30.00	-	-
DH-5	DH-5S	Wadi Suq	2688818	452155	18.00	R	2
	DH-5D	Wadi Suq	2693432	452170	60.00	R	2
	DH-5PUL	Wadi Suq	2693432	452170	30.00	-	-
DH-6	DH-6S	Wadi Suq	2699630	453525	30.00	R	2
	DH-6D	Wadi Suq	2699644	453545	60.00	R	2
	DH-6PUL	Wadi Suq	2699644	453545	30.00	-	-
DH-7	DH-7S	Wadi Suq	2698205	457185	18.00	R	2
	DH-7D	Wadi Suq	2698215	457202	60.00	R	2
	DH-7PUL	Wadi Suq	2698215	457202	30.00	-	-
DH-8	DH-8S	Wadi Suq	2699852	461001	20.00	P&R	2
	DH-8D	Wadi Suq	2699866	461015	70.00	R	2
	DH-8PUL	Wadi Suq	2699866	461015	30.00	-	-
DH-9		Wadi Suq	2702145	463839	50.00	R	2
DH-10		Wadi Suq	2691505	446851	40.00	R	2
DH-11		Wadi Bani Umar	2689725	440635	30.00	P&R	2
DH-12	DH-12S	Wadi Bani Umar	2695470	442345	18.00	P&R	2
	DH-12D	Wadi Bani Umar	2695490	442342	50.00	R	2
	DH-12PUL	Wadi Bani Umar	2695490	442342	30.00	-	-
DH-13		Qadi Lasail	2686290	443455	50.00	R	2
DH-14		Wadi al Owainah	2684246	444123	50.00	R	2
DH-15		Wadi Suq (DH-6)	2694540	453627	37.50	-	2
DH-16	DH-16A	Wadi Suq (DH-7)	2698145	457370	42.20	-	-
	DH-16B	Wadi Suq (DH-7)	2697512	458170	40.50	-	-
	DH-16C	Wadi Suq (DH-8)	2699857	461016	50.10	-	-

\*1 : P :Piezometer, U :Upper, L :Lower

\*2 : P :Pumping test, R :Recovery test

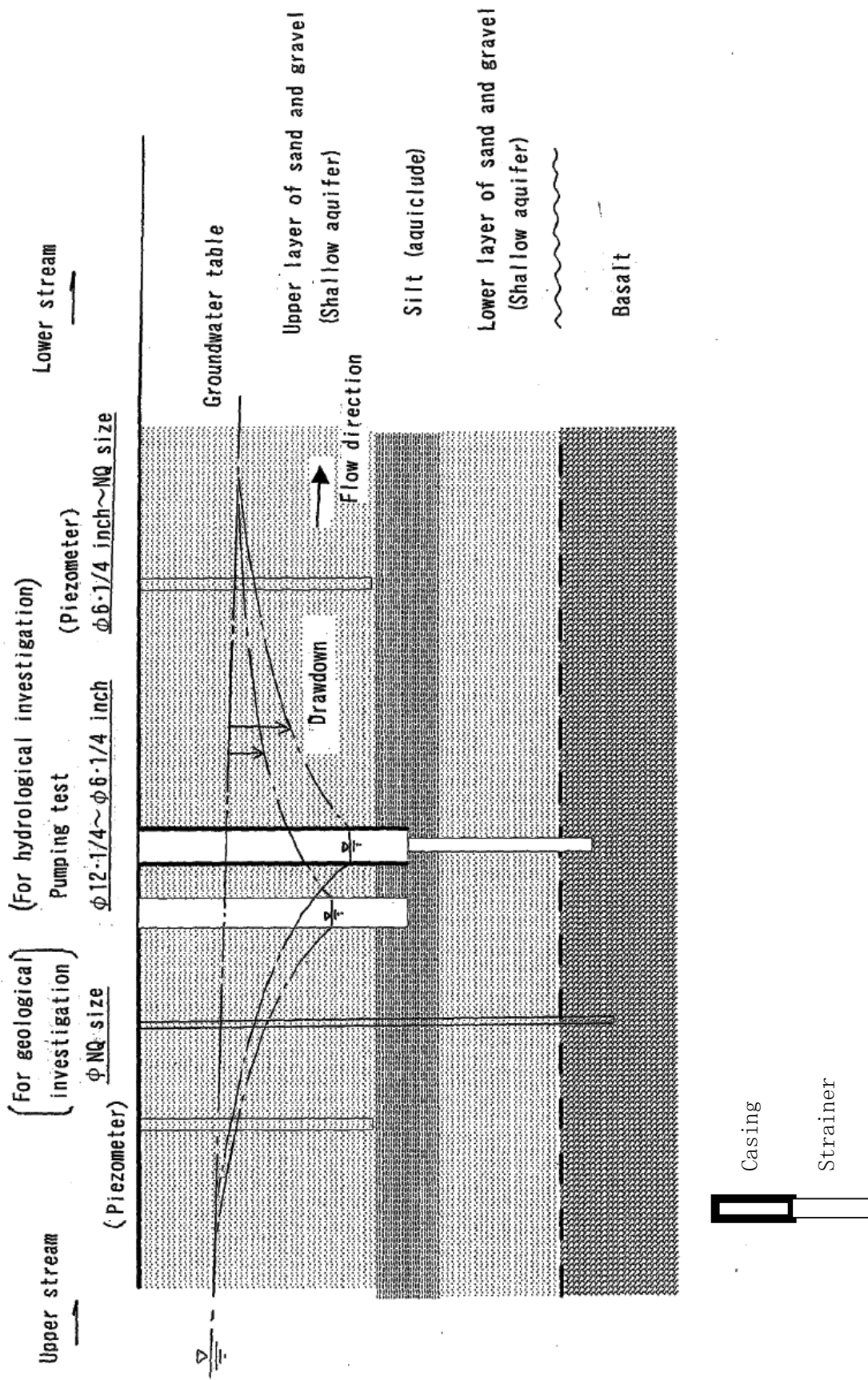


図 5.2 ボーリング調査の配置図

L-1 ( Geophysical survey line )

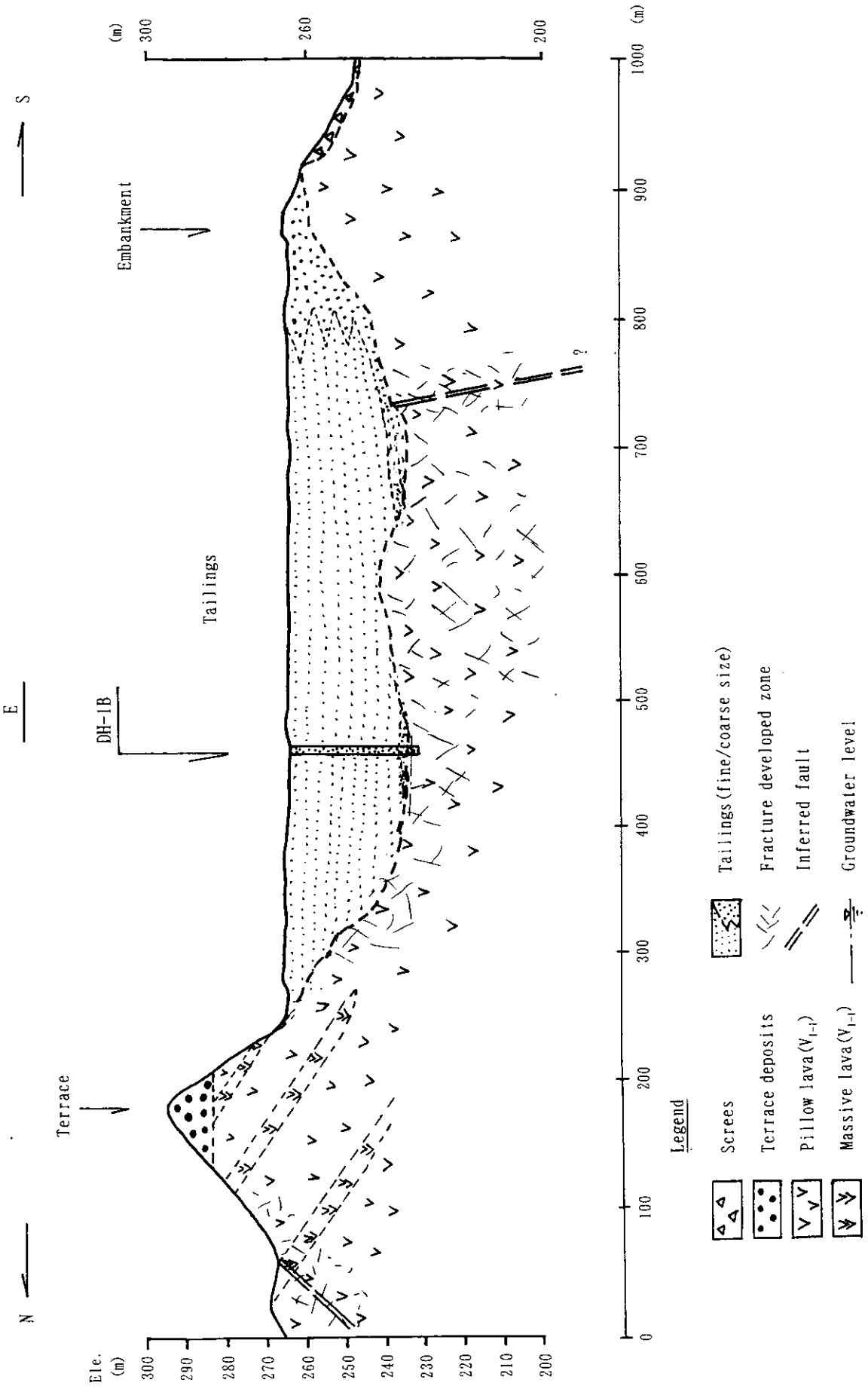
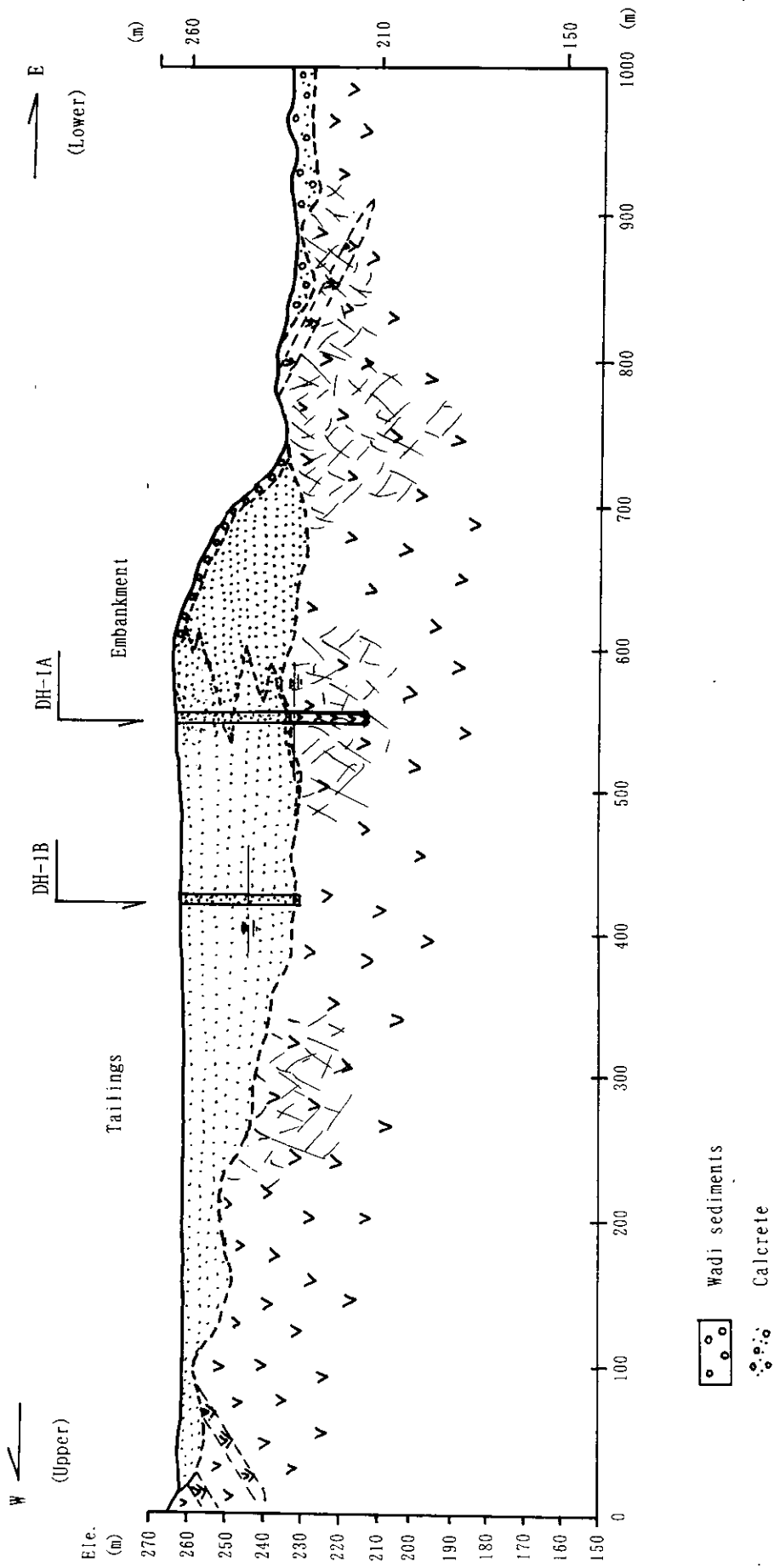


図 5.3 ボーリング地質柱状図(1)

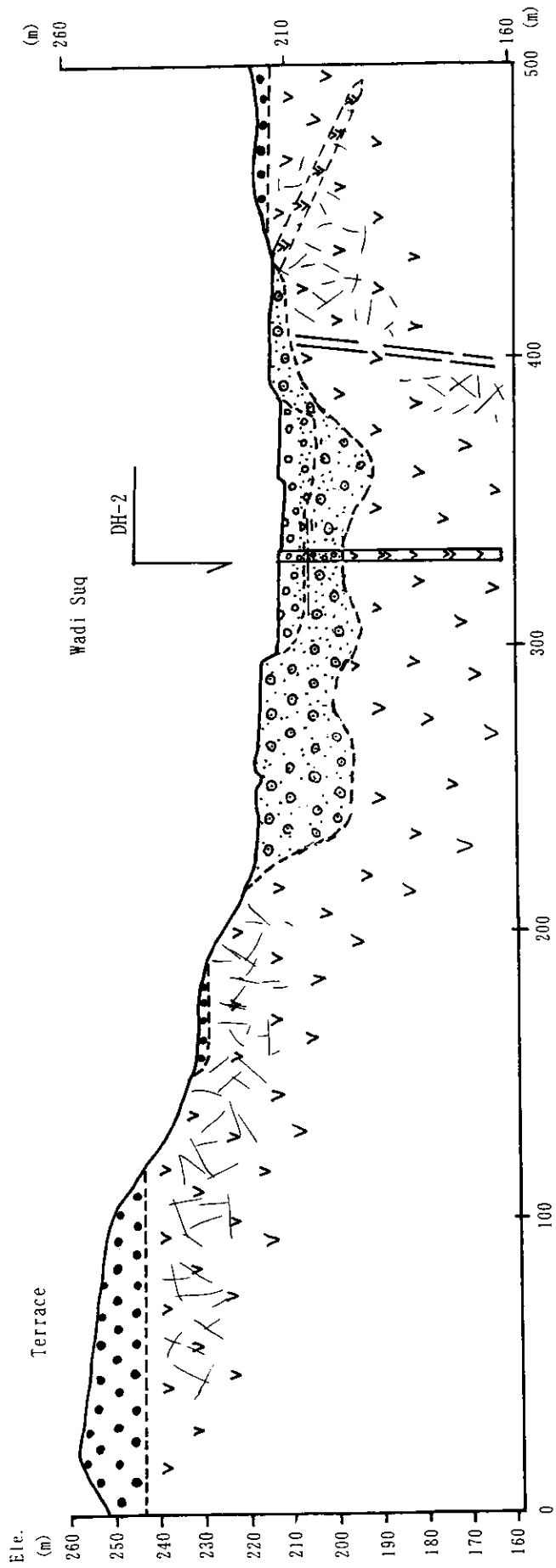
L-2 ( Geophysical survey line )



Legend is same as L-1 profile.

図 5.3 ボーリング地質柱状図(2)

L-3 ( Geophysical survey line )



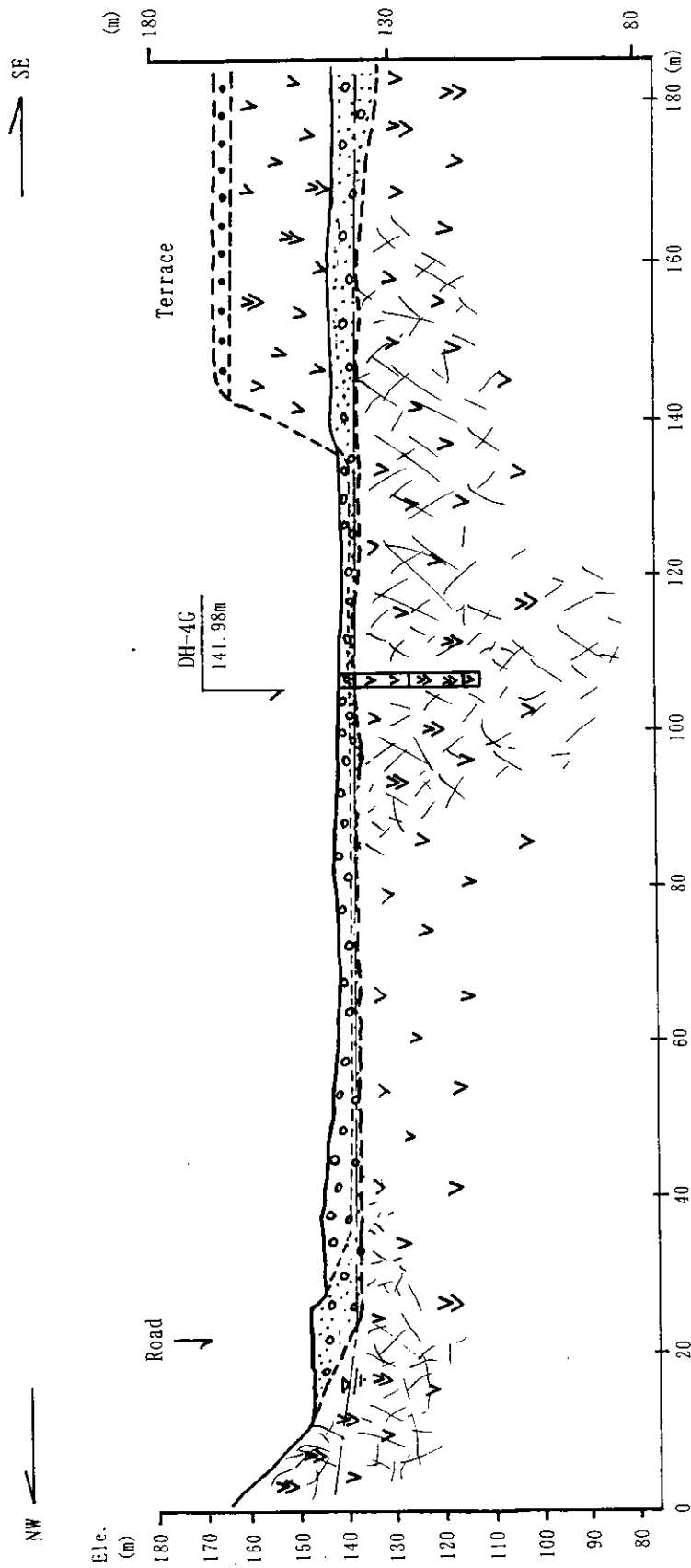
Legend is same as L-1 profile.

図 5.3 ボーリング地質柱状図 (3)





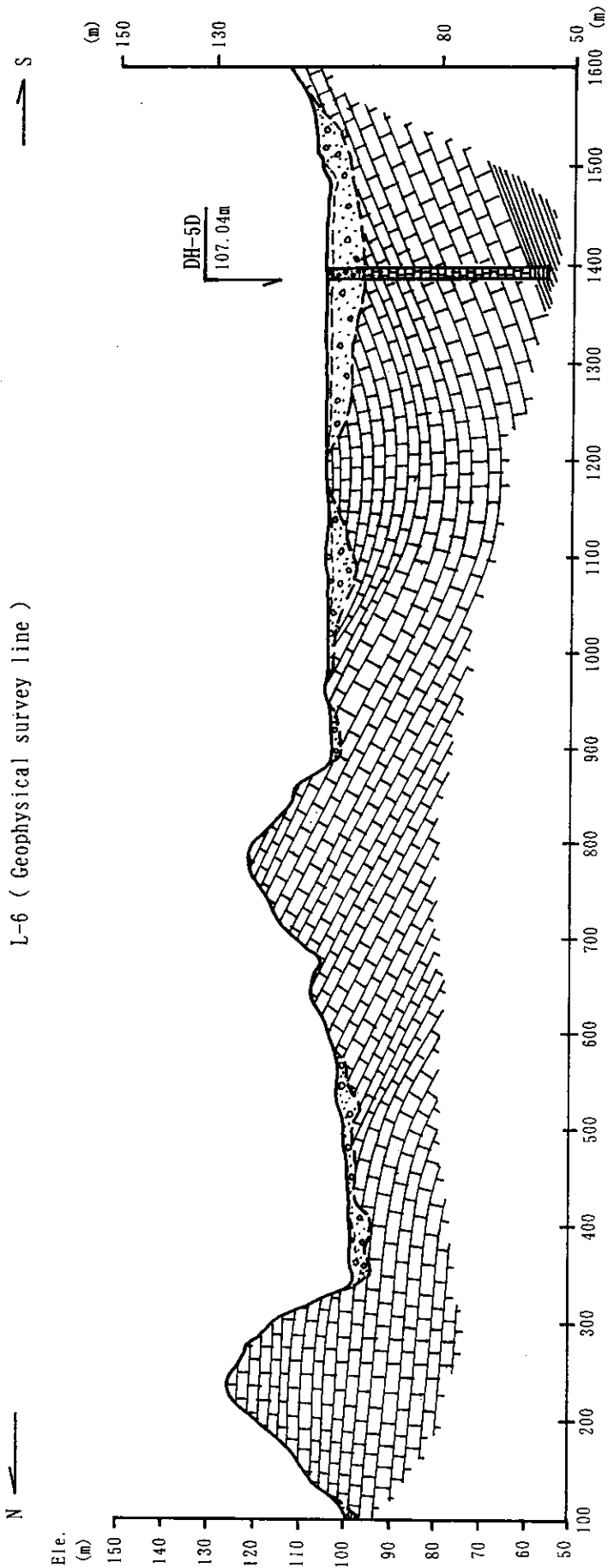
L-5 ( Geophysical survey line )



Legend is same as L-1 profile.

図 5.3 ボーリング地質柱状図(5)

L-6 ( Geophysical survey line )



-  Limestone
-  Siliceous mudstone

Legend is same as L-1 profile.

図 5.3 ボーリング地質柱状図(6)

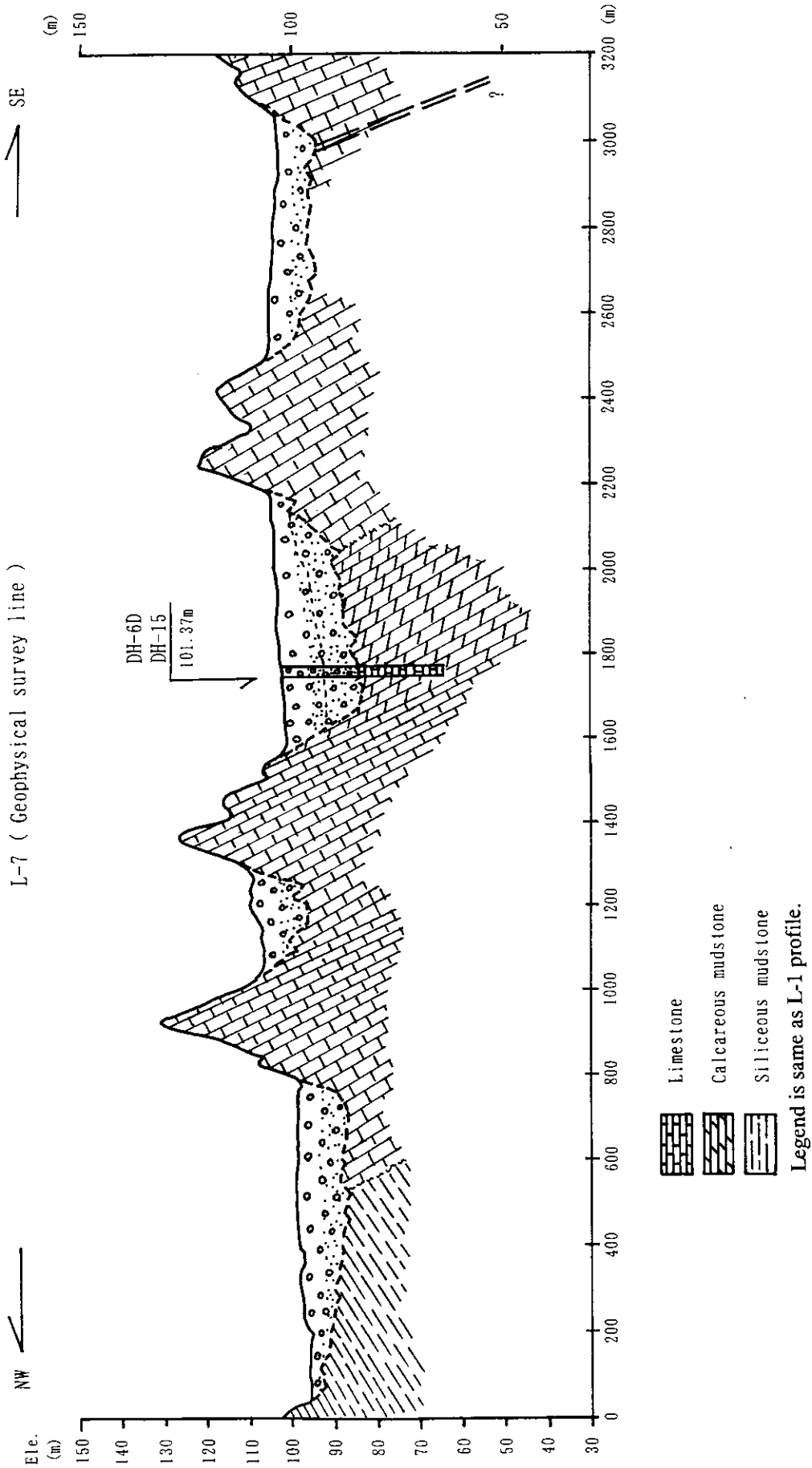


図 5.3 ボーリング地質柱状図(7)

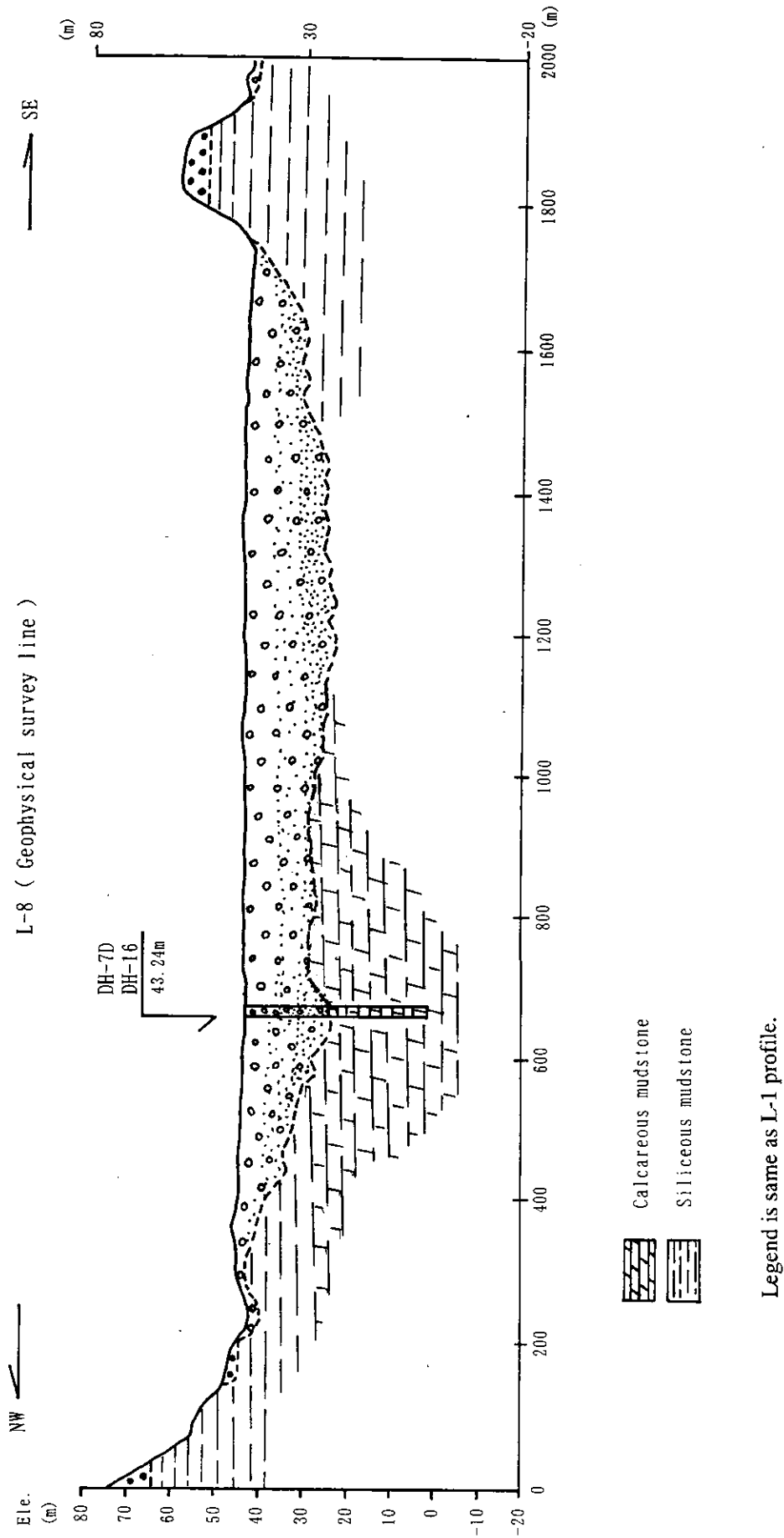
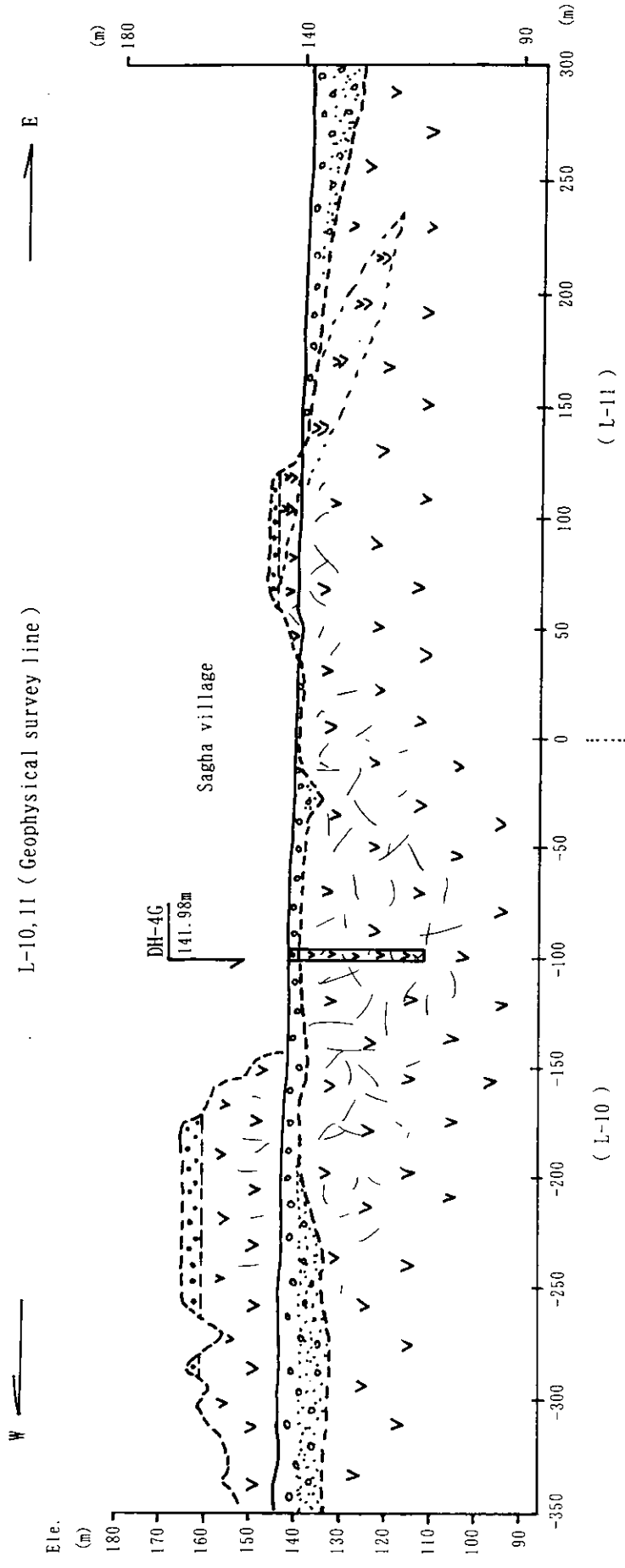


図 5.3 ボーリング地質柱状図(8)



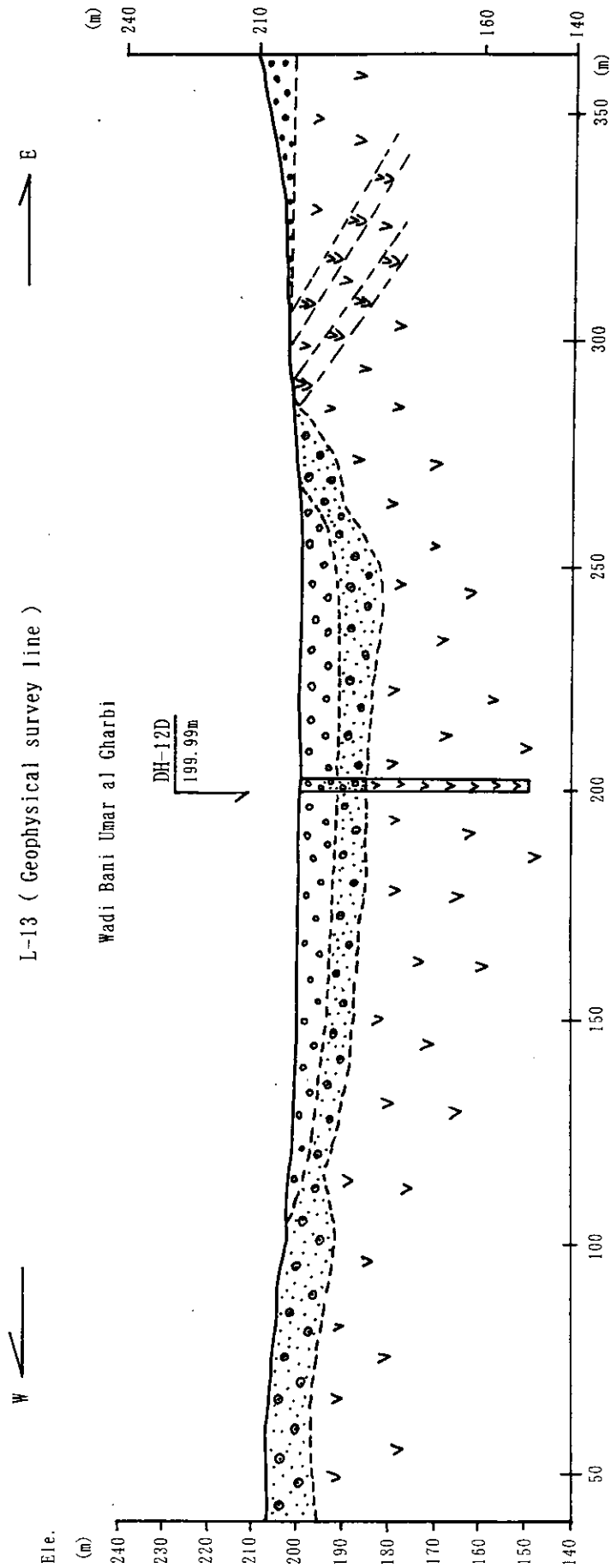


Legend is same as L-1 profile.

図 5.3 ボーリング地質柱状図(10)







Legend is same as L-1 profile.

図5.3 ボーリング地質柱状図(12)



トストロームが露出しており、主に石灰岩、赤色頁岩およびチャートからなる。本岩類の表層は強風化を受け、亀裂が発達し軟弱化している。

上部河床堆積物の層厚は 18.60～19.35m であり、主に砂礫からなる。上部-3.60～-4.55m まではルーズなワジ堆積物であるが、深度-4～-19m 間はカルクリート化した砂礫であり、特に-10.45～-12.30m 間は緻密なカルクリート層である。

河床堆積物の上部およびややルーズなカルクリート化砂礫は透水性が高いが、締まったカルクリート化砂礫は難透水層と推定される。

### 5.2.3 ワジ・スーク川下流部

ワジ・スーク川の下流部は広く河床堆積物が分布している。河床堆積物の層厚は 17.85～28.60m であり、主に砂礫からなる。上部約-3.00m まではルーズなワジ堆積物であるが、その下位はカルクリート化した砂礫であり、特に下半部は緻密なカルクリート層である。

基盤はバチナ・オリストストロームおよび第三紀層からなる。バチナ・オリストストロームは主に石灰岩、頁岩およびチャートからなる。

第三紀層は石灰質泥岩、凝灰質泥岩等からなり、塊状であるが風化を受け軟弱化している。

## 5.3 水文状況

### 5.3.1 地下水位

各ボーリング孔の地下水位を表 5.2 および図 5.5 に示す。地質断面は図 5.4 に示されている。

表 5.2 ボーリング孔の地下水位

Drill hole No.	July, 2000 Depth (m)	Nov., 2000 Depth (m)	Drill hole No.	July, 2000 Depth (m)	Nov., 2000 Depth (m)
DH-1A	-32.70	-32.50	DH-7D	-10.20	-9.35
DH-1B	-17.79	-17.53	DH-8S	-16.36	-15.31
DH-2	-7.37	-6.60	DH-8D	-16.16	-15.24
DH-3	-3.45	-2.51	DH-9	-8.22	-7.57
DH-4S	-6.59	-5.61	DH-10	-7.62	-6.85
DH-4D	-5.88	-4.98	DH-11	-10.33	-9.58
DH-5S	-10.64	-9.90	DH-12S	-5.88	-5.20
DH-5D	-8.40	-8.07	DH-12D	-5.87	-5.36
DH-6S	-11.41	-10.54	DH-13	-9.21	-7.85
DH-6D	-11.61	-10.78	DH-14	-9.47	-8.70
DH-7S	-10.19	-9.42			

廃さい堆積場内の地下水面は地表から-18.53～-32.64m であり、堆積場内には細粒な廃さい物質による難透水層が複数存在し、宙水状地下水面を形成している可能性がある。

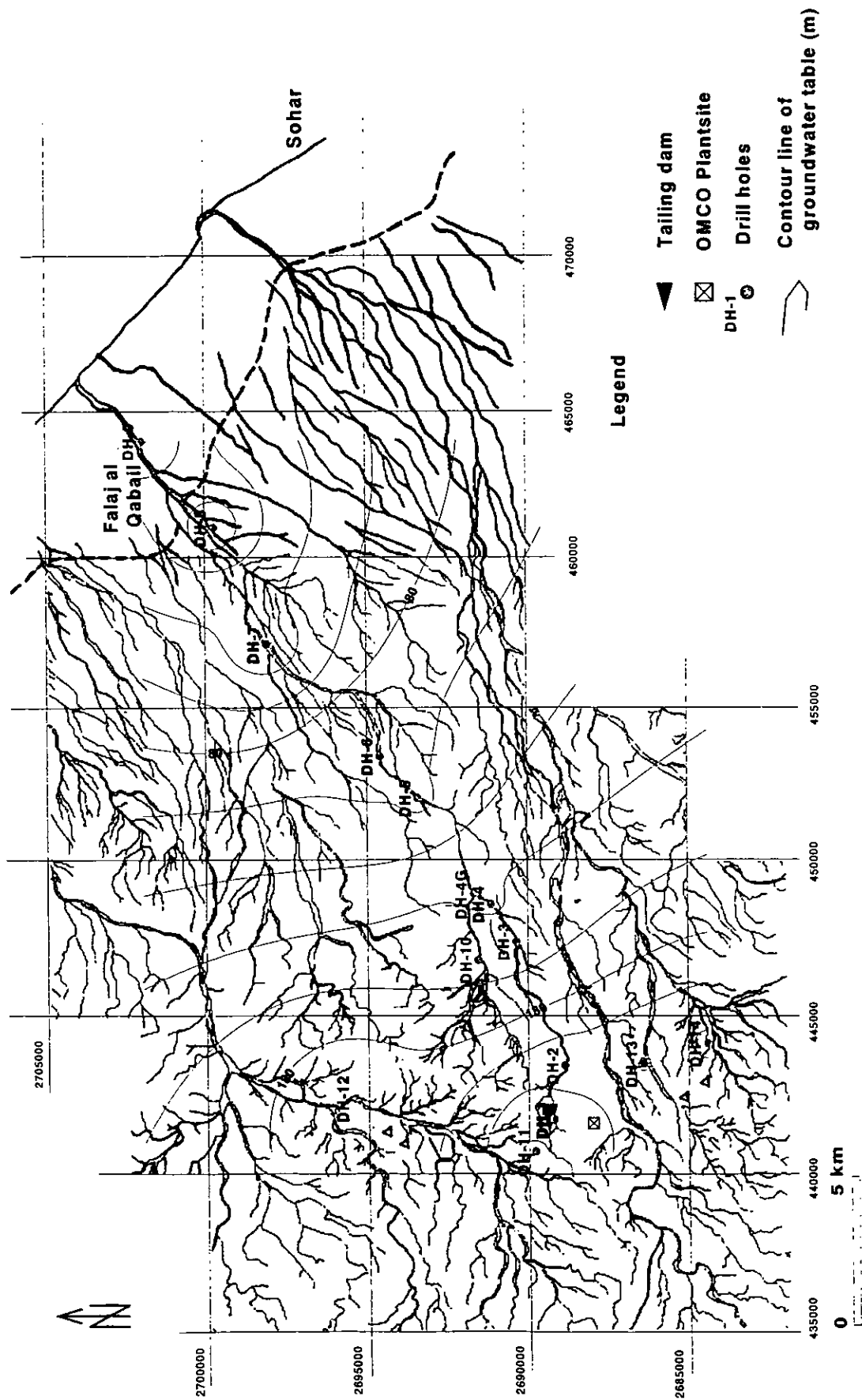


図 5.5 ボーリング孔内水位

廃さい堆積場下流部から 2km 付近では-7m 程度であるが、サガ部落から上流側にかけて-4m 以下の極めて浅い地下水域が存在する。この区域はおそらくサガ部落に位置する急激に狭まった地形によるダム・アップ効果であると推定される。サガ部落から下流部では-8.07~-16.36m と下流側程深くなっている。季節変化では、7 月から 11 月にかけて全孔において約 20~90cm の水位上昇が認められた。

また、DH-4、DH-5、DH-6、DH-7、DH-8 および DH-12 孔は、浅層地下水および深層地下水の状況を把握するために、浅層ボーリング孔および深層ボーリング孔の 2 孔を掘削した。浅層および深層ボーリング孔の地下水位差を表 5.3 に示す。

表 5.3 浅層および深層ボーリング孔の地下水位

ボーリング位置	DH No.	地下水位 (m)		水位差(D-S)*3 (m)
		July, 2000	Nov., 2000	
DH-4 孔	DH-4S*1	-6.59	-5.61	+0.71 (July, 2000)
	DH-4D*2	-5.88	-4.98	+0.63 (Nov., 2000)
DH-5 孔	DH-5S*1	-10.64	-9.90	+2.24 (July, 2000)
	DH-5D*2	-8.40	-8.07	+1.83 (Nov., 2000)
DH-6 孔	DH-6S*1	-11.41	-10.54	-0.20 (July, 2000)
	DH-6D*2	-11.61	-10.78	-0.24 (Nov., 2000)
DH-7 孔	DH-7S*1	-10.19	-9.42	-0.01 (July, 2000)
	DH-7D*2	-10.20	-9.35	+0.07 (Nov., 2000)
DH-8 孔	DH-8S*1	-16.36	-15.31	+0.20 (July, 2000)
	DH-8D*2	-16.16	-15.24	+0.07 (Nov., 2000)
DH-12 孔	DH-12S*1	-5.88	-5.20	+0.01 (July, 2000)
	DH-12D*2	-5.87	-5.36	-0.16 (Nov., 2000)

\*1 : 浅層ボーリング

\*2 : 深層ボーリング

\*3 : D 浅層地下水位、S 深層地下水位

DH-4、DH-5 および DH-8 孔の深層地下水は若干被圧されており、密にカルクリート化した砂礫層が加圧層と推定される。

DH-6、DH-7 および DH-12 孔は浅層の自由地下水面とほとんど一致しており、被圧されていない。

### 5.3.2 揚水試験結果

現場揚水試験は孔径 12・1/4 インチのボーリング孔に対しては、水中ポンプにより段階試験、連続揚水試験および回復試験を実施した。

孔径 6・1/4 インチ~75mm のボーリング孔については、エアー・リフト (Air-lift) による連続揚水試験のあと回復試験を実施した。現場揚水試験の結果を図 5.6 (添付資料 - 5) および表 5.4 に示す。



表 5.4 現場揚水試験の結果

Drill Hole No.	Location (m)		Elevation (m) *1	Depth of hole (m)	Groundwater		Pumping volume (L/min)	Permeability coefficient (cm/sec)	
	Northing	Eastng			Depth (m)	Elevation (m)		Pumping test	Recovery test
DH-1A	2689125	441695	262.72	50.60	-32.50	230.22	< 30	-	2.90E-05
DH-1B	2689133	441635	261.39	31.50	-17.50	243.89	< 30	-	5.49E-05
DH-2	2688775	443410	211.49	50.00	-7.49	204.00	90	9.15E-05	5.38E-05
DH-3	2690296	447454	162.24	30.00	-3.27	158.97	540	1.70E-05	6.28E-04
DH-4G	2691638	449025	141.99	50.00	-3.81	138.18	< 30	-	4.22E-05
DH-4S	2691082	448674	145.32	18.00	-6.60	138.72	< 30	-	7.76E-04
DH-4D	2691096	448688	144.72	50.00	-6.44	138.28	< 30	-	1.08E-05
DH-5S	2693418	452155	107.56	18.00	-8.07	99.49	< 30	-	7.42E-05
DH-5D	2693432	452170	107.04	60.00	-9.90	97.14	< 30	-	7.57E-06
DH-6S	2694630	453525	101.80	18.00	-10.50	91.30	< 30	-	5.04E-04
DH-6D	2694644	453545	101.37	60.00	-10.80	90.57	< 30	-	5.85E-05
DH-7S	2698205	457185	43.47	18.00	-10.30	33.17	30	-	6.60E-05
DH-7D	2698215	457202	43.24	60.00	-10.30	32.94	< 30	-	5.70E-05
DH-8S	2699852	461001	22.31	20.00	-15.30	7.01	60	2.33E-04	3.57E-04
DH-8D	2699866	461015	22.22	70.00	-16.20	6.02	< 30	-	4.61E-03
DH-9	2702145	463839	8.00	50.00	-8.40	-0.40	624	-	2.80E-03
DH-10	2691505	446851	167.50	40.00	-7.71	159.79	< 30	-	2.69E-05
DH-11	2689725	440635	255.64	30.00	-11.50	244.14	30	2.91E-04	8.55E-05
DH-12S	2695470	442345	200.10	18.00	-5.87	194.23	60	1.69E-03	4.06E-03
DH-12D	2695490	442342	199.99	50.00	-5.98	194.01	< 30	-	4.67E-05
DH-13	2686290	443455	228.57	50.00	-7.85	220.72	< 30	-	2.84E-04
DH-14	2684246	444123	230.95	40.00	-8.70	222.25	< 30	-	1.10E-05

\* 1 : Elevation of ground at the hole