

本資料は1999年 3月 / 日付けで登録区分
変更する。

研究調整 Gr 【管理担当箇所名】

試錐調査による表層の水理地質構造の把握(その2)

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1998年 3 月

株式会社 ペ ス コ

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ
ください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,
Japan

© 核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute) 1998

~~この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示する
ものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容
漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に
注意して下さい。~~

~~本資料についての問合せは下記に願います。~~

~~〒509-5102 岐阜県土岐市泉町定林寺959-31~~

~~——動力炉・核燃料開発事業団——~~

~~——東濃地科学センター——~~

~~——技術開発課——~~

~~二 限 定 資 料~~

PNC/J7409 98-001

1998年3月



試錐調査による表層の水理地質構造の把握（その2）

久田 司*・三輪 章*・今井 弘*・平川 清純*

要 旨

本報告書は、動力炉・核燃料開発事業団東濃地科学センターが実施している広域地下水流動調査の一環として、東濃地域における表層地質の分布や構造および表層部における地下水の水理特性を把握することを目的とし、瑞浪市日吉町平岩地区、松野地区、白倉地区、社別当地区、および瑞浪市土岐町仲ヶ平地区において、地表踏査、試錐掘削、電気検層、および揚水試験・水位回復試験を実施し、表層の水理地質構造を調査した成果報告書である。

地表踏査、試錐掘削および電気検層の結果より、本調査地域における表層地質の分布が明らかとなった。揚水試験・水位回復試験では各孔の帯水層について透水係数が算出され、瀬戸層群は $3 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 、瑞浪層群は $3 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ 、花崗岩風化部は $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$ の透水係数が求められた。また、水質分析の結果、本調査の対象となった地下水の水質は、花崗岩中あるいは花崗岩直上付近の地下水はNa-HCO₃型に区分され、瑞浪層群土岐夾炭累層中の地下水は、概して溶存成分が多く、Ca-HCO₃型に区分されることが明らかとなった。

本報告書は、株式会社ペスコが動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果報告書である。

契約番号：082B0032

事業団担当部課室および担当者：東濃地科学センター 地質環境研究室

*： 株式会社ペスコ 中部事務所 地質調査部

March, 1998

Study of Subsurface Hydrogeological Structure by Drilling Research (Part II)

Tsukasa Hisada* · Akira Miwa* · Hiroshi Imai* · Kiyozumi Hirakawa*

Abstract

This research aims to study the distribution and structure of subsurface geology and the hydrogeological character of subsurface groundwater in Tono Area, as a part of regional groundwater flow study carrying out by Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation, Tono Geoscience Center.

Geological survey, drilling research, electric logging, pumping test and chemical analysis of groundwater are carried in 5 districts (Hiraiwa, Matsuno, Shirakura, Shabetto and Nakagahira district) of Mizunami City, Gifu prefecture.

The results of this research are summarized as below,

1) Permeability coefficient varies with stratigraphic groups.

Seto Group: $3 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-3}$ cm/sec

Mizunami Group: $3 \times 10^{-5} \sim 2 \times 10^{-3}$ cm/sec

Granite (Weathered): $5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5}$ cm/sec

2) Groundwater in this research is divided into two groups by chemical component. One is Na-HCO₃ type, which is mainly composed of groundwater in granite and near the unconformity of sedimentary rocks and granite. The other is Ca-HCO₃ type, which is composed of groundwater in Toki Lignite Bearing Formations.

Work performed by PESCO Co., Ltd. under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

PNC Liaison : Tono Geoscience Center

Geological Environment research Section

* : Pesco Co., Ltd. Chubu Office

試錐調査による表層の水利地質構造の把握（その2）

目 次

1. 調査概要	1
1.1. 件 名	1
1.2. 目 的	1
1.3. 調査地域	1
1.4. 調査期間	1
1.5. 調査内容	1
2. 地質および掘削地点の選定	4
2.1. 地質概説	4
2.2. 掘削地点の選定	6
3. 掘 削	11
3.1. 掘削手法	11
3.2. 掘 削	13
4. 帯水層の把握	46
4.1. 地質および電気検層	46
4.2. 帯水層の推定	46
5. 揚水試験および水位回復試験	79
5.1. 概 要	79
5.2. 試験手順	81
5.3. 解析法	83
5.4. 試験結果および解析	86
6. 地下水試料の水質分析	238
7. 考 察	245

1. 調査概要

1.1. 件 名

試錐調査による表層の水理地質構造の把握（その2）

1.2. 目 的

本調査は、東濃地科学センターが実施している広域地下水流動研究の一環として、東濃地域における表層地質の分布や構造および表層部における地下水の水理特性を把握することを目的とする。

1.3. 調査地域

本調査の調査範囲は、岐阜県瑞浪市内の以下に記す各地区である。

各地区の位置を図1.1に示す。

- ①瑞浪市日吉町平岩地区 (MC－8号孔～MC－20号孔)
- ②瑞浪市日吉町松野地区 (MC－21号孔～MC－24号孔)
- ③瑞浪市日吉町社別当地区 (MC－25号孔～MC－27号孔)
- ④瑞浪市日吉町白倉地区 (MC－28号孔～MC－31号孔)
- ⑤瑞浪市土岐町仲ヶ平地区 (MC－32号孔～MC－34号孔)

1.4. 調査期間

平岩地区	掘削	平成9年4月30日	～	平成9年6月27日
	揚水試験	平成9年5月13日	～	平成9年8月12日
松野地区	掘削	平成9年6月28日	～	平成9年8月20日
	揚水試験	平成9年8月18日	～	平成9年9月9日
白倉地区	掘削	平成9年7月4日	～	平成9年8月18日
	揚水試験	平成9年9月10日	～	平成9年10月16日
社別当地区	掘削	平成9年6月16日	～	平成9年8月5日
	揚水試験	平成9年10月17日	～	平成9年11月14日
仲ヶ平地区	掘削	平成9年8月8日	～	平成9年9月5日
	揚水試験	平成9年11月17日	～	平成9年12月11日

1.5. 調査内容

(1) 地表踏査

表層地質の分布を把握するため調査地域の地表踏査を実施する。また、この結果に基づき、試錐孔掘削位置の選定を行う。

(2) 試錐調査

地表踏査により選定された掘削位置において、コア試錐またはノンコア試錐を実施する。掘削にあたり岩芯あるいは掘削スライムを採取し、地質柱状図を作成して地表下の地質分布を明らかにする。

(3) 電気検層

各試錐孔について電気検層を実施し、地質状況と併せて検討して帯水層位置を把握する。揚水試験・水位回復試験の試験区間を選定する。

(4) 揚水試験および水位回復試験

各試錐孔について、揚水試験および水位回復試験を実施し、透水係数（透水量係数）を算出する。

(5) 地下水試料の採取

揚水試験時に地下水試料を採取し、動燃事業団において水質分析を実施する。

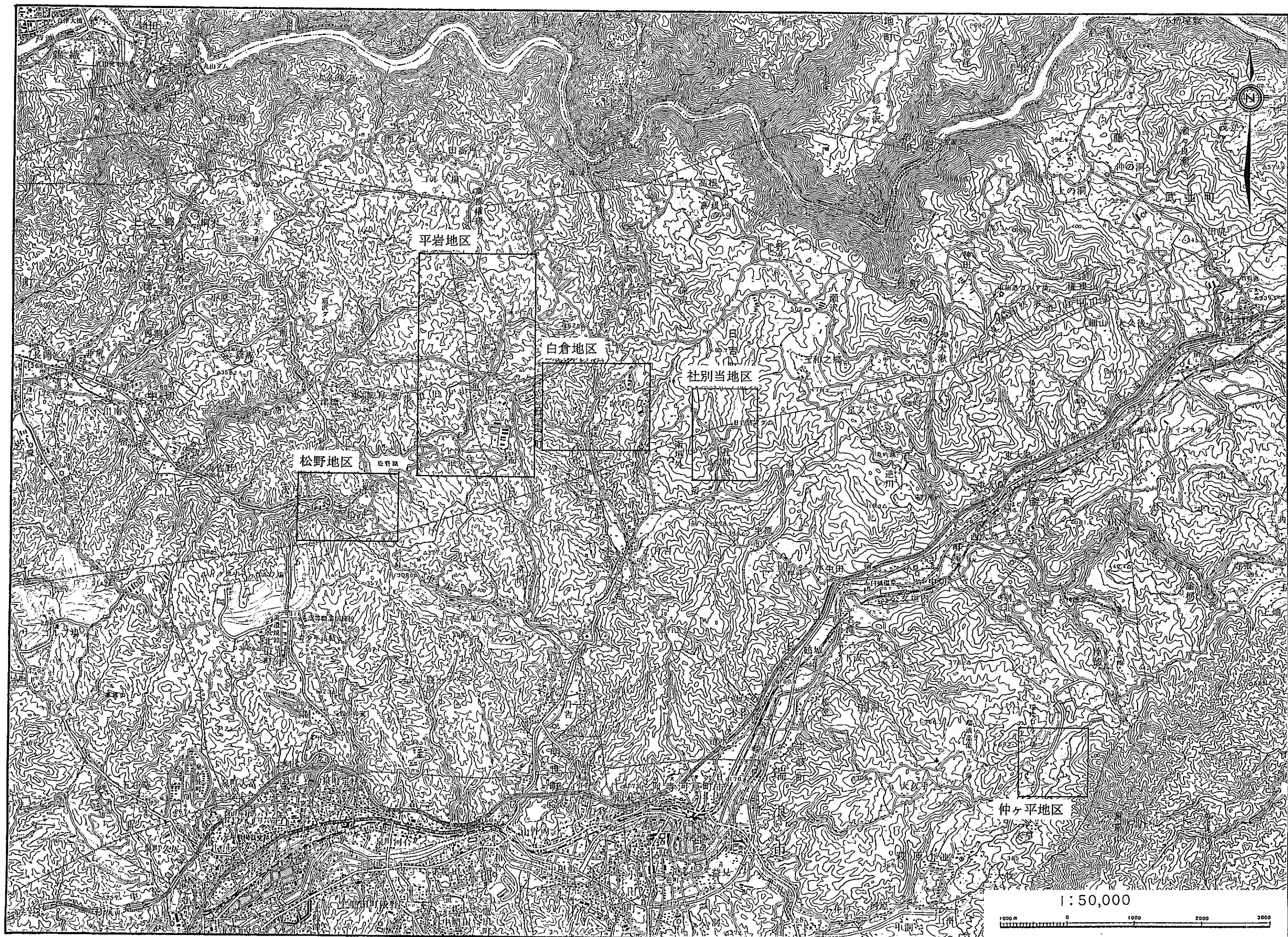


図 1.1 調査地域位置図

2. 地質および掘削地点の選定

2.1. 地質概説

本調査地域は岐阜県の東濃地域に属し、瑞浪市日吉町の平岩、松野、白倉、杜別当の4地区は土岐―瑞浪盆地の北端に位置している。この地域は、北に木曽川、南に土岐川が西流し、両河川に挟まれた低い丘陵地となっている。この丘陵地域を北東から南西へ流れる日吉川の上流域に白倉地区と杜別当地区があり、松野湖を経て西へ流れる可児川の上流域に平岩地区と松野地区がある。

これらの地区では、白亜紀～古第三紀の花崗岩類（土岐花崗岩）を基盤とし、その上位に中新世の瑞浪層群（土岐夾炭累層、明世累層、下肥田累層、宿洞累層、生俵累層）、鮮新世～更新世の瀬戸層群が分布している。瑞浪層群の分布状況は地区により異なり、場所によっては、瑞浪層群は欠如し瀬戸層群が直接花崗岩を不整合に覆っている。

瑞浪市土岐町の仲ヶ平地区は、上記4地区からは南南東へ約10km離れ、土岐―瑞浪盆地の南東端にあたる屏風山山系の山麓に位置している。

この地区では、「秩父中・古生層」に対比される美濃帯の中・古生層および花崗岩類を基盤とし、これらを瀬戸層群が広く覆っている。さらに、これらを覆って屏風山山麓部一帯には崖錐性堆積物（釜戸層）が比較的広く分布している。

本調査地域の地質概略図を図2.1に示す。

(1) 平岩地区

本地区の基盤岩は、主として花崗岩（中粒の黒雲母花崗岩）からなる。平岩橋から松野湖へかけた南西部一帯、高松から鴨之巣へかけた北西部および西部に広く露出している。また、中央部を南北に流れる平岩川沿いの低地にも露頭が確認される。この花崗岩を覆って土岐夾炭累層（下部層：亜炭層を挟む凝灰質泥岩・砂岩・礫岩、および上部層：軽石を含む凝灰質泥岩・砂岩）、明世累層（地表の露頭では前記上部層との区別はやや困難）および瀬戸層群の砂礫岩層が分布する。瑞浪層群（土岐夾炭累層、明世累層）は、中央部の平岩川および蔵の田川沿いに比較的まとまって分布する。さらに、鴨之巣付近にも小規模に分布する。南西部の一帯では、瑞浪層群は分布せず、瀬戸層群が直接花崗岩を不整合に覆っている。本地区における瀬戸層群の分布レベルは、北部では標高420m、南部の松野湖付近では標高350mであり、緩やかに傾斜している。

リニアメント解析では、平岩公民館および開元院付近を通る北北東方向に発達するリニアメントと開元院からベルフラワーゴルフ場の入口を通る北西方向のリニアメントの2本が顕著に見られる。露頭での断層は確認されていないが、前記の両方向の節理が花崗岩中に発達する。

(2) 松野地区

本地区では、基盤の花崗岩を覆って主に瀬戸層群の砂礫岩層が広く分布している。花崗岩は中央部を流れる可児川沿いや、これに流入する沢沿いの低地に露出しており、それ以外の山稜部では瀬戸層群が広く分布する。鬼岩付近では土岐夾炭累層上部層の凝灰質泥岩・砂岩が分布しており、直接花崗岩を不整合に覆っている。リニアメントは北東－南西方向と北西－南東方向のリニアメントが顕著である。

(3) 白倉地区

本地区には、かつて戦後から昭和30年代にかけて亜炭が盛んに採掘された日吉炭鉱（坑内掘りおよび露天掘り）跡が残っており、現在でも活性炭の原材料として一部露天掘りが行われている。本地区では基盤をなす花崗岩は地表に露出していない。日吉鉱山から白倉川沿いに土岐夾炭累層の亜炭を挟む下部層が発達しており、さらに上部層、これらを覆い明世累層が地区全域にわたり広く分布する。東部で標高約370m、北西部では標高約400m以上には瀬戸層群が分布する。

昭和40年代における動燃事業団の地質および試錐調査によると、本郷から白倉にかけた付近は土岐－瑞浪盆地へ流れる基盤面の主チャンネル上流部にあたる。

リニアメントは北東－南西、北西－南東、南北性の3方向のものが見られる。

(4) 社別当地区

本地区は堆積盆地の周縁部にあたるため、基盤花崗岩が形作る山腹に土岐夾炭累層が薄く分布し、これを覆って瀬戸層群の砂礫岩層が広く分布する。基盤の花崗岩は社別当川に沿い日吉防災ダム付近まで露出する。社別当集落へ上る道路沿いに土岐夾炭累層の砂岩の露頭が見られるが、その広がりはいささか小さい。本地区では、標高約380mで瀬戸層群の分布レベルとなる。

リニアメントは南北性のものが顕著である。

(5) 仲ヶ平地区

本地区は、基盤の中・古生層および花崗岩を、瀬戸層群が不整合に覆っており、さらにこれらを覆って屏風山山麓部一帯を崖錐堆積物（釜戸層）が広く分布している。本地区に

見られる平坦面は、この崖錐堆積物により形成されている。本地区では地表での露頭は乏しいが、地区の南部を流れる沢に崖錐堆積物の角礫岩層が露出する。また、瑞穂ゴルフ場付近の主要地方道多治見一恵那線沿いには中・古生層の露頭が確認される。

地質構造としては、本地区の南方を北東－南西方向に屏風山活断層（延長30km以上）が通っている。

2.2. 掘削地点の選定

本調査の目的は、地表～数10m程度の表層部での水理特性を把握することにある。本調査地域の表層地質の分布状況から、調査対象となり得る帯水層は以下に示す地質条件下に存在すると考えられ、これらを掘削地点選定のための地質的要件とした。

- ①基盤と堆積岩（瑞浪層群あるいは瀬戸層群）との不整合付近
- ②土岐夾炭累層と明世累層あるいは明世累層と瀬戸層群との境界付近
- ③割れ目や破碎帯の存在が推定される地点

また、掘削作業に係わる物理的な制約があり、以下の立地条件を満たす土地が必要となる。

- ①掘削作業が可能な面積（約5坪以上）を確保できる土地であること
- ②試錐機およびコンプレッサー車が運行できる道路が存在すること
- ③掘削水（5l/min程度）を確保できる場所であること
- ④掘削排水を処理可能な場所であること

これらの地質的要件および立地条件に基づき、表2.1および図2.2～図2.3に示す27地点を掘削地として選定した。

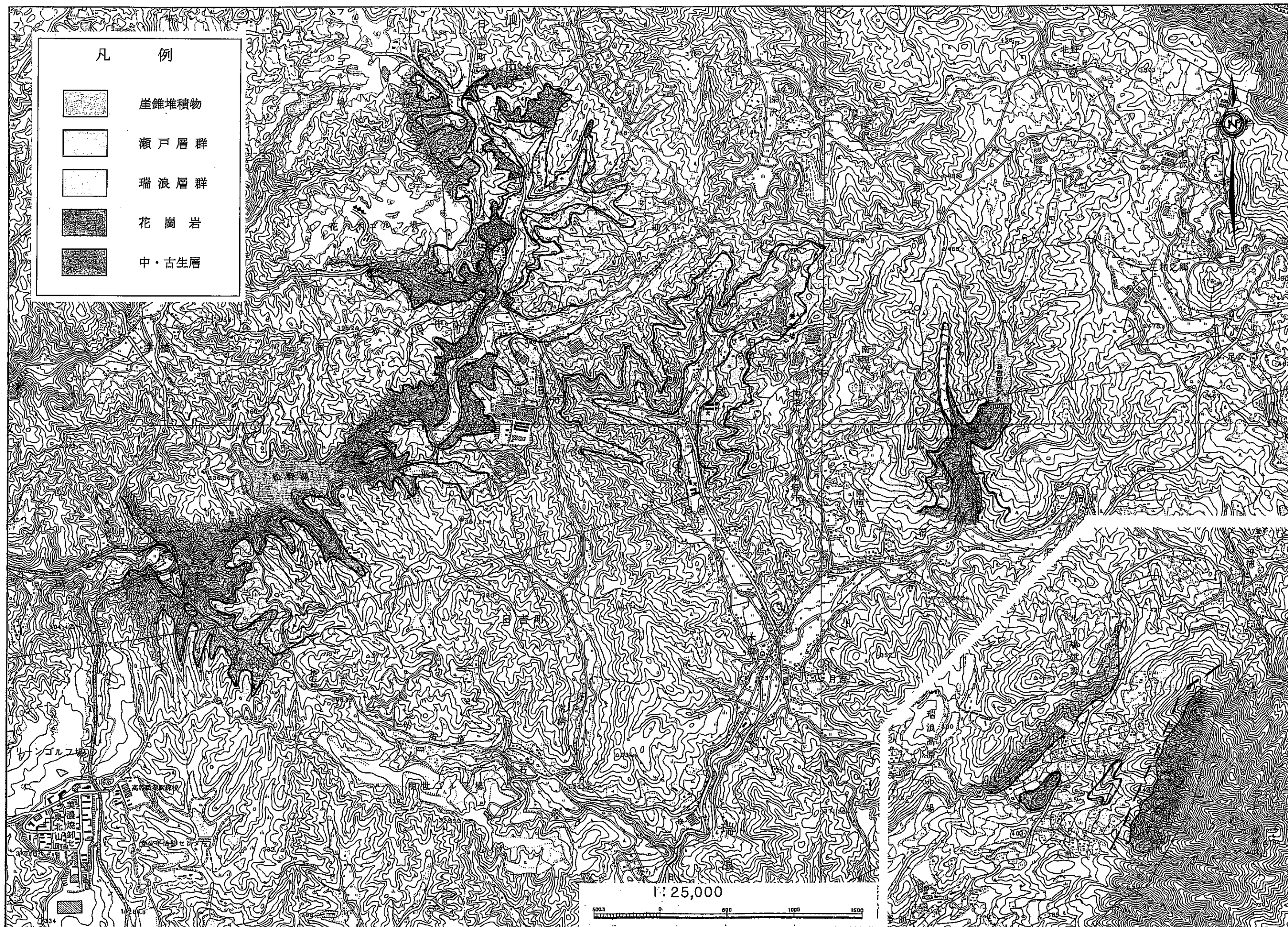


図2.1 調査地域地質概略図

表2.1 掘削地点一覧表

地区	場 所	孔 名	掘削法	地 質 状 況	予想される帯水層（深度）
平 岩	開元院	MC-8	コア	土岐夾炭累層、花崗岩	基盤との不整合（約20m）
	中洞	MC-9	ハンコア	土岐夾炭累層、花崗岩	上部層と下部層の境界（約20m）、基盤との不整合（約40m）
	蔵の田	MC-10	ハンコア	土岐夾炭累層、花崗岩	基盤との不整合（約30m）
	高松	MC-11	ハンコア	花崗岩	花崗岩の風化部、割れ目を期待
	高松	MC-12	コア	花崗岩	花崗岩の風化部、割れ目を期待
	高松	MC-13	ハンコア	土岐夾炭累層、花崗岩	基盤との不整合（地表付近）、花崗岩の風化部、割れ目を期待
	平尾	MC-14	ハンコア	瀬戸層群、花崗岩	基盤との不整合（約5m）
	鴨之巣	MC-15	ハンコア	土岐夾炭累層、花崗岩	基盤との不整合（約10m）
	蔵の田	MC-16	コア	土岐夾炭累層、花崗岩	土岐夾炭累層内の帯水層を期待、基盤との不整合（約50m）
	寺裏	MC-17	ハンコア	土岐夾炭累層、花崗岩	基盤との不整合（地表付近）
	中洞	MC-18	ハンコア	土岐夾炭累層、花崗岩	上部層と下部層の境界（約20m）、基盤との不整合（約30m）
	公民館	MC-19	ハンコア	土岐夾炭累層、花崗岩	基盤との不整合（約15m）
松 野	岩崎	MC-20	コア	土岐夾炭累層、花崗岩	基盤との不整合（約10m）
	松野	MC-21	ハンコア	瀬戸層群、花崗岩	基盤との不整合（約10m）
	松野	MC-22	ハンコア	瀬戸層群、花崗岩	基盤との不整合（約10m）
	松野	MC-23	ハンコア	瀬戸層群、花崗岩	基盤との不整合（約10m）
社 別 当	パサージュ	MC-24	コア	土岐夾炭累層、花崗岩	基盤との不整合（約5m）
	社別当	MC-25	ハンコア	瀬戸層群、花崗岩	基盤との不整合（約15m）
	社別当	MC-26	ハンコア	瀬戸層群、花崗岩	基盤との不整合（約5m）
	公民館	MC-27	コア	瀬戸層群、花崗岩	基盤との不整合（地表付近）、花崗岩風化部、割れ目を期待
白 倉	白倉	MC-28	ハンコア	土岐夾炭累層	土岐夾炭累層内の帯水層を期待
	千原	MC-29	ハンコア	土岐夾炭累層	土岐夾炭累層内の帯水層を期待
	広見	MC-30	ハンコア	明世累層、土岐夾炭累層	明世累層基底部（約5m）
	公民館	MC-31	コア	土岐夾炭累層	土岐夾炭累層内の帯水層を期待
仲 ヶ 平	八ヶ頭	MC-32	ハンコア	崖錐性堆積物、瀬戸層群	両者の境界部（約15m）、瀬戸層群内の帯水層を期待
	仲ヶ平	MC-33	ハンコア	崖錐性堆積物、瀬戸層群、中・古生層	基盤との不整合（約20m）
	八ヶ頭	MC-34	コア	崖錐性堆積物、瀬戸層群	両者の境界部（約10m）、瀬戸層群内の帯水層を期待

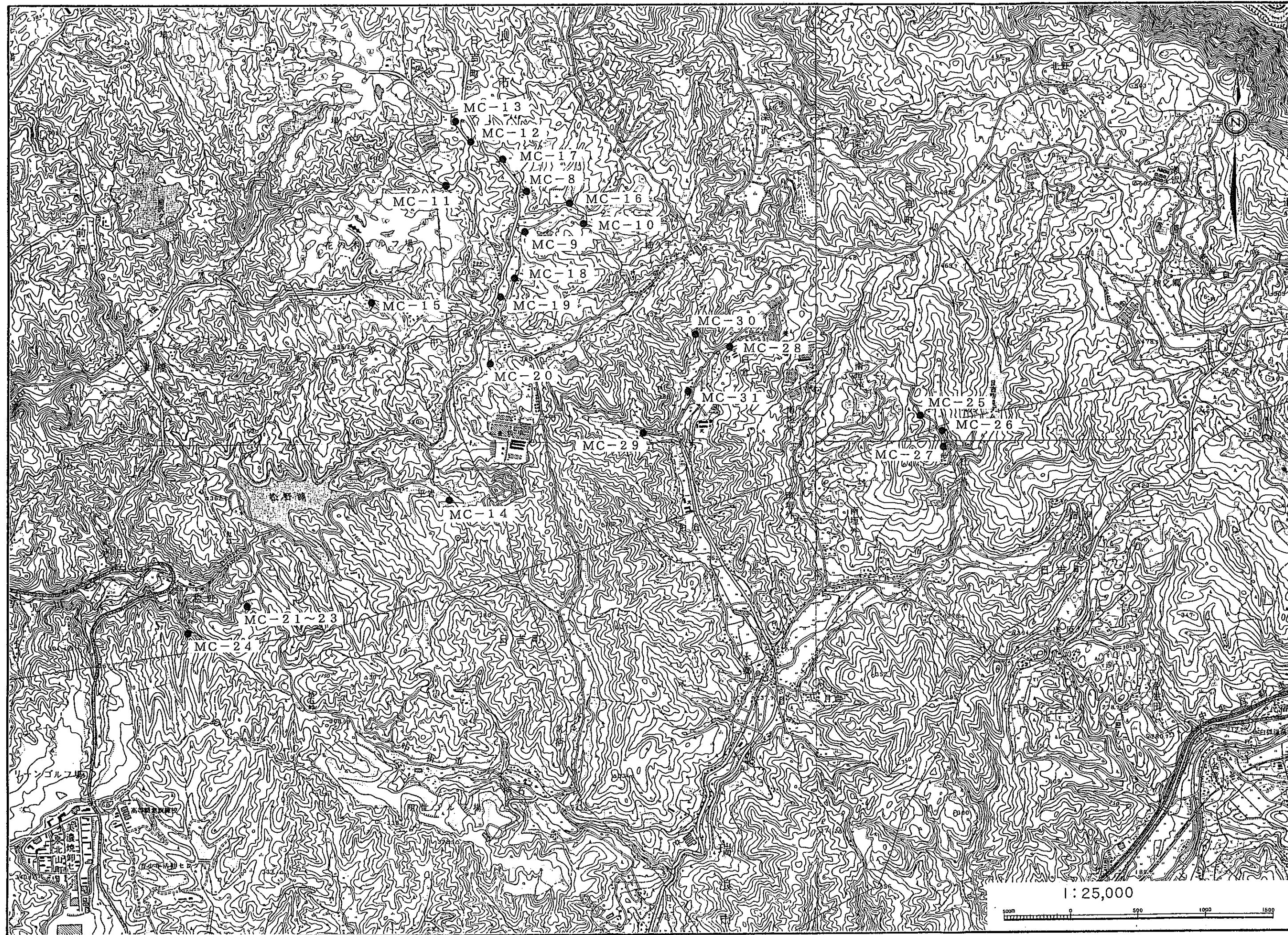


図 2.2 掘削地点位置図 (瑞浪市日吉町)

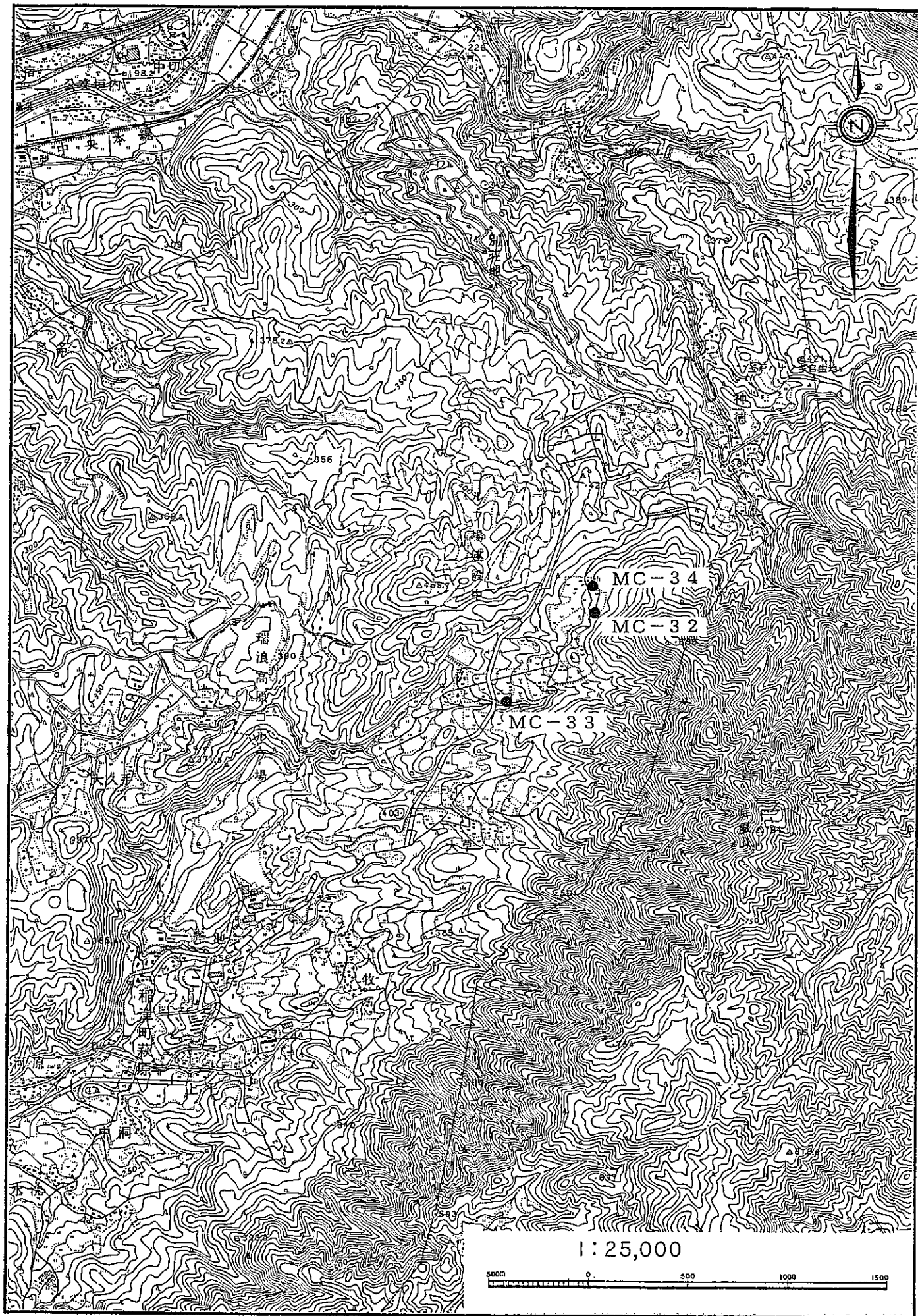


图 2.3 掘削地点位置图 (瑞浪市土岐町)

3. 掘 削

3.1. 掘削手法

本調査における試錐孔の掘削は、コア試錐あるいはノンコア試錐により実施した。いずれの掘削法についても地質試料（岩芯あるいは掘削スライム）を採取し、地質柱状図を作成するが、ノンコア試錐の掘削スライムから概略の地質分布を把握し、コア試錐の岩芯により詳細な分布を明らかにする。したがって、調査地域における表層地質の分布状況から、詳細な地質分布の把握が望まれる地点をコア試錐により掘削するものとし、コア試錐1孔に対し、その周辺にノンコア試錐2～3孔を掘削した。

掘削は次の手順に従い実施した。

(1) コア試錐

- ①掘削に先立ち、口元掘削を行う。掘削後、8インチケーシングパイプを挿入し、セメンチングを行う。
- ②コア掘削は86mmのダブルコアチューブにより掘削し、岩芯の採取を行う。
- ③コア掘削終了後に6インチの拡孔を行う。
- ④拡孔終了後、5インチストレーナーパイプを挿入する。

(2) ノンコア試錐

- ①掘削に先立ち、口元掘削を行い。掘削後、8インチケーシングパイプを挿入し、セメンチングを行う。
- ②6インチの掘削径にて掘削を行う。
- ③掘削終了後、5インチストレーナーパイプを挿入する。

各試錐孔について、コア試錐・ノンコア試錐の別、掘削期間、掘削深度、使用試錐機を一覧表として表3.1に示す。

表3.1 掘削作業一覧

	場 所	試錐孔No.	掘削手法	掘削深度	掘削期間	使用試錐機
平	開元院	MC-8	コア	20.6m	平成9年4月30日～5月13日	TAS-3型, LFM-402型
	中洞	MC-9	ノンコア	41.0m	〃 5月1日～5月16日	LFM-400型
	蔵の田	MC-10	ノンコア	30.8m	〃 4月30日～5月13日	C-0L型
	高松	MC-11	ノンコア	30.5m	〃 5月15日～5月22日	C-0L型
	高松	MC-12	コア	30.5m	〃 5月15日～5月27日	TAS-3型, LFM-402型
	高松	MC-13	ノンコア	31.0m	〃 5月19日～5月23日	LFM-400型
	平尾	MC-14	ノンコア	30.5m	〃 5月23日～5月28日	C-0L型
	鴨之巣	MC-15	ノンコア	50.0m	〃 5月26日～6月5日	LFM-400型
	蔵の田	MC-16	コア	61.5m	〃 5月28日～6月16日	TAS-3型, LFM-402型
	寺裏	MC-17	ノンコア	30.5m	〃 5月30日～6月5日	C-0L型
	中洞	MC-18	ノンコア	30.5m	〃 6月9日～6月12日	C-0L型
	公民館	MC-19	ノンコア	30.0m	〃 6月9日～6月16日	LFM-400型
岩	岩崎	MC-20	コア	40.7m	〃 6月17日～6月27日	TAS-3型, LFM-402型
	松野	MC-21	ノンコア	20.5m	〃 8月7日～8月11日	LFM-400型
	松野	MC-22	ノンコア	20.5m	〃 8月12日～8月15日	LFM-400型
	松野	MC-23	ノンコア	20.5m	〃 8月16日～8月20日	LFM-400型
社 別 当	パサージュ	MC-24	コア	20.6m	〃 6月28日～7月8日	TAS-3型, LFM-402型
	社別当	MC-25	ノンコア	30.95m	〃 6月16日～7月4日	C-0L型
	社別当	MC-26	ノンコア	20.0m	〃 7月7日～7月14日	C-0L型
	公民館	MC-27	コア	20.0m	〃 7月23日～8月5日	TAS-3型, LFM-402型
白 倉	白倉	MC-28	ノンコア	41.0m	〃 7月4日～7月14日	LFM-400型
	千原	MC-29	ノンコア	41.0m	〃 7月15日～7月28日	LFM-400型
	広見	MC-30	ノンコア	40.5m	〃 7月15日～7月24日	C-0L型
	公民館	MC-31	コア	60.0m	〃 8月6日～8月18日	TAS-3型, LFM-402型
仲 ヶ 平	八ヶ頭	MC-32	ノンコア	40.4m	〃 8月8日～8月20日	C-0L型
	仲ヶ平	MC-33	ノンコア	32.0m	〃 8月21日～8月29日	LFM-400型
	八ヶ頭	MC-34	コア	51.6m	〃 8月21日～9月5日	TAS-3型, LFM-402型

3.2. 掘削

この項では、本調査において掘削された試錐孔の掘削過程を簡潔にまとめて記す。また、掘削作業完了後の孔内およびストレーナーの状況図（図3.1～図3.27）を章末に示す。

孔内状況図に示される開孔部（ストレーナー区間）の位置については、各試錐孔における帯水層の位置に応じて設定されている。この詳細については次章に述べる。また、水位については、掘削作業が終了した後、ある程度の時間を経て実施された揚水試験時の水位を記している。したがって、各地点での自然水位であると考えることができる。

以下に、各試錐孔の掘削過程を記す。

平岩地区

(1) MC-8号孔（コア）

- ①口元掘削を2.6mまで行い、4インチ口元ケーシングパイプ（コア掘削用）を挿入。
- ②86mmダブルコアチューブにて20.8mまでのコア掘削を完了。
- ③拡孔作業に移り、口元掘削を3.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。
- ④20.6mまで6インチの拡孔掘削を完了。

(2) MC-9号孔（ノンコア）

- ①表土が5.8mまで堆積するため、口元掘削を6.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。
- ②崩壊の有無を確認するため、4インチにて41.0mまで掘削。
- ③この後、41.0mまで6インチにて拡孔掘削を完了。

(3) MC-10号孔（ノンコア）

- ①表土が5.0mまで堆積するため、口元掘削を5.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。
- ②13.0mまで6インチにて掘削。礫岩層での孔内崩壊が激しく掘進が困難となる。
- ③保孔のため6インチケーシングパイプを13.0mまで挿入。
- ④13.0m以深を5インチにて30.8mまで掘削を完了。
- ⑤6インチケーシングパイプをすべて抜管。

(4) MC-11号孔（ノンコア）

- ①3.5mまで表土の堆積があり、着岩後も花崗岩の風化が著しいため、口元掘削を5.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②30.5mまで6インチの掘削を完了。

*本孔は地元からの要請により、動燃事業団と協議の上、掘削完了後に埋戻しを行った。

(5) MC-12号孔 (コア)

①口元掘削を3.2mまで行い、4インチ口元ケーシングパイプ (コア掘削用) を挿入。

②86mmダブルコアチューブにて30.7mまでのコア掘削を完了。

③拡孔作業に移り、口元掘削を3.5mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

④30.5mまで6インチの拡孔掘削を完了。

(6) MC-13号孔 (ノンコア)

①5.5mまで表土の堆積があるため、口元掘削を6.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②31.0mまで6インチの掘削を完了。

(7) MC-14号孔 (ノンコア)

①口元掘削を2.5mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②6インチにて掘削を行うが、礫岩層および花崗岩風化部での孔内崩壊が激しく掘進困難となる。

③19.0mまで8インチにて掘削し、崩壊のおさまる16.0mまで8インチケーシングパイプを延長挿入して保孔する。

④19.0m以深を6インチにて30.5mまで掘削を完了。

⑤8インチケーシングパイプは3.0mを残して抜管。

(8) MC-15号孔 (ノンコア)

①6.0mまで表土の堆積があるため、口元掘削を6.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②50.0mまで6インチの掘削を完了。

(9) MC-16号孔 (コア)

①口元掘削を3.2mまで行い、4インチ口元ケーシングパイプ (コア掘削用) を挿入。

②86mmダブルコアチューブにて60.5mまでのコア掘削を完了。

③拡孔作業に移り、口元掘削を3.5mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

④61.5mまで6インチの拡孔掘削を完了。

(10) MC-17号孔 (ノンコア)

①口元掘削を5.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②30.5mまで6インチの掘削を完了。

(11) MC-18号孔 (ノンコア)

①口元掘削を5.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②30.5mまで6インチの掘削を完了。

(12) MC-19号孔 (ノンコア)

①埋立土が4.8mまであり、口元掘削を6.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②30.0mまで6インチの掘削を完了。

(13) MC-20号孔 (コア)

①口元掘削を2.1mまで行い、4インチ口元ケーシングパイプ (コア掘削用) を挿入。

②86mmダブルコアチューブにて40.7mまでのコア掘削を完了。

③拡孔作業に移り、口元掘削を3.2mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

④40.7mまで6インチの拡孔掘削を完了。

松野地区

(14) MC-21号孔 (ノンコア)

①口元掘削を3.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②6インチにて掘削を行うが、6.2m付近において砂礫岩層 (瀬戸層群) での孔内崩壊が激しく掘進が困難となる。

③6.5mまで8インチケーシングパイプを延長挿入して保孔する。

④6.5m以深を6インチにて20.5mまで掘削を完了。

⑤8インチケーシングパイプは1.0mを残して抜管。

(15) MC-22号孔 (ノンコア)

①口元掘削を3.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②6インチにて掘削を行うが、6.5m付近において孔内崩壊が激しく掘進が困難となる。

③6.5mまで8インチケーシングパイプを延長挿入して保孔する。

④6.5m以深を6インチにて20.5mまで掘削を完了。

⑤8インチケーシングパイプは1.0mを残して抜管。

(16) MC-23号孔 (ノンコア)

①口元掘削を3.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②20.5mまで6インチの掘削を完了。

(17) MC-24号孔 (コア)

①口元掘削を2.2mまで行い、4インチ口元ケーシングパイプ (コア掘削用) を挿入。

②86mmダブルコアチューブにて20.1mまでのコア掘削を完了。

③拡孔作業に移り、口元掘削を3.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

④20.6mまで6インチの拡孔掘削を完了。

社別当地区

(18) MC-25号孔 (ノンコア)

①口元掘削を2.5mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②砂礫岩層 (瀬戸層群) での崩壊の有無を確認するため、4インチにて10.5mまで掘削。

8m付近において著しい崩壊を確認。

③8.0mまで8インチケーシングパイプを延長挿入して保孔する。

④さらに、4インチ掘削にて崩壊の有無を確認する。15m付近において崩壊が確認されたため、15.0mまで8インチケーシングパイプを延長挿入して保孔。

⑤18.0mまで4インチにて掘削した後、6インチに切替え掘削するが、23.7mにおいて崩壊が激しいため、8インチケーシングパイプを追加挿入しながら、30.95mの掘削を完了する。

⑥8インチケーシングパイプは3.0mを残し抜管。

(19) MC-26号孔 (ノンコア)

①口元掘削において砂礫岩層 (瀬戸層群) の崩壊が著しいため、口元掘削を7.5mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②以深の崩壊の有無を確認するため、4インチにて20.0mまで掘削。

③この後、20.0mまで6インチにて拡孔掘削を完了。

(20) MC-27号孔 (コア)

①口元掘削を3.0mまで行い、4インチ口元ケーシングパイプ (コア掘削用) を挿入。

②86mmダブルコアチューブにて20.0mまでのコア掘削を完了。

③拡孔作業に移り、コア掘削において孔内状況が不安定であった12.0mまで8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

④20.0mまで6インチの拡孔掘削を完了。

⑤8インチケーシングパイプは6.0mを残して抜管。

白倉地区

(21) MC-28号孔 (ノンコア)

- ①9.8mまで埋立による表土が堆積するため、口元掘削を11.5mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。
- ②41.0mまで6インチの掘削を完了。

(22) MC-29号孔 (ノンコア)

- ①表土が7.0mまで堆積するため、口元掘削を7.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。
- ②41.0mまで6インチの掘削を完了。

(23) MC-30号孔 (ノンコア)

- ①口元掘削を5.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。
- ②6インチにて掘削を行うが、孔内崩壊が激しく掘進が困難となる。
- ③10.5mまで8インチにて掘削し、8インチケーシングパイプを延長挿入して保孔する。
- ④10.5m以深を6インチにて40.5mまで掘削を完了。
- ⑤8インチケーシングパイプは2.5mを残して抜管。

(24) MC-31号孔 (コア)

- ①口元掘削を3.4mまで行い、4インチ口元ケーシングパイプ (コア掘削用) を挿入。
- ②86mmダブルコアチューブにて60.7mまでのコア掘削を完了。
- ③拡孔作業に移り、口元掘削を3.4mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。
- ④60.0mまで6インチの拡孔掘削を完了。

仲ヶ平地区

(25) MC-32号孔 (ノンコア)

- ①口元掘削を2.2mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。
- ②6インチにて掘削を行うが、孔内崩壊が激しく掘進が困難となる。
- ③15.5mまで8インチケーシングパイプを延長挿入して保孔する。
- ④15.5m以深を6インチにて40.4mまで掘削を完了。

(26) MC-33号孔 (ノンコア)

- ①崖錐堆積物の崩壊が著しいため、口元掘削を9.0mまで行い、8インチ口元ケーシングパイプを挿入。

②32.0mまで6^{インチ}の掘削を完了。

③孔内への粘土層（7～12m）の迫り出しが著しく、15.0mまで8^{インチ}ケーシングパイプを延長挿入して保孔する。

④8^{インチ}ケーシングパイプは保孔のため、15.0mまで挿入したままとする。

(27) MC-34号孔（コア）

①口元掘削を3.2mまで行い、4^{インチ}口元ケーシングパイプ（コア掘削用）を挿入。

②86mmダブルコアチューブにて50.0mまでのコア掘削を完了。

③拡孔作業に移り、口元掘削を孔内状況が安定する30.0mまで行い、8^{インチ}口元ケーシングパイプを挿入。

④51.6mまで6^{インチ}の拡孔掘削を完了。

⑤8^{インチ}ケーシングパイプは3.0mを残して抜管。

孔名：MC－8号孔

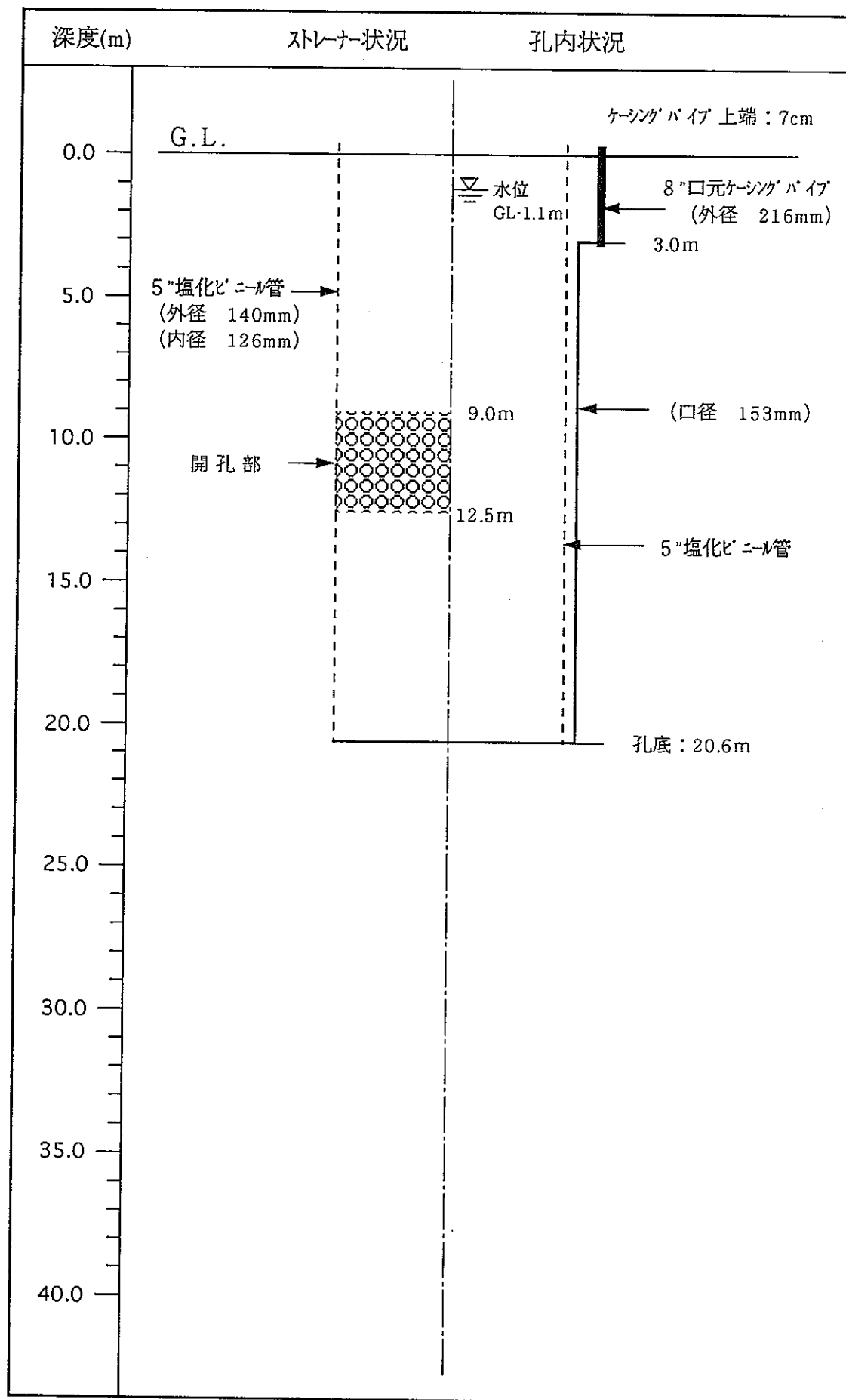


図3.1 MC－8号孔 孔内状況図

孔名：MC-9号孔

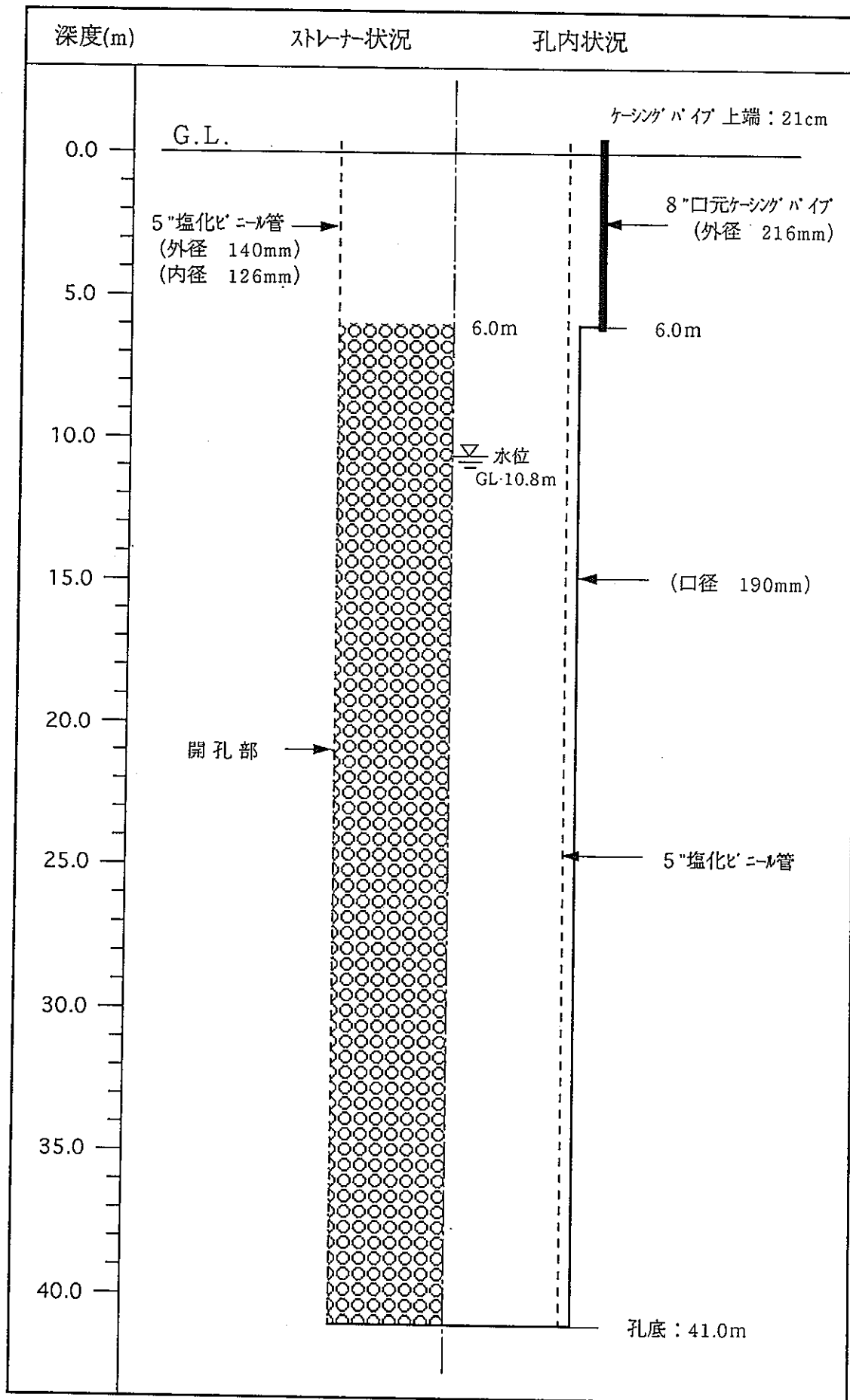


図3.2 MC-9号孔 孔内状況図

孔名：MC-10号孔

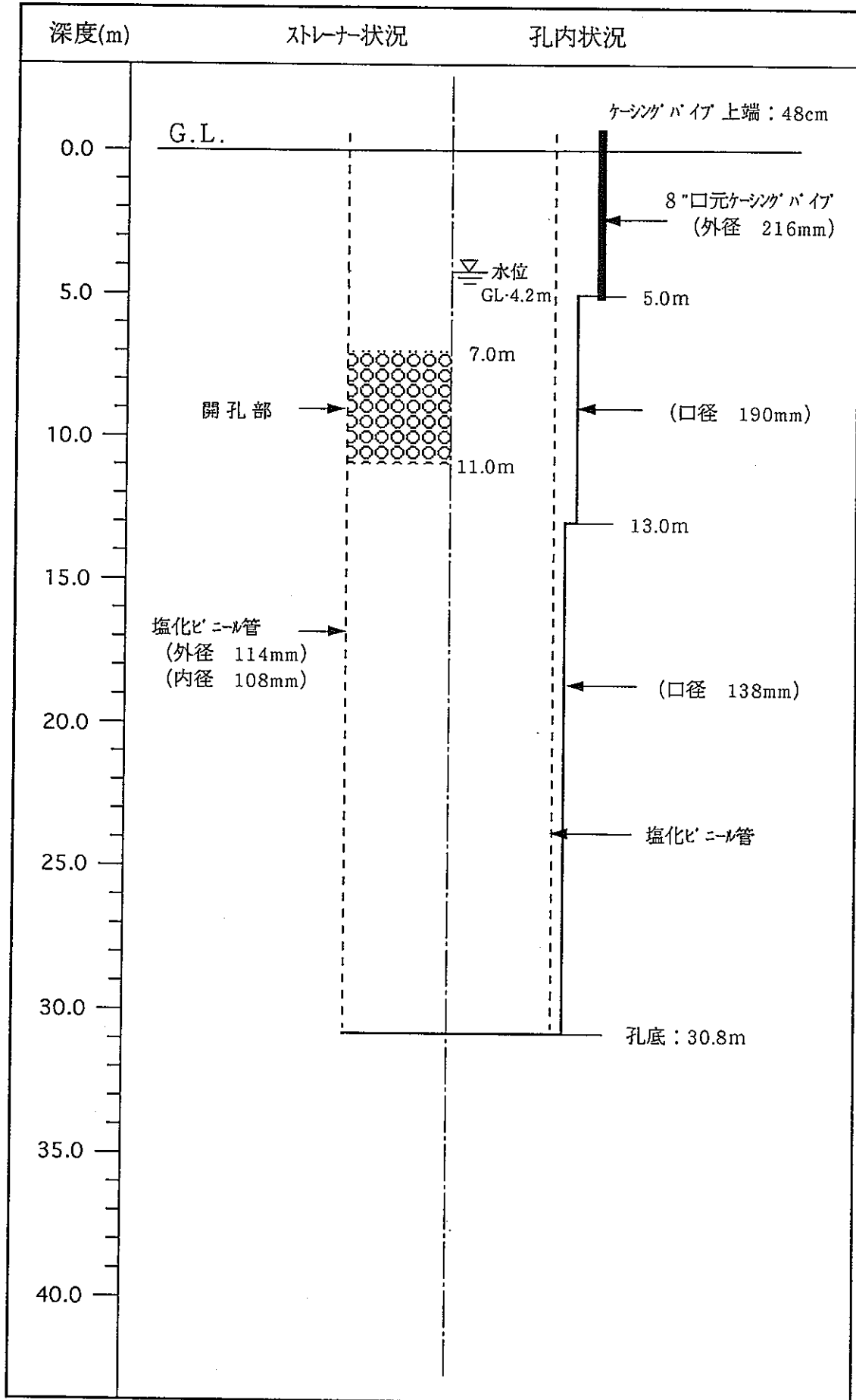


図3.3 MC-10号孔 孔内状況図

孔名：MC-11号孔

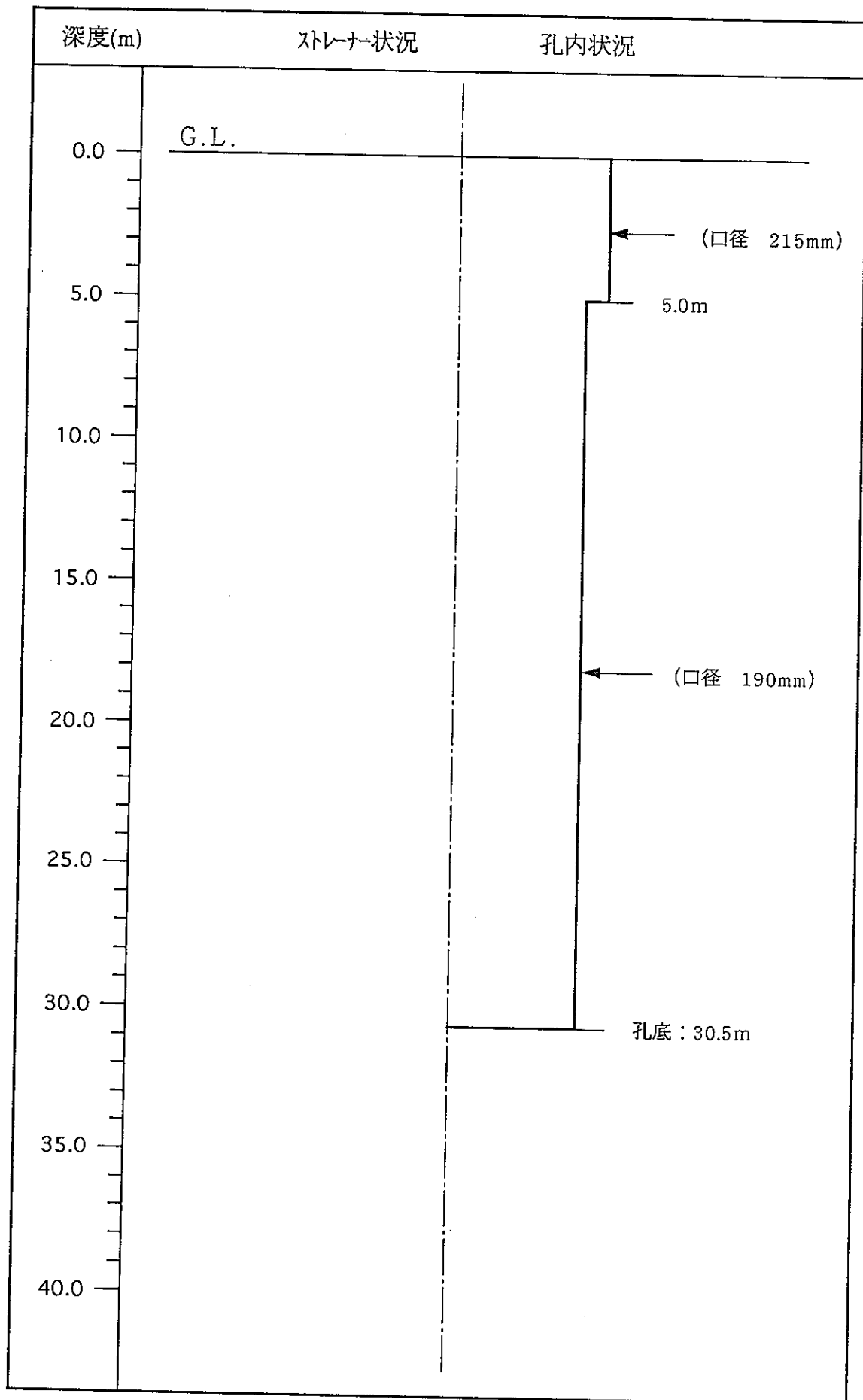


図3.4 MC-11号孔 孔内状況図

孔名：MC-12号孔

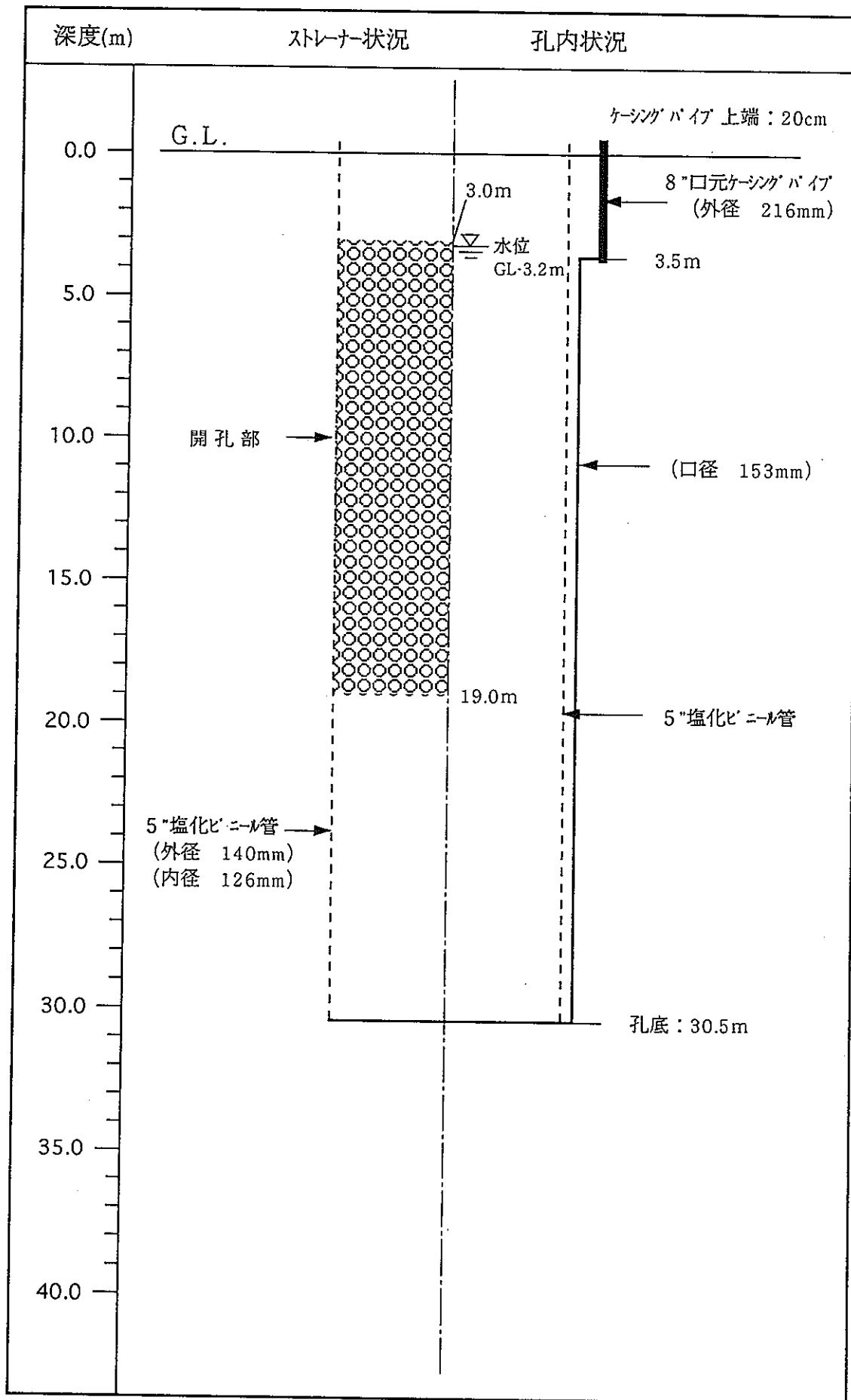


図3.5 MC-12号孔 孔内状況図

孔名：MC-13号孔

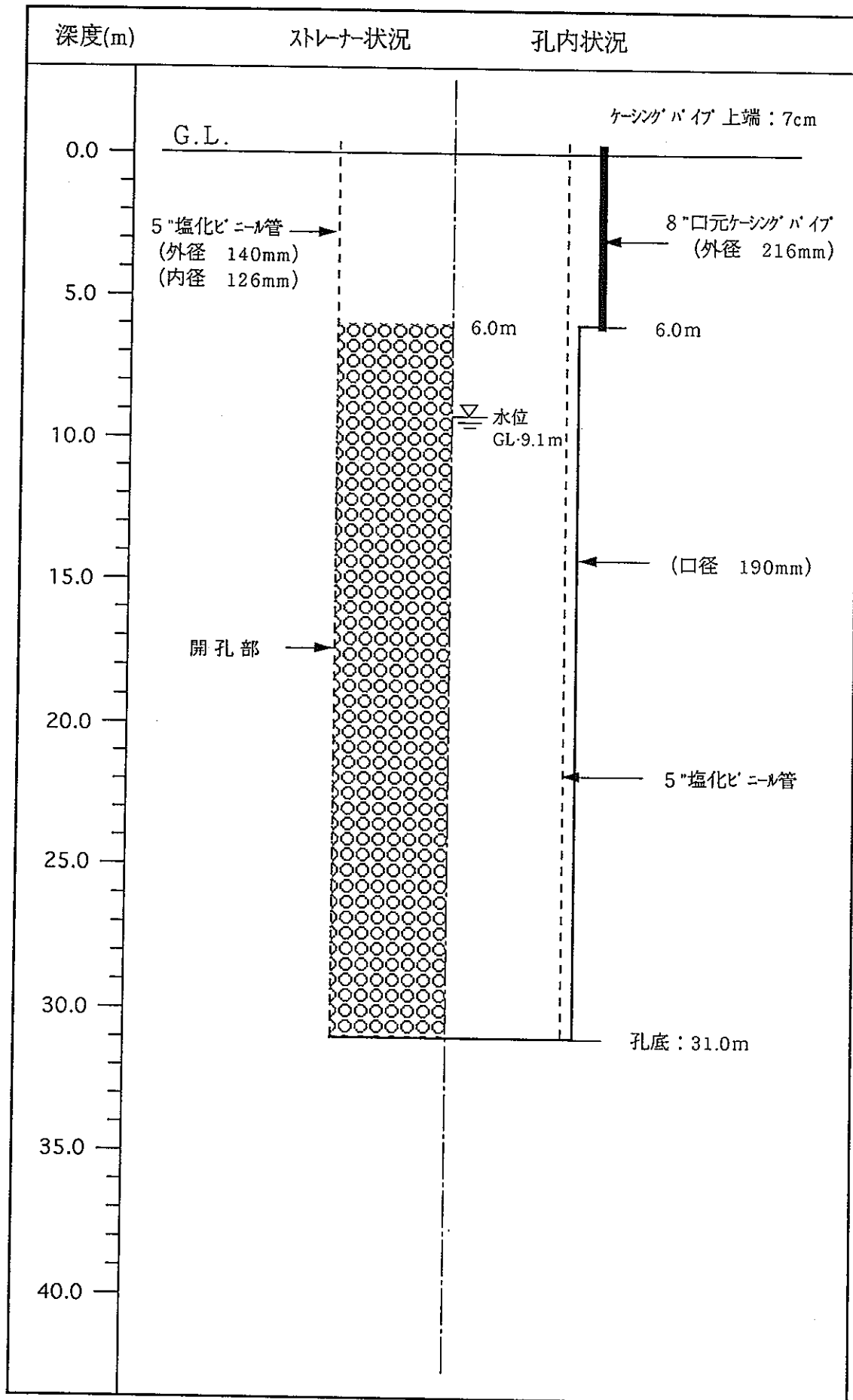


図3.6 MC-13号孔 孔内状況図

孔名：MC-14号孔

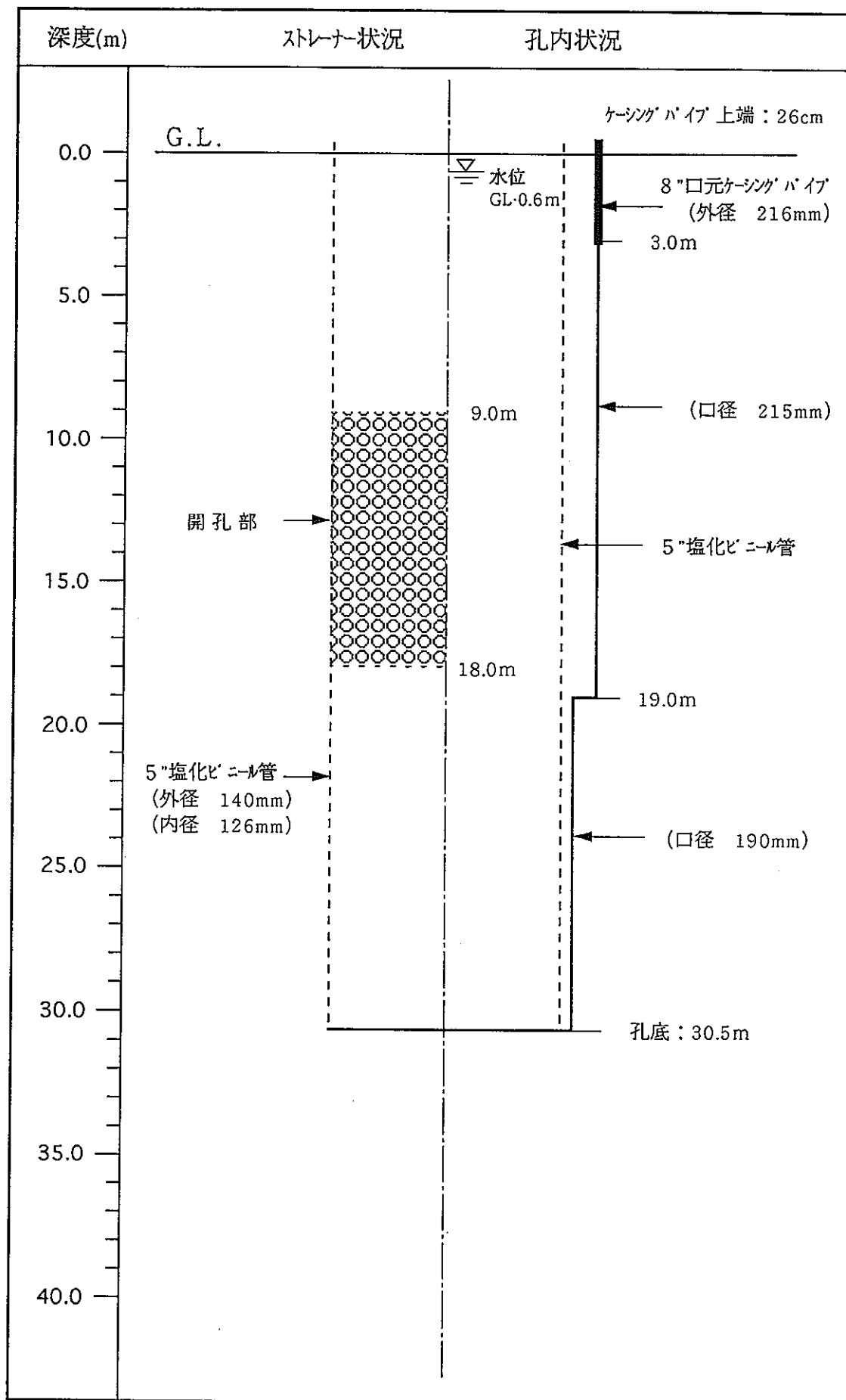


図3.7 MC-14号孔 孔内状況図

孔名：MC-15号孔

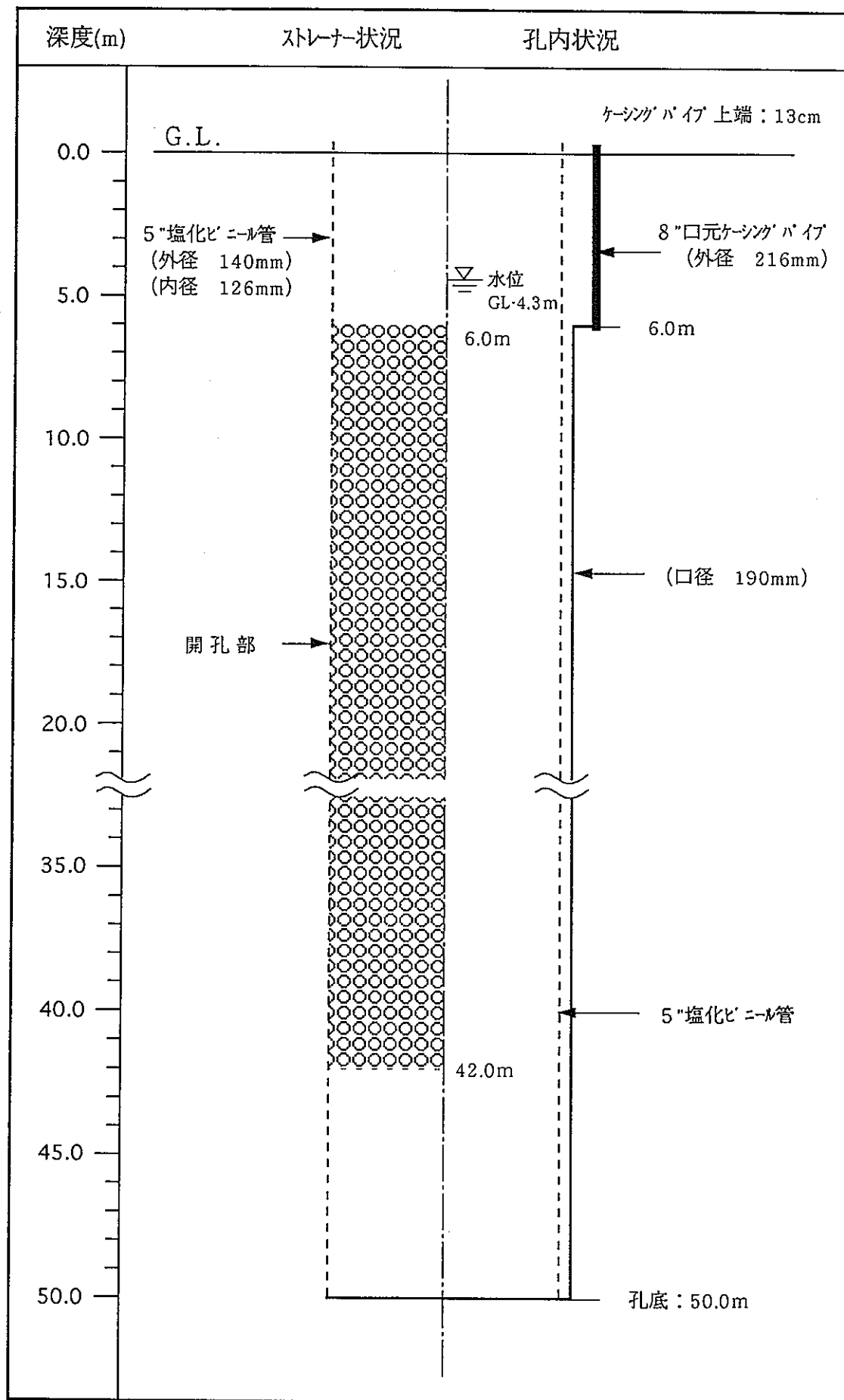


図3.8 MC-15号孔 孔内状況図

孔名：MC-16号孔

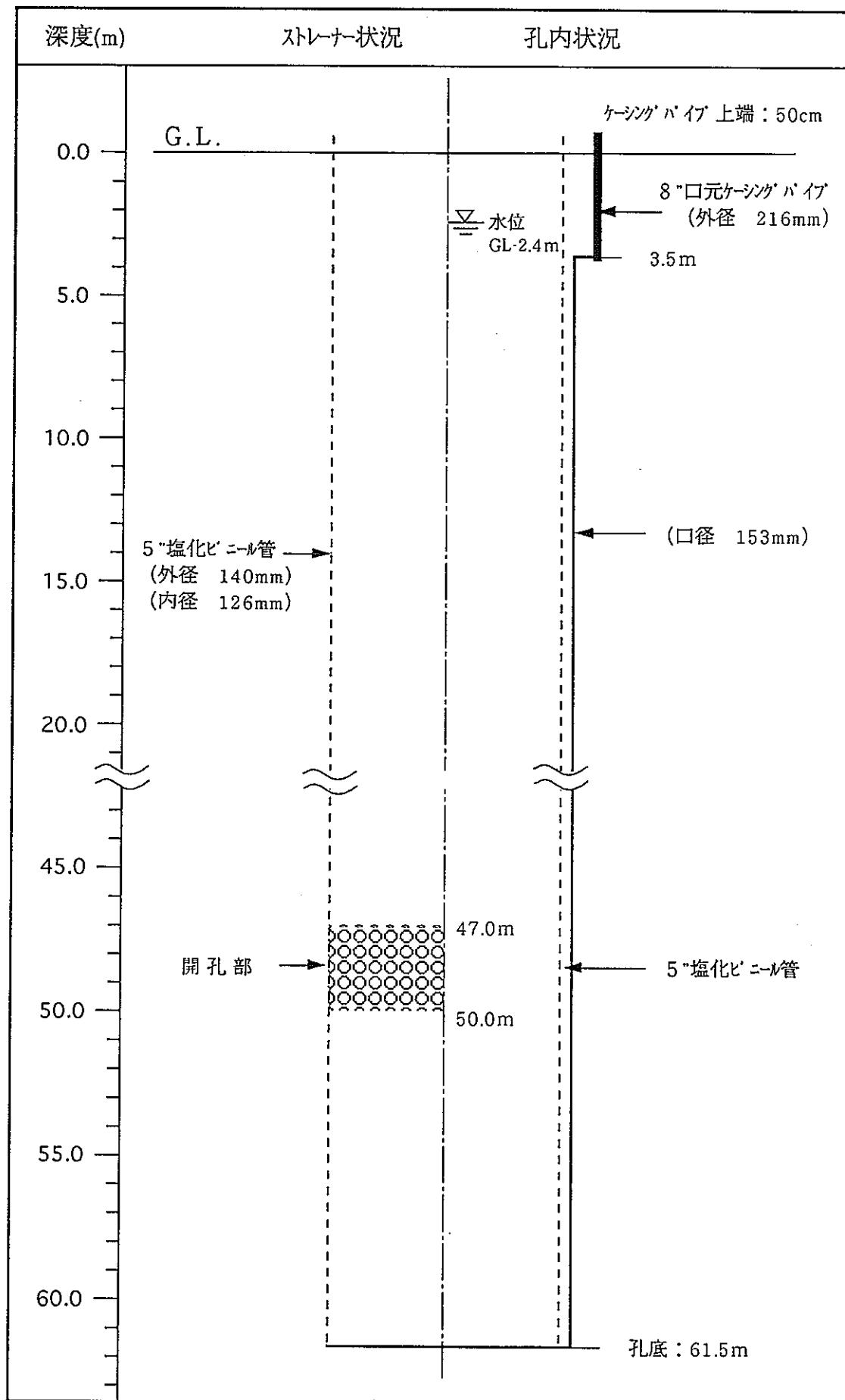


図3.9 MC-16号孔 孔内状況図

孔名：MC-17号孔

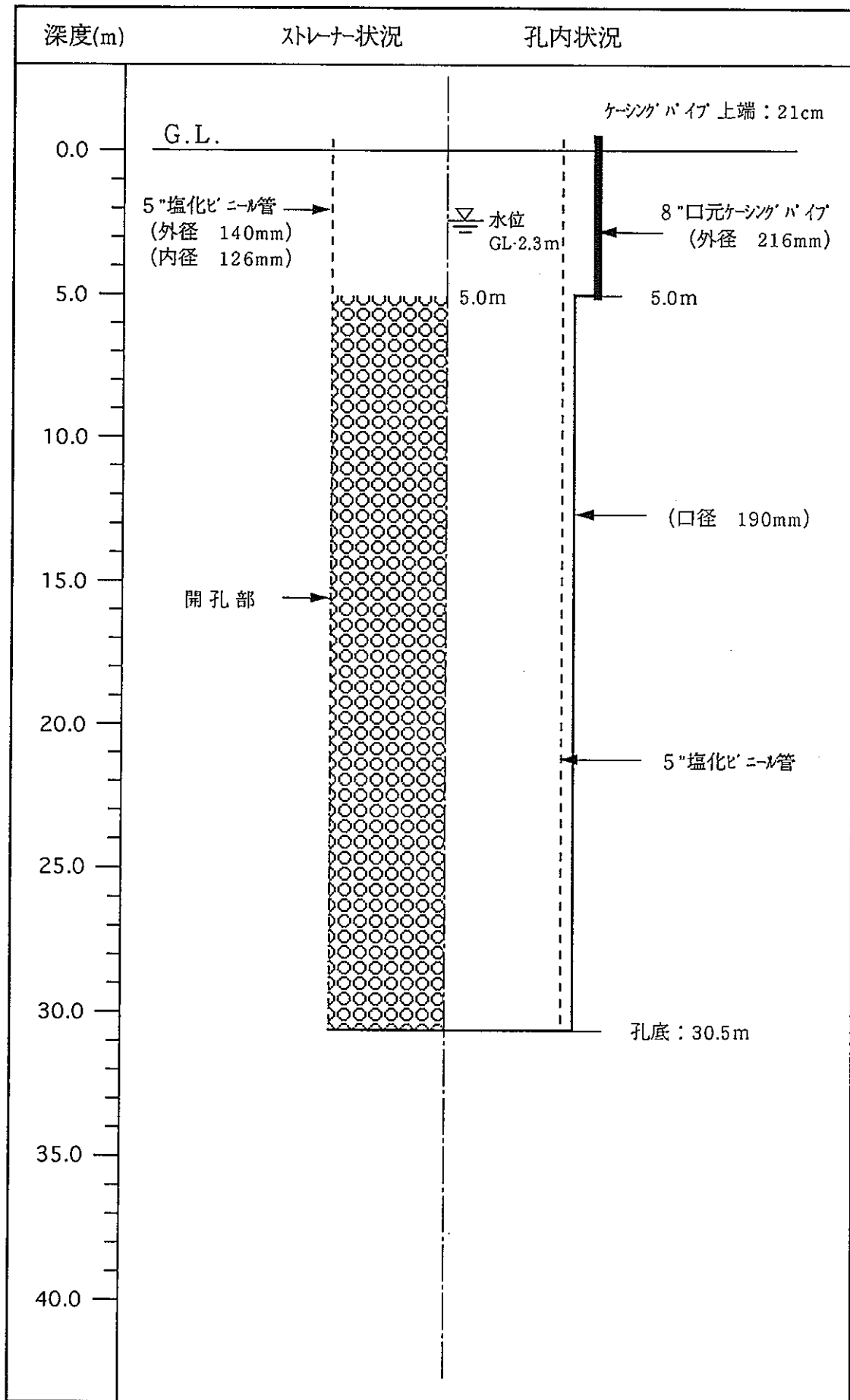


図3.10 MC-17号孔 孔内状況図

孔名：MC-18号孔

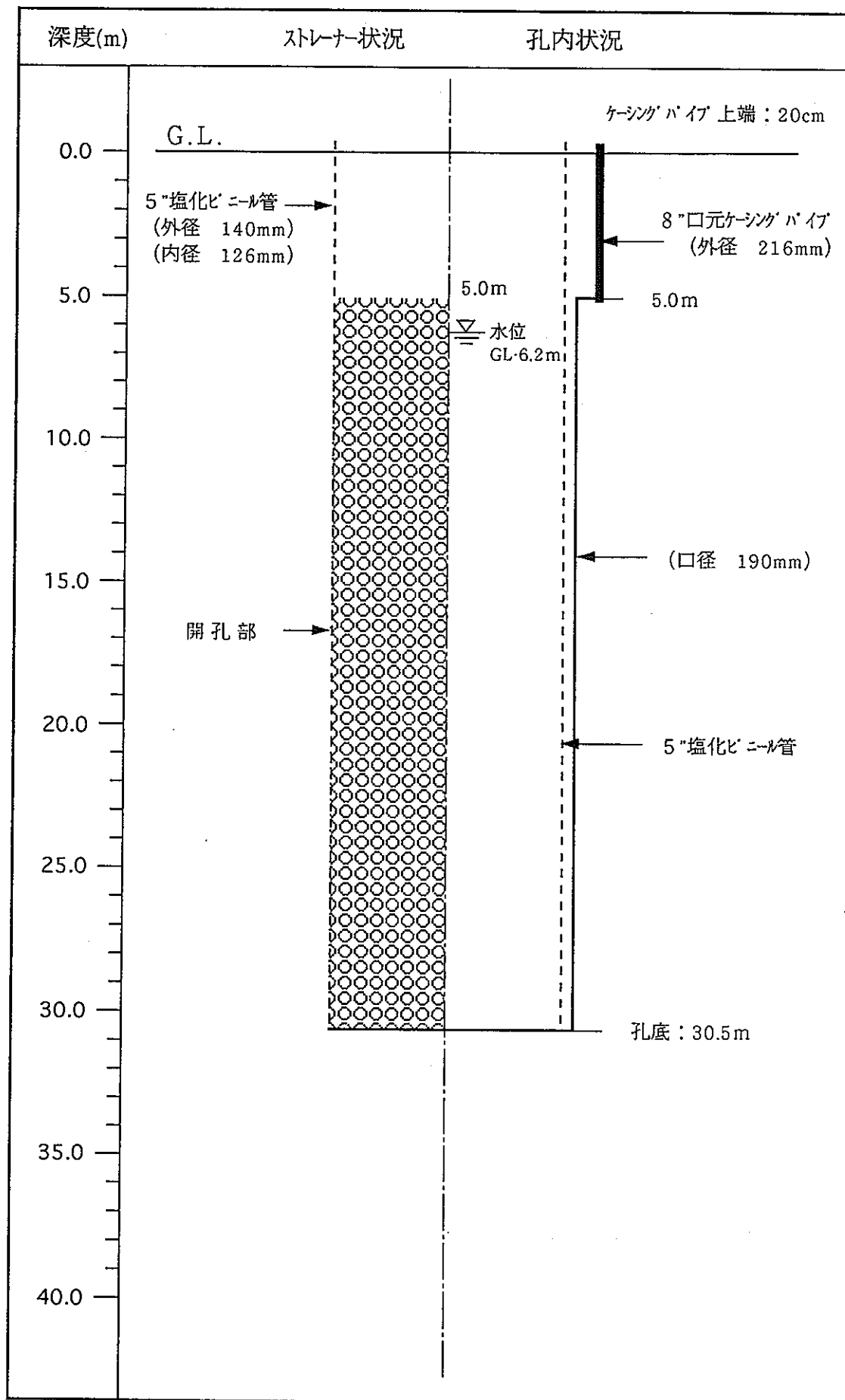


図3.11 MC-18号孔 孔内状況図

孔名：MC-19号孔

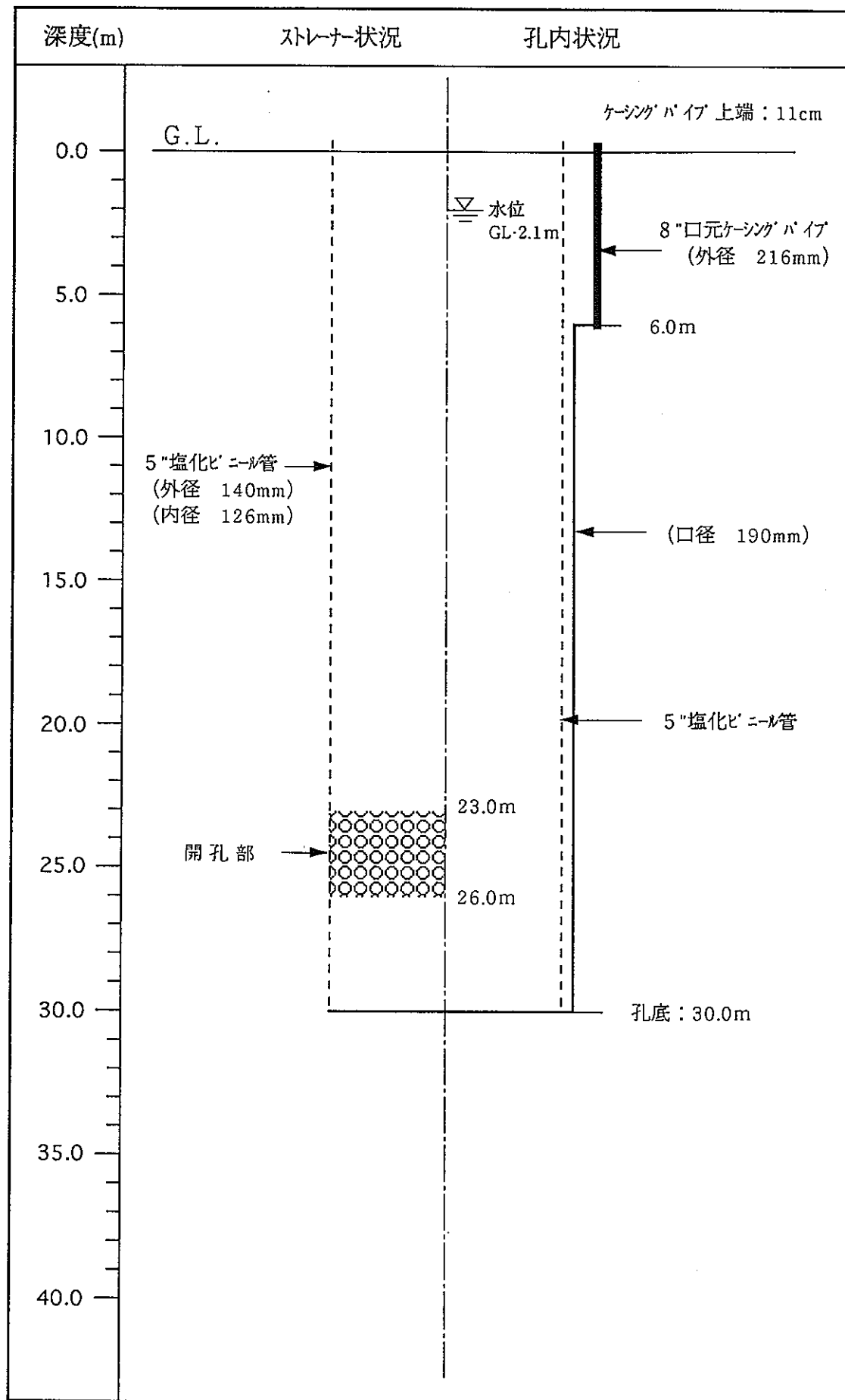


図3.12 MC-19号孔 孔内状況図

孔名：MC-20号孔

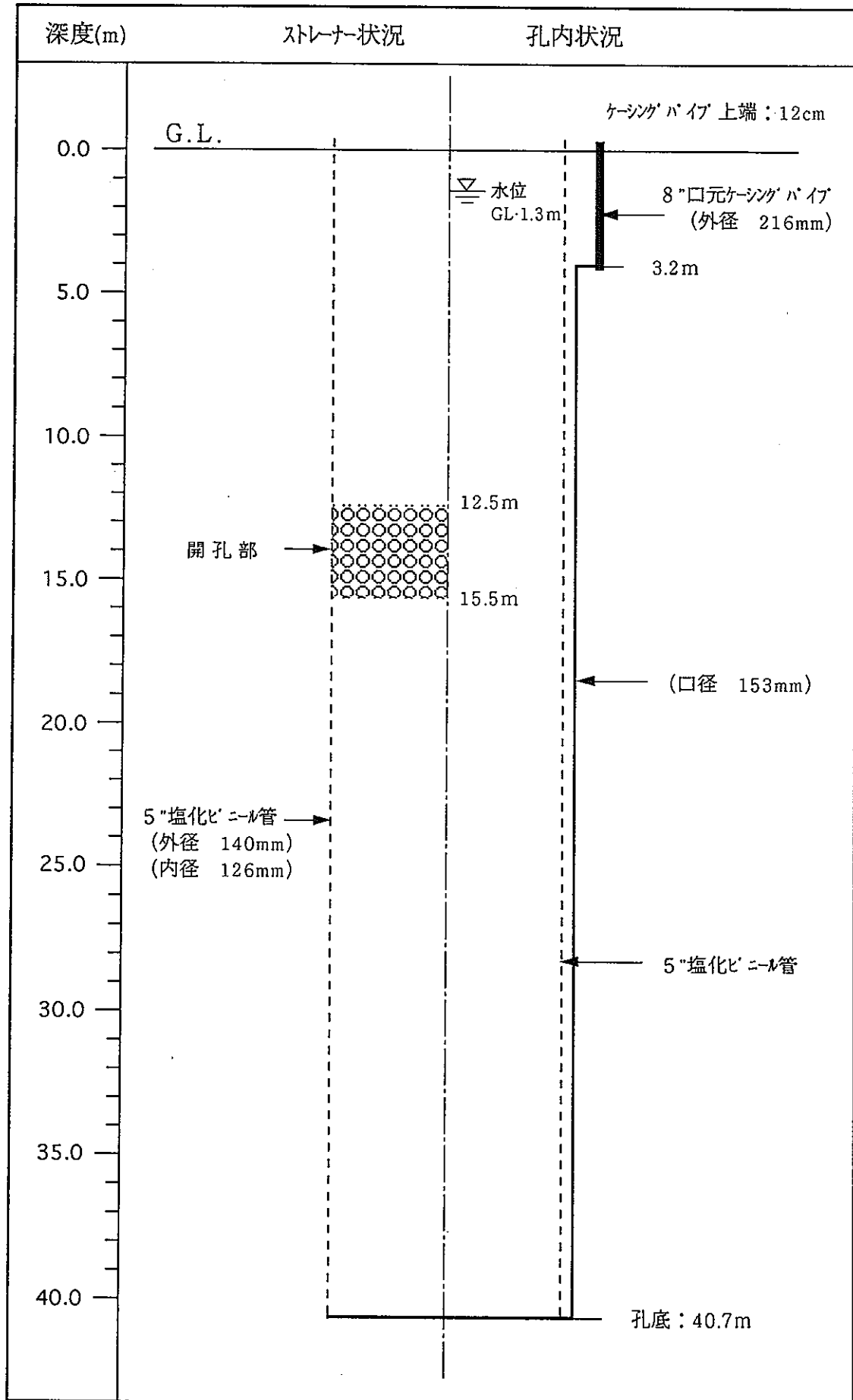


図3.13 MC-20号孔 孔内状況図

孔名：MC-21号孔

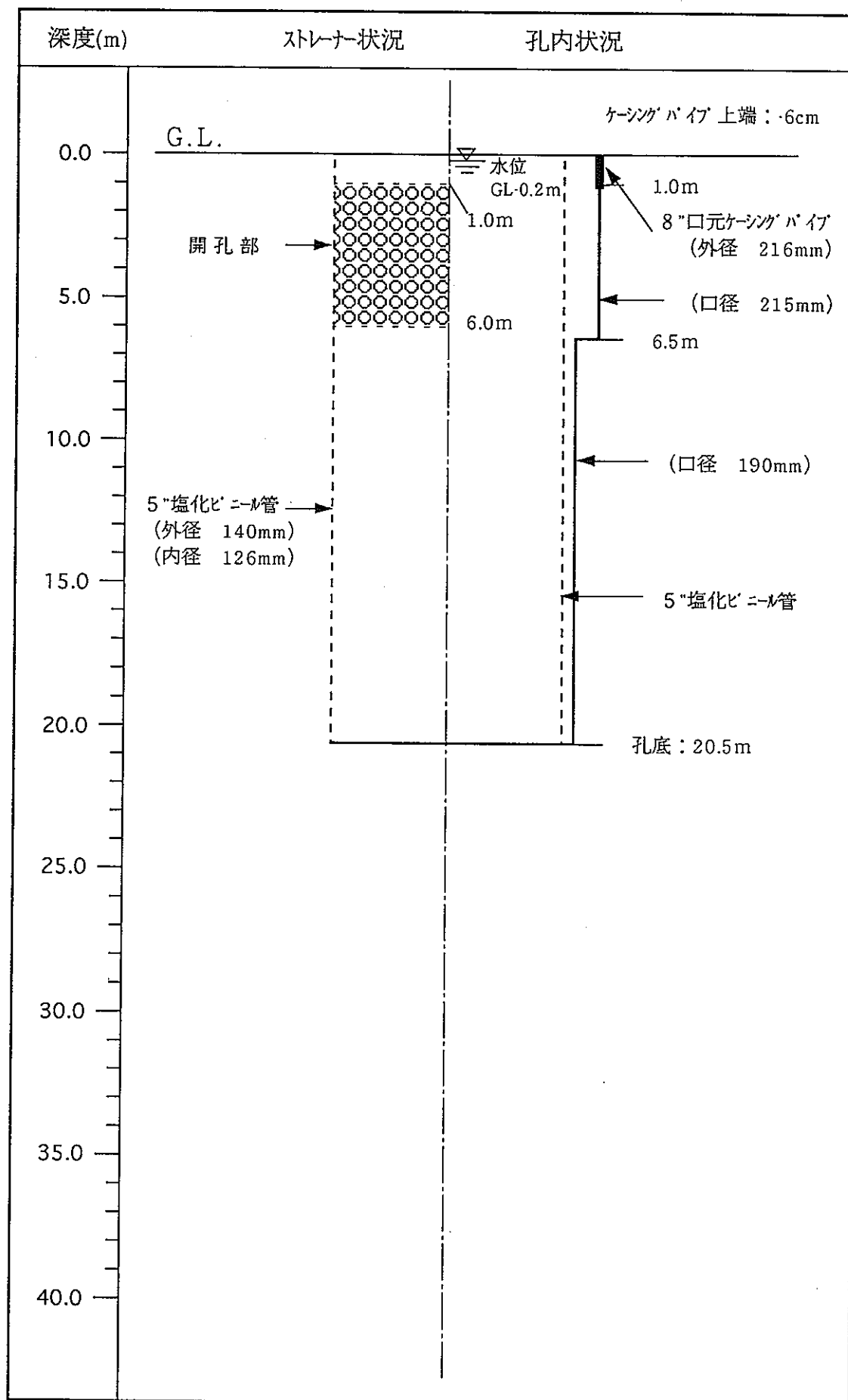


図3.14 MC-21号孔 孔内状況図

孔名：MC-22号孔

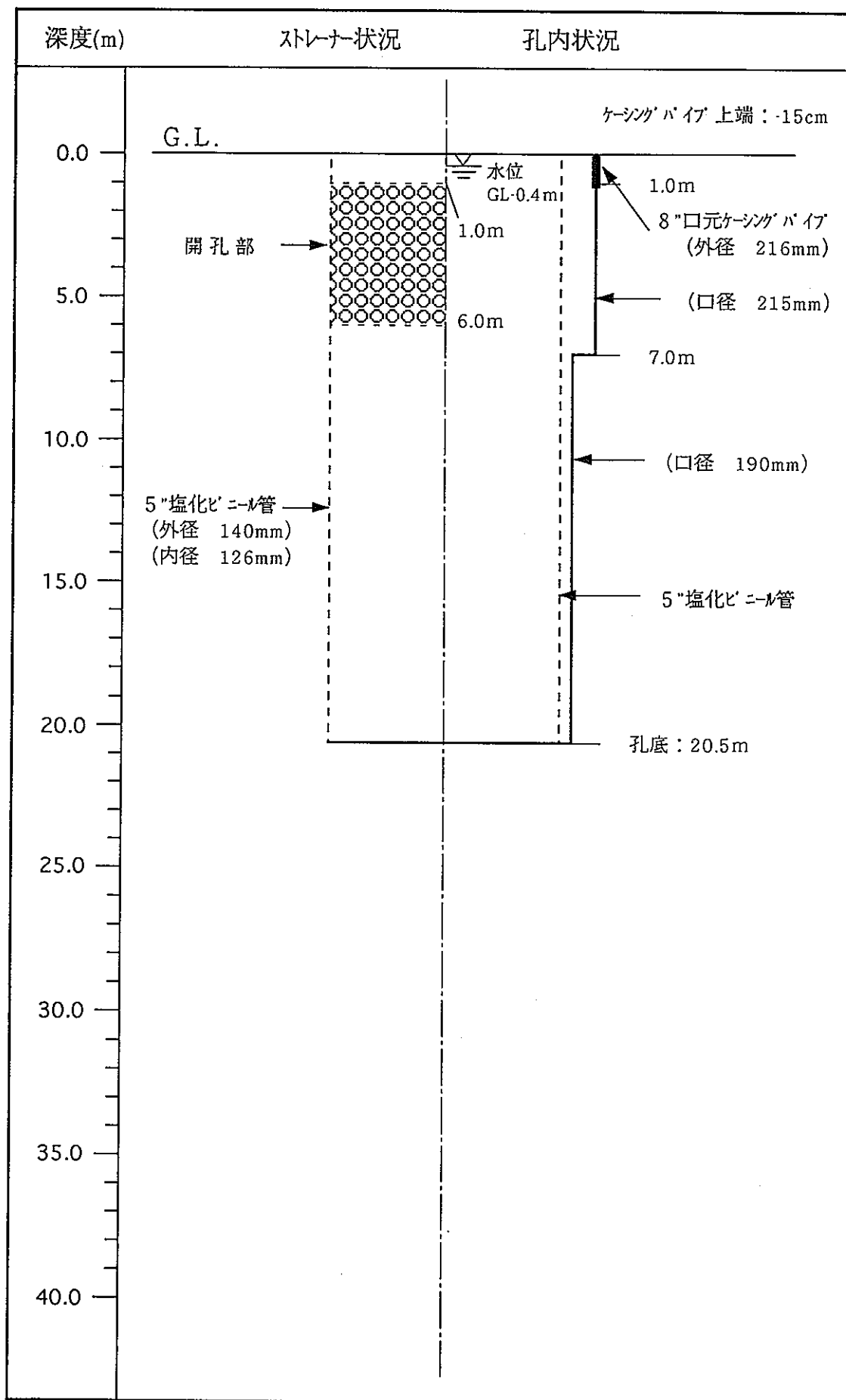


図3.15 MC-22号孔 孔内状況図

孔名：MC-23号孔

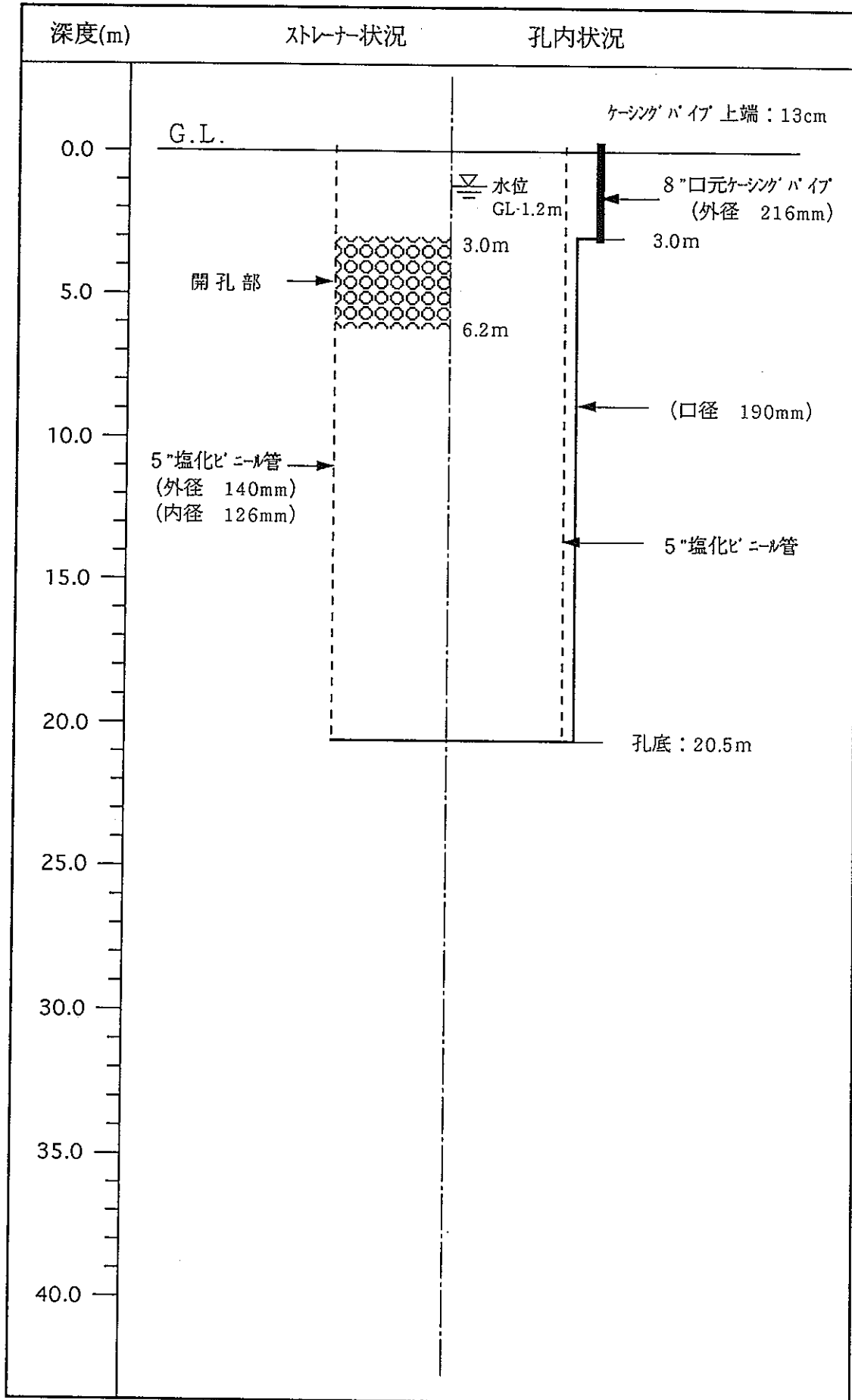


図3.16 MC-23号孔 孔内状況図

孔名：MC-24号孔

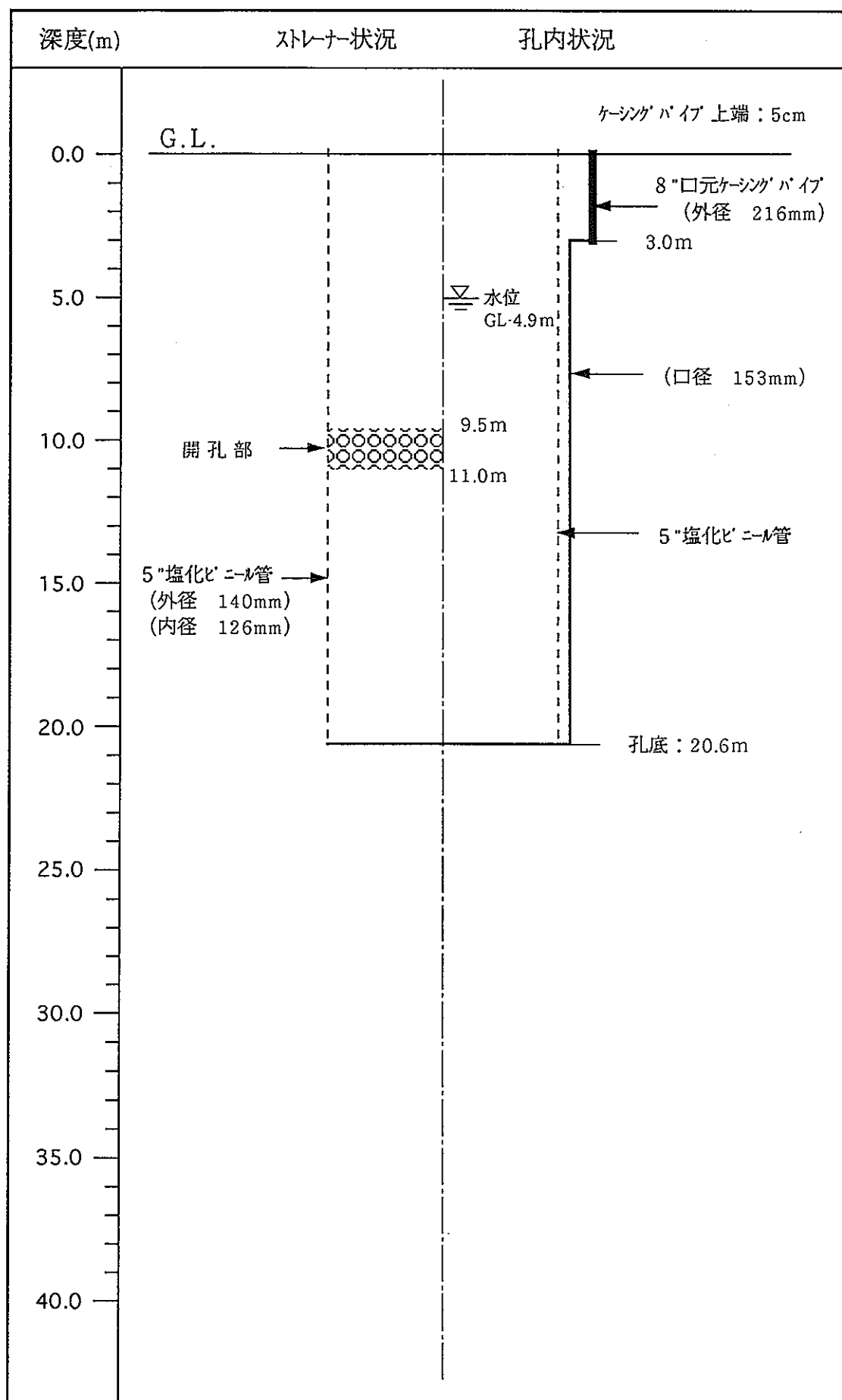


図3.17 MC-24号孔 孔内状況図

孔名：MC-25号孔

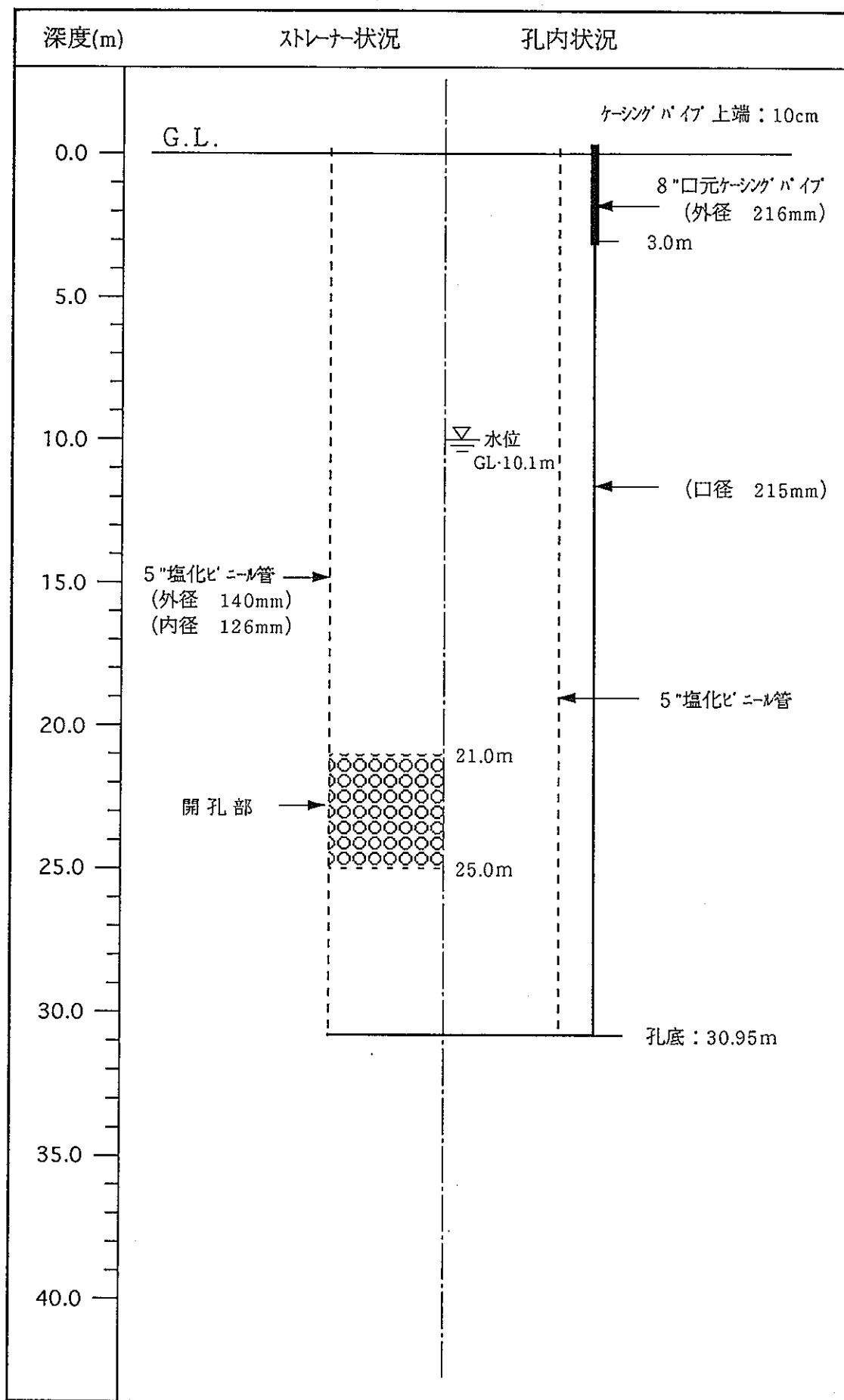


図3.18 MC-25号孔 孔内状況図

孔名：MC-26号孔

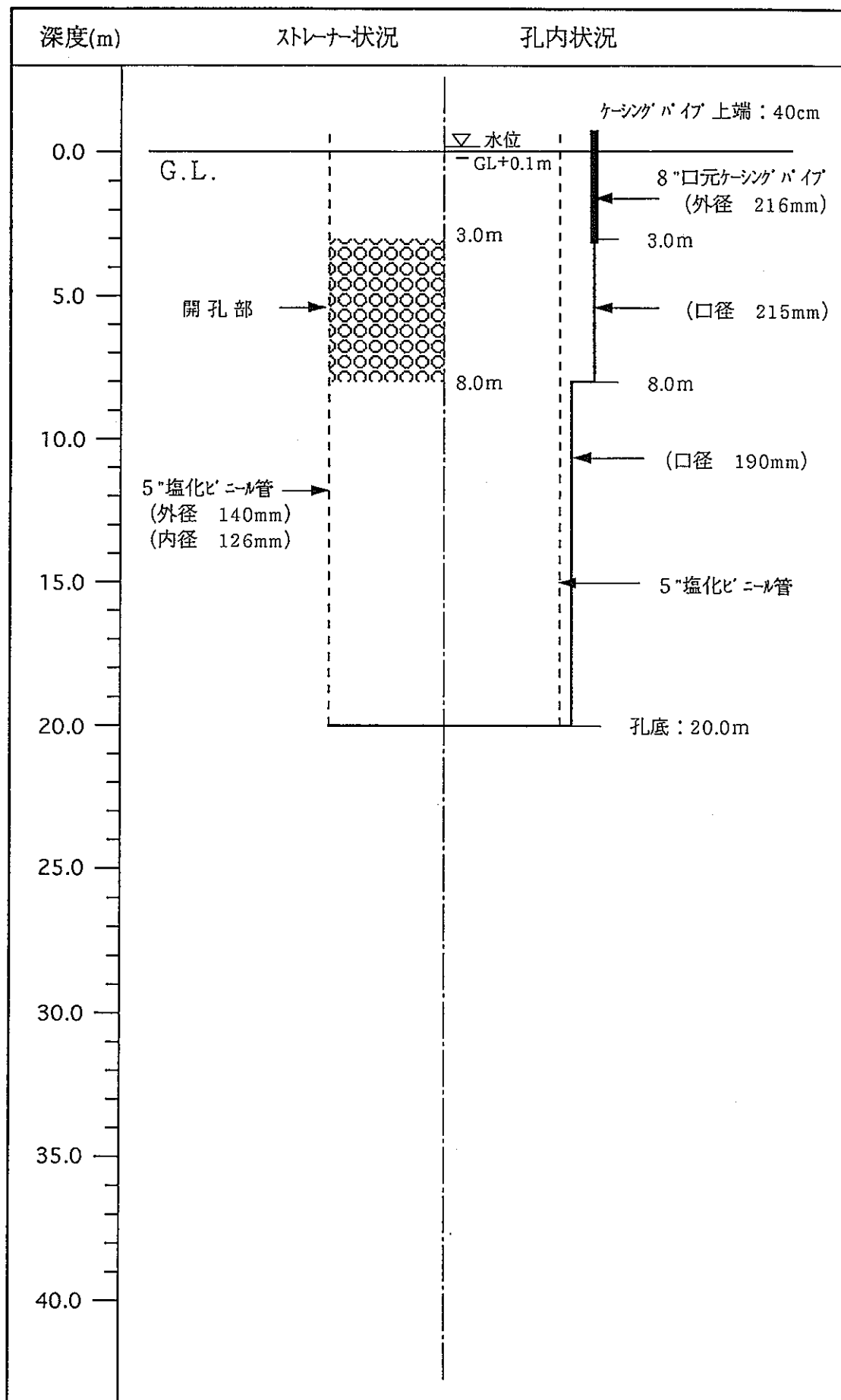


図3.19 MC-26号孔 孔内状況図

孔名：MC-27号孔

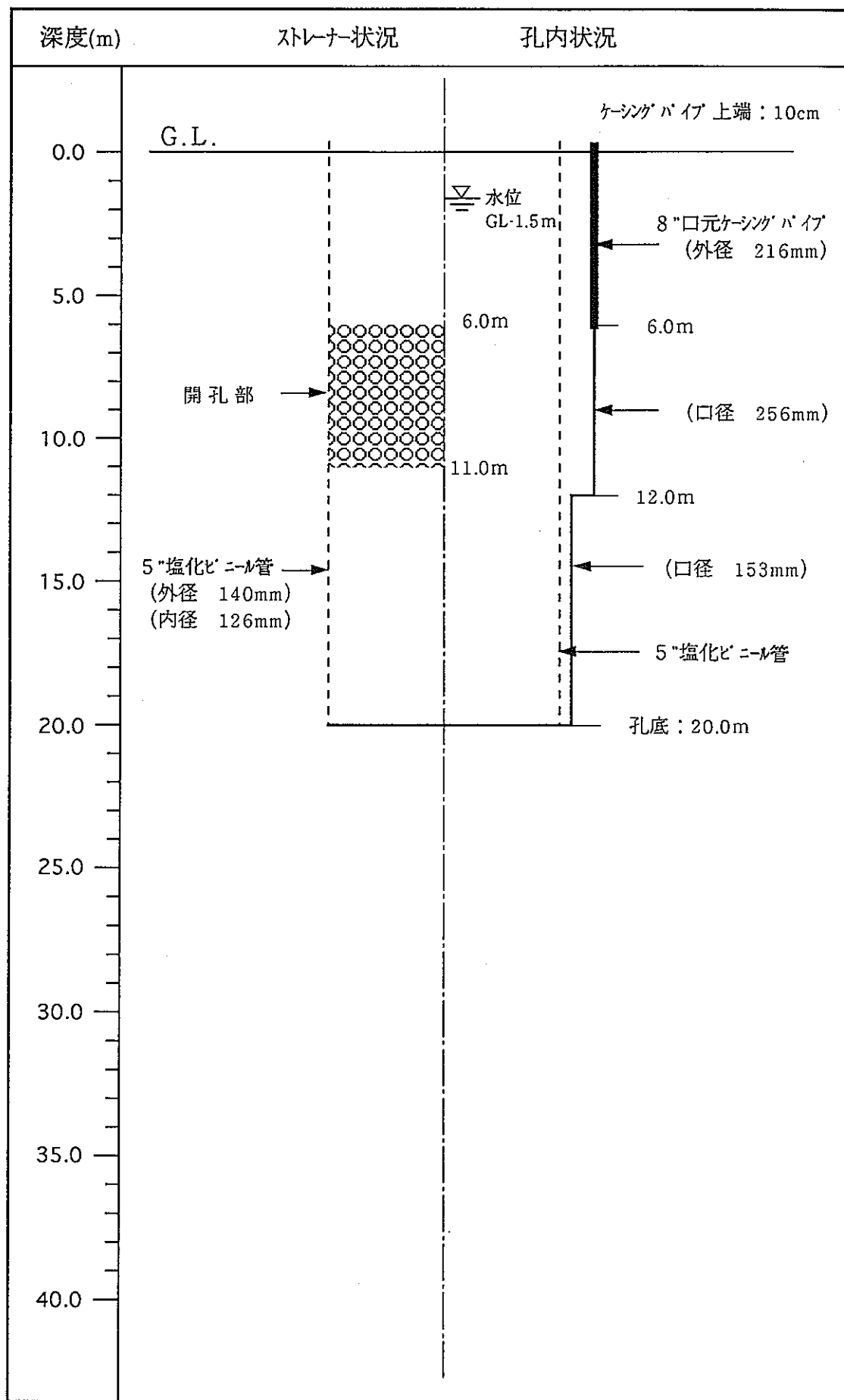


図3.20 MC-27号孔 孔内状況図

孔名：MC-28号孔

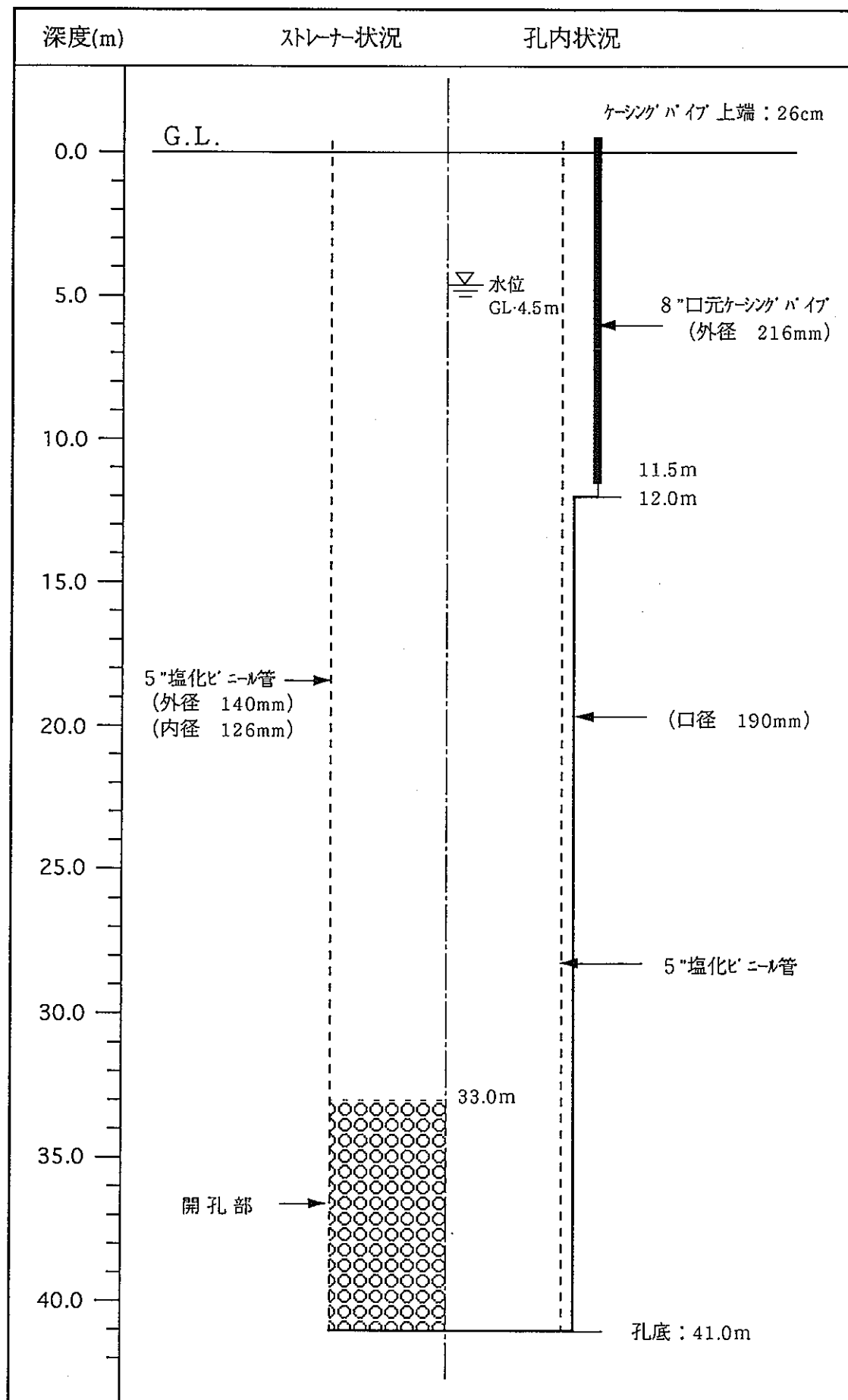


図3.21 MC-28号孔 孔内状況図

孔名：MC-29号孔

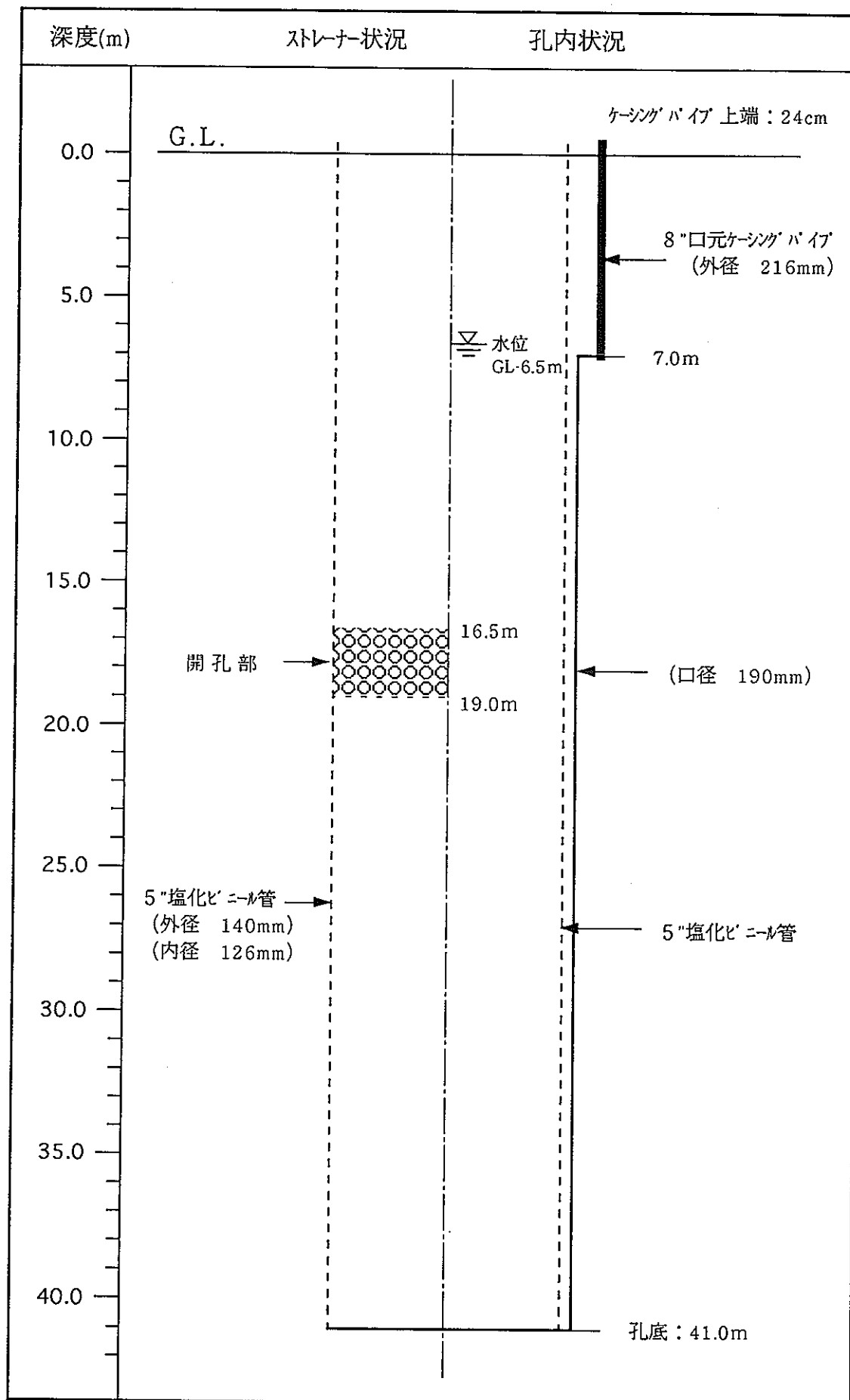


図3.22 MC-29号孔 孔内状況図

孔名：MC-30号孔

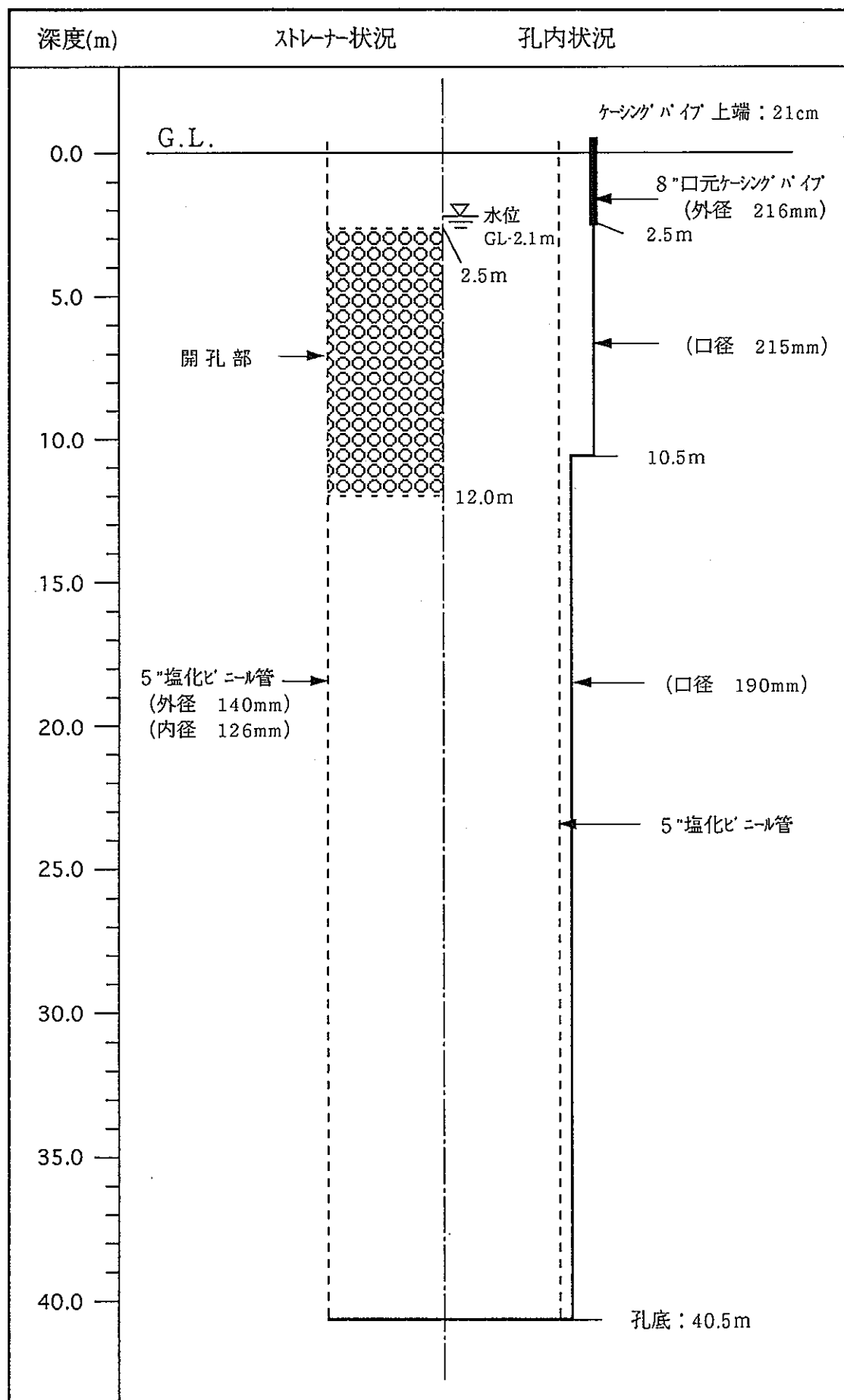


図3.23 MC-30号孔 孔内状況図

深度(m)

スレーナ状況

孔内状況

G.L.

ケシングパイプ 上端: 18cm

8"口元ケシングパイプ (外径 216mm)

3.4m

水位 GL-3.2m

(口径 153mm)

5"塩化ビニール管 (外径 140mm) (内径 126mm)

5"塩化ビニール管

開孔部

48.0m

56.0m

孔底: 60.0m

- 42 -

孔名：MC-32号孔

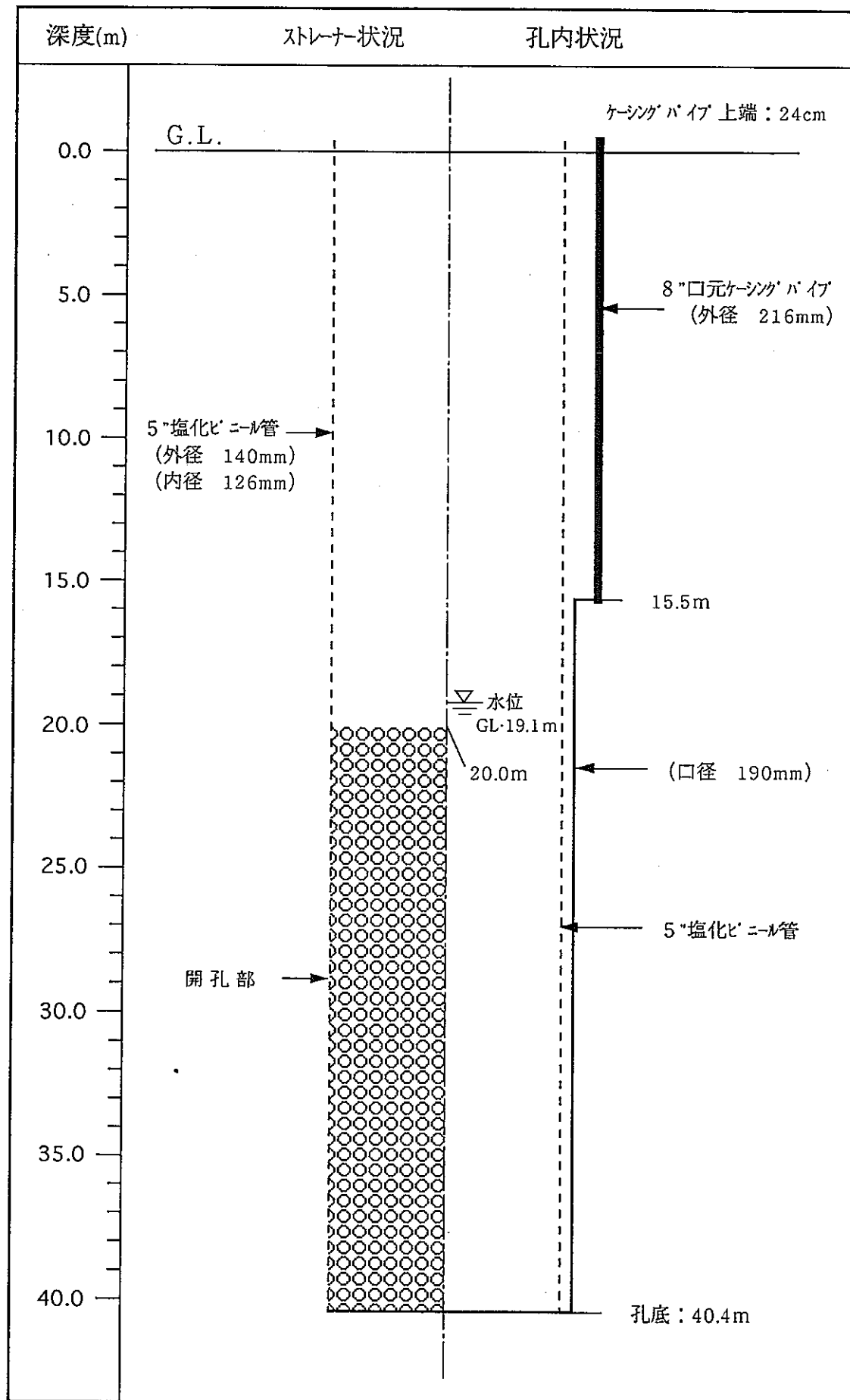


図3.25 MC-32号孔 孔内状況図

孔名：MC-33号孔

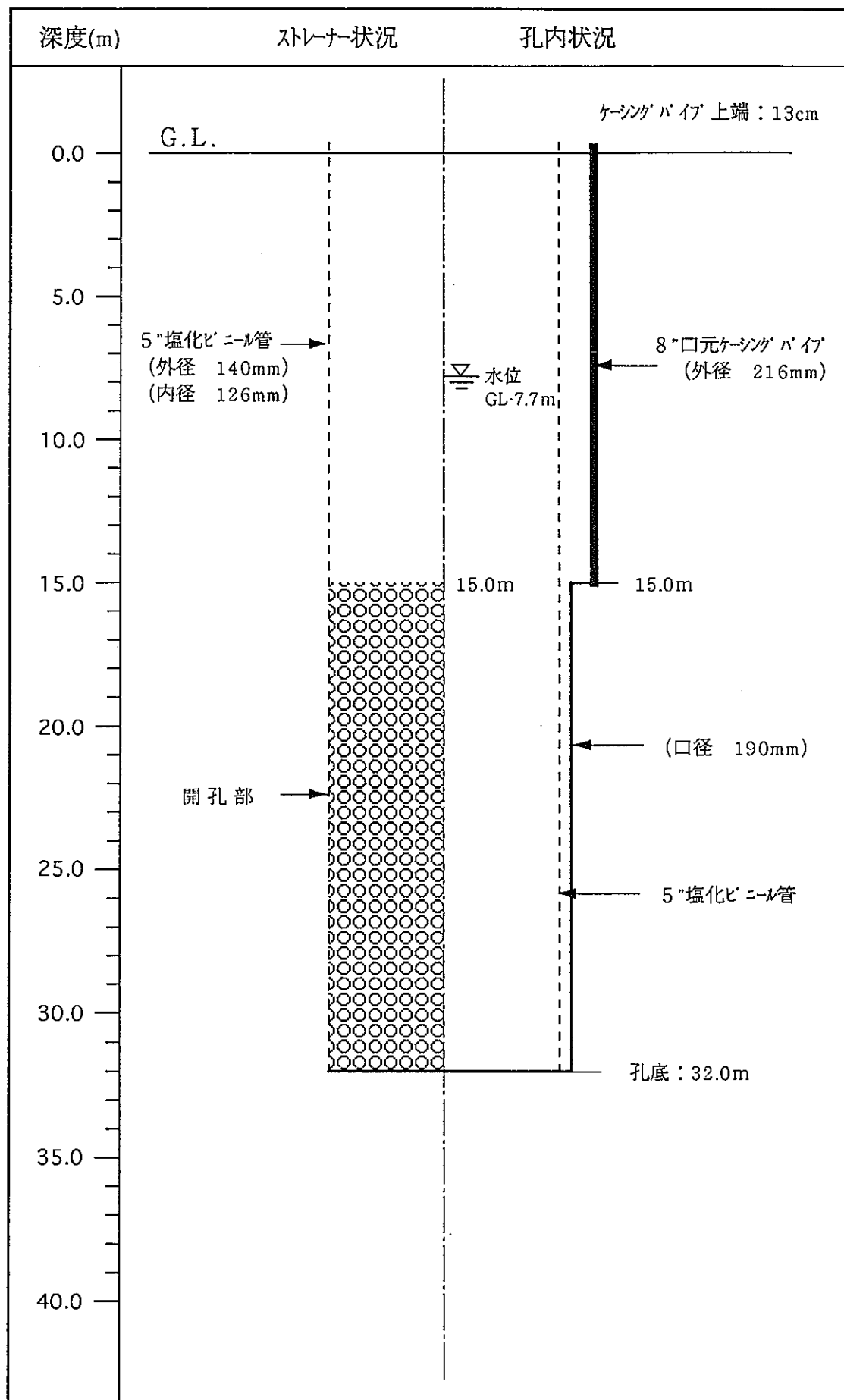


図3.26 MC-33号孔 孔内状況図

孔名：MC-34号孔

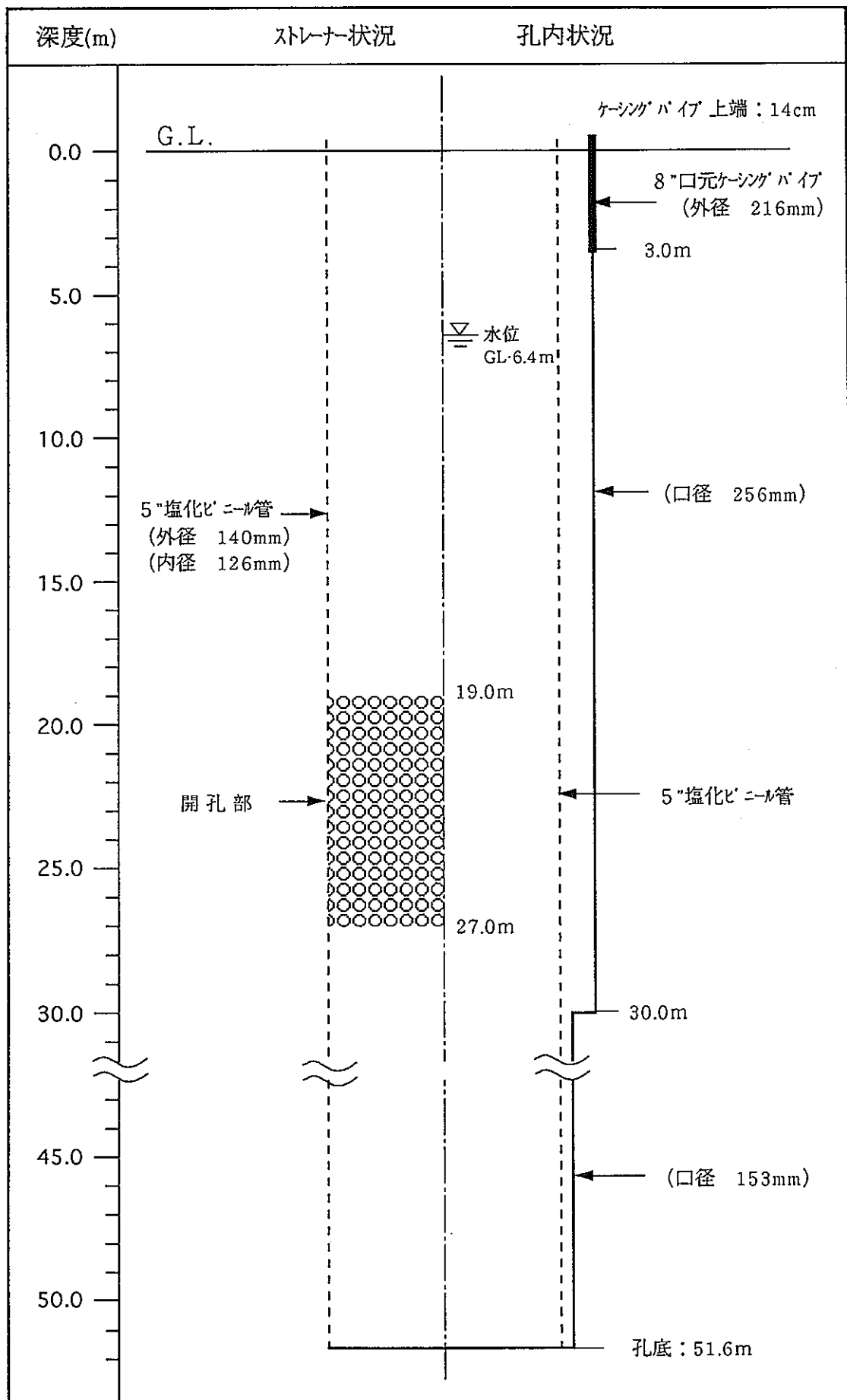


図3.27 MC-34号孔 孔内状況図

4. 帯水層の把握

4.1. 地質および電気検層

本調査では、表層部における水理特性を把握するという目的のため、各試錐孔について揚水試験および水位回復試験を実施し、透水係数（透水量係数）の算出を行う。これらの試験は、試験区間に開孔部（ストレーナー）を設けた塩化ビニール管を試錐孔に設置して実施する。試験区間は帯水層の位置に応じて設定し、帯水層は地質分布と電気検層の結果を合わせて検討する。

掘削において採取された岩芯およびスライムの観察により地質柱状図を作成し、地表下での地質分布を明らかにした。電気検層では孔壁付近の地層の比抵抗値を測定し、比抵抗値およびその変化から地層の分布状況や地下水の賦存状態を推定する。

地質柱状図と電気検層結果を本章末に図4.1～図4.27として示す。

なお、電気検層の使用機械は次のとおりである。

検層器：McOHM-EL（Model-2119）（応用地質社製）

Geologer3030（応用地質社製）：MC-27、MC-29、MC-30にて使用

検層項目：比抵抗（ノルマル法）、自然電位

電極間隔：25cm、50cm、100cm（柱状図では順に $\rho 1$ 、 $\rho 2$ 、 $\rho 3$ と表示される）

測定間隔：5cm

4.2. 帯水層の推定

図4.1から図4.27に示した地質柱状図および電気検層の結果、さらには掘削時の湧水状況などを総合的に検討して帯水層を推定した。この帯水層の位置から揚水試験および水位回復試験の試験区間を設定した。

平岩地区

(1) MC-8号孔

土岐夾炭累層の砂岩や含礫砂岩が堆積し、GL-13.1mで基盤の花崗岩となる。不透水層である花崗岩との不整合面直上には、良透水性の礫岩（土岐夾炭累層の基底礫岩）が堆積し、良好な帯水層になりうると考えられた。電気検層の結果からも、 $10\Omega\cdot m$ 程度であった比抵抗値が、GL-9.0～12.5mでは $40\sim 60\Omega\cdot m$ と大きく変化しており、地下水の賦存が推定された。ストレーナー区間（試験区間）はGL-9.0～12.5mとした。

(2) MC-9号孔

孔底まで土岐夾炭累層の砂岩（一部で含礫）が堆積しており、帯水層になると考えられる層序は認められない。また、電気検層でも $10\ \Omega\cdot\text{m}$ 程度の低い比抵抗値を示し、その変化も少なく地下水の賦存は期待できない。掘削時にもほとんど湧水はなく、ストレーナー区間は全孔（GL-6.0m～孔底）とした。

(3) MC-10号孔

明世累層がGL-11.5mまで分布し、以深は土岐夾炭累層が堆積する。GL-8.0～11.5mとGL-23.0～24.5mでは礫岩が分布し、その他は主に細粒～中粒の砂岩よりなる。電気検層では、土岐夾炭累層砂岩部の比抵抗値は $10\sim 20\ \Omega\cdot\text{m}$ の低い値を示し、透水性が小さいと考えられる。その上位の明世累層の礫岩部では比抵抗値が大きく変化しており、帯水層になっているものと推定された。なお、土岐夾炭累層中の礫岩は比抵抗値の変化が小さく、ストレーナー区間はGL-7.0～11.0mとした。

(4) MC-11号孔

孔口から基盤の花崗岩が分布する。GL-9m付近まではマサ化しており、さらにGL-12m付近までは風化が著しい。電気検層の結果もこれを示唆しており、GL-13.0m以深では $400\ \Omega\cdot\text{m}$ の比抵抗値であるのに対し、浅部では $100\ \Omega\cdot\text{m}$ と低い値をとる。花崗岩風化部での帯水を期待するが、本孔は揚水試験を実施していない。

(5) MC-12号孔

地表踏査から、孔口ではわずかに瀬戸層群が分布する可能性があるが、表土の堆積を抜けると花崗岩が分布している。花崗岩はGL-5.3mまではマサ化し、GL-19m付近まで裂が多く認められる。電気検層でも、GL-19m以深の比抵抗値は $600\sim 1\ \text{k}\ \Omega\cdot\text{m}$ の高い値を示し新鮮な岩体を示唆するのにに対し、GL-19mまでは $200\ \Omega\cdot\text{m}$ 程度で風化して脆弱な岩相であることを示している。推定される帯水構造は花崗岩の風化部であるが、掘削時に湧水は確認されていない。ストレーナー区間は花崗岩風化部のGL-3.0～19.0mとした。

(6) MC-13号孔

GL-9mまで土岐夾炭累層が堆積し、最下部の1m程度が基底礫岩層である。下位には基盤の花崗岩が分布するが、GL-18m付近まで風化している。不透水層である新鮮な花崗岩の上位の風化部および礫岩層は帯水層になりうると考えられるが、掘削時に湧水が全く確認できず、ストレーナー区間は全孔（GL-6.0m～孔底）とした。

(7) MC-14号孔

GL-4 mまで瀬戸層群の砂礫岩、GL-4～11 m付近まで明世累層が分布し、以深は基盤の花崗岩となる。明世累層の基底部 (GL-9.0～11.0 m) には礫岩が堆積し、電気検層の結果も比抵抗値が $200 \Omega \cdot m$ まで大きく変化しており帯水層となる可能性が示唆された。また、花崗岩の上部はGL-18 mまで風化 (マサ化) しており、この区間を含めたGL-9.0～18.0 mをストレーナー区間とした。

(8) MC-15号孔

GL-42 mまで土岐夾炭累層の砂岩が堆積する。細礫を含む層序が時折見られるが、岩相の変化は少なく、電気検層でも礫質の部分を除いて $20 \Omega \cdot m$ 以下の低い比抵抗値で安定しており、地下水賦存の徴候は認められない。ストレーナー区間は、基盤の花崗岩に達するまでのGL-6.0～42.0 mとした。

(9) MC-16号孔

孔底まで土岐夾炭累層の砂岩、炭質砂岩が分布し、しばしば礫質となる。電気検層では、 $10 \Omega \cdot m$ 程度の低い比抵抗値を示し、礫質部で若干の比抵抗値の変化が認められる。この中で、GL-27.0～29.0 mとGL-47.0～50.0 mでは、比較的大きな比抵抗値の変化を示し、礫岩が分布している。これらの礫岩層が帯水層になりうると考えられるが、掘削時の状況では下位の礫岩層に湧水が多く、層厚も大きいことからGL-47.0～50.0 mをストレーナー区間とした。

(10) MC-17号孔

本孔は花崗岩と凝灰質砂岩のスライムが繰り返して採取されることから、土岐夾炭累層基底部の礫岩と考えられる。電気検層の結果は $20 \sim 40 \Omega \cdot m$ 程度の低い比抵抗値を示すが、所々で $80 \Omega \cdot m$ 程度まで変化しており、このような場所で帯水層になり得ると考えられた。しかし、掘削時にほとんど湧水が認められず、ストレーナー区間は全孔 (GL-5.0 m～孔底) とした。

(11) MC-18号孔

孔底まで土岐夾炭累層の砂岩よりなる。地質的に帯水層となり得る層序が認められず、電気検層の結果も $10 \Omega \cdot m$ 程度の低い比抵抗値を示してほとんど変化せず、帯水層の存在は期待できない。ストレーナー区間は全孔 (GL-5.0 m～孔底) とした。

(12) MC-19号孔

GL-23 mまで土岐夾炭累層の砂岩よりなり、5 m程度の基底礫岩が堆積して、GL-28 mよ

り基盤の花崗岩となる。地質的には、土岐夾炭累層の基底礫岩が良好な帯水層になるものと考えられ、電気検層の結果より、ストレーナー区間をGL-23.0～26.0mとした。

(13) MC-20号孔

土岐夾炭累層がGL-37.4mまで砂岩を主体に堆積するが、GL-15mまでは細礫を多く含む。GL-37.4mで基盤の花崗岩に達するが、土岐夾炭累層の基底部には礫岩を欠いている。細礫を多く含む層序が帯水層として期待され、掘削時の湧水状況よりGL-12.5～15.5mをストレーナー区間とした。

松野地区

(14) MC-21号孔

GL-6mまで瀬戸層群の砂礫岩が堆積し、以深は基盤の花崗岩となる。不透水層となる花崗岩を透水性の良い砂礫岩が直接覆っており、砂礫岩層は良好な帯水層を形成するものと推定される。電気検層では花崗岩内部にも割れ目の存在を示唆する変化が認められるが、ストレーナー区間は砂礫岩層中のGL-1.0～6.0mとした。

(15) MC-22号孔

MC-21号孔同様、基盤の花崗岩を瀬戸層群の砂礫岩が直接覆っている。ストレーナー区間は砂礫岩層中のGL-1.0～6.0mとした。

(16) MC-23号孔

MC-21号孔、MC-22号孔と同様、基盤の花崗岩を瀬戸層群の砂礫岩が直接覆っている。ストレーナー区間は表土の部分を除き、GL-3.0～6.2mとした。

(17) MC-24号孔

GL-10.5m付近で基盤の花崗岩となる。その上位には可児夾炭累層（土岐夾炭累層に対比される）が堆積する。不整合直上のGL-6.0～10.5mには基底礫岩があり、帯水層となる可能性が高いと考えられた。電気検層では、 $10\Omega\cdot m$ 以下の低い比抵抗値でほとんど変化しないが、GL-8m付近より大きな変化を示す。礫岩層中で花崗岩の巨礫を含む部分を除いたGL-9.5～11.0mをストレーナー区間とした。

社別当地区

(18) MC-25号孔

瀬戸層群の砂礫岩がGL-20mまで厚く堆積し、その下位には1～2mの粘土層が分布する。粘土層の下位は、土岐夾炭累層と推定される凝灰質の砂岩となるが、しばしばシルト

層を挟む。本孔は孔内崩壊が著しく、連続して電気検層が実施できず、比抵抗値の変化を検討できないが、掘削時の湧水状況から粘土層より下位のGL-21.0～25.0mをストレーナー区間とした。

(19) MC-26号孔

瀬戸層群がGL-8.3mまで分布しており、その下部のGL-7～8.3mは粘土層となる。基盤の花崗岩にはGL-15mで達し、瀬戸層群と花崗岩の間には土岐夾炭累層と推定される凝灰質砂岩が堆積するが、基底部に礫岩は存在しない。難透水性の粘土層の上位に、砂礫岩が堆積しており、この砂礫岩層が良好な帯水層になると推定された。電気検層では、GL-8.0m以深では花崗岩に達するまで $10\Omega\cdot m$ 以下の低い比抵抗値を示し、帯水層は期待できない。したがって、ストレーナー区間はGL-3.0～8.0mとした。

(20) MC-27号孔

GL-11.0mまで瀬戸層群砂礫岩が堆積し、直接基盤の花崗岩を覆う。不透水層である花崗岩の上に透水性に富む砂礫岩が堆積しており、この砂礫岩層が帯水層になると推定された。電気検層では、砂礫岩層の中でもGL-6.0m付近より比抵抗値が大きくなり、基盤に達するGL-11.0mまで傾向が続く。したがって、ストレーナー区間はGL-6.0～11.0mとした。

白倉地区

(21) MC-28号孔

孔底まで土岐夾炭累層の凝灰質砂岩や炭質砂岩が堆積し、GL-34m付近より粗粒化して礫質となる。電気検層では、全般に $10\Omega\cdot m$ 以下の低い比抵抗値を示し、透水性に乏しい地層と推定された。GL-33.0以深の礫質部分では若干の比抵抗値の変化が認められる。この層序での帯水を期待し、ストレーナー区間はGL-33.0m～孔底とした。

(22) MC-29号孔

主に土岐夾炭累層の凝灰質砂岩よりなり、GL-14.0～18.0mとGL-37.0～40.0mでは粗粒砂岩となり礫を含む。電気検層でも、粗粒砂岩の位置で $30\sim 40\Omega\cdot m$ 程度まで比抵抗値が大きくなる以外は、 $10\Omega\cdot m$ 程度の低い値を示す。上部の粗粒砂岩は、その下位に難透水性のシルト岩が6mほど堆積しており、良好な帯水層を形成していると推定された。このため、ストレーナー区間は電気検層により比抵抗値の変化が見られるGL-16.5～19.0mとした。

(23) MC-30号孔

GL-12.0mまで明世累層の礫岩が堆積し、その下位は孔底まで土岐夾炭累層の砂岩が分布する。明世累層の礫岩では、比抵抗値が大きく変化し、地下水の賦存が示唆されるが、土岐夾炭累層の砂岩では、 $10\Omega\cdot m$ 程度の低い比抵抗値で変化しない。ストレーナー区間はGL-2.5~12.0mとした。

(24) MC-31号孔

土岐夾炭累層の砂岩、炭質砂岩が孔底まで分布する。電気検層でも全般に $10\Omega\cdot m$ 以下の低い比抵抗値を示している。比抵抗値が若干変化する位置は、粗粒部あるいは礫質部に相当する。このような位置で帯水が期待されるが、比較的变化の程度が大きいGL-48.0~56.0mにストレーナー区間を設定した。

社別当地区

(25) MC-32号孔

GL-13.0~18.5mに粘土層が堆積し、その上位は崖錐堆積物と瀬戸層群の砂礫岩、下位は中・古生層が分布すると推定される。電気検層では岩相を反映して高い比抵抗値を示す。難透水性である粘土層の上位に堆積する砂礫岩に地下水が胚胎すると考えられるが、掘削時には全く湧水が認められなかった。粘土層での孔内崩壊が著しいことから、GL-20.0mまでをケーシングにより保孔し、ストレーナー区間はGL-20.0m~孔底とした。

(26) MC-33号孔

MC-32号孔と同様な地質状況で、GL-7.0~12.0mに粘土層が堆積し、その上位に瀬戸層群の砂礫岩、下位には中・古生層が分布すると推定される。孔内崩壊が著しく電気検層が連続して実施できない状況であったが、掘削時には湧水が認められず、崩壊の著しいGL-15.0mまでをケーシングにより保孔し、ストレーナー区間はGL-15.0m~孔底とした。

(27) MC-34号孔

GL-30.8~33.7mに粘土層が堆積し、その上位には崖錐性堆積物と瀬戸層群の砂礫岩が分布する。また、粘土層の下位には、破碎された中・古生層が分布しており破碎帯となっていると推定される。この破碎帯は粘土質であり地下水の賦存は期待できない。電気検層でも $150\Omega\cdot m$ 程度の比抵抗値で変化に乏しい。このため、ストレーナー区間は粘土層直上での帯水を期待し、比抵抗値の変化が大きいGL-19.0~27.0mの区間とした。

本調査において実施した電気検層の結果より、測定された比抵抗値の範囲を地層別および岩相別にまとめて表4.1に示す。

表4.1 地層および岩相別の比抵抗値の範囲

地層名		岩相	比抵抗値 (Ω・m)		備考
			0	100	200
瀬戸層群		粘土層			社別当地区では測定区間が短い、5～10Ω・mの値を示す。
		砂礫岩			変動が大きい。 最大で800Ω・mのピークを示す。
明世累層		砂岩			土岐夾炭累層の砂岩と比べ変動が大きい。
		礫岩			帯水層となる。変動が大きい。
土岐夾炭累層	上部層	砂岩			上部層と下部層で大きな差はない。 砂岩部の比抵抗値は、 細～中粒部：5～10Ω・m程度 粗粒部：10～20Ω・m程度 含礫部分では30～40Ω・mのピークが認められる。 礫岩部では変動が大きく、100～200Ω・mのピークが認められる。
		礫岩			
	下部層	砂岩			
		礫岩			
岩石・岩相名			比抵抗値 (Ω・m)		備考
			0	1 k	2 k
花崗岩	風化部			堆積岩の比抵抗値に近い値をとる。 健岩部に向け徐々に大きな値となる。 深部ほど大きな値となる。	
	健岩部				
中・古生層				MC-34号孔の破砕帯と推定される部分の比抵抗値。	
				MC-32号孔での比抵抗値。	
崖錐堆積物				変動が大きい。中・古生層の角礫を主体とするため大きな値となる。	

孔名： MC-8号孔

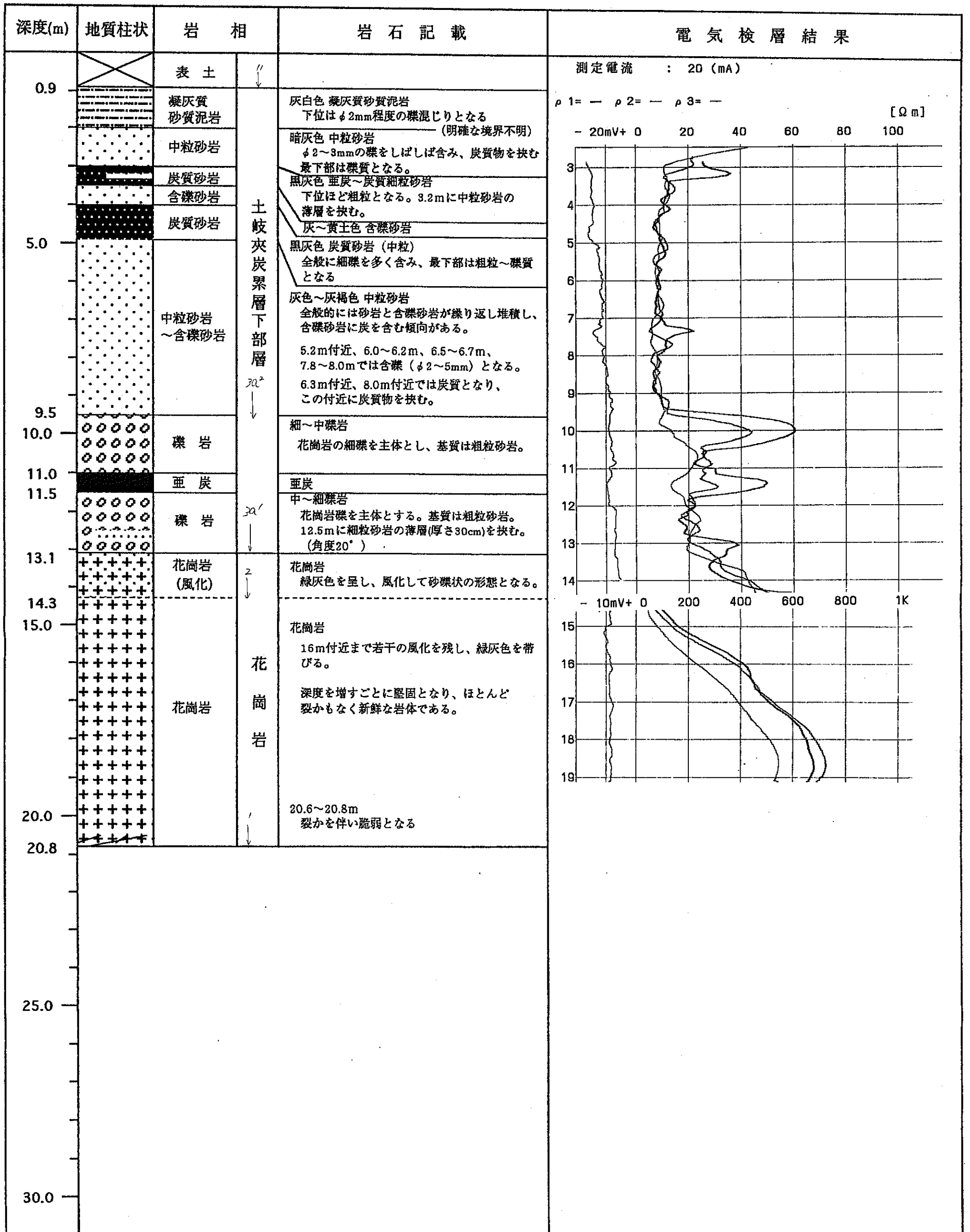


図4.1 MC-8号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

この頁は PDF 化されていません。
内容の閲覧が必要な場合は、技術資料管理
担当箇所を参照して下さい。

孔名： MC-10号孔

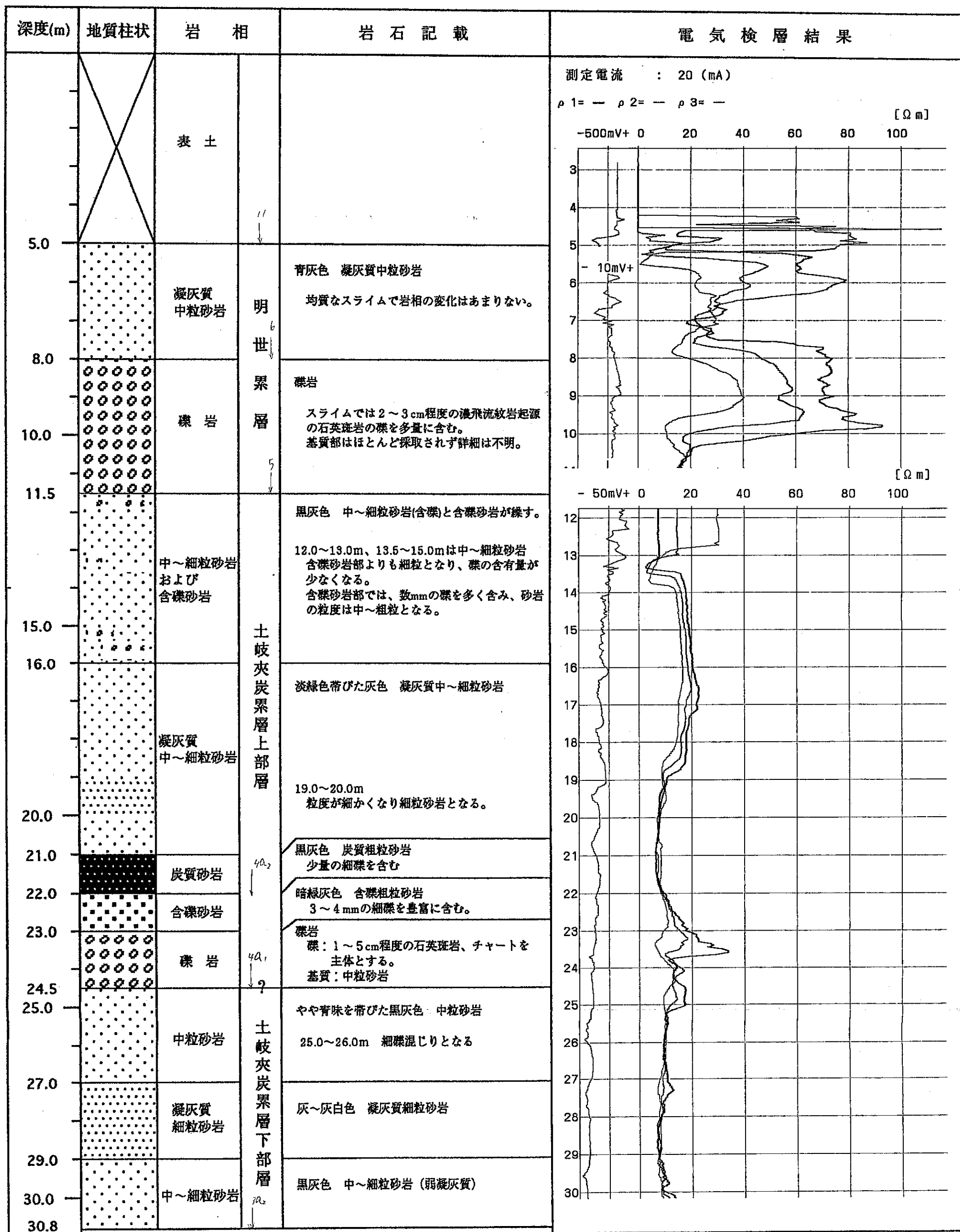


図4.3 MC-10号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名: MC-11号孔

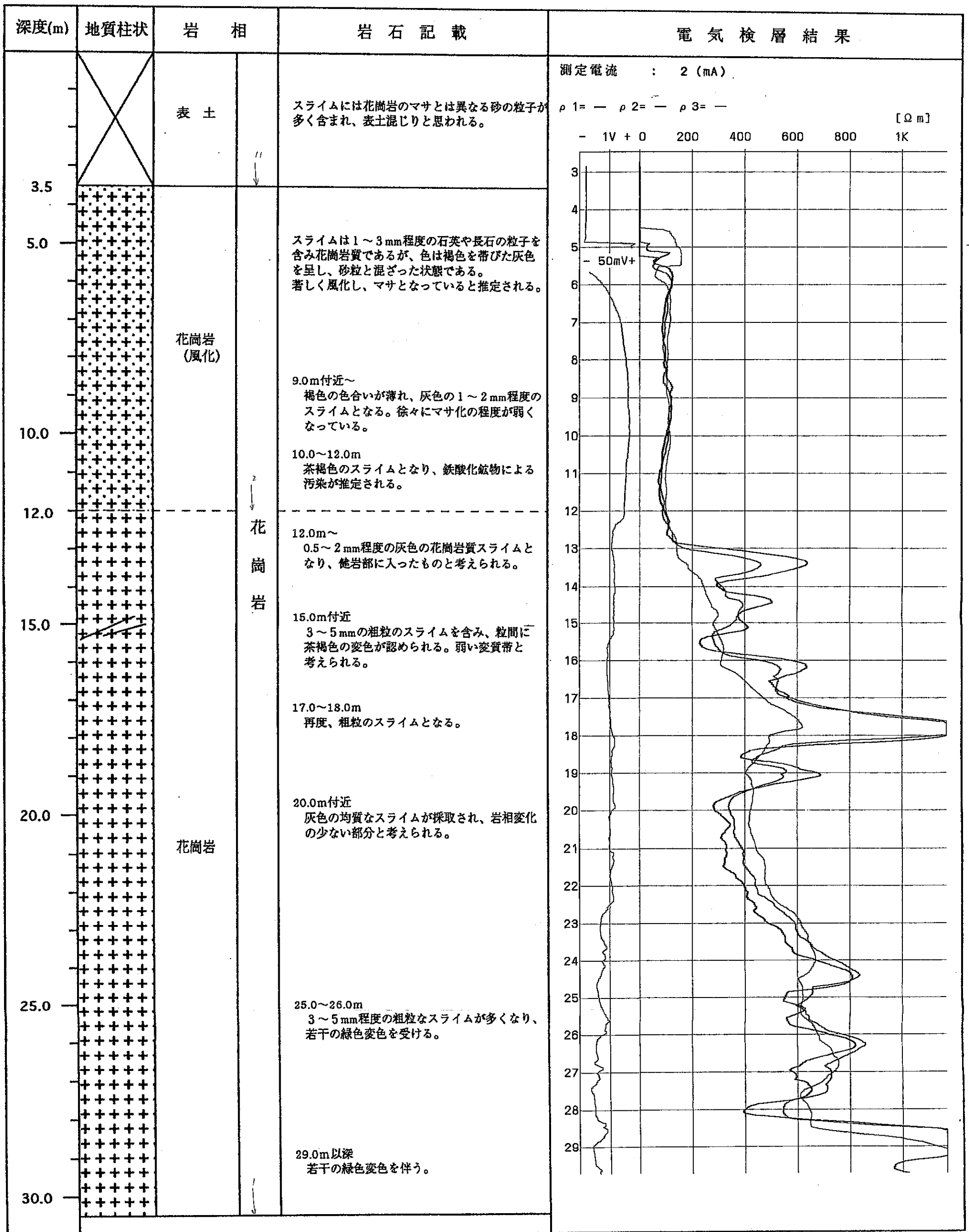


図4.4 MC-11号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名: MC-12号孔

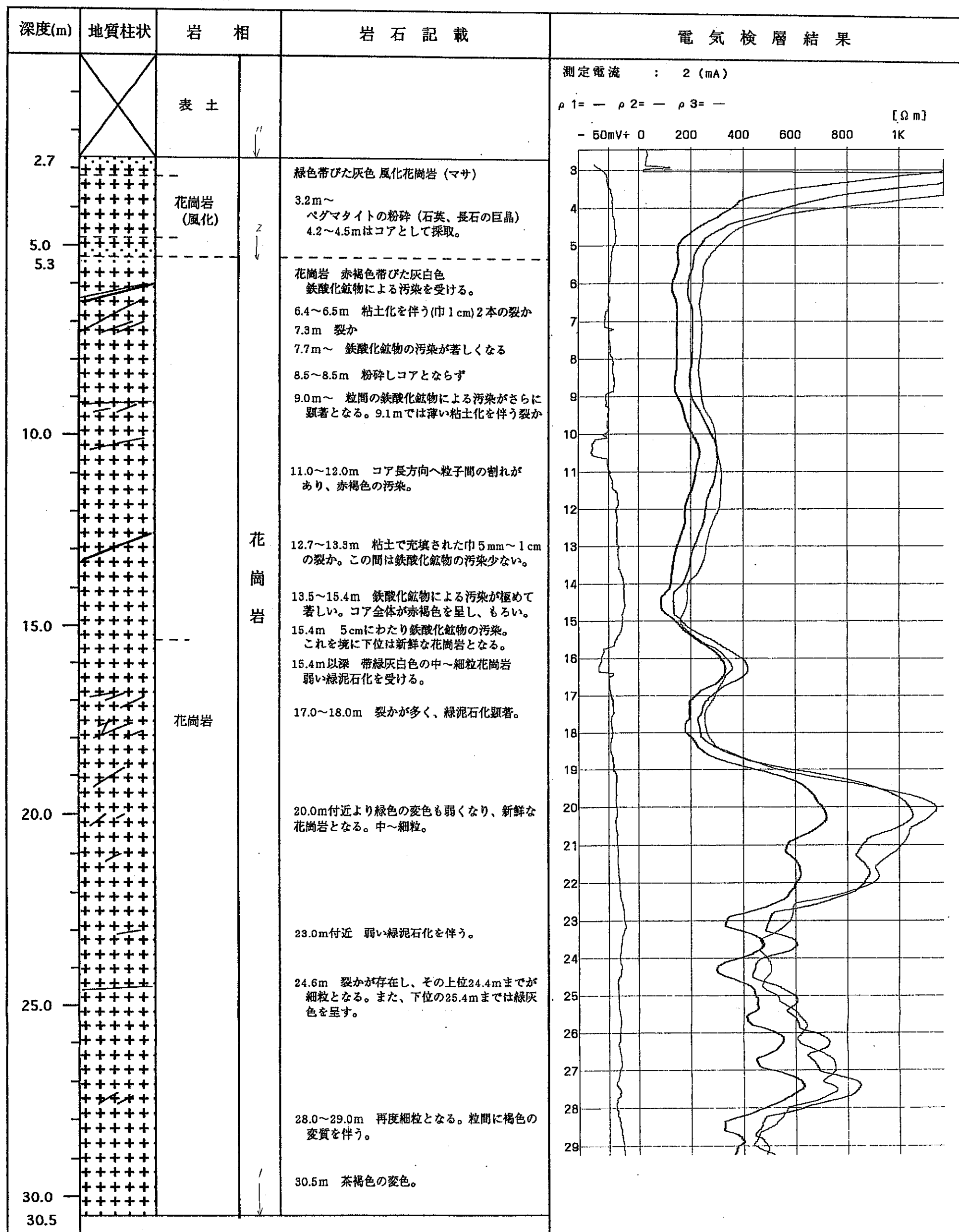


図4.5 MC-12号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名: MC-13号孔

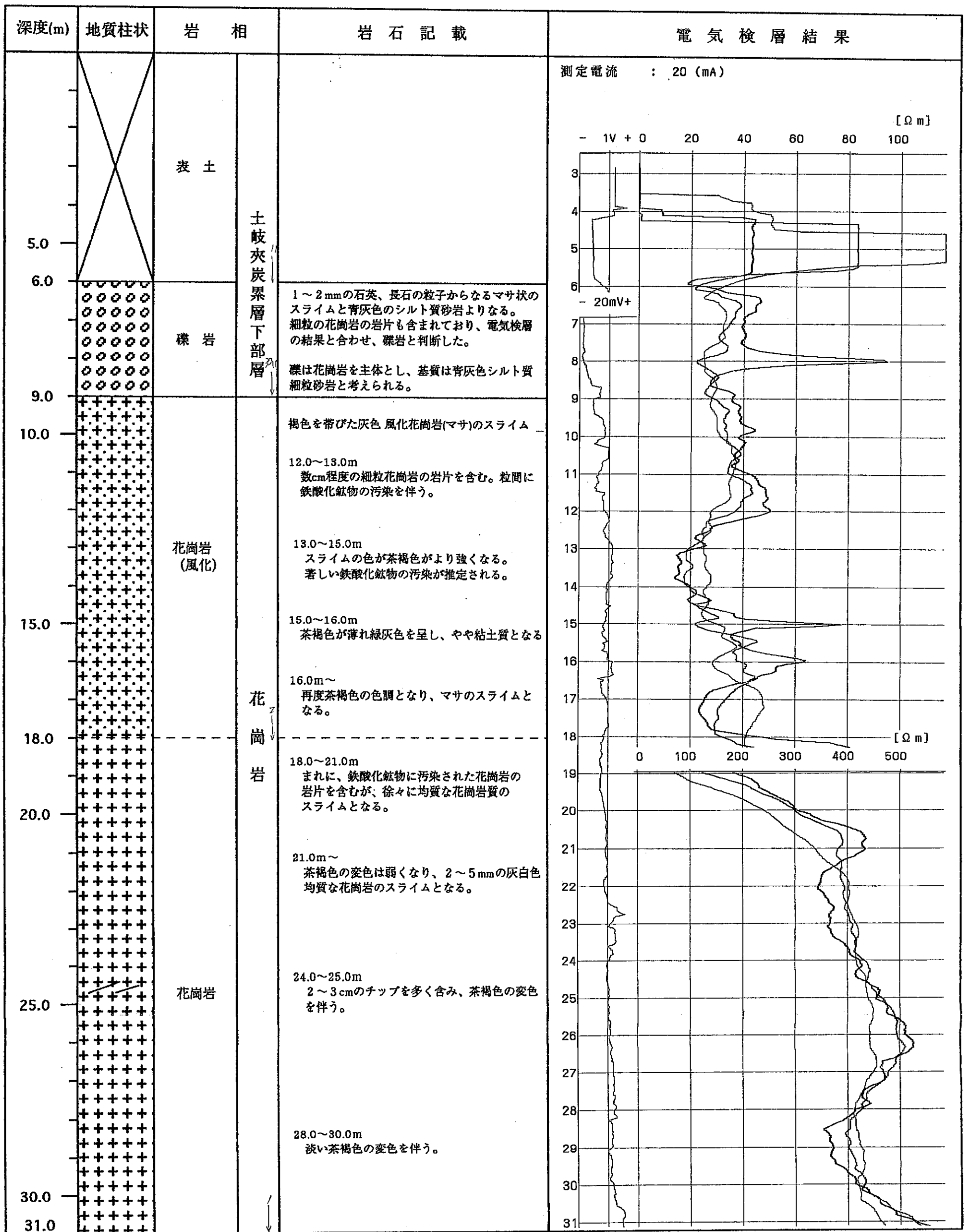


図4.6 MC-13号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名: MC-14号孔

深度(m)	地質柱状	岩相	岩石記載	電気検層結果
				測定電流 : 20 (mA) ρ 1= — ρ 2= — ρ 3= — [Ω m] -500mV+ 0 40 80 120 160 200
4.0		砂礫岩	瀬戸層群 砂礫岩 礫は1~2cmのチャート、石英斑岩。鉄酸化鉱物により膠結された花崗岩質砂岩、凝灰質砂岩を含む。 基質は茶褐色の中粒砂岩(粘土質)。	
5.0		中粒砂岩	明世累層 淡緑灰色 中粒砂岩 5.0~6.0m 粒度がやや大きくなるが、全般に粘土質。	
6.0		礫岩	礫岩 礫は2~4cm(最大6cm)の石英斑岩(濃飛流紋岩起源)、チャートが主体。 基質は青灰色~青緑灰色の凝灰質中粒砂岩。 8.0m~ 礫径がやや大きくなる(3~5cm) 9.0m~ さらに礫径大きくなり、ほとんどが5cm程度となる。スライムの粒も大きく、基質もやや粗粒になっていると推定される。	
11.2		花崗岩(風化)	花崗岩 11.2~13.0m 2~4mmの石英粒、長石粒と青灰色スライムが混在する。上位の礫岩には花崗岩礫は少なく、花崗岩の風化部(マサ)と推定される。 13.0m~ 2~4mmの石英粒、長石粒を主体とした灰色のマサのスライム。 15.0~16.0m 灰色~鉄分を含む赤褐色を呈す花崗岩のスライム。 16.0~17.0m スライムが粗く不均質となる。 石英粒2~3mm、長石粒4~5mm。 18.0~20.0m 灰褐色の2~4mm花崗岩質スライム。 中粒花崗岩の風化と推定される。 19.0m~ 褐色が薄れ、灰色の花崗岩のスライムとなる。 スライムの大きさも1~2mmと均質で、新鮮な花崗岩と推定される。 21.0~22.0m 新鮮な花崗岩スライムに、褐色を帯び風化した花崗岩スライム(粒径も2~5mmと粗い)が混じる。若干の変質が推定される。 24.0~25.0m 再度、スライムの粒径が大きくなり緑褐色を帯びる。 27.0~28.0m 3~5mmと粗粒になり、マサ状を呈す。 色も鉄酸化鉱物による褐色の変色を帯びる。 30.0~30.5m 褐色を帯びた粗粒(3~5mm)のスライム	- 50mV+ 0 100 200 300 400 500 [Ω m]
15.0				
19.0				
20.0				
25.0				
30.0				
30.5				

図4.7 MC-14号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

この頁は PDF 化されていません。
内容の閲覧が必要な場合は、技術資料管理
担当箇所を参照して下さい。

孔名： MC-17号孔

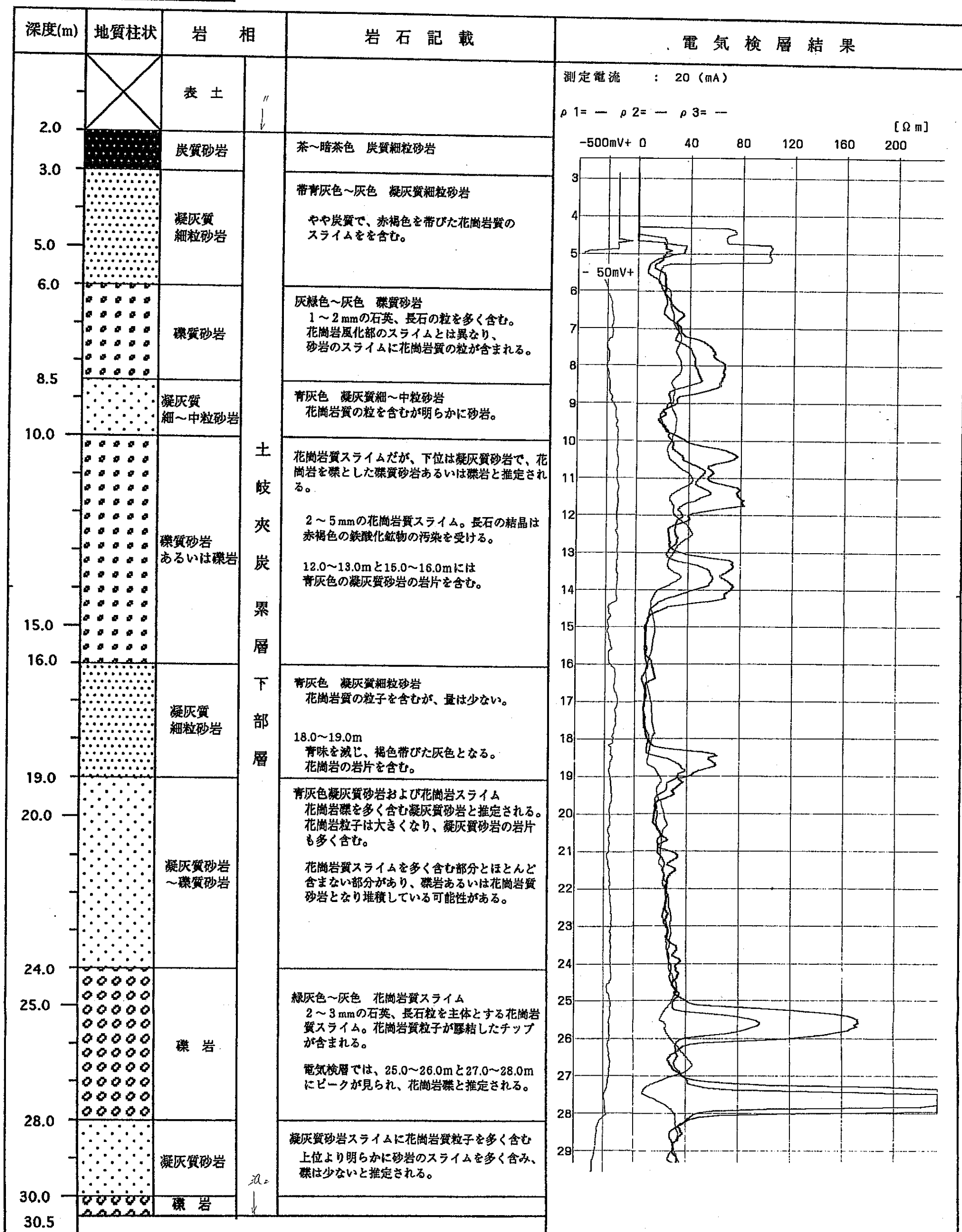


図4.10 MC-17号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名: MC-18号孔

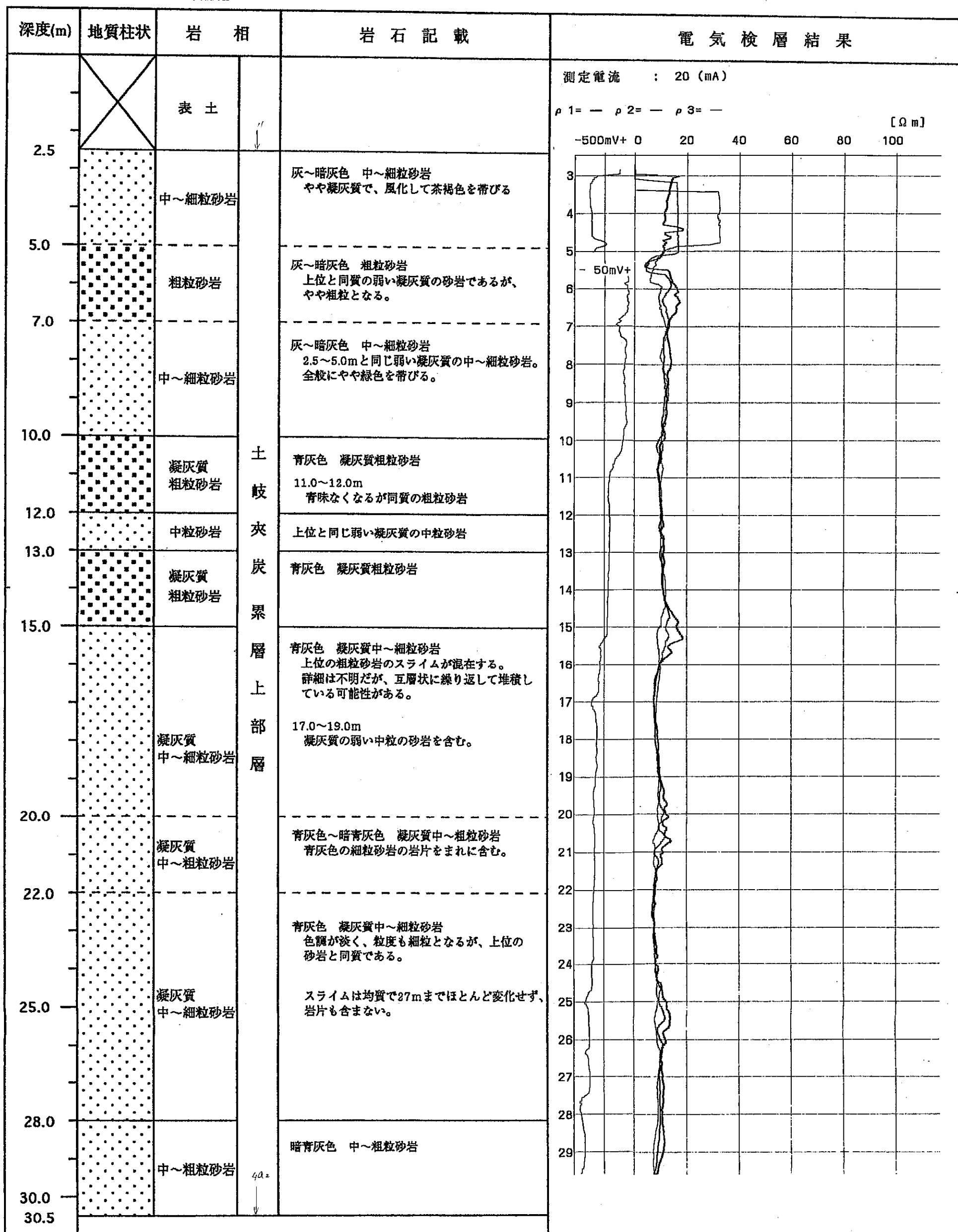


図4.11 MC-18号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名： MC-19号孔

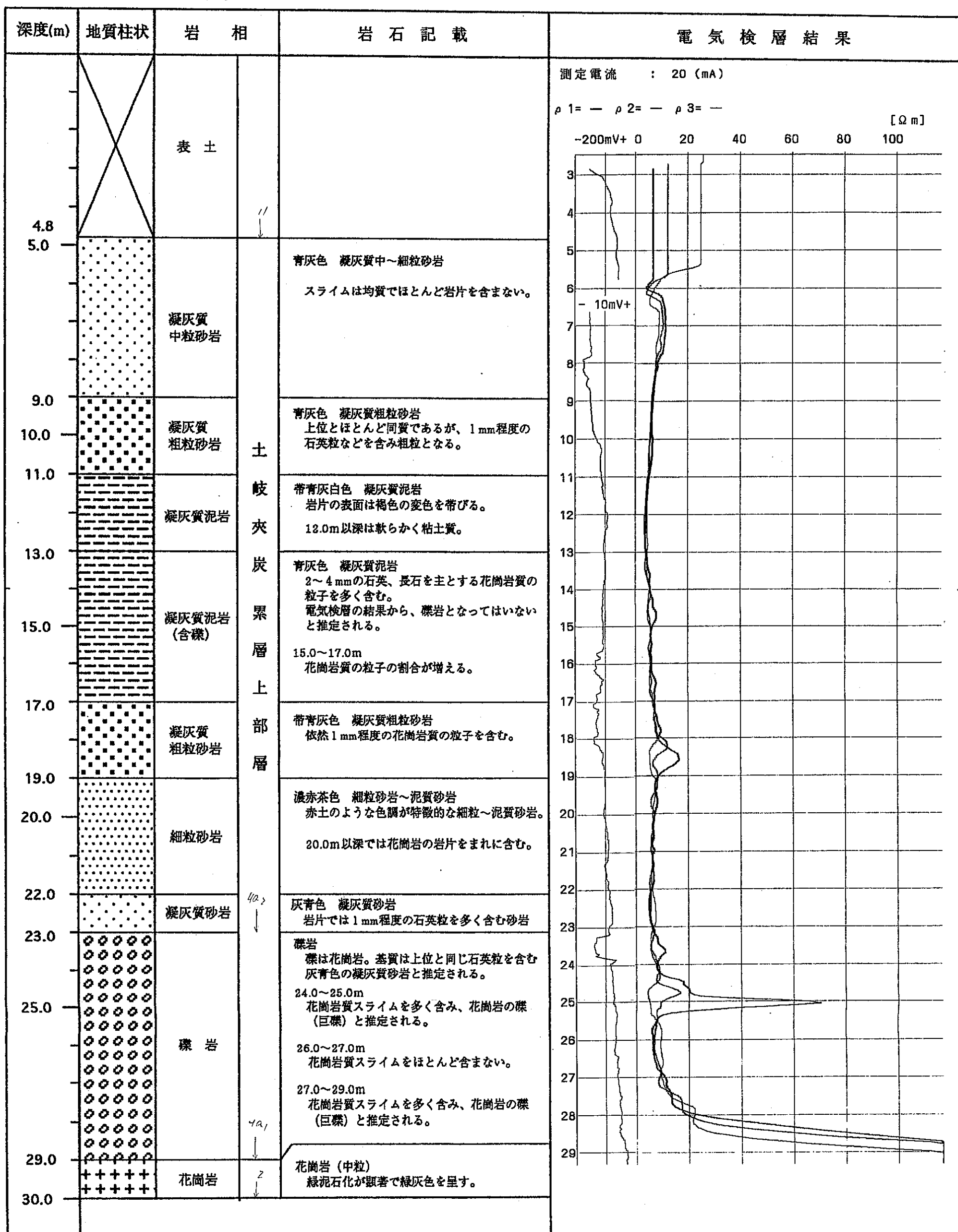


図4.12 MC-19号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

この頁は PDF 化されていません。
内容の閲覧が必要な場合は、技術資料管理
担当箇所を参照して下さい。

孔名: MC-21号孔

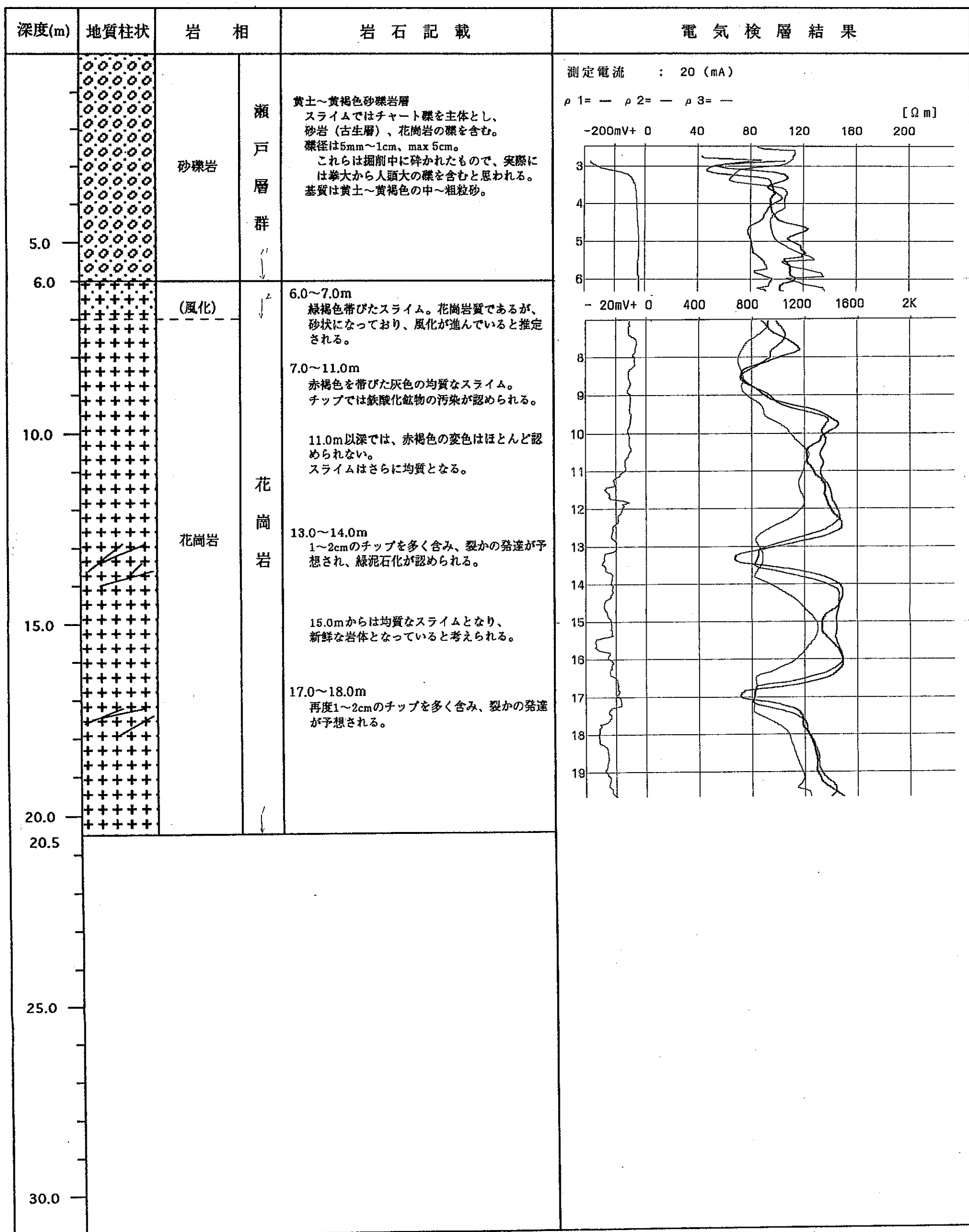


図4.14 MC-21号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名： MC-22号孔

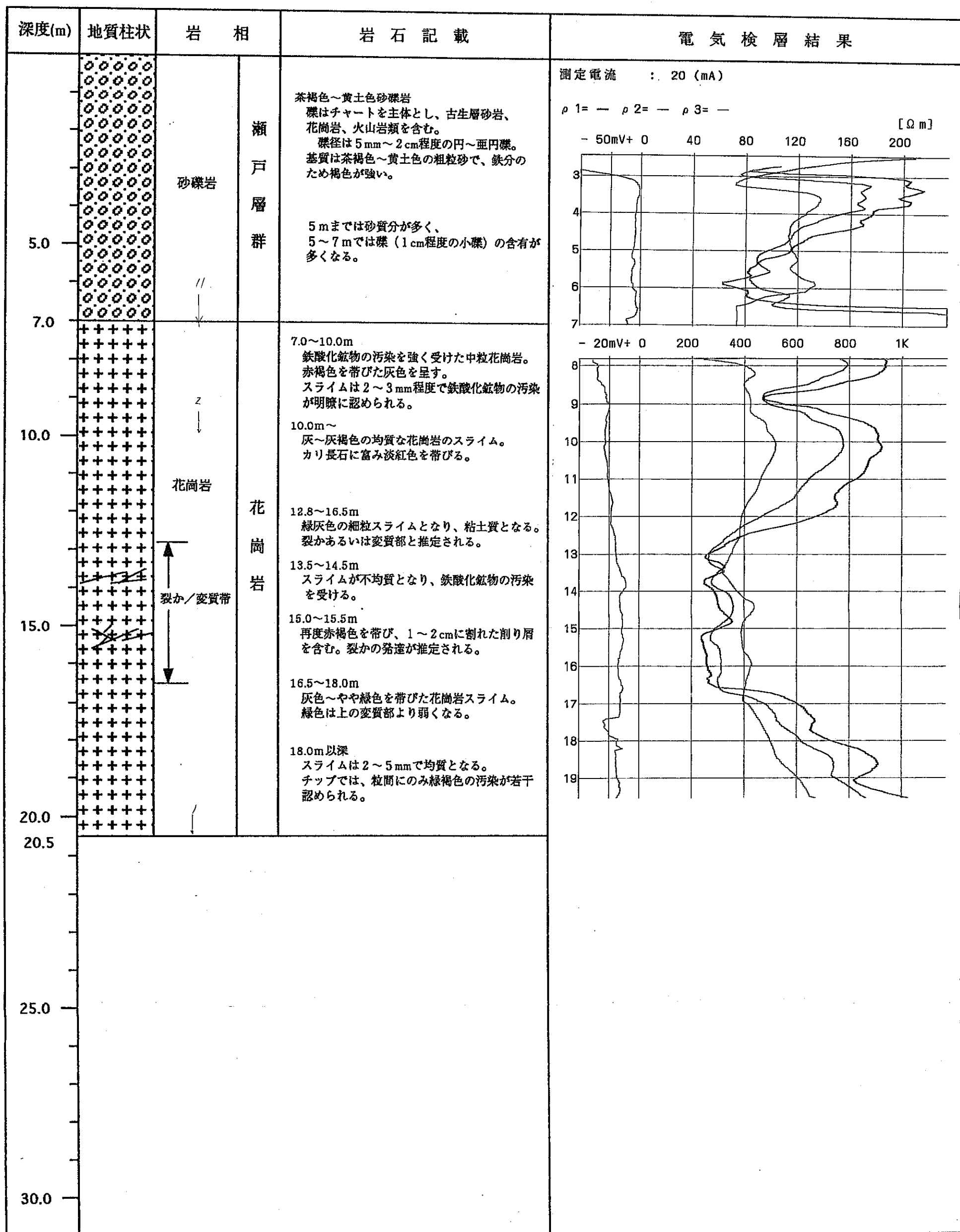


図4.15 MC-22号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名: MC-23号孔

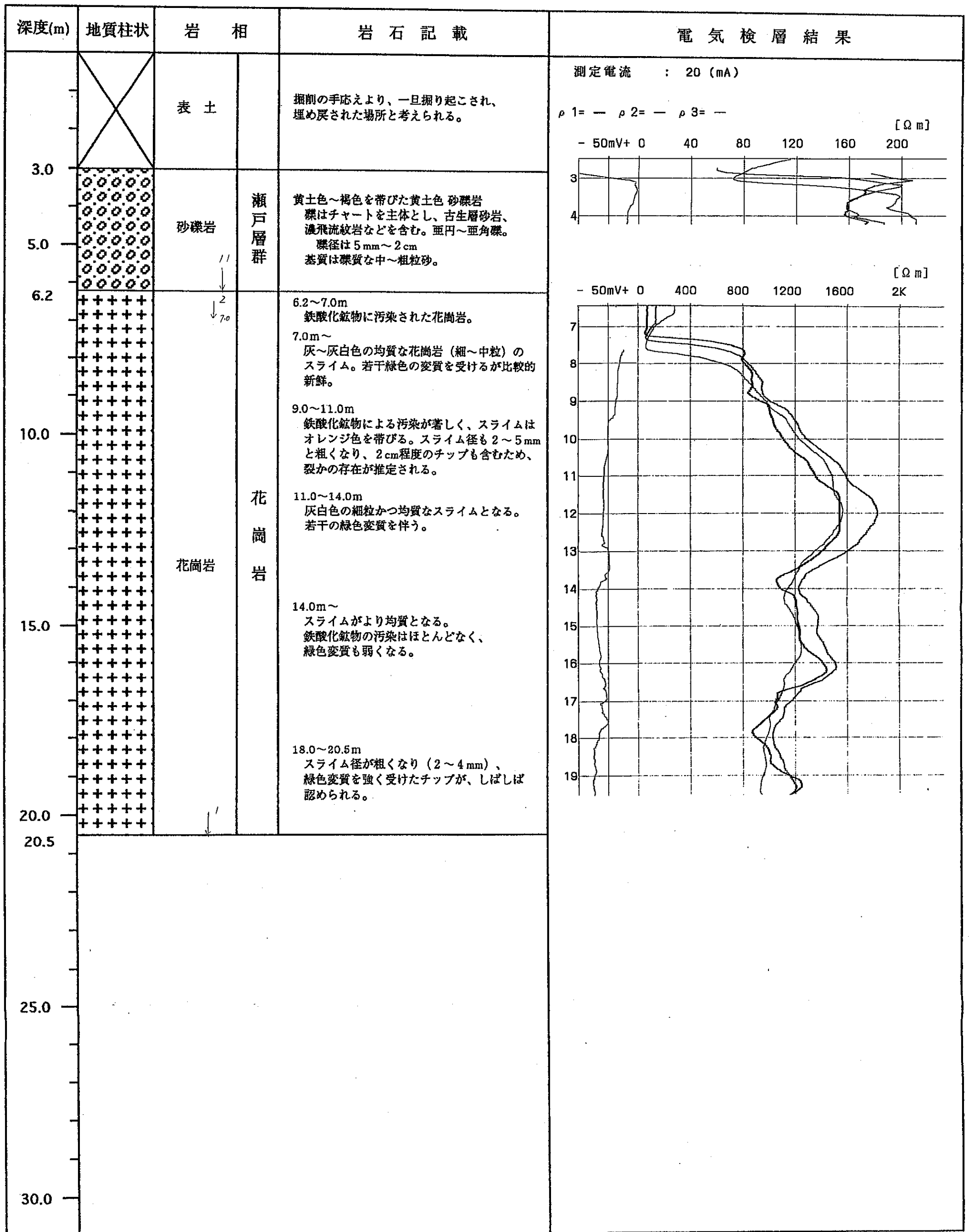


図4.16 MC-23号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名： MC-24号孔

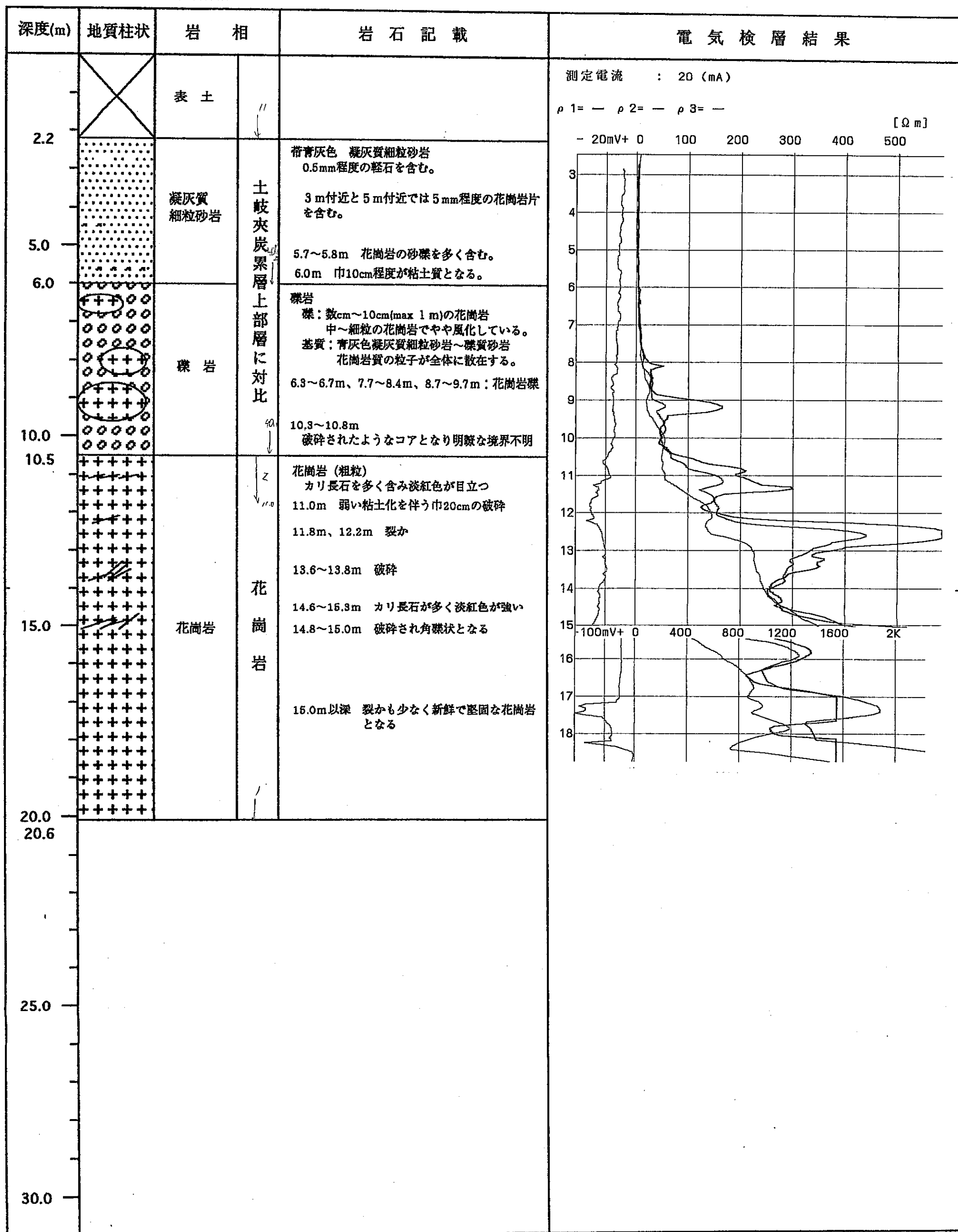


図4.17 MC-24号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名： MC-25号孔

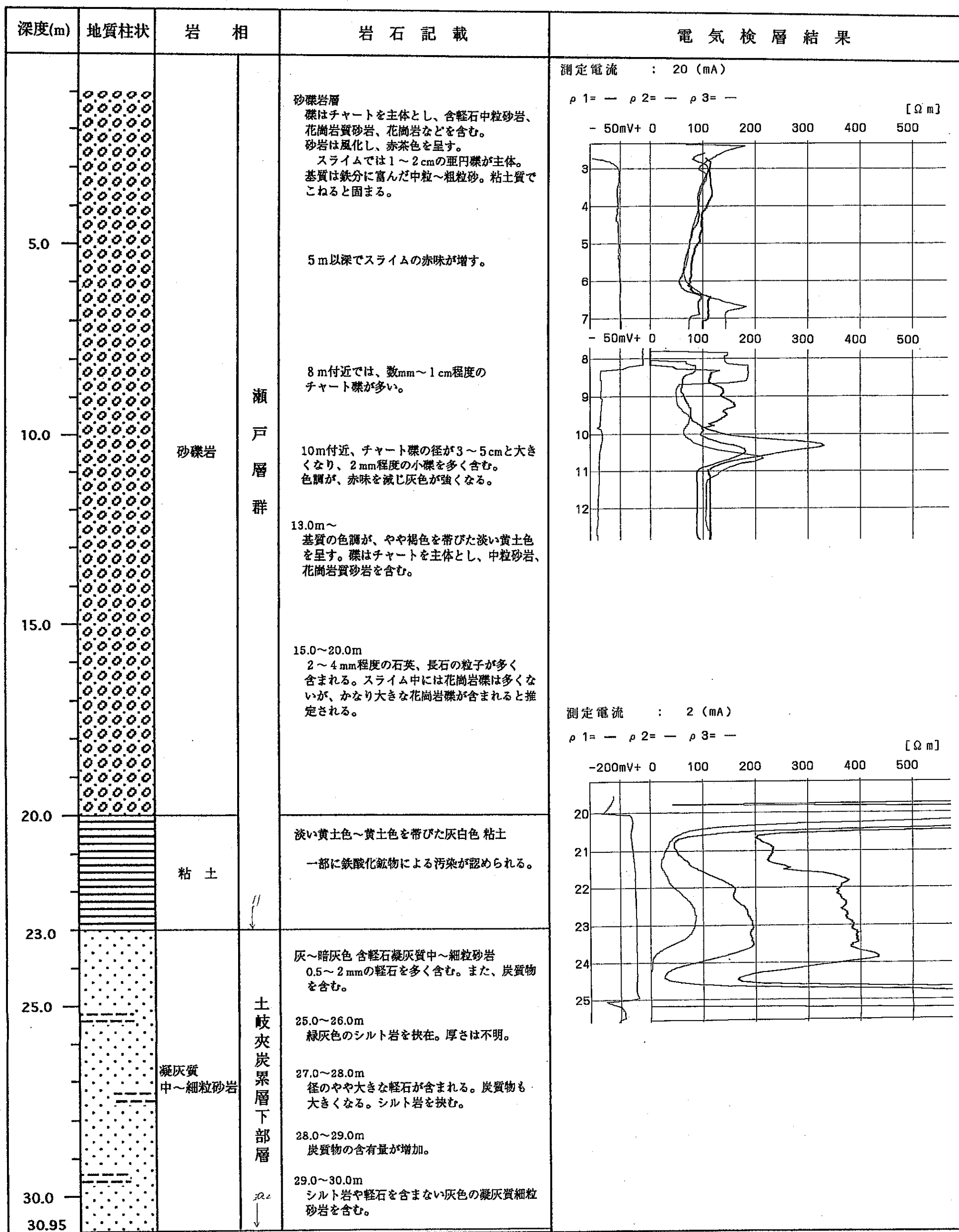


図4.18 MC-25号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名: MC-26号孔

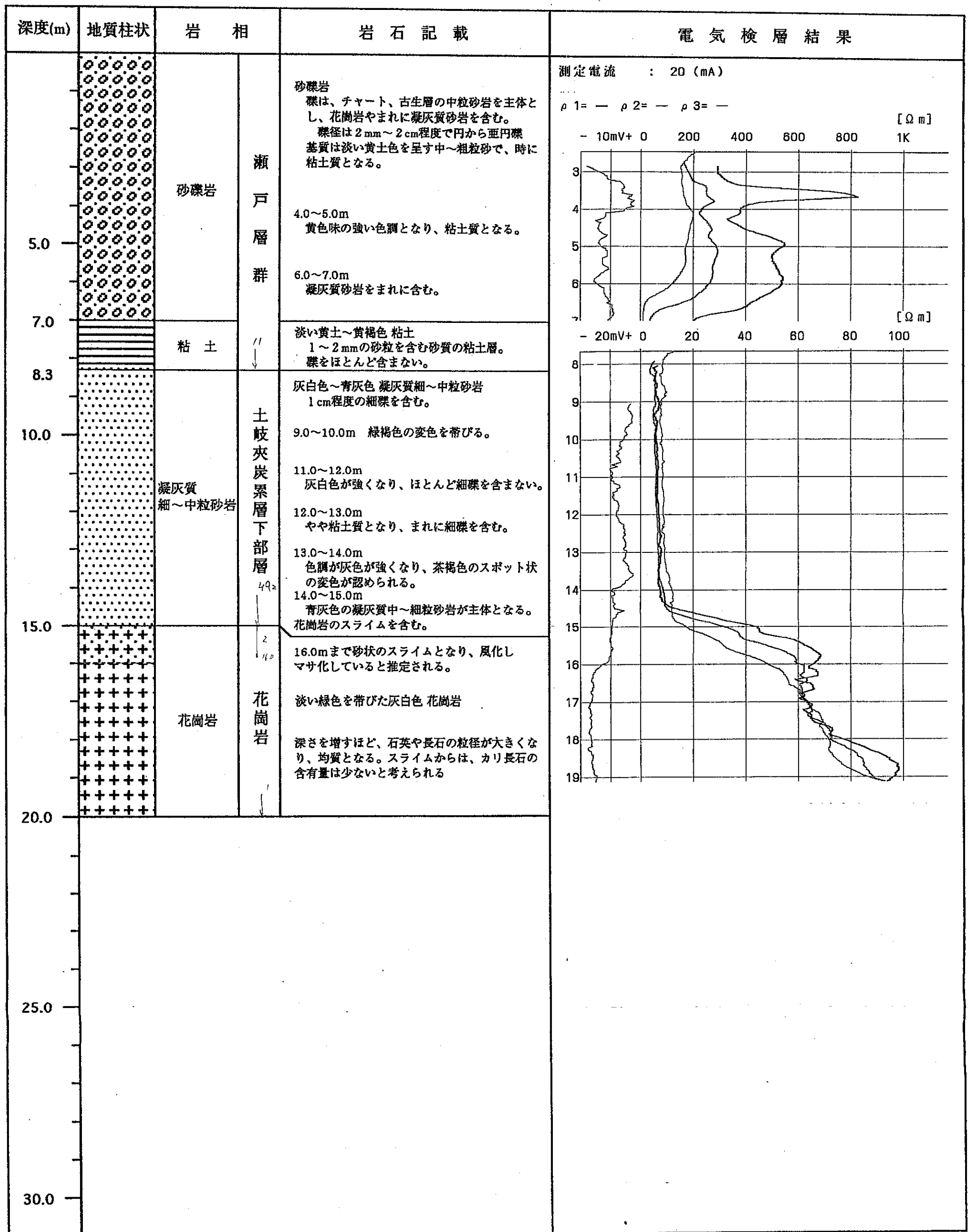


図4.19 MC-26号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

孔名： MC-27号孔

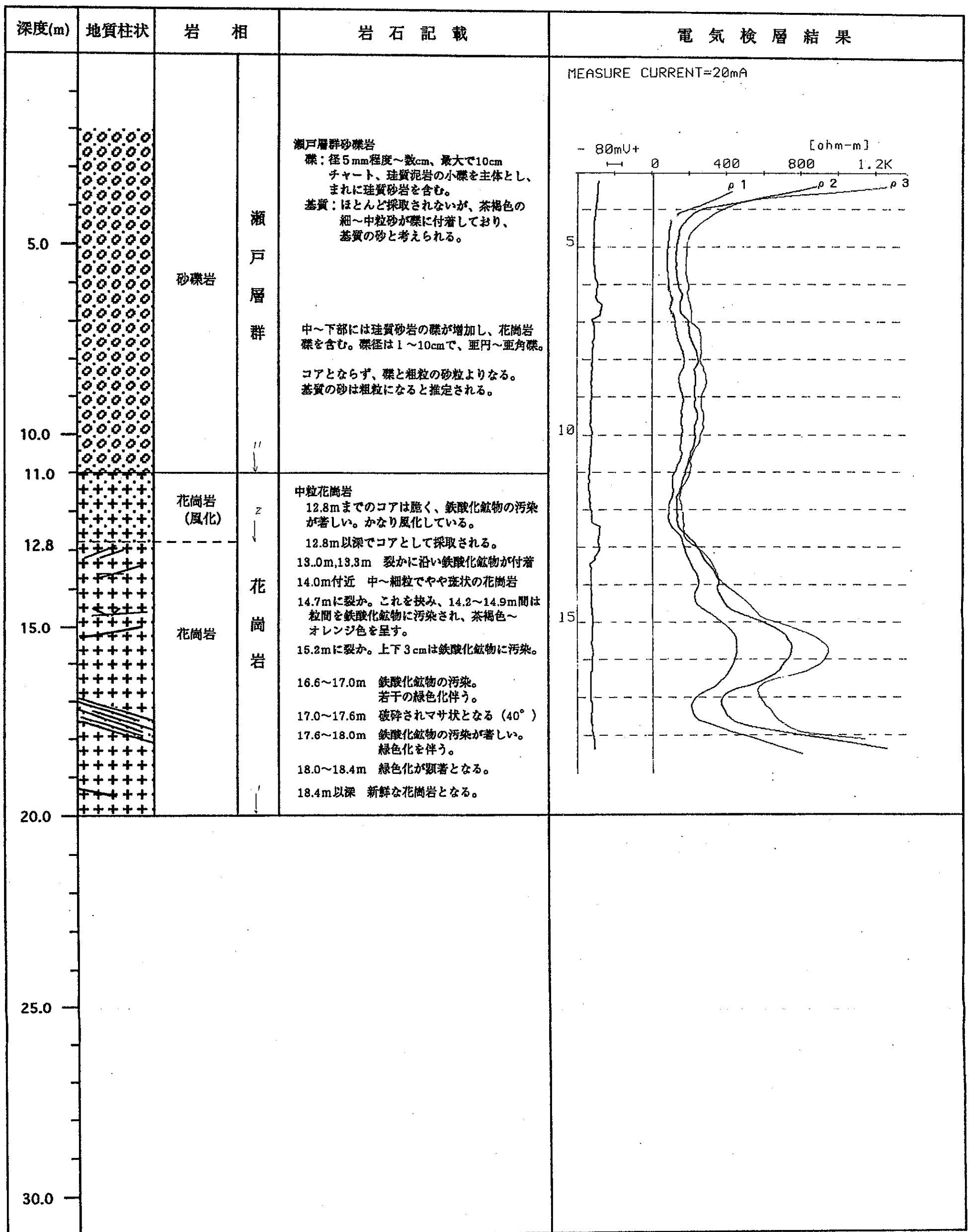


図4.20 MC-27号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

この頁は PDF 化されていません。
内容の閲覧が必要な場合は、技術資料管理
担当箇所では原本冊子を参照して下さい。

孔名: MC-33号孔

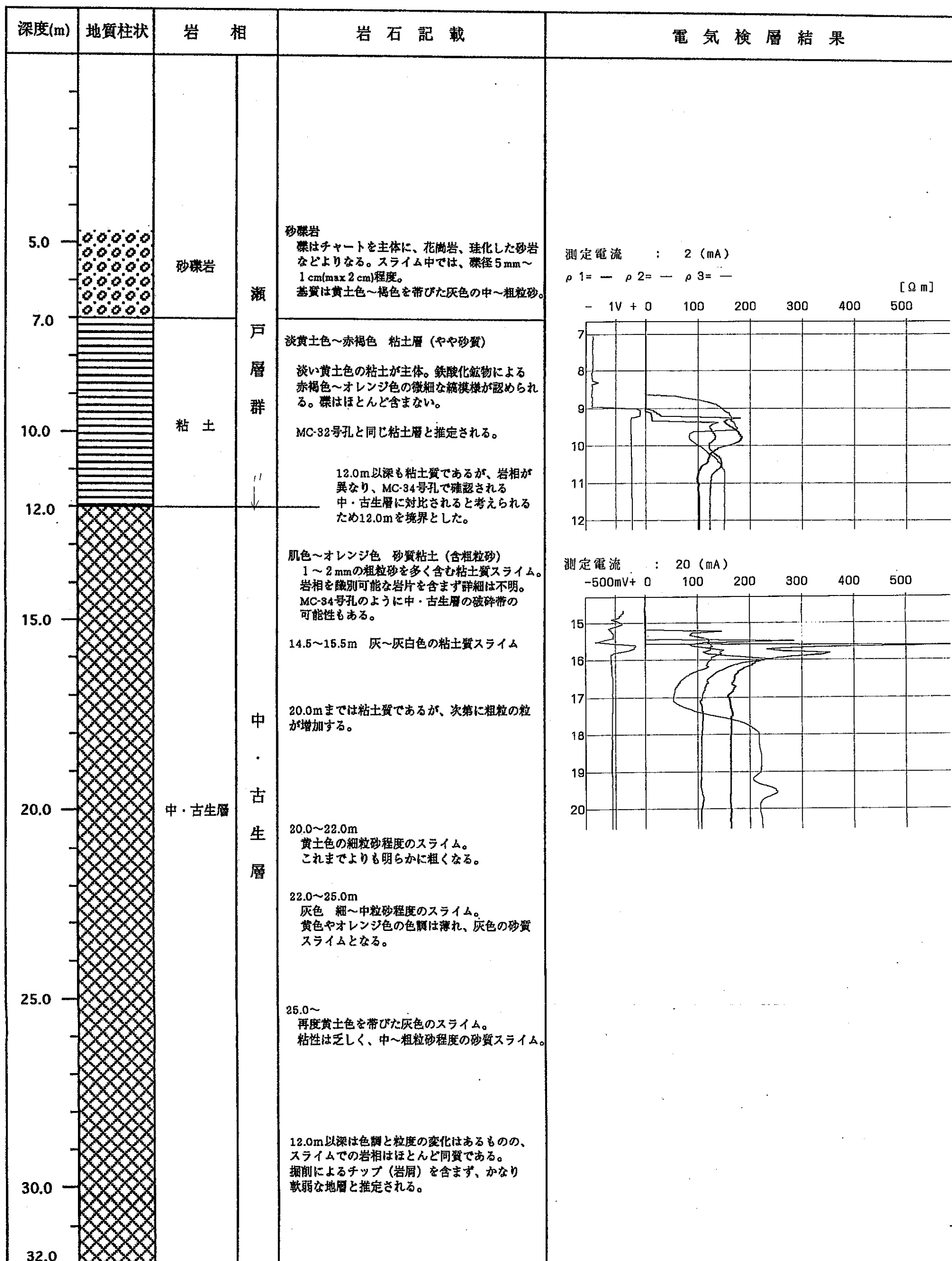


図4.26 MC-33号孔 地質柱状図および電気検層柱状図

この頁は PDF 化されていません。
内容の閲覧が必要な場合は、技術資料管理
担当箇所を参照して下さい。

5 揚水試験および水位回復試験

5.1 概 要

(1) 試験内容

地質状況および電気検層から推定された帯水層の水理学的特性を把握するため、揚水試験および水位回復試験を実施して帯水層係数（透水量係数、透水係数、貯留係数、比貯留係数）を算出する。

試験は、①予備揚水、②段階揚水試験、③定流量揚水試験および④水位回復試験の順に行う。予備揚水は試験孔における水位変化の概略的な傾向を把握し、段階揚水試験の揚水量設定の参考とする。段階揚水試験は、比較的短い時間ごとに一定量の揚水を行い、段階的に揚水量を増加させて揚水量と水位降下量の関係を求める。この結果から、井戸の限界揚水量と定流量揚水試験時の揚水量を決定する。

定流量揚水試験および水位回復試験は、帯水層係数を算出するための試験である。定流量揚水試験では、一定量の揚水を継続し、水位降下を経時的に測定する。水位回復試験は、定流量揚水試験の揚水を停止した時点から開始し、水位回復状況を定流量揚水試験と同様に経時的に測定する。

なお、本調査の揚水試験は、観測井は設置せず、1つの試錐孔（揚水井）において揚水と水位変化の測定を同時に行う揚水井単独での試験を実施した。また、松野地区のMC-21号孔、22号孔、23号孔を利用して多孔式の揚水試験も実施した。

(2) 使用機器

揚水試験および水位回復試験には以下の機器を用いる。概略の構成図を図5.1に示す。

①揚水装置：水中ポンプ、揚水管、逆止弁

揚水は水中ポンプを用いて行う。揚水停止時、揚水管内に貯まった水の逆流を防ぐため、水中ポンプの直上に逆止弁を設置する。

②揚水量調節および計測：インバータ、流量計、計測バケツ

揚水量の調節はインバータにより水中ポンプの出力を制御して行う。また、揚水量の計測には流量計を用いる。補助手段として計測バケツ（容量10リットル）を用意して適時計測に用いる。

③水位計測：水位計（巻き尺型および水位センサー）

水位計測には巻き尺型の水位計を用いる。補助手段として孔内に水位センサー

を設置し、ペンレコーダーへ接続して水位の変化を記録する。

④時間計測：ストップウォッチ

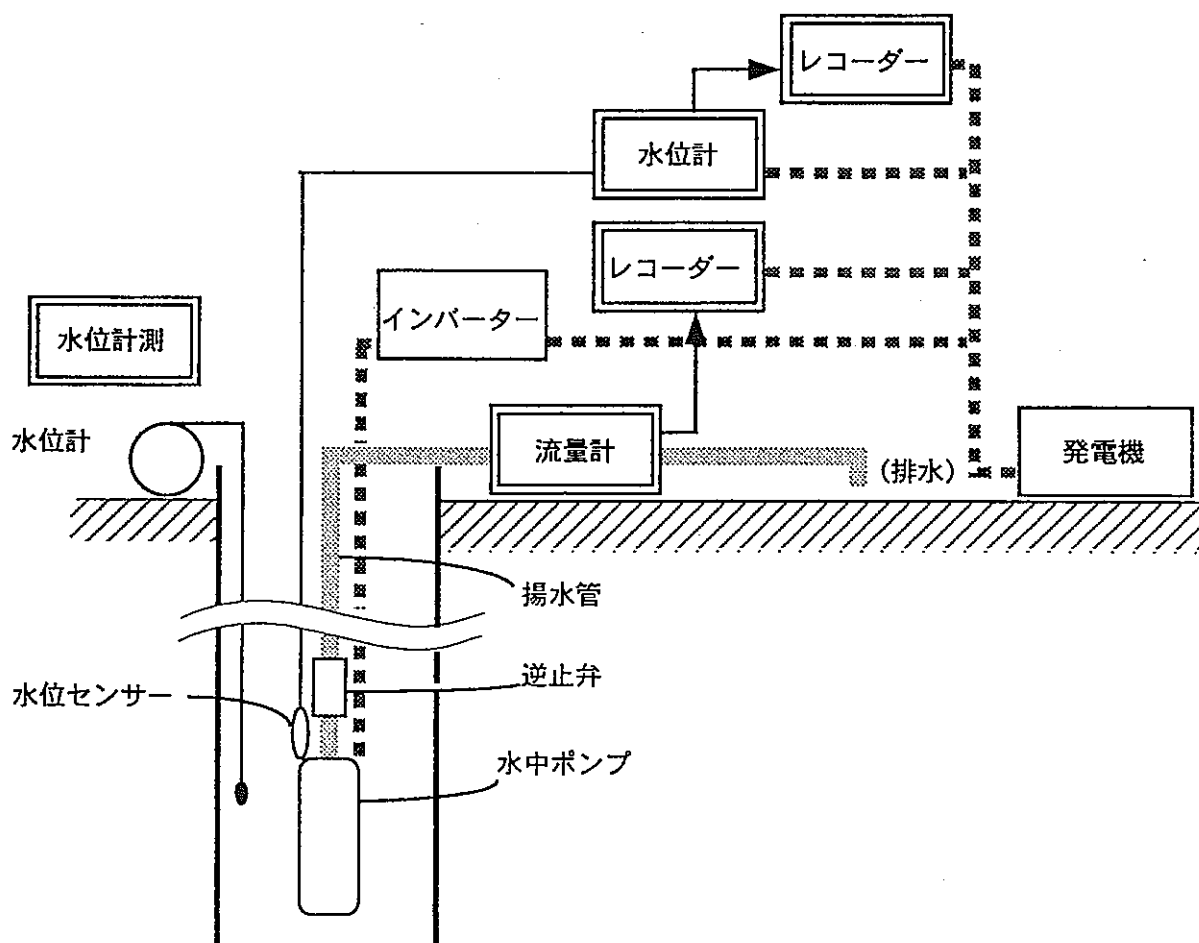


図5.1 揚水試験に用いる機器の概略構成図

5.2 試験手順

(1) 予備揚水

本格的な揚水試験に先立ち予備揚水を実施する。揚水量と水位降下量の概略的な関係を把握するため、適当な揚水量での揚水を行い水位降下の状況を観察する。また、予備揚水を行いながら、測定機器の準備・調整をする。

掘削時の状況からほとんど湧水がないと判断された試験錐孔については、予備揚水を行わず段階揚水試験より開始したことがある。また、予備揚水の手順は特に設定していないが、概ね次の手順に従っている。

(手 順)

- ① 掘削時の湧水状況より適当な揚水量を設定する。
- ② 試験開始前の初期水位を測定する。
- ③ 初期水位の測定の後、揚水を開始し、概ね5分間隔に水位の測定を行う。
- ④ 30分程度を区切りとして、揚水量を増加させ5分間隔の水位測定を繰り返す。

(2) 段階揚水試験

段階揚水試験は、揚水量と水位降下量の関係から限界揚水量を求めるための試験である。また、定流量揚水試験における適正な揚水量を設定するためにも必要である。複数の揚水量について、比較的短時間の定流量揚水を段階的に繰り返し、揚水量と水位降下量の関係から限界揚水量を求める。解析に用いるための適当な水位降下が得られ、かつできる限り多くの段階の揚水を行う必要があるため、各段階での揚水時間は60～90分とした。

(手 順)

- ① 調査地域の地質や掘削時の湧水状況、さらに予備揚水の結果に基づき、4～5段階の揚水量を設定する。
- ② 試験開始直前に初期水位の測定を行う。
- ③ ①で設定した少量の揚水量から揚水を開始し、経時的に水位を測定する。水位測定の時間間隔は、定流量揚水試験と同じとする。
- ④ 水位降下に伴って揚水量が減少するため、必要に応じて調節を行う。
- ⑤ 所定の時間が経過したところで揚水量を増加させ、上記の測定を繰り返す。

(3) 定流量揚水試験

定流量揚水試験は、一定量の揚水を連続的にを行い、その水位変化を測定することにより、透水係数を算出するものである。揚水量は段階揚水試験によって求められる限界揚水量の

8割程度とする。

(手 順)

- ① 試験開始直前に初期水位を測定する。水位が不安定な場合には、安定したのち試験を開始する。
- ② 初期水位測定後、揚水を開始する。設定した揚水量となるよう速やかに調節する。
- ③ 揚水開始と同時に時間計測を開始し、経時的に水位を測定して水位降下量を求める。
水位測定の時間間隔は次のように設定した。

揚水開始から最初の1分間 : 10秒毎

以下 5分まで : 30秒毎

10分まで : 1分毎

20分まで : 2分毎

40分まで : 5分毎

以後 : 10分毎

- ④ 揚水量は水位の降下に伴い減少する。このため、随時、揚水量の測定を行い一定の揚水量を保つよう調整する。
- ⑤ 揚水は水位降下の状況から定常状態への移行が確認されるまで継続する。この判定には、片対数グラフ上にプロットした揚水継続時間（対数）と水位降下量の関係を用いる。ヤコブの方法によれば、グラフ上にプロットされた点は、時間の経過につれて直線上に配列する。水位降下の割合が減少し、プロットが直線から外れることから定常状態への移行を判定する。

(4) 水位回復試験

水位回復試験は、定流量揚水試験と同じく、その結果から透水係数を算出するためにおこなう。揚水量の変動などの影響を受けず自然な状態での水位変化が測定できるため、より多くの情報が得られる。

(手 順)

- ① 定流量揚水試験を終了し、揚水を停止した時点から水位回復試験を開始する。
- ② 揚水を停止した時点から、定流量揚水試験と同じ時間間隔により経時的に水位を測定し、揚水停止時水位からの水位回復量および定流量揚水試験開始時の初期水位との水位差（残留水位降下量）を求める。

5.3 解析法

(1) 段階揚水試験

段階揚水試験の結果は、両対数グラフ上に揚水量（Q）と水位降下量（s）の関係をプロットして整理する。このグラフ上においてプロットの勾配が45° から変化する点が、揚水井近傍の地下水の流れが層流状態から乱流状態へ移行する限界揚水量とされる。

この結果から、乱流状態を生じない揚水量を設定し、次の定流量揚水試験を実施する。

(2) 定流量揚水試験

理想的な条件下で定流量揚水された場合の水位降下量（s）は、タイスの公式で次式のように示される。

$$s = \frac{Q}{4 \pi T} W(u) \quad \text{式(5.1)}$$

ここで、 $u < 0.01$ であれば（5.1）式は、

$$s = \frac{2.3Q}{4 \pi T} \left\{ \log \left(\frac{t}{r^2} \right) - \log \left(\frac{S}{2.25T} \right) \right\} \quad \text{式(5.2)}$$

と近似される（ヤコブの近似式）。

ここで、
s : 水位降下量 (m)
r : 揚水井からの距離 (m)
t : 揚水開始からの経過時間 (min)
Q : 揚水量 (m³/min)
T : 透水量係数 (m²/min)
S : 貯留係数
u : $S r^2 / 4 T t$
W(u) : 井戸関数

さらに、任意の観測井について、揚水継続時間 t_1 、 t_2 の水位降下量を s_1 、 s_2 として差をとると（5.2）式より、

$$\begin{aligned} \Delta s = s_2 - s_1 &= \frac{2.3Q}{4 \pi T} \left\{ \log \left(\frac{t_2}{r^2} \right) - \log \left(\frac{S}{2.25T} \right) \right\} \\ &\quad - \frac{2.3Q}{4 \pi T} \left\{ \log \left(\frac{t_1}{r^2} \right) - \log \left(\frac{S}{2.25T} \right) \right\} \\ &= \frac{2.3Q}{4 \pi T} \left(\log \frac{t_2}{t_1} \right) = \frac{0.183Q}{T} - \left(\log \frac{t_2}{t_1} \right) \end{aligned} \quad \text{式(5.3)}$$

となる。

解析は、片対数グラフの対数目盛に揚水継続時間（ t ）、算術目盛に水位降下量（ s ）をプロットし、この $t-s$ 曲線に近似する直線を引く。 $\log t$ の 1 サイクル間の水位降下を Δs にとれば、(5.3)式で $\log t_2/t_1 = 1$ となり、透水量係数（ T ）は次式により求められる。

$$T = \frac{0.183Q}{\Delta s} \quad \text{式(5.4)}$$

また、直線を延長して、水位降下量 $s = 0$ の軸との交点 t_0 を求めると、(5.2)式より、貯留係数（ S ）を次式で求めることができる。

$$S = \frac{2.25T \cdot t_0}{r^2} \quad \text{式(5.5)}$$

(3) 水位回復試験

一般に、水位回復のデータ解析には、タイスの方法が用いられる。

揚水停止後の残留水位降下量 s' は、揚水量 Q の揚水が継続された場合の水位降下量 s_1 と揚水停止時から開始される注水量 Q の注水による水位の上昇量 s_2 の和として表すことができる。

$$\begin{aligned} s' &= s_1 + s_2 \\ s_1 &= \frac{Q}{4\pi T} W(u) \doteq \frac{Q}{4\pi T} \ln \left(\frac{2.25Tt}{Sr^2} \right) \\ s_2 &= \frac{Q}{4\pi T} W(u') \doteq \frac{Q}{4\pi T} \ln \left(\frac{2.25Tt'}{S'r^2} \right) \\ s' &\doteq \frac{Q}{4\pi T} \left\{ \ln \left(\frac{2.25Tt}{Sr^2} \right) - \ln \left(\frac{2.25Tt'}{S'r^2} \right) \right\} \quad \text{式(5.6)} \end{aligned}$$

となる。ここで、

- t : 揚水開始からの時間
- t_0 : 揚水停止までの時間
- t' : 揚水停止からの時間 ($t' = t - t_0$)
- S' : 回復期間中の貯留係数
- $u = Sr^2 / 4Tt$
- $u' = S'r^2 / 4Tt'$

である。

(5.6)式において $S = S'$ であれば、

$$s' = \frac{2.3Q}{4\pi T} \log\left(\frac{t}{t'}\right) \quad \text{式(5.7)}$$

となる。

解析は、片対数グラフの対数目盛に t/t' 、算術目盛に残留水位低下量 s' をプロットし、このプロットに近似する直線を引く。この直線の $\log(t/t')$ の1サイクル間の勾配 $\Delta s'$ を求めれば次式により透水量係数 T が求められる。

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi \Delta s'} = \frac{0.183Q}{\Delta s'} \quad \text{式(5.8)}$$

なお、この方法では、貯留係数を求めることはできない。

西垣・高坂(1984)は、回復試験結果から貯留係数を求める方法を示している。揚水停止後の水位回復量 s_r は、残留水位低下量 s' と揚水停止時の水位低下量 s_0 を用いて次のように表される。

$$\begin{aligned} s_r &= s_0 - s' \\ s_r &= \frac{Q}{4\pi T} \left\{ \ln\left(\frac{2.25Tt_0}{Sr^2}\right) - \ln\left(\frac{2.25Tt}{Sr^2}\right) + \ln\left(\frac{2.25Tt'}{S'r^2}\right) \right\} \\ &= \frac{2.3Q}{4\pi T} \left\{ \log\left(\frac{t_0t'}{tr^2}\right) - \log\left(\frac{S'}{2.25T}\right) \right\} \quad \text{式(5.9)} \end{aligned}$$

この式は、(5.2)式と同型であり、片対数グラフ上に s_r と $\log(t_0t'/tr^2)$ の関係をプロットし、このプロットに最もよく合う直線を引いて、この直線の $\log(t/t')$ の1サイクル間の勾配 Δs_r および水位回復量 $s = 0$ との交点 $(t_0t'/tr^2)_0$ を求めれば、次式により透水量係数 T と貯留係数 S' が得られる。

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi \Delta s_r} = \frac{0.183Q}{\Delta s_r} \quad \text{式(5.10)}$$

$$S' = 2.25T \left(\frac{t_0t'}{tr^2} \right)_0 \quad \text{式(5.11)}$$

5.4 試験結果および解析

揚水試験に係わる各試験錐孔の状況（ストレーナー区間、ポンプ設置位置など）を表5.1に一覧表として示す。また、試験の測定記録については別冊の資料集に掲載した。

揚水試験の解析は各種グラフを作成して行う。本章ではグラフを章末にまとめて示し、各孔の試験結果と解析の概要について簡潔に述べる。解析結果については、各グラフと帯水層係数の一覧表（表5.2）を参照されたい。なお、予備揚水の結果は解析に用いないため、測定記録のみを資料集に掲載した。

揚水試験の解析にあたり作成したグラフは次の通りである。

段階揚水試験：

- ①揚水継続時間－水位（ $t-H$ ）
- ②揚水継続時間－水位降下量（ $\log(t)-s$ ）
- ③揚水量－水位降下量（ $Q-s$ ）

定流量揚水試験：

- ①揚水継続時間－水位（ $t-H$ ）
- ②揚水継続時間－水位降下量（ $\log(t)-s$ ）

水位回復試験：

- ①回復時間－水位（ $t'-H$ ）
- ②揚水開始からの時間／揚水停止からの時間－残留水位降下量（ $\log(t/t')-s'$ ）
- ③西垣・高坂の方法による関係図（ $\log(t \circ t' / t r^2) - s_r$ ）

揚水継続時間－水位図（ $t-H$ 図）および揚水継続時間－水位降下量図（ $\log(t)-s$ 図）における水位降下曲線の特徴をMC-22号孔の結果を用いて確認する。

まず、揚水量－水位降下量図（ $Q-s$ 図：図5.74(3)）より、MC-22号孔の限界揚水量はプロットされた点が45°の直線から外れる15ℓ/minと求められる。

$t-H$ 図（図5.74(1)）では、揚水量が限界揚水量より少ない場合、揚水開始後の短時間に水位が大きく降下した後、水位降下の割合が徐々に小さくなり、やがて水位はほぼ一定となる。水位降下曲線は下に凸の曲線となる。一方、限界揚水量を超えて過剰揚水を行った場合には、曲線の湾曲が小さく直線的な水位降下曲線となる。揚水量が限界揚水量より少ない場合の水位降下曲線の特徴は、定流量揚水試験の $t-H$ 図に顕著に現れる（図5.75(1)）。

また、 $\log(t)-s$ 図 (図5.74(2)) では、揚水量が限界揚水量より少ない場合、揚水開始からの時間が経過するにつれて水位降下曲線は直線となる。その後、徐々に水位降下の割合が減少し、水位降下曲線は直線より上側に外れていく。定流量揚水試験の $\log(t)-s$ 図において、この特徴はより顕著に現れる (図5.75(2))。一方、過剰に揚水した場合には、 $t-H$ 図において直線的に水位が降下し、時間が経過しても水位降下の割合が減少しないため、 $\log(t)-s$ 図では上に凸の曲線となる。

以下に、各試験孔の揚水試験結果を順に述べる。

(1) MC-8 号孔 (図5.1～図5.3)

段階揚水試験では、 2.0 l/min にて揚水中、水位がGL-3.3m付近に達した時点で水位降下が一時的に停止する現象が確認された。この後、水位は大きく降下し、 3.0 l/min では $\log(t)-s$ 図の水位降下曲線は上に凸の曲線となり、明らかに過剰揚水である。 $Q-s$ 図より限界揚水量は 1.5 l/min と求められる。

定流量揚水試験では、揚水開始より150分で水位は一時停止が生じるGL-3.3mに達している。水位をさらに降下させれば、水位降下曲線が大きく変化して解析の信頼性が損なわれること、また、この時点で解析に必要な直線が得られていることから揚水を停止して水位回復試験を開始した。定流量揚水試験、水位回復試験ともに良好な曲線が得られ解析に問題はない。

(2) MC-9 号孔 (図5.4～図5.6)

掘削時の状況から湧出量は少なく、ストレーナー区間を全孔に設定して揚水試験を実施した。

段階揚水試験の結果、 $t-H$ 図は直線的な水位降下曲線、 $\log(t)-s$ 図では上に凸の曲線となり、いずれの揚水量でも過剰揚水であると考えられる。 $Q-s$ 図では、揚水量と水位降下量の関係は 45° の直線より高角をなし、水位降下曲線も過剰揚水の特徴を示すことから、限界揚水量は 1.0 l/min 以下と判断した。なお、この $Q-s$ 図では揚水量が増加するにつれて水位降下量が減少している。

解析に必要な水位降下量を得るため、定流量揚水試験は 1.5 l/min で実施した。 $\log(t)-s$ 図の水位降下曲線は60分過ぎより直線となる。その後、この直線に沿って水位が降下を続けるが、十分に揚水を継続した後に水位回復試験を開始した。

定流量揚水試験開始時の初期水位はストレーナー区間内にあった。したがって、帯水層係数の算出に必要な帯水層厚は初期水位から孔底までとした。

(3) MC-10号孔 (図5.7～図5.9)

試験開始時の水位から帯水層上端（ポンプ位置）までが2.5mと短く、段階揚水試験では10.0ℓ/minの揚水量で帯水層上端まで達したため試験を終了した。水位降下曲線の特徴より限界揚水量を6.0ℓ/minと判断した。

定流量揚水試験は揚水量を5.0ℓ/minとして実施した。揚水開始より100分を経過した時点での水位降下量を段階揚水試験のQ-s図にあてはめると、45°の直線上にプロットされ限界揚水量は6.0ℓ/minであることが確認できる。log(t)-s図の水位降下曲線が直線から外れたことを確認して回復試験を開始した。定流量揚水試験、水位回復試験ともに良好な曲線が得られている。

(4) MC-12号孔 (図5.10～図5.12)

段階揚水試験ではGL-4.2m付近より急激な水位降下が確認された。t-H図およびlog(t)-s図において、水位降下曲線はこの深さで顕著に変化している。本孔は基盤の花崗岩風化部を対象としてストレーナー区間を設定したが、GL-4.2m以深には地下水はほとんど胚胎していないと考えられる。Q-s図ではMC-9号孔と同じく45°以上の高角度の直線となり、限界揚水量は1.0ℓ/min以下である。

定流量揚水試験は1.5ℓ/minの揚水量で実施し、GL-4.2m以深で急激に水位が降下した。この時点で水位回復試験を開始すると、t/t'が小さくなり解析が困難となるため、2時間まで揚水を継続した。解析には水位が急降下する直前の水位降下曲線を用いている。

本孔の水位回復は遅い。log(t/t')-s'図では開始後しばらくは変化がなく、t/t'が10以下となり急激に曲線が立ち上がる。解析結果は定流量揚水試験による結果とは相違が生じている。

定流量揚水試験開始時の初期水位はストレーナー内にあり、初期水位からストレーナー下端までを帯水層厚として帯水層係数を求めた。

(5) MC-13号孔 (図5.13～図5.15)

掘削時の状況から湧出量が少ないと判断され、ストレーナー区間は全孔とした。

段階揚水試験では、1.0ℓ/minの揚水から水位降下曲線が過剰揚水の特徴を示している。

Q-s 図も45° 以上の高角度の直線となり限界揚水量は1.0 ℓ/min以下である。

定流量揚水試験は1.5 ℓ/minの揚水量で実施したが、限界揚水量が小さく過剰揚水の状態であり、さらに、水位回復試験では回復が遅く、 $\log(t)-s$ 図および $\log(t/t')-s'$ 図には直線部が認められない。したがって、解析結果には若干の誤差が含まれる。

また、帯水層係数の算出にあたり、帯水層の上端を試験開始時の初期水位（ストレーナー内にある）、下端を花崗岩風化部と健岩部の境界として計算した。

(6) MC-14 号孔 (図5.16～図5.18)

本孔ではGL-5.3m付近において水位降下の一時停止が生じる。

段階揚水試験では、5.0 ℓ/minで揚水中にこの現象が生じている。 $\log(t)-s$ 図によると、5.0 ℓ/minの水位降下曲線は揚水開始後4～10分で一旦停止し、その後に再度降下を始めるが50分を境としてその傾きが変化する。50分以降の水位降下曲線は、水位停止以前の曲線を延長したものと考えられる。すなわち、水位停止による影響をこの時点で解消したことを意味し、解析に支障はないものと考えられる。Q-s 図より限界揚水量は4.0 ℓ/minと求められる。

定流量揚水試験は3.0 ℓ/minの揚水量で実施した。水位降下が大きく、 $\log(t)-s$ 図の水位降下曲線が直線から外れる前にポンプ位置まで達したため、水位回復試験を開始した。水位回復試験では、水位の回復はやや遅いが良好な曲線が得られている。

(7) MC-15 号孔 (図5.19～図5.21)

掘削時の状況から湧出量は少ないと判断され、基盤の花崗岩へ達するまでのほぼ全孔にストレーナー区間を設定した。

段階揚水試験の結果はMC-9号孔と同じ特徴を示す。MC-9号孔は本孔と同じくストレーナー区間を全孔に設定している。 $t-H$ 図および $\log(t)-s$ 図の水位降下曲線より、0.5 ℓ/minではすでに過剰揚水と考えられ、Q-s 図では揚水量が増加するにつれて水位降下量が減少している。

定流量揚水試験は1.5 ℓ/minの揚水量で実施した。過剰揚水のため $\log(t)-s$ 図では上に凸の曲線となるが、水位回復試験では良好な曲線が得られている。

(8) MC-16 号孔 (図5.22～図5.25)

本孔ではGL-3.2m付近において水位降下の一時停止が生じる。

段階揚水試験では、水位がGL-3.2mに達するまでは水位降下量が小さく、GL-3.2m以深では水位が大きく降下して水位降下曲線が過剰揚水の特徴を示す。Q-s 図より限界揚水量は6.0 ℓ/minと求められるが、6.0 ℓ/min以上では揚水量が大きくなるにつれ水位降下量が小さくなる徴候がある。これを確認するため8.0～25 ℓ/minの揚水量にて2回目の段階揚水試験を行った。この結果では、Q-s 図のプロットはほぼ直線上に配列している。

定流量揚水試験は、解析に必要な水位降下曲線を得るため、揚水量を10.0 ℓ/minとして実施した。log(t)-s 図では、水位降下曲線はGL-3.2m付近で屈曲する形態となるが、30分後よりほぼ直線上に配列し解析に支障はない。

水位回復は極めて良好であり、揚水停止後の約1時間でほぼ初期水位まで回復している。log(t/t')-s' 図では、図の右から下に凸の曲線が立ち上がり、直線部を経て急激に緩やかになり初期水位へ戻っていく。この形態が典型的な水位回復曲線と考えられる。

(9) MC-17号孔 (図5.26～図5.28)

掘削時の状況より湧出量は少量であり、全孔に対してストレーナー区間を設定した。

揚水試験はMC-13号孔と同じような結果となった。段階揚水試験の水位降下曲線は、いずれの揚水量でも明らかに過剰揚水の特徴を示す。Q-s 図では45°以上の高角の直線上に配列しており、限界揚水量は1.0 ℓ/min以下である。

定流量揚水試験は限界揚水量が小さいため過剰揚水の状態であり、さらに、水位回復試験では回復状況が遅く、log(t)-s 図およびlog(t/t')-s' 図ではわずかに認められる直線部で解析を行った。

(10) MC-18号孔 (図5.29～図5.31)

本孔も掘削時の状況より湧出量が少なく、ストレーナー区間を全孔に設定した。

段階揚水試験は0.5 ℓ/minより開始したが、いずれの揚水量についても水位降下曲線は過剰揚水の特徴を示した。Q-s 図では、揚水量の増加につれて水位降下量が減少しており、MC-9号孔と同じ傾向を示す。

定流量揚水試験は過剰揚水となる1.5 ℓ/minの揚水量で実施したが、log(t)-s 図では直線状に配列する良好な水位降下曲線が得られた。水位回復試験の結果も良好であり、log(t/t')-s' 図での直線状の配列が得られた。

定流量揚水試験開始時の初期水位はストレーナー内であるため、帯水層厚は初期水位から孔底までとして帯水層係数を算出した。

(11) MC-19号孔 (図5.32～図5.34)

段階揚水試験では $Q-s$ 図より限界揚水量は 8.0 l/min と求められる。

定流量揚水試験は 6.0 l/min の揚水量で実施した。 $\log(t)-s$ 図の水位降下曲線は、揚水開始後3～14分で直線となり、20分以降には徐々に直線から離れて緩やかとなる。水位回復試験の $\log(t/t')-s'$ 図では、水位降下曲線は t/t' が100付近より直線となり、直線を外れる $t/t'=4$ までを平均して解析した。

(12) MC-20号孔 (図5.35～図5.37)

本孔の水位降下および水位回復は、MC-16号孔と同じ特徴を示す。

GL-2.3m付近で水位の一時停止が現れ、定流量揚水試験ではこの水位を境に水位降下曲線が屈曲する。揚水開始から70分の時点で揚水量が減少したため水位が上昇しているが、水位降下曲線が元に戻った後に水位回復試験を開始しているため解析に問題はない。

水位回復は極めて良好である。揚水停止直後より急速に回復し、約1時間でほぼ完了している。 $\log(t/t')-s'$ 図はMC-16号孔と同じ形態を示し、直線部が明瞭に現れ良好な解析結果が得られる。

(13) MC-21号孔 (図5.77～図5.78)

本孔はMC-22号孔およびMC-23号孔とともに多孔式揚水試験を実施した。ここでは、本孔を揚水井として用いた時の結果を示し、多孔式揚水試験の結果については後に述べる。

本孔を揚水井として試験を行う前にMC-22号孔を揚水井とする多孔式揚水試験を実施している。本孔とMC-22号孔との距離は4mで、帯水層の状況はほぼ同じと推定されるため、定流量揚水試験および水位回復試験のみ実施した。

定流量揚水試験は 10.0 l/min の揚水量で実施した。水位降下曲線は、所々で一時的に水位降下が緩くなり凹凸した形態となるが、最終的にはほぼ水位が安定する良好な結果が得られた。本孔での一時的な水位降下の減少は不圧帯水層である瀬戸層群砂礫岩層中の地質の不均質によるものと推定されるが、ノンコア掘削のため詳細は把握できない。

水位回復は極めて良好で、揚水停止後90分でほぼ回復している。 $\log(t/t')-s'$ 図は、MC-16号孔の水位回復曲線の形態と同じであり、曲線が緩くなる直前において解析を行った。MC-22号孔の水位回復試験では、この部分は明瞭な直線部となっている。

(14) MC-22号孔 (図5.74～図5.76)

本孔はMC-21号孔およびMC-23号孔とともに多孔式揚水試験を実施した。ここでは、本孔を揚水井として用いた時の結果を示し、多孔式揚水試験の結果については後に述べる。

段階揚水試験では、水位降下曲線は15.0ℓ/minを境として明らかに過剰揚水の形態となり、限界揚水量はQ-s図より15.0ℓ/minと求められる。

定流量揚水試験では、MC-21号孔のような水位降下曲線の凸凹はなく、 $\log(t)-s$ 図では明瞭な直線部を経て、最終的に水位が安定する良好な水位降下曲線が得られた。

水位回復も良好であり、 $\log(t/t')-s'$ 図では曲線が緩やかになる直前に明瞭な直線部が見られる典型的な水位回復曲線が得られた。

(15) MC-23号孔

本孔は多孔式揚水試験の観測井としてのみ用いた。この結果については後に述べる。

(16) MC-24号孔 (図5.38～図5.40)

段階揚水試験は0.5ℓ/minの揚水量より行ったが、水位降下曲線およびQ-s図より0.5ℓ/minでも過剰揚水である。

定流量揚水試験は0.5ℓ/minの揚水量で実施した。 $t-H$ 図の水位降下曲線は直線的で明らかに過剰揚水の特徴を示すが、150分以降では水位降下の割合がより大きくなっている。 $\log(t)-s$ 図での解析はこの直前で行った。

水位回復は極めて遅く、 $\log(t/t')-s'$ 図では t/t' が2以下となってから急激に曲線が立ち上がる。このため、解析に必要な直線部分が認められず、算出された帯水層係数の値は誤差を含むものと考えられる。

(17) MC-25号孔 (図5.41～図5.45)

本孔では3回の段階揚水試験を実施している。1回目と2回目の試験では10ℓ/minから80ℓ/minの揚水を行った。水位降下曲線の形態からは50ℓ/min程度が限界揚水量と考えられたが、Q-s図からは明確な判定ができなかった。また、80ℓ/minの揚水を60分間継続すると水位がポンプ設置位置まで達するため、3回目の試験は5ℓ/minから90ℓ/minの揚水量を30分間継続して行った。この結果、本孔の限界揚水量は、水位降下曲線から推定した値に近い45ℓ/minと求められた。

定流量揚水試験および水位回復試験では、水位降下曲線と水位回復曲線はともに凸凹した曲線となる。定流量揚水試験の $\log(t)-s$ 図では比較的長く直線部が見られ、解析はこの区間で行った。一方、水位回復試験の $\log(t/t')-s'$ 図では直線部が見られず全体を平均して解析を行った。

(18) MC-26号孔 (図5.46～図5.48)

本孔は掘削時より多量の湧出量が予想され、掘削完了時には水位が地表面より高く自噴井であった。

段階揚水試験は40ℓ/minから開始し、揚水ポンプの性能を超える150ℓ/minまで揚水したが、限界揚水量まで達していない。

定流量揚水試験は120ℓ/minの揚水量で実施した。 $t-H$ 図より、揚水開始後30分程度で水位は大きく降下し、その後安定に向かっていることが分かる。 $\log(t)-s$ 図では、揚水開始直後より直線に近づき、30分過ぎからは直線を外れ緩くなっている。

水位回復は極めて早い。水位回復試験の $\log(t/t')-s'$ 図では、曲線の立ち上がりが早く、ほとんど直線をなさずに曲線の傾斜は緩くなる。直線部が短いため解析結果には誤差を含む。

(19) MC-27号孔 (図5.49～図5.51)

段階揚水試験の結果より、本孔の限界揚水量は40ℓ/minと求められた。

定流量揚水試験は32ℓ/minの揚水量で実施したが、凸凹した水位降下曲線となった。不圧帯水層の瀬戸層群砂礫層中の地質の不均質によるものと考えられる。解析は全体を平均して行っている。

水位回復はMC-26号孔と同じように早く、水位回復曲線も同様の曲線となる。直線部分が短く解析には誤差が含まれる。

(20) MC-28号孔 (図5.52～図5.54)

段階揚水試験は4.0ℓ/minから揚水を開始し、12ℓ/minまでは緩やかな水位降下曲線であるが、16ℓ/minでは明らかに過剰揚水となり急激に水位が降下する。 $Q-s$ 図より限界揚水量は12ℓ/minと求められた。

定流量揚水試験は9.0ℓ/minの揚水量で実施した。 $t-H$ 図では水位降下の割合の減少が遅く水位は降下しているが、 $\log(t)-s$ 図では水位降下曲線は揚水開始後100分より直線状

となる。この直線からプロットが外れることを確認して揚水を停止し、水位回復試験を開始した。 $\log(t/t')-s'$ 図の水位回復曲線の立ち上がりは遅く、 $t/t' = 2$ 付近で短い直線となる。

(21) MC-29 号孔 (図5.55～図5.57)

本孔はGL-11.0mより水位の急降下が生じる。段階揚水試験では、19ℓ/minの揚水量で急激に水位が降下し、限界揚水量は16ℓ/minと求められた。

定流量揚水試験の水位降下曲線は、MC-28号孔と同じく、水位降下の割合の減少が遅い曲線となる。 $\log(t)-s$ 図では揚水開始後100分より直線となる。十分に揚水を継続した後、水位回復試験を開始した。 $\log(t/t')-s'$ 図の水位降下曲線は、 $t/t' = 50$ 付近で屈曲する形態となっている。定流量揚水試験の水位降下曲線も10分付近で屈曲するが、この時の水位は一致しない。水位回復試験の解析は $t/t' = 3$ 付近で行ったが、曲線は大きく湾曲しており求められた値には誤差が含まれる。

(22) MC-30 号孔 (図5.58～図5.60)

GL-7.8m付近より水位の急降下が生じる。段階揚水試験では、15ℓ/minの揚水量で急激に水位が降下し、限界揚水量は12ℓ/minと求められた。

定流量揚水試験、水位回復試験ともMC-28号孔と同じ特徴を示す。定流量揚水試験の $\log(t)-s$ 図では揚水開始後100分前後で直線となり、200分付近からこの直線から外れていく。水位回復試験の $\log(t/t')-s'$ 図では曲線は緩やかに立ち上がり、 t/t' が2付近で直線となる。

定流量揚水開始時の初期水位はストレーナー内にあり、帯水層厚は初期水位からストレーナー下端までとして帯水層係数を求めた。

(23) MC-31 号孔 (図5.61～図5.63)

本孔ではGL-5.0mに達するまではほとんど水位は降下しないが、GL-5.0m以深では急激な水位降下が生じる。その境界となる揚水量は10ℓ/minである。地表付近からの漏水があるものと考えられ、定流量揚水試験と水位回復試験は、水位の急降下が生じない範囲で実施することとした。

定流量揚水試験は7.0ℓ/minの揚水量で実施した。揚水開始直後の揚水量がやや多く、一旦水位を大きく降下させたがやがて回復しており、 $\log(t)-s$ 図では100分付近で直線が得

られる。GL-5.0mに水位が達する前に揚水を停止し水位回復試験を開始した。この地区の他の孔と同じように曲線は緩やかに立ち上がり t/t' が2から3付近で直線となる。

(24) MC-32号孔 (図5.64～図5.66)

掘削時の状況から、湧出量は極めて少量で水位も深い位置にある。

段階揚水試験は0.5ℓ/minから2.0ℓ/minで行ったが、いずれも過剰揚水の状態であった。

定流量揚水試験は0.5ℓ/minの揚水量で実施した。試験開始直後、揚水量を調整するまでに水位が大きく降下している。湧出量が少ないため、この影響を解消するまでにかなりの時間を要している。 $\log(t)-s$ 図の水位降下曲線は30分から100分にかけて直線が得られ、この後水位降下の割合が増加している。

水位回復試験では、 $t-H$ 図にも示されるとおり長い時間をかけて徐々に回復するため、 $\log(t/t')-s'$ 図では、 t/t' が小さくなってから急激に立ち上がる曲線となる。

(25) MC-33号孔 (図5.67～図5.69)

本孔も掘削時の状況から湧出量は少ないと判断された。

段階揚水試験では1.0ℓ/minが限界揚水量と求められたが、これを超えるとMC-9号孔で見られたように、揚水量が増加するにつれ水位降下量が減少している。

定流量揚水試験では、MC-32号孔のように試験開始直後の揚水量調整の間に水位は大きく降下した。 $\log(t)-s$ 図の水位降下曲線は30分から120分にかけて直線が得られ、この後水位降下は緩やかになり直線から外れている。

(26) MC-34号孔 (図5.70～図5.72)

段階揚水試験では1.0ℓ/minが限界揚水量と求められた。

定流量揚水試験では、 $\log(t)-s$ 図の水位降下曲線は20分から150分にかけて直線が得られ、この後水位降下が緩やかになり直線から外れる。

水位回復試験でも $\log(t')-s'$ 図は緩やかに立ち上がり t/t' が2から6にかけて直線となり直線から外れていく。いずれも良好な解析結果が得られる曲線である。

(27) 多孔式揚水試験 (図5.73～図5.78)

松野地区のMC-21号～MC-23号孔を用いて多孔式揚水試験を実施し、揚水井単独での揚水試験との比較を試みた。3孔の位置関係については図5.73に示す。

揚水井を変えて2回の多孔式揚水試験を実施した。解析は揚水井単独での揚水試験と同

じ手法で行った。

1 回目の試験はMC-22号孔を揚水井として実施した。段階揚水試験より揚水井の限界揚水量は15 ℓ/minと求められ、12 ℓ/minの揚水量で定流量揚水試験を行った。2孔の観測井の水位降下は揚水井よりも遅れて現れる。揚水井からの距離が異なるにも係わらず、2つの観測井の水位降下曲線はほとんど一致している（図5.74(4)）。観測井での水位の安定を確認して水位回復試験を開始した。水位回復試験においても観測井の水位回復曲線はほぼ一致した（図5.75(4)）。

2 回目の試験はMC-21号孔を揚水井として実施した。揚水量を10 ℓ/minとして定流量揚水試験および水位回復試験のみ行った。定流量揚水試験では、揚水井からの距離に近いMC-22号孔の水位変化が早く現れ、水位降下量も大きくなっている。水位回復試験では、水位降下量の大きかったMC-21号での水位回復が早く、最終的に水位回復曲線が重なっている（図5.78(4)）

1 回目と2回目の試験結果を比較すると、観測井としてのMC-21号孔とMC-22号孔の水位降下量はほぼ同じである。いずれも揚水井からの距離は4 mであり妥当な結果と考えられる。これに対して1回目の試験でのMC-23号孔の水位降下量は、揚水井からの距離が大きいにも係わらずMC-21号孔と同程度となり、MC-22号孔とMC-23号孔の間には地下水が流動しやすい環境が存在していると考えられる。

多孔式揚水試験から求められた帯水層係数を表5.3に一覧表として示す。

観測井として用いたMC-23号孔の透水係数は、いずれの試験においても $1.0 \times 10^{-3} \sim 2.0 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ と求められた。また、MC-21号孔およびMC-22号孔についても、観測井としての結果は、ほぼこの範囲の値をとる。したがって、多孔式揚水試験の観測井から導かれる代表値とみなすことができる。一方、揚水井の透水係数については、MC-22号孔の値がやや大きめではあるが、観測井の透水係数より小さい 10^{-4} オーダーの値が求められている。貯留係数については、揚水井では 10^{-1} オーダーとなり、観測井の距離が離れるにつれ $10^{-3} \sim 10^{-4}$ と減少する結果となった。

表5.1 揚水試験一覧表

	場 所	試錐孔No.	掘削法	掘削深度	スレーナ設置区間	ポンプ位置	水 位	揚水試験実施期間
平	開元院	MC-8	コア	20.6m	GL- 9.0~12.5m	GL- 9m	GL- 1.1m	平成9年5月19日~5月23日
	中洞	MC-9	ソコア	41.0m	GL- 6.0~ 全孔	GL- 26m	GL-10.8m	" 6月6日~6月13日
	蔵の田	MC-10	ソコア	30.8m	GL- 7.0~11.0m	GL- 7m	GL- 4.2m	" 5月13日~5月16日
	高松	MC-11	ソコア	30.5m				
	高松	MC-12	コア	30.5m	GL- 3.0~19.0m	GL- 19m	GL- 3.2m	" 6月2日~6月5日
	高松	MC-13	ソコア	31.0m	GL- 6.0~ 全孔	GL- 19m	GL- 9.1m	" 5月26日~5月30日
	平尾	MC-14	ソコア	30.5m	GL- 9.0~18.0m	GL- 10m	GL- 0.6m	" 8月7日~8月12日
	鴨之巣	MC-15	ソコア	50.0m	GL- 6.0~42.0m	GL- 33m	GL- 4.3m	" 7月30日~8月6日
	蔵の田	MC-16	コア	61.5m	GL-47.0~50.0m	GL- 47m	GL- 2.4m	" 6月23日~6月30日
	寺裏	MC-17	ソコア	30.5m	GL- 5.0~ 全孔	GL- 21m	GL- 2.3m	" 6月14日~6月19日
岩	中洞	MC-18	ソコア	30.5m	GL- 5.0~ 全孔	GL- 21m	GL- 6.2m	" 7月23日~7月29日
	公民館	MC-19	ソコア	30.0m	GL-23.0~26.0m	GL- 23m	GL- 2.1m	" 7月1日~7月8日
	岩崎	MC-20	コア	40.7m	GL-12.5~15.5m	GL-12.5m	GL- 1.3m	" 7月9日~7月22日
	松野	MC-21	ソコア	20.5m	GL- 1.0~ 6.0m	GL- 6m	GL- 0.2m	" 8月18日~8月28日
松	松野	MC-22	ソコア	20.5m	GL- 1.0~ 6.0m	GL- 7m	GL- 0.4m	" 8月18日~8月28日
	松野	MC-23	ソコア	20.5m	GL- 3.0~ 6.2m		GL- 1.2m	" 8月18日~8月28日
	パサージュ	MC-24	コア	20.6m	GL- 9.5~11.0m	GL-10.5m	GL- 4.9m	" 8月29日~9月9日
社	社別当	MC-25	ソコア	30.95m	GL-21.0~25.0m	GL- 21m	GL-10.1m	" 10月17日~10月27日
	社別当	MC-26	ソコア	20.0m	GL- 3.0~ 8.0m	GL- 9m	GL+ 0.1m	" 10月28日~10月31日
	公民館	MC-27	コア	20.0m	GL- 6.0~11.0m	GL- 11m	GL- 1.5m	" 11月4日~11月14日
白	倉	MC-28	ソコア	41.0m	GL-33.0~ 孔底	GL- 33m	GL- 4.5m	" 9月10日~9月18日
	千原	MC-29	ソコア	41.0m	GL-16.5~19.0m	GL- 17m	GL- 6.5m	" 10月13日~10月16日
	広見	MC-30	ソコア	40.5m	GL- 2.5~12.0m	GL-12.5m	GL- 2.1m	" 9月24日~9月30日
	公民館	MC-31	コア	60.0m	GL-48.0~56.0m	GL-48.5m	GL- 3.2m	" 10月1日~10月9日
仲	八ヶ頭	MC-32	ソコア	40.4m	GL-20.0~ 孔底	GL-30.7m	GL-19.1m	" 12月8日~12月11日
	仲ヶ平	MC-33	ソコア	32.0m	GL-15.0~ 孔底	GL- 19m	GL- 7.7m	" 12月1日~12月4日
	八ヶ頭	MC-34	コア	51.6m	GL-19.0~27.0m	GL- 27m	GL- 6.4m	" 11月17日~11月26日

表5.2(1) 揚水試験結果一覧 (その1)

	試錐孔No.	ストレーナー区間 帯水層厚	定流量試験揚水量		透水量係数 T (cm ² /sec)	透水係数 k (cm/sec)	貯留係数 S	比貯留係数 (1/cm)
			限界揚水量					
平	MC-8	GL- 9.0~12.5m 3.5m	1.5 ℓ/min	定流量揚水試験	3.25E-02	9.29E-05	0.559	1.60E-03
			1.5 ℓ/min	水位回復試験	3.43E-02	9.82E-05	0.396	1.13E-03
	MC-9	GL- 6.0~ 全孔 29.5m	1.5 ℓ/min	定流量揚水試験	1.97E-02	6.67E-06	0.260	8.81E-05
			1 ℓ/min以下	水位回復試験	2.42E-02	8.19E-06	0.131	4.44E-05
	MC-10	GL- 7.0~11.0m 4.0m	5 ℓ/min	定流量揚水試験	2.45E-01	6.14E-04	2.197	5.49E-03
			6 ℓ/min	水位回復試験	2.28E-01	5.72E-04	1.908	4.77E-03
	MC-12	GL- 3.0~19.0m 15.5m	1.5 ℓ/min	定流量揚水試験	5.25E-02	3.40E-05	0.928	5.99E-04
			1 ℓ/min以下	水位回復試験	7.60E-03	4.92E-06	0.223	1.44E-04
	MC-13	GL- 6.0~ 全孔 7.8m	1.5 ℓ/min	定流量揚水試験	9.82E-03	1.26E-05	0.648	8.31E-04
			1 ℓ/min以下	水位回復試験	1.02E-02	1.31E-05	0.941	1.21E-03
	MC-14	GL- 9.0~18.0m 2.2m	3 ℓ/min	定流量揚水試験	1.39E-02	6.31E-05	0.947	4.30E-03
			4 ℓ/min	水位回復試験	1.66E-02	7.55E-05	0.542	2.46E-03
岩	MC-15	GL- 6.0~42.0m 36.0m	1.5 ℓ/min	定流量揚水試験	1.98E-02	5.52E-06	0.517	1.44E-04
			1 ℓ/min以下	水位回復試験	2.52E-02	7.00E-06	0.304	8.44E-05
	MC-16	GL-47.0~50.0m 3.0m	10 ℓ/min	定流量揚水試験	1.33E-01	4.42E-04	1.200	4.00E-03
			6 ℓ/min	水位回復試験	1.21E-01	4.02E-04	0.179	5.97E-04
	MC-17	GL- 5.0~ 全孔 25.5m	1.5 ℓ/min	定流量揚水試験	8.83E-03	3.46E-06	0.588	2.31E-04
			1 ℓ/min以下	水位回復試験	6.45E-03	2.53E-06	0.598	2.35E-04
	MC-18	GL- 5.0~ 全孔 24.1m	1.5 ℓ/min	定流量揚水試験	2.70E-02	1.12E-05	0.270	1.12E-04
			1 ℓ/min以下	水位回復試験	2.60E-02	1.08E-05	0.279	1.16E-04
	MC-19	GL-23.0~26.0m 3.0m	6 ℓ/min	定流量揚水試験	4.37E-01	1.46E-03	0.749	2.50E-03
			8 ℓ/min	水位回復試験	4.72E-01	1.57E-03	0.735	2.45E-03
	MC-20	GL-12.5~15.5m 3.0m	6 ℓ/min	定流量揚水試験	1.28E-01	4.27E-04	0.435	1.45E-03
			4 ℓ/min	水位回復試験	8.90E-02	2.97E-04	0.202	6.73E-04

表5.2(2) 揚水試験結果一覧 (その2)

	試錐孔No.	ストレーナー区間 帯水層厚	定流量試験揚水量		透水量係数 T (cm ² /sec)	透水係数 k (cm/sec)	貯留係数 S	比貯留係数 (1/cm)	
			限界揚水量						
松野	MC-21	GL- 1.0～ 6.0m 5.6m	10 ℓ/min	定流量揚水試験	3.05E-01	5.44E-04	0.170	3.04E-04	
				水位回復試験	1.90E-01	3.39E-04	0.467	8.34E-04	
	MC-22	GL- 1.0～ 6.0m 5.5m	12 ℓ/min	定流量揚水試験	4.75E-01	8.57E-04	0.626	1.14E-03	
				水位回復試験	5.27E-01	9.51E-04	0.241	4.38E-04	
	MC-23	GL- 3.0～ 6.2m	15 ℓ/min	定流量揚水試験					
				水位回復試験					
	MC-24	GL- 9.5～11.0m 1.5m	1.5 ℓ/min	定流量揚水試験	3.75E-03	2.50E-05	0.203	1.35E-03	
				水位回復試験	4.93E-03	3.29E-05	0.740	4.93E-03	
社別当	MC-25	GL-21.0～25.0m 4.0m	35 ℓ/min	定流量揚水試験	1.29E+00	3.22E-03	0.371	9.28E-04	
				水位回復試験	1.14E+00	2.86E-03	0.431	1.08E-03	
	MC-26	GL- 3.0～ 8.0m 7.7m	120 ℓ/min	定流量揚水試験	2.88E+00	3.73E-03	0.218	2.83E-04	
				水位回復試験	1.80E+00	2.33E-03	0.758	9.84E-04	
	MC-27	GL- 6.0～11.0m 9.4m	32 ℓ/min	定流量揚水試験	9.00E-01	9.62E-04	0.492	5.23E-04	
				水位回復試験	9.85E-01	1.05E-03	0.091	9.68E-05	
	白倉	MC-28	GL-33.0～ 孔底 8.0m	9 ℓ/min	定流量揚水試験	7.02E-02	8.78E-05	1.822	2.28E-03
					水位回復試験	8.82E-02	1.10E-04	0.655	8.19E-04
MC-29		GL-16.5～19.0m 2.5m	12 ℓ/min	定流量揚水試験	2.05E-01	8.22E-04	5.502	2.20E-02	
				水位回復試験	2.83E-01	1.14E-03	3.024	1.21E-02	
MC-30		GL- 2.5～12.0m 9.4m	10 ℓ/min	定流量揚水試験	6.87E-02	7.35E-05	4.185	4.45E-03	
				水位回復試験	5.20E-02	5.56E-05	6.506	6.92E-03	
MC-31		GL-48.0～56.0m 8.0m	7 ℓ/min	定流量揚水試験	3.33E-01	4.17E-04	2.320	2.90E-03	
				水位回復試験	2.05E-01	2.57E-04	6.133	7.67E-03	
仲ヶ平	MC-32	GL-20.0～ 孔底 19.7m	1.5 ℓ/min	定流量揚水試験	1.42E-02	7.20E-06	0.065	3.30E-05	
				水位回復試験	1.17E-02	5.93E-06	0.127	6.45E-05	
	MC-33	GL-15.0～ 孔底 17.0m	1 ℓ/min	定流量揚水試験	4.58E-02	2.69E-05	0.620	3.65E-04	
				水位回復試験	4.00E-02	2.35E-05	0.957	5.63E-04	
MC-34	GL-19.0～27.0m 20.7m	1 ℓ/min	定流量揚水試験	1.98E-02	9.56E-06	0.201	9.71E-05		
			水位回復試験	1.68E-02	8.11E-06	0.203	9.81E-05		

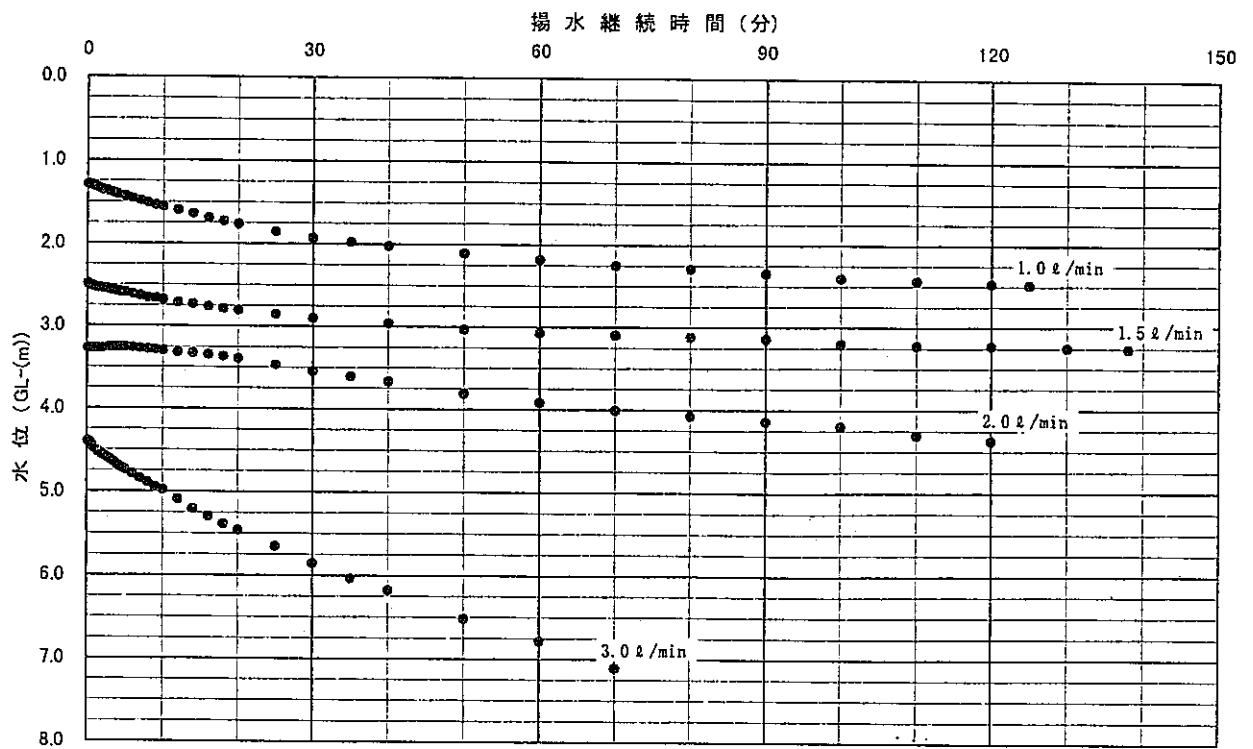


図5.1(1) MC-8号孔 段階揚水試験結果

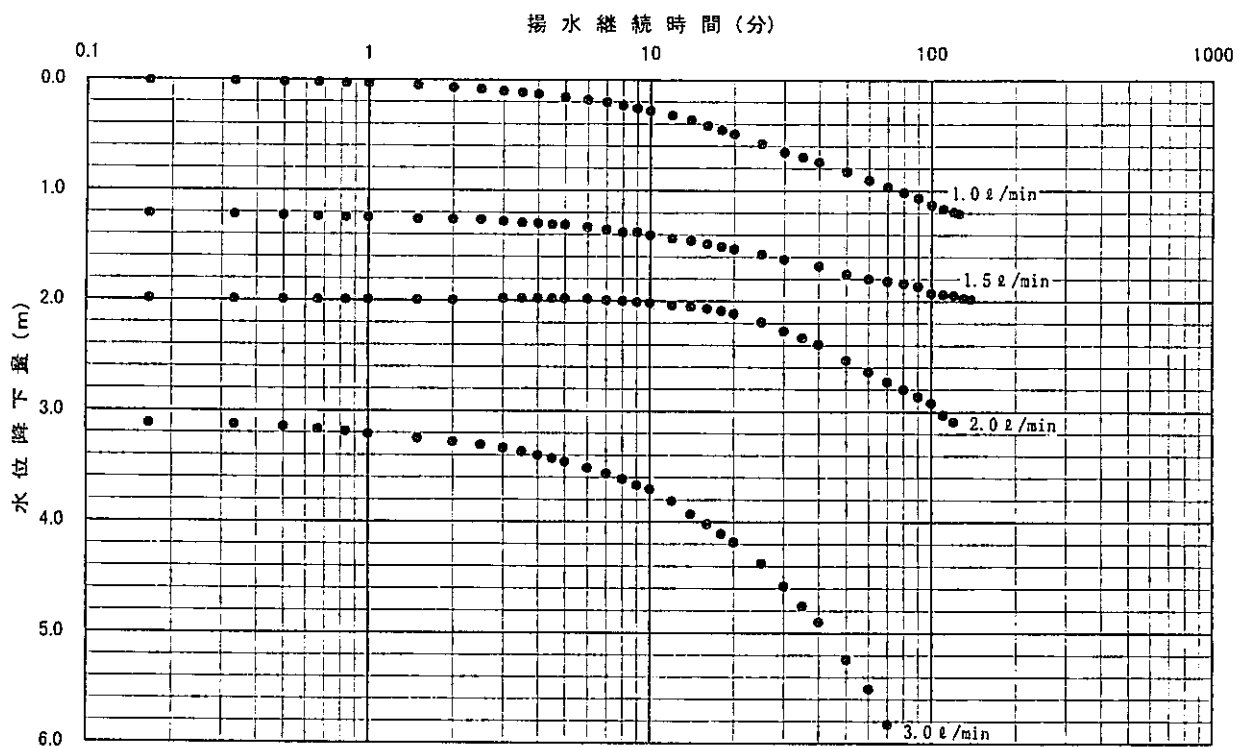


図5.1(2) MC-8号孔 段階揚水試験結果

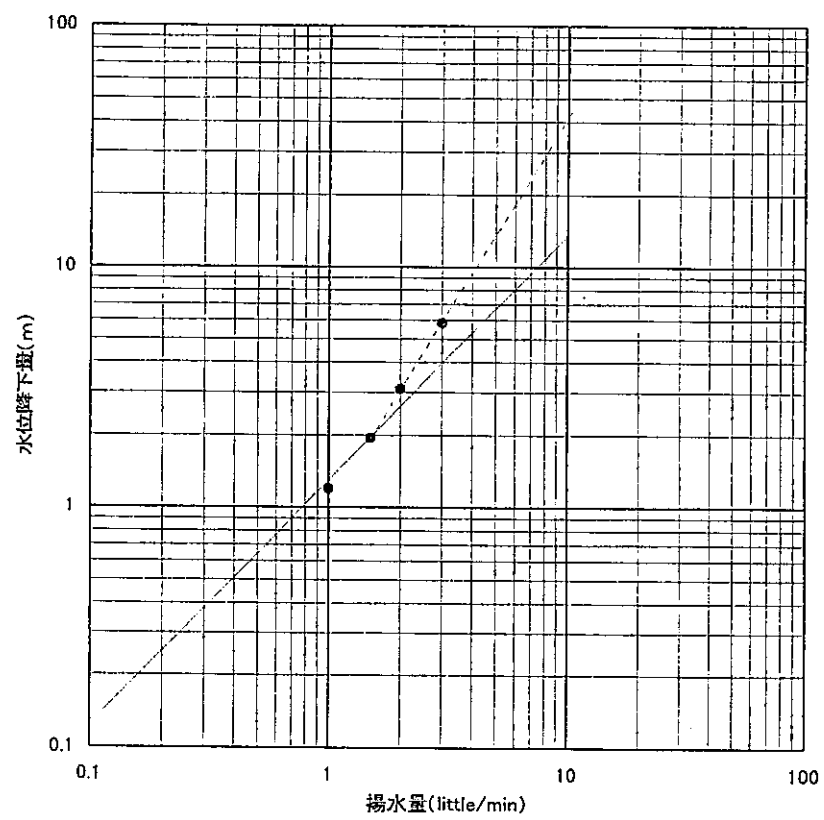


图5.1(3) MC-8号孔 段階揚水試験結果

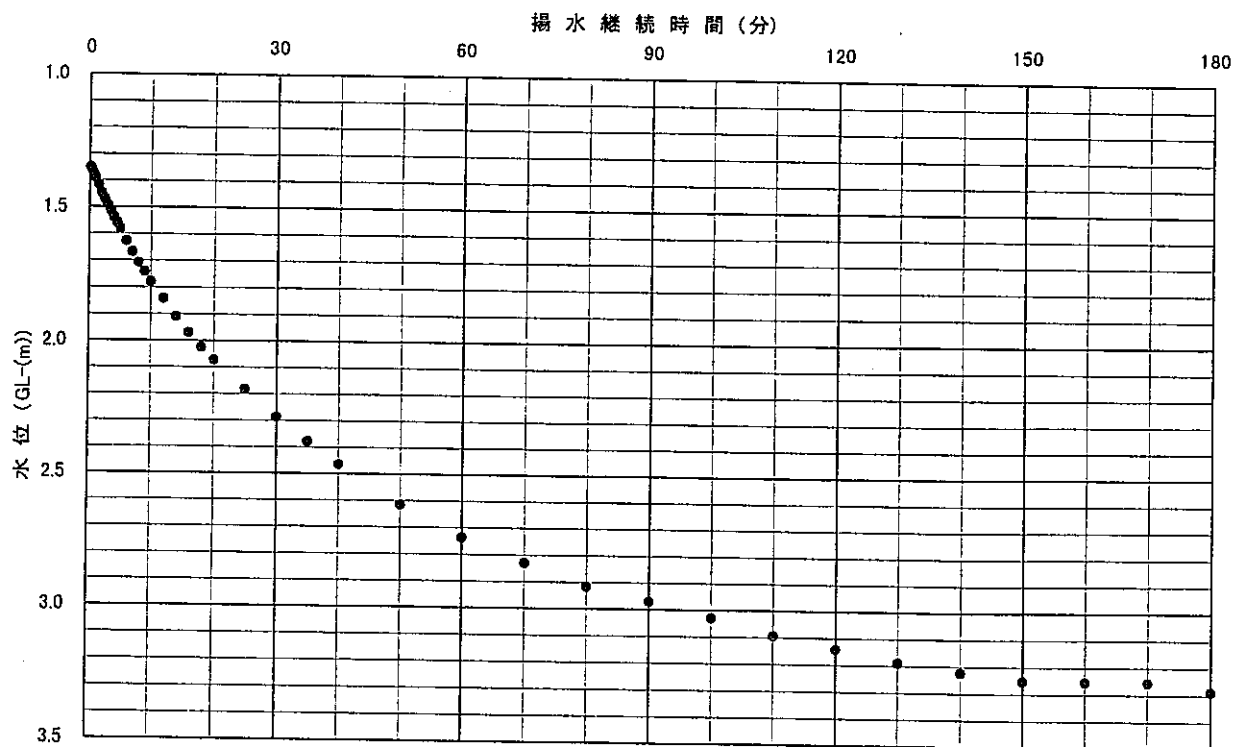


図5.2(1) MC-8号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

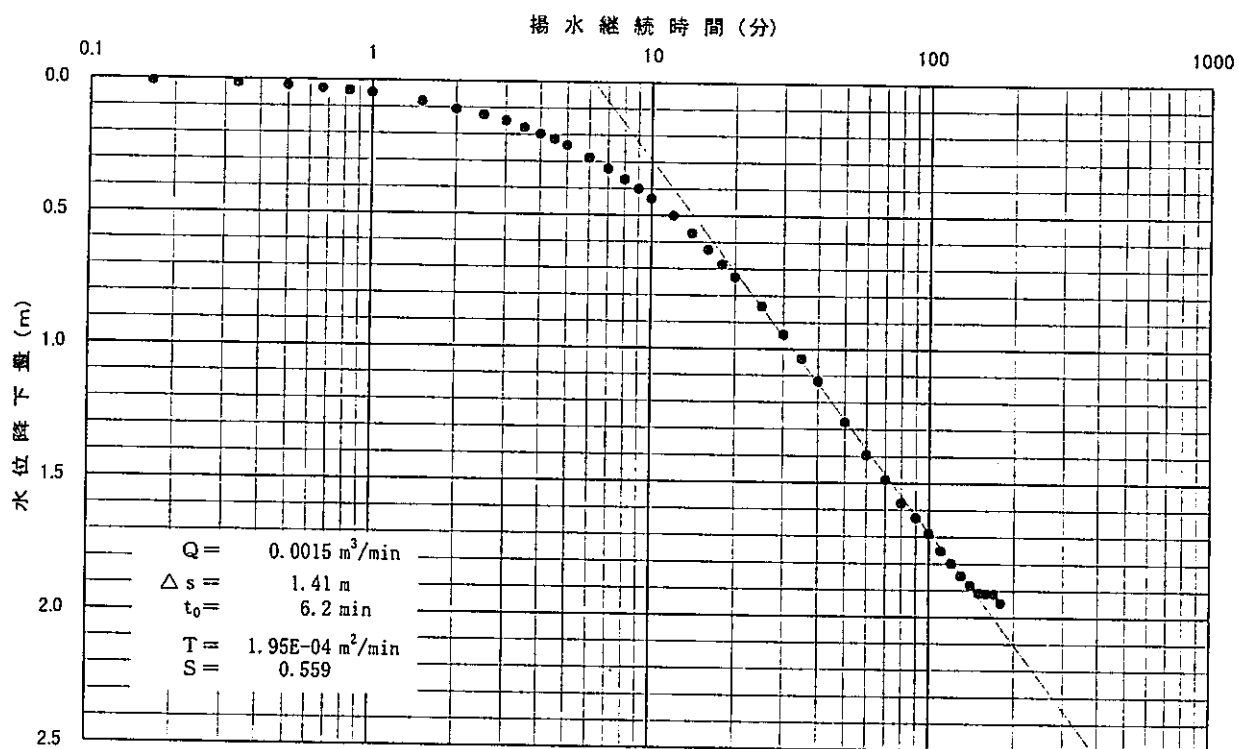


図5.2(2) MC-8号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

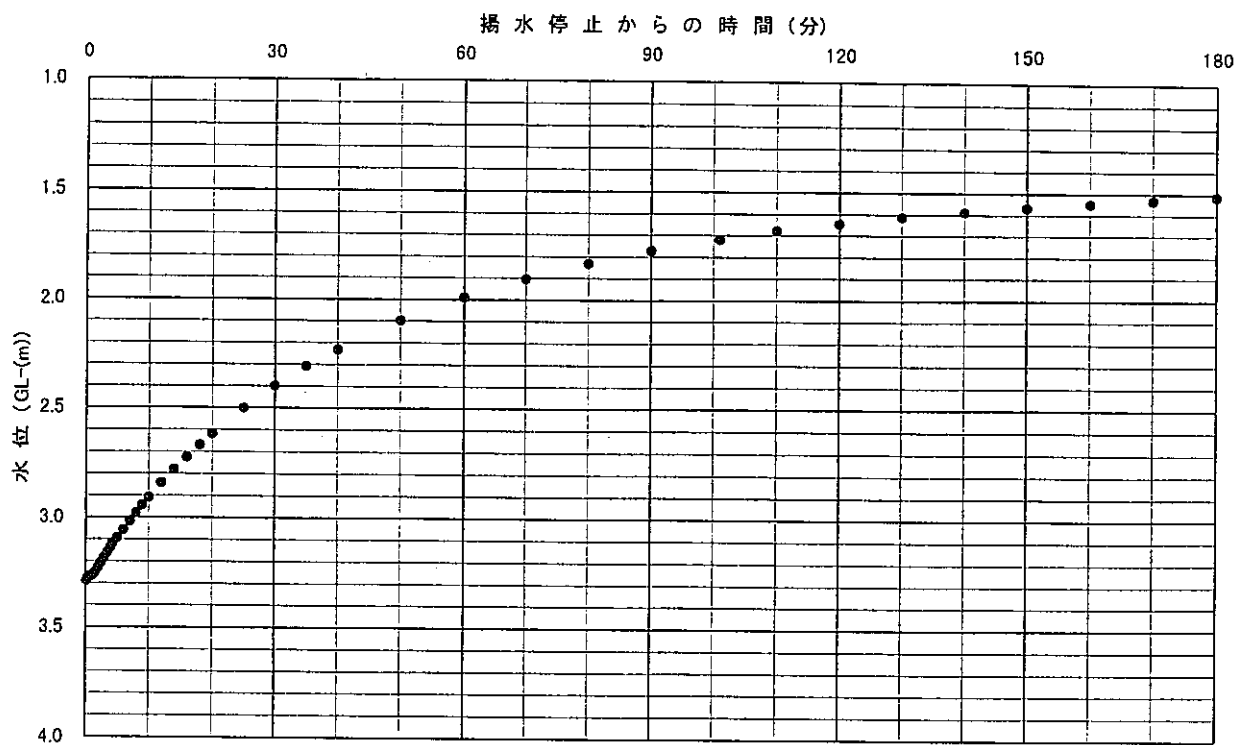


図5.3(1) MC-8号孔 水位回復試験結果

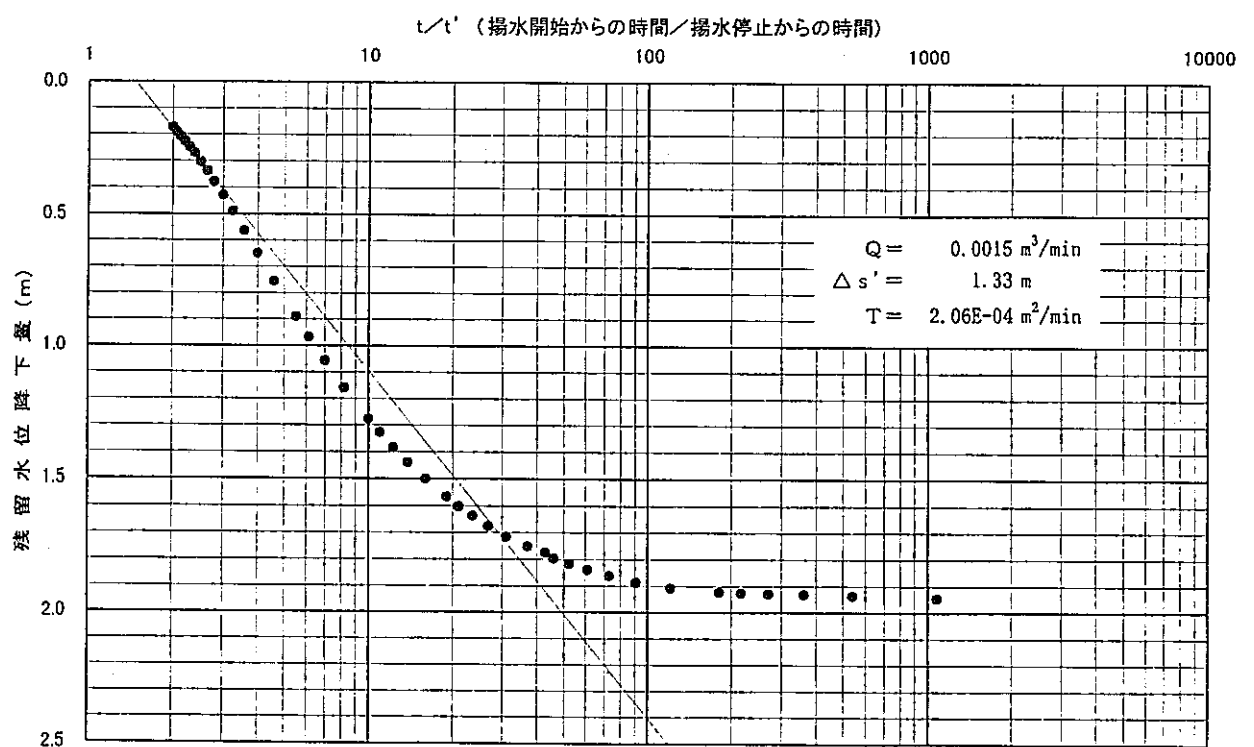


図5.3(2) MC-8号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

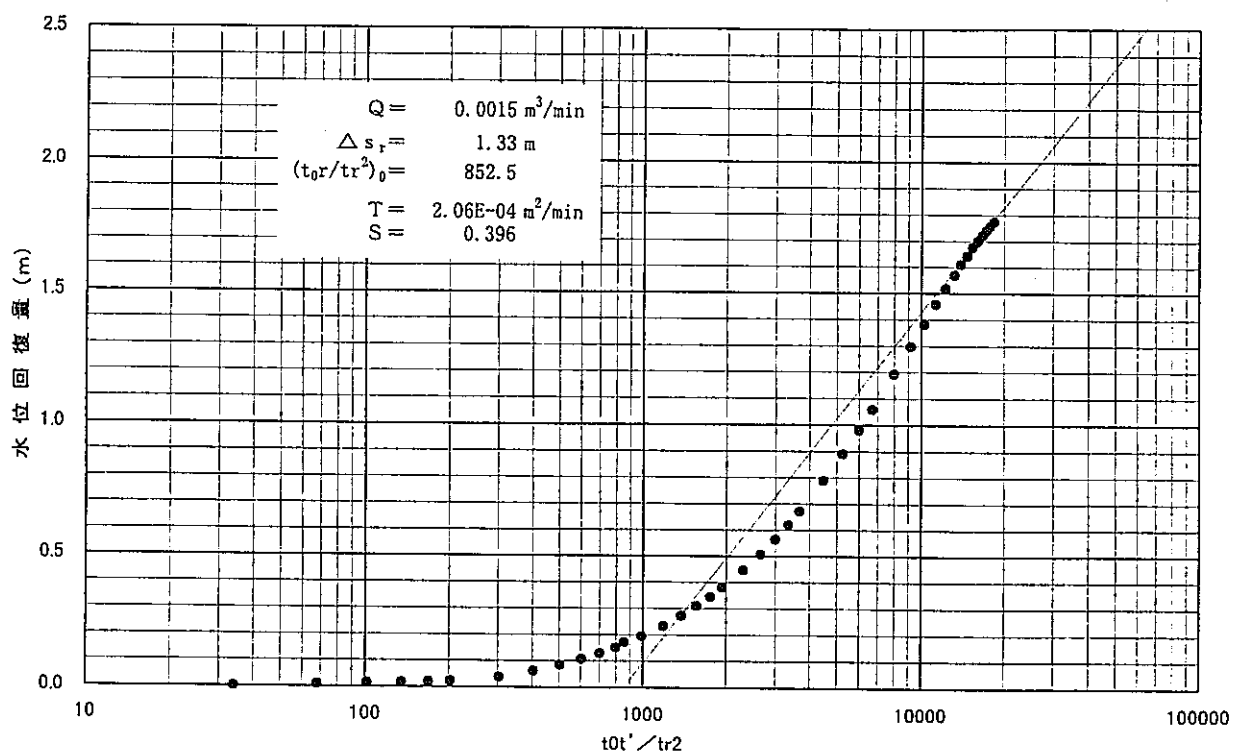


図5.3(3) MC-8号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

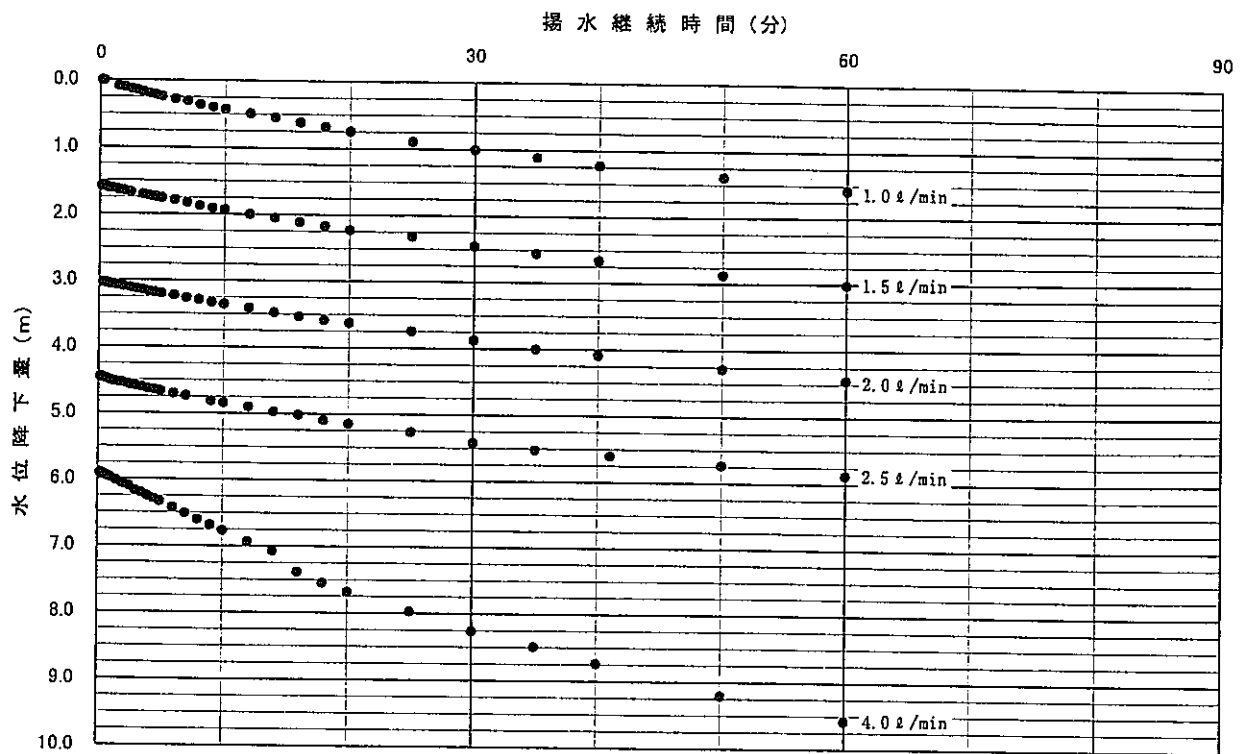


図5.4(1) MC-9号孔 段階揚水試験結果

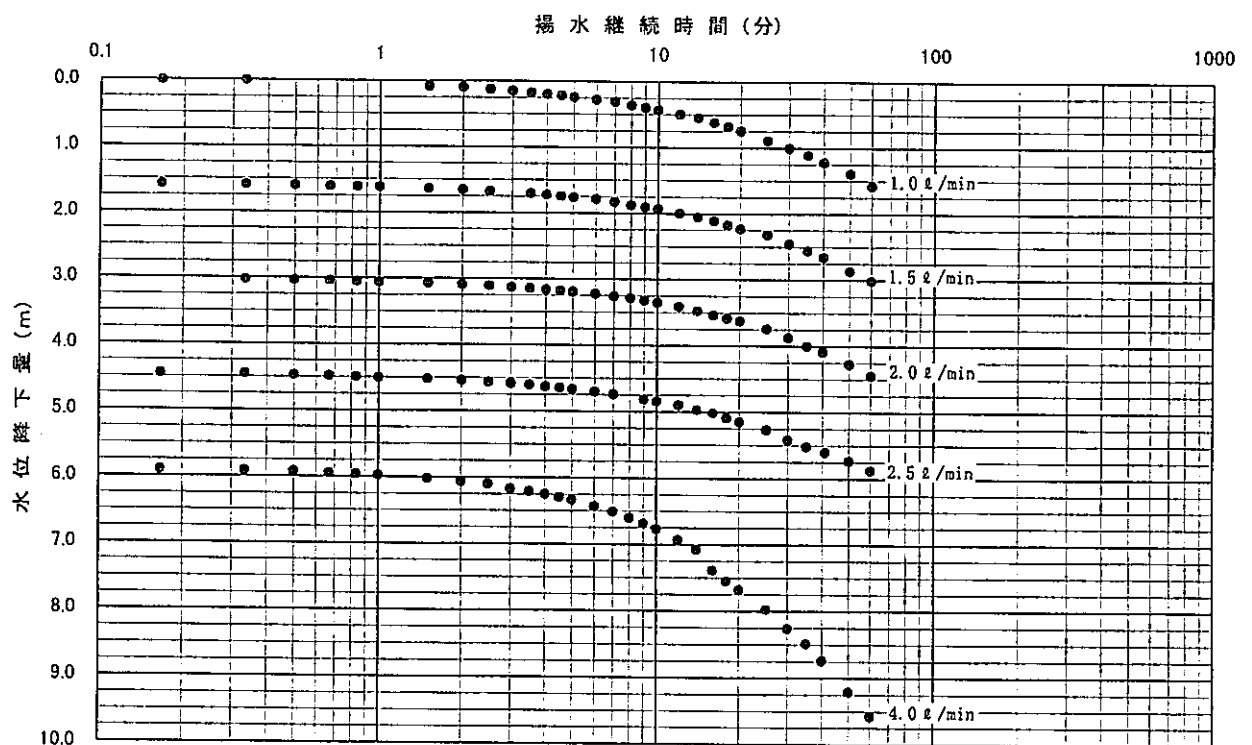


図5.4(2) MC-9号孔 段階揚水試験結果

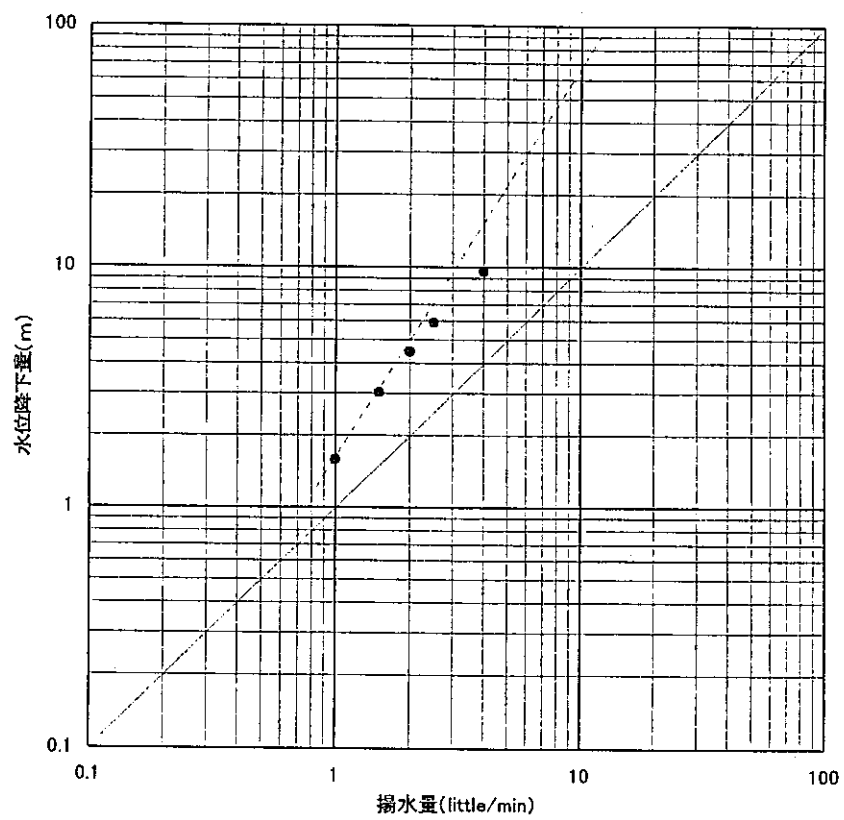


図5.4(3) MC-9号孔 段階揚水試験結果

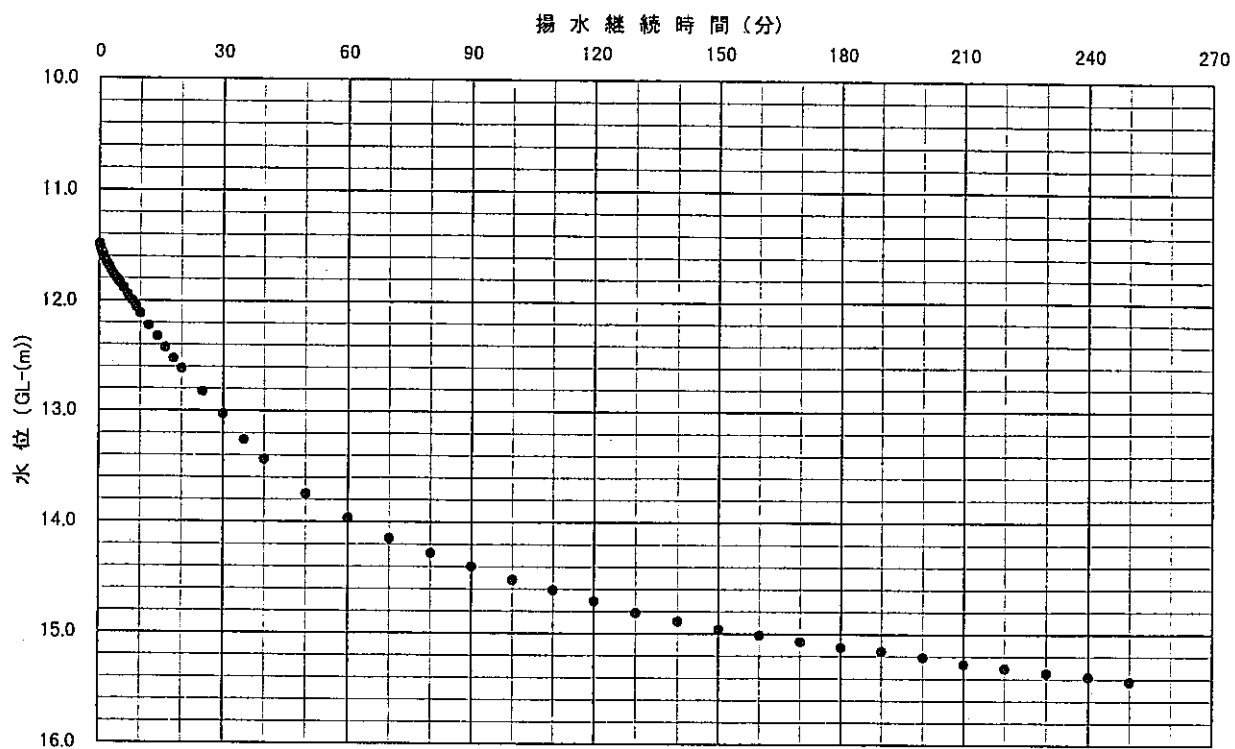


図5.5(1) MC-9号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

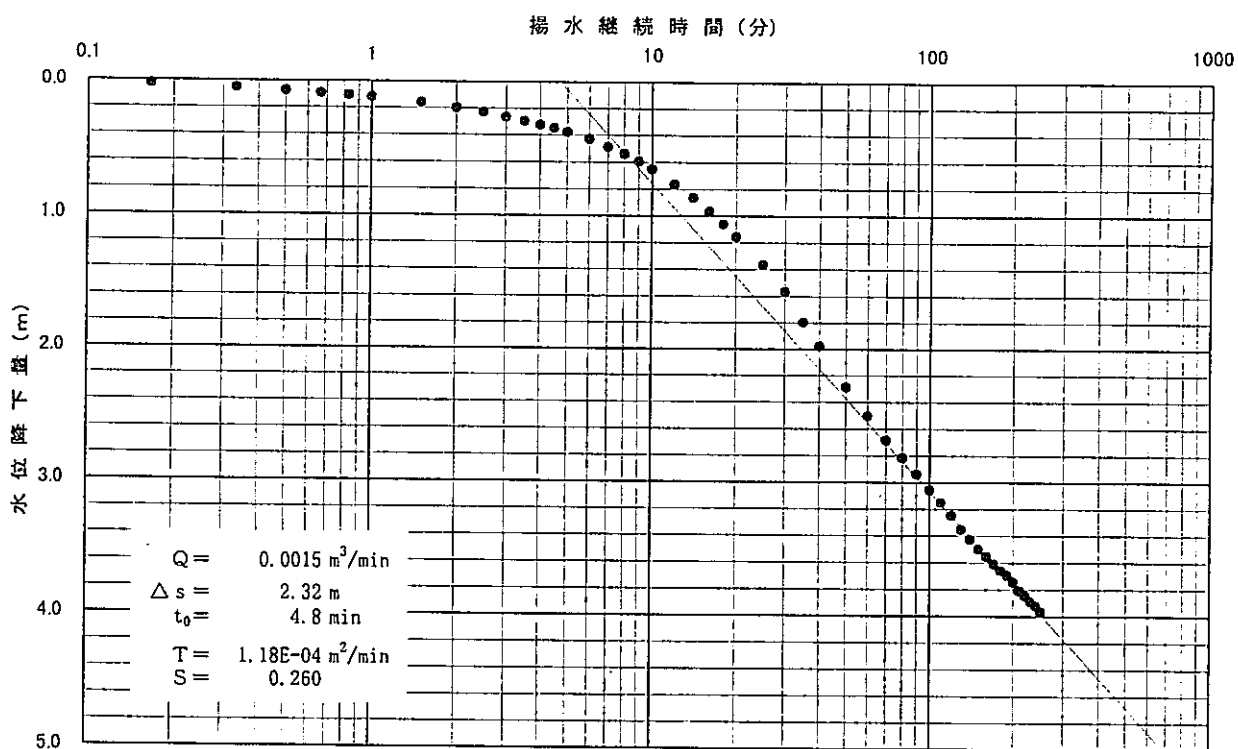


図5.5(2) MC-9号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

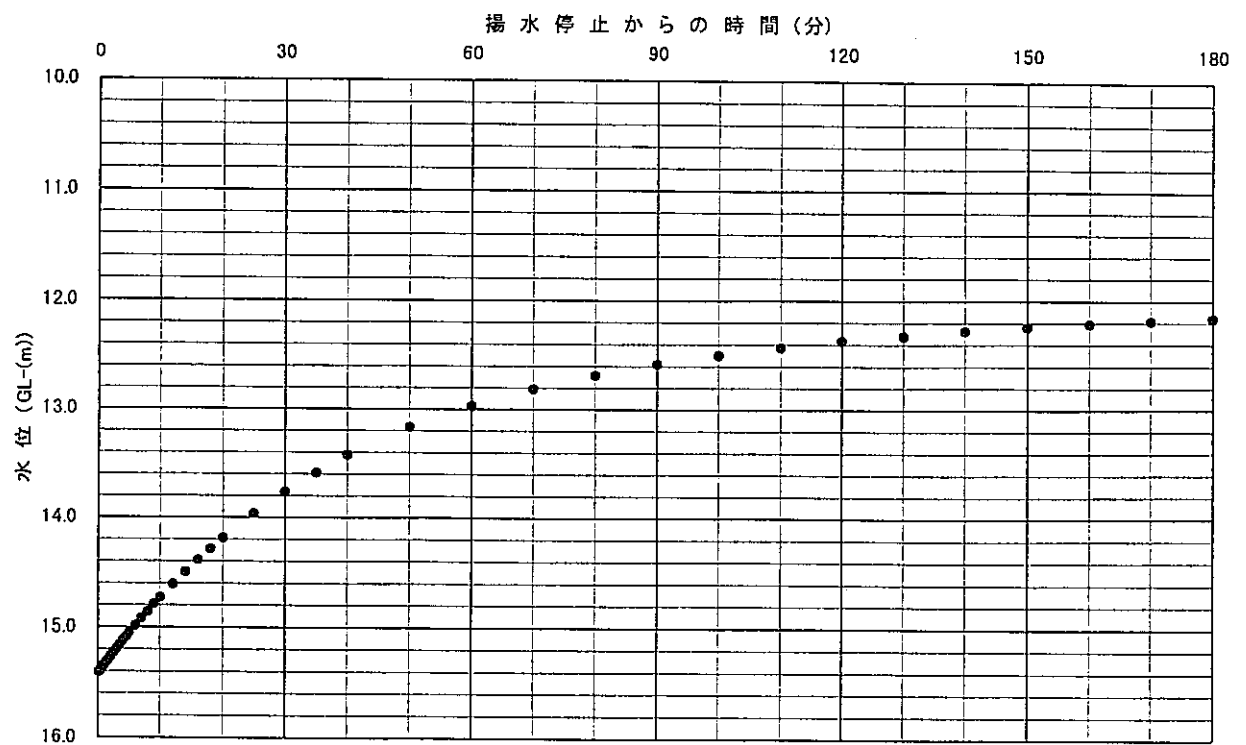


図5.6(1) MC-9号孔 水位回復試験結果

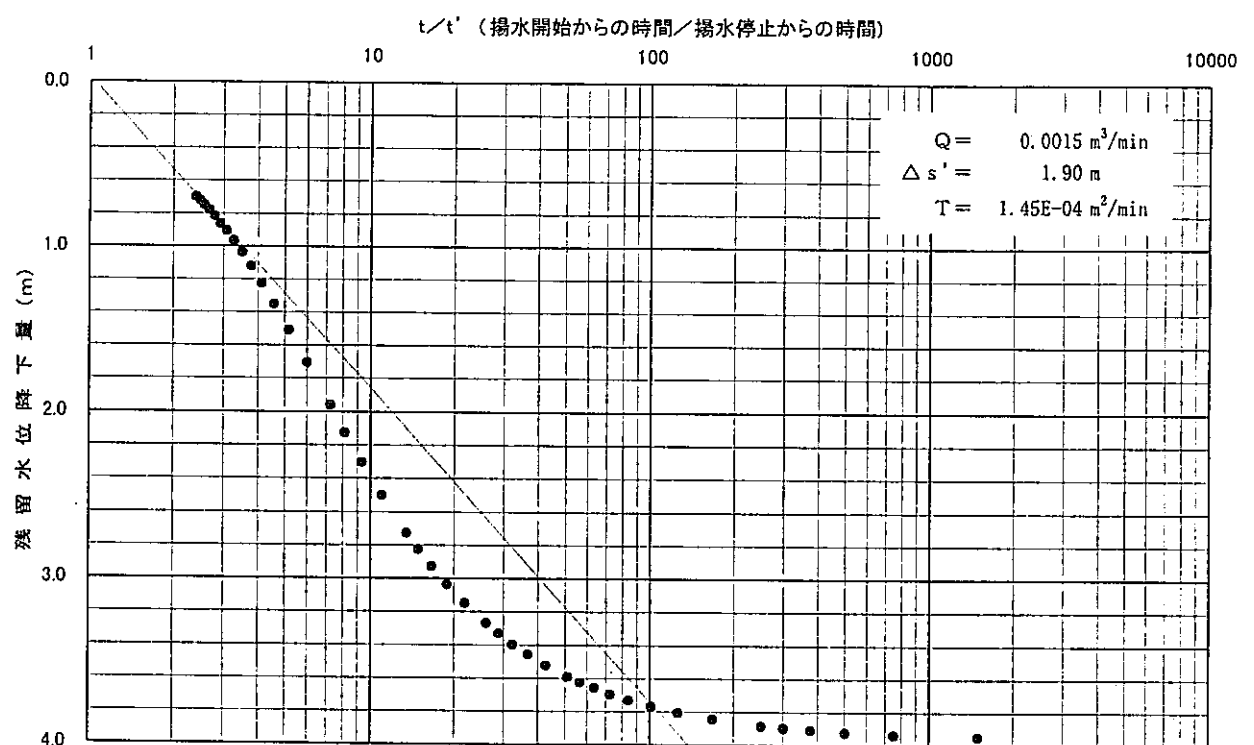


図5.6(2) MC-9号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

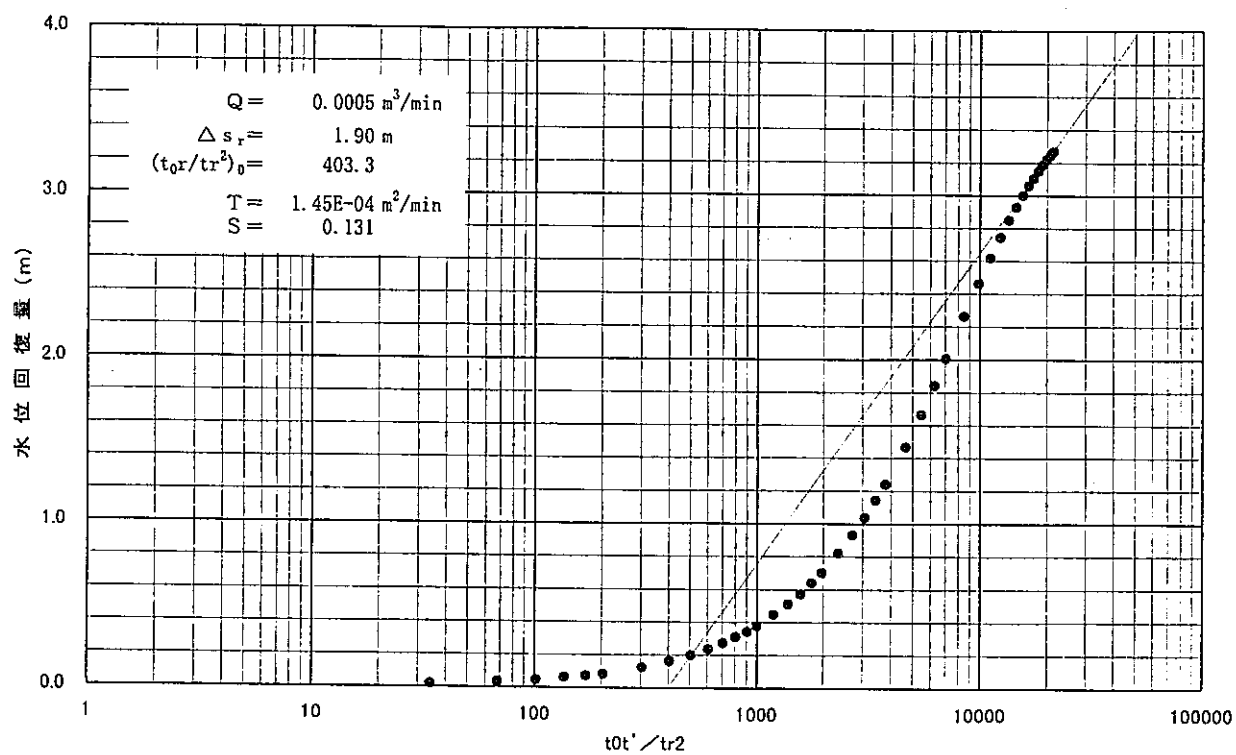


図5.6(3) MC-9号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

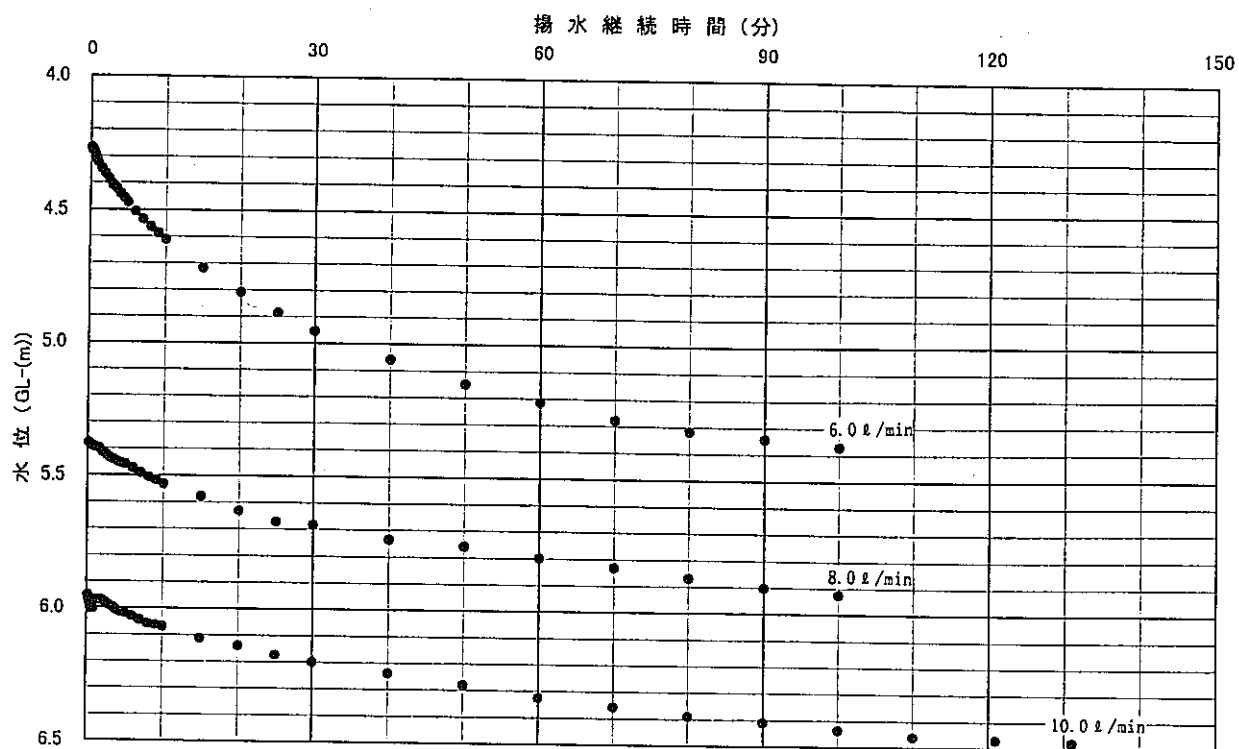


図5.7(1) MC-10号孔 段階揚水試験結果

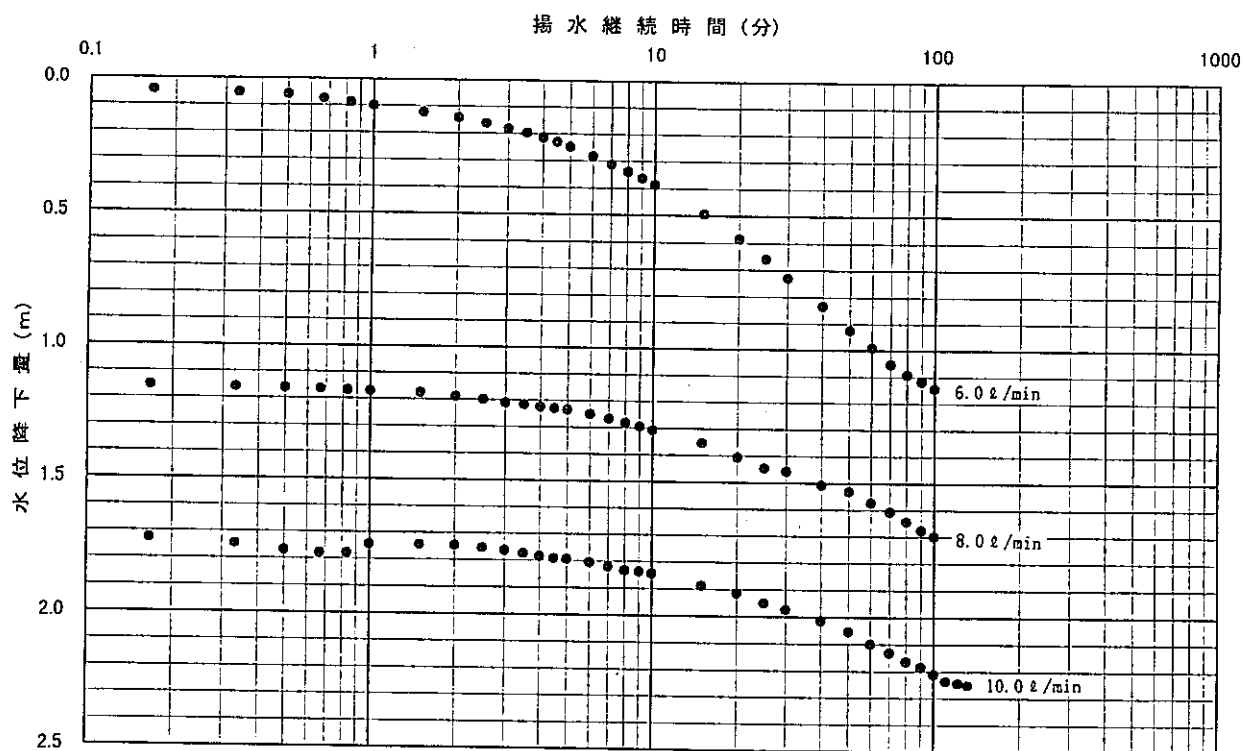


図5.7(2) MC-10号孔 段階揚水試験結果

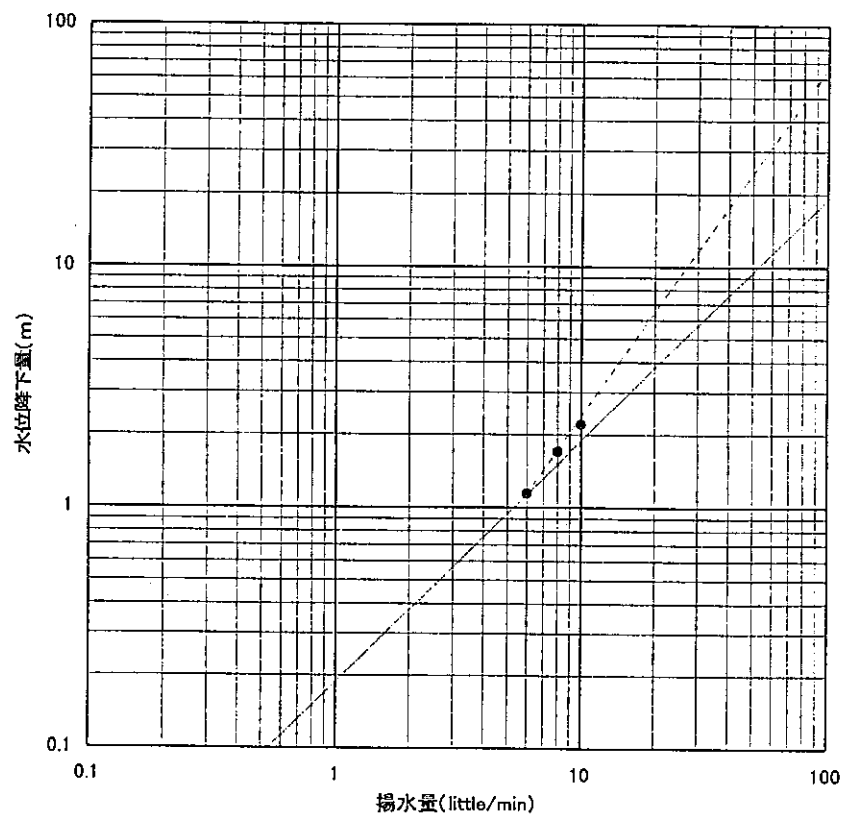


図5.7(3) MC-10号孔 段階揚水試験結果

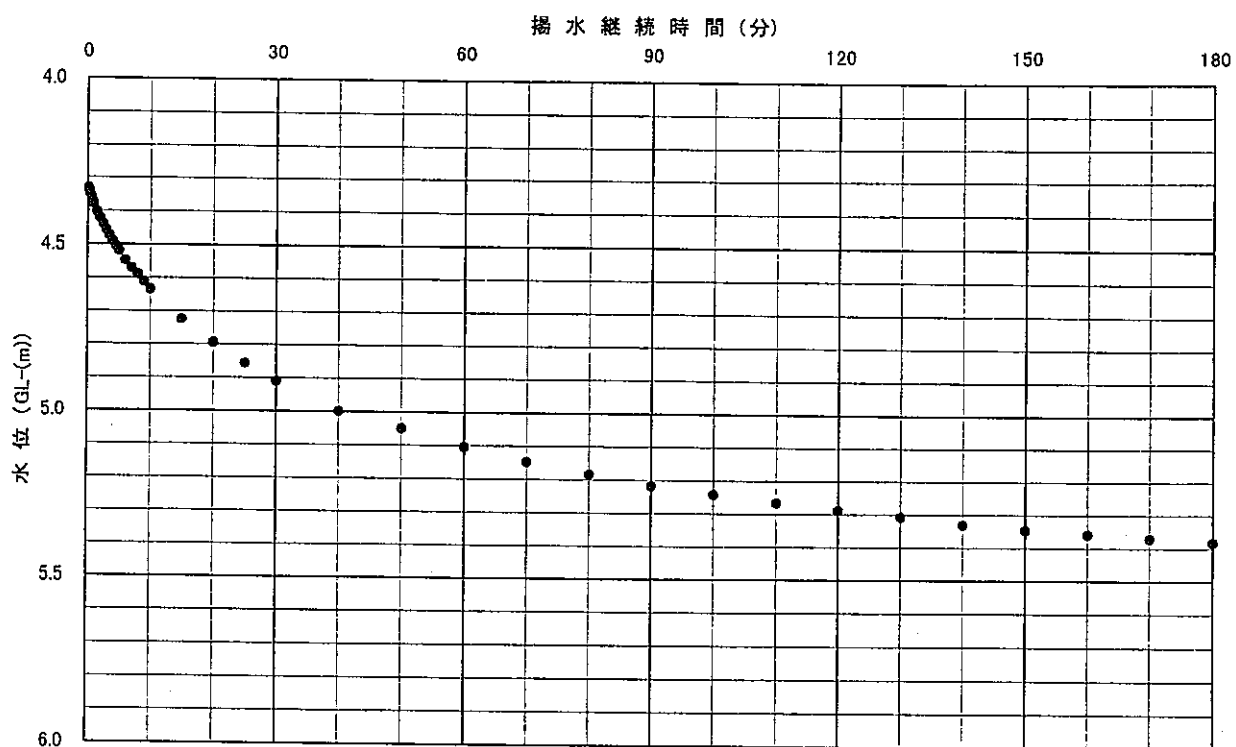


図5.8(1) MC-10号孔 定流量揚水試験結果 (5.0 little/min)

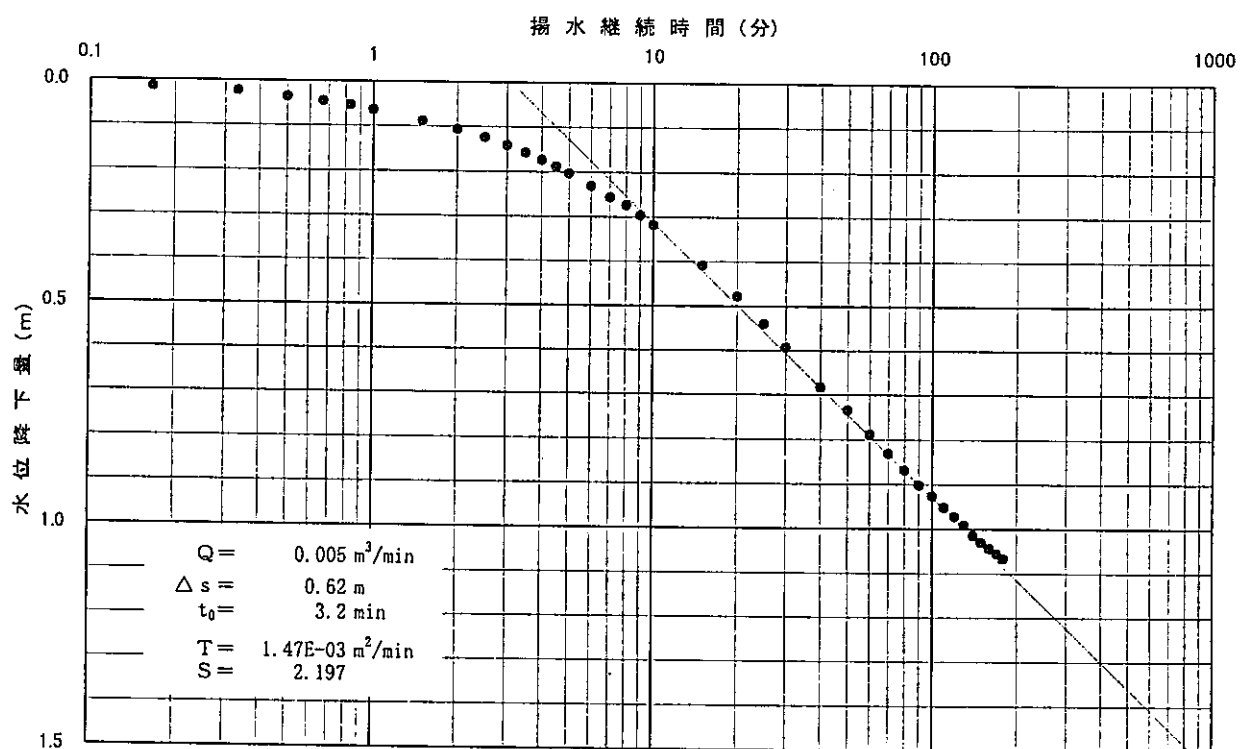


図5.8(2) MC-10号孔 定流量揚水試験結果 (5.0 little/min)

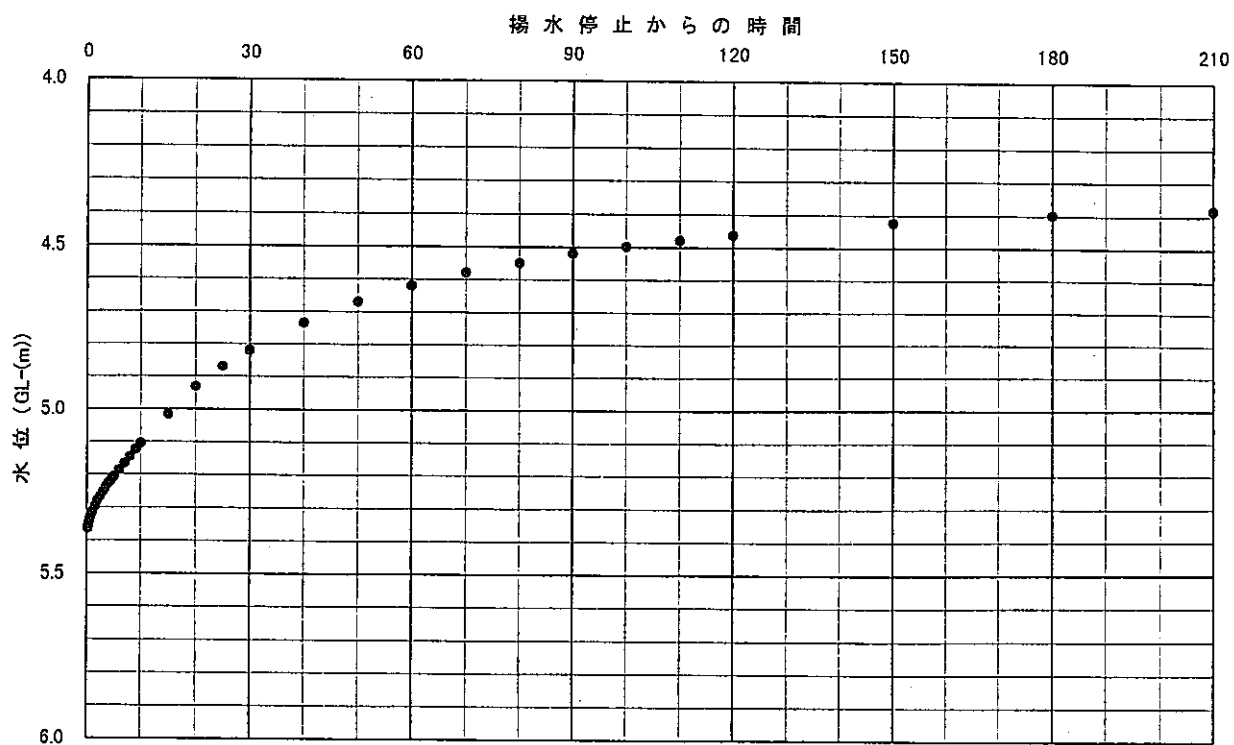


図5.9(1) MC-10号孔 水位回復試験結果

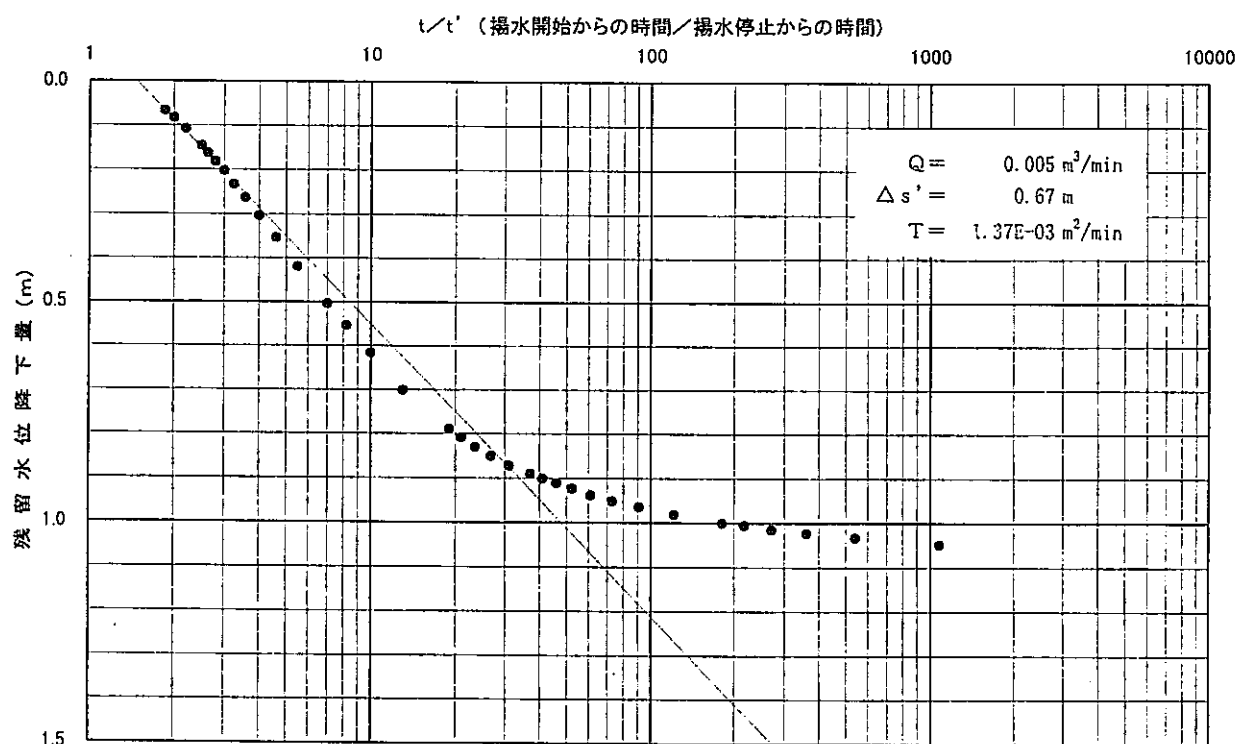


図5.9(2) MC-10号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

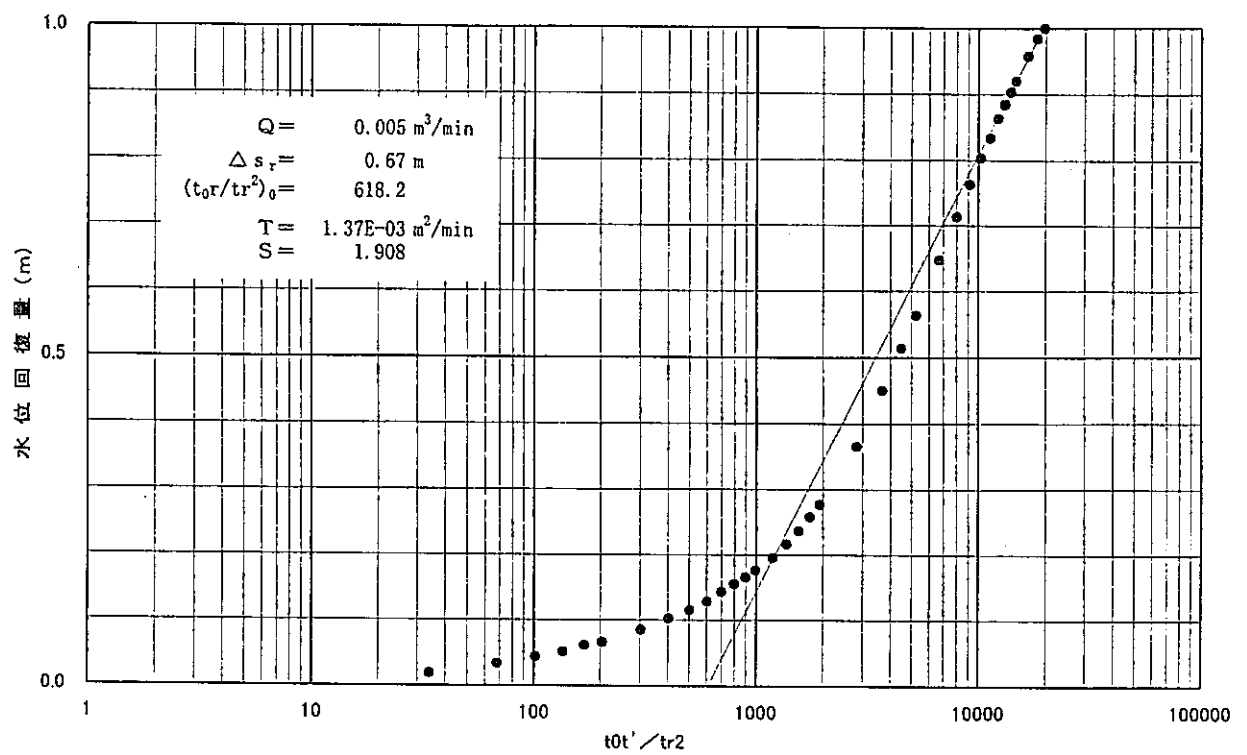


図5.9(3) MC-10号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

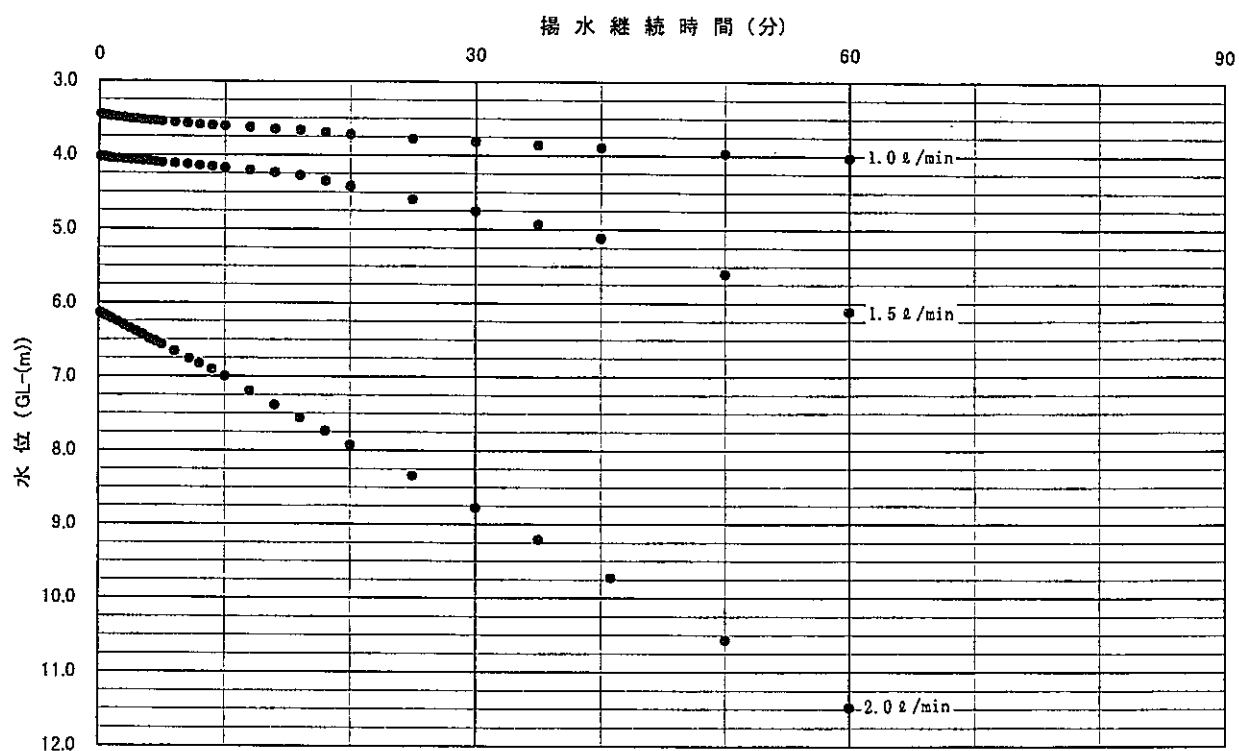


図5.10(1) MC-12号孔 段階揚水試験結果

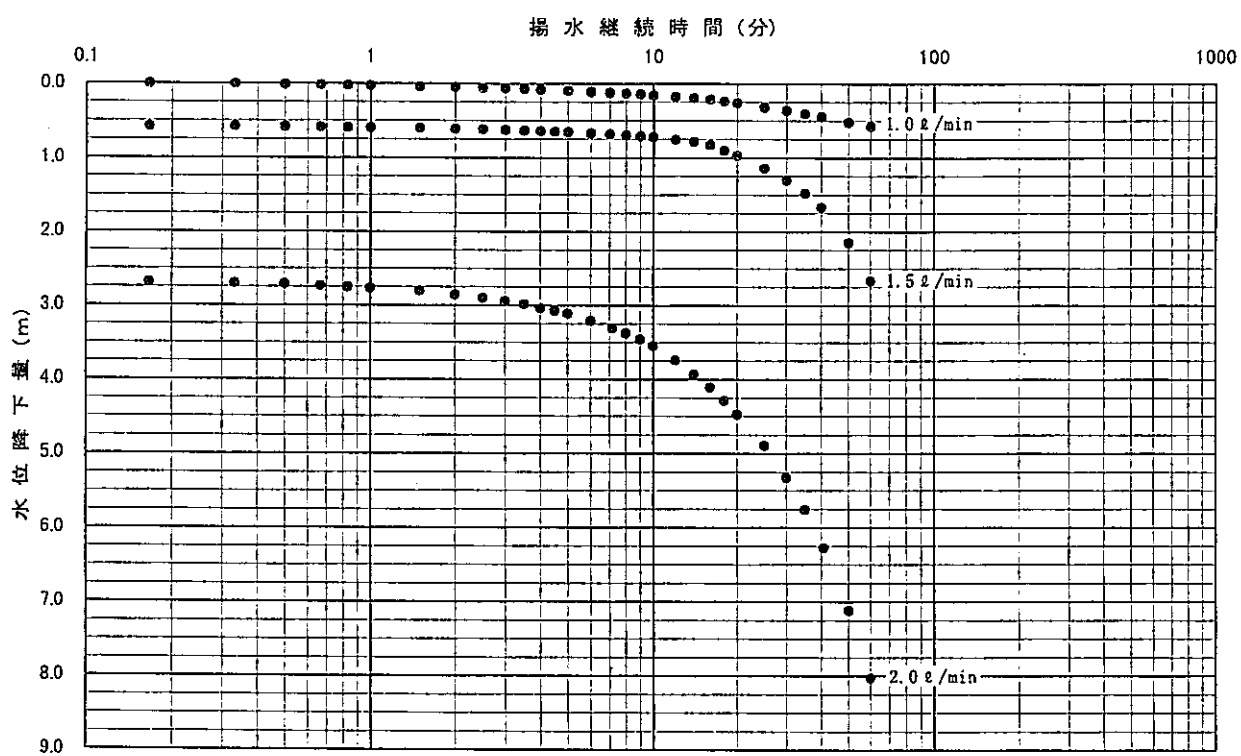


図5.10(2) MC-12号孔 段階揚水試験結果

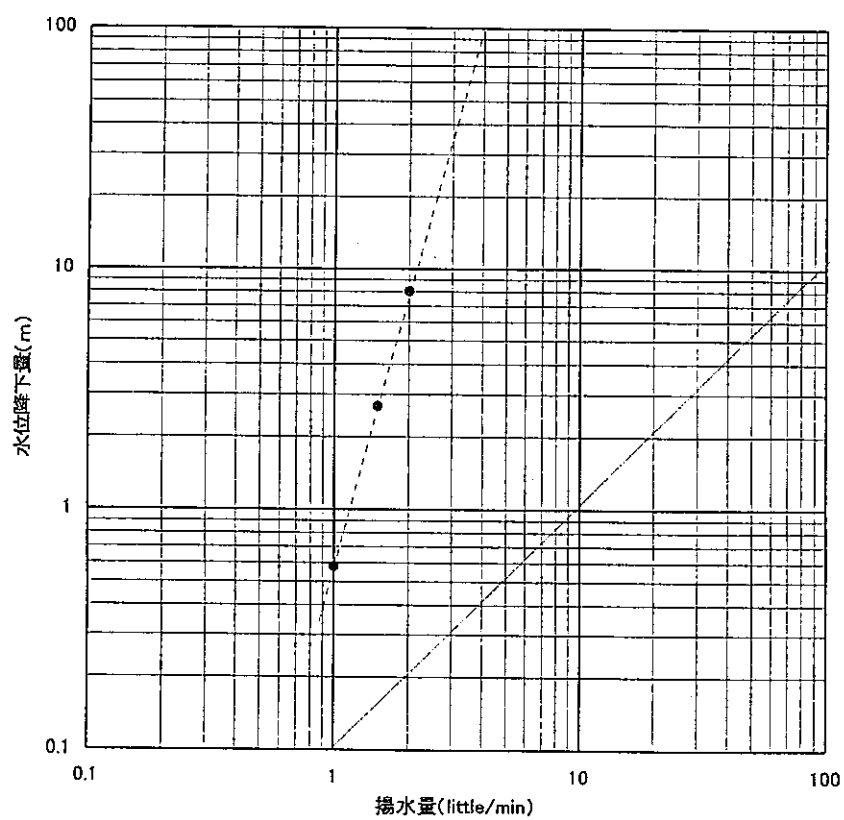


図5.10(3) MC-12号孔 段階揚水試験結果

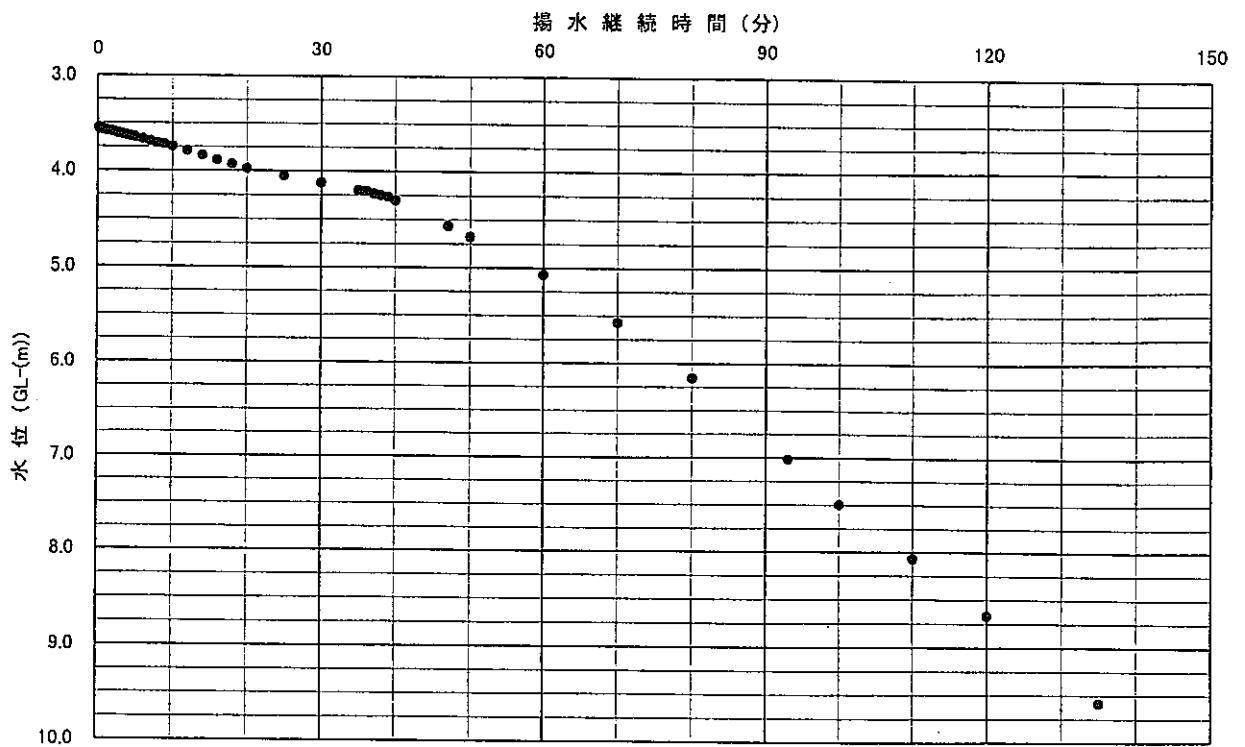


図5.11(1) MC-12号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

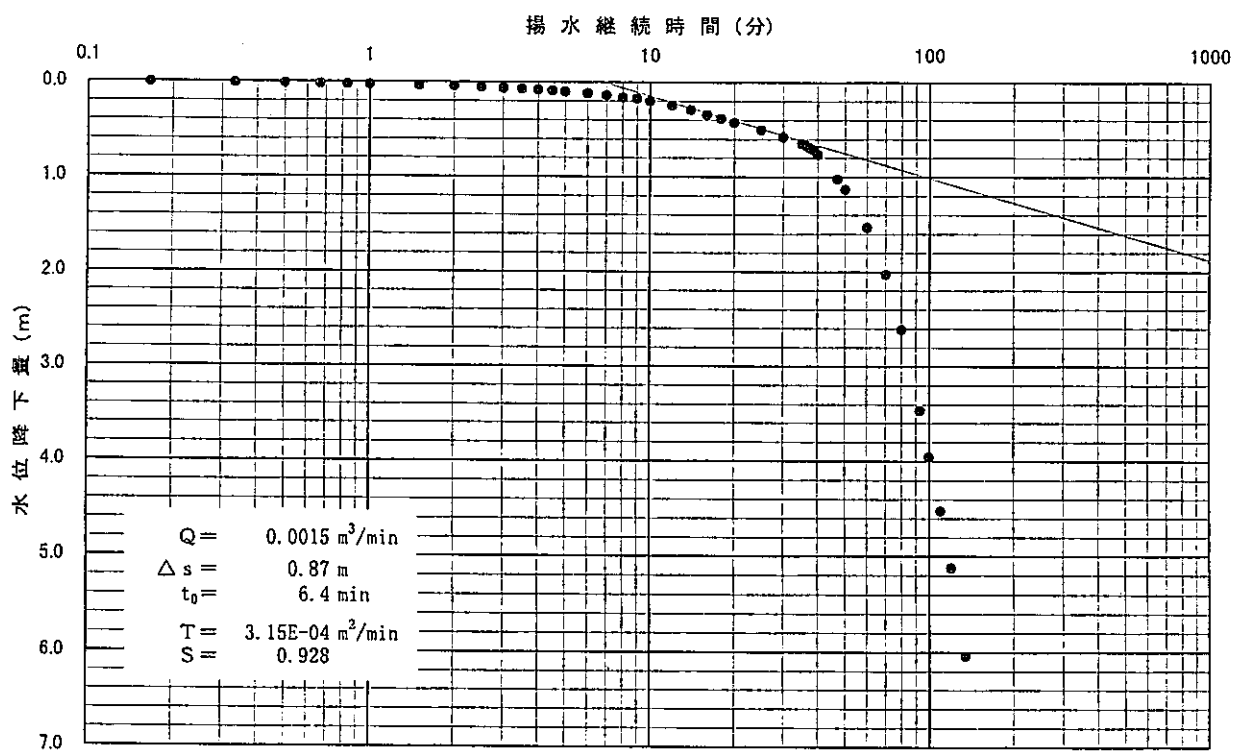


図5.11(2) MC-12号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

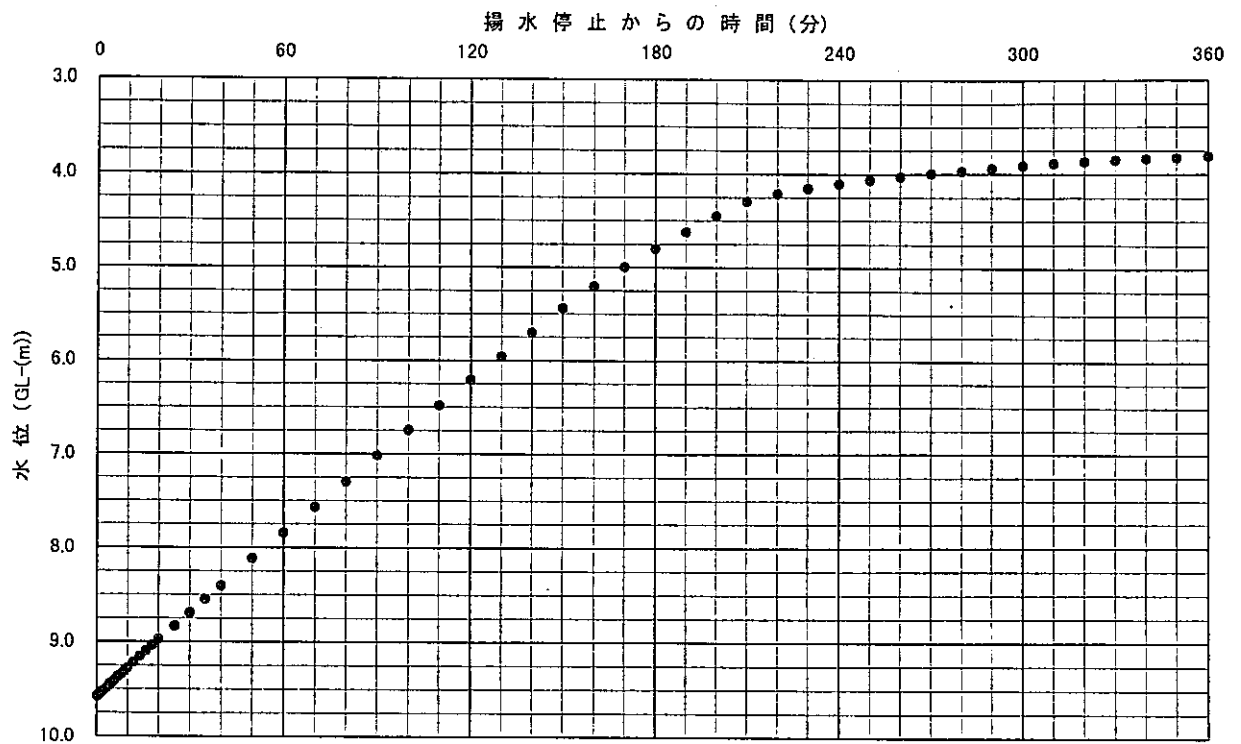


図5.12(1) MC-12号孔 水位回復試験結果

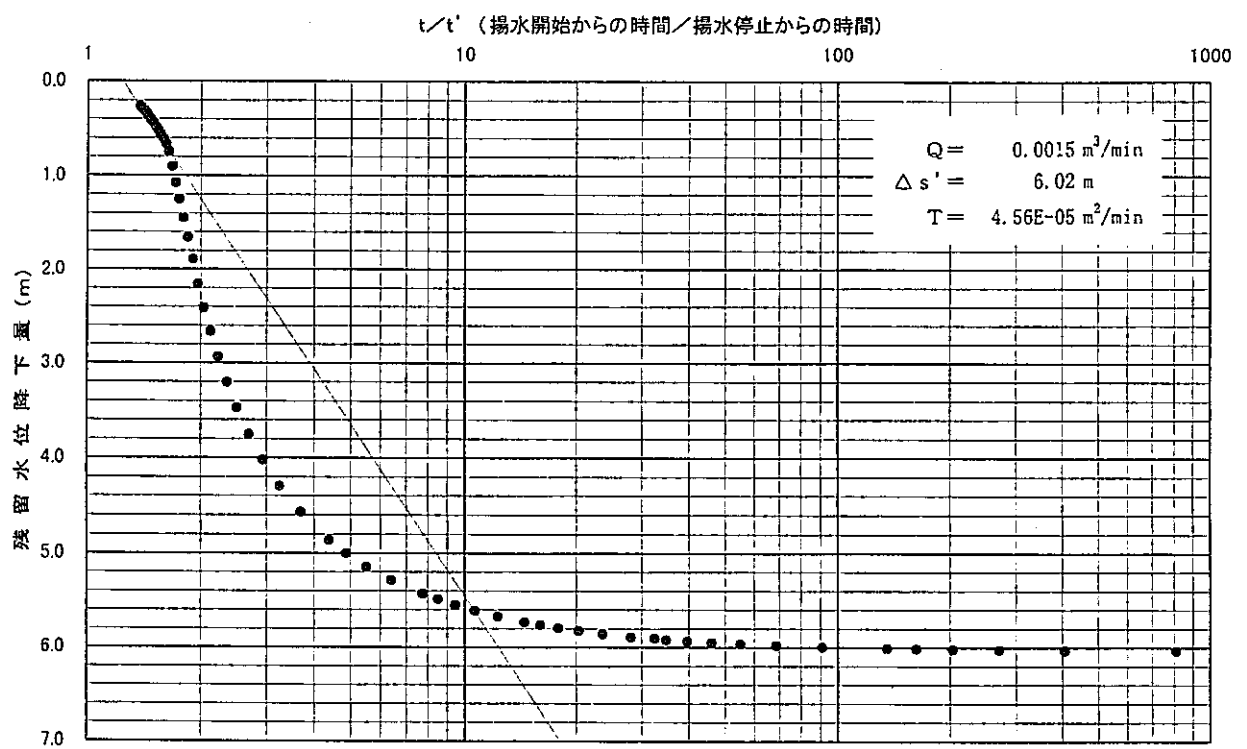


図5.12(2) MC-12号孔 水位回復試験 (タイスの方法)

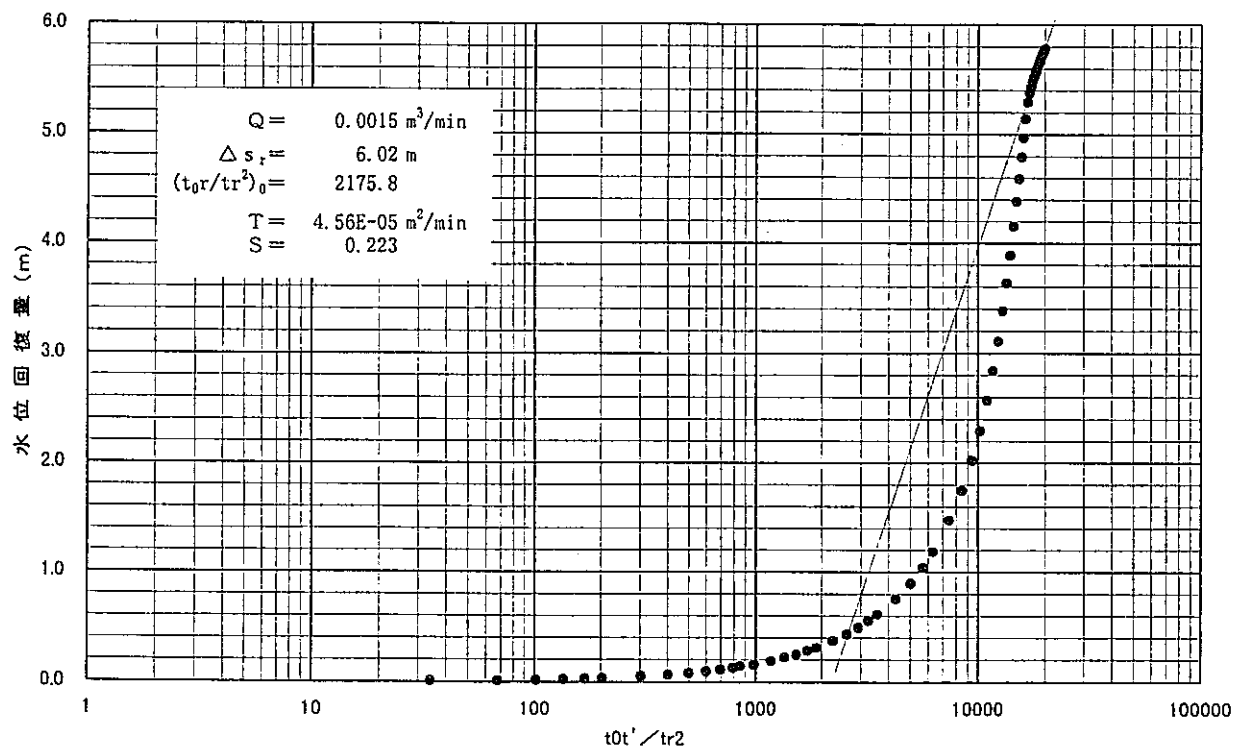


図5.12(3) MC-12号孔 水位回復試験 (西垣・高坂の方法)

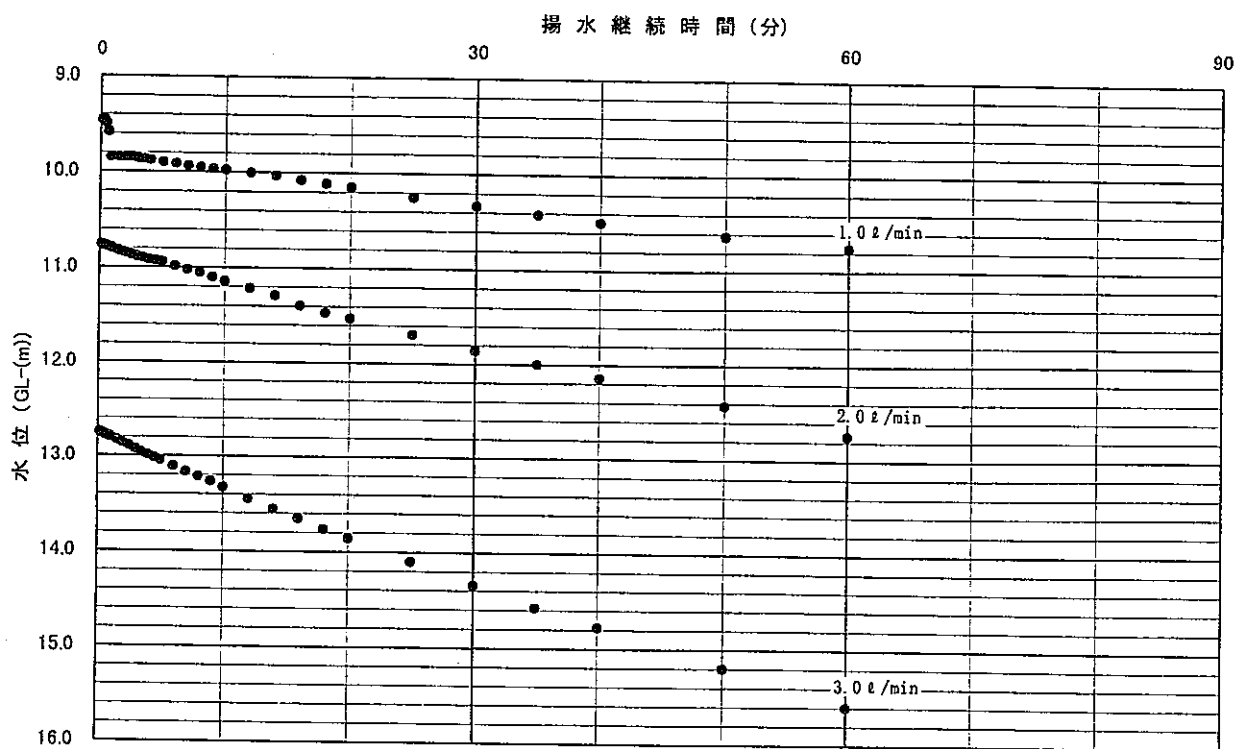


図5.13(1) MC-13号孔 段階揚水試験結果

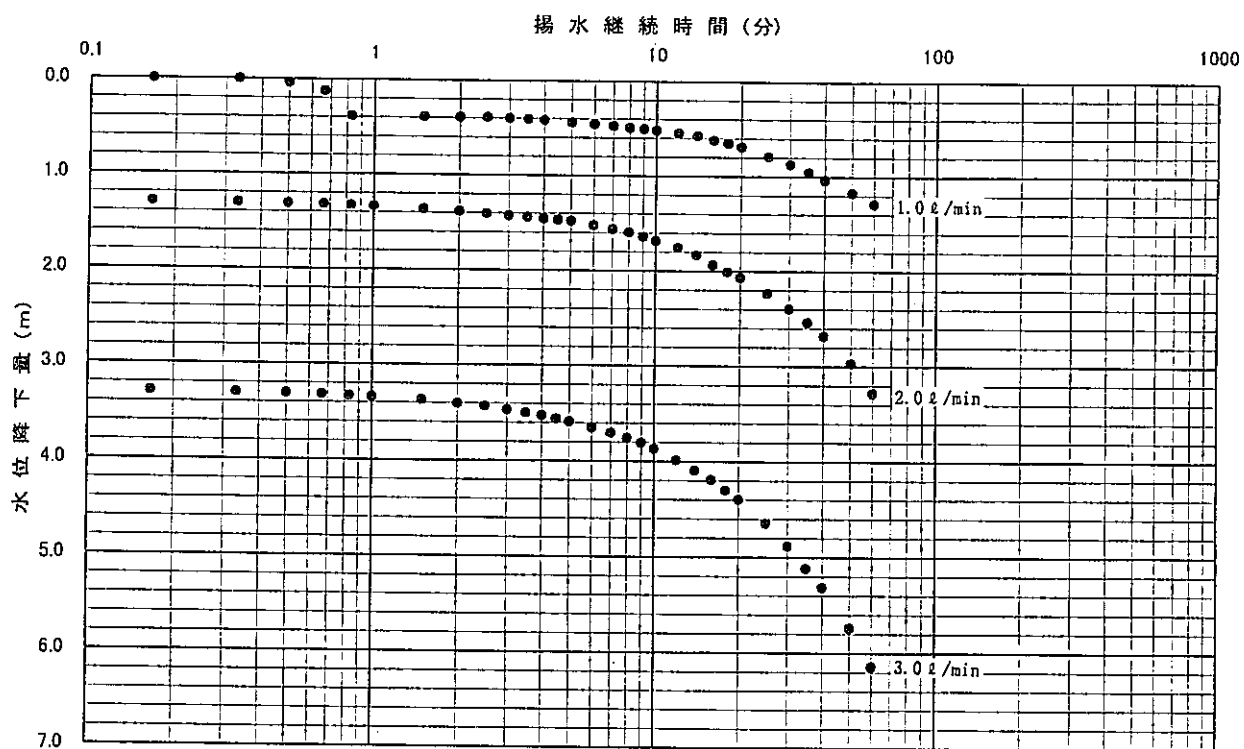


図5.13(2) MC-13号孔 段階揚水試験結果

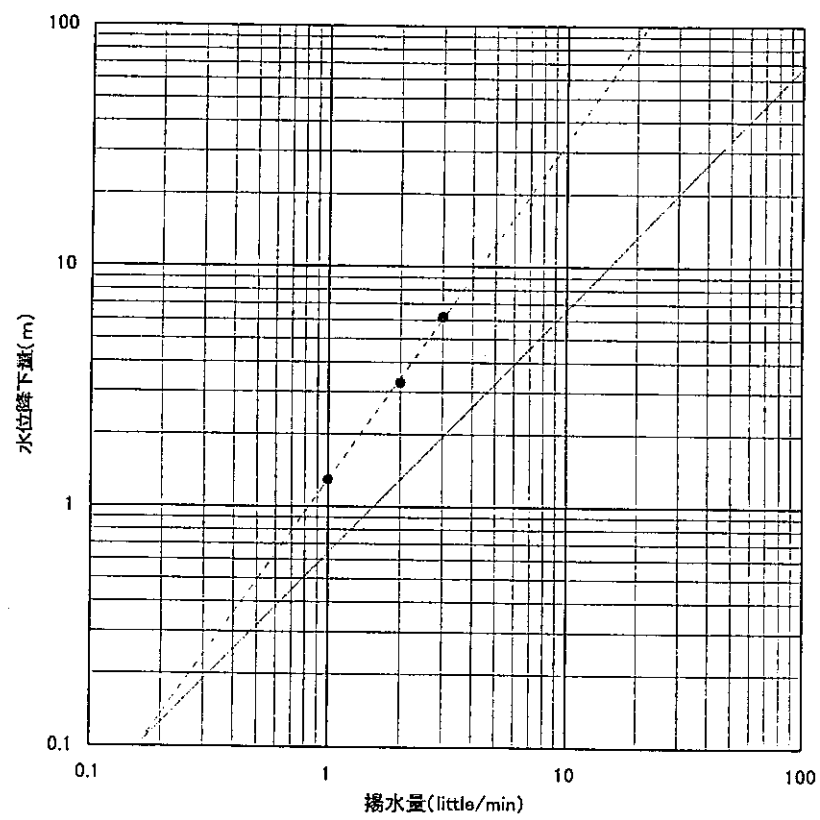


図5.13(3) MC-1 3号孔 段階揚水試験結果

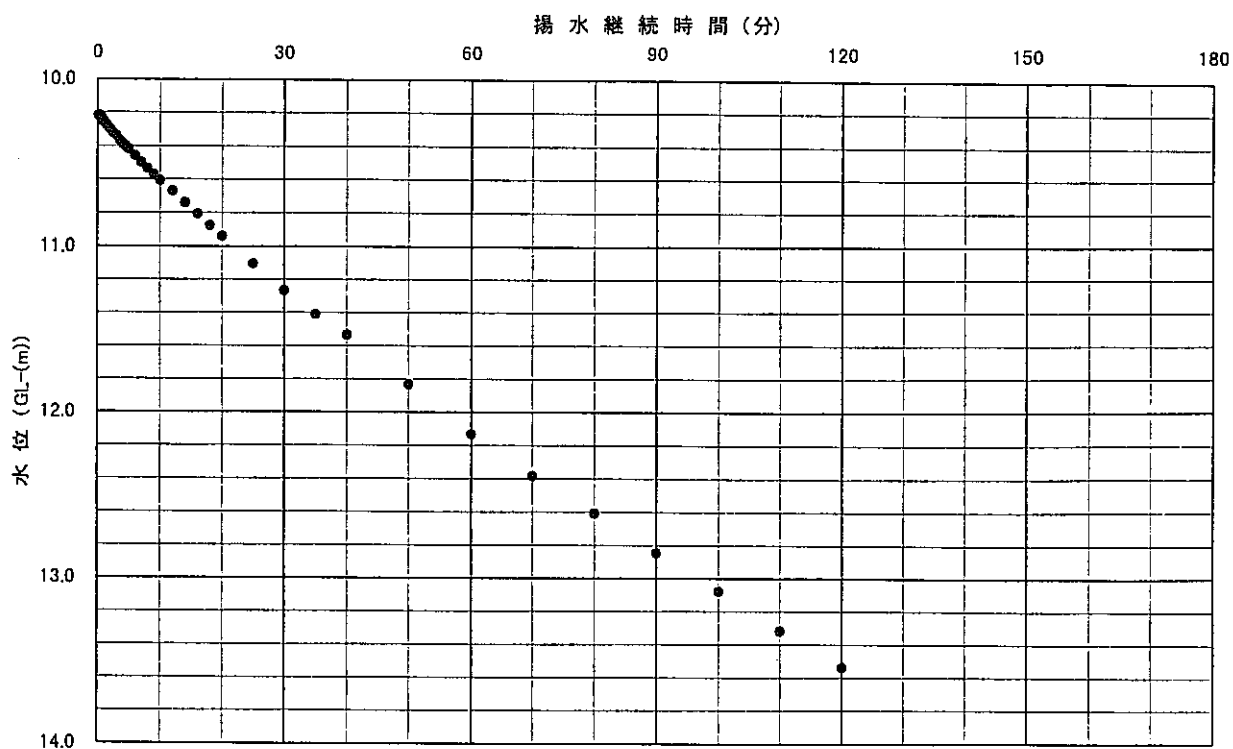


図5.14(1) MC-13号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

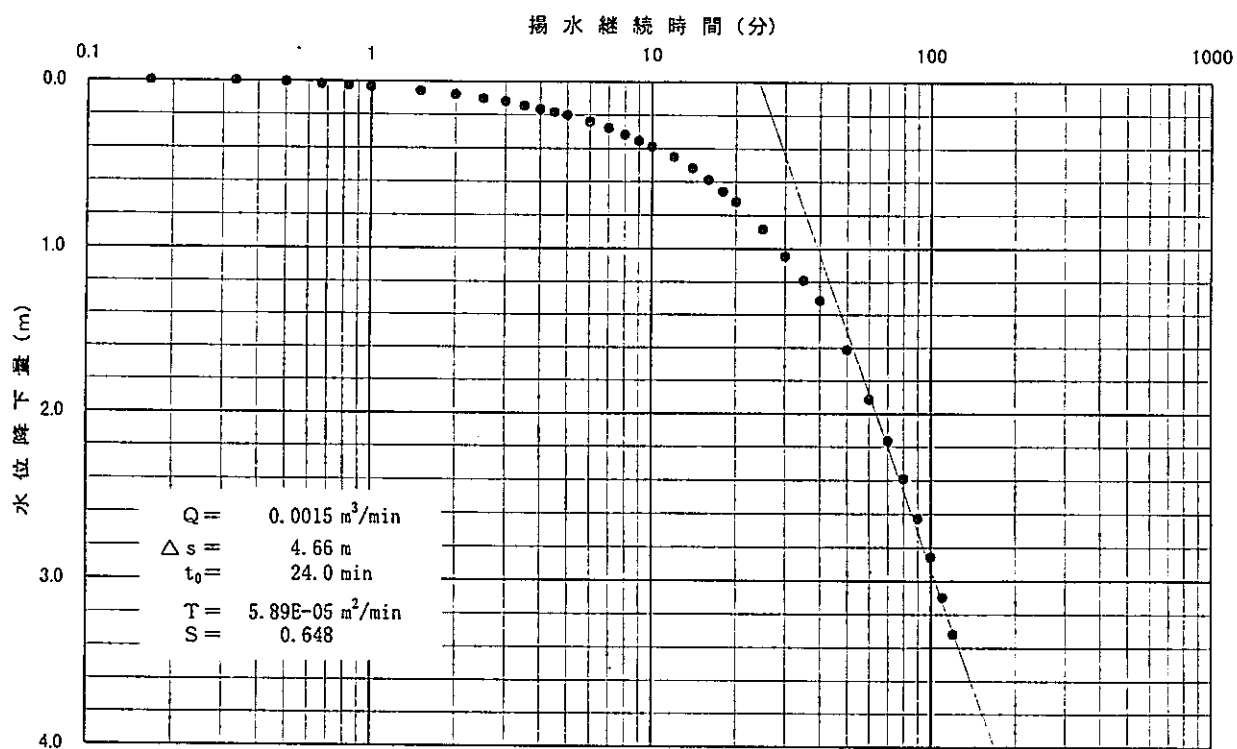


図5.14(2) MC-13号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

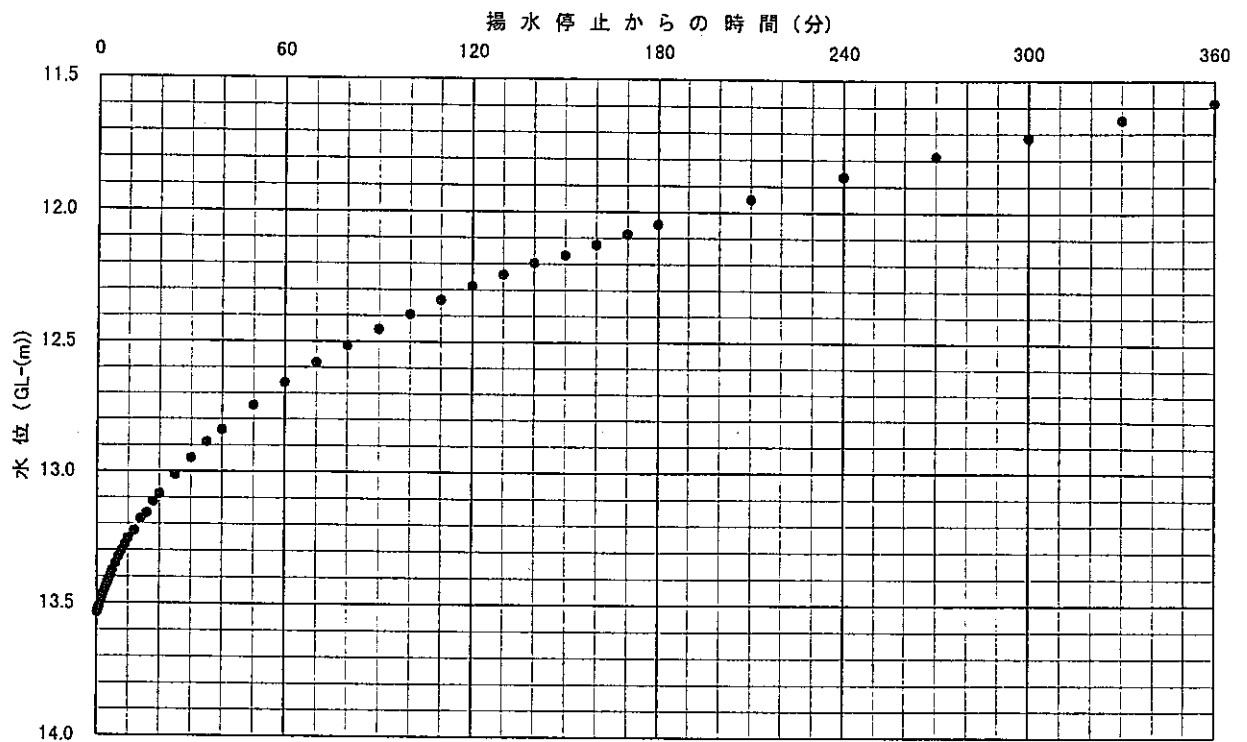


図5.15(1) MC-13号孔 水位回復試験結果

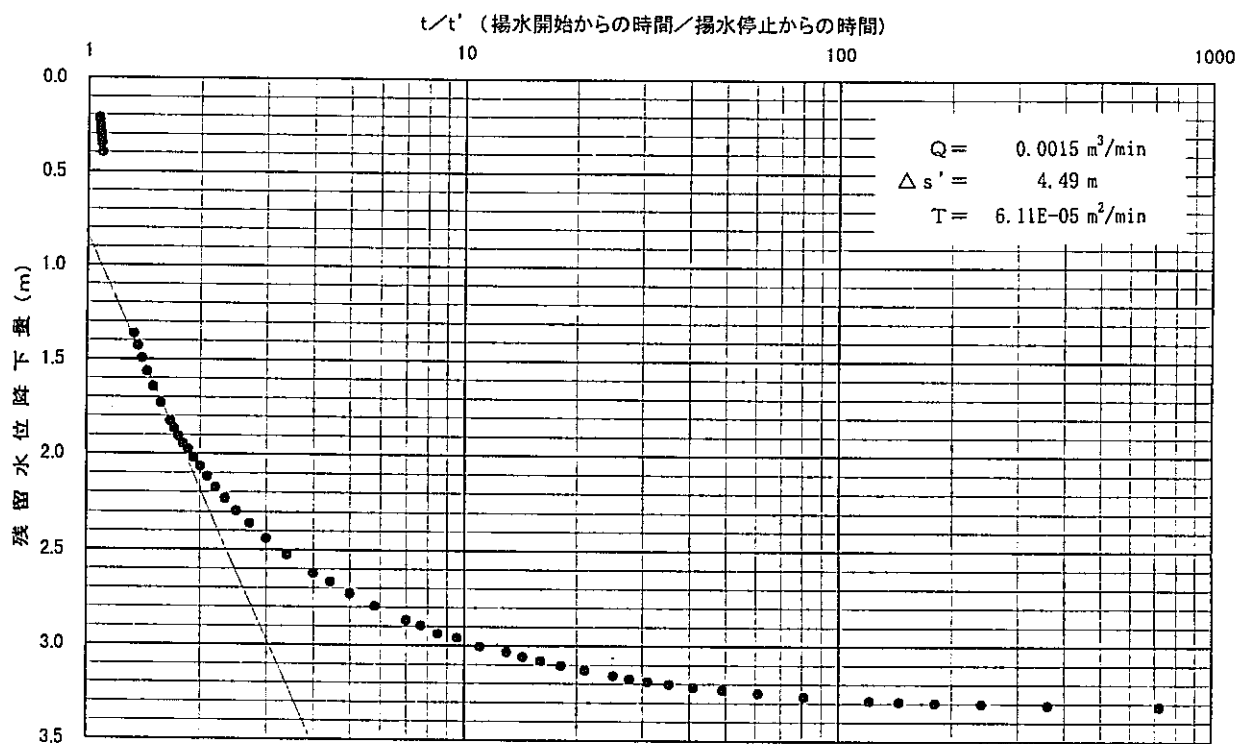


図5.15(2) MC-13号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

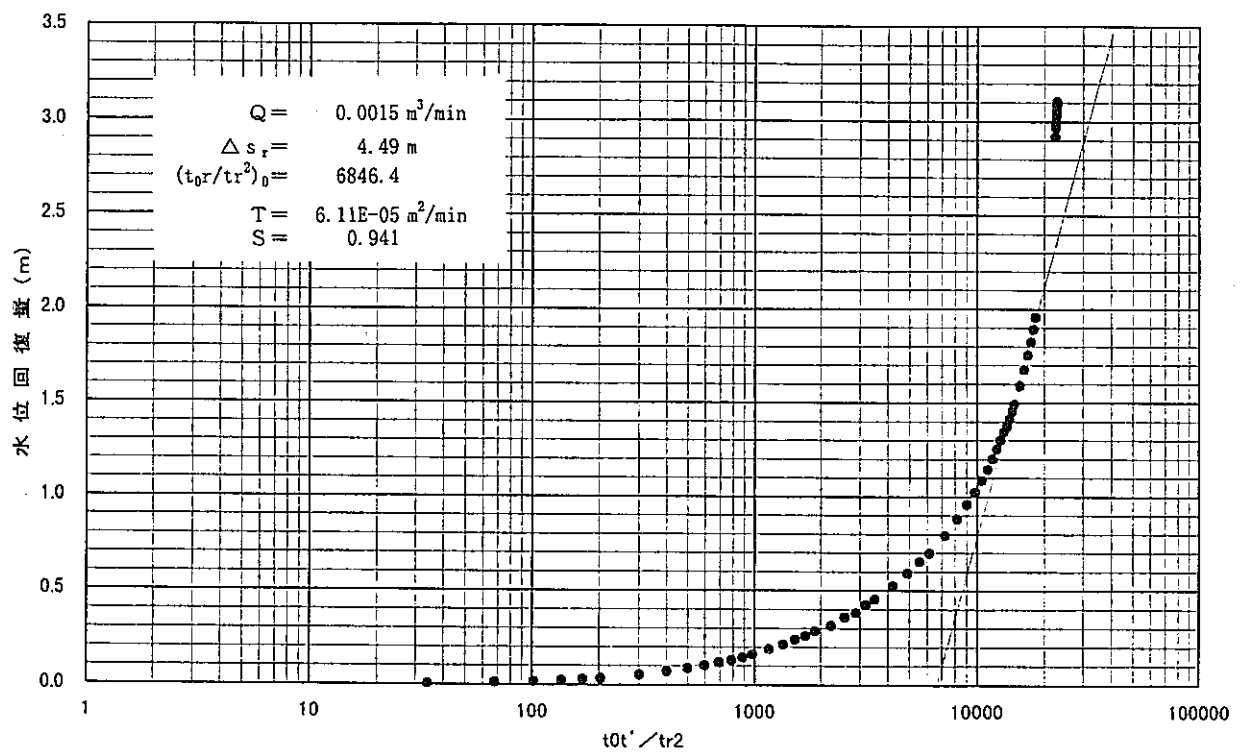


図5.15(3) MC-13号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

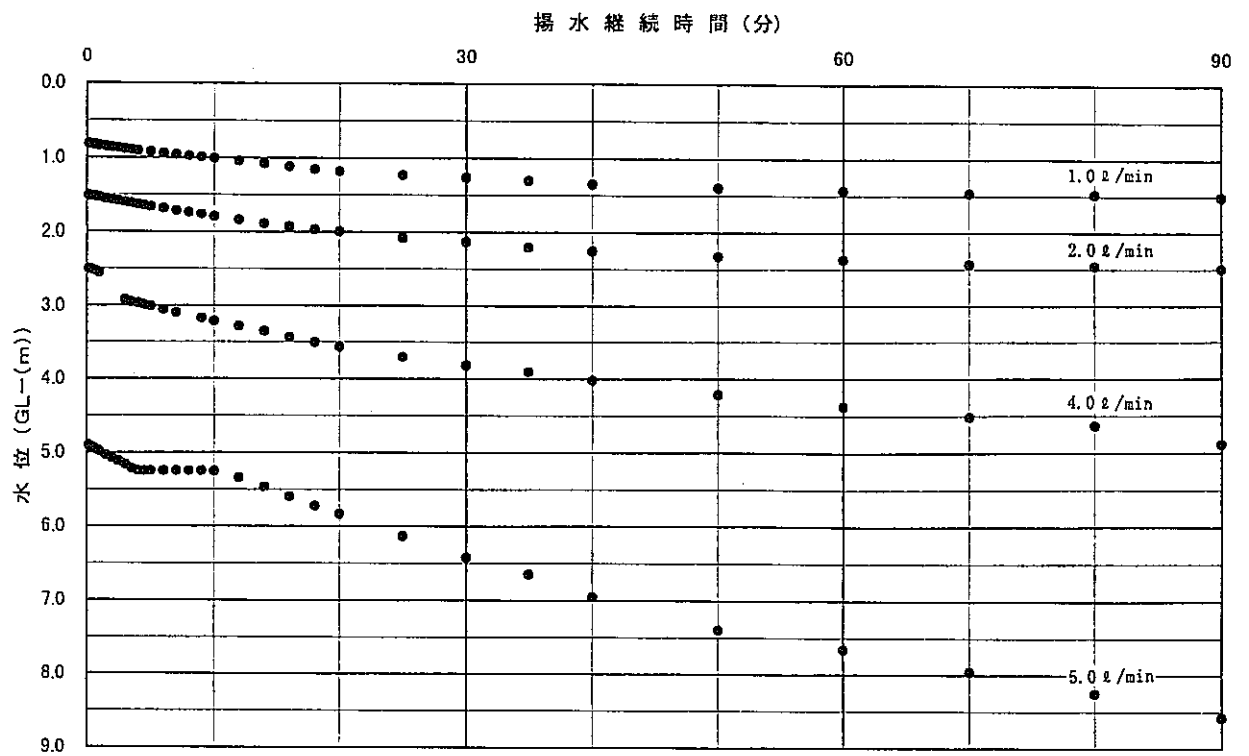


図5.16(1) MC-1 4号孔 段階揚水試験結果

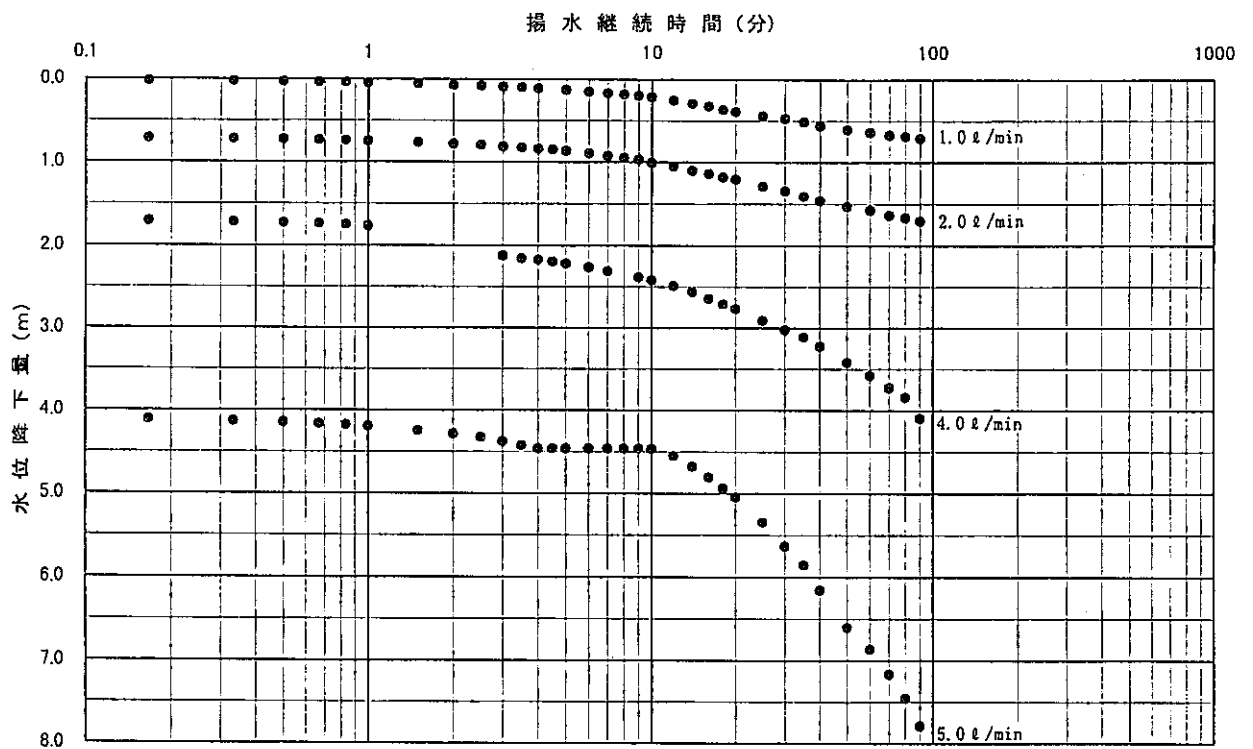


図5.16(2) MC-1 4号孔 段階揚水試験結果

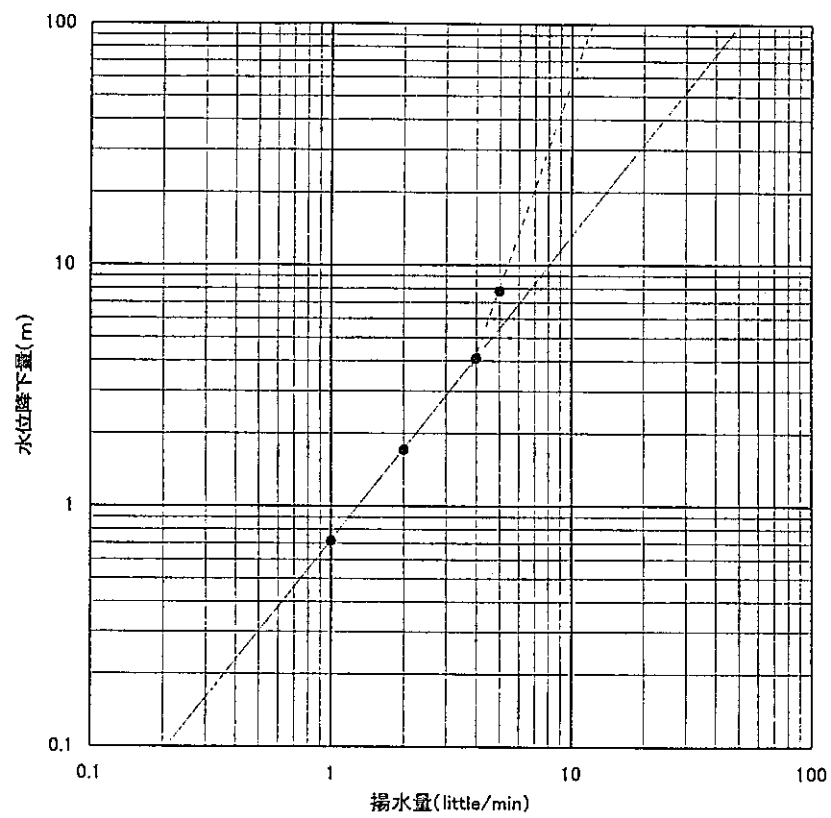


図5.16(3) MC-14号孔 段階揚水試験結果

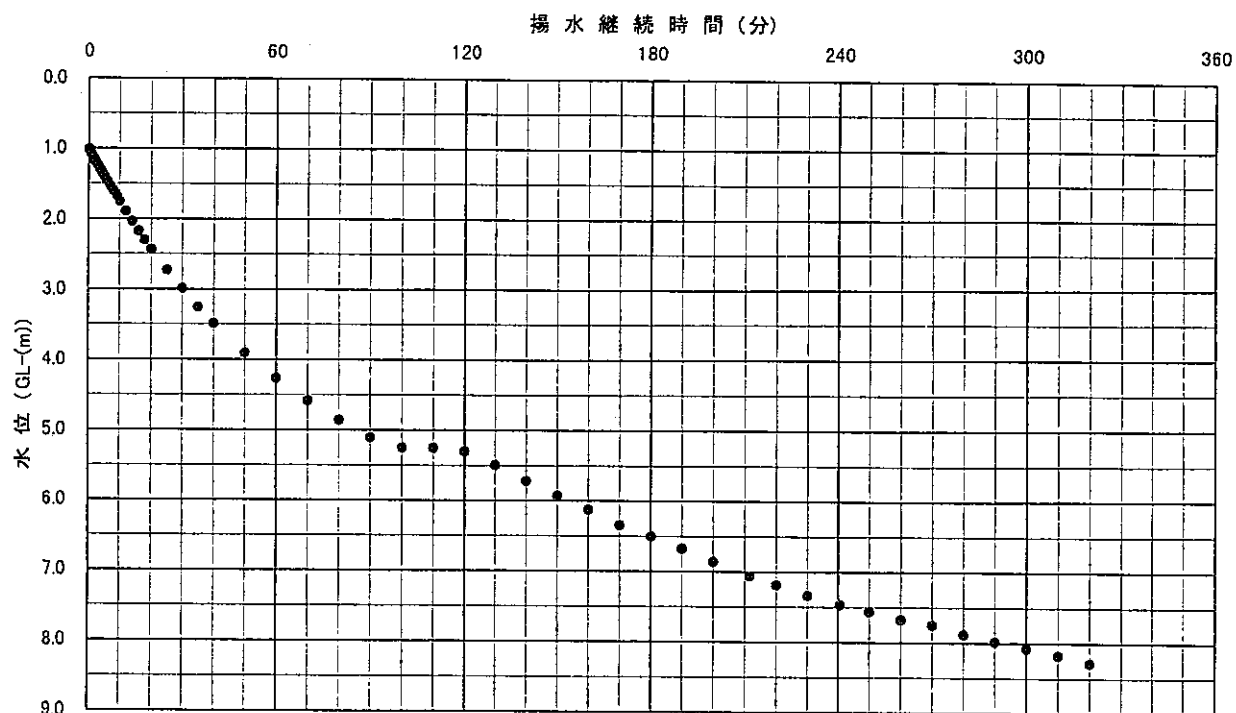


図5.17(1) MC-14号孔 定流量揚水試験結果 (3.0 little/min)

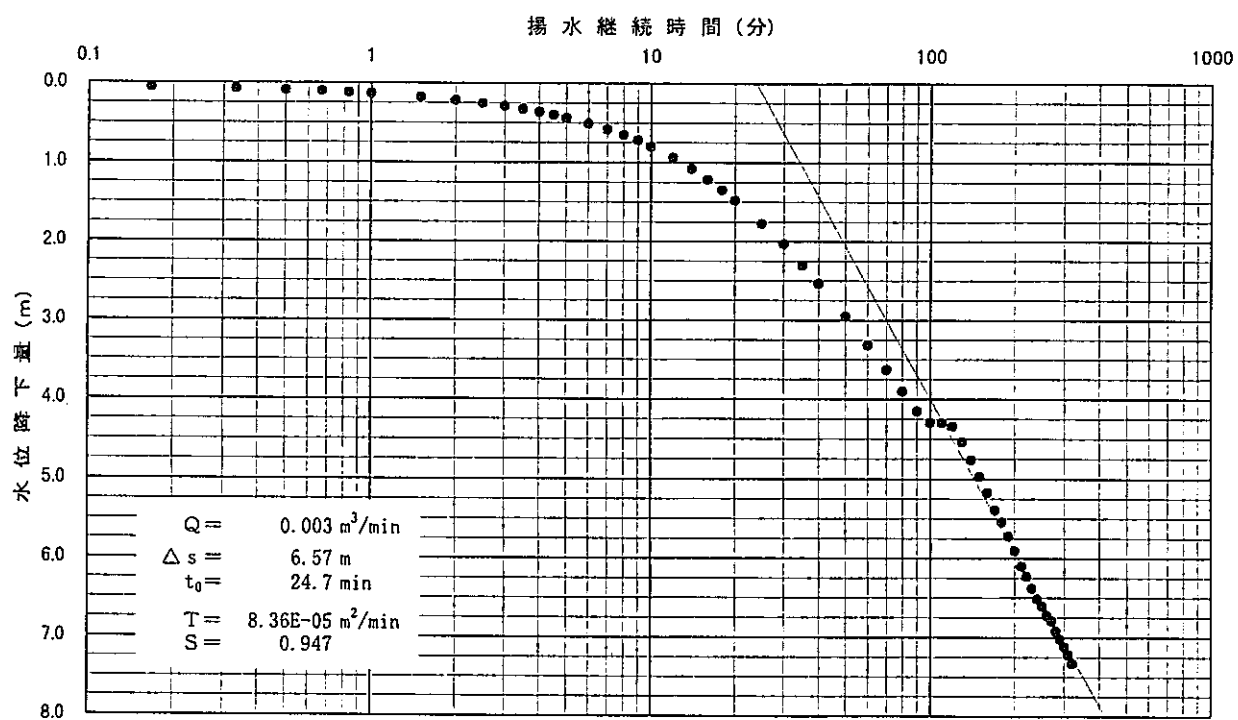


図5.17(2) MC-14号孔 定流量揚水試験結果 (3.0 little/min)

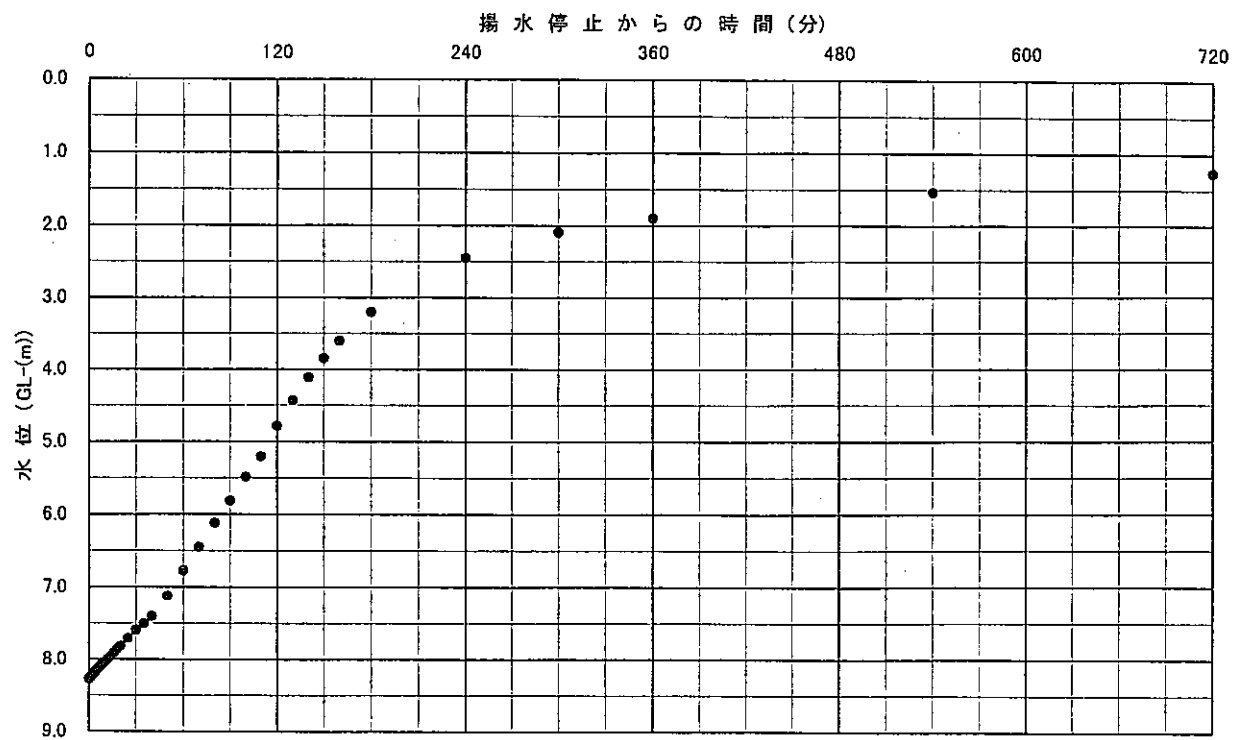


図5.18(1) MC-14号孔 水位回復試験結果

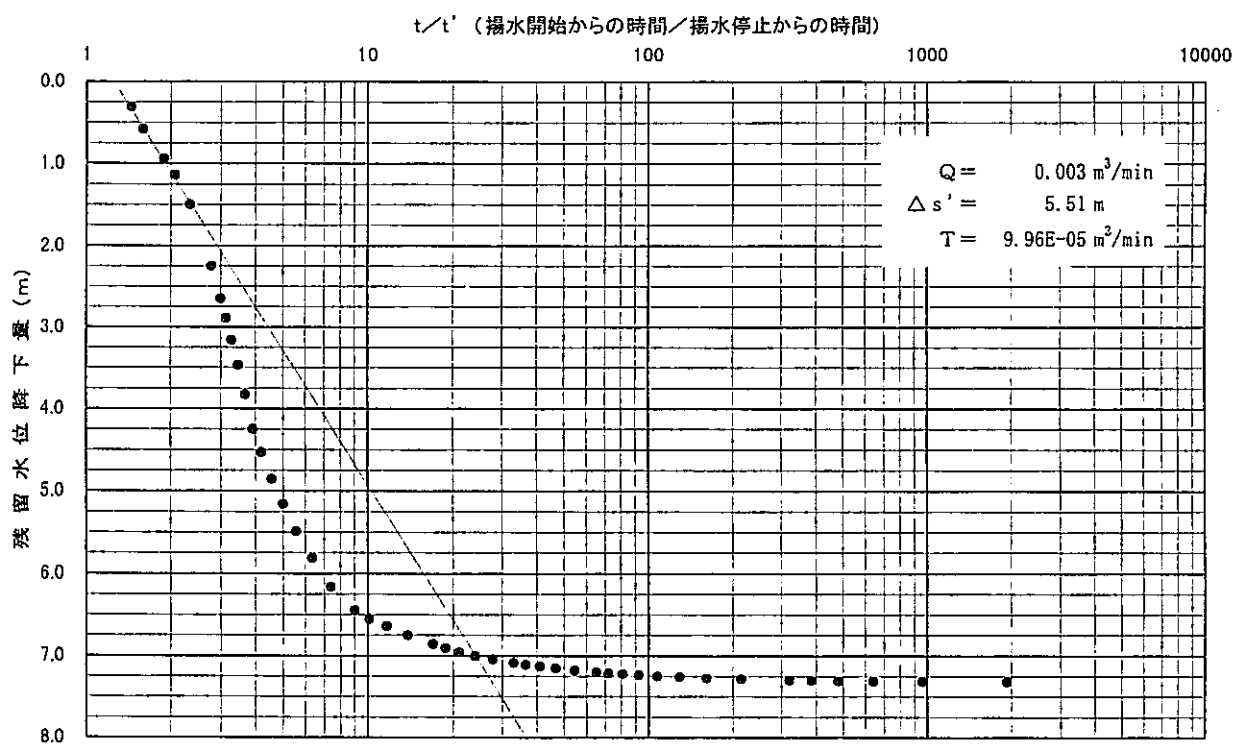


図5.18(2) MC-14号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

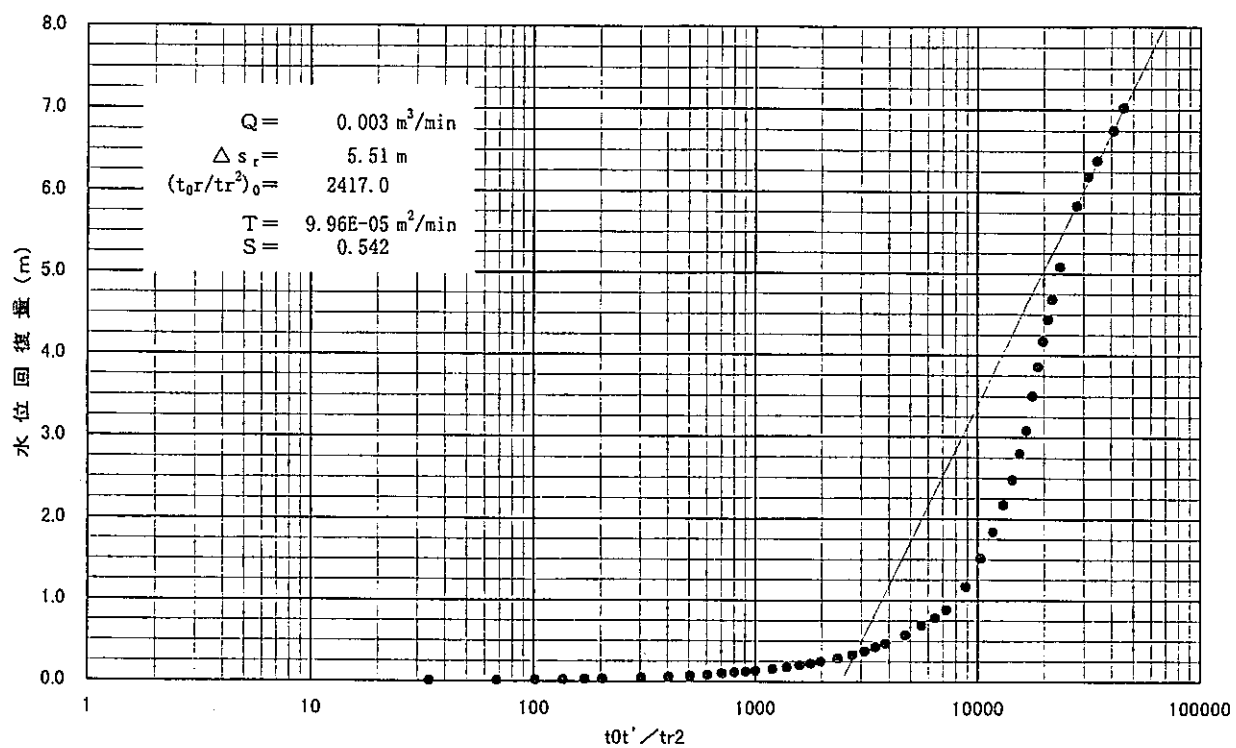


図5.18(3) MC-14号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

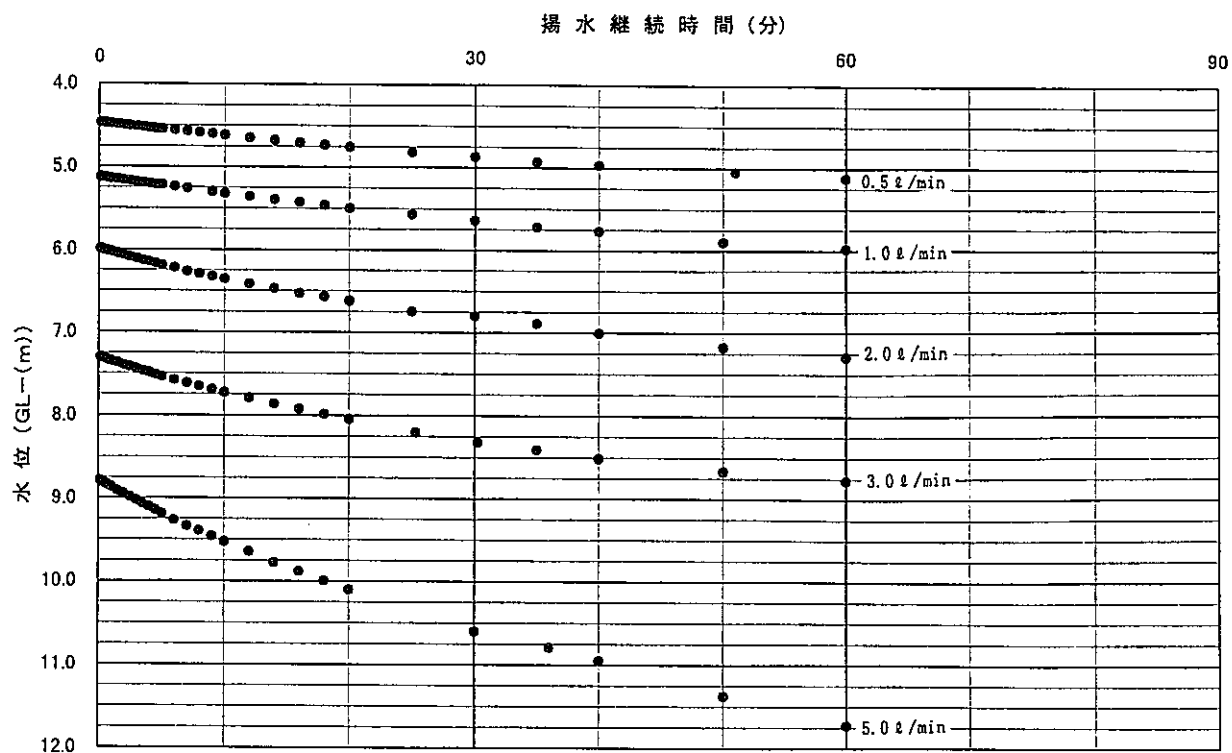


図5.19(1) MC-15号孔 段階揚水試験結果

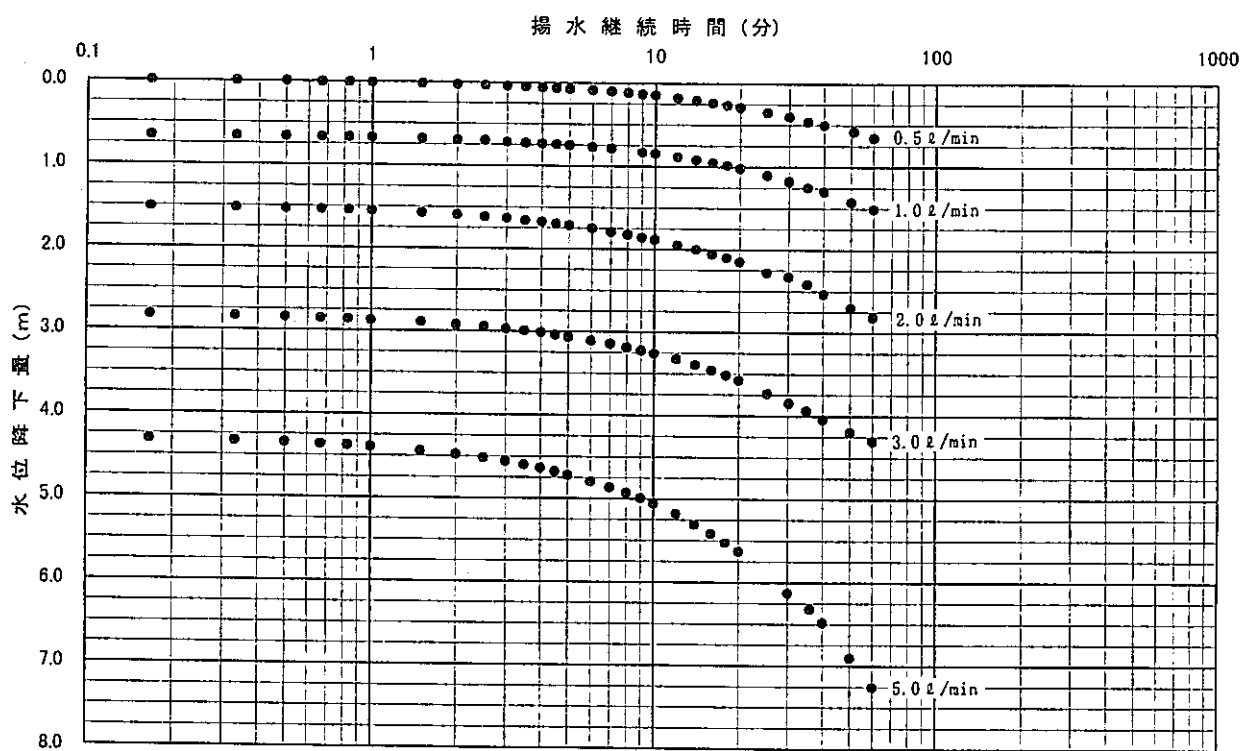


図5.19(2) MC-15号孔 段階揚水試験結果

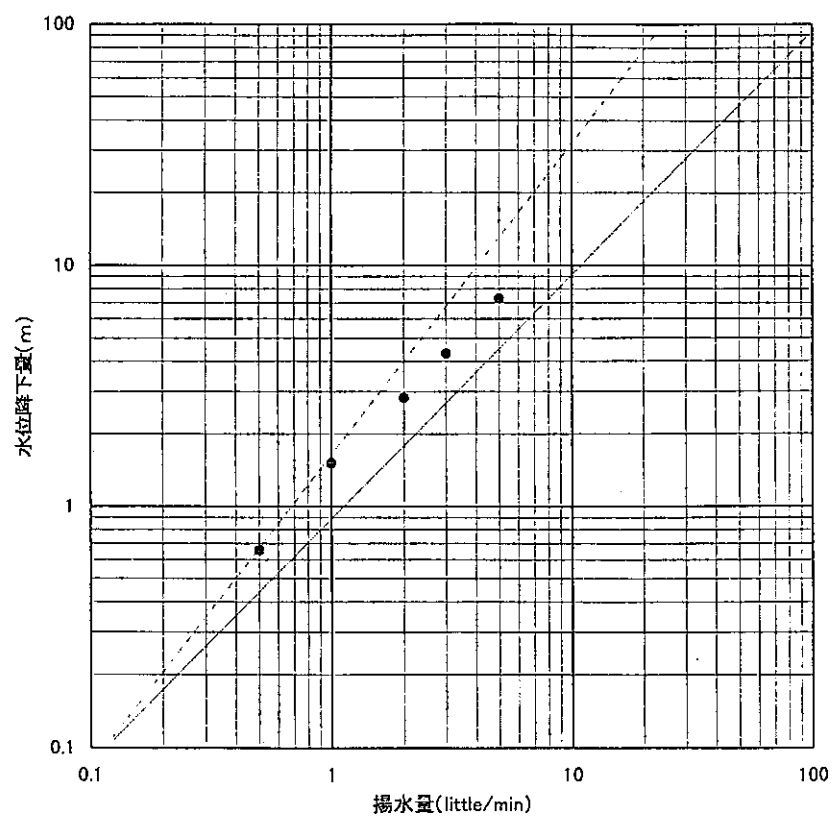


図5.19(3) MC-15号孔 段階揚水試験結果

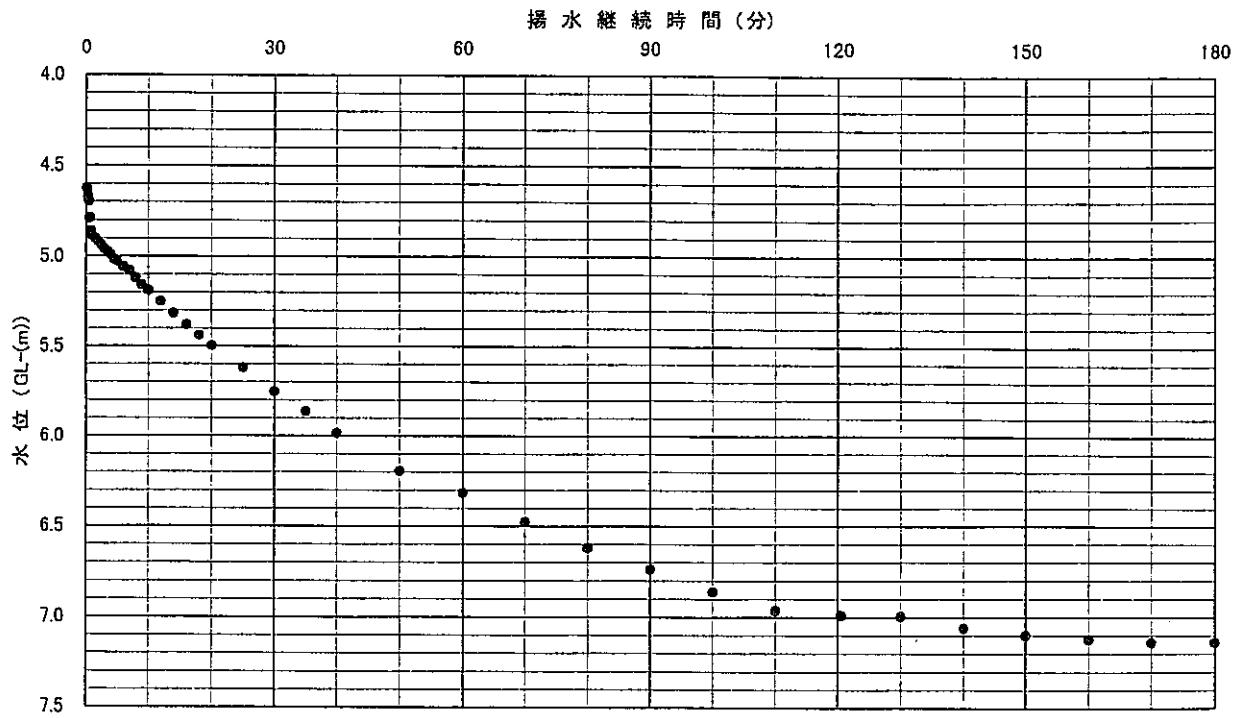


図5.20(1) MC-15号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

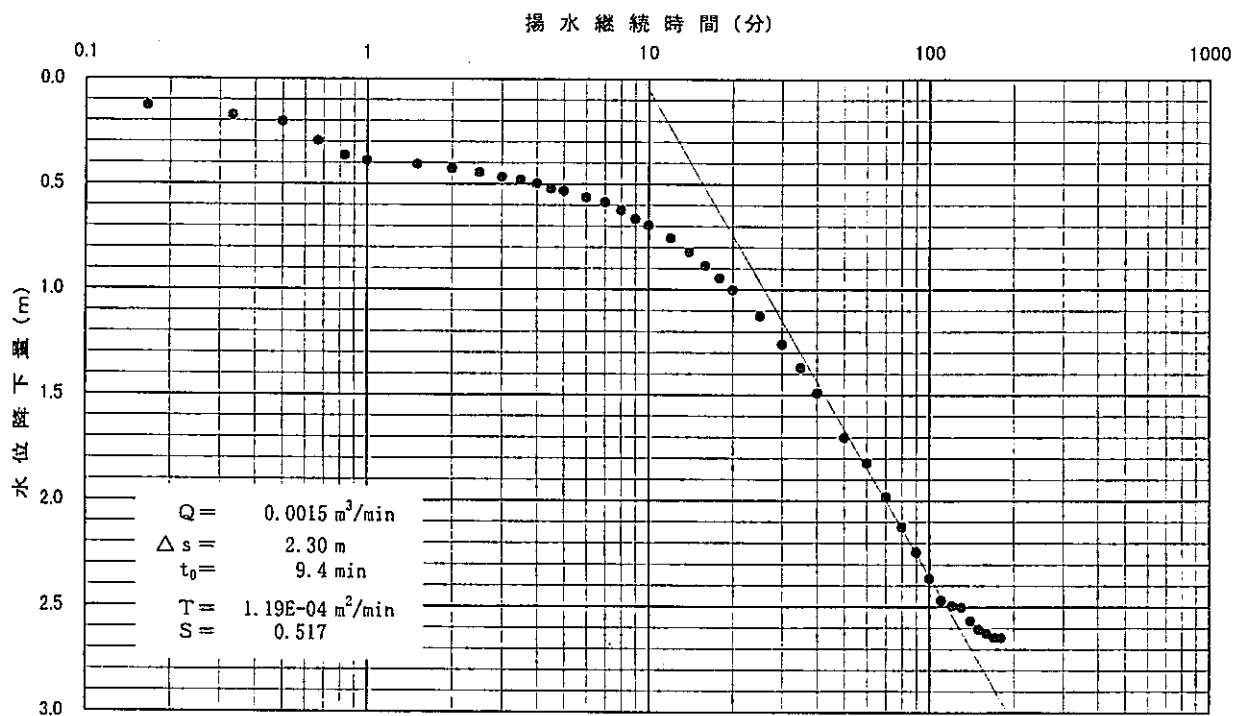


図5.20(2) MC-15号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

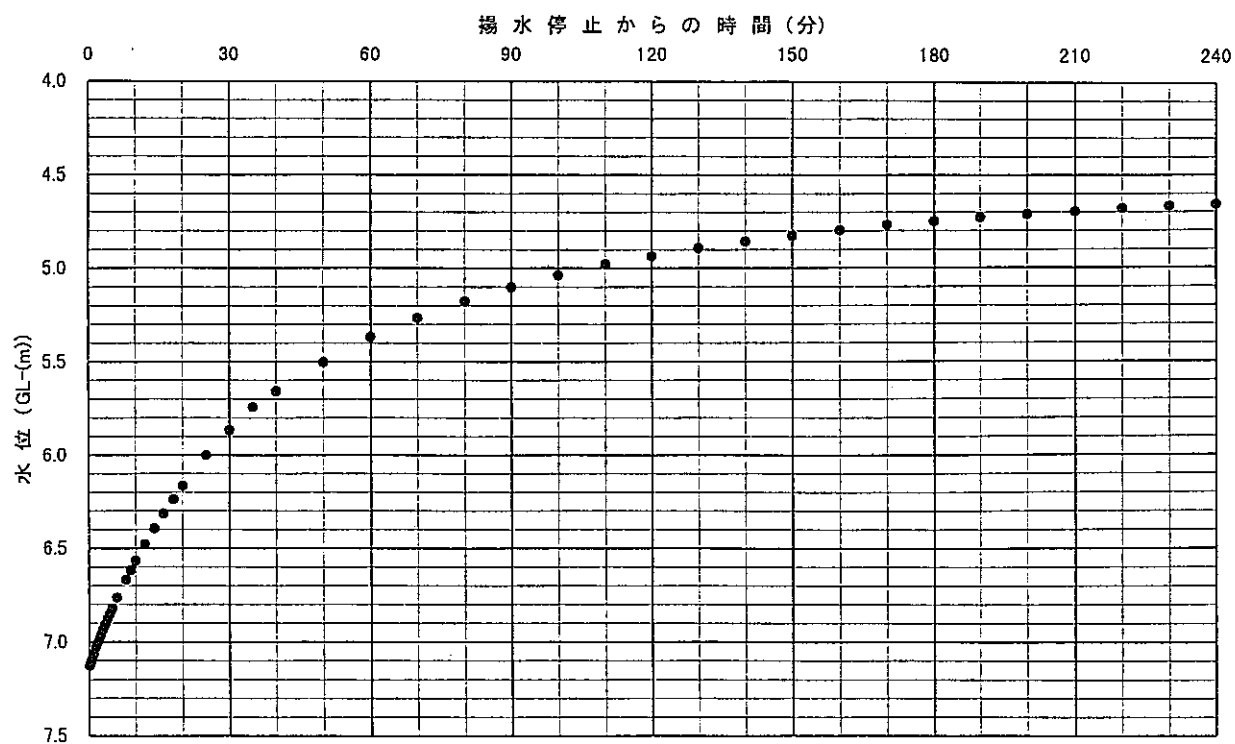


図5.21(1) MC-15号孔 水位回復試験結果

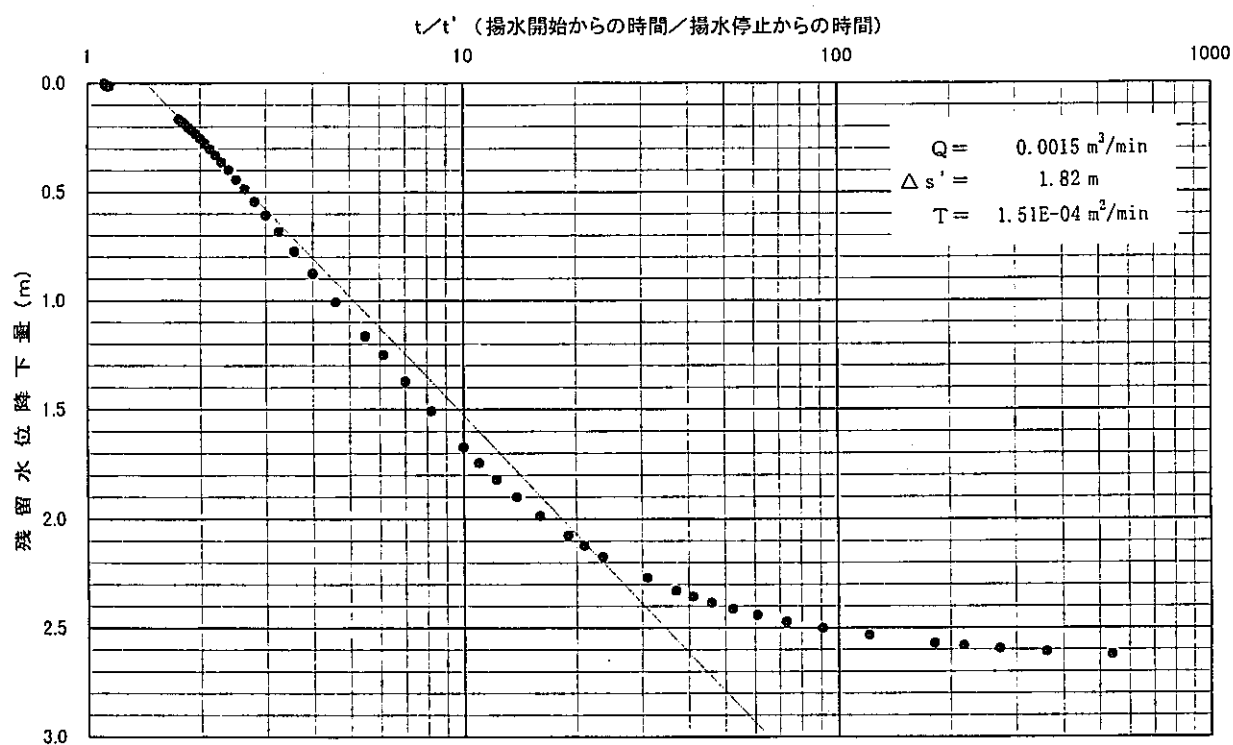


図5.21(2) MC-15号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

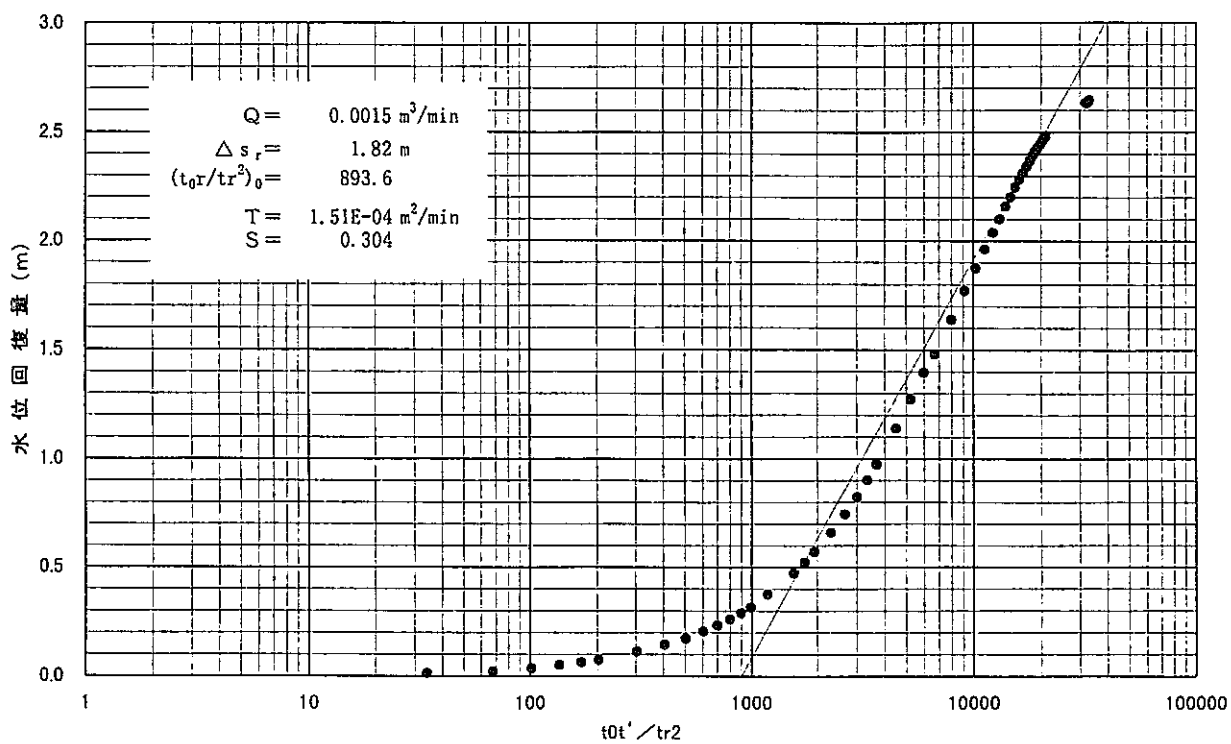


図5.21(3) MC-15号孔 水位回復試験結果(西垣・高坂の方法)

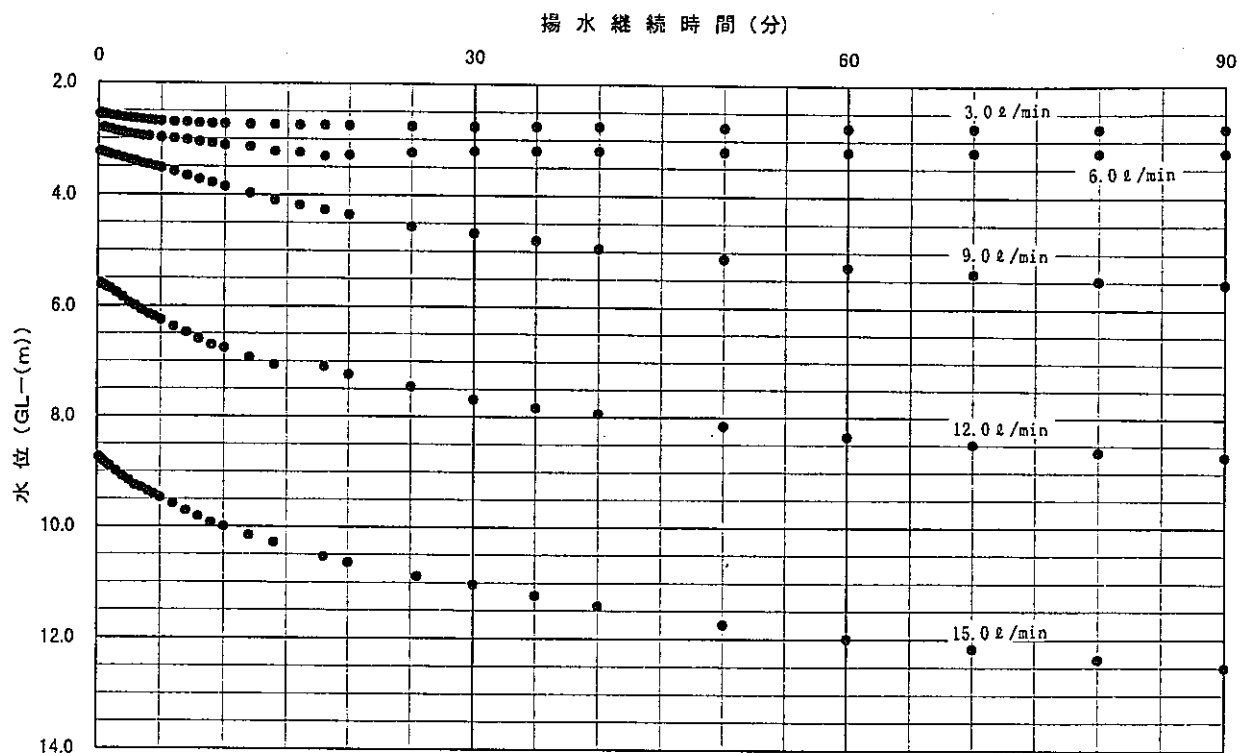


図5.22(1) MC-16号孔 段階揚水試験結果

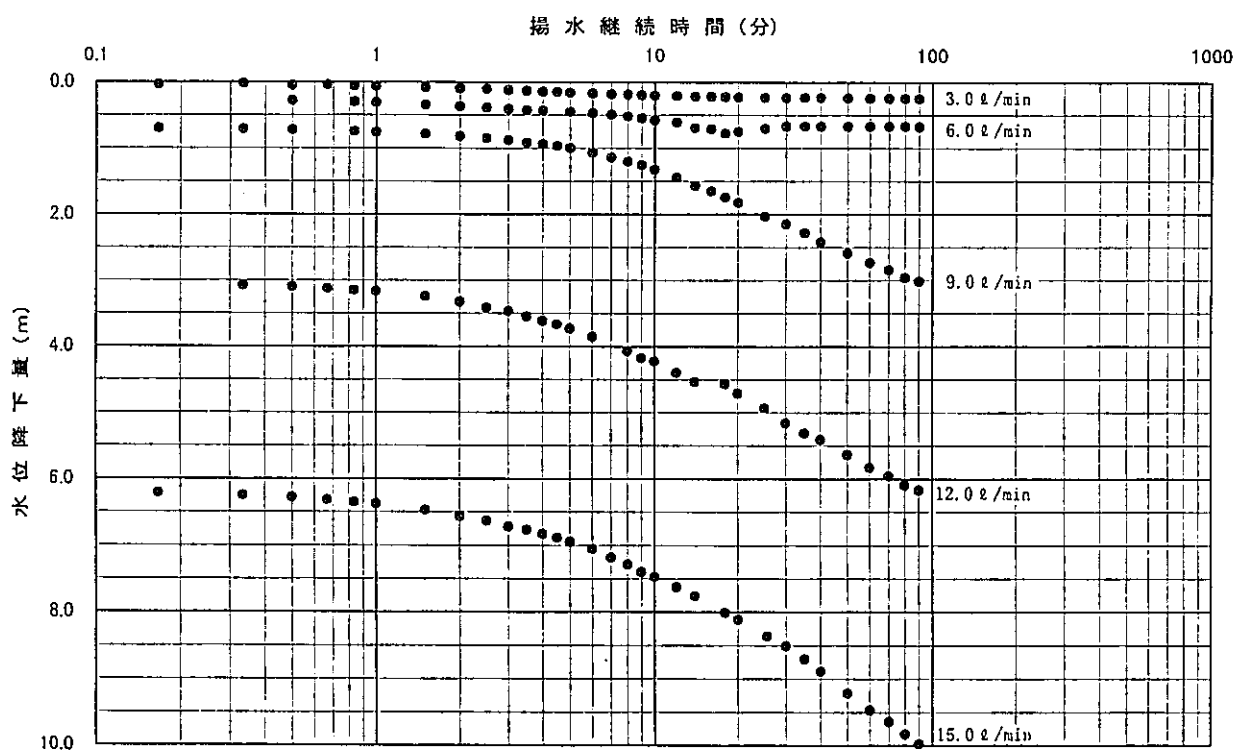


図5.22(2) MC-16号孔 段階揚水試験結果

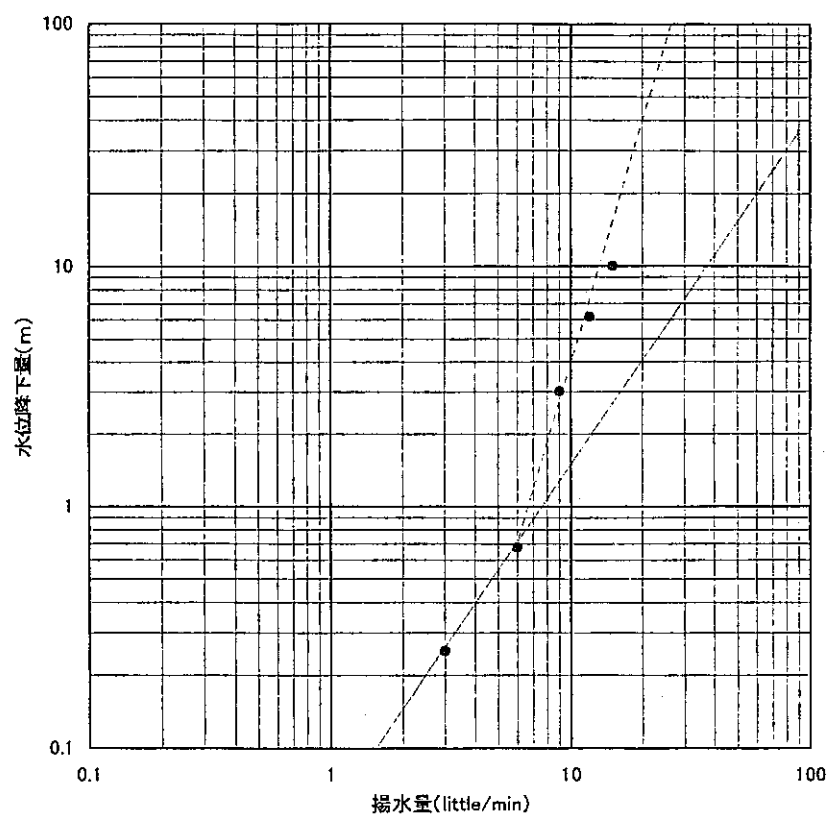


図5.22(3) MC-16号孔 段階揚水試験結果

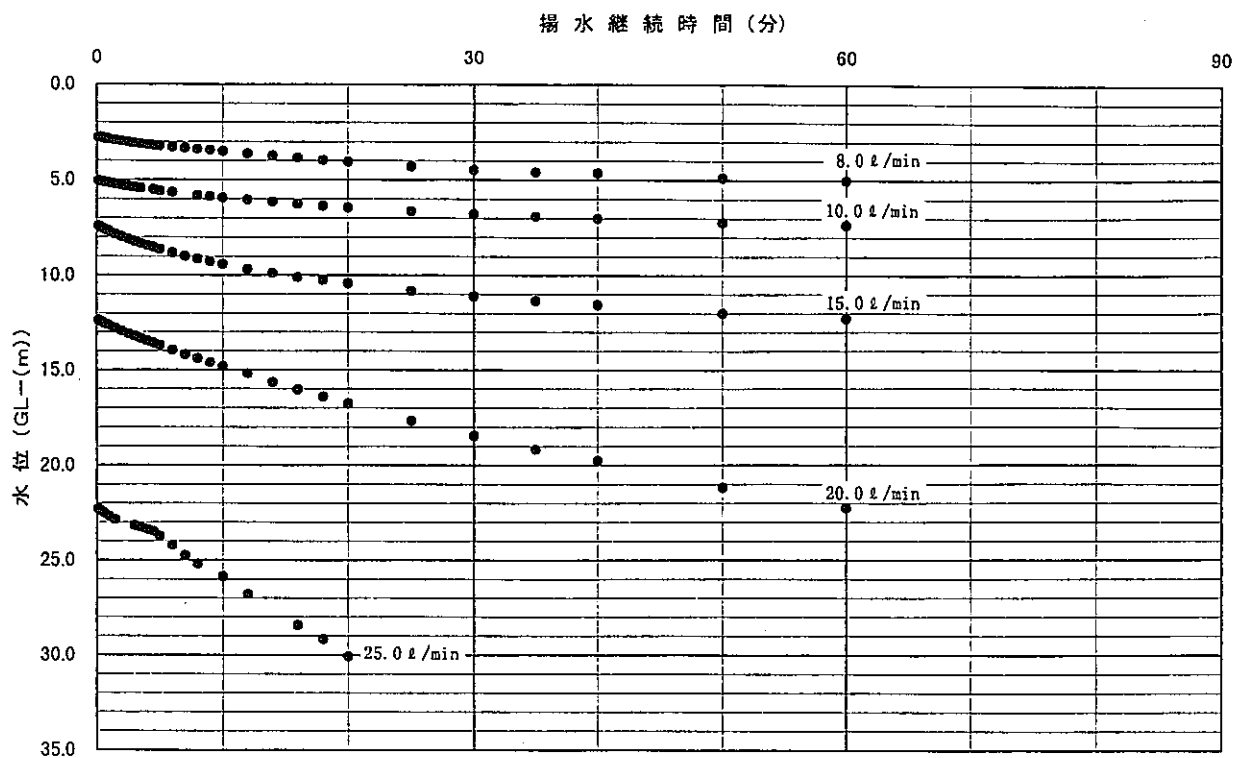


図5.23(1) MC-16号孔 段階揚水試験 (2) 結果

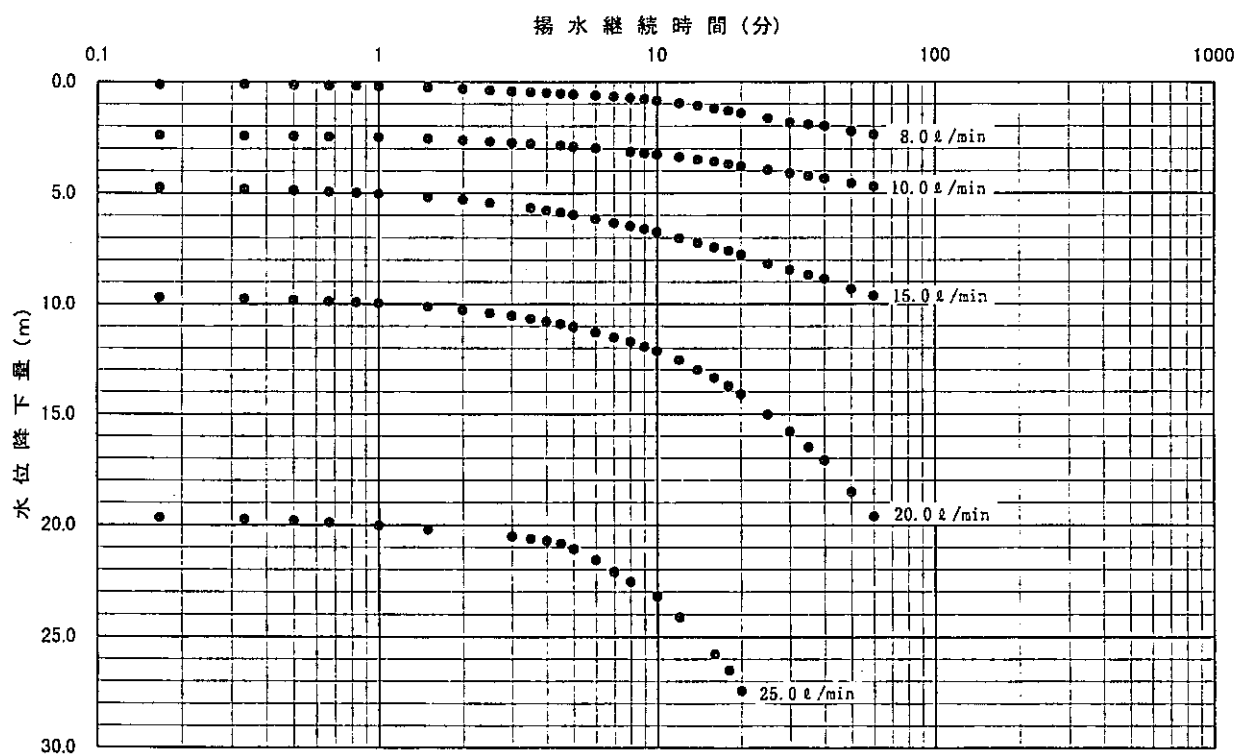


図5.23(2) MC-16号孔 段階揚水試験 (2) 結果

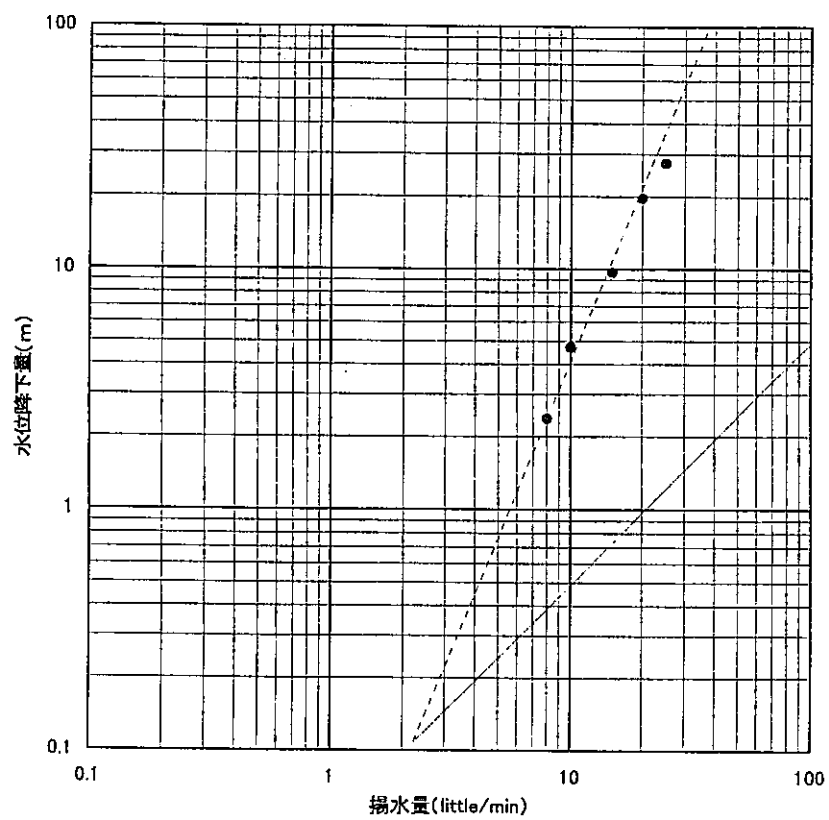


図5.23(3) MC-16号孔 段階揚水試験(2)結果

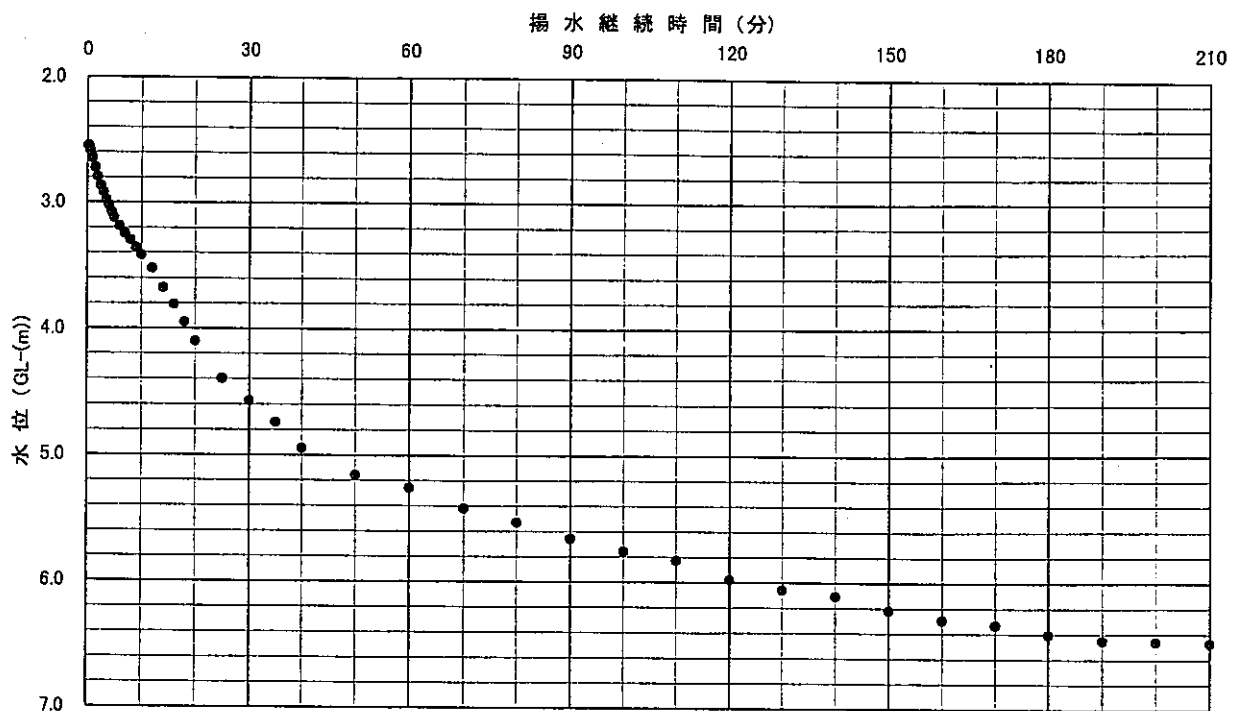


図5.24(1) MC-16号孔 定流量揚水試験結果 (10 little/min)

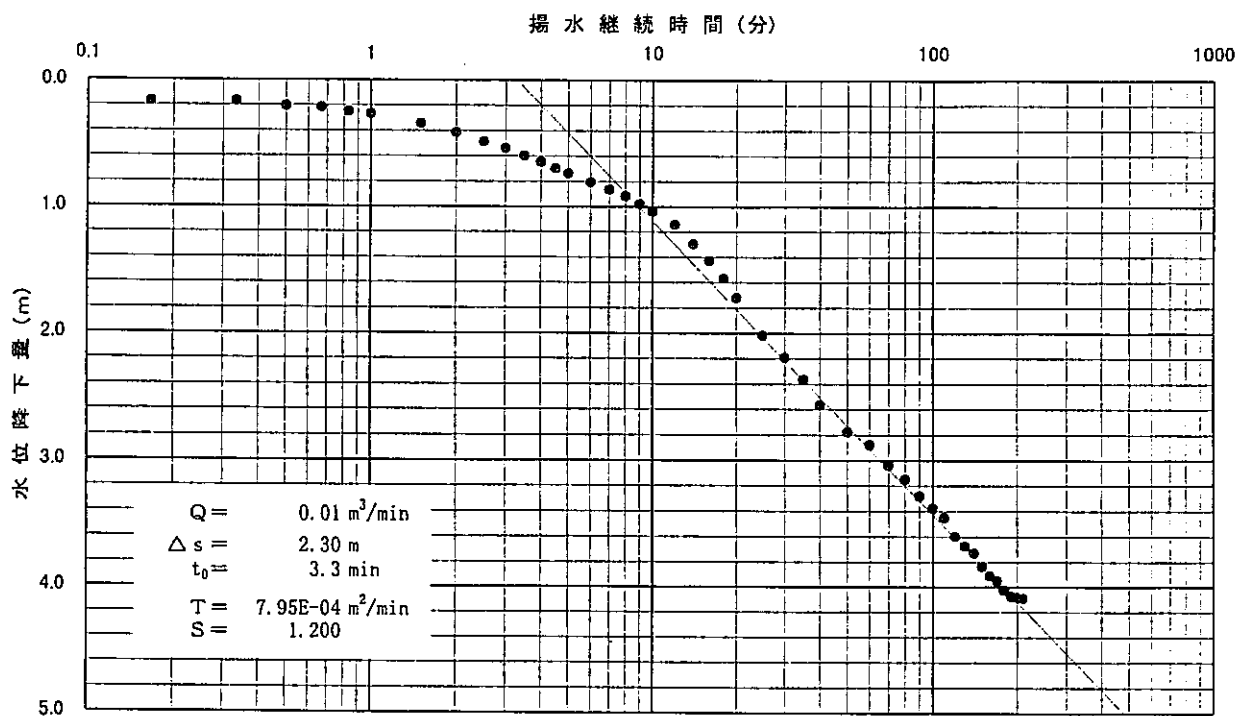


図5.24(2) MC-16号孔 定流量揚水試験結果 (10 little/min)

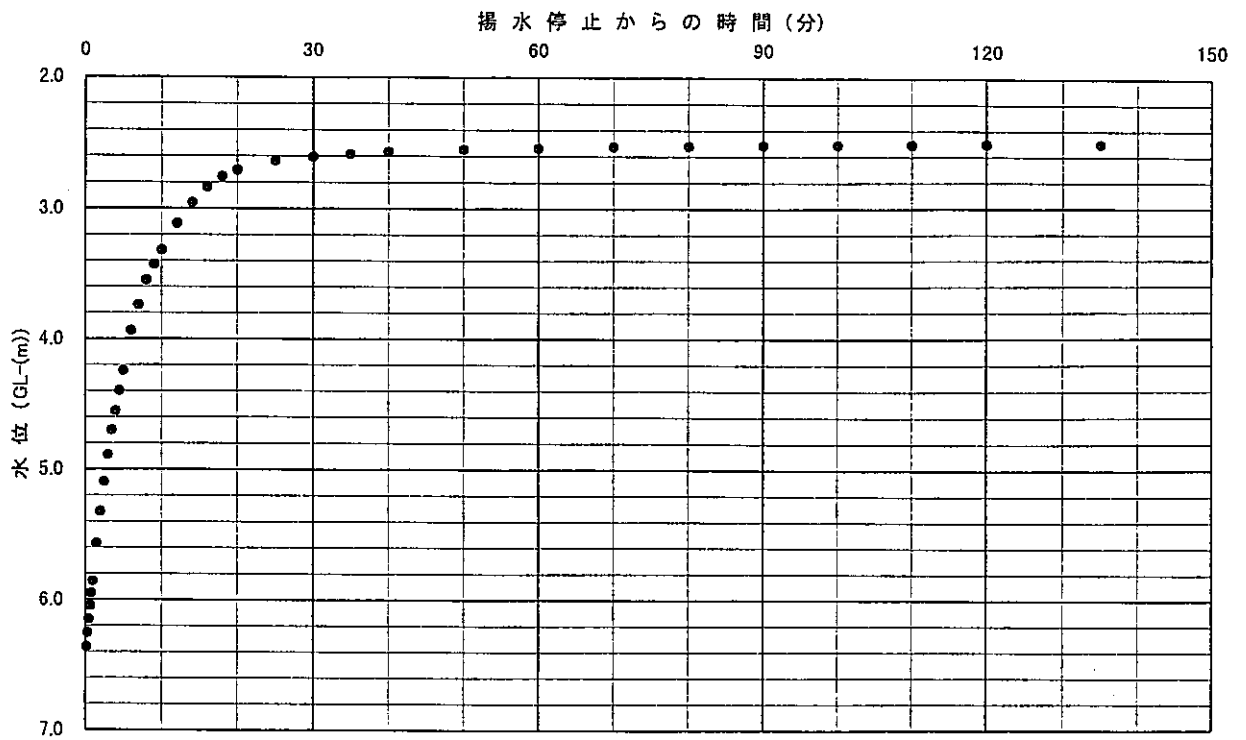


図5.25(1) MC-16号孔 水位回復試験結果

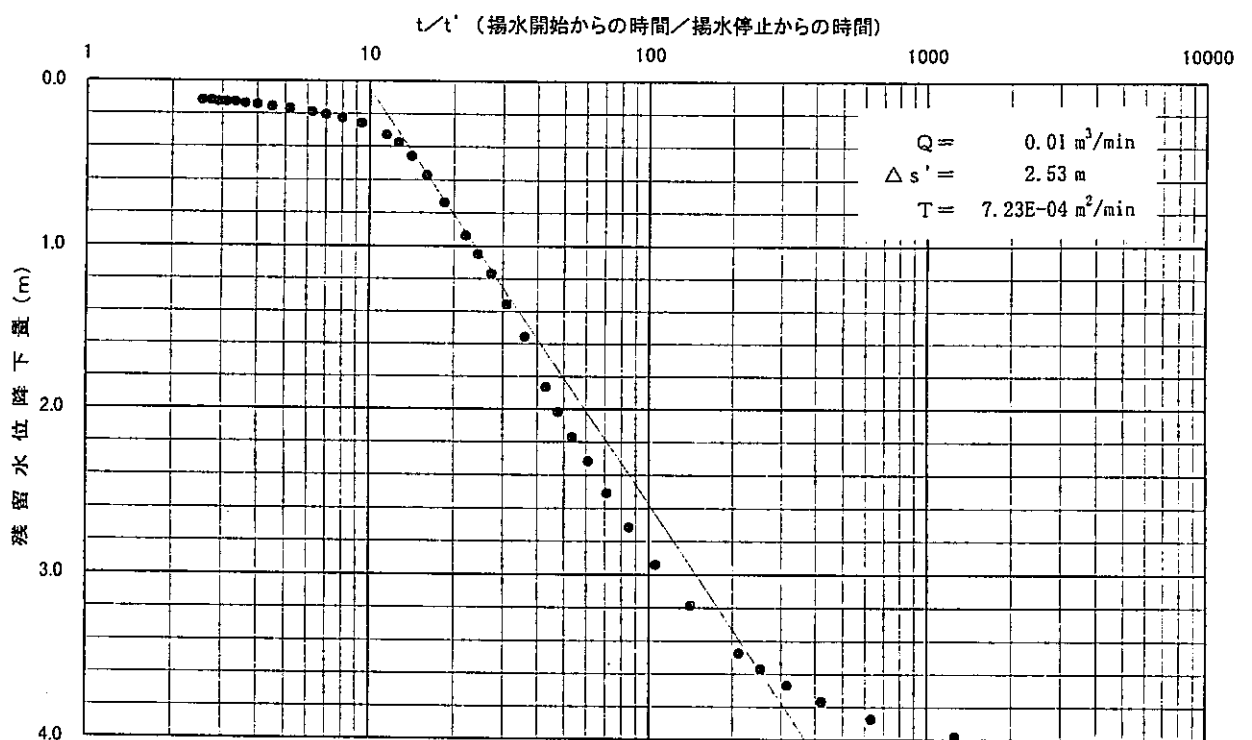


図5.25(2) MC-16号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

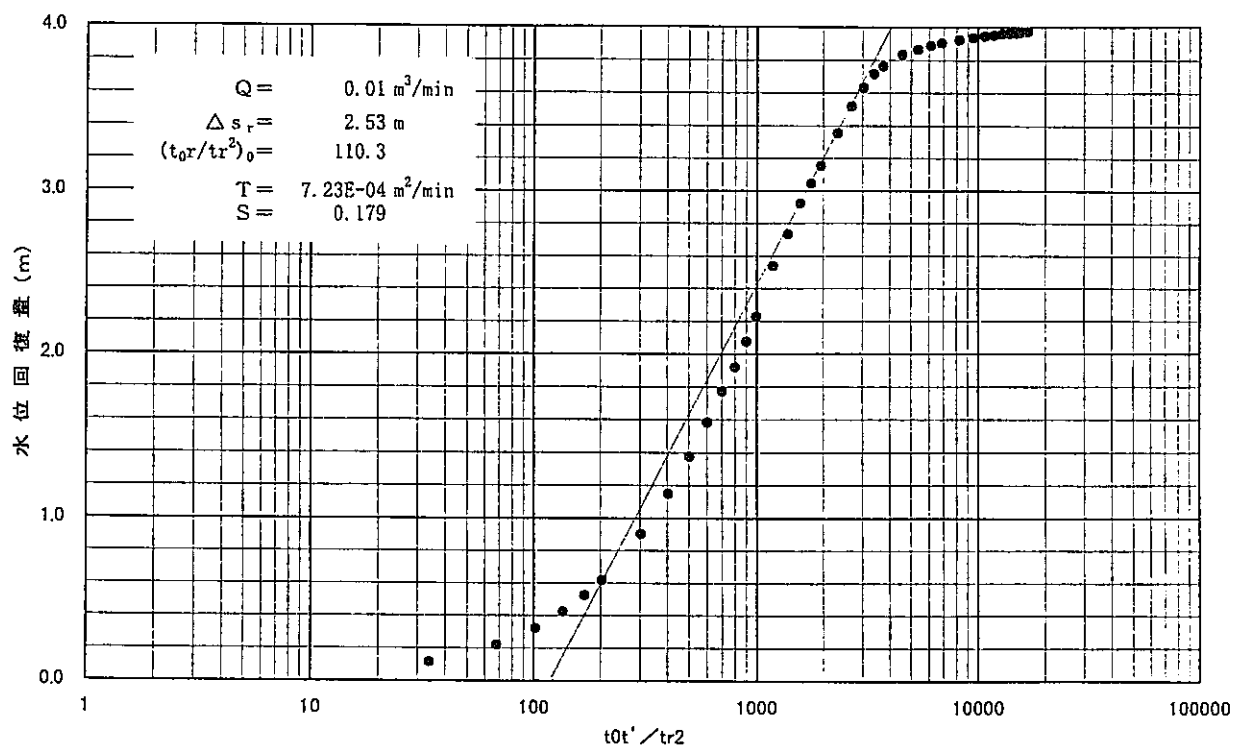


図5.25(3) MC-16号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

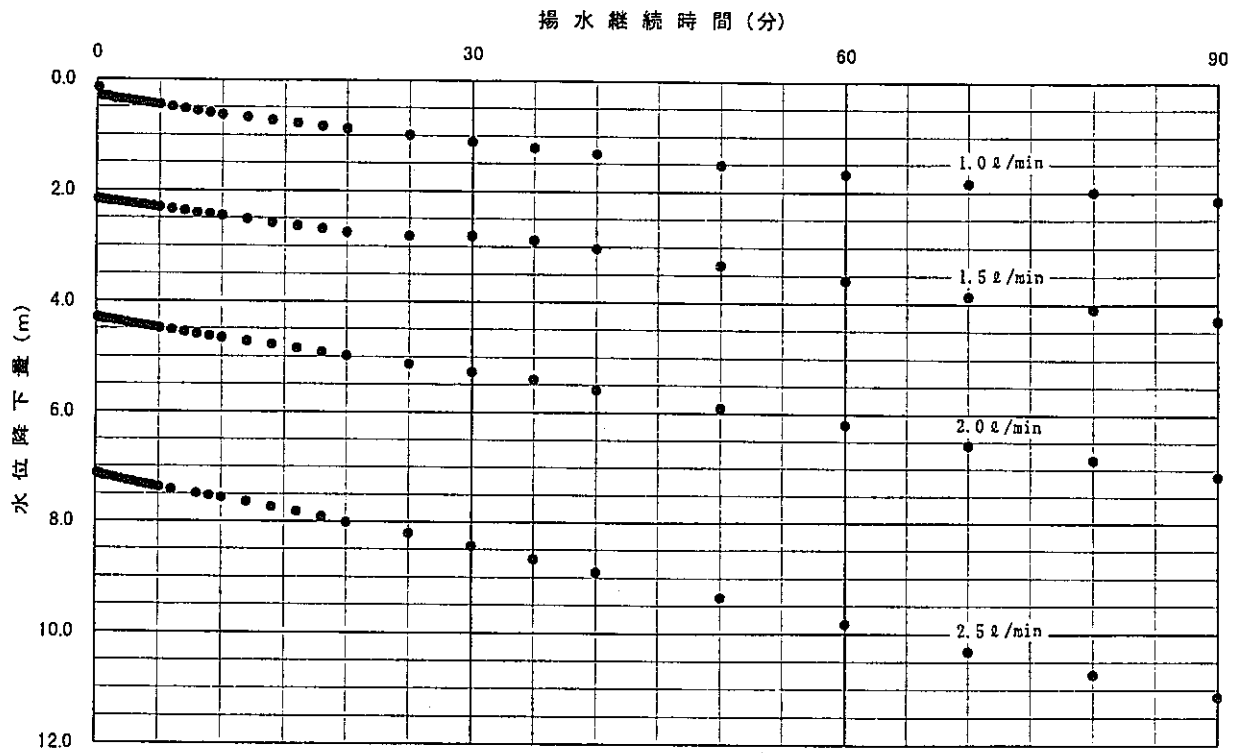


图5.26(1) MC-17号孔 段階揚水試験結果

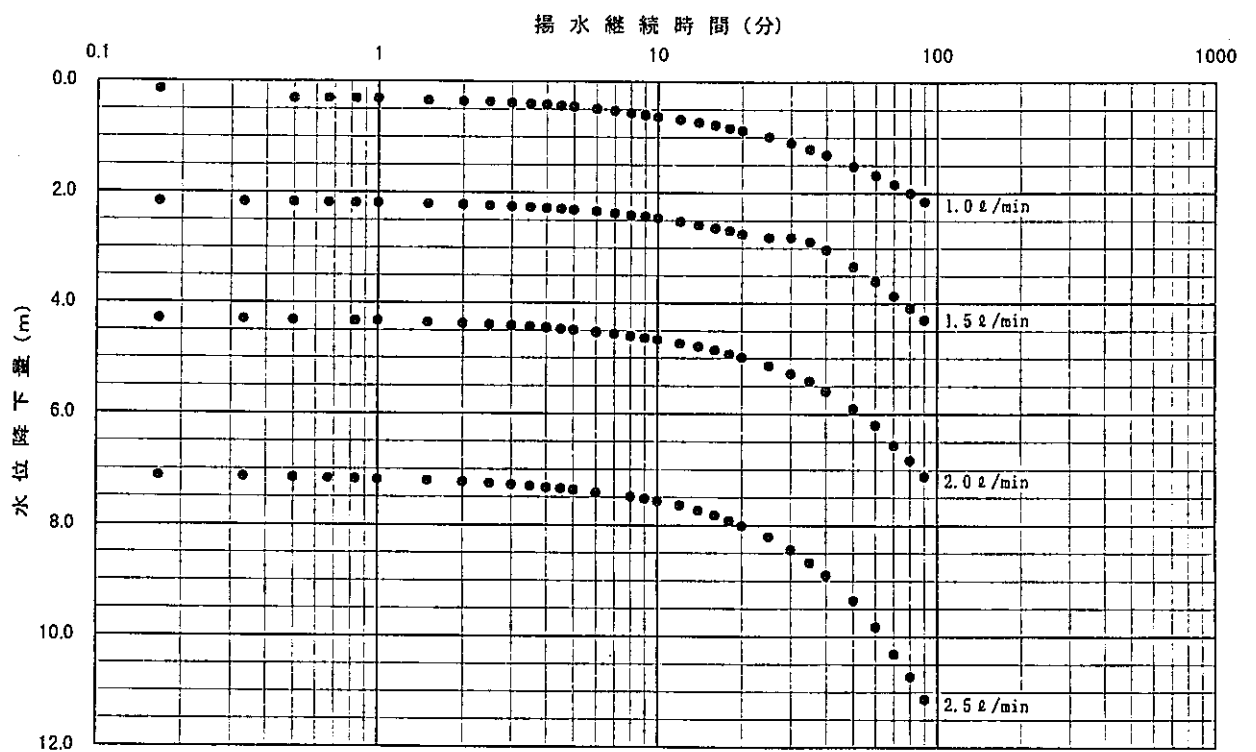


图5.26(2) MC-17号孔 段階揚水試験結果

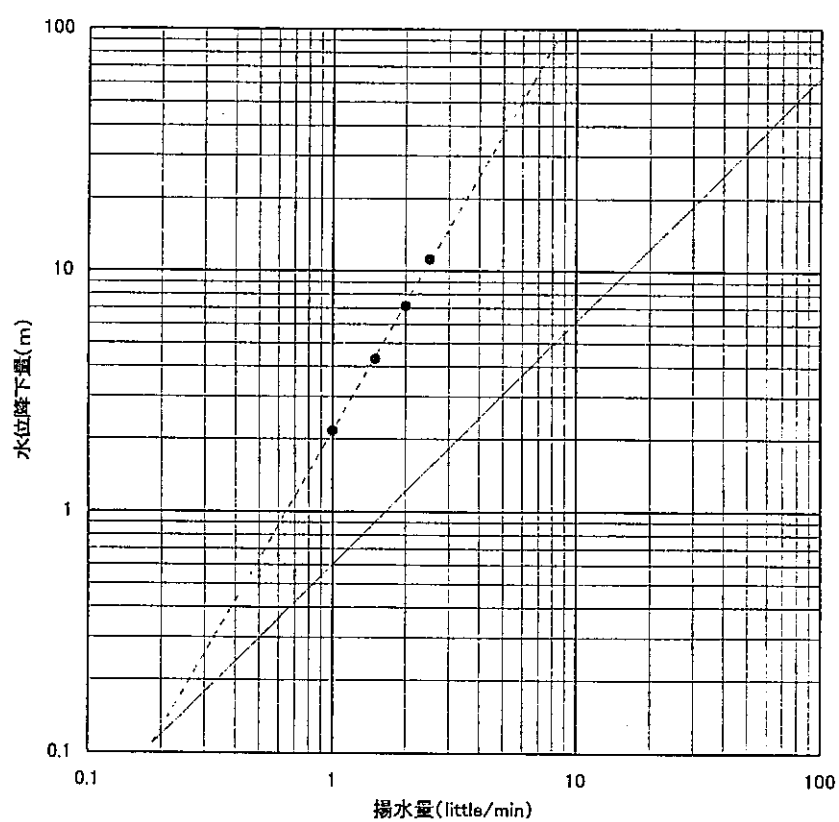


図5.26(3) MC-17号孔 段階揚水試験結果

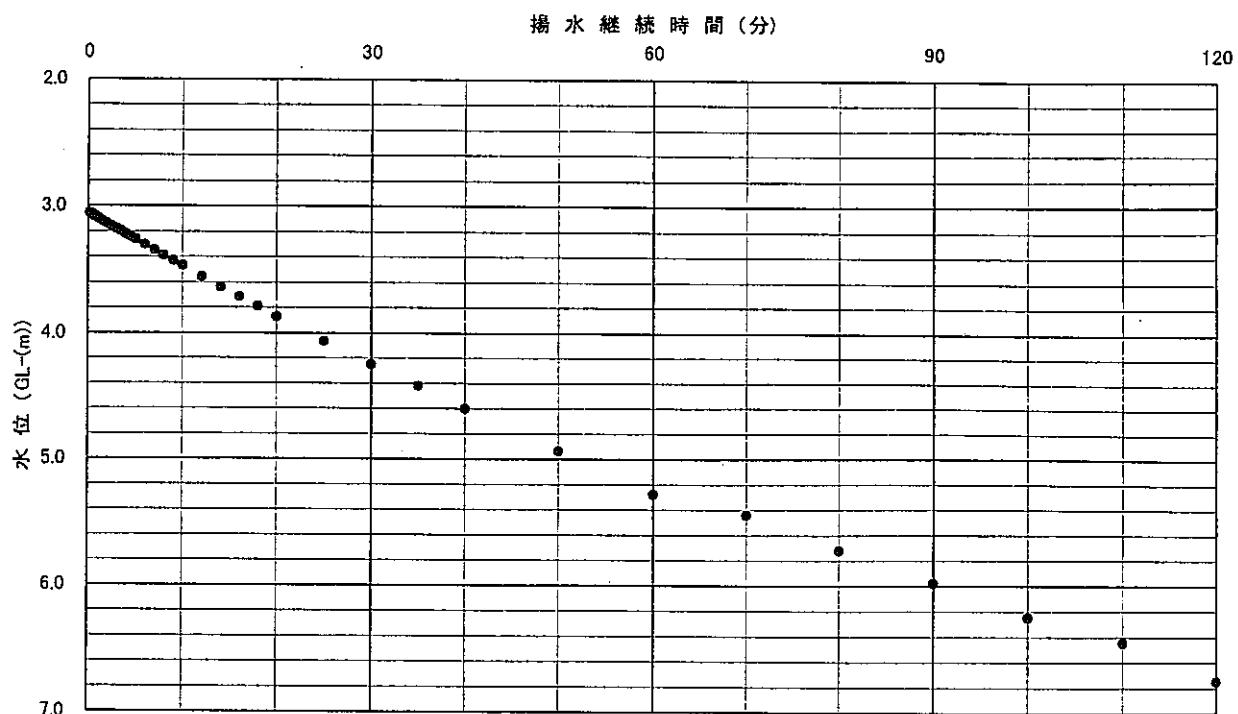


図5.27(1) MC-17号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

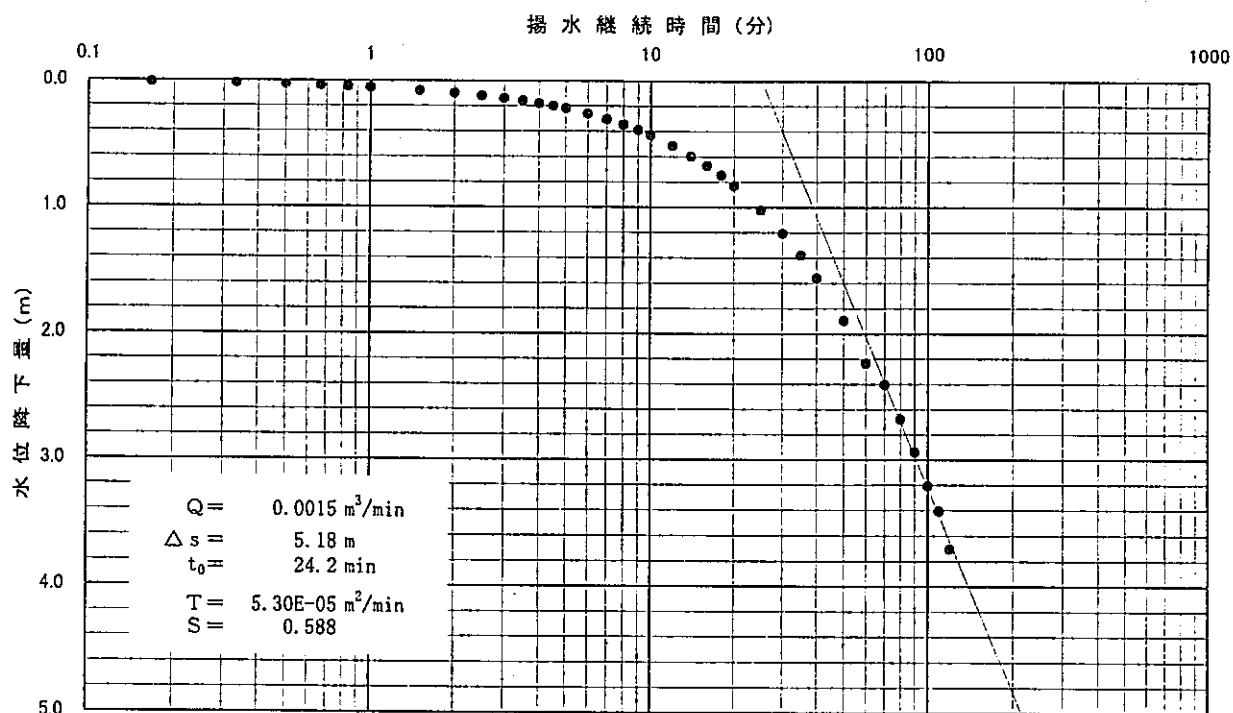


図5.27(2) MC-17号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

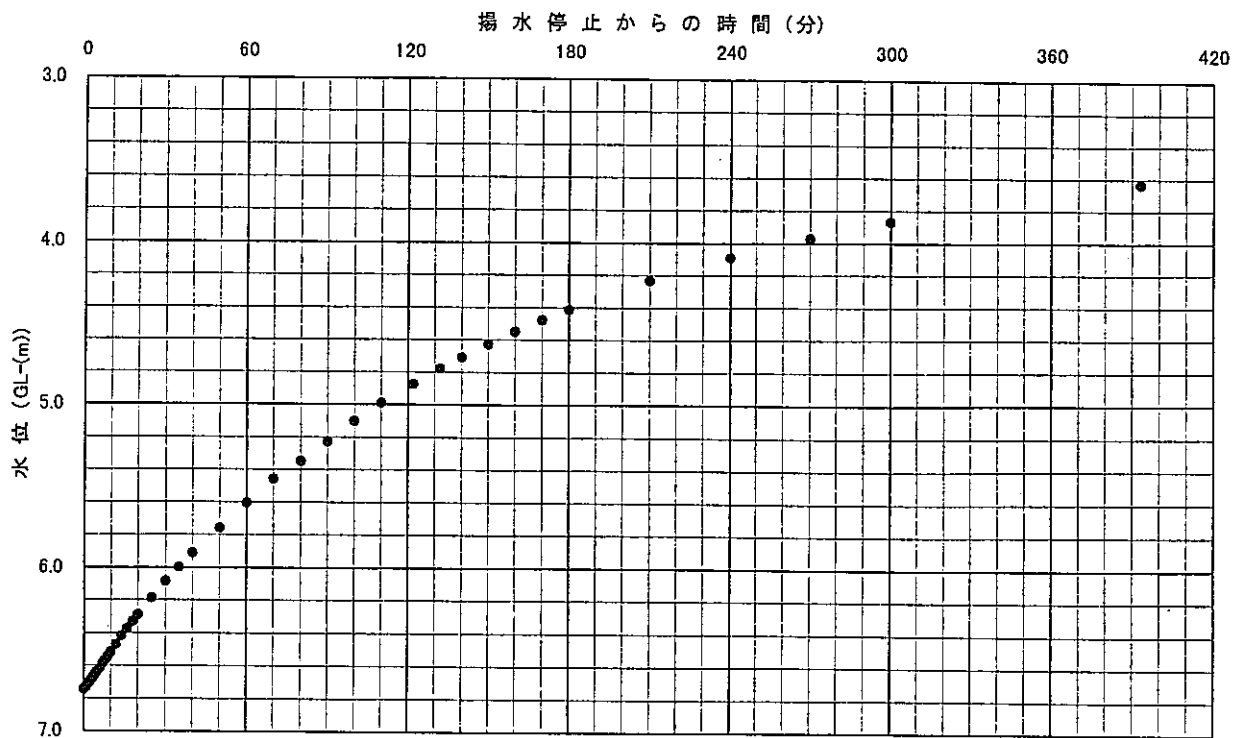


図5.28(1) MC-17号孔 水位回復試験結果

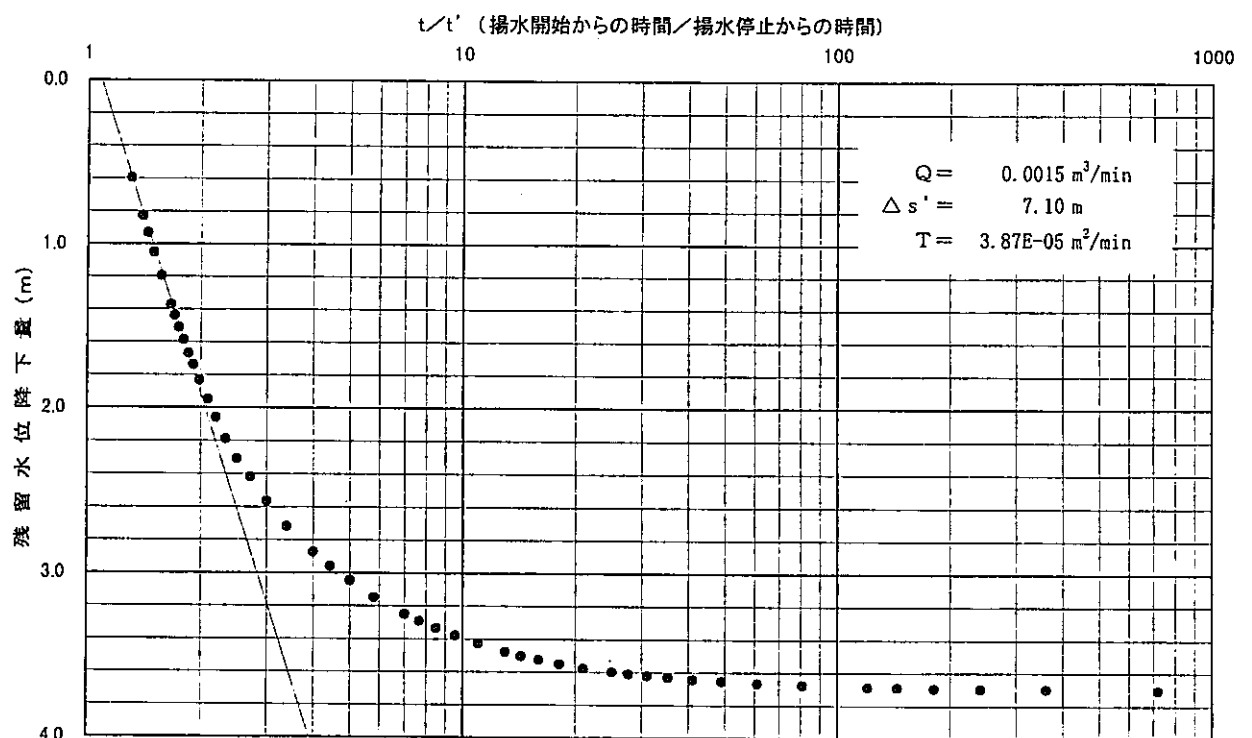


図5.28(2) MC-17号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

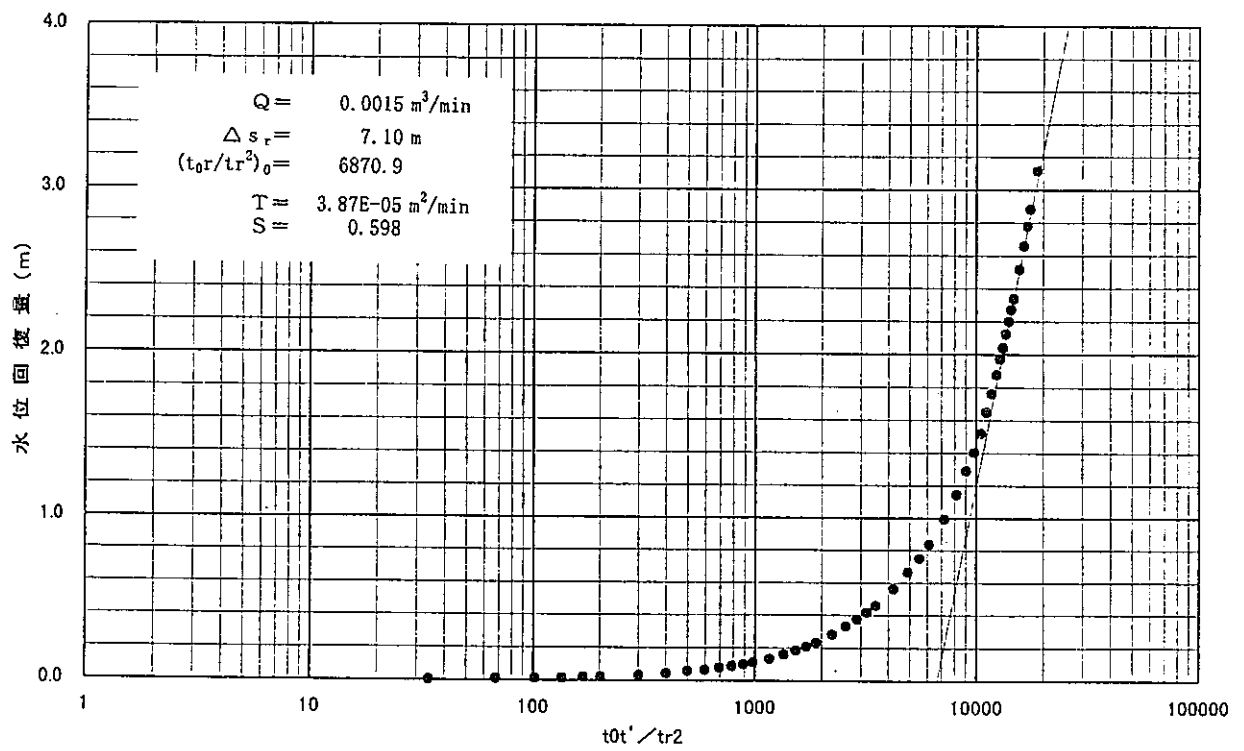


図5.28(3) MC-17号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

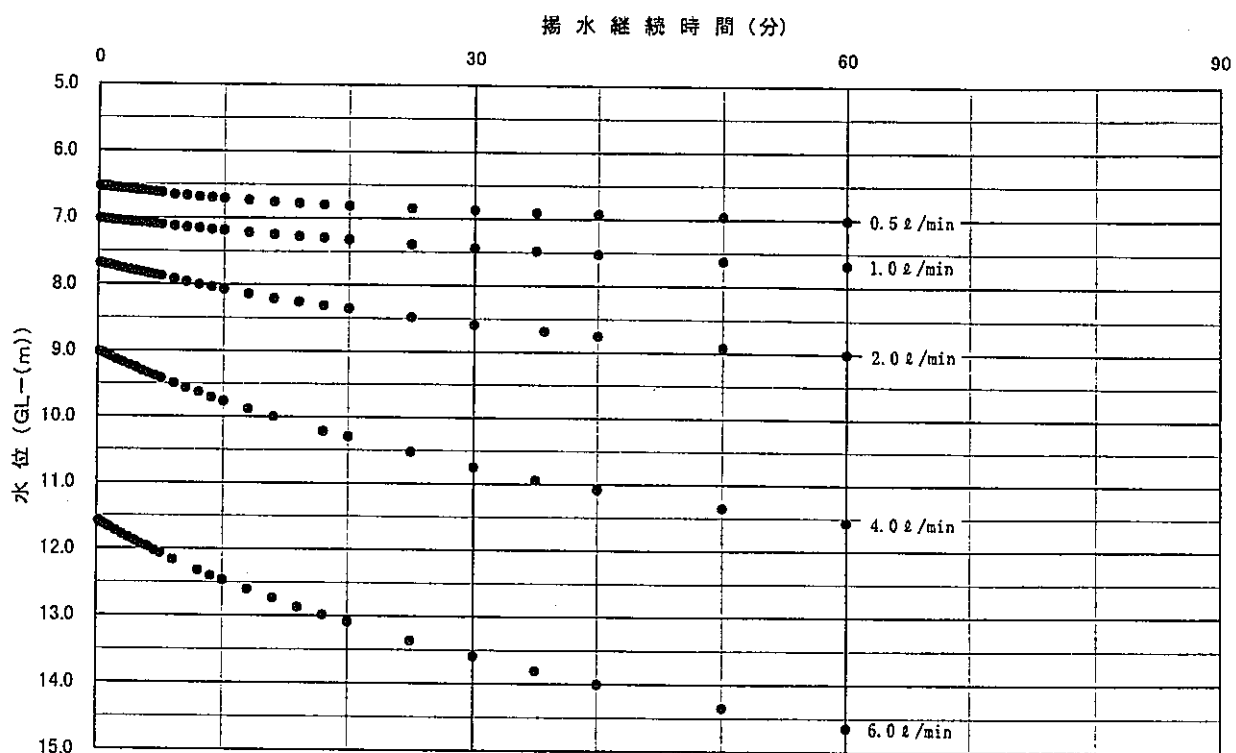


図5.29(1) MC-18号孔 段階揚水試験結果

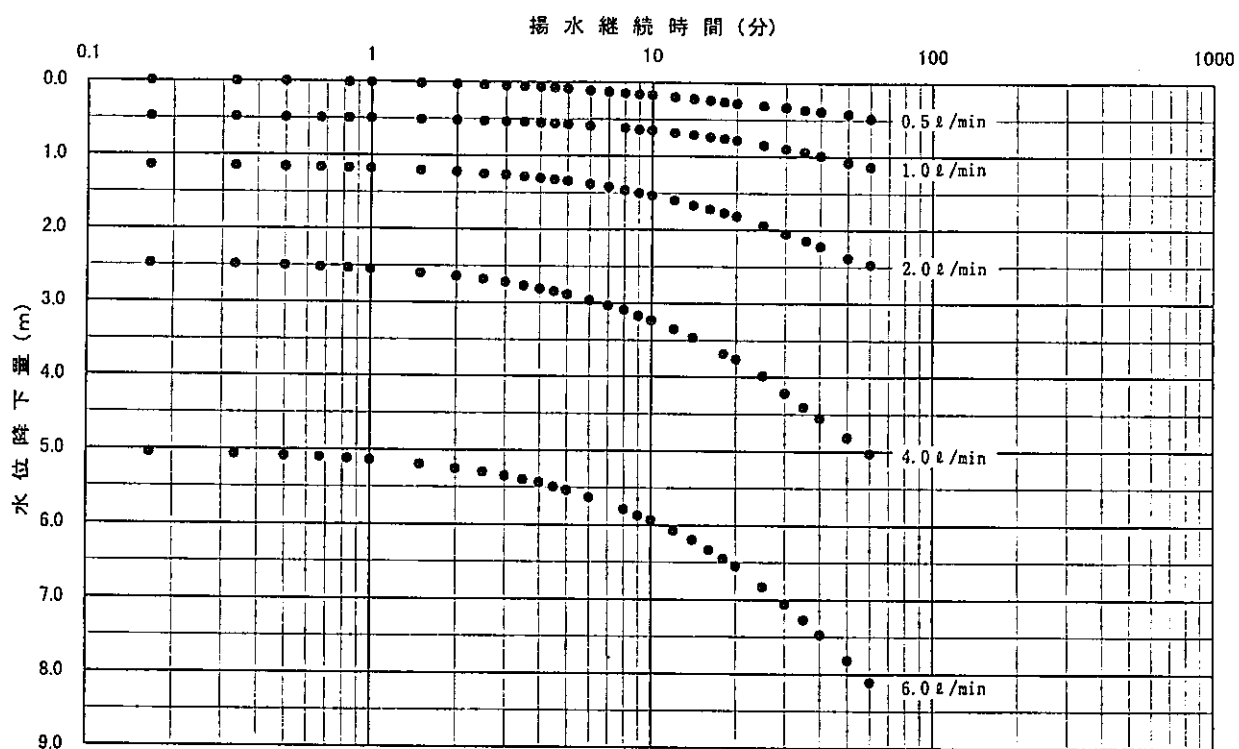


図5.29(2) MC-18号孔 段階揚水試験結果

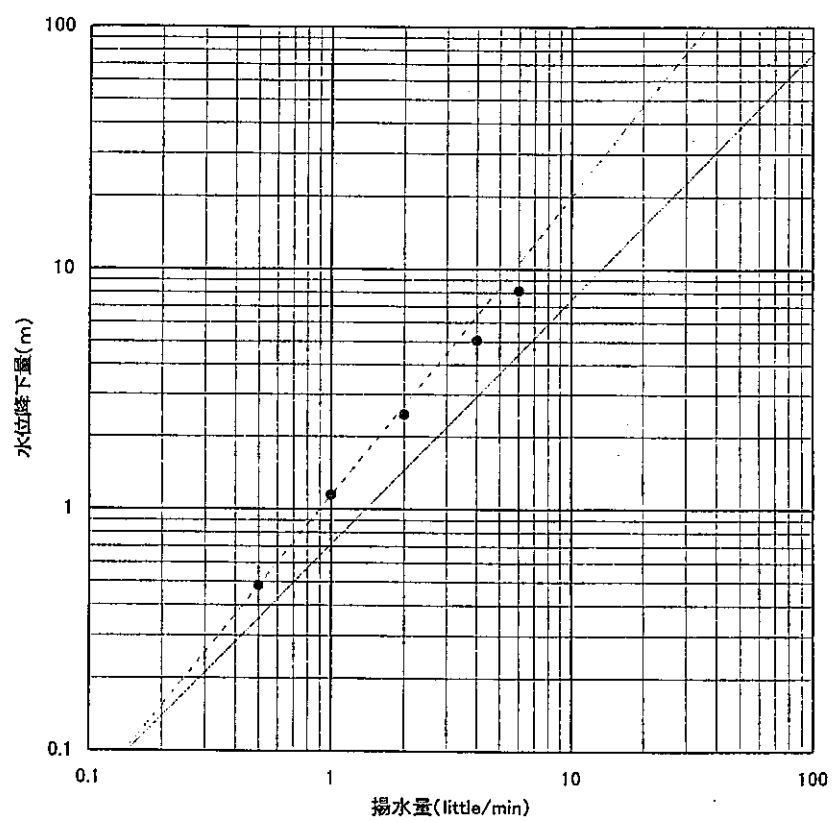


図5. 29(3) MC-18号孔 段階揚水試験結果

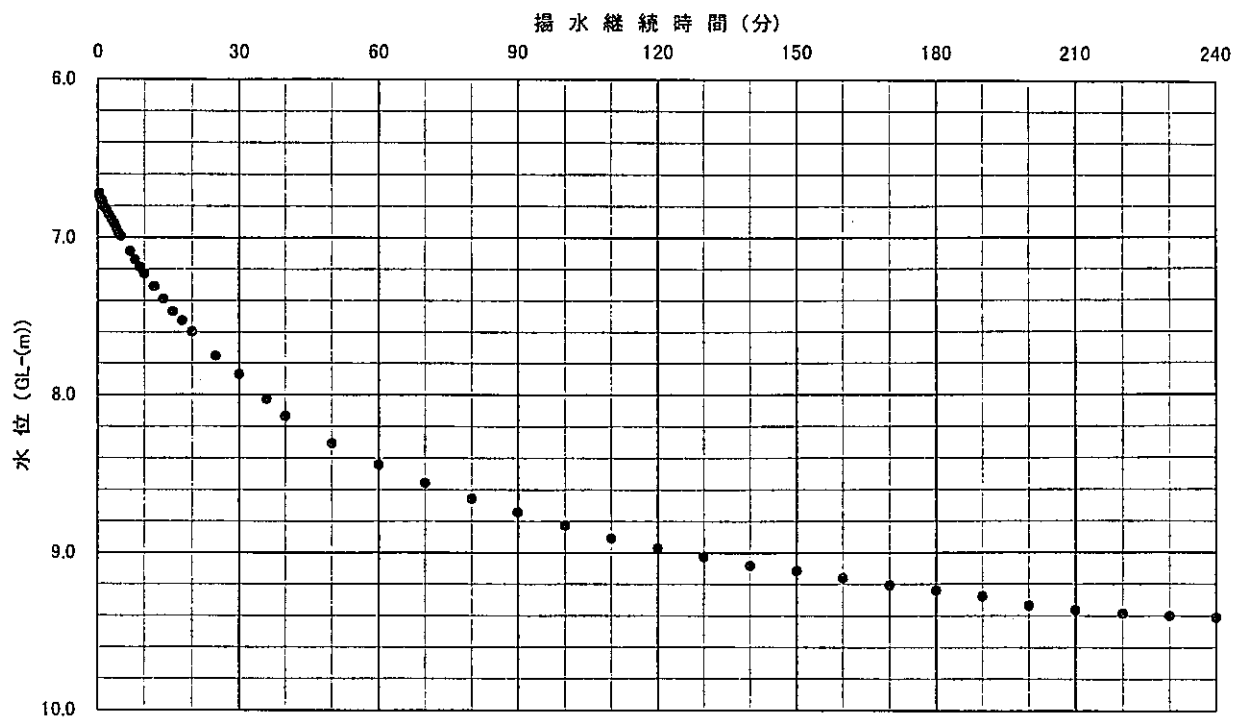


図5.30(1) MC-18号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

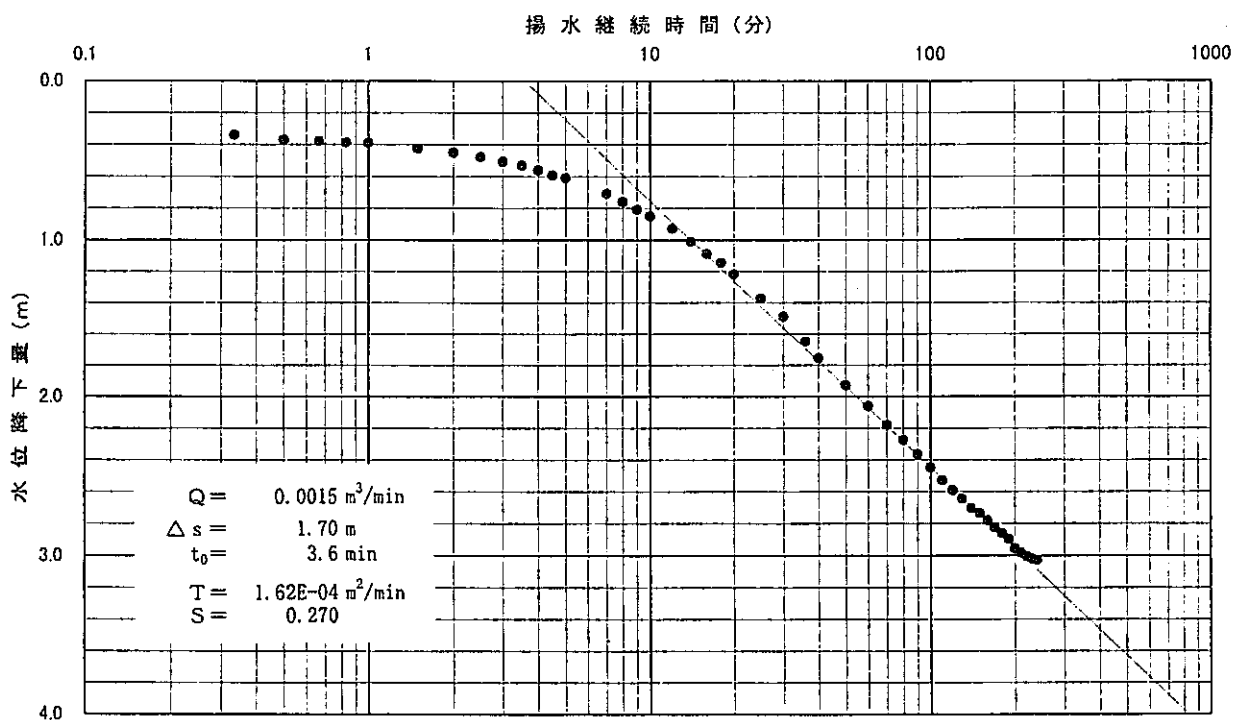


図5.30(2) MC-18号孔 定流量揚水試験結果 (1.5 little/min)

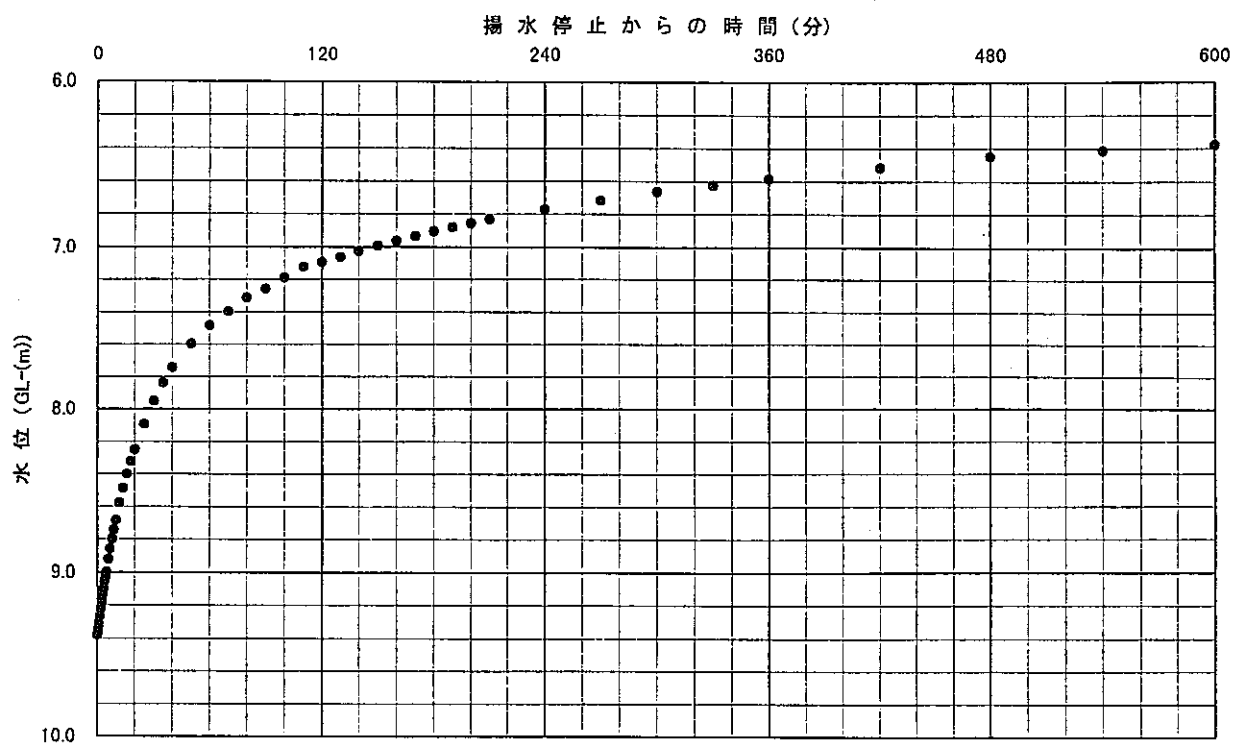


図5.31(1) MC-18号孔 水位回復試験結果

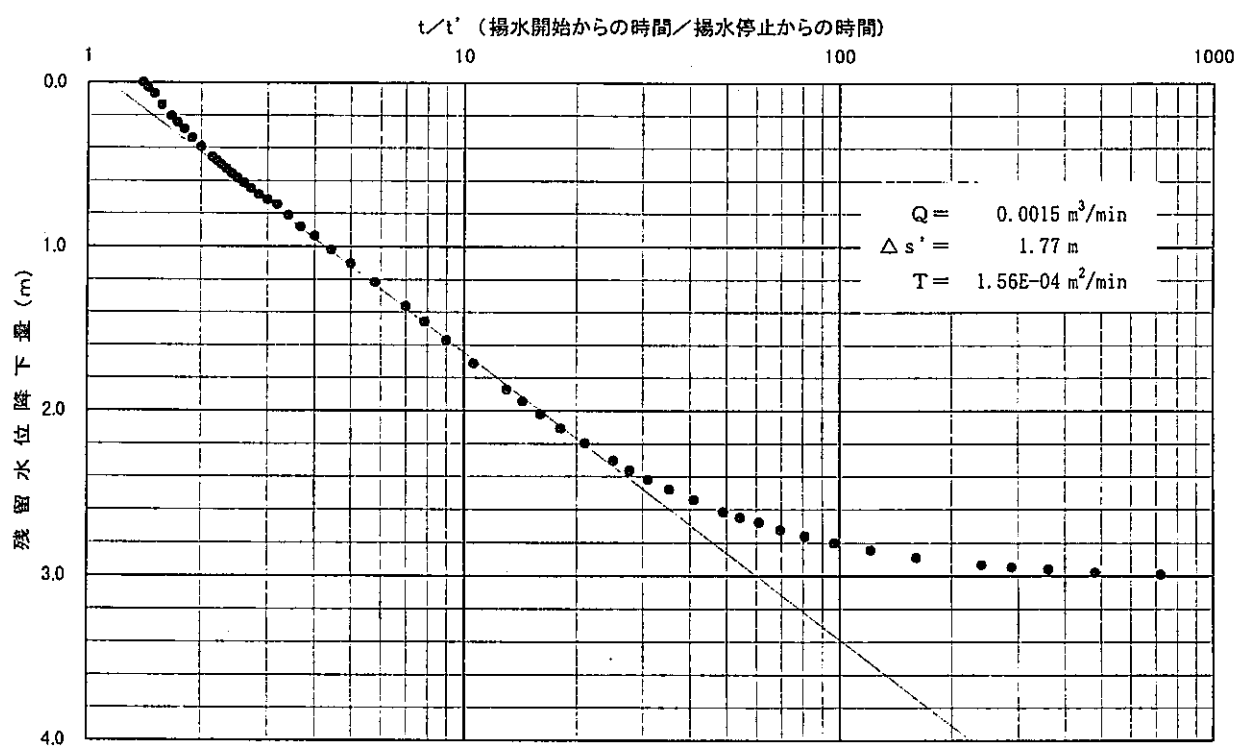


図5.31(2) MC-18号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

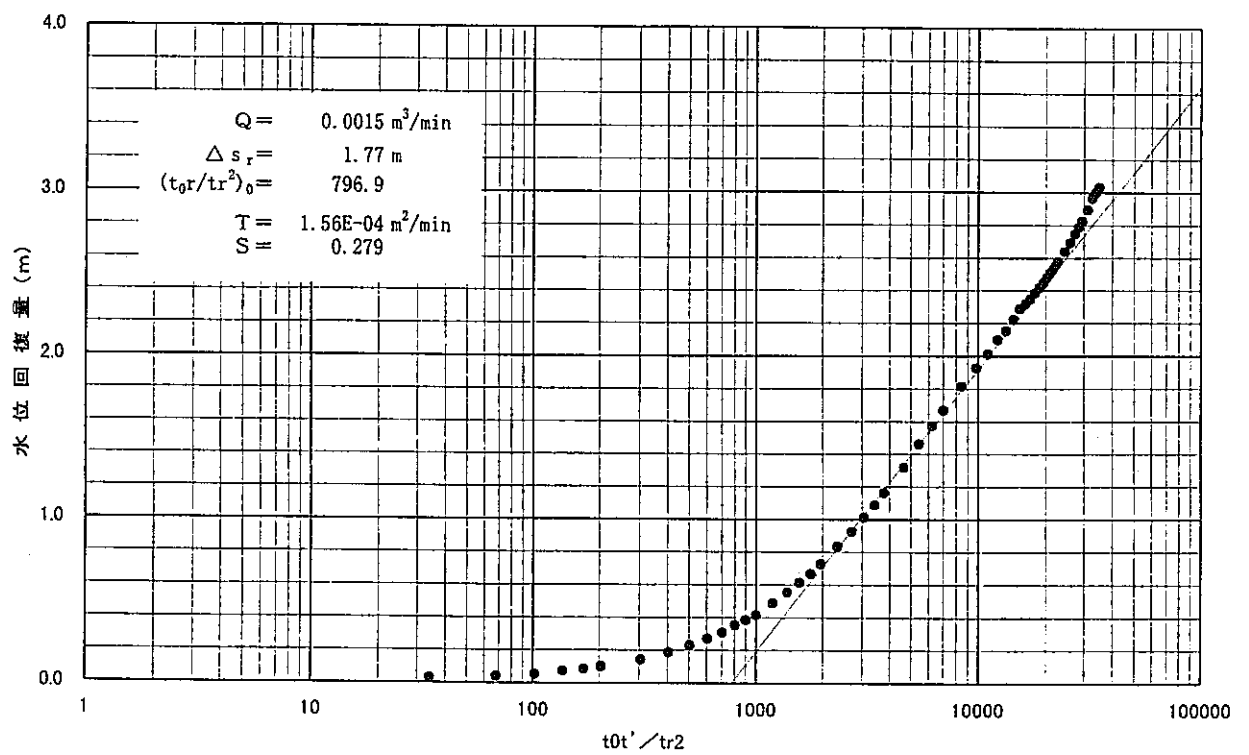


図5.31(3) MC-18号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

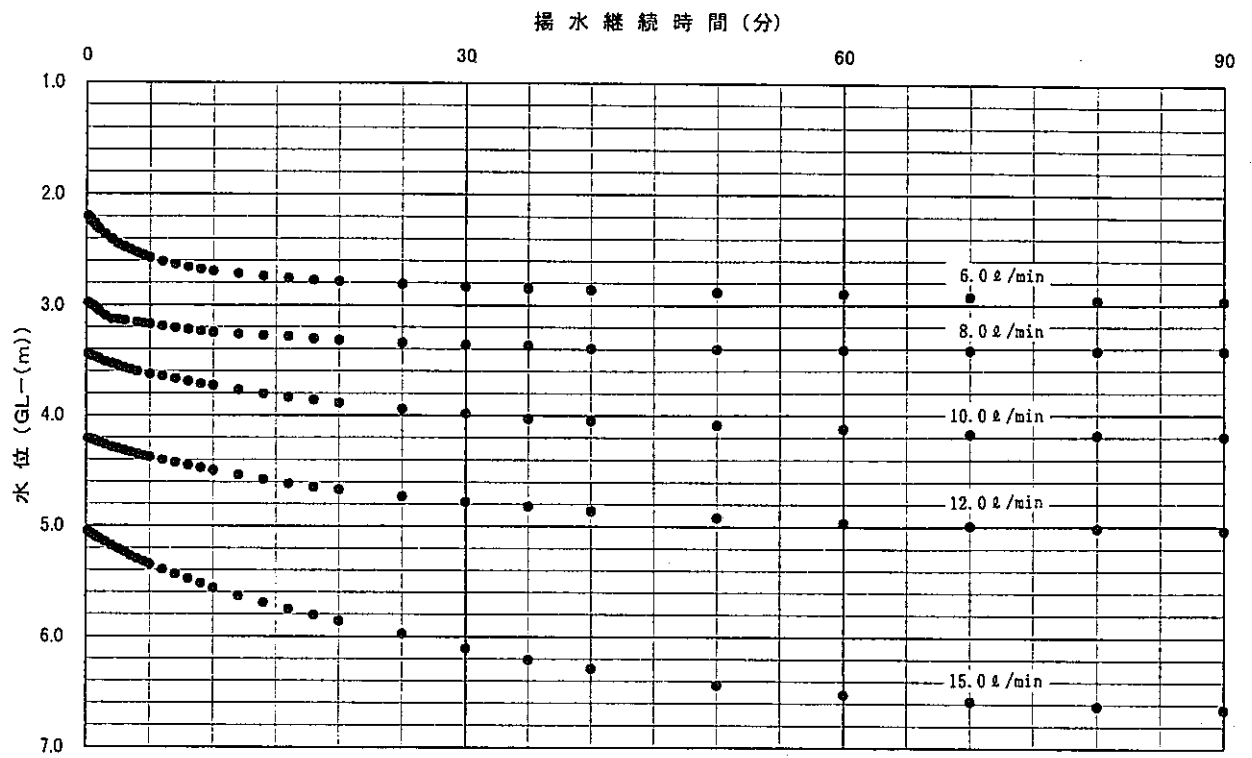


図5.32(1) MC-19号孔 段階揚水試験結果

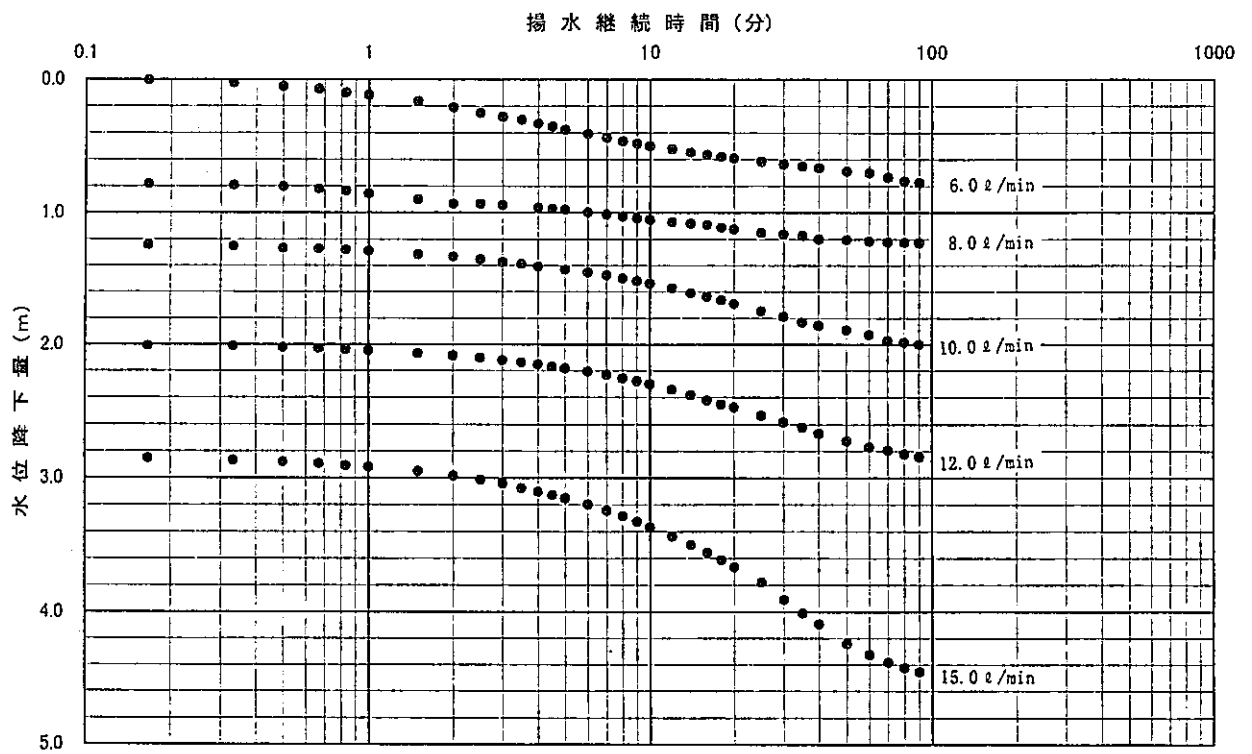


図5.32(2) MC-19号孔 段階揚水試験結果

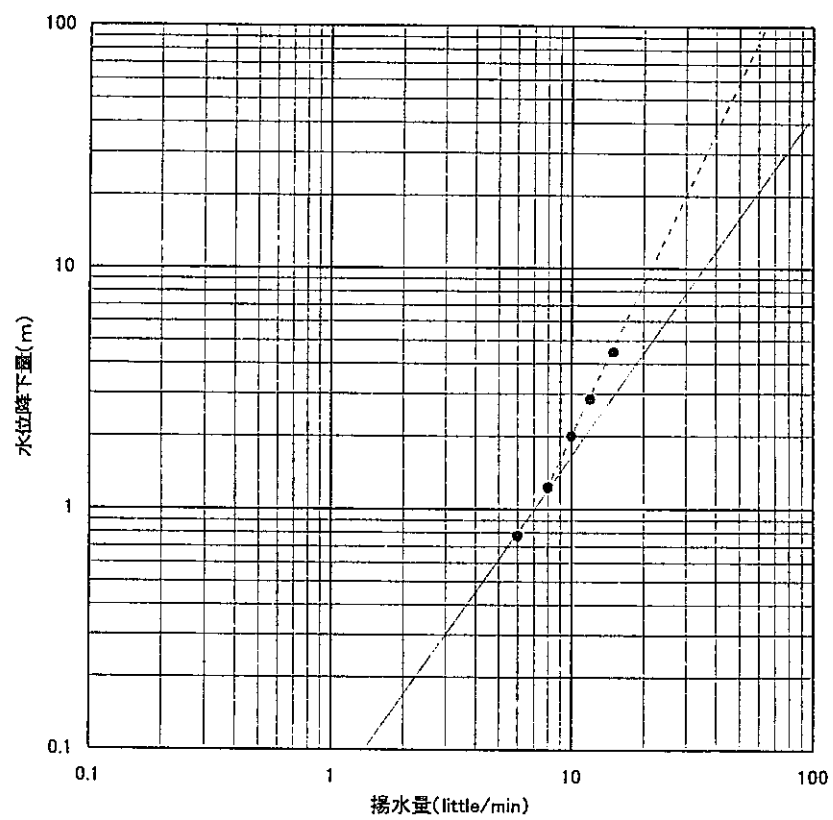


図5.32(3) MC-19号孔 段階揚水試験結果

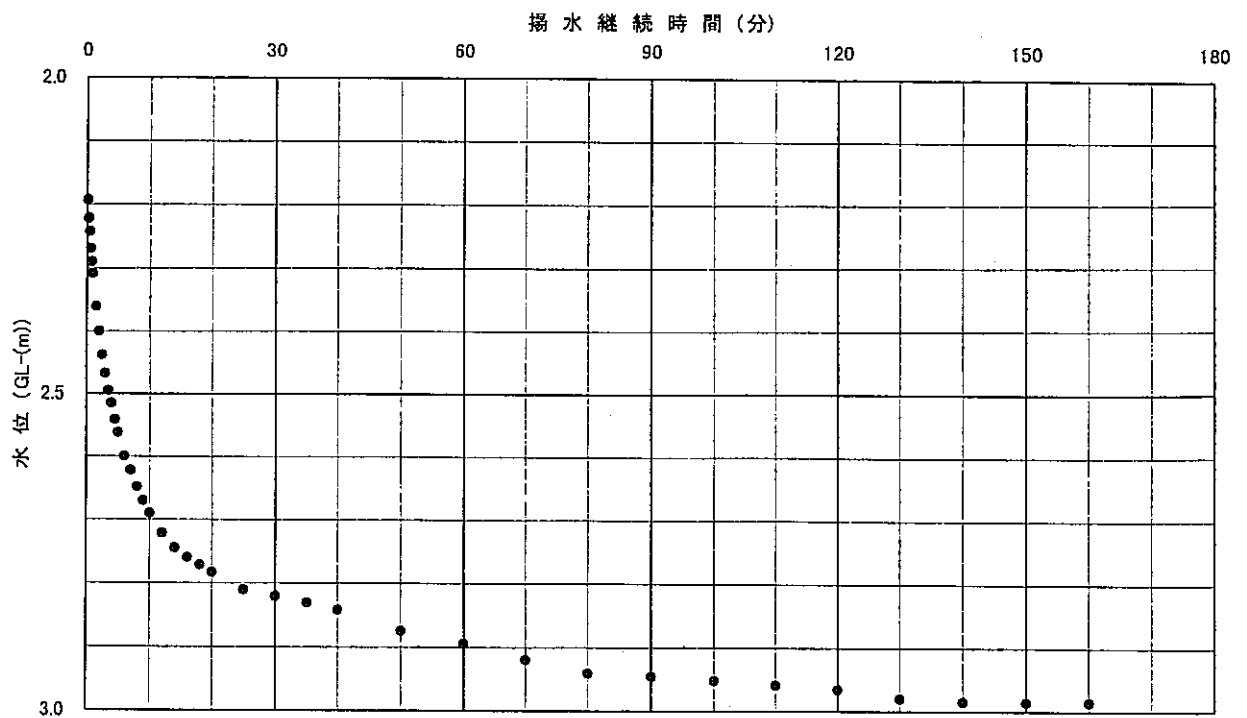


図5.33(1) MC-19号孔 定流量揚水試験結果 (6.0 little/min)

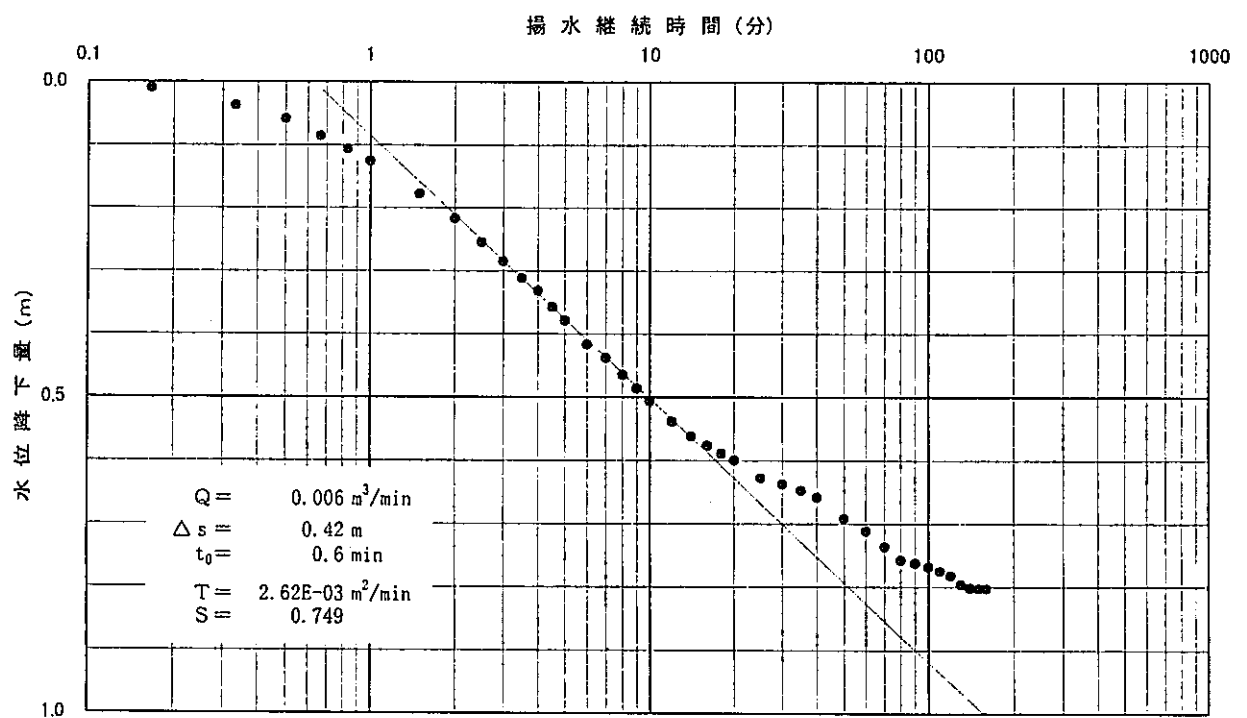


図5.33(2) MC-19号孔 定流量揚水試験結果 (6.0 little/min)

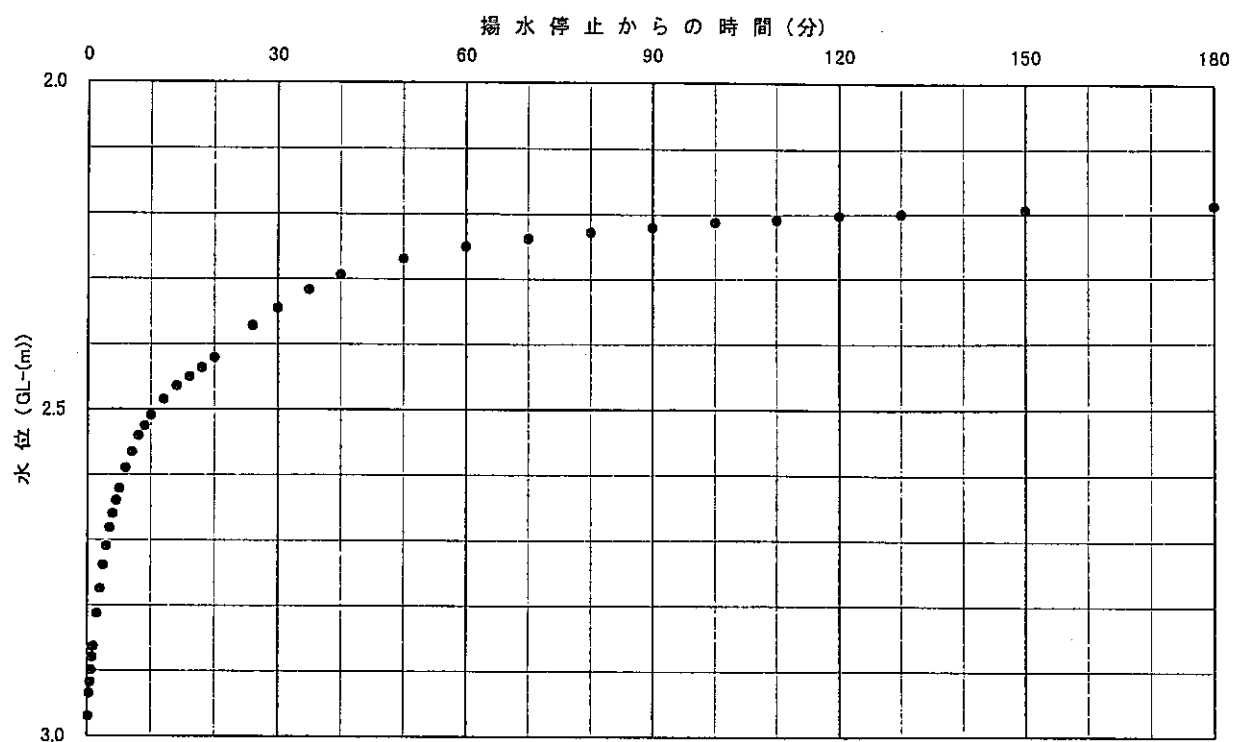


図5.34(1) MC-19号孔 水位回復試験結果

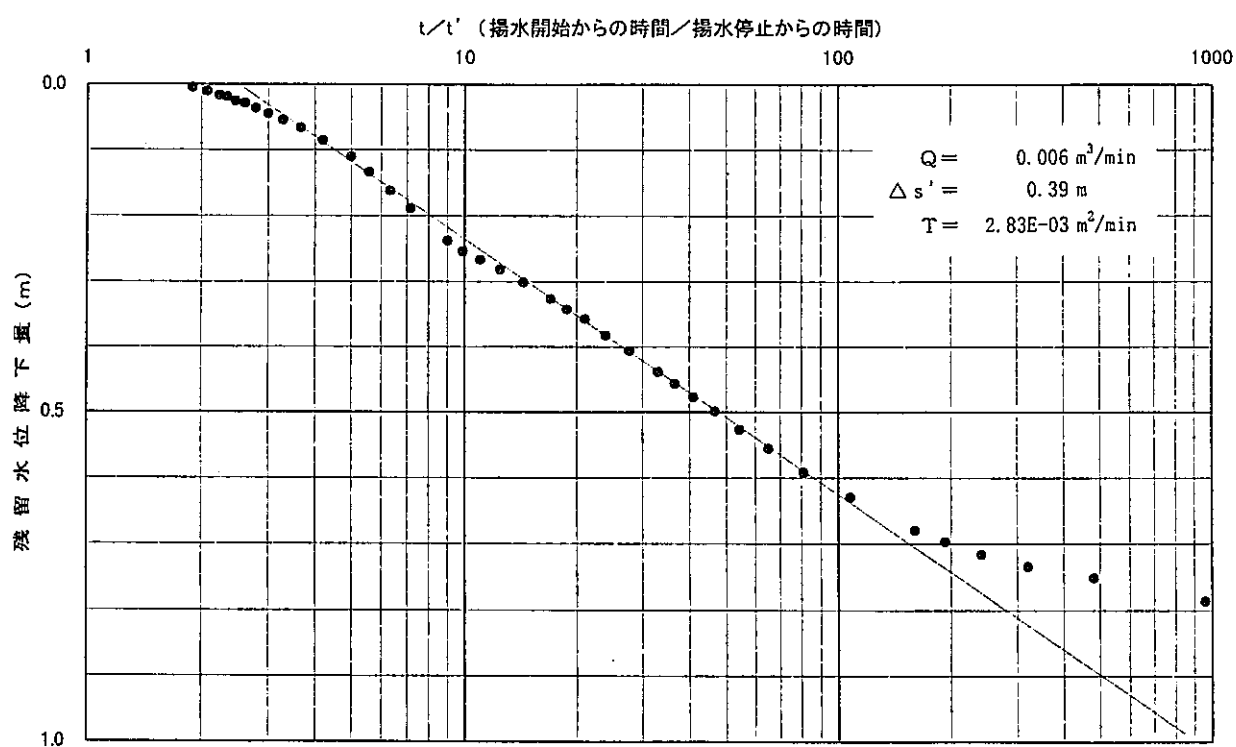


図5.34(2) MC-19号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

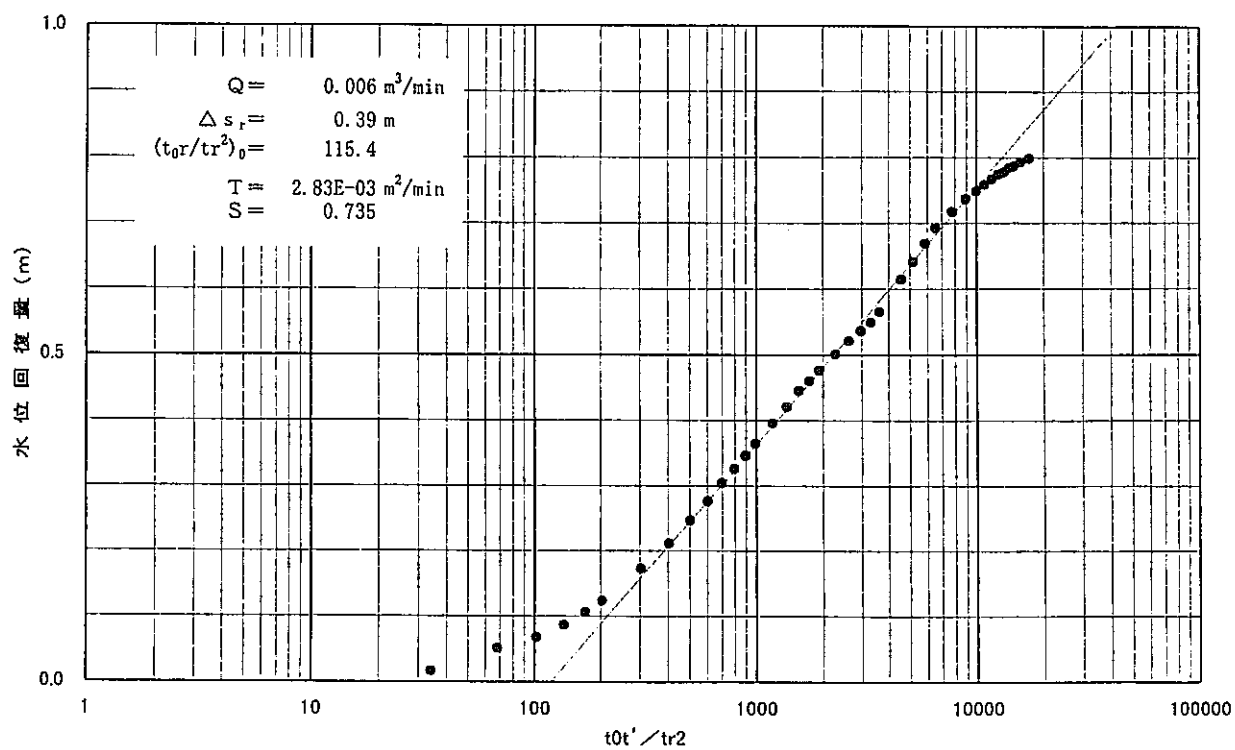


図5.34(3) MC-19号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

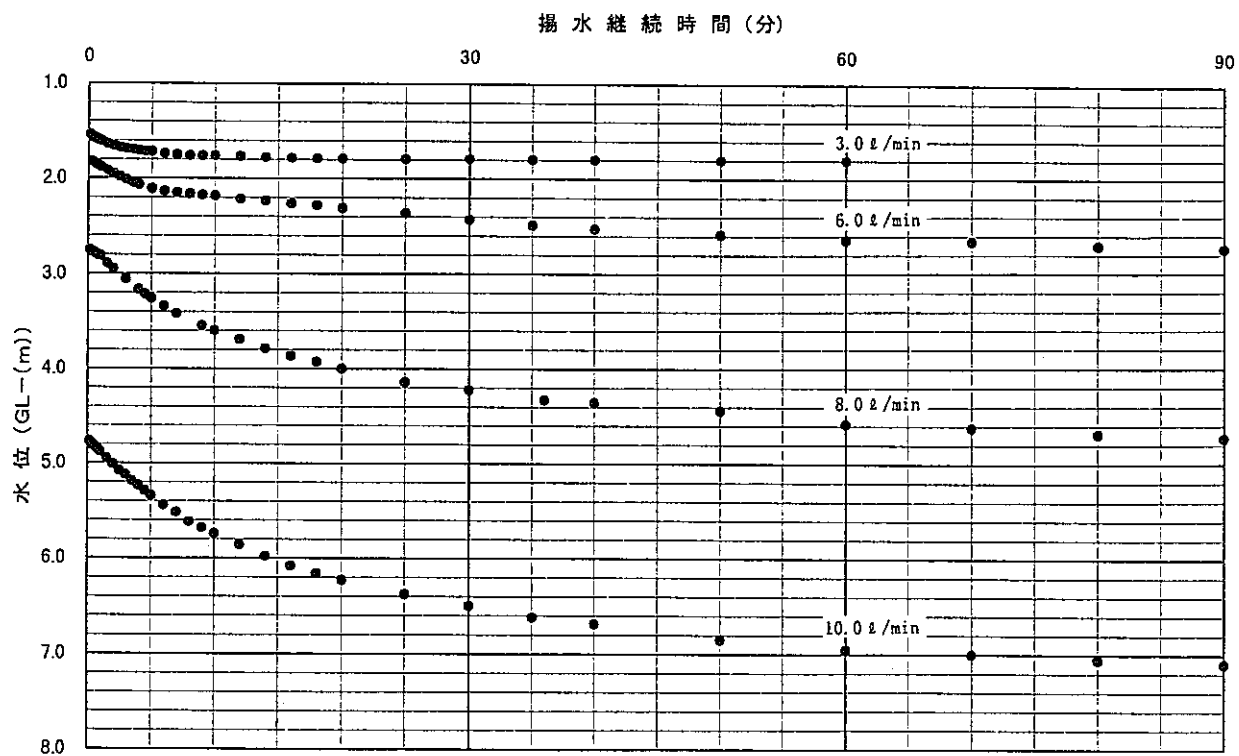


図5.35(1) MC-20号孔 段階揚水試験結果

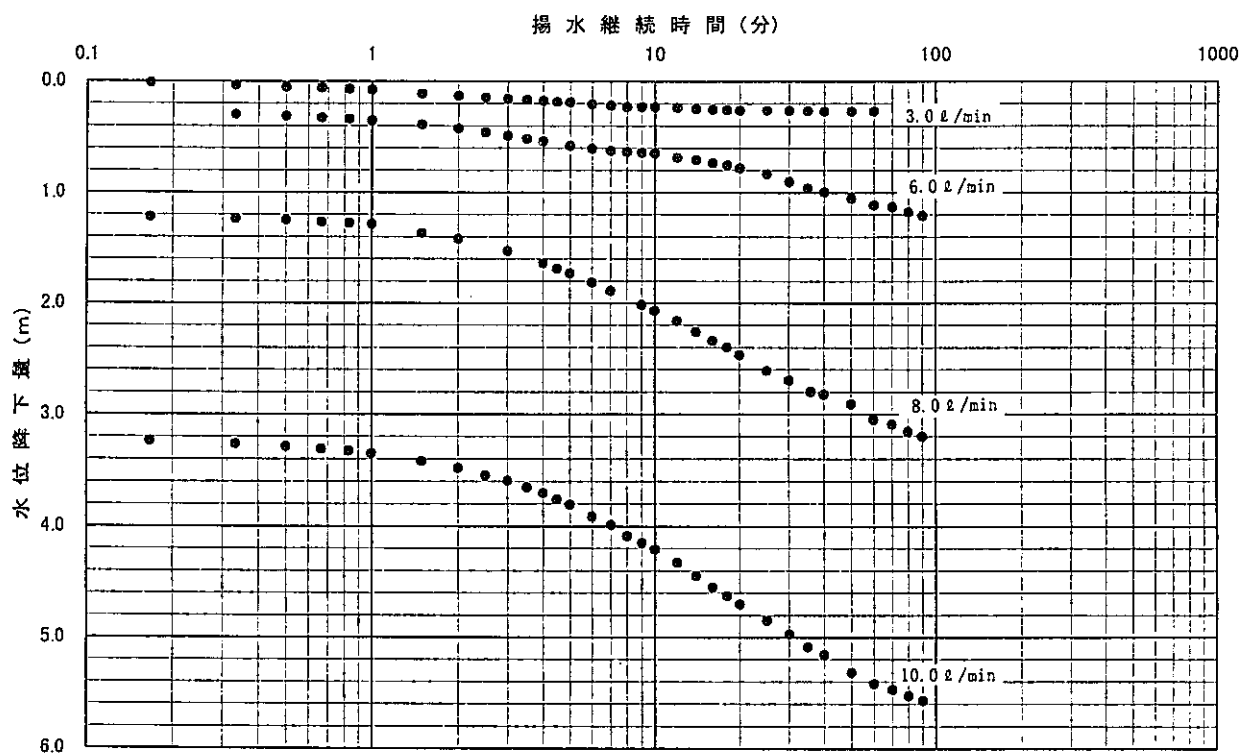


図5.35(2) MC-20号孔 段階揚水試験結果

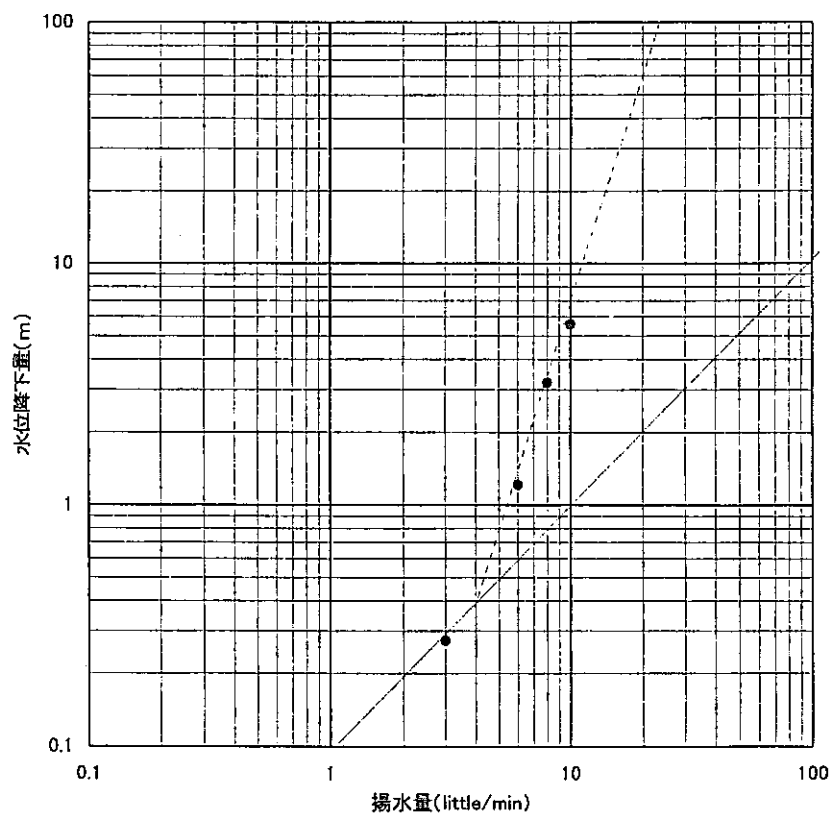


図5.35(3) MC-20号孔 段階揚水試験結果

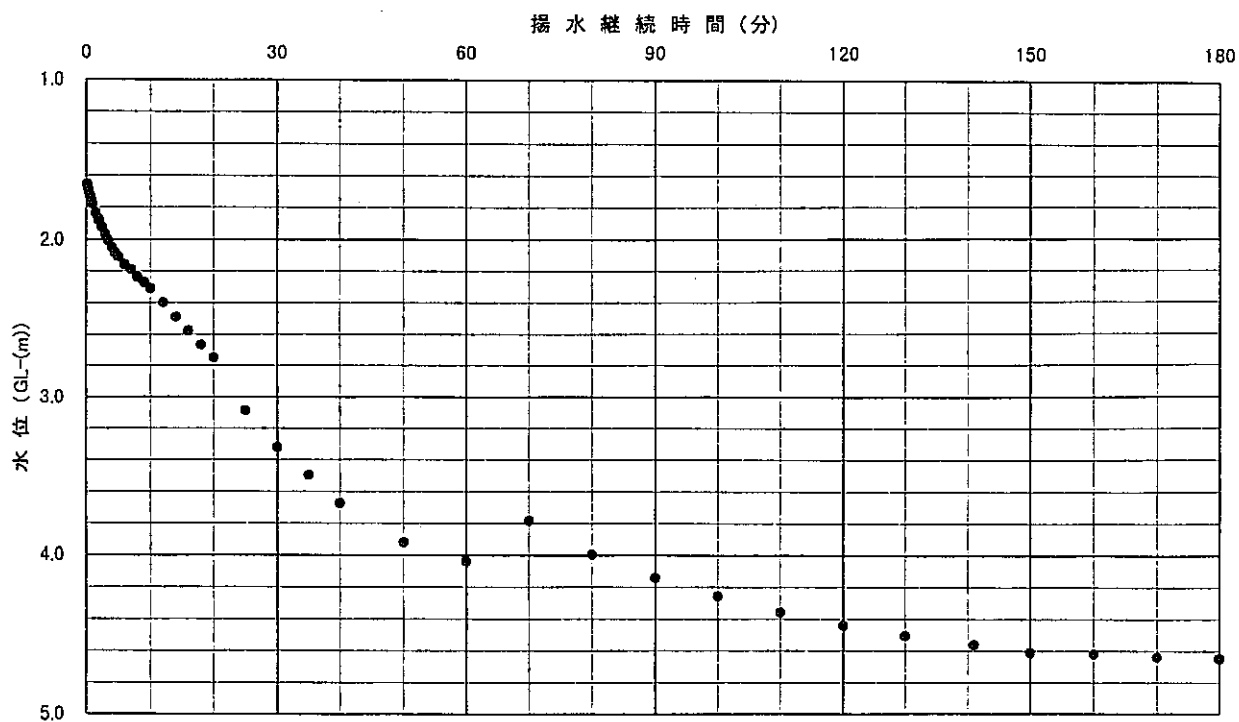


図5.36(1) MC-20号孔 定流量揚水試験結果 (6.0 little/min)

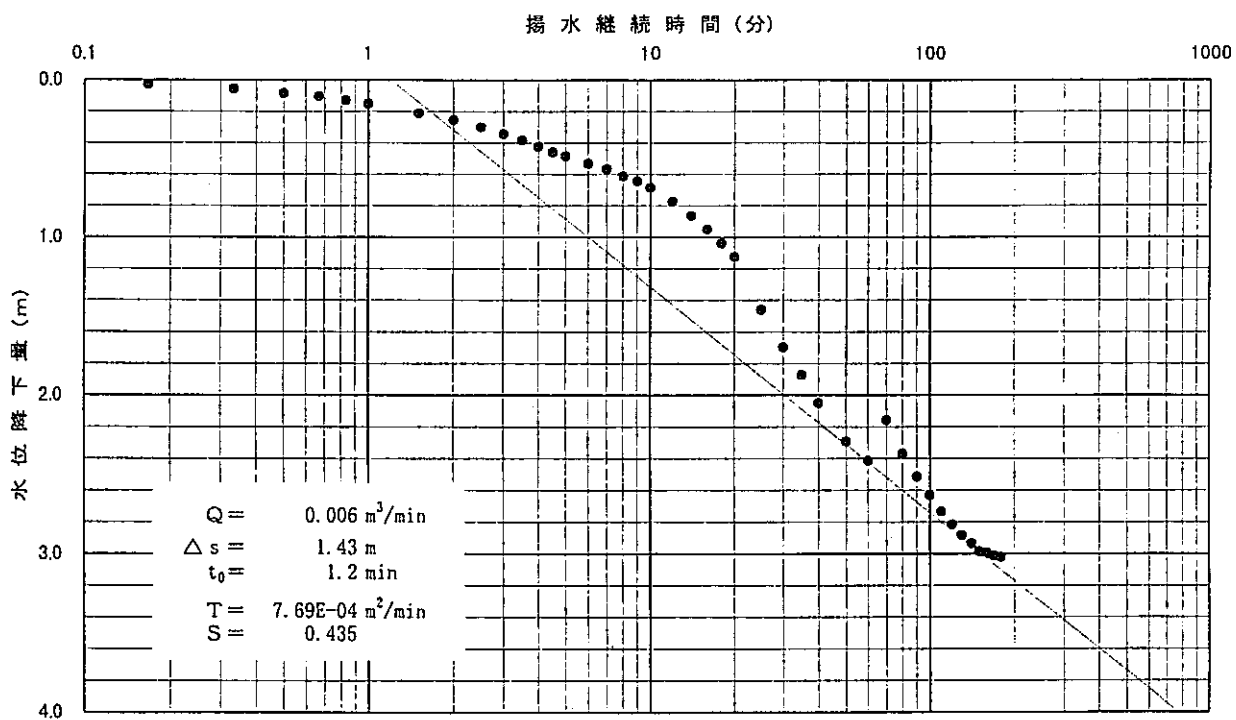


図5.36(2) MC-20号孔 定流量揚水試験結果 (6.0 little/min)

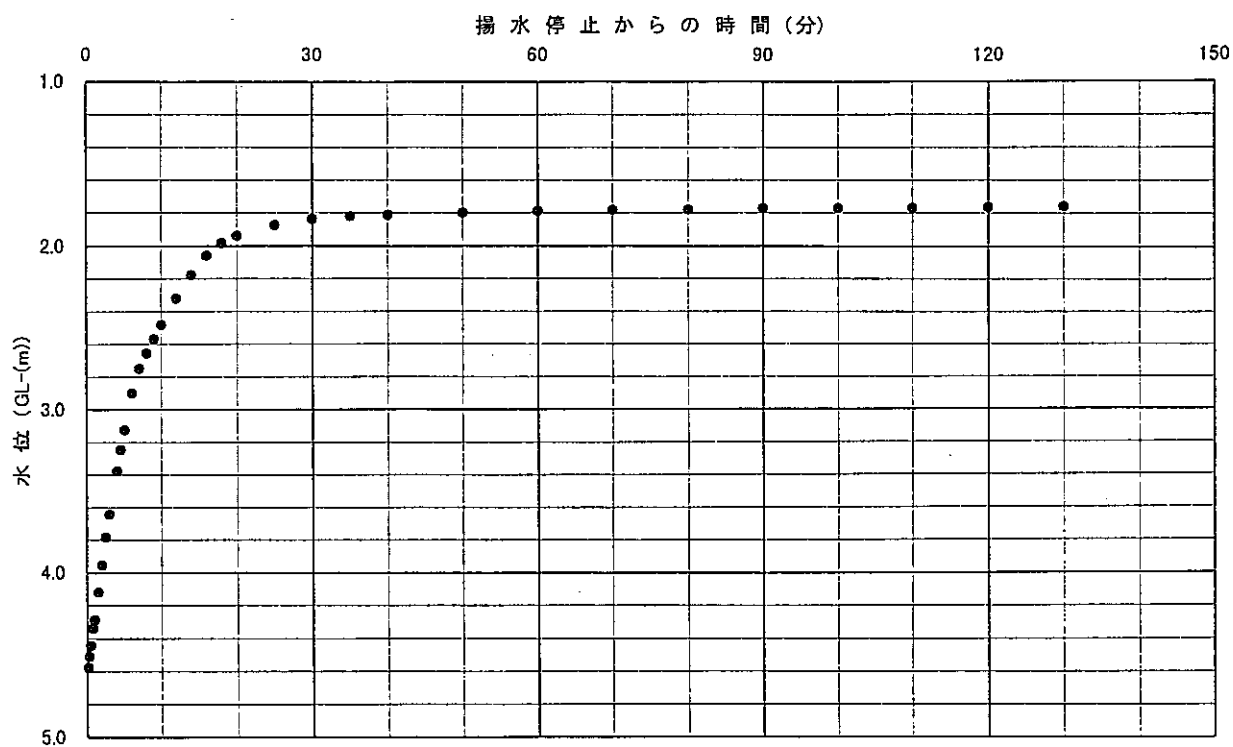


図5.37(1) MC-20号孔 水位回復試験結果

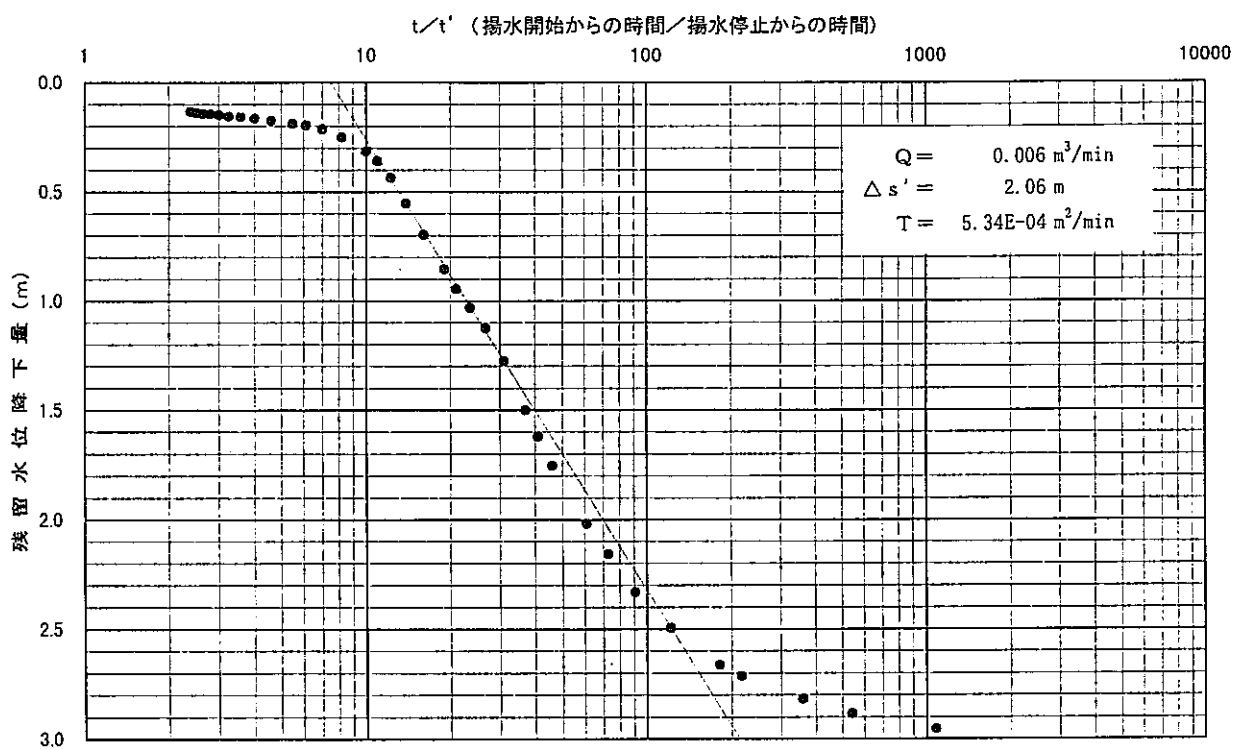


図5.37(2) MC-20号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

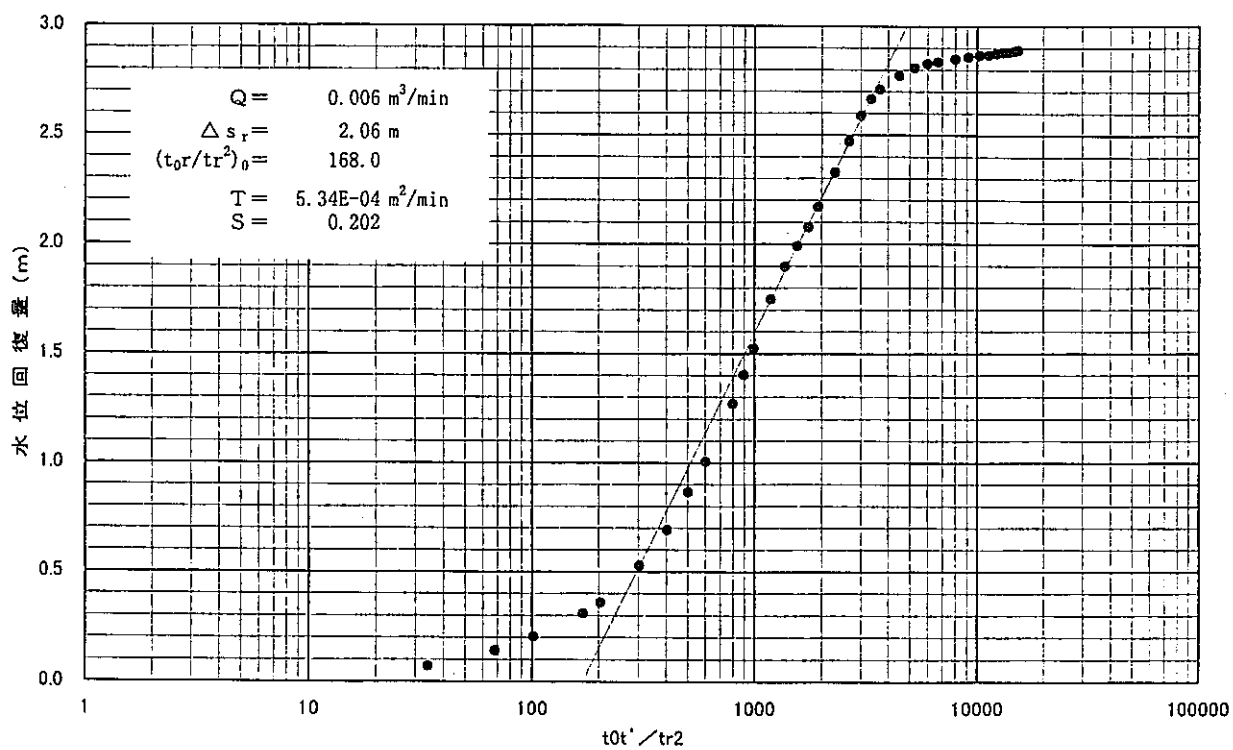


図5.37(3) MC-20号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

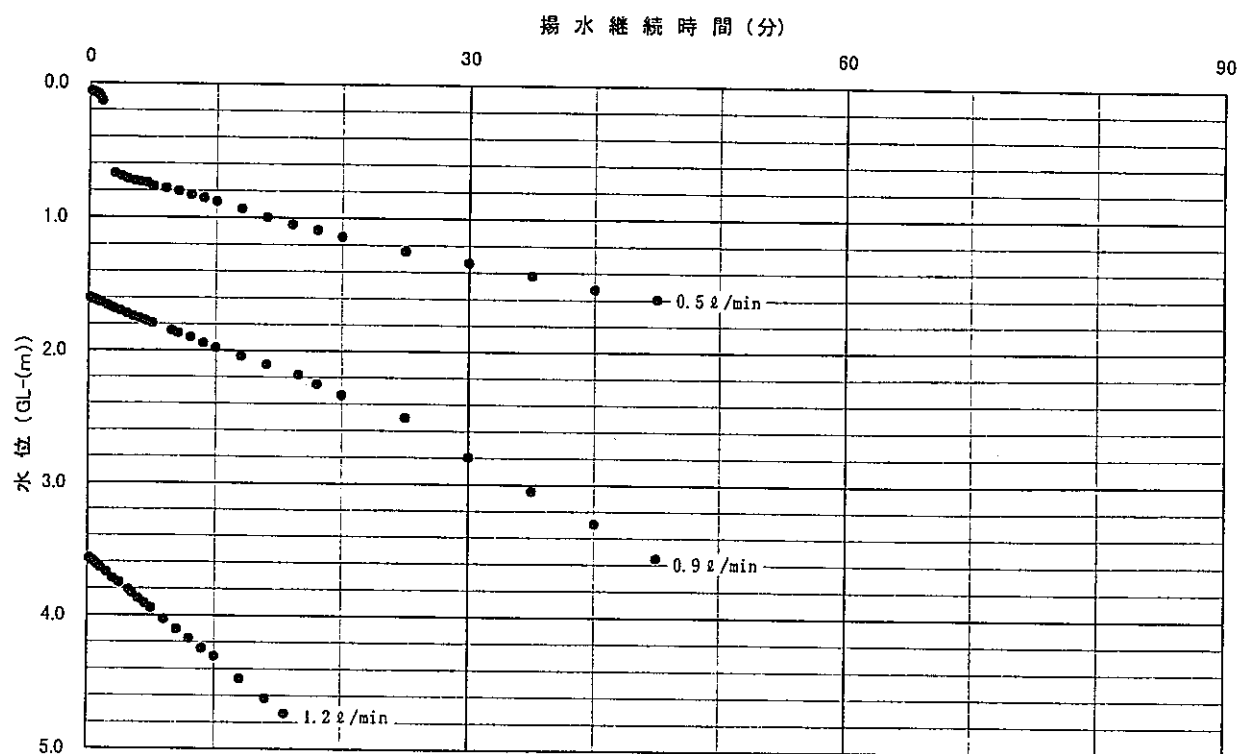


図5.38(1) MC-24号孔 段階揚水試験結果

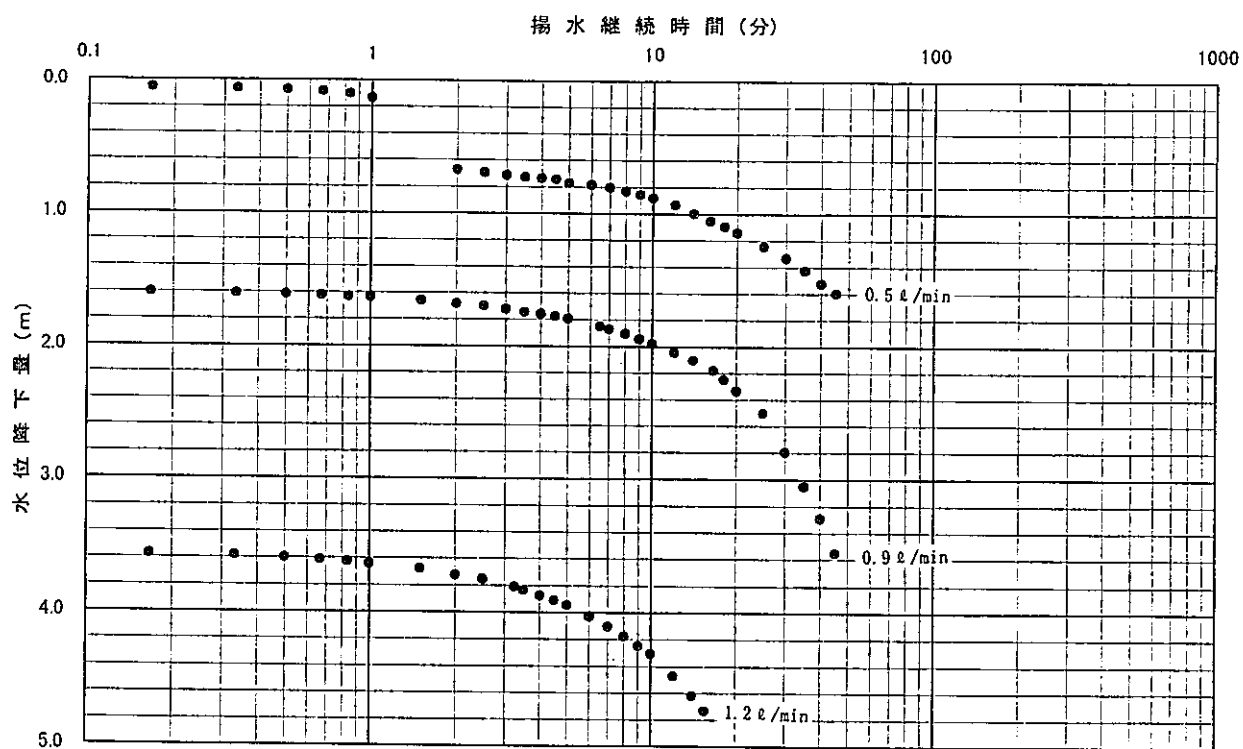


図5.38(2) MC-24号孔 段階揚水試験結果

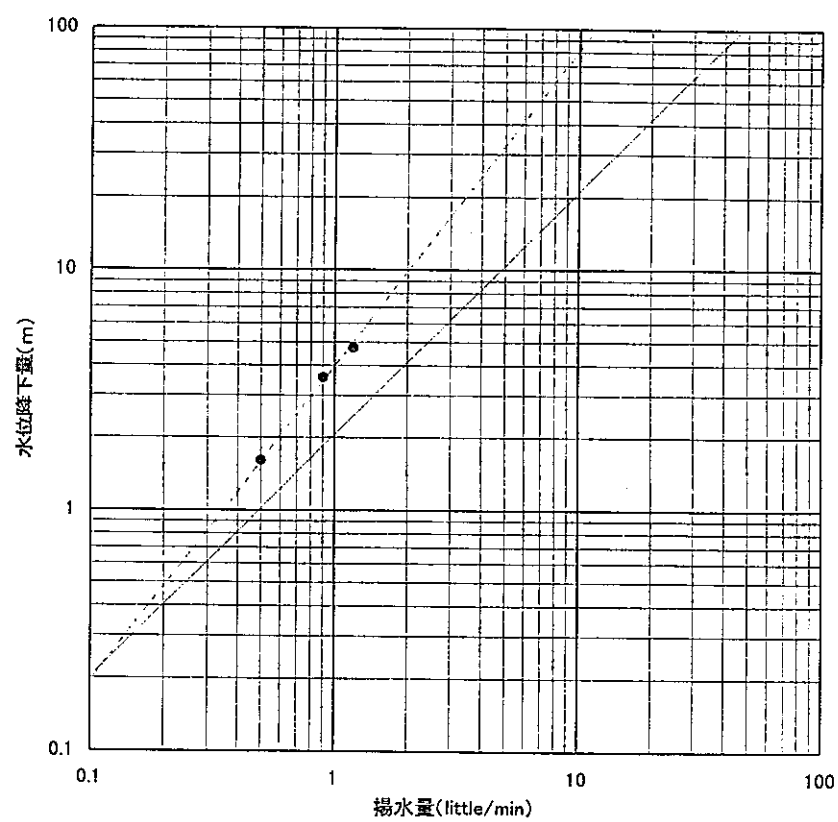


図5. 38(3) MC-24号孔 段階揚水試験結果

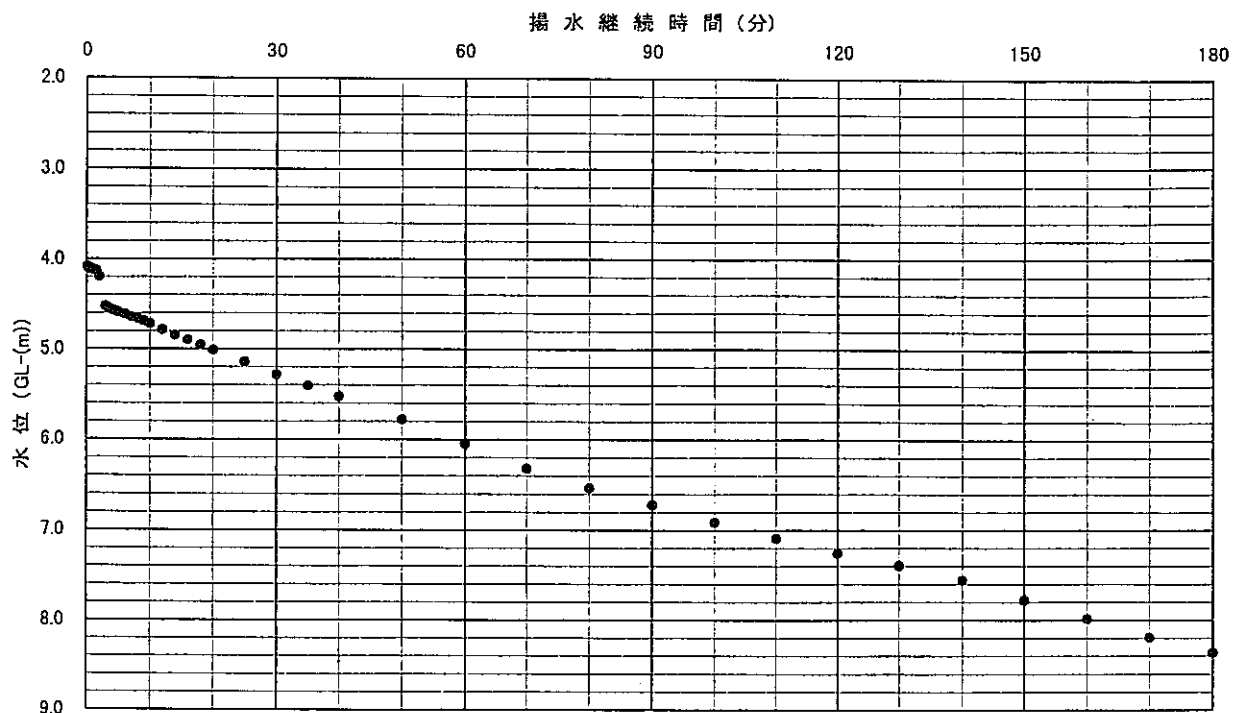


図5.39(1) MC-24号孔 定流量揚水試験結果 (0.5 little/min)

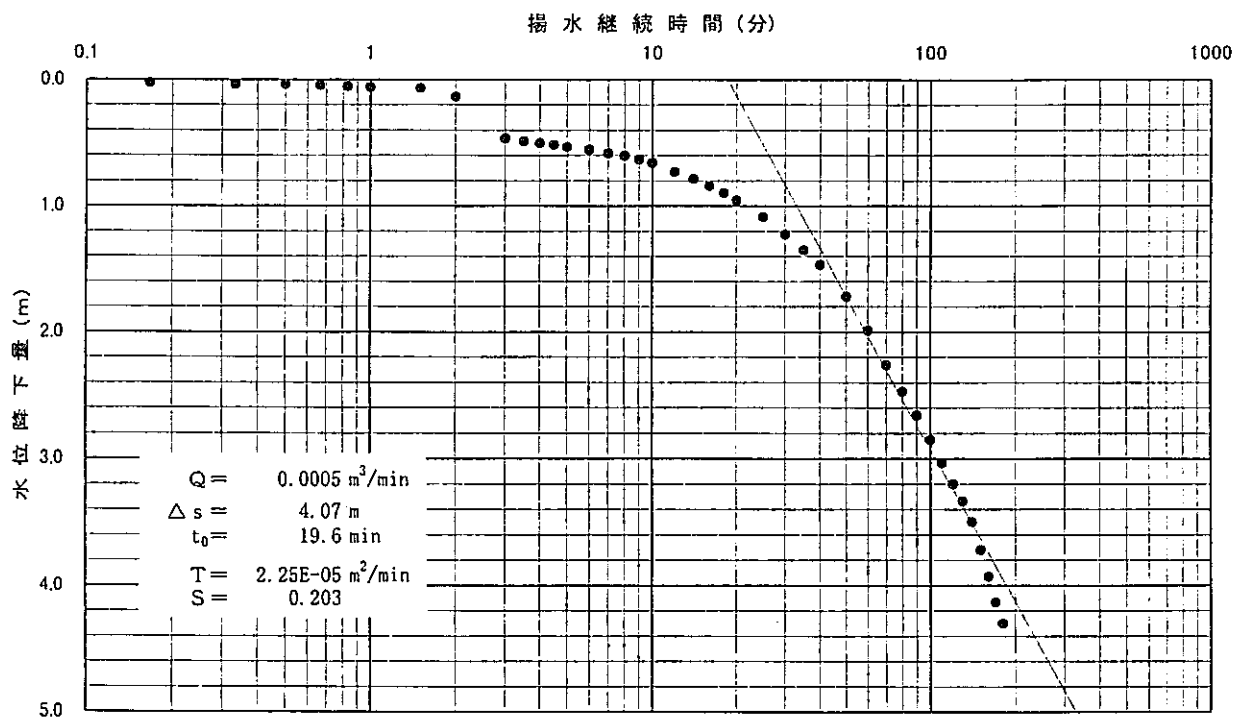


図5.39(2) MC-24号孔 定流量揚水試験結果 (0.5 little/min)

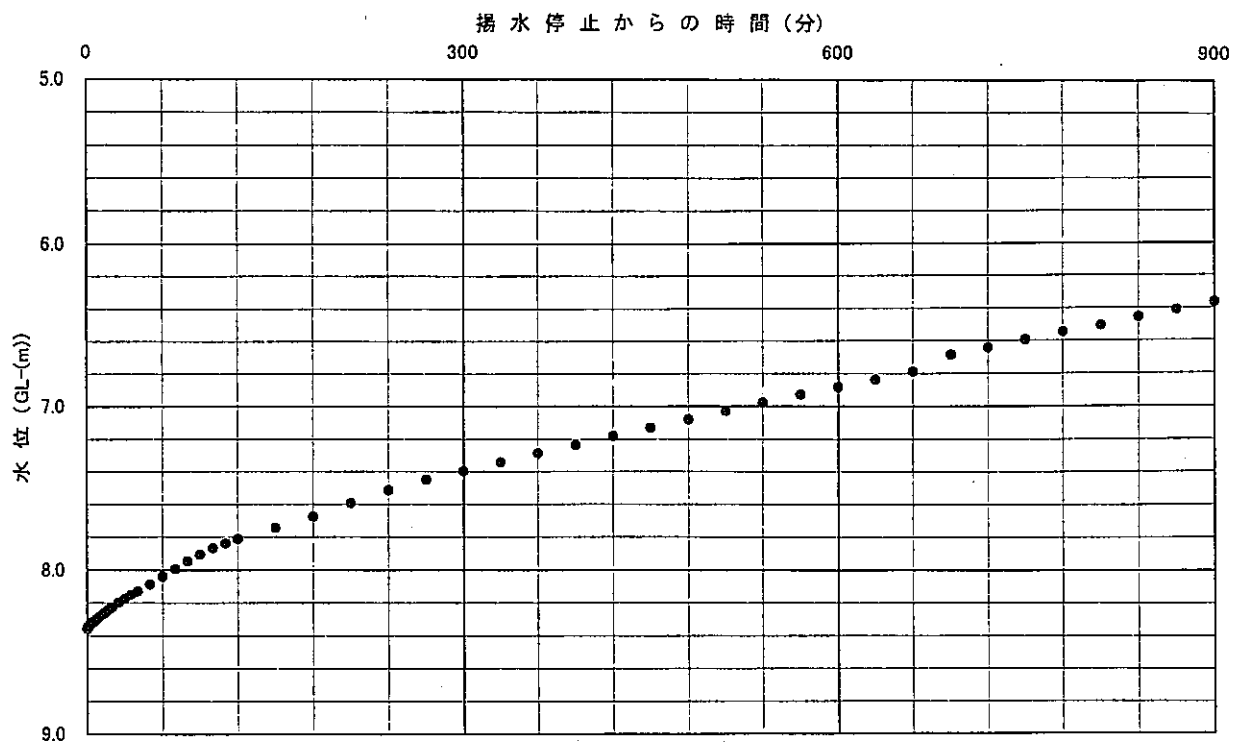


図5.40(1) MC-24号孔 水位回復試験結果

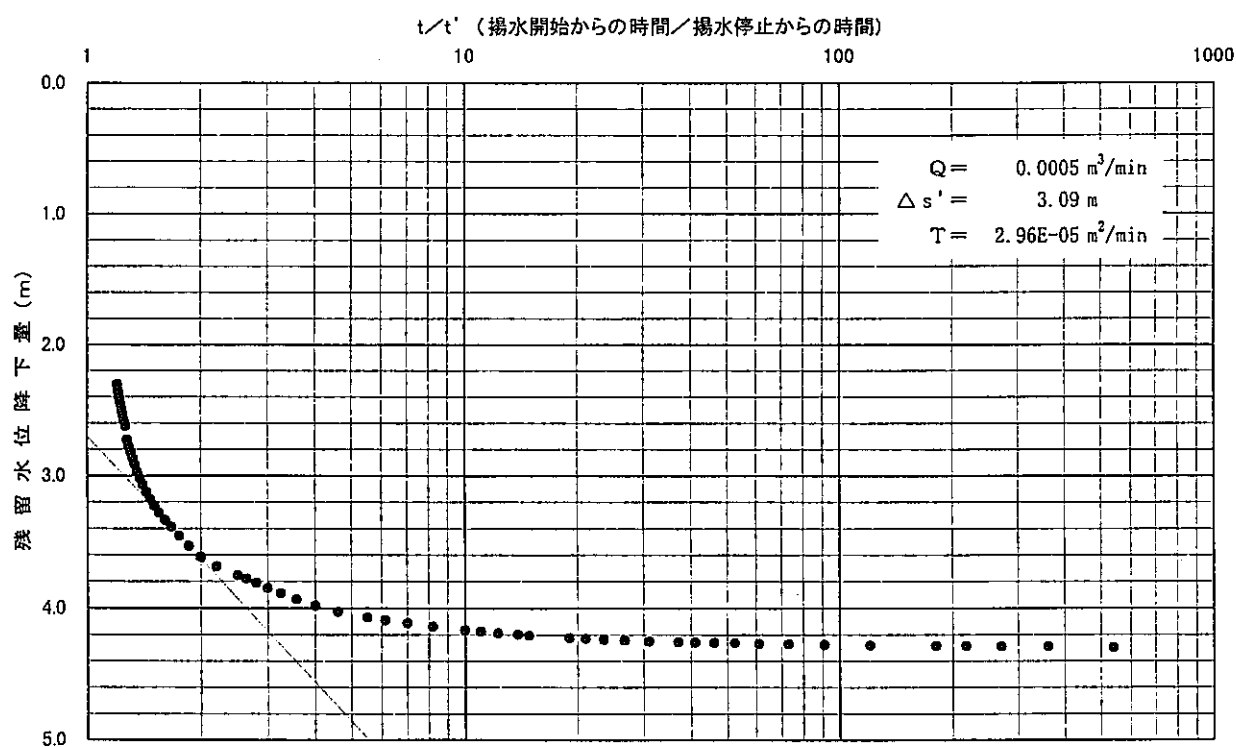


図5.40(2) MC-24号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

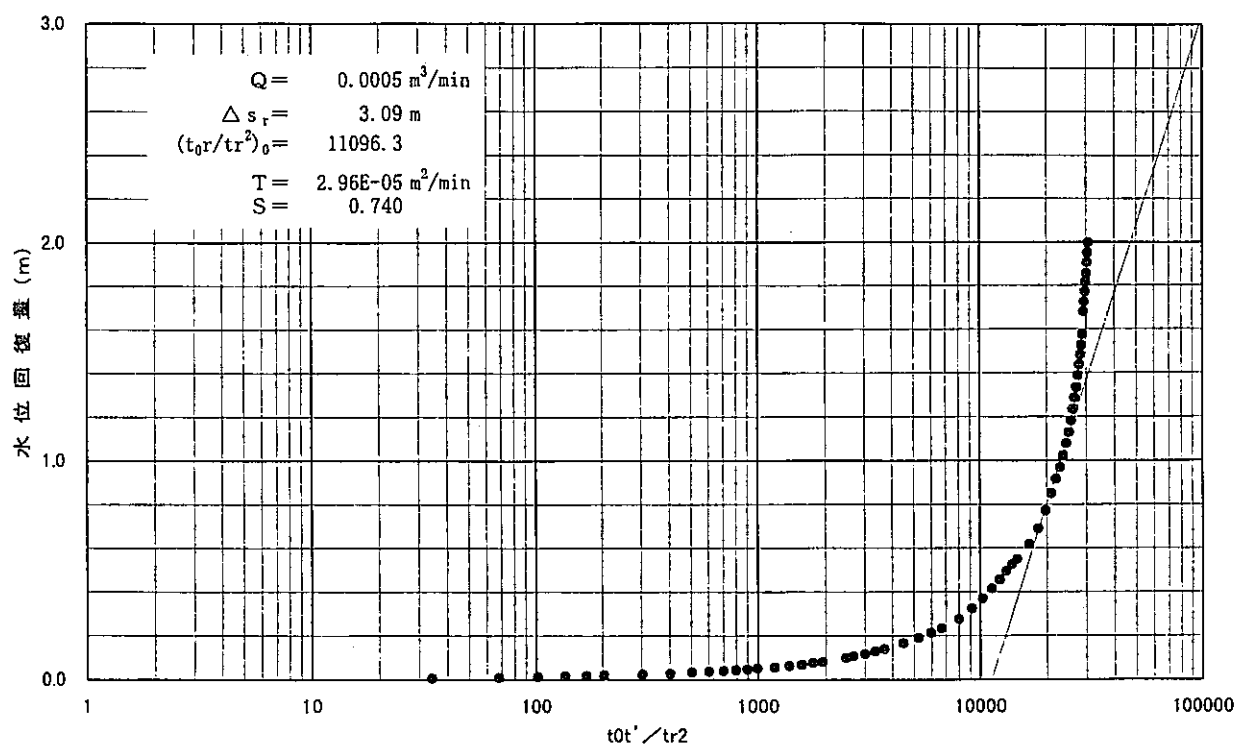


図5.40(3) MC-24号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

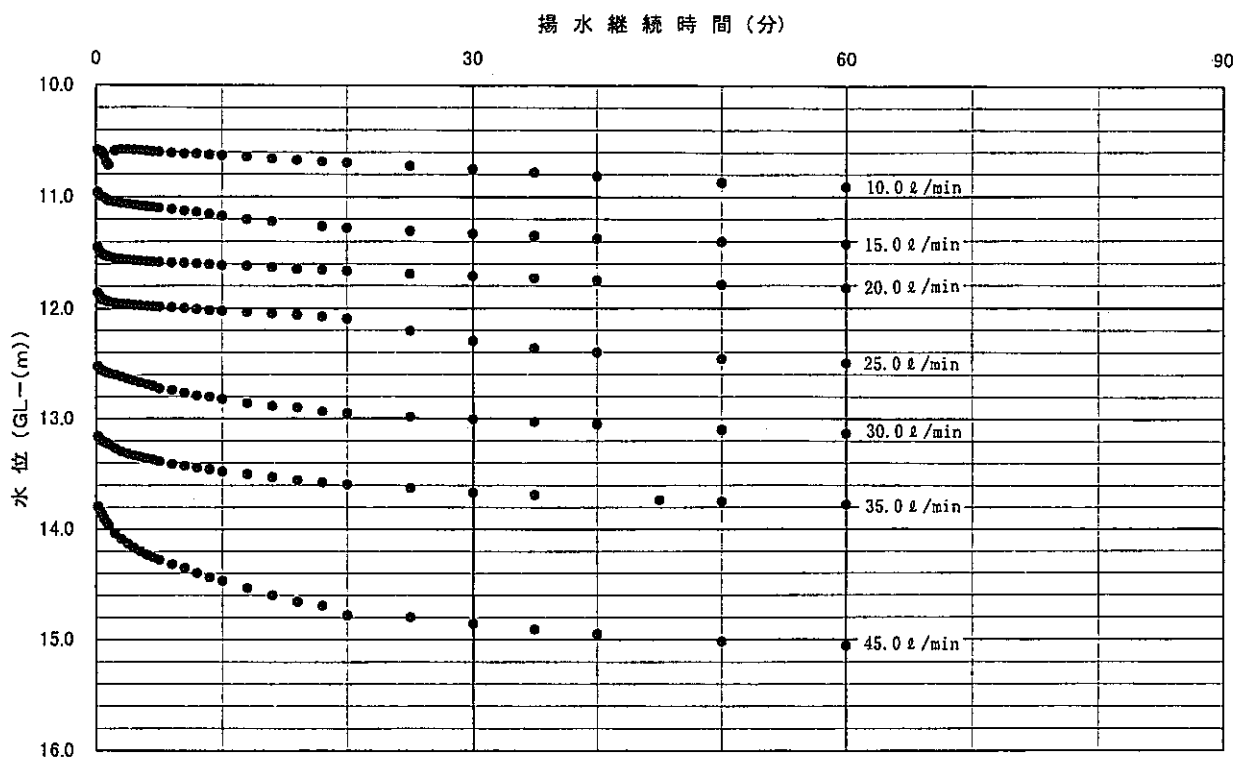


図5.41(1) MC-25号孔 段階揚水試験(1)結果

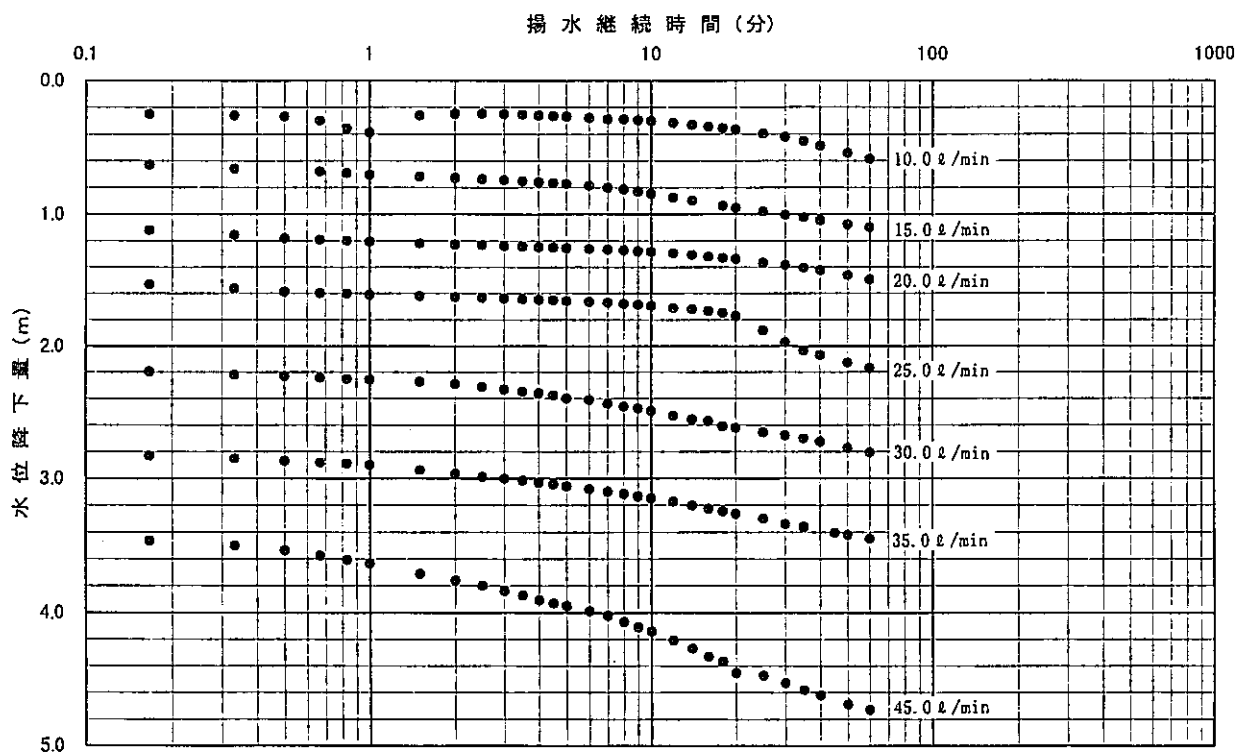


図5.41(2) MC-25号孔 段階揚水試験(1)結果

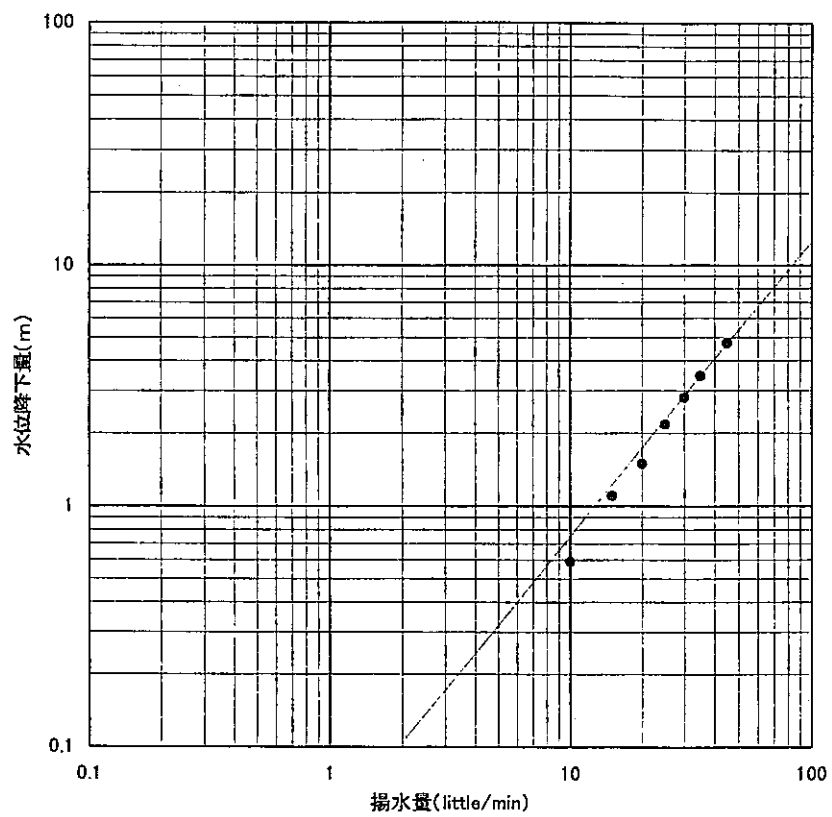


图5.41(3) MC-25号孔 段階揚水試験(1)結果

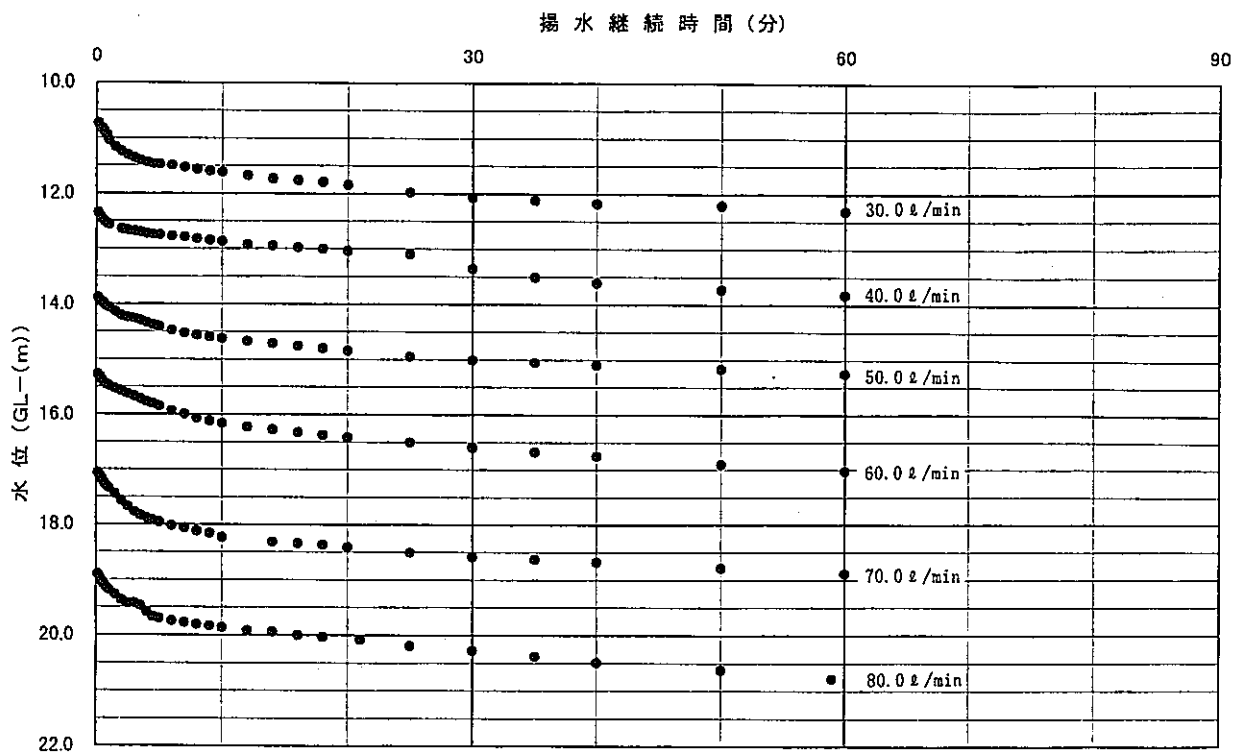


図5.42(1) MC-25号孔 段階揚水試験(2)結果

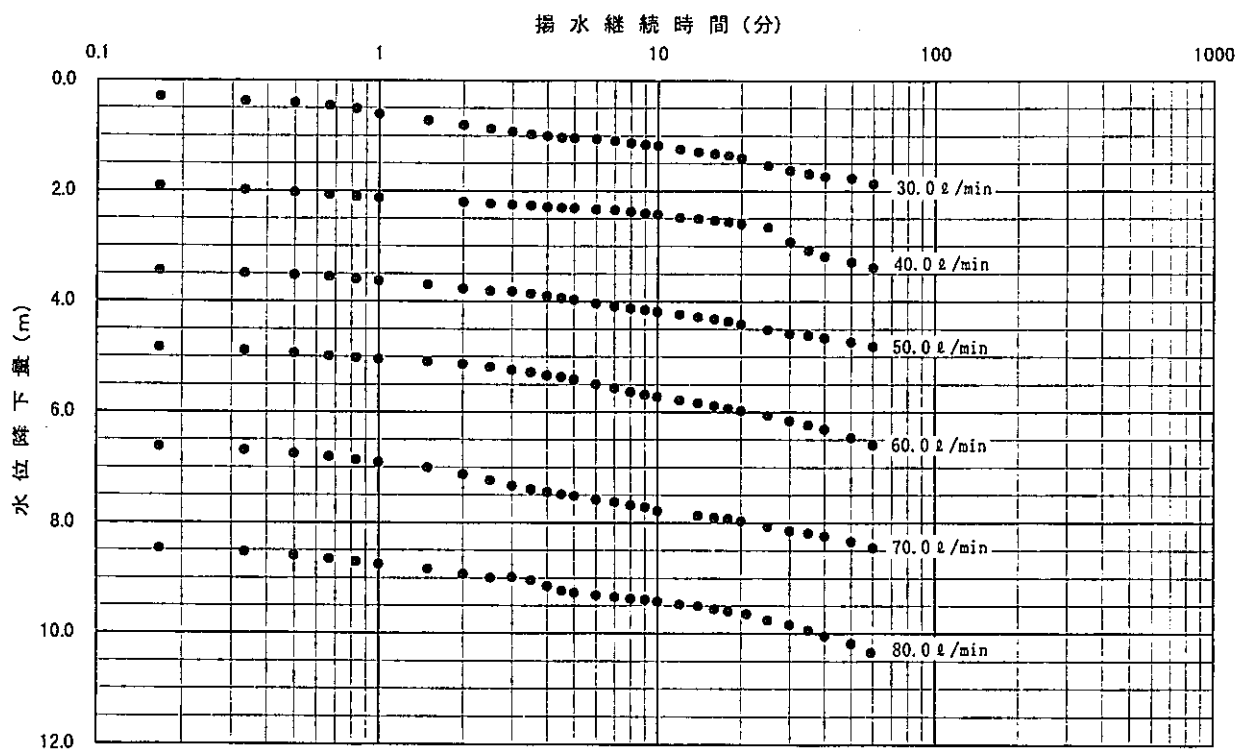


図5.42(2) MC-25号孔 段階揚水試験(2)結果

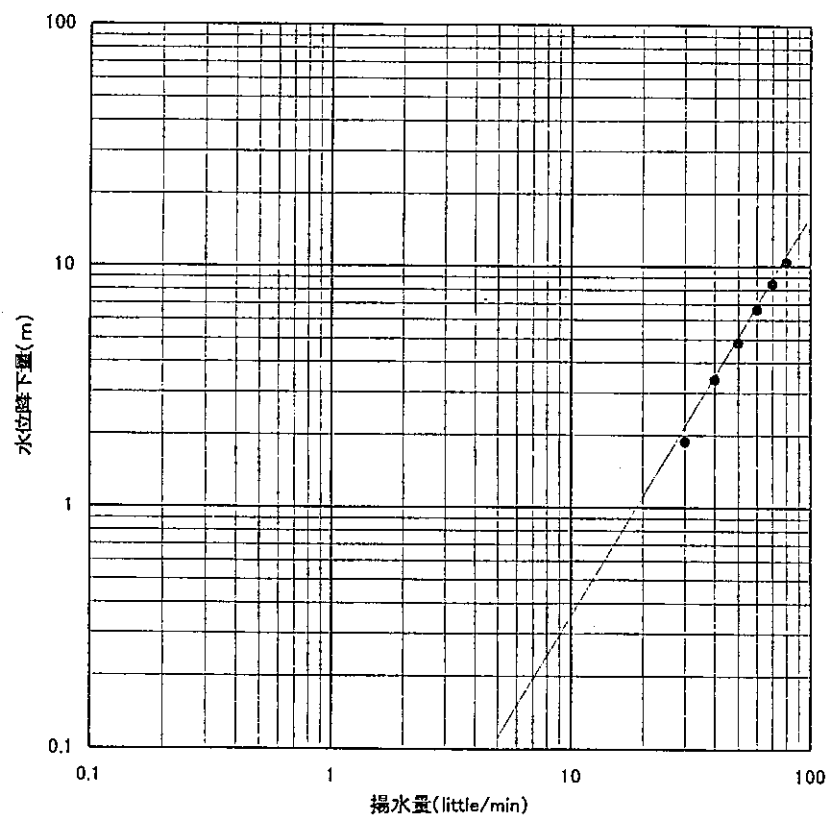


図5.42(3) MC-25号孔 段階揚水試験(2)結果

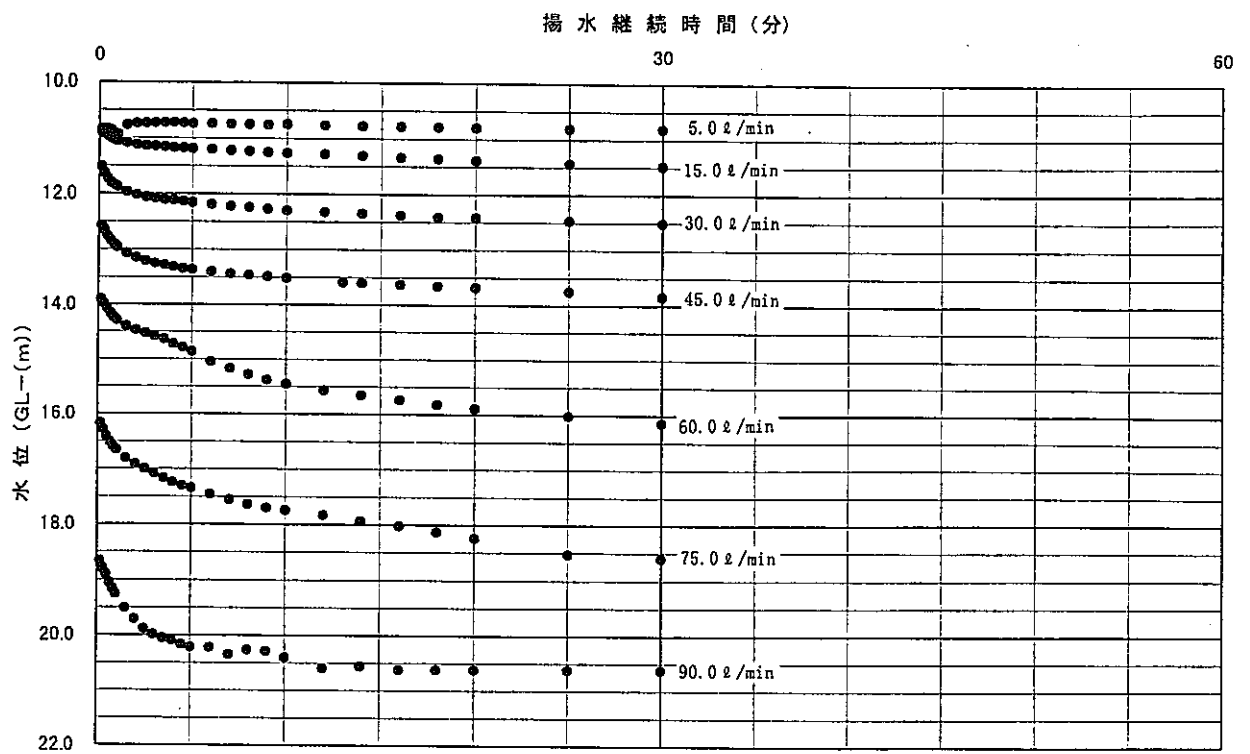


図5.43(1) MC-25号孔 段階揚水試験(3)結果

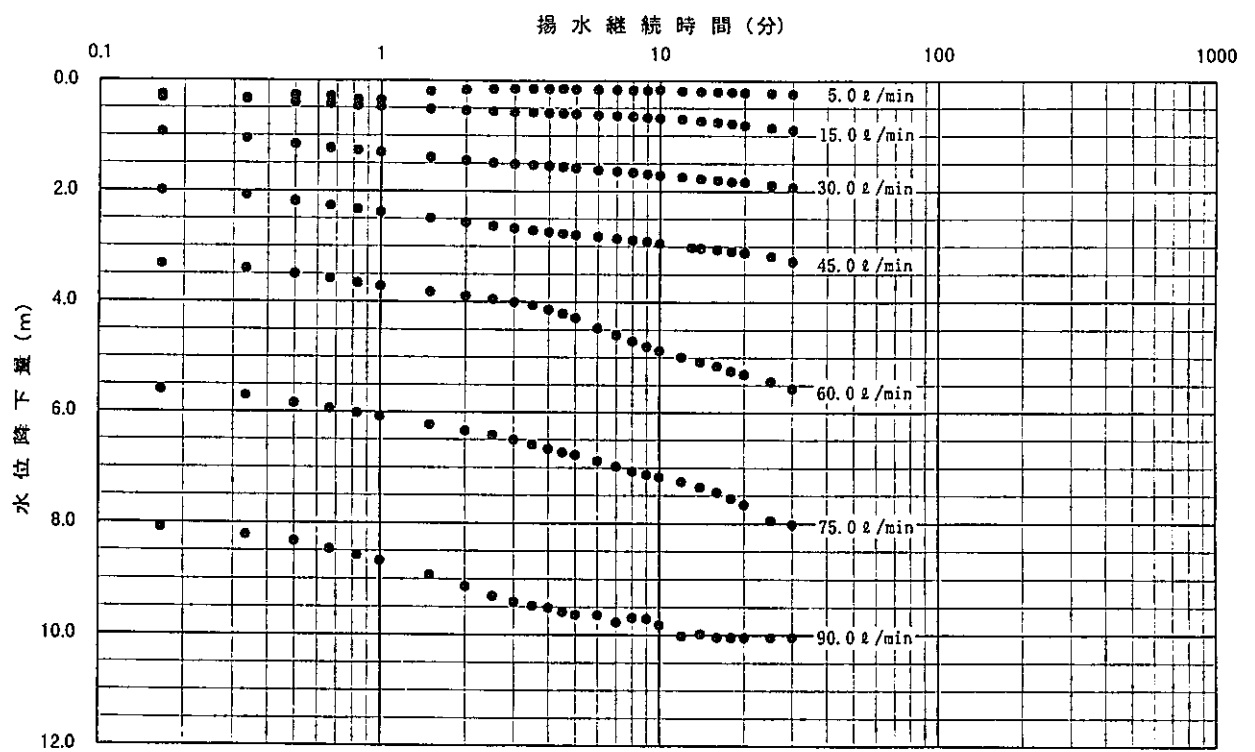


図5.43(2) MC-25号孔 段階揚水試験(3)結果

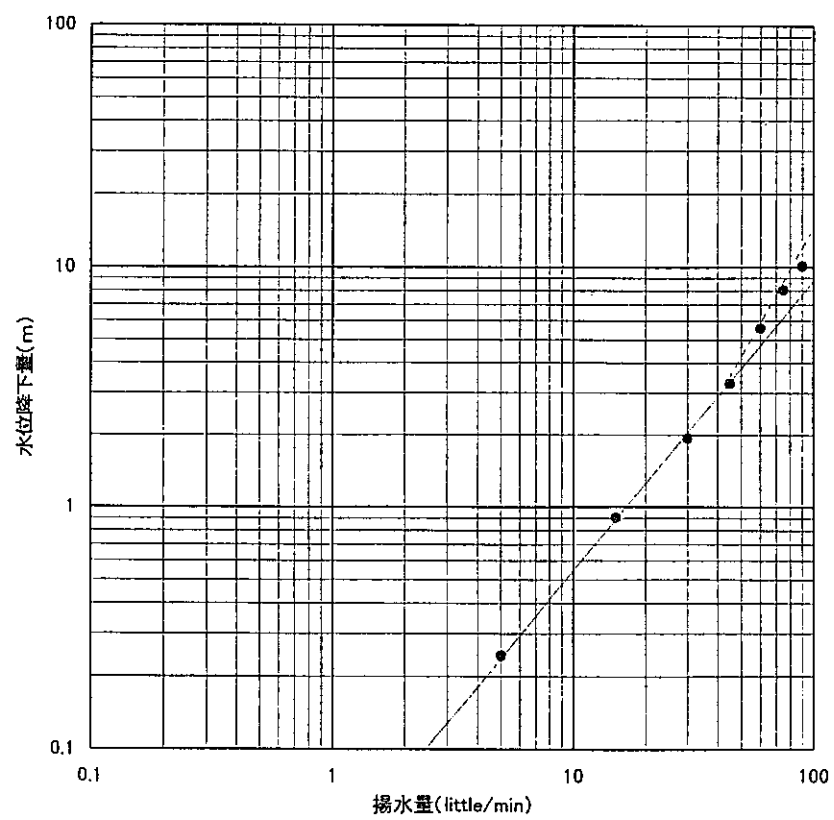


図5.43(3) MC-25号孔 段階揚水試験(3)結果

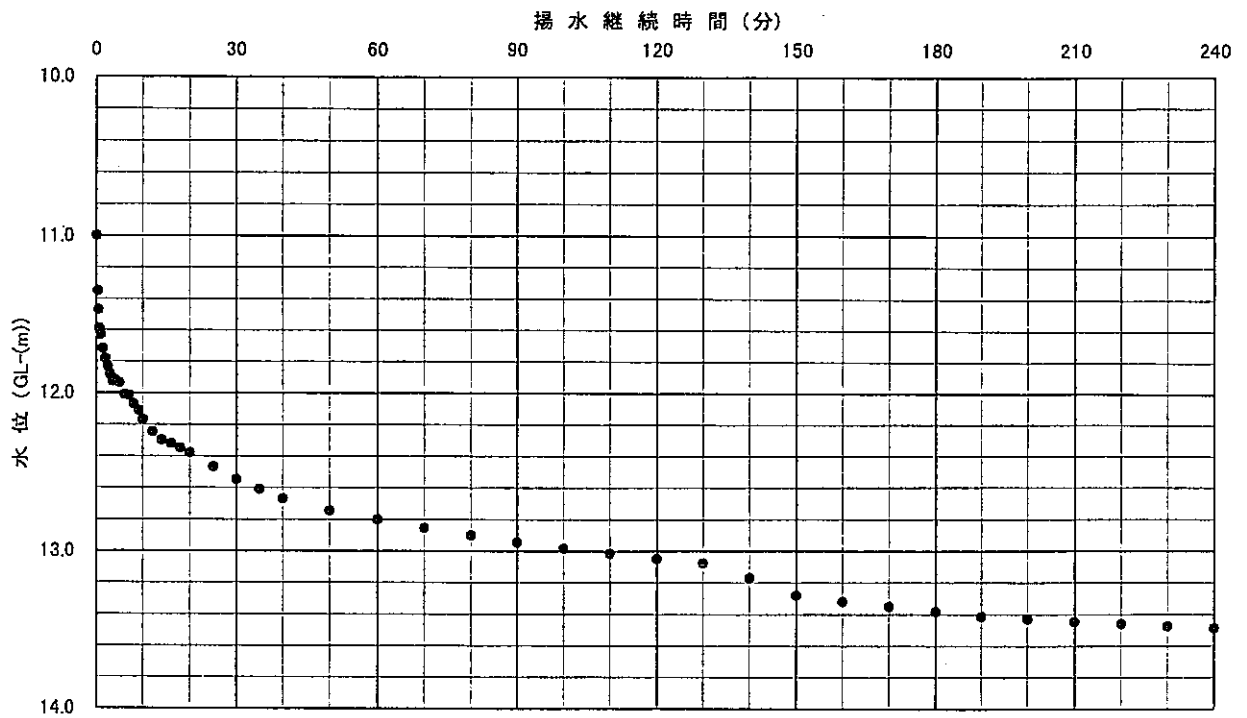


図5.44(1) MC-25号孔 定流量揚水試験結果 (35 little/min)

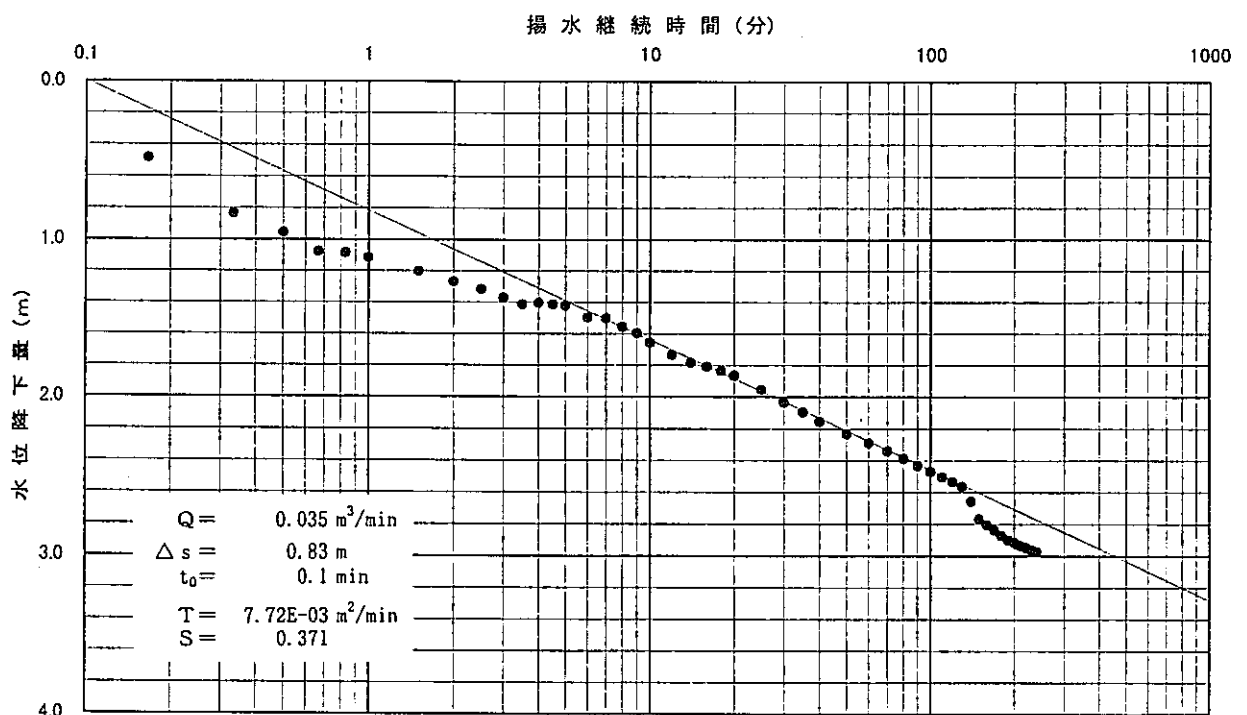


図5.44(2) MC-25号孔 定流量揚水試験結果 (35 little/min)

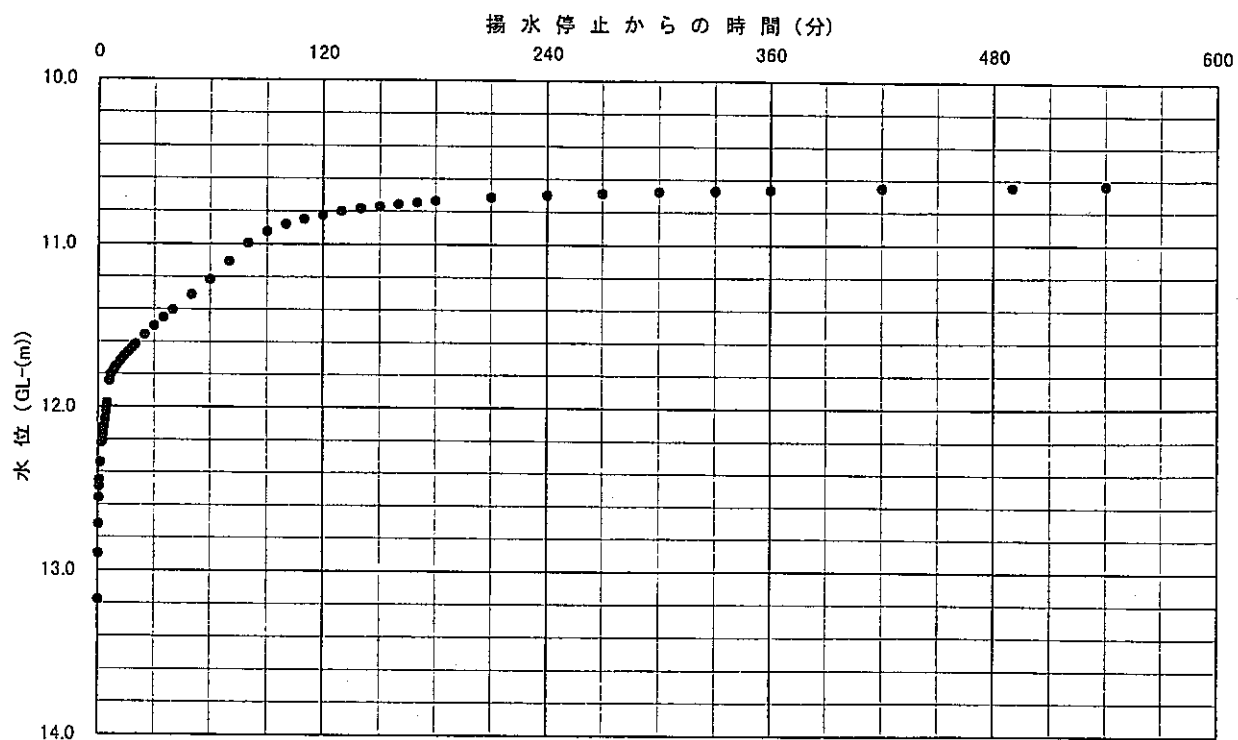


図5.45(1) MC-25号孔 水位回復試験結果

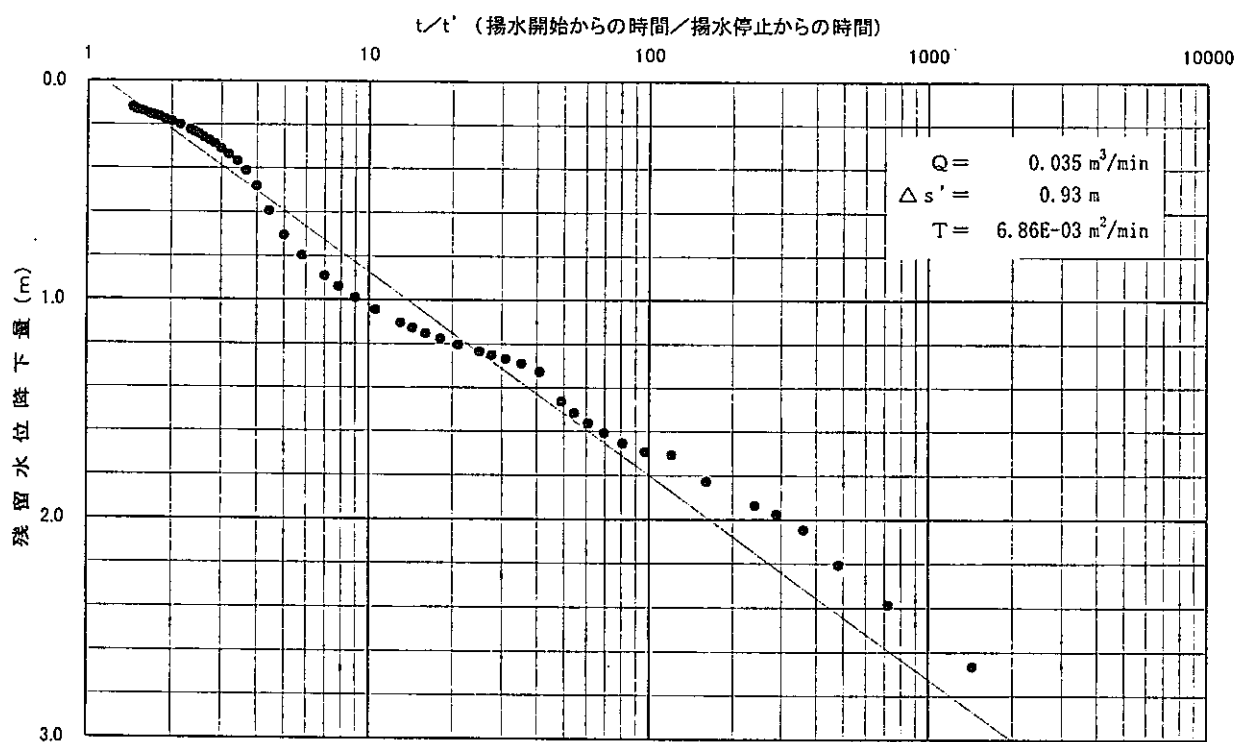


図5.45(2) MC-25号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

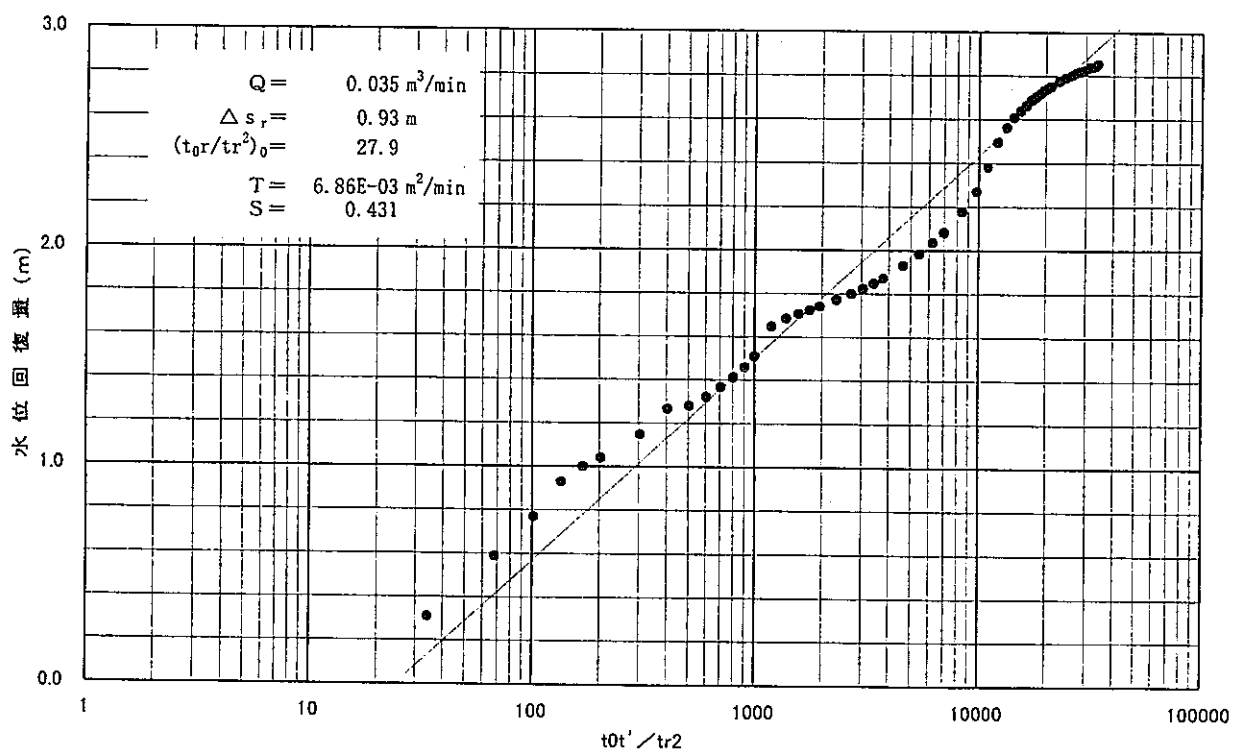


図5.45(3) MC-25号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

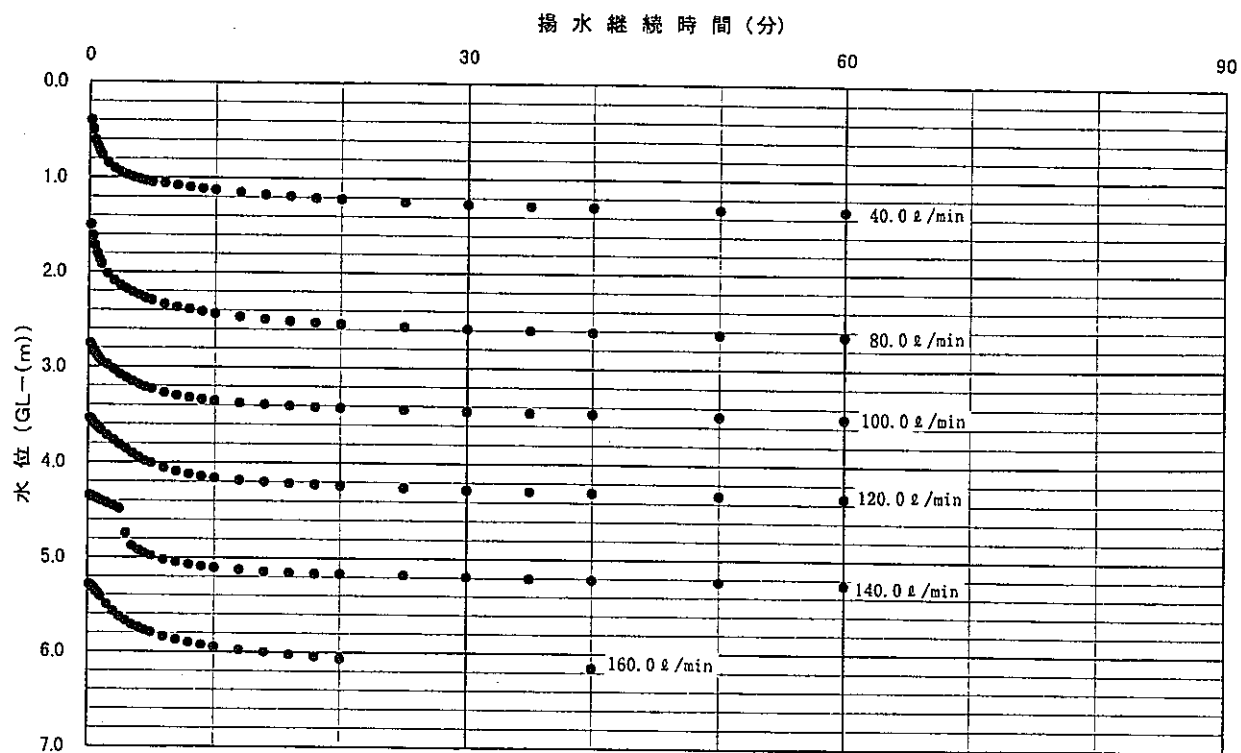


図5.46(1) MC-26号孔 段階揚水試験結果

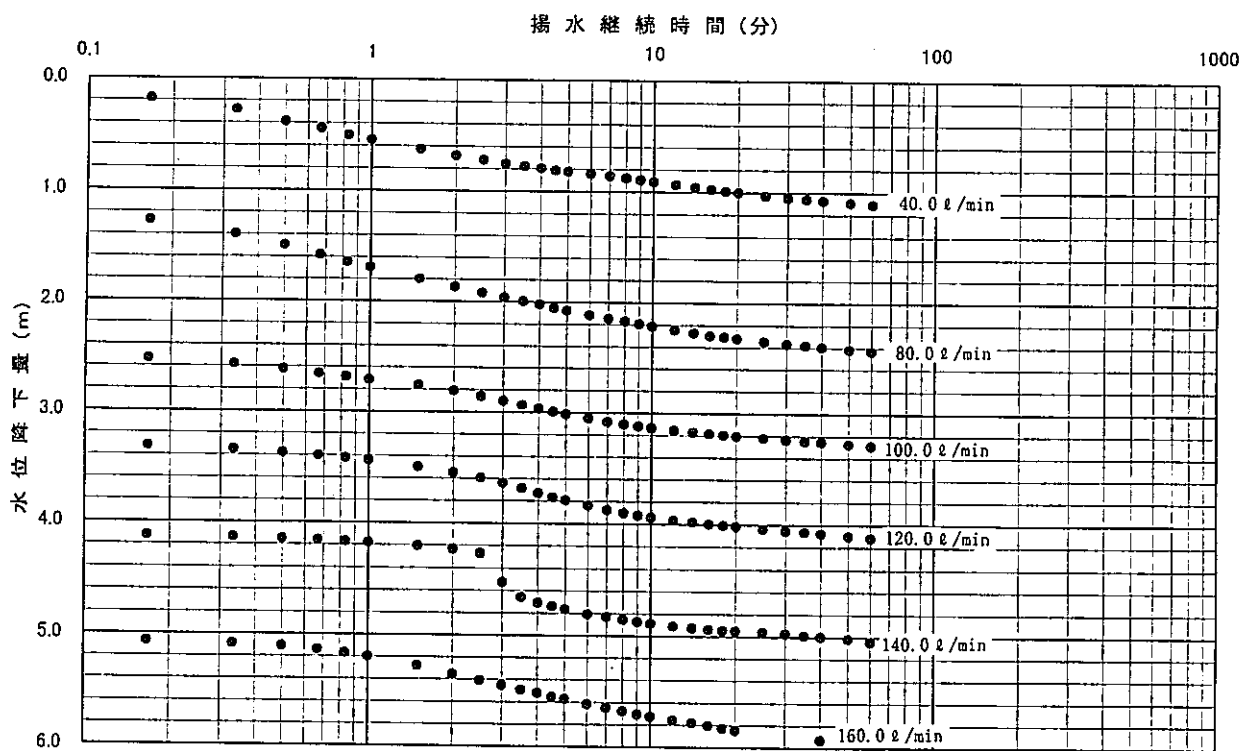


図5.46(2) MC-26号孔 段階揚水試験結果

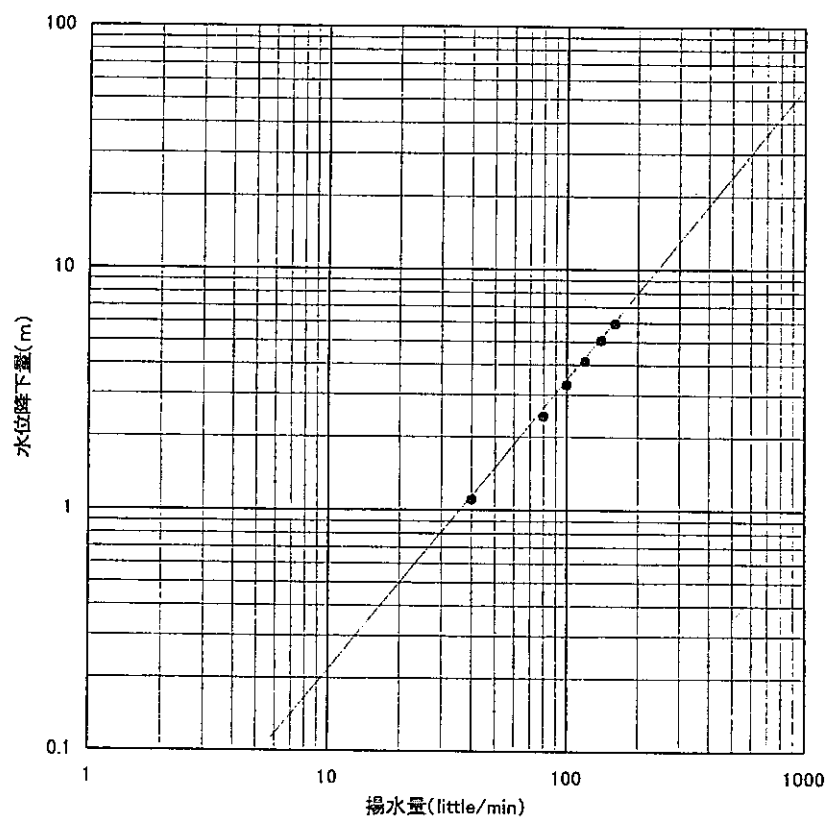


図5.46(3) MC-26号孔 段階揚水試験結果

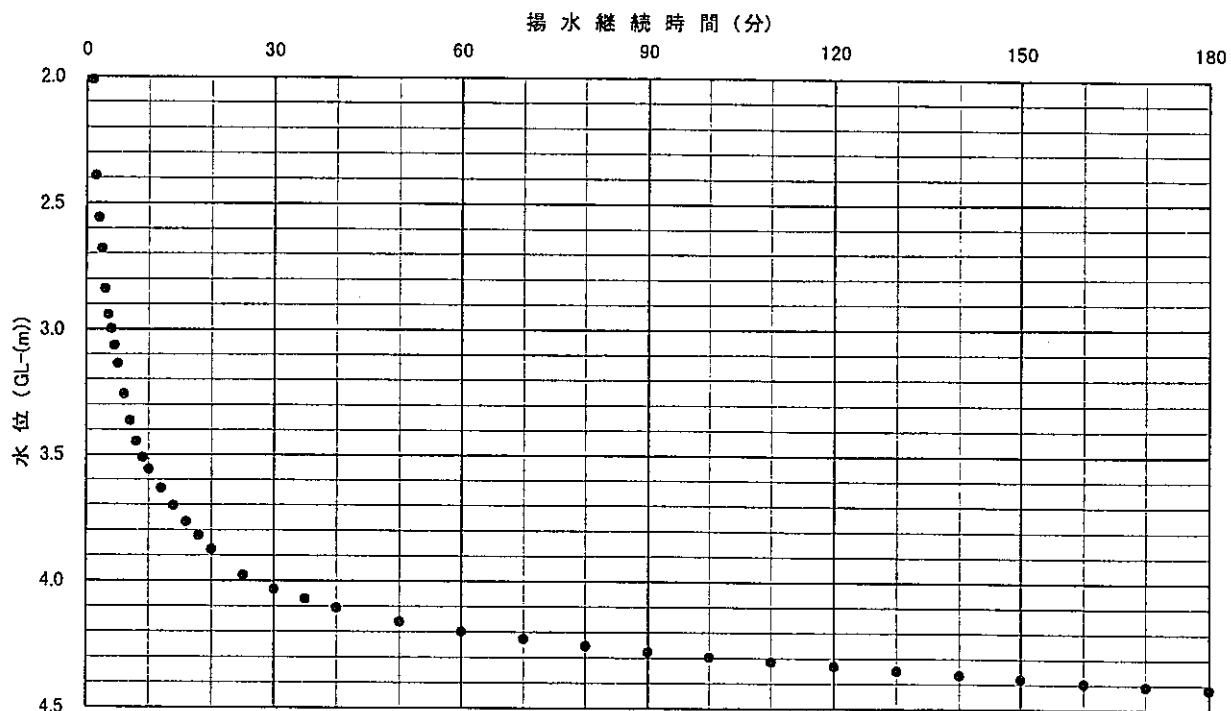


図5.47(1) MC-26号孔 定流量揚水試験結果 (120 little/min)

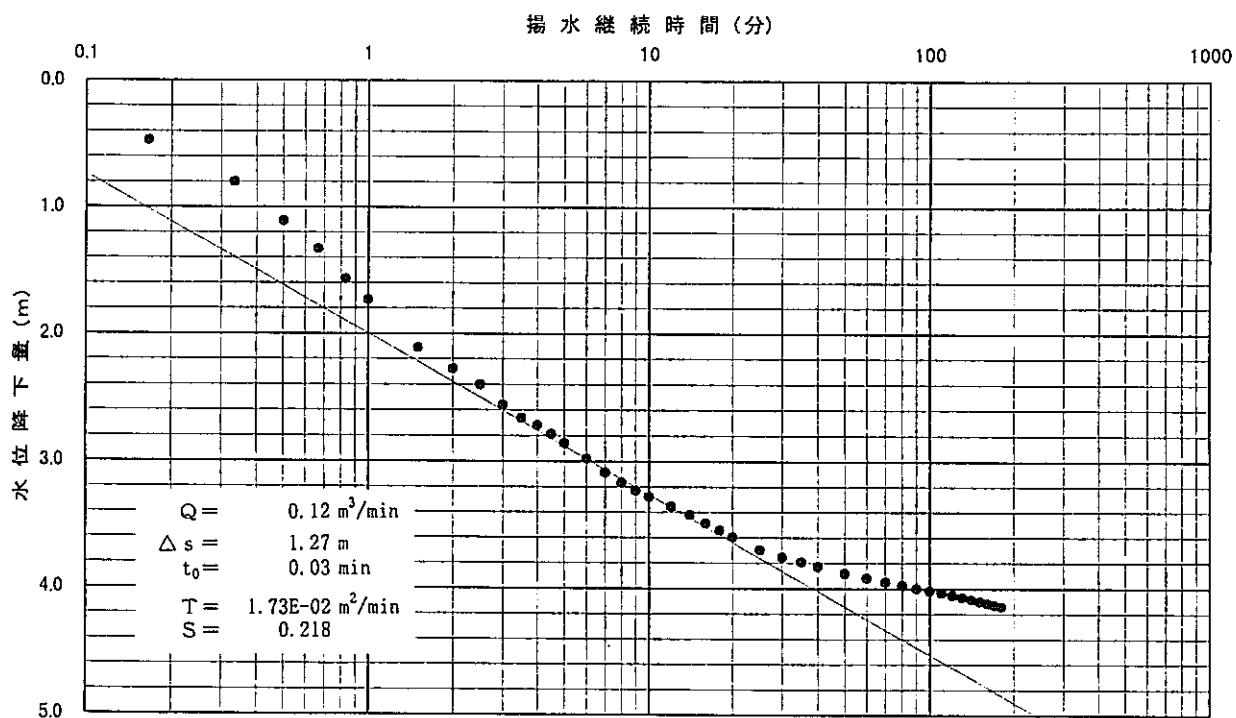


図5.47(2) MC-26号孔 定流量揚水試験結果 (120 little/min)

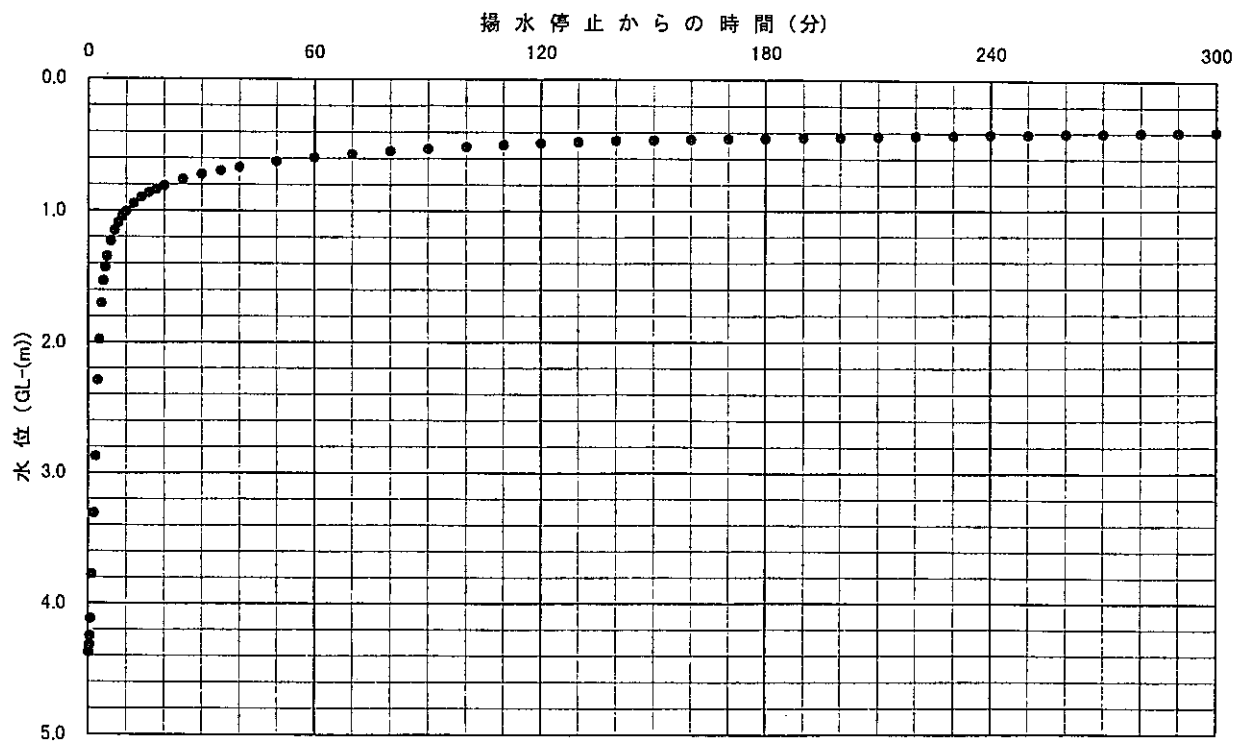


図5.48(1) MC-26号孔 水位回復試験結果

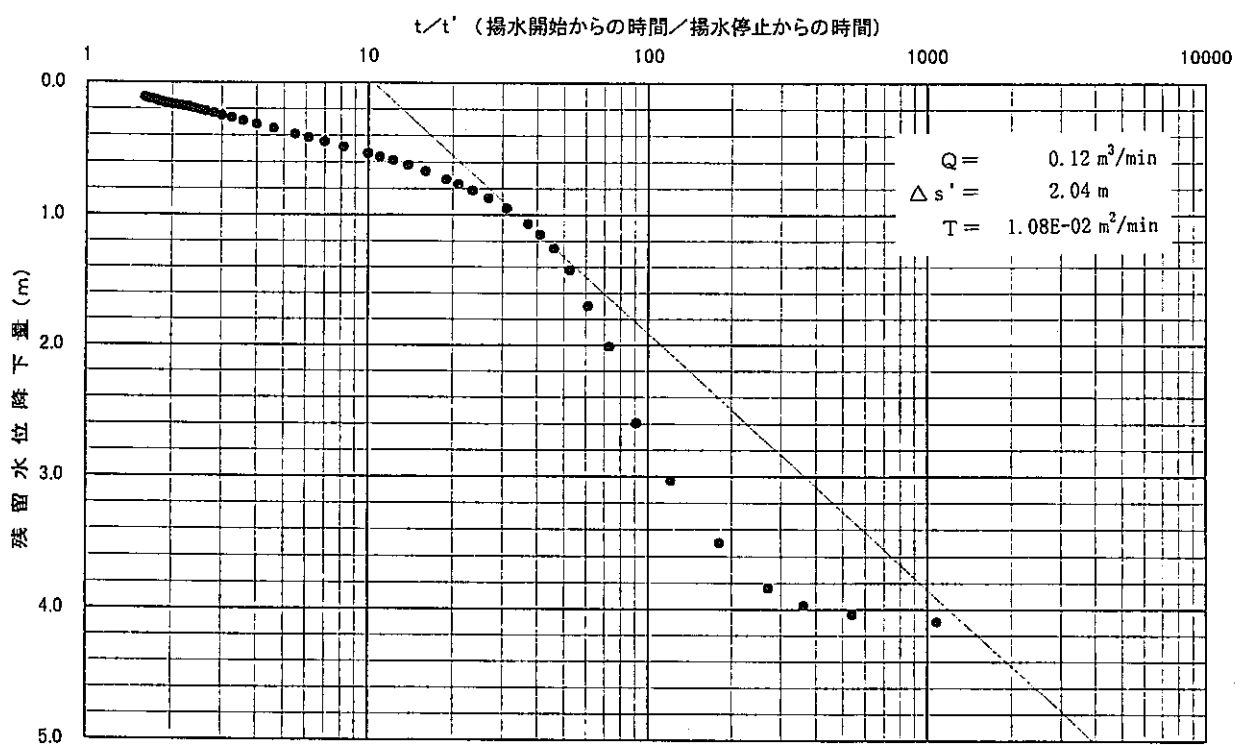


図5.48(2) MC-26号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

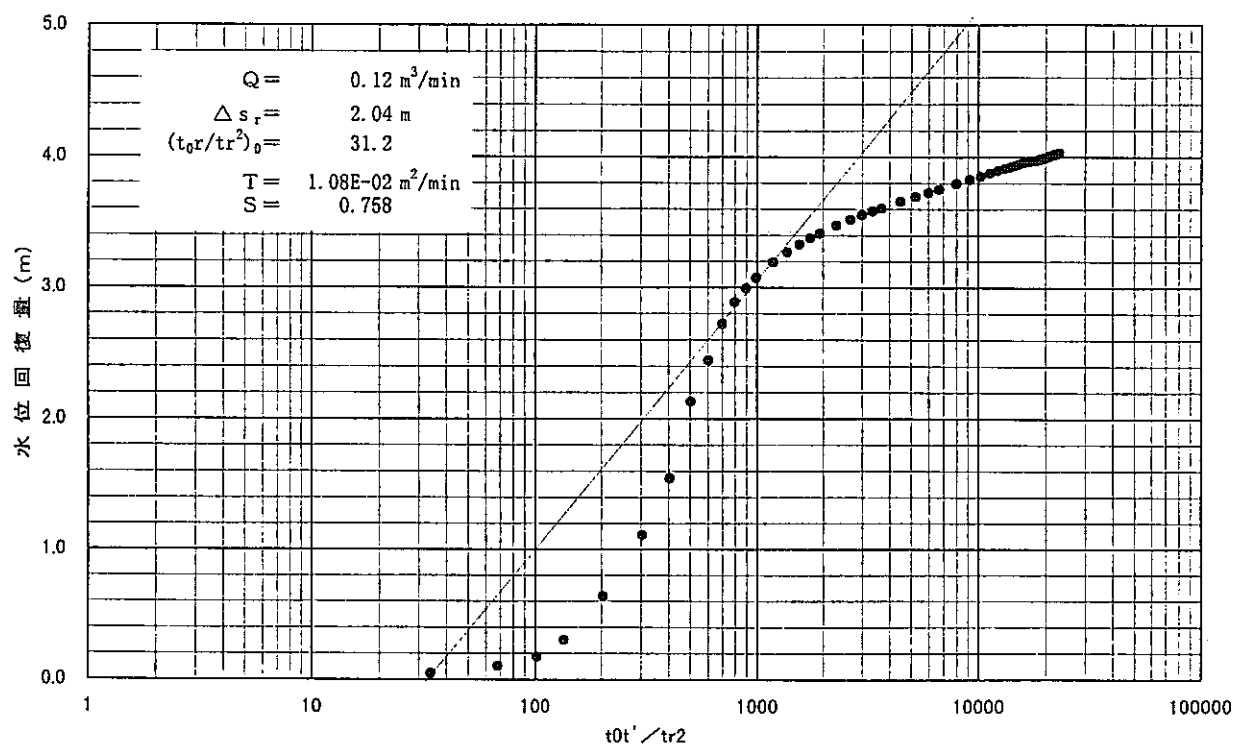


図5.48(3) MC-26号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

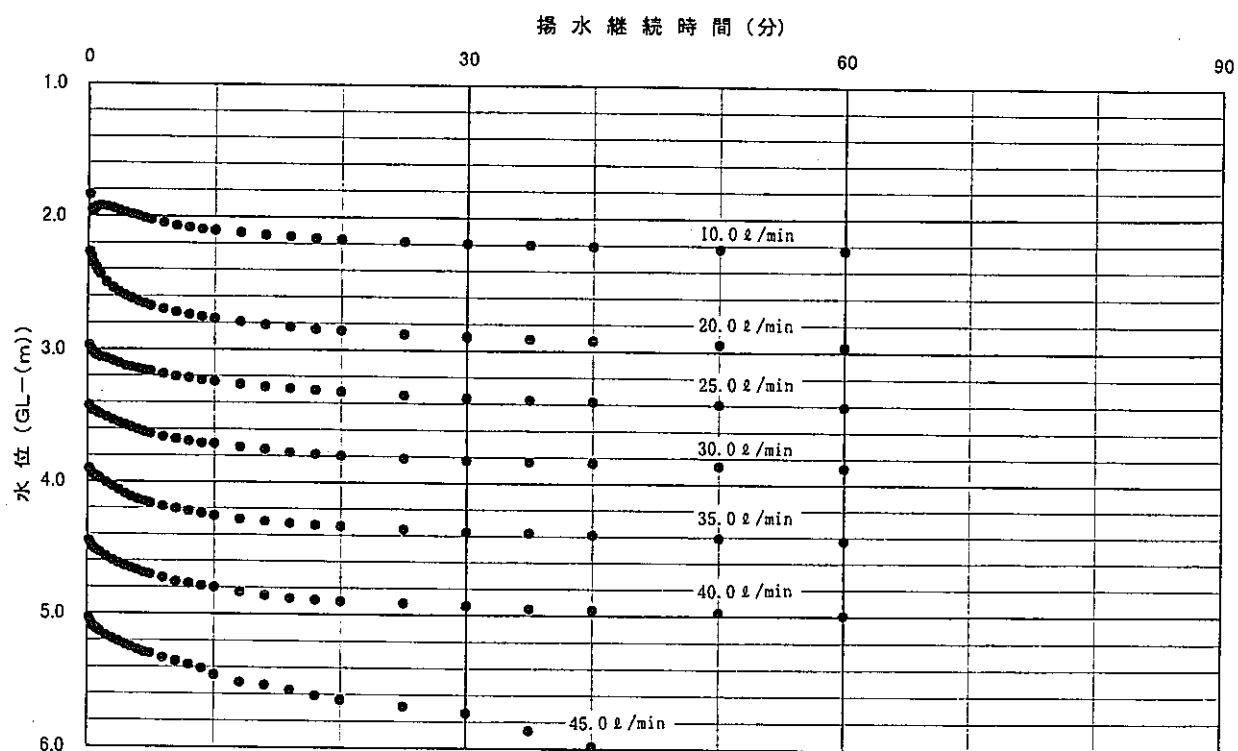


図5.49(1) MC-27号孔 段階揚水試験結果

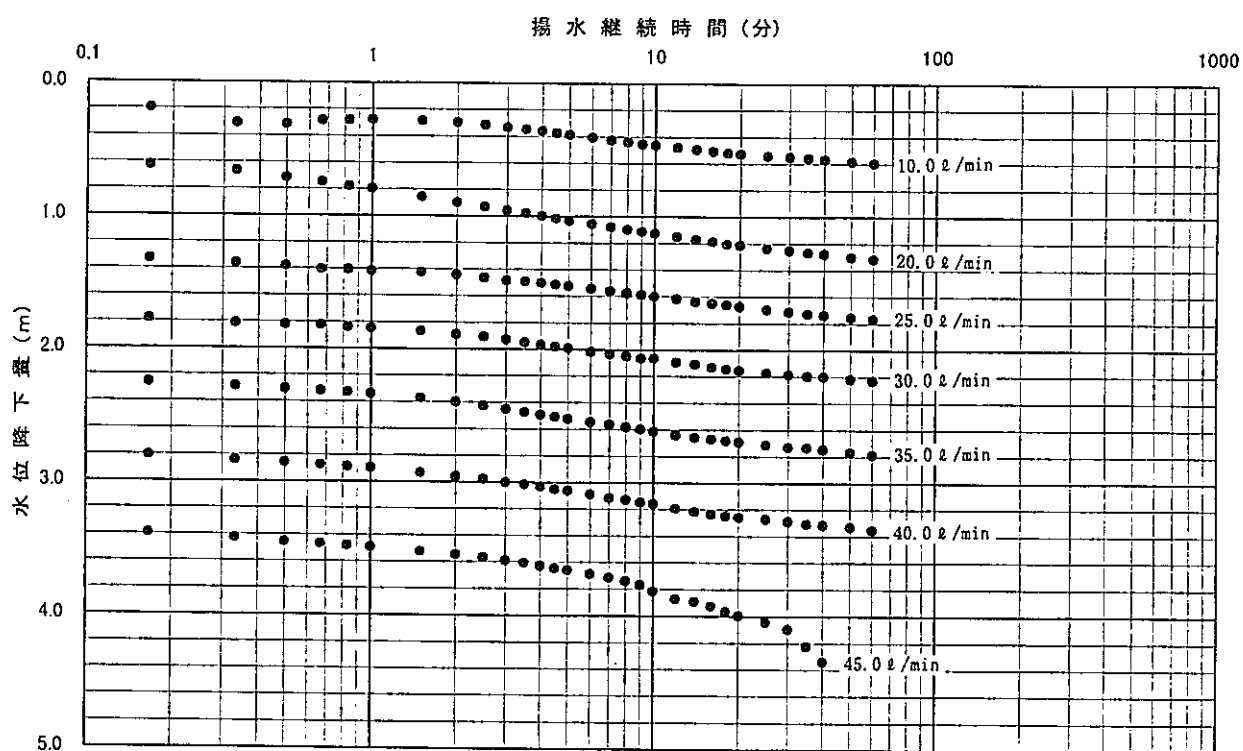


図5.49(2) MC-27号孔 段階揚水試験結果

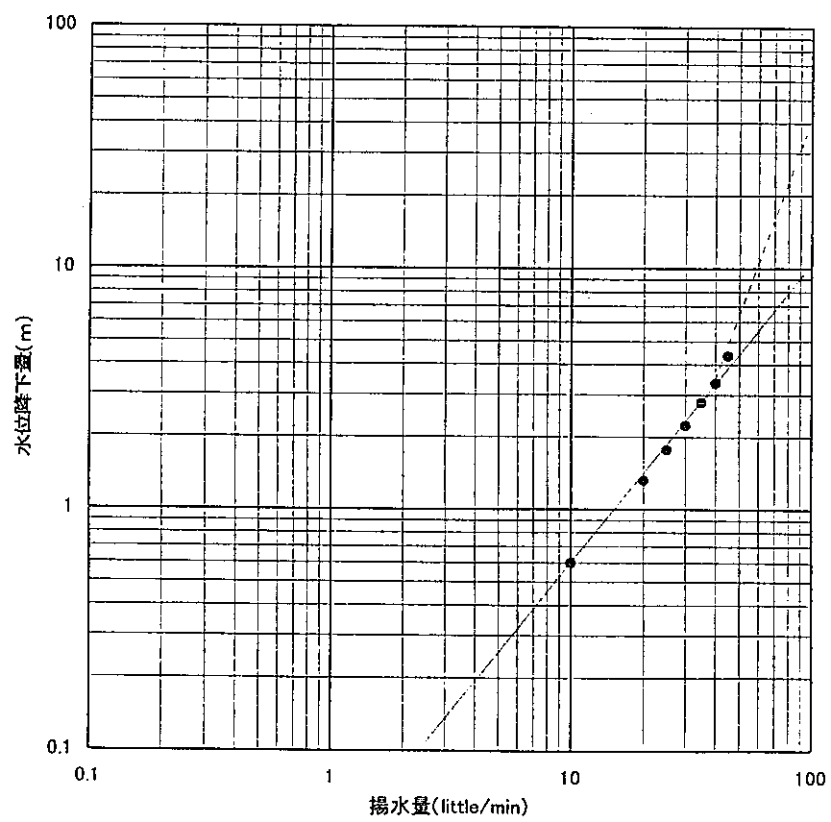


図5.49(3) MC-27号孔 段階揚水試験結果

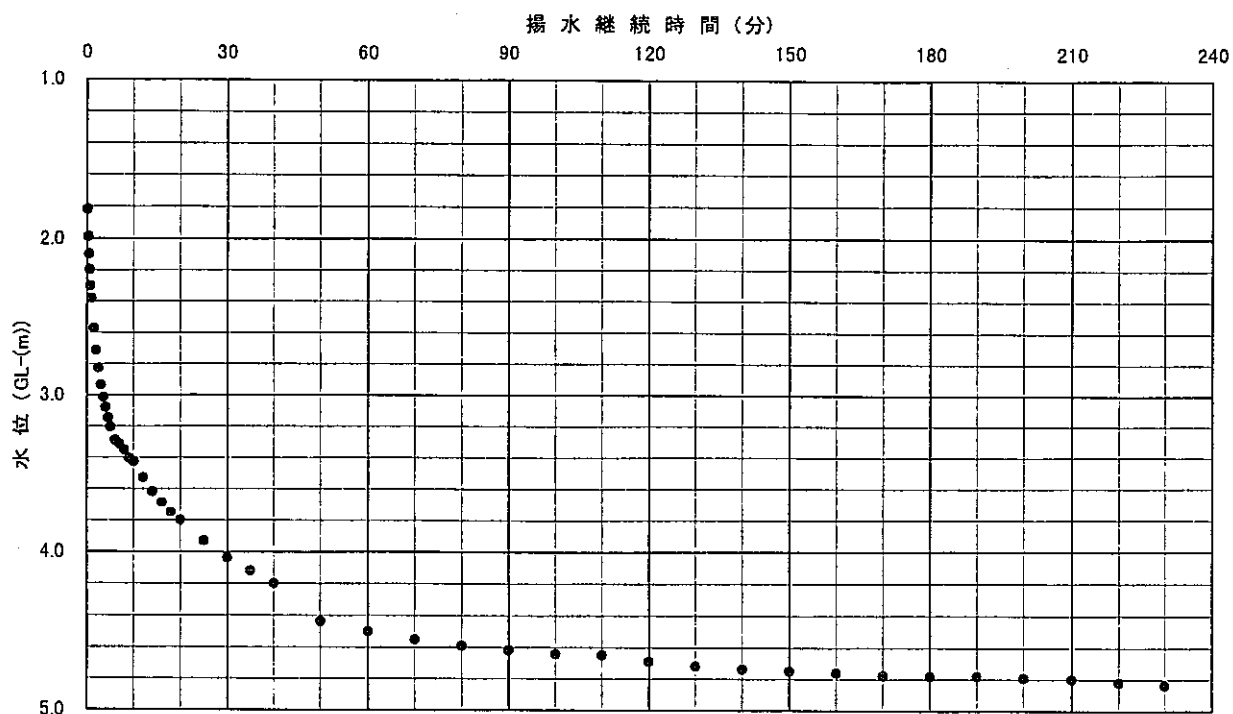


図5.50(1) MC-27号孔 定流量揚水試験結果 (32 little/min)

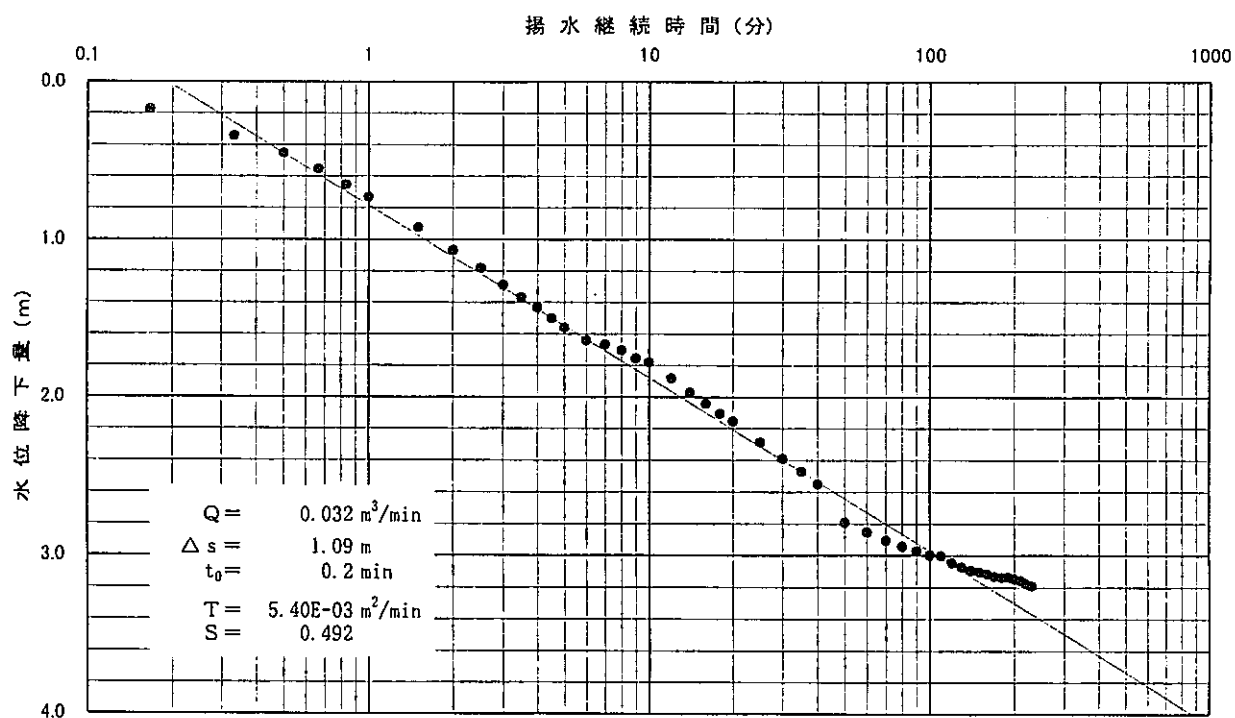


図5.50(2) MC-27号孔 定流量揚水試験結果 (32 little/min)

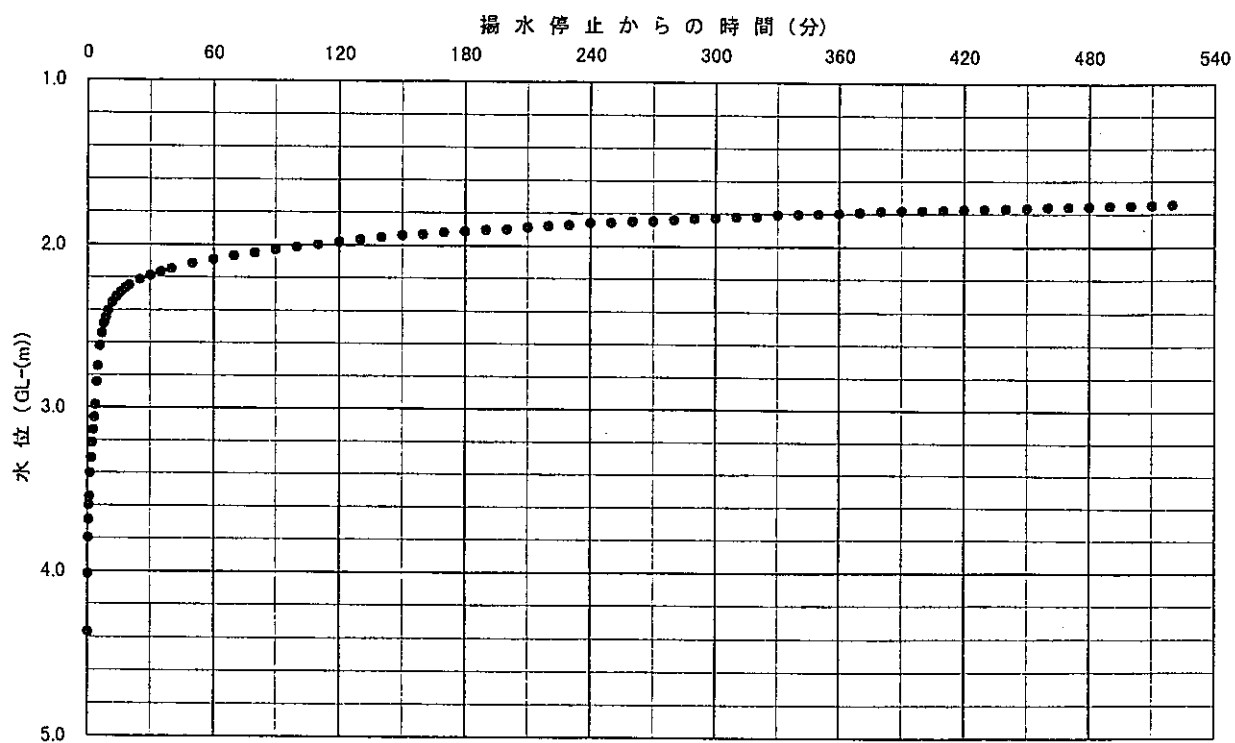


図5.51(1) MC-27号孔 水位回復試験結果

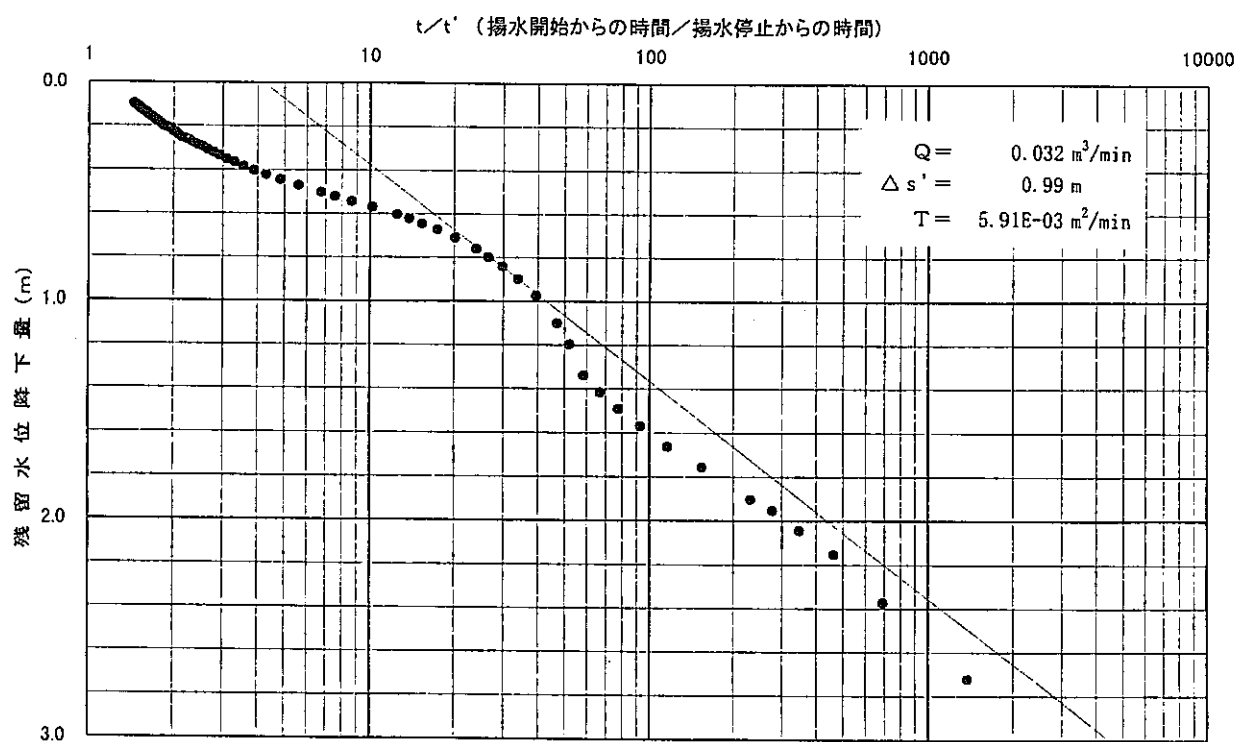


図5.51(2) MC-27号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

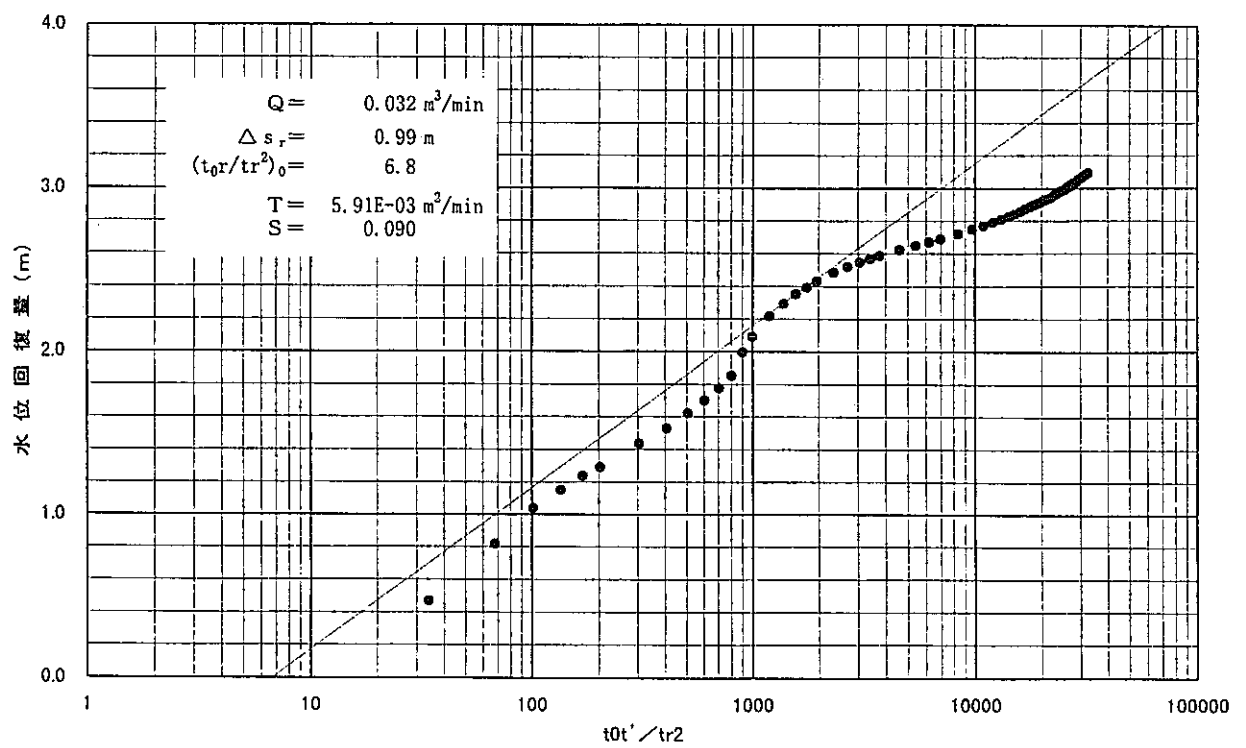


図5.51(3) MC-27号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

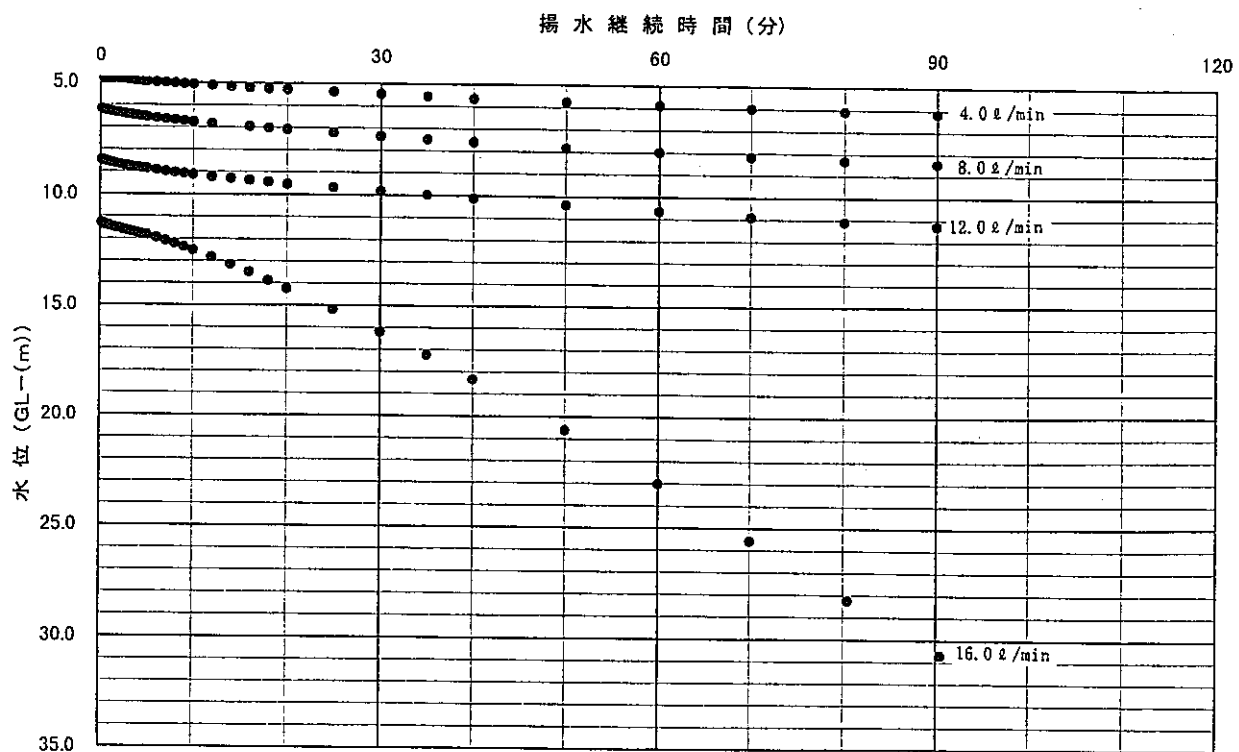


図5.52(1) MC-28号孔 段階揚水試験結果

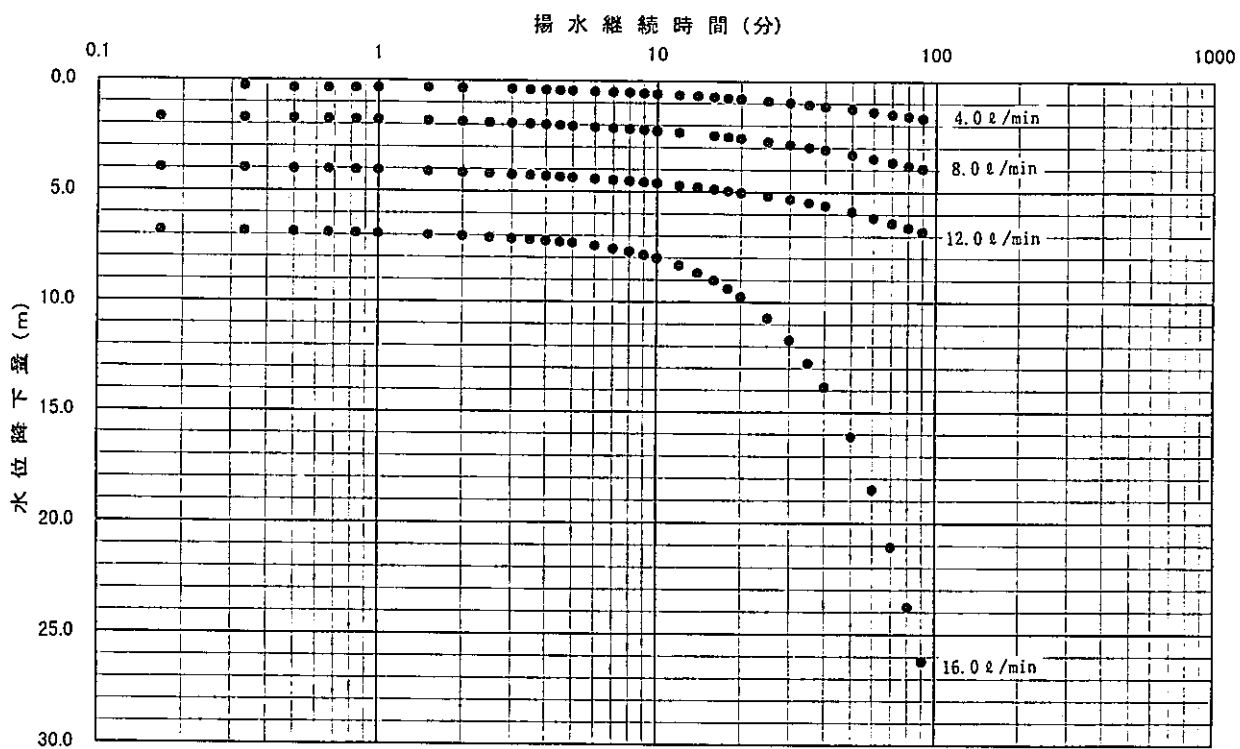


図5.52(2) MC-28号孔 段階揚水試験結果

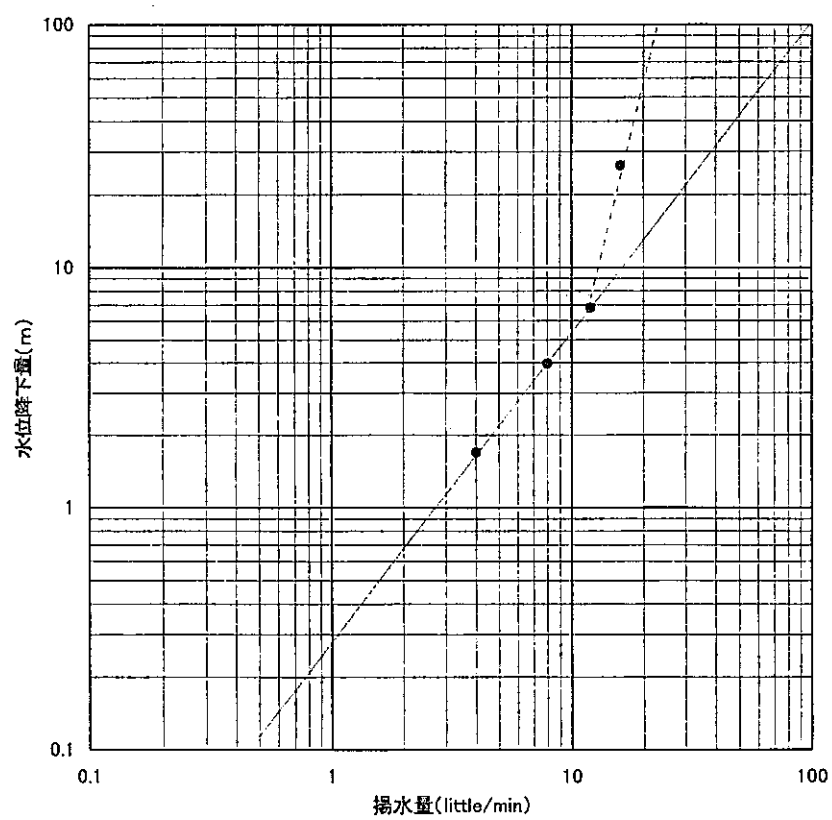


図5.52(3) MC-28号孔 段階揚水試験結果

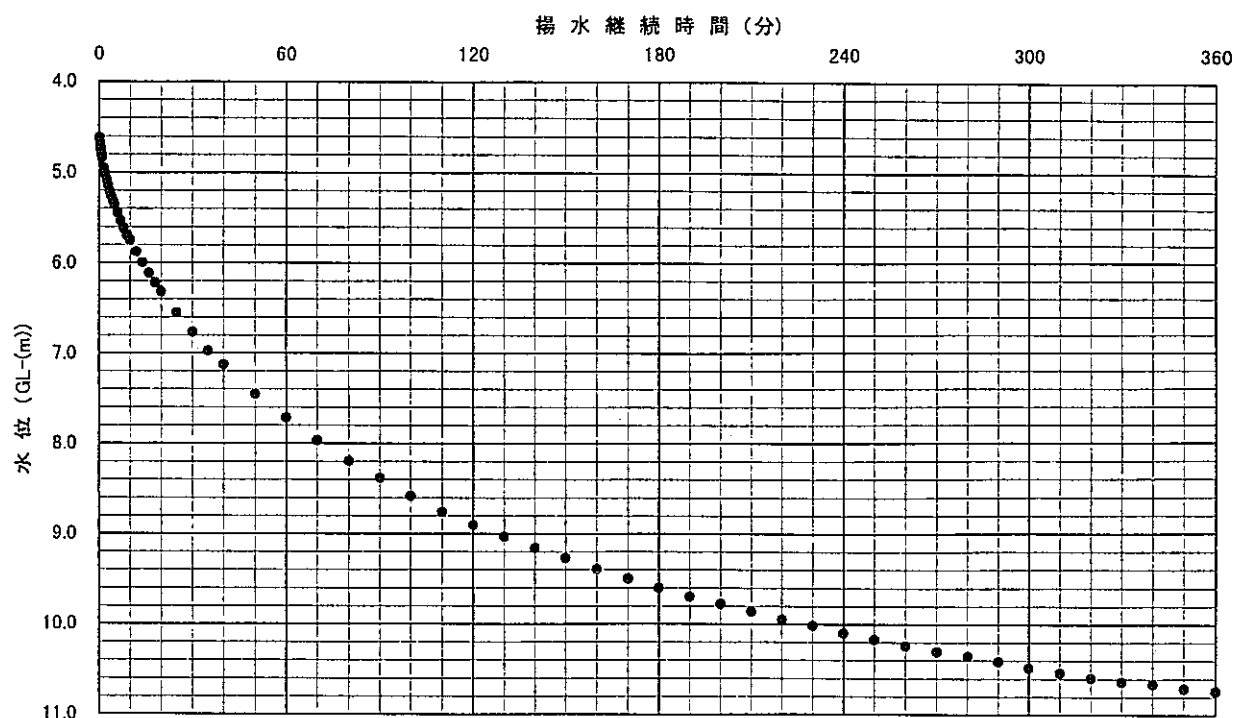


図5.53(1) MC-28号孔 定流量揚水試験結果 (9.0 little/min)

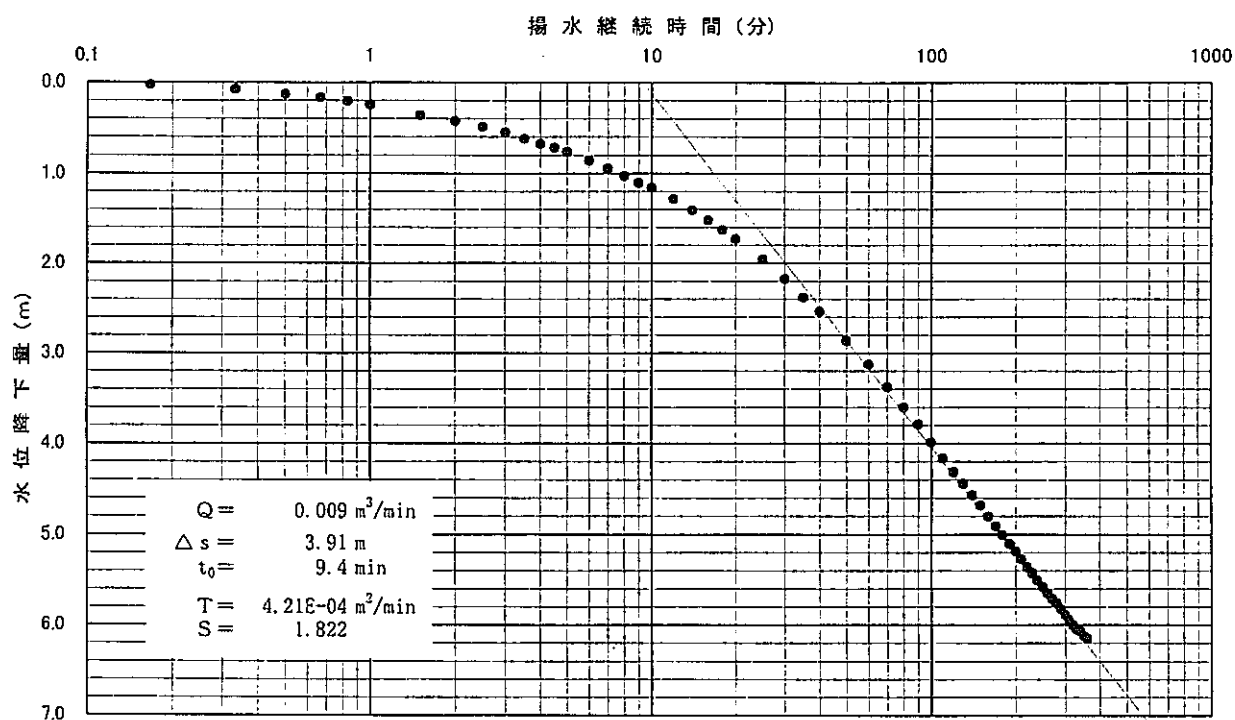


図5.53(2) MC-28号孔 定流量揚水試験結果 (9.0 little/min)

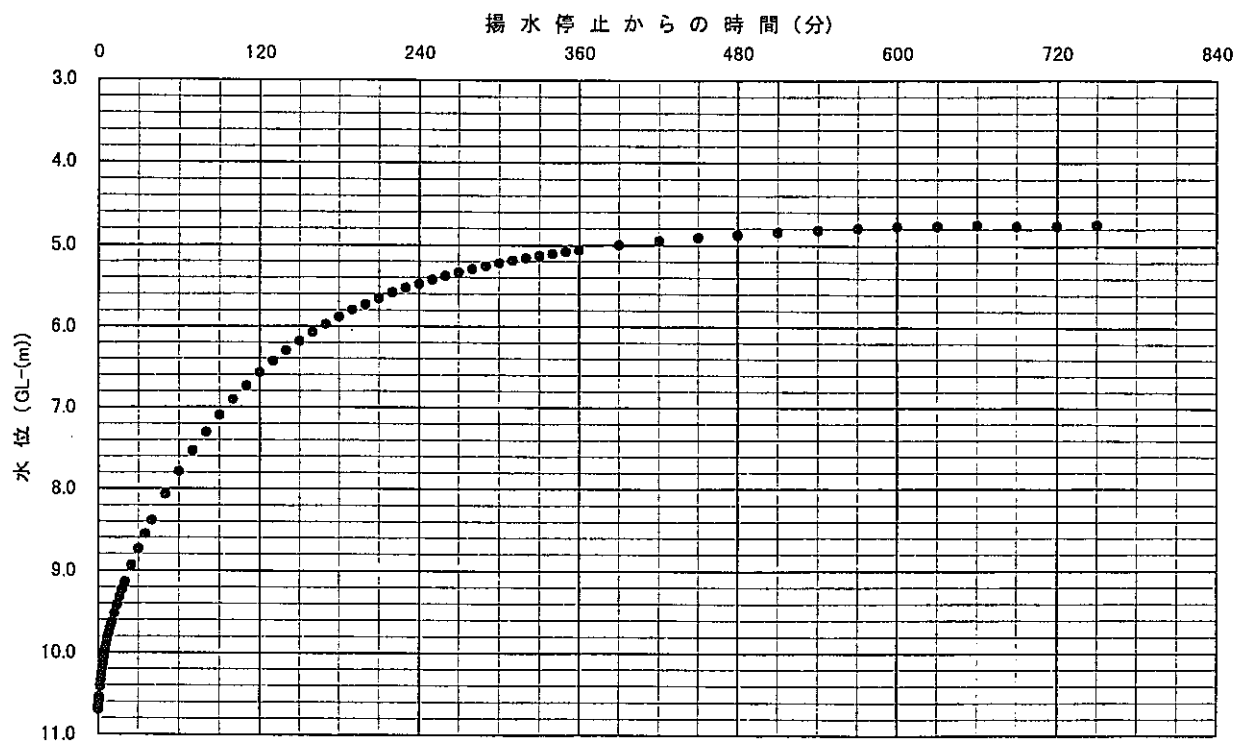


図5.54(1) MC-28号孔 水位回復試験結果

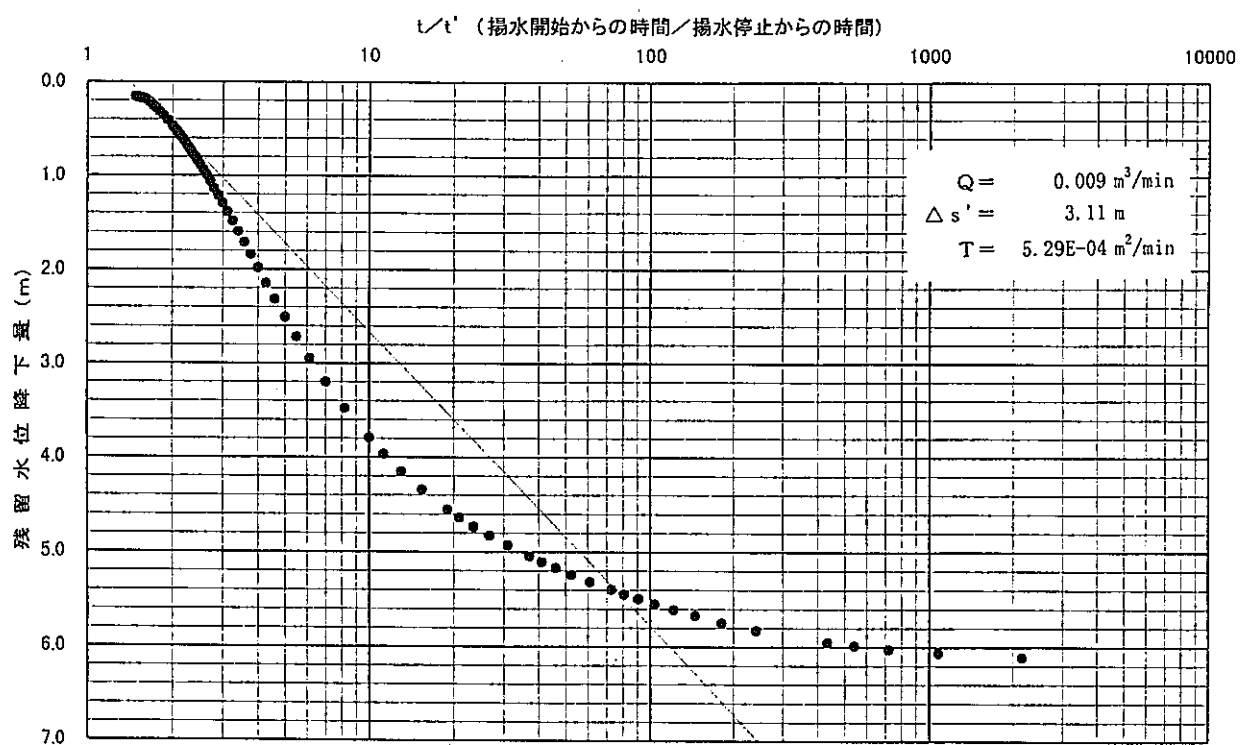


図5.54(2) MC-28号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

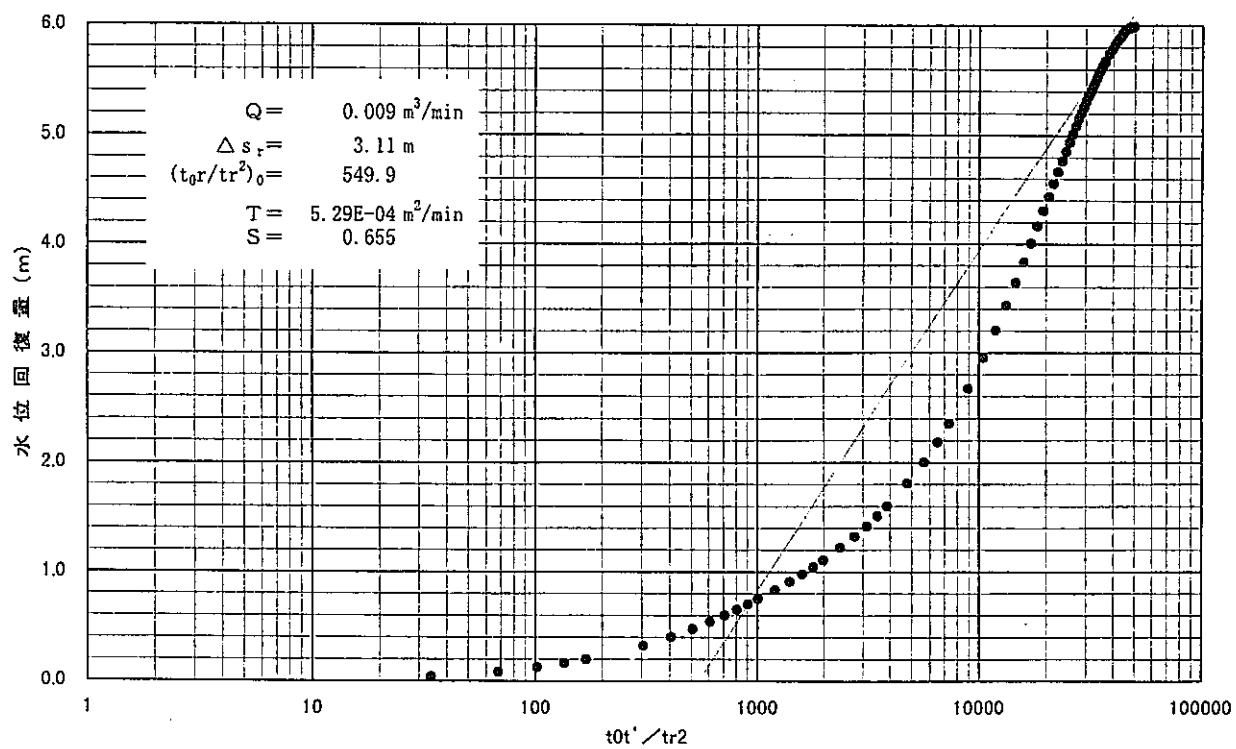


図5.54(3) MC-28号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

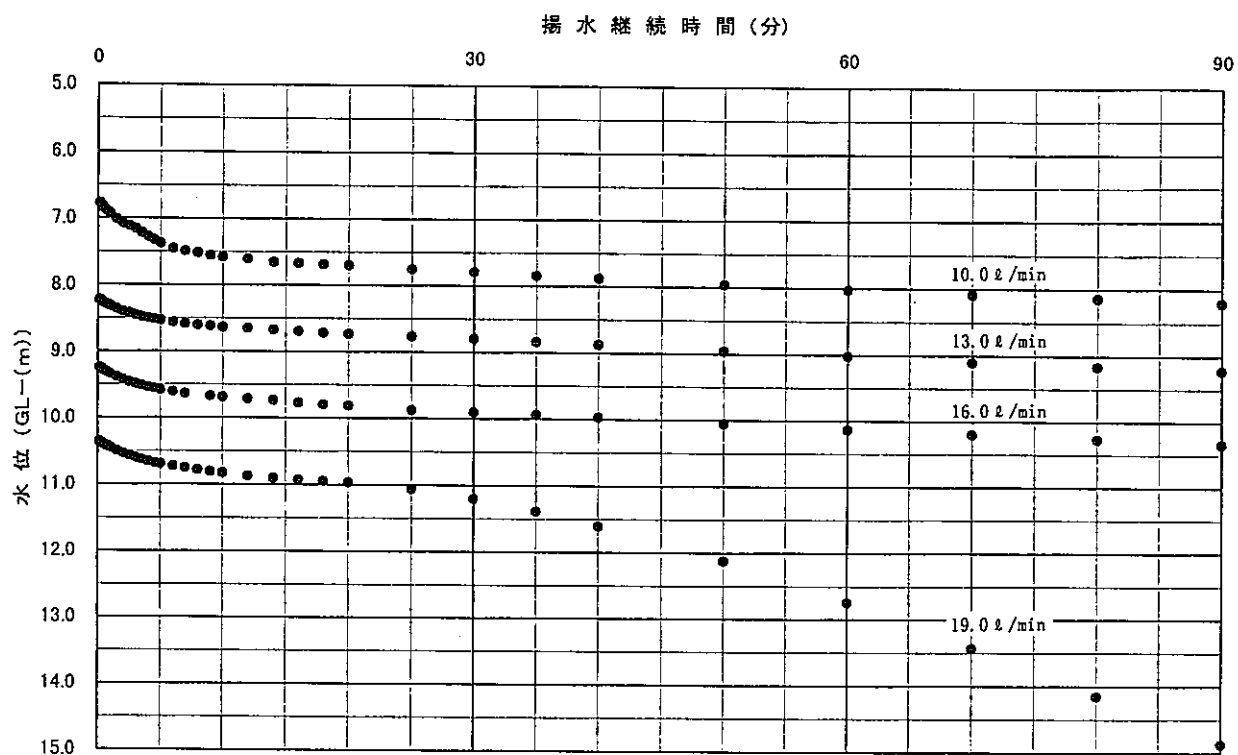


図5.55(1) MC-29号孔 段階揚水試験結果

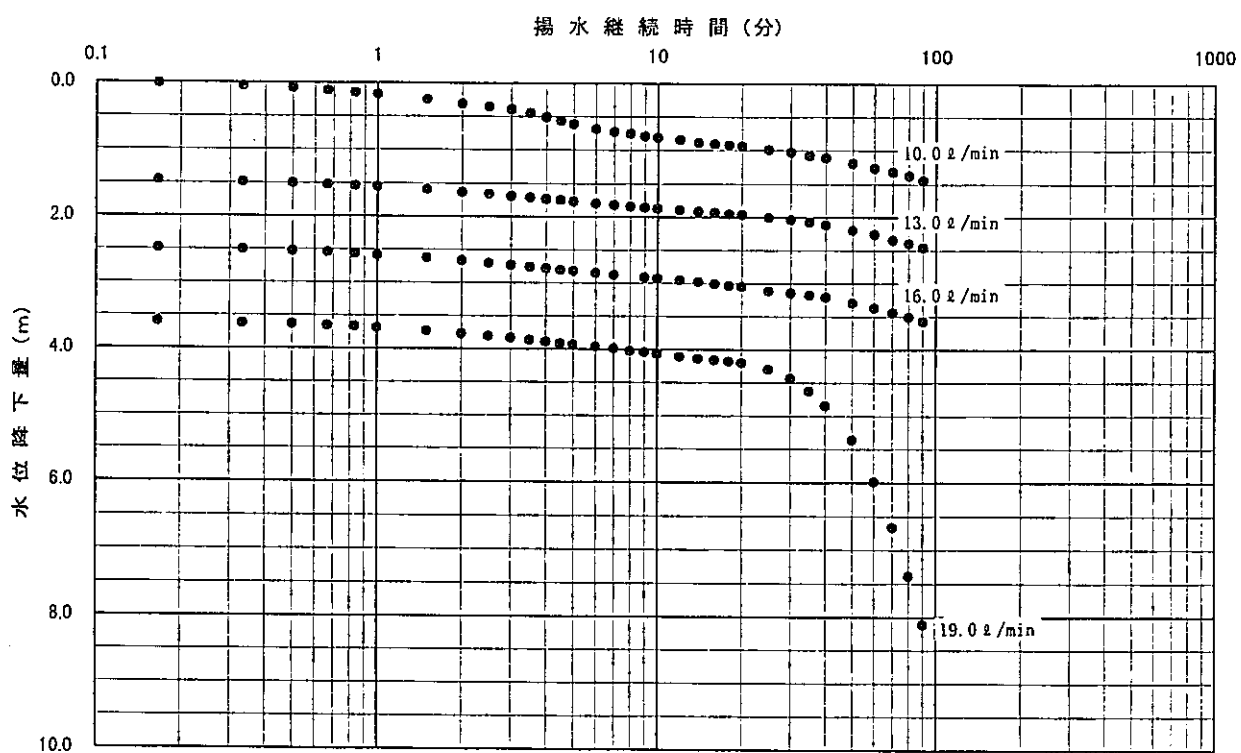


図5.55(2) MC-29号孔 段階揚水試験結果

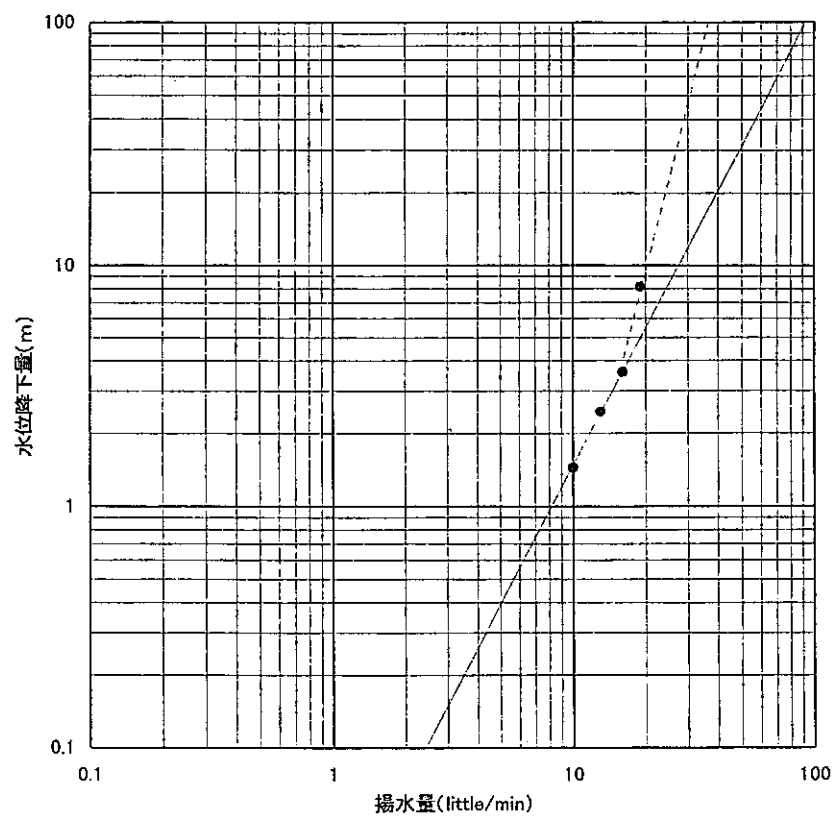


図5.55(3) MC-29号孔 段階揚水試験結果

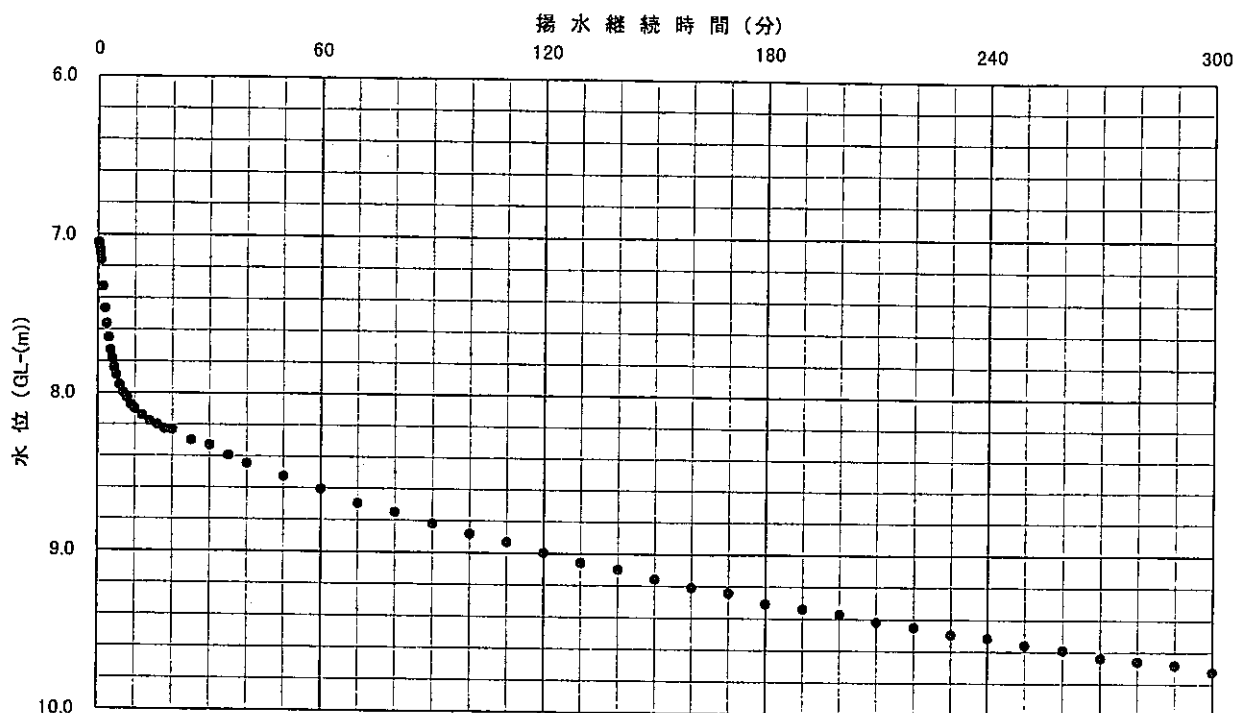


図5.56(1) MC-29号孔 定流量揚水試験結果 (12 little/min)

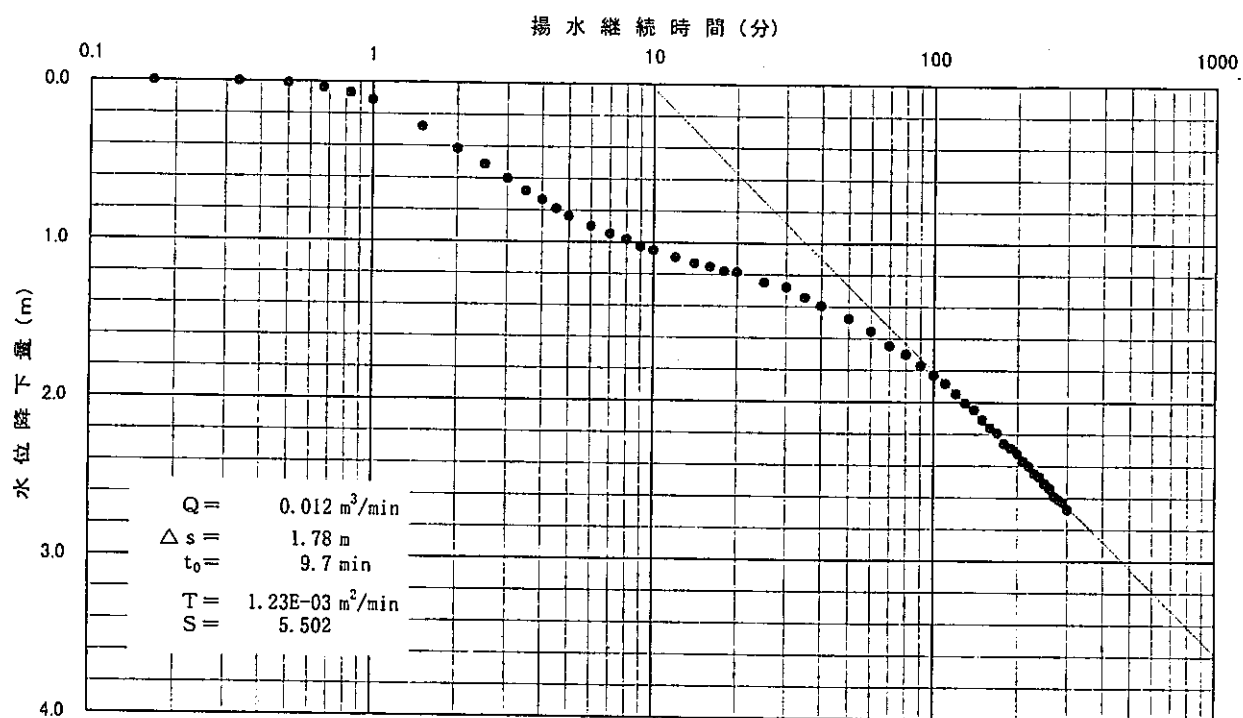


図5.56(2) MC-29号孔 定流量揚水試験結果 (12 little/min)

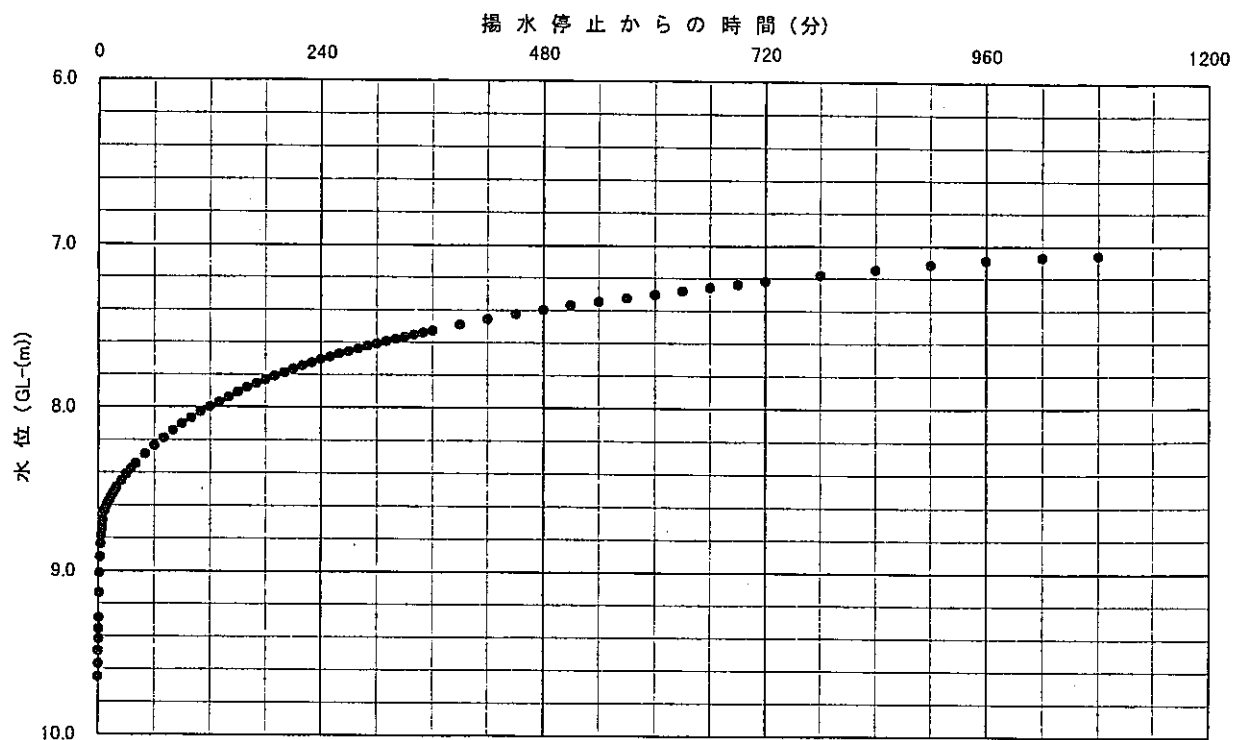


図5.57(1) MC-29号孔 水位回復試験結果

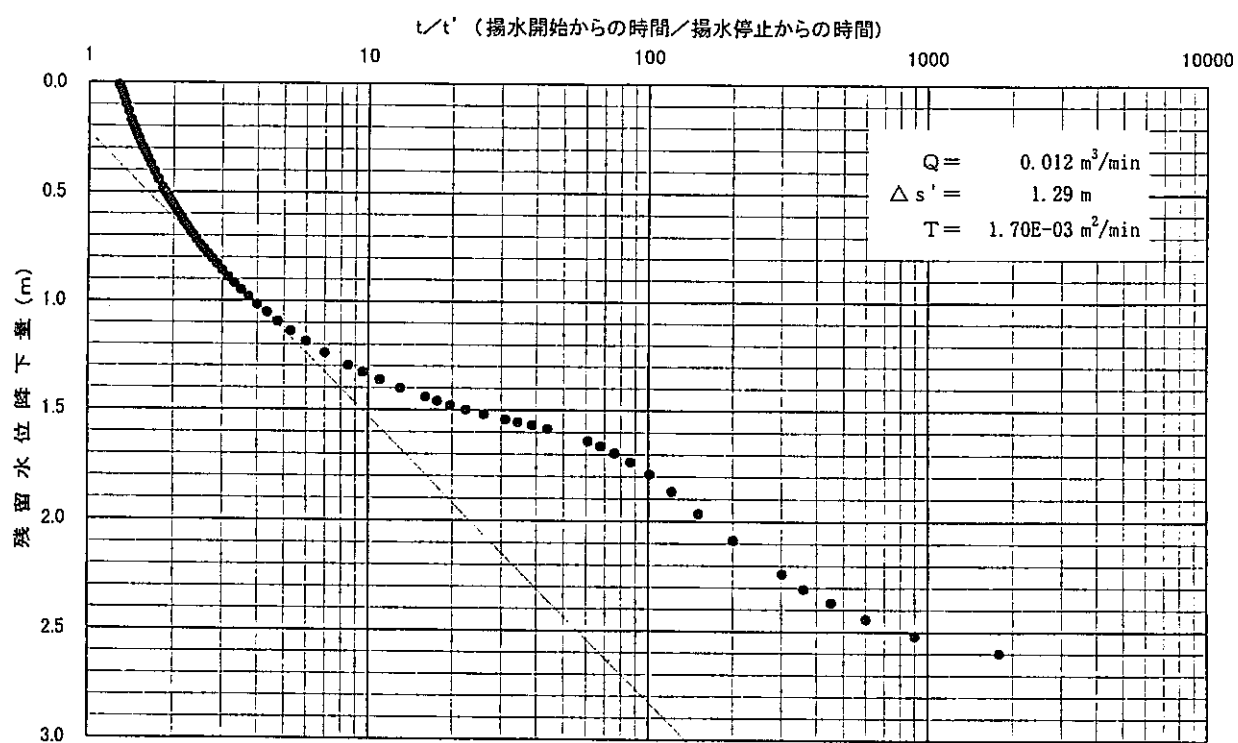


図5.57(2) MC-29号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

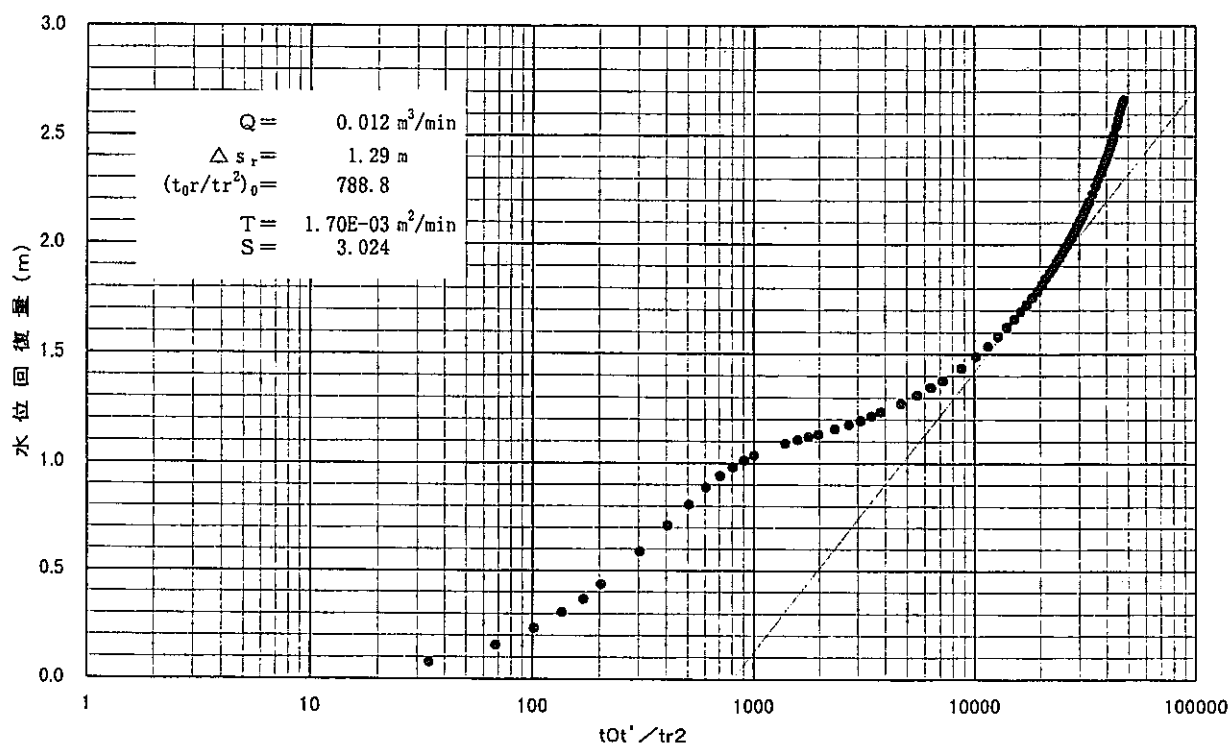


図5.57(3) MC-29号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

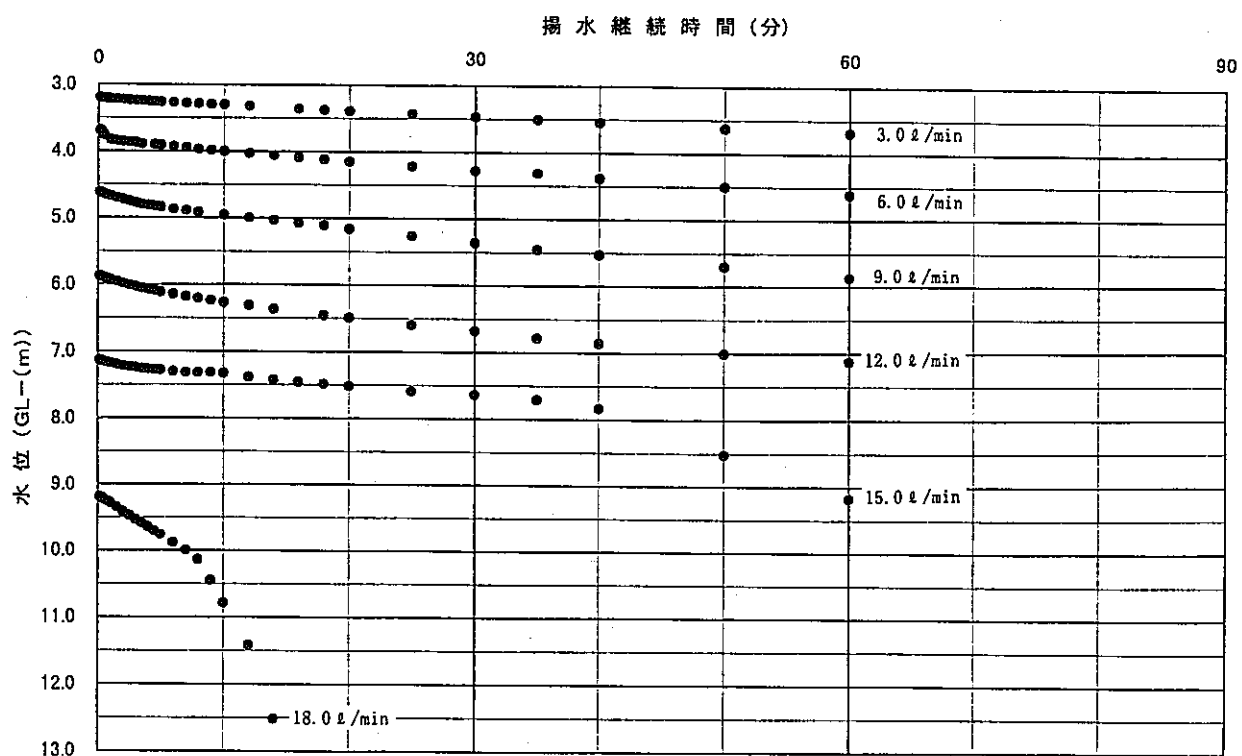


図5.58(1) MC-30号孔 段階揚水試験結果

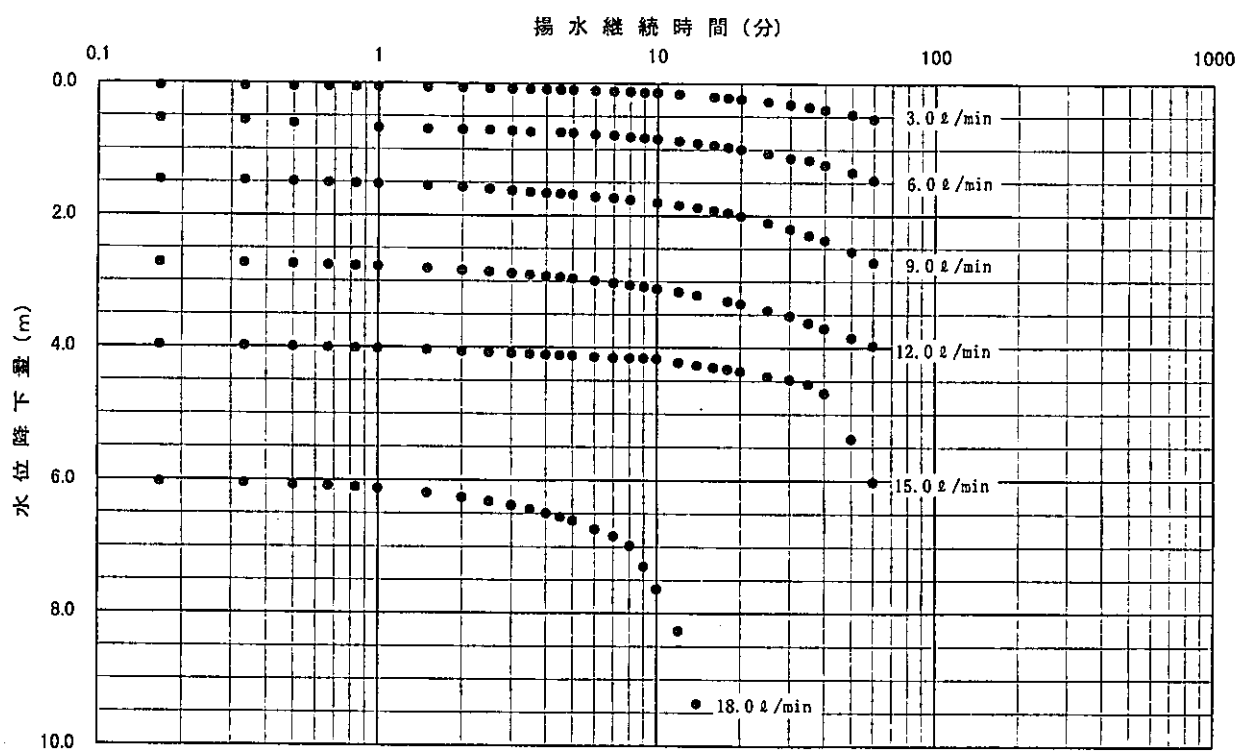


図5.58(2) MC-30号孔 段階揚水試験結果

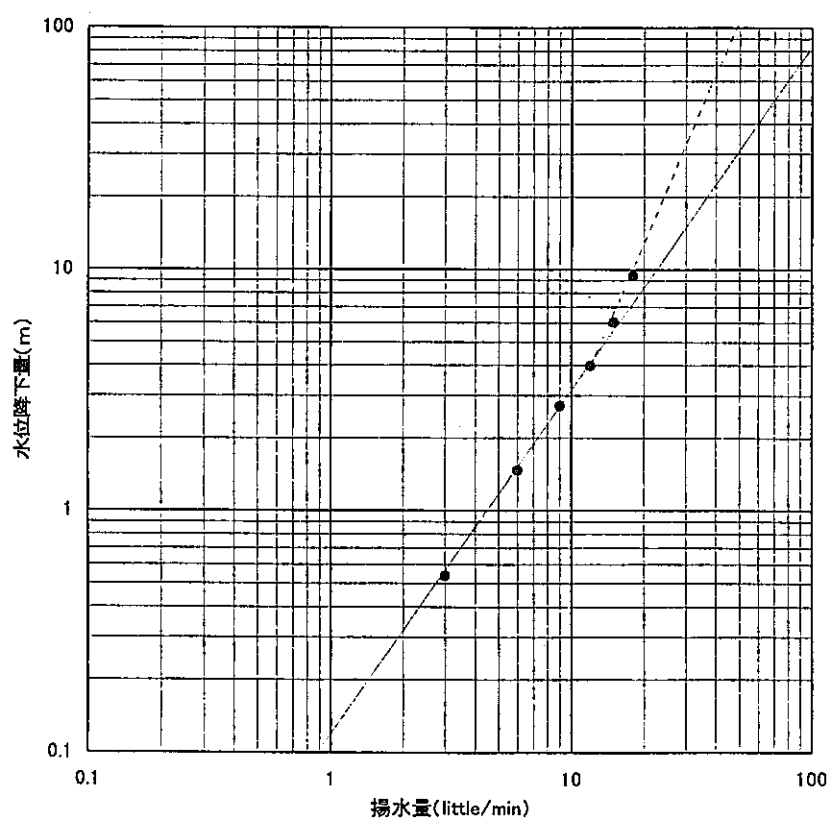


図5.58(3) MC-30号孔 段階揚水試験結果

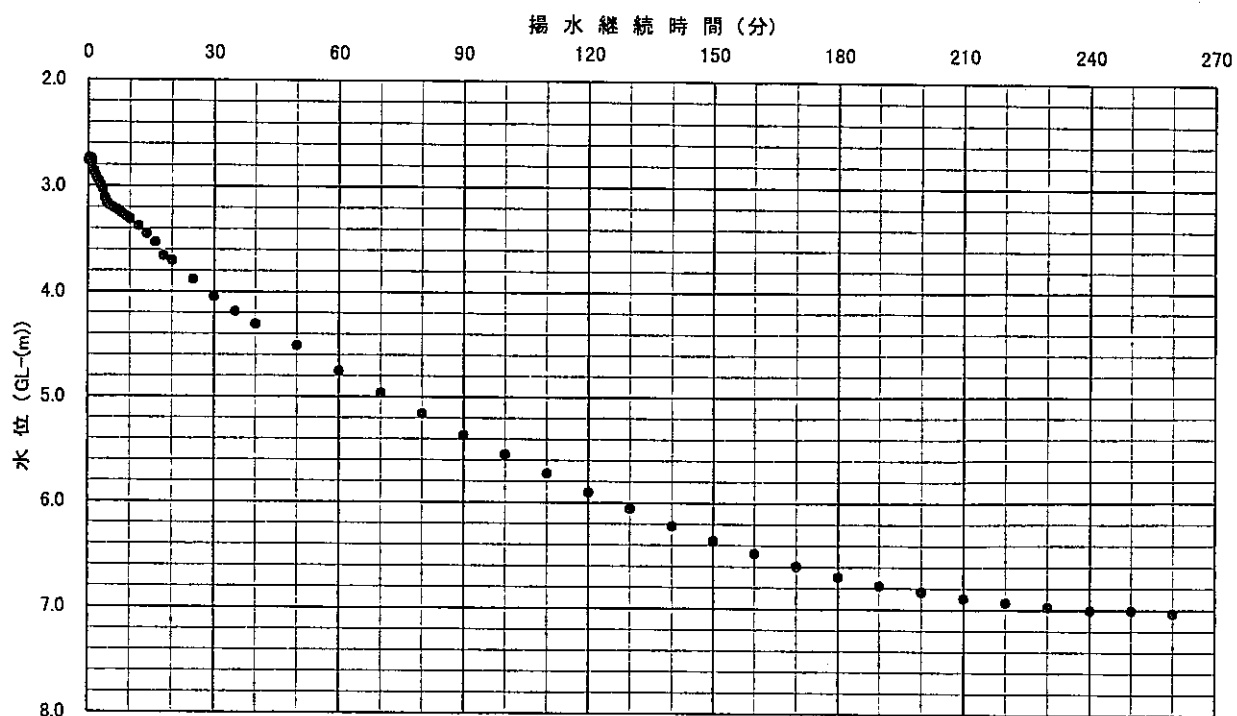


図5.59(1) MC-30号孔 定流量揚水試験結果 (10 little/min)

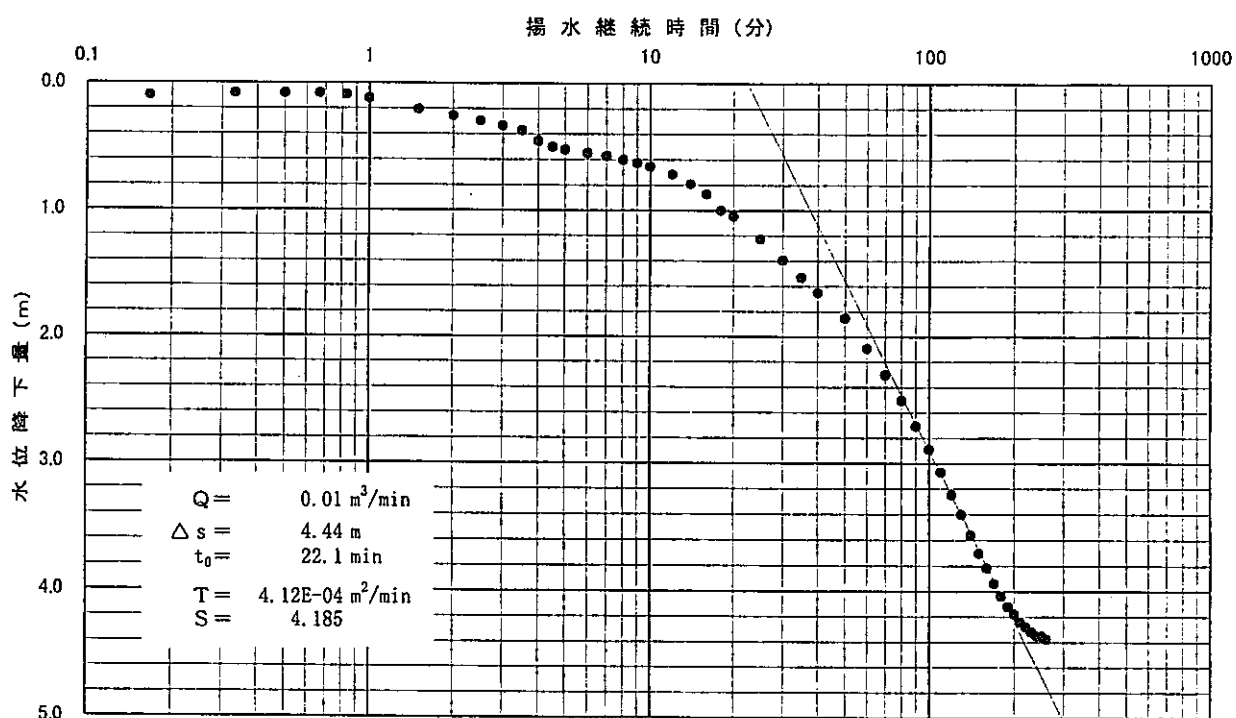


図5.59(2) MC-30号孔 定流量揚水試験結果 (10 little/min)

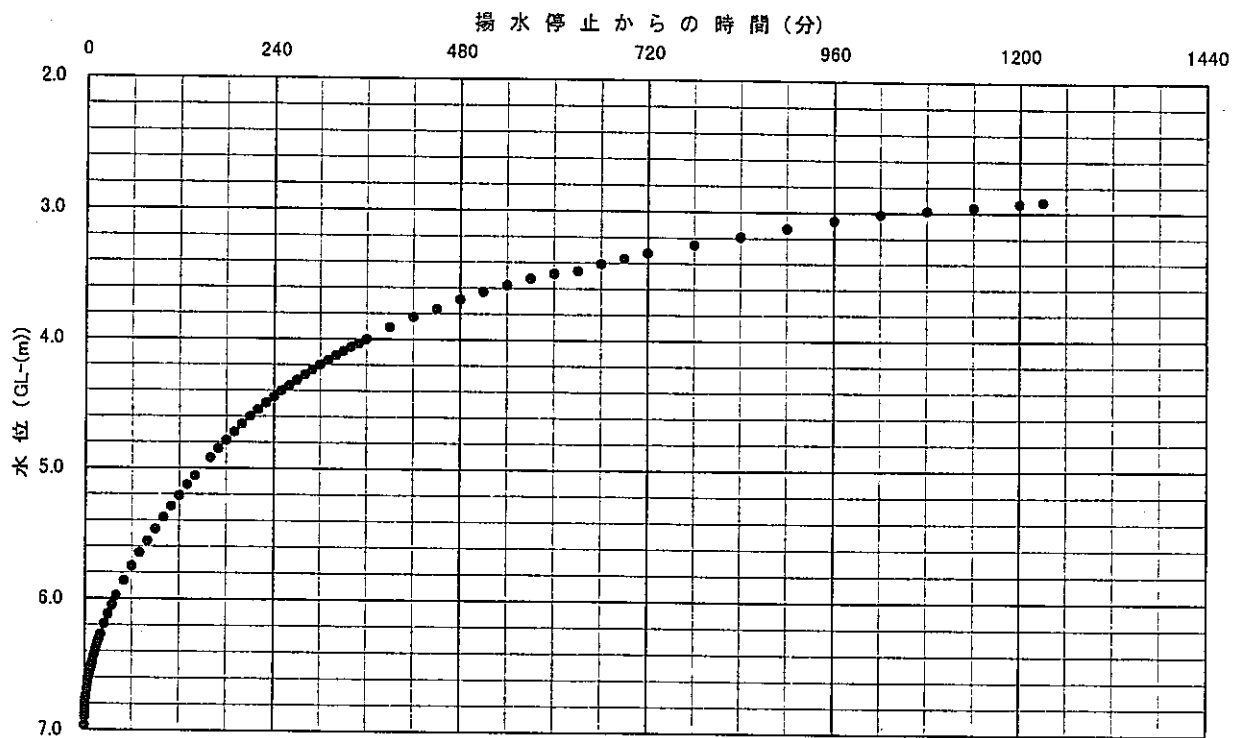


図5.60(1) MC-30号孔 水位回復試験結果

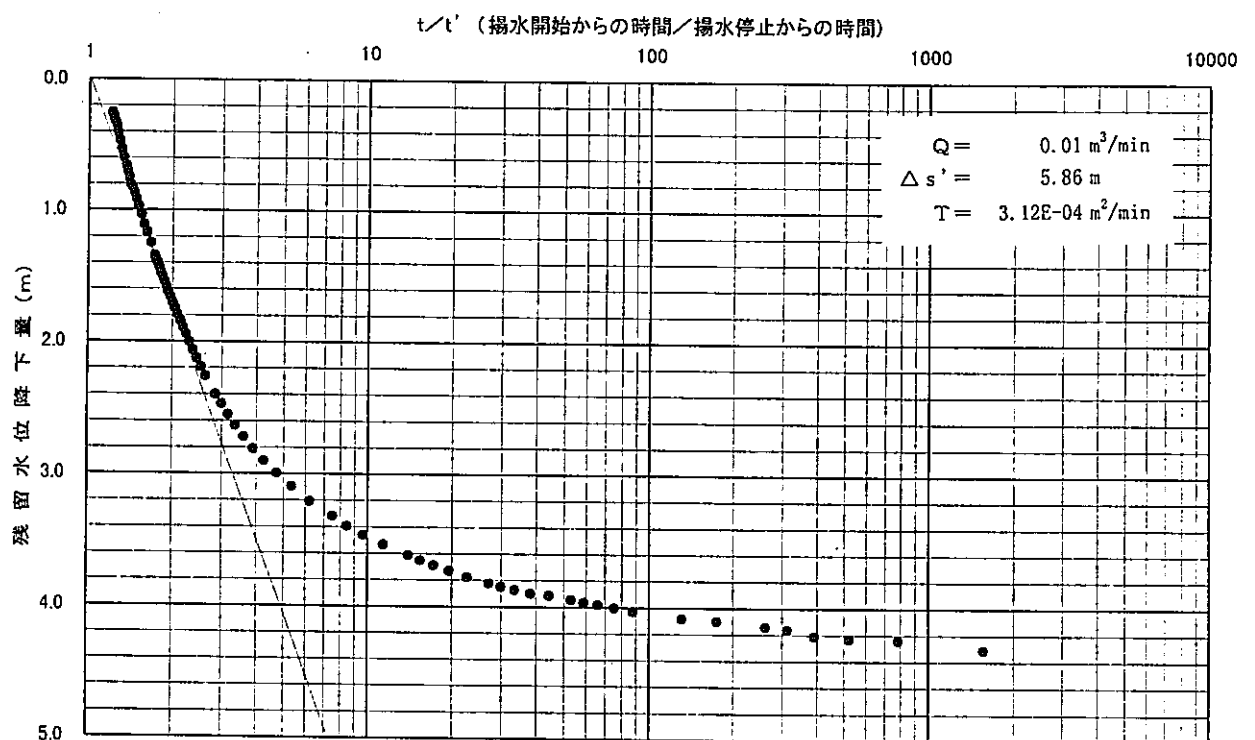


図5.60(2) MC-30号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

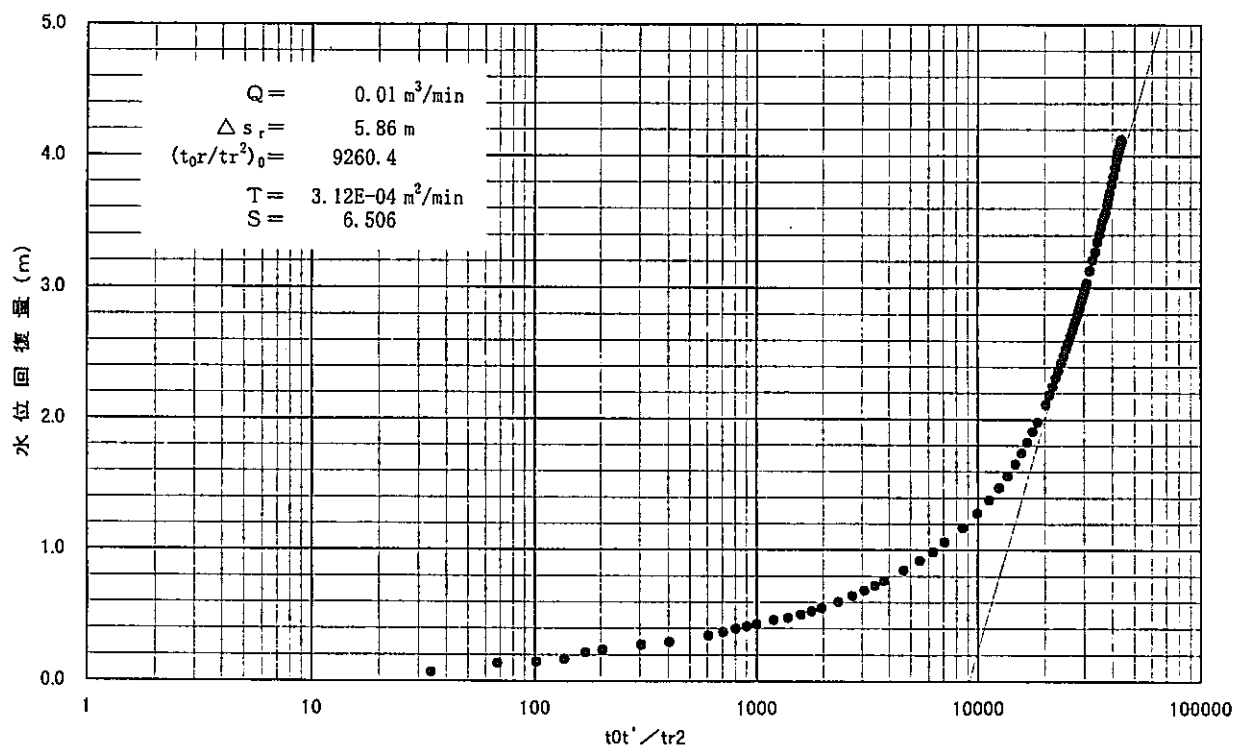


図5.60(3) MC-30号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

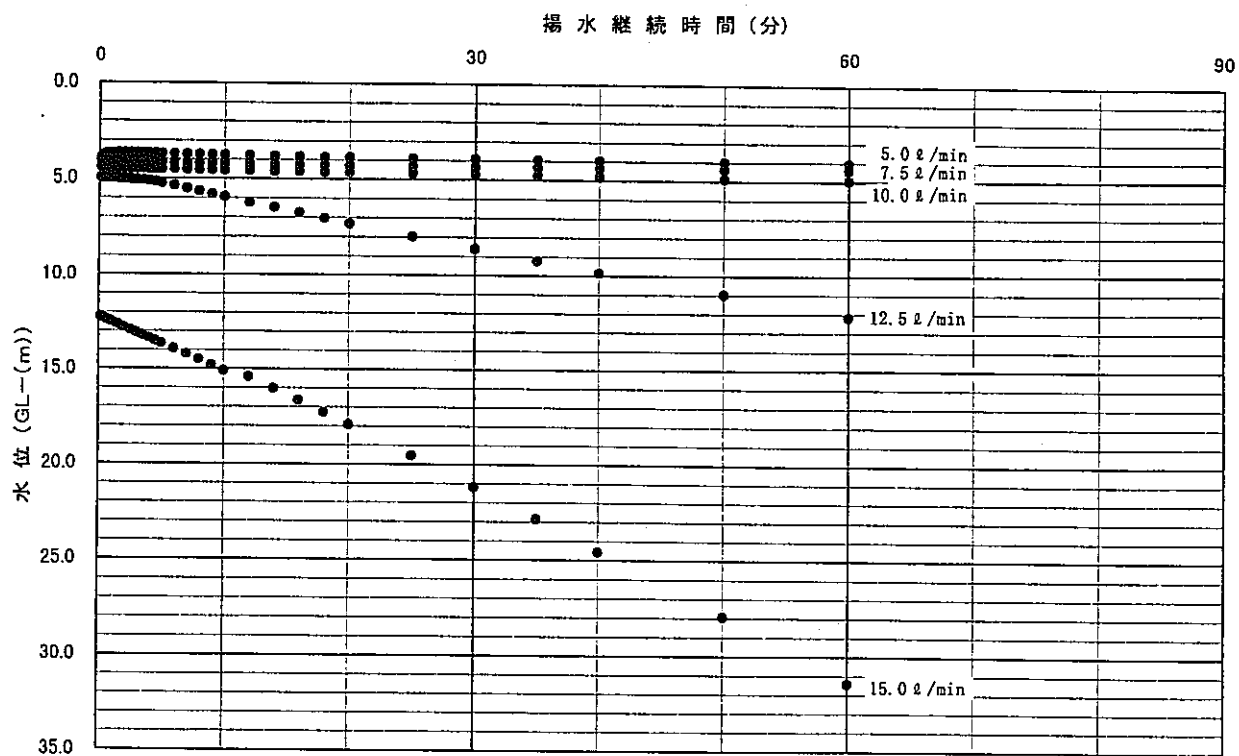


図5.61(1) MC-31号孔 段階揚水試験結果

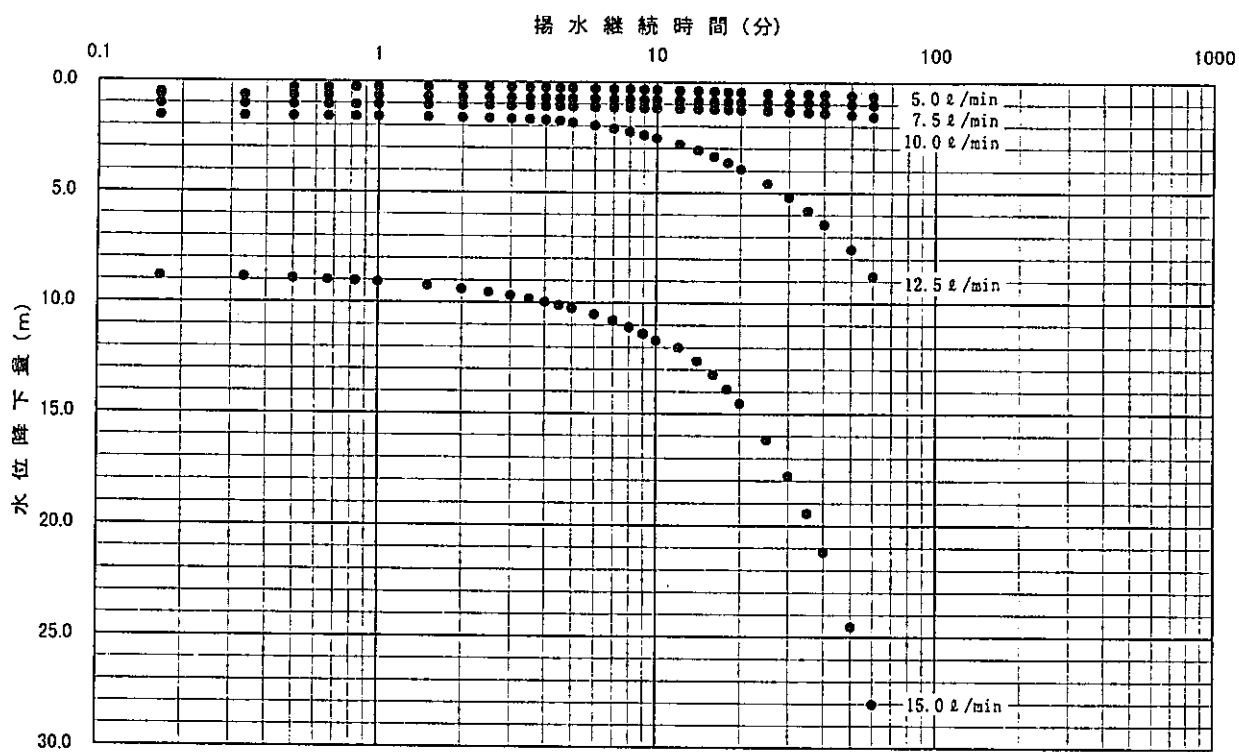


図5.61(2) MC-31号孔 段階揚水試験結果

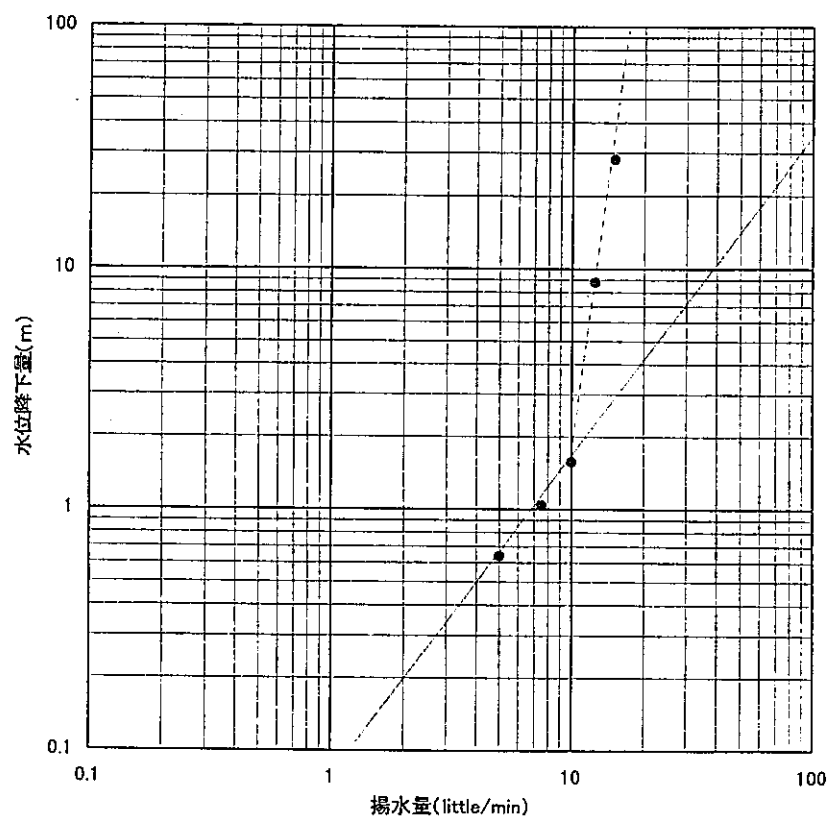


図5.61(3) MC-3 1号孔 段階揚水試験結果

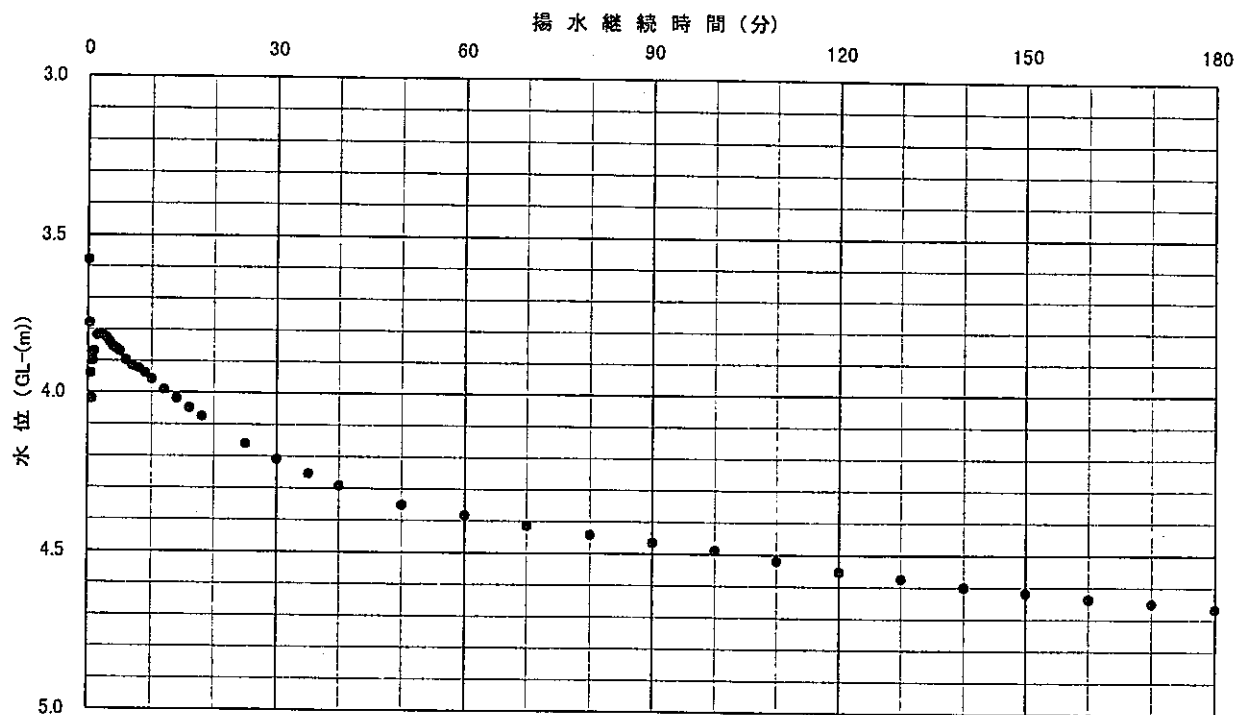


図5.62(1) MC-31号孔 定流量揚水試験結果 (7.0 little/min)

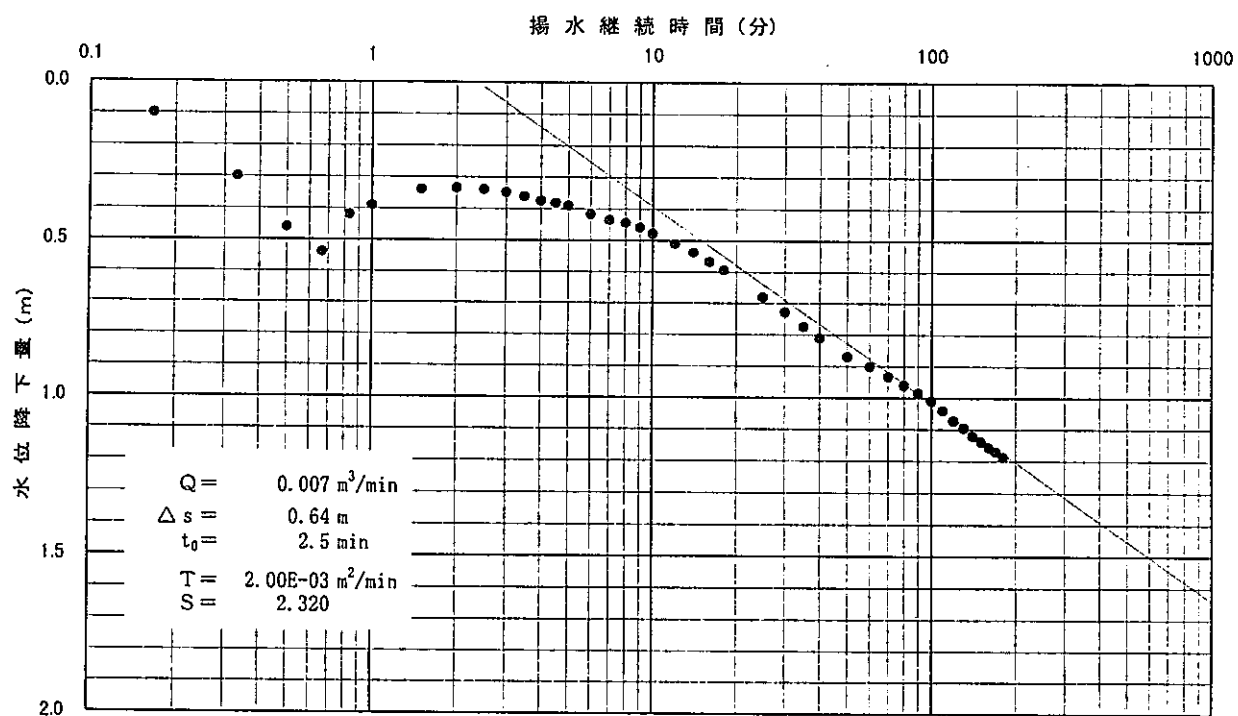


図5.62(2) MC-31号孔 定流量揚水試験結果 (7.0 little/min)

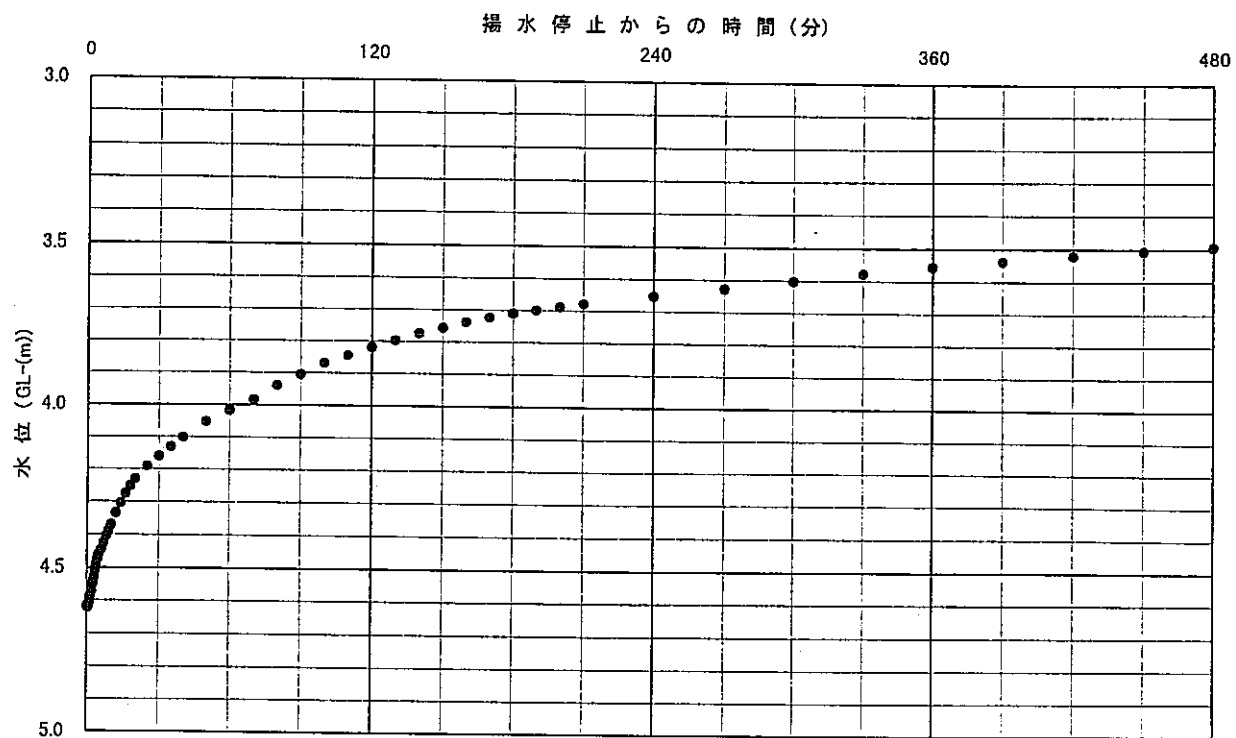


図5.63(1) MC-31号孔 水位回復試験結果

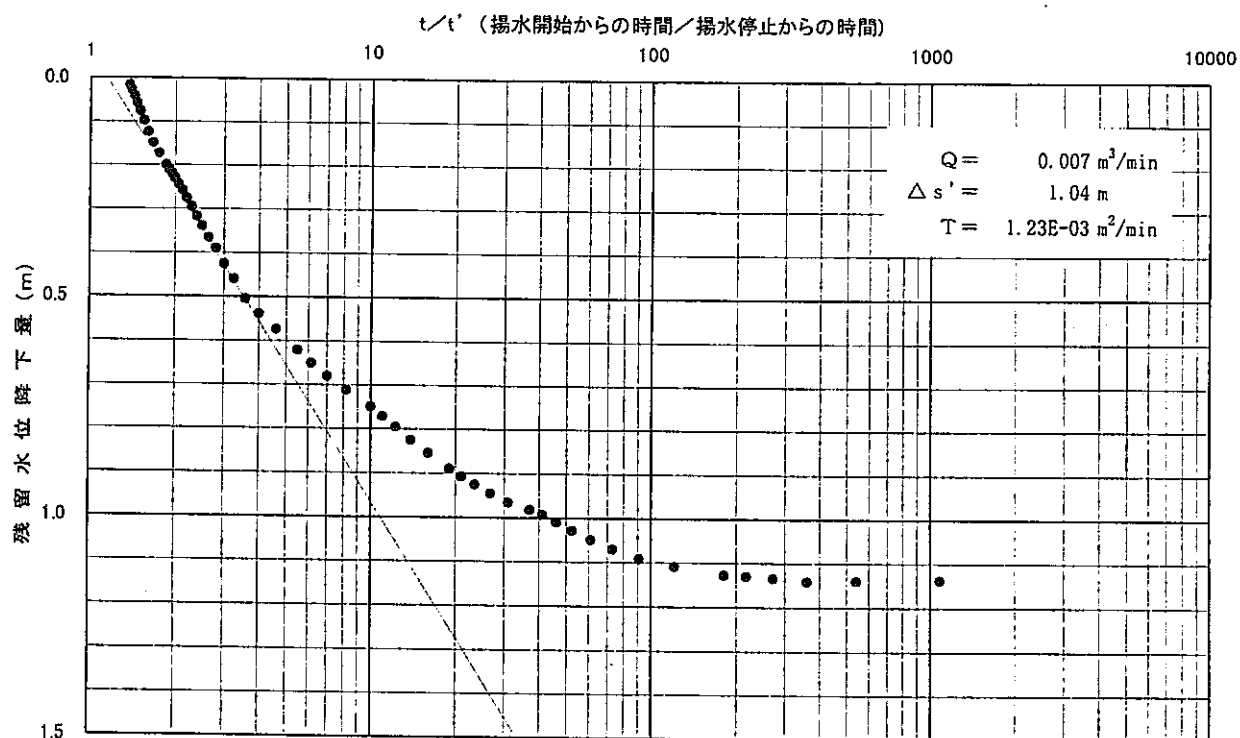


図5.63(2) MC-31号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

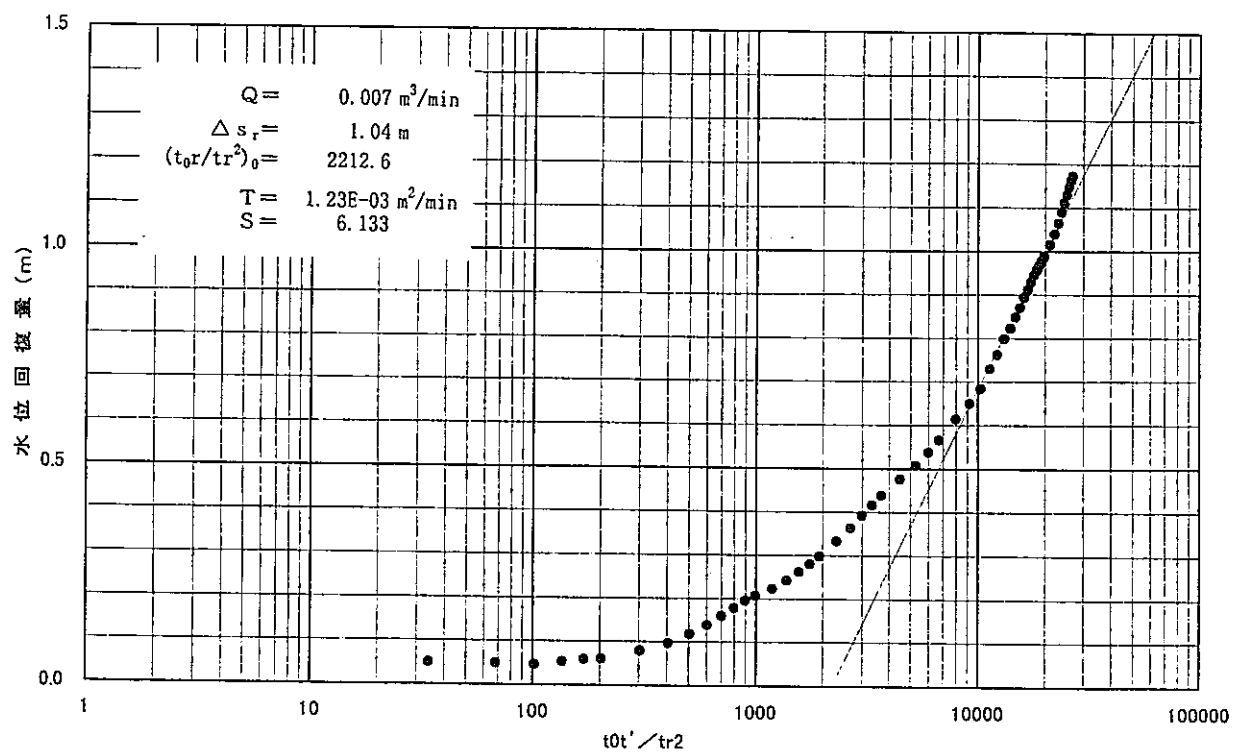


図5.63(3) MC-31号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

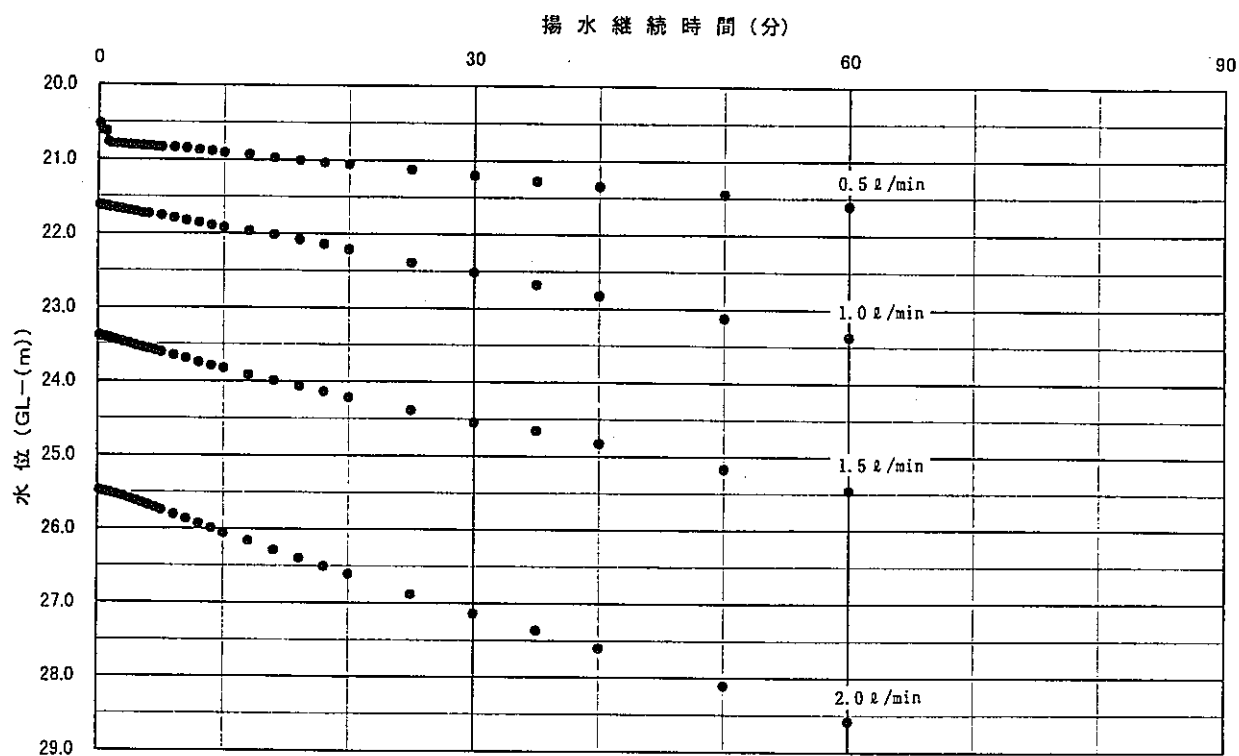


図5.64(1) MC-3 2号孔 段階揚水試験結果

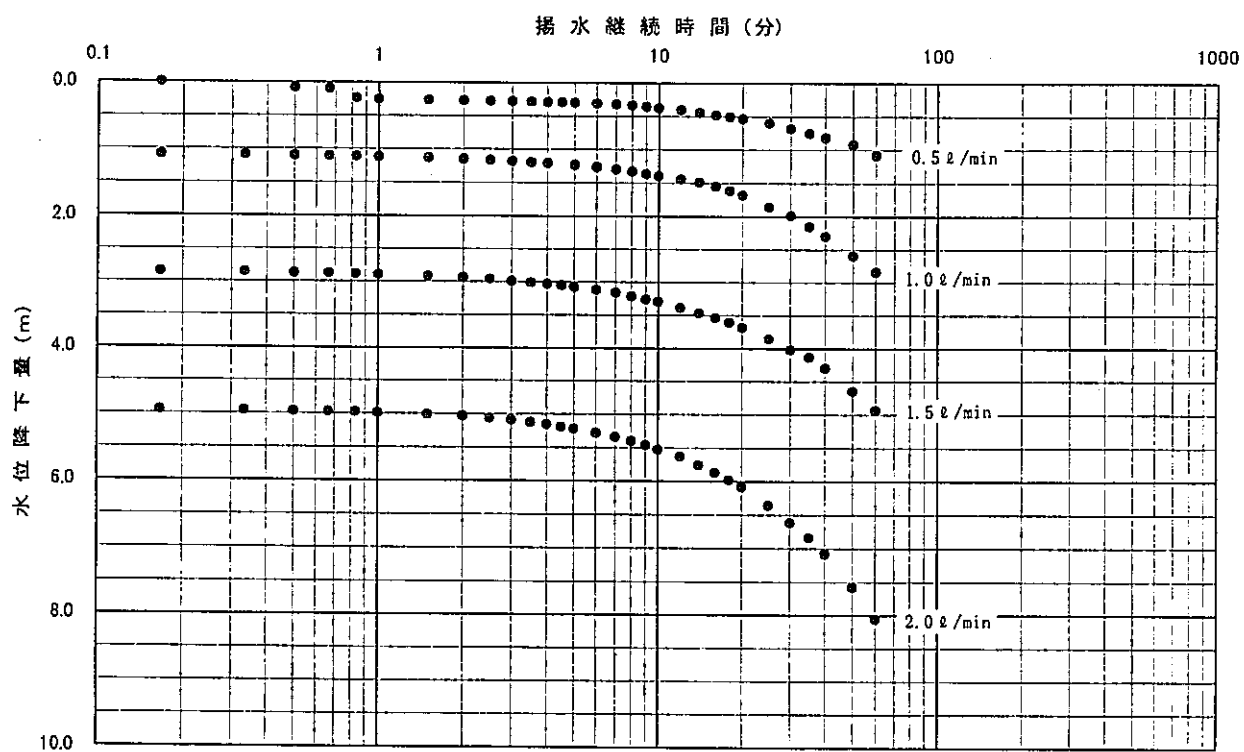


図5.64(2) MC-3 2号孔 段階揚水試験結果

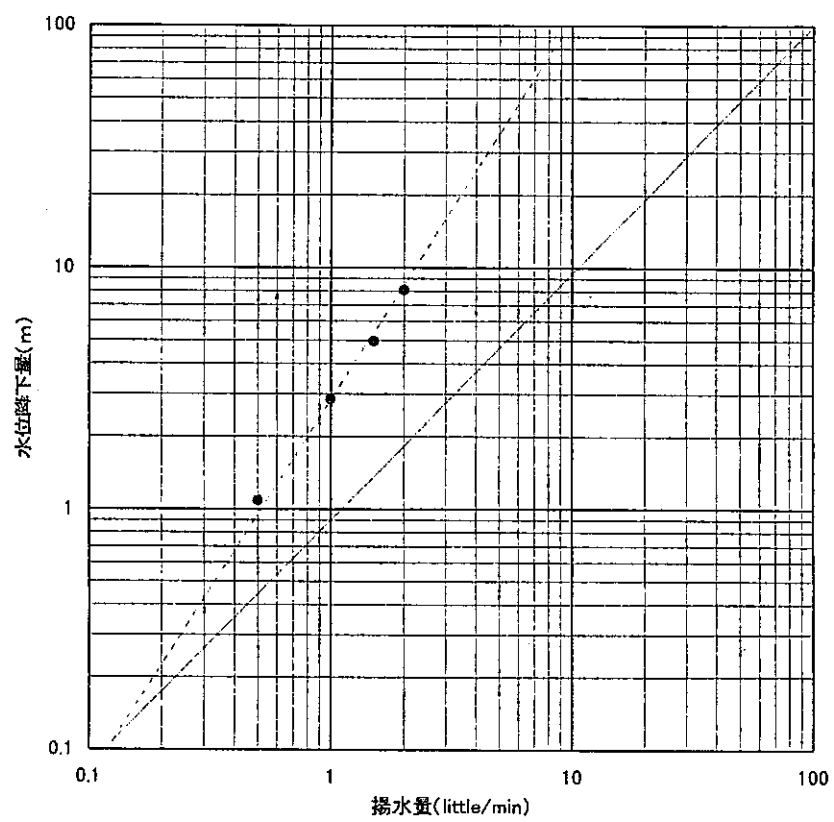


図5.64(3) MC-3 2号孔 段階揚水試験結果

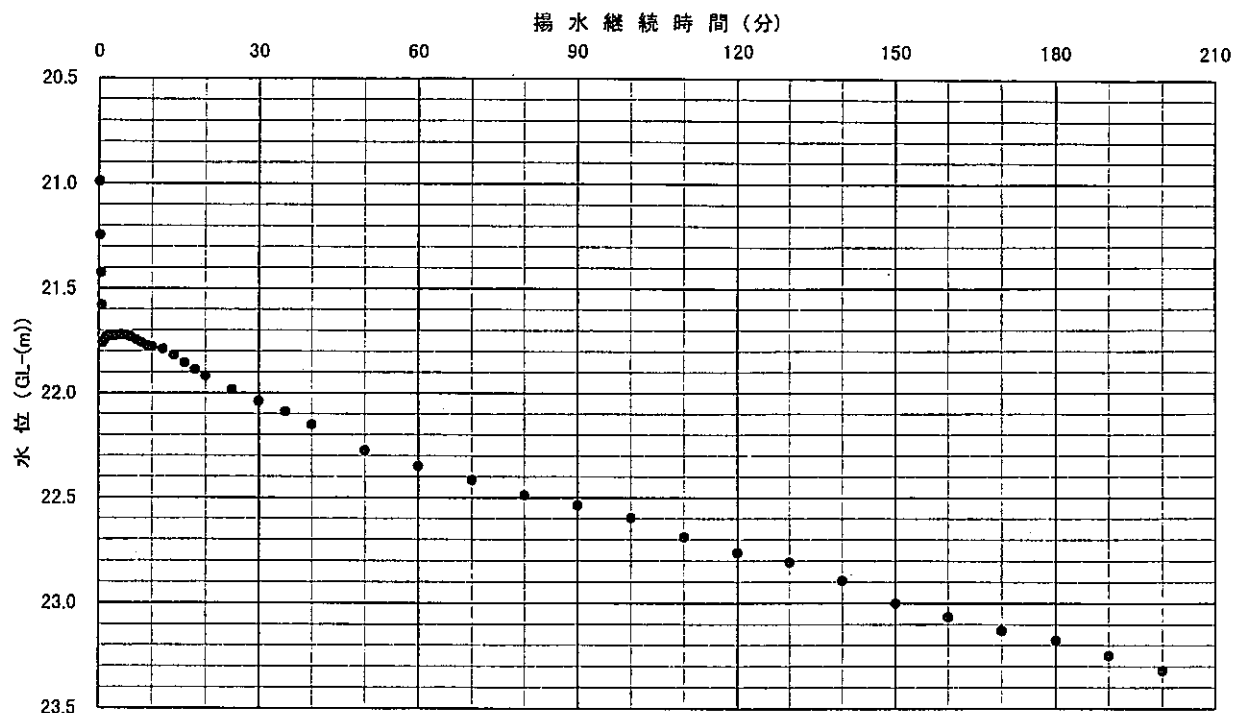


図5.65(1) MC-3 2号孔 定流量揚水試験結果 (0.5 little/min)

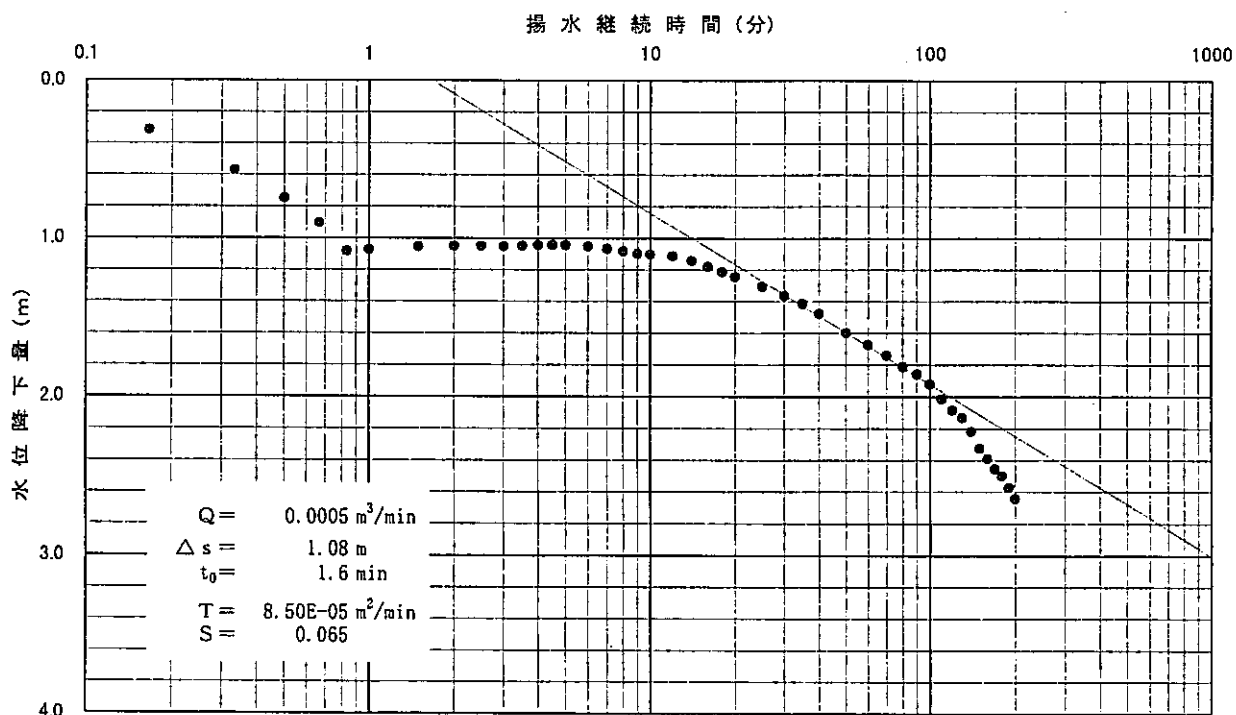


図5.65(2) MC-3 2号孔 定流量揚水試験結果 (0.5 little/min)

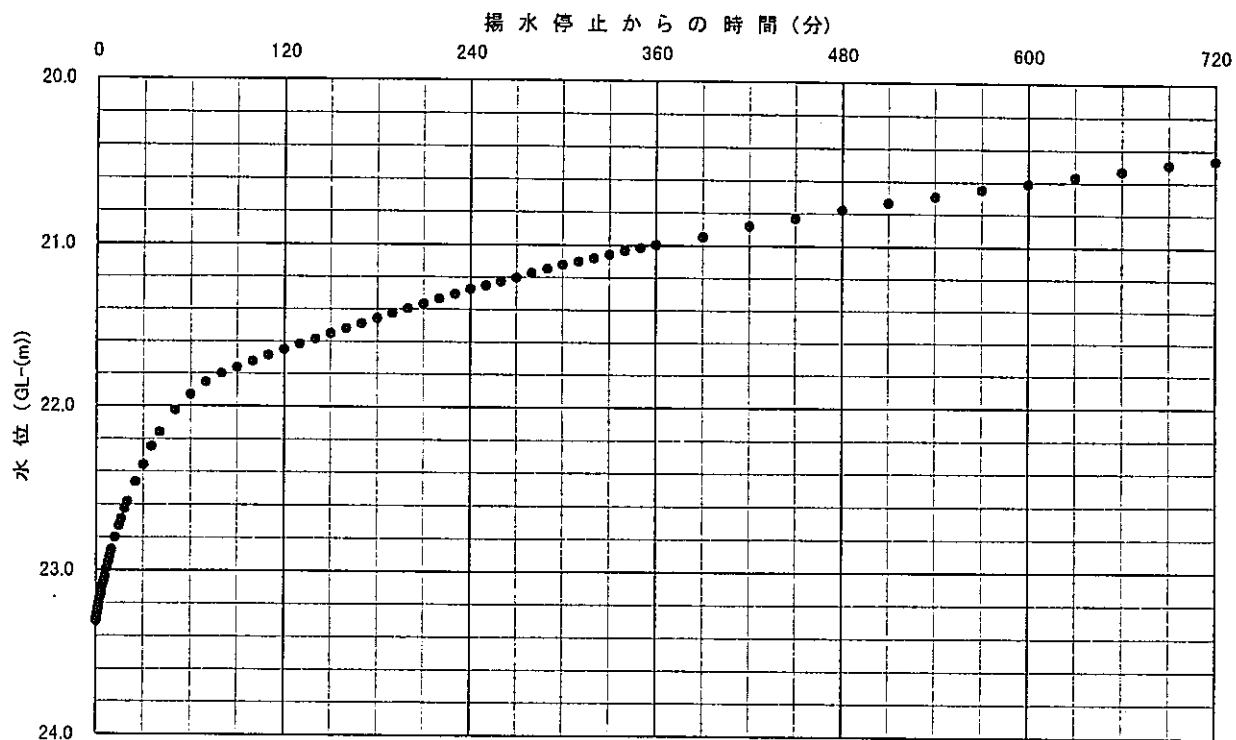


図5.66(1) MC-32号孔 水位回復試験結果

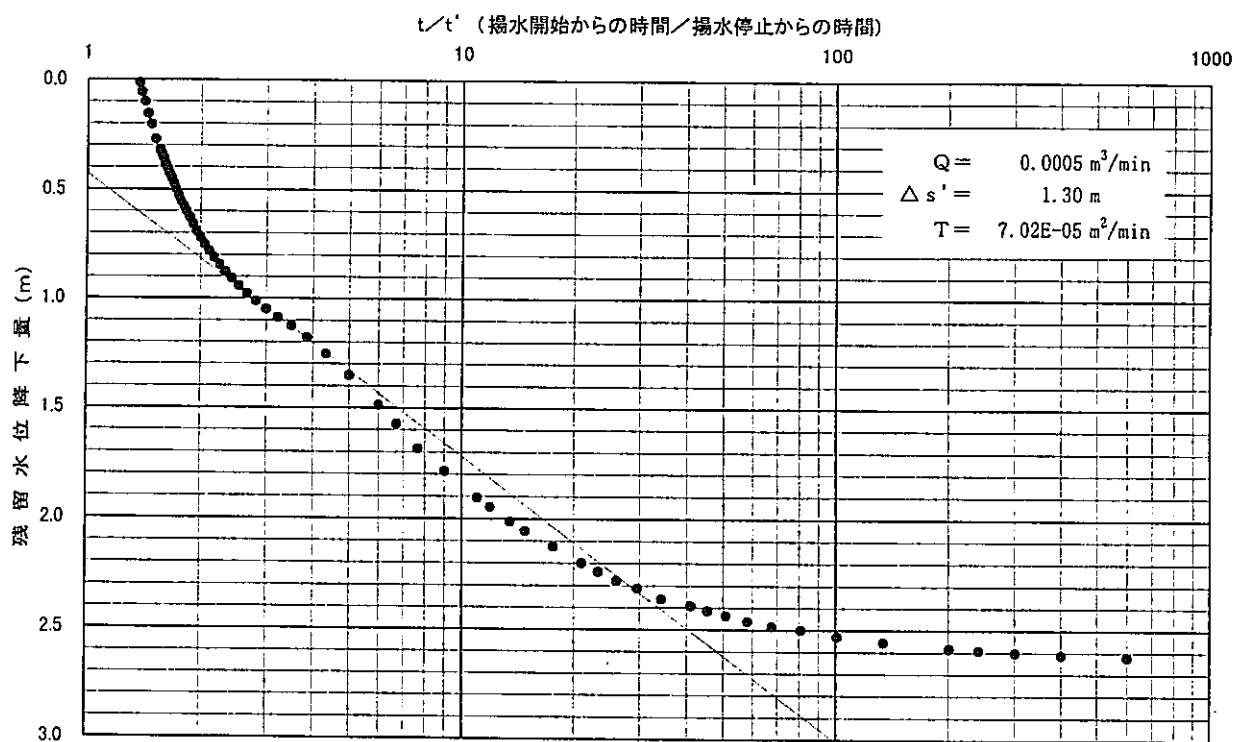


図5.66(2) MC-32号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

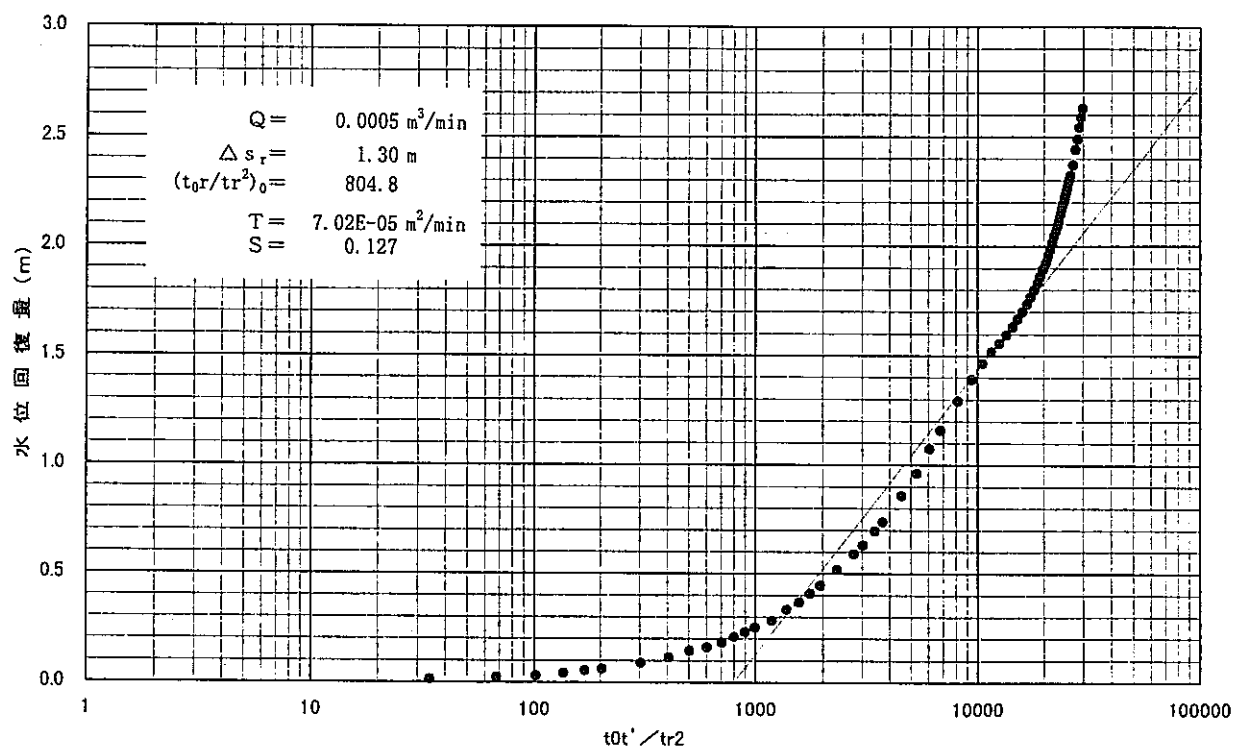


図5.66(3) MC-3 2号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

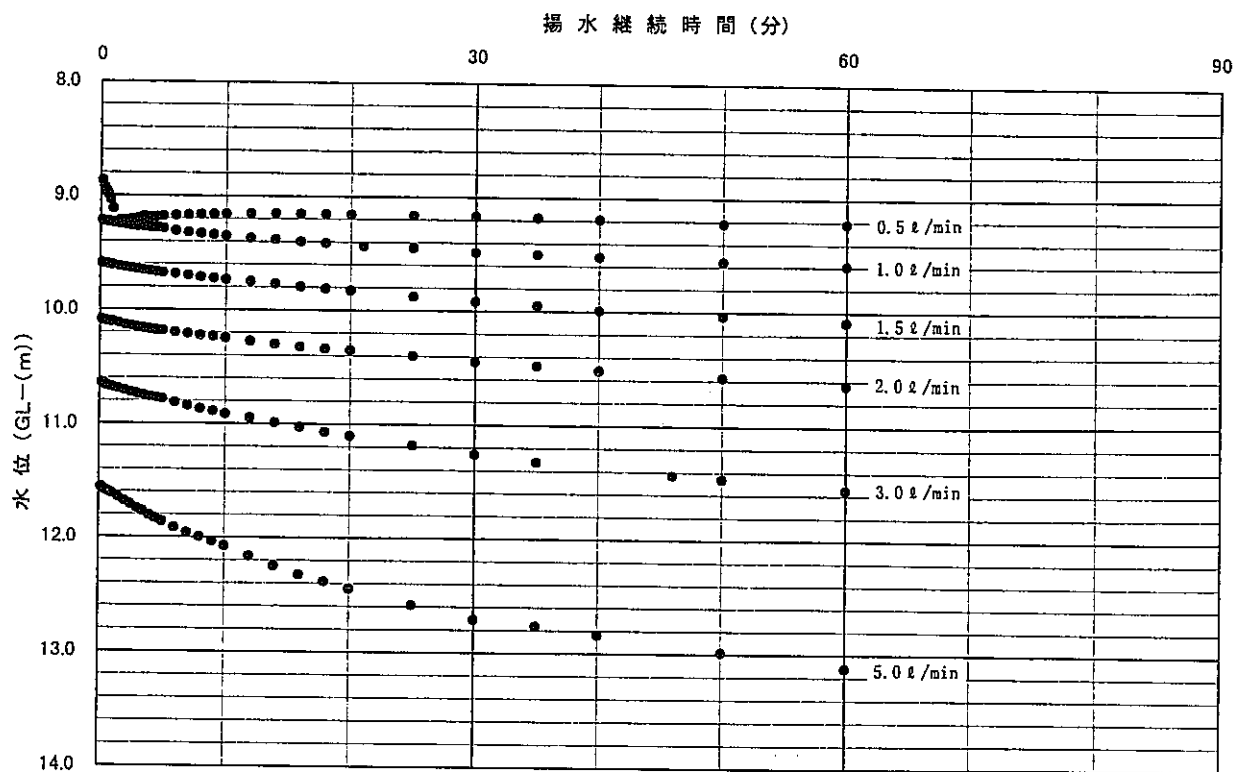


図5.67(1) MC-33号孔 段階揚水試験結果

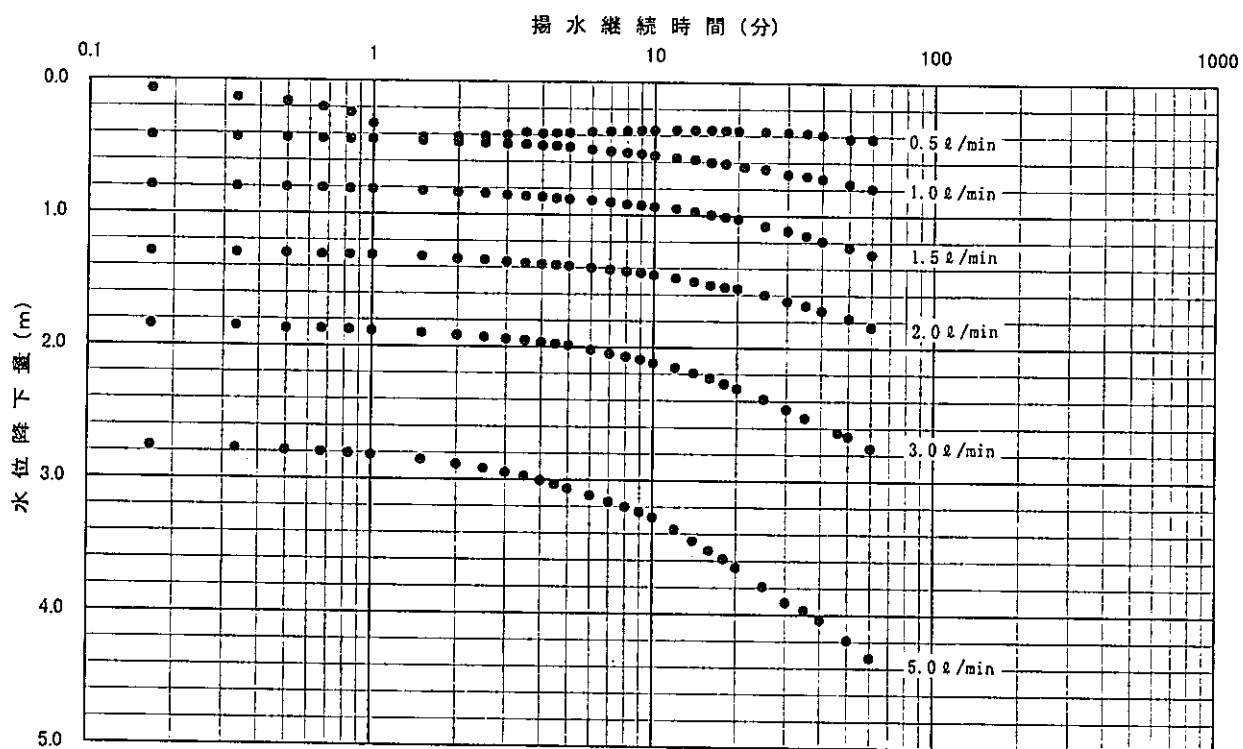


図5.67(2) MC-33号孔 段階揚水試験結果

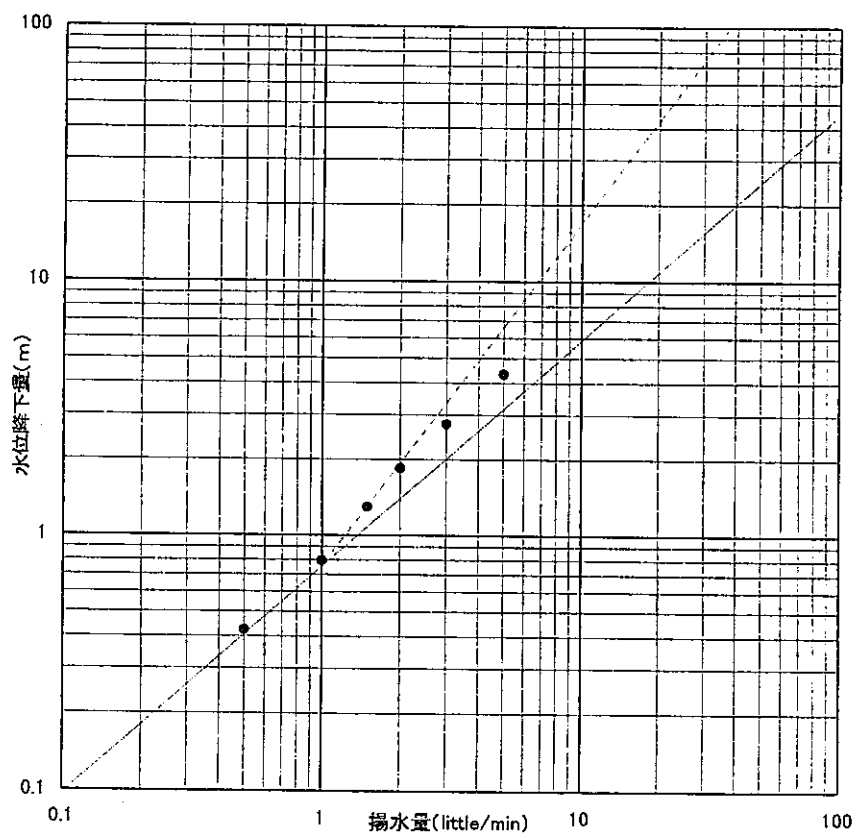


図5.67(3) MC-33号孔 段階揚水試験結果

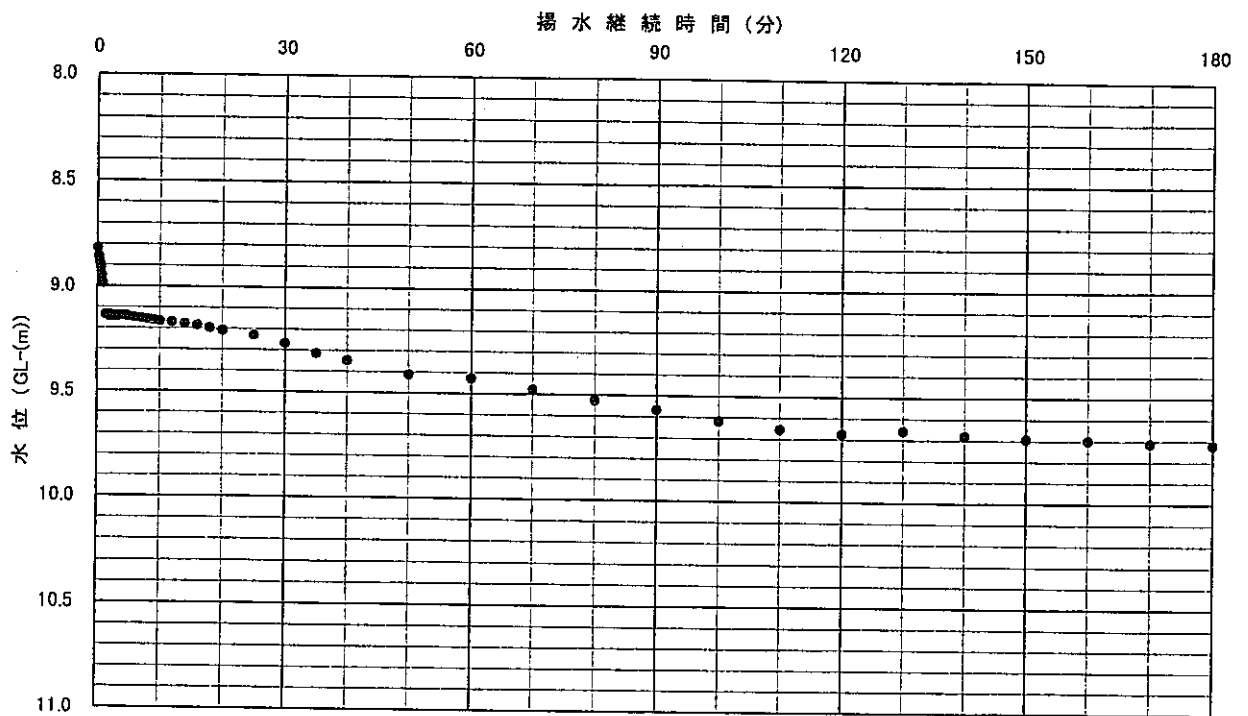


図5.68(1) MC-33号孔 定流量揚水試験結果 (1.0 little/min)

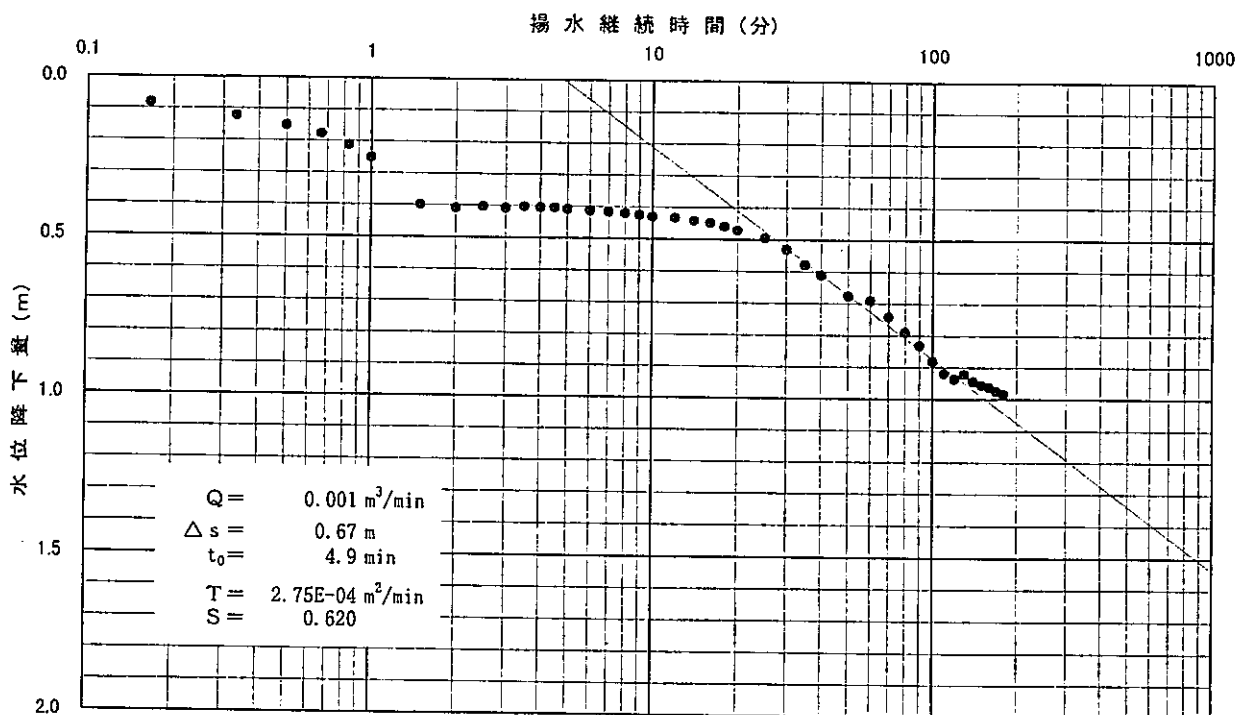


図5.68(2) MC-33号孔 定流量揚水試験結果 (1.0 little/min)

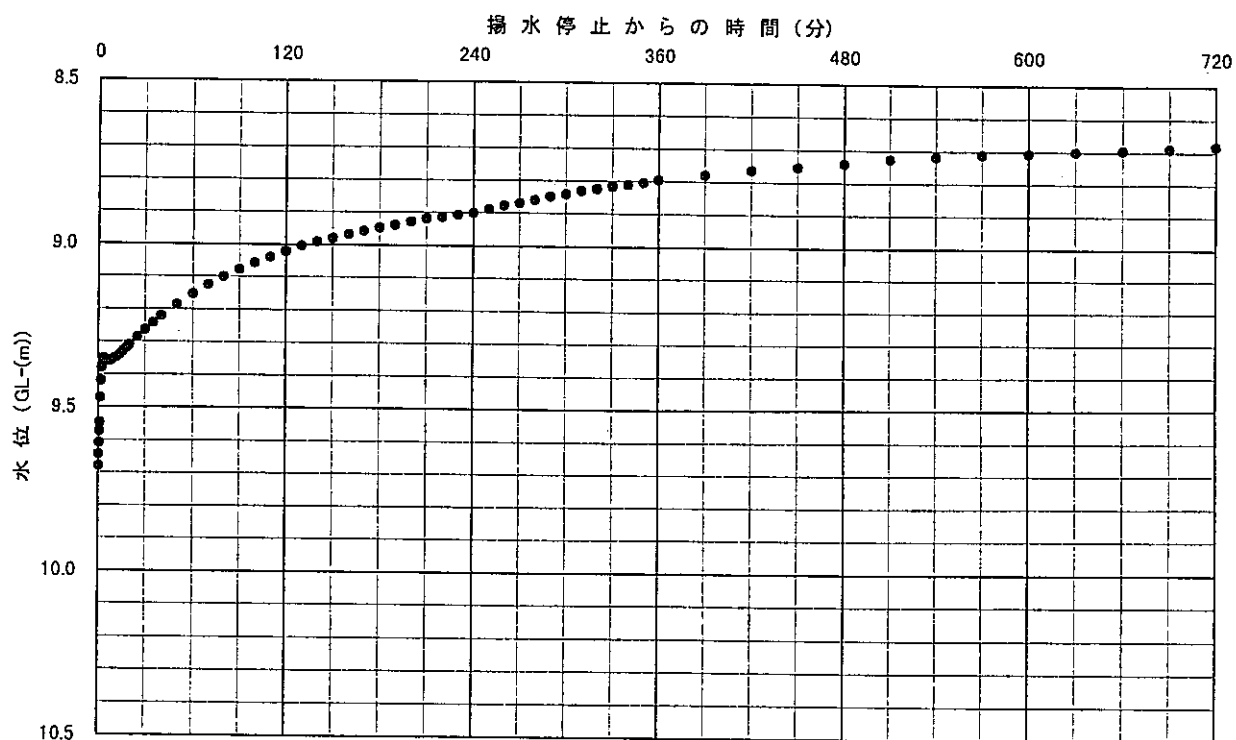


図5.69(1) MC-33号孔 水位回復試験結果

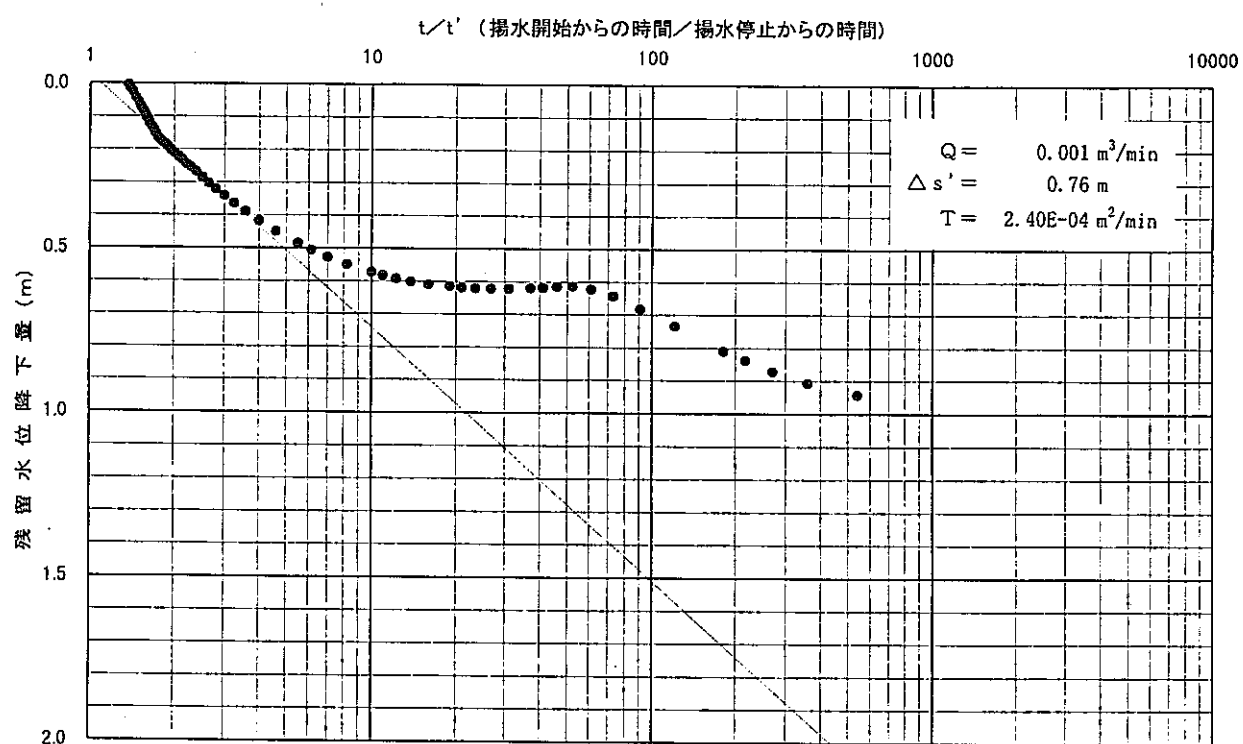


図5.69(2) MC-33号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

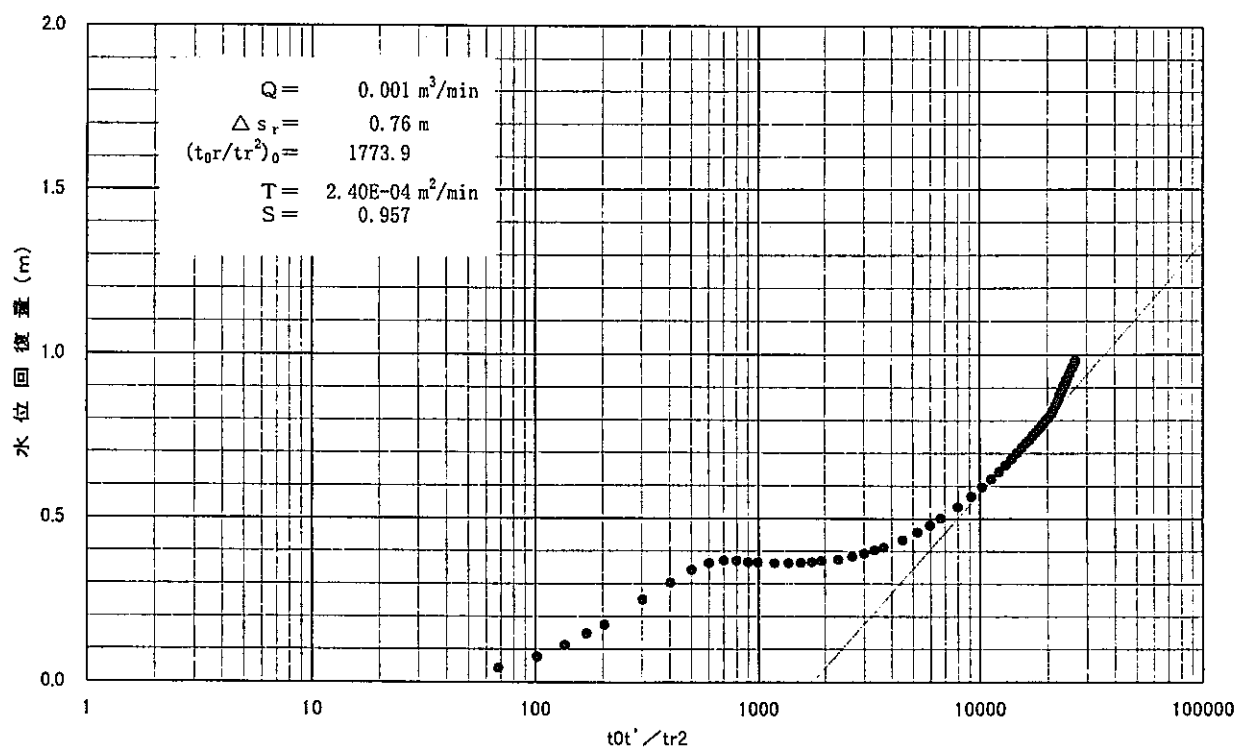


図5. 69(3) MC-33号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

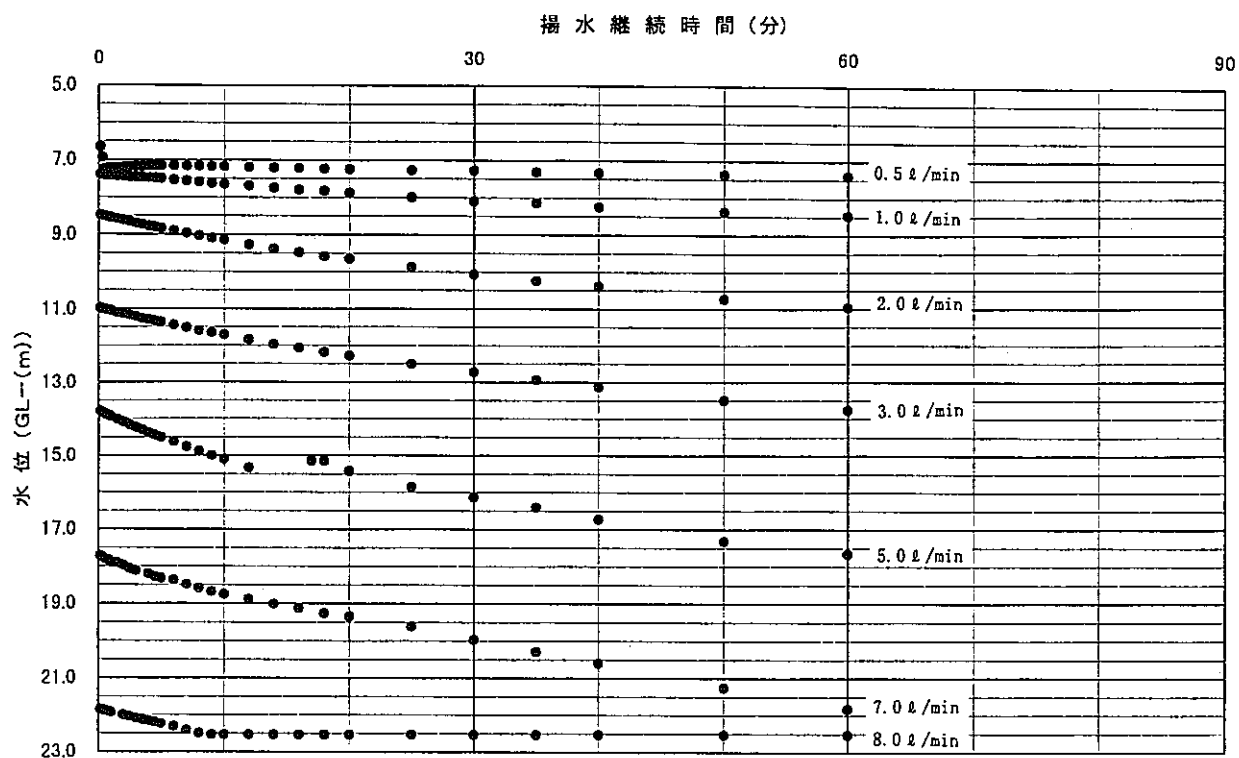


図5.70(1) MC-34号孔 段階揚水試験結果

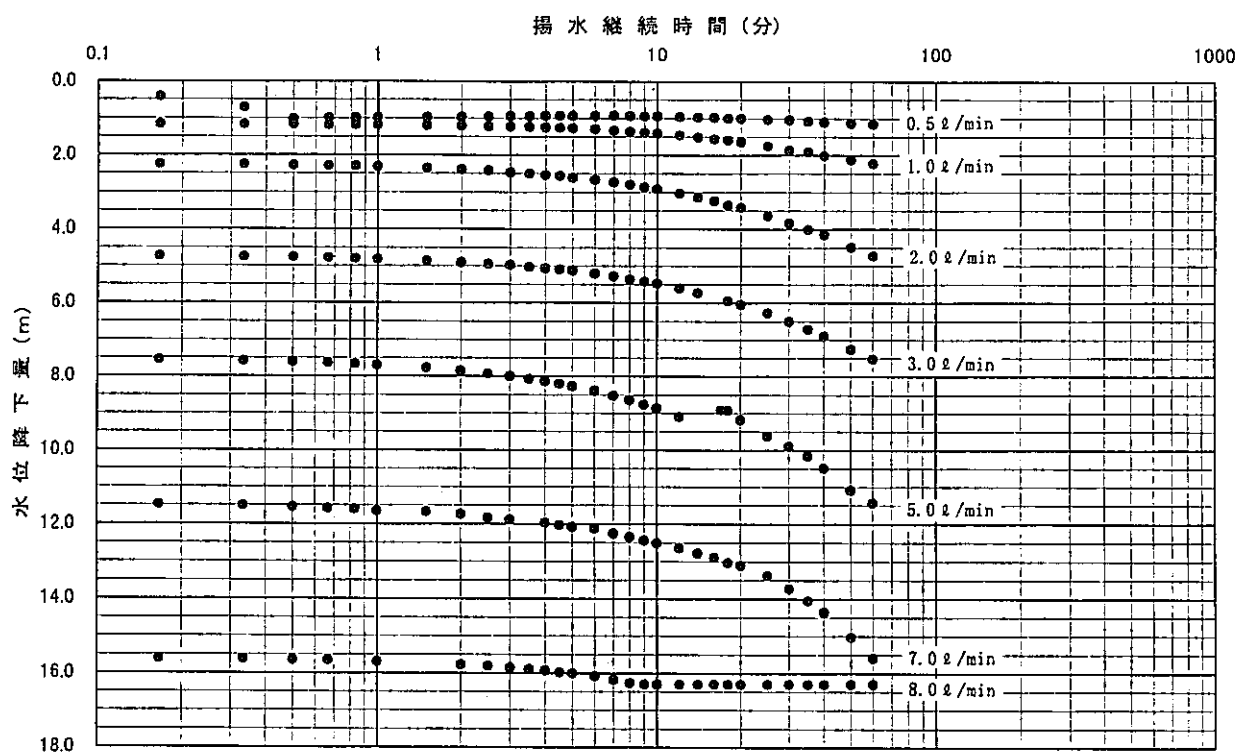


図5.70(2) MC-34号孔 段階揚水試験結果

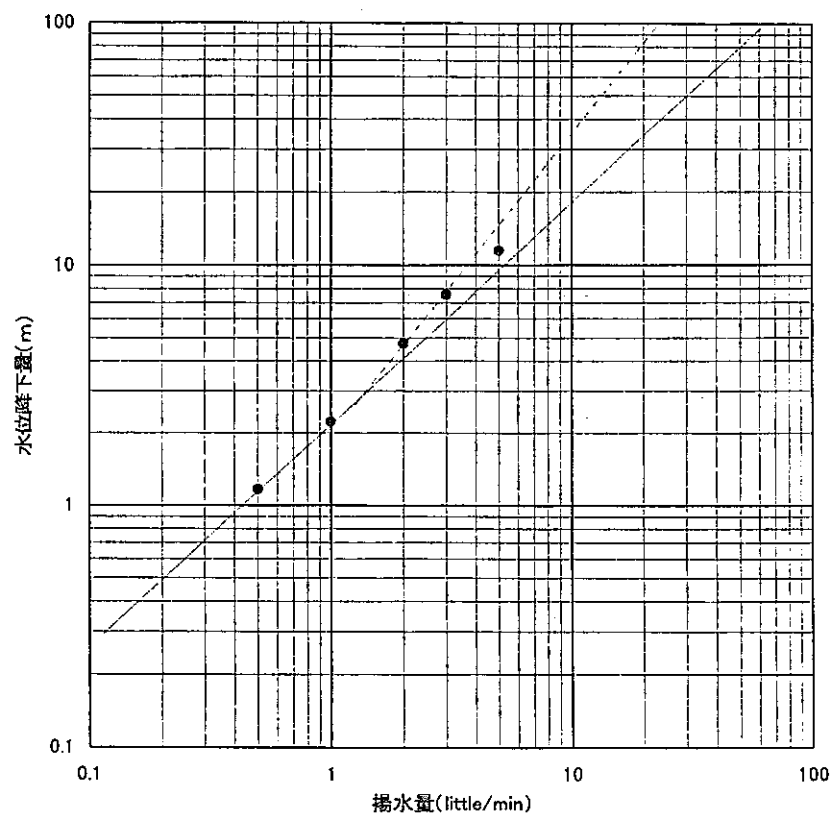


図5.70(3) MC-34号孔 段階揚水試験結果

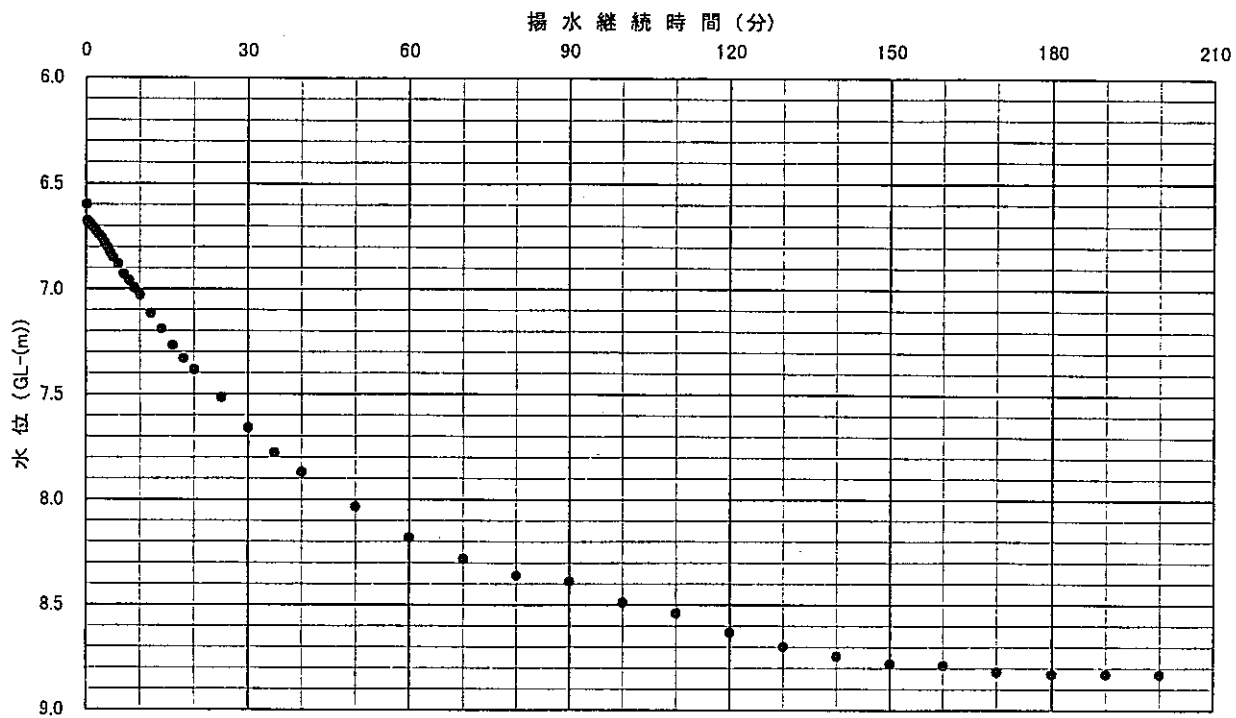


図5.71(1) MC-34号孔 定流量揚水試験結果 (1.0 little/min)

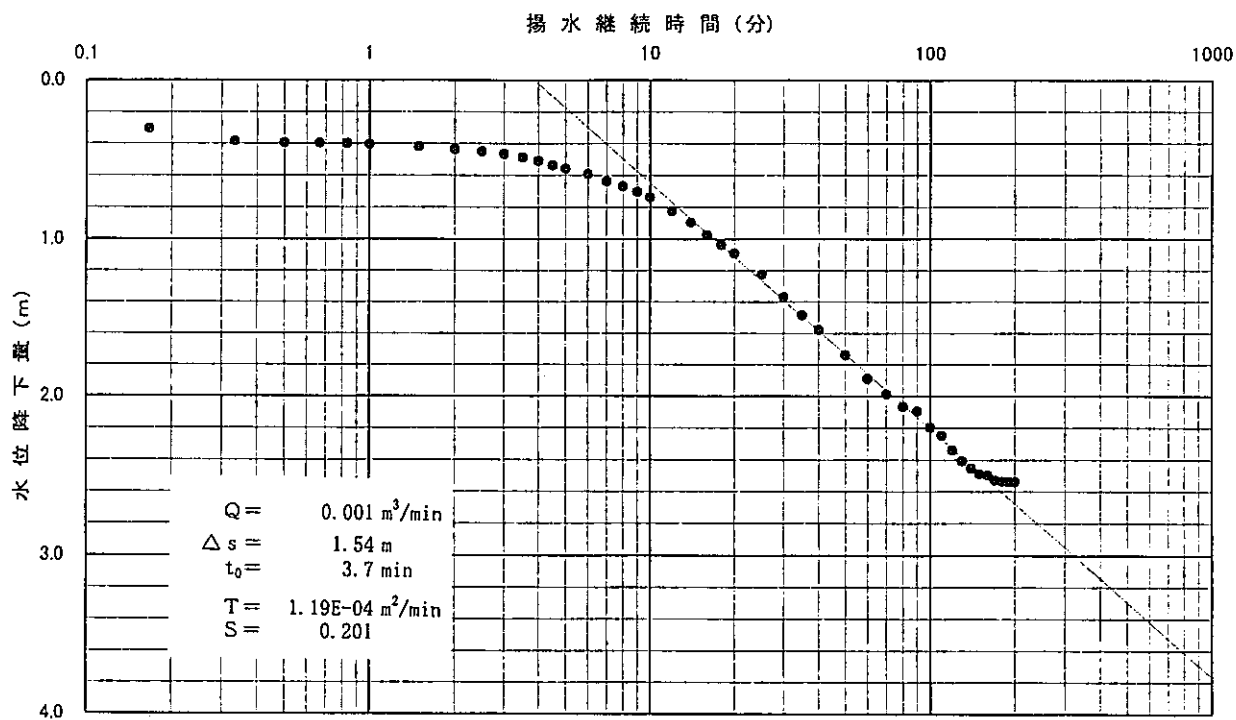


図5.71(2) MC-34号孔 定流量揚水試験結果 (1.0 little/min)

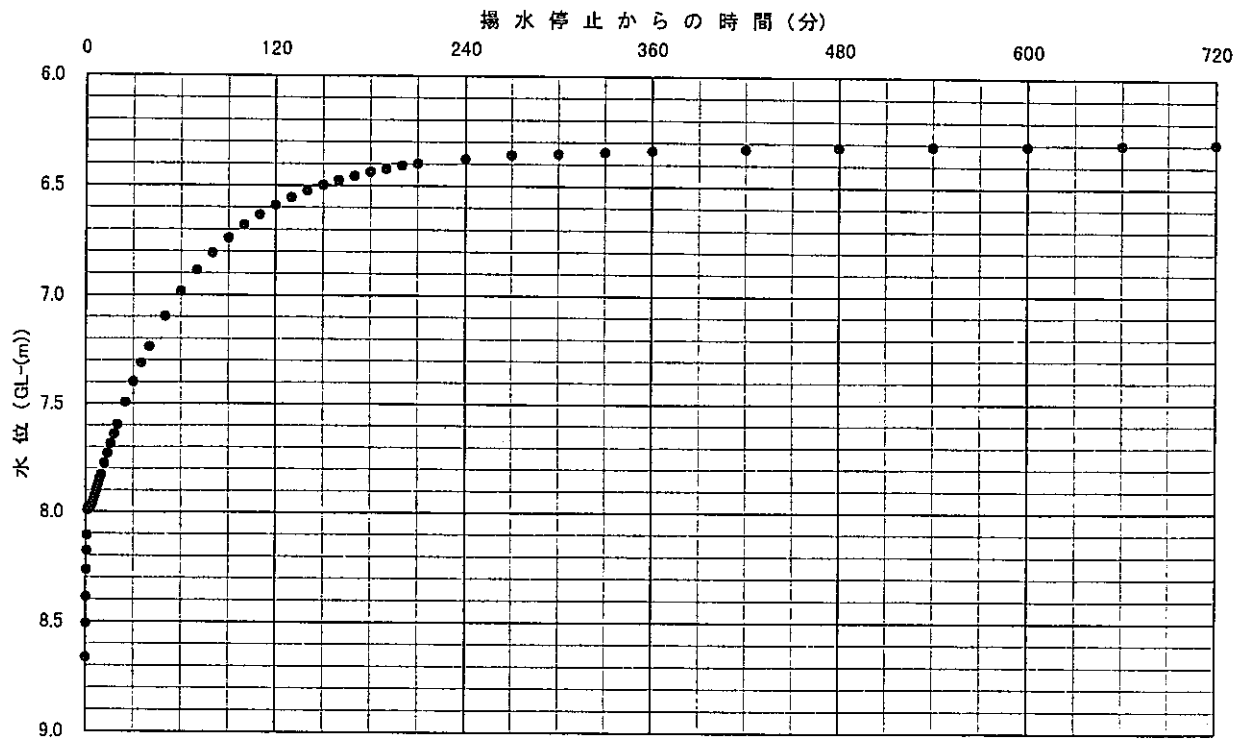


図5.72(1) MC-34号孔 水位回復試験結果

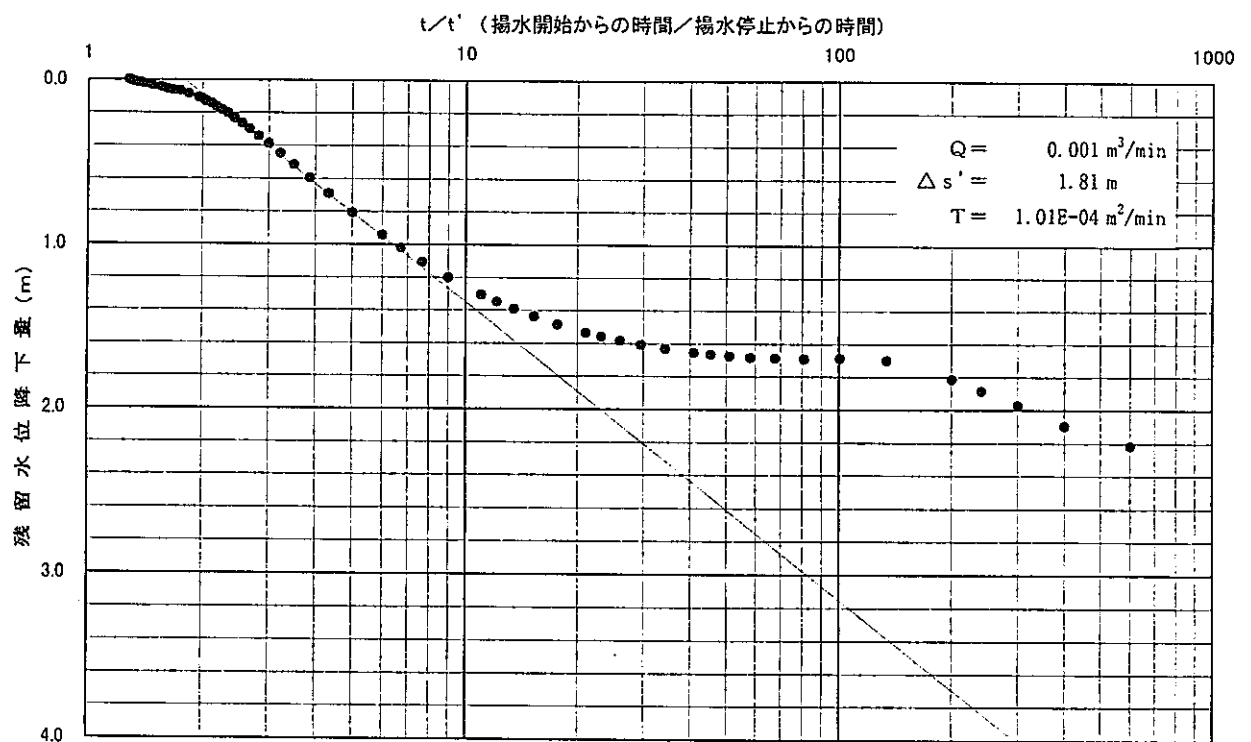


図5.72(2) MC-34号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

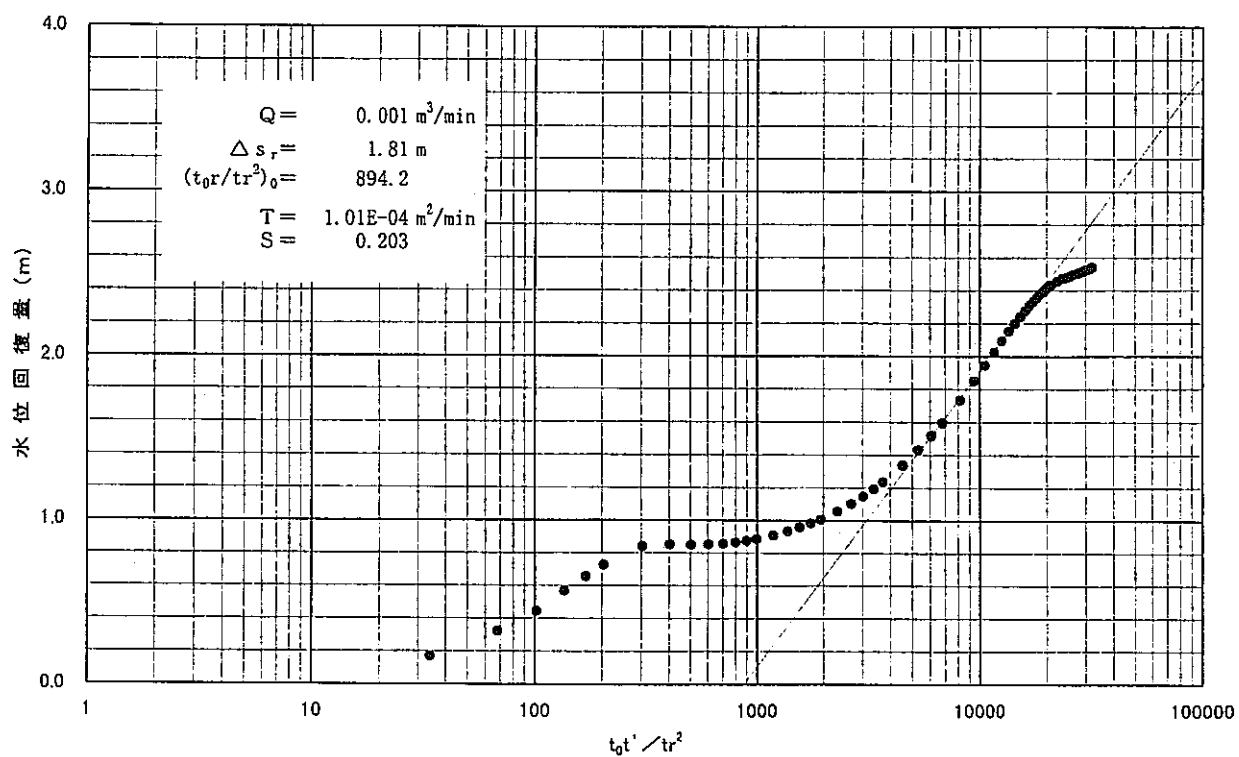


図5.72(3) MC-34号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

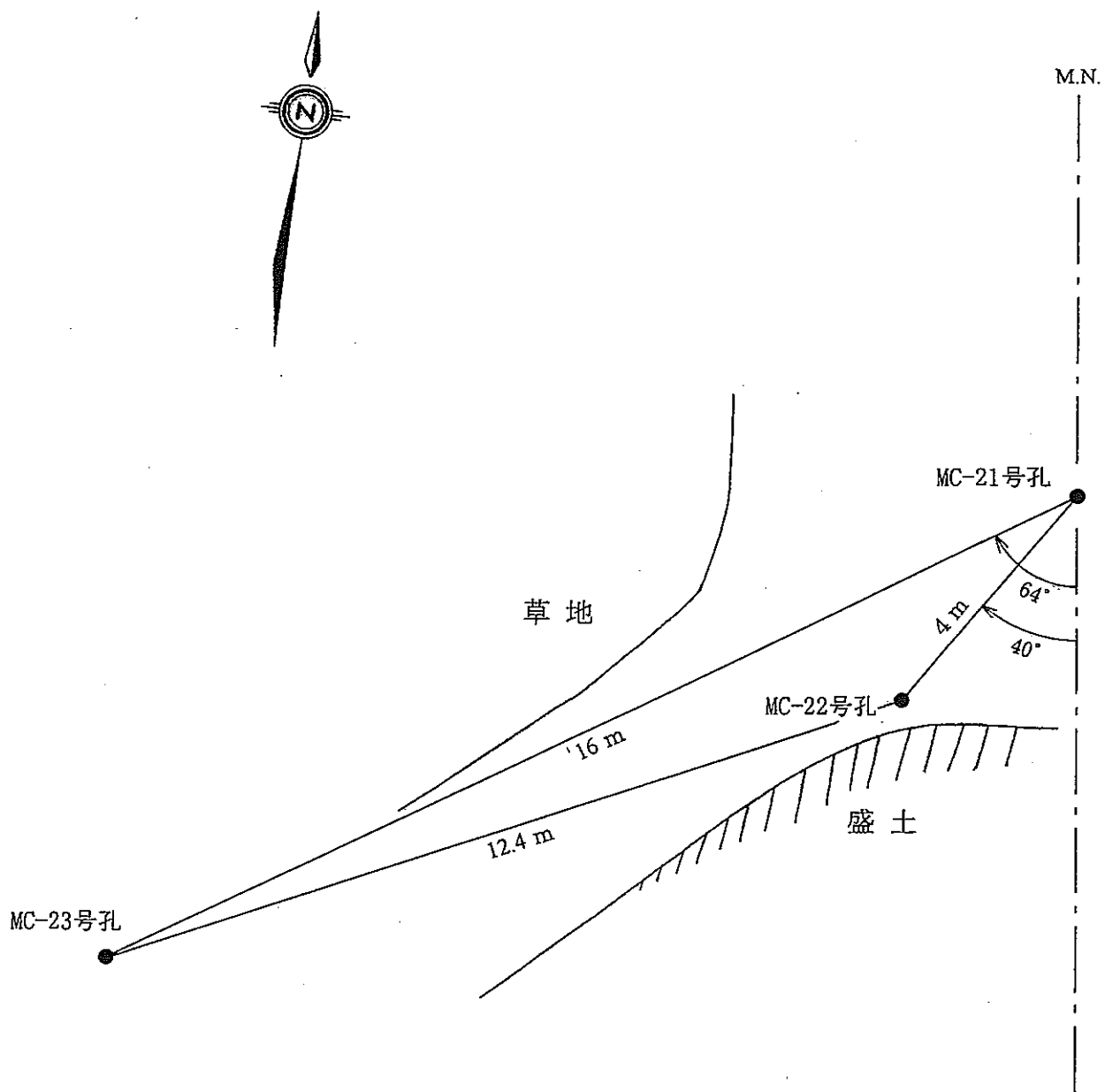


図5.73 MC-21号孔～MC-23号孔の位置関係概略図

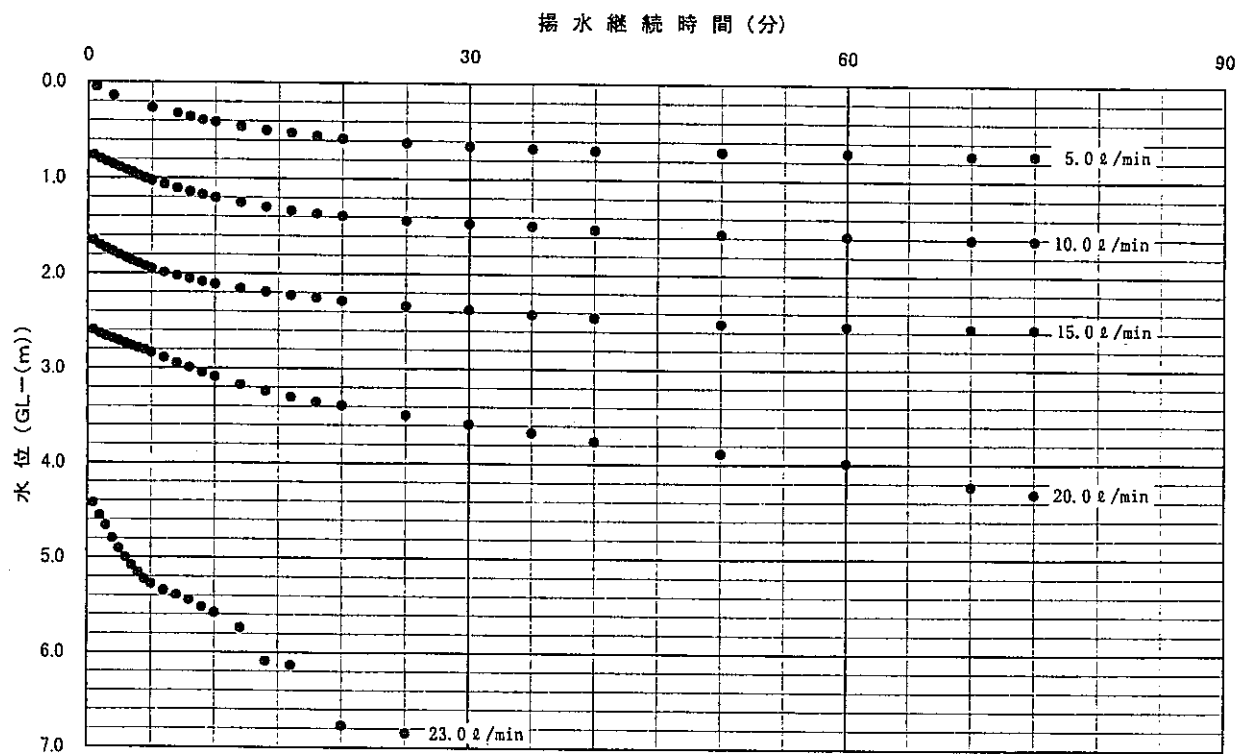


図5.74(1) MC-2 2号孔 段階揚水試験結果

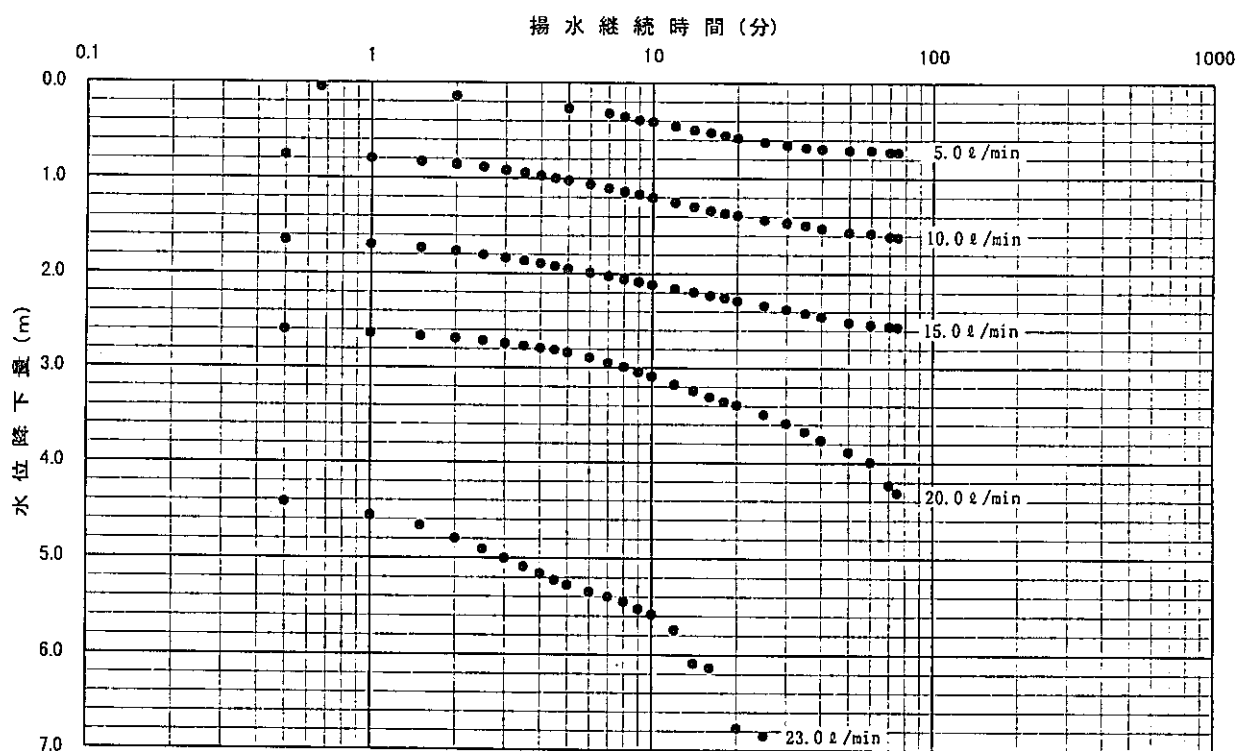


図5.74(2) MC-2 2号孔 段階揚水試験結果

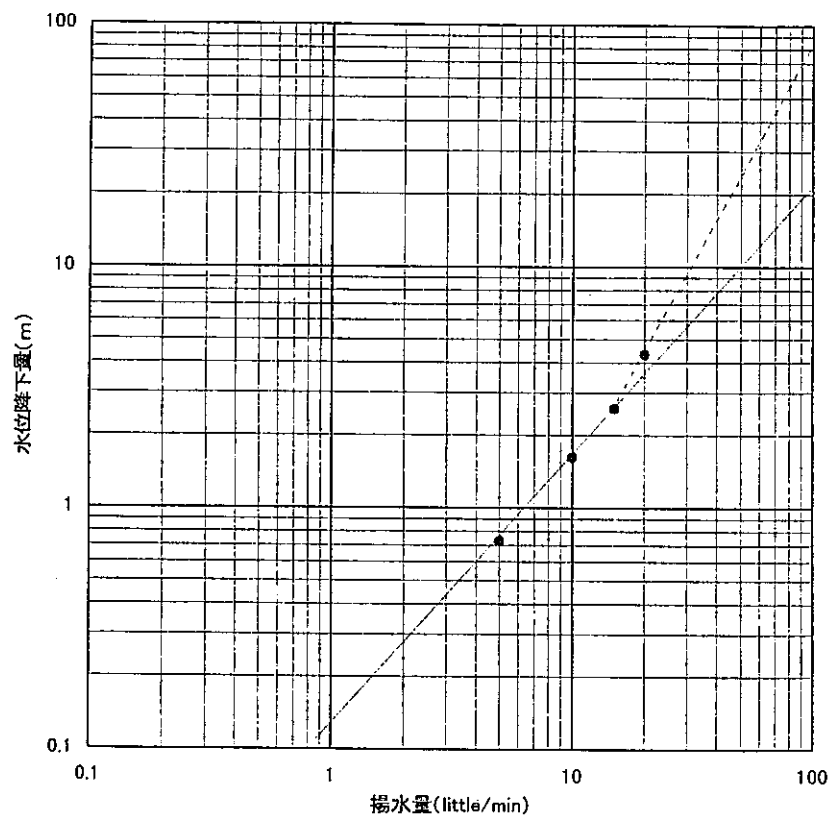


図5.74(3) MC-22号孔 段階揚水試験結果

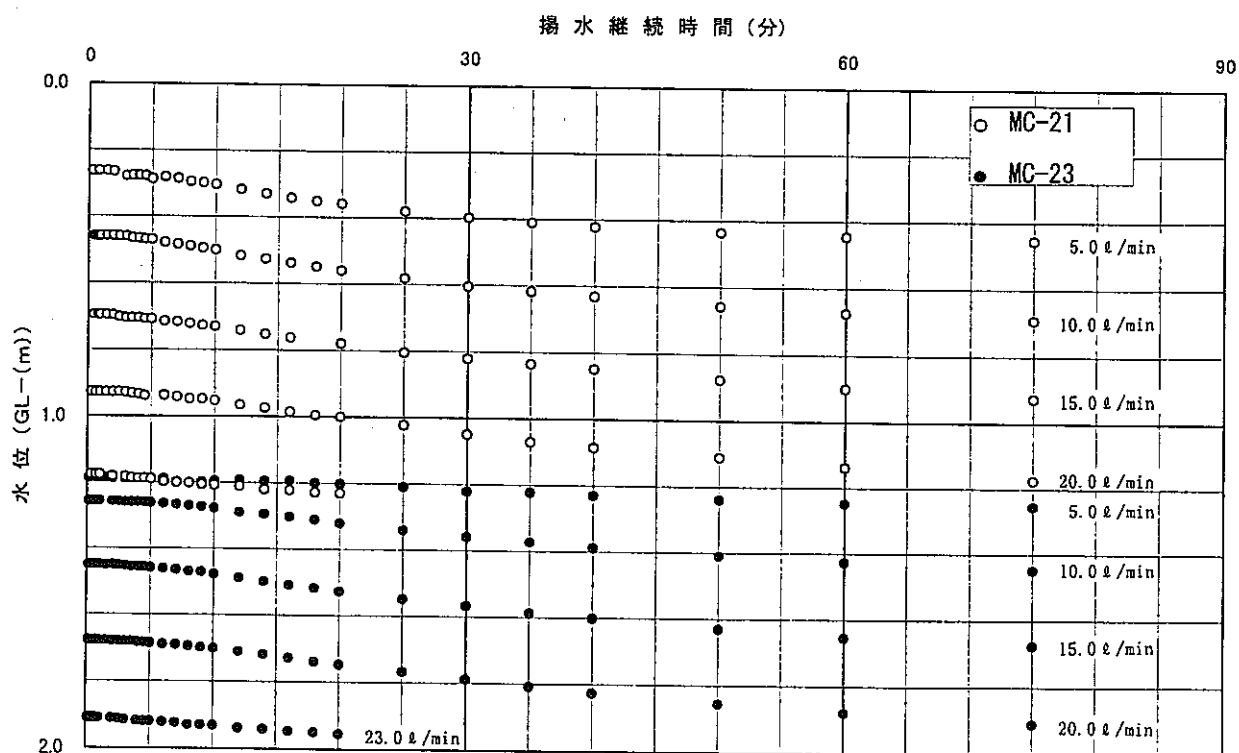


図5.74(4) MC-22号孔 段階揚水試験結果 (観測井: MC-21号孔、MC-23号孔)

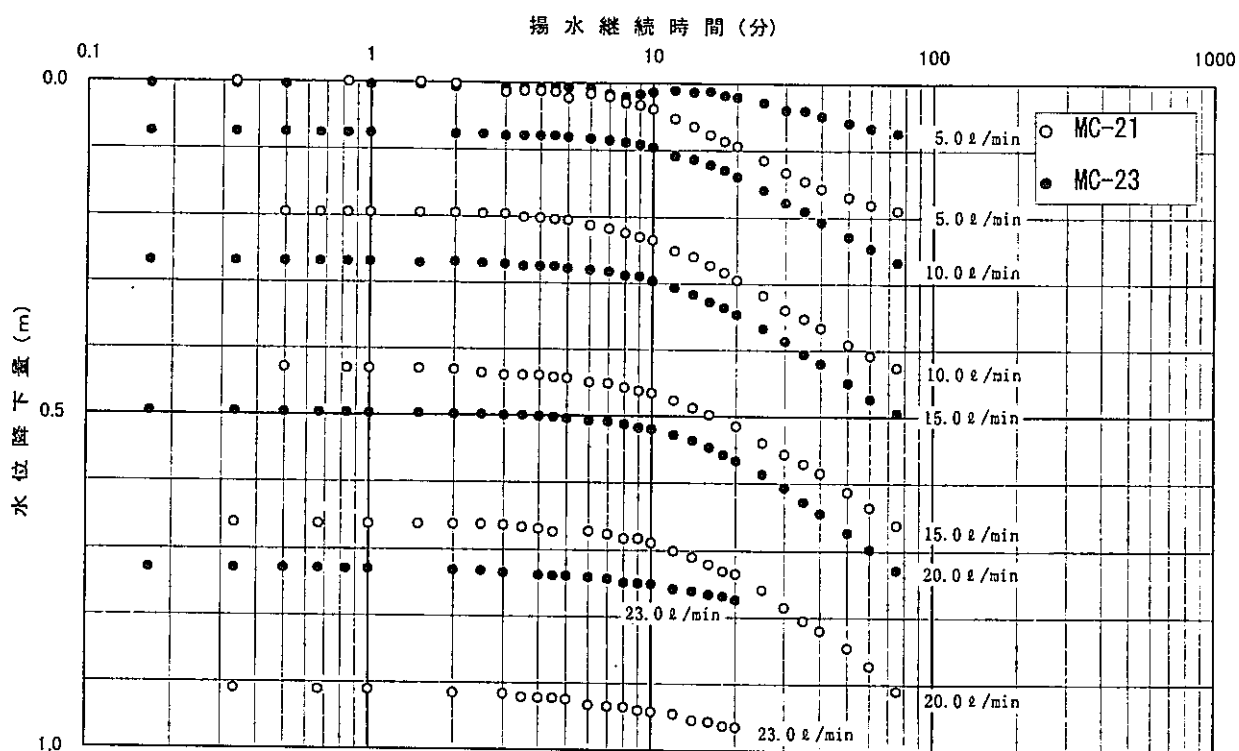


図5.74(5) MC-22号孔 段階揚水試験結果 (観測井: MC-21号孔、MC-23号孔)

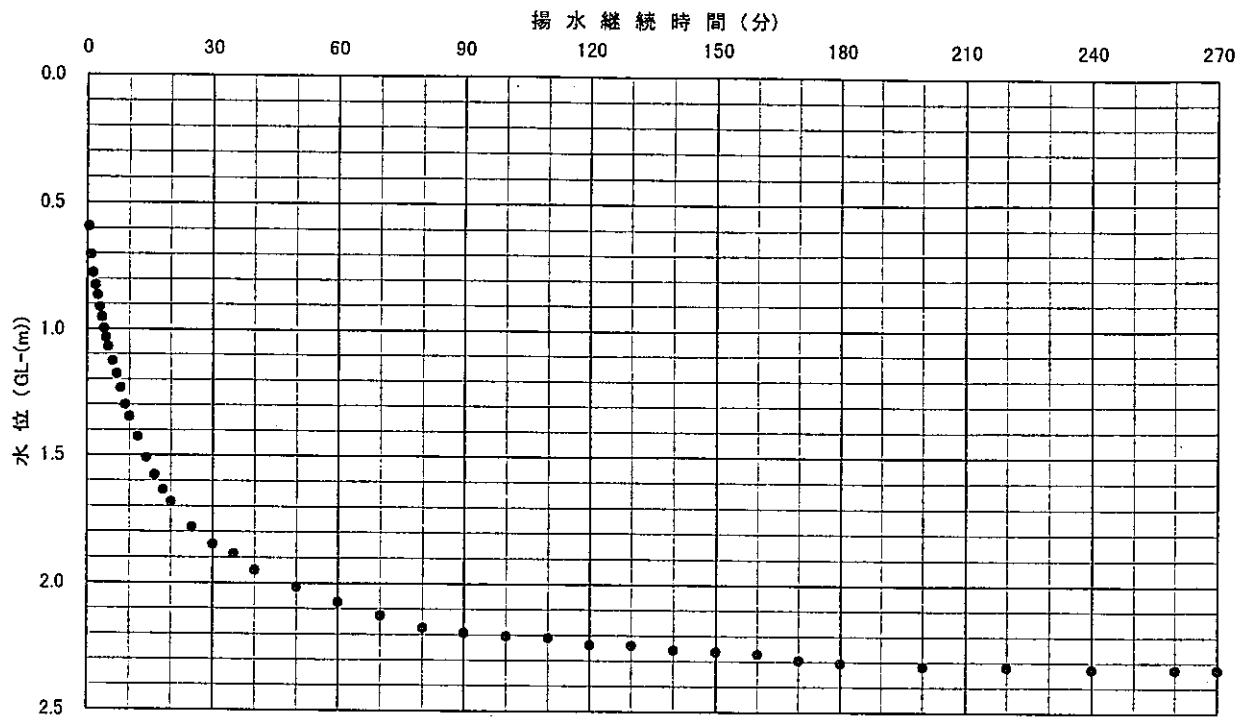


図5.75(1) MC-22号孔 定流量揚水試験結果 (12.0 little/min)

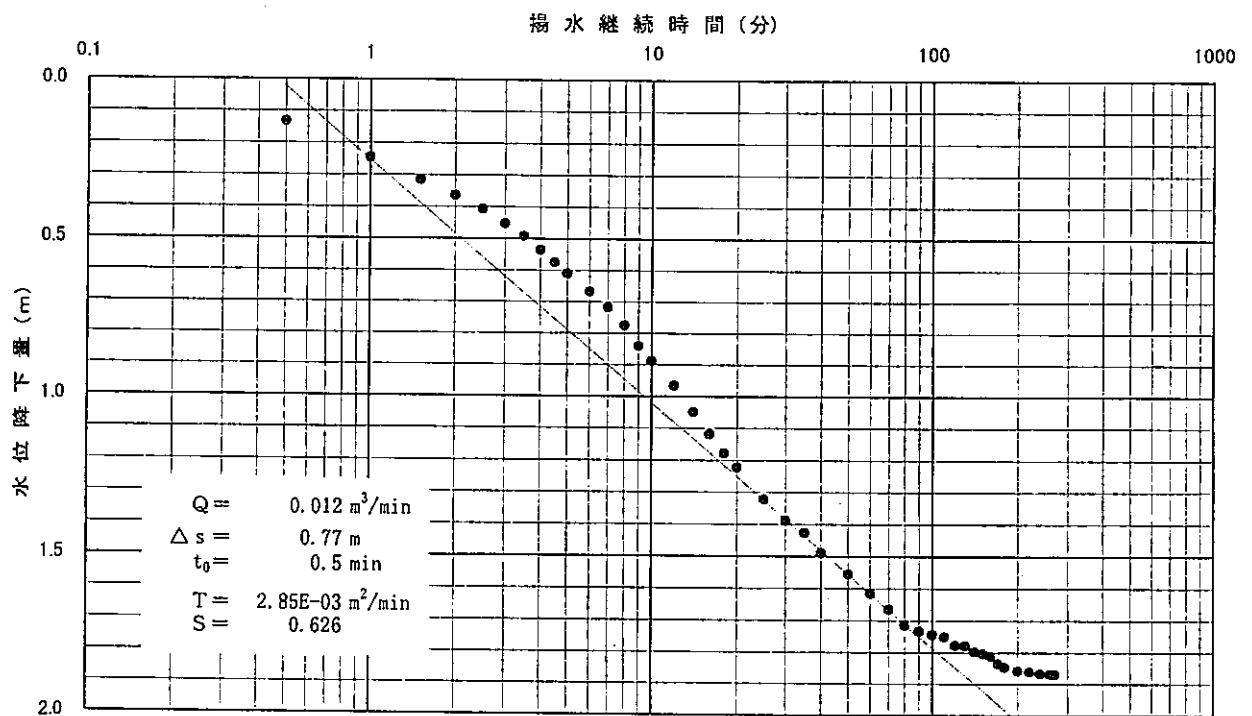


図5.75(2) MC-22号孔 定流量揚水試験結果 (12.0 little/min)

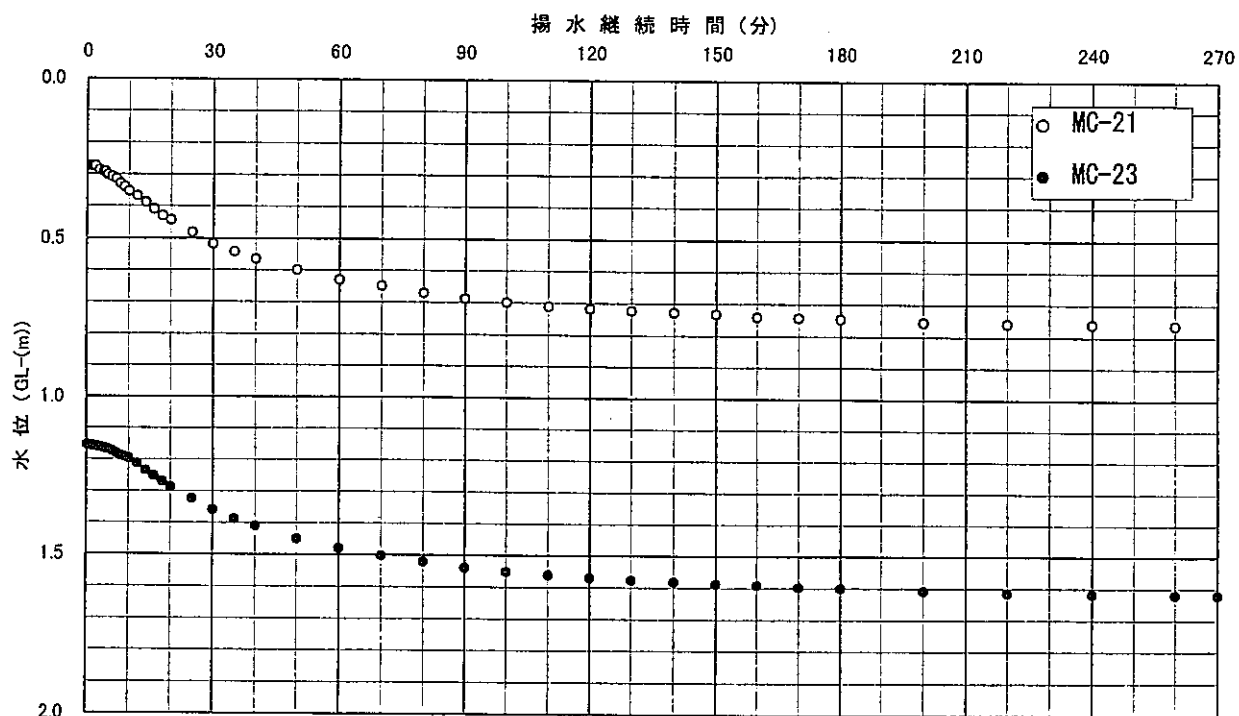


図5.75(3) MC-22号孔 定流量揚水試験結果 (観測井: MC-21号孔、MC-23号孔)

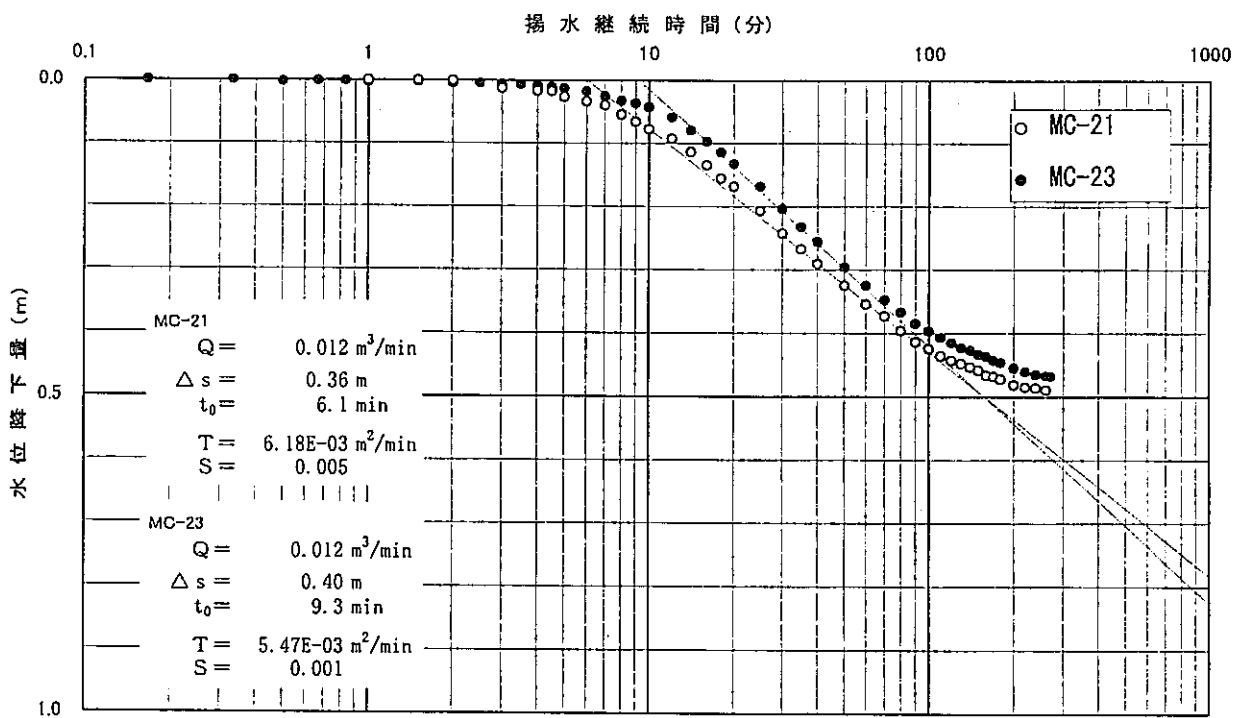


図5.75(4) MC-22号孔 定流量揚水試験結果 (観測井: MC-21号孔、MC-23号孔)

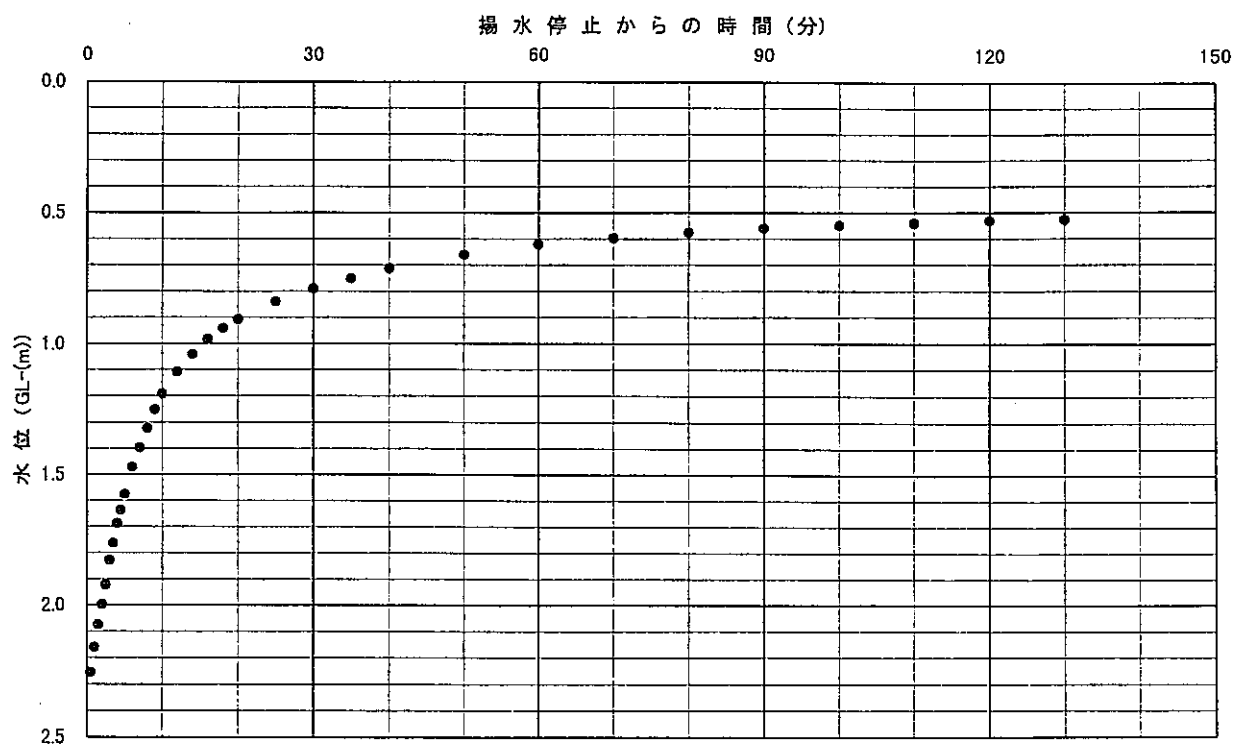


図5.76(1) MC-22号孔 水位回復試験結果

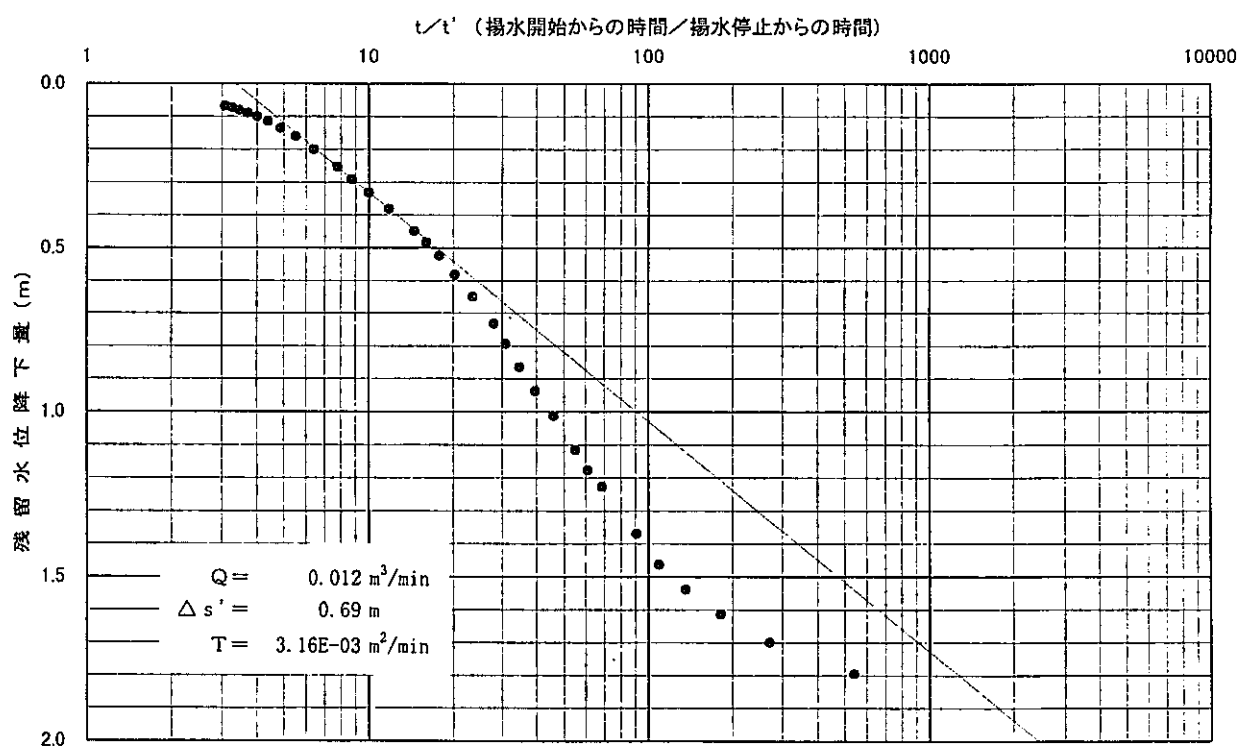


図5.76(2) MC-22号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

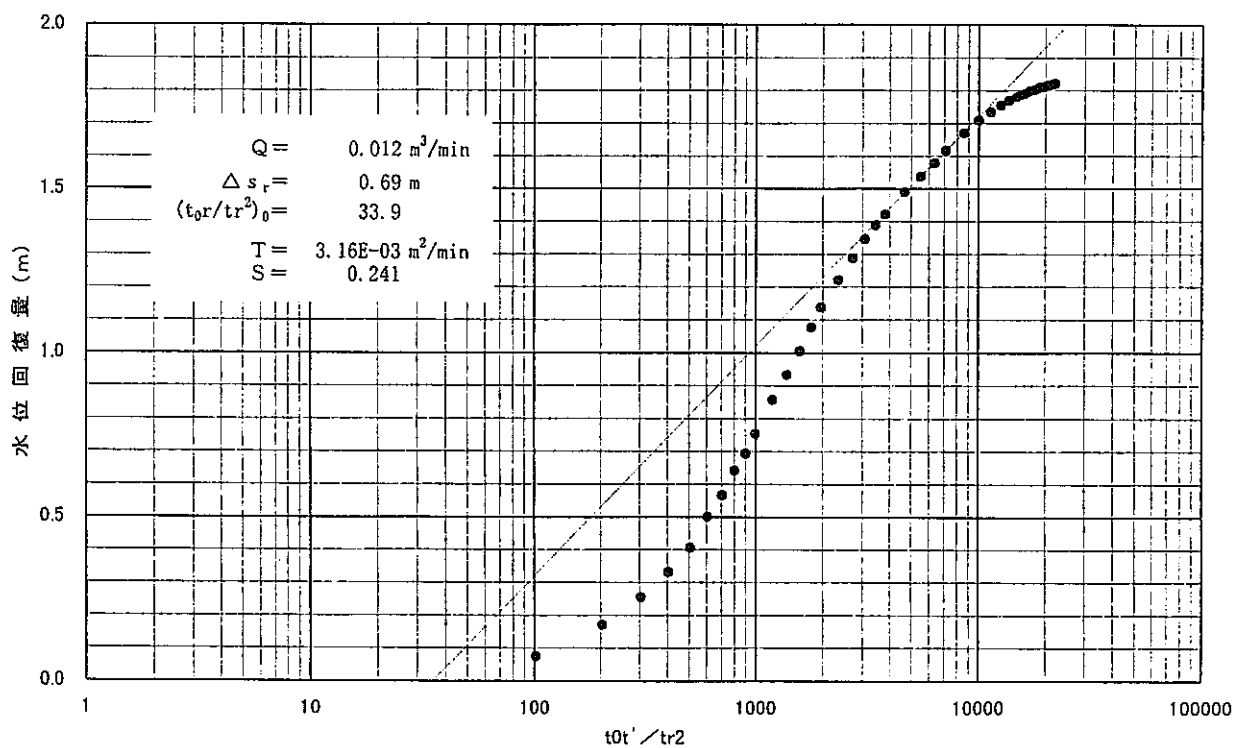


図5.76(3) MC-22号孔 水位回復試験結果（西垣・高坂の方法）

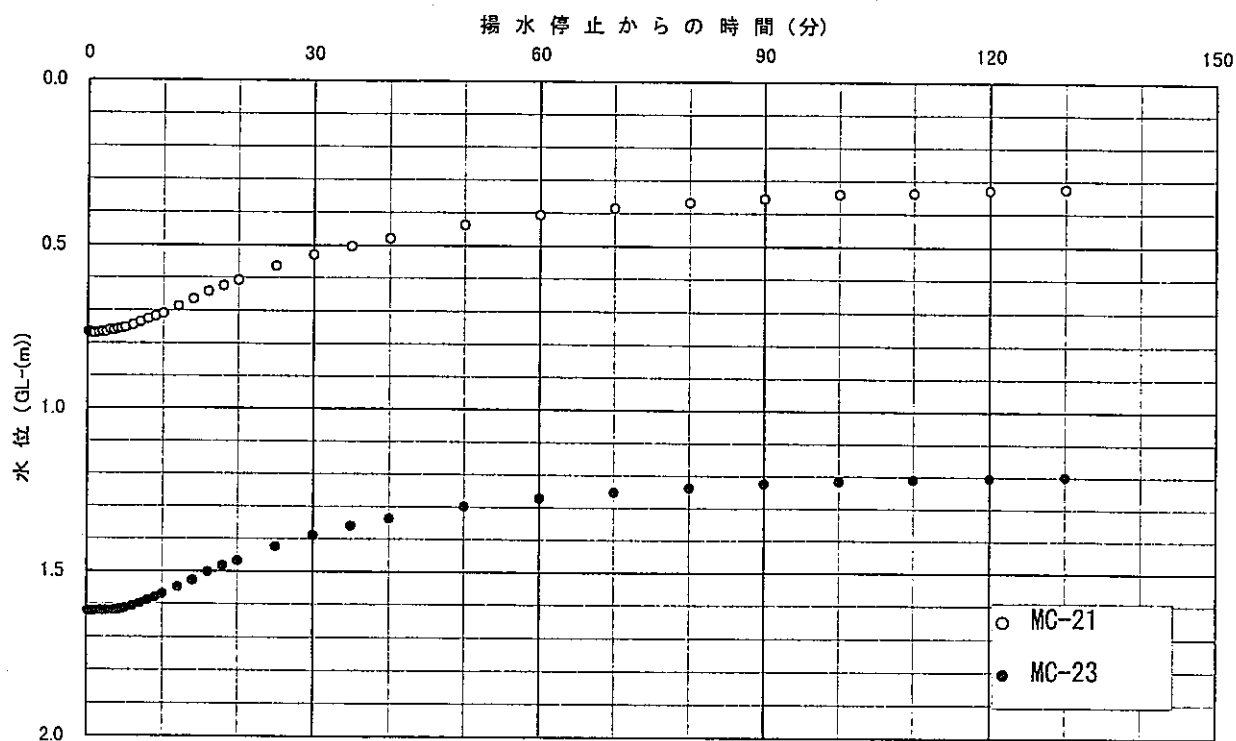


図5.76(4) MC-22号孔 水位回復試験結果 (観測井: MC-21号孔、MC-23号孔)

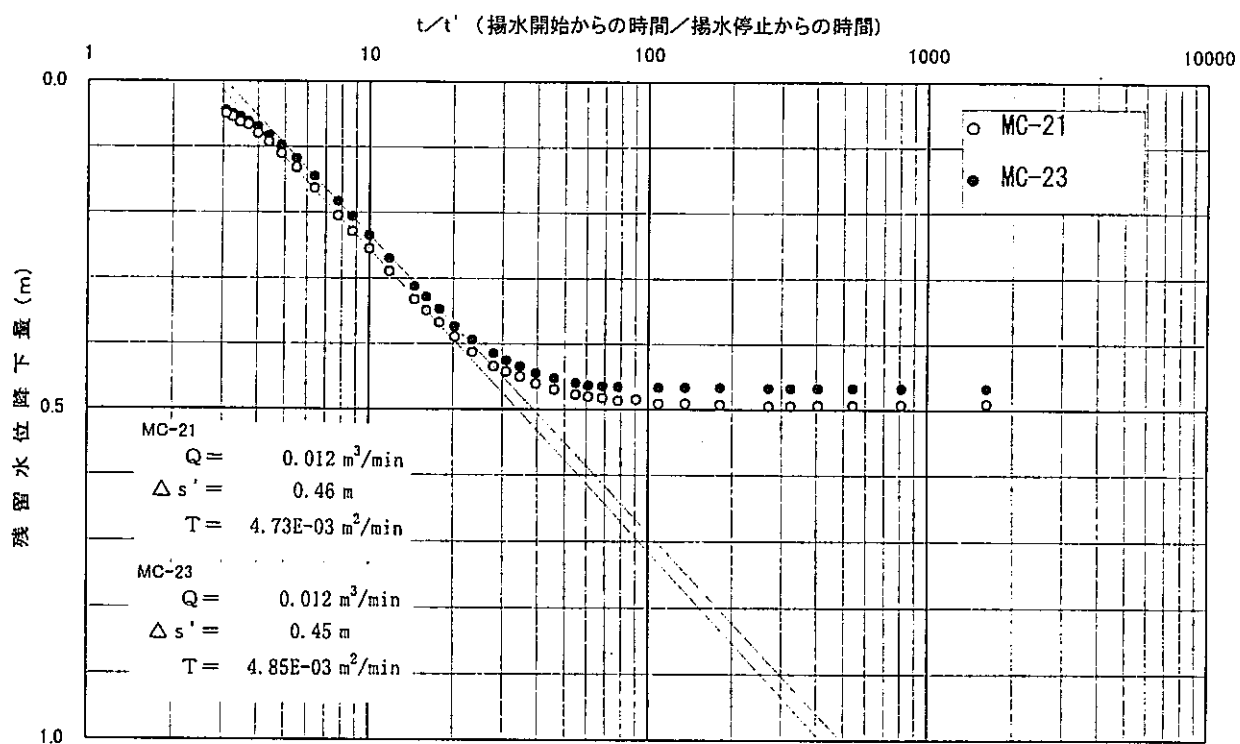


図5.76(5) MC-22号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法) 観測井: MC-21号孔、MC-23号孔

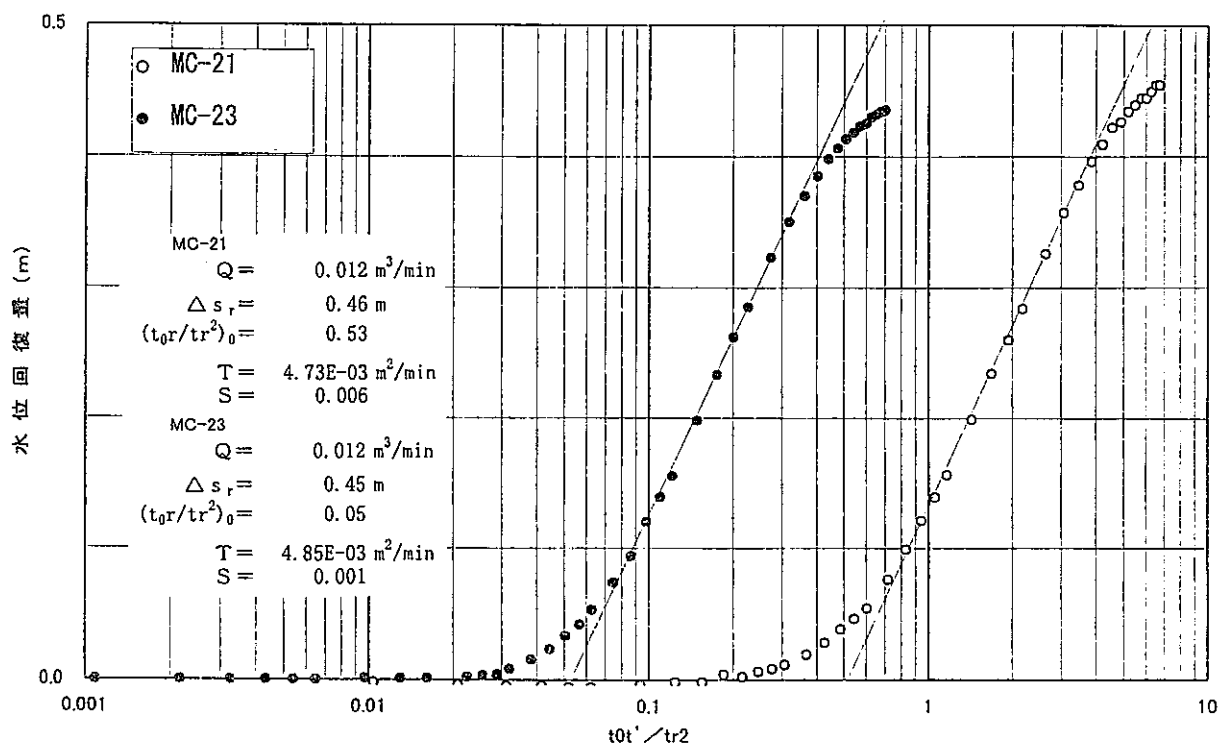


図5.76(6) MC-22号孔 水位回復試験結果（西垣・高坂の方法）観測井：MC-21号孔、MC-23号孔

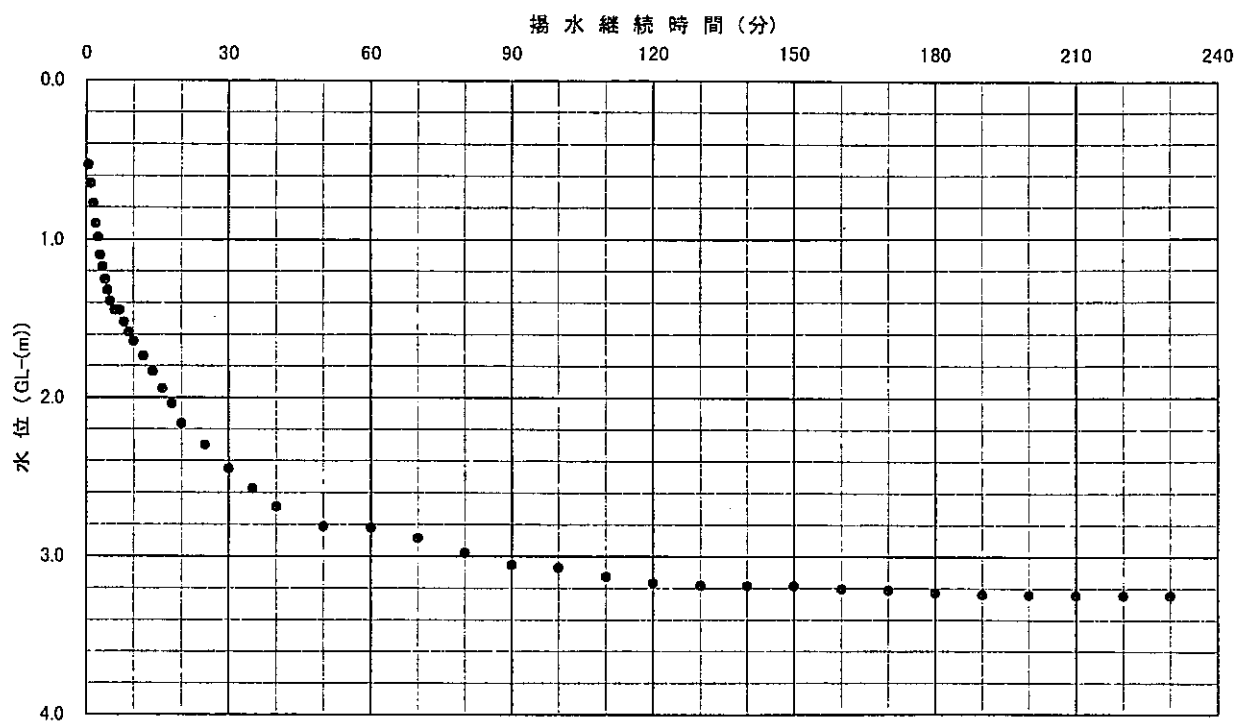


図5.77(1) MC-21号孔 定流量揚水試験結果 (10.0 little/min)

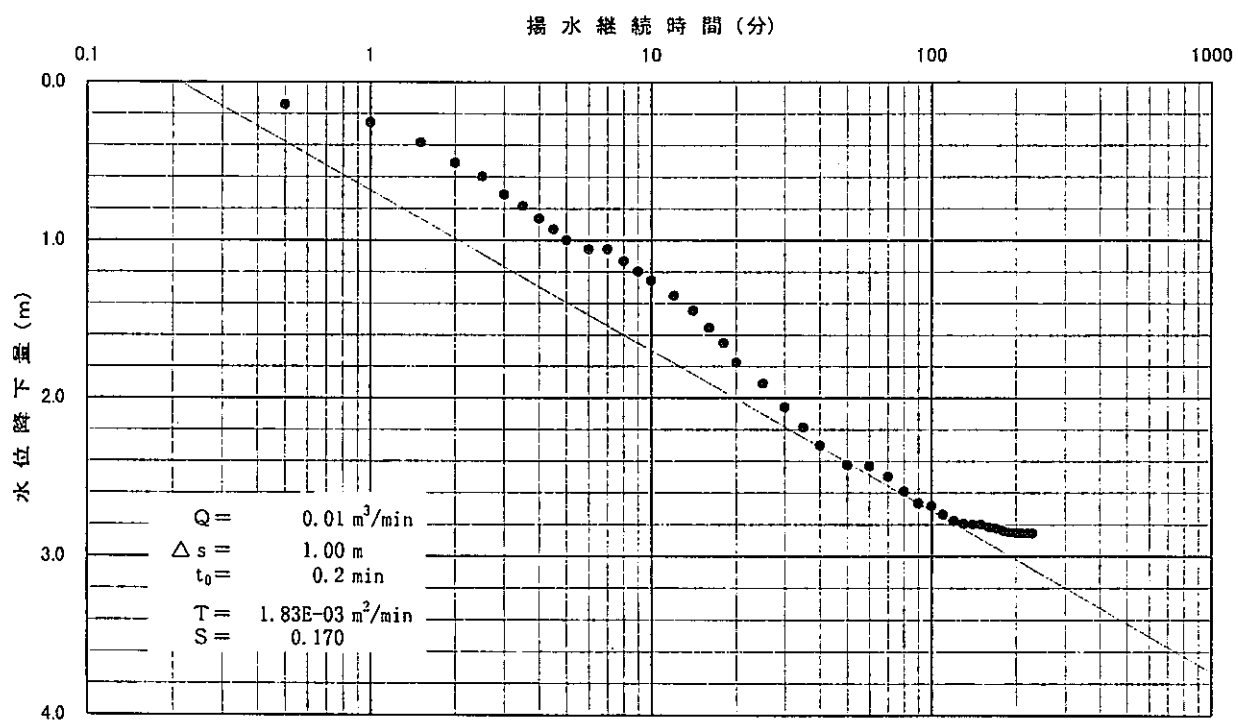


図5.77(2) MC-21号孔 定流量揚水試験結果 (10.0 little/min)

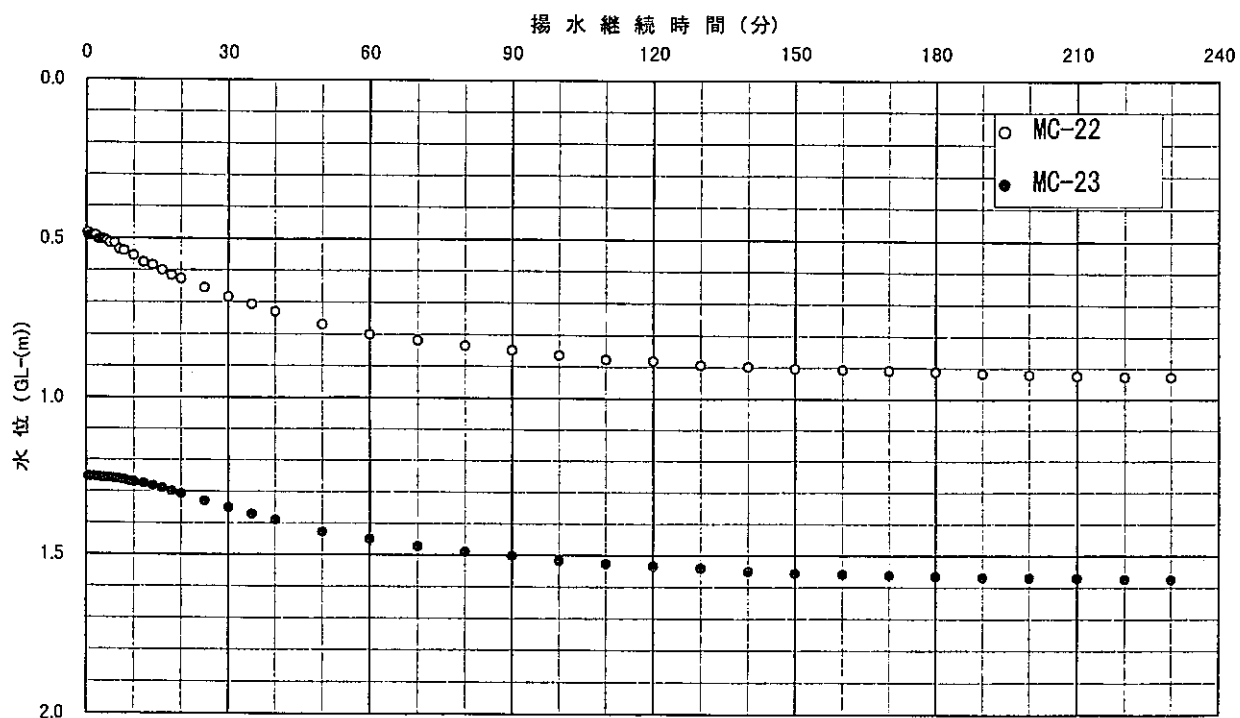


図5.77(3) MC-21号孔 定流量揚水試験結果 (観測井: MC-22号孔、MC-23号孔)

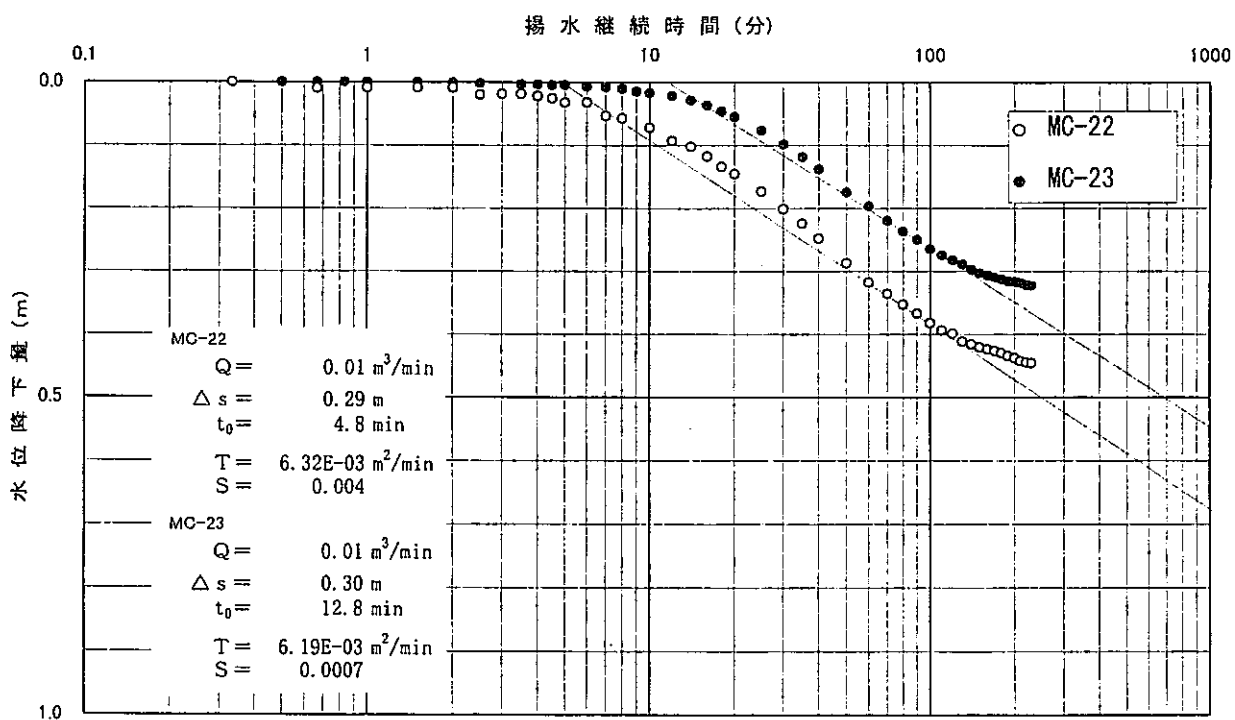


図5.77(4) MC-21号孔 定流量揚水試験結果 (観測井: MC-22号孔、MC-23号孔)

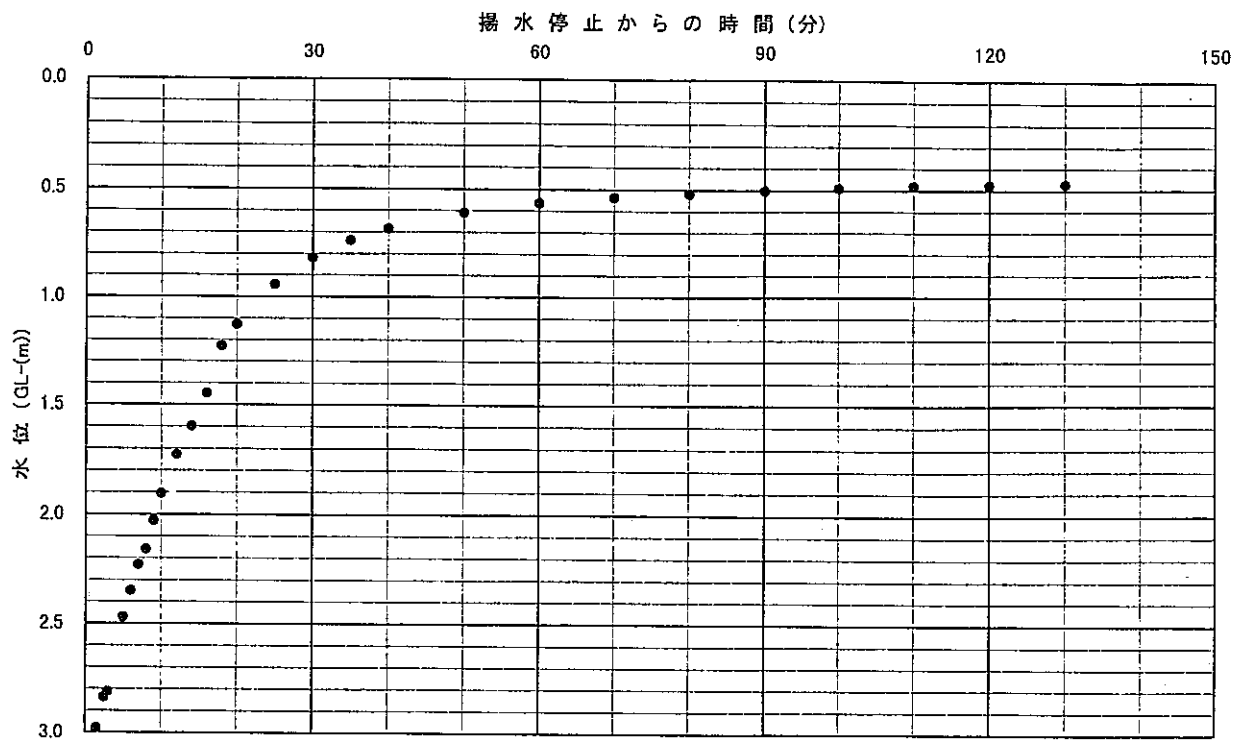


図5.78(1) MC-21号孔 水位回復試験結果

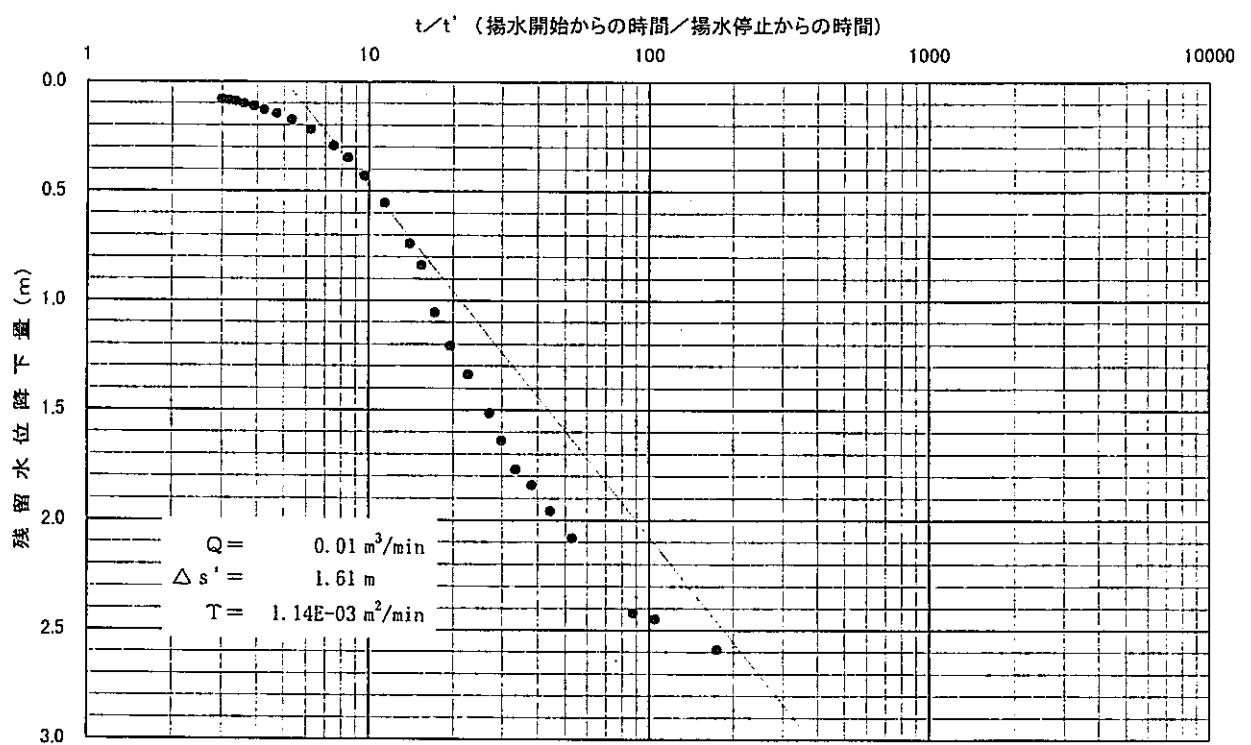


図5.78(2) MC-21号孔 水位回復試験結果 (タイスの方法)

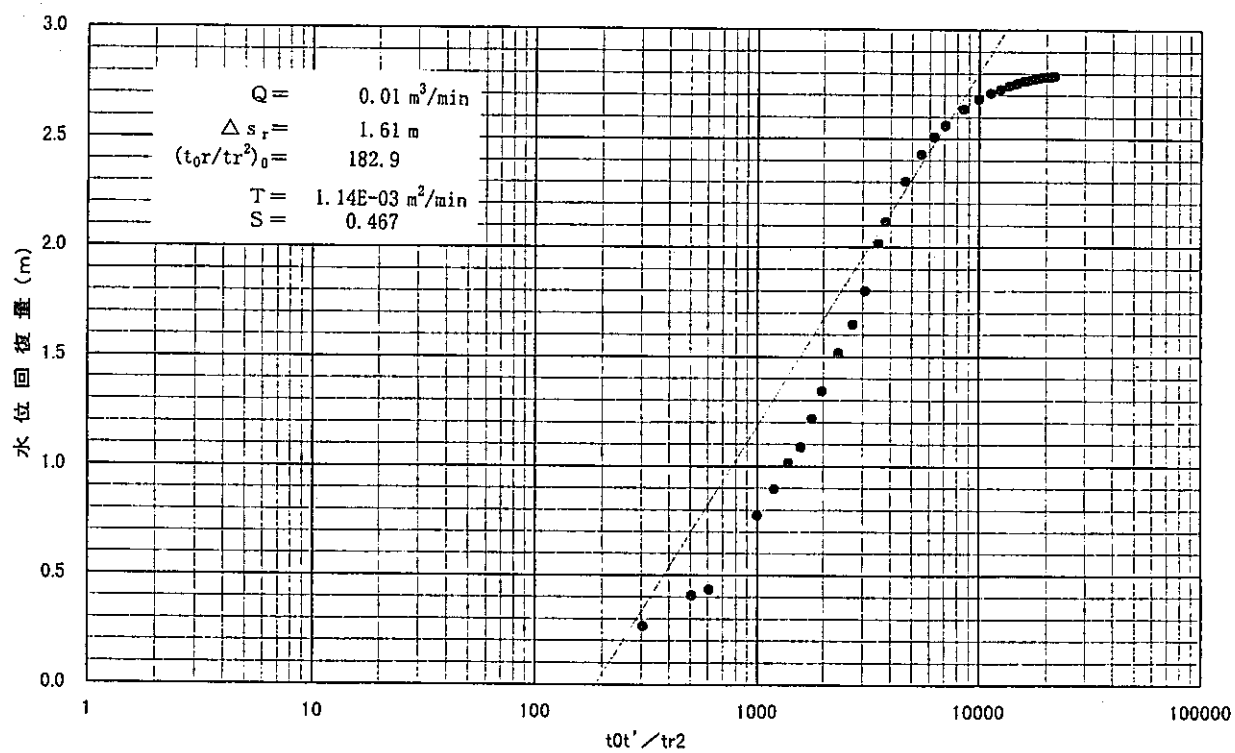


図5.78(3) MC-21号孔 水位回復試験結果 (西垣・高坂の方法)

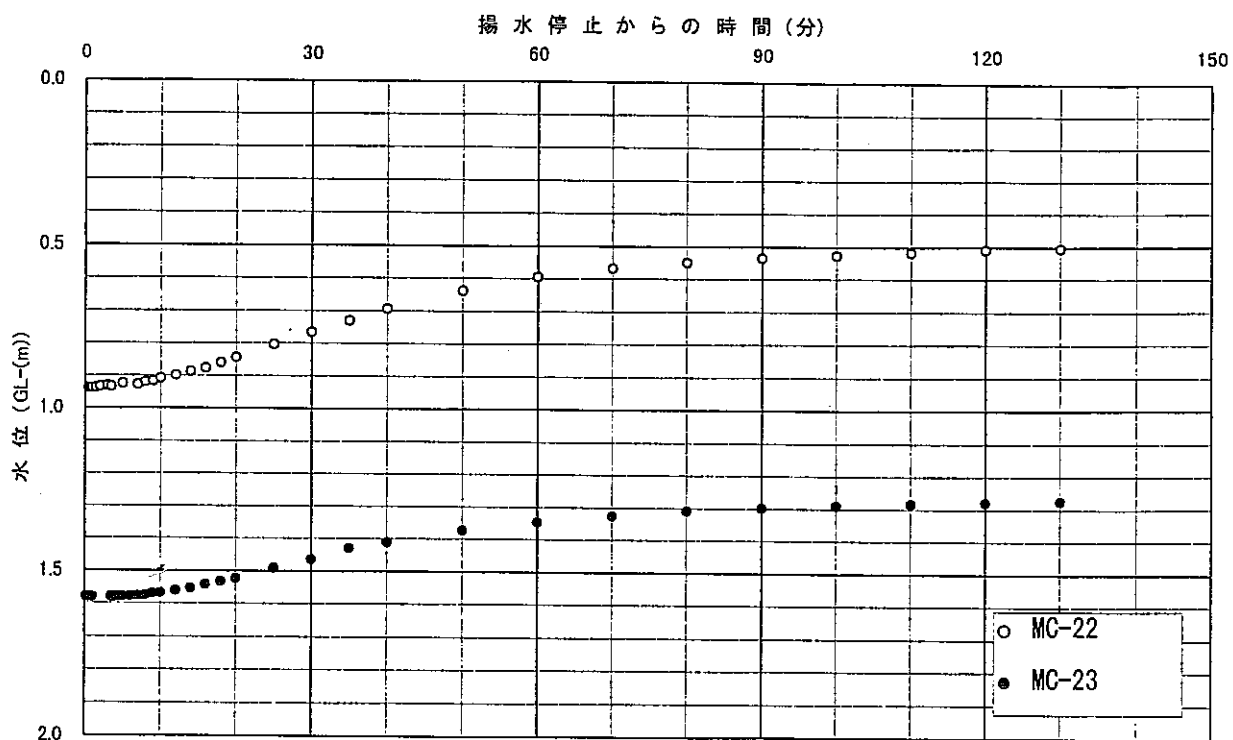


図5.78(4) MC-21号孔 水位回復試験結果 (観測井: MC-22号孔、MC-23号孔)

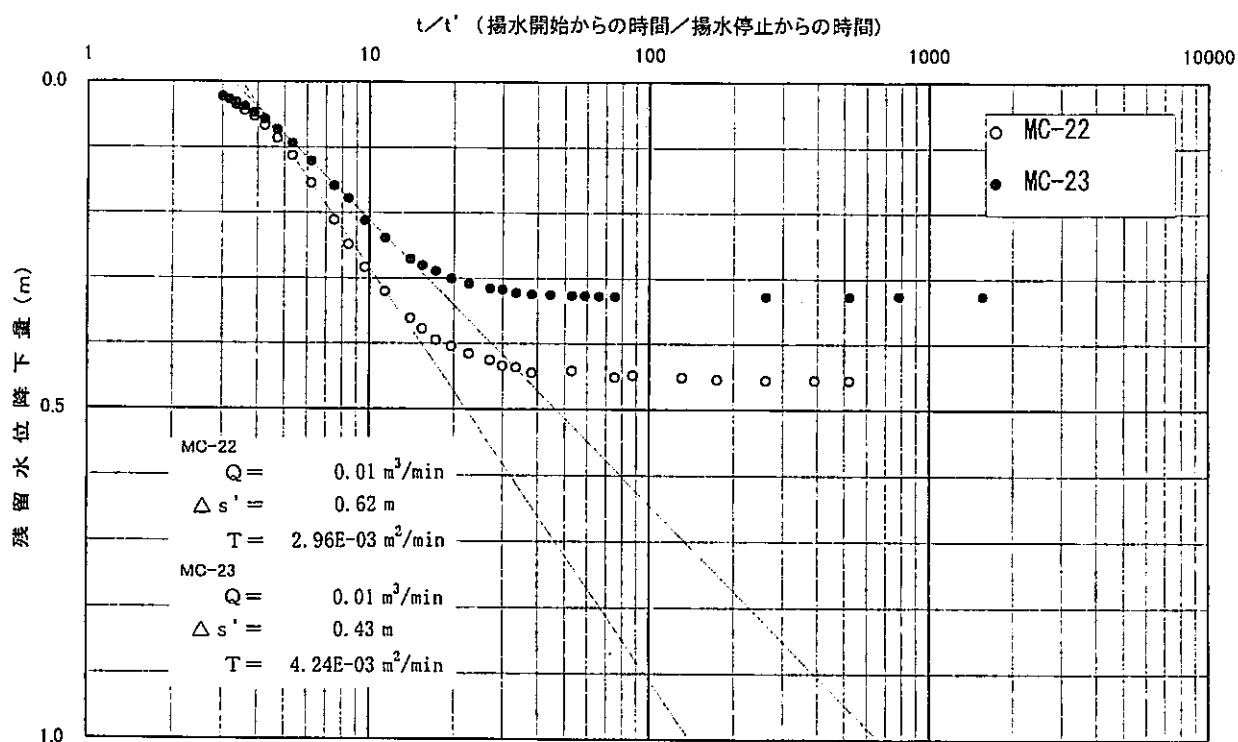


図5.78(5) MC-21号孔 水位回復試験結果 (観測井: MC-22号孔、MC-23号孔)

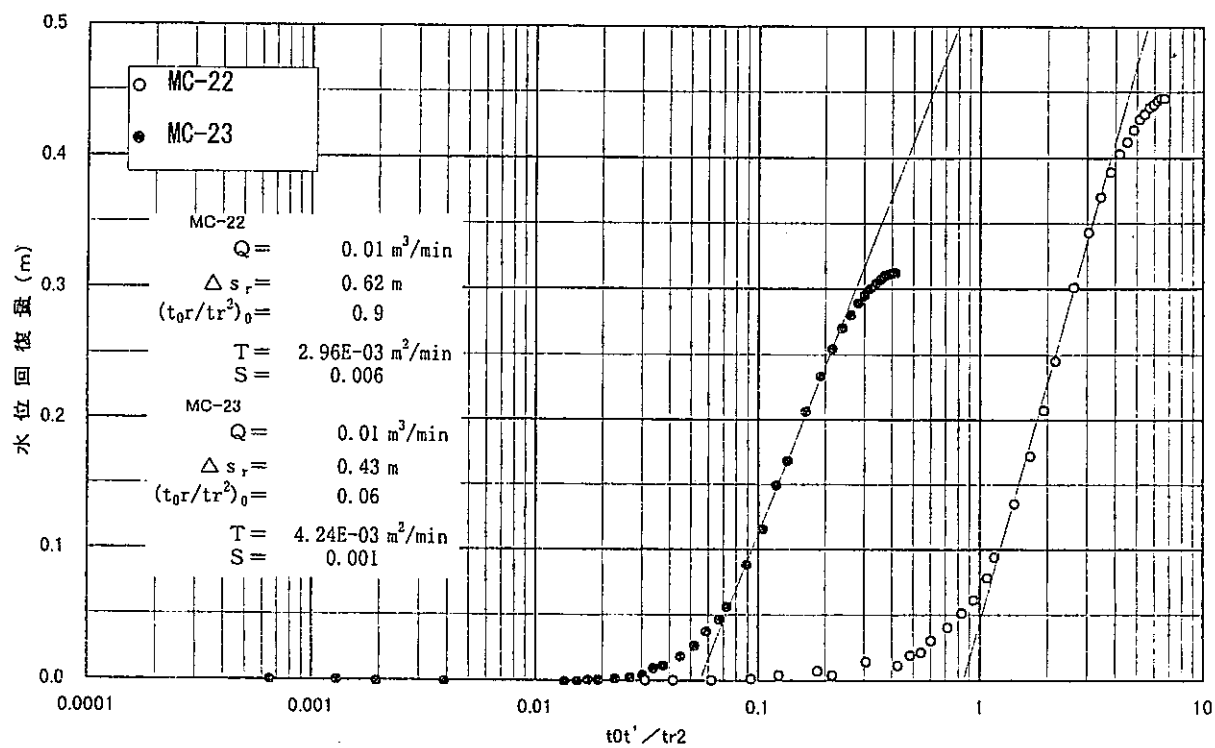


図5.78(6) MC-21号孔 水位回復試験結果(西垣・高坂の方法) 観測井: MC-22号孔、MC-23号孔

表5.3 多孔式揚水試験による帯水層係数一覧

		定流量揚水試験				水位回復試験			
		透水量係数 (cm ² /sec)	透水係数 (cm/sec)	貯留係数	比貯留係数 (1/cm)	透水量係数 (cm ² /sec)	透水係数 (cm/sec)	貯留係数	比貯留係数 (1/cm)
MC-2 1号孔	観測井(r=4.0m)	1.03E+00	1.80E-03	0.00534	9.37E-06	7.88E-01	1.38E-03	0.00563	9.88E-06
MC-2 2号孔	揚水井	4.75E-01	8.57E-04	0.626	1.14E-03	5.27E-01	9.51E-04	0.241	4.38E-04
MC-2 3号孔	観測井(r=12.4m)	9.12E-01	1.81E-03	0.000745	1.49E-06	8.08E-01	1.60E-03	0.000588	1.18E-06
MC-2 1号孔	揚水井	3.05E-01	5.44E-04	0.170	3.04E-04	1.90E-01	3.39E-04	0.467	8.34E-04
MC-2 2号孔	観測井(r=4.0m)	1.05E+00	1.90E-03	0.00429	7.80E-06	4.93E-01	8.94E-04	0.00581	1.06E-05
MC-2 3号孔	観測井(r=16.0m)	1.03E+00	2.08E-03	0.000695	1.39E-06	7.07E-01	1.43E-03	0.000529	1.06E-06

6. 地下水試料の水質分析

本調査において揚水試験を実施した試錐孔について、地下水試料を採水して水質分析を行った。地下水試料の採水は定流量揚水試験時に行い、揚水開始から2時間程度経過した後採水した。また、地下水試料の水質分析は動燃事業団において実施した。分析結果を表6.1に示す。

水質分析結果より各孔で採水された地下水のヘキサダイヤグラムを作成した(図6.1)。ヘキサダイヤグラムでは地下水中の主要溶存成分のうち、 $\text{Na}^+\text{+K}^+$ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} の6成分について当量単位の成分量を表示する。これらの図から、本調査で対象とした地下水の中で溶存成分量の多いものと少ないものを次のように分類できる。

溶存成分量の多い地下水：

平岩地区 MC-9号孔、MC-15号孔、MC-19号孔

松野地区 MC-24号孔

白倉地区 MC-28号孔、MC-29号孔、MC-30号孔、MC-31号孔

溶存成分量の少ない地下水：

平岩地区 MC-13号孔、MC-14号孔

松野地区 MC-21号孔、MC-22号孔

社別当地区 MC-25号孔、MC-26号孔、MC-27号孔

仲ヶ平地区 MC-32号孔

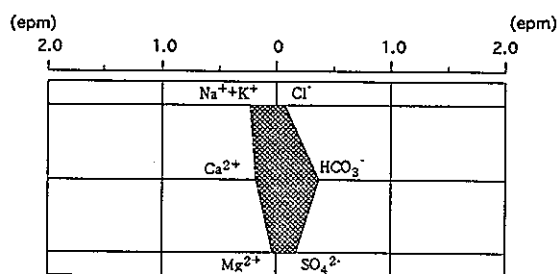
溶存する成分については、いずれの地下水も HCO_3^- の含有比が高く、溶存成分量が多いものは Ca-HCO_3 、少ないものは Na-HCO_3 で特徴づけられる傾向がある。

また、各孔の分析結果をトリリニアダイヤグラム上にプロットして水質組成図を示す(図6.2)。トリリニアダイヤグラムからは水質タイプの区分が可能となる(参考文献⁴⁾⁵⁾)。本調査で対象とした地下水の水質タイプは、 Ca-HCO_3 型あるいは Na-HCO_3 型に区分され、両者の領域にまたがり散在している。

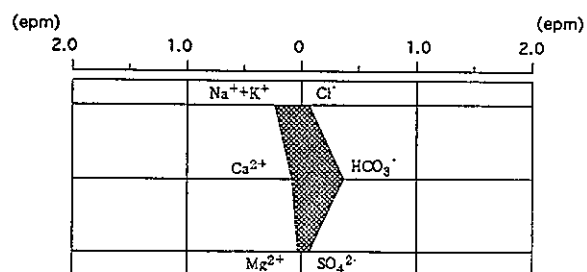
表6.1 水質分析結果一覽表

	pH	EC (μ S/cm)	Si (ppm)	Ti (ppm)	Al ³⁺ (ppm)	T. Fe (ppm)	Mn (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Sr ²⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	K ⁺ (ppm)	F ⁻ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	NO ₂ ⁻ (ppm)	PO ₄ ³⁻ (ppm)	Br ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	CO ₃ ²⁻ (ppm)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	U (ppb)	TC (ppm)	IC (ppm)	TOC (ppm)	NPOC (ppm)	
平岩地区																											
MC- 8号孔	6.0	49	22.74	<0.01	<0.1	<0.02	0.02	0.44	3.96	0.05	4.75	1.65	0.03	1.22	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	7.23	<1	22.4	0.16	11.42	10.49	0.93	0.95	
MC- 9号孔	7.3	99	22.32	<0.01	<0.1	<0.02	0.03	1.03	9.46	0.07	12.80	1.60	0.17	1.46	0.04	0.04	<0.02	1.77	5.71	<1	59.1	0.15	13.22	12.55	0.67	1.56	
MC-10号孔	6.6	44	25.62	<0.01	<0.1	0.04	0.03	0.41	3.25	0.02	5.75	1.95	0.06	0.68	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	2.56	-	-	0.09	7.24	6.53	0.70	0.72	
MC-11号孔	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC-12号孔	6.6	63	7.17	<0.01	<0.1	0.04	0.01	0.45	3.08	0.02	9.50	5.25	0.10	5.07	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	2.44	<1	32.9	1.38	11.14	8.67	2.46	1.84	
MC-13号孔	6.3	38	14.43	<0.01	<0.1	<0.02	0.03	0.24	1.46	0.012	5.15	1.80	0.14	3.25	<0.02	<0.02	<0.02	0.20	4.69	<1	12.8	0.18	6.40	4.04	2.35	1.93	
MC-14号孔	6.3	37	13.57	<0.01	<0.1	<0.02	0.07	0.45	2.15	0.02	4.65	1.85	0.09	0.71	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	1.92	<1	22.0	0.04	4.81	4.46	0.35	0.58	
MC-15号孔	6.8	114	38.08	<0.01	<0.1	0.36	0.14	1.10	13.67	0.07	10.40	1.53	0.05	1.30	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	5.17	<1	73.2	0.58	14.09	13.60	0.49	0.55	
MC-16号孔	5.8	55	11.35	<0.01	<0.1	<0.02	0.04	0.36	6.00	0.03	4.65	1.30	0.03	2.33	<0.02	<0.02	<0.02	0.29	7.61	<1	21.3	0.24	9.13	8.42	0.71	1.03	
MC-17号孔	6.4	79	20.21	<0.01	<0.1	<0.02	0.16	0.97	6.70	0.10	6.30	2.70	0.15	1.12	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	18.87	<1	25.9	0.75	6.44	5.39	1.04	0.96	
MC-18号孔	6.4	59	22.39	<0.01	<0.1	0.02	0.05	0.62	5.08	0.04	4.80	1.38	0.07	1.31	<0.02	2.06	<0.02	0.59	4.76	<1	28.8	0.18	9.45	8.81	0.64	0.65	
MC-19号孔	6.1	222	18.66	<0.01	<0.1	<0.02	1.34	4.24	26.07	0.23	8.00	8.20	0.08	6.14	<0.02	<0.02	0.09	0.023	19.13	<1	110.0	0.25	42.53	39.42	3.08	3.30	
MC-20号孔	5.7	58	15.97	<0.01	<0.1	<0.02	0.03	0.66	3.56	0.03	4.60	2.08	0.07	3.26	<0.02	<0.02	0.024	7.99	2.67	<1	14.2	0.45	9.52	8.40	1.11	1.13	
松野地区																											
MC-21号孔	5.4	18	7.27	<0.01	<0.1	<0.02	0.02	0.21	0.80	0.013	1.72	1.28	0.025	1.37	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	1.07	<1	8.2	0.06	3.02	2.47	0.54	0.64	
MC-22号孔	5.3	18	5.36	<0.01	<0.1	0.03	0.13	0.25	0.62	<0.01	1.58	1.32	0.023	1.47	<0.02	<0.02	0.022	0.023	1.45	<1	7.6	0.20	5.74	5.41	0.73	0.76	
MC-23号孔	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC-24号孔	7.5	100	9.42	<0.01	<0.1	<0.02	0.04	1.49	15.20	0.18	3.50	1.80	0.37	1.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	3.94	<1	62.0	0.61	14.07	12.82	1.25	1.26	
社別当地区																											
MC-25号孔	6.3	35	15.28	<0.01	<0.1	<0.02	<0.01	0.29	2.46	0.02	4.10	1.22	0.05	0.70	<0.02	0.26	<0.02	<0.02	1.24	<1	21.0	0.16	6.31	5.83	0.48	0.48	
MC-26号孔	6.1	31	12.85	<0.01	<0.1	<0.02	<0.01	0.22	1.89	0.02	3.30	1.15	0.03	0.07	<0.02	0.19	<0.02	0.13	0.79	<1	16.2	0.30	5.50	4.77	0.72	0.48	
MC-27号孔	6.2	30	13.25	<0.01	<0.1	<0.02	<0.01	0.29	2.11	0.02	3.50	1.07	0.028	0.85	<0.02	0.26	<0.02	0.03	1.09	<1	17.4	0.09	7.19	6.74	0.45	0.45	
白倉地区																											
MC-28号孔	7.1	229	17.81	<0.01	<0.1	0.05	0.11	1.24	25.40	0.08	26.50	1.40	0.20	2.50	<0.02	0.08	0.028	0.028	20.97	<1	133.0	0.07	35.74	33.45	2.29	2.21	
MC-29号孔	6.7	209	22.87	<0.01	<0.1	0.67	0.58	3.15	24.85	0.09	21.50	1.70	0.03	2.95	<0.02	<0.02	0.05	<0.02	4.70	<1	141.0	0.06	35.30	32.64	2.66	2.54	
MC-30号孔	6.5	104	18.34	<0.01	<0.1	0.04	0.21	1.53	11.75	0.03	20.00	1.52	0.08	2.01	<0.02	<0.02	<0.02	0.04	9.68	<1	56.9	0.07	13.56	12.58	0.98	1.25	
MC-31号孔	6.6	143	13.90	<0.01	<0.1	<0.02	0.30	2.07	17.99	0.09	9.50	1.65	0.05	4.12	<0.02	<0.02	<0.02	0.08	24.11	<1	54.7	0.88	14.83	13.59	1.24	1.35	
仲ヶ平地区																											
MC-32号孔	6.6	19	7.52	<0.01	<0.1	<0.02	<0.01	0.28	1.32	0.01	2.20	0.42	0.08	0.54	<0.02	<0.02	<0.02	0.06	0.35	<1	14.6	0.17	2.84	2.70	0.14	0.18	
MC-33号孔	6.0	55	7.69	<0.01	<0.1	<0.02	0.07	0.91	3.22	0.03	4.60	1.60	0.02	4.69	0.08	<0.02	<0.02	6.96	0.45	<1	19.5	0.21	8.52	7.60	0.92	0.82	
MC-34号孔	6.3	34	7.01	<0.01	<0.1	<0.02	0.03	0.72	1.93	0.02	2.80	1.00	0.03	0.72	<0.02	<0.02	<0.02	0.68	0.42	<1	23.3	0.11	9.37	8.10	0.46	0.49	

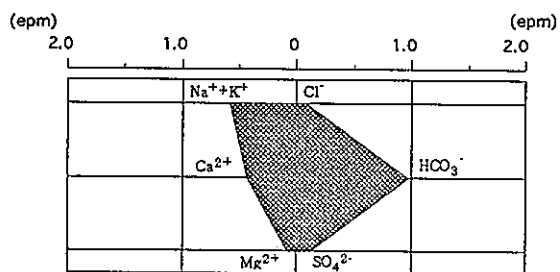
【平岩地区】



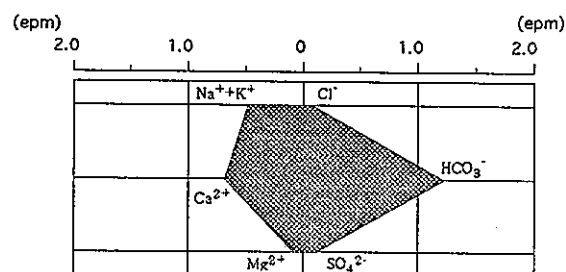
MC-8号孔



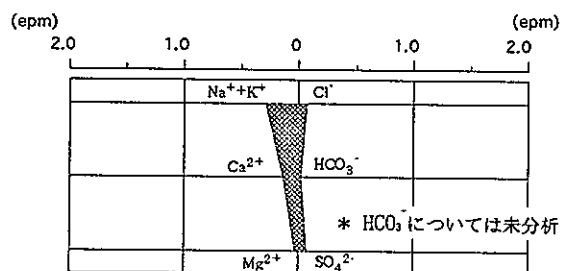
MC-14号孔



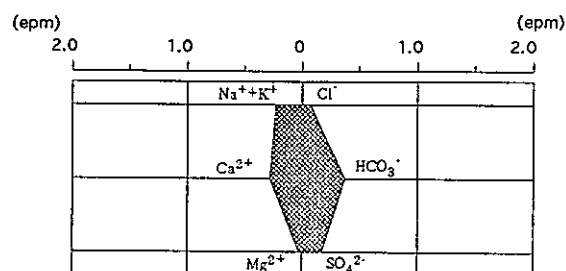
MC-9号孔



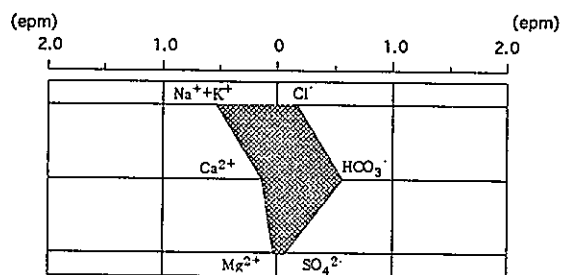
MC-15号孔



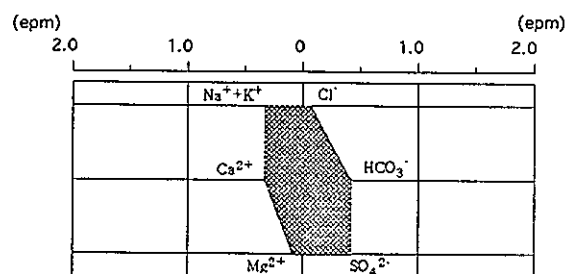
MC-10号孔



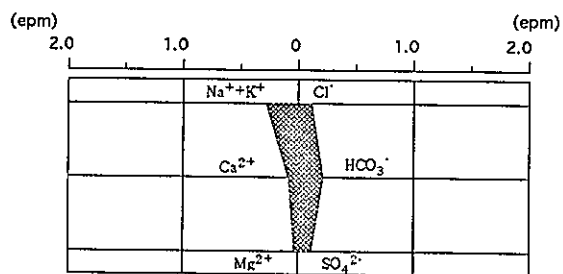
MC-16号孔



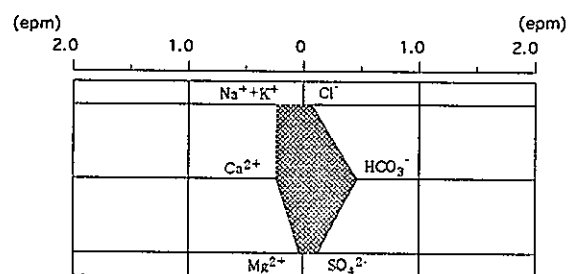
MC-12号孔



MC-17号孔



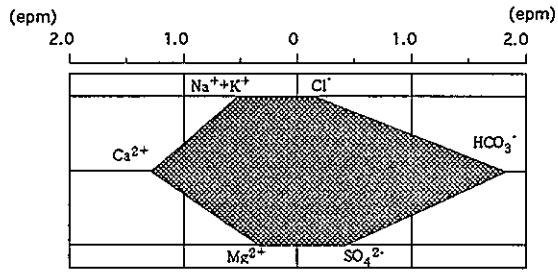
MC-13号孔



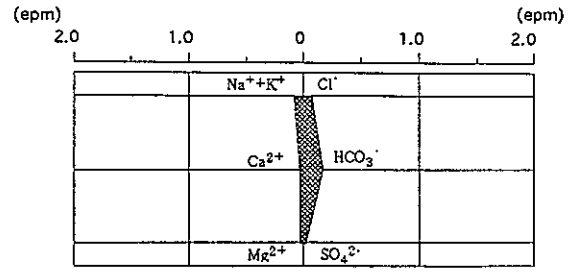
MC-18号孔

図 6.1(1) ヘキサダイアグラム (その1)

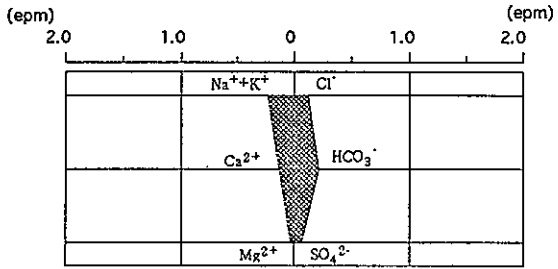
【松野地区】



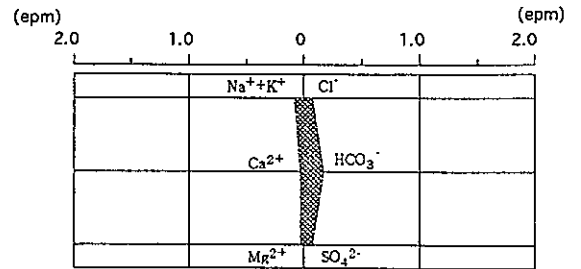
MC-19号孔



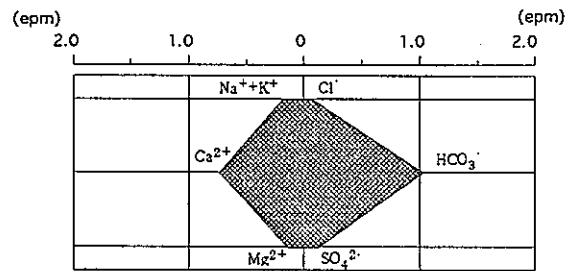
MC-21号孔



MC-20号孔



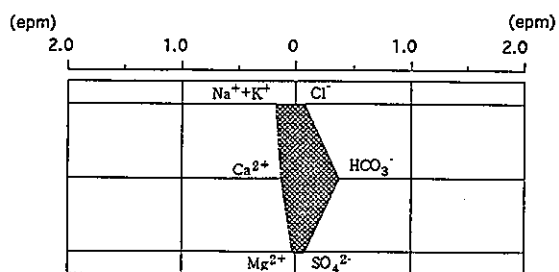
MC-22号孔



MC-24号孔

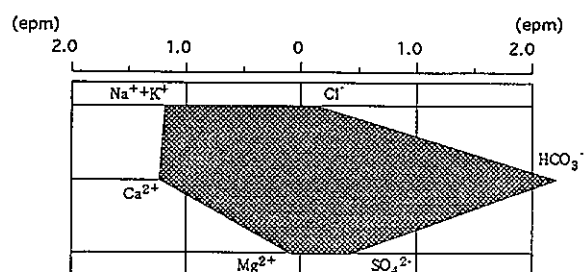
図 6.1(2) ヘキサダイアグラム (その2)

【社別当地区】

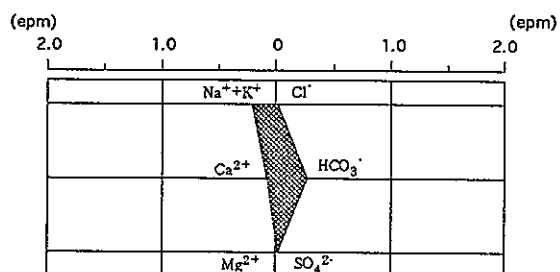


MC-25号孔

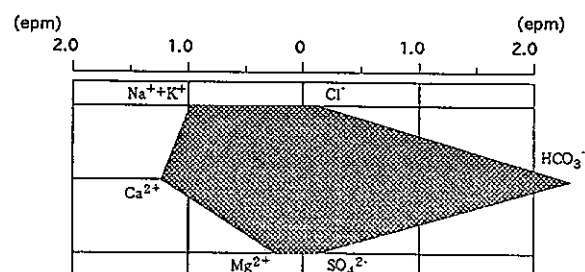
【白倉地区】



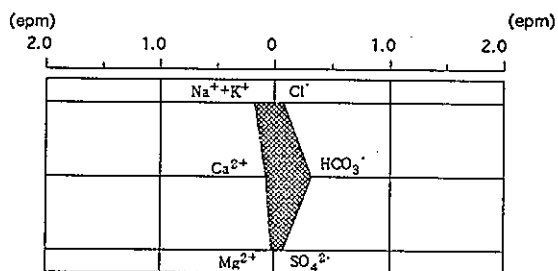
MC-28号孔



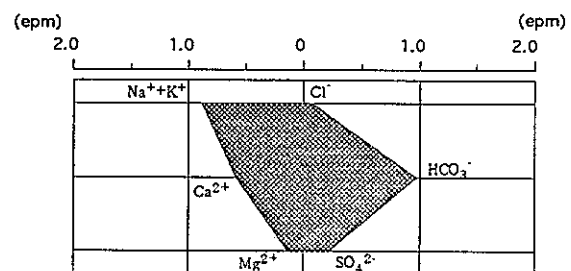
MC-26号孔



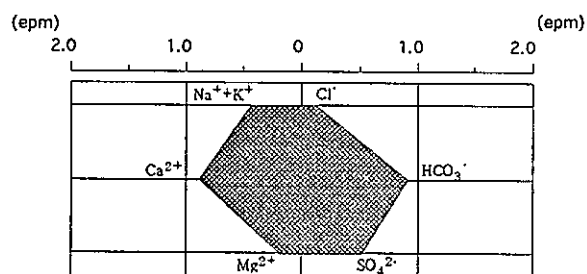
MC-29号孔



MC-27号孔



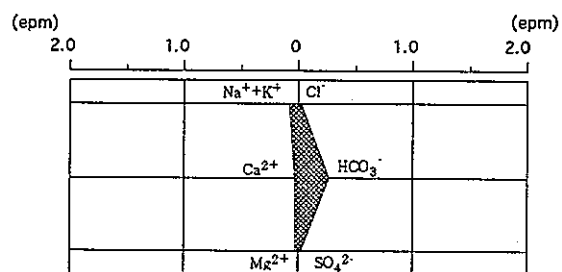
MC-30号孔



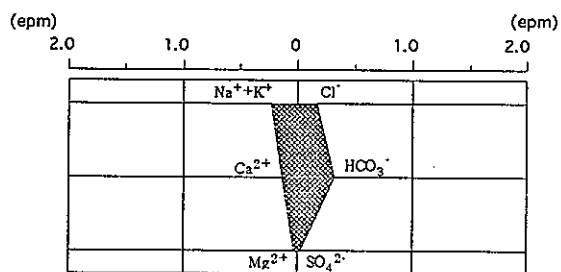
MC-31号孔

図 6.1(3) ヘキサダイアグラム (その3)

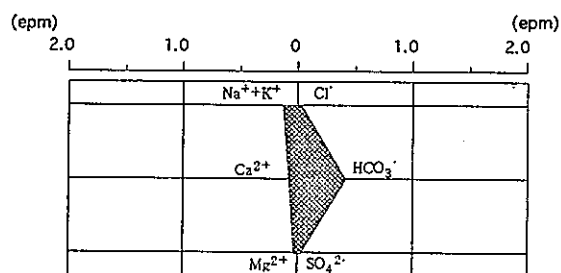
【仲ヶ平地区】



MC-32号孔



MC-33号孔



MC-34号孔

図 6.1(4) ヘキサダイアグラム (その4)

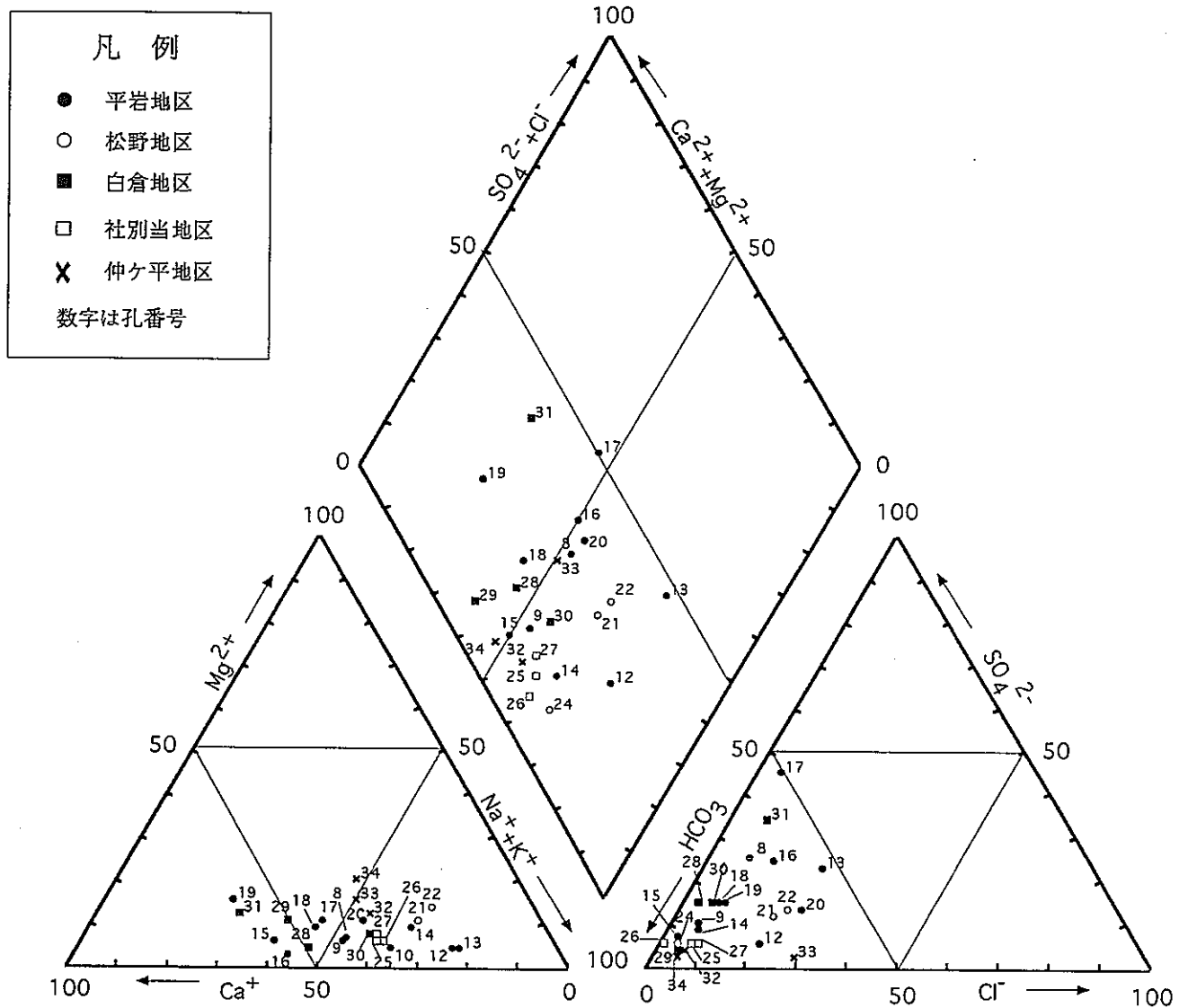


図 6.2 トリリニアダイアグラムによる水質組成図

7. 考 察

(1) 定流量揚水試験および水位回復試験の解析結果

本調査において実施した揚水井単独での揚水試験について、定流量揚水試験から算出された透水係数 ($k(w)$) と、その後の水位回復試験より算出された透水係数 ($k(r)$) との関係を図7.1に示す。2つの試験から求められた透水係数 $k(w)$ と $k(r)$ は、 $k(w) = k(r)$ となる直線付近に分布し、ほぼ同じ値が得られていると言える。また、透水量係数 $T(w)$ と $T(r)$ についてもほぼ同じ値が得られている (図7.2)。

このように、本調査で用いた解析手法により求められる透水係数と透水量係数は、定流量揚水試験と水位回復試験による差異は認められず、この点に関して適正な解析結果が得られている。

試験方法により解析結果に大きな差が生じたのはMC-12号孔である。この試験孔では、定流量揚水試験においてGL-4.3m付近で水位の急降下が生じている。GL-4.3m以深では明らかに過剰揚水となっており、水位が急降下する前の水位降下曲線を用いて解析を行っている。一方、水位回復試験では地下水の供給が少ない深さからの回復となったため、水位回復が遅く $\log(t/t') - s'$ 図では、水位回復曲線の変化が非常に緩く、時間経過とともに急激に立ち上がるため、傾き (Δs) が大きくなり求められる透水量係数 (透水係数) が小さくなる。水位が急降下する前に揚水を停止し回復試験に移せば、早期から水位が回復して Δs 値が異なると考えられる。

(2) 貯留係数の算出

透水係数および透水量係数と同様、貯留係数についても定流量揚水試験と水位回復試験から求められる値の差異を把握するため相関図を作成した (図7.3)。この図より、貯留係数については、透水係数や透水量係数よりばらつきが大きいことが分かる。また、定流量揚水試験による貯留係数が水位回復試験による値よりも大きくなる傾向がある。

水理学関連の文献 (参考文献⁴⁾⁷⁾) によれば、貯留係数の値は被圧地下水で $1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-5}$ 、不圧地下水で $0.5 \sim 0.01$ とされ、さらに揚水井単独による揚水試験では大きめの値をとるとされる。本調査の揚水試験から得られた値は、いずれもかなり大きな値となる。貯留係数を求める式は式(5.5)に示されるが、この中の r の項は揚水井単独の揚水試験では井戸の半径、すなわち本調査では0.07mとなり、これが2乗されて分母となるため大きな値になる。

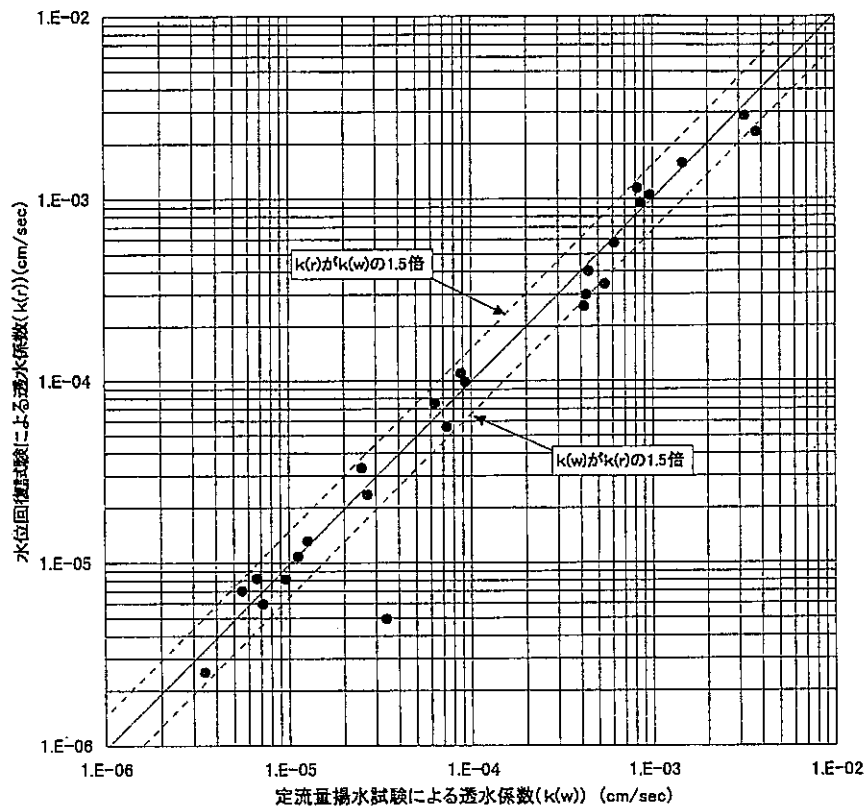


図7.1 定流量揚水試験および水位回復試験より求められた透水係数の相関図

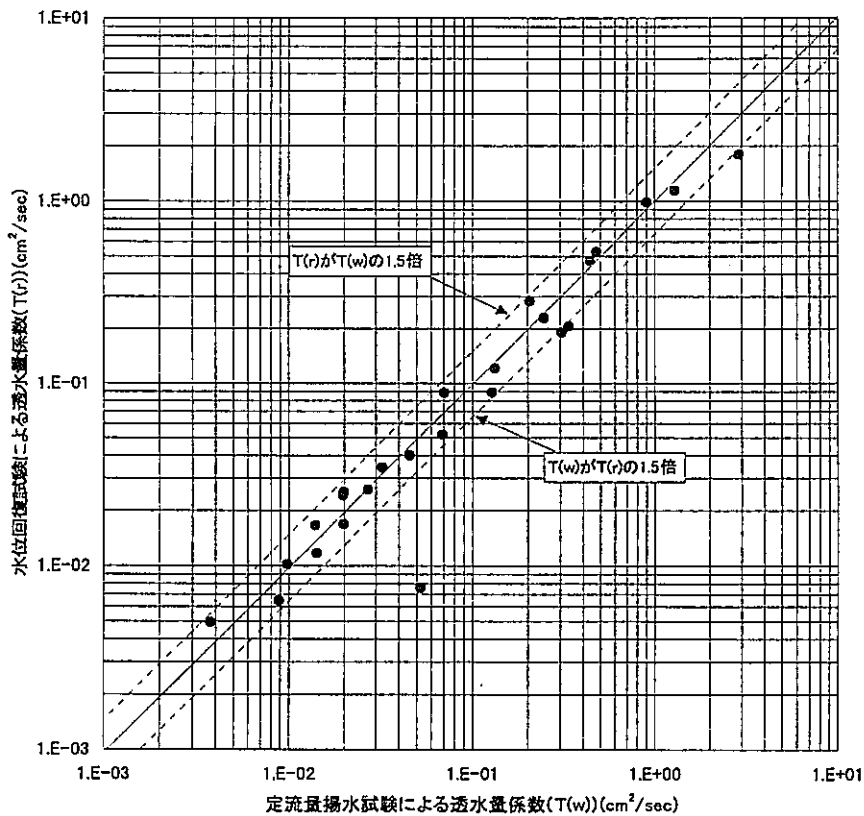


図7.2 定流量揚水試験および水位回復試験より求められた透水量係数の相関図

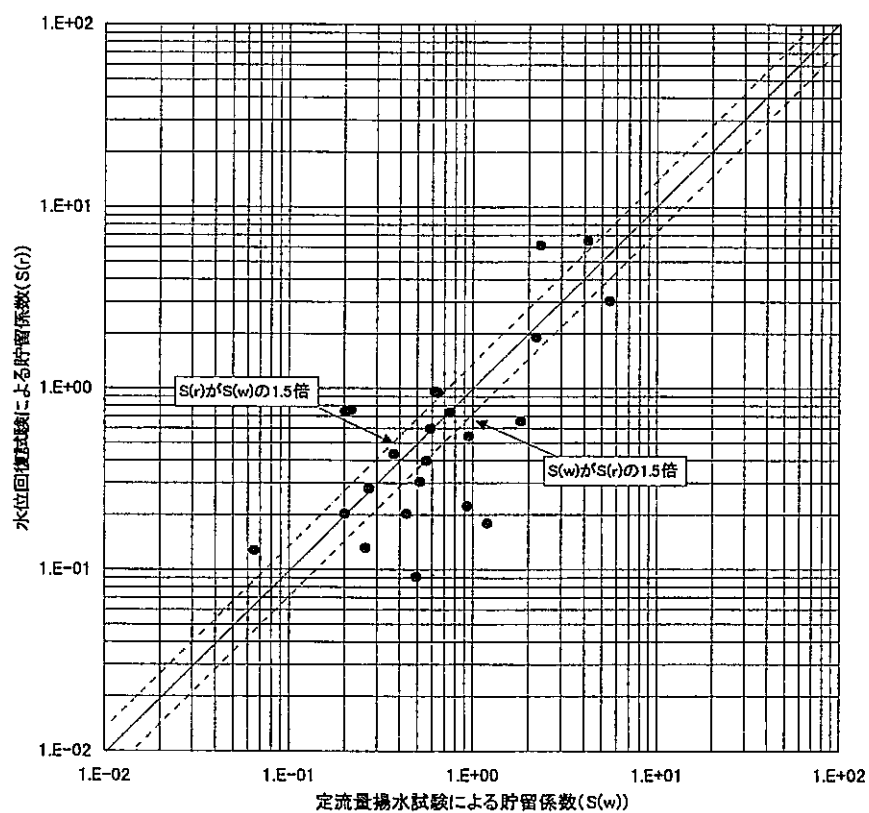


図7.3 定流量揚水試験および水位回復試験より求められた貯留係数の相関図

(3) 揚水試験の手法について

本調査では掘削時の状況から湧出量が少ないと判断された試錐孔については、ストレーナー区間を全孔に設定した。この場合、透水係数の算出に必要な帯水層厚が大きくなるため、求められる値は小さくなる。地質と透水係数との関連性を示した図7.4において、全孔にストレーナーを設置した試錐孔の透水係数は、他と比べて小さな値となっている。また、段階揚水試験では、揚水量と水位降下量の関係が 45° 以上の高角度の直線となり、揚水量が増加するにつれて直線の傾斜角が緩くなる、すなわち水位降下量が少なくなるという結果がしばしば認められた。全孔ストレーナーは湧出量が少ない場合に設定しており、少量の揚水量から過剰揚水となるため揚水量－水位降下量の関係が高角度になることは容易に理解できる。揚水量が多くなるにつれ水位降下量が小さくなる現象についての原因は不明であるが、全孔にストレーナーを設置した場合にのみ確認できることから、このように設定した場合に特有の現象と考えられる。なお、この場合には揚水量－水位降下量の関係図から限界揚水量を定めることができないため、水位降下曲線の特徴から限界揚水量を決定する必要がある。

また、本調査の揚水試験では、揚水過程において水位降下が一時停止する現象が確認されている。この現象は初期水位がケーシング先端より浅い位置にあり、揚水により水位が降下してケーシング先端の深さに達した時点で生じており、表層（地表付近）からの漏水現象によるものと考えられる。水位降下が停止している時間は試錐孔により異なるが、こののち再び水位が下がり始めると水位降下の割合はそれまでよりも大きく、徐々に水位降下停止前の割合に近づいている。水位降下曲線を見ると、水位降下停止後の降下曲線は停止直前の曲線の傾きより大きく、停止前の降下曲線の延長と重なると傾きを変え、それ以後は停止前の降下曲線の延長と同じ曲線となる。この傾きを変えた時点で水位降下が停止した影響は解消されたと考えることができる。したがって、水位降下が停止してから、その影響が解消されるまでの過程において解析を行えば不正確な値が求められることになる。水位降下の特徴を十分に把握して解析を行うことが重要となる。

(4) 地質と透水係数の関係

この項では地質と透水係数との関係を検討する。前述のように、定流量揚水試験と水位回復試験の2つの試験結果から求めた透水係数の値には大きな差がないため、揚水量の変化など人的な影響を受けにくい水位回復試験から求められた値により検討する。

図7.4に地層区分と透水係数の関係図を示す。全般にばらつきが大きく明確な関連性を見出すことが困難であるが、瑞浪層群の各地層の透水係数と比べ、瀬戸層群砂礫岩の透水係数は大きく、基盤の花崗岩風化部の透水係数は小さいことが明らかとなる。瑞浪層群の各地層では、透水係数は $5 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ となる。本調査の結果から求められる地層区分と透水係数の関係は次のようになる。

瀬戸層群	$3 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$
明世累層	$5 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$
土岐夾炭累層	$3 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$
花崗岩風化部	$5 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$

昨年度実施した「試錐調査による表層の水理地質構造の把握（その1）」（株式会社ペスコ）では、平岩地区南方の常柄地区において、本調査と同じく揚水井単独での揚水試験を3孔について行い、明世累層中の帯水層について透水係数を求めている。この結果では、砂岩で $1.79 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ 、礫岩では $2.53 \sim 6.83 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ の透水係数が得られており、本調査の結果と矛盾しない。

本調査と昨年度の調査結果を合わせて作成した透水係数の頻度分布を図7.5に示す。瑞浪層群ではストレーナーを全孔に設定した試験結果も含まれている。また、累層ごとの特徴が明確にならないため、瑞浪層群に一括して頻度分布を作成した。この図から、瀬戸層群では 10^{-3} cm/sec 、瑞浪層群で 10^{-4} cm/sec オーダーの透水係数の頻度が高いことが明らかとなる。花崗岩風化部についてはデータ数は少ないが、瀬戸層群、瑞浪層群の透水係数より小さな値をとる傾向にある。

また、本調査において揚水試験の試験対象とした岩相の多くが瑞浪層群の礫岩であるが、若干数の試錐孔については瑞浪層群の砂岩あるいは礫質砂岩を対象としている。これらの透水係数は、礫岩の透水係数と比べて差異は認められない。

前項でも述べたとおり、ストレーナー区間を全孔に設定した場合には、透水係数は計算上小さな値となる。図7.4においても、同一の地層であってもストレーナーを全孔に設定した場合には透水係数が小さな値となることが示される。

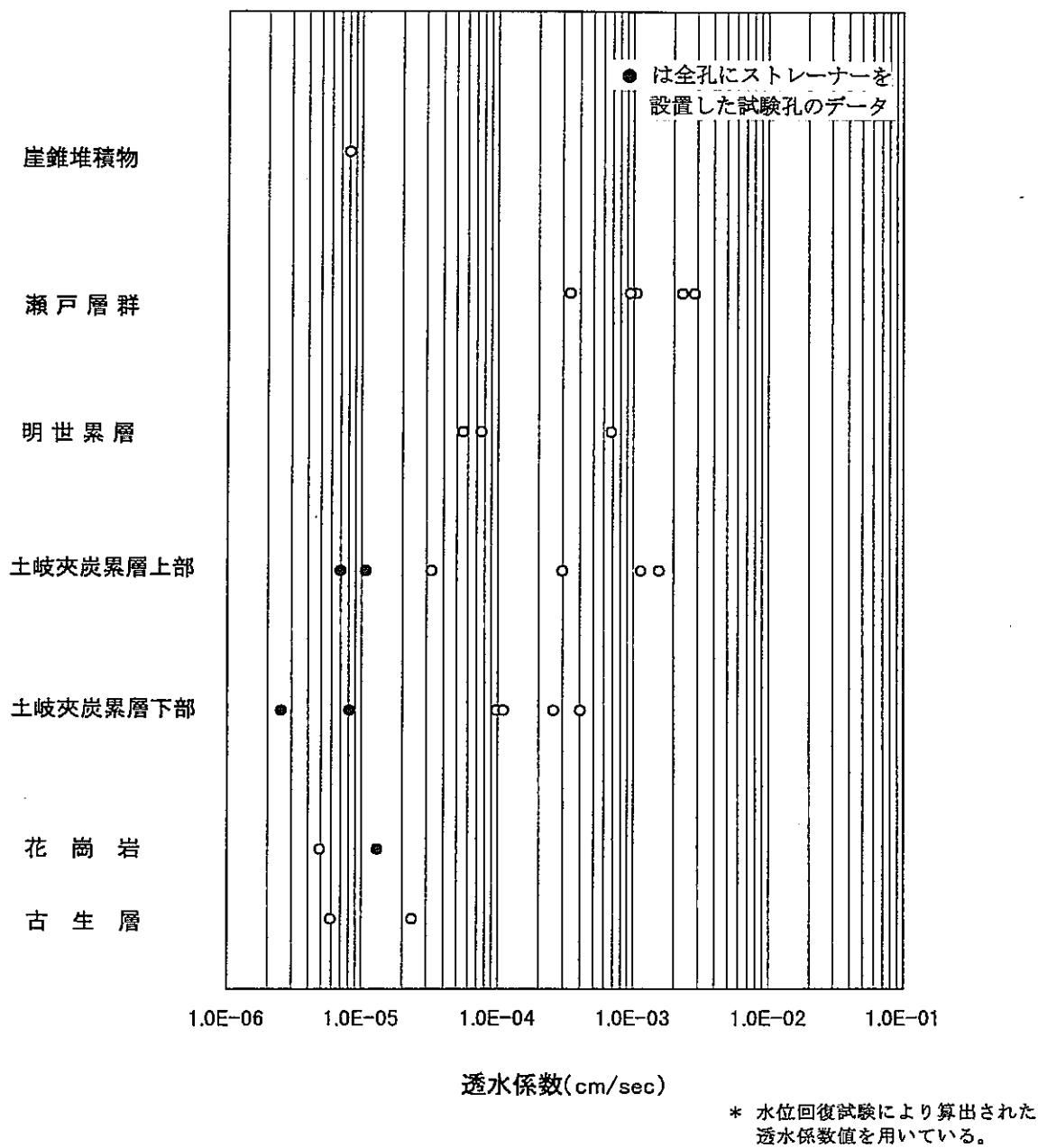
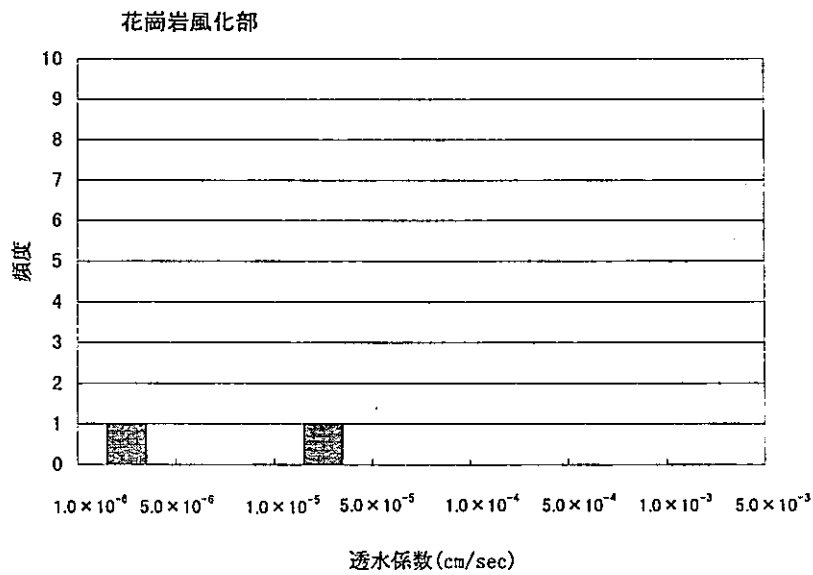
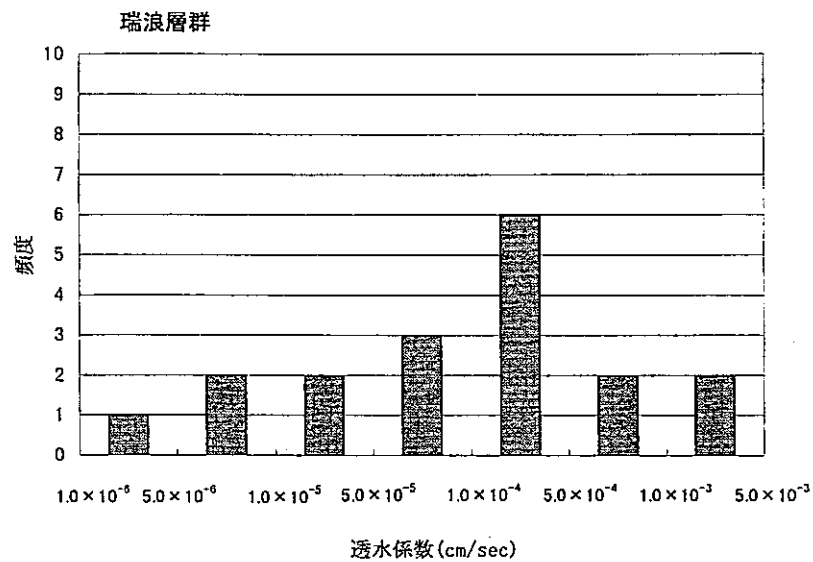
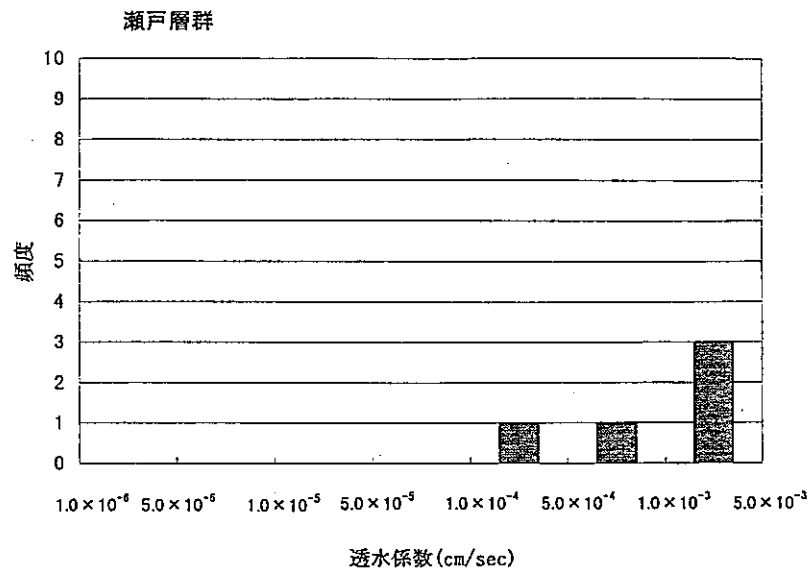


図7.4 地層区分と透水係数の関係図



* 水位回復試験により算出された
透水係数値を用いている。

図7.5 透水係数の頻度分布

(5) 地質と水質の関係

6章において作成したヘキサダイアグラムより、本調査で対象とした地下水の中で溶存成分量の多い地下水と少ない地下水が分類された。溶存成分量の少ない地下水の多くは、社別当地区および松野地区に代表される瀬戸層群中の地下水である。平岩地区で溶存成分量が少ないものは、花崗岩直上のMC-13号孔と明世累層のMC-14号孔の地下水である。これら溶存成分量の少ない地下水は、表層を対象とした本調査の中でも比較的浅層の地下水であり、滞留時間が短く土壌あるいは岩石中からの溶解が進んでいないものと推定される。一方、溶存成分量の多い地下水は白倉地区に代表される土岐夾炭累層中の地下水である。平岩地区で溶存成分量の多いMC-9号孔、MC-15号孔、MC-19号孔の地下水は、いずれも基盤に達しておらず土岐夾炭累層中から採水された地下水である。これらの地下水は土岐夾炭累層中に滞留し溶存成分量が増加したと推定される。

トリリニアダイアグラムに示される水質組成比によれば、本調査対象の地下水は大きく2つのグループに分けられる。図7.6にトリリニアダイアグラムを再掲して2つのグループを示す。この図には昨年度の調査結果も含めて示している。

Na-HCO₃型の領域に含まれるものは、MC-12号孔の花崗岩中の地下水をはじめ、花崗岩直上あるいは花崗岩までの層序的位置に近いものが分布し、概ね溶存成分量の少ないものが含まれる。MC-24号孔の地下水は溶存成分量の多いグループに分類されるが、花崗岩直上の土岐夾炭累層基底礫岩中の地下水であり、水質組成比ではNa-HCO₃型に分類される。一方、白倉地区を代表とする土岐夾炭累層中の地下水は、Ca-HCO₃型とNa-HCO₃型の境界付近に分布し、Na-HCO₃型に含まれるグループよりNa⁺+K⁺の量比が減少してCa⁺が増加する。

このように、本調査の対象となった地下水について、土岐夾炭累層中の地下水は概して溶存成分量が多く、水質区分でも花崗岩に近接する地下水とはやや異なる水質グループを形成することが明らかとなった。

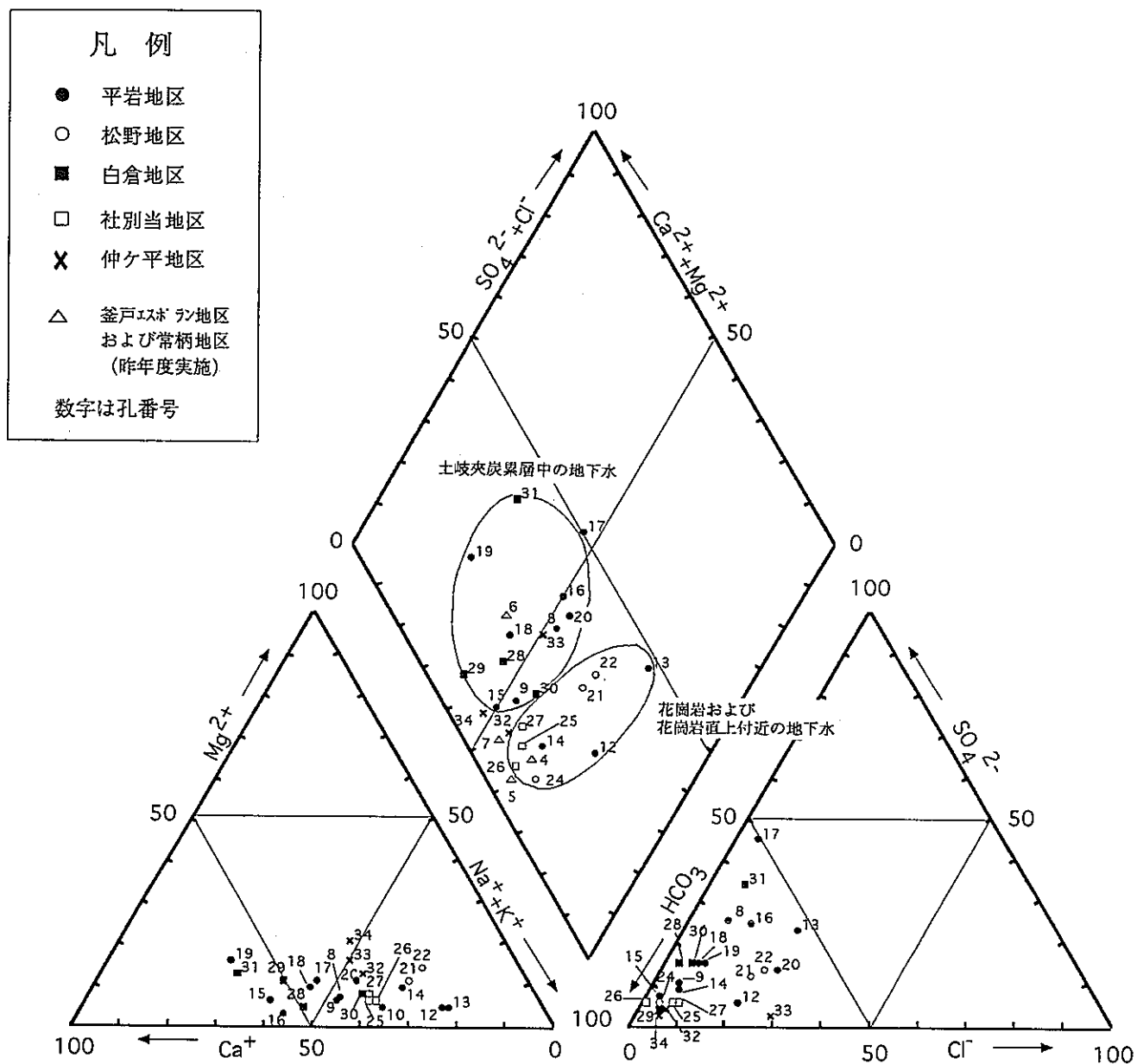


図7.6 トリリニアダイアグラムによる水質組成図

(6) 今後の課題

本調査において、揚水井単独の揚水試験の結果から帯水層係数を算出することが可能であることが示された。しかし、算出された値の評価にはいくつかの課題が残されている。

①本調査において明確にすることができなかった地質と透水係数の関連性の評価。

特に、瑞浪層群中の透水係数については、累層ごとの相違を見い出すことができなかった。これらの間には透水係数の差異はないのか、また、岩質による透水係数の相違についてもさらにデータを蓄積して評価する必要がある。

②揚水井単独の揚水試験により得られた帯水層係数自体の信頼性の問題。

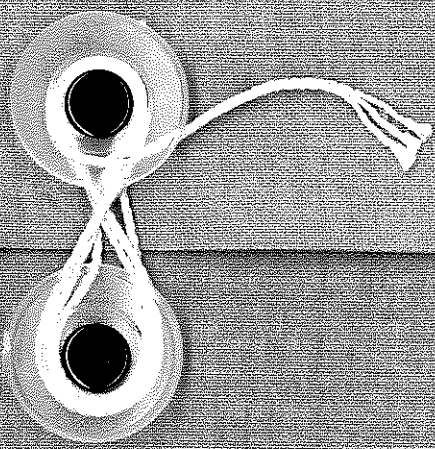
揚水井単独での揚水試験から得られる透水係数の値は、井戸損失の影響により水位降下量が大きくなるため、観測井からの解析結果と比較して小さめの値をとるとされる。さらには、多孔式揚水試験と比べて解析結果のばらつきが大きくなるとされる。本調査の手法により得られる値がどのような意味を有するのかを明らかにするために、他の試験方法から求められた値と比較検討することが必要である。

この目的のため、本調査では松野地区の3孔を利用して多孔式揚水試験を実施した。その結果では、揚水井の解析から得られた透水係数は観測井から求められた値と比較して小さな値となった。しかし、この1か所の試験結果のみから両者の相関や求められた透水係数値の持つ意味を議論することはできない。

今後、このような比較試験や文献資料等からデータを蓄積して検討する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 土質工学会(1983), 地下水入門.
- 2) 半谷 高久・小倉 紀雄(1985), 水質調査法. 丸善.
- 3) 糸魚川 淳二(1980), 瑞浪地域の地質. 瑞浪市化石博物館専報, 第1号, pp.1-50.
- 4) 水収支研究グループ(1993), 地下水資源・環境論 ―その理論と実践―. 共立出版.
- 5) 日本地下水学会(1994), 名水を科学する. 技報堂出版.
- 6) 西垣 誠・高坂 信章(1984), 井戸半径を考慮した揚水試験における水位降下特性とその解析方法. 土質工学会論文報告集, Vol.24, No. 4, pp.194-204.
- 7) 高橋 賢之助(1990), 掘削のための地下水調査法. 山海堂.
- 8) 高坂 信章(1993), 最近の地下水調査方法と計測技術. 5.2 多孔式揚水試験. 地下水学会誌, 第35巻, 第4号, pp.313-323.
- 9) 山田 直利・脇田 浩二・広島 俊男・駒沢 正夫(1990), 20万分の1地質図幅「飯田」(第2版). 地質調査所.



付図－１ 地質および水質分析総括図（瑞浪市日吉町地域（北側））

付図－２ 地質および水質分析総括図（瑞浪市日吉町地域（南側））

この頁は PDF 化されていません。
内容の閲覧が必要な場合は、技術資料管理
担当箇所で原本冊子を参照して下さい。