

土 木 研 究 所 資 料

第1086号

美唄ダム貯水池水漏洩防止に
関する調査報告

昭和51年1月

建設省土木研究所

目 次

§ 1	まえがき	1
§ 2	三菱美唄炭礦 下三番層の採掘	2
	1. 下三番層の採掘	2
	2. 坑 口	2
	3. 沈下と影響範囲	3
	4. 山はね	5
	5. 空洞をもつときの自動応力	5
§ 3	ボーリング調査	6
	1. 透水試験	6
	2. グラウト	7
§ 4	露頭調査と地下水位	8
§ 5	美唄炭礦 (下三番層) 採掘跡への漏水の可能性とその対策	9
	1. 調査の結果に対する考察	9
	2. 処理の範囲	9
	3. 止水処理	9
§ 6	添附図表 (別冊)	11
§ 7	参考文献	12

美唄ダム 貯水池水漏洩防止に関する調査報告

ダム構造研究室 柴田 功

§ 1 ま え が き

美唄ダムは、三菱美唄炭礦の採掘跡に位置し、特に夕張層の中の夾炭層のうち下3番層と呼ぶ層の長壁払跡が貯水池から160m斜め下にあつてこれへの貯水池水の漏洩があれば、坑口が低いため湧水を起こすので大きな問題になる。

そこで、北海道美唄ダム建設事務所を中心として、炭礦の稼行状況、ボーリング等の調査が進められ、その努力の結果として、膨大な資料を得ることができた。筆者は、そのうち透水試験ならびに止水処理の調査に協力してきたが、ほぼ全容を把握し得たと考えられるので、ここでとりまとめて報告することにした。

§ 2. 三菱美唄炭礦 下3番層の採掘

1 下3番層の採掘

(1) 下3番層は、石狩層群中の夕張層に属し、夕張層のトップから約70m下に賦存している。

(2) 下3番層の天盤は、比較的堅硬な頁岩、砂岩の互層である。移行山丈は約1.3mの薄いもので、昭和38年から採掘が開始され、昭和41年に終了しているが、全区域を長壁式総ばらし法によって採掘し、当時としては跡山崩落高さは、平常移行山丈の4倍即ち5.0~5.5m程度を目安としていた。経験的には概ね、崩落高さはこの状態で終始していた。

払の進行が50~55mに達すると、切羽支柱にかかる荷重が減少し大天圧の終了の近いことが認められたが、払内は勿論肩、深坑道において、跡山内部における崩落状態を観察する事は全く出来なくなった。しかし、肩、深坑道の側壁際の破断傾斜は肩において約60°、深において約45°になっていることが認められた。

その後は、払の進行が15~2.0m進むごとに若干周期圧と思われる払支保に対する荷重が見受けられたのみで、240m上の本層払や、下6番層払の長壁式総ばらし時の周期圧に比べ、著しく小さいものであった。

(3) 下3番層採掘の全操業中および全区域密閉までの間、出水はほとんど認められなかった。

また、メタンガスの発生は本層、下6番層に次いで多く上部に緻密な層が存在しているものと推定される。

2 坑 口

美唄鉱区の坑口は24坑あり、そのうち10坑の坑口は大正7年頃に密閉しており、位置は不明である。

今問題としている下3番層につながる坑口は、図2.1のとおりで4ヶ所あり、いずれもダム

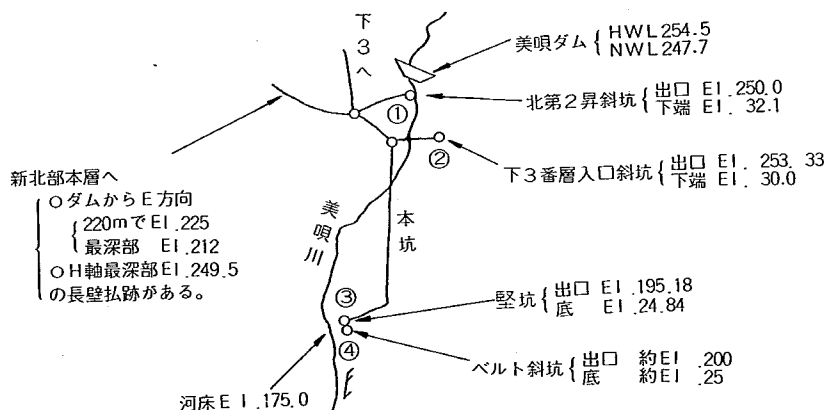


図 2.1 坑口見取図

満水面 (254.5 m) より低く、その閉塞も土砂を主とするもので水頭をもつ水を抑えるようなものではないと考えられる。なお、これらの坑道は貯水池ではずっと高い位置に現れる新北部本層の長壁弘跡につながっており、この本層はダムの西220 mでE.L. 225, H軸でE.L. 249.5のように離れてはいるが満水面より低い古洞がある。

3. 沈下と影響範囲

(1) Lehman の説

19世紀から20世紀にかけてドイツにおいては、ルール地方の石炭の採掘にともなう地表沈下が問題となり、これが解決のために鉱害測量がおこなわれた結果、その実測値をもととして土地の移動現象が解析され、今日のいわゆるLehmanの説が確立されたのである。一方実測値をもととして、採掘をおこなえば将来どの程度の量の土地移動を生ずるかという研究が多く、研究者によっておこなわれ、計算法が完成された。

地下の炭層を採掘し空洞を生ずれば、その空洞をいかなる方法で充填しようとも、多少の天盤の沈下や崩落はまぬがれず、ある時間が経過すればその影響は必ず地表の沈下となって現われるというのがLehmanの説で、いま問題としている沈下の範囲に関係する分を要約すると次のとおりである。

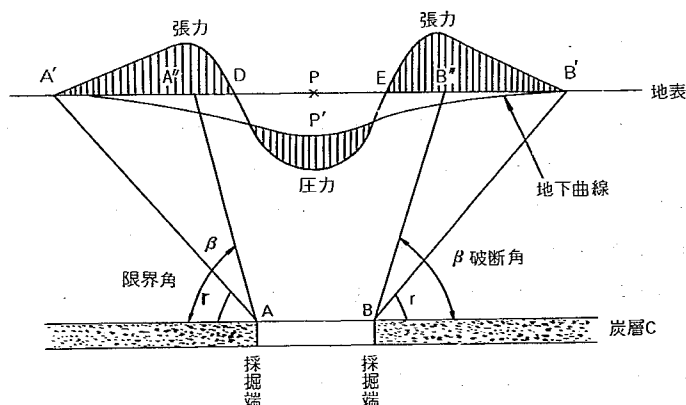


図 2.2 限界角 r , 破断角 β , 沈下曲線および地表での応力分布

図において採掘端 A, B の影響は地表では A', B' までしか及んでいないのであって、A', B' より外測は沈下が生じないことを意味している。このような地表の点 A', B' が求められたとき、これと採掘端 A, B を結んだ直線 AA', BB' が水平線となす角を限界角といい、通常は r を用いて表わす。

従来までの実測の結果によれば限界角は $45 \sim 65^\circ$ 位であるといわれている。しかし一般には傾斜している場合が多いので、図 2.3 に示すように肩、深では限界角が異なる。

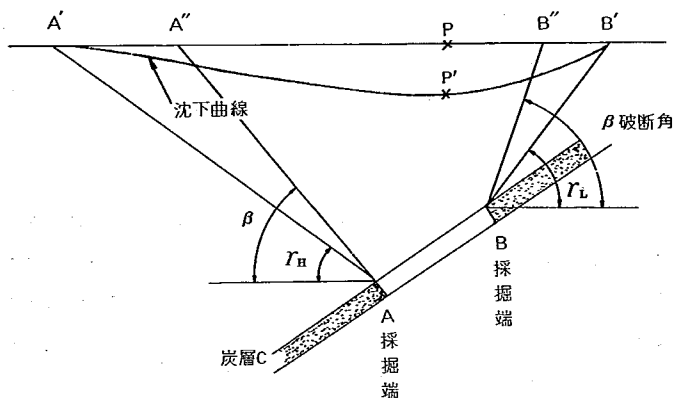


図 2.3 傾斜層の場合の限界角及び破断角

そして、水平層の場合の限界角を r とすれば図 2.3 において

$$r_H = r - \frac{\alpha}{4 \sim 5}$$

$$r_L = r + \frac{\alpha}{4 \sim 5}$$

ただし α は炭層傾斜角である。もしこの地層に破断が生ずるとすれば、張力の最大値が発生している A'' , B'' の点と採掘端 A , B を結んだ直線 AA'' , BB'' に沿って破断が生ずることになるであろう。この直線が水平面とのなす角を破断角といい β を用いる。

(2) 貯水池に及ぼす採掘跡の影響範囲について

水平層の限界角は 45° 程度に見積るのが普通である。(35° の傾斜層の場合には肩部の限界角は 54° , 深部で 36°) そこでこの数値を用いて下 3 番層の影響範囲の境界を算出して図示したものが図 2.4 であって、限界角は 54° にしてある。

一方、沈下に関しては過去において、諸外国でも測量などによる計測、建物、道路などの土木構造の変形、および被害の観察などの膨大なデータの集積があつて、これらの観測に立脚した限界角は一般に $55^\circ \sim 75^\circ$ 程度とされている。

この値を用いた場合の影響範囲を図 2.4 に示した。ただし、この場合限界角は水平層および傾斜層の肩部共に 70° としてある。

もし、構造物がこの線の中に入っていれば、沈下に伴って実質的な被害を被る危険は大きいと想像される。

結果をみると美唄炭礦鉱区の谷止めダムサイトおよび茶志内区的美唄川右岸擁壁の一部が

影響範囲に入っていることがわかる。

4. 山 は ね

ダム地点の下流約4km, 堅坑の東で, 地表から約700m下の下6番層で, 昭和43年2月, 4月, 5月の計3回の山はねがあった。いずれの山はねでも気象台の地震計に感じる小地震が起きたので, この付近で何らかの崩壊を起したかも知れない。

美唄礦区ではこれ以外に山はね等の記録はないので, 他に崩壊等の徴候はない。

5. 空洞をもつときの自重応力

実際の岩盤の挙動が完全に弾性的であるとは言い難いが下3番層の広い採掘跡の影響をみる手段の一つとしてF軸断面について自重による応力分布を計算した。計算の条件は

岩盤の弾性係数 $100,000 \text{ kg/cm}^2$

岩盤のポアソン比 0.2

である。計算の結果は, 図2.5のとおりである。

この結果によると古洞から約60°の傾斜の線より上のゾーンは引張応力が発生している。現地の地層は単斜構造とみなして差支えなく, 引張に対応する伸びを起し得ないため地層沿いにすべることによって, それを補なうことが予想される。

-
- Ref 1) 美唄炭礦 2 坑左 4.6 番沿層坑道において発生した山はね現象の解析 (北海道山はね対策研究会)
2) 同上山はね災害の状況について (田中 操)

§ 3. ボーリング調査

1 透水試験

美唄炭礦下3番層および茶志内炭礦の古洞の周辺の岩盤がいたんでいないかどうかを調べるため合計40本、3,379mのボーリングをしてルジオンテストが行われた。その配置は、図3.1の平面図に示すとおりで、貯水池と古洞の関係を示す横断面図にルジオン値の大きい部分を入れたものは、図3.2のようである。

ルジオンテストの結果を注水圧力 p を縦軸に注水量 q を横軸にとつたいわゆる $p \sim q$ カーブで示したものを附図3-1に示す。例えば、BV27についての附図3.1をみると、深度21.4m $\sim$ 24.15m、48.45m $\sim$ 50.0m、50.0m $\sim$ 50.8mの3ステージを除くと $p \sim q$ カーブは立った形を示している。

筆者の行った調査の結果によると、第3紀以降の堆積岩では注入圧力が高すぎるか、単位時間当たり注入量または全注入量が多すぎるとき、岩盤を浮き上がらせて注入量が多くなって $p \sim q$ カーブがゆるくなることが多いが、その場合でも岩盤を浮き上がらせるまでは注水量も少ないので、このボーリング例の3ケのステージのように最初からゆるい $p \sim q$ カーブを示す箇所では水を透し易い大きな隙間があるものと考えざるを得ない。

透水上問題のあるステージについて、ダムに近い側から順に並べてルジオン値と深度を示したものが表3.1で、これを1ケの断面に投影したものが、図3.3である。また図3.2の横断面図に古洞と貯水池との関係もあわせて示してある。

次にこれらの試験の結果をまとめてみる。

- (1) ルジオン値の大きいものは、表3.1のとおりで、全体の15%程度である。そのうち、約半数は表層に近いためリークしたものと推定される。かぶりが浅いとしても深さ20 $\sim$ 30mのものは、他の調査の例からみて過大だと考えられるが、§2.5でのべた引張応力域に入っているためゆるんでいるともいえない。
- (2) 下3番層古洞と問題となるルジオン値の大きい位置を結ぶ線が、貯水池の中に出るものの数は8ステージで、図3.1でこれをすべりの限界線として限界角を求めると54° $\sim$ 55°、44° $\sim$ 48°、40°の3グループに分けられる。
- (3) 大きいルジオン値を示す部分は、下2番層の上に多い。特に夕張層の上位の茂尻層では大きい。
- (4) 古洞に近くて、かつ深部で大きなルジオン値を示す地域は、平面的に美8断面線と美14断面線間に多くみられ図3.3の透視断面図に示すように層間すべりによるゆるみ層の存在を暗示しているようである。

なお、深部で大きなルジオン値を示す地層は、岩質にかかわらず、鏡肌が多く、また良好岩のときは薄い地層の互層に多かった。

2 グラウト

下3番層採掘に係るボーリングのうち、ルジオン値が大きいものの一部についてセメント注入をした。(図3.4・表3.2)

前節で問題となった古洞につながるかもしれない大きなルジオン値を示すものについてのBV41(美15-1断面)、BV33(美14断面)では、セメント注入をしても注入圧力が上昇しなかった。BV38(美8-1線)では、2日間にわたって1m当り約1tのセメントを注入した結果、注入圧力が上昇したが、第1日の注入後の中断でセメントが凝結したため隙間が小さくなってこのような結果となったものと推定される。

したがって、深部で大きなルジオン値を示すものは数は少ないが、水みちがあつて注意しなければならないと考えられる。

§ 4. 露頭調査と地下水位

昭和50年8月の大洪水によって、下3番層長壁下流端付近の地表を流れる寒竹の沢と美唄川本川の合流点より下流の河岸が洗掘されて、下2番層の露頭が出るとともに、近くにN4°W、52°Wの破碎層が見出された。その状況は写真4.1のとおりである。

この破碎層の位置と、§2.3で下3番層古洞による地表沈下を推定した限界面の地表に出る位置とは図2.4に示すようによく一致している。

そこで寒竹の沢合流点より上流の河岸に水平なトレンチカットを行って観察したが、写真4.2のとおりで顕著な弱層は現時点では見つかっていない。

また上記の調査に先行して寒竹の沢合流点より上流で山腹に傾斜方向の3本のトレンチカットを行った。その結果によると地山のゆるみはよく判らないが、融雪期および雨季には表面への滲水が認められるので、浸潤面がこの斜面に出ることになり河床よりは高い、しかるに図4.1のH断面では底1トレンチで滲水があるにもかかわらず、山側のBV29ではルジオン値が小さいにもかかわらず、WL238.1mで河床面付近の水位となり、上記の關係に矛盾があることになる。BV29は下3番層を抜く深い孔であり、ある地層より下に水をとしやすい層があると考えれば、この矛盾は説明がつくことになる。

§ 5. 美唄炭礦（下3番層）採掘跡への漏水の可能性とその対策

1. 調査の結果に対する考察

これまでに行なった調査の結果を総合してみると、数は多くないがよく説明のつかない大きな透水性をもった部分があることが示されている。これらは上述のように地層のゆるみによるものと考えるのがよさそうである。しかし、そのすぐ近くでボーリングしても水をとおしにくいもののがかなりあって、大きな透水性を示す部分が地層のゆるみによるものであるとしても一枚の連続したものと考えるよりは雁行状にクラックが入っていると考える方が合理的である。

さて、このように考えたとして、美唄ダム貯水池の水が美唄炭礦に多量に漏水して、ダム下流の低い位置にある旧坑道入口に流出するかどうかを判断することは不可能であろう。ただ下3番層の広大な長壁掘削によってゆるみを生じている部分があると考えざるをえないので、ダムという半永久的でかつ重大な構造物を造るためにはとり得る処理を全部行なってから貯水するのがよい。

2. 処理の範囲

§ 3.1 透水試験の項でのべたように、古洞に近くて、かつ深部で大きなルジオン値を示すのは美8断面と美14断面の間に多いこと、大きなルジオン値の示される地層は下2番層の上に多いが、下2番層の露頭線が貯水池とクロスするのはちょうど上池の断面間に相当することなどから止水処理は美8～美14断面間で、下2番層より右岸側の範囲に余裕をもたせた区域に重点をおくべきである。

3. 止水処理

(1) 坑口補強案

下3番層に通じる坑口4ヶ所を再補強する案であるが、すでに埋戻してある閉塞工を取外して再施工することはむづかしく、かつ高い水頭をもつ貯水池水の漏洩を防止するには無理がある。しかし、坑口は満水面よりかなり低いので貯水後十分注意して監視しなければならない。

(2) グラウトカーテン案

貯水池の外周に沿ってボーリングするため孔長が長くなり範囲が広いこと。深部で大きなクラックに遭遇したとき十分に注入するのはむづかしそうであること、貯水に伴う地盤沈下が予想されるため新しいクラックを生じる可能性があり不確実であること、などの理由で優れた案とは云い難い。

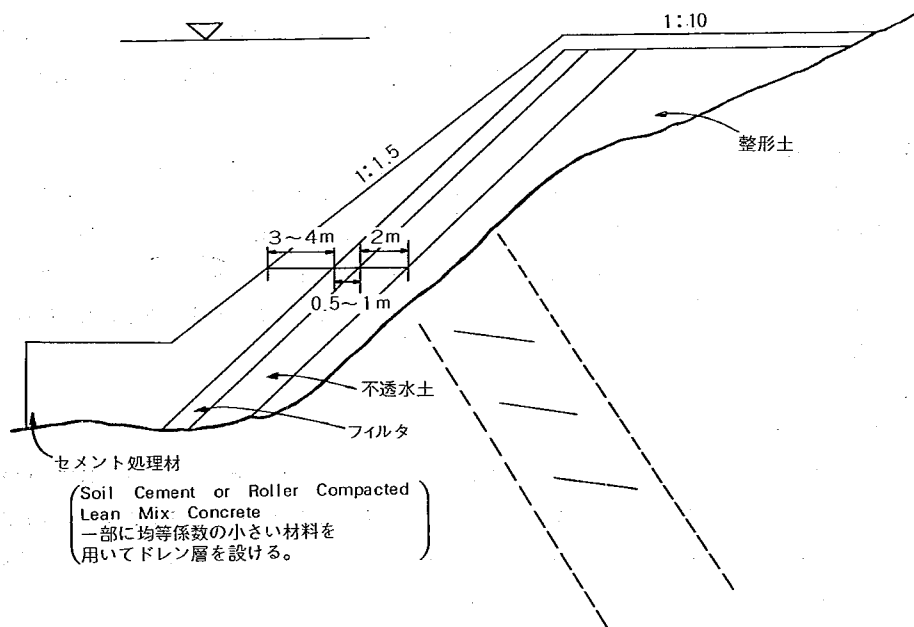
(3) 遮水壁案

遮水壁を設けるとすれば、貯水後の急速低下に伴う背面残留水圧に耐えられること。凍上、雪崩や貯水池波浪による浸食に対して安全であること、ひび割れを生じないことなどが主な条件である。このような条件を満足するものとして止水は土質遮水壁で行ないこれを厚

い保護層で覆うのがよい。

保護層はロックフィルでよいが、美唄ダム付近には良質のロックがない。たまたま、美唄ダムコンクリート骨材用原石山の地表堆積物および上部風化岩が厚いのでこれを利用できないかについて調査した。この調査は始めたばかりであるが十分に使用できると考えられるので次のような設計を原案として今後の調査を進めるのがよい。

なお、原石山付近堆積物のセメント処理についてのフィジビリティスタディの結果は別資料の（土木研究所資料第1079号）のとおりである。（附写真5.1参照）



§ 6. 添 附 図 表 (別冊添附)

図 2. 1 坑口見取図

図 2. 2 限界角 γ 破断角 β 沈下曲線及び地表での応力分布

図 2. 3 傾斜層の場合の限界角

図 2. 4 ボーリング位置図

図 2. 5 美唄ダム自重応力図(下軸)

図 3. 1 地 質 図

図 3. 2 古洞横断図

図 3. 3 透視断面図

図 3. 4 セメント注入グラフ

図 4. 1 孔内水位記録

附図 3-1 P・Q 曲線図

附図 3-2 地質柱状図

表 3-1 地層別ルション分布表

表 3-2 注入結果一らん表

§ 7. 参 考 文 献

- | | |
|--------------|---|
| 坂 倉 勝 彦 | 石狩炭田の構造史について(1)(2) 釧山地質 第4巻第14号
(1954) |
| 日 隅 四 郎 | 三菱美唄鉱における流動構造について |
| 村 岡 次 郎 | 美唄炭鉱付近の美唄層の炭層堆積について 日本釧山地質学会
(1966) |
| 佐 々 保 雄 | 北海道古第三系に関する諸問題 有孔虫 第6号 特集(2)
(1956) |
| 下河原 寿 男 | 夕張炭田の形成とその地質構造の発展 石炭地質研究 第5集
(1963) |
| 松 井 寛 外 | 砂 川 函 幅 地質調査所(1965) |
| 建設技術研究所 | 美唄治水ダム地質調査報告書 (1968) |
| " | " (1969) |
| 明治コンサルタント | 美唄ダム調査の内地質調査その2報告書 (1971) |
| 北海道開発コンサルタント | 美唄ダム調査の内透水試験調査報告書 (1971) |
| " | 美唄ダム調査の内地質調査その3報告書 (1971) |
| " | 美唄ダム調査の内地質調査(その1)報告書 (1972) |
| " | 美唄ダム調査の内地質調査(その2)報告書 (1972) |
| " | 美唄ダム建設工事貯水池地質調査報告書 (1973) |
| 鹿島建設株式会社 | 美唄ダム建設工事の内貯水池透水試験調査報告書 (1975) |

美唄ダム貯水池水漏洩防止に関する
調査報告書の内 図面・図表及写真集綴

目 次

図 2-4	(ボーリング位置図 $S=1:1000$)	13
" 2-5	(美唄ダム自重応力・主応力図・F 軸)	14
" 3-1	(美唄ダム貯水池平面図 $S=1:3000$)	15
" 3-2	(美唄鉦区・貯水池横断面図 $S=1:1000$)	16~25
附図 3-1	(BV27号 P-Q 曲線図)	26
表 3-1	(美唄鉦区・地層別ルヂオン分布表)・表 3-2-1 (茶走内鉦区)	27~28
図 3-3	(美唄鉦区・貯水池透視断面図 $S=1:500$)	29
" 3-4	(" ・注入圧力とセメントミルク注入量関係図)・ 表 3-4-1 (茶走鉦区)	30~40
表 3-2	(" ・セメント注入結果一覧表)・表 3-2-1 (茶走内 鉦区)	41~42
写真 4-1	(美唄川右岸～下二番層を中心に下流断層写真)	43
" 4-2	(" ～河岸トレンチ全景写真)	44
図 4-1	(BV 26. 27. 28. 29. 号孔水位観測表)	45
附写真 5-1	(セメント処理材料試験写真)	46

図 2-4 ボーリング位置図

S=1:2,000

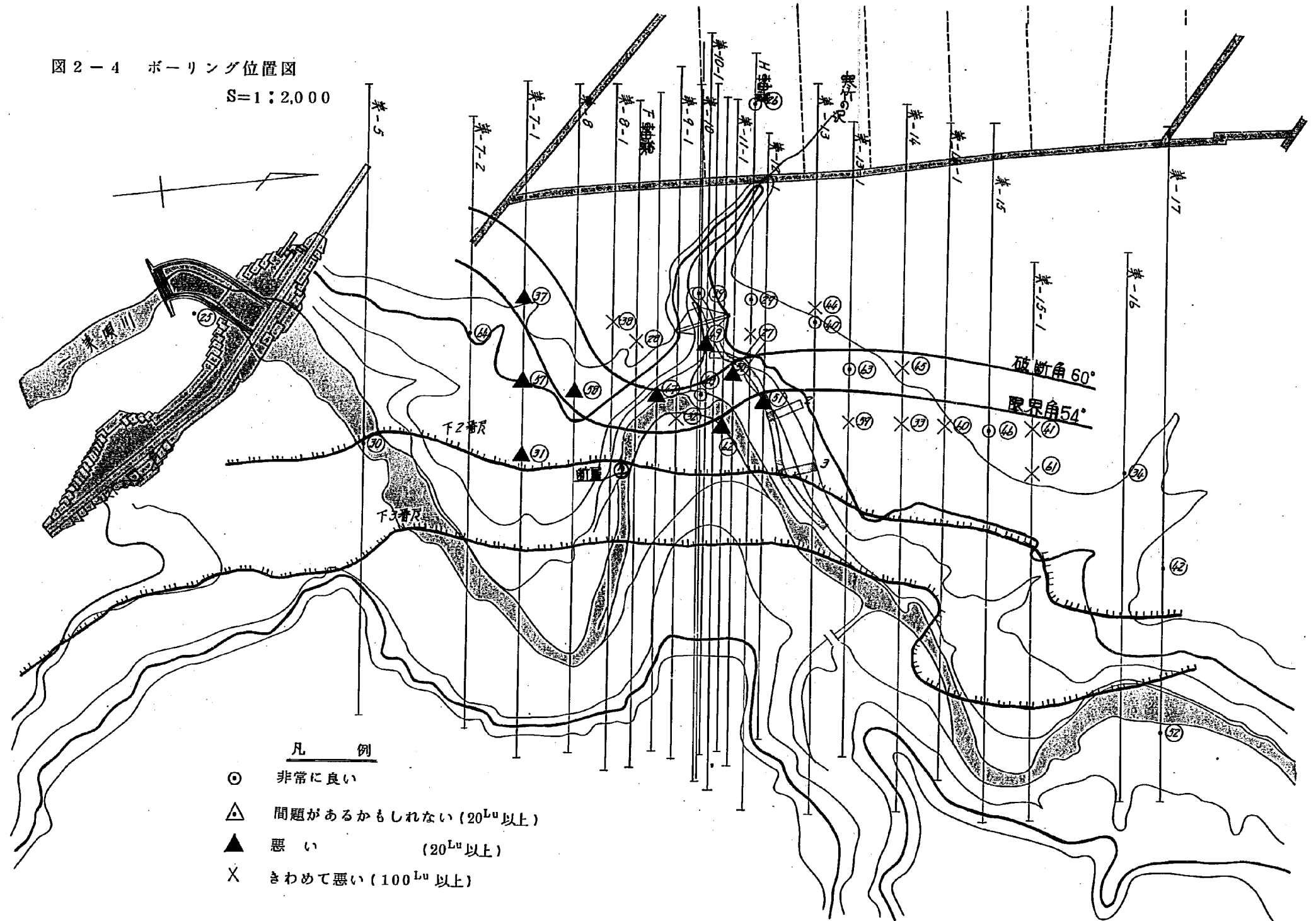


図 2-5 美唄ダム自重応力主応力図 (F 軸)

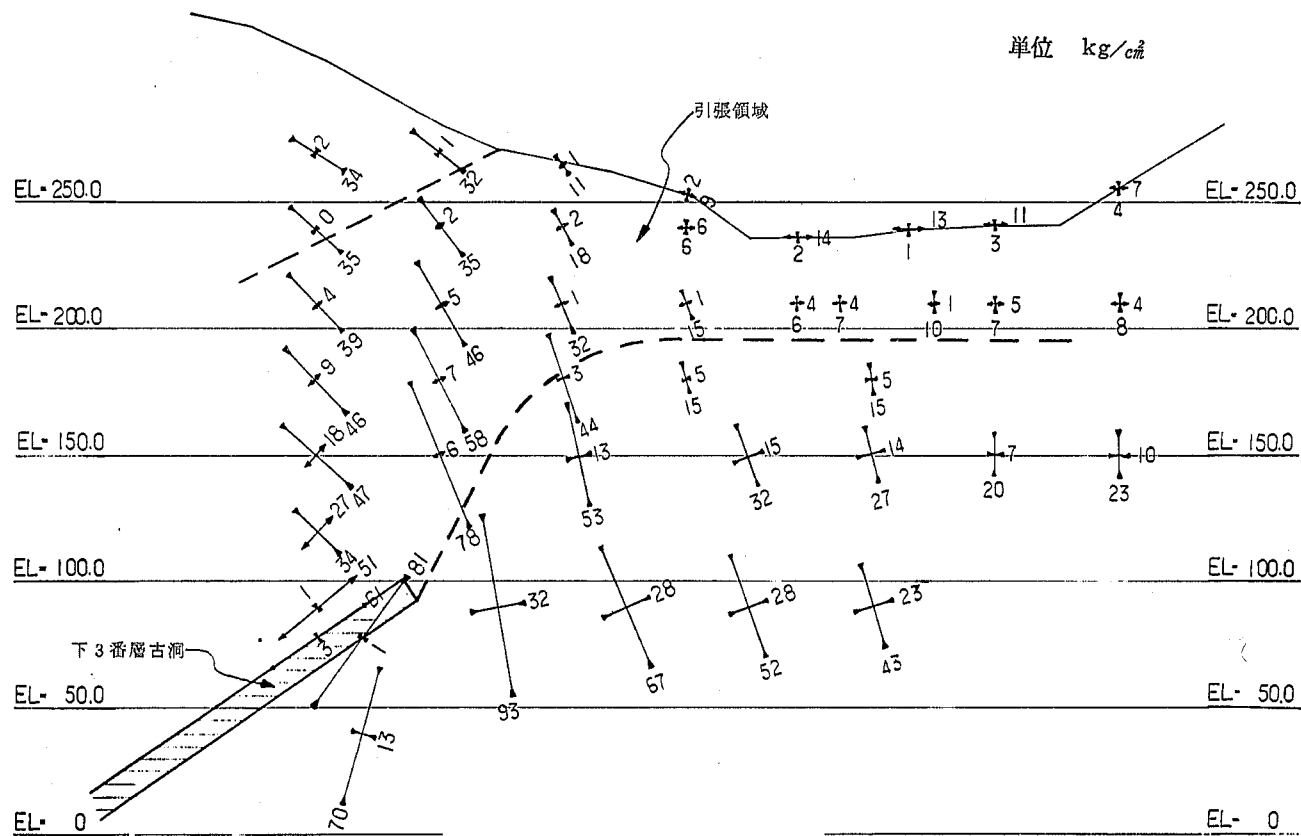


図 3 - 1 昭和 49 年度美唄ダム建設工事の内貯水池透水試験調査 地質平面図

SCALE 1 : 3,000

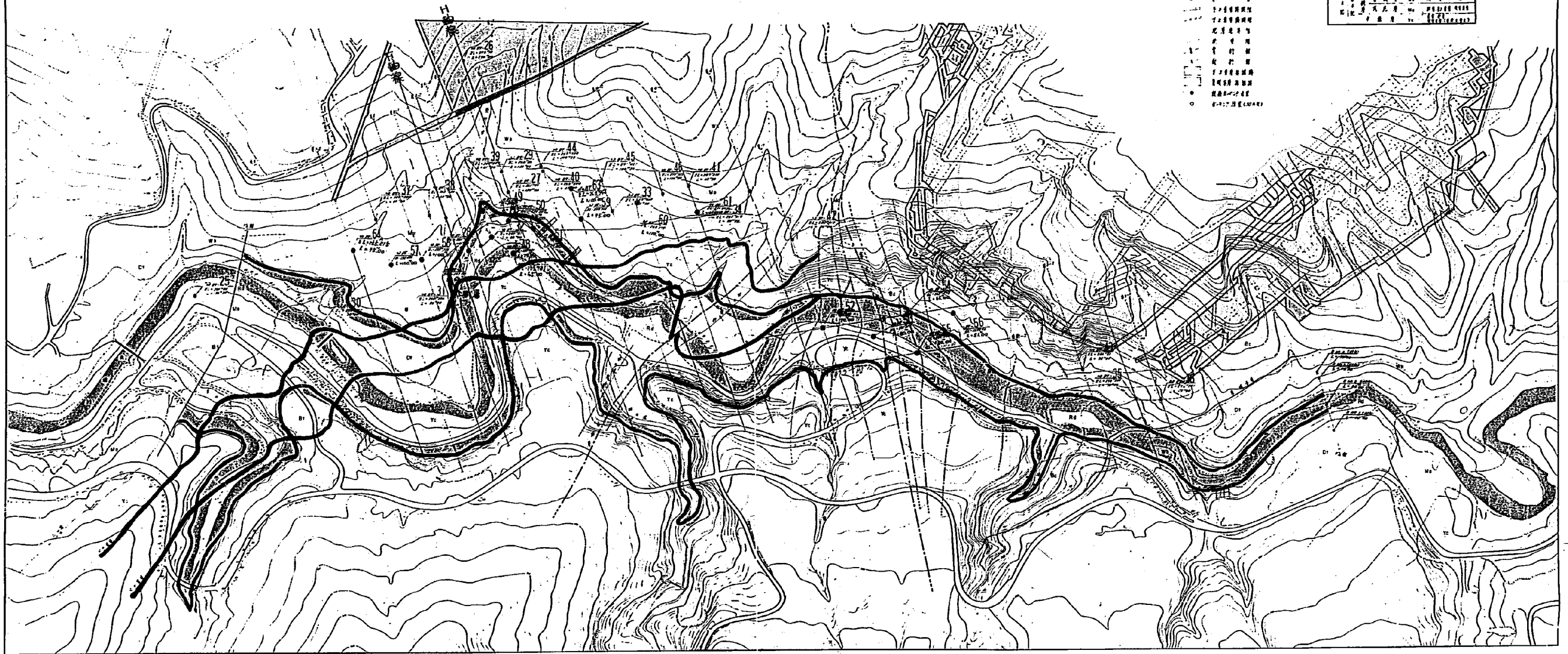
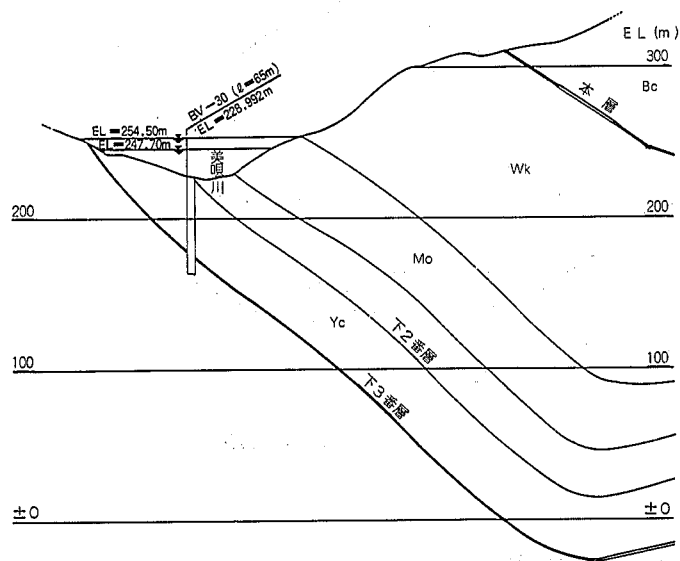


図3-2-1 貯水池横断面図

S=1:1000

美5線-1



美7線-2

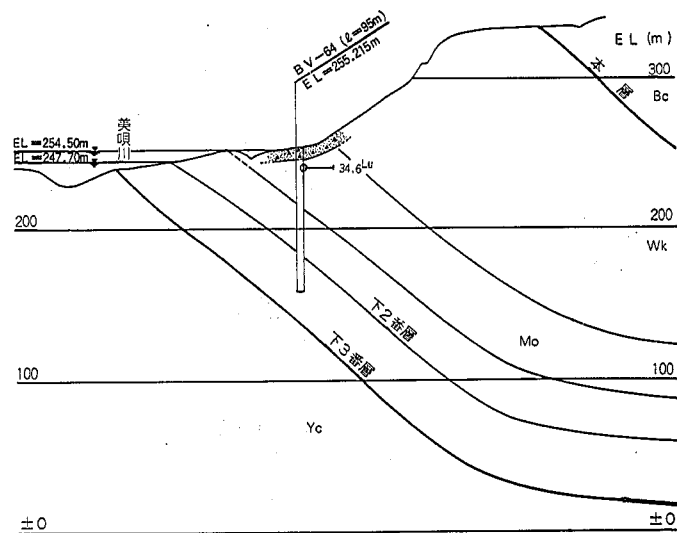
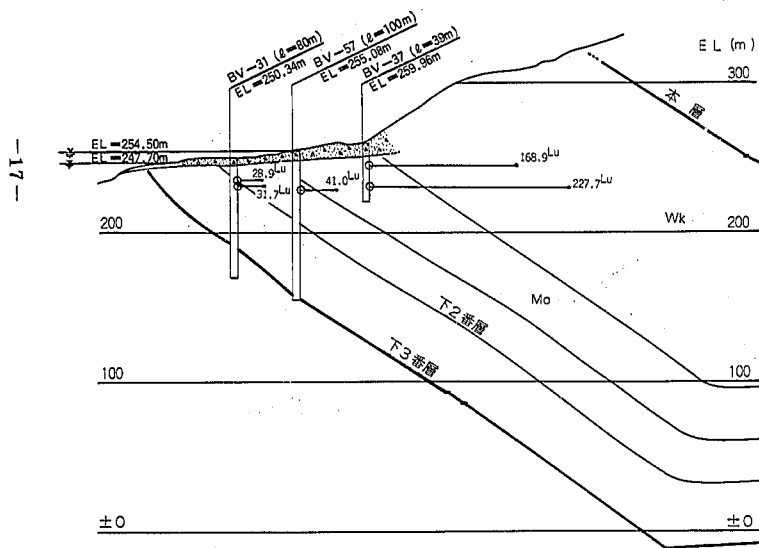


図3-2-2 貯水池横断面図

S=1:1000

美7線-1



美8線-1

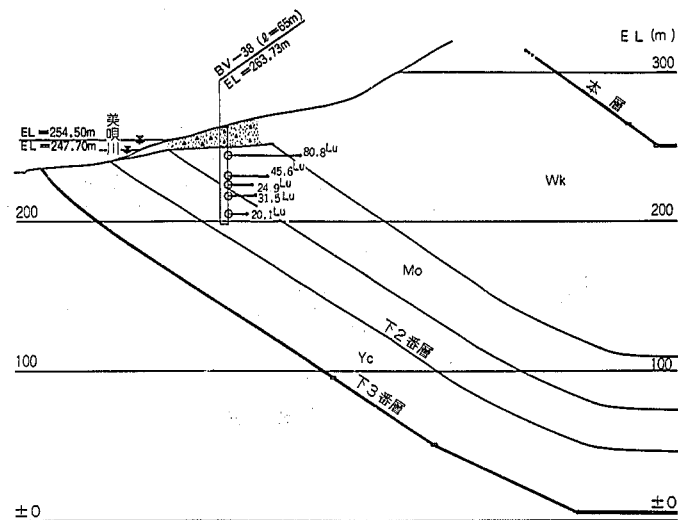
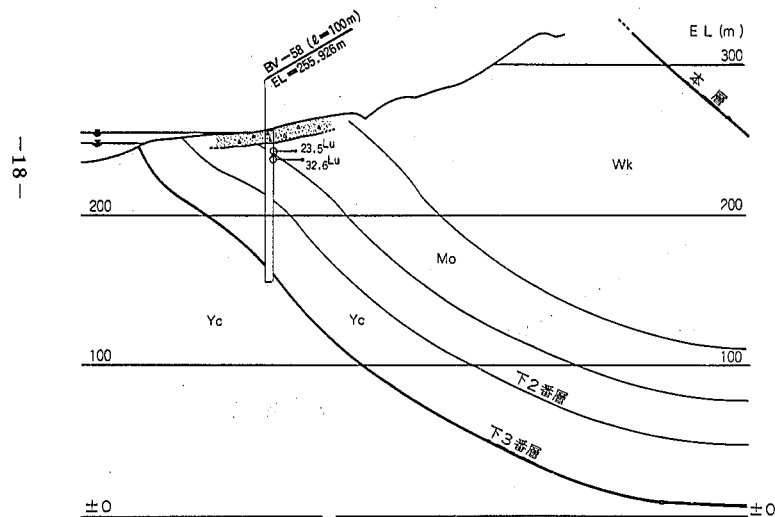


図3-2-3 貯水池横断面

S=1:1000

美8線



美F軸線

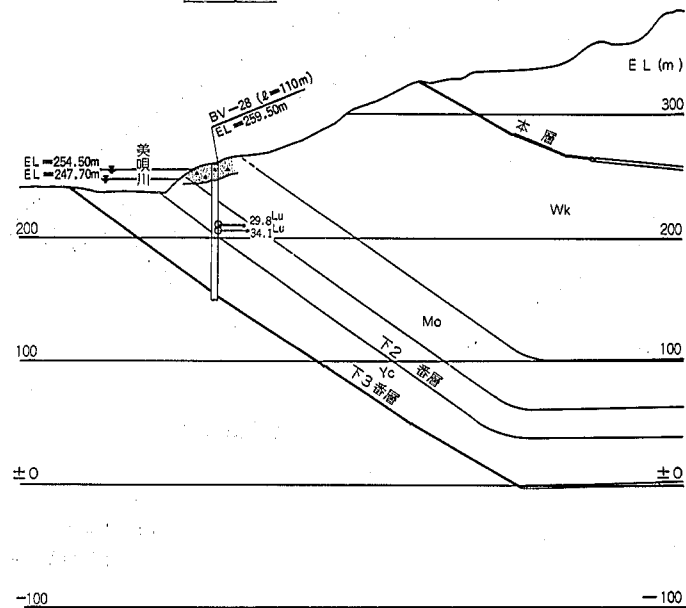
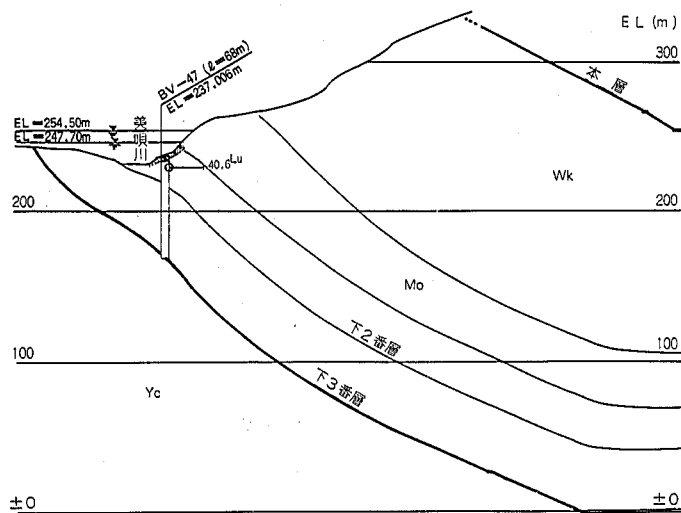


图3-2-4 貯水池横断面图

S=1:1000

美9線-2



美9線-1

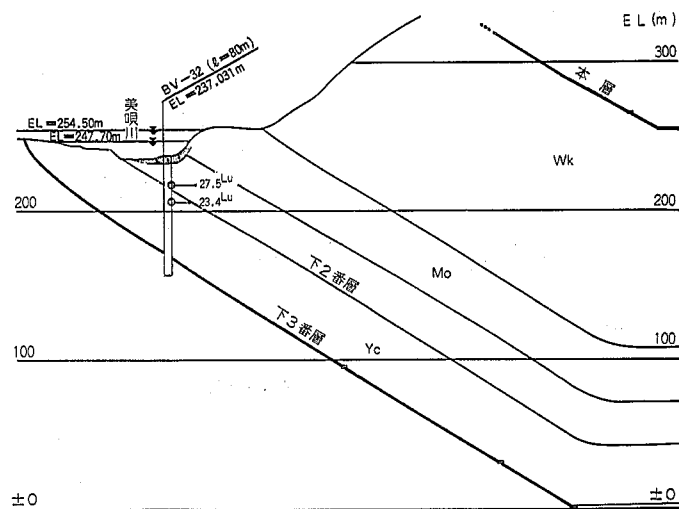
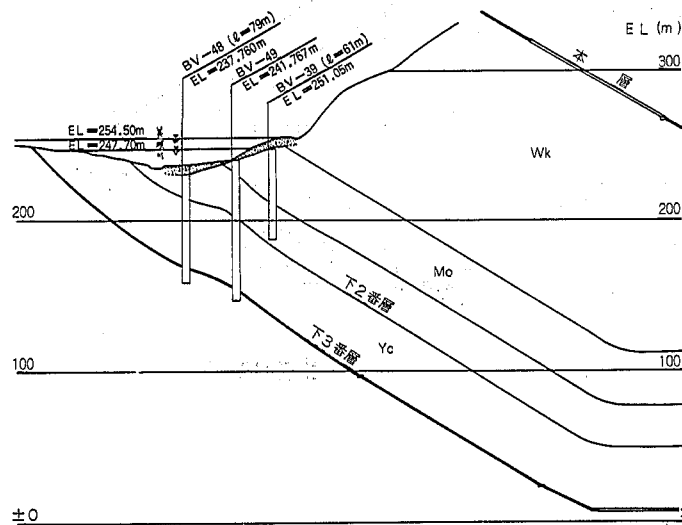


図3-2-5 貯水池横断面図

S=1:1000

美10線



美11線-1

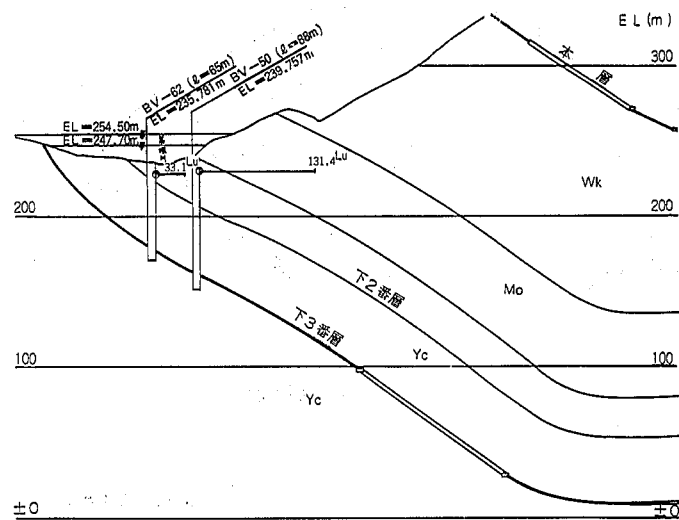
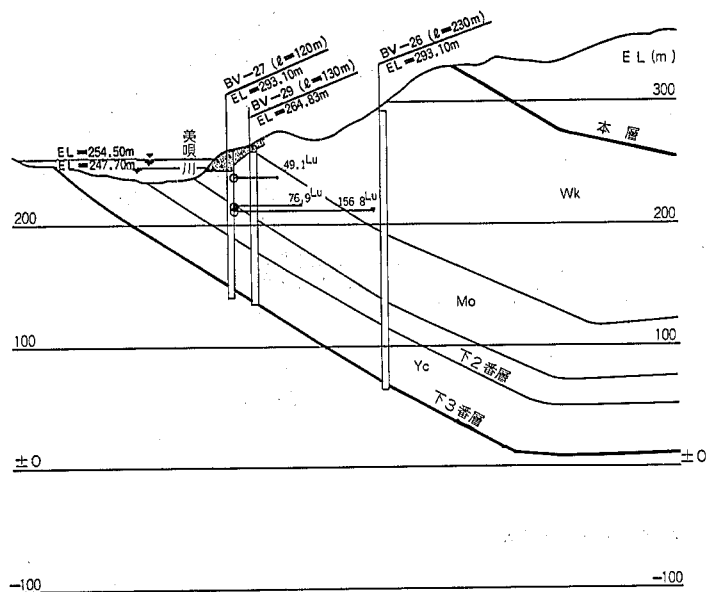


図3-2-6 貯水池横断面図

S=1:1000

美H軸線



美12線-1

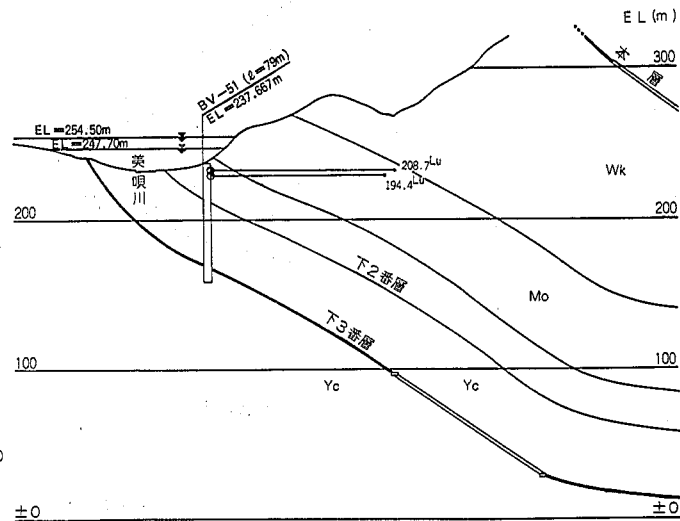
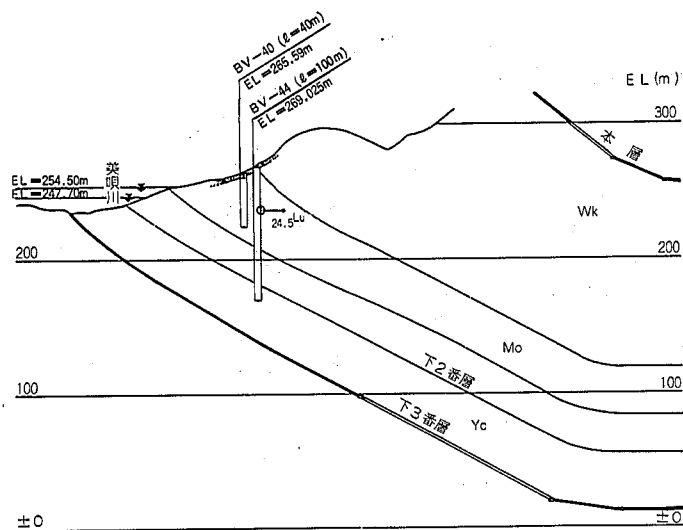


図3-2-7 貯水池横断面図

S=1:1000

美13線



美13線-1

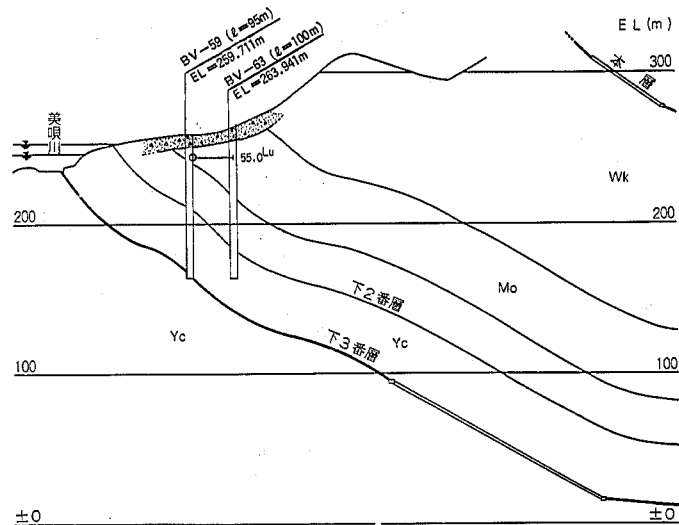


図3-2-8 貯水池横断面

S=1:1000

美14線

美14線-1

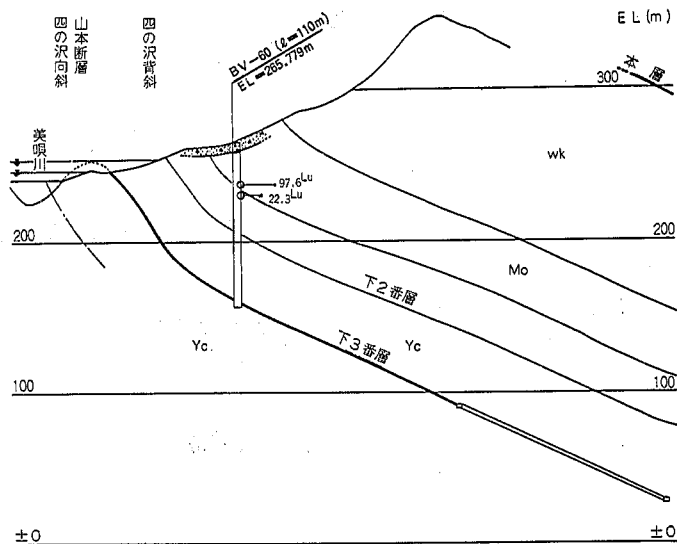
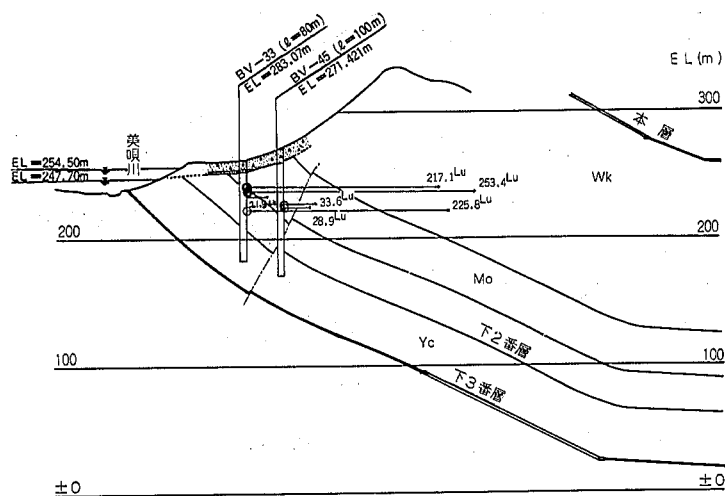


图3-2-9 貯水池横断面图
S=1:1000

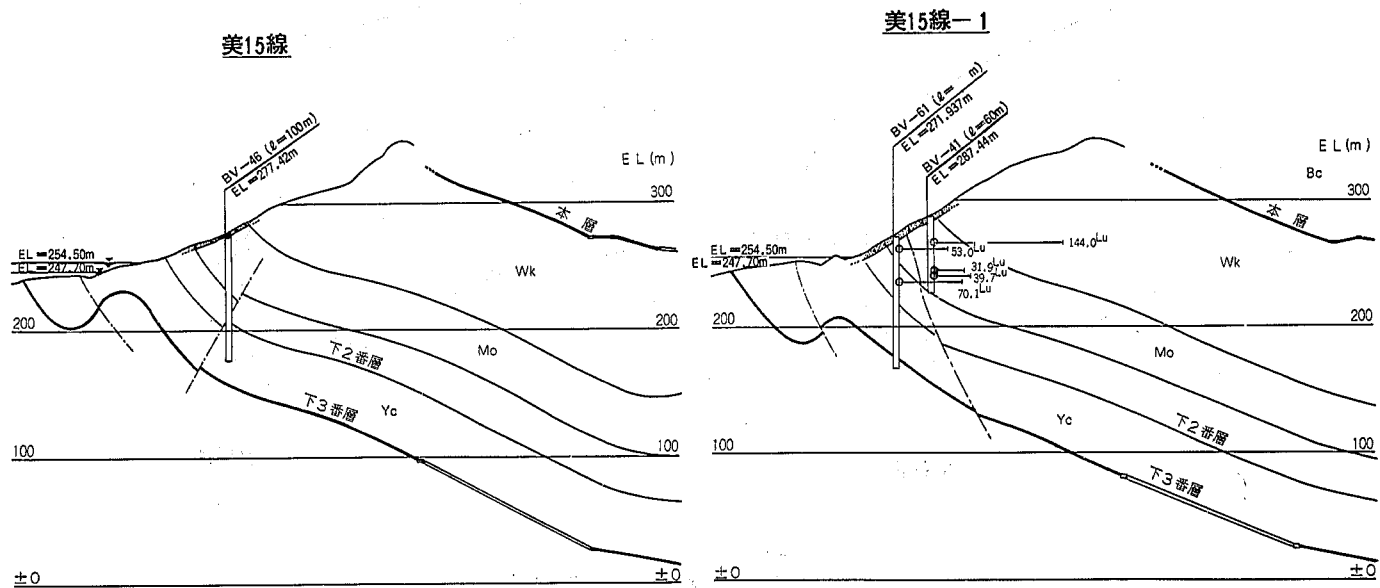
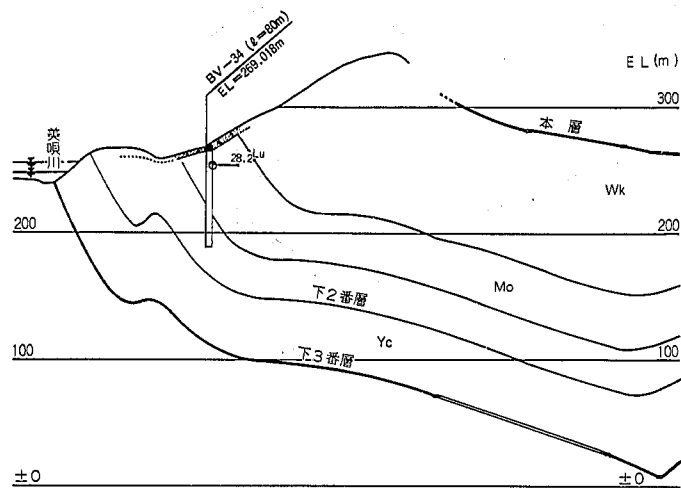


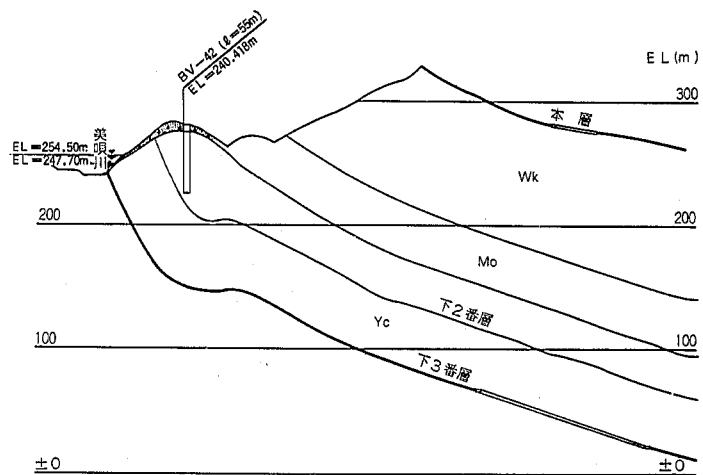
図3-2-10 貯水池横断面図

S=1:1000

美16線



美17線



昭和49年度美唄ダム建設工事の内
貯水池透水試験調査 P-Q 曲線図

NO. BV-27

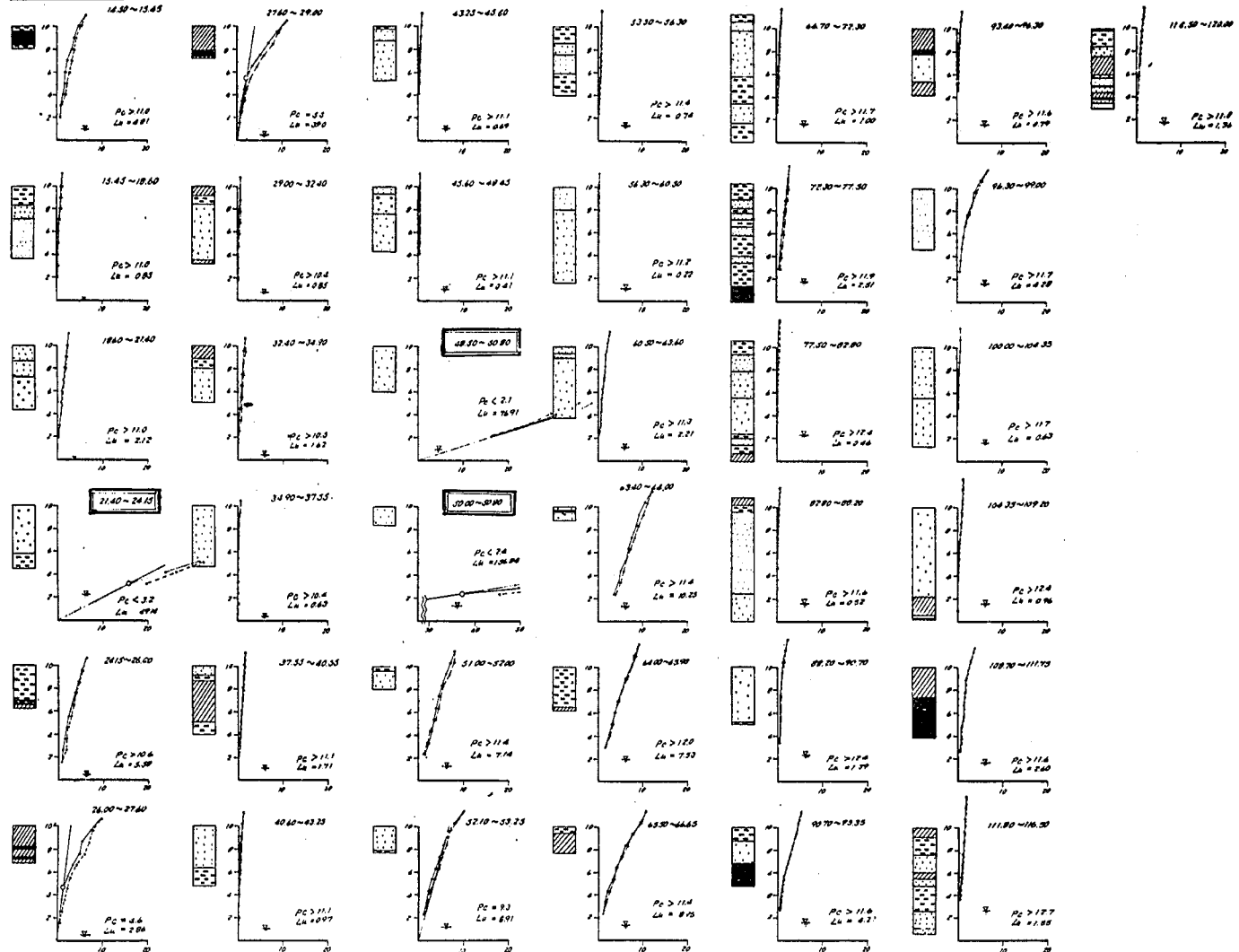


表3-1 ル ジ オ ン 分 布

[illegible]

50. 12. 25

[illegible]

表3-1-1 茶走内鉱区・地層別ルジオン分布表

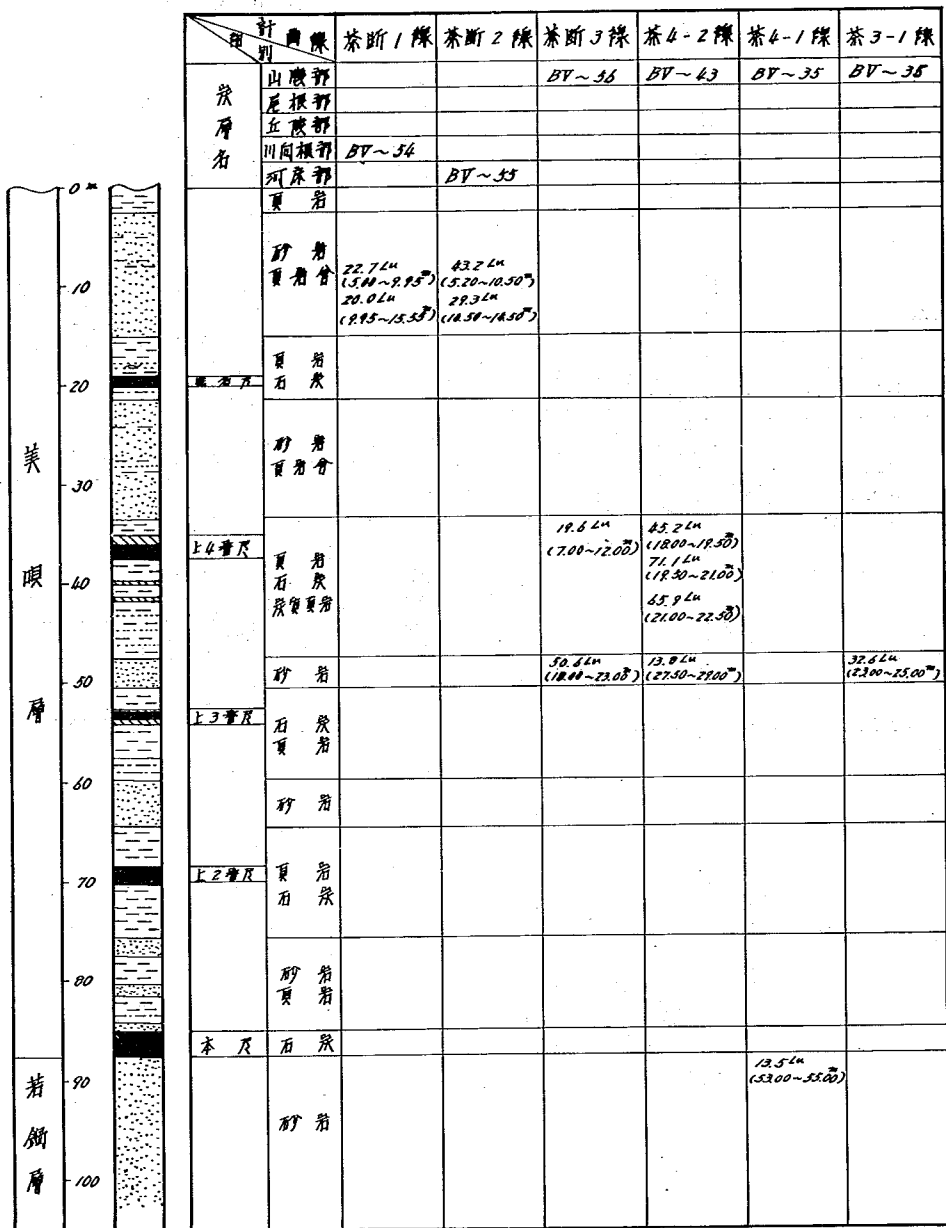


図 3-3 美唄ダム貯水池透水試験調査
透視断面図

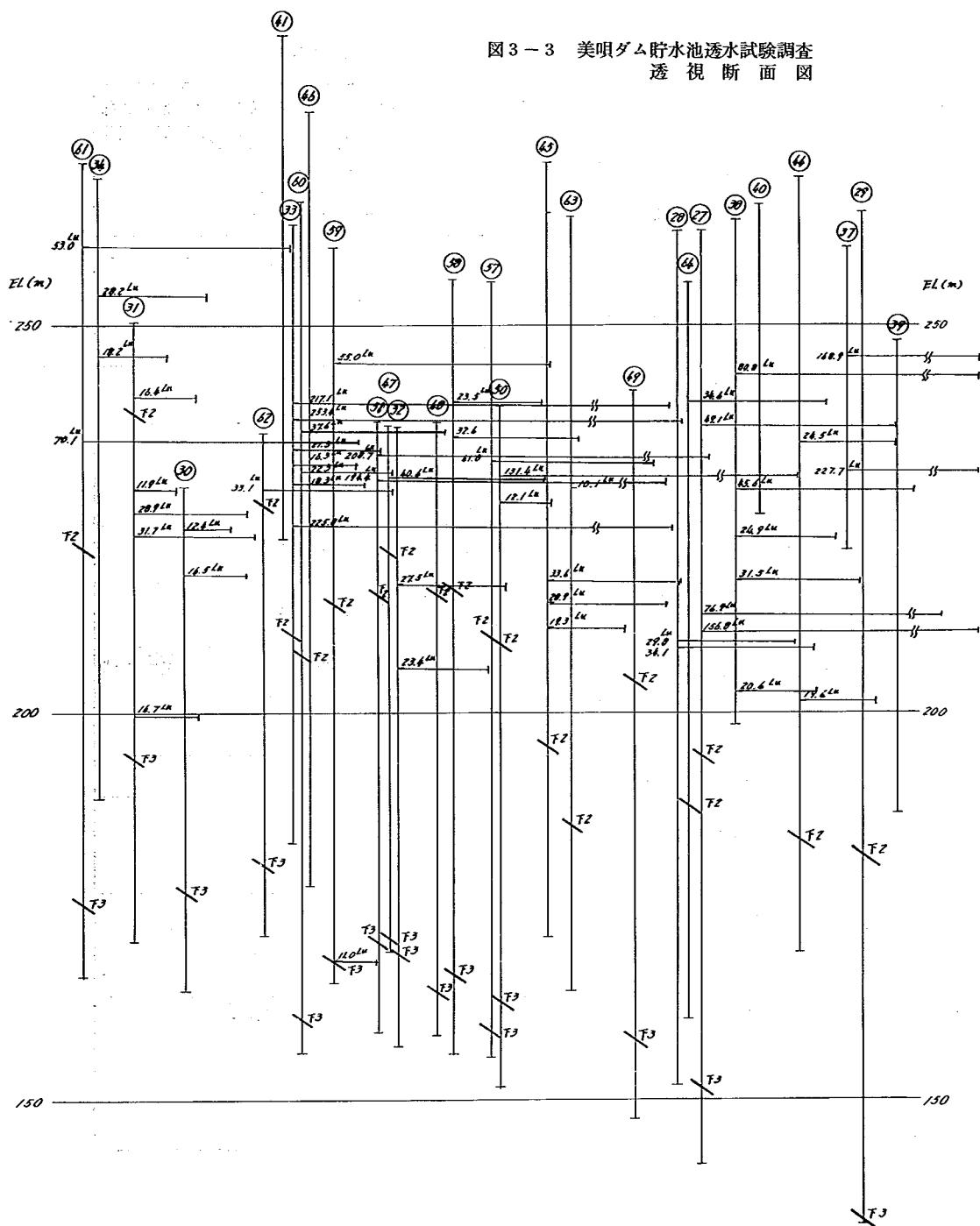
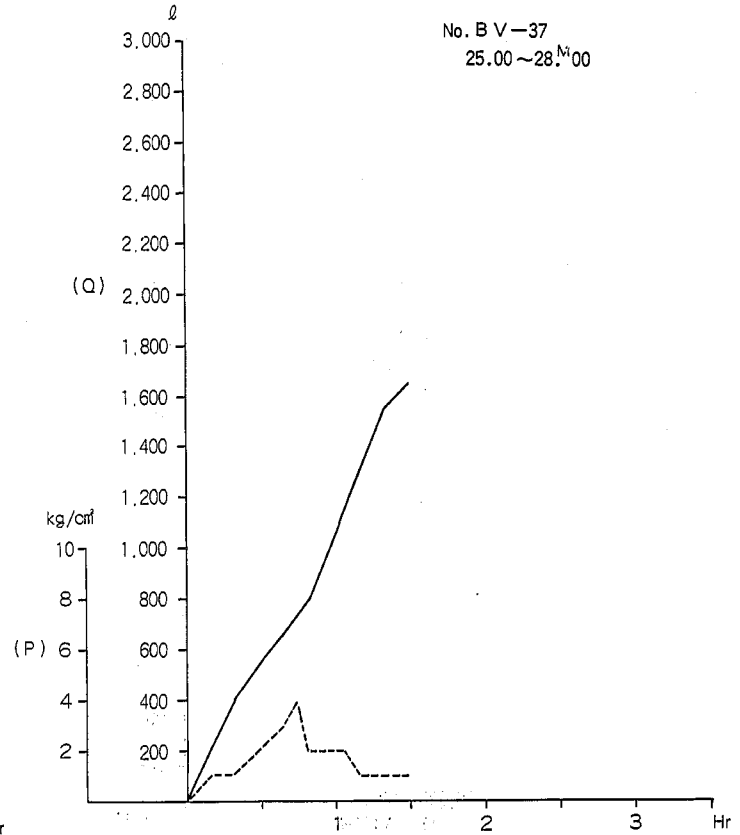
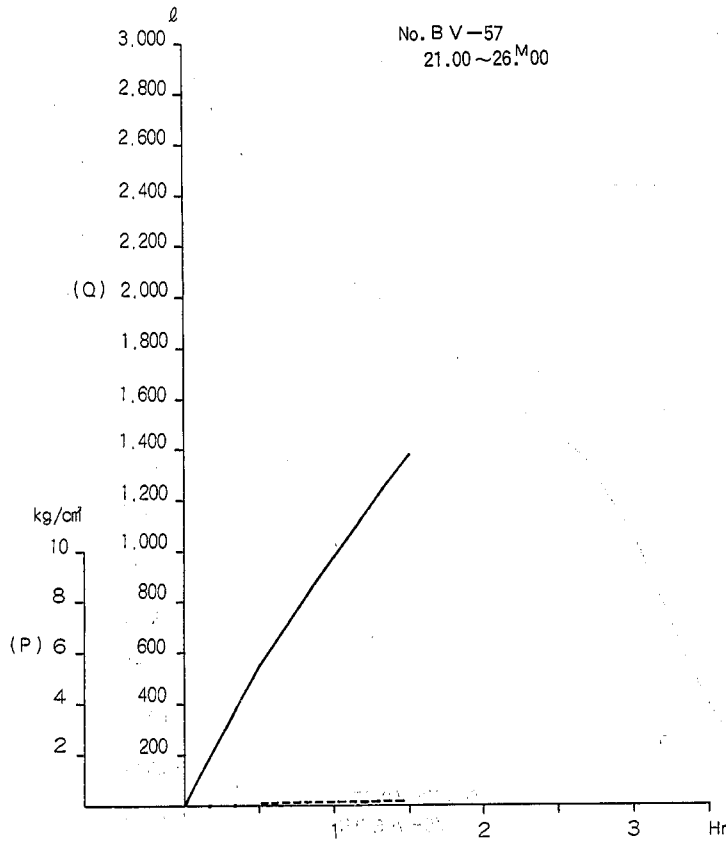


図3-4-1 美唄ダム貯水池区域



—— 全セメントミルク注入量

----- 注入圧力

図3-4-2 美唄ダム貯水池区域

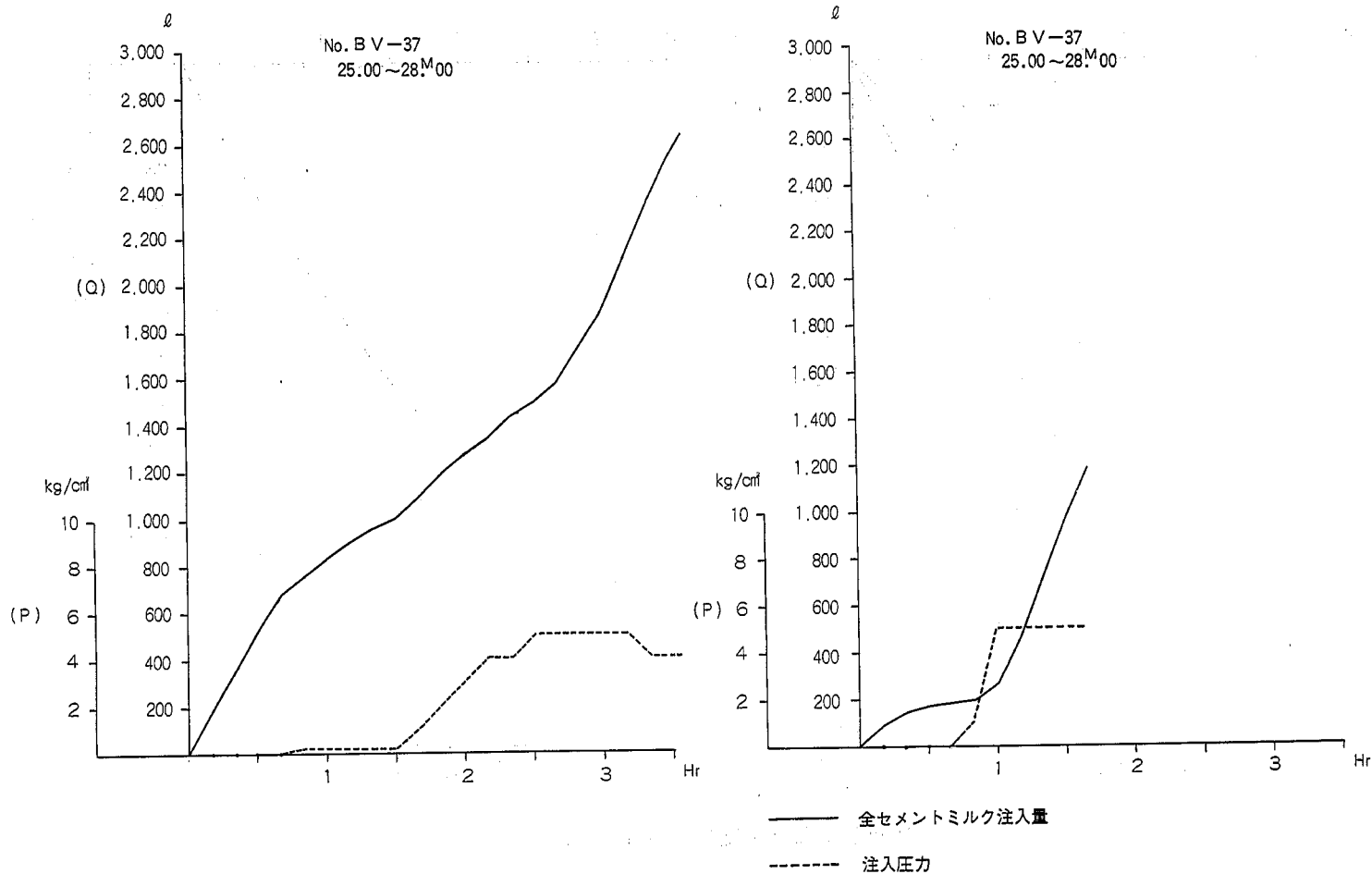
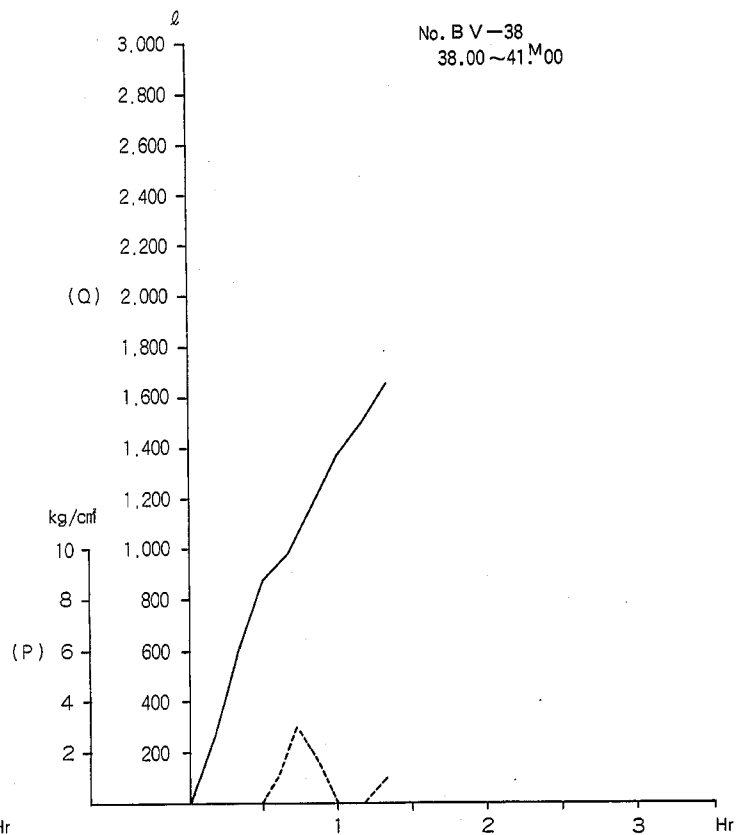
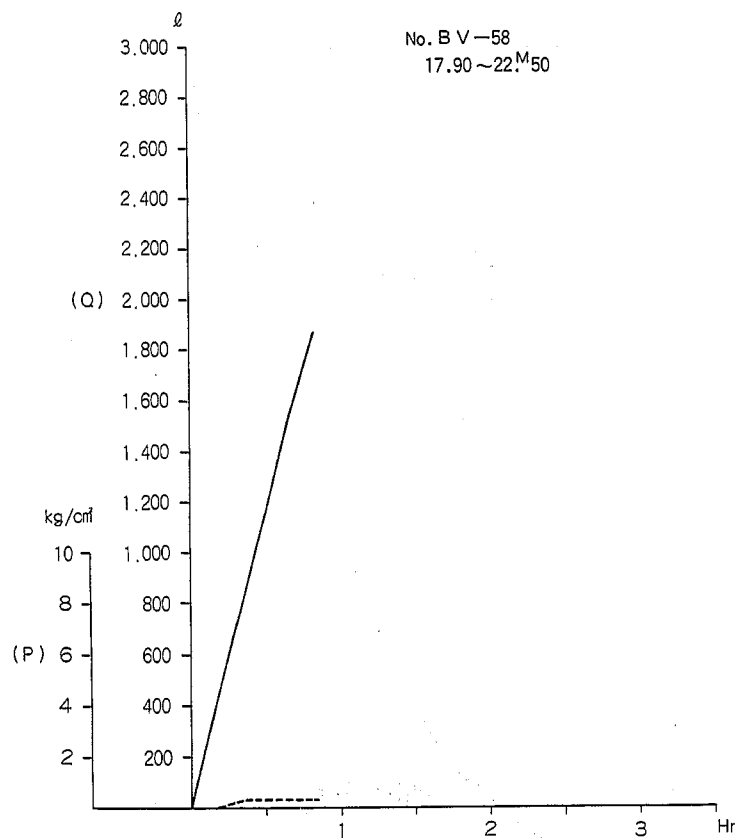


図3-4-3 美唄ダム貯水池区域



—— 全セメントミルク注入量
----- 注入圧力

図3-4-4 美唄ダム貯水池区域

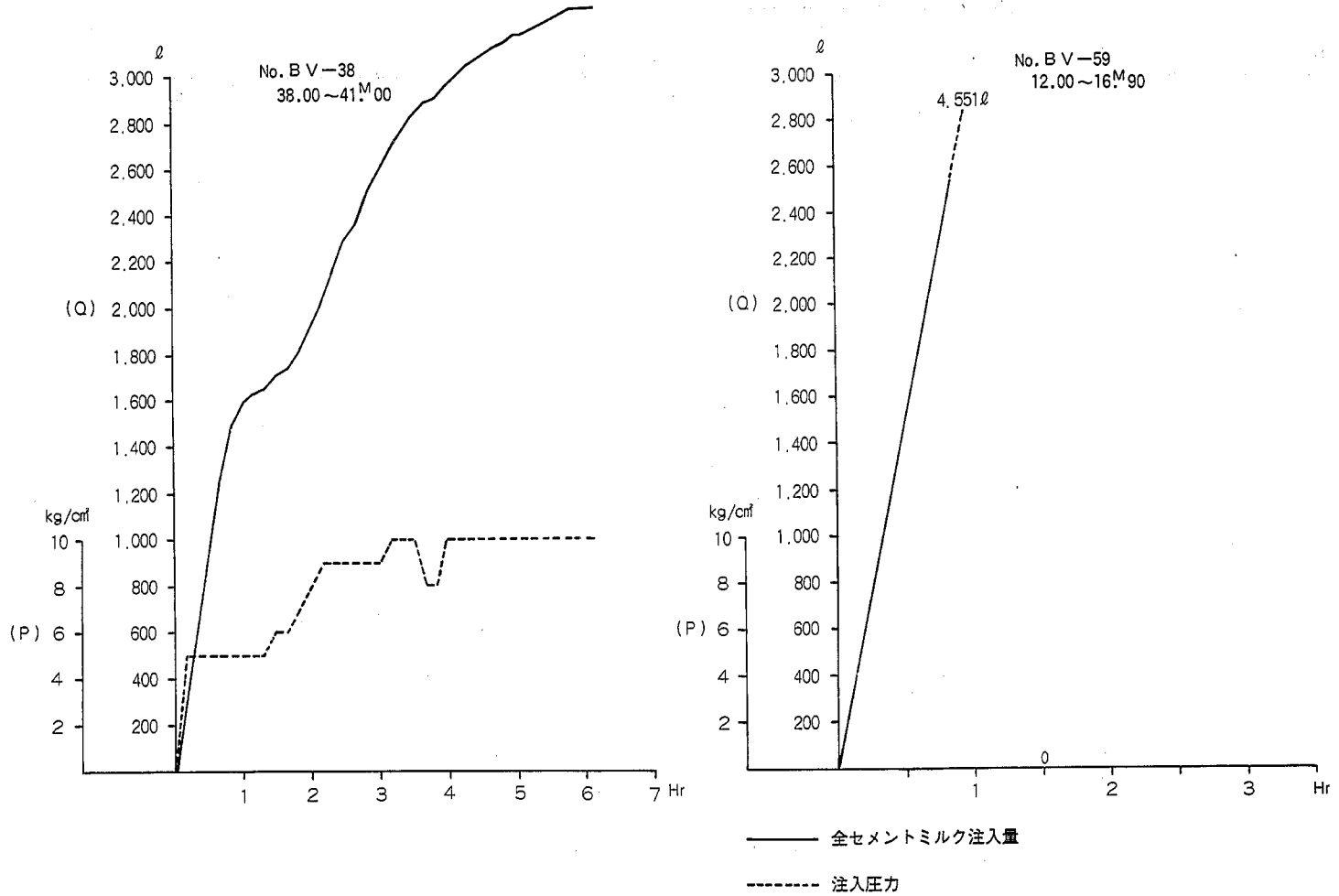


図3-4-5 美唄ダム貯水池区域

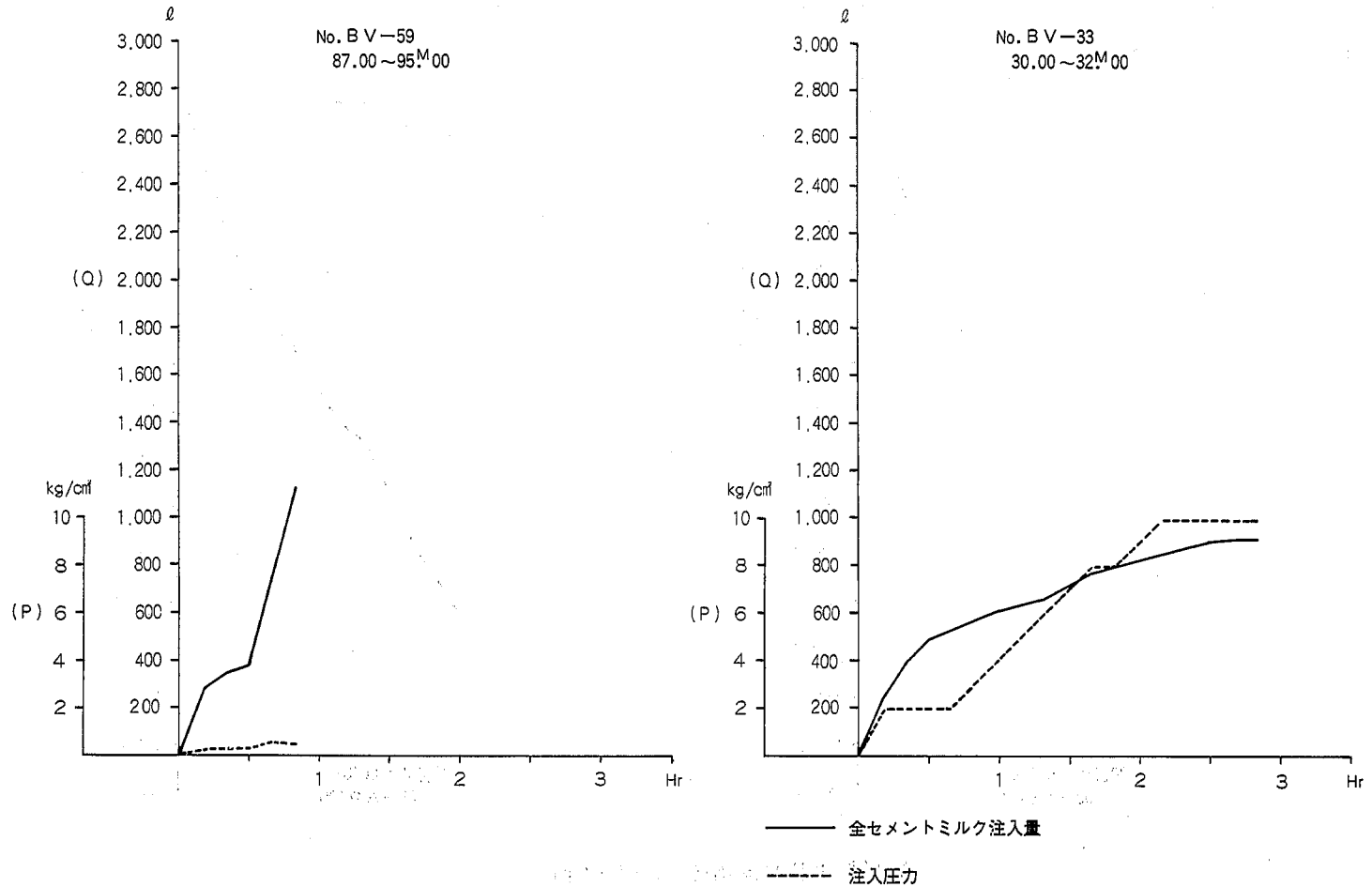
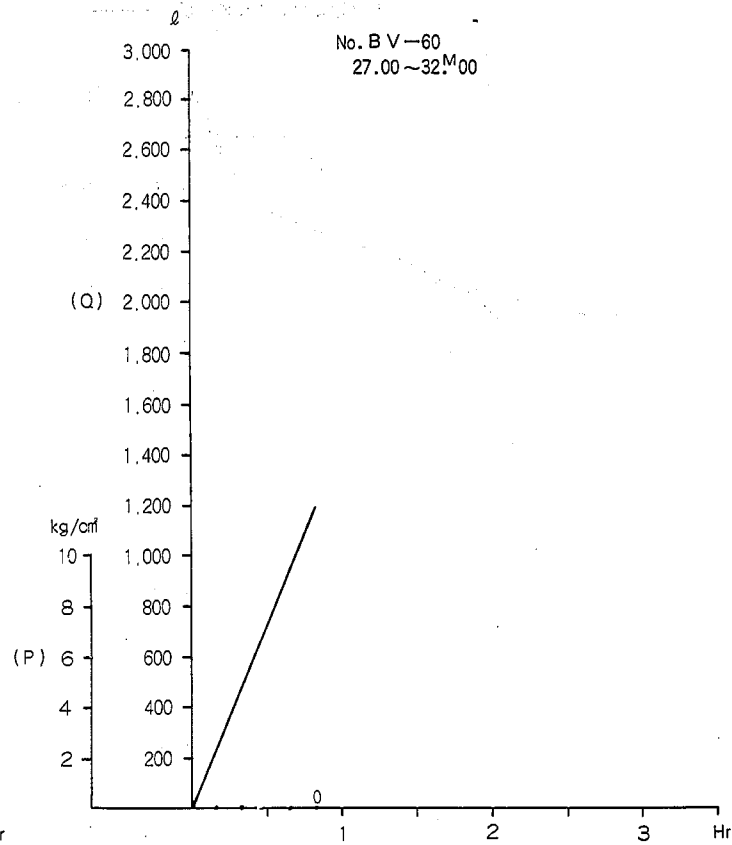
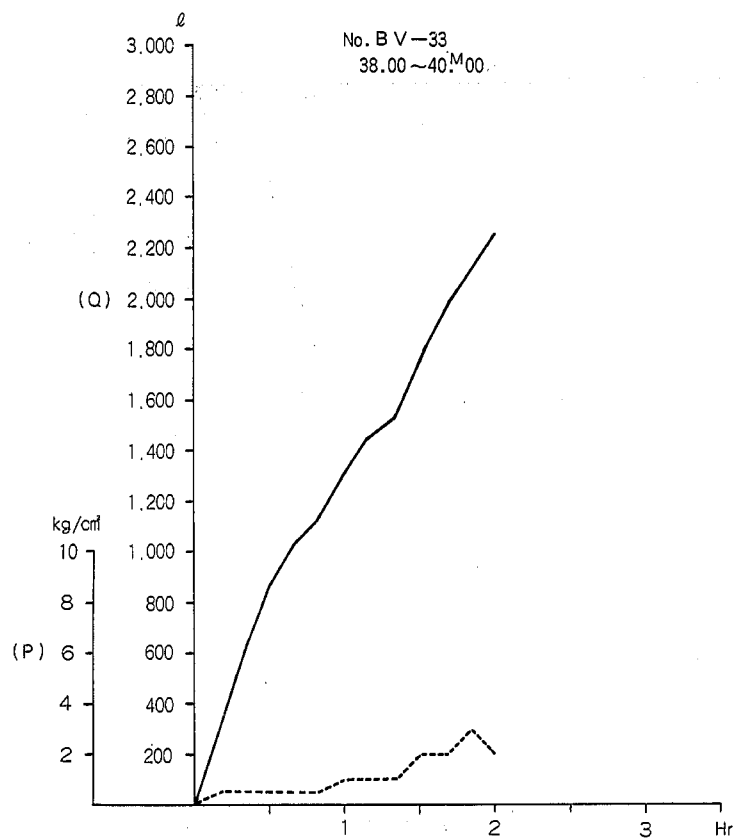


図3-4-6 美唄ダム貯水池区域



— 全セメントミルク注入量

----- 注入圧力

図3-4-7 美唄ダム貯水池区域

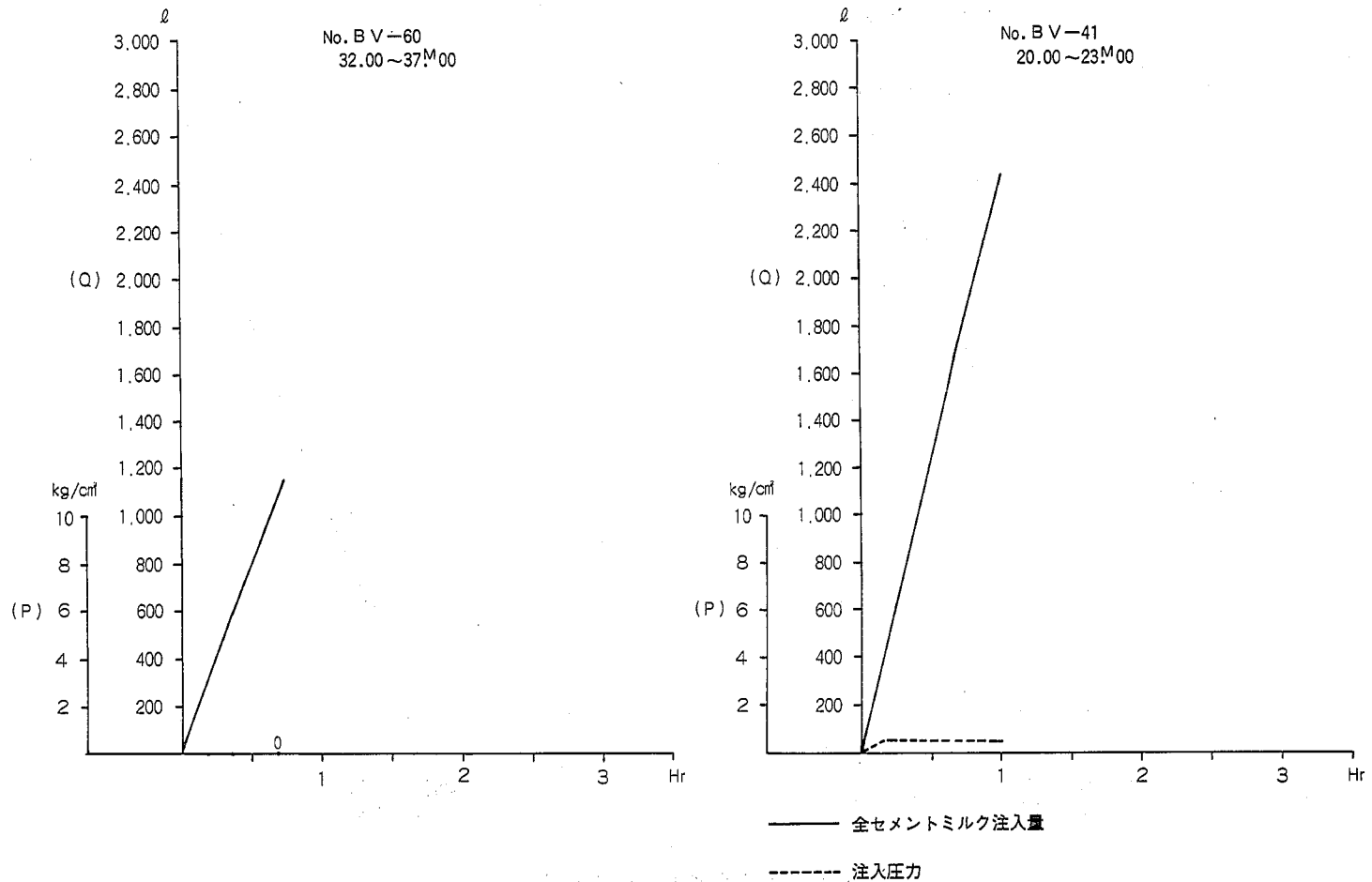
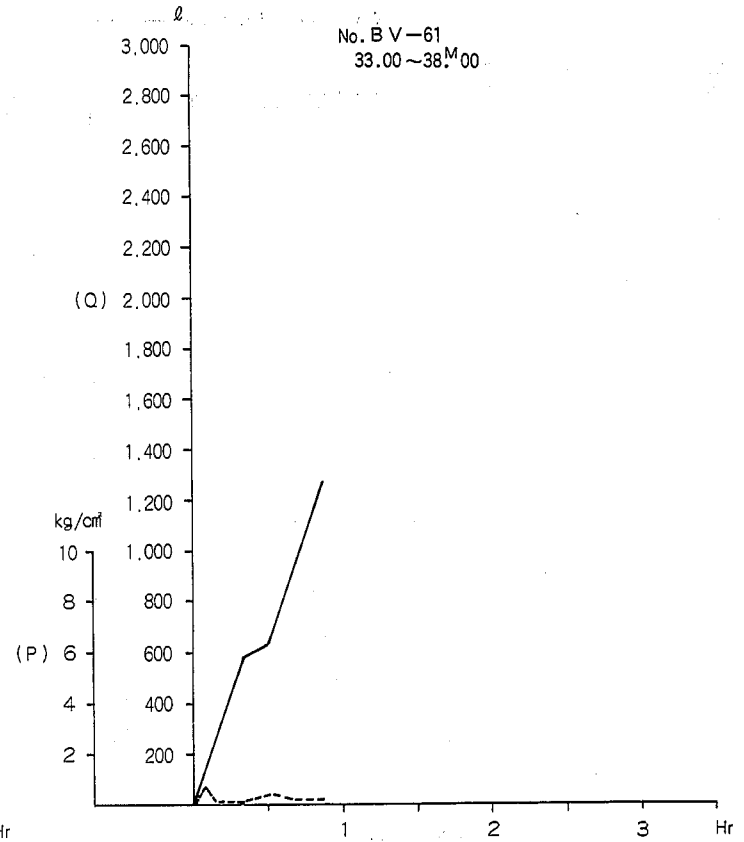
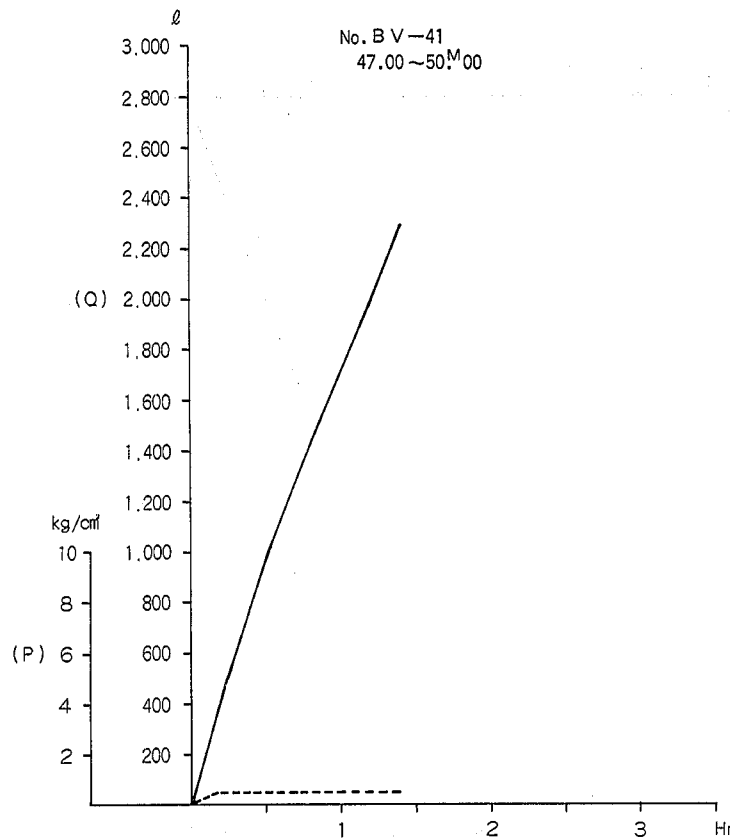


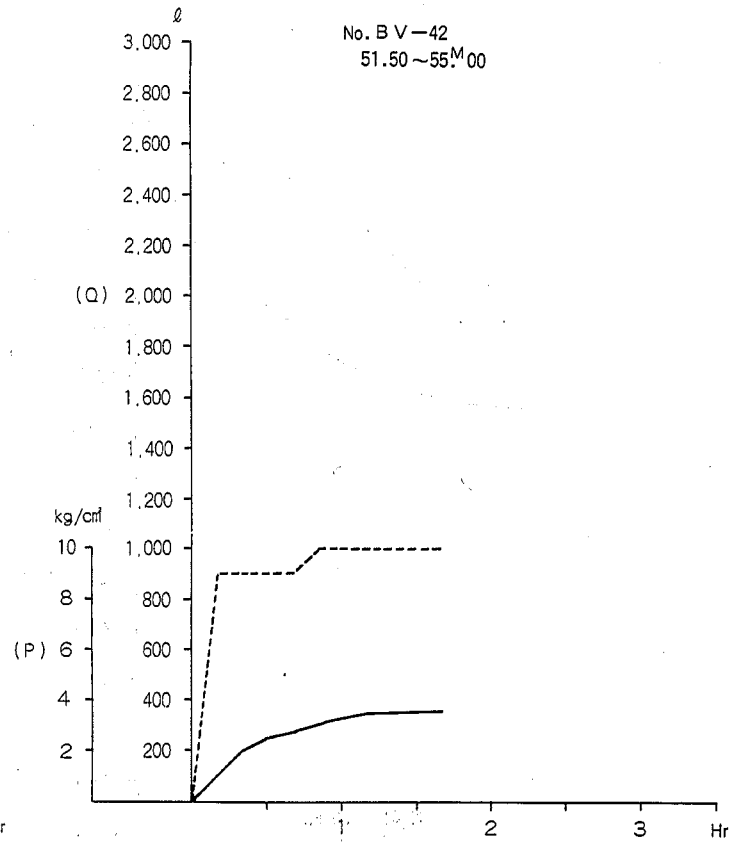
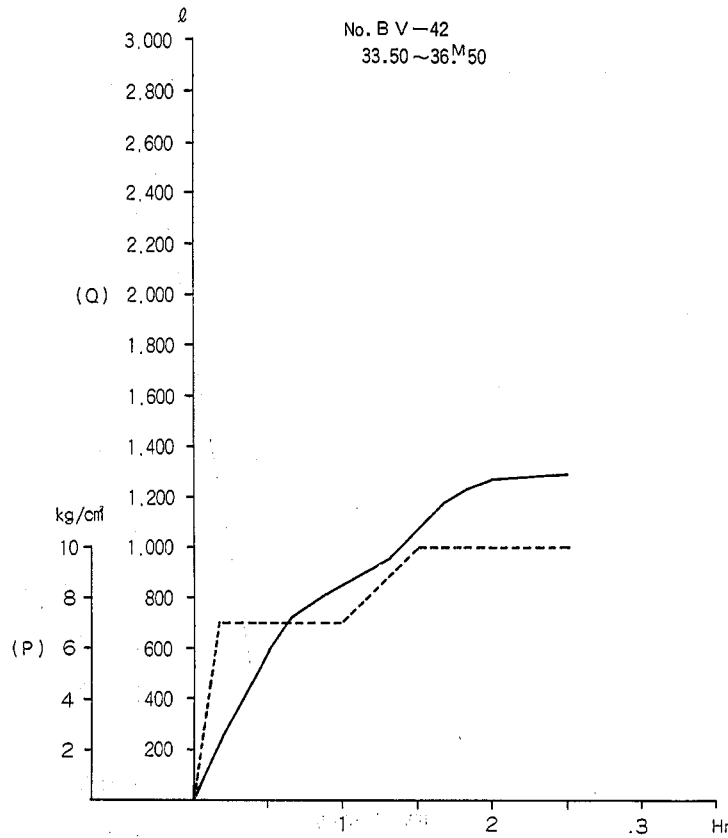
図 3-4-8 美唄ダム貯水池区域



—— 全セメントミルク注入量

----- 注入圧力

図3-4-9 美唄ダム貯水池区域



— 全セメントミルク注入量

- - - 注入圧力

図3-4-I-1 茶 志 内 区 域

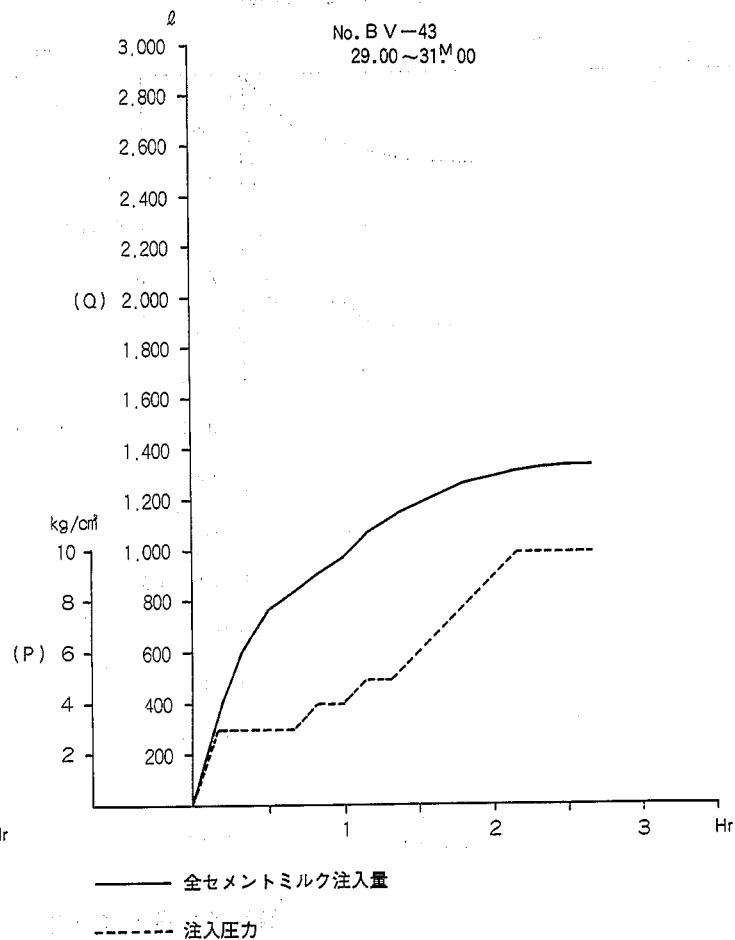
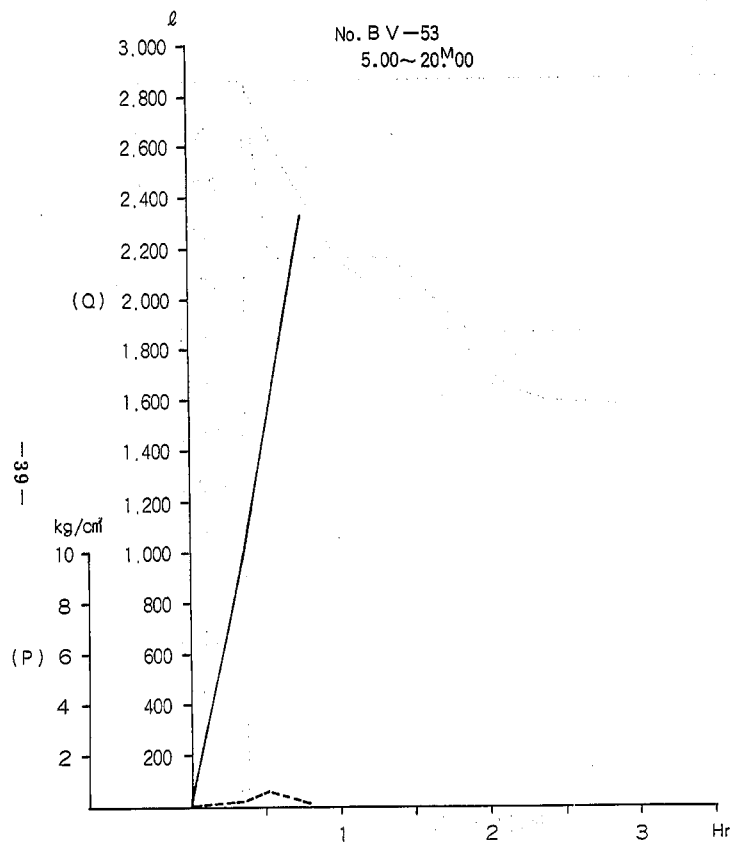
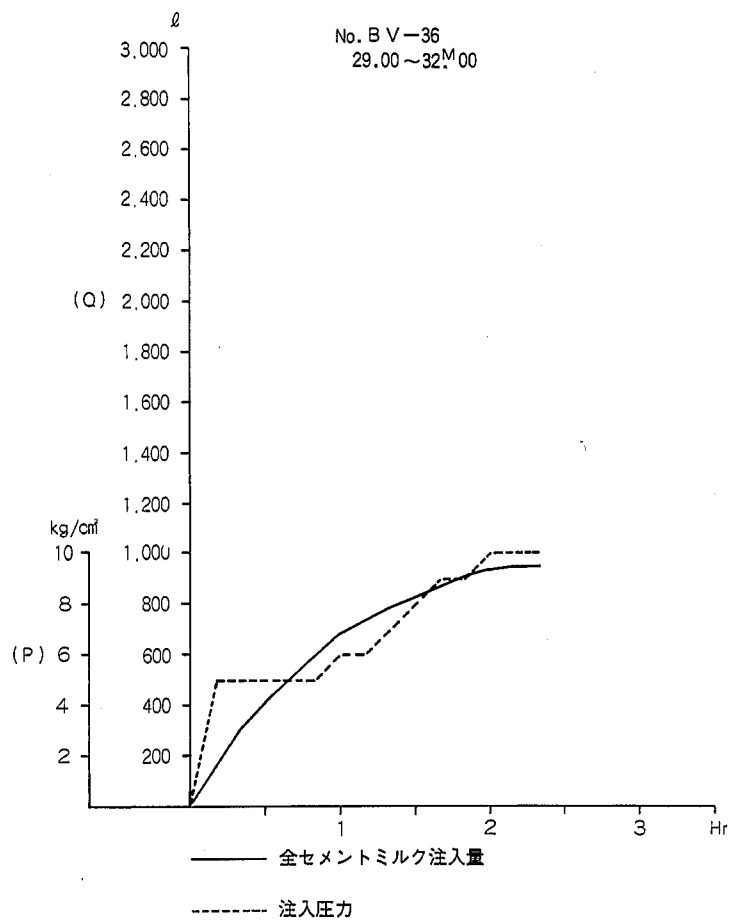


図3-4-I-2 茶 志 内 区 域



注入結果一らん表

(美 唄 鉦 区)

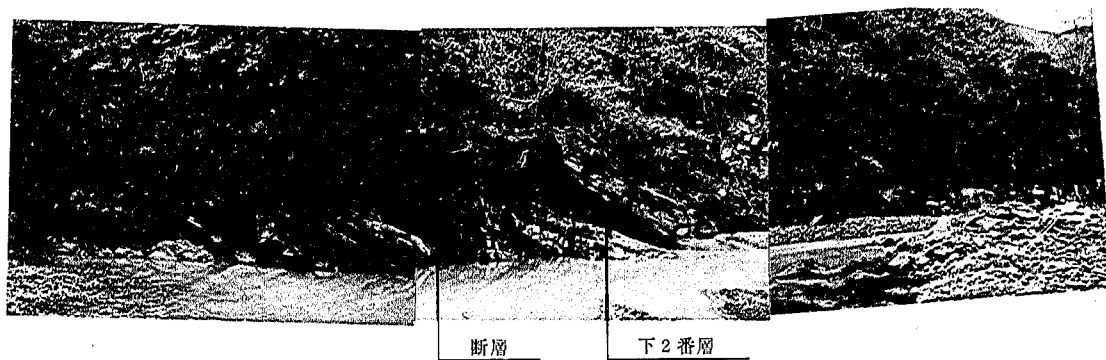
工 種	孔 番	スチ ル	注入深度 m	注 入 区 間 m	注入口 径 φ	方向及 傾 度	施 工 月 日	施 工 順 序	注 水 テ ス ト				注入圧力 kg/cm ²	注入時間 min	配 合 C : W 当 初 最大濃度	注入ミ ルク量 ℓ	注 入 セ 量 メント kg	使 用 セ 量 メント kg	添加剤	単位注入 量ℓ/m ³ (C)	注 入 注 水 比		ホ ー リ ン グ		記 事 (リーク・注入異常など)
									P ₁ ℓ/min P ₂ ℓ/min P ₃ ℓ/min P _{max} (A)												C/A	施工月・日	岩盤 番号	コン クリ ート 層	
									ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min	ℓ/min													
	BT-57		21°~26°	5.0	φ6	垂直	9/16					0 ~ 0.1	90	1:1 1:2	1,300 ⁰	1,047 ⁰	1,042 ⁰		209.5			9.14	5.0		
	BT-37		27°~30°	3.0	"	"	9/26					1.0	86	1:1 1:1	1,662 ⁰	852 ⁰	971 ⁷		206.3			9.24	3.0	注入中断	
	"		"	"	"	"	9/26					4.0	215	1:1	2,619 ⁰	2,104 ⁰	2,347 ⁰		220.3			9.26		角注入	
	"		"	"	"	"	9/27					5.0	99	1:0.6 1:0.6	1,100 ⁰	1,062 ⁰	1,213 ⁰		356.0			9.27		"	
	BT-38		17°~22°	6.55	"	"	9/11					0 ~ 0.3	68	1:1 1:1	1,888 ⁰	1,617 ⁰	1,642 ¹		311.6			9.11	4.55		
	BT-38		30°~41°	3.0	"	"	9/26					1.0	80	1:1 1:1	1,665 ⁰	789 ⁰	906 ⁷		263.1			9.24	3.0	注入中断	
	"		"	"	"	"	9/25					10.0	370	1:1 1:1	3,333 ⁰	2,321 ⁶	2,723 ⁶		840.5			9.25		角注入	
	BT-39		12°~16°	4.9	"	"	9/22					0	90	1:1 1:1	4,351 ⁰	3,056 ⁰	3,567 ⁰		706.0			8.22	4.9		
	"		87°~95°	8.0	"	"	9/12					0.2~0.5 ~ 0.6	30	1:1 1:2	1,136 ⁰	862 ⁰	910 ⁰		107.0			9.12	8.0		
	BT-33		30°~32°	2.0	"	"	8/20					10.0	170	1:2 1:2	911 ⁰	393 ¹	431 ⁵		196.6			8.19	2.0		
	"		30°~40°	2.0	"	"	9/22					2.0	120	1:2 1:1	2,261 ⁰	975 ⁶	1,035 ⁶		487.0			8.21	2.0		
	BT-40		27°~32°	5.0	"	"	9/11					0	31	1:1 1:1	1,300 ⁰	910 ⁰	986 ⁷		182.2			9.1	5.0		
	"		32°~37°	5.0	"	"	9/6					0	43	1:1 1:2	1,133 ⁰	875 ¹	986 ⁷		175.0			9.6	5.0		
	BT-41		20°~23°	3.0	"	"	7/27					0.5	60	1:2 1:2	2,466 ⁰	1,056 ⁶	1,121 ⁹		351.5			7.27	3.0		
	"		47°~50°	3.0	"	"	9/6					0.5	84	1:2 1:1	2,290 ⁰	980 ¹	1,035 ⁶		329.6			8.6	3.0		
	BT-61		33°~38°	5.0	"	"	10/6					0.7 ~ 0.2	32	1:1 1:2	1,272 ⁰	965 ⁶	1,062 ⁶		193.1			10.16	5.0		
	BT-62		33°~36°	3.0	"	"	9/2					10.0	150	1:2 1:2	1,393 ⁰	333 ⁶	606 ¹		186.5			8.2	3.0		
	"		31°~35°	3.0	"	"	9/7					10.0	100	1:2	360 ⁰	155 ⁶	215 ⁰		46.6			8.7	3.5		

N.C.C. ENG. DATA. SHEET. 463

[illegible]

写真4-1

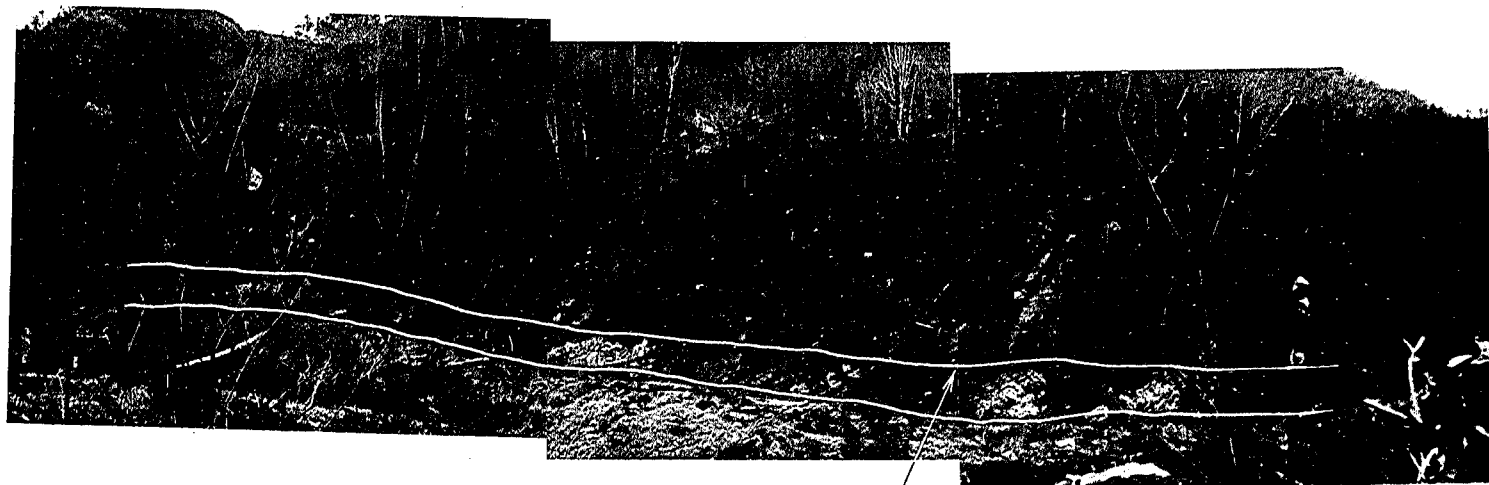
下2番層を中心
に下部の断層と
地層の分布を望む



断層拡大
写真

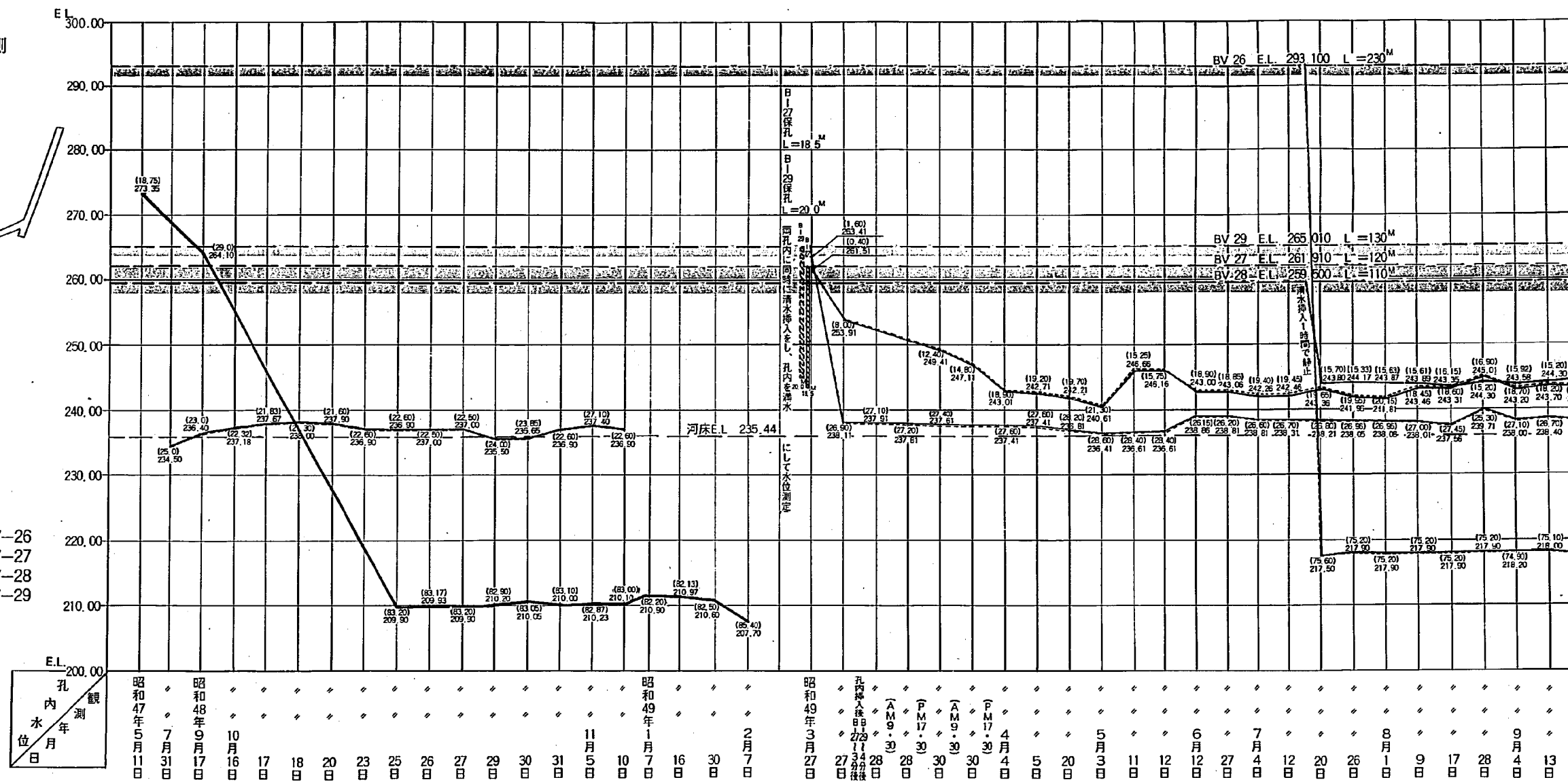
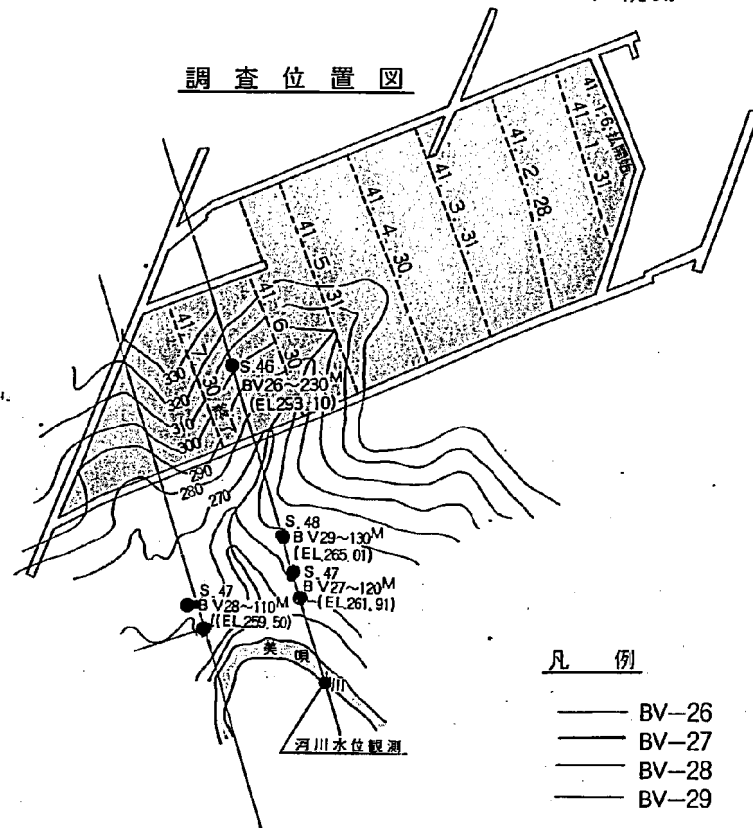


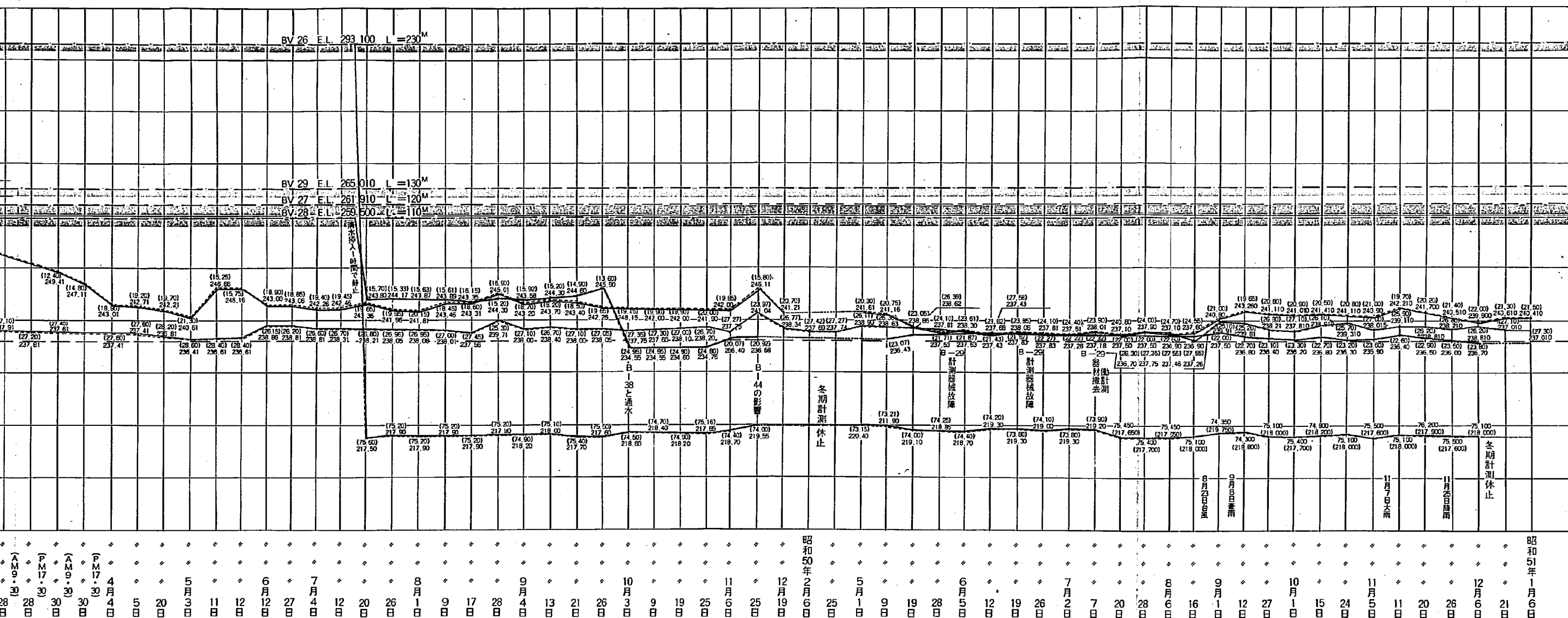
写真4-2 美唄川右岸河岸水平トレンチ全景写真



下2番層

図 4-1 ボーリング水位及び河川方位観測





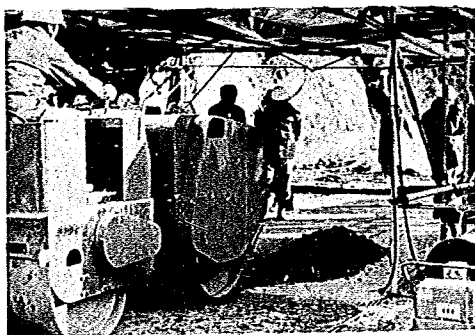


写真9 試験転圧



写真10 バッチミキサ内で土粒子が塊状になる様子

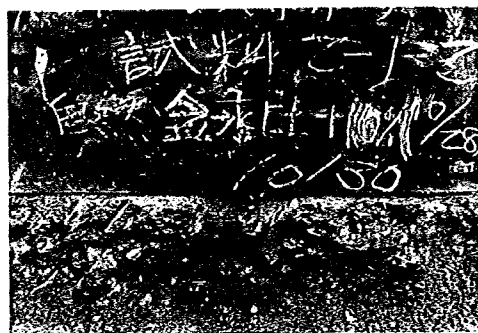
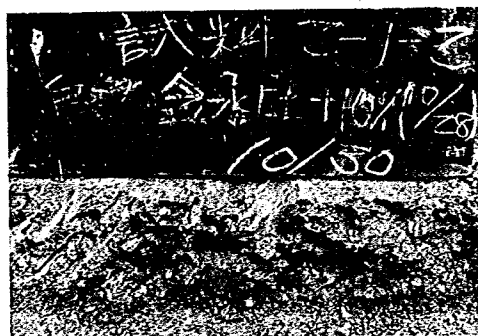


写真11 転圧後の締固まり状況
断面はよく締まっている。下の写真
ではフェノールフタレン撒布によ
ってセメントの混入状況を示す。

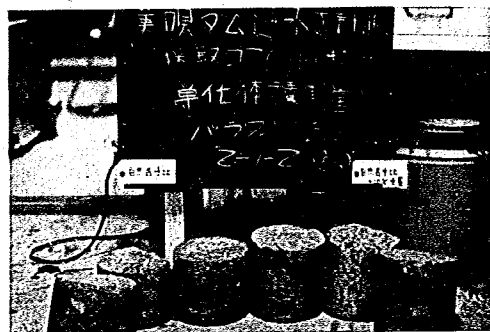
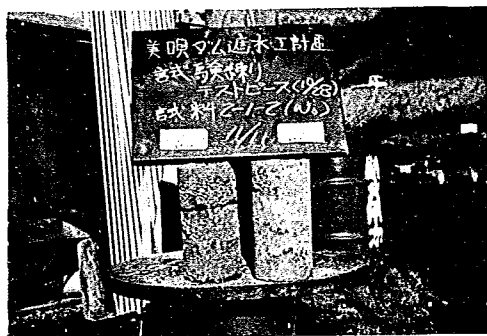


写真12 供試体による締固状況
上の写真は15cm×30cmモールド
につめて作製したもので左はバイ
ブレータ、右はランマによる。下
の写真はボーリングで抜き取った
もの。