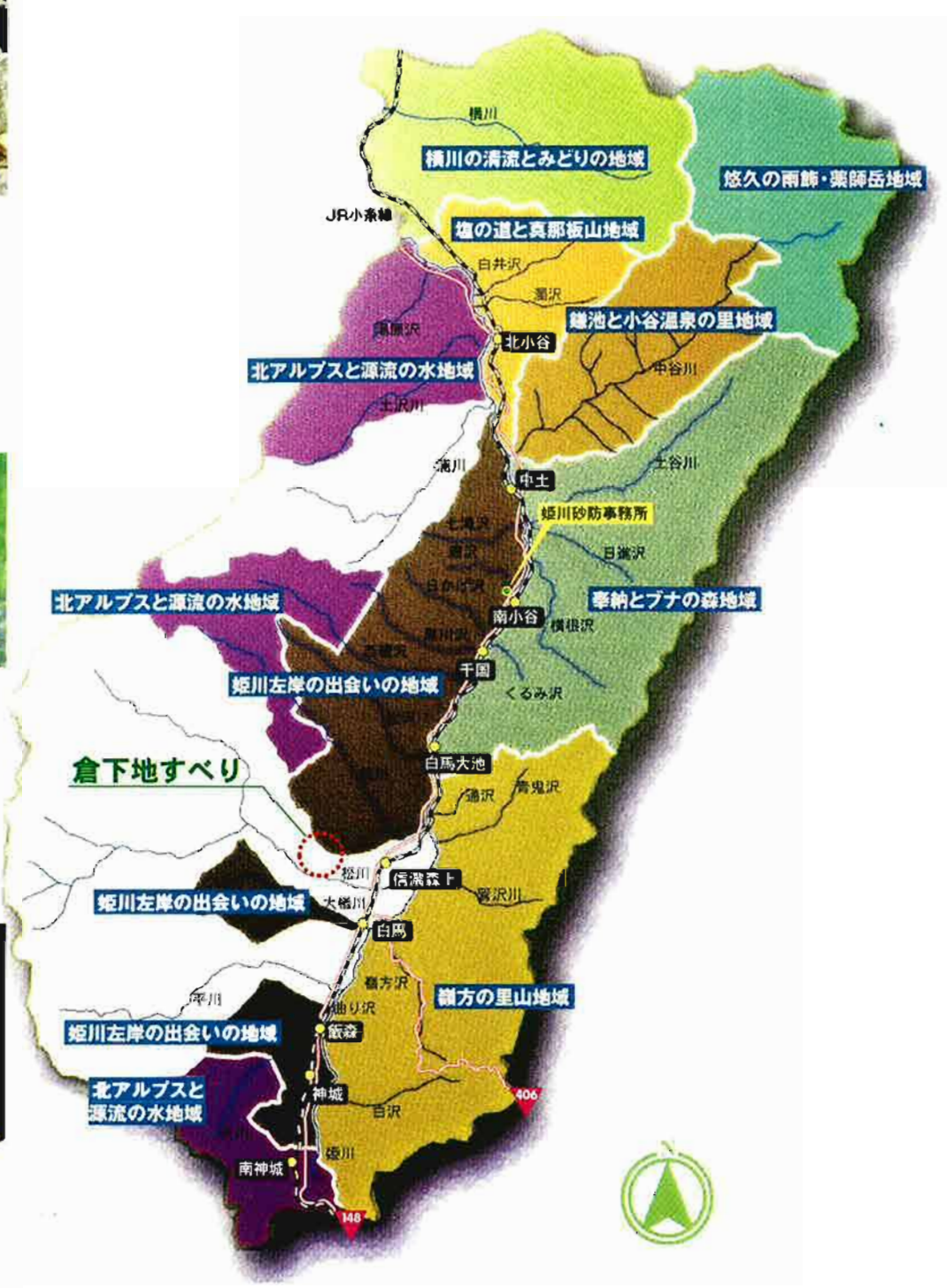
倉下地すべり

防止区域名：倉下
指定地面積：78.64ha
建設省告示第783号
告示年月日：H11.3.23

長野県姫川砂防事務所



自然にはふたつの異なる顔があります。
ひとつは、山や川の恵みや美しい景色を与えてくれる顔で、多くの生き物も集い、生命のよろこびを謳い上げます。
もうひとつは多くの生命に試練を与えるのかのように、土砂災害の姿を借りて牙をむく恐ろしい顔です。

姫川地域は山の起伏が大きく、平坦な場所も狭くなっています。しかもこれらの山々は大変もろく、大雨などによる地すべり災害や、土石流災害を何度も経験しています。

長野県姫川砂防事務所では、このような自然災害に対して人々の生命や財産・自然環境を守ることを第一と考えて砂防事業に取り組んでゆきたいと考えています。

倉下地すべり

長野県姫川砂防事務所

はじめに

長野県北西部に位置する倉下地すべり地区は、1級河川姫川の左支川松川左岸の通称どんぐり村に位置してます。この地域には日本でも最大級の糸魚川－静岡構造線が走っており、倉下地すべりはその境界部に位置する破砕帯地すべりです。

また白馬村は、北アルプスの白馬岳（2,932m），唐松岳（2,696m）など美しい山々や自然を背景に、春夏秋は自然と親しみ、冬はウインタースポーツなど、年間を通じ観光地として多くの観光客を迎えています。

倉下地区では、平成2年頃から松川護岸に変状が認められており、その後、県、国、村の関係者による連絡調整会議を設置し、地盤変状に対する検討が行われました。

このような経過の中で、倉下地区では平成10年3月21日発生した58mm／日の豪雨と多量の融雪水を原因として急激な地すべり変動がAブロックを中心として発生しました。

長野県では地すべり被害の拡大を防ぎ、近隣地域の人家や財産、また河川、公共施設（等）への保全が急務であると判断しました。平成10年度には 災害関連緊急地すべり対策事業を建設省へ申請し、地下水排除工（排水トンネル工＋集水井工）を主体とした地すべり対策工が採択され、平成10年4月より事業着手しております。地すべり対策事業は総事業費約20億に達しました。

機構的にも複雑であったため、学識経験者から構成される検討委員会を設置し、指導を受けながら地すべり対策工として排水トンネル工 L=455m，集水ボーリング工 L=9,410m，集水井工13基の大規模工事を平成12年3月までに施工しました。

特に排水トンネル工施工中の平成11年9月の台風には、施工中の切羽から岩塊と湧水が流出するなど困難を伴いましたが、技術力により克服できました。

平成11年12月には集水井13基と平成12年3月には排水トンネル工 L=455mが相次いで完成し、以後地すべり活動も沈静化に向かっております。

平成12年5月現在、地すべりブロック内では、排水トンネル工坑口より約400㍑／分の排水、また集水井工においても最大400㍑／分（D-5集水井工）などの排水効果が認められ、事業効果が徐々に認められております。

長野県姫川砂防事務所では、このような自然災害に対して砂防事業，地すべり対策事業を着実に実施し、生命や財産の保全，自然環境の保全を図りながら一層の地域基盤整備に寄与したいと考えております。

この冊子は、平成12年5月段階の災害関連緊急地すべり対策事業の対策工事完成に際し、倉下地すべり対策事業の概要についてとりまとめたものでありますが、本書が当地区をはじめとした今後の地すべり対策技術の発展に役立つことを希望致します。

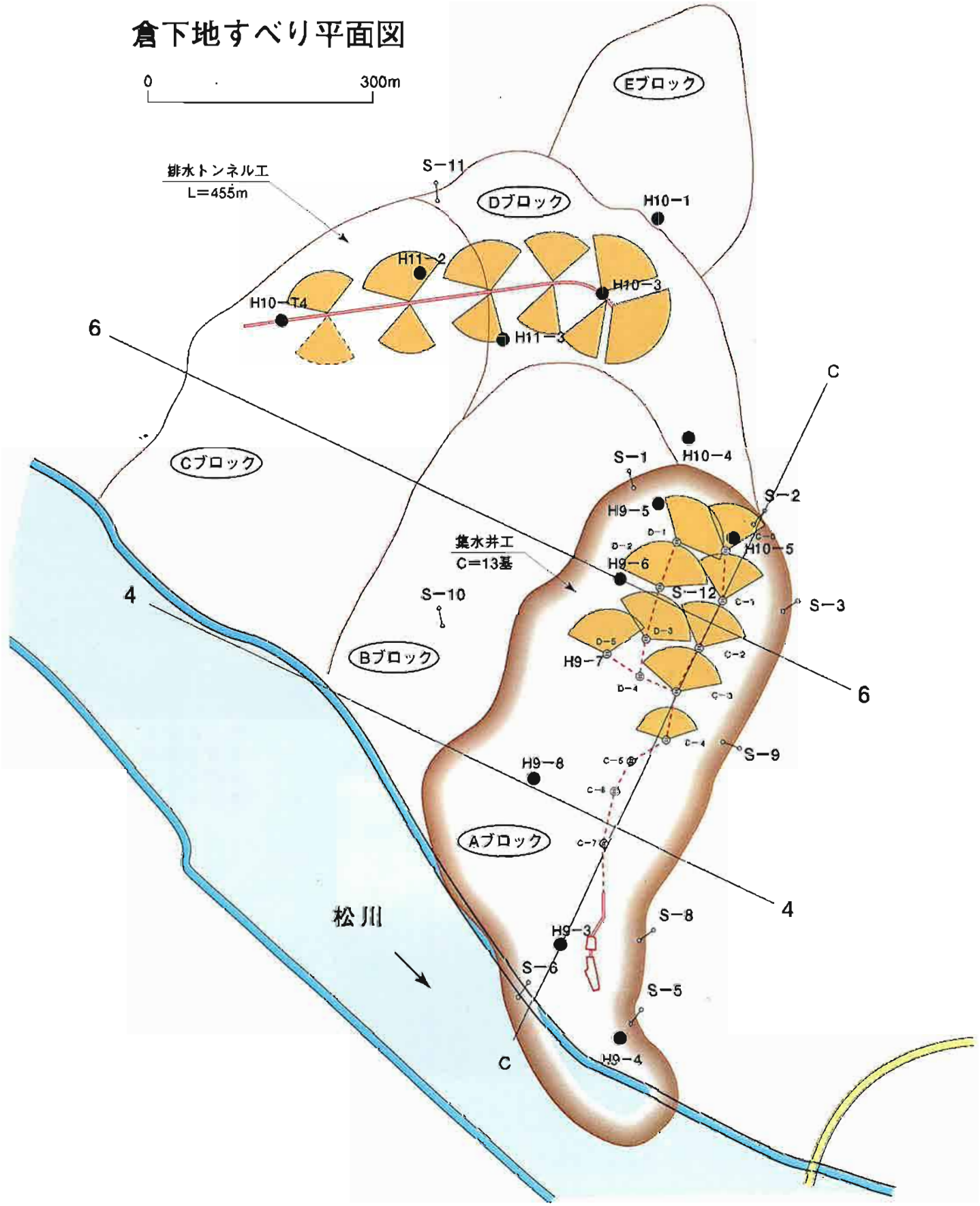
平成12年5月

長野県姫川砂防事務所
所長 水野秀秀

倉下地区全景

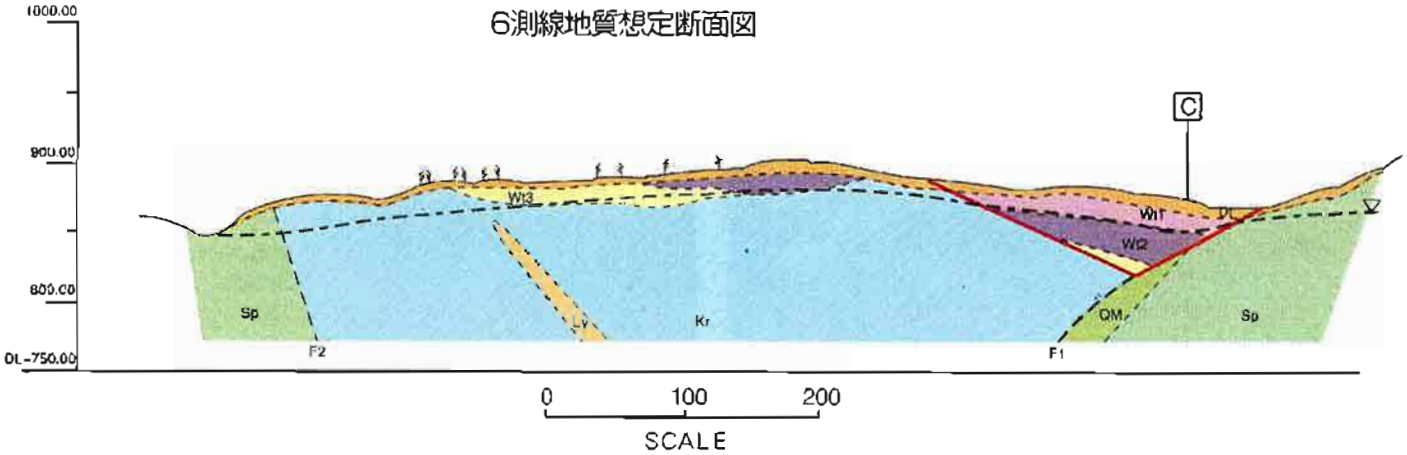
防止区域名　；倉下
指定地面積　；78.64ha
建設省告示　第783号
告示年月日　；H11.3.23

対岸より望む

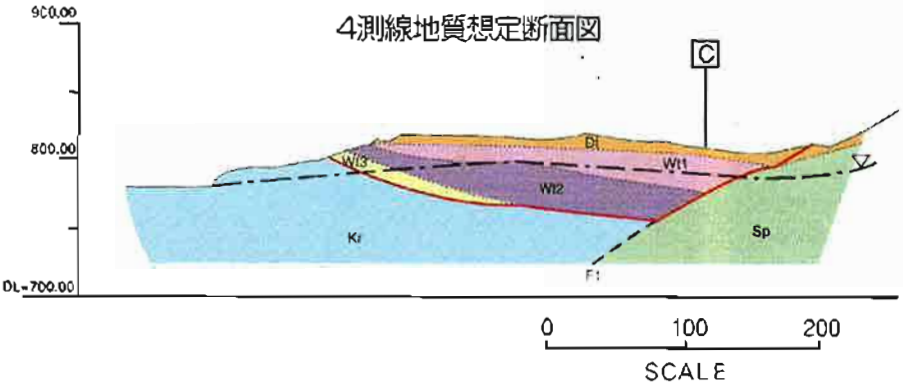

倉下地すべり平面図
0
300m
Eブロック
Dブロック
Cブロック
Bブロック
Aブロック
排水トンネル工
L=455m
集水井工
C=13基
S−11
H10−1
H11−2
H10−3
H10−T4
H11−3
H10−4
S−1
S−2
H9−5
H10−5
H9−6
S−12
S−3
S−10
H9−7
S−9
H9−8
S−8
H9−3
S−6
S−5
H9−4
松川
6
4
C

断面図

6測線地質想定断面図



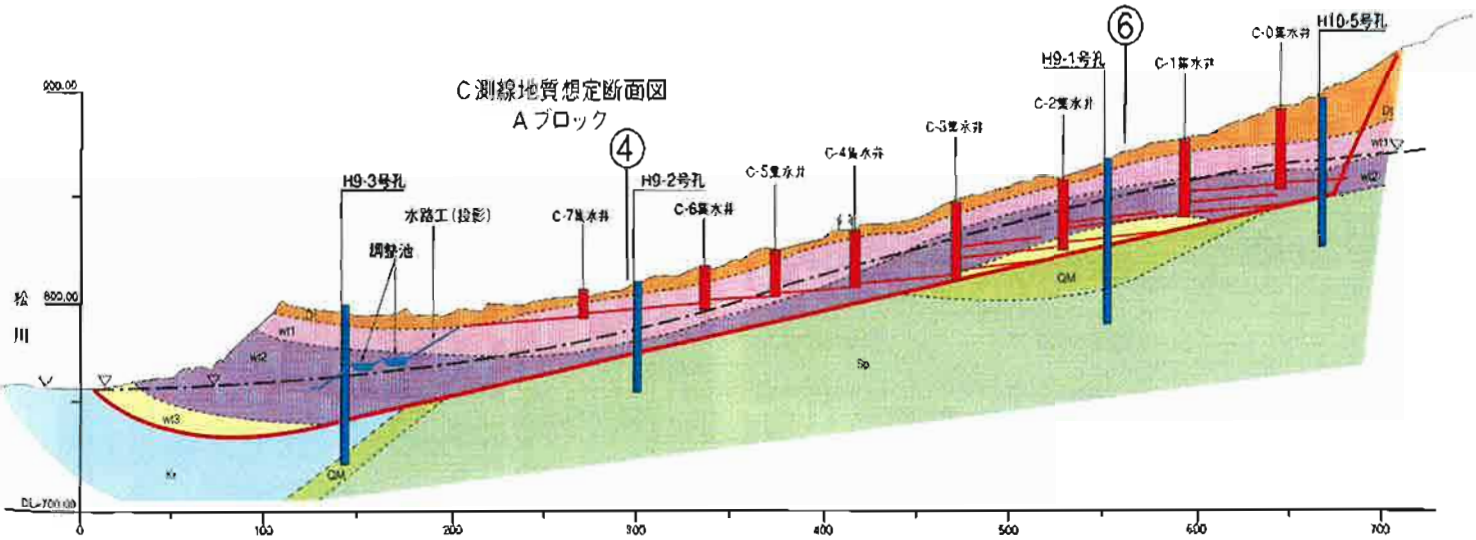
4測線地質想定断面図



断面図凡例

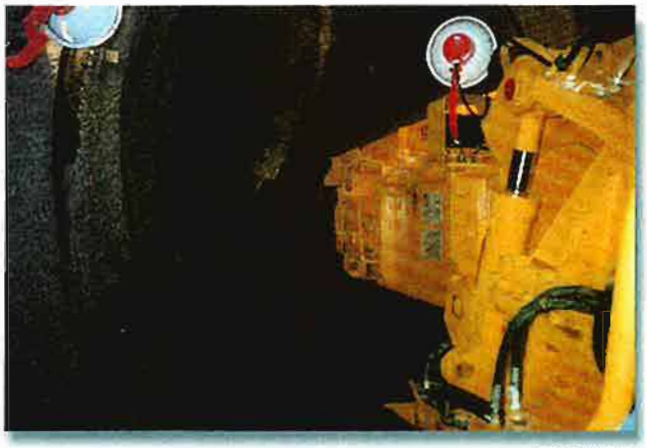
- ；崩積土
- ；溶結凝灰岩溶結部上部
- ；溶結凝灰岩強溶結部
- ；溶結凝灰岩非溶結部下部
- ；来馬層砂岩頁岩
- ；流紋岩
- ；石英マグネサイト岩
- ；蛇紋岩～カンラン岩
- ；断　層
- ；地下水位

C測線地質想定断面図
Aブロック



排水トンネル掘削施工状況

トンネル坑口



掘削状況

ズリ出し状況

鋼製支保工・溶接金網設置状状況

吹付コンクリート状況

ロックボルト打設状況

排水トンネル坑内状況

坑口部（ライナープレート設置）

標準部

集水ボーリング状況

集水ボーリング室出水状況

集水ボーリング室全景

排水トンネル終点集水ボーリング室（No.5）

仮　設　備

仮設桟橋

濁水処理設備

吹付プラント

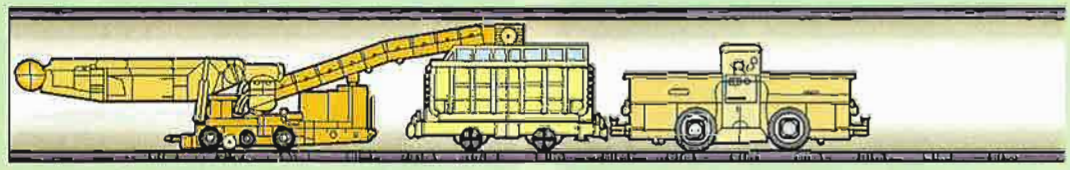
受変電設備

カッターロッダー

シャトルカー

ドリルジャンボ

トンネル掘削作業時配置図



トンネル掘削機　　ずり鋼車　　バッテリーロコ

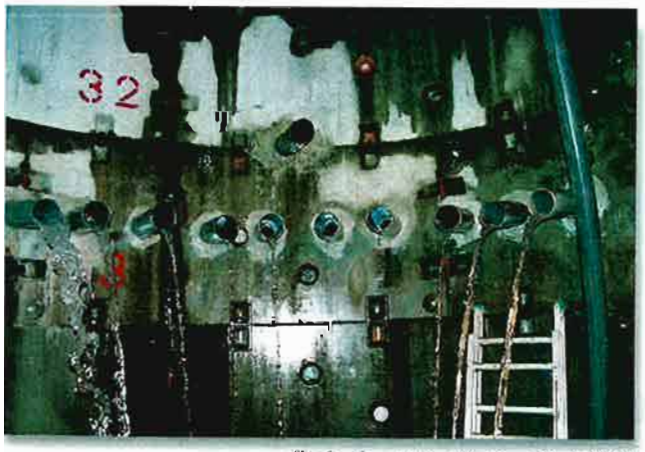
集水井工（RCセグメント）施工状況

基礎コンクリート打設

刃口据付

掘削状況

セグメント組立



集水ボーリング工　出水状況

完　成

集水井工（ライナープレート）施工状況

固定コンクリート打設

ライナープレート組立

掘削状況

ライナープレート取付

坑内状況

完　成

調整池・水路工・仮設道路

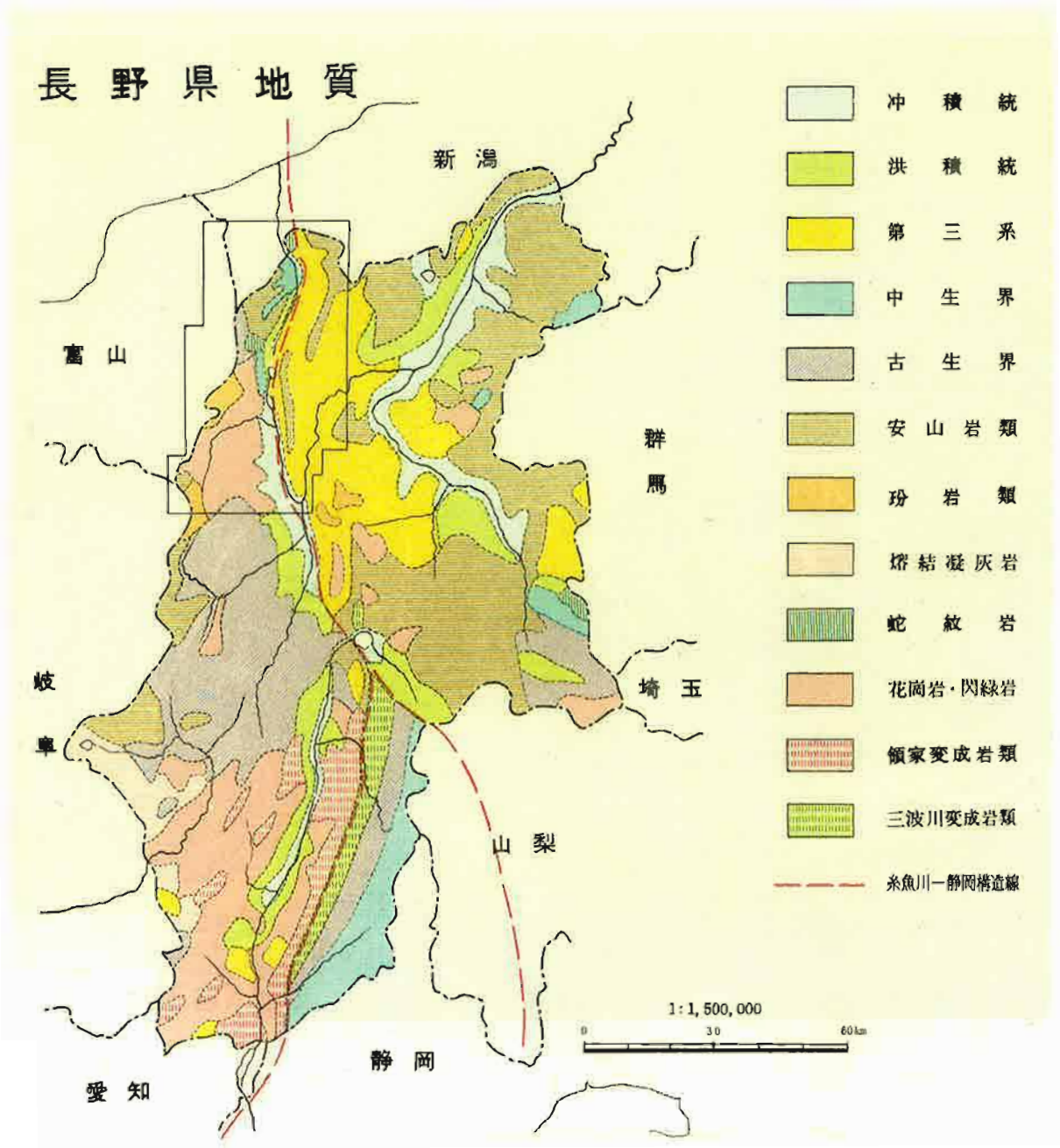
調整池

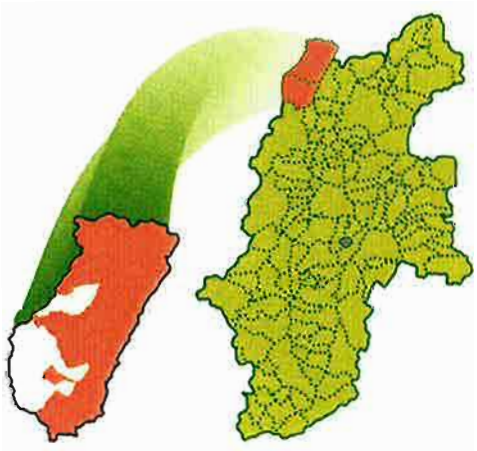
水路工

仮設道路

（倉下地すべり全景）

倉下地すべり位置図 S=1/200,000





長野県　姫川砂防事務所管内

目　次

Ⅰ　地すべり調査と機構解析

Ⅰ－１　倉下地すべりの概要

１－１地すべりの概要

倉下地すべりは、長野県北安曇郡白馬村に位置している。(図-1) この斜面は通称「どんぐり村」と呼ばれ、地域住民をはじめ、ペンションおよび別荘地として利用されている。

地すべり活動にによる変状は、平成 2 年頃から確認されていたが、平成 7 年に建設省松本砂防工事事務所が松川護岸の変状原因を調査したところ、地すべりによるものであることが判明した。その後、平成 10 年 3 月 21 日の 58mm/日の降雨と、それに伴う融雪水によって地すべり活動が急激に大きくなった。そこで、長野県は「災害関連緊急地すべり対策事業」として提案し、地下水排除工を主体とした地すべり対策工が採択された。

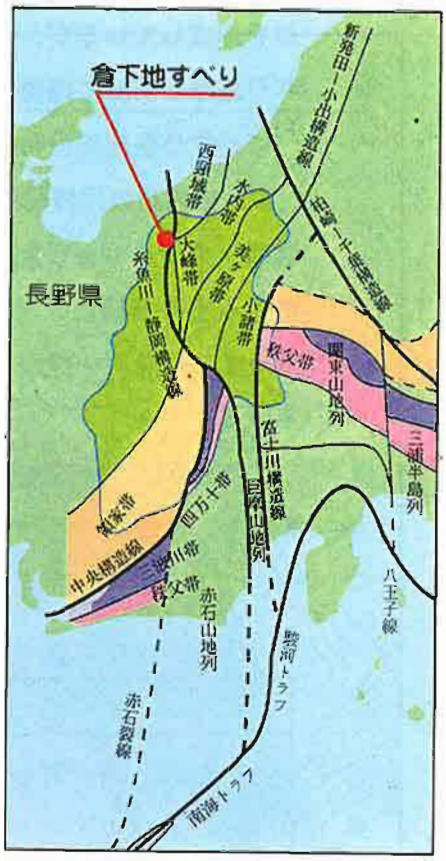


図-1　倉下地すべり位置図

県当局では、平成 10 年 4 月から平成 11 年 3 月にかけて、地すべり防止に関わる学識経験者・専門技術者によって構成される「倉下地区地すべり対策総合解析検討委員会」を設置し、検討を行った。

検討結果より、地すべり地内は、大きくＡ～Ｄの 4 ブロックに分割された。このうちＡブロックが最も活発に活動しており、Ａブロックの規模は、幅 300m・奥行き 700m・最大地すべり層厚 60mと判明した。

地質調査や機構解析検討によって、地すべり地内の大峰層（溶結凝灰岩層）の分布は、Ａブロックとほぼ一致し、溶結凝灰岩層が主な地すべり土塊となっていることが明らかになった。また、図-2 倉下地すべり平面図に示したように、倉下地すべりは、その両サイドを F1・F2 断層によって、三角形に取り囲まれた構造になっていて、同時に豊富な地下水が地すべり土塊に存在していることが判明した。

１－２　地形・地質

倉下地すべりは、その末端を姫川支流の松川に接し、側部および頭部を急崖地形に囲まれた標高 760～1,100mの南向き緩斜面に発達している。この斜面は幅 800m、奥行き 800mの大規模な地すべり地形を形成している。当地すべりは松川と接する末端部に急崖地

形を形成しているが、それより上部斜面は平均 15 度の斜面から構成され、いわゆる地すべり地形が明瞭に確認できる。特に、地すべり頭部には、幅 40m，長さ 150m，落差 20mに達する頭部陥没帯が形成され、地すべりブロックの巨大さを伺うことができる。

本地域周辺の地質構成をみると、基盤岩には青海－蓮華帯に属する古生界二畳紀の蛇紋岩層，中生界ジュラ紀の堆積岩である来馬層群が分布し、それらを新第三紀の大峰累層に発達する溶結凝灰岩層が不整合に覆っている。また姫川沿いには、日本列島を東西に分断する糸魚川－静岡構造線が走っており（図-1)、これに伴う断層活動は現在まで続いている。

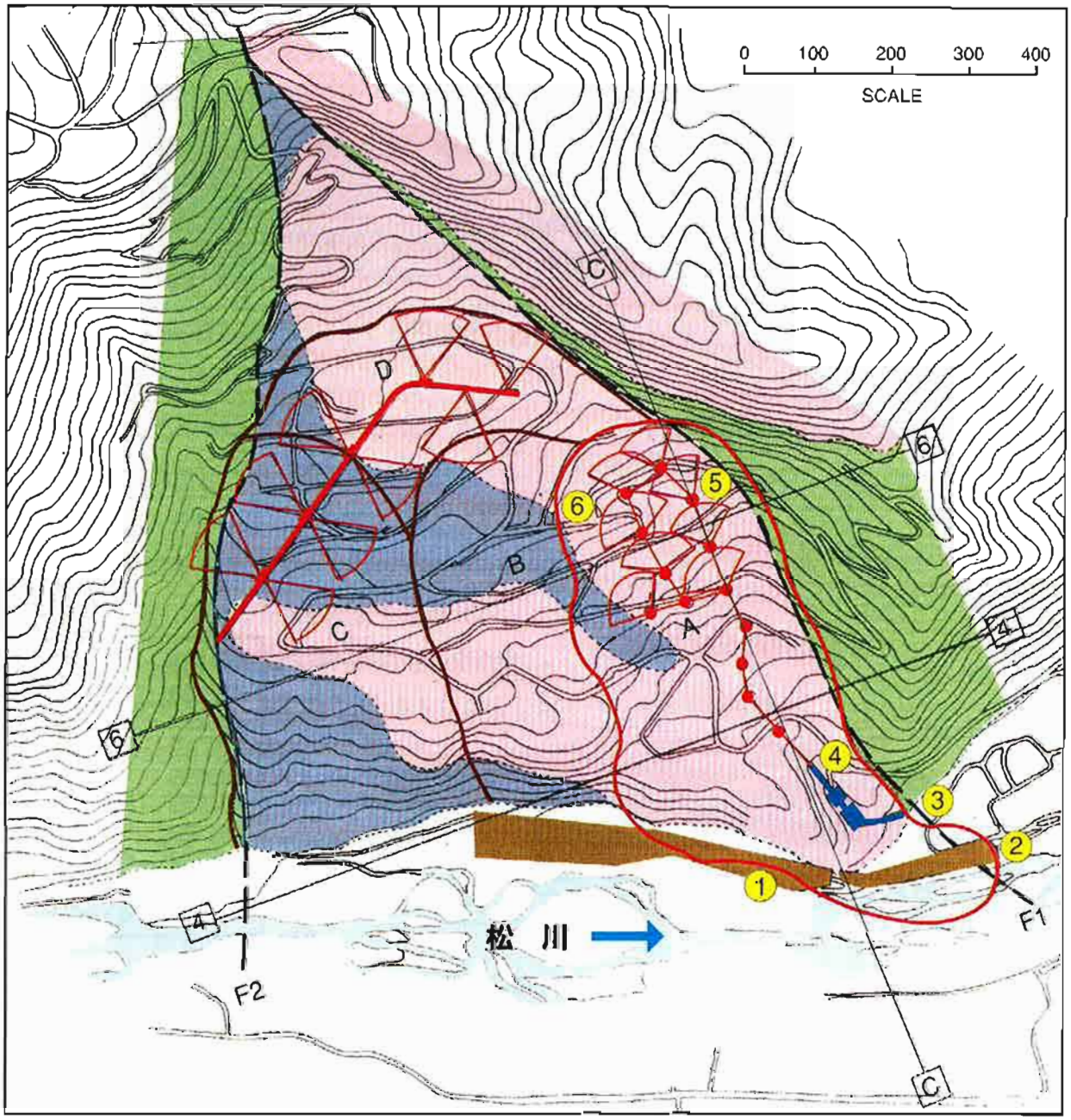
このように、倉下地すべり地周辺は青海・蓮華帯と大峰帯が大規模構造線（糸－静線）を挟み、複雑かつ脆弱化した地質となっている。

平成10年度　倉下地すべり対策総合解析検討委員会構成委員

氏　名	所　属
委員長　中村三郎	防衛大学校名誉教授
委　員　川上　浩	信州大学名誉教授
委　員　中村浩之	東京農工大学農学部教授
委　員　藤田壽雄	元地すべり学会会長
委　員　綱木亮介	建設省土木研究所砂防部地すべり研究室室長
委　員　佐藤一幸	建設省松本砂防工事事務所所長
委　員　近藤浩一	長野県土木部砂防課課長
委　員　坂井　進	長野県姫川砂防事務所所長

（順不同、敬称略）

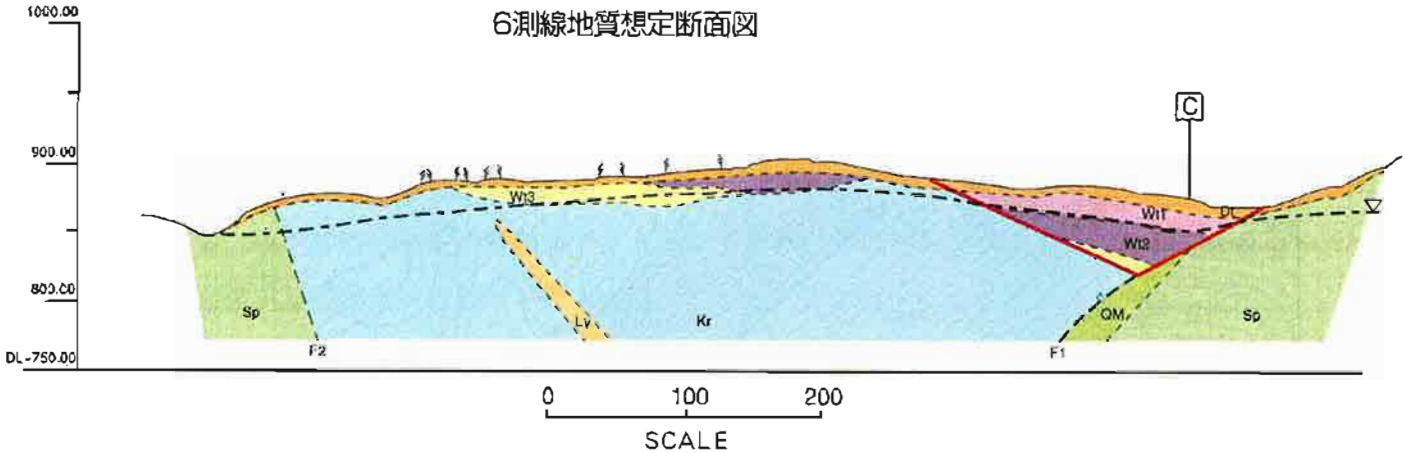
図-2 倉下地すべり平面図・断面図



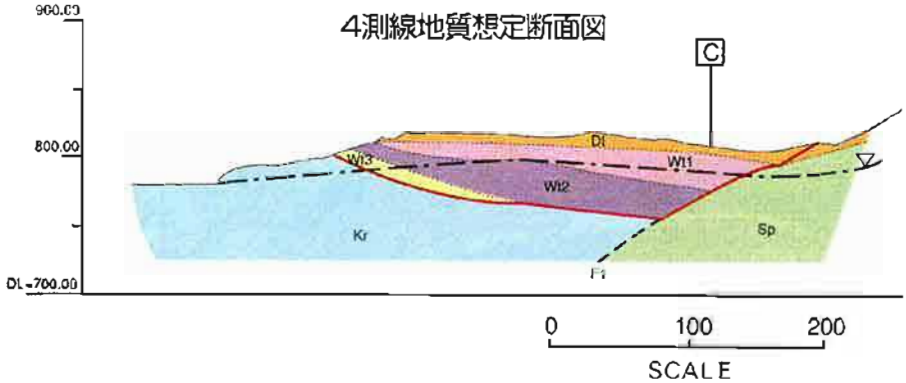
平面図凡例

- ；溶結凝灰岩層
- ；来馬層
- ；蛇紋岩
- ；断層
- ；集水井工
- ；水路工
- ；排水トンネル工
- ；押え盛土工
- ①～⑥；写真番号

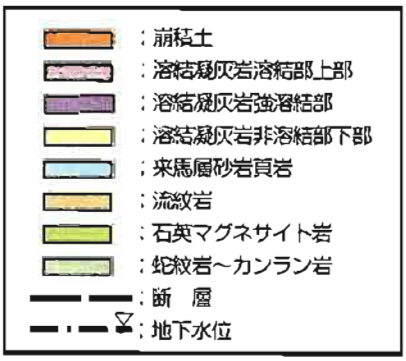
6測線地質想定断面図



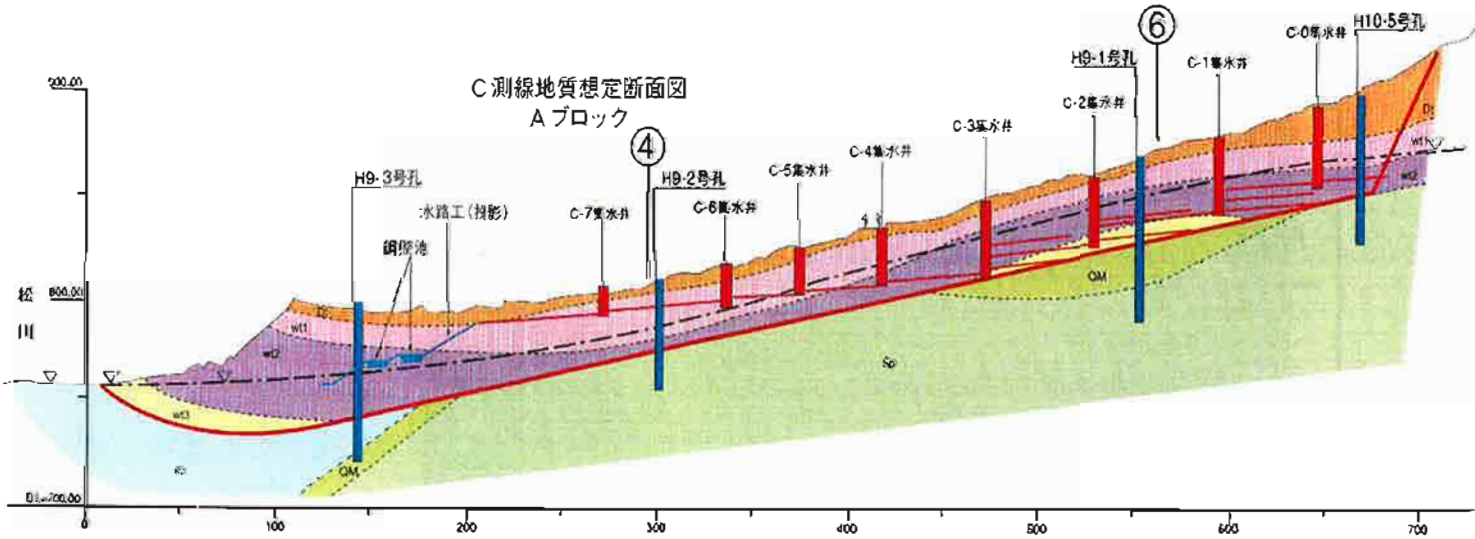
4測線地質想定断面図



断面図凡例



C測線地質想定断面図
Aブロック



Ⅰ－2　地すべり変動の経緯

2－1　地すべり変動の経緯

●平成2年（1990）

① 平成2年に松川護岸工に軽微な変状発生。

●平成7年（1995）

① 平成7年度 村道災害復旧工事を実施。（井桁擁壁工を施工）

② 平成7年11月

直轄砂防河川である松川護岸に顕著な変状が発生

●平成8年（1996）

① 松川護岸位置における縦断方向では、すべり面は下流側に深いことが判明。

② BV-10号孔、掘進深度不足により再掘削。10m→25m

すべり面20mを確認。

●平成9年（1997）

① C測線の孔内傾斜計の変動大。

② D測線の孔内傾斜計は特に変動なし。

③ 梅雨期、伸縮計S-5・S-6に顕著な地すべり性の変動確認。

●平成10年（1998）

① 平成10年3月下旬の融雪期にAブロックの地すべり変動が大きくなる。災害関連緊急地すべり対策事業として申請、採択される。

② H10.5～H11.3 砂防地すべりセンターを窓口とした「倉下地区地すべり対策総合解析検討委員会」設置。

平成10年6月　第一回検討委員会

平成10年8月　第二回検討委員会

→地下水排除工を主体とした対策工が提案される。

●平成11年（1999）

① 集水井の集水ボーリング工から多量の取水。

② 孔内水位低下する孔が確認される。

③ Aブロックの地すべり変動は、終息しつつあるが、わずかに累積傾向が認められる。

④ Eブロック活動を示す孔内傾斜計変動（H11-1号孔）が確認される。

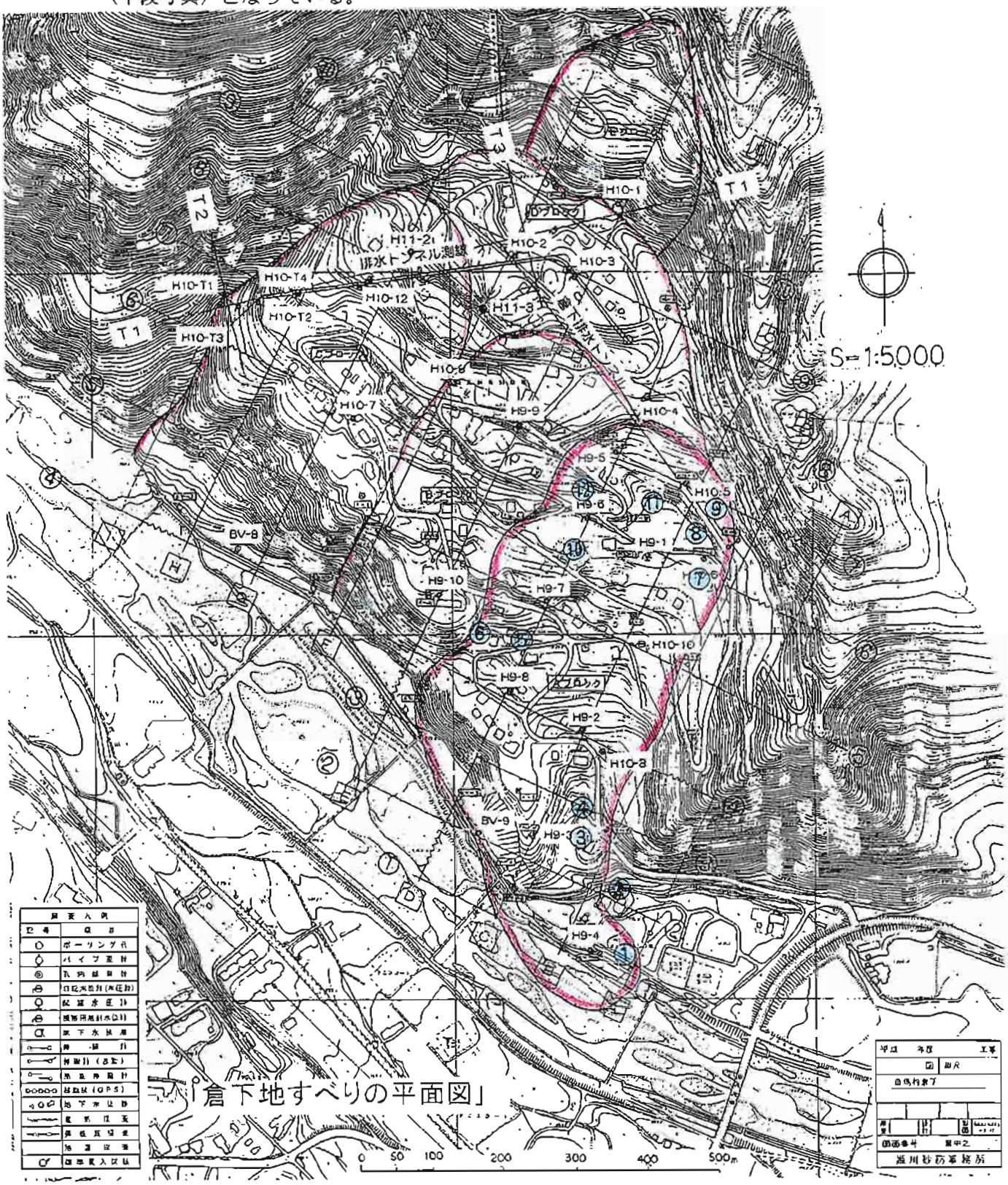
倉下地すべり経緯一覧表

内容＼年度		平成７年（1995）	平成８年（1996）	平成９年（1997）	平成10年（1998）	平成11年（1999）	平成12年（2000）
調査	長野県	－	地すべりの活動を重視 平面図(S=1:2,500)の作成。 3月 GPS･トラバー測量による移動杭観測 13点設置･観測開始 7月 GPS･トラバー測量による移動杭増設 GPS(12点)･トラバー(55点)	調査ボーリング(主にAブロック) H9-1～10号孔(10孔) Aブロック舌端部(H9-4) C測線(H9-1～H9-3) D測線(H9-5～H9-8) E測線(H9-9～H9-10) 孔内傾斜計･パイプ歪計･水位計設置 6月 伸縮計S-1～S-6設置 8月 地盤傾斜計K-1～K-6設置 GPS･トラバー移動杭観測 9月 伸縮計S-8～S-10設置･S-4撤去	調査ボーリング(A～Dブロック) H10-1～12･H10-T1～T4号孔(16孔) BC測線(H10-6･8) C測線(H10-5･10･11) D測線(H10-4) E測線(H10-3･1) F測線(H10-2･9) G測線(H10-7) 排水トンネル測線(H10-T1～T3･12) 各種観測の継続 6月下旬 倉下観測局設置･S-5･6･8自動観測化 7月 GPS･トラバー移動杭観測	調査ボーリング(D～Eブロック) H11-1～3号孔(3孔) F測線(H11-3) 排水トンネル測線(H11-2) EF測線(H11-1) 孔内傾斜計･水位計設置 各種観測の継続 10月 GPS･トラバー移動杭観測	現地変状調査(H12.5.11) ･Aブロック活動による大きな変状拡大は認められない。
	建設省	調査ボーリング BV-1～BV-6号孔 L=10m×6本 パイプ歪計･水位計	調査ボーリング BV-7～BV-10号孔 10m×1本,25m×1本,50m×2本 パイプ歪計･孔内傾斜計･水位計	パイプ歪･孔内傾斜計･水位計 観測の継続。 6月 伸縮計S-7設置。 10月末 伸縮計S-7撤去。	パイプ歪･孔内傾斜計･水位計 観測の継続。	パイプ歪･孔内傾斜計･水位計 観測の継続。 12月をもって全ての観測中止。	
対策工	長野県	－	－	－	3月下旬～5月下旬 C測線より下流の松川護岸に押え盛土工施工(10,000m³)	H10災害関連緊急地すべり対策事業 排水トンネル工(NATM工法) 一般部 335m，ボーリング室 100m ΣL=455m 集水ボーリング工 ΣL=9,410m 集水井工(Aブロック) RCセグメント:7基，ライナー:6基，(13基) 集水ボーリング工 ΣL=8,640m 排水ボーリング工 ΣL=695.3m 水路工 調整池:2面，水路工 L=115m ΣL=173m	
	建設省	－	－	6月～7月 D測線より上流の松川護岸に緊急押え盛土工施工(80,000m³)	－	－	

2－2　災関Aブロックの被災状況

倉下地すべりAブロックでは被災状況写真（上段写真）に示すように著しい地盤の変動が各所（写真①～⑫参照）で確認されていた。

しかし地すべり対策工施工完成に伴い現段階では、いずれの箇所でも地すべり変動は終息傾向（下段写真）となっている。



「倉下地すべりの平面図」

①

H8.12 撮影　　Aブロック舌端部。保存家屋の変状。

H12.5.11 撮影　　Aブロック舌端部。保存家屋の変状。
拡大傾向にあったが、家屋裏の S-5 伸縮計の
変動は、H11.9 頃より終息傾向にある。

②

H7.11 撮影　　Aブロック東側部。
水路工の圧縮によるズレ。

H12.5.11 撮影　　Aブロック東側部。
水路工の圧縮によるズレ。H11.4 に補修。
変状は認められない。

③

H8.12 撮影　　Aブロック東側部。村道のズレ。

H12.5.11 撮影　　Aブロック東側部。村道のズレ。
H11.4 に補修。拡大傾向は認められない。

④

H9.12 撮影　　Aブロック東側部。村道擁壁の変状。

H12.5.11 撮影　　Aブロック東側部。村道擁壁の変状。
H11.4 に補修。変状は認められない。

⑤

H8.12 撮影　　Aブロック西側部。擁壁の圧縮変状。

H12.5.11 撮影　　Aブロック西側部。擁壁の圧縮変状。
拡大傾向は認められない。

⑥

H10.3 末撮影　　Aブロック西側部。擁壁の引っ張り亀裂。

H12.5.11 撮影

Aブロック西側部。
擁壁の引っ張り亀裂
僅かに拡大。

⑦

H7.11 撮影　　Aブロック東頭部。村道の変状。

H12.5.11 撮影　　Aブロック東頭部。村道の変状。
H11.4 補修。変状は認められない。

⑧

H9.12 始撮影　　Aブロック東頭部。村道の変状。

H12.5.11 撮影　　Aブロック東頭部。村道の変状。
H11.4 補修。変状は認められない。

⑨

H7.11 撮影　　Aブロック東頭部。村道の変状。

H12.5.11 撮影　　Aブロック東頭部。村道の変状。
ヘアクラック認められる。

⑩

H10.3末撮影　　Aブロック頭部。
擁壁のオープンクラック。

H12.5.11撮影　　Aブロック頭部。
擁壁のオープンクラックわずかに拡大。

⑪

H10.3 末撮影　　Aブロック頭部。村道の変状。

H12.5.11 撮影　　Aブロック頭部。村道の変状。H11.4 補修。
路肩にヘアクラック認められる。

⑫

H9.12 始撮影　　Aブロック頭部。村道の変状。

H12.5.11 撮影　　Aブロック頭部。村道の変状。H11.4 補修。
路肩にヘアクラック認められる。

Ⅰ－3　地すべり観測調査

3－1　地すべり挙動観測結果の概要

倉下地すべり地区では、地すべり災害発生の状況に鑑み、地すべり機構を知る上で有効な移動杭観測，地盤伸縮計観測，歪計観測，孔内傾斜計観測を実施した。

各種挙動観測結果より付図に示すような観測結果が収集され、地すべり挙動が明らかになった。以下にその概要を述べる。

①移動杭観測

P23 に示すように、地すべり活動が活発化（顕在化）した平成 9 年 8 月 11 日より平成 10 年 7 月 25 日までの期間において、主にＡブロックにおいて年間約 20～70mm の河側（南西方向）地すべり末端へ向けての移動が確認された。

また隣接するＢ，Ｃ，ＤブロックにおいてもＡブロックほどの累積挙動は認められないもののその差異は、年間約 10mm～20mm 程度の変位として認められた。

②地盤伸縮計観測

P24～33 に示すようにＳ－１，２，３，５，６，８，９，10，11，12 までの 10 基について地すべり地内において継続観測が実施された。このうち地すべり対策工の進捗に伴って、挙動が沈静化した箇所はＳ－５，Ｓ－６，Ｓ－８，Ｓ－９，Ｓ－10 でこれらの箇所では平成 10 年 11 月からの集水井工を主体とした地下水排除工によって地すべり活動が収束傾向にあるものと考えられる。

また、平成 12 年 1 月までの段階では、Ｓ－３，Ｓ－11 については継続的な累積変位を示している。このため当箇所における局部的な地形変状の可能性も含めて今後も監視してゆく必要がある（調査平面図等参照）。

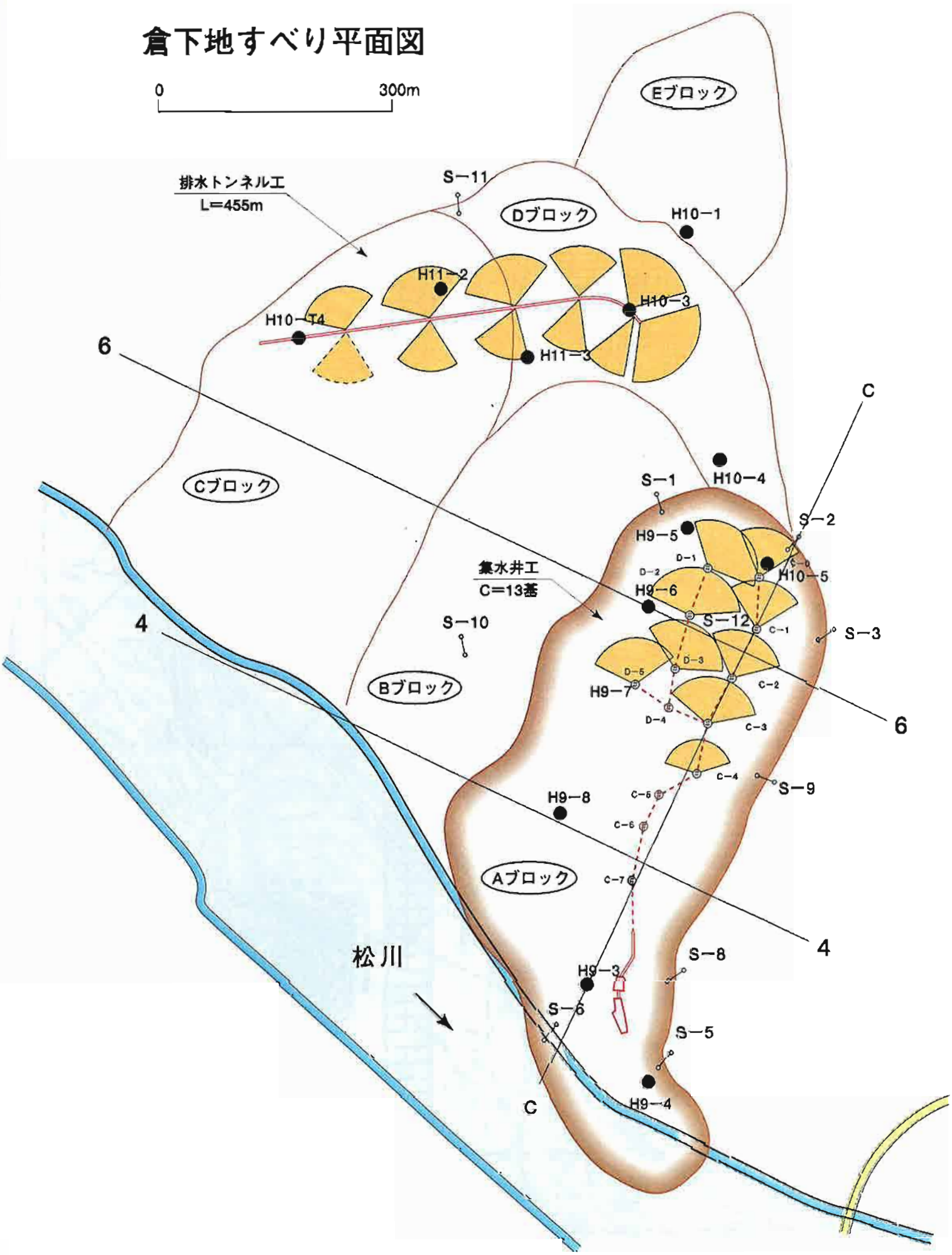
③　歪計観測，孔内傾斜計観測

歪計（H9-4）1 箇所，孔内傾斜計（H9-3，H9-5，H9-6，H9-7，H9-8，H10-1，H10-3，H10-4，H10-5，H10T-4,）10 箇所については付図に示してあるように、地すべり災害発生直後の調査結果より得られた変位累積深度と同一深度において累積傾向が見られる。

地すべりブロック内では集水井工を中心とした地下水排除工と、地すべりブロック深部より地下水を排除する排水トンネル工が併設されているため、今後は排水トンネル工＋集水ボーリング工完成に伴う地下水位低下によって、地すべり挙動が沈静化するものと期待される。

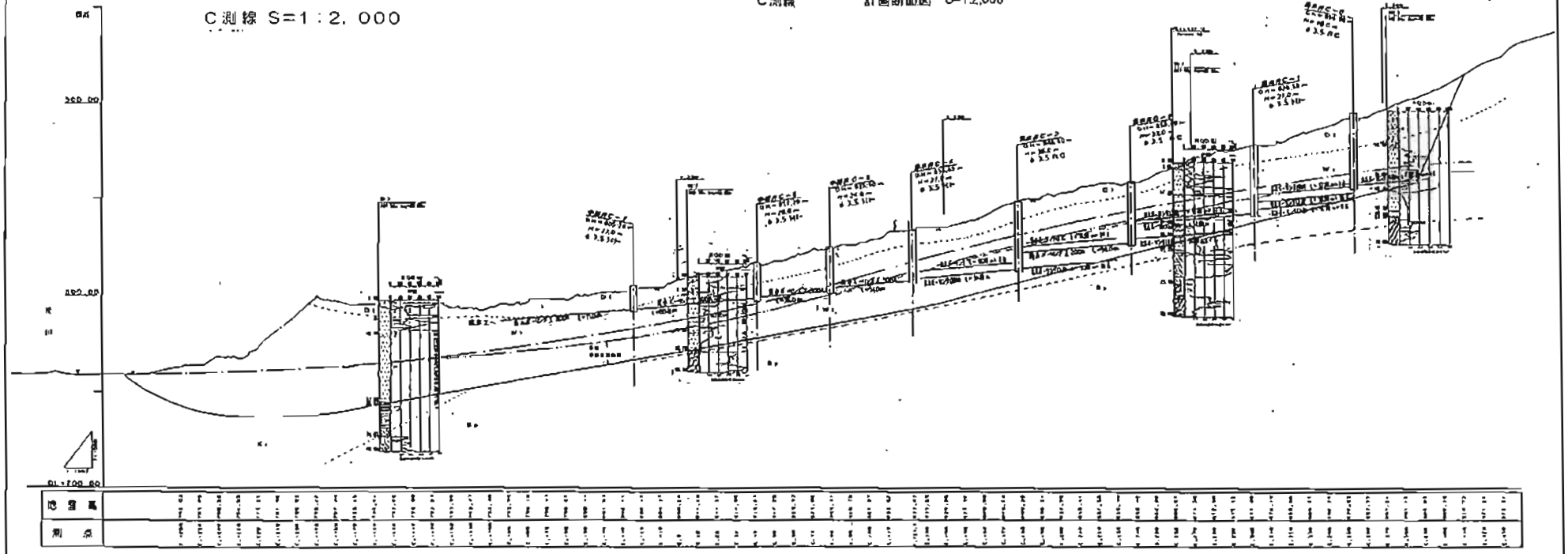
なお H10-3 孔では排水トンネル工洗進ボーリング工の影響により計測異常が確認されているが、その影響を除外すれば同一の累積傾向となっている。

倉下地すべり平面図


0
300m
Eブロック
Dブロック
Cブロック
Bブロック
Aブロック
排水トンネル工
L=455m
集水井工
C=13基
S−11
H10−1
H11−2
H10−3
H10−T4
H11−3
6
C
S−1
H10−4
S−2
H9−5
H10−5
H9−6
S−12
S−3
S−10
4
H9−7
H9−8
S−9
S−8
H9−3
S−6
S−5
H9−4
松川

C測線 S=1：2，000

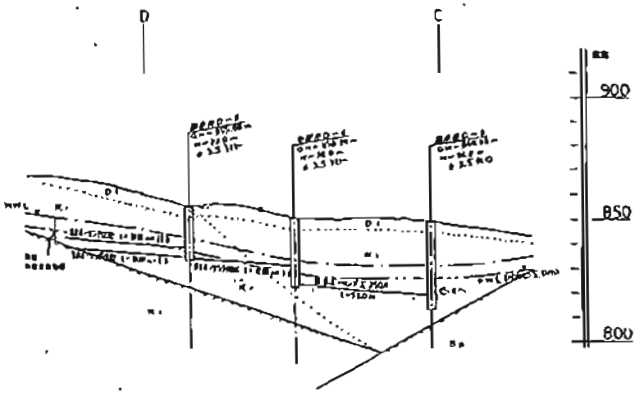
C測線　計画断面図　S=1:2,000



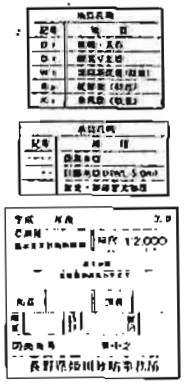
集水井工配置図

中継測線　集水井工計画断面図（投影）

S=1:2,000

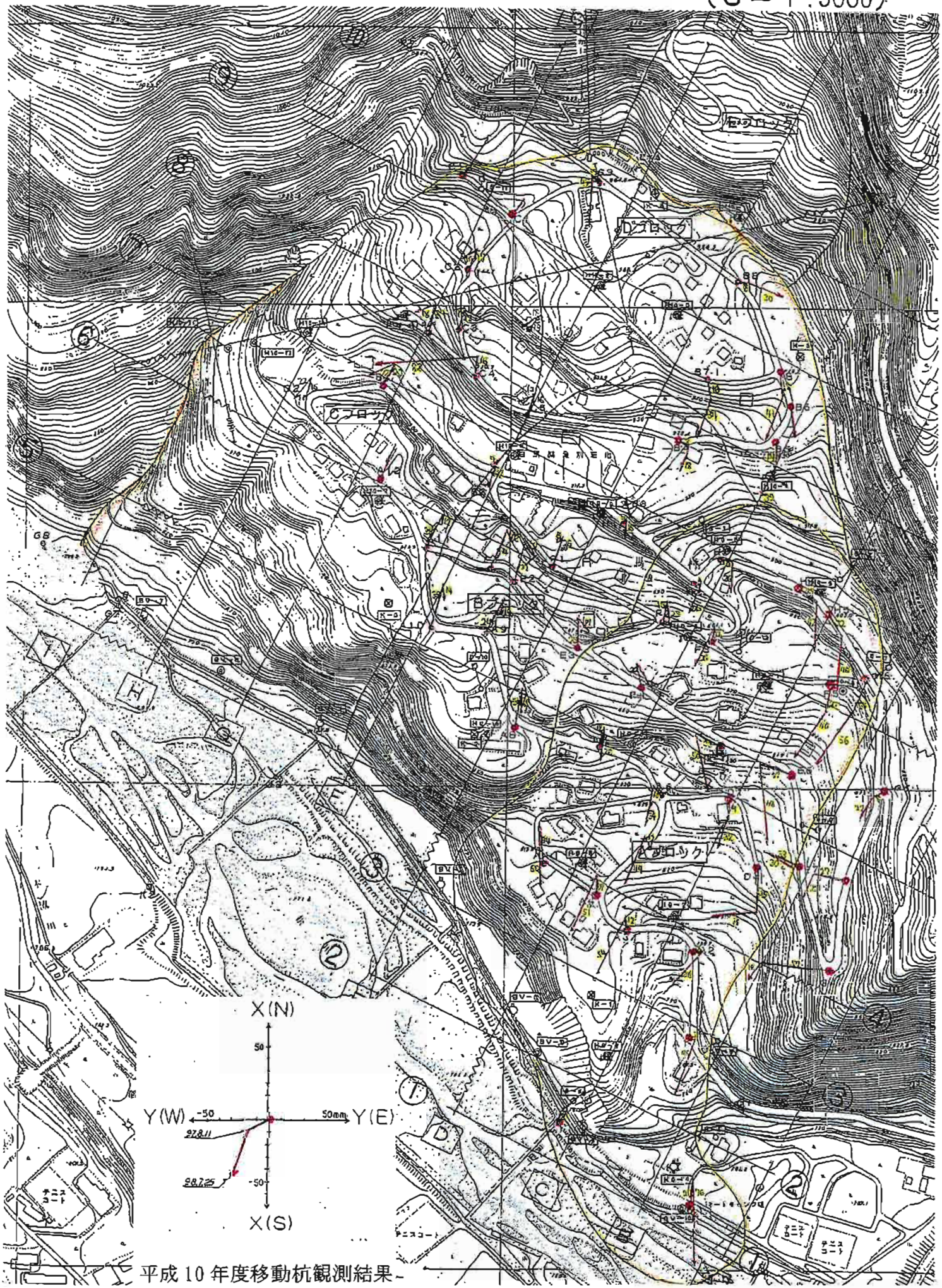


集水ボーリング工の諸元
SD-95A
自噴ボーリング工の諸元
SD-90A－300%(図示)



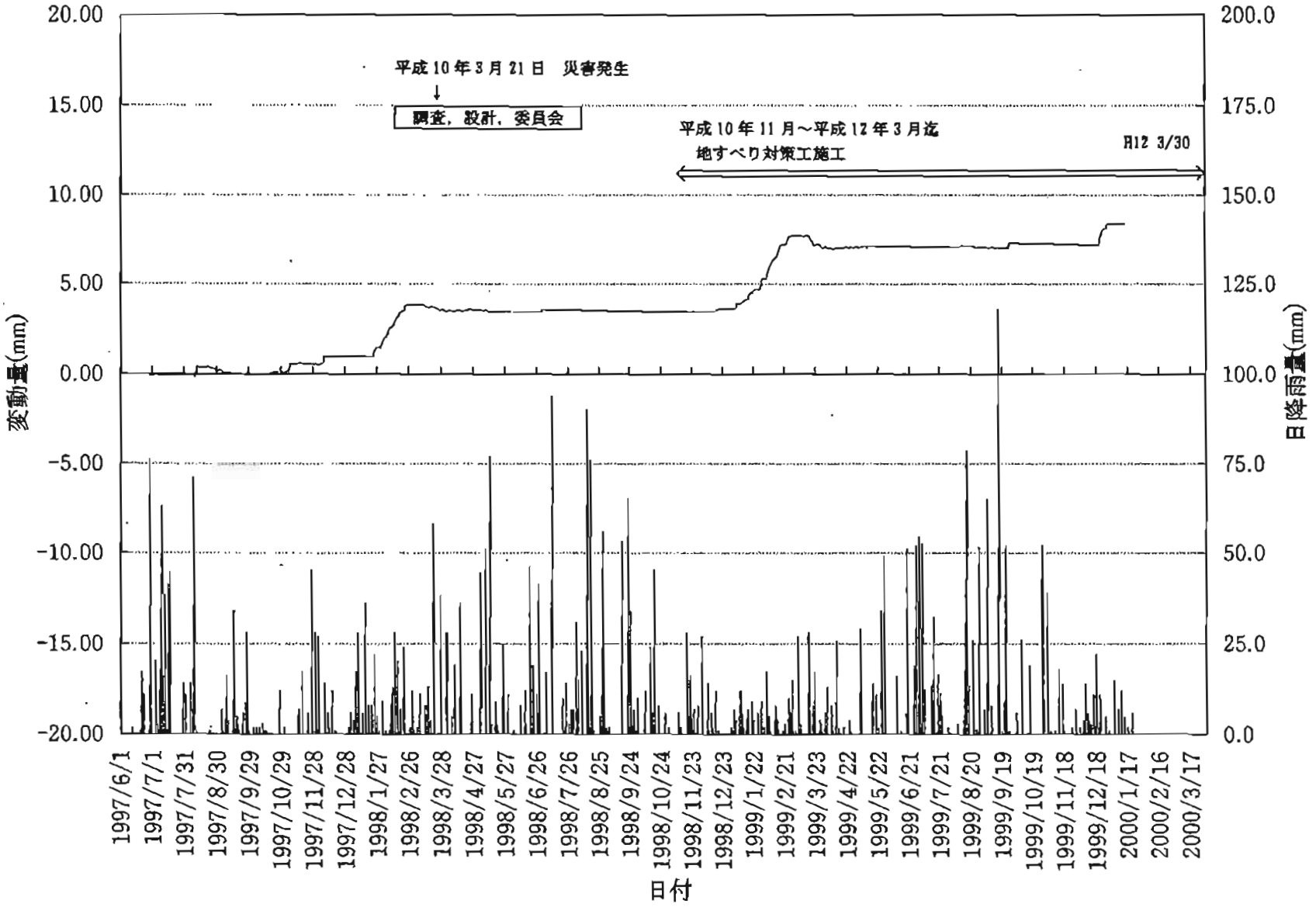
移動杭観測結果 平面図

（S＝1：5000）

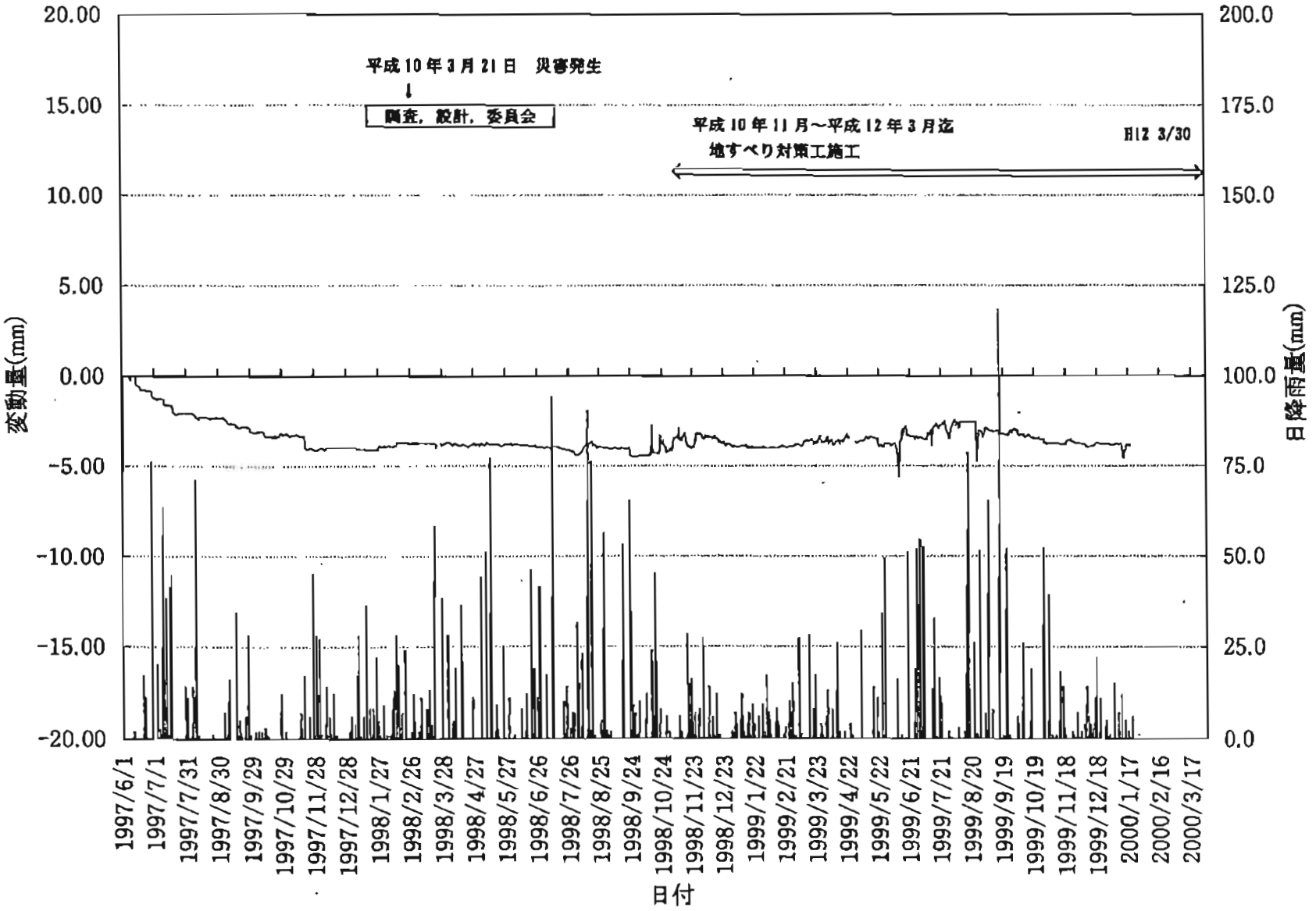


平成 10 年度移動杭観測結果－

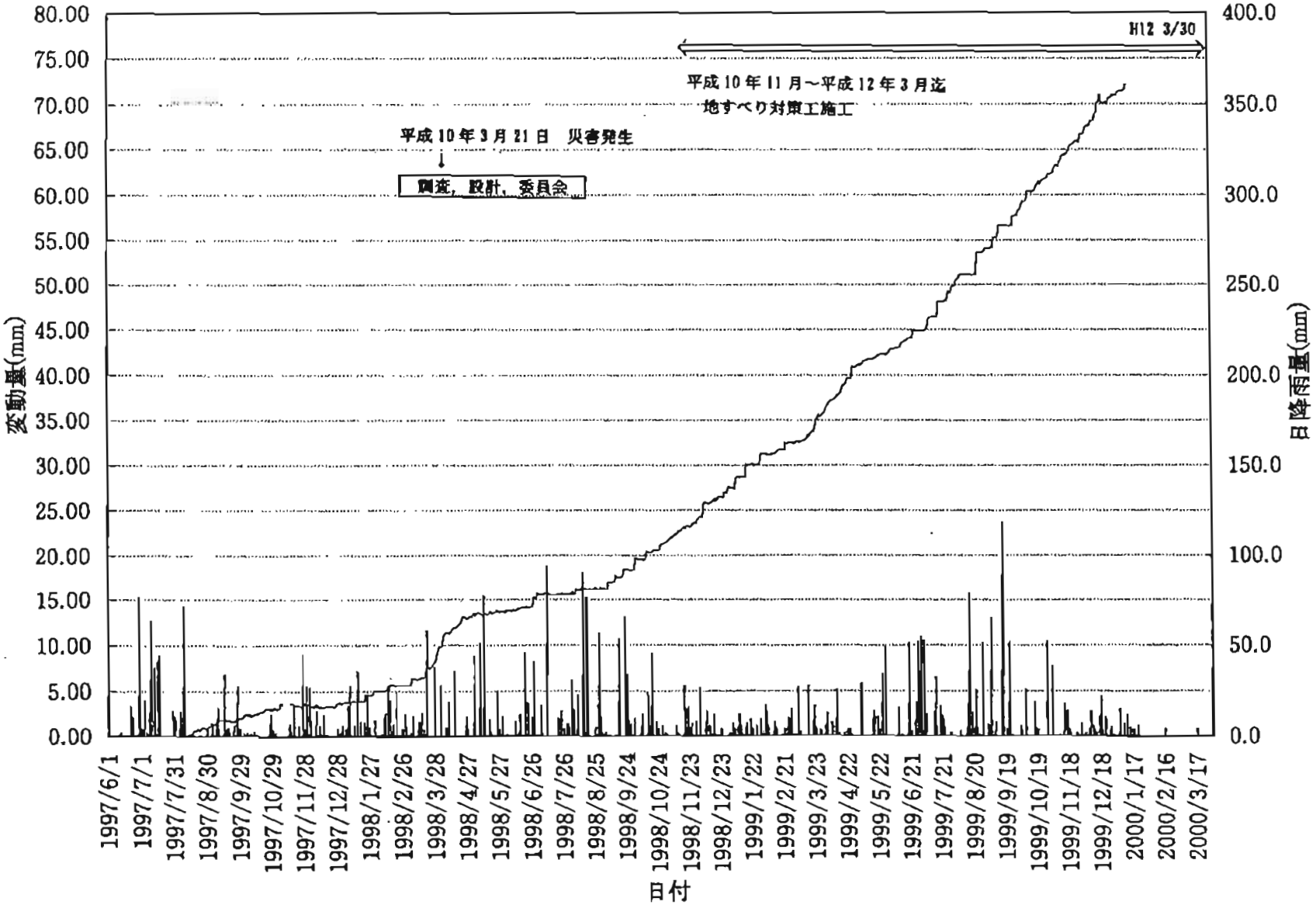
S-1伸縮計変動図


平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
H12 3/30
変動量(mm)
日降雨量(mm)
日付
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
200.0
175.0
150.0
125.0
100.0
75.0
50.0
25.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/7/31
1997/8/30
1997/9/29
1997/10/29
1997/11/28
1997/12/28
1998/1/27
1998/2/26
1998/3/28
1998/4/27
1998/5/27
1998/6/26
1998/7/26
1998/8/25
1998/9/24
1998/10/24
1998/11/23
1998/12/23
1999/1/22
1999/2/21
1999/3/23
1999/4/22
1999/5/22
1999/6/21
1999/7/21
1999/8/20
1999/9/19
1999/10/19
1999/11/18
1999/12/18
2000/1/17
2000/2/16
2000/3/17

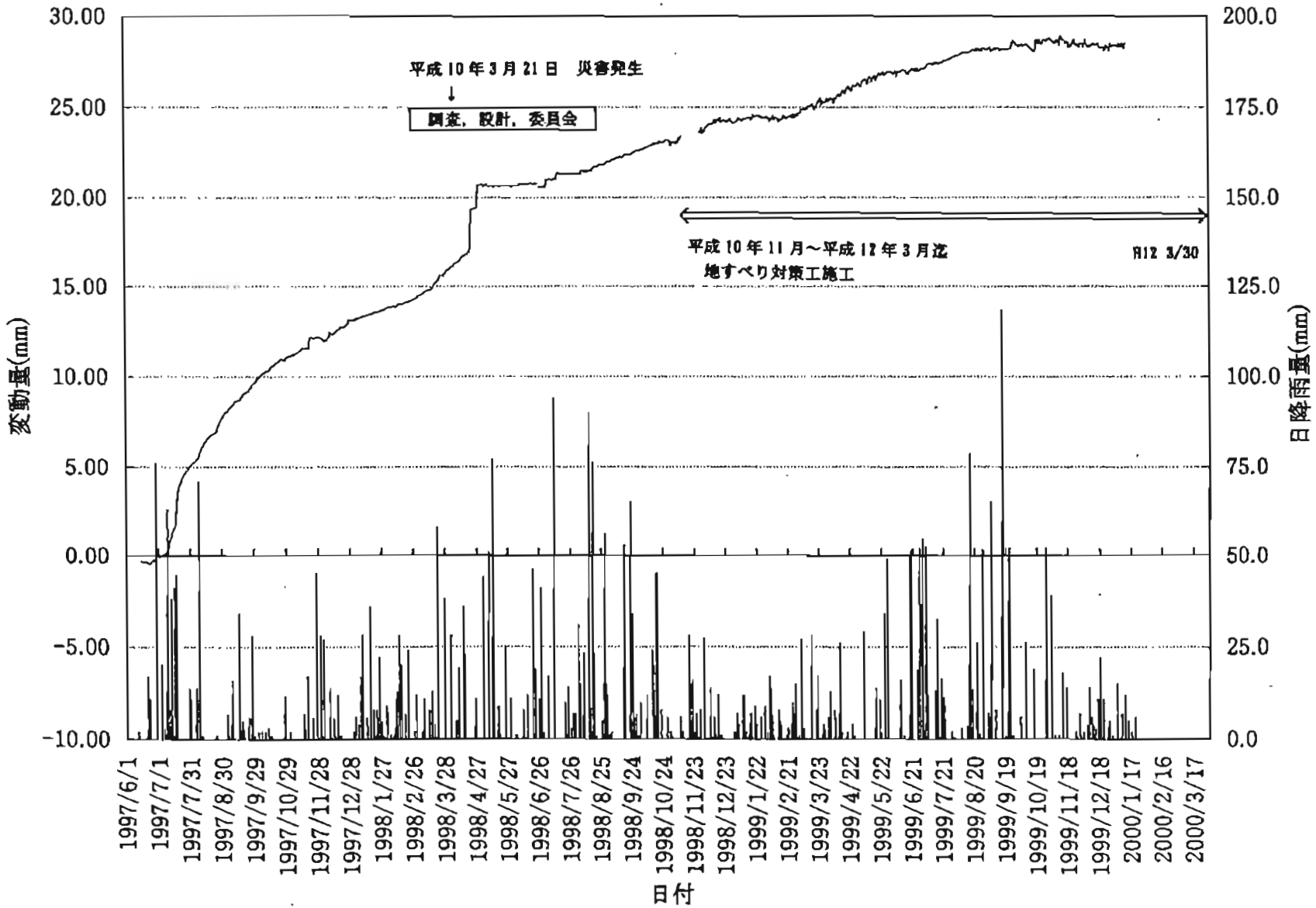
S-2伸縮計変動図


平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
H12 3/30
変動量(mm)
日降雨量(mm)
日付
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
200.0
175.0
150.0
125.0
100.0
75.0
50.0
25.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/7/31
1997/8/30
1997/9/29
1997/10/29
1997/11/28
1997/12/28
1998/1/27
1998/2/26
1998/3/28
1998/4/27
1998/5/27
1998/6/26
1998/7/26
1998/8/25
1998/9/24
1998/10/24
1998/11/23
1998/12/23
1999/1/22
1999/2/21
1999/3/23
1999/4/22
1999/5/22
1999/6/21
1999/7/21
1999/8/20
1999/9/19
1999/10/19
1999/11/18
1999/12/18
2000/1/17
2000/2/16
2000/3/17

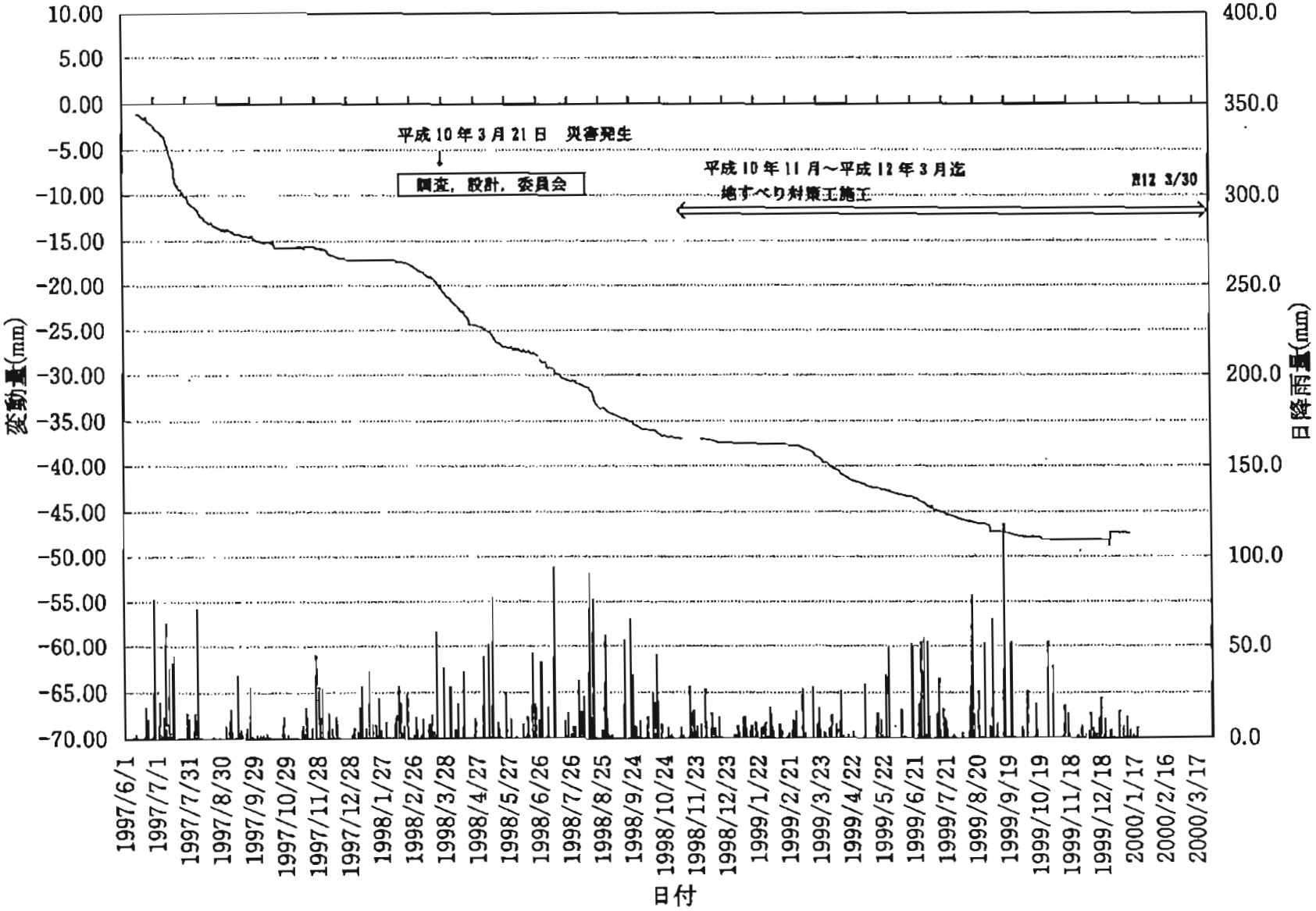
S-3伸縮計変動図


H12 3/30
平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
変動量(mm)
日降雨量(mm)
日付
80.00
75.00
70.00
65.00
60.00
55.00
50.00
45.00
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
400.0
350.0
300.0
250.0
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/7/31
1997/8/30
1997/9/29
1997/10/29
1997/11/28
1997/12/28
1998/1/27
1998/2/26
1998/3/28
1998/4/27
1998/5/27
1998/6/26
1998/7/26
1998/8/25
1998/9/24
1998/10/24
1998/11/23
1998/12/23
1999/1/22
1999/2/21
1999/3/23
1999/4/22
1999/5/22
1999/6/21
1999/7/21
1999/8/20
1999/9/19
1999/10/19
1999/11/18
1999/12/18
2000/1/17
2000/2/16
2000/3/17

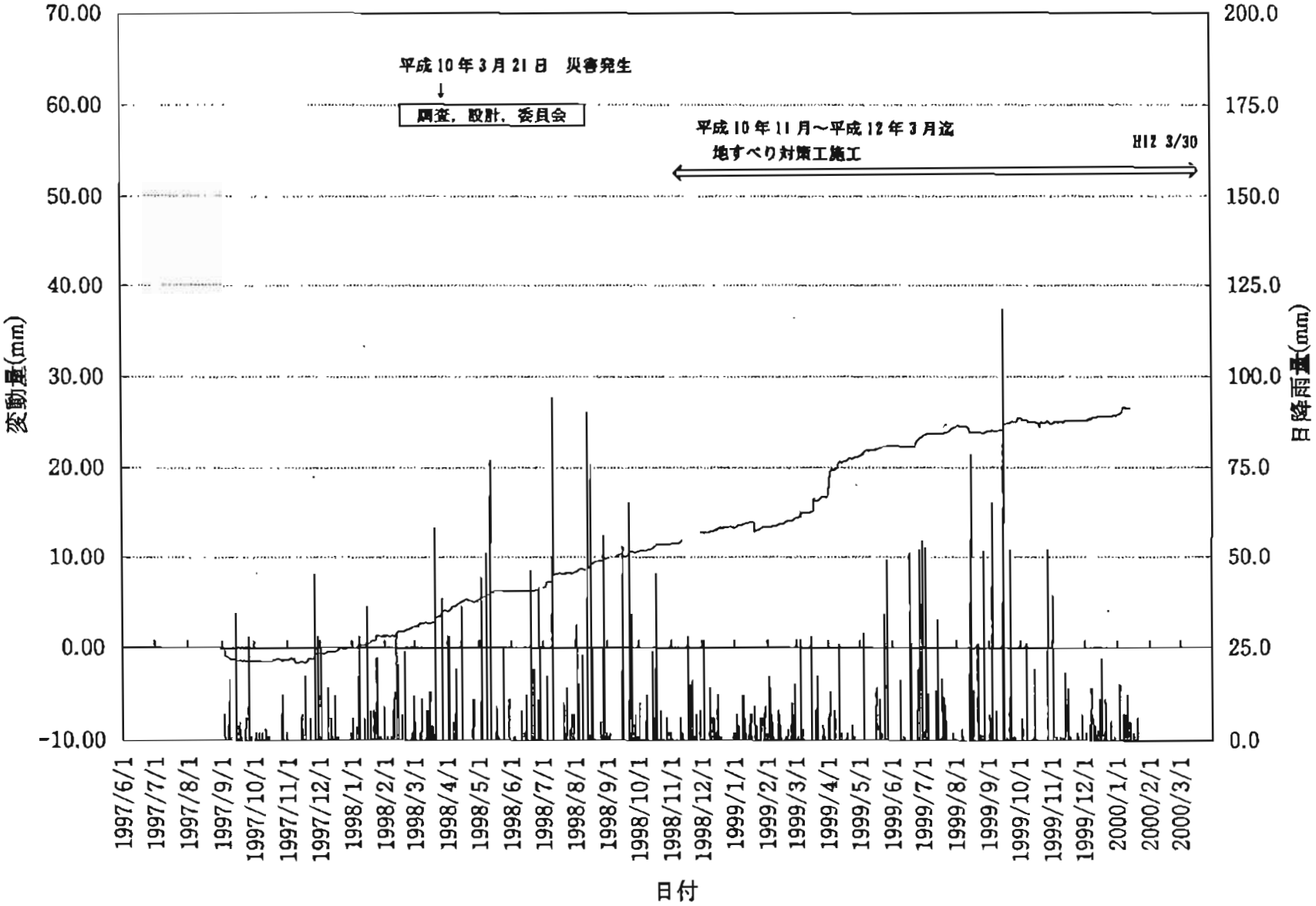
S-5伸縮計変動図


平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
H12 3/30
変動量(mm)
日降雨量(mm)
日付
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
-5.00
-10.00
200.0
175.0
150.0
125.0
100.0
75.0
50.0
25.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/7/31
1997/8/30
1997/9/29
1997/10/29
1997/11/28
1997/12/28
1998/1/27
1998/2/26
1998/3/28
1998/4/27
1998/5/27
1998/6/26
1998/7/26
1998/8/25
1998/9/24
1998/10/24
1998/11/23
1998/12/23
1999/1/22
1999/2/21
1999/3/23
1999/4/22
1999/5/22
1999/6/21
1999/7/21
1999/8/20
1999/9/19
1999/10/19
1999/11/18
1999/12/18
2000/1/17
2000/2/16
2000/3/17

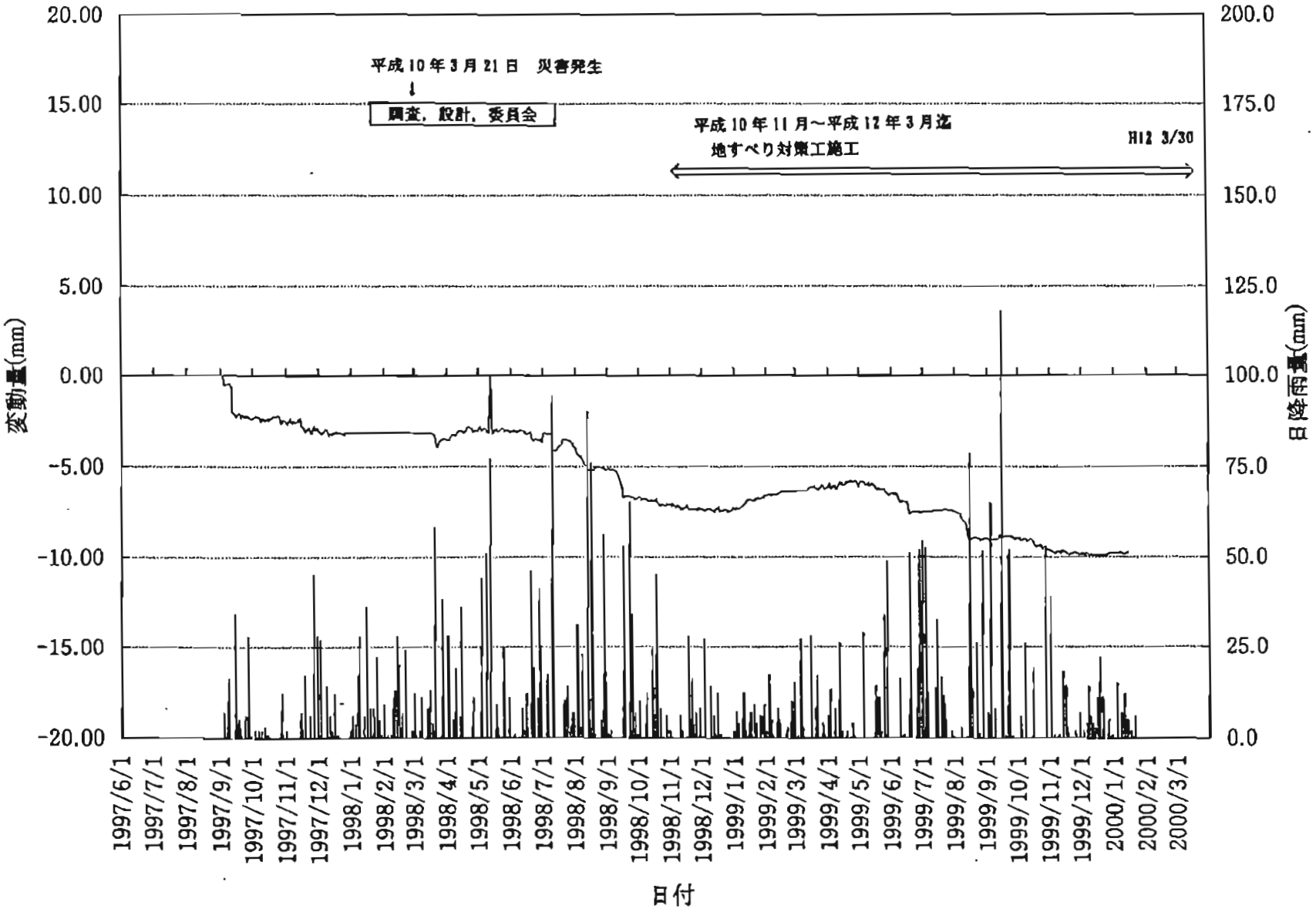
S-6伸縮計変動図


平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
H12 3/30
変動量(mm)
日降雨量(mm)
日付
10.00
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
-35.00
-40.00
-45.00
-50.00
-55.00
-60.00
-65.00
-70.00
400.0
350.0
300.0
250.0
200.0
150.0
100.0
50.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/7/31
1997/8/30
1997/9/29
1997/10/29
1997/11/28
1997/12/28
1998/1/27
1998/2/26
1998/3/28
1998/4/27
1998/5/27
1998/6/26
1998/7/26
1998/8/25
1998/9/24
1998/10/24
1998/11/23
1998/12/23
1999/1/22
1999/2/21
1999/3/23
1999/4/22
1999/5/22
1999/6/21
1999/7/21
1999/8/20
1999/9/19
1999/10/19
1999/11/18
1999/12/18
2000/1/17
2000/2/16
2000/3/17

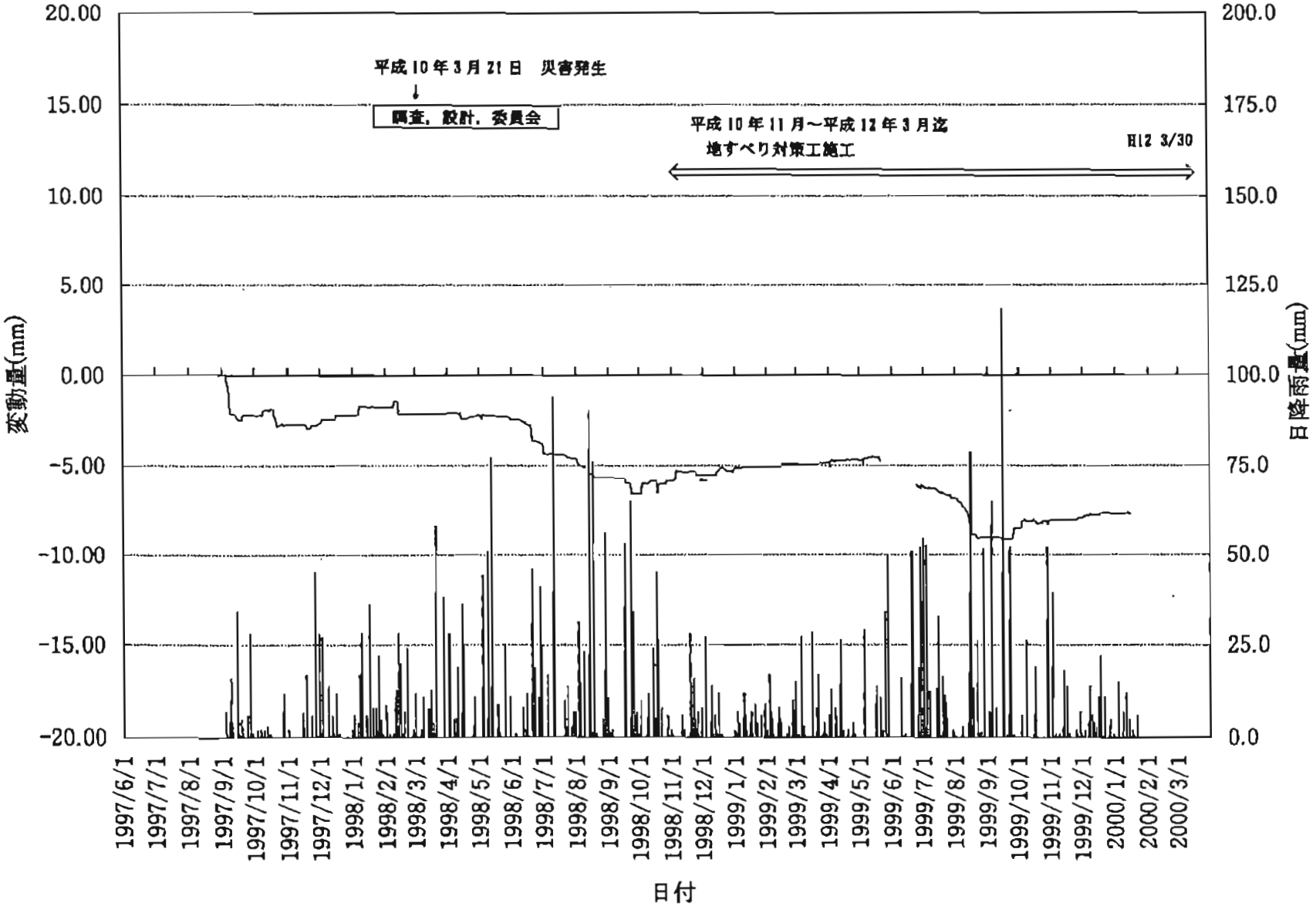
S-8伸縮計変動図


平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
H12 3/30
変動量(mm)
日降雨量(mm)
日付
70.00
60.00
50.00
40.00
30.00
20.00
10.00
0.00
-10.00
200.0
175.0
150.0
125.0
100.0
75.0
50.0
25.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/8/1
1997/9/1
1997/10/1
1997/11/1
1997/12/1
1998/1/1
1998/2/1
1998/3/1
1998/4/1
1998/5/1
1998/6/1
1998/7/1
1998/8/1
1998/9/1
1998/10/1
1998/11/1
1998/12/1
1999/1/1
1999/2/1
1999/3/1
1999/4/1
1999/5/1
1999/6/1
1999/7/1
1999/8/1
1999/9/1
1999/10/1
1999/11/1
1999/12/1
2000/1/1
2000/2/1
2000/3/1

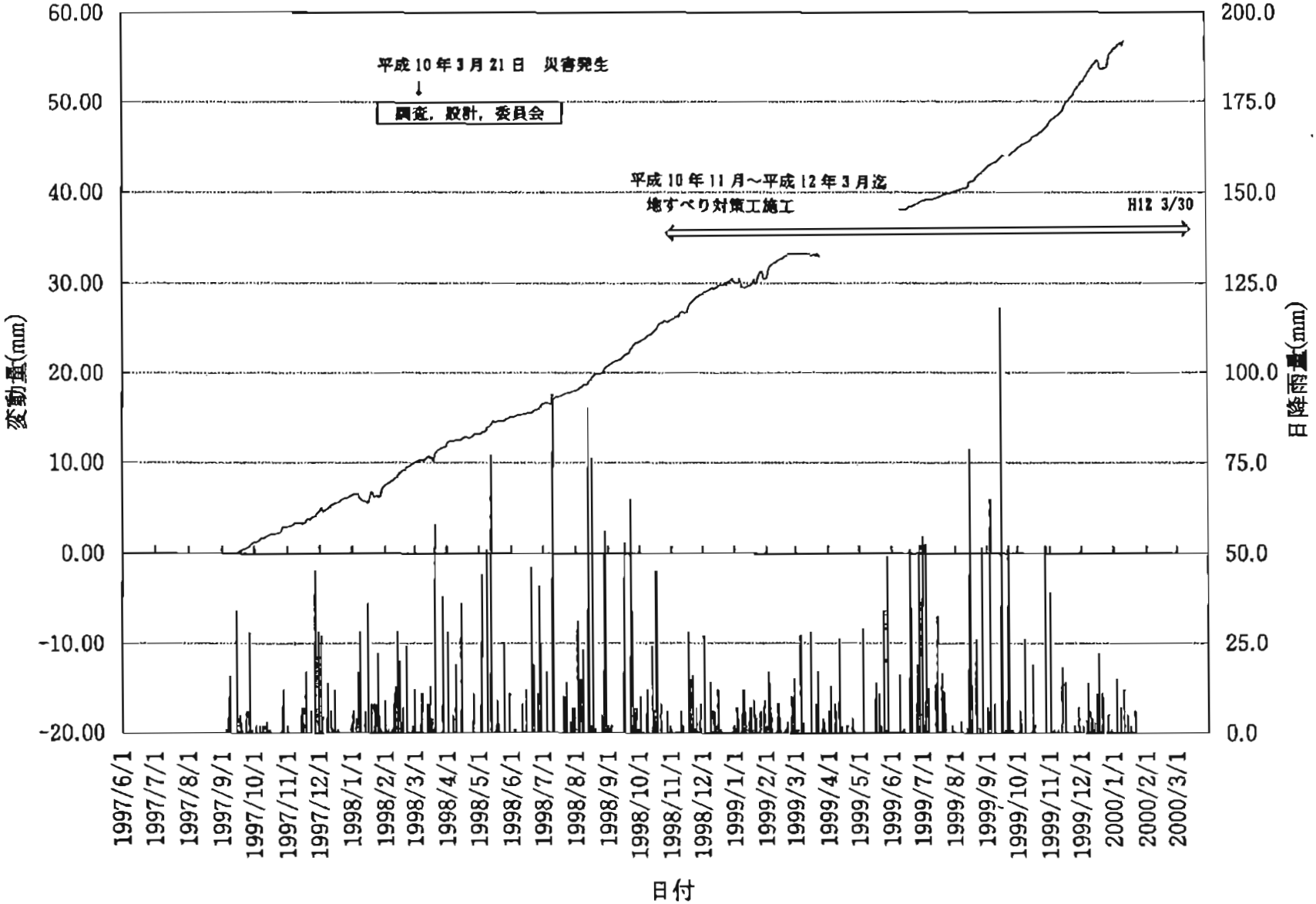
S-9伸縮計変動図


平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
H12 3/30
変動量(mm)
日降雨量(mm)
日付
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
200.0
175.0
150.0
125.0
100.0
75.0
50.0
25.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/8/1
1997/9/1
1997/10/1
1997/11/1
1997/12/1
1998/1/1
1998/2/1
1998/3/1
1998/4/1
1998/5/1
1998/6/1
1998/7/1
1998/8/1
1998/9/1
1998/10/1
1998/11/1
1998/12/1
1999/1/1
1999/2/1
1999/3/1
1999/4/1
1999/5/1
1999/6/1
1999/7/1
1999/8/1
1999/9/1
1999/10/1
1999/11/1
1999/12/1
2000/1/1
2000/2/1
2000/3/1

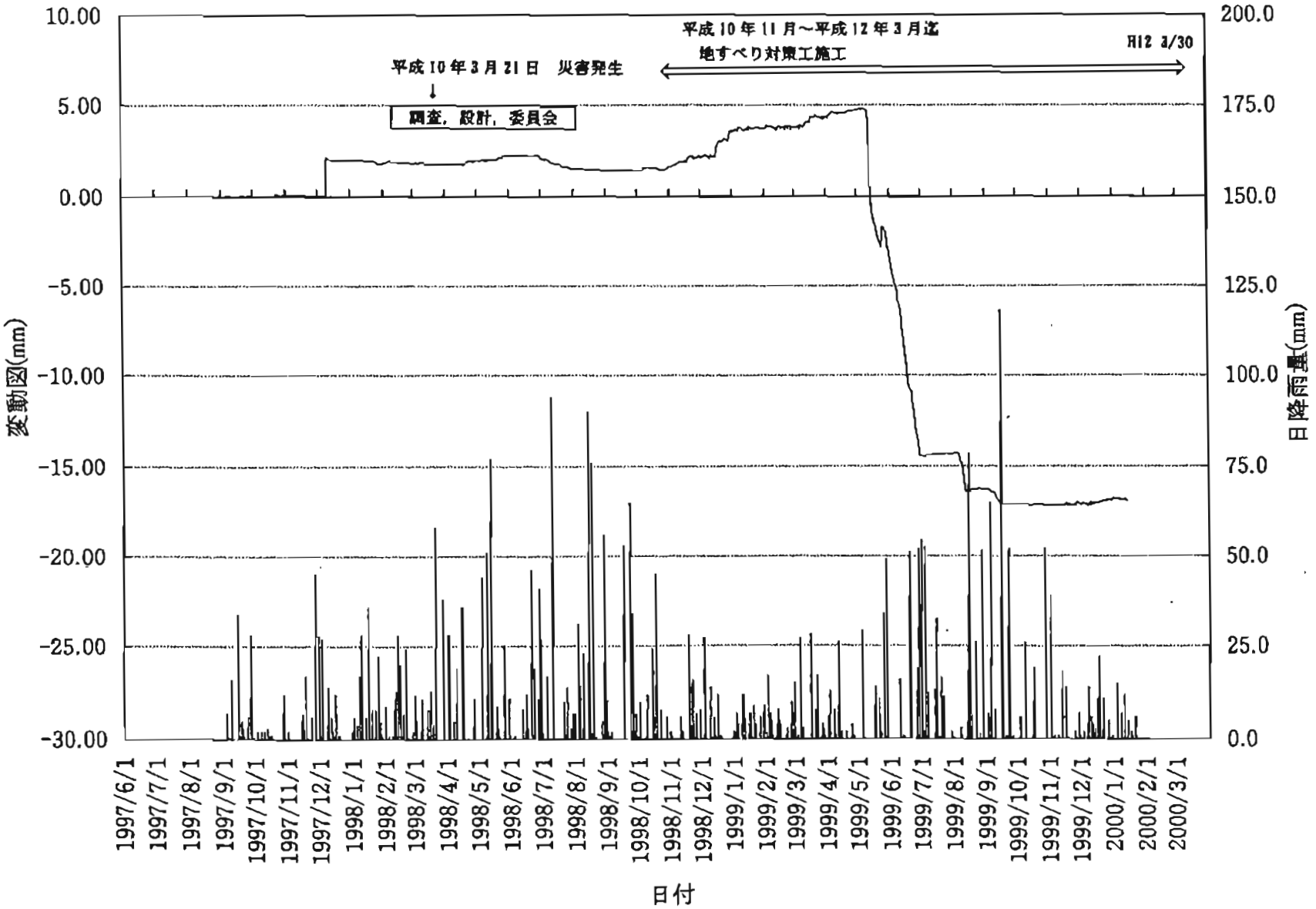
S-10伸縮計変動量


平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
H12 3/30
変動量(mm)
日降雨量(mm)
日付
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
200.0
175.0
150.0
125.0
100.0
75.0
50.0
25.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/8/1
1997/9/1
1997/10/1
1997/11/1
1997/12/1
1998/1/1
1998/2/1
1998/3/1
1998/4/1
1998/5/1
1998/6/1
1998/7/1
1998/8/1
1998/9/1
1998/10/1
1998/11/1
1998/12/1
1999/1/1
1999/2/1
1999/3/1
1999/4/1
1999/5/1
1999/6/1
1999/7/1
1999/8/1
1999/9/1
1999/10/1
1999/11/1
1999/12/1
2000/1/1
2000/2/1
2000/3/1

S-11伸縮計変動図

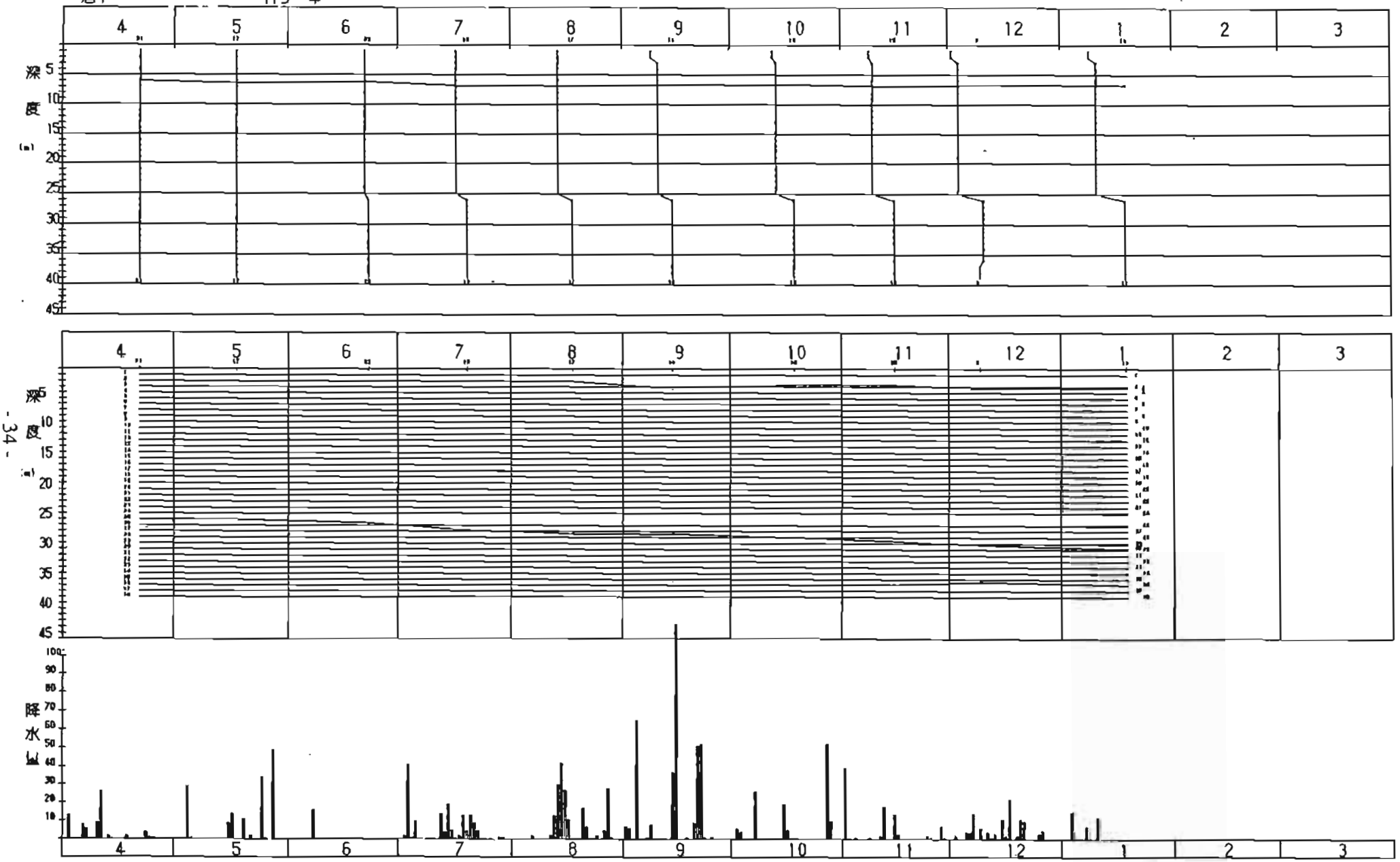

平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
H12 3/30
変動量(mm)
日降雨量(mm)
日付
60.00
50.00
40.00
30.00
20.00
10.00
0.00
-10.00
-20.00
200.0
175.0
150.0
125.0
100.0
75.0
50.0
25.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/8/1
1997/9/1
1997/10/1
1997/11/1
1997/12/1
1998/1/1
1998/2/1
1998/3/1
1998/4/1
1998/5/1
1998/6/1
1998/7/1
1998/8/1
1998/9/1
1998/10/1
1998/11/1
1998/12/1
1999/1/1
1999/2/1
1999/3/1
1999/4/1
1999/5/1
1999/6/1
1999/7/1
1999/8/1
1999/9/1
1999/10/1
1999/11/1
1999/12/1
2000/1/1
2000/2/1
2000/3/1

S-12伸縮計変動図


平成10年11月～平成12年3月迄
地すべり対策工施工
H12 3/30
平成10年3月21日　災害発生
調査，設計，委員会
変動図(mm)
日降雨量(mm)
10.00
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
-25.00
-30.00
200.0
175.0
150.0
125.0
100.0
75.0
50.0
25.0
0.0
1997/6/1
1997/7/1
1997/8/1
1997/9/1
1997/10/1
1997/11/1
1997/12/1
1998/1/1
1998/2/1
1998/3/1
1998/4/1
1998/5/1
1998/6/1
1998/7/1
1998/8/1
1998/9/1
1998/10/1
1998/11/1
1998/12/1
1999/1/1
1999/2/1
1999/3/1
1999/4/1
1999/5/1
1999/6/1
1999/7/1
1999/8/1
1999/9/1
1999/10/1
1999/11/1
1999/12/1
2000/1/1
2000/2/1
2000/3/1
日付

歪計測定結果図

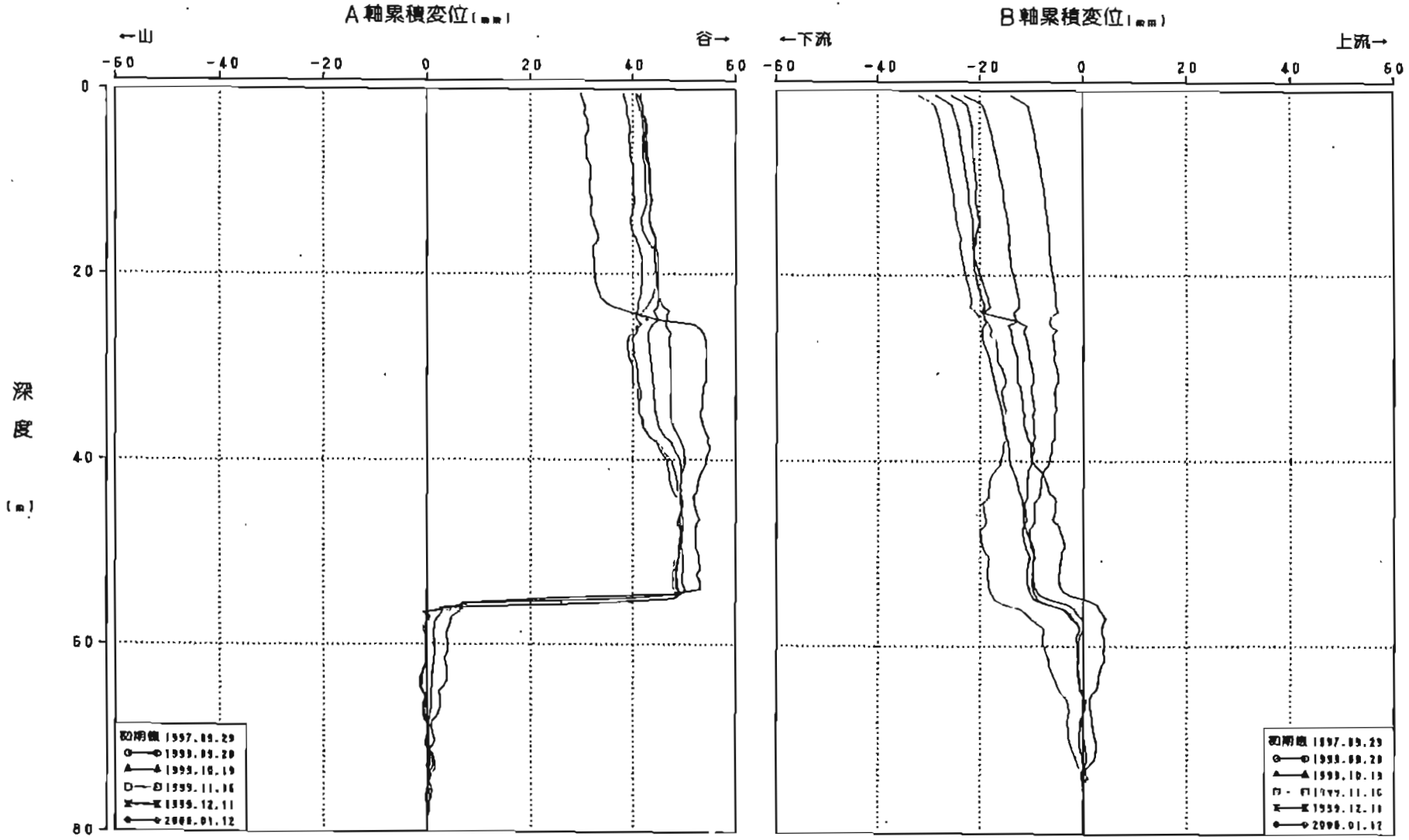
倉下　H9-4　　1999/ 4-2000/ 3



倉下

高精度孔内傾斜計測定結果

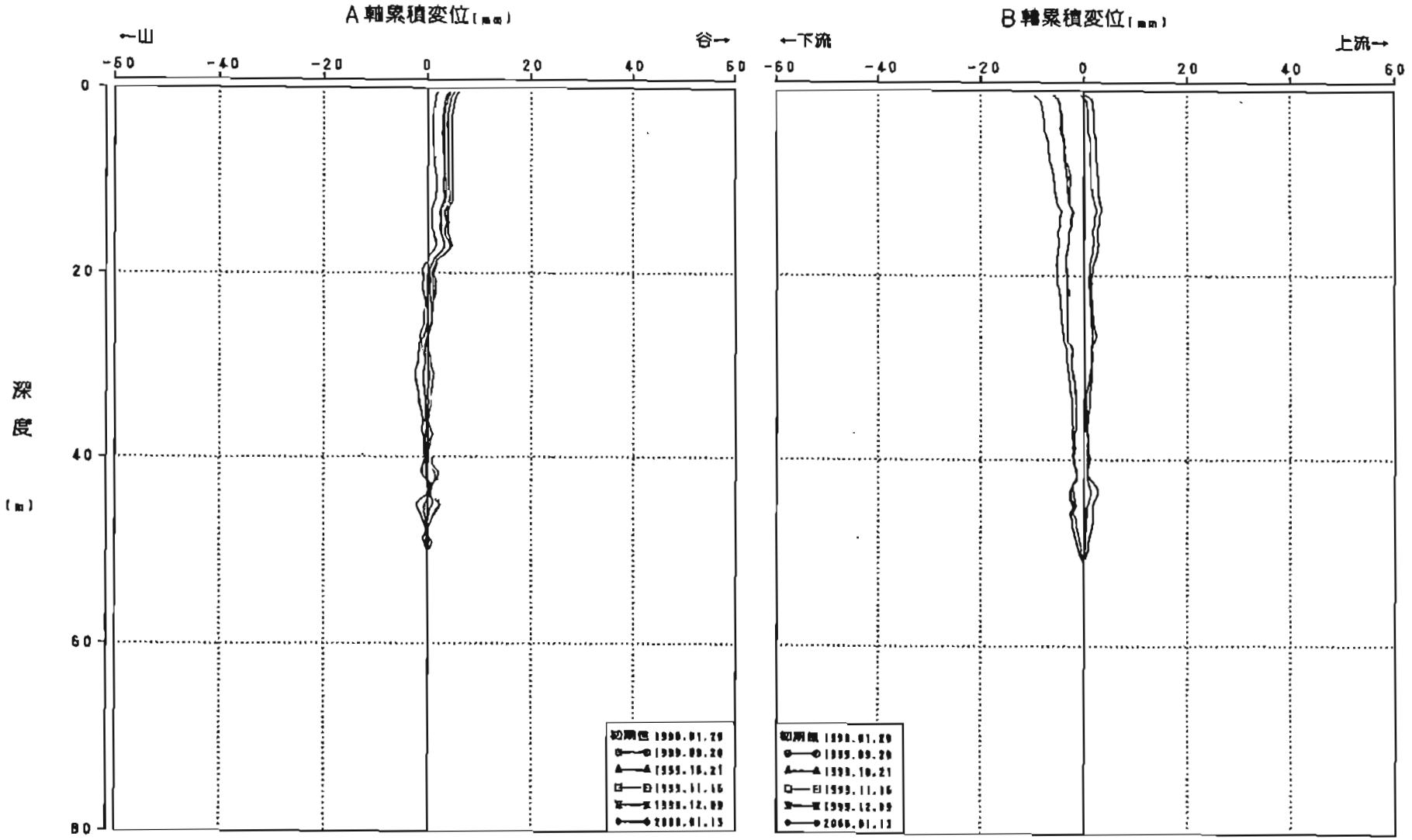
No.H9-3



倉下

高精度孔内傾斜計測定結果

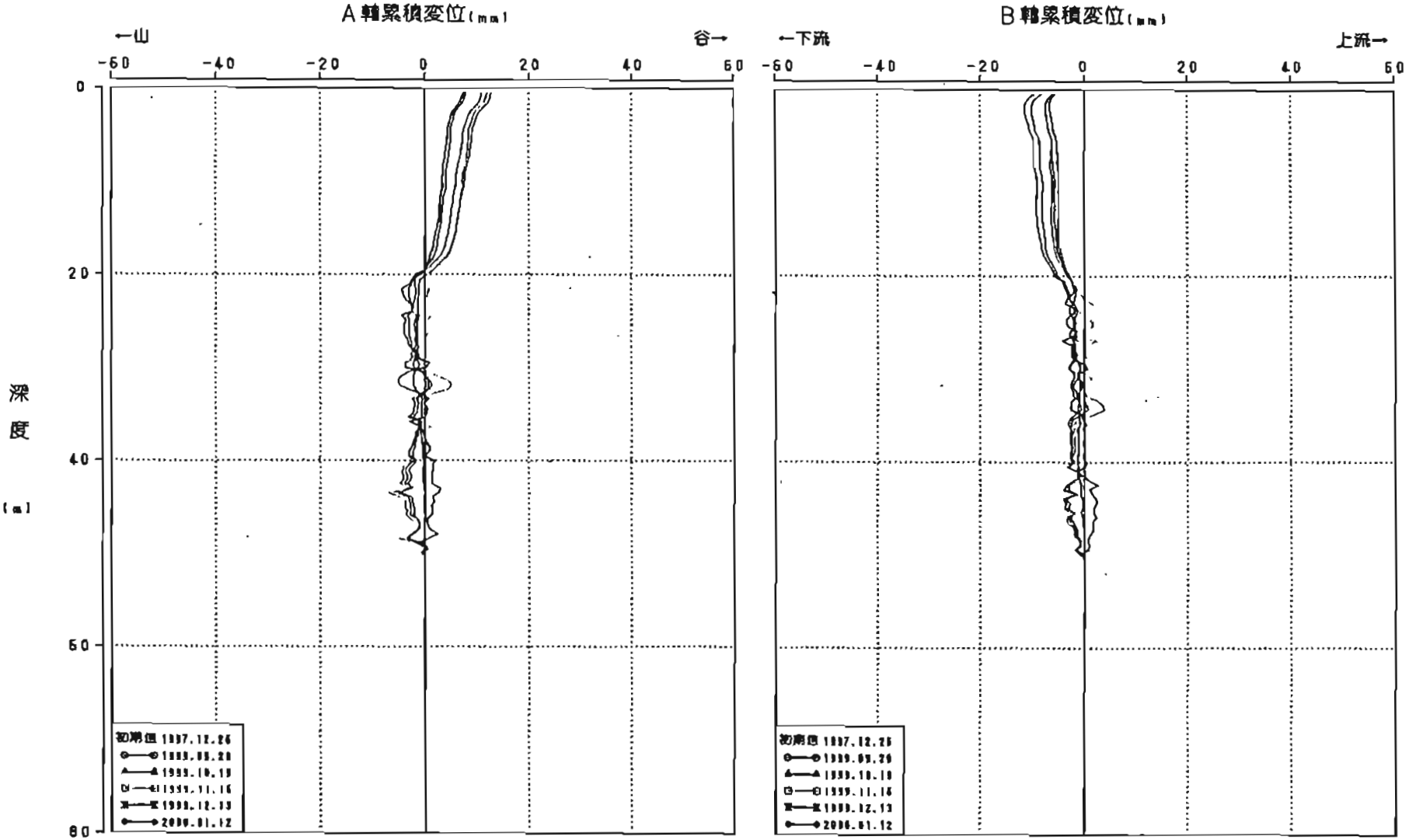
No.H9-5



倉下

高精度孔内傾斜計測定結果

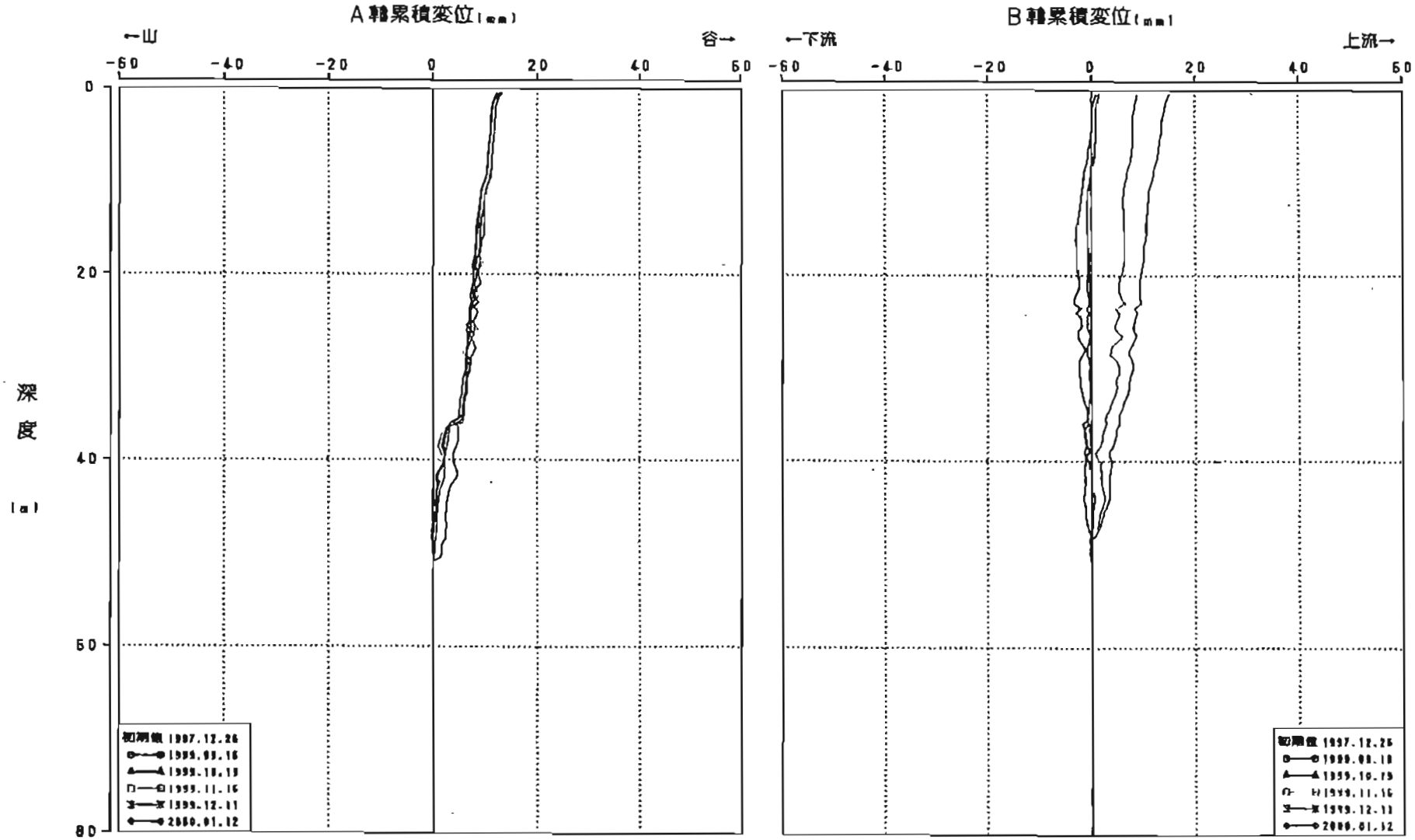
No.H9-6



倉下

高精度孔内傾斜計測定結果

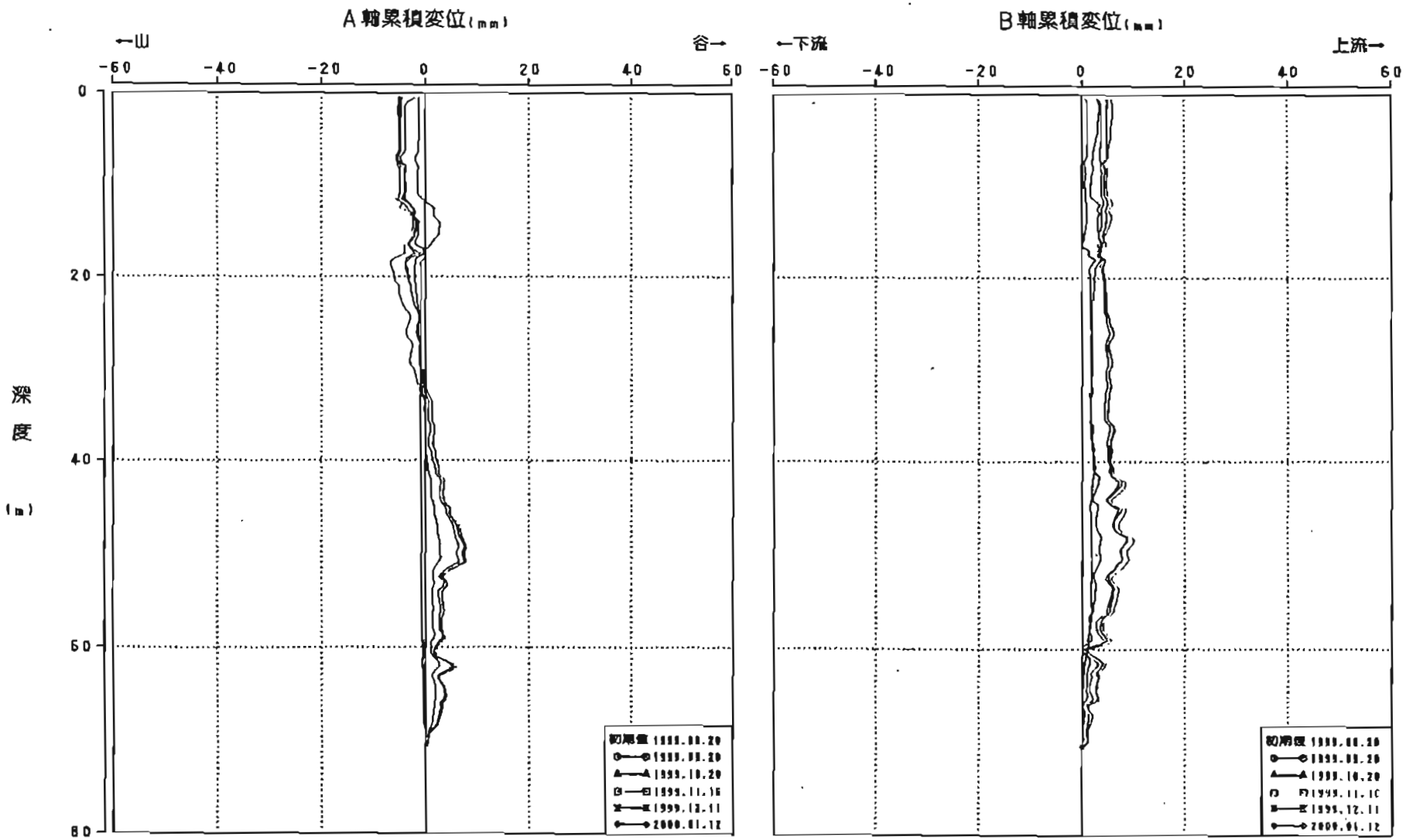
No.H9-7



倉下

高精度孔内傾斜計測定結果

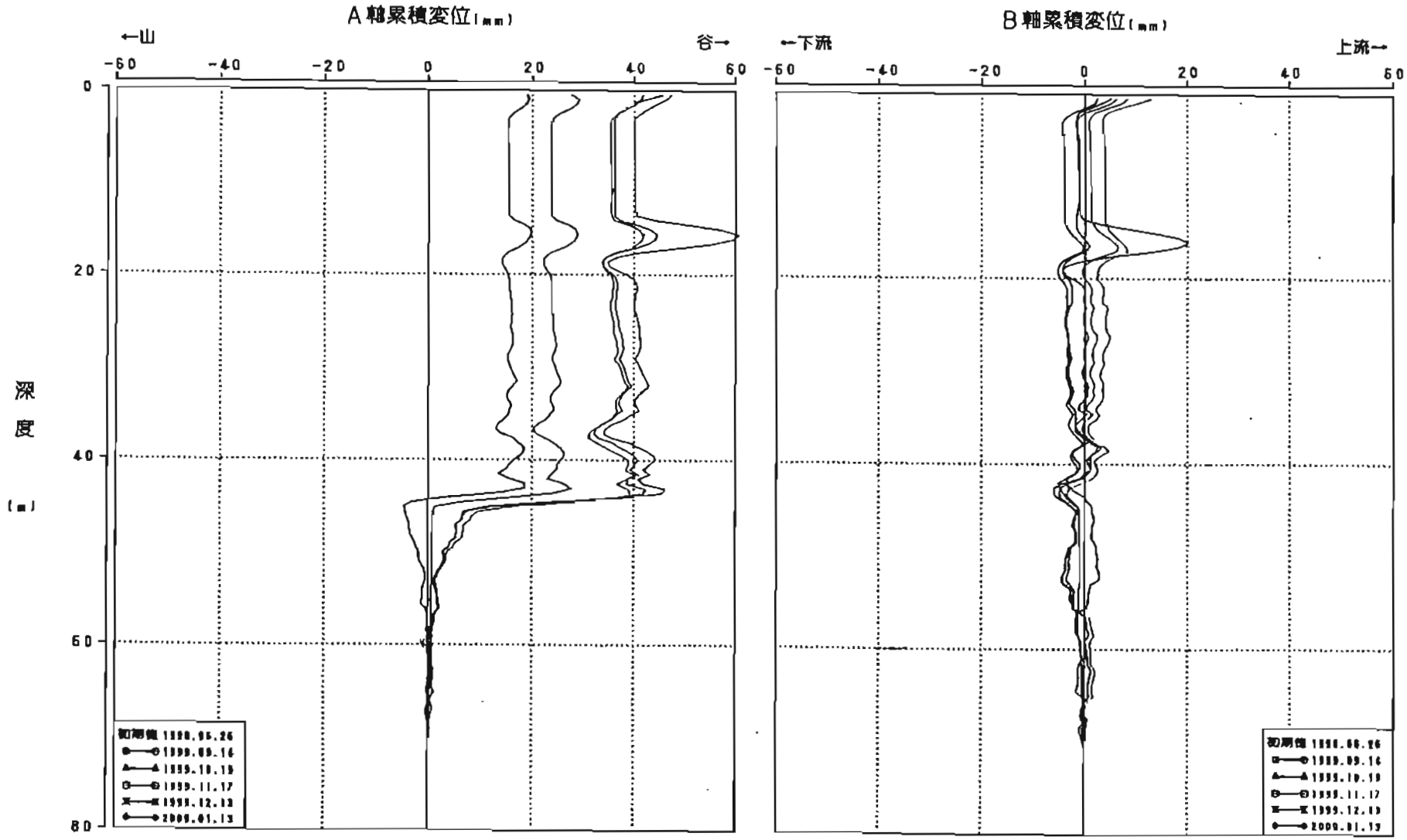
No.H9-8



倉下

高精度孔内傾斜計測定結果

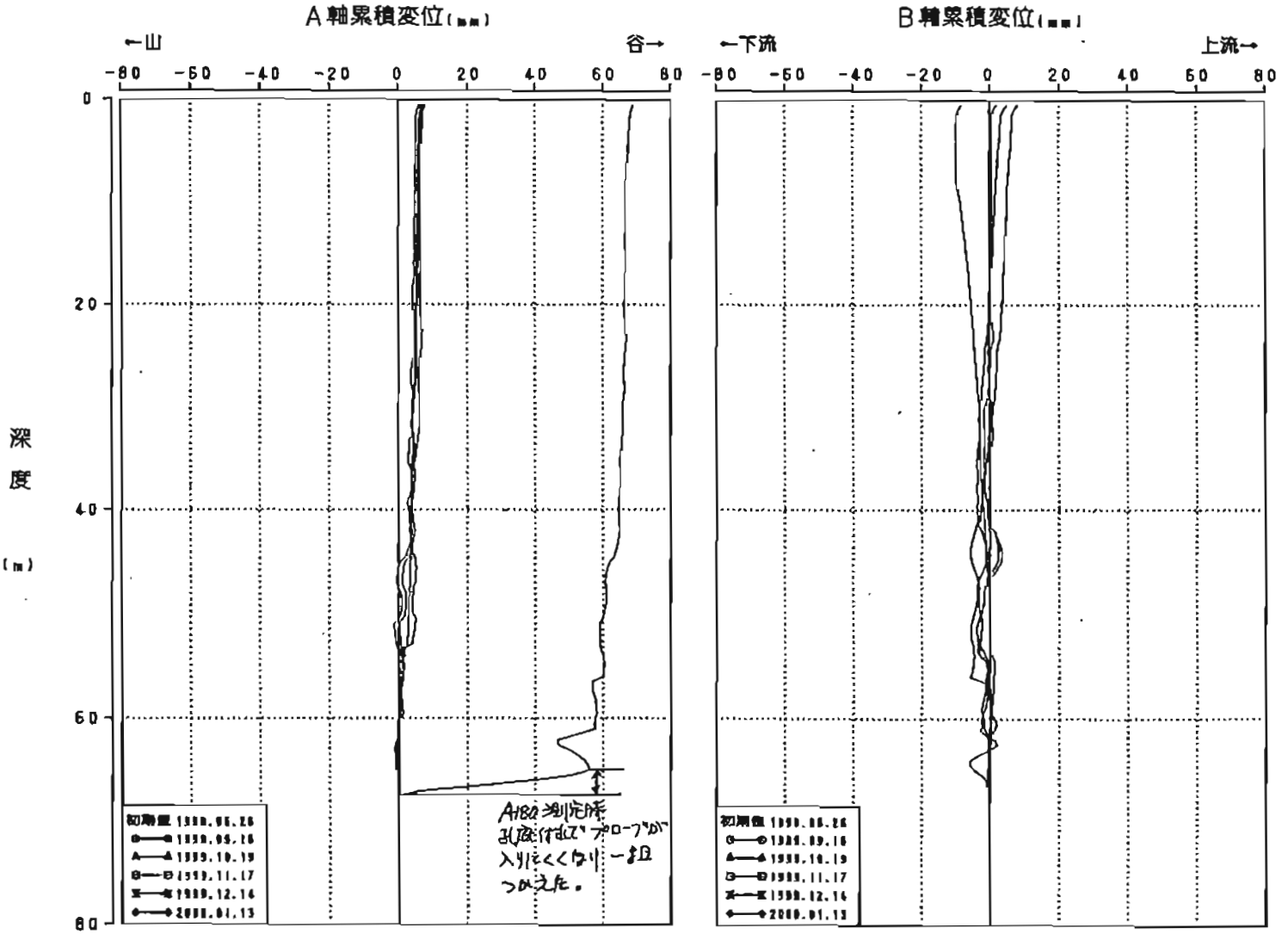
No.H10-1



倉下

高精度孔内傾斜計測定結果

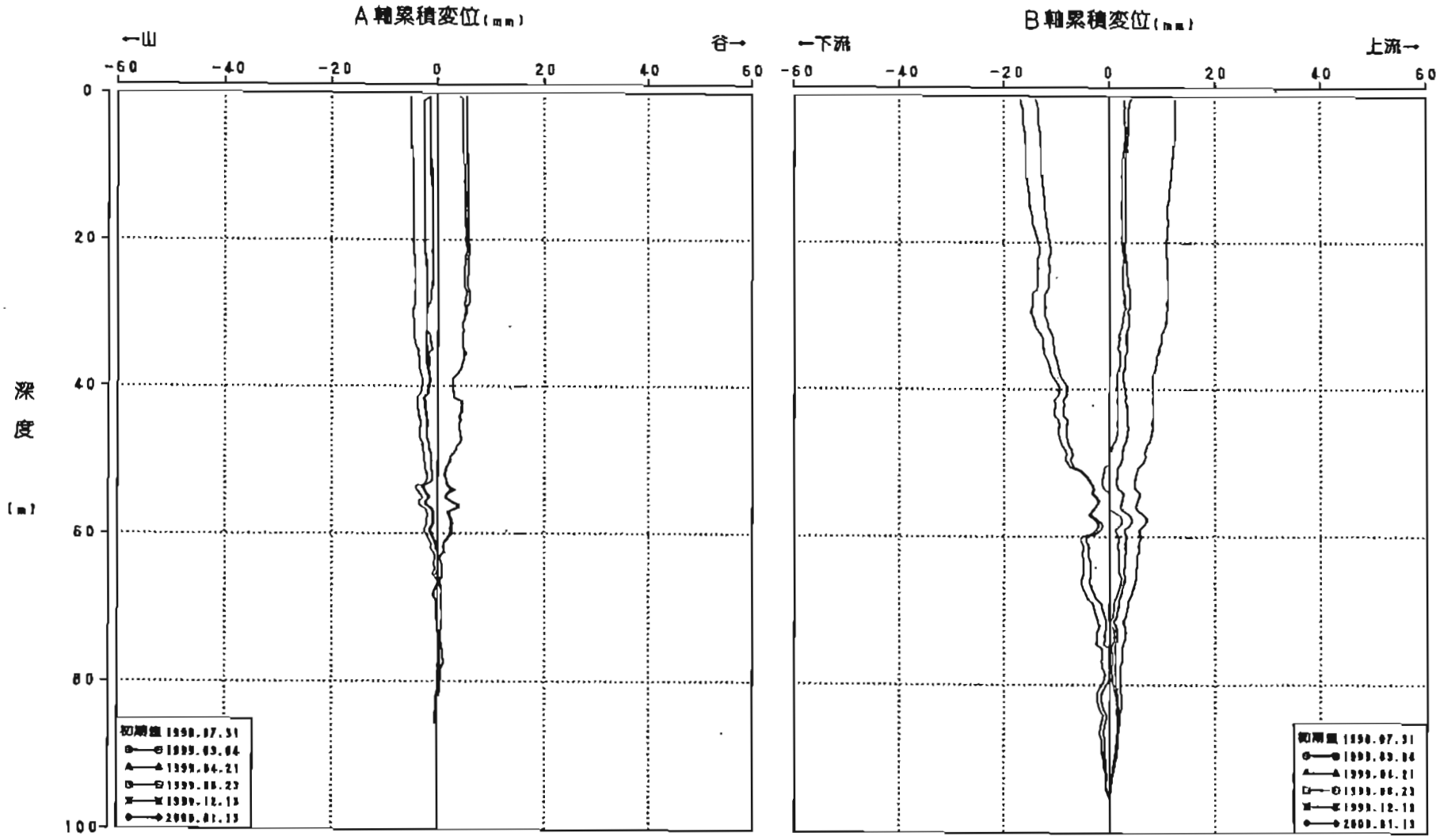
No.H10-3



倉下

高精度孔内傾斜計測定結果

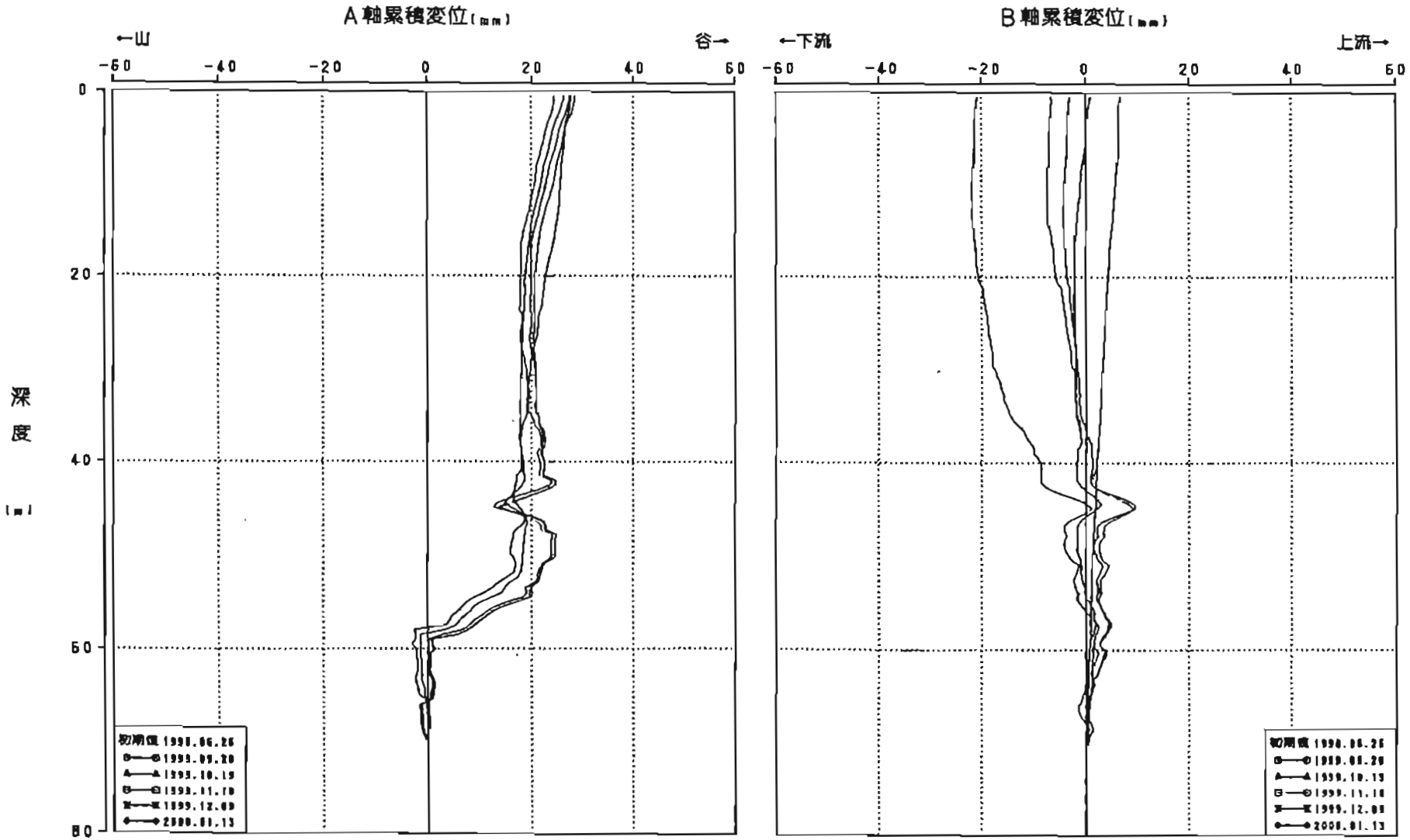
No.H10-4



倉下

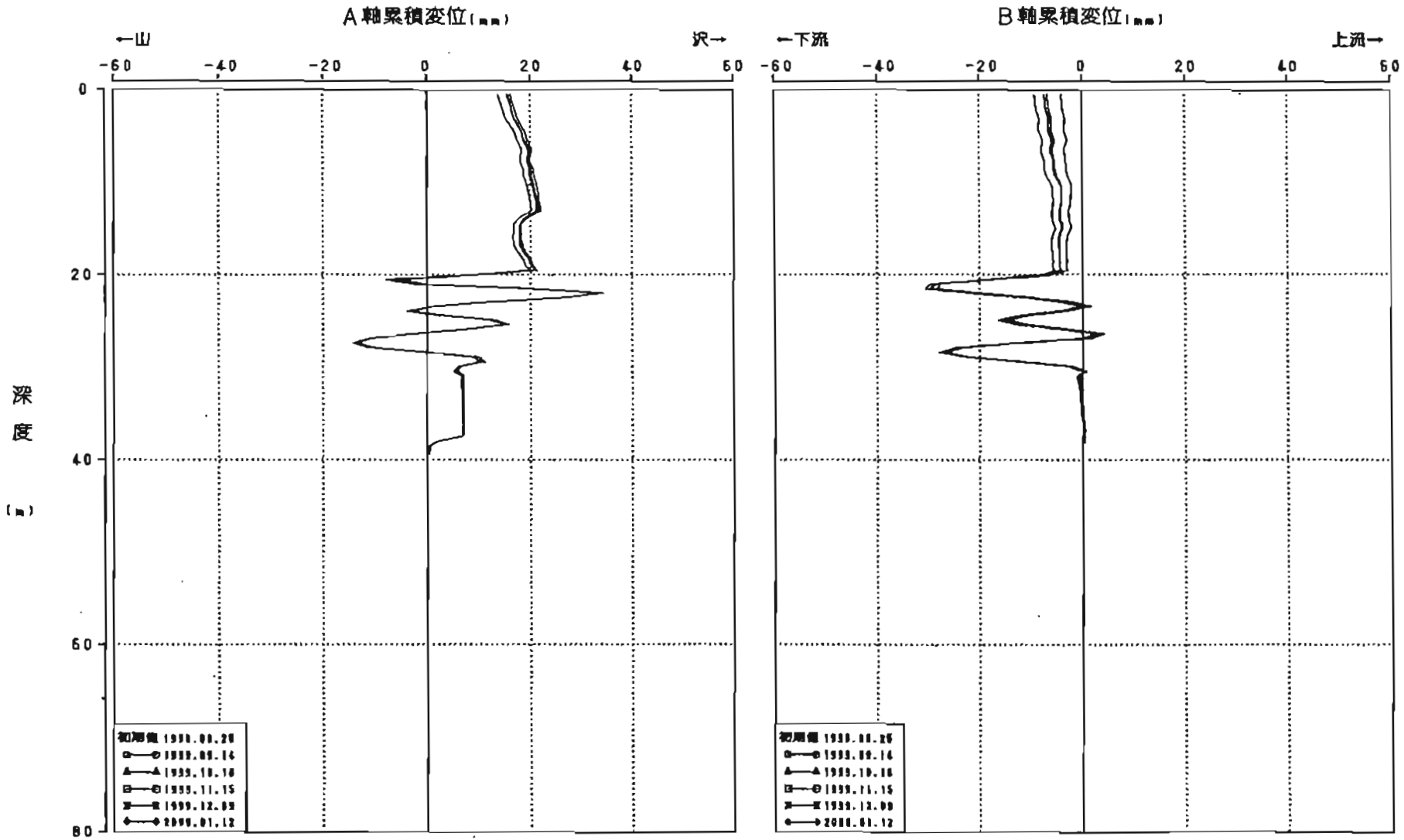
高精度孔内傾斜計測定結果

No.H10-5



倉下（トンネル）
高精度孔内傾斜計測定結果

No.H10T-4



Ⅰ－4　地すべり機構解析

倉下地すべり検討会によって、地すべり機構が分析解明された。以下、素因・誘因に分けて記述する。

4－1　素因

① 本地域周辺の地質状況をみると、基盤には青海－蓮華帯に属する古生界二畳紀の蛇紋岩、中生界ジュラ紀の堆積岩である来馬層群が分布し、それらを新第三紀の大峰類層に介在する溶結凝灰岩層が不整合に覆っている。また姫川沿いには、日本列島を東西に分断する糸魚川－静岡構造線が走っており、これに伴う断層活動は現在まで続いている。

② 地すべり地周辺は、新旧様々な岩石によって構成され、複雑かつ脆弱化して分布する蛇紋岩層が地すべり地を規制している。

③ 倉下地すべりは、その両サイドをF1・F2断層によって、三角形に取り囲まれた構造になっている。このように、倉下地すべり地は、複雑に発達した地質構造に規制された地すべりである。

4－2　誘因

① 平成10年3月21日の58mm/日の降雨とそれに伴う多量の融雪水によって地すべり活動が活発化した。

② 機構的には、流動する多量の地下水が何層あって多重地下水構造を形成していると予想される。特にすべり面下部の地すべり基盤岩より供給される被圧地下水と地表より供給される表流水が地すべり土塊を不安定化させている。

③ 地すべりブロック末端に位置している松川により長年月にわたって河床浸食が行われたため、地すべり末端土塊の安定性が損なわれている。

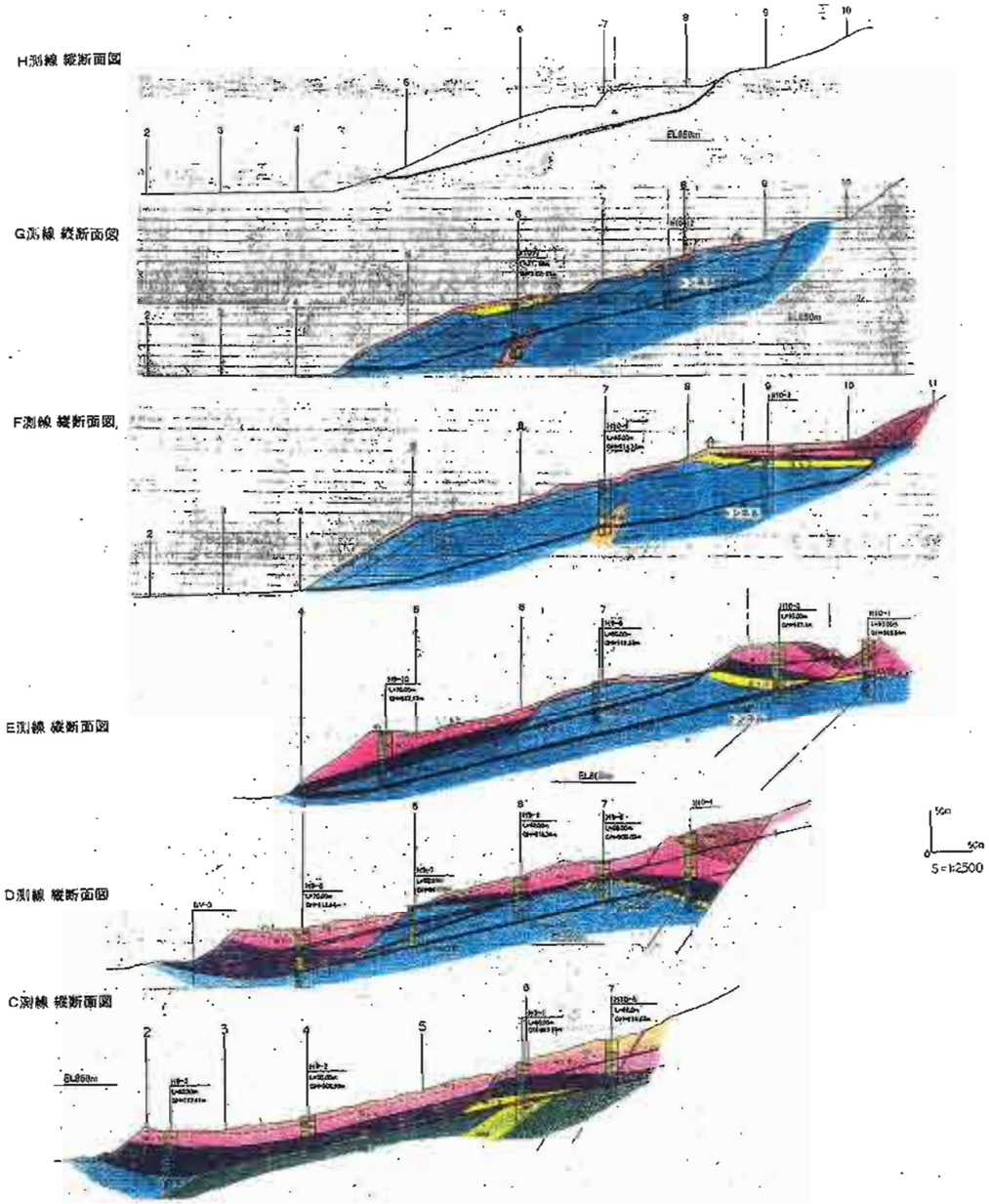
4－3　地すべり規模

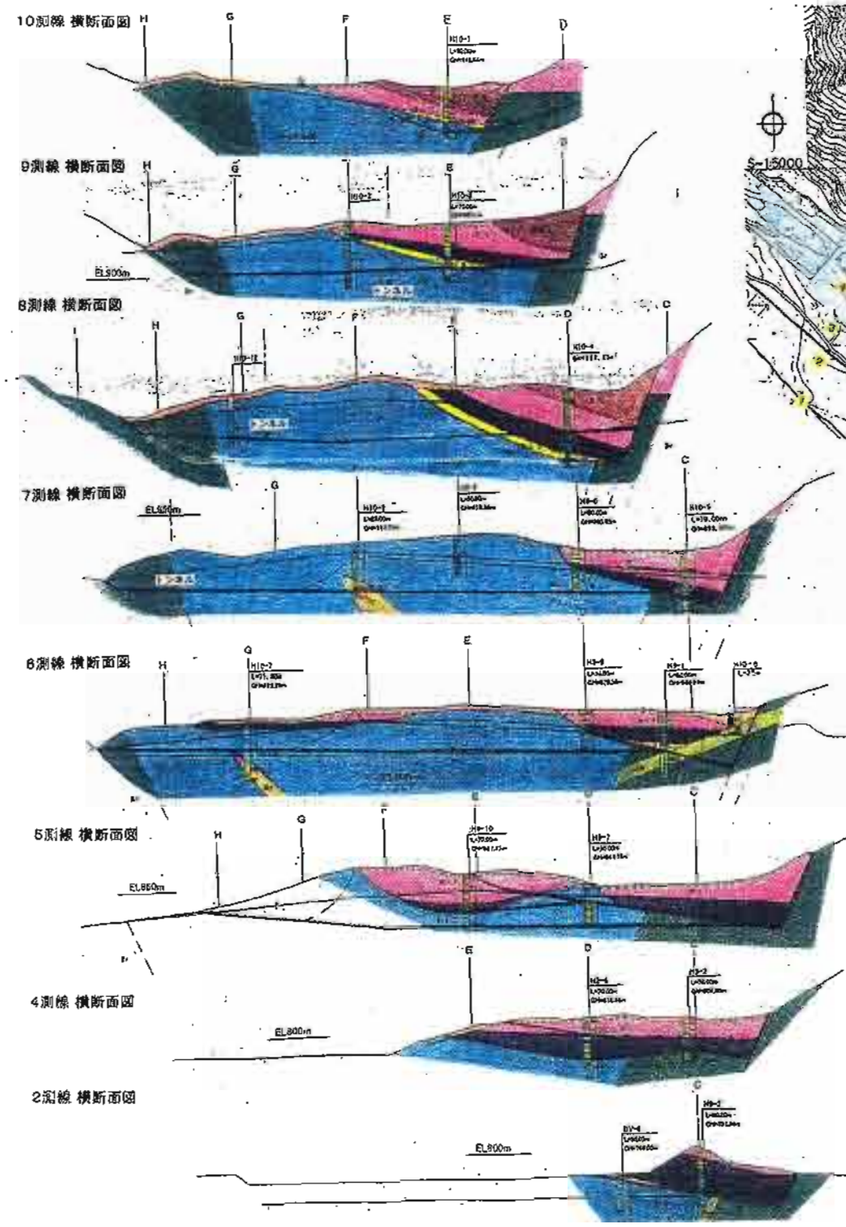
① 倉下地すべりは、その末端を姫川支流の松川に接し、側部および頭部を急崖に囲まれた標高760～1,100mの南向き斜面に発達した、幅800m、奥行き800mの大規模な地すべりである。当地すべりは末端部に急崖を形成し、それより上部は平均15度の緩斜面からなる、いわゆる地すべり地形を呈している。地すべり頭部には、幅40m，長さ150m，落差20mに達する陥没帯が形成されている。

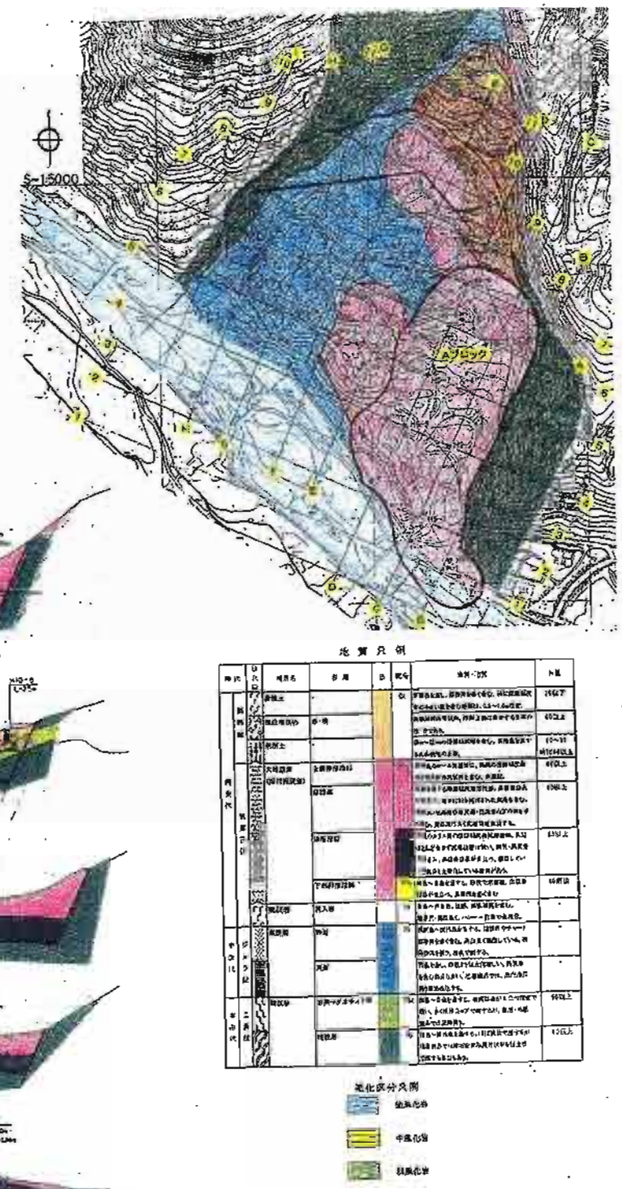
② 倉下地すべり地は、大きくはA～Dの4ブロックに分割され、このうちAブロックが最も活発に活動している。Aブロックの規模は、幅300m・奥行き700m・最大地すべり層厚60mと推定されます。地質調査によって地すべり地内の溶結凝灰岩層の分布は、A

ブロックとほぼ一致し、溶結凝灰岩層が主な地すべり土塊となっている。

なお、B，C，Dブロックは地すべりブロックとしては認定できるもののAブロックに比較すると、小康状態を保っていると判断できる。







4－4　地下水特性の解析

倉下地すべりにおける地下水は、調査・検討段階より被圧地下水や水温が低くなる状態（水温 C=7°～11°）が確認されており、通常の地下水（水温 C=15° 前後）と様相が異なっている。このため地下水特性を把握する目的から地すべりブロック内外で採取された地下水よりトリチウム分析と水質分析（主要 10 成分）を実施した。

（1）トリチウム分析

①トリチウムについて

トリチウム（三重水素：^{3}H）とは水素の同位体で、水には構成元素として含まれるため化学的な安定度が高く、地下水の起源を同定するためには理想的なトレーサーと考えられている。特に、放射性元素であり半減期 12.43 年でβ崩壊して ^{3}He に変わるため、数カ月～数十年の計時能を持つ。

地下水中のトリチウムは大気中の窒素原子と宇宙線の核反応で生成したものに，大気中での核実験による汚染が加わったものである。

降水中のトリチウム濃度は、核実験によって 1954 年以降増加し、1963 年には約 1,000TR に達したが、その後漸減して現在は 10TR 前後となっている。

トリチウム濃度 C_0 の降水が t 時間経過したときの濃度 C は以下の式で与えられる。

$$C = C_0 \cdot \exp(-t \cdot \ln 2/T)$$　　ただし、T：半減期

②トリチウム濃度分析方法

試料水（2,000ml 程度）を蒸留した後、電気分解により 5～30ml まで濃縮し、それを液体シンチレーションカウンターで、500 分間（50 分×10 回）測定する。検出限界は 0.1～1TR である。

③トリチウム濃度分析結果

集水井 2 地点，沢 1 地点，排水トンネル 2 地点の計 5 地点で採水し、トリチウム濃度分析を行った。

5 地点で実施したトリチウム濃度分析の結果では、いずれの地点においても TR 値は 10 以下の値を示している。この値は比較対照とした地表部の沢 1 地点と同程度となっており、従って地すべり地内で採水された試料と同様の地下水で構成されていると考えられる。

極めて水循環の良い表流水のように短時間で滞留している浅層地下水の状態と考えられる。

（2）水質分析

水質分析結果より、採水された 6 地点は排水トンネル終点，中間部，集水井内，地表部，降水より構成されている。

分析結果からはいずれも溶存イオン濃度が低く、一般的に溶存イオン濃度の高い地すべり地内の地下水と異なっている。比較的滞留時間の短い浅層地下水と判断される。

トリチウム濃度分析結果

採 水 地 点	TR 値	(±)
集水井　C-0　G.L.-39.6	5.3	0.2
集水井　D-5　G.L.-25.0	4.6	0.2
沢　BL980	4.6	0.2
排水トンネル　No290.3 左下	3.3	0.1
排水トンネル　ボーリング室V　No12 孔	4.3	0.1

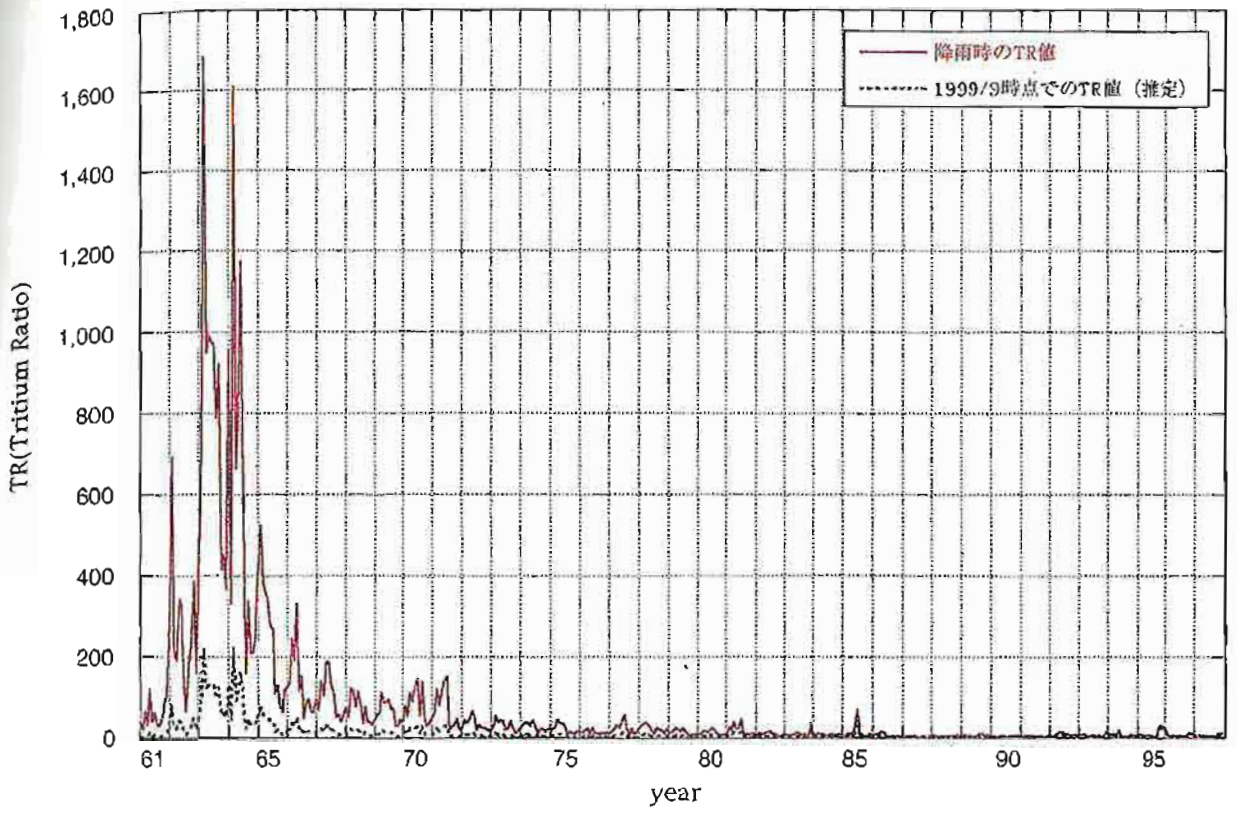


図　降水中のトリチウム濃度の変遷

国際原子力機関（IAEA）の観測データより作成

観測地点　東京都：1961/1～1979/1
岩手県：1979/1～1986/5
香　港：1986/6～1997/12

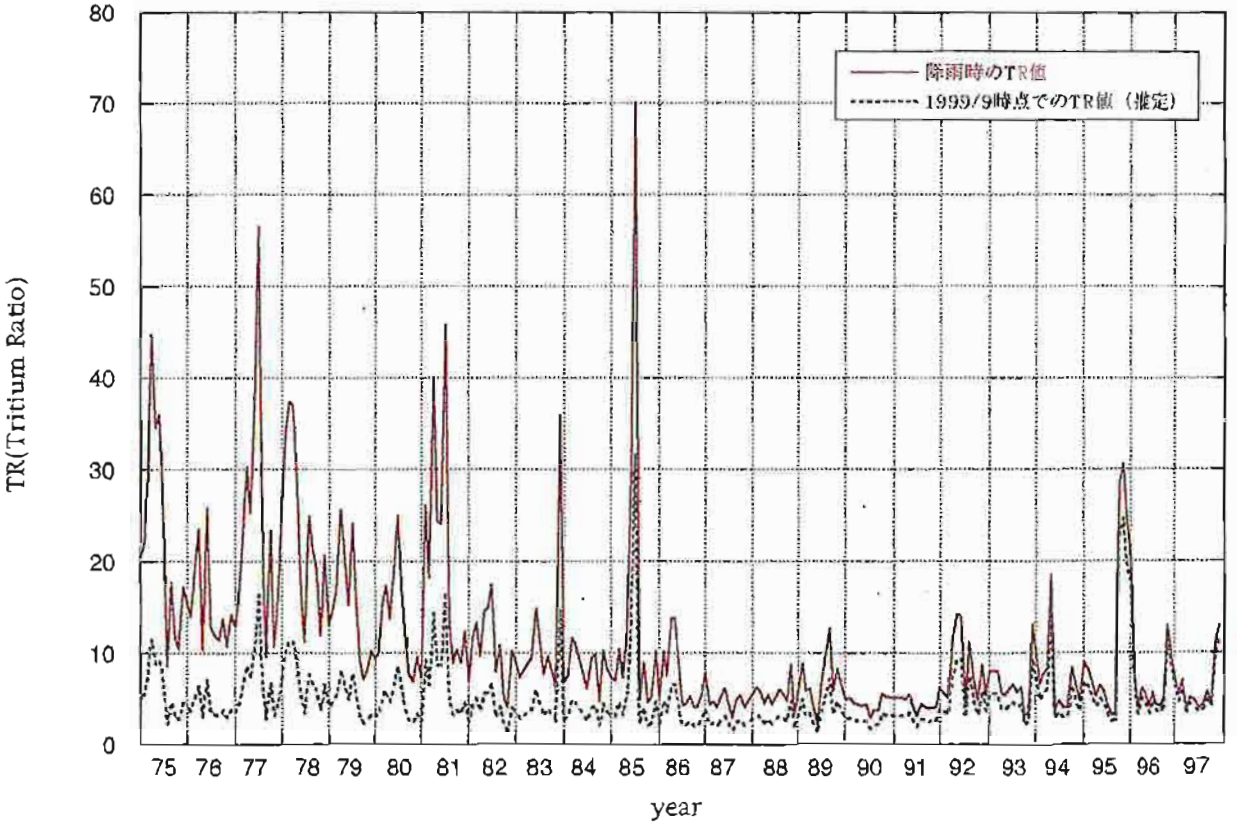


図　降水中のトリチウム濃度の変遷
（1975年以降）

（3）溶存イオン濃度分析

① 地下水の溶存成分について

水は他の物質を溶かす溶媒の性質が強いため、自然界に存在する水は一般に様々な溶存成分を含んでいる。この溶存成分の有無・多寡は、環境によって異なることから、これを分析することで、その水の置かれている環境・これまでに通過してきた経路等をある程度推測することが出来る。

② 溶存イオン濃度分析結果

溶存イオン濃度分析結果を次頁に示す。

また、結果をキーダイアグラムおよびヘキサダイアグラムで次頁の図３に表示した。

一般に自然界の水はキーダイアグラム上の位置によって、図２に示したように、

Ⅰ $Ca(HCO_3)_2$ 型：　河川水や浅い地下水

Ⅱ $NaHCO_3$ 型：　淡水性の被圧地下水

Ⅲ $CaSO_4$、$CaCl_2$ 型：　鉱山、火山性の水

Ⅳ Na_2SO_4、NaCl 型：　海水、化石塩水

というような水質タイプに分けられる。

今回の資料はⅠの $Ca(HCO_3)_2$ タイプに分類され、地下水としては、比較的滞留時間の短い浅層地下水と考えられる。また、電気伝導率が 5.6mS/m と地下水としては比較的小さいことも、これを裏付けるものと考えられる。

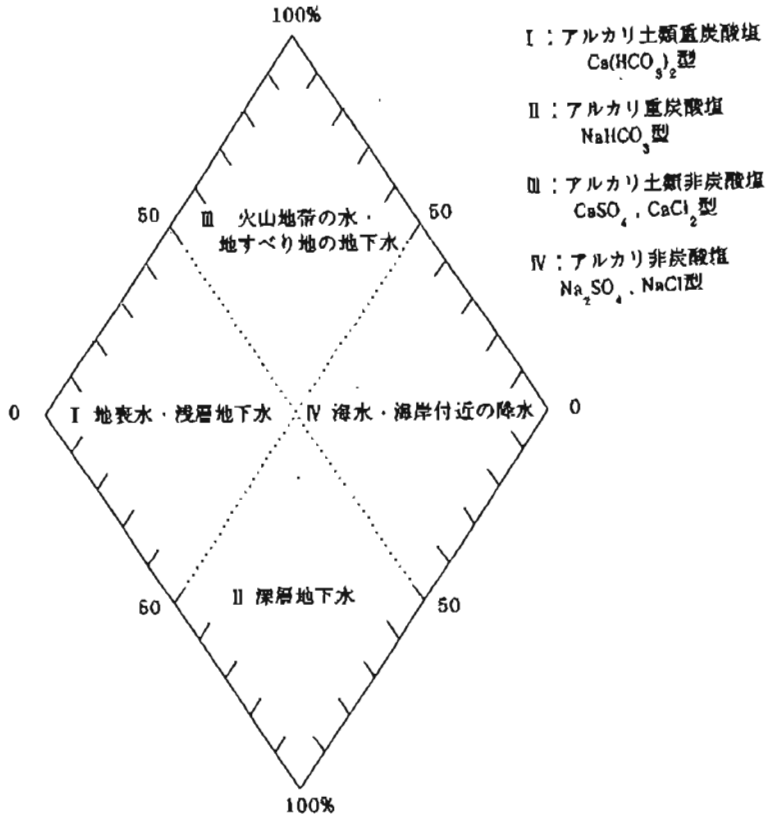


図２　キーダイアグラムによる水質分類

表2　溶存イオン濃度分析結果

採水地点	カルシウムイオン	マグネシウムイオン	ナトリウムイオン	カリウムイオン	塩化物イオン	硫酸イオン	M・アルカリ度	硝酸性窒素	水素イオン濃度	電気伝導率	珪酸
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	Cl	SO_4^{2}	BX	NO_3N	pH	EC	SiO_2
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(meq/l)	(mg/l)		(mS/m)	(mg/l)
ボーリング室V No.12孔	2.16	2.70	2.72	2.61	1.2	6.2	0.342	0.42	7.4	5.6	29.8

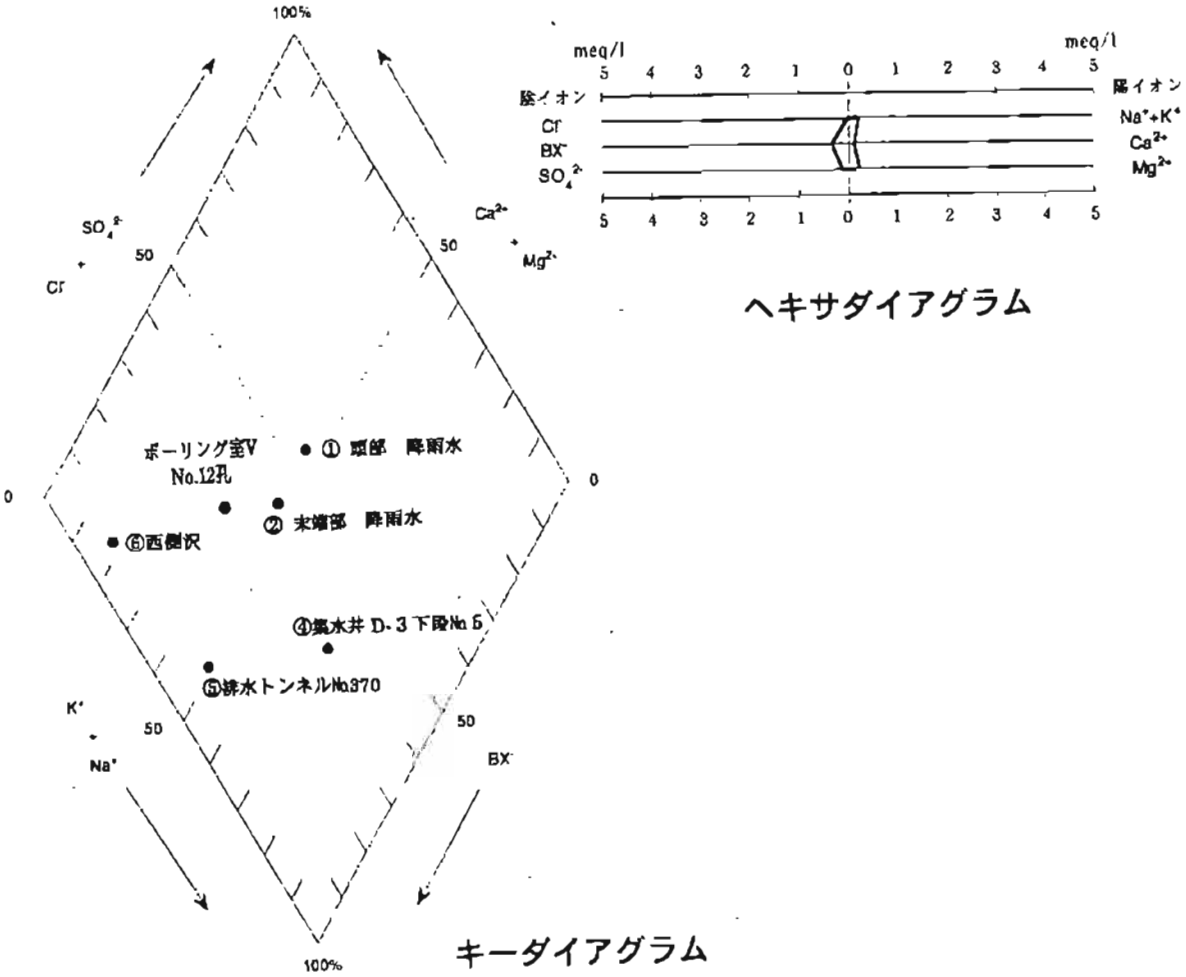
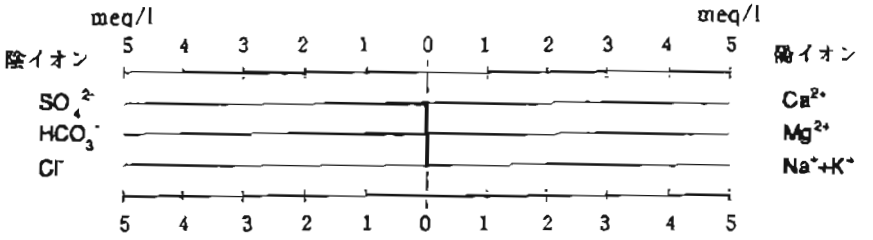
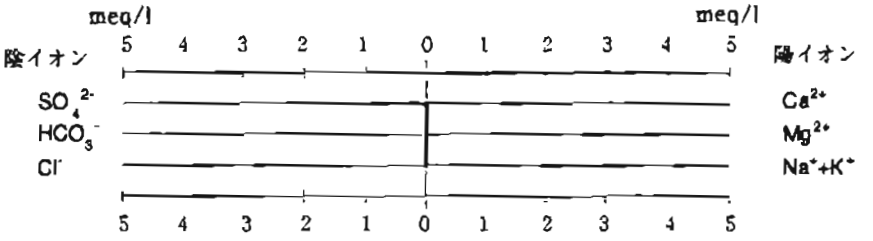


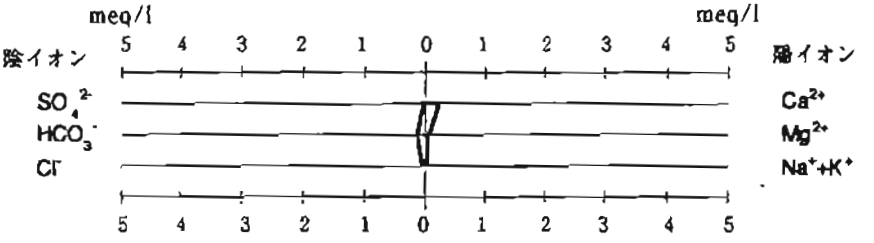
図3　溶存イオン濃度分析結果



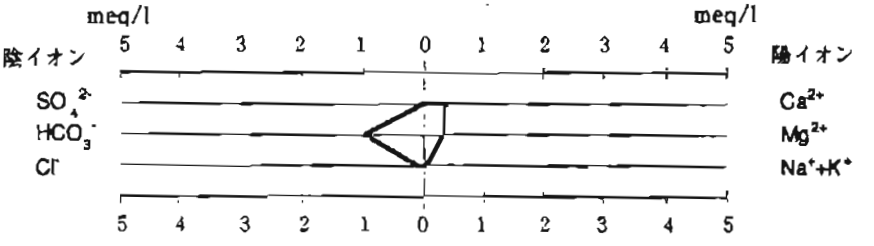
①頭部　降雨水



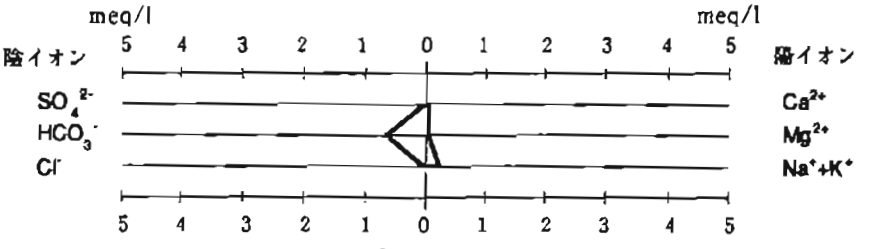
②末端部　降雨水



④集水井D-3下段No.5



⑤排水トンネルNo.370



⑥西側沢

4－5　まとめ

前述した素因および誘因により、特に地すべり機構を解明する上で重要なポイントは以下に示すとおりである。

（素因）	・倉下地すべりは、その両サイドを F1・F2 断層によって、三角形に取り囲まれた構造になっている。このように、倉下地すべり地は、複雑に発達した地質構造に規制された地すべりである。
（誘因）	・平成 10 年 3 月 21 日の 58mm/日の降雨とそれに伴う多量の融雪水によって地すべり活動が活発化した。 ・機構的には、流動する多量の地下水が何層あって多重地下水構造を形成していると予想される。特にすべり面下部の地すべり基盤岩より供給される被圧地下水と地表より供給される表流水が地すべり土塊を不安定化させている。

また、地すべり観測結果からは倉下地すべりを形成している地すべり地形（A～D）のうちAブロックの活動性が最も高いものと判明した。

Aブロックの規模は、幅 300m・奥行き 700m・最大地すべり層厚 60mと推定されます。地質調査によって地すべり地内の溶結凝灰岩層の分布は、Aブロックとほぼ一致し、溶結凝灰岩層が主な地すべり土塊となっている。

このため、倉下地すべり対策事業ではAブロックの挙動沈静化をAブロックに供給されると考えられる地下水低下を目標として抑制工を中心とした対策工の検討に入ることが望ましい。

Ⅱ　地すべり対策工の計画・施工

Ⅱ－１　地すべり対策工の計画

１－１　対策工の種類

地すべり防止工法は抑制工法と抑止工法とに大別される。

抑制工は地すべり地の地形・地下水の状態等の自然条件を変化させることによって、地すべり運動を停止または緩和させることを目的とするものである。

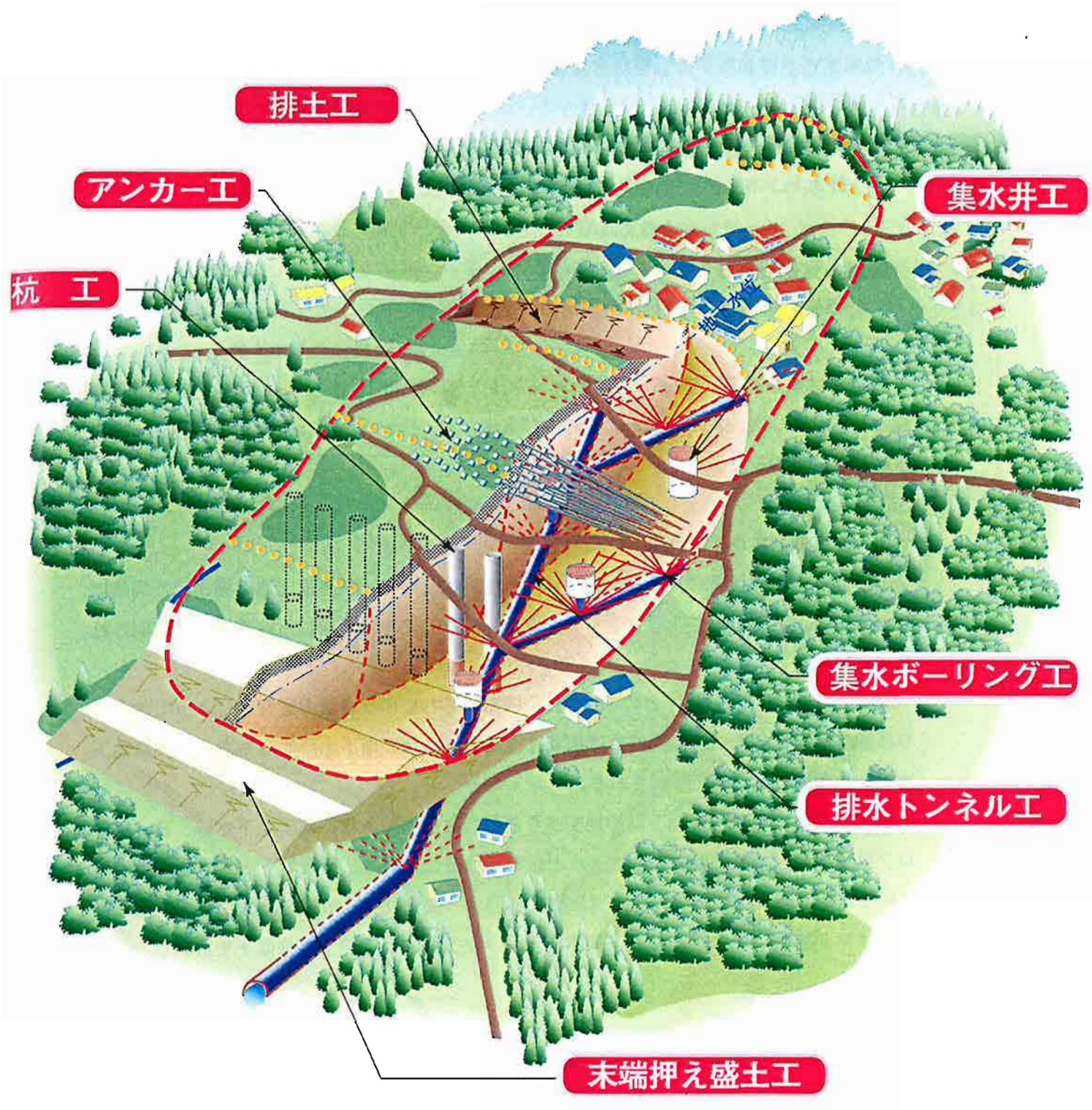
一方、抑止工は構造物を設けることによって構造物の持つせん断強度などの抑止力を利用して地すべり運動の一部または全部を停止させることを目的としている。

したがって、恒久的な地すべり防止計画に当たっては、抑制工と抑止工の持つそれぞれの特性を合理的に組み合わせた計画を立てる必要がある。

一般に用いられる地すべり防止工を分類すれば、下表の通りとなる。

地すべり防止工の分類

- 抑制工
  - 地表水排除工（水路工、浸透防止工）
  - 地表水排除工
    - 浅層地下水排除工（明渠、暗渠工、横ボーリング工、地下水しゃ断工）
    - 深層地下水排除工（横ボーリング工、集水井工、排水トンネル工）
  - 排土工
  - 押さえ盛土工
  - 河川構造物（ダム工、床固工、水制工、護岸工）
- 抑止工
  - 杭工
  - シャフト工
  - アンカー工
  - 擁壁工


排土工
アンカー工
杭　工
集水井工
集水ボーリング工
排水トンネル工
末端押え盛土工

1－2　対策工の基本計画と選定

当地すべりは比較手的規模が大きく、抑止工を主体とした対策工では技術的、経済的にも問題がある。

倉下地区地すべり検討委員会の答申を踏えて対策工の基本計画としては抑制工（集水井工＋排水トンネル工）により、可能な限り安全率の上昇を図ることとした。

被災時安全率		計画安全率
Fs＝0.98	→	Fsp＝1.15

対策工は集水井工（13 基）と排水トンネル工（L=555m）、集水ボーリング室 5 ヶ所併設として計画した。また表流水の排除及び集水井工、排水トンネル工の流末処理として、水路工と調整池を計画した。

1－3　排水トンネル工の計画

倉下地すべりは、その両サイドを F1・F2 断層によって、三角形に取り囲まれた構造になっている。このように、倉下地すべり地は、広域的に複雑発達した地質構造に規制された地域である。

また、平成 10 年 3 月 21 日の 58mm/日の降雨とそれに伴う多量の融雪水によって地すべり活動が活発化したが、機構的には広域に流動する多量の地下水が何層もあって多重地下水構造を形成していると予想される。

特にＡブロックすべり面下部の地すべり基盤岩より供給される被圧地下水は、Ｂ、Ｃ，Ｄブロック背後より供給される地下水と想定されることから、深層地下水・広域地下水の排除を目的とした排水トンネル工（当初 L=555m　変更 L=455m）を計画した。また集水ボーリング室No.1～No.5 を設置し、集水ボーリング工によって地下水位低下を計画した。

1－4　集水井工の計画

当地すべり発生の誘因の一つが、降雨に伴う地下水（間隙水圧）の上昇であることから、地下水排除工を計画した。

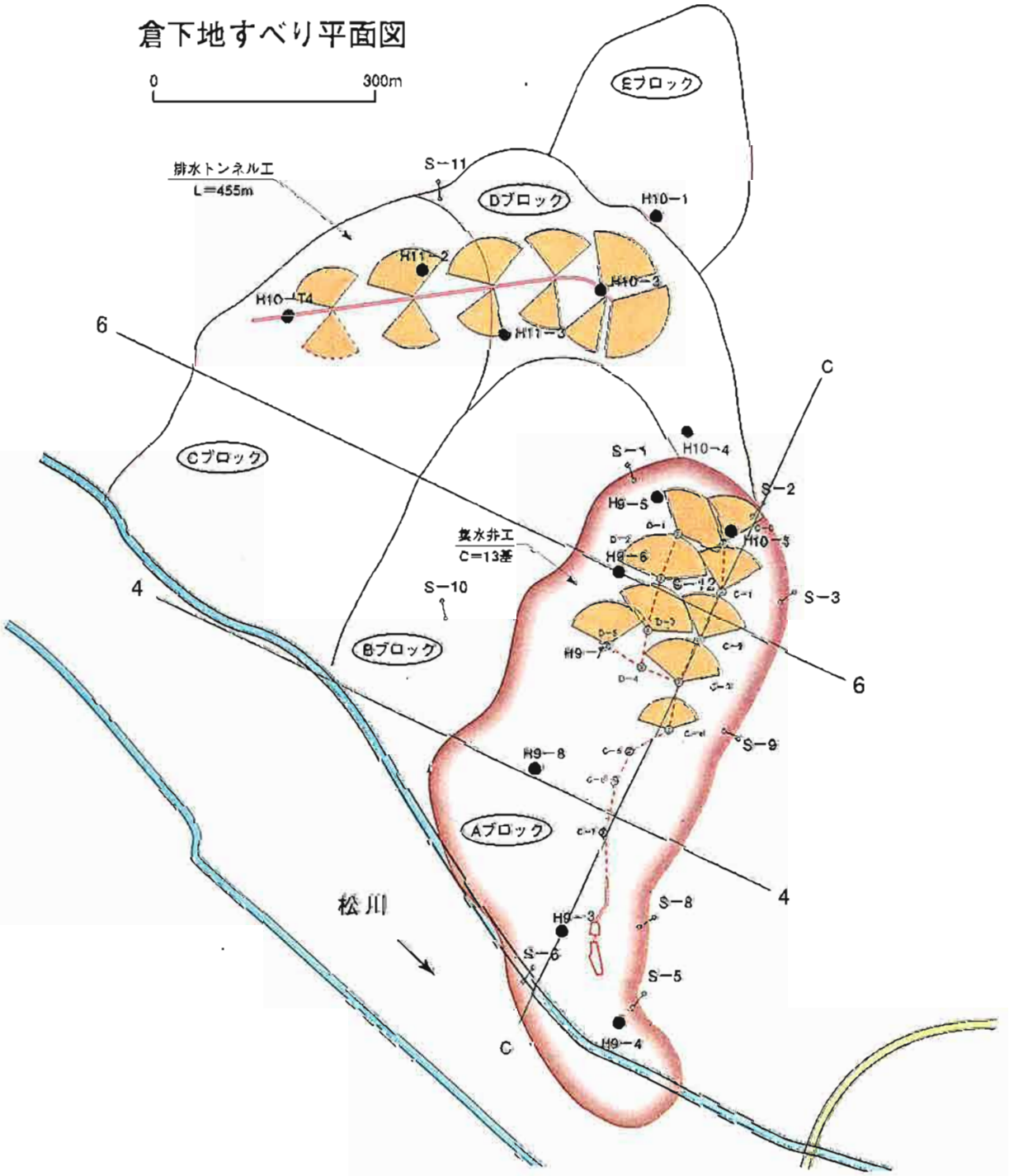
Ａブロックでは、地下水深度が 20m～30mと比較的深く、地すべり活動も活発であることから、地形・すべり面深度などを考慮して地下水排除工としての集水井工（集水井工 13 基）を計画した。

1－5　排水工（集水ボーリング工）の計画

倉下地すべりでは、本工事によって着工された地すべり対策工は地すべり活動の活発化によって直接被災を伴ったAブロックと倉下地すべりブロックとして包括的に地すべり地形として認識できるB，C，D，Eブロックに分割される。

このため、Aブロックを中心に集水井工群を配列し、地すべりAブロック内に多量に存在する地下水を排除する目的で地すべり挙動沈静化をはかった。

一方、Aブロック背後に位置するC，D，Eブロックから供給される地下水に対して排水トンネル工を設置し、集水ボーリング室No.1～No.5 を計画し、集水ボーリング工によって地下水低下をはかった。



Ⅱ－２　排水トンネル工の施工と施工管理

２－１　概要と実施工程

倉下地区地すべり検討委員会と当初調査設計段階の判断により排水トンネル工は L=570 m（555m＋15.0m）を計画していたが、施工段階における地質判定、地すべり解析の進捗によって以下４点の根拠をもとに検討委員による現地検討を加えた結果、施工延長 L=455 mとして完成させることとした。

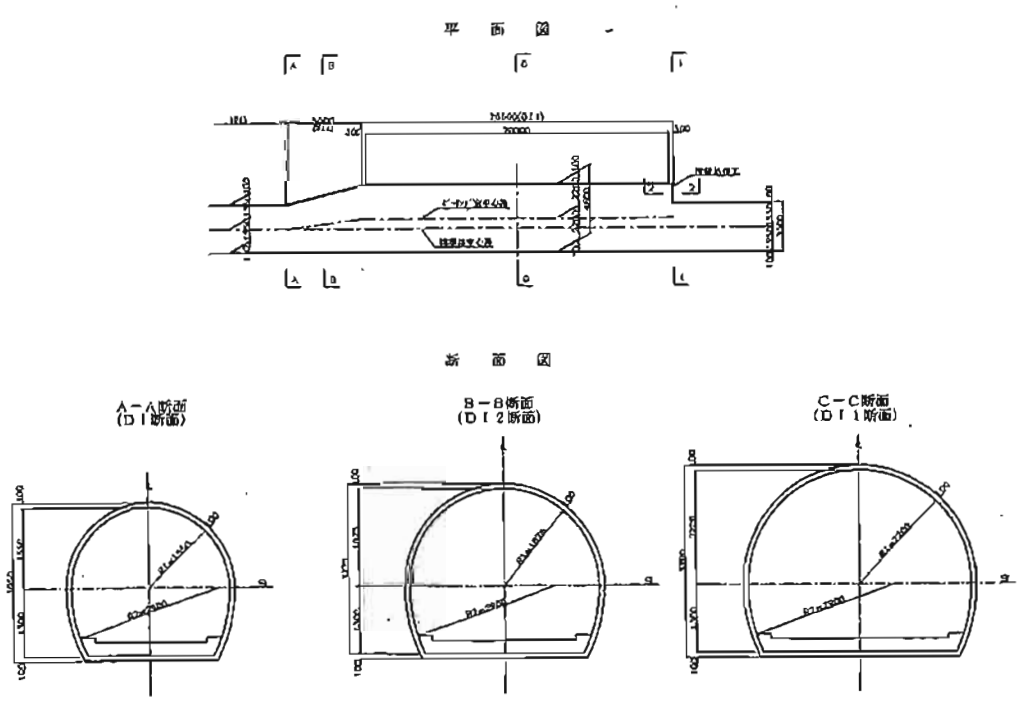
① 集水井工よりの集水状況や、排水トンネル切羽からの出水状況・地質状況より、トンネル掘進は L=450m付近迄も目的をはたしている。

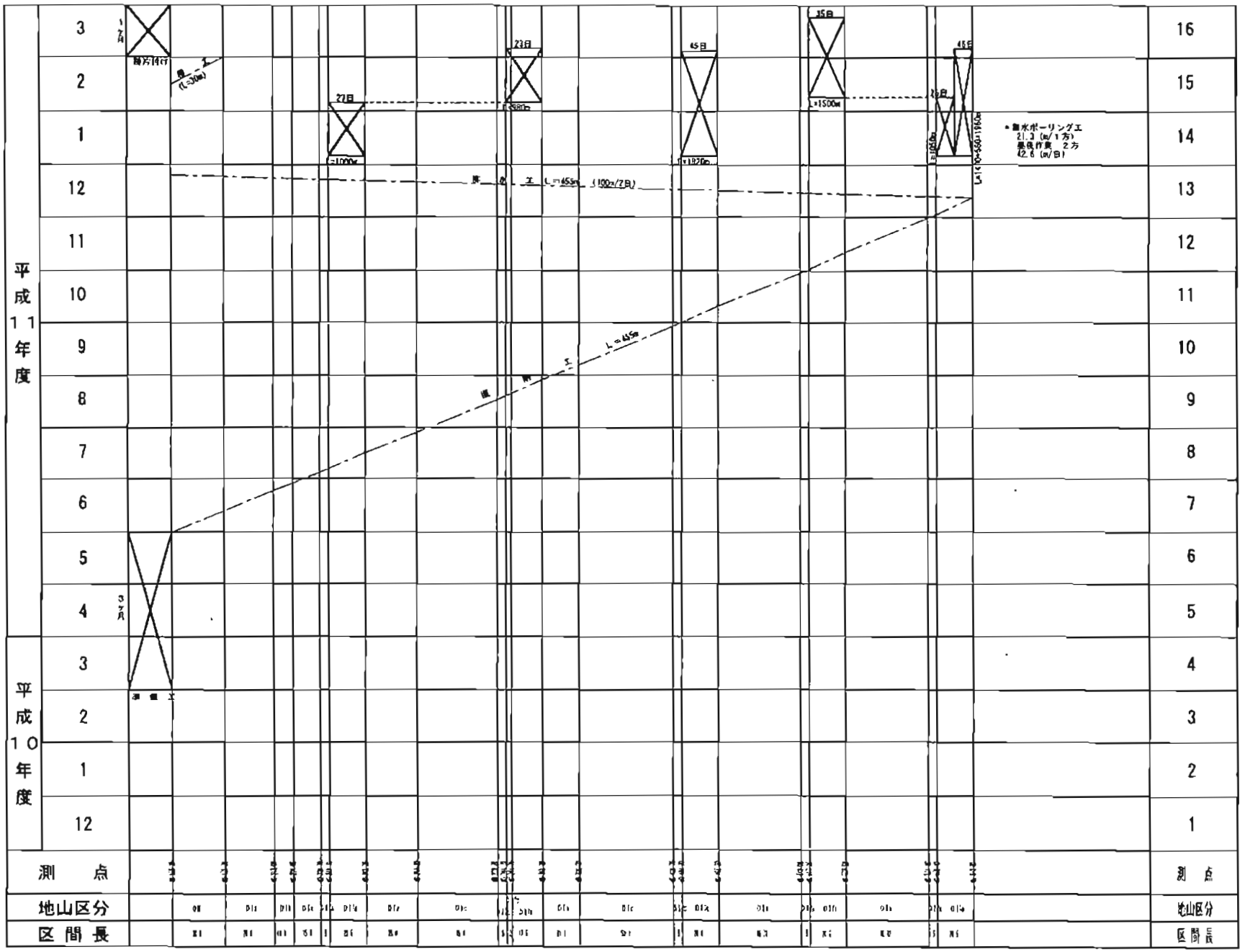
② 終点No.610 付近には、地下水位低下を目的とした集水ボーリング室を設置して、集水ボーリング工を施工する。特に集水ボーリング工を施工することによって本年度（H11）３月までの融雪に伴う地下水低下を期待することとする。

③ 集水ボーリング配置計画を地下水，地質の既存資料を参考に再検討する。

④ 委員会排水トンネルルート L=570m（案）は、全計画としては残す。

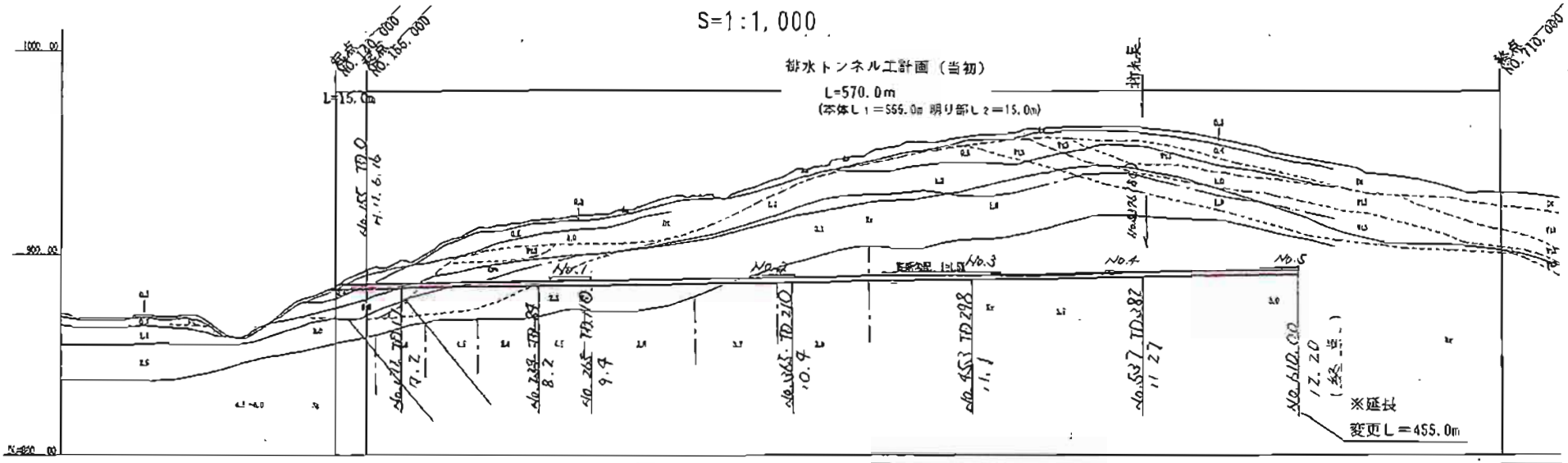
ボーリング室構造図




平成11年度
平成10年度
測点
地山区分
区間長
L=1500m
L=1000m
L=1920m
L=1500m
L=1960m
L=465m
L=465m
23日
45日
15日
45日
27日
26日
45日
・湧水ボーリング工
21.3 (m/1方)
最後作業 2方
42.6 (m/日)

倉下排水トンネル工計画断面図　地質縦断図

S=1:1,000

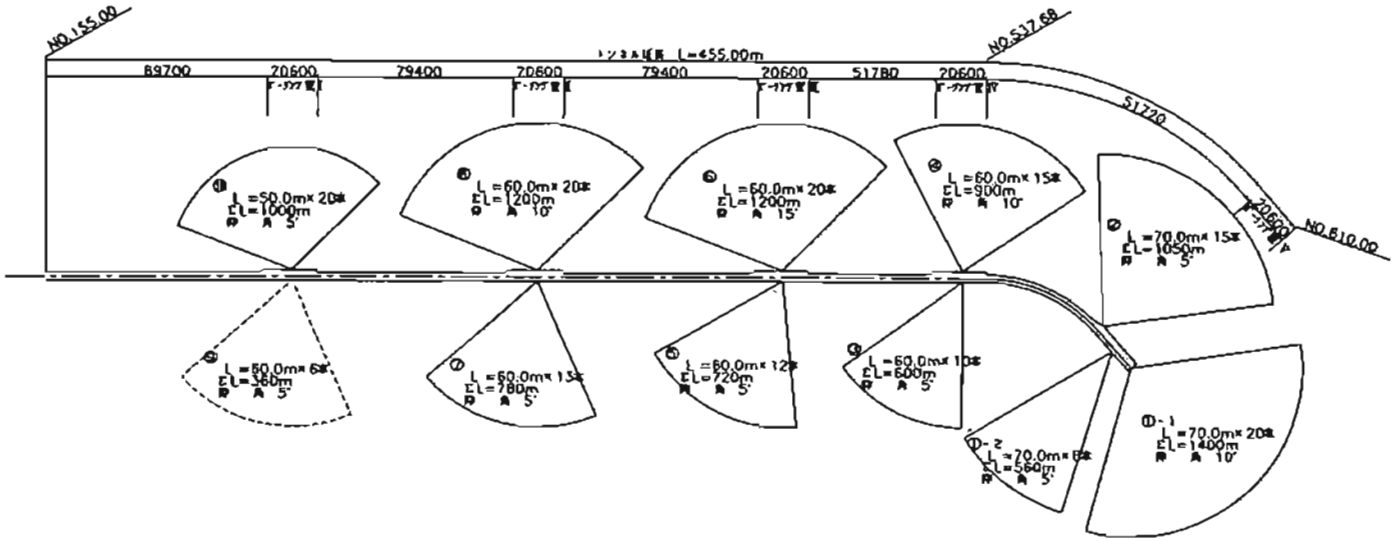


設計パターン	測点																										
	計画高																										
	地山区分			DIIIa	DII		DII1	DII			DII1	DII	DI		DI1	DI		DII		DII1	DII		DII1
	区間長	(m)		30	59.7		20.6	79.4			20.6	14.7	64.7		20.6	64.70		56.416		20.6	82.384		20.6

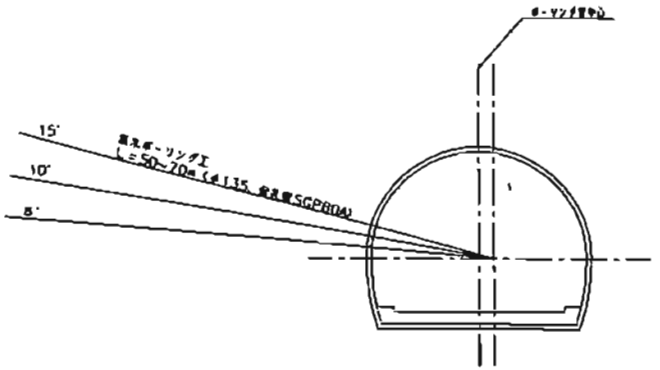
実施パターン	測点																										
	計画高				DIa	DI2a				DI2c	DI1c			DI2c					DI2a				DI2a				
	地山区分			DIIIa	DIa	DI	DIc	DI1a	DIa	DIc	DI1a	DIa	DIc		DI1c	DIc		DIa		DI1a	DIa		DI1a
	区間長	(m)		30	28	11	15	20.6	29	46.4	17.6	21	53.4		20.6	64.7		51.4		20.6	77.4		20.6
	二次覆工厚						0.7	5		5			5					5				5	
	変形余裕量																						
支保工	吹付コンクリート			10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		10	10	10	10	10	10
	ロックボルト 長さ			2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	周方向間隔			1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	延長方向間隔			1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	先受工 種類			薬注	薬注	なし	FP	薬注	薬注	FP	FP	薬注	薬注	FP	FP	FP		薬注	薬注	薬注	薬注	薬注	薬注
	周方向間隔			0.6	0.6		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	延長方向間隔			1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	アーチ支保工																						
	金網			上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半		上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半
	底盤補強工			なし	なし																		
	鏡吹付（t＝5cm）																						

備考	周ファーポイント NO.237 2本 NO.239 2本 NO.241 2本 計 6本 地耳線在入 NO.243.7 1本 NO.244.7 2本 計 3本 地耳線在入 NO.252.9 2本 NO.260.7～NO.262.3 地耳線在入 L=2.0m NO.237～NO.254.3 観測用ピット使用 地耳線在入 NO.254.7 2本(L=2.0m) NO.259.7 2本(L=3.0m) NO.265.3～NO.269.3 地耳線在入 L=2.0m

集水ボーリング配置図



断　面　図



番号	1本当延長 (m)	本数 (本)	総延長 (m)	備考
D-1	70	20	1400	
D-2	70	8	560	
⑭	70	15	1050	
⑬	60	10	600	
⑫	60	15	900	
⑪	60	10	600	
⑩	60	20	1200	
⑦	60	13	780	
⑥	60	20	1200	
⑤	——	——	——	
④	50	20	1000	
合計			9410	

２－２　地質管理

本工事期間における岩判定（地質判定），技術協議，現地踏査結果と施工時にＪＶが行う坑内切羽の観察調査結果より、倉下地すべり地内の地質情報を多く得ることができた。

施工に伴い判明した地質断面は、坑内観察調査・地質縦断図と対策工施工後の排水トンネル工縦断図に記述した通りである。

特に現地立会結果と坑内観察調査より対策工施工後の排水トンネル工縦断図に排水トンネル工計画法線上の地質状況を記載した。

①坑口部No.155 よりNo.185

切羽観察の結果からも上半が褐色を呈する明らかな崖錐（崩積土堆積物）で、下半では灰色の粘性土や強風化泥岩層が確認されている。地下水の出水も多く、特に天端からの地下水の著しい浸み出しが認められた。

坑口周辺では当初の弾性波探査記録からも 0.5km/sec～0.9km/sec と脆弱な地質状況と推定されたが、地下水の著しい湧水の影響も多く、予想以上の不安定な切羽状況を形成していた。

②測点No.185 よりNo.214

母岩が来馬層群と思われる強風化砂岩，頁岩（泥岩）の互層より形成されている。このような強風化部での切羽地質の性状は 1～2cm 程度の細礫化した周辺にマトリックスの砂質土，粘性土が分布しており、不安定な切羽斜面を形成している。

地下水湧出は時折集中湧水が認められ、孔壁はルーズであり、切羽面が自立できないため、予想以上に不安定な脆弱層であった。

③測点No.214～No.224

ルーズな崩積土類より一転し、茶～白色を呈する強風化凝灰岩層が切羽全体を構成している。当区間の岩盤は溶結部－非溶結部を伴い、ハンマー打撃によって容易に砕くことができる。

構成地質はトンネル終点部表層付近に広く分布する新第三系大峰類層凝灰岩類のブロック状の転石と考えられる。

切羽からの地下水はほとんど認められない。また切羽状況も安定化していることが確認できた。

④測点No.224～No.269.3

茶～褐色を呈す崩積土を形成している。強風化凝灰岩の礫を含有し、マトリックスは未固結なシルト層となっており、全体にルーズである。

工事中では特にNo.244～No.254 の区間に湧水が多く、切羽自立が困難であった。土砂くずれに近い状況が数回認められた

またNo.254～No.269 区間では、切羽中央部に地下水が集中する傾向が強く、切羽地質は来馬層群黒色泥岩か母岩と考えられる黒色粘土層の分布が確認された。

⑤測点No.269.3～No.597.4

来馬層群（砂岩，泥岩〔頁岩〕層）より構成されている。

切羽性状は極めて複雑である。例えばNo.275.3 測点付近では、切羽全面の右上側より左下側へ単斜構造の互層を呈しており、灰白色砂質泥岩－黒色泥岩（礫混り土砂状）－黒色泥岩（岩盤状）－粘性土と変化している（切羽観察日報参照）。

当区間は全体に軟質化，脆弱化が進んでおり、突発的な地下水も豊富である。このため掘削ズリは地下水を含んだ土砂状を呈している。岩相も不均質な堆積岩類であることを考慮すると、倉下地すべり旧地すべり地形を規制している、旧地すべり土塊に属しているものと考えられる。

またNo.567.68 付近でも同様に、著しく破砕・粘土化された砂岩，泥岩より形成されている。当地点では灰色を示す砂状の砂質泥岩と黒灰色を示す粘土層より構成されており、切羽状況は当初予想に比較して著しく脆弱化が進行していることが確認された。

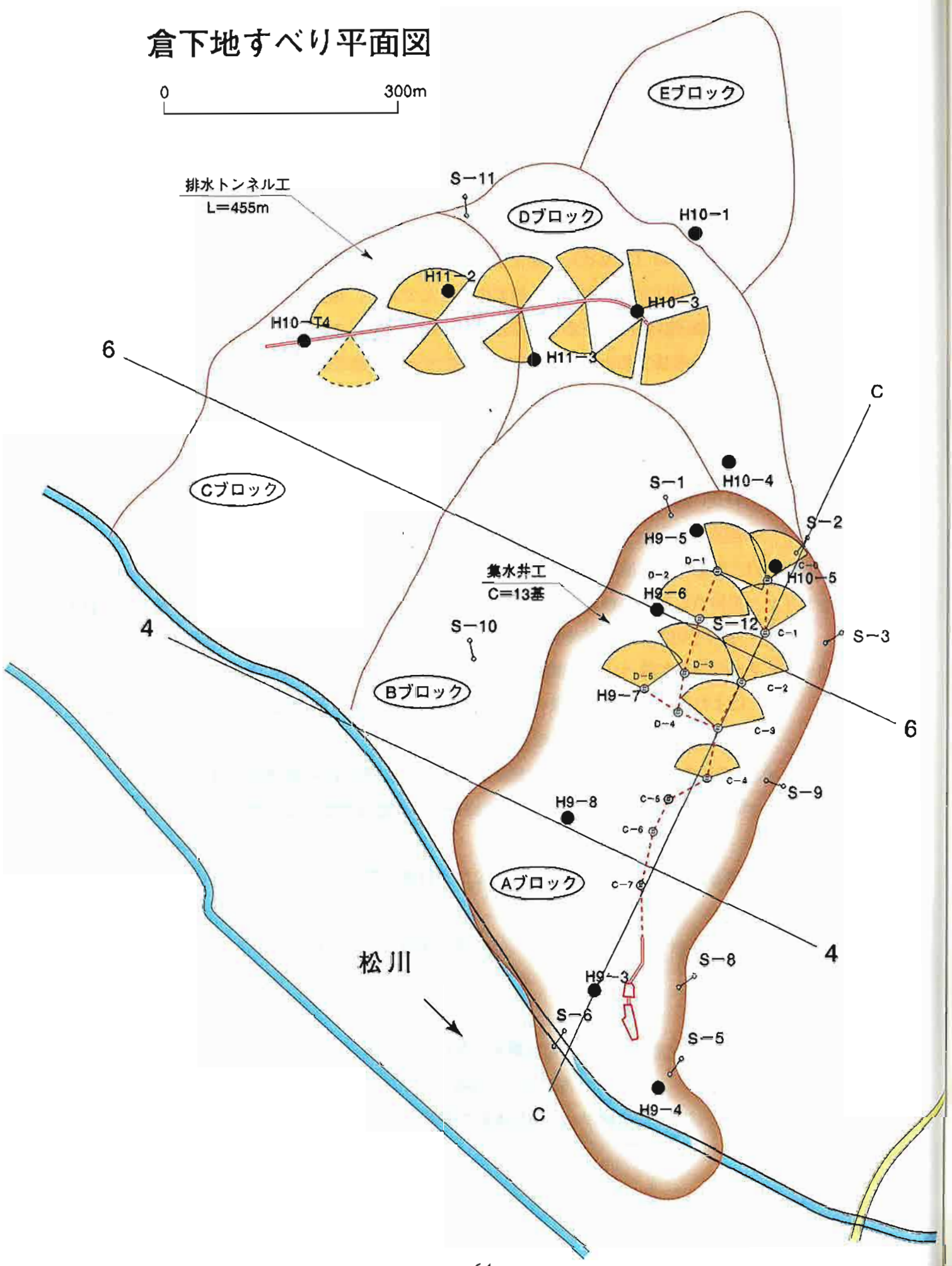
⑥測点No.597.4～No.610

排水トンネル工終点付近に位置しており、当初来馬層群（砂岩・泥岩層）が分布していると考えられた。しかし、当区間では青灰色の凝灰岩層の分布が確認され、倉下地すべりＡブロック表層に広く分布している大峰累層の凝灰岩類となっている。

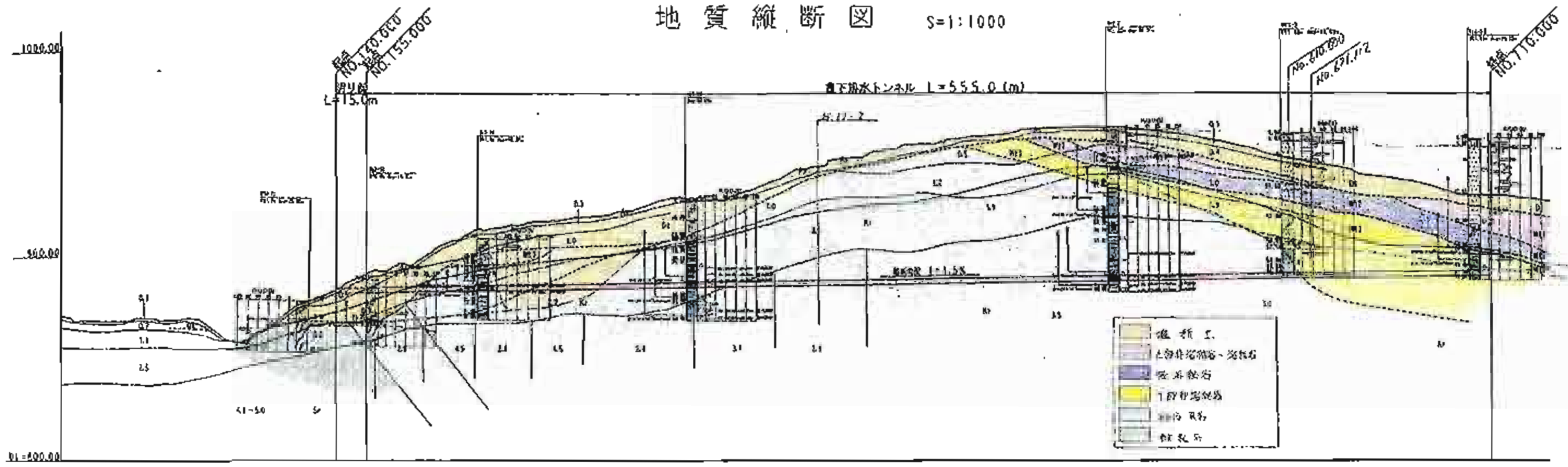
また集水ボーリング室No.5 より実施したオールコアチェックボーリング（水平孔）によれば、当区間と同様の大峰累層凝灰岩類が確認された。切羽性状は極めて脆弱化している凝灰岩層より構成されている。

このため排水トンネル工法線上においては、No.597.4 測点以降は当初想定の来馬層群（砂岩，泥岩層）と異なり凝灰岩類が厚く分布することが判明した。

倉下地すべり平面図


0
300m
Eブロック
Dブロック
Cブロック
Bブロック
Aブロック
排水トンネル工
L=455m
集水井工
C=13基
S−11
H10−1
H11−2
H10−3
H10−T4
H11−3
H10−4
S−1
S−2
H9−5
H10−5
H9−6
S−12
S−3
S−10
H9−7
S−9
H9−8
S−8
H9−3
S−6
S−5
H9−4
松川
6
4
C
D−1
D−2
D−3
D−4
D−5
C−0
C−1
C−2
C−3
C−4
C−5
C−6
C−7

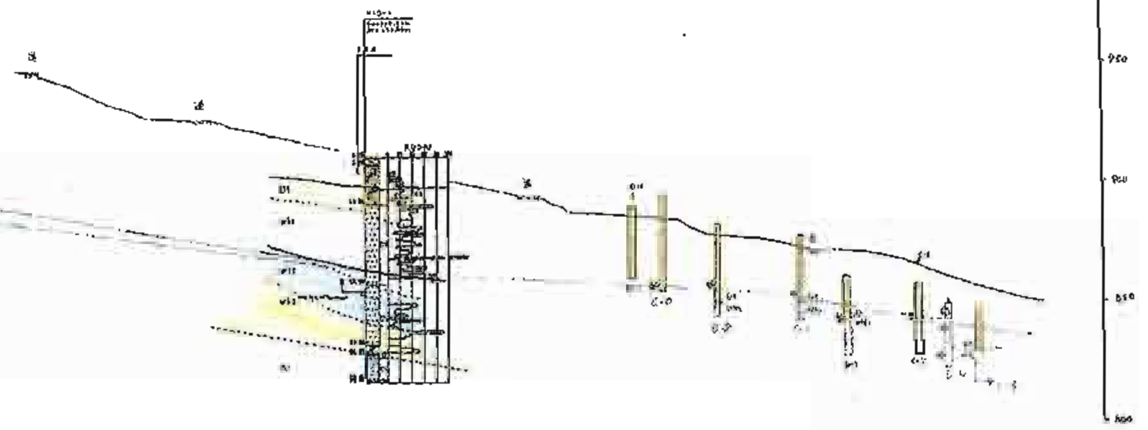
地質縦断図　S=1:1000

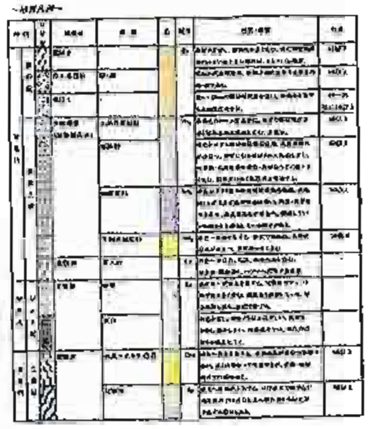


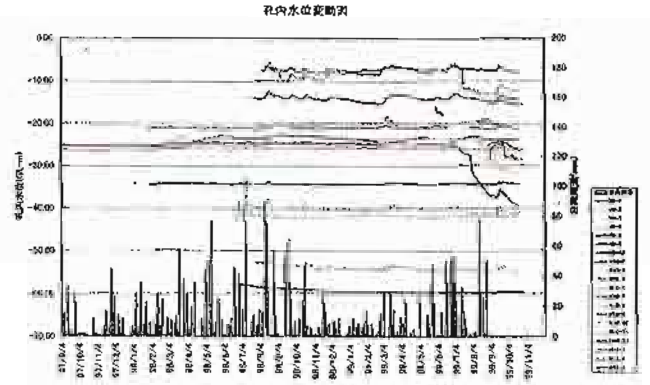
測点	[illegible]															
計画高		882.523	882.743	883.196	884.094	884.403	885.594	885.903	886.123	887.094	887.403	888.573	889.219	889.528	890.764	891.073

設計パターン	地山区分	DⅢa	DⅡ	DⅢ1	DⅡ	DⅢ1	DⅡ	DⅠ	DⅠ1	DⅠ	DⅡ	DⅡ1	DⅡ	DⅢ1
	二次覆工厚 (cm) ( )はインバート厚を示す	25(25)	20(25)	20(25)	20(25)	20(25)	20(25)	20(25)	20(25)	20(25)	20(25)	20(25)	20(25)	20(25)
	変形余裕量 (cm)	なし	10	10	10	10	10	なし	なし	なし	10	10	10	10
	支保 吹き付けコンクリート (cm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	支保 ロックボルト 長さ (m)	2.0(2.0)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	支保 ロックボルト 周方向間隔 (m) ( )はフォアパイリングを示す	1.0(0.6)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	支保 ロックボルト 延長方向間隔 (m)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	支保 鋼アーチ支保工 P=間隔(m)	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0	H-100 P=1.0
	金網	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上下半	上半	上下半	上半	上下半	上下半	上下半	上下半
	区間長 (m)	30	59.7	20.6	79.4	20.6	14.7	64.7	20.6	64.70	56.416	20.6	82.384	20.6

地山分類	DⅢa	E	DⅡ			DⅠ	DⅡ					
区間長 (m)	15	30	55	20	140	130	130	60				
地層	第四紀	中生代　ジュラ紀　来馬層										
地質	崩積土 (Dt)	強風化砂岩頁岩互層 (krw)	砂岩頁岩互層 (kr)									
弾性波速度 (km/sec)	0.5	0.9	0.9~1.0	2.1~2.2	2.9	3.5	3.0	1.9				
比抵抗 (Ω·m)	100~500	200~300	300~400	200~300	150~250	100~150	50~100	100~150	150~200	200~300	300~400	100~300
室内試験	[illegible]											
地質・地下水状況	[illegible]											
設計・施工上の留意点	[illegible]											







対策工施工後の
排水トンネル工縦断図

S=1:1,000

坑内観察調査

工事名　平成１０年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

所長	課長	係長	係	現場代理人	記録

観察年月日　平成 11 年 6 月 16 日　　測点　NO. 157

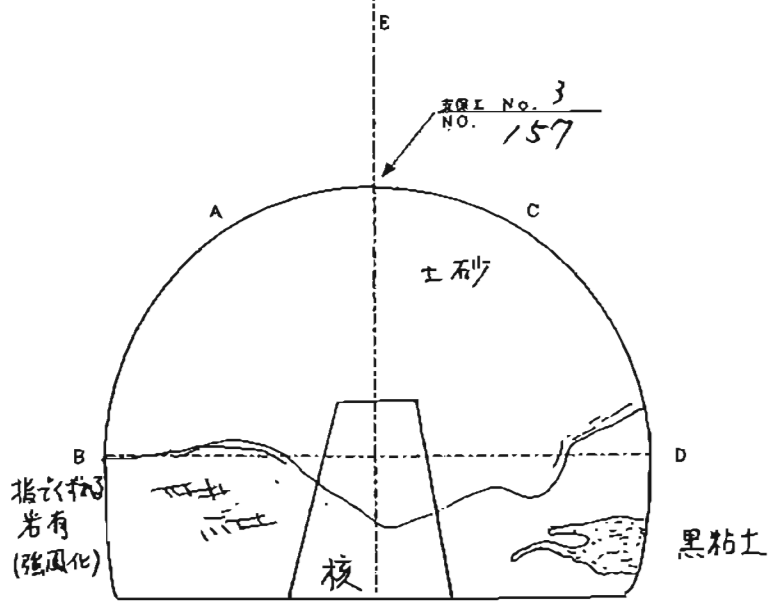
掘削

本日の切羽の坑口からの距離（m）	2.0	インバート	0.0

パターン	切羽				NO.
				坑口付	

切羽状況

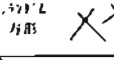
坑口付時でキーストンと地山部を吹付コンクリートで押えて施工した。
切羽面は、水分を多く含んでいる。
また、ズリは土砂である。



観察による地山の状態と性状（上半スケッチの観察）

上半切羽	0 m	総合判断 A・B・C・D・E	地山区分あるいはパターン区分の目安 D級
		岩石名／形成地質時代	筑波
特殊条件状況	脆弱・崩壊・流動性・土被り小（　）・風雨・湧水・谷の直下・その他近接（　）		

観察地点の地山の状態と挙動

A	切羽の状態	1.安定	2.切面から岩塊が抜け落ちる	3.切面の押し出しを生じる	④切面は自立せず崩壊あるいは流出
B	岩切面の状態	1.自立（長期安定）	2.時間がたつとゆるみ崩落する（先行崩）	3.自立限界時間内に早期に支保する（先行崩）	④既刊に先行して山を支保しておく必要がある
C	圧縮強度	1.σc≧1000kgf/cm² ハンマー打撃は弾る	2.1000≧σc≧200 ハンマー打撃で砕ける	3.200≧σc≧50 強い打撃で砕ける	4.50kgf/cm²>σc ハンマーが食い込む
D	風化変質	1.なし・健全	2.岩目に沿って変色強度やや低下	3.全体に変色強度相当に低下	④上段状態上段掘削当初より表開始
E	割れ目の間隔	1.間かく d≧1m	2.1m>d≧20cm	3.20cm>d≧5cm	④5cm>d 掘削当初より表開始
F	割れ目の状態	1.密着	2.部分的に開口	3.開口	④粘土をはさむ当初より表開始
G	割れ目の状態	1.ランダム方形 	2.柱状 	3.層状・片状 板状 	④上段状・層状当初より表開始
H	湧水	②なし湧水程度	2.湧水程度	3.集中湧水	4.全面湧水
I	水による劣化	1.なし	②ゆるみ生ず	3.軟弱化	4.崩壊・流出
割れ不連続の走行傾斜の性状	縦断方向（切羽面を見て）				
	横断方向（切羽面を見て）				

変状・特殊施工

該当項目を○で囲み、該当地点または区間をお側に記入する。

変状	支保工変状	1.なし	②変形	3.亀裂					変状	
	吹付のクラック	1.なし	2.クラックはあるが原形の既存	3.開口なクラック	4.せん断クラック発生押出し発生	5.コンクリート片剥落	6.崩壊			
	ボルトの異常	1.なし	2.頭部変状	3.頭部破損	4.脱落					
	インバート部変状	1.なし	2.亀裂							
特殊施工	二次覆工変状	1.なし	2.クラック発生	3.開口なクラック	4.せん断クラック発生	5.破損			特殊施工	鏡切付 リングカット
	増吹付の有無	1.なし	2.あり（　）					自切開時吹付厚し 1cm 当初鋼材ボルト未設（　）本		
	増ボルトの有無	1.なし	2.あり（　）							
	インバート早期結合	1.なし	2.あり							
	繰返し	1.変形小	2.あり	3.繰返し				変形量　cm	周辺工	
	時間	1.なし	②先行支保キーストン	3.鋼ボルト	4.ロックボルト			0.当初から長さ		
	補強有無	1.なし	②吹付のみ	3.補強有無	4.補ボルト	5.吹付+補ボルト		0.当初から長さ		
	ストラット	1.なし	2.変形	3.座屈				0.当初から長さ		
	リングボルトの有無	1.なし	②あり					0.当初から長さ		
	断面形	1.馬蹄形	2.無形	3.変形	4.円形					
周辺工	鏡目の有無	①なし	2.ロッドタイプ	3.ソルテンション				0.当初から長さ	地山挙動	
	水抜工	①なし	2.水抜ボーリング	3.ウォルドレイン ドリーフ	4.水抜工	5.抜孔状		0.当初から長さ		
他事（地山）	FL部変状	①なし	2.流動化	3.軟弱化						
	泥土化	①なし	2.少しあり	3.ひどい						

注）本日上記の変状や特殊施工がなされた区間（切羽付近に限らない）を別日欄に記入する。

坑内観察調査

工事名 平成10年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

面長	縦長	展開	断

現場代理人	記録者

観察年月日 平成11年6月22日　　測点 NO. 158

展開

本日の切羽の位置からの距離(m)	3.0	インバート	0

パターン	切羽				NO. 158
			黒粘土		

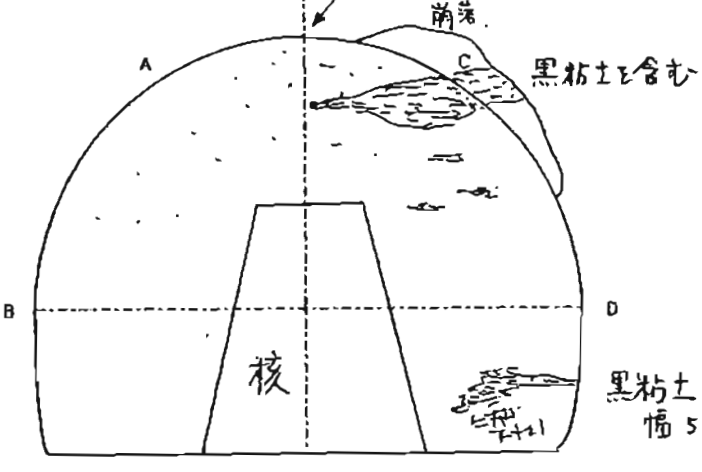
B　A　C　D

E

切羽状況

右天端付近 掘削時崩壊した。
掘削方法はリングカットで核をのこして進行をとった。
切羽面は水分を多く含む。

支保工 No. 4
NO. 158



観察による地山の状態と挙動（工事スケッチの観察）

上載土	0 m	現在掘削	地山区分あるいはパターン区分の固定 加重
地質	A・B・C・D・E		岩石名/形成地質時代 崩積土
特殊条件 状態	断層・破砕・流動性・土被り小（　）・重要構造・谷の直下・その他		湧水（　）

顕著地点の地山の状態と挙動

A	切羽の状態	1.安定	2.肩面から岩塊が抜け落ちる	3.肩面の押し出しを生じる	4.肩面は自立せず崩壊あるいは流出
B	表面の状態	1.自立（粗粒土類）	2.時間がたつとゆるみ風化する（先行崩）	3.自立困難 時間経過早期に支保する（先行崩）	4.掘削に先行して地山に変位を起こす必要がある
C	圧縮強度	1.σc≧1000kgf/cm² カッター切削はね返る	2.1000≧σc≧200 カッター切削で砕ける	3.200≧σc≧50 鋼ヘラ切削で砕ける	4.50kgf/cm²>σc 鋼ヘラ切削で崩れる
D	風化岩質	1.なし・軽微	2.岩目に沿って変色 強度やや低下	3.全体に変色強度 相当に低下	4.1.粘状 2.砂状 3.崩壊 当初より未固結
E	割れ目の間隔	1.間かく d≧1m	2.1m>d≧20cm	3.20cm>d≧5cm	4.5cm>d 崩壊 当初より未固結
F	割れ目の状態	1.密着	2.部分的に開口	3.開口	4.粘土をはさむ 当初より未固結
G	割れ目の状態	1.ランダム 方形	2.柱状	3.板状・片状 板状	4.土砂状・細粒状 当初より未固結
H	湧水	1.なし 湧水程度	2.湧水程度	3.集中湧水	4.全面湧水
I	水による劣化	1.なし	2.ゆるみ生ず	3.軟弱化	4.崩壊と流出
J 割れ目の走向	縦断方向（切羽面を見て）				
	横断方向（切羽面を見て）				

変状・特殊施工

該当項目を○で囲み、該当地点または区間を右欄に記入する。

変状	支保工変状	1.なし	2.変形	3.座屈				変状
	吹付のクラック	1.なし	2.クラックはあるが層間の影響	3.明瞭なクラック	4.せん断付の発生 浮出し発生	5.コンクリート片剥落	6.破壊	
	ボルトの異常	1.なし	2.頭部変状	3.頭部破損	4.破損			
	インバート変状	1.なし	2.変形					
	二次覆工変状	1.なし	2.クラック発生	3.明瞭なクラック	4.せん断クラック発生	5.破壊		
特殊施工	増吹付の有無	1.なし	2.あり（　）				コンクリート 空口埋し　kg 当初設計ボルト 本数（　）本	鏡吹付 リングカット
	増ボルトの有無	1.なし	2.あり（　）					
	インバート早期結合	1.なし	2.あり					
	縫返し	1.実施無	2.あり	3.強制縫返し			実施延長　m	
補助工	同地	1.なし	2.天盤表面 チーストン	3.目抜ボルト	4.ペデスタル		0.当初から実施	補助工
	鏡吹付無	1.なし	2.吹付のみ	3.鏡止め無	4.鏡ボルト	5.吹付＋鏡ボルト	0.当初から実施	
	ストラット	1.なし	2.変形	3.座屈			0.当初から実施	
	ダンクボルトの有無	1.なし	2.あり				0.当初から実施	
	断面形	1.当初形	2.崩壊形	3.変形	4.閉塞			
補助工 地山	鏡止の有無	1.なし	2.ロッドタイプ	3.ソレタンシュ			0.当初から実施	地山予測
	水抜工	1.なし	2.水抜ボーリング	3.フィルターフェンス	4.水抜工	5.迂回路	0.当初から実施	
	下し厚変状	1.なし	2.盤膨圧	3.鏡変状				
	起伏化	1.なし	2.ゆるみ	4.あり				

上・下日付欄の色区や指定地区が定められた区間（切羽日付を記入しない）を地日欄に記入する。

写真－１　切羽No.157の地質状況。褐色の崩積土堆積物より形成される。（倉下旧期地すべり堆積物より構成）

写真－２　切羽No.157の拡大写真。凝灰岩質の岩片が含有される。全体に土砂状となっている。

写真－３　切羽No.158 の状況。褐色を呈する崩積土部に右上側に黒色粘土層を含有する。全体に軟質である。

写真－４　切羽No.158 の拡大写真。凝灰岩岩片の周囲には砂質から粘土質のマトリックスが充填されている。

坑　内　観　察　調　査

工事名　平成１０年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

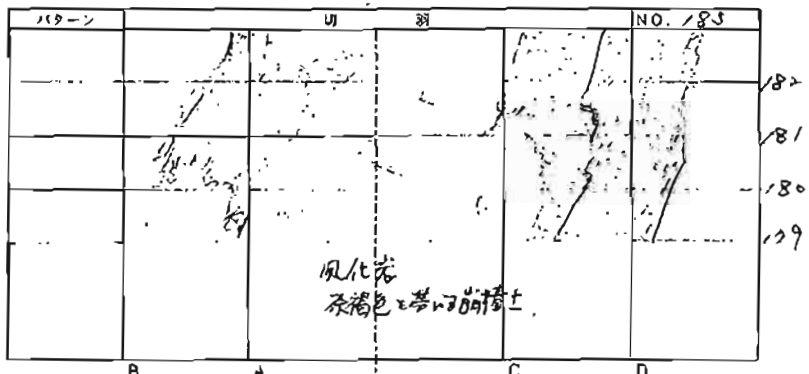
所長	監督	係長	係

現場代理人	記録者

観察年月日　平成 11 年 7 月 9 日　　測　点　NO. 183

展開

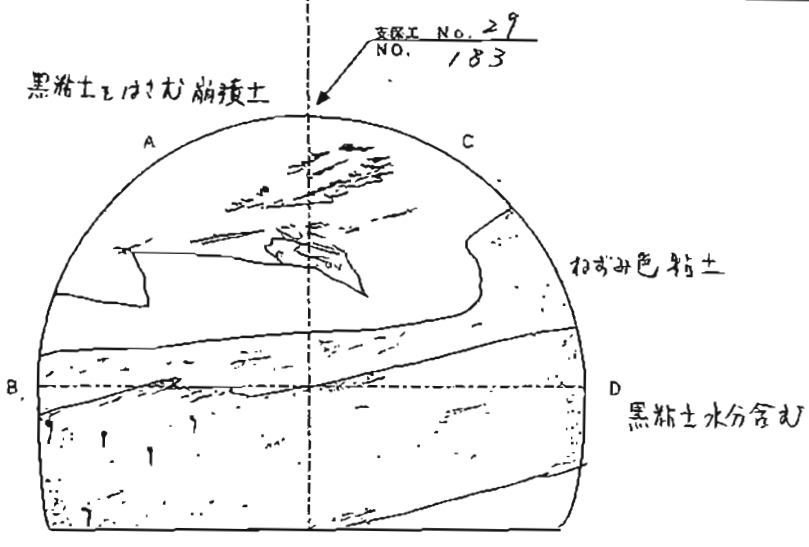
本日の切羽の坑口からの距離（m）	28	インバート	22.0



切羽状況

切羽中央に礫が多く現れる。また、礫と黒ボクが交互に有る。礫は、20～30程度の大きさでハンマーで軽く割れる。

SLより下半部では水分を多く含んだ黒ボクがある。



観察による地山の状態と性状（上半スケッチの観察）

上載り	16.0m	地質図断面	地山区分あるいはパターン区分の判定 B級
岩質	A・B・C・D・E	岩石名／形成地質時代	崩積土
特殊条件状態	膨圧・偏圧・流動性・湧水・小（　）・重要構造・谷の直下・その他	道路	（　）

展開地点の地山の状態と挙動

A	切羽の状態	1.安　定	2.壁面から岩塊が抜け落ちる	3.壁面の押し出しを生じる	4.壁面は自立せず崩れあるいは流出
B	掘削面の状態	1.自　立（普通不要）	2.時間がたつとゆるみ肌落ちする（先書肌）	3.自立困難掘削後早期に変形する（先書肌）	4.掘削に先行して山を受けておく必要がある
C	圧縮強度	1.σc≧1000kgf/cm² ハンマー打撃はね返る	2.1000≧σc≧200 ハンマー打撃で砕ける	3.200≧σc≧50 鋭い打撃で砕ける	4.50kgf/cm²>σc ハンマー刃先喰い込む
D	風化岩質	1.なし・健全	2.岩質に沿って変色強度やや低下	3.全体に変色強度相当に低下	4.土砂状粘土状破砕当初より未固結
E	割れ目の頻度	1.間かく d≧1m	2.1m>d>20cm	3.20cm>d≧5cm	4.5cm>d 破砕当初より未固結
F	割れ目の状態	1.密　着	2.部分的に開口	3.開　口	4.粘土をはさむ当初より未固結
G	割れ目の状態	1.ランダム方形	2.柱状	3.層状・片状板状	4.土砂状・細片状当初より未固結
H	湧　水	1.なし・極小湧水	2.滴水湧水	3.集中湧水	4.全面湧水
I	水による劣化	1.な　し	2.ゆるみ生ず	3.軟弱化	4.崩壊・流出
割れ目の方向性あるいは越とすき	縦断方向（切羽面を見て）				
	横断方向（切羽面を見て）				

変状・特殊施工

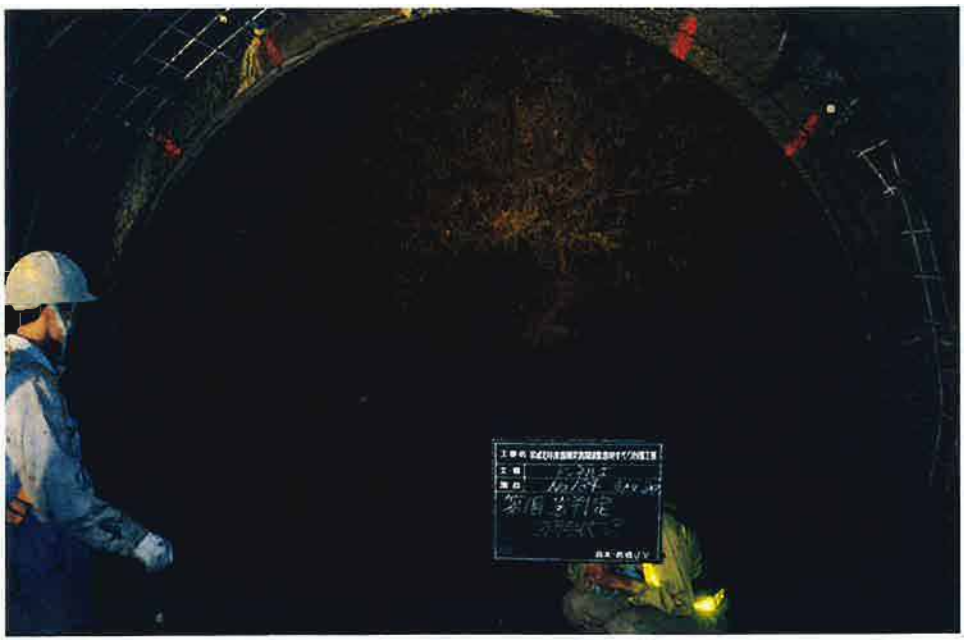
該当項目を○で囲み、該当地点または区間を右欄に記入する。

変状	支保工変状	1.な　し	2.変　形	3.破　損					変状	
	吹付のクラック	1.な　し	2.クラックはあるが剥離の影響	3.顕著なクラック	4.せん断クラック発生	5.コンクリート片剥落	6.破　損			
	ボルトの変常	1.な　し	2.頭部変状	3.頭部破損	4.破　損					
	インバート部変状	1.な　し	2.変　形							
特殊施工	二次覆工変状	1.な　し	2.クラック発生	3.顕著なクラック	4.せん断クラック発生	5.破　損			特殊施工	自穿孔ボルト鏡吹付け
	鏡吹付の有無	1.な　し	2.あり（　）					当初設計吹付厚（　）cm		
	鏡ボルトの有無	1.な　し	2.あり（　）					当初設計ボルト本数（　）本		
	インバート早期結合	1.な　し	2.あ　り							
	回　返　し	1.変形矢	2.あ　り	3.隆起量				変形矢印　cm	補助工	
	鏡　地	1.な　し	2.先行矢板	3.鏡ボルト	4.ガイダーム			0.当初から予定		
	鏡止有無	1.な　し	2.吹付のみ	3.鏡止有無	4.鏡ボルト	5.吹付＋鏡ボルト		0.当初から予定		
	ストラット	1.な　し	2.変　形	3.破　損				0.当初から予定		
	リングカットの有無	1.な　し	2.あ　り					0.当初から予定		
	新面形	1.馬蹄形	2.鍋　形	3.変　形	4.門　形					
補助工	変位の有無	1.な　し	2.ロッドタイプ	3.ソレタンシュ	4.ボルト			0.当初から予定	地山予物	
	水抜工	1.な　し	2.水抜ボーリング	3.ウォーターディープウェル	4.水抜工	5.延回抗		0.当初から予定		
地下出水	FL部変状	1.な　し	2.泥濘化	3.流出						
	変　し　化	1.な　し	2.少しあり	3.あ　り						

注：本日記録の変状や特殊施工が生じた区間（切羽付近に限らない）を備考欄に記入する。

写真－１　切羽No.184 では、上半が褐色を呈する明らかな崖錐層。下半には灰色の粘性土と黒色強風化泥岩が分布する。

写真－２　切羽上半左側部分は崖錐層を示しており、軟弱化して自立切羽にならない状況となる。



写真－３　切羽状況No.184の全景写真（黒板上側で褐色化，下側で黒色泥岩）

岩判定会（第１回）開催状況。
写真－４　切羽状況より排水トンネル縦断図の見直し検討を行う。

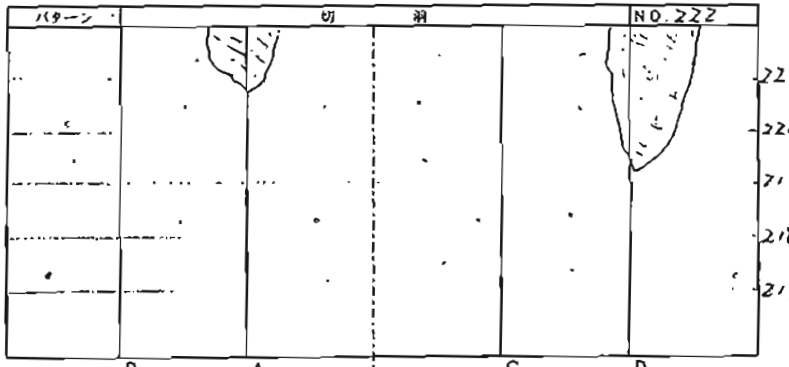
坑　内　観　察　調　査

工事名　平成１０年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

所長	課長	係長	係	現場代理人	記録者

観察年月日　平成 11 年 7 月 23 日　　測　点　NO. 222

断面			
本日の切羽の坑口からの距離（m）	67	インバート	62

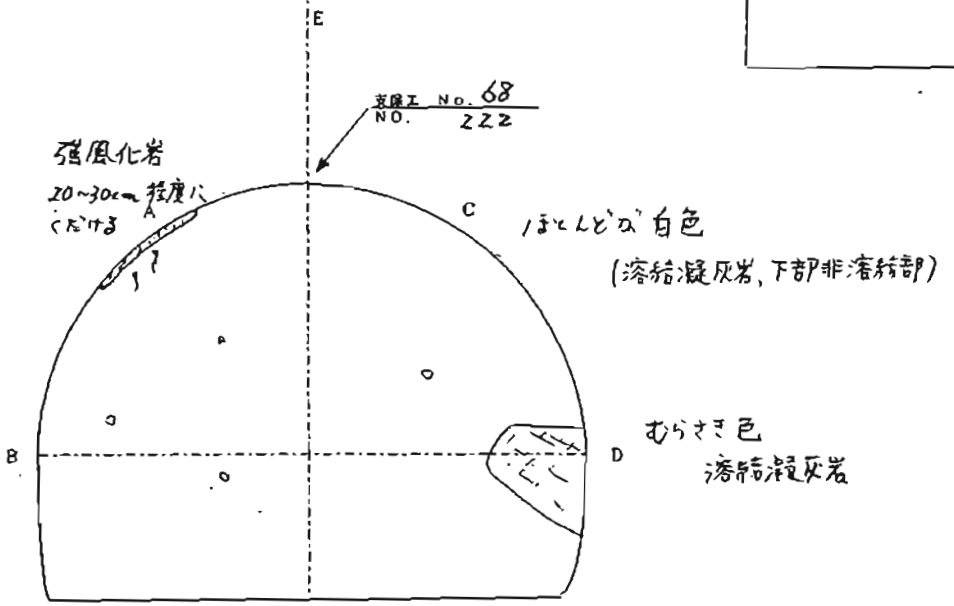


切羽状況

左肩付近より強風化凝灰岩が現れる。これは相結部のゆるみで落下した。割目には湧水がある。

また、右足元には異入岩と思われるむらさき色の岩が現れた。

割れ目はないがハンマーで砕ける。



現場による地山の状態と性状（上半スケッチの観察）

切羽の高さ	29.0 m	総合判断	地山区分あるいはパターン区分の判定 DI-65	
岩質	A・B・C・D・E	岩石名／形成地質時代	凝灰岩	
特殊条件状態	膨圧・偏圧・流動性・仕上り小（　）・重要構造・谷の直下・その他		湧水	（　）

断面地点の地山の状態と挙動

A	切羽の状態	1.安定	②境面から岩塊が抜け落ちる	3.境面の押し出しを生じる	4.境面は自立せず崩れあるいは流出
B	底盤面の状態	1.自立（盤膨千鳥）	②時間がたつとゆるみ崩落する（盤膨）	3.自立困難 脚部後早期に支保する（盤膨）	4.脚部に先行して山を受けておく必要がある
C	圧縮強度	1.σc≧1000kgf/cm² カケヤ一打撃は跳ね返る	2.1000≧σc≧200 カケヤ一打撃で砕ける	③200≧σc≧50 強い打撃で砕ける	4.50kgf/cm²>σc カケヤ一刃先喰い込む
D	変化変質	1.なし・健全	2.変目に沿って変色 強度やや低下	③全体に変色強度相当に低下	4.土砂状粘土状鉱物 当初より未固結
E	割れ目の間隔	1.間かく d≧1m	2.1m>d≧20cm	③20cm>d≧5cm	4.5cm>d 鉱物 当初より未固結
F	割れ目の状態	1.密着	2.部分的に開口	③開口	4.粘土をはさむ 当初より未固結
G	割れ目の状態	1.ランダム 方形	2.柱状	3.層状・片状 板状	④土砂状・鱗片状 当初より未固結
H	湧水	1.なし 湧水程度	②滴水程度	3.集中湧水	4.全面湧水
I	水による劣化	①なし	2.ゆるみます	3.軟質化	4.崩壊・流出
割れ目の傾向	縦断方向（切羽面を見て）				
	横断方向（切羽面を見て）				

変状・特殊施工

該当項目を○で囲み、該当箇所または個所を右欄に記入する。

変状	支保工変状	①なし	2.変形	3.座屈					変状	
	吹付のクラック	①なし	2.クラックはあるが原形の形状	3.障害なクラック	4.せん断クラック発生押出し発生	5.コンクリート片剥落	6.破落			
	ボルトの異常	①なし	2.抜出変位	3.目開破落	4.破損					
	インバート部変状	①なし	2.破損							
特殊施工	二次覆工変状	1.なし	2.クラック発生	3.障害なクラック	4.せん断クラック発生	5.破損			特殊施工	自穿孔ストラット鏡吹付
	増吹付の有無	①なし	2.あり（　）				当初設計吹付厚（　）cm			
	増ボルトの有無	①なし	2.あり（　）				当初設計ボルト本数（　）本			
	インバート早期結合	1.なし	②あり							
	切羽崩壊	1.変形なし	2.あり	3.落盤崩壊			変形寸法 cm		補助工	
	切羽崩壊	①なし	2.先行突出	3.鏡ボルト	4.ボルトーク			0.当初から予定		
	鏡吹付有無	1.なし	②吹付のみ	3.鏡吹付無	4.鏡ボルト	5.吹付＋鏡ボルト		0.当初から予定		
	ストラット	1.なし	2.変形	3.座屈	④H-100			0.当初から予定		
	ストラットの有無	①なし	2.あり					0.当初から予定		
	断面形	①馬蹄形	2.卵形	3.楕円形	4.円形					
補助工	基礎の有無	①なし	2.コンクリート	3.ソレタンシュ				0.当初から予定	地山平均	
	水抜工	①なし	2.水抜パイプ・ドレン	3.ウォーターパイプ	4.水抜工	5.延回抜		0.当初から予定		
地質（出物）	FL部変状	①なし	2.高盤見	3.盤ずくれ						
	足元	①なし	2.ゴミ	3.あり						

注・本日以降の変化や特記事項があれば、上欄（切羽に限らない）を用紙欄に記入する。

写真－１　切羽状況No.223 左上半より強風化凝灰岩層が分布して、白色を呈している。割れ目沿いには少量の湧水が認められる。

写真－２　切羽状況No.223 右上半の拡大写真。白色を呈する強風化凝灰岩層で、ハンマー打撃により容易に砕くことができる。

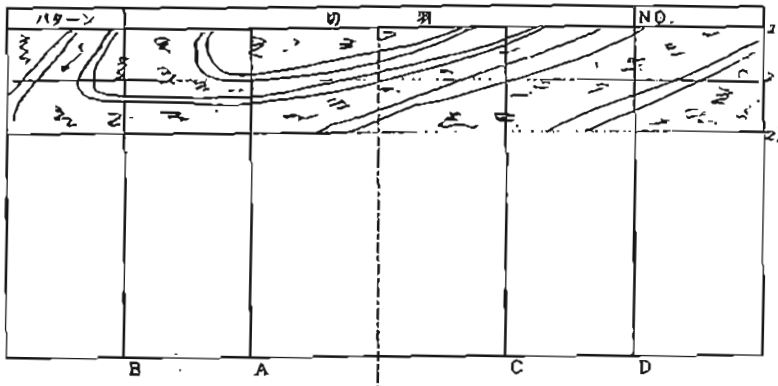
坑　内　観　察　調　査

工事名　平成１０年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

所長	課長	係長	係	現場代理人	記録者

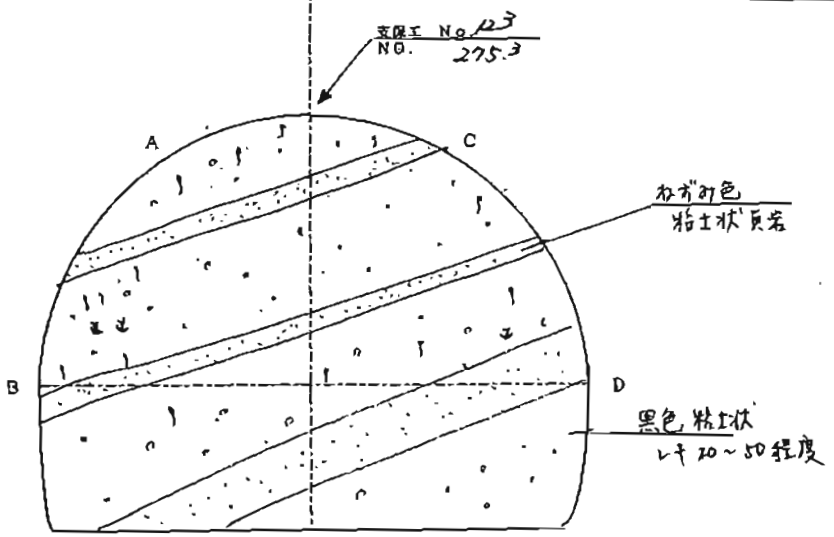
観察年月日　平成 11 年 9 月 7 日　　測　点　NO. 275.3

掘削			
本日の切羽の坑口からの距離（m）	120.3	インバート	115.3



切羽状況

切羽面全面より湧水がある。
左側はボーリングの水で切羽面は流される。
ねずみ色の頁岩は粘土状で所々石英質で白い固結した岩がある。
カッターカーダー掘削時バラバラと崩落する。また黒色の粘土は水とまじり泥土状となりカッターのベルコンシャトルのシュートより落下しない状態である。



観察による地山の状態と性状（上半スケッチの観察）

土被り	34.5 m	総合判断	地山区分あるいはパターン区分の判定 DI-DS
岩質	A・B・C・D・E	岩石名／形成地質時代	砂岩・頁岩系
特殊条件状態	被圧・偏圧・流動性・土被り小（　）・重要構造・谷の底下・その他		近接（　）

掘削地点の地山の状態と挙動

A	切羽の状態	1.安定	2.端面から岩塊が抜け落ちる	③端面の押し出しを生じる	4.端面は自立せず崩れあるいは流出
B	素堀面の状態	1.自立（管理不要）	2.時間がたつとゆるみ転落する（先受鋼）	3.自立困難鋼製早期に支保する（先受鋼）	④掘削に先行して山を受けておく必要がある
C	圧縮強度	1.σc≧1000kgf/cm² ハンマー打撃はね返る	2.1000≧σc≧200 ハンマー打撃で砕ける	3.200≧σc≧50 軽い打撃で砕ける	④50kgf/cm²>σc ハンマー刃先強い込む
D	風化岩質	1.なし・健全	2.岩目に沿って変色強度やや低下	3.全体に変色強度相当に低下	④土砂状粘土状破砕当初より未固結
E	割れ目の頻度	1.間かく d≧1m	2.1m>d≧20cm	3.20cm>d≧5cm	④5cm>d 破砕当初より未固結
F	割れ目の状態	1.密着	2.部分的に開口	3.開口	④粘土をはさむ当初より未固結
G	割れ目の状態	1.ランダム方形	2.柱状	3.層状・片状板状	④土砂状・細片状当初より未固結
H	湧水	1.なし湧水程度	2.湧水程度	3.集中湧水	④全面湧水
I	水による劣化	1.なし	2.ゆるみ生ず	③軟弱化	4.崩壊・流出
割れ不連続の観方面向の性あ卓る越とすき	縦断方向（切羽面を見て）				
	横断方向（切羽面を見て）				

変状・特殊施工

該当項目を○で囲み、該当地点または区間を右欄に記入する。

変状	支保工変状	①なし	2.変形	3.座屈					変状	
	吹付のクラック	①なし	2.クラックはあるが厚付の影響	3.顕著なクラック	4.せん断クラック発生押出し発生	5.コンクリート片剥離	6.脱落			
	ボルトの異常	①なし	2.頭部変状	3.頭部脱落	4.破断					
	インバート部変状	①なし	2.密着							
特殊施工	二次覆工変状	1.なし	2.クラック発生	3.顕著なクラック	4.せん断クラック発生	5.破損			特殊施工	自穿孔ボルト ストラット 鏡吹付け リングカット
	増吹付の有無	①なし	2.あり（　）				当初設計吹付厚（　）cm			
	増ボルトの有無	①なし	2.あり（　）				当初設計ボルト本数（　）本			
	インバート早期結合	1.なし	②あり							
補助工	縫返し	1.変形系	2.あり	3.法面崩壊			変形系形 cm		補助工	
	鏡地	1.なし	2.先行矢板	③鏡ボルト	4.ハーフ			0.当初から予定		
	鏡止有無	1.なし	②吹付のみ	3.鏡止有無	4.鏡ボルト	5.吹付＋鏡ボルト		0.当初から予定		
	ストラット	1.なし	2.変形	3.座屈	④H-100			0.当初から予定		
	リングカットの有無	1.なし	②あり					0.当初から予定		
	断面形	①馬蹄形	2.卵形	3.鳥形	4.円形					
補助工	基礎の有無	1.なし	2.ロッドタイプ	3.ソレタンシュ	④FU-IF			0.当初から予定	地山挙動	FU-IF工法
	水抜工	1.なし	②水抜ボーリング	3.ウェルポイント ディープウェル	4.水抜工	5.法面排水		0.当初から予定		
地山挙動	FL部変状	①なし	2.活動化	3.鏡ずくれ						
	泥土化	1.なし	②少しあり	3.あり						

注・本日上記の変状や特殊施工がなされた区間（切羽付近に限らない）を項目欄に記入する。

写真－１　切羽No.275.3 の状況。右上半より右下半へ向けて単斜構造の互層を示す。左上半より灰白色砂質泥岩～黒色泥岩（礫混り土砂状）～黒色泥岩（岩盤状）～粘性土へと変化している。

写真－２　カッターローダー掘削に伴い切羽面は土砂状のズリとなっている。切羽より供給される地下水が多く含まれる。

写真－3　切羽No.275.3 天端直下から左側上部（黒板上のところ）では、湧水により切羽から崩落土砂が供給される。灰白色砂質泥岩～黒色泥岩（礫混り土砂状）部の崩壊が著しい状況となっている。

写真－4　切羽No.275.3 前面における排水トンネル天端－側壁部分の漏水処置の状況。切羽も自立できず、前面も滴水が著しい状態となる。

坑内観察調査

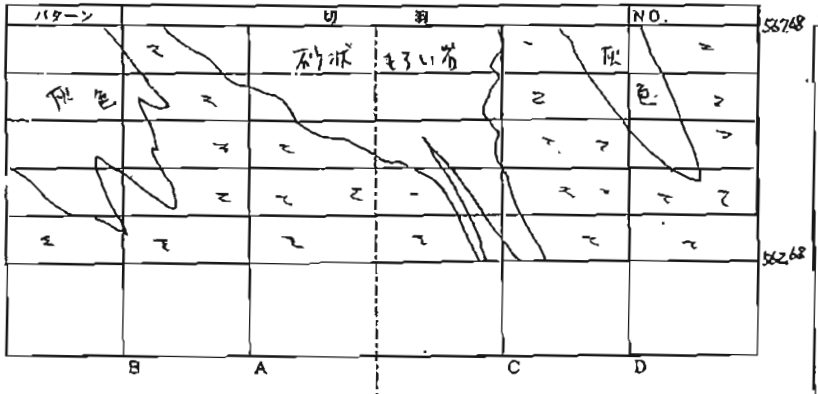
工事名　平成10年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

所長	課長	係長	係	現場代理人	記録者

観察年月日　平成 11年 12月 9日　　測点　NO. 567.68

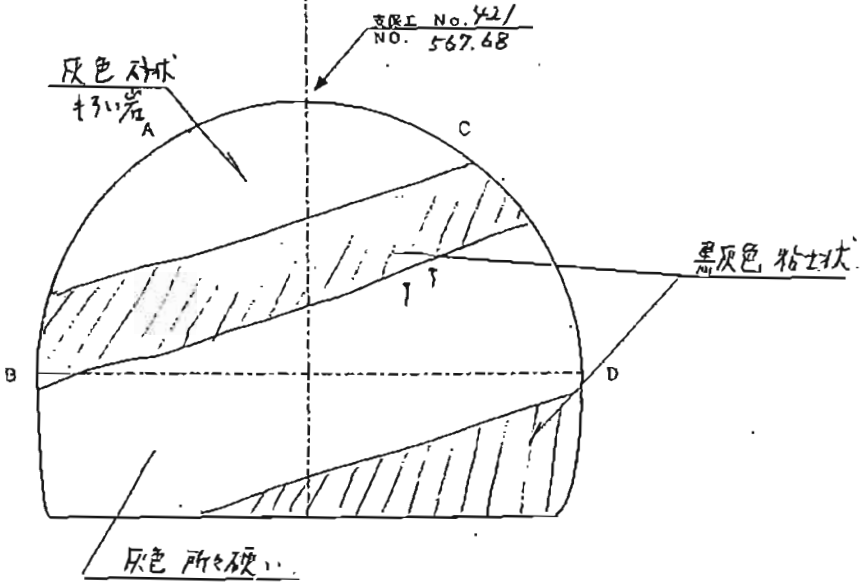
掘削

本日の切羽の坑口からの距離(m)	412.68	インバート	410.68



切羽状況

全体に前日と変りはなく、砂と粘土の混形である。
また、黒灰色の部分には10cm程度のレキがまじっている。
下半部には、比較的硬質の固結した岩があるが カッターで破砕される。



観察による地山の状態と性状（上半スケッチの観察）

土被り	680 m	総合判断	地山区分あるいはパターン区分の判定 DI-95
岩質	A・B・C・D・E	岩石名／形成地質時代	砂・粘土
特殊条件状態	断圧・偏圧・流動性・土被り小（　）・重要構造・谷の直下・その他		
	近隣		（　）

観察地点の地山の状態と挙動

A	切羽の状態	1.安定	2.壁面から岩塊が抜け落ちる	③壁面の押し出しを生じる	4.壁面は自立せず崩れあるいは流出
B	素堀面の状態	1.自立（普請不要）	2.時間がたつとゆるみ剥落ちする（先普請）	③自立困難掘削後早期に支保する（先普請）	4.掘削に先行して山を受けておく必要がある
C	圧縮強度	1.σc≧1000kgf/cm² カッター打撃はね返る	2.1000≧σc≧200 カッター打撃で砕ける	3.200≧σc≧50 軽い打撃で砕ける	④50kgf/cm²>σc カッター刀先喰い込む
D	風化岩質	1.なし・健全	2.岩目に沿って変色強度やや低下	3.全体に変色強度相当に低下	④.土砂状粘土状破砕当初より未固結
E	割れ目の頻度	1.間かく d≧1m	2.1m>d≧20cm	3.20cm>d≧5cm	④5cm>d 破砕当初より未固結
F	割れ目の状態	1.密着	2.部分的に開口	3.開口	④粘土をはさむ当初より未固結
G	割れ目の状態	1.ランダム方形	2.柱状	3.層状・片状板状	④.土砂状・細片状当初より未固結
H	湧水	1.なし湧水程度	②湧水程度	3.豪中湧水	4.全面湧水
I	水による劣化	1.なし	②ゆるみ生ず	3.軟弱化	4.崩壊・流出
割れ目の方向	縦断方向（切羽面を見て）				
	横断方向（切羽面を見て）				

変状・特殊施工

該当項目を○で囲み、該当地点または区間を右欄に記入する。

変状	支保工変状	①なし	2.変形	3.座屈					変状	
	吹付のクラック	①なし	2.クラックはあるが周辺の影響	3.顕著なクラック	4.せん断クラック発生押出し発生	5.コンクリート片剥落	6.脱落			
	ボルトの異常	①なし	2.頭部変状	3.頭部脱落	4.破断					
	インバート部変状	①なし	2.角落							
特殊施工	二次覆工変状	1.なし	2.クラック発生	3.顕著なクラック	4.せん断クラック発生	5.破損			特殊施工	鋼矢しぼれ ストラット リングカット 鏡吹付
	増吹付の有無	①なし	2.あり（　）				当初設計 吹付厚（　）cm			
	増ボルトの有無	①なし	2.あり（　）				当初設計ボルト本数（　）本			
	インバート早期閉合	1.なし	②あり							
	縫返し	1.変形無	2.あり	3.作業流			変形量 cm		補助工	
	固地	1.なし	2.先行矢板	③.鋼ボルト	4.ガイドパイプ		0.当初から予定			
	陸止有無	1.なし	②吹付のみ	3.鋼止有無	4.鋼ボルト	5.吹付＋鋼ボルト	0.当初から予定			
	ストラット	1.なし	2.変形	3.座屈	④H-100		0.当初から予定			
	リングカットの有無	1.なし	②あり				0.当初から予定			
	断面形	①馬蹄形	2.側壁形	3.円形	4.門形					PU-IFI法
補助工	薬注の有無	1.なし	2.ロッドタイプ	3.ソレタンシュ	④PU-IFI		0.当初から予定		他山挙動	
	水抜工	1.なし	②水抜ボーリング	3.ウェルポイント ディープウェル	4.水抜工	5.坑口周	0.当初から予定			
地形	FL部変状	①なし	2.盤膨化	3.盤ふくれ						
山動	泥土化	1.なし	②少しあり	3.あり						

注・本日上記の変状や特殊施工が施された区間（切羽付近に限らない）を項目別に記入する。

写真－１　切羽No.567.68 では著しく破砕された砂岩－泥岩互層より構成されている。右上半より左下半へ単斜構造を示す。

写真－２　切羽No.567.68 では左上半に分布する灰色を示す砂状の砂質泥岩と中央部～下半に分布する黒灰色を示す粘土層より構成されている。

写真－3　現地検討会委員メンバーによる切羽No.567.68 の現地調査。
〔水野委員，中村委員，坂口委員（代理出席））による調査〕

写真－4　排水トンネル工施工中に切羽崩落の著しかった測点No.253.7 付近について側壁漏水調査とトンネル変状調査を行った。

Ⅱ－3　集水井工の施工と施工管理

3－1　概要と実施工程

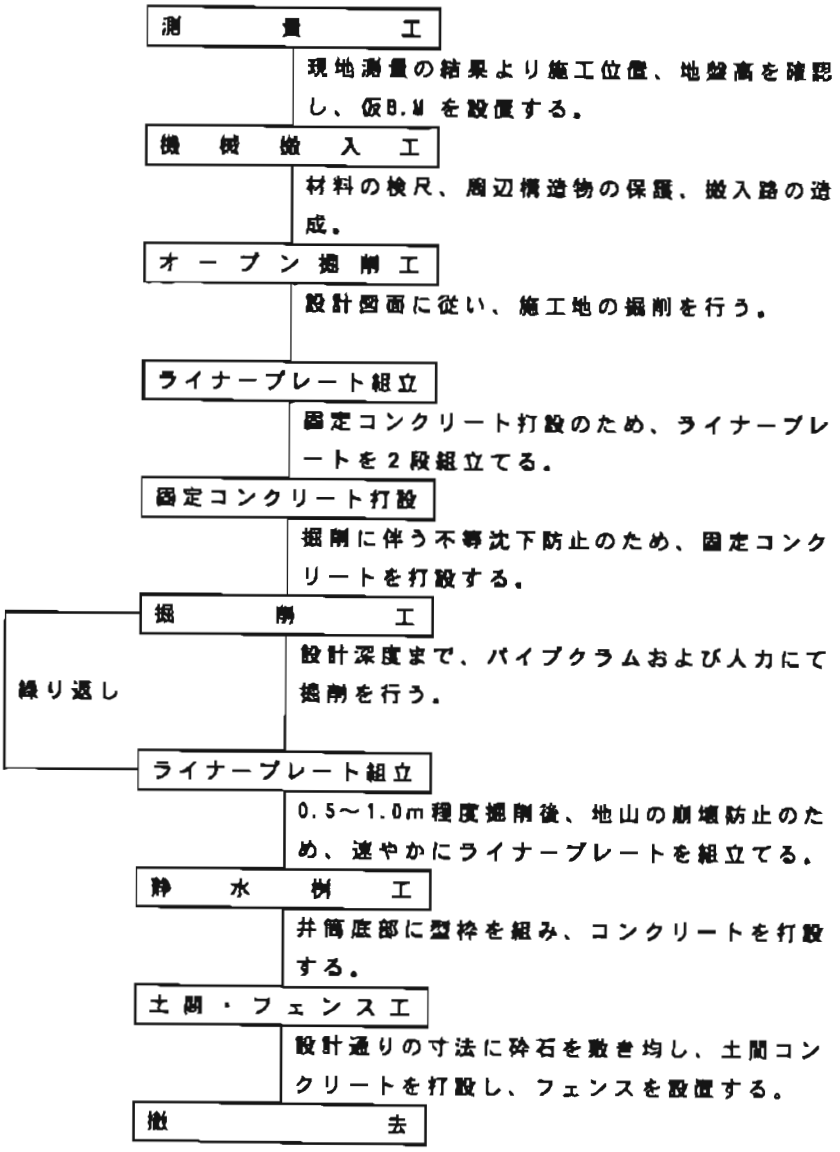
当地すべり発生の誘因の一つが、降雨に伴う地下水（間隙水圧）の上昇であることから、地下水排除工を施工した。

Aブロックでは、地下水深度が20m～30mと比較的深く、地すべり活動も活発であることから、地形・すべり面深度などを考慮して集水井工（集水井工13基）を施工した。

施工箇所は次頁の集水井実施数量総括表（平面図）に示すとおりである。本工事ではAブロックの頭部から末端部にかけて7工区に分割した施工箇所は合計13基であった。

また後述実施工程表に示すとおり、施工数量13基に及ぶ集水井工群を平成11年4月より着工し、12月迄の合計9ヶ月間で完成させることができた。

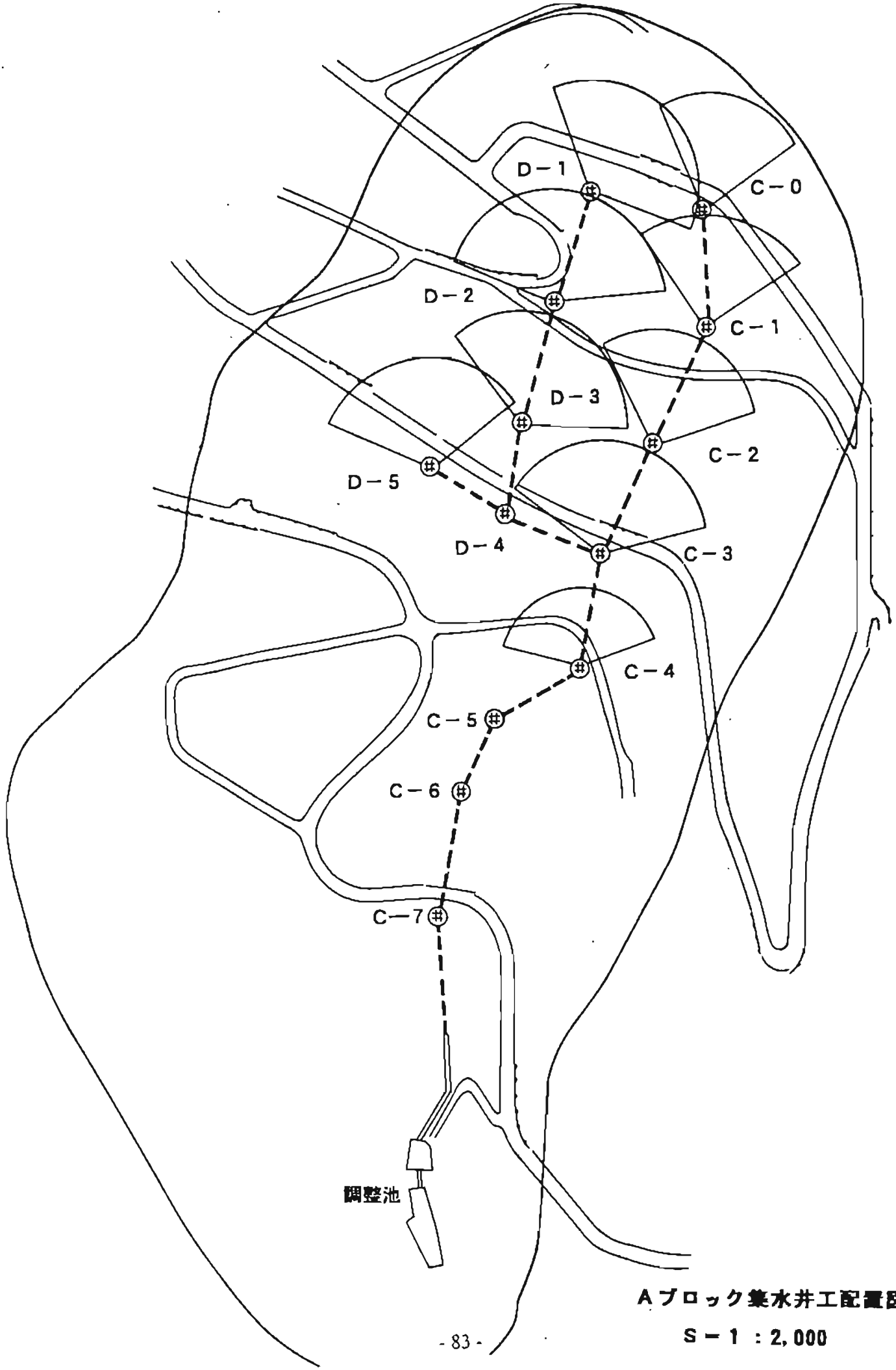
集水井工（ライナープレート）施工フローチャート



集水井実施数量総括表

工区	No.	井戸形状	掘進延長(m)	集水ボーリング			排水ボーリング		備考
				本数(本)	1本当り延長(m/本)	総延長(m)	径(m)	延長(m)	
2工区	C-1	RCｾｸﾞﾒﾝﾄ	33.2	10 9	50 55	500 495	φ200	62.5	
	C-2	RCｾｸﾞﾒﾝﾄ	26.9	11 10	50 65	550 650	φ200	57.7	
3工区	C-3	RCｾｸﾞﾒﾝﾄ	31.8	14 12	50 65	700 715	φ300	53.4	
	C-4	ﾗｲﾅｰﾌﾟﾚｰﾄ	27.0	—	—	—	φ300	49.5	
4工区	C-5	ﾗｲﾅｰﾌﾟﾚｰﾄ	24.0	—	—	—	φ300	38.7	
	C-6	ﾗｲﾅｰﾌﾟﾚｰﾄ	19.0	—	—	—	φ300	58.7	
	C-7	ﾗｲﾅｰﾌﾟﾚｰﾄ	14.0	—	—	—	φ300	78.0	調整地へ排水
5工区	D-1	ﾗｲﾅｰﾌﾟﾚｰﾄ	30.0	— 14	— 50	— 700	φ90	52×2	排水ボーリングは2本施工
	D-2	RCｾｸﾞﾒﾝﾄ	38.1	16 11	50 55	800 550	φ200	57.1	
6工区	D-3	RCｾｸﾞﾒﾝﾄ	32.7	14 13	50 60	700 780	φ250	43.4	
	D-4	ﾗｲﾅｰﾌﾟﾚｰﾄ	26.5	—	—	—	φ250	53.3	C-3へ排水ボーリング
7工区	D-5	ﾗｲﾅｰﾌﾟﾚｰﾄ	22.0	13 6	50 50	650 300	φ90	41.9×2	排水ボーリングは2本D-4へ施工
8工区	C-0	RCｾｸﾞﾒﾝﾄ	39.9	— 6	— 50	— 300	φ90	54.4×2 108.8	排水ボーリングは2本C-1へ施工

※集水ボーリングは上段・下段



Aブロック集水井工配置図

S－1 ：2,000

集 水 井 実 施 工 程 表

工区	No	工種	数量	平成11年 4月 1	5月 2	6月 3	7月 4	8月 5	9月 6	10月 7	11月 8	12月 9	備考
2工区	C～1	準備工	1式										
		集水井工	33.2m										
		集水ボーリング工	995m										
		排水ボーリング工	62.5m										
	C－2	準備工	1式										
		集水井工	26.9m										
		集水ボーリング工	1200m										
		排水ボーリング工	57.7m										
3工区	C－3	準備工	1式										
		集水井工	31.8m										
		集水ボーリング工	1415m										
		排水ボーリング工	53.4m										
	C－4	準備工	1式										
		集水井工	27.0m										
		排水ボーリング工	49.5m										
4工区	C－5	準備工	1式										
		集水井工	24.0m										
		排水ボーリング工	38.7m										
	C－6	準備工	1式										
		集水井工	19.0m										
		排水ボーリング工	57.7m										
	C－7	準備工	1式										
		集水井工	14.0m										
		排水ボーリング工	78.0m										
5工区	D－1	準備工	1式										
		集水井工	30.0m										
		集水ボーリング工	700m										
		排水ボーリング工	52×2=104										
	D－2	準備工	1式										
		集水井工	38.1m										
		集水ボーリング工	1350m										
		排水ボーリング工	57.1m										
6工区	D－3	準備工	1式										
		集水井工	32.7m										
		集水ボーリング工	1480m										
		排水ボーリング工	43.4m										
	D－4	準備工	1式										
		集水井工	26.5m										
		排水ボーリング工	53.3m										
7工区	D－5	準備工	1式										
		集水井工	22.0m										
		集水ボーリング工	960m										
		排水ボーリング工	83.8m										
8工区	C－0	準備工	1式										
		集水井工	39.9m										
		集水ボーリング工	300m										
		排水ボーリング工	108.8m										

Ⅱ－4　対応と異常

4－1　排水トンネル工変位計測・管理基準

本トンネルにおいて、全般を通し突発湧水の懸念がある。地質状況は、比較的ルーズな強風化砂岩・頁岩が占めており、実施工にあたり計測を行い、より安全な施工管理を行う必要がある。よってここでは、トンネル内空変位の管理基準値を設定することとした。

(1)設定条件

①設計パターン：ＤＩ、ＤⅡ

②地質状況

a.来馬層強風化砂岩・頁岩

b.弾性波速度

・坑　　口～NO.263.3　0.9～1.0（km/sec）

・NO.263.3～NO.400　　2.1～2.2（km/sec）

(2)計測項目

①天端沈下測定

②内空変位測定

③地表沈下測定

(3)限界ひずみ法による設定

一軸圧縮強度から限界ひずみの想定を行い、限界変位量を設定し、管理基準値を設定するものとした。

①限界変位量

以下の式により、算出する。

$Ur = \varepsilon 0 \cdot r$

Ur：限界変位量（mm）

$\varepsilon 0$：限界ひずみ（＝0.95%　右表より）

r　：トンネル半径（＝1.65m）

$Ur = 0.95\ (\%) \times 1.65 (m)$

$= 15\ (mm)$

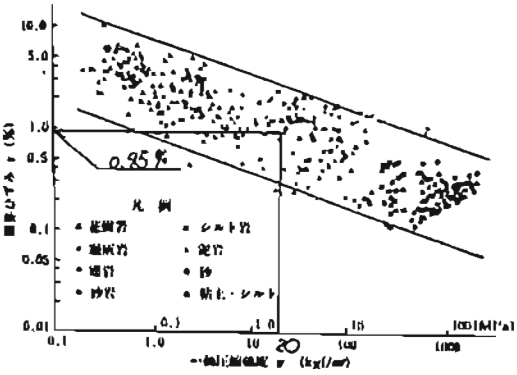


図-4.3.22　一軸圧縮強度と限界ひずみの関係

一軸圧縮強度 qe＝20（kg/cm²）
（地質調査報告書より）

（4）計測工Ａによる管理基準

①変　位　量

a.内空変位

管理レベル	管理基準値（mm）	初期変位（mm/日）	切羽１Ｄ通過時（mm）
レベルⅠ	15	3	5
レベルⅡ	30	7	12
レベルⅢ	60	15	27

b.天端変位

管理レベル	管理基準値（mm）	初期変位（mm/日）	切羽１Ｄ通過時（mm）
レベルⅠ	7.5	1.2	2.5
レベルⅡ	15	3.5	6
レベルⅢ	30	10	12

②変位速度

２０（mm/日）以下

（5）掘　削　工

①断面計画の方針

当初設計では、一般的なトンネル断面のＤパターンの断面構造を準用し、曲線形状のインバートを底盤部に設置する計画としている。ここでは、今回施工においてＤⅢ区間での計測工Ａ結果を基に、インバート形状の再検討を行うものとする。

下表に示す通り、内空変位（水平、斜め）の計測結果は、最大でも3.3 mm（最終変位5.5 mm）となっており、管理基準値のレベルⅠ内である。天端沈下に関しては、最大で8.0 mm（最終変位は9.0 mm）とレベルⅠを若干上回っている程度である。このことから、インバート部形状は曲線とせず水平としても特に問題ないと判断した。

測　点	最終変位（mm）				切羽１Ｄ通過時（mm）			
	天端沈下	水平	斜め（右）	斜め（左）	天端沈下	水平	斜め（右）	斜め（左）
NO.160	8.0 (8.0)	3.3 (3.3)	2.1 (2.1)	2.5 (2.5)	3.0	1.1	0.8	0.9
NO.170	8.0 (9.0)	3.1 (3.3)	3.0 (3.1)	2.3 (2.5)	3.0	1.6	2.2	1.6
NO.179	— (7.0)	— (5.5)	— (4.0)	— (4.5)	4.0	0.8	1.4	2.5

＊（　）外数値：検討時点での変位量、（　）内数値：最終変位量

4－2　地すべり変状の管理基準

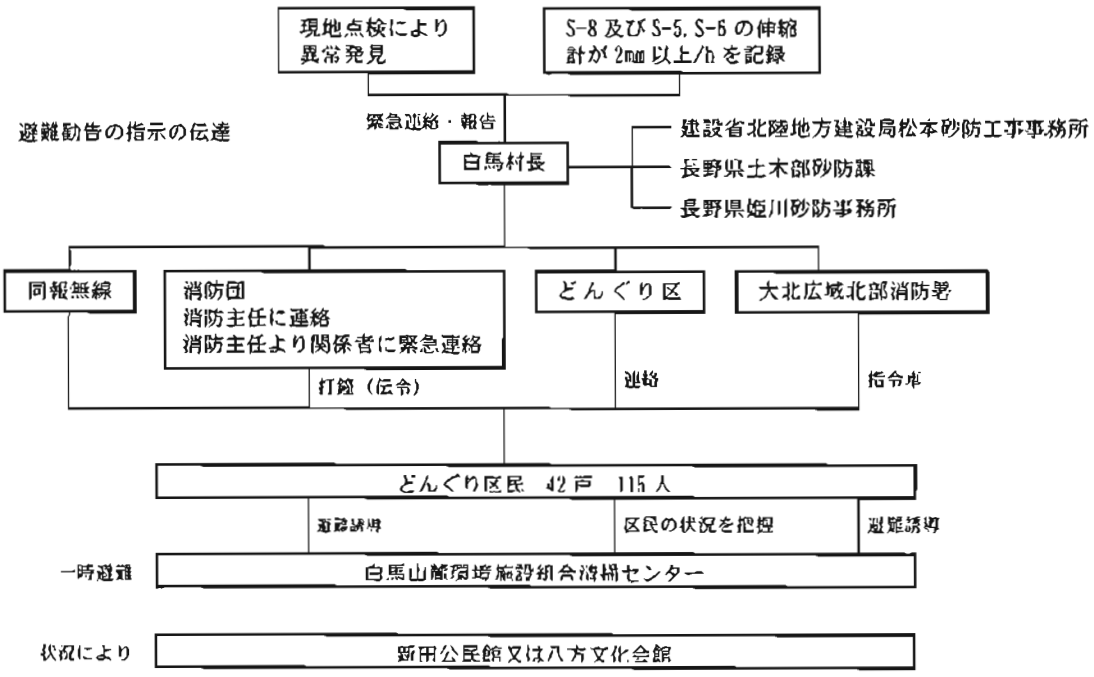
対策工事施工中に倉下地すべりが活発に活動したことを想定し、長野県当局において、地すべり変動速度に着目した倉下地すべり観測及び避難（等）の基準と倉下地すべり災害対策緊急時連絡体制を構築し、突発的な地すべり変動に備えた。

倉下地区地すべり観測及び避難等の基準

主として、観測及び避難基準等の判断は伸縮計 S-8 の変動量を主体に行い、S-5、S-6 もこれに準じた扱いとする。

	変動状態	降雨量	監視体制	対　応
ランク 1	1mm 以下／日		平　　常	・通常の観測態勢
ランク 2	1mm 以上／日	80mm／日以上 融雪期	注　　意	・観測態勢の強化
ランク 3	10mm 以上／日	120mm／3 日以上	警　　戒	・点検・監視強化（張り付き） ・関係機関への情報伝達 ・関係機関との協議 ・避難準備
ランク 4	2mm 以上／1h を 2 時間連続		避難勧告	・避難勧告 ・地すべり地内への立入禁止

倉下地すべり災害対策緊急時連絡体制



Ⅲ　効果判定と維持管理

Ⅲ－１　地すべり対策工の効果

１－１　排水トンネル工の効果

（１）孔内水位の低下

孔内水位変動図に示すように、排水トンネル施工の進捗に伴って、地すべりブロックの地下水位は確実に低下している。

H10-9, H10T-4, H10-7, H11-3, H10-10, H11-2, H9-6, H11-11, H10-12, H9-1, H10-5, H10-3 では地下水低下が認められた。特に排水トンネル工掘進に伴い、著しい地下水低下を確認した４孔は以下のとおりである。

H10-T4	(-5.5m)	7/20 以後
H10-12	(-8.0m)	8/20 以後
H11-2	(-2.5m)	9/20 以後
H10-3	(-20.0m)	12/4 以後（排水トンネル近傍）

（２）排水トンネル工，集水ボーリング工施工による排水効果

倉下地すべり排水トンネル工の本体工は平成 11 年 12 月末に完成し、平成 12 年 3 月末には集水ボーリング室（No.1～No.5）より集水ボーリング工を施工完了した。

集水ボーリング工は５室 11 ヶ所のポイントから合計 L=9,410mの削孔を行った。

排水トンネル工本体施工直後のトンネル内からの排水量と集水ボーリング工施工完了後の排水量を下表に比較した。

測　点	集水ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ室	集水ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ施工前排水量	集水ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ施工後排水量	増加率（倍）
No.244.70 No.265.30	No.1	15.3 ﾘｯﾄﾙ/分	28.1 ﾘｯﾄﾙ/分	1.8
No.344.70 No.365.30	No.2	17.2 ﾘｯﾄﾙ/分	127.5 ﾘｯﾄﾙ/分	7.4
No.444.70 No.465.30	No.3	2.4 ﾘｯﾄﾙ/分	48.8 ﾘｯﾄﾙ/分	20.3
No.513.08 No.537.68	No.4	0.2 ﾘｯﾄﾙ/分	23.0 ﾘｯﾄﾙ/分	115.0
No.584.40 No.610.00	No.5	0.0 ﾘｯﾄﾙ/分	165.0 ﾘｯﾄﾙ/分	165.0
合計		34.9 ﾘｯﾄﾙ/分	392.4 ﾘｯﾄﾙ/分	

集水ボーリング工施工に伴い、地すべり地内からの排水量は飛躍的に増加した。

集水ボーリング工設置前に坑内からの漏水や滴水により確認された排水量は 34.9 ㎥/分（平成 11 年 12 月末）であったのに対して、集水ボーリング工施工後に確認された排水量は 392.0 ㎥/分（平成 12 年 5 月中旬）であった。

排水トンネル工に伴う排水効果は十分認められ、今後の地すべり挙動沈静化を十分期待できると考えられる。

1－2　集水井工の効果

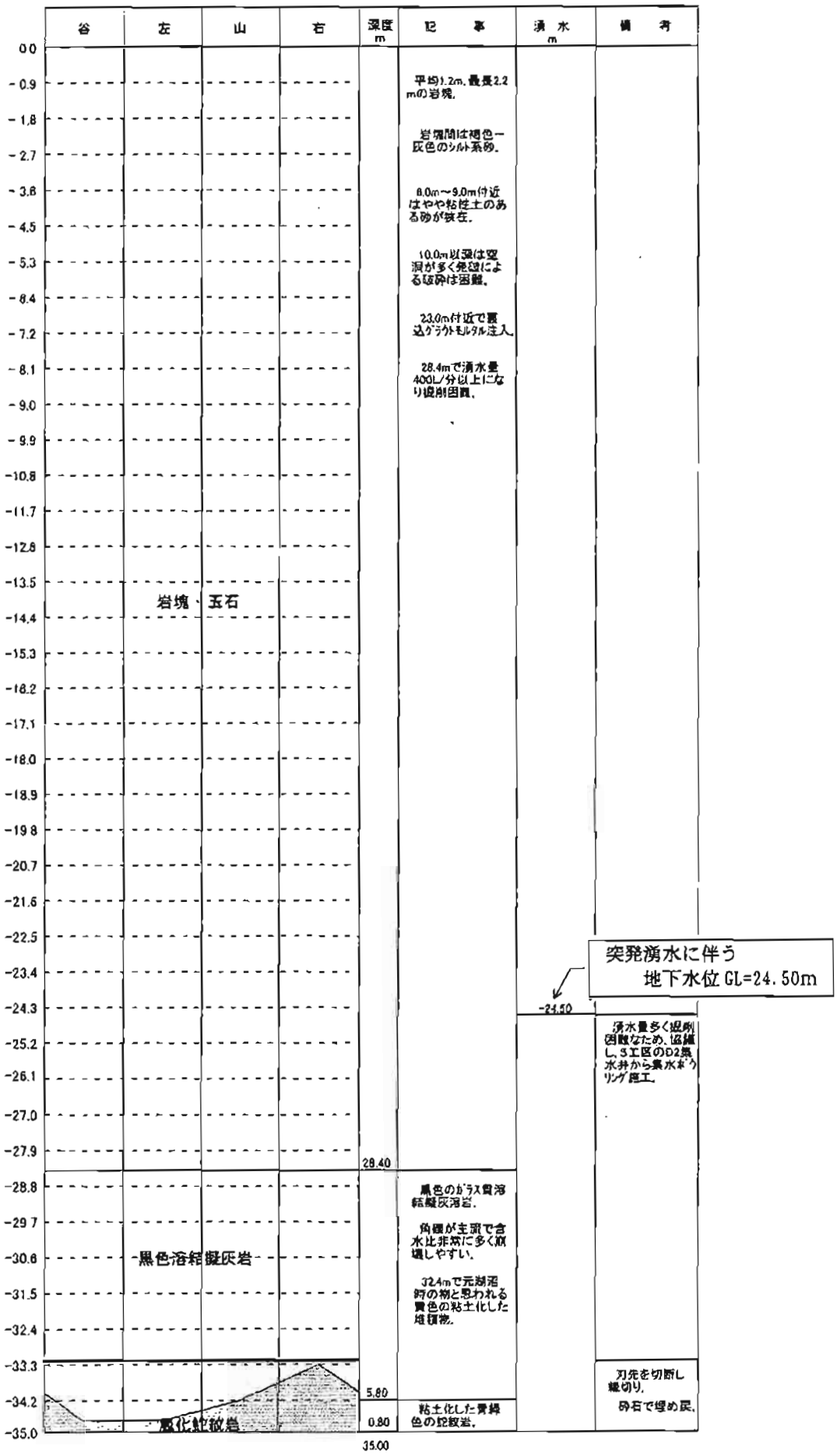
Ａブロックでは、ほとんどの集水井工において地すべり土塊を構成する崩積層とその下部に分布する黒色溶結凝灰岩層付近に地下水が豊富に分布することが判明した。

例えば、Ａブロック右側上部斜面に位置する C-1 集水井工では黒色溶結凝灰岩層掘削中に突発湧水により掘削が困難となった。

現在は水位も下がり安定的な排水を行っている。

今後長期的な観測によって効果判定は望まれるが、Ａブロック内の地盤伸縮計の挙動沈静化とも合わせて検討すれば、集水井工施工に伴う効果は認められるものと考えられる。

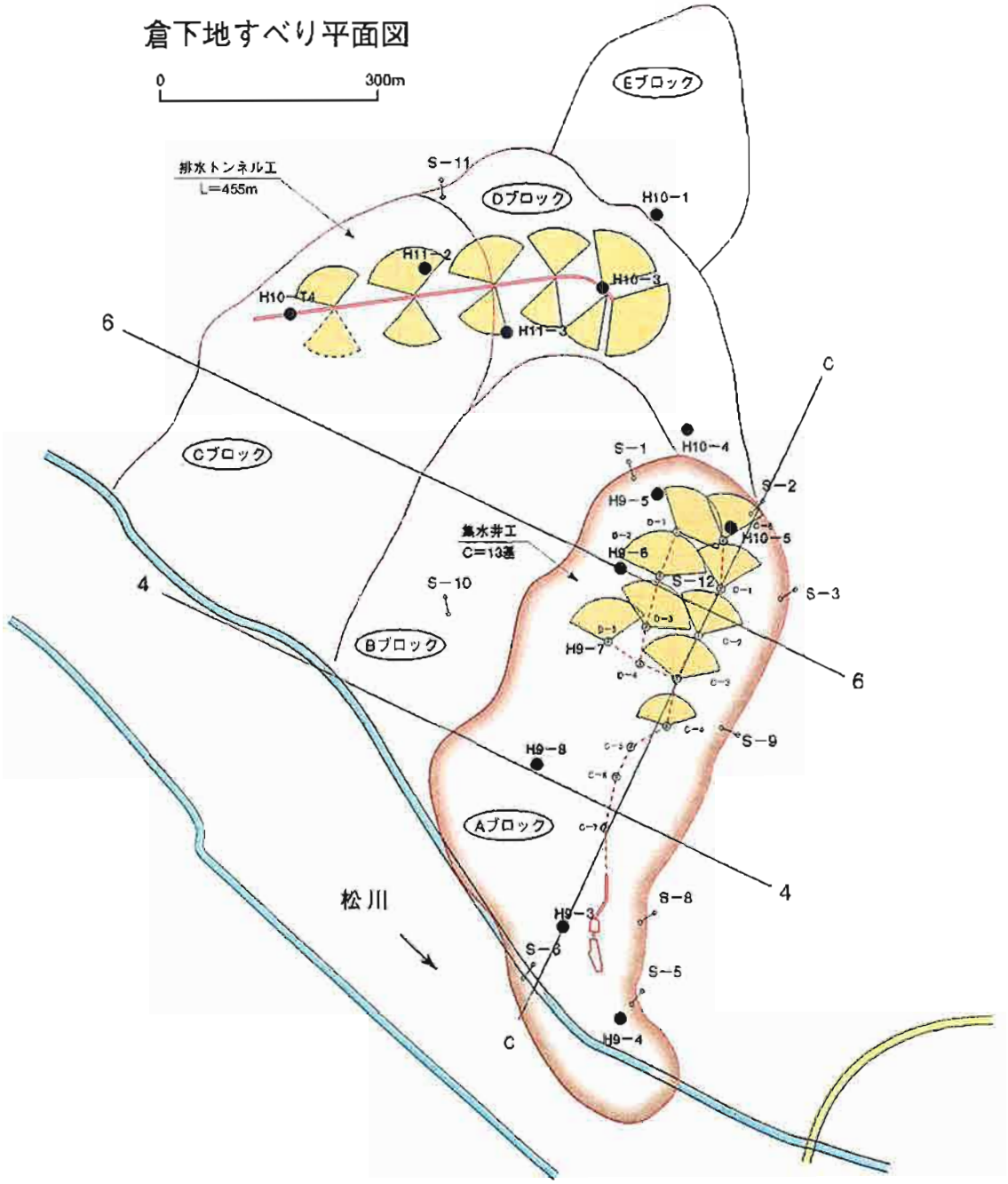
C－1集水井工土質図


谷
左
山
右
深度 m
記事
湧水 m
備考
0.0
-0.9
-1.8
-2.7
-3.6
-4.5
-5.3
-6.4
-7.2
-8.1
-9.0
-9.9
-10.8
-11.7
-12.6
-13.5
-14.4
-15.3
-16.2
-17.1
-18.0
-18.9
-19.8
-20.7
-21.6
-22.5
-23.4
-24.3
-25.2
-26.1
-27.0
-27.9
-28.8
-29.7
-30.6
-31.5
-32.4
-33.3
-34.2
-35.0
平均1.2m、最長2.2mの岩塊。
岩塊間は褐色ー灰色のシルト系砂。
8.0m～9.0m付近はやや粘性土のある砂が挟在。
10.0m以深は空洞が多く発破による破砕は困難。
23.0m付近で裏込グラウトモルタル注入。
28.4mで湧水量400L/分以上になり掘削困難。
岩塊・玉石
28.40
黒色のガラス質溶結凝灰溶岩。
角礫が主流で含水比非常に多く崩壊しやすい。
32.4mで元湖沼紡の物と思われる黄色の粘土化した堆積物。
黒色溶結凝灰岩
5.80
粘土化した黄緑色の蛇紋岩。
0.80
変化蛇紋岩
35.00
突発湧水に伴う
地下水位 GL=24.50m
-24.50
湧水量多く掘削困難なため、切縮し、S工区のD2集水井から集水ボーリング施工。
刃先を切断し縦切り。
砕石で埋め戻。

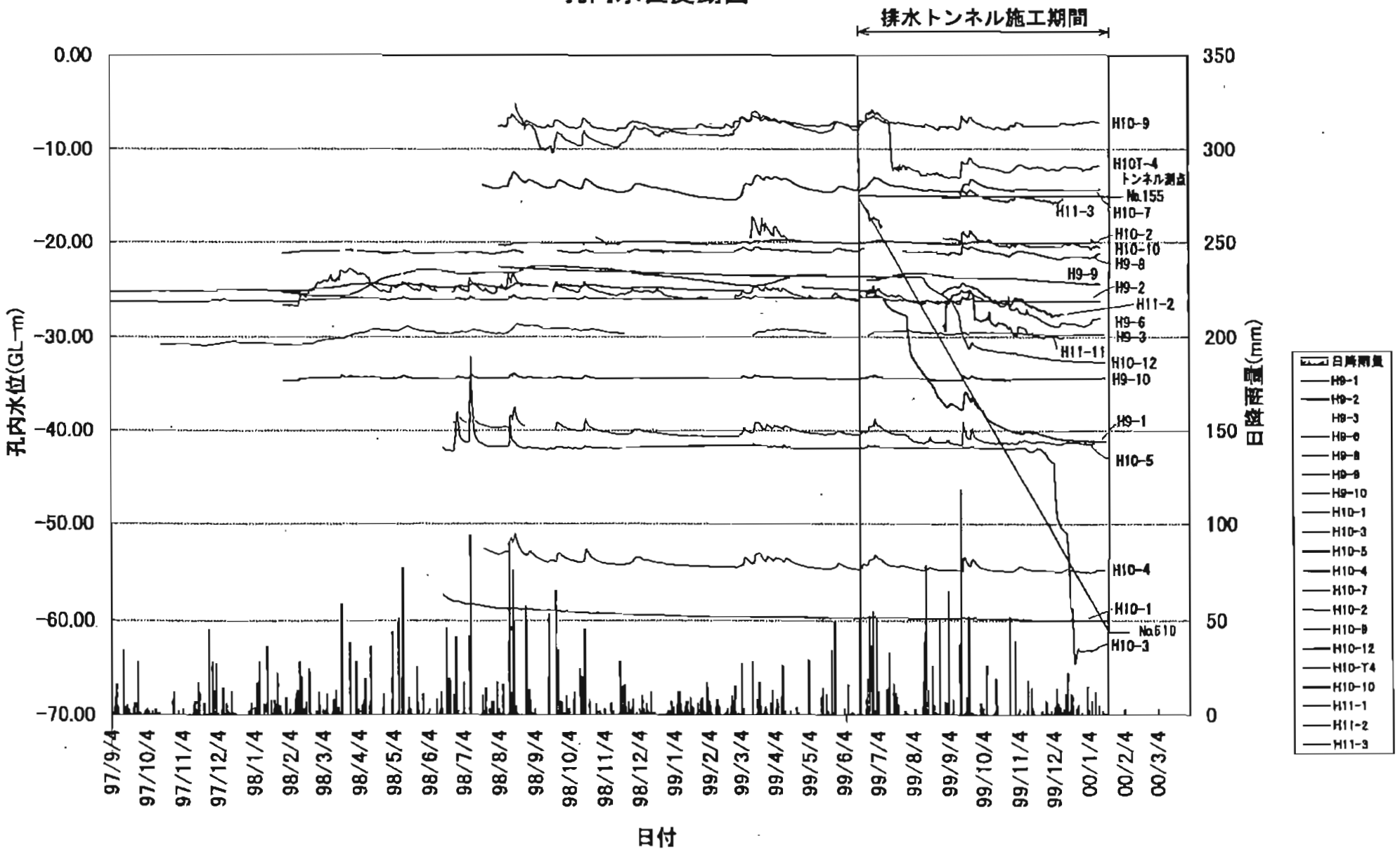
1－3　地すべり挙動の沈静化

3－2 観測結果に示すようにS－1，2，3，5，6，8，9，10，11，12までの10基について地すべり地内において継続観測が実施された。このうち地すべり対策工の進捗に伴って、挙動が沈静化した箇所はS－5，S－6，S－8，S－9，S－10でこれらの箇所では平成10年11月からの集水井工を主体とした地下水排除工によって地すべり活動が収束傾向にあるものと考えられる。

また、平成12年1月までの段階では、S－3，S－11については継続的な累積変位を示している。このため当箇所における局部的な地形変状の可能性も含めて今後も監視してゆく必要がある（調査平面図等参照）。



孔内水位変動図


排水トンネル施工期間
孔内水位(GL-m)
日降雨量(mm)
日付
0.00
-10.00
-20.00
-30.00
-40.00
-50.00
-60.00
-70.00
350
300
250
200
150
100
50
0
97/9/4
97/10/4
97/11/4
97/12/4
98/1/4
98/2/4
98/3/4
98/4/4
98/5/4
98/6/4
98/7/4
98/8/4
98/9/4
98/10/4
98/11/4
98/12/4
99/1/4
99/2/4
99/3/4
99/4/4
99/5/4
99/6/4
99/7/4
99/8/4
99/9/4
99/10/4
99/11/4
99/12/4
00/1/4
00/2/4
00/3/4
H10-9
H10T-4
トンネル測点
No.155
H11-3
H10-7
H10-2
H10-10
H9-8
H9-9
H9-2
H11-2
H9-6
H9-3
H11-11
H10-12
H9-10
H9-1
H10-5
H10-4
H10-1
No.610
H10-3
日降雨量
H9-1
H9-2
H9-3
H9-6
H9-8
H9-9
H9-10
H10-1
H10-3
H10-5
H10-4
H10-7
H10-2
H10-9
H10-12
H10-T4
H10-10
H11-1
H11-2
H11-3

Ⅲ－2　地すべり対策工施設の維持管理方針

トンネル本体及び周辺と、トンネル内の集水ボーリング工の施工完了に伴って、必要と考えられる施設維持管理方針について述べる。

2－1　流末排水工設備とトンネル内設備

① 平成 10 年度工事においては、トンネルからの湧水は仮排水（U-300）にて処理しているが、トンネル内の集水ボーリング施工完了時にトンネルからの湧水量測定装置が必要である。水路の断面形状など流末処理処理方法について検討する必要がある。

② トンネル内の施設維持管理時期は、地すべりの挙動が最も大きくなる時期と地下水が豊富に湧出する時期に合わせて実施することが望ましい。特に下表に示す時期に定期点検などを行うことが望ましいと考えられる。

	挙動時期	管理時期
融雪期	4 月	5 月
台風期	9～10 月	11 月

2－2　照明・換気設備

前記したトンネル内施設等の維持管理を行うために、トンネル内へ進入する必要があり、その際の照明・換気設備などが必要と考えられる。

照明・換気設備の電源確保については、商用電力と発動発電機による電力の 2 通りが考えられる。発動発電機による電力は、管理時毎に機械をリースする必要があり、1 回当たりおよそ 100 千円の管理費を要し、商用電力での電源確保の方が有利と考えられる。

なお、本工事終了後仮設備としての照明設備を撤去し、商用電力施設を確保する必要がある。

2－3　坑口周辺の設備

現在、施工ヤードとして利用している平地において、施工完了後、以下に示す項目について検討を行う必要がある。

① 法面工

坑口上部の法面工（現在モルタル吹付）や仮設道路の法面において、厚層基材吹付などの法面緑化を考慮した対策を行う必要がある。また、法面に変状などが大きく現れた場合は、法枠工などについても検討する必要があると考えられる。

② ヤード周り転落防止柵

現在の施工ヤードの法肩において、転落防止柵の設置が必要と考えられる。

③ 坑門工

現在は、キーストンプレートと土嚢による坑口処理の状態となっているが、将来、面壁形状などの坑門工を設置した方が望ましいと考えられる。その際に、現在設置されている坑口柵については、材料はそのまま利用し移動することは可能である。

2－4　その他の設備

① 覆　工

現在、DⅢ区間に設置している様なライナープレートによる覆工を、全線に設置することが望ましいと考えられる。

② 工事用道路入口の進入禁止

当面の間、工事用道路入口に現場内進入防止のための柵などが必要と考えられる。また、設置する際、柵形状・位置については、地元協議が必要である。地元に対して有効利用（等）の提案が望ましい。

③ 現場事務所跡地

当面の間、現場事務所跡地の法肩部に転落防止柵などの設置が必要と考えられる。また、設置する際、柵形状・位置については、地元協議が必要である。地元に対して有効利用（等）の提案が望ましい。

Ⅳ　広報活動と今後の方針

Ⅳ－１　広報活動

１－１　地すべり現地見学会

平成 11 年 10 月 1 日（金）には、地すべり学会中部支部主催による「長野県倉下地区地すべり現地検討会」が実施された。全国から 75 名が参加され、長野県姫川砂防事務所による事業説明と参加者による討論が行われた。（資料 4-1　地すべり学会中部支部ニュース抜粋参照）

１－２　倉下地すべりパンフレット

倉下地区工事安全協議会によりパンフレットが発行された。平成 10 年度 災害関連緊急地すべり対策事業について紹介された。（資料 4-2 参照）

１－３　安全標識設置

対策工事の進捗に伴い、多くの工事車両が倉下地区を通過することとなった。倉下地区工事安全協議会では地元住民への対策事業へ対する周知と交通安全を目的として安全標識を要所に設置し、工事安全につとめた。（資料 4-3 参照）

Ⅳ－２　地すべり防止施設の有効利用

倉下地すべり対策事業によって、地すべり活動は確実に沈静化に向うものと思われる。今後は残された地すべり防止施設を有効に維持管理し、同時に自然現象としての地すべり活動について経年的なデータにより把握する必要がある。

このため以下の 2 点を核とした有効利用を提案する。（資料 4-4 参照）

① 地すべり自動観測システムの拡充により、地すべり地内の現地観測局より収集されたデータを地すべり資料館において情報公開する。また姫川砂防事務所に設置されている自動観測システムと連動し、常時監視を行うことにより、降雨期，融雪期の地すべり監視を円滑に行うことが望ましい。

② 大自然北アルプスの中に位置する白馬「どんぐり村」には季節を問わず多くの観光客が訪れており、このような背景のもと、自然のきびしさ，やさしさなどをテーマとした、倉下地すべり資料館（自然館）の建設や地すべり防止施設（排水トンネル工や集水井工）の見学コースを整備をする。また、砂防，地すべりをテーマとした学習の場としての活用が望ましい。

地すべり現地検討会
「長野県倉下地区地すべり」

中部支部発足後、最初の現地検討会を白馬村「倉下地すべり地」において実施した。参加募集を学会誌等で行ったところ、北海道をはじめ全国から 75 名の参加を得て成功裏に終わることができた。

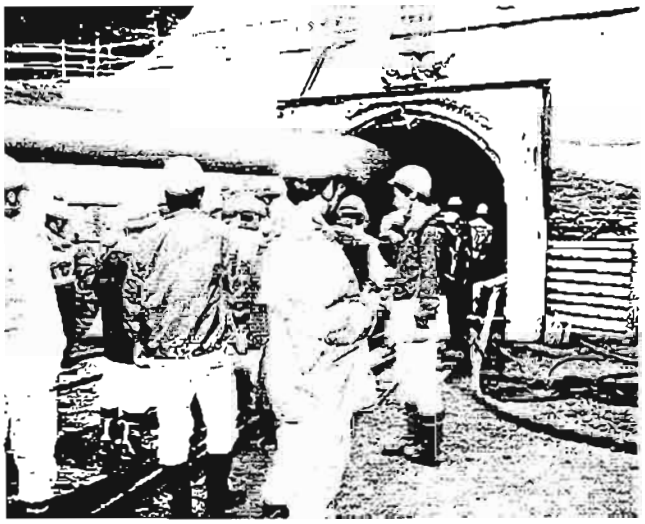
倉下地すべり地は、地質構造的に非常に興味深い地すべりで、平成 2 年頃より変状が知られ、平成 7 年 7 月の豪雨で活発化したと考えられている。その詳細は平成 10 年，11 年の学会で発表されている。当地においては、平成 10 年度災害関連緊急地すべり対策事業が現在施工中である。対岸から全景を望みながら姫川砂防事務所より地すべりおよび事業の概要説明を受けて現場見学を行った。現場では、排水トンネル，セグメント集水井，流末処理工などの施工状況を見学し、現在も進行中の地すべり変状の視察を行った。

日程を 1 日とし、支部 7 県の参加者が当日中に帰宅できるように配慮したため、10 月 1 日（金）朝 8 時半に長野市内のホテルを出発、夕方 4 時には長野駅解散という行程となった。移動は現場内の一部を除いて大型バス 2 台で行った。行程の制約もあり十分な討議の時間を持てなかった事を反省点としたい。

現地検討会実施にあたり、説明のために時間を割いていただいた姫川砂防事務所の各位、見学の便宜を図っていただいた工事ＪＶの方々、またボランティアとして働いていただいた県内各社に感謝あると共に、慣れない事とはいえ若干の手違いもあった事をお詫びします。

中部支部企画部会

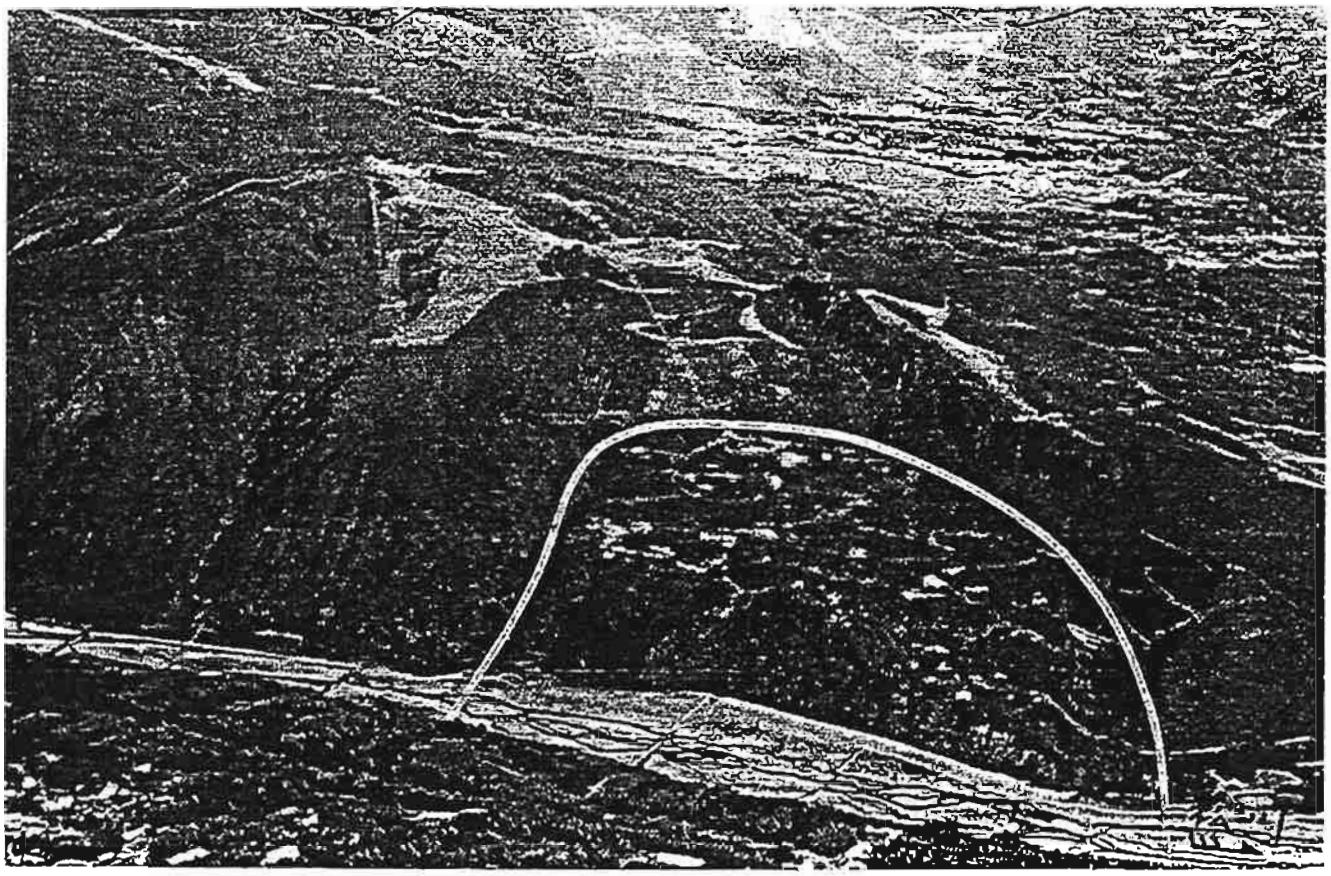
長野県姫川砂防事務所 水野泰秀所長，
大畑雅之技師による現場説明



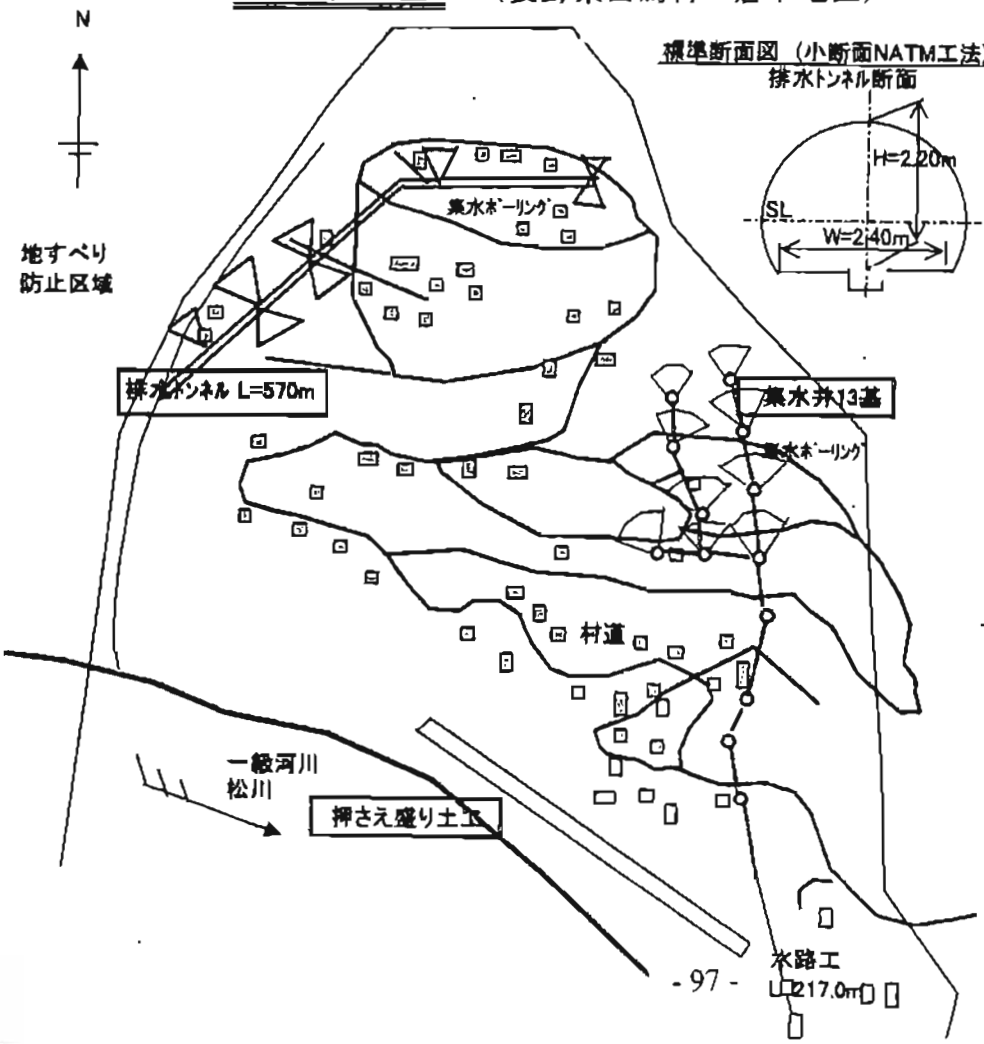
倉下排水トンネル工の坑内見学

安心して暮らせる生活の基盤づくりのための地すべり対策

長野県北安曇郡　白馬村　倉下地籍　　長野県姫川砂防事務所



平　面　図　（長野県白馬村　倉下地区）



標準断面図（小断面NATM工法）

排水トンネル断面

事業概要

9年度
建設省押さえ盛り土
V=80,000m3

10年度地すべり対策
調査費　C=101百万円

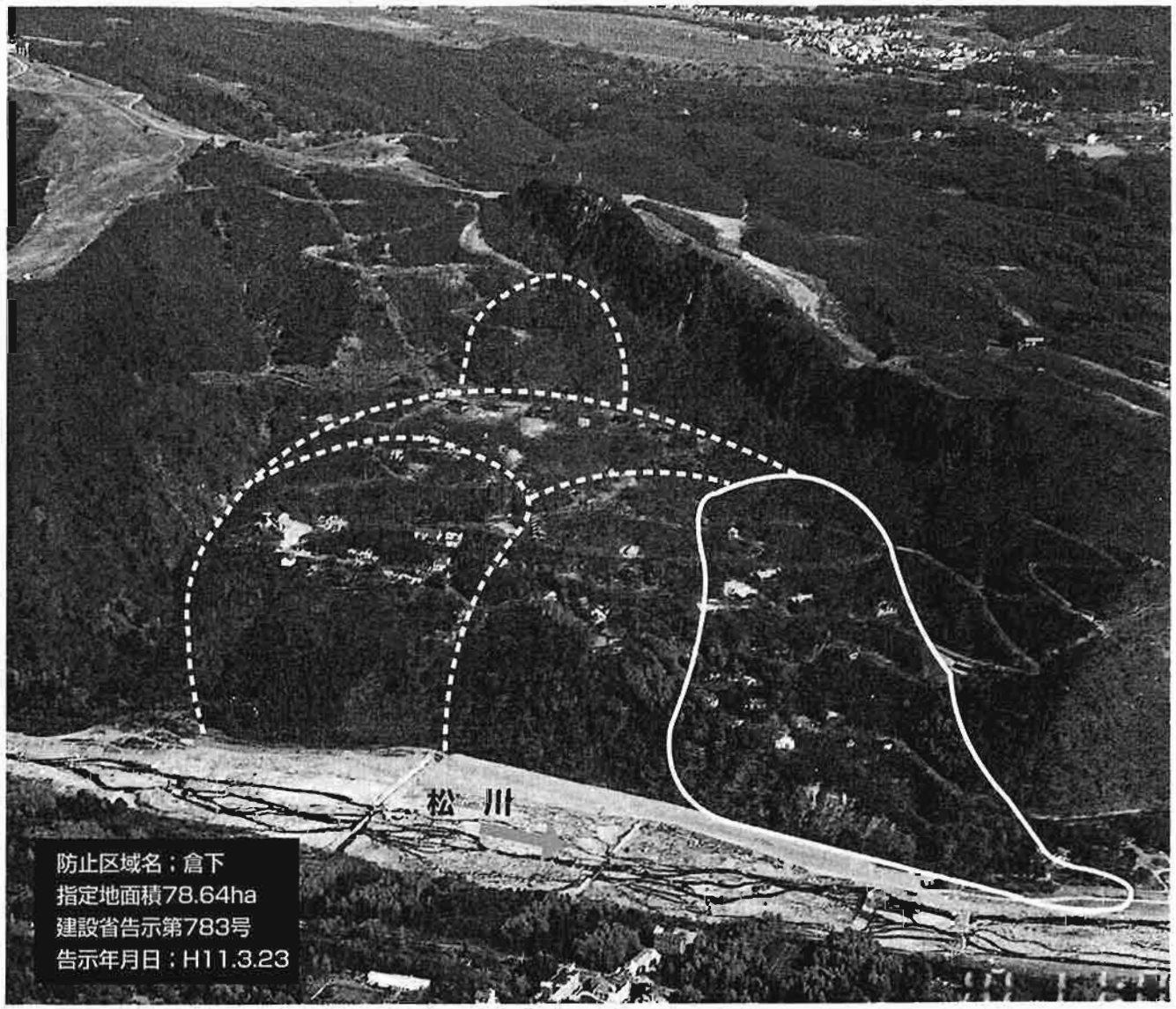
10年度地すべり対策
災害関連緊急地すべり対策

調査費	C= 150 百万円
集水井　13基	C= 750 百万円
排水トンネル L=570m	C=1,000 百万円
その他	C= 164 百万円
小計	C=2,064百万円

11年度地すべり対策
横ボーリング等　L=2,000 m　C=109百万円

倉下地すべり

平成10年度
災害関連緊急地すべり対策事業



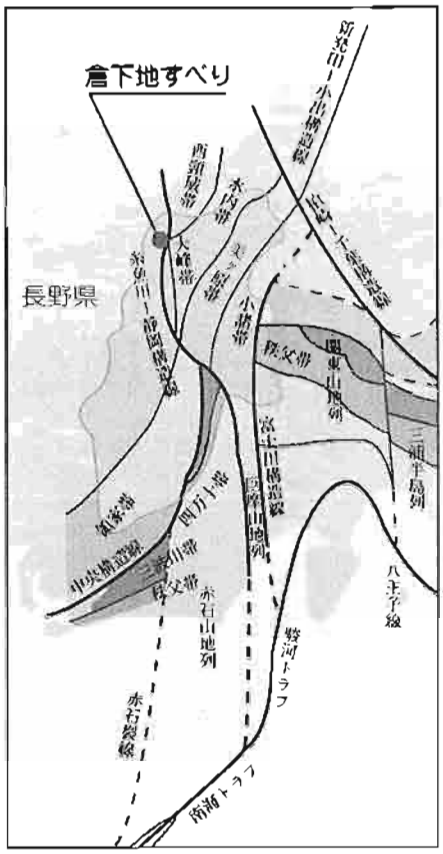
長野県姫川砂防事務所
〒399-9422 北安曇郡小谷村大字千国乙10307-3
TEL 0261(82)3100 FAX 0261(71)7003
倉下地区工事安全協議会

1. 地すべりの概要

倉下地すべりは、長野県北安曇郡白馬村に位置しています。(図－1)。この斜面は通称「どんぐり村」と呼ばれ、ペンションおよび別荘地として利用・開発されています。

地すべり活動による変状は、平成2年頃から確認されていましたが、平成7年に建設省松本砂防工事事務所が松川護岸の変状原因を調査したところ、地すべりによるものであることが判明しました。その後、平成10年3月21日の58mm／日の降雨と、それに伴う融雪水によって地すべり活動が急激大きくなりました。そこで、長野県は「災害関連緊急地すべり対策事業」として提案し、地下水排除工を主体とした地すべり対策工が採択されました。

長野県では、平成10年4月から平成11年3月にかけて、地すべり防止に関わる学識経験者・専門技術者によって構成される「倉下地区地すべり対策総合解析検討委員会」を設置し、検討を行っています。



図－1.倉下地すべり位置図

2. 地形・地質

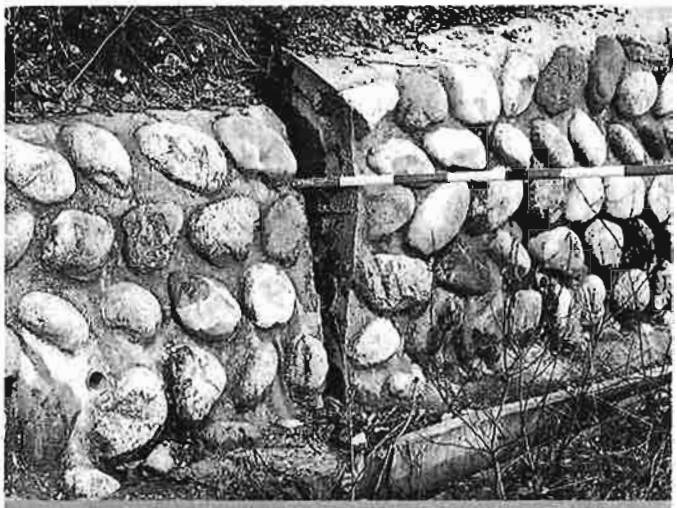
倉下地すべりは、その末端を姫川支流の松川に接し、側部および頭部を急崖に囲まれた標高760～1,100mの南向き斜面に発達した、幅800m・奥行き800mの大規模な地すべりです。当地すべりは末端部に急崖を形成し、それより上部は平均15度の暖斜面からなる、いわゆる地すべり地形を呈しています。地すべり頭部には、幅40m、長さ150m、落差20mに達する陥没帯が形成され、地すべりの巨大さを伺うことができます。

本地域周辺の地質状況をみると、基盤には青海－蓮華帯に属する古生界二畳紀の蛇紋岩、中生界ジュラ紀の堆積岩である来馬層群が分布し、それらを新第三紀の大峰累層に介在する溶結凝灰岩層が不整合に覆っています。また姫川沿いには、日本列島を東西に分断する糸魚川－静岡構造線が走っており(図－1)、これに伴う断層活動は現在まで続いていると考えられています。地すべり地周辺は、新旧様々な岩石によって構成され、複雑かつ脆弱化した地質となっています。

倉下地すべり地は、大きくはA～Dの4ブロックに分割され、このうちAブロックが最も活発に活動しています。Aブロックの規模は、幅300m・奥行き700m・最大地すべり層厚60mと推定されます。地質調査によって、地すべり地内の溶結凝灰岩層の分布は、Aブロックとほぼ一致し、溶結凝灰岩層が主な地すべり土塊になっていることが明らかになっています（図－2)。また、図－2に示したように、倉下地すべりは、その両サイドをF1・F2断層によって、三角形に取り囲まれた構造になっています。このように、倉下地すべり地は、複雑に発達した地質構造に規制された地すべりであるということができます。

3. 被災状況

倉下地すべり地では、Aブロックの村道や擁壁などの構造物に亀裂や段差が生じています。このような変状は、降雨や融雪に伴う地表水の浸透によって拡大します。



①Aブロック末端部の高水位護岸擁壁の変状

④どんぐり村手入り口村道の70cmのズレ

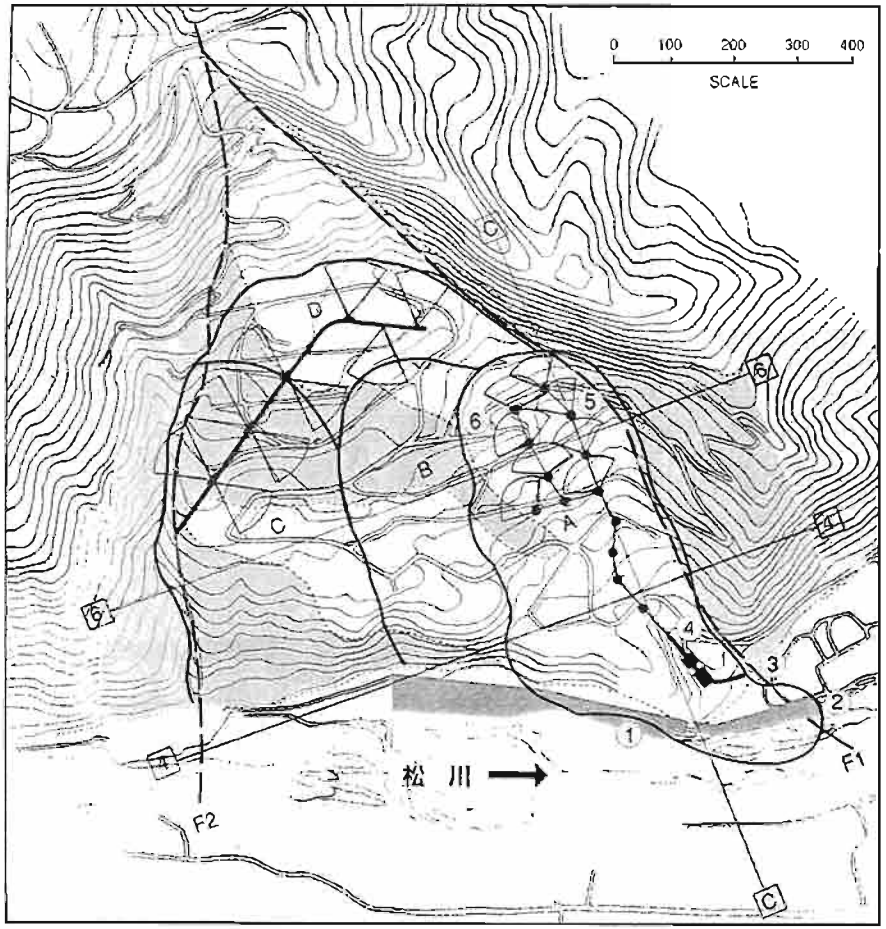
②Aブロック末端東側部の高水位護岸工の変状

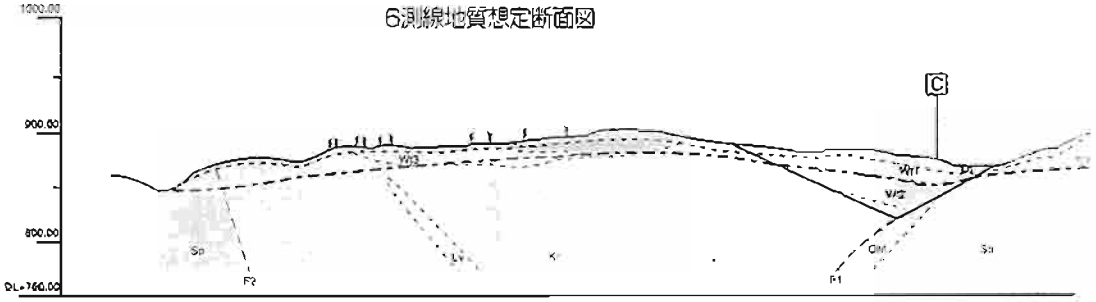
⑤Aブロック頭部の村道に現れた120cmの段差

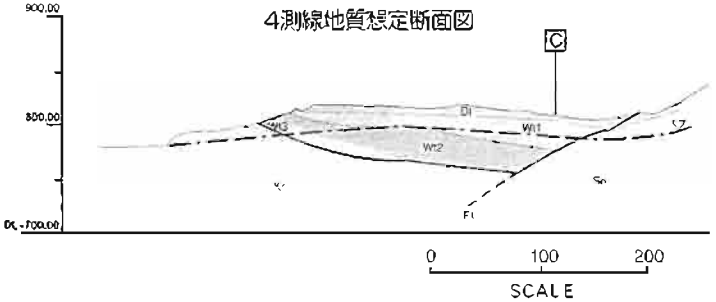
③保存家屋の変状と40cmの段差

⑥Aブロック頭部の村道に現れた亀裂

倉下地すべり平面図・断面図





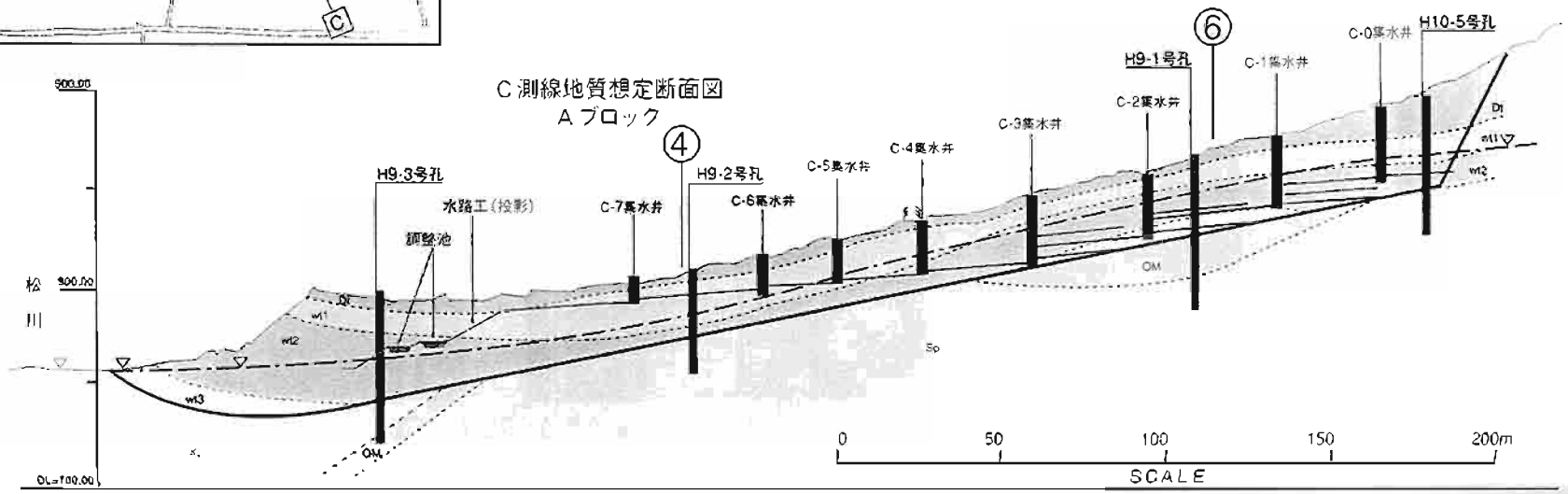


断面図凡例

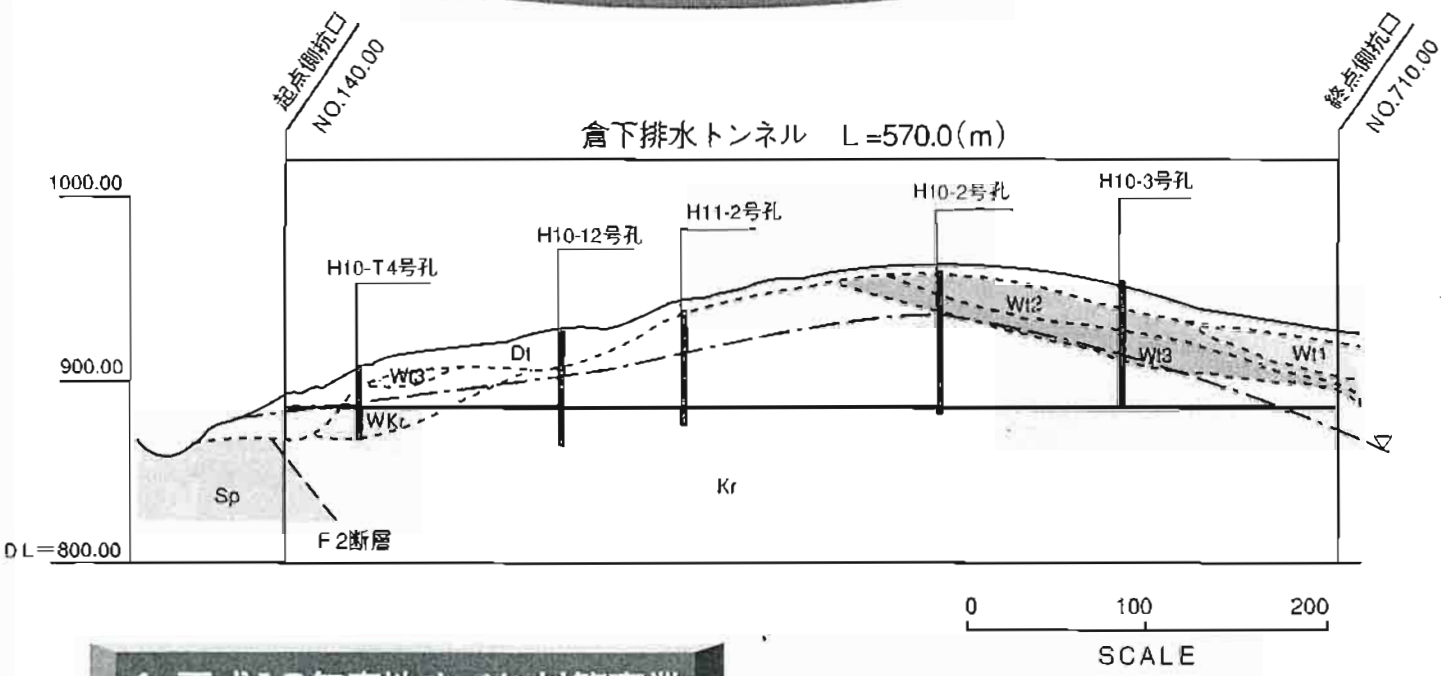
- ：崩積土
- ：溶結凝灰岩溶結部上部
- ：溶結凝灰岩強溶結部
- ：溶結凝灰岩非溶結部下部
- ：来馬層砂岩頁岩
- ：流紋岩
- ：石英マクネサイト岩
- ：蛇紋岩～カンラン岩
- ：断　層
- ：地下水位

平面図凡例

- ：溶結凝灰岩層
- ：来馬層
- ：蛇紋岩
- ：断層
- ：集水井工
- ：水路工
- ：排水トンネル工
- ：押え盛土工
- ①～⑥：写真番号



倉下排水トンネル地質縦断図



4. 平成10年度地すべり対策事業

表―1 平成10年度倉下地すべり対策事業

合　計	種　別	小　計	合　計
排水トンネル工	一般部	L=470m	ΣL=570m
	ボーリング室	L=100m	
	集水ボーリング		ΣL=9,300m
集　水　井　工	RCセグメント	6基	13基
	ライナープレート	7基	
	集水ボーリング		ΣL=8,200m
	排水ボーリング		ΣL=453.5m
水　路　工	水路工	L=115m	ΣL=172m
	調整池	2面　472.5m L=57m	

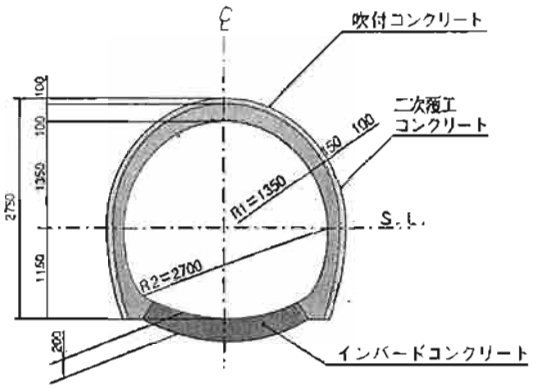
5. 倉下地区工事安全協議会

表―2 倉下地区工事安全協議会工区別一覧表

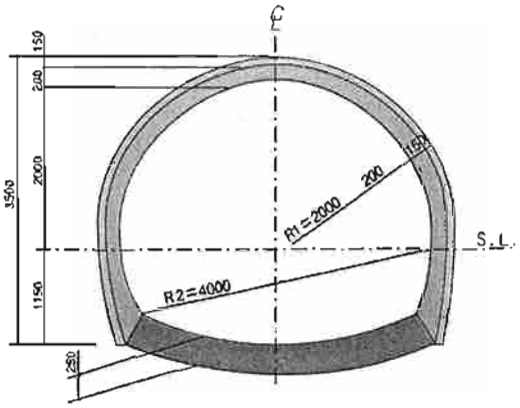
工区名	施工業者名	施工概要	工区名	施工業者名	施工概要
トンネル	森本・相模 建設共同企業体	排水トンネル工 集水ボーリング工	6工区	(株)峯村組	D-3・D-4集水井工 集排水ボーリング工
2工区	北陽建設(株)	C-1・C-2集水井工 集排水ボーリング工	7工区	(株)傳刀組	D-5集水井工 集排水ボーリング工
3工区	日本綜合建設(株)	C-3・C-4集水井工 集排水ボーリング工	8工区	金森建設(株)	C-0集水井工 集排水ボーリング工
4工区	(株) 興和	C-5・C-6・C-7集水井工 排水ボーリング工	9工区	(有)塩島組	水路及び調整池工
5工区	(株) 島崎組	D-1・D-2集水井工 集排水ボーリング工			

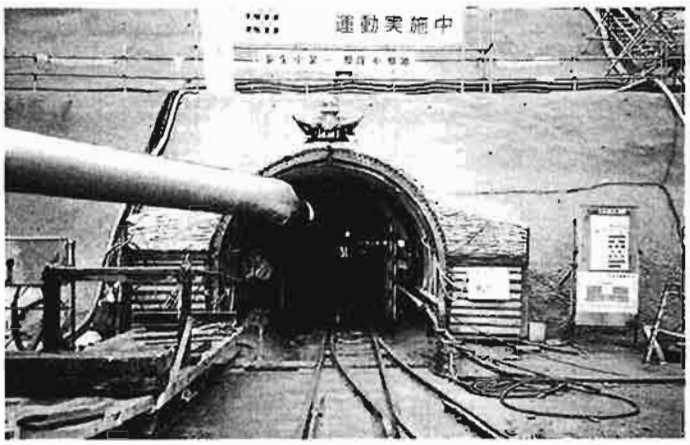
排水トンネル標準図

一般部



ボーリング室

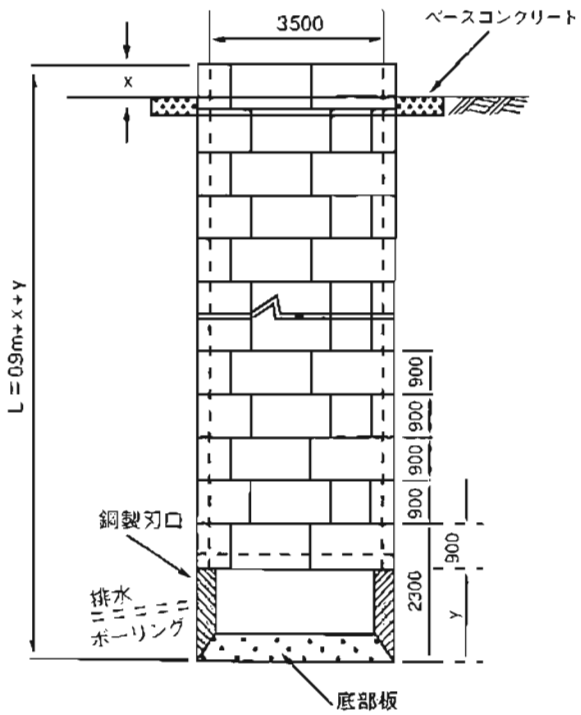




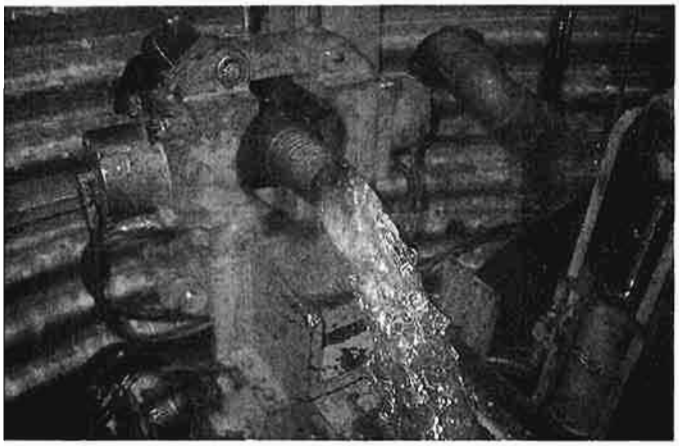
倉下排水トンネル工抗口

トンネル切羽状況

集水井構造図（RCセグメント）



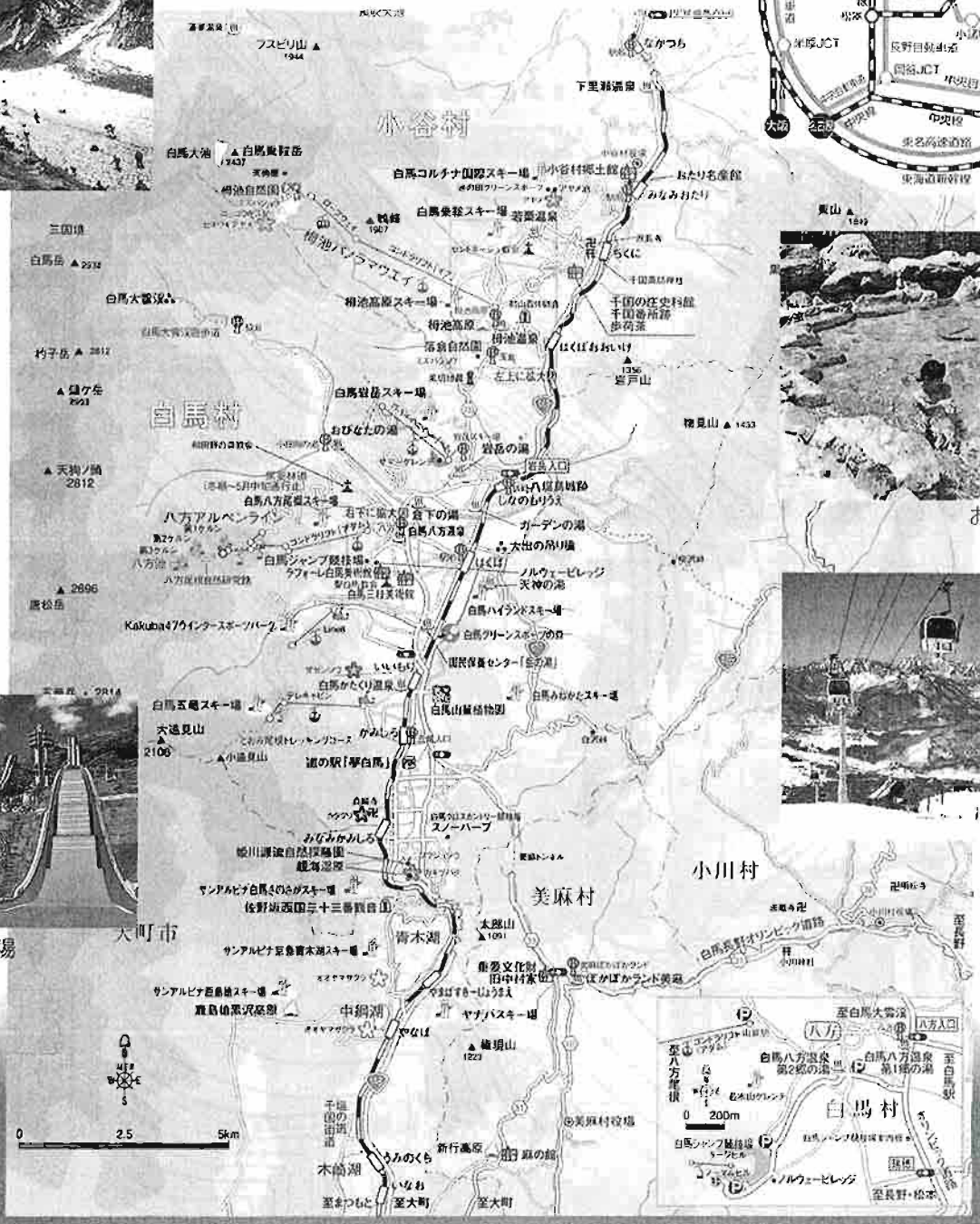
集水井掘削状況



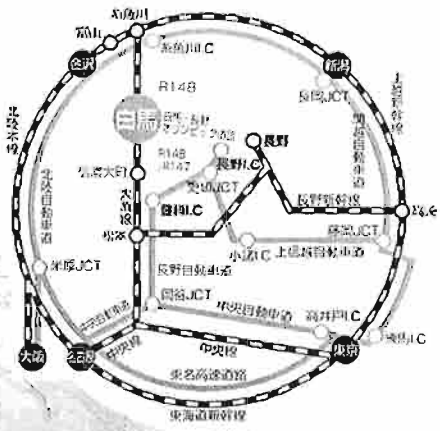
集水ボーリング掘削中の排水（400ℓ／min）

アルプスの街 白馬

▲白馬大雪渓



白馬村へのアクセス

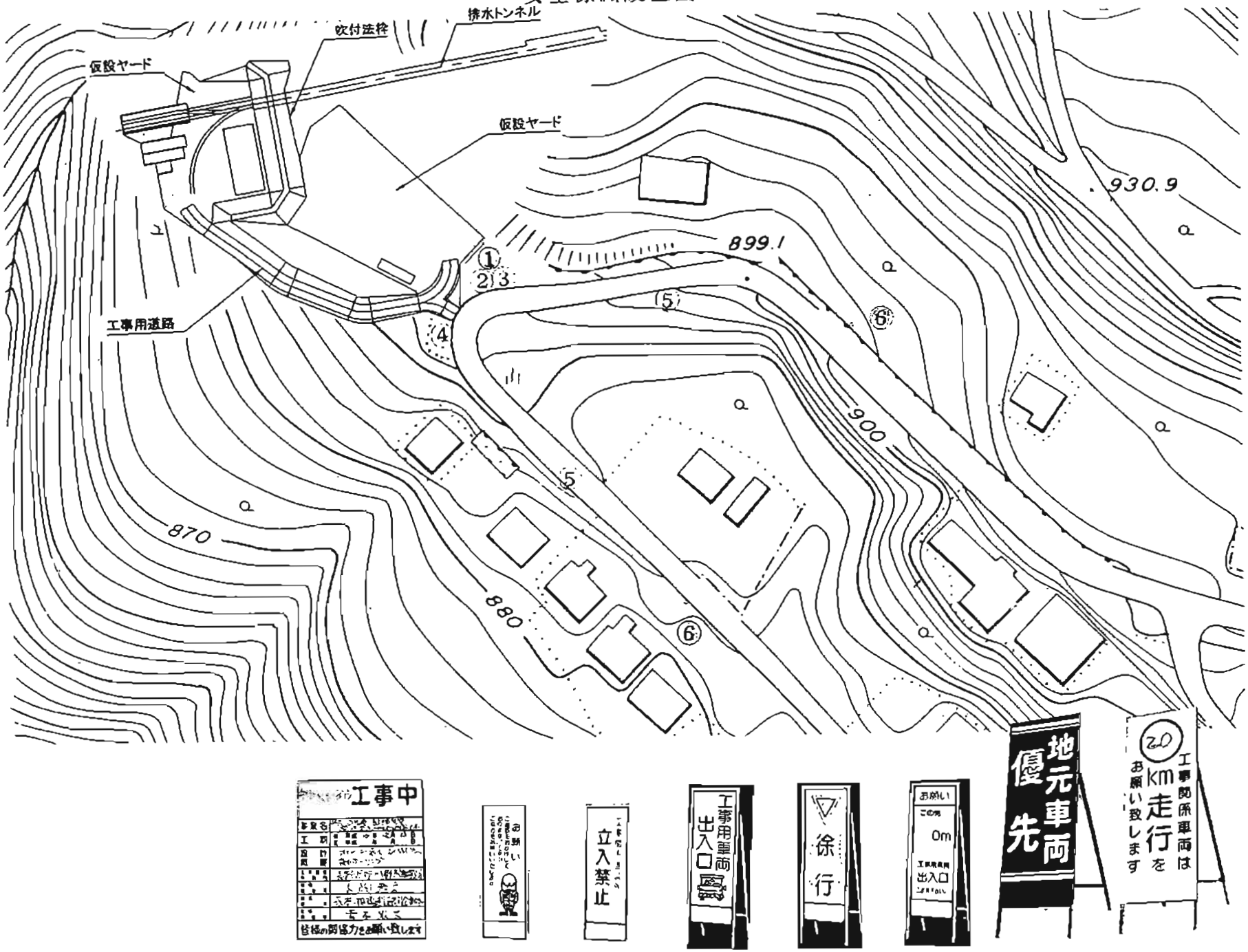


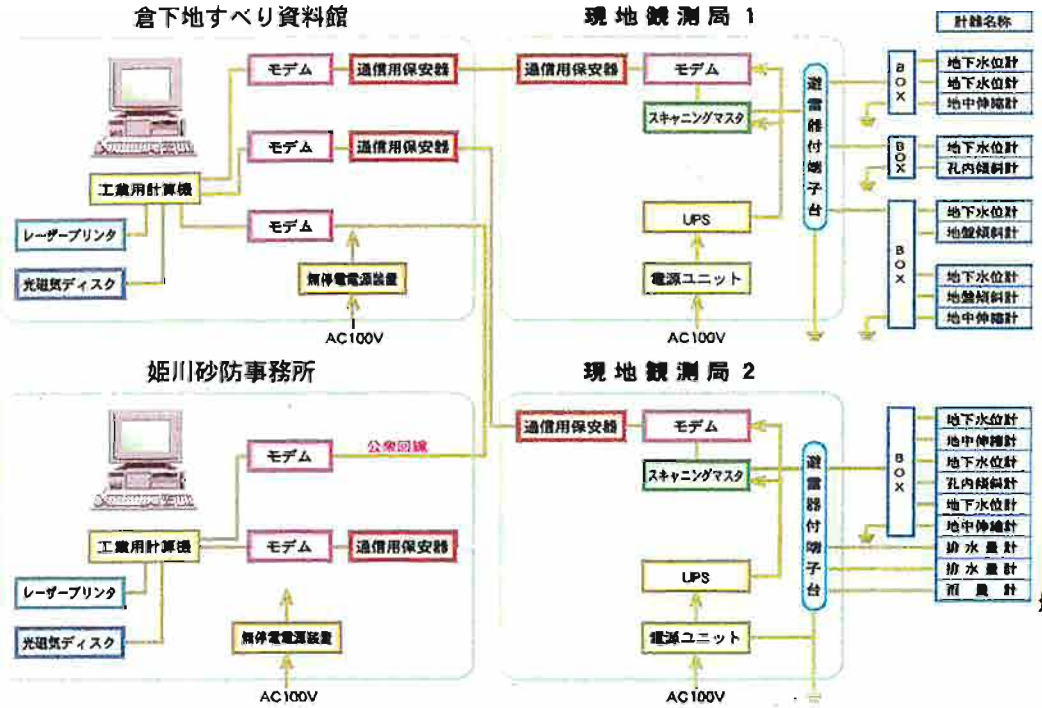
おびなたの湯▲

スキー場▲

▲白馬ジャンプ競技場

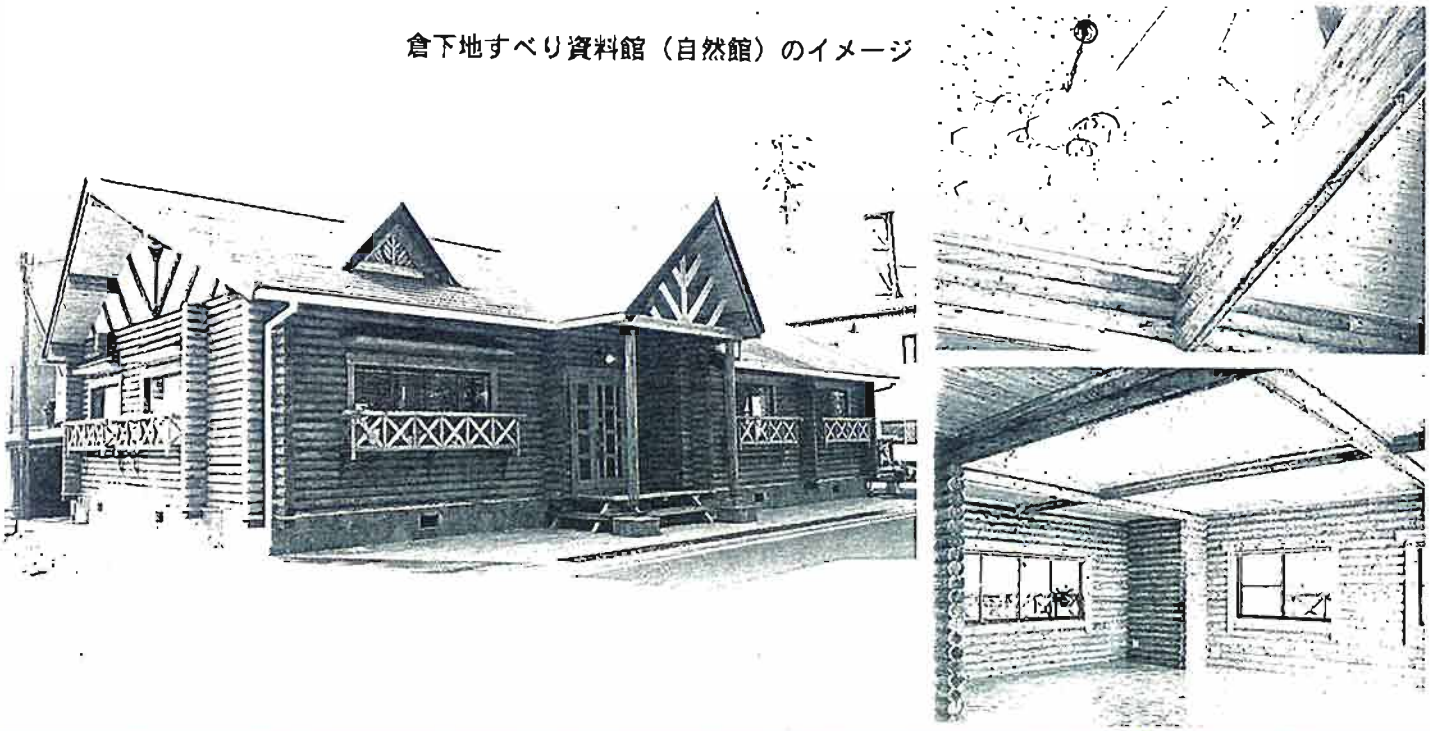
安全標識設置図


排水トンネル
吹付法枠
仮設ヤード
仮設ヤード
工事用道路
930.9
899.1
900
870
880
①
②③
④
⑤
⑥
工事中
立入禁止
工事用車両
出入口
徐行
地元車両
優先
20
km
走行を
お願い致します
工事関係車両は

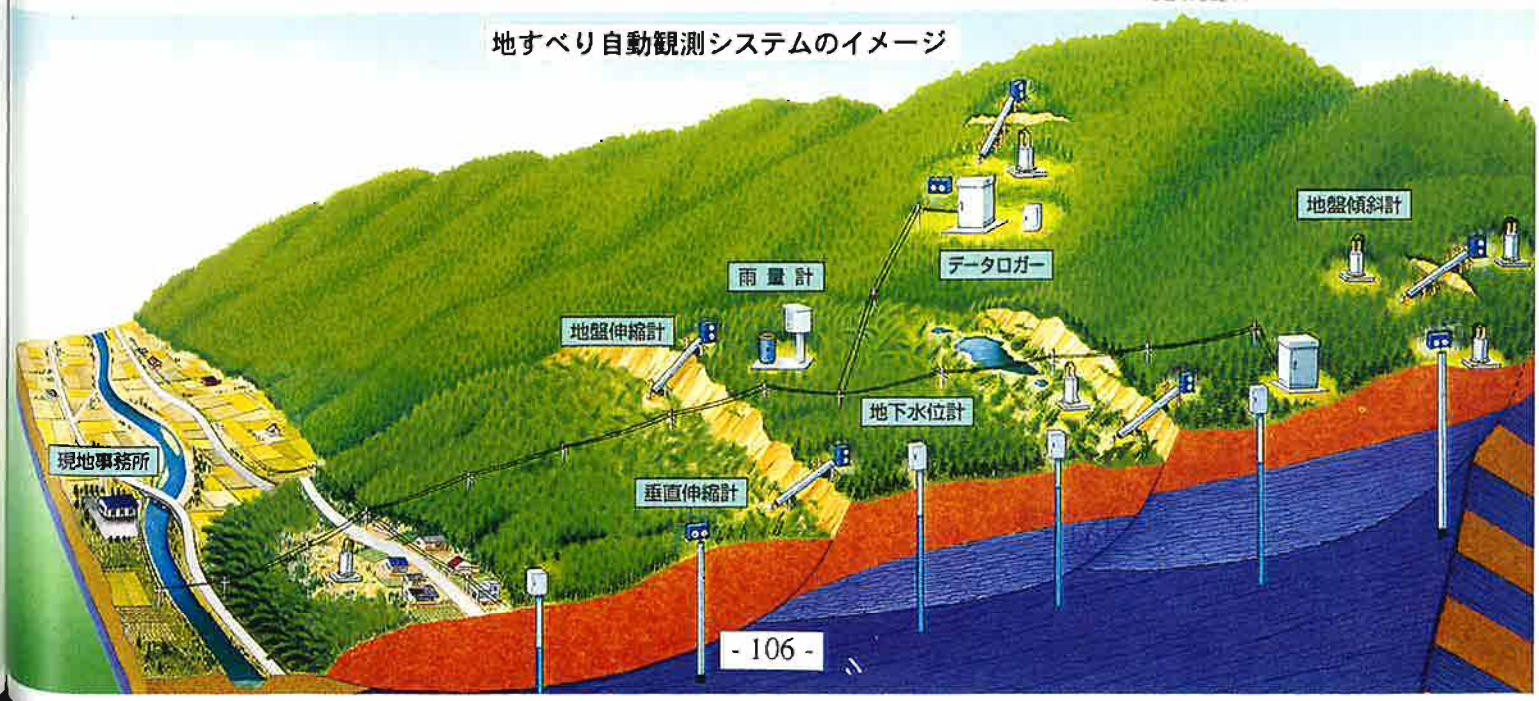


地すべり自動観測システム
ブロック図

倉下地すべり資料館（自然館）のイメージ



地すべり自動観測システムのイメージ



排水トンネル工地質観察図

坑内観察調査　地質縦断図

工事名　平成10年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

所長	課長	係長	係	現場代理人	記録者

測点	155	185	205
支保工番号	1	31	51
施工パターン	DⅢa	DⅠa	
区間長(m)	30.0	28.0	
地質縦断図			
地質・湧水状況	崩積土 (No155~185) ・工石砂化した石砂岩・頁岩で茶褐色角レキと黒色粘土からなる。 ・レキは手でもみほぐせ風化している。 ・湧水はほとんどないが降雨による水の浸水が多い。	強風化砂岩・頁岩互層 (No185~215) ・ハンマーで割れるレキ多くなる。 ・割れ目は変色している。 ・茶褐色に変色した岩は軽い打撃で割れる。 ・レキは10~20mm程度 ・湧水は滴水程度で時々集中湧水がある。	
施工状況	・鋼吹付とかぶり掘削する ・水による泥工盤 ・天端からの肌落が多く浸水した水で崩落するためウレタン系シリカレジン注入(PU-IJ工法)で先受する。 ・ロックボルト・フォアパイリング施工で孔壁がくずれるため自穿孔ボルトを使用する。	注入はリークする所がある。	・肌落・鋼面の抜落ちが多いため、PU-IJ工法で掘削する。 ・ボルトの孔壁はレキが崩れて荒れている。
計測工 内空変位	○	○	○ ○ ○
計測工 天端沈下	○	○	○ ○ ○
計測工 支保工応力	6/23~7/22収束	7/6~7/26収束	○ 7/13~8/4収束 7/16~8/10収束
計測工 吹付応力			○ 7/8~7/26収束
計測工 ロック軸力			

測点	205	213	221	224	239	239.7	244.7	254.7
支保工番号	51	59	67	70	85	86	91	101
地山分類	DⅠa	DⅠb	DⅠbs	DⅠcs	DⅠ[illegible]	DⅠ2as	DⅠ1as	
区間長(m)	28.0	8.0	3.0	15.0	0.7	5.0	20.6	
地質縦断図								
地質・湧水状況	砂質凝灰岩 ・茶褐色から白色砂状で締っている。 ・ハンマーで崩れ砂状		・溶結凝灰岩のレキ含む	崩積土 ・レキは硬質だが基質は未固結なシルトで軟らかく、軟硬差がある。 ・肌落・レキの抜落ちが多い ・湧水は滴水			・工砂崩れ状態	
施工状況	・泥工盤	・肌落が少なく締っているから先受をやめる。 ・孔壁は削孔水によって浸食され荒れる。	・泥工化盤補強にH鋼材使用	・レキは大きくカッターローダーで掘削・積込ができず人力で搬出する。 ・レキが大きいため破砕薬剤を使用する ・No234 一軸圧縮強度試験 ・転石が硬質のため軟岩ビット→硬岩ビットに交換する。				
計測工 内空変位	○		○	○			○	
計測工 天端沈下	○		○	○			○	
計測工 支保工応力	7/20~8/18収束		7/23~8/18収束	7/28~8/18収束			8/9~9/7収束	
計測工 吹付応力								
計測工 ロック軸力								

坑内観察調査　地質縦断図

工事名　平成10年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

所長	課長	係長	係	現場代理人	記録者

測点	254.7	265.3	294.3	303.3
支保工番号	101	112	142	151
施工パターン	DIlas	DIlas	DIcs	
区間長(m)	20.6	29.0	45.4	
地質縦断図				
地質・湧水状況	・黒色の砂まじり粘土がねてくる。 ・切羽中央に水道がある	・風化の数が少なくなる ・黒灰色の砂岩・頁岩になる。・石英まじる ・集中湧水が所々有る。	・高平レキまじる。	・シルト質まじる
施工状況	・転石が堅いため、振動による。転倒のおそれが出てくる。 ・抜落による金振が多い。 ・水による表面粘土流出	・鏡面の抜落で3mの注入先受を行う。 ・所々に硬質のレキがあるため硬岩用ビットの使用を続ける。	・鏡面の崩落が多いため3mの注入先受を行う。 ・No290 トリチウム分析	・肌落がなくなったためPU・エポエ法からモルタル注入に変更する。 ・硬質のレキが少なくなったため、軟岩用ビットに交換する。
計測工 内空変位		○		○
計測工 天端沈下		○		○
計測工 支保工応力		○		9/15～10/18 収束
計測工 吹付応力		9/7～10/18 収束		
計測工 ロック軸力				

測点	303.3	339.7	344.7	347.7	352.7
支保工番号	151	188	193	196	201
地山分類	DIcs	DI2cs	DI1cs	DI1as	
区間長(m)	45.4	5.0	3.0	17.6	
地質縦断図					
地質・湧水状況	・肌落が多くなる。 ・集中湧水	・20～30mmに固結する ・肌落少なくなる。	・肌落多くなる。	・天端崩落する。 ・鏡面2～抜ける	
施工状況	・切羽は時間がたつとゆるみ崩落する			・抜け落る骨が多くなったためシリカレジン注入を行う。	
計測工 内空変位	○	○			
計測工 天端沈下	○	○			
計測工 支保工応力	9/21～10/27 収束	9/24～10/30 収束			
計測工 吹付応力					
計測工 ロック軸力					

坑内観察調査　地質縦断図

工事名　平成10年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

所長	課長	係長	係	現場代理人	記録者

測　点	352.7	365.3	386.3	401.3	
支保工番号	201	214	236	251	
施工パターン	DI1as	DIns	DIcs		
区間長(m)	17.5	21.0	53.4		
地質縦断図					
地質・湧水状況	・集中湧水	・シルト・石炭まじり岩を含む	硬質な岩含む		
施工状況	・少量の湧水により天端崩落する。	・シルト・石炭まじり岩は、もろく、軽い打撃で崩落する。	・肌落等はあるが硬質な岩を含み比較的安定し、薬液リークが多くためモルタル注入に変更する。		
計測工　内空変位	○	○	○		
計測工　天端沈下	○	○	○		
計測工　支保工応力	9/30～11/4収束	10/7～11/11収束	10/18～11/11収束		
計測工　吹付応力					
計測工　ロック軸力					

測　点	401.3	438.7	444.7	450.7	
支保工番号	251	290	295	301	
地山分類	DIcs	DI2cs	DI1cs		
区間長(m)	53.4	5.0	20.6		
地質縦断図					
地質・湧水状況	・比較的安定しているが肌落が多くなる。 ・灰色の粘土層がある ・ふき出すほどの集中湧水がある	・湧水程度の湧水			
施工状況	・湧水と、作業水により道床盤が泥土化する。 ・吹付面にクラックが発生A計測の変位は一時的な動きでおちついているが増吹付を行った。	・湧水による崩落がある	・肌落し細かくくだける。		
計測工　内空変位	○	○	○		
計測工　天端沈下	○	○	○		
計測工　支保工応力	10/21～11/20収束	10/22～11/13収束	10/29～11/19収束		
計測工　吹付応力					
計測工　ロック軸力					

坑内観察調査　地質縦断図

所長	課長	係長	係	現場代理人	記録者

工事名　平成10年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

測　点	450.7	465.3	499.3
支保工番号	301	316	351
施工パターン	DI1cs	DIcs	
区間長(m)	20.6	46.0	
地質縦断図			
地質・湧水状況	・層状亀裂が発達した頁岩がある。 ・円レキ 150～200mm程度でハンマーでほぐれるものもある。 ・全面湧水	・層状亀裂の入った灰色の岩。 ・層状に湧水が有る。	
施工状況	・左側の肌落が多くなる ・坑床盤は不安定で泥土化となる。 ・リングカットの板を近す	・鏡を押し出す感じがする。	・層状亀裂の入った岩は、さわるだけで崩れる場所がある
計測工 内空変位		○	○
計測工 天端沈下		○	○
計測工 支保工応力		11/12～12/17 42本	11/17～12/17 42本
計測工 吹付応力			
計測工 ロック軸力			

測　点	499.3	511.3	512.08	517.08	537.68	547.68
支保工番号	351	363	364	369	390	401
地山分類	DIcs	DIas	DI2as	DI1as	DIas	
区間長(m)	46.0	0.78	~~5.4~~	20.6	46.72	
地質縦断図						
地質・湧水状況	・円レキ(200mm)	・灰色の砂は、粗粒となる。	・シルトまじりのレキ(20～40mm)	・固結した砂まじり頁岩 ・支保鋼をはさむ	・シルトまじり	
施工状況	・鏡面が崩落する。	・天端の砂質土はバサバサと崩落する。 ・肌落が多いためPU-IPI法により先受していく。		・天端は、建込後、ある時に崩落する。	・フォアパイリングの孔壁は荒れている。 ・発破はリーズが多くなる。	
計測工 内空変位	○			○		
計測工 天端沈下	○			○		
計測工 支保工応力	○			11/3～12/25 42本		
計測工 吹付応力	○					
計測工 ロック軸力	○ 11/3～12/25 42本					

坑内観察調査　地質縦断図

工事名　平成10年度国補災害関連緊急地すべり対策工事

所長	課長	係長	係	現場代理人	記録者

測点	547.68		584.4	589.4	597.4	
支保工番号	401		438	443	451	
施工パターン	DIas		DI2as	DI1as		
区間長(m)	45.72		5.0	20.6		
地質縦断図						
地質・湧水状況	・砂状	・砂状 ・掘削には水はないが、底盤補強時わきだす。	・黒褐色に変色した岩がある。	・砂状でドライな感がある ・白変色し含む ・比較的硬質な緑灰岩がある		
施工状況	・吹付後 盤はゆるみ 底盤補強吹付より 水がふき出す。 ・道床盤 泥土化する	・鏡面が抜落ちる。	・自穿孔の孔壁は 砂が崩れ 荒れている ・道床盤 泥土状 ・肌落が多くなる。 ・変色した岩は、細かく 破砕される。	・掘削時 肌落がある。 ・粘性土は、漏水がリークする		
計測工 内空変位	○	○	○			
計測工 天端沈下	○	○	○			
計測工 支保工応力	○	12/7～1/2 収束	12/13～1/11 収束			
計測工 吹付応力	12/2～12/28 収束					
計測工 ロック軸力						

測点	597.4	610
支保工番号	451	464
地山分類	DI1as	
区間長(m)	20.6	
地質縦断図		
地質・湧水状況	・全体に粘性土である。 ・緑灰色で破砕されたレキがある。 ・湧水は 揚水程度である。 ・黄土色の粘土をはさむ。 ・青灰色の凝灰岩がある	
施工状況	・吹付後 鏡面が抜けおちる。 ・漏水は ロックリーク 左右上昇する。 ・道床盤は泥土化する。	
計測工 内空変位	○	
計測工 天端沈下	○	
計測工 支保工応力	12/20～1/31 収束	
計測工 吹付応力		
計測工 ロック軸力		

排水トンネル工構造図

平成10年度

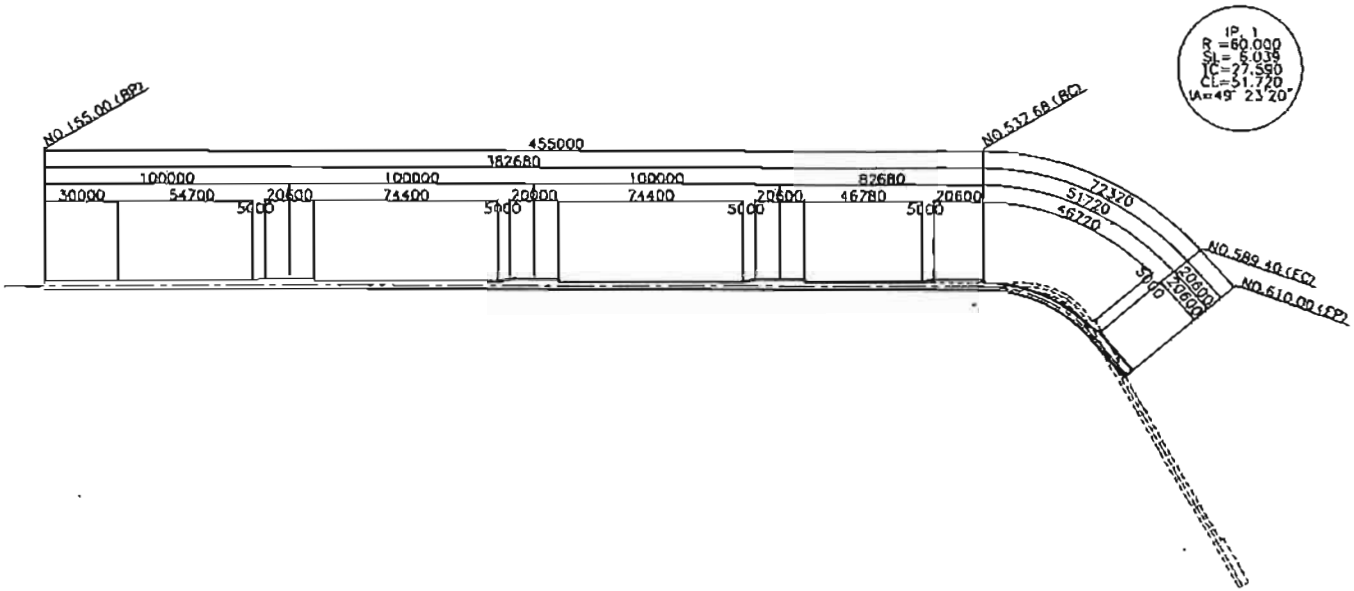
国補災害関連緊急地すべり対策工事

設　計　図

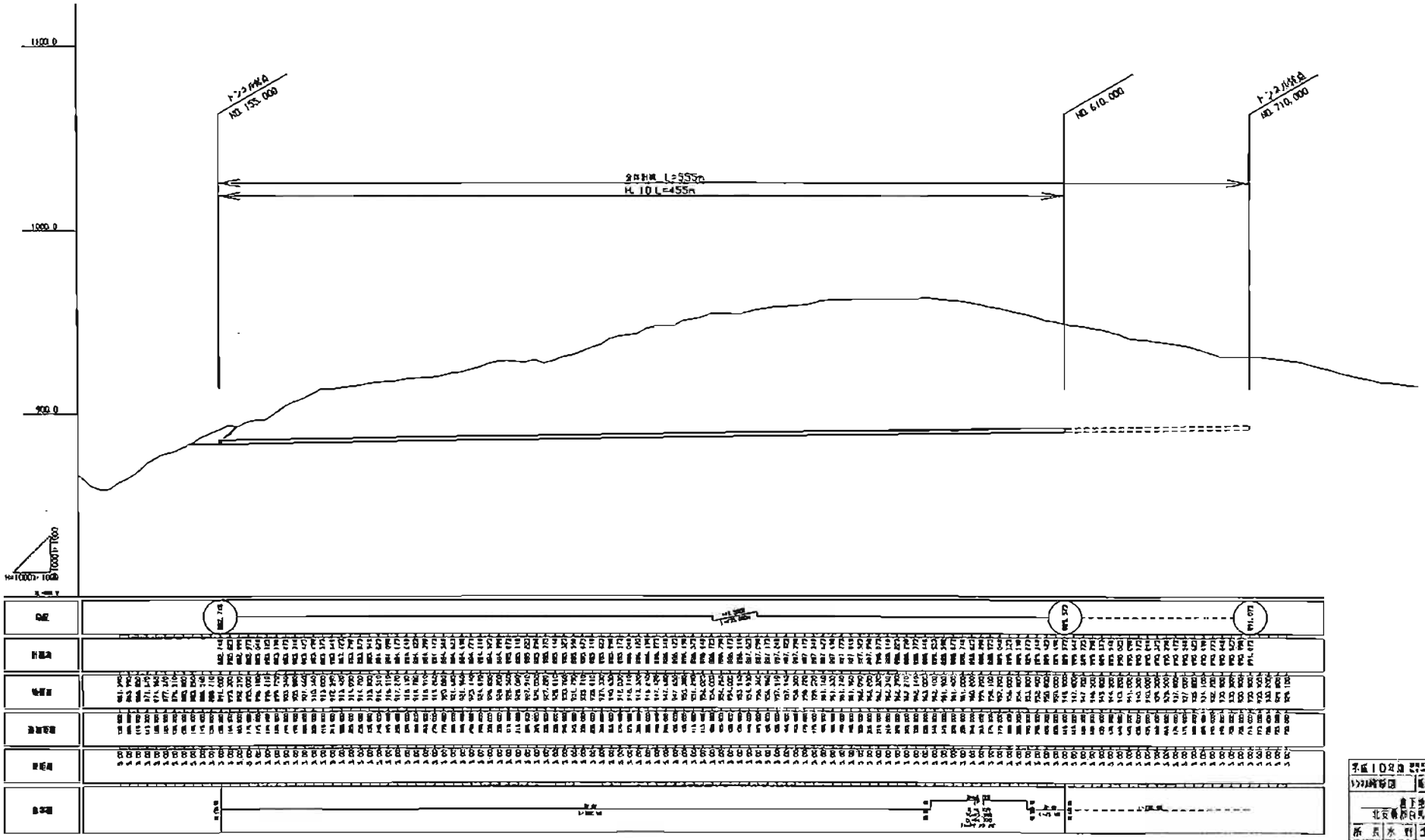
平成12年3月

長 野 県 姫川砂防事務所

排水トンネル平面図

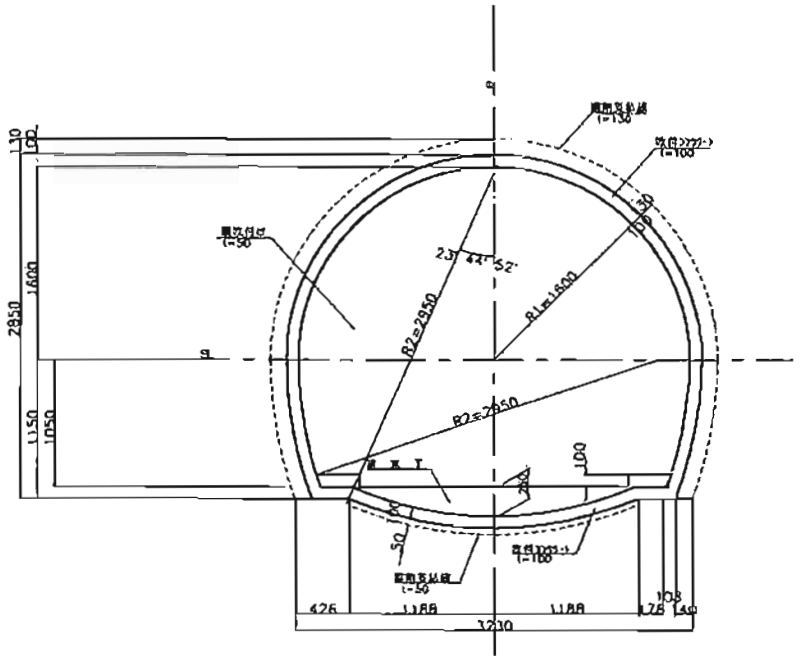

IP. 1
R =60.000
SL= 6.039
TC=27.580
CL=51.720
IA=49° 23' 20"
NO.155.00(BP)
NO.537.68(BC)
455000
382680
100000
100000
100000
82680
30000
54700
20600
5000
74400
20600
5000
74400
20600
5000
46780
20600
5000
72370
51720
46720
NO.589.40(EC)
NO.610.00(EP)
30000
20600
20600

排水トンネル縦断図


1100.0
1000.0
900.0
トンネル終点
NO.155.000
NO.610.000
トンネル始点
NO.710.000
2号排水 L=555m
H.10 L=455m

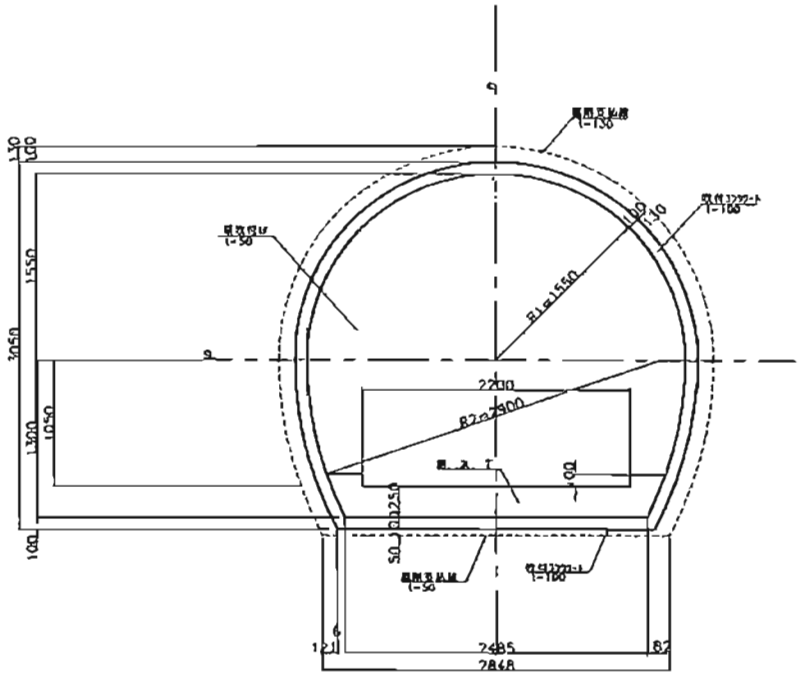
標　準　断　面　図（1）S=1/20

ＤⅢ断面



標　準　断　面　図（2）S=1/20

ＤＩ断面



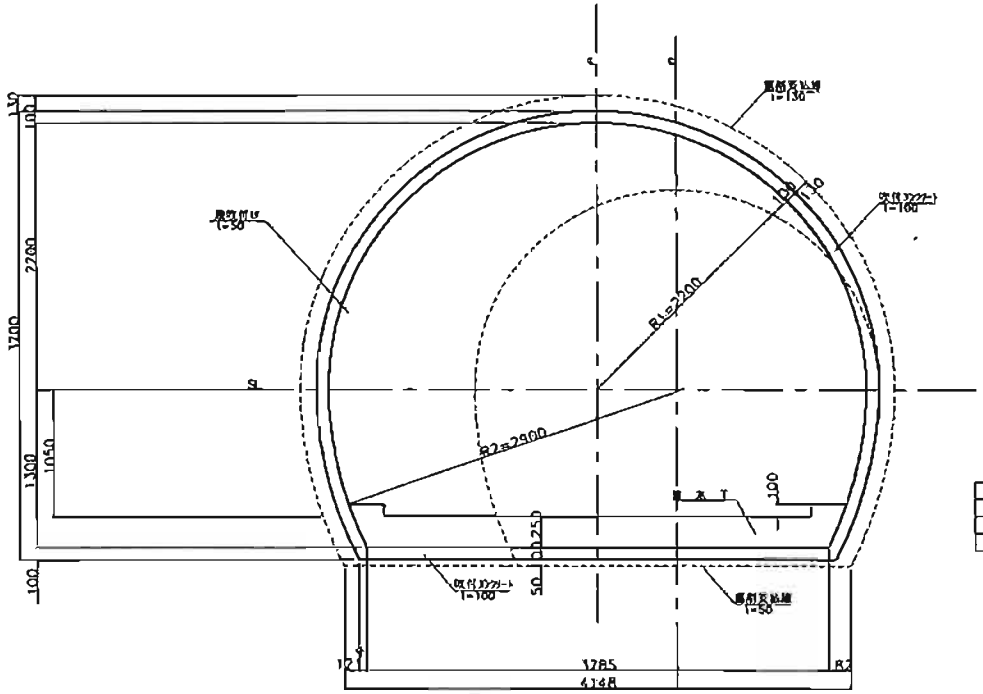
パターン名	ロックボルト	備　考
Ｄ１ａ	ロックボルト（４本）＋鏡面竹入（５，５本）	
Ｄ１ｂ	ロックボルト（７本）	
Ｄ１ｃ	ロックボルト（４本）＋ラップロッド（５，６本）	

＊本表に"＊"が付く場合は、スリット設置

平成１０年度	
標準断面図（2）	縮尺 1/20
道下地区	
北谷幕釜白馬村字道下	
作成	検査
図面番号	

標　準　断　面　図（3）S=1/20

ＤＩ１断面
（ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ室）

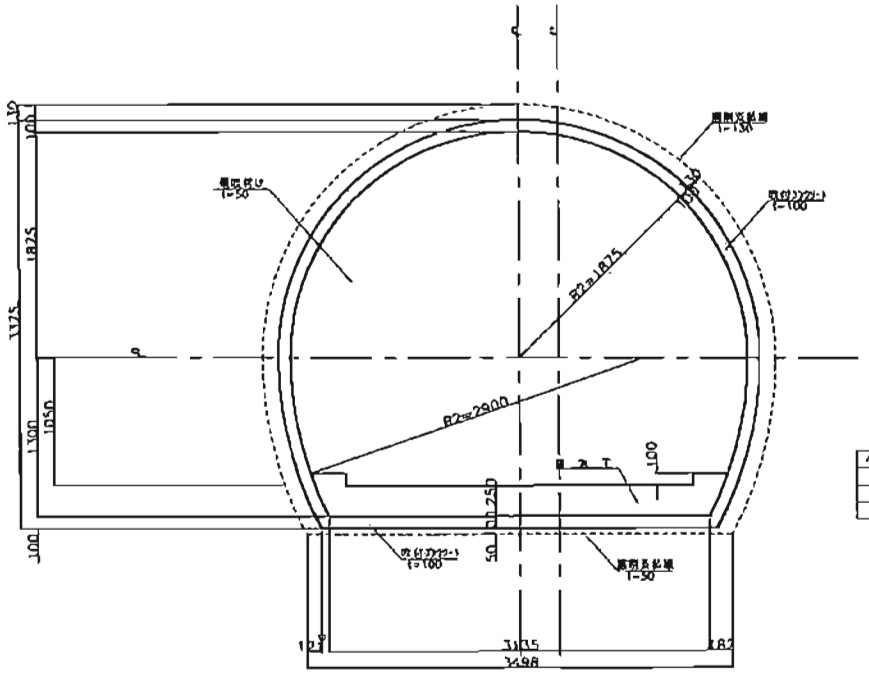


パターン名	ひび割れパターン	備　考
ＤＩ１a	ひび割れ（4本）＋鋼繊維混入（8、5本）	
ＤＩ１b	ひび割れ（9本）	
ＤＩ１c	ひび割れ（4本）＋ブロックパンチ（8、5本）	

※表現に"＊"が付く場合は、ストラット設置

標　準　断　面　図（4）S=1/20

ＤＩ2断面
（すり付け部）



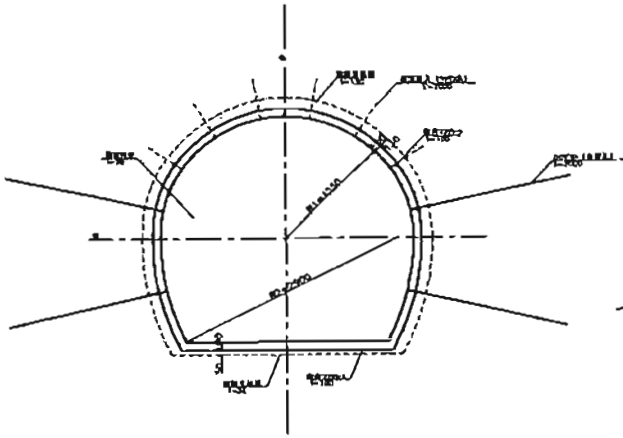
パターンNo	ロックボルトパターン	備考
ＤＩ2a	ロックボルト（4本）＋鋼製目入（7．5本）	
ＤＩ2b	ロックボルト（8本）	
ＤＩ2c	ロックボルト（4本）＋フルボイルド（7．5本）	

＊本図に"＊"が付く場合は，ストラット設置

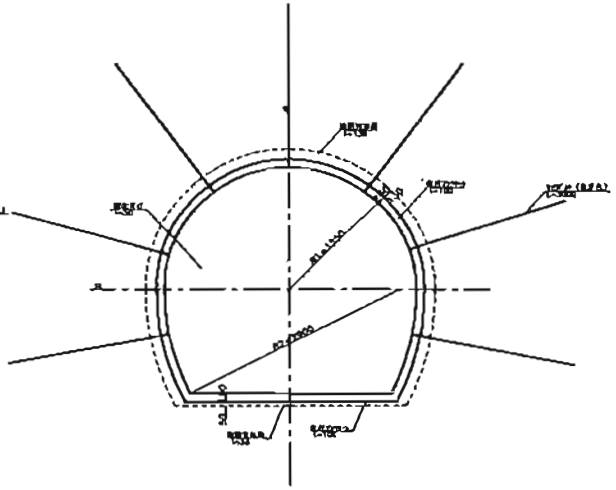
断面一覧図

S=1/30

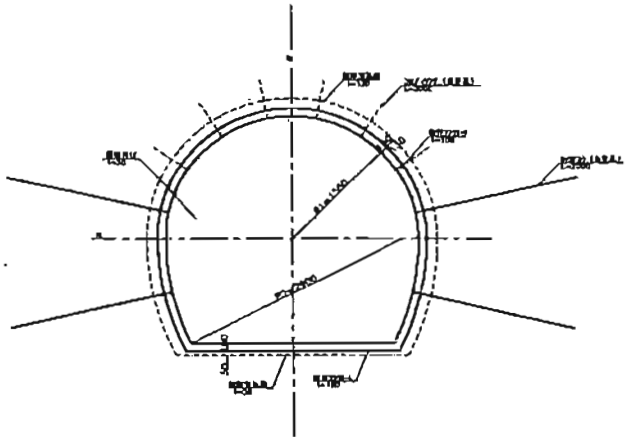
DI-a 断面



DI-b 断面



DI-c 断面



パターン名		コンクリートパターン	備考
標準部	DII	コンクリート（4本）＋鋼製支保工（0.5本）	
	DIIa	コンクリート（4本）＋鋼製支保工（0.5本）	
	DIIb	コンクリート（7本）	
	DIIc	コンクリート（4本）＋ウレタンライナ（0.5本）	
ターンバック部	DI1a	コンクリート（4本）＋鋼製支保工（0.5本）	
	DI1b	コンクリート（9本）	
	DI1c	コンクリート（4本）＋ウレタンライナ（0.5本）	
すりあがり部	DI2a	コンクリート（4本）＋鋼製支保工（7.5本）	
	DI2b	コンクリート（6本）	
	DI2c	コンクリート（4本）＋ウレタンライナ（7.5本）	

平成30年度	
断面一覧図	縮尺 1/30
北海道新幹線	
所長	次長
主任	担当
図面番号	

業務関係機関連絡先一覧表

業務関係機関連絡先一覧表

	所　　名	課・係名
長野県	姫川砂防事務所 土木部砂防課	工務課　工務第二係 地すべり係

	所　　名	課　　名
村道関係	白馬村	建設課

	所　　名	役　　職
地元関係	白馬開発 どんぐり区	所長 区長

	項　目	社　　名	部・課名
委託	検討委員会	(財) 砂防・地すべり技術センター	斜面保全部
	防止区域	アズミエンジニア	指定地申請
	地質調査 集水井設計	明治コンサルタント　長野支店	技術第一課
	トンネル設計 集水井設計	大日本コンサルタント　東京支社	道路構造事業部　地下構造課 水工部　第二課
	技術業務委託 (施工管理)	長野県建設技術センター 日本工営	防災部・総合技術部 道路防災対策推進センター 関東支店技術部・信越事務所

機械	自動観測	長野日本無線	通信電子技術部装備グループ
		明治コンサルタント　長野支店	技術第三課

記録	記録映画	文化映画新社	岐阜 本社制作部

平成１０年度　　災害関連緊急地すべり対策

	工　種	社　　名	工　事　概　要
本工事	トンネル	森本・相模建設共同企業体	排水トンネル
	集水井 2工区	北陽建設	集水井C－1，C－2
	集水井 2工区	日本綜合建設	集水井C－3，C－4
	集水井 2工区	興和　長野営業所	集水井C－5，C－6，C－7
	集水井 2工区	島崎組	集水井D－1，D－2
	集水井 2工区	峯村組	集水井D－3，D－4
	集水井 2工区	傳刀組	集水井D－5
	集水井 2工区	金森建設	集水井C－0
	集水井 2工区	塩崎組	水路及び調整池

平成１１年度　　地すべり対策

	工　種	社　　名	工　事　概　要
本工事	通常 1工区	篠崎組	水路工 横ボーリング工
	通常 2工区	日本綜合建設	集水ボーリング (C－4集水井)
	地域戦略 3工区	北陽建設	集水ボーリング (C－2集水井)
	地域戦略 4工区	峯村組	集水ボーリング (D－3集水井)

編集後記

本冊子は平成１０年度倉下地区災害関連緊急地すべり対策事業の事業概要についてとりまとめたものであります。

この災害では平成１０年３月２１日に発生した豪雨（日雨量 53mm）と多量の融雪水を原因として地すべりが発生しました。このような地すべり災害は倉下地区のみでなく全国に分布する地すべり多発地帯を初め、山間部のいたる所で毎年のように発生し、貴重な人命と財産を奪っています。

この記録をまとめるにあたり、編集スタッフは地すべり対策事業の段階や工種の概要を整理することに努力しました。特に対策工事では施工工程表の整理や工事記録の収集から始めました。

編集作業の段階から紙面の都合上掲載出来なかった資料や、文章表現が妥当でないためにうまく伝達できていないところも多いかと思います。しかし、他の事例に対しても参考となるように十分努力したつもりです。本書を御一読いただき、砂防技術、地すべり技術習得の場としてぜひ見学に来ていただきたいと存じます。

最後に編集にあたり、本書作成にご協力くださった関係各位に感謝し、編集後記といたします。

平成１２年６月

編集スタッフ

岸田　昇[1]　平林 茂生[1]　和沢 伊久夫[1]
大畑 雅之[1]　太田 好宏[1]
甘利 哲夫[2]　飯沼 達夫[2]　岡野 治雄[2]

（所属）
1 長野県姫川砂防事務所
2 日本工営㈱

長野県姫川砂防事務所
〒399-9422 北安曇郡小谷村大字千国乙10307-3
TEL 0261-82-3100　FAX 0261-71-7003