

秋 田 県

水災地区地すべり調査報告書

昭和42年3月

建設省土水研究所。

秋田県仙北郡西木村字戸沢地すべり調査報告

はじめに

この地すべりは、秋田県仙北郡西木村字戸沢地内(図-1)松木内右岸で、大曲市と大館市を結ぶ国道105号線に沿う丘陵地に発生したもので、道路の擁壁及側溝の一部に被害を受けたため、秋田県によって地すべり調査が計画された。

本年(41年)度秋田県道路、砂防課の委託により、土木研究所が本地すべり地の踏査及地下水の水質分析を行なった。

此はその報告である。

(1) 地形地質の概要について

調査区域の地形は、図-2に示す如く国道を挟む、巾約100m、奥行約120m、面積12haで比較的小範囲である。

斜面は全般的に緩かで、平均勾配は $0 \sim 12^\circ$ である。地域内上流北端には比高約20mの小山があり大小異なる多くの安山岩転石が露頭している。

尚、地域上部には、年中乾きを知らぬ比較的大きな沼及湿地帯が存在している。又1~2mの滑落崖も、土塊伸縮による多くの地表亀裂を生じている。

末端部においては、道路改良で施工された擁壁に大きな亀裂及転倒を生じ本地すべりが相当活発な運動を繰り返しているが推定される。

地質概要は、秋田県仙北郡西木村字戸沢地すべり調査(日本工管KK)資料によれば、松木内川に沿って新第三紀鮮新世に

属す宮田層、玉川石英安山岩、大仏火山横出の安山岩類にて構成されている。

本地すべり地区に於いては、宮田層に属す泥岩を基盤とし、

その上位に大仏岳の火山活動による安山岩類と比較的新しい崩積土類が被覆している。

(2) 水 質 調 査

地すべり地帯に分布する陸水は、地すべり現象との関連性が非常に多く、その陸水を調査説明することにより、陸水相互、地質、運動機構との関連性を把握することが出来る。

以上のような見地から当地すべり地内外に分布する陸水の水質調査を実施した。

(2-1) 陸水の水質変化について

地すべり地の陸水は、地表水（沼澤水、河川水等）と地下水（湧水、井戸水、ホーリング孔水）があり、地表水と地下水との溶存成分について比較すれば、地下水は地表水の溶存成分よりかなり多い場合が普通である。

その陸水の水理的特性についてのべると、一般に浸透時における地質条件、時間的条件（地下における貯留等）により水質組成が変化して溶存成分が漸増して来る。溶存成分が増加する因子として CO_2 が上げられる。その大気中の CO_2 が水に反応して $CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ のようにイオン化し、活性化した地質は、粘土、岩石等に作用して H^+ はイオン交換され、重炭酸 Ca 、 Mg が漸増して来る。又その増加に伴い水中の酸素が消費され還元状態になるにつれ、 Na 、 K の重炭酸塩が増加し、 Ca 、 Mg は Na 、 K に比較して減少して来る。

この起因については有機物によるものと思われる。このように、

Na 、 K の重炭酸塩に富んだ地下水を放圧地下水、もしくは深層地下水と地表化学的には区別されている。

〔2-2〕採水地泉

当地すべり地の地表水は、その地すべり地最上部にある用水路No.1の水が沼No.2を経て、一たん伏流し、フラックの上端が湧水（No.3）に湧出となり、下段にある沼No.4に達しており、

それが地すべり運動の最も活発な地域では地表水としては認められずほとんど伏流し、道路際の擁壁の上端から再び湧出（No.5）のものと、No.6の沢状になったものがある。

ボーリング孔水の採水は道路下のNo.1と運動の激しい地域の各割線上にあるNo.2～7まで採水し、（図-2参照）以上地表の6点、ボーリング孔水の7点、計13点について分析を行った。

〔2-3〕分析について

国土調査に基づいて〔水温〕〔PH〕〔アルカリ度〕〔Ca〕〔Mg〕の以上5項目については現地でを行い、〔Cl〕〔SO₄〕〔SiO₂〕〔Na〕〔K〕については試水を実験室に持ち帰り分析をし、結果は表-1に示す通りである。

〔2-4〕溶解成分による考察

〔アルカリ度〕

一般にサニ紀層地すべり地の陸水は、アルカリ度が概して高いことは、過去における地すべり地陸水調査で確認されている。これは前項でのべた如くHCO₃によるもので、水質試験を行う上で最も重要項目の一つである。

尚、当地すべりは、サニ紀層地すべりであるが、ボーリング孔No.1とNo.7以外は低く何らの異常は認められない。

[Cl]

Cl の起源は、海岸からの塩（凡塩塩）化石塩水、岩塩、温泉及び火山噴出物以外は岩石の風化による供給はほとんど認められないのが普通であるが、その他は人為的な汚染による影響がほとんどであるが、当地すべり地の陸水は、 $5 \sim 10 \text{ mg/l}$ と本邦平均含有量 7.1 mg/l に比較して何らの異常は認められない。

[SO₄]

SO₄イオンの行動及び起源については、はなはだ複雑で、はっきりしていないが Cl と同様に岩中の海塩を起源とする硫酸塩があり、又硫酸塩堆積物である石膏 ($\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)、硫化物の酸化、泥岩層、温泉水及び海水の混入が考えられる。

当地すべり地内の陸水においては、昭和42年8月11日に採水した地表水については、ボーリングと比較して全般的に高値を示している。これは地表を覆っている泥炭層状の植土の影響によるものと思われる。

[SiO₂]

SiO₂ は水中に種々様々の状態で存在しているが、大別し不溶性 SiO₂ と溶解性 SiO₂ にわけられるが、水質調査では溶解性ケイ酸のうちコロイド状のケイ酸以外のものを対象としている。

又、SiO₂ が河川に溶出されるものとしては、岩石（火山岩が特に多い）、粘土（火山灰系のものが特に多い）及びプランクトン等が考えられる。当地すべりの陸水は $5 \sim 21 \text{ mg/l}$ と河川平均 13 mg/l と較べて何らの異常は認められない。

[Ca]

我が国のCaの起因としては、石灰岩の影響が大であるがその他の岩石、粘土の影響^サの^サがすこしば出来ない。当地域の地表水及びボーリング孔のうちBVI及びBVFは、ある程度他と比較して、Caの量は多く、その他の陸水については、非常に小さな値が示されていることは、この附近に存在する構岩鉱物が泥岩等のCa含有量の非常に少ないもので構成されているためと認められる。

[Mg]

海水の混入及び緑色岩の存在がある所では、Mgの濃度が大きくなって来るが、Caと同様にその他の岩石、粘土からの供給を見捨てることが出来ない。

当地域の陸水についてのべると、本邦河川平均 3.6 mg/l と比較してBVI及びBVF以外はCaと同様に何んう異常は認められない。

[NaとK]

Naの起源はほとんどclと同様であるが“陸水の水質変化について”の項でのべた如く、即ち、深層地下水には、NとKの濃度が高くなっている。

当地域における陸水全般にはNaとKの含有量は少なく、深層地下水と思われる水質は認められない。

地 表 水

〔地表水〕

地表水については「採水地質」の項でのべたように、地すべり地最上部にある用水路の水 (No. 1) が、この地域全般をうるおし、

伏流したものが平坦地では沼地となり、又再び伏流して道路際の擁壁の上端からの湧出 (No. 5) と R-V のと、擁壁の南側に沢状 (No. 6) となって流したものとにわけられる。

又その No. 5、No. 6 は再三における伏流で、著しい水質変化は認められず、ほとんど用水路の水 (No. 1) と同様な水質組成をしているところから考えて、浅層部の伏流であって、構成岩鉱物である粘土、泥岩等による影響はほとんどないものと推定される。

〔ホーリング孔水〕

ホーリング孔水も地表水と同様に溶存成分が少なく、特異性は認められないが、しいて上げれば他のホーリング孔水は比較して重碳酸マフネシウムのある程度の存在が認められた道路下の BV1、及び地すべり地最上端を横断する割線 (B) の南端部にある BV7 が上げられる。その BV1 孔水は、地すべり地に存在する他の地下水の源を異にするものと思われる。

又、BV7 については、溶存成分の高い深層地下水の微量の混入されたとの現象階では推定される。

以上は地表水とホーリング孔水につき何々についてのべたが、当地すべりは全般的に溶存成分の低い用水路水の浸透により、又浸透路における、地質等による影響もほとんど受けない箇所

る浸透水と認めれる。又図-2-1.のダイヤグラムによる分類に
ついては、地表水とボーリング孔水との成分組成が異っている
が採水年同同時が地表水は41年8月11日でボーリング孔水は
41年10月2日と時期的にづれてゐること、溶存成分が微量で
あるためと認めれた。

(3) 地すべりの発生機構について。

各種調査(日本工管KK)観測資料を基に、当地すべりの発生機構を考えると次の通りである。

(3-1) 当地の地すべり運動は、土質と密接な関係にある。

これは、図-3.4.5. のボーリング柱状図にも示される如く、凡化泥岩と比較的良好な泥岩を基盤とし、その上部にローム系の崩積土類が被覆している。

前記凡化泥岩は、軟らかく粘土化しつつあることから容易にすべり面を作る可能性は十分考えられる。

尚、砂質ローム、礫文のローム、粘土類は全般的に軟弱で、その層厚は平均5m程度で比較的薄層である。

(3-2) この地すべり運動は降雨と密接な関係があり、表面移動量調査の傾斜計及伸縮計共降雨後大きな変動を示している。

(3-2-1) 傾斜計

傾斜計測定結果では、図-9.10.に示される如く、K-1、日平均変動量 27.00 ± 5.98 K-2、日平均変動量 63.24 ± 9.28 K-3、日平均変動量 48.43 ± 9.47 K-4、日平均変動量 51.35 ± 8.17 といずれも基底変動量を越え明らかに地すべりの影響によるものと推定される。しかし、傾斜歪の累積は、K-2を除き他の三ヶ所については認めがたい。

この現象は、図にも見られる如く、全計器共10月28日~30日(降雨^{1,063mm})の連続降雨で変動が示されている。

尚、活動土塊より少々離れている、K-1、K-3、K-4では

その日変動も少なく、地すべり中央に位置するK-2では、前記
ニヶ処に比べ一番大きな傾斜変動が示されている。

又、11月30日 (80.2^{mm}) 11月20, 21日 (32.1^{mm}) 11月25日
(22.7^{mm}) 12月4, 5日 (77.1^{mm})の降雨でも上記の様な現象が見
受けられる。

又、12月16日の降雪期に入る1週間前及入、てから、著しい
大きい日変動がみられるが、これは冬期に入り、夜、昼、の温
度変化が激しく、夜の温度低下による土塊の凍結又昼の温度上昇
による土塊の融霜等に起因するものと推定される。

以上の結果より、当地すべり地が比較的薄層であることから
降雨がすぐ土塊に影響する、又土塊が撓乱されているものと推定
される。

[3-2-2] 伸縮計

伸縮計測定結果では、図-9 に示される如く、S-1, S-2,
S-3 の三ヶ所共10月15日~12月20日約2ヶ月間で、S-1は 36^{mm}
の圧縮歪、S-2は 27.2^{mm} の引張歪、S-3は 40^{mm} の引張歪と比較
的大きな歪が記録される。

特に、10月28日~30日の3日間で(雨量 106.3^{mm}) S-1. 14.6^{mm}
($5^{mm}/day$) S-2. 4^{mm} ($1.3^{mm}/day$) S-3. 7.2^{mm} ($2.4^{mm}/day$) と
大きな歪を示すが、11月16日~12月5日の19日間(雨量 353.2^{mm})
の長期連続降雨では S-1. 9.4^{mm} ($0.5^{mm}/day$) S-2. 10.5^{mm} ($0.55^{mm}/day$)
S-3. 16.2^{mm} ($0.85^{mm}/day$) と前記に較べ非常に小さい変動を示し
ている。

尚、地すべり地上部に位置す。S-3 では、他の2ヶ所より大きな歪を示している。

又、12月3日～4日の降雨終了后では、上部S-3、及び部S-1では動きが徐々に小さくなり、12月15日以降の降雪では、ほぼ停止状態となっている。

地すべり中央（即ち末端）に近いSの2は、降雨終了後も緩慢な累積傾向が示されるが、上記2ヶ所同様、12月15日以降の降雪では停止状態となる。

以上のことから当地すべり地の誘因は、降雨の浸透地下水による間隙水圧の影響によるものと推定される。

尚、積雪期に入り全伸縮計とも停止状態となっているが融雪期に入っただけで、この地すべりは活発な運動を開始するものと想像される。

〔4〕 すべり面

すべり面は、図-3、4、5、のボーリング柱状図とすべり面測定結果を基に解析すると、

此の地すべり地は、前にも述べた様に凡化泥岩と比較的良好な泥岩を基盤とし、その上部に崩積土が被覆している。

BV No.4、図-3及図-7のすべり面測定結果40m附近の凡化泥岩内にすべり面が認められる。

BV No.5、図-4及図-7のすべり面測定結果60m附近の砂質ロームと凡化泥岩の境界に圧縮歪のすべり面が認められる。

BV No.6、図-5及図-7のすべり面測定結果40m附近の即ち

礫石ロームと凡化泥岩の境界附近に引張り歪のすべり面が認められる。

以上の結果から剖面線についてすべり面(すべり)を考えると、上部BVNo.6、BVNo.5号孔では、明らかに地層の境界ですべり面も形成しているがしかし下部BVNo.4号においては4m附近の凡化泥岩内にすべり面を形成している。

これは、BVNo.4号孔が滑動末端部に位置し、図-7にも示される如く、このすべりが圧縮歪であることから、上部土塊の滑動により、下部土塊が耐えきれず比較的もうく軟かい凡化泥岩も剪断しすべり面とされ、本来の滑動の中心となるすべり面は、BVNo.5、BVNo.6に見る如く、前積土層と凡化泥岩の境界面にある歪が推定された。

〔5〕 地下水検層

BVNo.4号、図-11に示される如く、5.0m、7.8m附近の凡化泥岩と泥岩の境界附近及泥岩内に明瞭な抵抗の変化が示されている。後者7.8m附近については図-3、ホーリング柱状図にも示される如く比較的硬い岩盤で多数亀裂が認められていることから、地下水の流れはこの亀裂を通った水と考えられ、当地すべり地では前者の地層境界を通った地下水が直接影響し、後者が間接的に作用しているものと思われた。

BVNo.5号、図-12に示された如く、2.0mと5.8m及6.8m(6.8m以降については検層用コード挿入不能につき欠割)附近の、砂質ローム層内、砂質ロームと凡化泥岩の境界、凡化泥岩内に比

較的明瞭な抵抗の変化が認められる。

前者 2.0^m 附近に認められる変化は、地層的にも軟弱でかつ全般的に砂質系である。

中者 5.8^m 附近は地層の境界附近で水は比較的この区も流れるものが多い。(又多く認められている。)

後者 6.8^m 附近^{以下}については、あまり顕著な抵抗の変化はない。

BV No. 6 号、図-13に示される様に 2.5^m 附近ロームと礫文リロームの地層の境界に明瞭な抵抗の変化が認められる。

尚、それ以下については、あまり顕著な抵抗の変化は見当らない。

以上の調査結果より、当地すべり地では、2.5^m~5.8^m 附近と比較的浅く、地層の境界附近に地下水の流動面と基盤の泥岩中の亀裂を通る地下水とが認められた。

そしてすべり面が崩積土層と泥岩の境界附近にあることから此の附近を流れる地下水が地すべり運動と密接なる関連を持っているものと思われる。

〔6〕 当地区の地すべりブロックを卜割線について検討する。

〔6-1〕 前項でのすべり面調査及亀裂等を基にして“すべり”を考えると、図-14、BV No. 6 号孔上部の滑落崖を上端とし、BV No. 5 号深度 6.8^m の地層の境界附近及 BV No. 4 号深度 4.0^m の凡化泥岩内を通り末端は直線面を結ぶ、半徑 222^m 程度の一次円弧すべり面が仮定される。

(6-2) 上記(6-1)の土塊の滑動に附随し、S-3附近の亀裂を上端とし前記図-13 BVN.6 に示される深さ40m附近のすべり面を通る図-14が二次円弧すべりが考えられる。

図-14に示す、一次、二次すべりについて安定度を調べる。すなわち、 $FS=1.0$ (土塊がバランスの状態にある) と仮定して c (粘着力) ϕ (内部摩擦角) を求めらる。

表-3. $c=0.75 \text{ t/m}^2$ $\phi=1^\circ 17' (0.022)$ の土質試験結果の値が得られ $c-\phi$ 図を描くと図-15の如くなりほぼ安定の状態にあるので上記の結果値を使用し計算(表-2)するものとす。

$c=0.75 (\text{t/m}^2)$ $\phi=1^\circ 17' (0.022)$ の値は土質試験の最悪の状態での値である。

一次すべり面 $FS = \frac{0.022 \times 177.779 + 0.75 \times 75.5}{56.374} = 1.07$

二次すべり面 $FS = \frac{0.022 \times 160.316 + 0.75 \times 65.4}{52.543} = 1.00$

したがって、これらの安定度が $FS \geq 1.2$ となるよう抑制工法を検討する。

〔7〕 抑制工法の検討

当地区の地すべりす、すべり面も比較的浅く、又地下水も非常に豊富であることより、この地すべりも、地下水の影響を促進されているものと推定されたのでこの地下水の処理について検討する。前〔6〕の(2)の安定計算の間隙水圧を無視した場合の安定度を求めると

間隙水圧無視

★一次すべり面 $FS = \frac{0.022 \times 369.339 + 0.75 \times 75.5}{56.374} = 1.33$

★二次すべり面 $FS = \frac{0.022 \times 372.546 + 0.75 \times 65.4}{52.543} = 1.27$

となり安定度は両断面とも $FS > 1.2$ 以上となり増加する。

以上のことより、当地すべり地では、水処理を目的とし抑制工法の検討を考える。

即ち、(7-1) 表面水路工。

水質調査結果から、当地すべり地域内の水は、現在中央部を流れている地表水及それによる浸透水が主であることが判明した。それで現在の凹地を流下している水を地すべり地外へ排除する一案とし、表面水路工（明暗渠工）が考えられる。

尚、前記本線に沿って 20~30m の支線も設ける。

(7-2) 遮断工。

上記表面水路工と併せ、上部からの表面水及その浸透水を、現在の着動土塊に入りない様、又図-6、岩盤等線図にも示される如く、沢状地形を程しているから地域内中心となる部分を土留にて締め切ることを目的とする。

(7-3) 集水井工。

地表水を排除せしめ、深部伏流水の影響も考えられ、基礎設置する。尚集水井 No.1、現在着動中心部に与る位置にて、施工に際しては十分注意が必要である。

集水井からの集水ホーリングは、泥岩及び凡化泥岩内の水を取り、又、凡化泥岩とその上位に位置する滑動土塊との境界の水を取ることを目的とし、上向き放射状に施工する。

集水井 No. 2. 地域内と流北端に位置する安山岩の小山からの深部伏流水も考えられるので、こゝに設置する。

尚、施工法については No. 1 同様上向き放射状であること。

〔7-4〕 杭打ち工

現在地すべりの末端部に、すべり土塊に抵抗している擁壁があるが一部亀裂転倒とが見られ、前記種々工法施工するも道路の交通確保は困難であるとして、擁壁にかかる土圧の軽減を考慮し補強工として施工するものとする。

〔7-5〕 擁壁工の復旧

上記種々の工法終了後、地すべりの安定状態をみて、交通の支障ない構在束の転倒擁壁を取壊し現形に復旧するものとする。

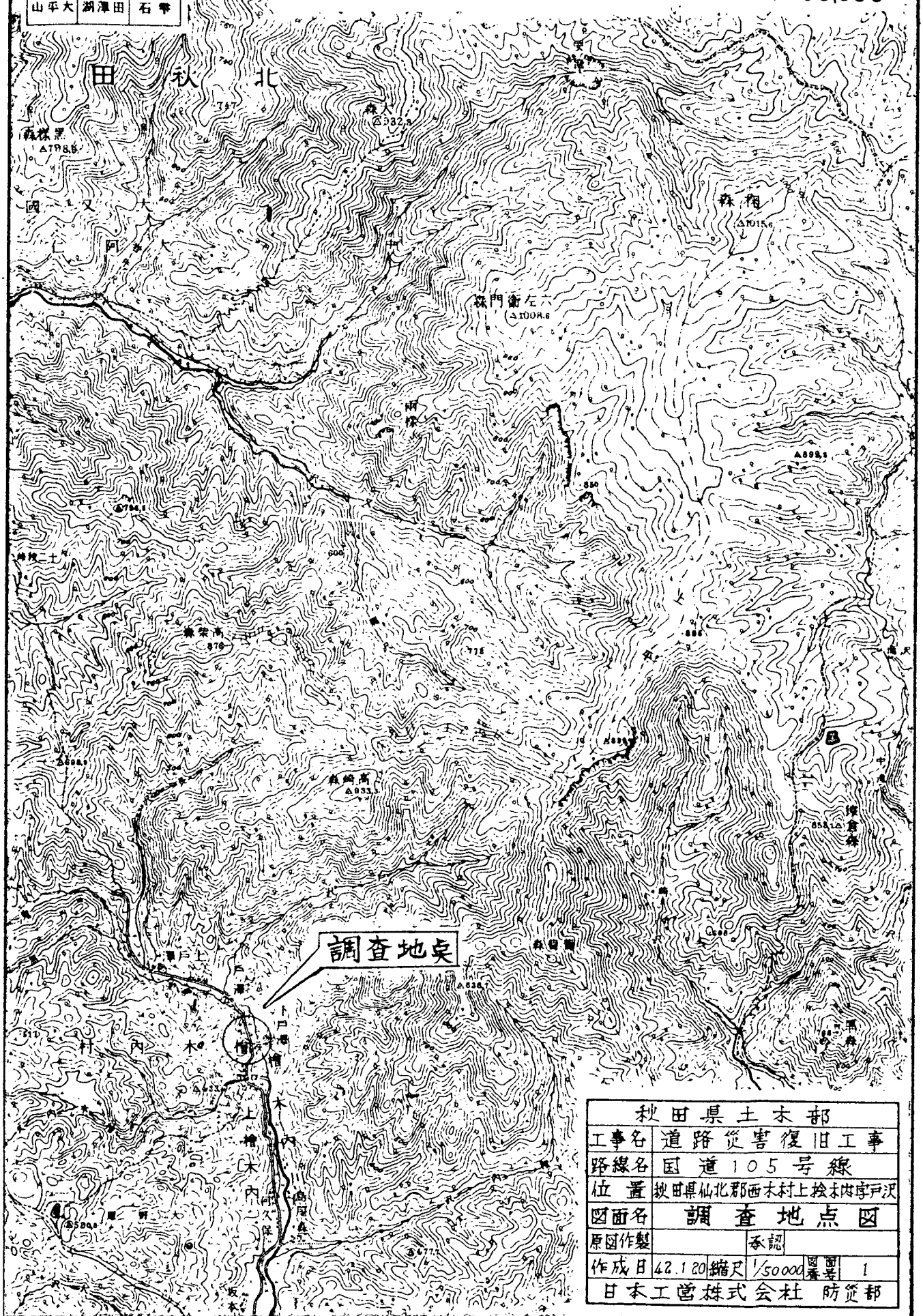
(尚、擁壁の微少の亀裂はアスファルトにて充填する。)

尚、工法に関する深さ延長等については、現地を再調査の上現地に適合する構構設計する。

澤内米	葛大	山田
合仁阿	手輪八	
山平大	湖澤田	石帯

調査位置案内図

S = 1:50,000



秋田県土木部	
工事名	道路災害復旧工事
路線名	国道105号線
位置	秋田県仙北郡西木村上検木内戸沢
図面名	調査地点図
原図作製	承認
作成日	42.120 縮尺 1/50000 図裏 1
日本工営株式会社 防災部	

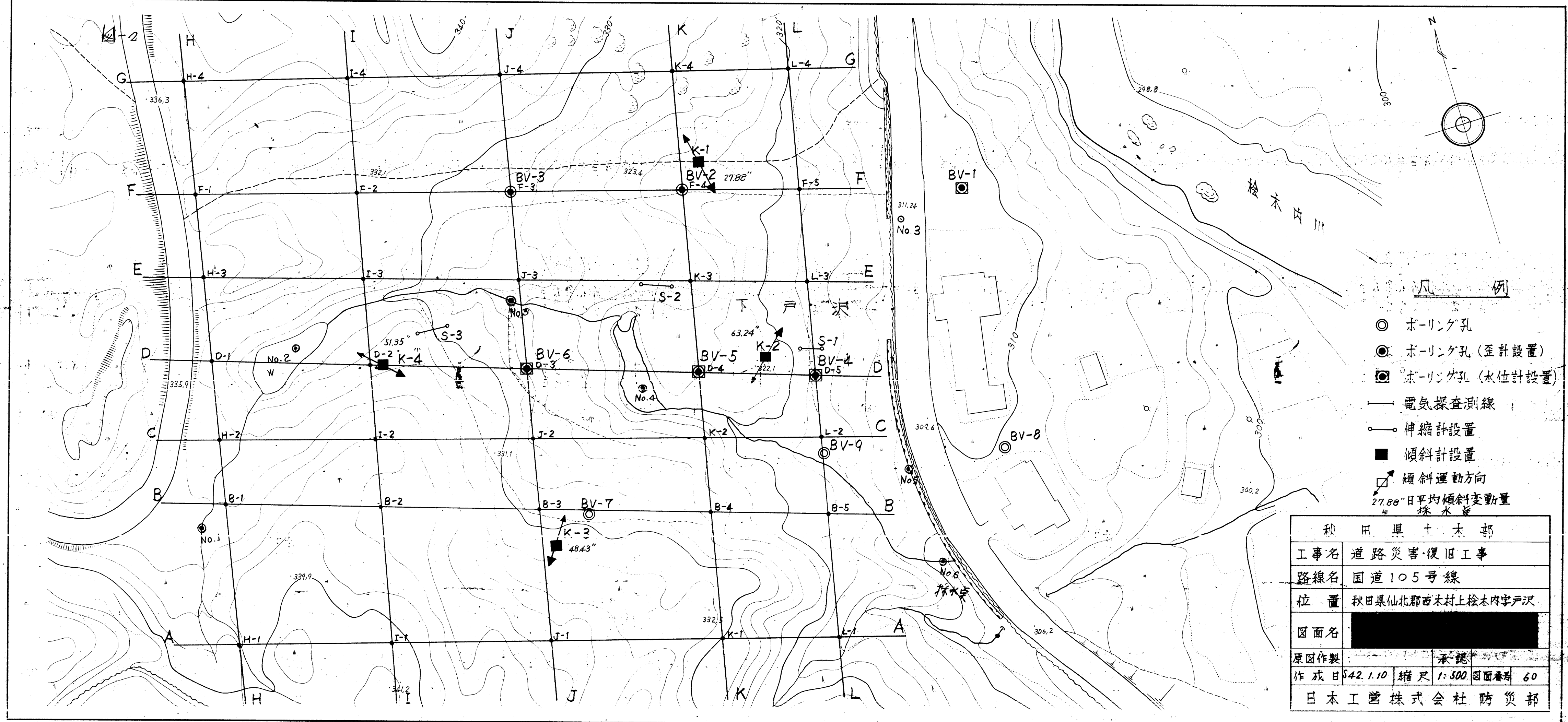


表-1.

地表水及涌水水质分析试验表

分析件 及位 样水番号	水温 C°	P.H.	B.C.G. TAL度 me/l	Cl		SO ₄		SiO ₂		Ca		Mg		Na		K.	
				me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l
NO.1 沢	15.0	6.8	0.22	0.25	8.8	0.55	26.4	0.30	17.8	0.04	0.8	0.08	1.0	0.03	0.6	0.005	0.2
NO.2 沼	30.0	6.3	0.18	0.25	8.8	0.58	27.8	0.35	21.0	0	0	0.04	0.5	0.03	0.6	0.005	0.2
NO.3	27.4	6.6	0.18	0.30	10.5	0.69	33.1	0.27	15.9	0	0	0.08	1.0	0.02	0.4	0.005	0.2
NO.4 沼	19.8	6.0	0.20	0.26	9.1	0.61	29.3	0.22	13.0	0	0	0.08	1.0	0.03	0.6	0.005	0.2
NO.5	19.4	6.8	0.23	0.25	8.8	0.58	27.8	0.27	16.3	0	0	0.08	1.0	0.03	0.6	0.006	0.15
NO.6	17.5	6.4	0.29	0.25	8.8	0.79	37.9	0.18	11.0	0.02	0.4	0.16	1.9	0.03	0.6	0.005	0.20

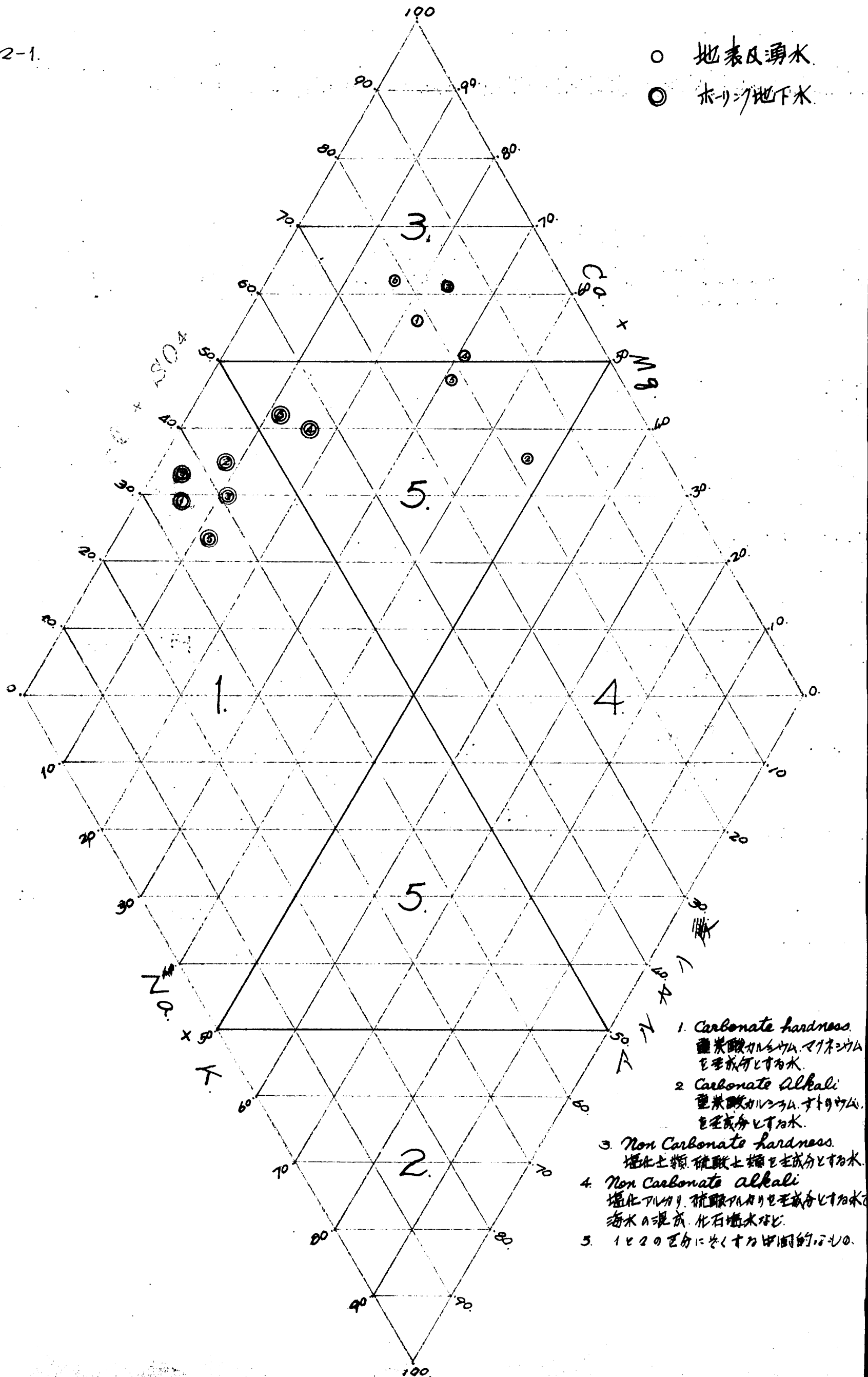
採水年月日 41. 8. 11.

水-11 = 地下水水质分析试验表

分析件 及位 样水番号	水温 C°	P.H.	B.C.G. TAL度 me/l	Cl		SO ₄		SiO ₂		Ca		Mg		Na		K.	
				me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l
BV NO. 1	14.8	5.8	1.10	0.28	9.8	0.31	14.9	0.25	15.1	0.55	11.0	0.95	11.4	0.08	1.8	0.01	0.4
BV NO. 2	16.7	5.5	0.40	0.18	6.3	0.12	5.8	0.14	8.6	0.05	1.0	0.50	6.0	0.04	1.0	0.01	0.3
BV NO. 3	16.6	5.3	0.45	0.16	5.6	0.15	7.2	0.13	7.7	0.15	3.0	0.17	2.0	0.03	0.8	0.01	0.3
BV NO. 4	15.8	5.8	0.20	0.14	4.9	0.12	5.8	0.11	6.7	0.15	3.0	0.05	0.6	0.03	0.6	0.01	0.2
BV NO. 5	16.5	6.0	0.38	0.14	4.9	0.07	3.4	0.15	8.8	0.10	2.0	0.35	4.2	0.05	1.2	0.01	0.2
BV NO. 6	16.2	5.4	0.25	0.20	7.0	0.09	4.3	0.08	4.8	0.08	1.6	0.22	2.6	0.03	0.8	0.01	0.2
BV NO. 7	14.8	5.9	0.95	0.45	15.8	0.10	4.8	0.27	15.9	0.37	7.4	0.55	6.6	0.03	0.6	0.01	0.1

採水年月日 41. 10. 2.

◎ ホーリシク地下水



戸沢地区 ボーリング柱状図

工事名	道路災害復旧工事			施工主	秋田県土木部
地点番号	BV-4	総掘進長	10.00 m	調査請負者	日本工営株式会社
標高	313.37 m	コア採取長	9.90 m	責任者	立林基章
方向角度	鉛直	コア採取率	99.00 %	機械操作	稲葉 宏
調査期間	S.41.9.17 ~ S.41.9.20	平均日進長	2.50 m	使用機種	KR-100型

月 日	標 尺 (m)	深 度 (m)	層 厚 (m)	記 号	分 類	硬 軟	色	孔 径	孔内 水位	漏 湧 水量	測 定 面 器	コ ア 長	コ ア 採 取 率	事 記	標準貫入試験					標 尺		
															N回/cm	10	20	30	40			
9/17	1	0.20	0.20	⊗	表土	軟	黒色	85(mm)	(m)			20(cm)	100(%)	黒色腐植土	0.50							
	2	2.20	2.00	---	ローム	軟	茶灰色	65	0.80			200	100	木根草根混入する茶褐色のロームにて軟弱である。	0.83 4/33							
	3			///	風化泥岩	軟	暗灰色		最終水位	G1					1.20	6/31						
	4	4.70	2.50	///	泥岩	中	暗灰色		350	G2			240	96	基盤の泥岩であるが風化により全般に軟質である。 2.20~2.50mの南風化により褐色を呈し、軟質である。 3.50m付近に60°の傾斜の亀裂面あり。	1.51						
	5			///	泥岩	硬	暗灰色		▽								2.00					
	6			///	泥岩	硬	暗灰色		△								2.30 40/30					
	7			///	泥岩	硬	暗灰色		(9/18)								3.30					
	8			///	泥岩	硬	暗灰色										3.50 50/20					
	9			///	泥岩	硬	暗灰色															
	10	10.00	5.30	///	泥岩	硬	暗灰色															

図-4.

戸沢地区

ボーリング柱状図

工事名	道路災害復旧工事			施工主	秋田県土木部
地点番号	BV-5	総掘進長	15.00 m	調査請負者	日本工営株式会社
標高	318.95 m	コア採取長	15.00 m	責任者	立林基章
方向角度	鉛直	コア採取率	100.00 %	機械操作	稲葉 宏
調査期間	S.41.9.13 ~ S.41.9.14	平均日進長	7.50 m	使用機種	KR-100 型

月 日	標 尺 (m)	深 度 (m)	層 厚 (m)	記 号	分 類	硬 軟	色	孔 径 (mm)	孔内水位 (m)	漏湧水量	測定 面器	コア 長 (cm)	コア 採取 率 (%)	記 事	標準貫入試験					標 尺
															N回/cm	10	20	30	40	
	1	1.20	1.20		表土	軟	黒色	85	最終水位		G1	120	100	木根草根混入する軟弱な 黒色腐植土である。	1.10 6/33 1.43					
	2				砂質 ローム	軟	茶 灰 色	85	最終水位		G2			茶褐色を呈する軟質なロームにて 全般に砂質であり、処々径1~3mmの 安山岩泥岩の小礫混入している。	2.50 2.81 7/31					
	3																			
	4										G3				4.00 4.30 9/30					
	5														5.00 5.30 2 1/30					
	6	6.00	4.80		風化 泥岩	軟	褐 灰 色	65	0.40 ▽ (9/14)		G4	480	100	基盤の泥岩であるが風化により 褐灰色を呈し、表面部は黄褐色を 呈する。完全コア状として採取されるが 全般に軟質である。	6.00 6.18 50/18					
	7																			
	8	8.20	2.20								G5	220	100							
	9				泥 岩	中 硬	暗 灰 色	65	0.40 ▽ (9/14)		G6			当地区の基盤である中硬質の泥岩 であり全般に岩質良好である。						
9/13	10																			
	11										G7									
	12													8.20~8.60mまで暗灰色を呈しほぼ水平 な層理面が発達している。						
	13													8.60~9.50mの間は黄鉄鉱の鉱染 が認められ硬質であるが径5~30mmの 塊状を呈する。						
	14													9.50m以深岩質良好で安全コア 状を呈する。						
9/14	15	15.00	6.80									680	100							

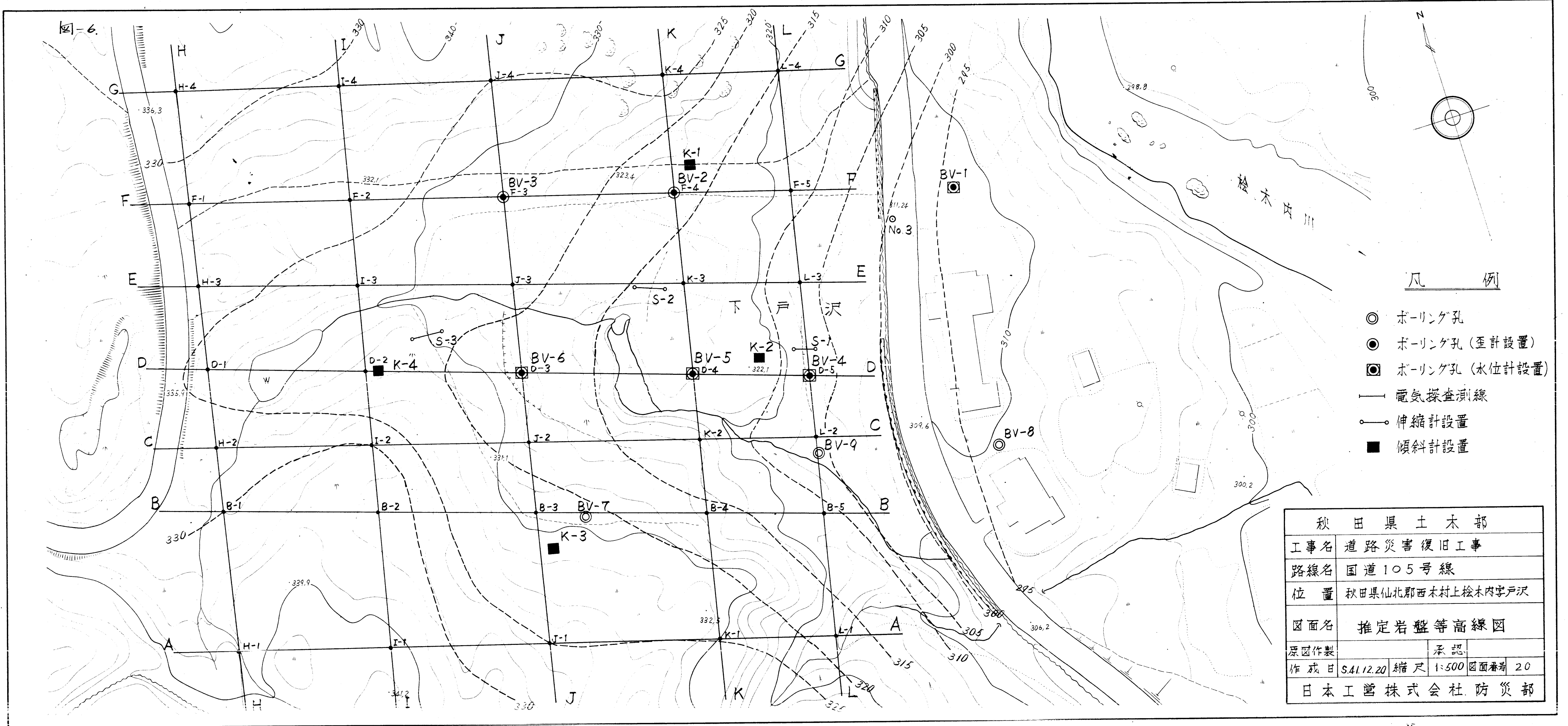
図-5

戸沢地区

ボーリング柱状図

工事名	道路災害復旧工事			施工主	秋田県土木部
地点番号	BV6	総掘進長	20.00 m	調査請負者	日本工営株式会社
標高	323.93 m	コア採取長	18.80 m	責任者	立林基章
方向角度	鉛直	コア採取率	94.00 %	機械操作	稲葉 宏
調査期間	S.41.9.7 ~ S.41.9.9	平均日進長	6.66 m	使用機種	KR-100型

月 日	標 尺 (m)	深 度 (m)	層 厚 (m)	記 号	分 類	硬 軟	色	孔 径 (mm)	孔内水位 (m)	漏湧水量	測定 面器	コア 長 (cm)	コア 採取率 (%)	記 事	標準貫入試験					標 尺				
															N回/cm	10	20	30	40					
	1	0.90	0.90		粘土	軟	褐色	85	0.25			90	100	0~0.40mまで黒色腐植土。褐色の粘土にて粘性大である。	0.50									
	2	2.30	1.60		ローム	軟	淡褐色	最終水位			G1	160	100	淡褐色を呈する軟質なロームにて処々に径3~30mm安山岩角礫並角礫を混入している。	0.81 3/31									
	3				礫混りローム	軟	黒灰色		G2			径1~3mmの泥岩角礫を混入する黒灰色のロームにて軟質である。	1.15											
	4	4.50	2.00		風化泥岩	軟	褐灰色		G3	180	90	基盤の泥岩であるが風化により褐灰色を呈し全般に軟質である。	1.45 3/30											
	5																							
	6	6.10	1.60									G4	160	100		3.15								
	7				泥 岩	中 硬	暗 灰 色	65	0.50 ▽ (8日)			G5			当地区の基盤の泥岩にて全般にやや砂質で岩質良好となり中硬質を呈する。 処々砂岩を挟み砂岩部は硬質である。 6.10~6.80mまで砂岩で硬質である。 11.00~11.40mまで灰色の砂岩で硬質である。 14.50m付近に黄鉄鉱の鉱染が認められ硬質である。 15.50m以深白灰色を呈し岩質良好となり硬質である。 15.50~17.00mの間鮮明な層理面が認められる。 16.20m付近 鉱化作用により黄鉄鉱が認められる。 4.50mおよび7.80m付近に50°の傾斜の亀裂面が認められる。	3.45 16/30								
	8																G6							
	9																G7							
	10																G8							
11																G9								
9/7	12										G10	1230	89		4.50									
9/8	20	20.00	13.90												4.75 50/25									

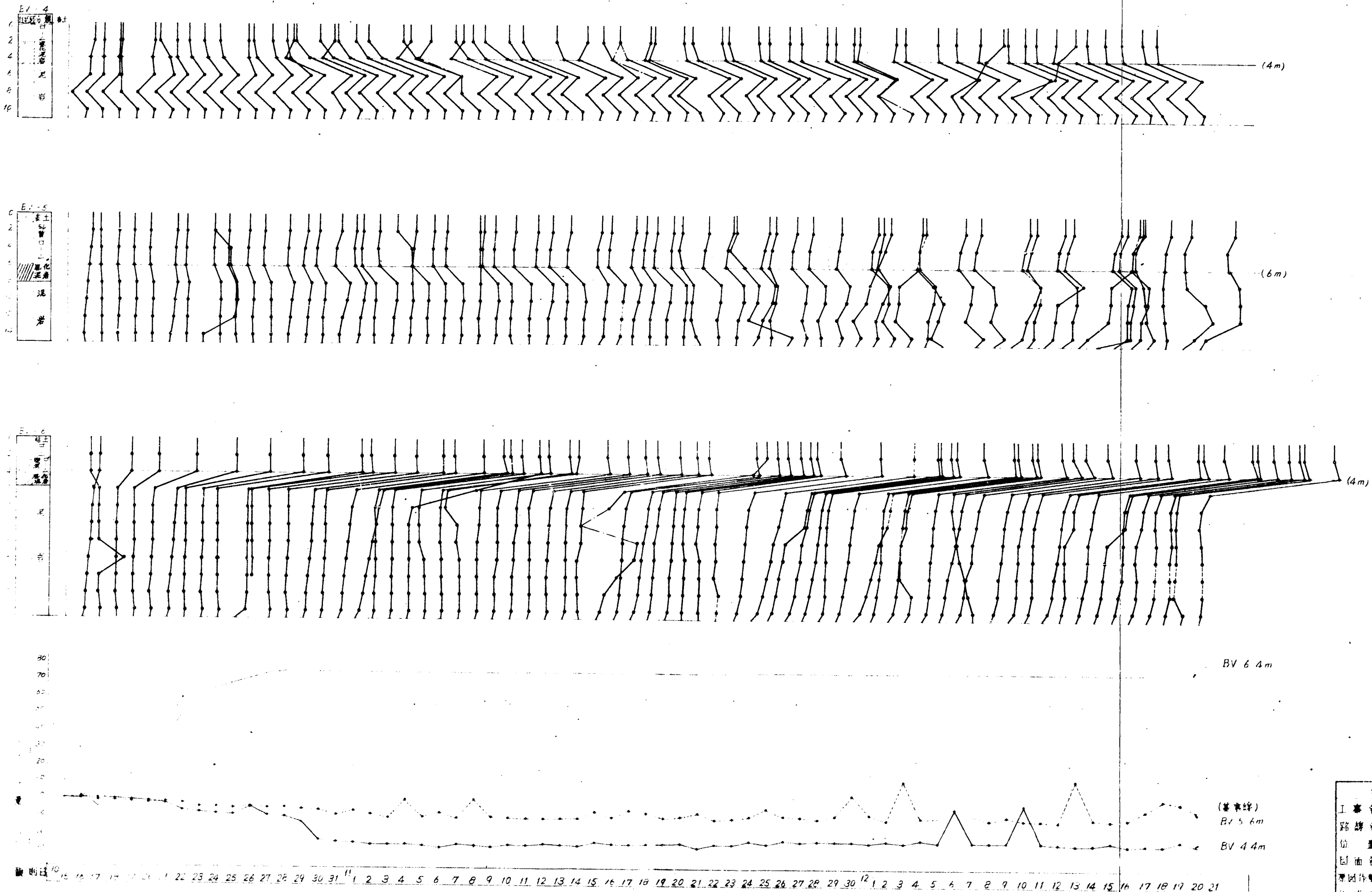


凡 例

- ◎ ボーリング孔
- ボーリング孔 (歪計設置)
- ⊙ ボーリング孔 (水位計設置)
- 電気探索測線
- 伸縮計設置
- 傾斜計設置

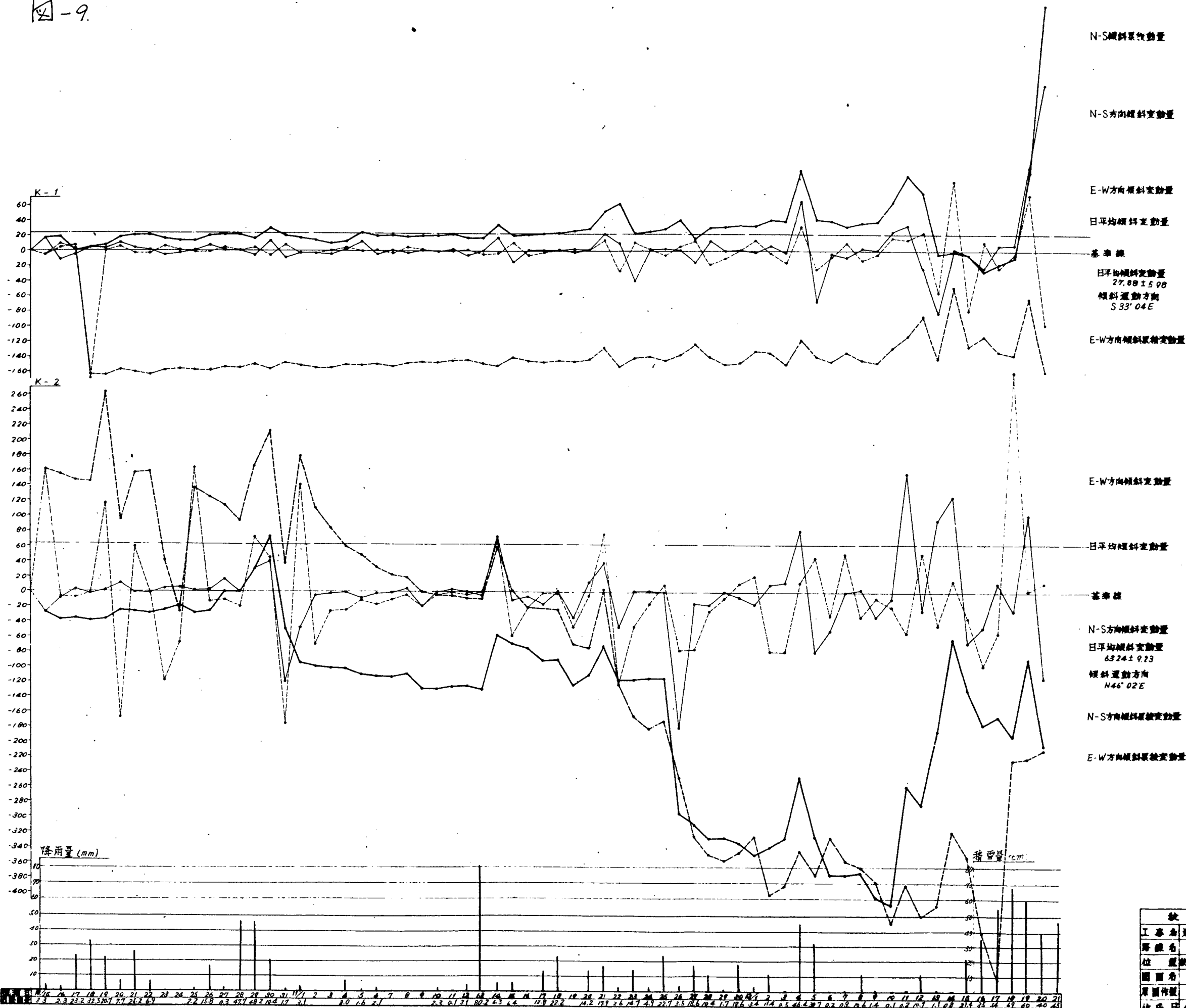
秋 田 県 土 木 部			
工事名	道路災害復旧工事		
路線名	国道105号線		
位 置	秋田県仙北郡西木村上松木内字戸沢		
図面名	推定岩盤等高線図		
原図作製		承認	
作成日	S.41.12.20	縮尺	1:500 図面番号 20
日本工営株式会社 防災部			

4-7.



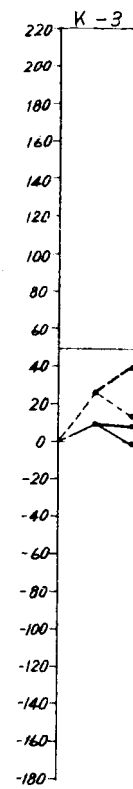
秋田県土木部	
工事名	道路災害復旧工事
路線名	国道10号線
位置	秋田県仙北郡刈田町大字刈田
図面名	工事横断面図×10
原図作製	本図
作成日	42.1.20
図面	5/
日本工業株式会社 防災部	

14-9.



校 園 集 土 本	
工 事 名 道 路 交 通 設 計 書	
路 線 名	國 道 105 号
位 置	廣 西 壯 族 自 治 區 南 寧 市 西 鄉 縣 公 路 局
圖 面 名	地 形 圖 紙
原 圖 作 者	地 圖 院
作 成 日	42 年 10 月 21 日
日 本 工 業 振 興 會 社	製 版

※-10.



E-W方向傾斜変動量

N-S方向傾斜累積変動量

E-W方向傾斜累積変動量

日平均傾斜変動量

N-S方向傾斜変動量

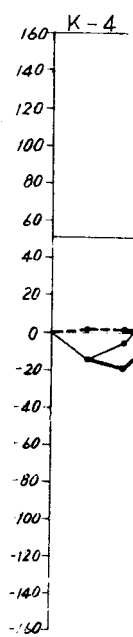
日平均傾斜変動量

48.43 ± 9.41

傾斜運動方向

S 32° 57' W

N-S方向傾斜累積変動量



N-S方向傾斜変動量

日平均傾斜変動量

基準線

E-W方向傾斜変動量

日平均傾斜変動量

51.35 ± 8.17

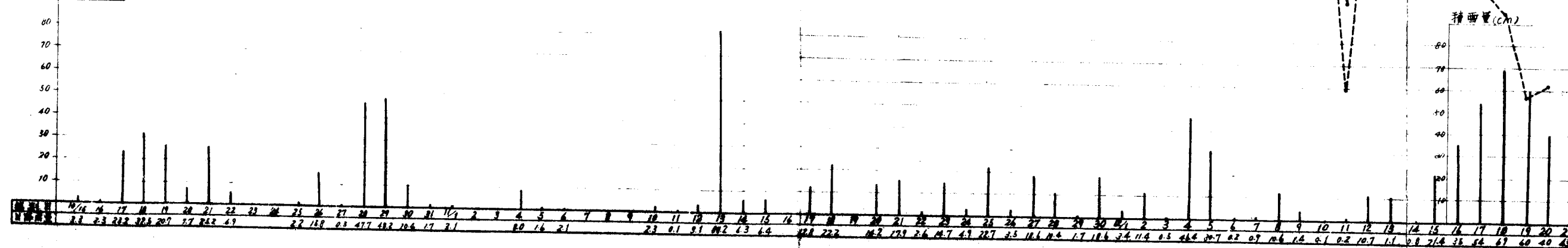
傾斜運動方向

S 46° 51' E

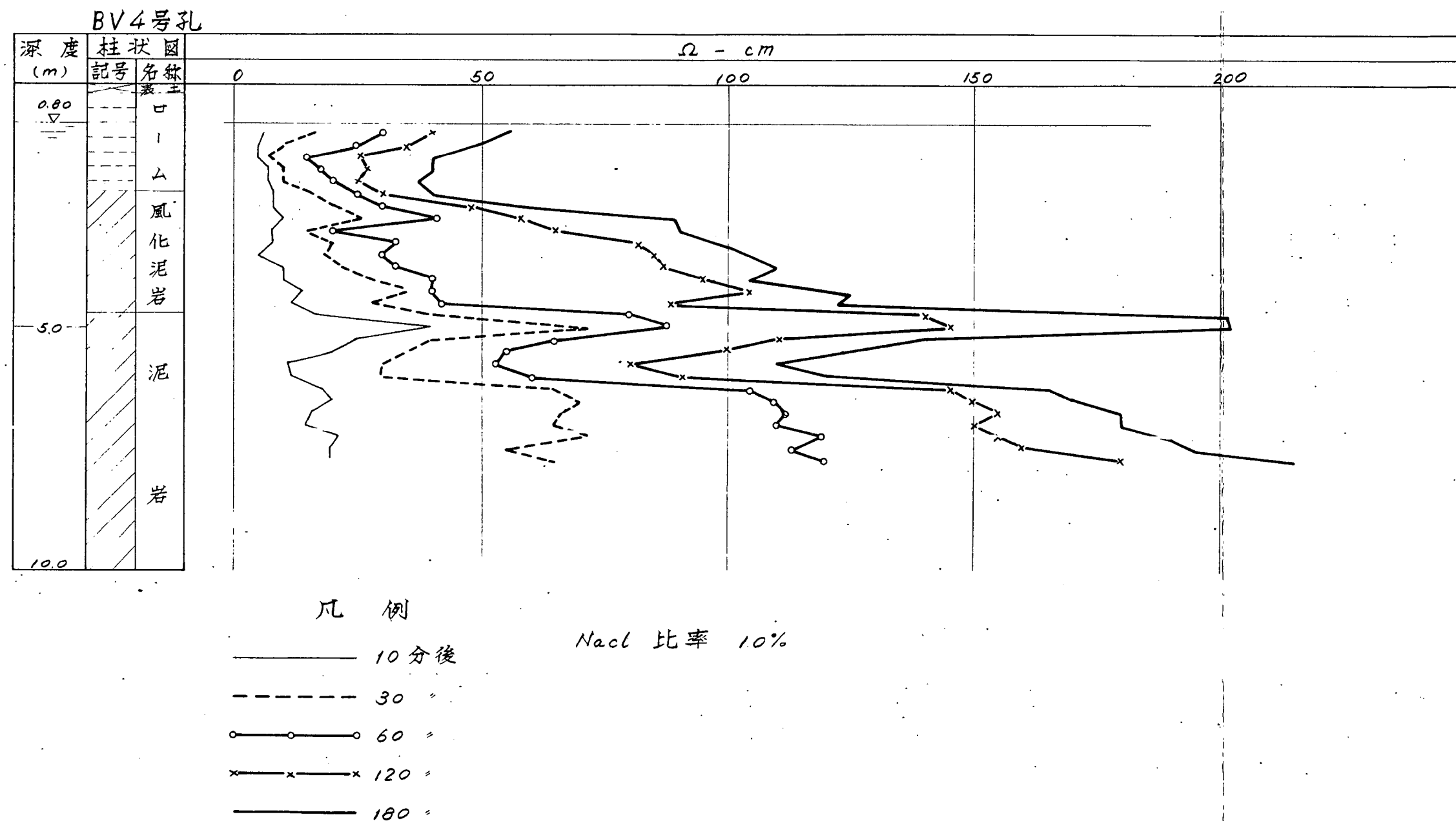
降雨量 (mm)

積雪量 (cm)

E-W傾斜累積変動量



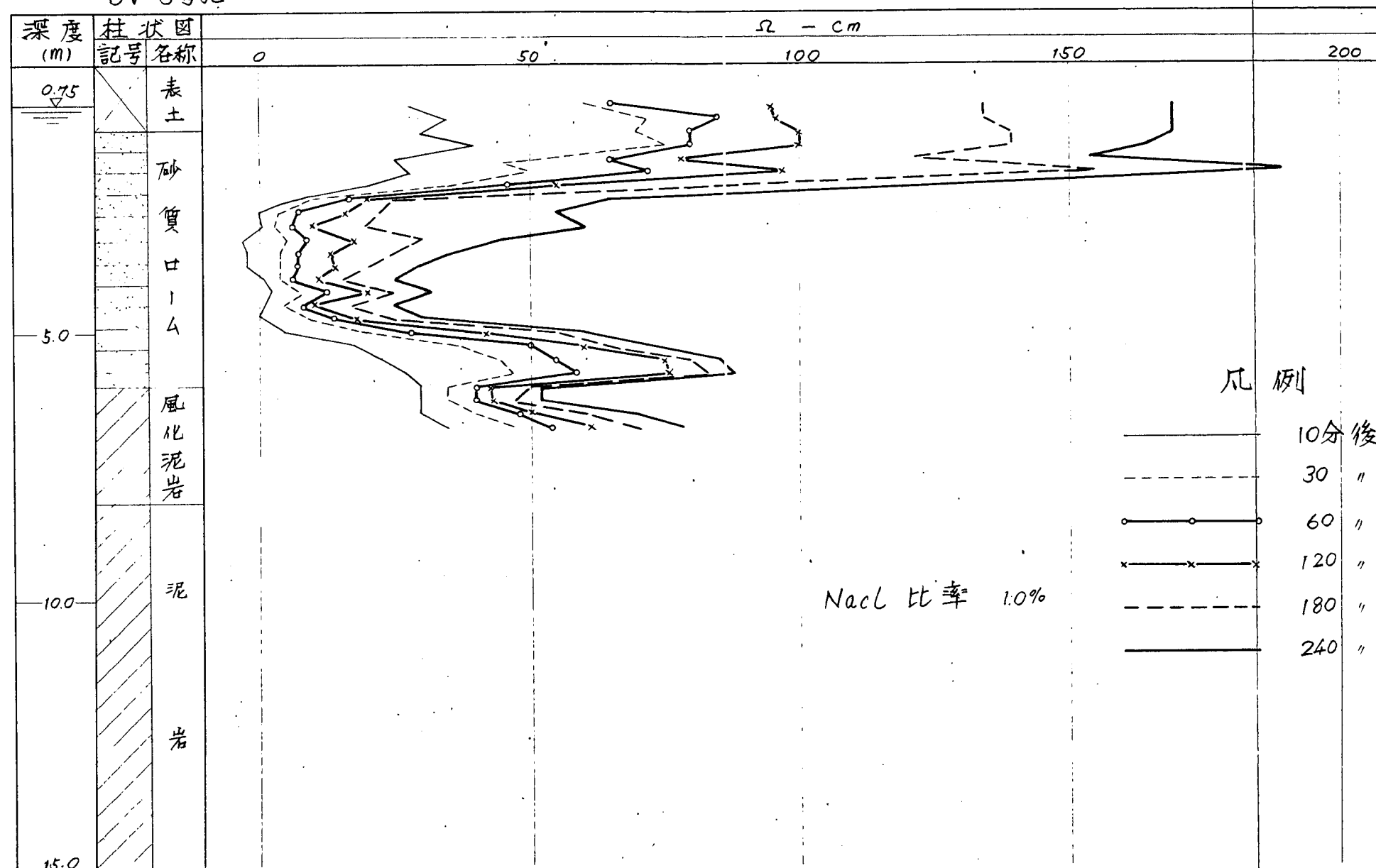
秋田県土木部	
工事名	道路災害復旧工事
路線名	国道105号線
位置	秋田県仙北郡木内村上木内砂沢
図面名	地盤傾斜変動図
原図作成	承認
作成日	42.1.20 補正
図番	59
日本工営株式会社	防災部



秋田県土木部	
工事名	道路災害復旧工事
路線名	国道105号線
位置	秋田県仙北郡西木村上松木内新沢
図面名	垂直検層成果図(BV4)
原図作製	承認
作成日	縮尺 図号 67
日本工営株式会社防災部	

図-12

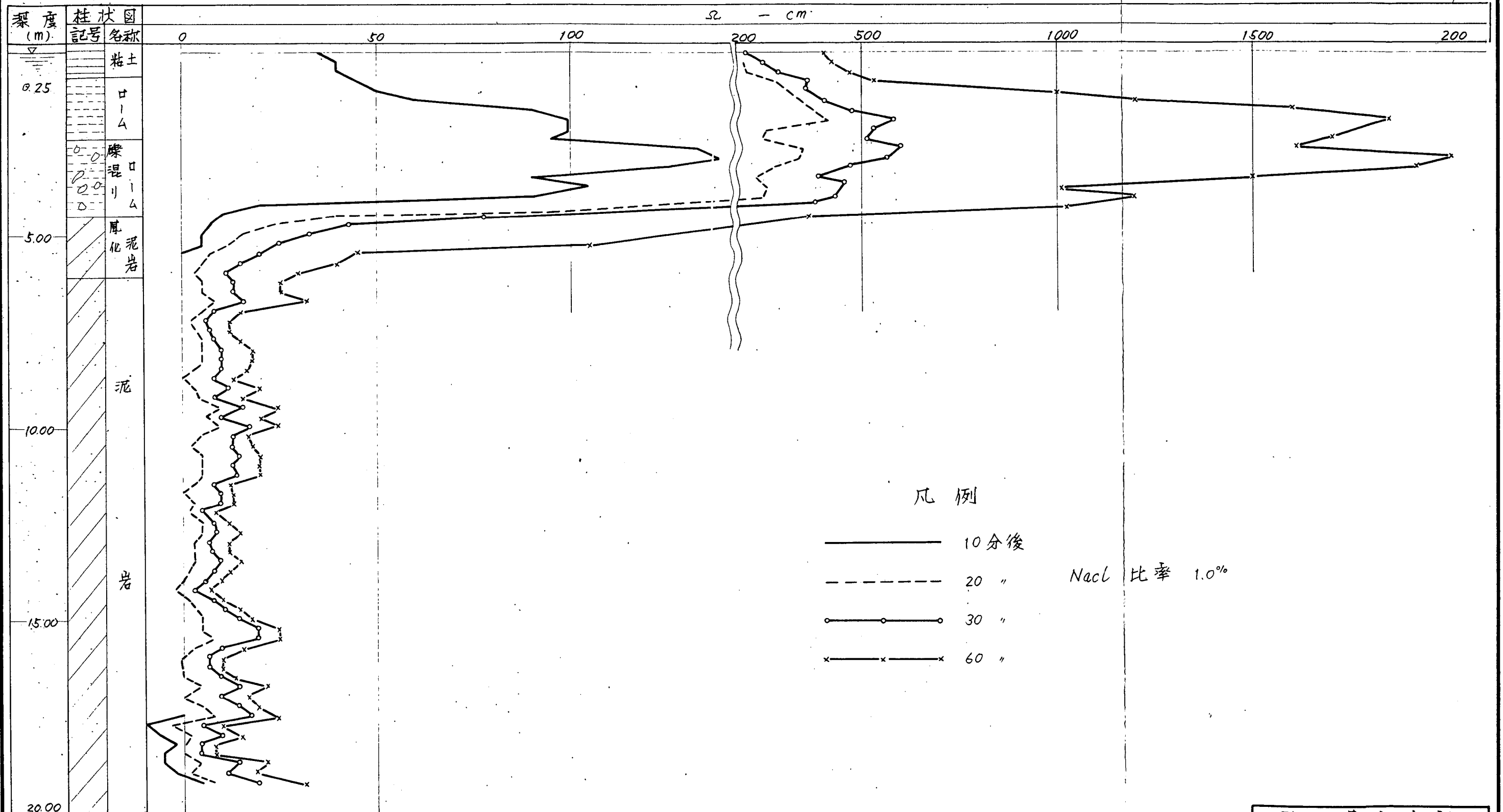
BV 5号孔



秋田県土木部	
工事名	道路災害復旧工事
路線名	国道105号線
位置	秋田県仙北郡西木村上松木内字沢
図面名	垂直検層成果図(BV5)
原図作製	承認
作成日	編入 昭和 68
日本工営株式会社 防災部	

図-13.

BV 6号孔



秋 田 県 土 木 部	
工事名	道路災害復旧工事
路線名	国道105号線
位置	秋田県仙北郡西木村上松木内字秋
図面名	垂直検層成果図(BV)
原図作製	承認
作成日	縮尺 図章 69
日本工営株式会社 防災部	

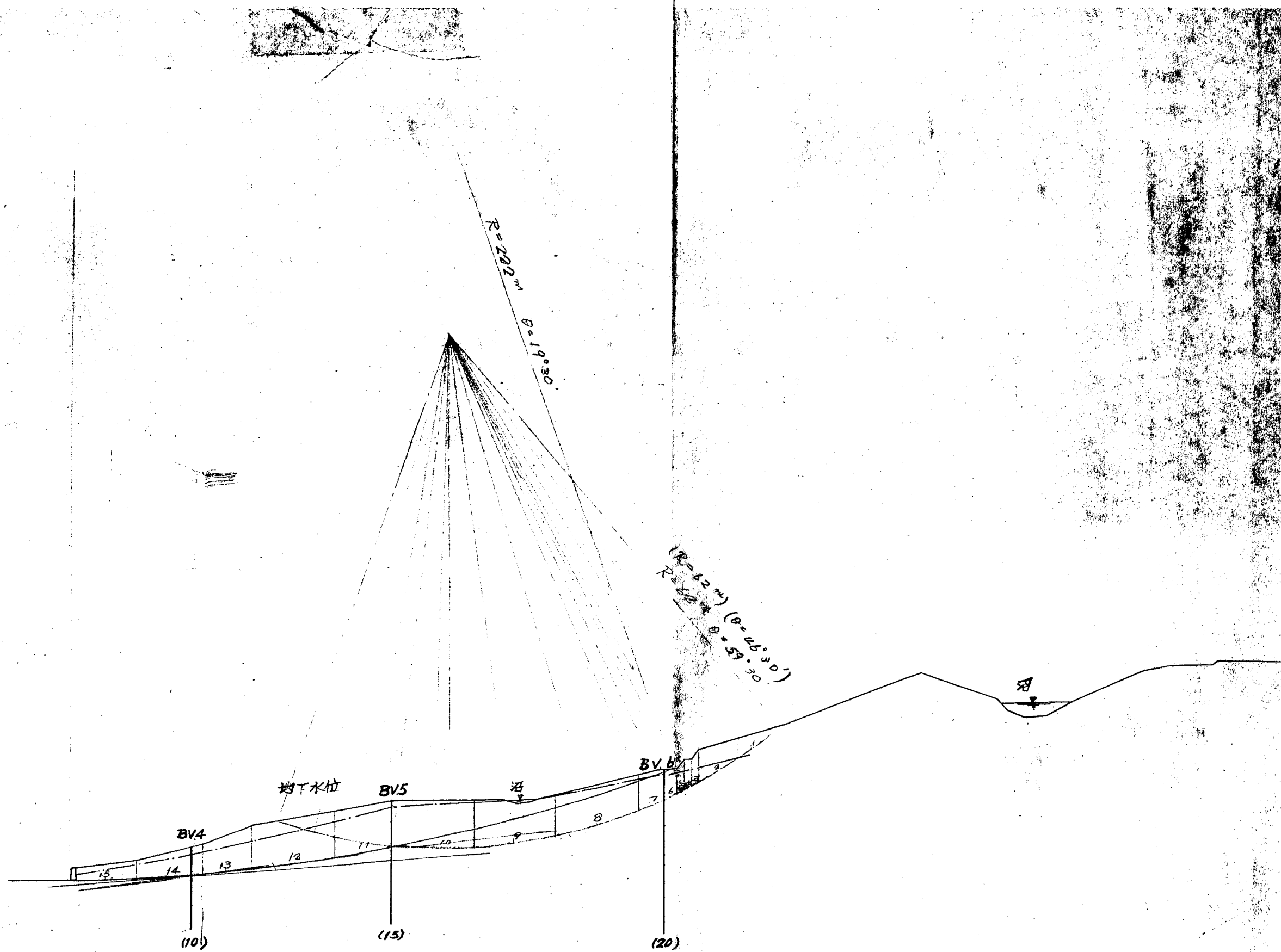


表-2.

第一次の面安地計算

№.	h_1	h_2	h_1+h_2	d	A	θ	$\sin \theta$	$\cos \theta$	$St. A \cdot 1$	l	H_1	U_1	T	N	$N-U_1$
7		08	04	4.5	180	$18^\circ 30'$	0.317	0.948	2.79	4.6			0.884	2.645	
8	08	16	12	10.0	1200	$17^\circ 40'$	0.303	0.954	18.60	10.7	0.9	96.30	5.636	17.726	
9	16	37	265	100	2650	$14^\circ 00'$	0.242	0.970	41.075	10.3	2.0	20.60	9.940	39.842	
10	37	57	47	100	47.00	$11^\circ 25'$	0.198	0.980	72.85	10.4	4.1	42.64	14.424	71.393	
11	57	57	57	68	38.76	$9^\circ 10'$	0.159	0.987	60.08	7.1	4.7	33.37	9.553	59.299	
12	57	53	55	100	55.00	$7^\circ 00'$	0.122	0.992	85.25	10.2	3.9	39.78	10.400	84.568	
13	53	36	445	60	26.70	$5^\circ 00'$	0.087	0.996	41.385	6.0	3.0	18.60	3.600	41.219	
14	36	22	24	80	19.20	$3^\circ 00'$	0.052	0.999	29.76	8.2	2.1	17.22	1.547	29.730	
15	22	15	185	80	14.80	$1^\circ 00'$	0.017	0.999	22.94	8.1	1.2	9.72	0.380	22.917	
計										75.50 ^m		191.56	56.374	369.339	177.779

第二次の面安地計算

№.	h_1	h_2	h_1+h_2	d	A	θ	$\sin \theta$	$\cos \theta$	$St. A \cdot 1$	l	H_1	U_1	T	N	$N-U_1$
1		24	12	50	6.0	$35^\circ 45'$	0.584	0.811	9.30	6.4			5.431	7.542	
2	24	40	32	48	15.36	$32^\circ 45'$	0.541	0.841	23.81	5.6	1.0	5.6	12.881	20.024	
3	40	33	3.65	0.9	3.28	$28^\circ 40'$	0.480	0.877	5.08	1.0	1.8	1.8	2.438	4.455	
4	33	37	3.5	0.9	3.15	$27^\circ 30'$	0.462	0.887	4.88	1.0	2.1	2.1	2.253	4.328	
5	37	30	3.35	0.9	3.02	$26^\circ 45'$	0.450	0.893	4.68	1.0	2.5	2.5	2.106	4.179	
6	30	37	3.35	1.6	5.36	$25^\circ 15'$	0.426	0.904	8.31	1.8	2.7	4.86	3.540	7.512	
7	37	45	4.1	3.0	12.30	$23^\circ 00'$	0.391	0.920	19.06	3.3	3.5	11.55	7.452	17.535	
8	45	50	4.75	10.0	47.50	$16^\circ 30'$	0.284	0.958	73.62	10.7	4.5	48.15	20.908	70.528	
9	50	59	5.45	10.0	54.50	$7^\circ 15'$	0.126	0.992	84.47	10.3	5.0	51.5	10.643	83.794	
10	59	57	5.80	10.0	58.00	$-1^\circ 50'$	-0.032	0.999	89.90	10.4	5.0	51.12	-2.876	89.810	
11	57	32	4.45	68	30.26	$-9^\circ 30'$	-0.165	0.986	46.90	6.9	3.5	24.15	-7.738	46.243	
12	32		1.60	70	11.20	$-15^\circ 00'$	-0.259	0.966	17.36	7.0	0.7	4.9	-4.496	16.596	
												212.23	52.543	372.546	160.316

図表-2

土質試験結果一覧表

調査名 戸沢川土壌調査

試験期間

年

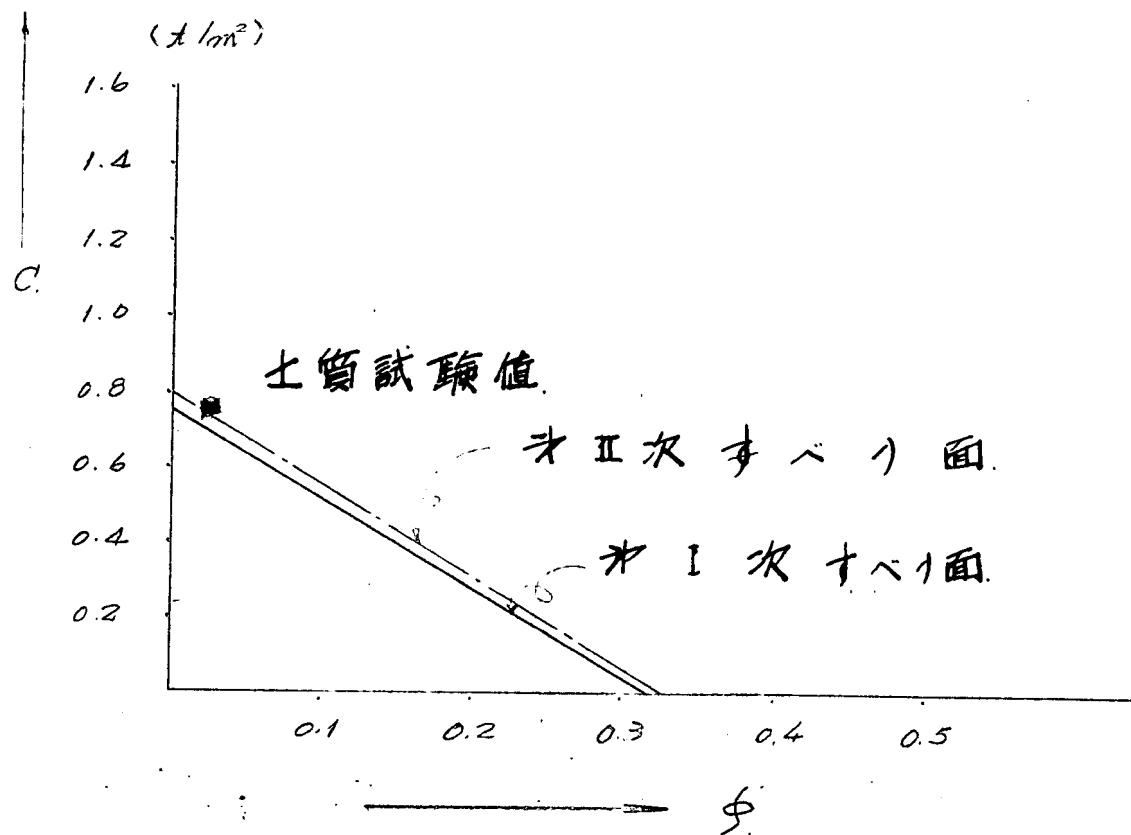
月

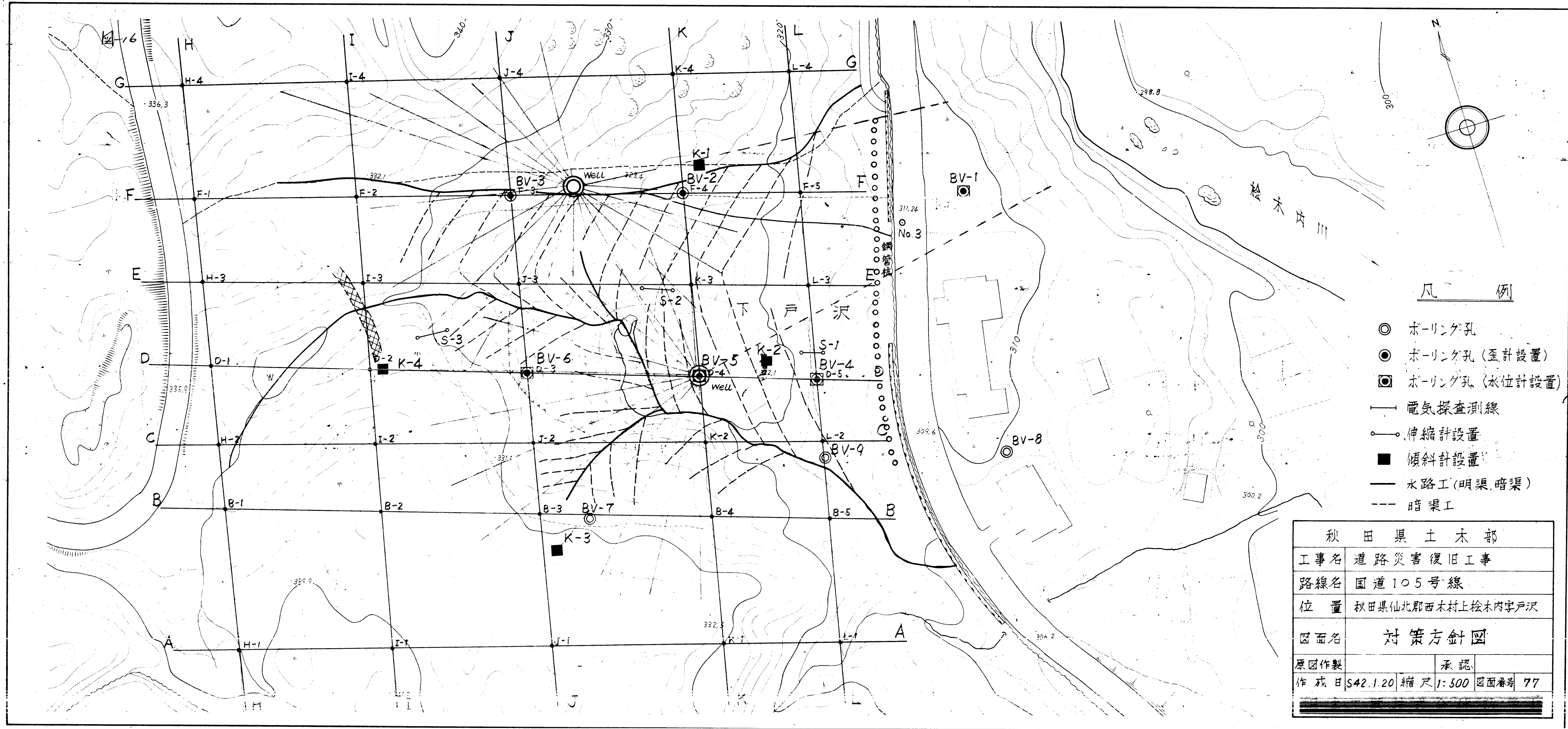
試験者 日本工営KK・技術研究所

試料番号 No.			1	5	6-1	6-2
採取深度 (m)			2.02~2.60	0.50~1.10	2.40~2.90	3.00~3.70
試料観察			暗灰色 粘土	褐色粘土	暗灰色 粘土	暗灰色 粘土
基本性質	自然含水比 w (%)		63.10	57.86	65.37	70.25
	土粒子の比重 G		2.64	2.73	2.63	2.65
	湿潤密度 ρ_s (g/cm ³)		1.554	1.581	1.565	1.503
	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)		0.953	1.002	0.946	0.884
	間隙比 e		1.770	1.725	1.780	1.998
	飽和度 s (%)		94.12	91.57	96.59	93.17
粒度	配合	礫分 (%)	—	—	—	—
		砂分 (%)	15	14	22	20
		シルト分 (%)	35	37	34	36
		粘土分 (%)	50	49	44	44
	最大径 (mm)		0.420	0.420	0.840	0.840
	60%径 D_{60} (mm)		0.011	0.0084	0.018	0.018
	10%径 (有効径) D_{10} (mm)		—	—	—	—
	均等係数 U_c		—	—	—	—
	三角座標分類名		粘土	粘土	粘土	粘土
コンシステンシー	液性限界 L.L. (%)		101.10	70.20	94.40	90.35
	塑性限界 P.L. (%)		35.50	33.80	37.38	34.95
	塑性指数 P.I.		65.60	36.40	57.02	55.40
	収縮限界 S.L. (%)					
透水係数 (定・変) k (cm/sec)						
締め固め	最適含水比 w_{opt} (%)					
	最高密度 ρ_{tmax} (g/cm ³)					
剪断強度	一軸圧縮	圧縮強度 q (kg/cm ²)	0.367	0.156	0.382	0.301
		鋭敏比 S_s	1.165	3.120	1.291	1.440
	直接剪断 (急激)	粘着力 c (kg/cm ²)	0.220			
		内部摩擦角 ϕ°	4°35'			
	三軸圧縮 (非排水)	粘着力 c (kg/cm ²)		0.075	0.187	0.149
	内部摩擦角 ϕ°		3°29'	1°17'	2°00'	
圧密	初期間隙比 e_0					
	先行圧密荷重 p_0 (kg/cm ²)					
	圧縮指数 C_c					
	圧密係数 C_v (cm ² /sec)					
	体積圧縮係数 m_v (cm ² /g)					
透水係数 k (cm/sec)						
				</		

図 - 15.

$c \sim \phi$ 図





秋田県

桐内地区地才バリ調査報告書

昭和42年3日

建設省土木研究所。

秋田県北秋田郡森吉町桐内地区地すべり調査報告

はじめに

秋田県中央北部、小矢川の支流の一つ、森吉山近辺に源を発する桐内川の右岸、北秋田郡森吉町桐内地区において地すべりの兆候がみられるため、秋田県砂防課によって、地すべり調査が計画された。

本年は、地すべり地の踏査及陸水の水質調査を行い今後の地すべり解明の手がかりをつくるための調査も実施した。

此は、その報告である。

〔1〕 地すべり地の概要

調査区域は、阿仁合線阿仁前田駅の南東約10^{km}の地域で北流する相内沢右岸の山腹に位置している。

地すべりの区域は、約巾600^m、長800^m、面積約48 haと推定される。

この地すべり活動についての詳細は資料がないので明瞭ではないが、涌水泉が相当多数に散在しており、地すべりの兆候とみられる。巾5~10^{cm}、長2~3^mの比較的短い数本の亀裂が生じている。

又、当地すべり地の地質は、今後の調査も待たなければならないがその概略をみると、東北オーム紀地右傾地帯に属し、オーム紀中新世の西黒沢階~女川階の地層が分布しているものと思われる。

西黒川層は、砂岩、礫岩、泥岩から構成されるが、上部は、頁岩を挟むようになり、その上位の女川階の珪質頁岩に漸移し

ている。

そのため凡化にもろく、表面は粘土化が著しいと思われる。

したがって地すべりと推定れる地域内上部には、約25haの水田が削かれている。

(2) 水質調査

採水地点は、湧水(N^o1~N^o8 N^o10) 井戸水(N^o9 N^o11~N^o15) 桐内沢川の合計16地点である。

各点において、水温、pHを測定し、又口土調査法にもとづいて〔アルカリ度〕〔Cl〕〔SO₄〕〔SiO₂〕〔Ca〕〔Mg〕〔Na〕〔K〕の8成分の分析を行った。その結果は別表に示す通りである。

調査結果及考察

〔pH〕 日本河川水の平均的な値は、6.7程度であるがこのpHは深層地下水になるほどアルカリ性化する傾向が認められている。

本地すべりの陸水を見ると、pH 7以上のものはN^o9~N^o12で他のものは6.7前後の値を示すがN^o6はpH 5.7とやや低い。

〔アルカリ度〕 アルカリ度は、雨水中には非常に低い。

地中の浸透過程によって土と岩石と反応して増加されるものである。地質条件と水の地中での接触時間を知る上に大切であるが、過去の調査によると、地すべり地帯の陸水は一般に高いアルカリ度を示し、その中でもオ₂紀層よりなる地すべり地ではこの傾向が強いことが知られている。

試水の分析結果によると、 1mg/l (本邦河川水の平均値)がそれ以下の値を示し、特に高いものは認められない。

試水は、 1mg/l 前後の値を示す No.1, No.2, No.3, No.4, No.9, No.10, No.11, No.15 と 0.6mg/l 附近の値を示す No.5, No.8, No.12, No.13, No.14. さらに $0.4\sim0.3\text{mg/l}$ の No.6, No.7. 桐内沢の左側の7ループにおちむね正命である。

〔Cl〕 塩素イオンは全ての天然水に含まれているが、日本の河川水に含まれている平均含量は、 70mg/l 程度である。

このイオンの起源は岩石の風化によって供給される量は微少で、異質水の混入によること大である。この異質水の混入には、地下水包蔵体内部に起因するもの(化石水等)と、外部的原因(海水の混入、汚染水の混入等)が考えられる。

当地すべり地の〔Cl〕をみると、河川水平均含量は 7mg/l に比較して、1~2.5倍程度で、それ程高いものはない。

しかし、軽度の人為的原因による異質水の混入、すなわち汚染水の混入を考えると、妥当であると思われる。

〔 SO_4 〕 硫酸イオンをみるとすべての試水は 12mg/l (本邦河川水平均値)以上を含み、大きいもので8倍程度の値を示すものがある。

硫酸イオンが水に溶存成分として存在するようになる原因は種々あり複雑でそれを明らかにすることは困難である。しかし

当地すべり地では多くの水田が存在し、堆肥により多量の硫酸イオンが地下水に含まれ、可能性はある。

特に高い値 ($80 \sim 100 \text{ mg/l}$) を示す。No. 1. No. 3. があり、
No. 4. No. 6. No. 11. では低い値 (20 mg/l 程度) をとるが残りの地
泉の値は両者の中間を占めている。

〔 SiO_2 〕 20 mg/l (本邦河川平均含量) に比較して当地すべ
り地の水は、蓄存量が少ない。

$17 \sim 18 \text{ mg/l}$ を含む。No. 6. No. 7. 相内沢と $8 \sim 10 \text{ mg/l}$ を含有す
る No. 1. No. 2. No. 3. No. 4. No. 5. No. 10. No. 11. の試水がある。

〔Ca, Mg〕 Ca イオンを支配する最大因子は、その地域の
地質であり本邦河川水の平均 Ca 含有量は 10 mg/l 程度であるが
一般に火成岩地帯の水の多くは Ca が少ないといわれている。

本地すべり地の試水をみると 10 mg/l 前後を含む。No. 1. No. 2.
No. 3. No. 4. No. 9. No. 10. No. 11. No. 12. No. 15. はと、非常に少
ない 2 mg/l 程度の No. 6. No. 7. 相内沢などがあり、残りはおおむね
前後の値を取る。

Mg イオンは至として岩石などの風化に基因していると考え
られる。 35 mg/l (本邦河川水平均含有量) 程度を含む試水が大
部分で、No. 5. No. 6. がより低い、 2.2 mg/l 程度の値を示すが異常
は認められない。

又、Ca/Mg 比は水質の時間的要素によって変化を受け、時間
の経過と共に、だんだんと小さくなり、また一般に降水 > 河川
水 > 浅層地下水 > 深層地下水 > 海水の関係が成り立つと考
えている。本邦河川水の平均値は 1.73 程度であり、本地すべり地の
試水の Ca/Mg 比をみると 0.4 前後を示す No. 6. No. 7. 相内沢と

1.17程度の値を取るNo.2, No.9, No.10で残りの試水は1.1~1.5の値を取る。

しかし、これらの試水は河川水から浅層地下水の領域に位置づけられるものである。

[Na, K] ナトリウム、カリウムイオンは、本地すべりからの試水には非常に溶存量が少ない。

Na/K比をみると降水<地下水<河川水<海水という一般的な傾向があり、日本河川水の平均Na, Kから得られるNa/K当量比の5.5と比較すると、本地すべり地から得られた試水のすべてが10~17と大きな値を取り、上述した不等関係から考えて、河川水から海水の領域に属することがわかる。

しかし、本地すべり地では海水の混入は考えられず、又、Kイオンと比較して岩石と壤からNaの異常な溶出も考えられない。したがって、 Na^+ が特異な形で混入する必要がある。

この様な Na^+ の起源には、人為的汚染、海水、温泉水等の混入が考えられるが当地域では人為的汚染ということが一番可能性がある。

以上各溶存成分ごとに分析結果を眺めて来たが、さらに考察を進めて、各溶存成分間の関係を見ることにする。

しばしば試水の主要成分を、アルカリ度、 $\text{Cl} + \text{SO}_4$, $\text{Ca} + \text{Mg}$, $\text{Na} + \text{K}$, の成分系とみなして、各成分をmeの陽イオンと陰イオン α 百分率に換算して、Key diagram (図-3) を作り図上にプロットした。図は1~3の領域に分布しているが普通

3に属する水はほとんどなく、又、1の領域に属する水は地表水であるが、浅層地下水もだいたい同傾向を示すことが知られている。

しかし、当地すべり地の水をみると、3の領域に属する水が多いが、これは、 SO_4 、 Cl の影響により、又、各成分の分析結果からみても1の領域に入るべき^{もの}が3の領域に遷移したものと見られる。

さらに図-4、図-5、の $\text{BCF} - \text{Ca/Mg}$, $\text{SiO}_2/\text{Ca+Mg+Na+K}$ の関係図なども^参考にし、溶存成分などから総合的に判断すると、すべての試水は同傾向を持つ浅層地下水と考えられる。

これをグループ分けすると

オ-グループ, No. 6 No. 7 相内沢河川水

オ=グループ, No. 5 No. 8 No. 14

オ<グループ, { No. 1 No. 2 No. 3 No. 4 No. 9 No. 10 No. 11
No. 12 No. 15

と上記3つの水系に区分することも可能である。

しかし、基礎資料がほとんどなく、かなり精越な点もあると思われるので今後も調査をすべし、より良い結果を得る努力をしていきたい。

最後にこの調査に御助力を賜った、秋田県土木部砂防課々
長始め富樫係長、川林技師、北秋田土木事務所、森吉駐在所
の職員の皆様にご厚く御礼申し上げます

調査担当者

徳 拓

制定整理報告

水質実験整理

渡 正 亮

富 田 利 保

田 幡 竜 雄

北 沢 久 子

調査位置図

S-1 50,000



調査地点

秋田県桐内沢地才への地形断面図 2.9



表-1

秋田県桐内地区の水質分析調査

分析 試水 採取	水温 C°	pH	BCG mg/l	Cl		SO ₄		SiO ₂		Ca		Mg		Na		K	
				me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l	me/l	mg/l
N01湧水	10.3	6.4	1.10	0.43	15.4	1.66	79.7	0.16	9.8	0.64	12.8	0.37	4.4	0.05	1.10	0.003	0.15
N02湧水	14.5	6.8	0.89	0.52	18.2	0.91	43.7	0.14	8.5	0.54	10.8	0.26	3.1	0.04	0.90	0.003	0.1
N03湧水	12.8	6.7	0.85	0.30	10.5	1.99	95.5	0.15	8.9	0.45	9.0	0.30	3.6	0.04	0.80	0.003	0.1
N04湧水	17.2	6.8	0.84	0.30	10.5	0.46	22.1	0.15	9.2	0.46	4.0	0.18	3.6	0.04	0.90	0.003	0.1
N05湧水	15.3	6.5	0.59	0.20	7.0	0.67	32.2	0.20	11.7	0.20	2.0	0.18	2.2	0.03	0.80	0.003	0.1
N06湧水	12.9	5.7	0.33	0.25	8.8	0.46	22.1	0.30	17.8	0.16	2.2	0.24	2.2	0.03	0.60	0.003	0.1
N07湧水	12.1	6.1	0.40	0.25	8.8	0.64	30.7	0.30	18.1	0.11	6.4	0.25	2.9	0.03	0.70	0.003	0.1
N08湧水	11.9	6.8	0.63	0.28	9.8	0.65	31.2	0.22	13.2	0.32	11.6	0.27	3.0	0.04	0.85	0.003	0.1
N09	14.3	7.1	1.00	0.22	7.7	1.07	51.4	0.17	10.3	0.58	11.2	0.28	3.2	0.04	1.0	0.003	0.1
N010湧水	13.8	7.1	0.97	0.30	10.5	0.87	41.8	0.18	10.6	0.56	10.0	0.27	3.4	0.04	0.9	0.	0
N011	13.7	7.3	0.87	0.25	8.8	0.44	21.1	0.21	12.4	0.50	9.6	0.33	3.2	0.04	0.9	0.003	0.1
N012	16.6	7.0	0.58	0.53	18.6	0.71	34.1	0.22	12.9	0.48	10.6	0.81	4.0	0.05	1.2	0.005	0.2
N013	17.8	7.0	0.67	0.30	10.5	6.72	34.6	0.80	12.2	0.53	10.6	0.25	3.7	0.05	1.1	0.005	0.2
N014	22.6	6.9	0.63	0.27	9.5	0.60	28.8	0.23	14.0	0.34	6.8	0.25	3.0	0.04	1.0	0.006	0.25
N015	21.2	6.7	0.99	0.40	14.0	0.60	28.8	0.26	15.3	0.61	12.2	0.34	4.1	0.05	1.1	0.005	0.2
桐内沢	19.1	6.9	0.44	0.30	10.5	0.64	30.7	0.29	17.4	0.10	2.0	0.29	3.5	0.03	0.8	0.003	0.1

41. 8. 13.

14-3

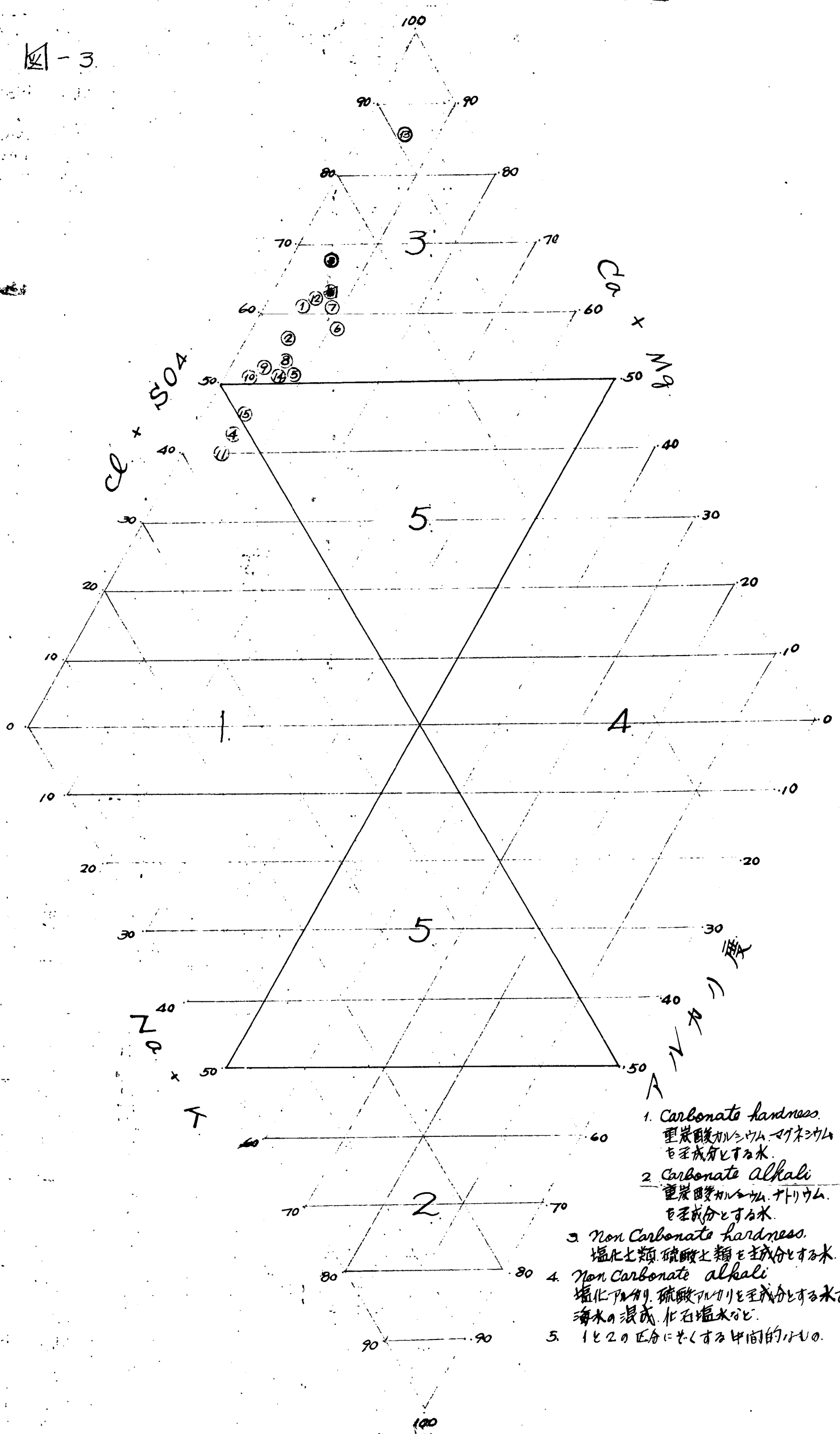
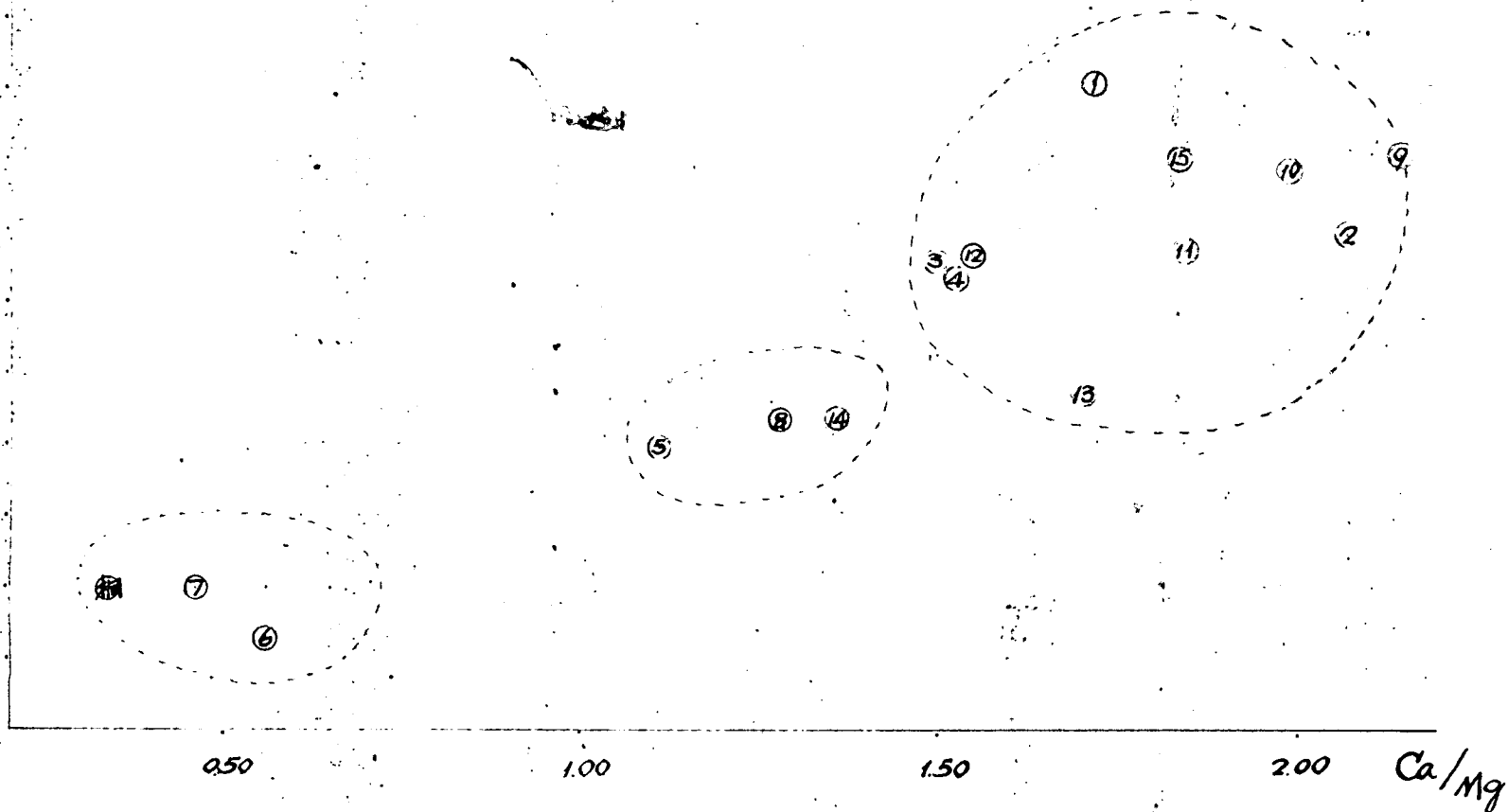


圖-4

BCG - Ca/Mg 關係圖

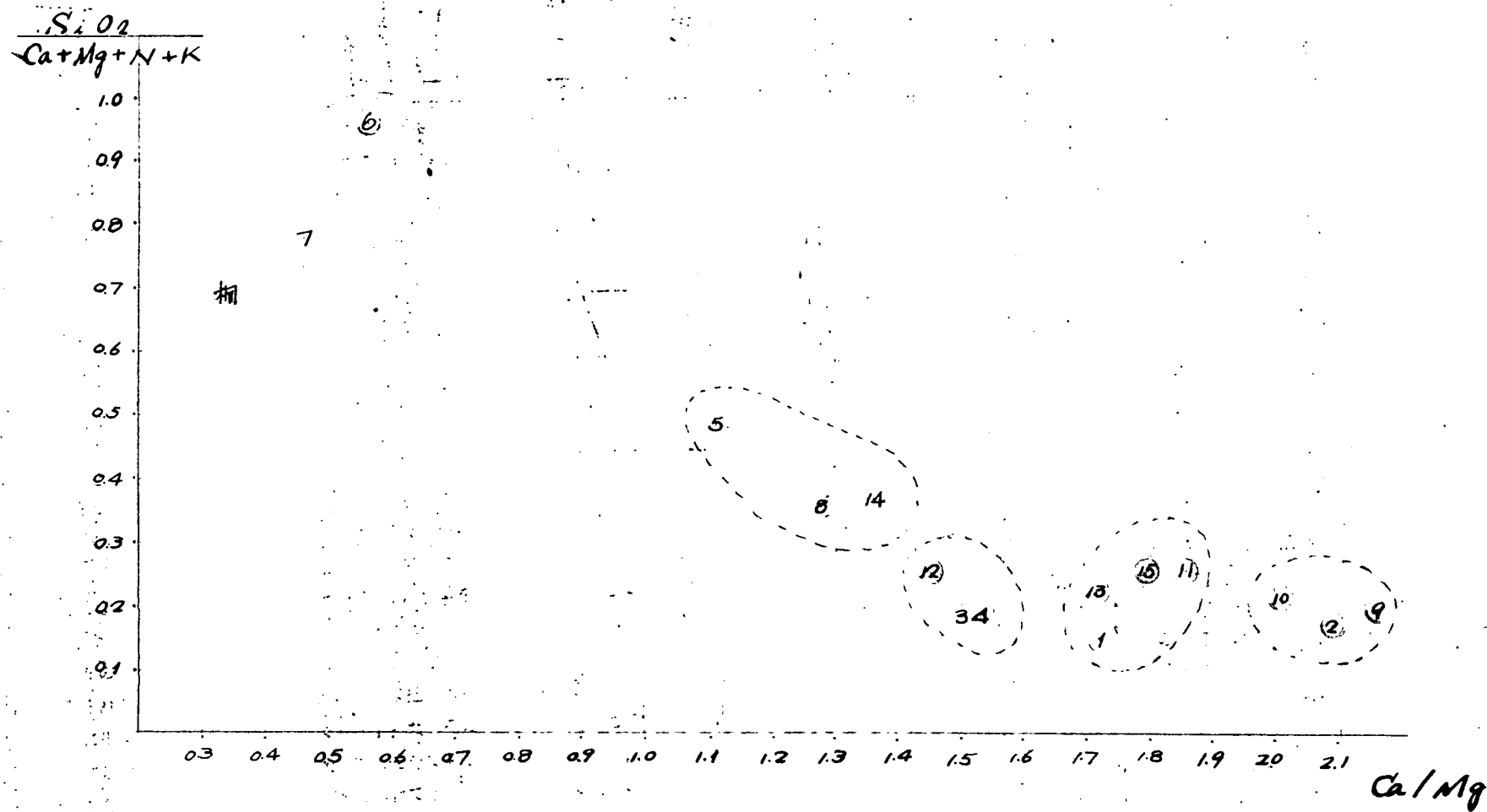
加刺隆
(BCG)

1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3



11-5

$\text{SiO}_2 / \text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}$ 關係圖



お　と　が　き

以上の調査は、秋田県土木部、仙北土木事務所、日本エ管
KK、及土木研究所が実施し、結果整理は当研究所が行った。
対策工法については、調査結果より当方が組立てた案であ
って、此は当然、実施当局が決定すべきものである事は論を待
たない。

最後にこの調査に御協力、御援助を賜、た秋田県土木部道
路課中園課長、麻生課長補佐、砂防課土木課長、富樫係長、
仙北土木事務所、角館駐在所の皆様、現地調査に当った、
日本エ管KKの名担当者に深甚なる謝意を表わすものである。

調 査 担 当 者

総 括

制 定 整 理 報 告

水質実験整理

渡 正 亮

富 田 利 保

岡 幡 章 雄

見 沢 公 子