HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 公団札幌ー小樽道路張碓工事区地すべり調査 |
| Author(s) | 中尾, 欣四郎; 池田, 隆司; 佐倉, 保夫 |
| Citation | 北海道大学地球物理学研究報告, 30, 83-88 |
| Issue Date | 1973-12-17 |
| DOI | https://doi.org/10.14943/gbhu.30.83 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/14033 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 30_p83-88.pdf |

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北海道大学地球物理学研究報告
Geophysical Bulletin of Hokkaido University
Vol. 30, December, 1973, p. 83～88.

# 公団札幌—小樽道路張碓工事区地すべり調査

中尾欣四郎・池田隆司・佐倉保夫
北海道大学理学部地球物理学教室

(昭和48年5月31日受理)

# The Landslide at the Site of Hariusu on the Bypass from Sapporo to Otaru, Hokkaido

By Kinshiro NAKAO, Ryuji IKEDA and Yasuo SAKURA
Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University

(Received May 31, 1973)

The landslide of the bypass between Sapporo and Otaru occured in April of melting season 1972. This area is located in the piedmont and superficial ground is covered by a talus sediment that have large permeability.

The talus sediment is underlain by a clay originated from a tuff. The writers carried out the investigation of ground water by the measurement of underground temperature at a depth of 1 m and electrical depth sounding. In the area of landslide, ground water table is shallow and clay is the impermeable base of the shallow ground water and the sliding base of the landslide.

## I. まえがき

近来，道路の建設に伴う道路斜面の崩落，地辷りが多発しており，道路の安全管理の上から重要な問題になっている．この原因を考えるに，昨今，時代の要請は道路網を急速に山岳地帯にまで延ばしつつあり，一方，平野部においても，用地接収の難しさもあって，山際の崖錐地帯などの崩落，地辷りの危険性をもつ地域にも道路を通すことが多いなどの事情が挙げられる．

この地辷りは山麓の崖錐地帯の道路の山側斜面で，1972年4月の融雪期に地辷りを生じた．

同種の地辷りは1971年春にも，この張碓工事区に隣接する滝の沢工事区で起っており，石井ら (1972) の調査報告がある．

我々は透水性の良い崖錐層下の粘土質凝灰岩での辷面形成にかかわりのある浅い地下水の挙動に主眼をおき，1 m 深の地温分布の測定，比抵抗探査を行なった．

なお，この調査は日本道路公団より委託され行なったものである．この調査結果が地辷りに関する資料の一つにでもなればと考え報告する．

## II. 1 m 深の地温分布からみた地下水挙動

この地域は地表部 2～3 m が直径 5 m 位までの転石を含む崖錐堆積物に被われていて，その下に赤土，凝灰岩，粘土化凝灰岩が互層を成し，基部の集塊岩の間に介在している．然し，今回地辷りを生じた斜面は道路建設に伴い安定施工が施こされており，地表部の大きな転石は除去されていた．

このように，地表部を除いては粘土質を主とする地層状態では，顕著な地下水の流動を示す層は粘土質地層の上部境界付近と考えられる．また，30 度を越える斜面勾配と地辷地上手の浸透性のよい崖錐堆積物の存在は粘土質互層中の浅所にも比較的流動性の良い水みちを生じていることが予想される．事実，調査時に，斜面のいたる所に小湧水が認められた．調査は 1972 年 5 月下旬に行なったが，この時期は地下水が冷熱源として地温に反映することが予想される．一般に，日週変化のおよばないと考えられている 1 m 深の地温分布を地辷地域の全域について測定し，地下水の賦存状態を明らかにすることにした．

地温測定方法は径 25 mm の鉄棒の打込みによって深さ 1 m の孔を開け，それにサーミスター温度計を封入し，15～20 分放置後温度を読み取った．測線は Fig. 1 に示したごとく，A 測線は公団道路すぐ上の地辷りの末端，B 測線は地辷りの上端付近に，ほぼ，等高線にそってとった．A, B 両測線の地温は Fig. 2 に図示したが，測線上での測点の間隔は 20～30 m であるが，両測線ともかなりの地温の高低がみられ，地温差は最大 2.5°C にもなっている．

また，両測線の地温変化を比較すると，おおよその対応がみられる．特に，点線で結んだ凹凸の間には対応がつき，点線の方向が斜面の最大傾斜線の方向とほぼ一致していることからみて，地下水の流れの方向を示している．特に，著しい凹部分は地下水が他の場所にくらべて浅所にあるか，水みちに相当するところかのどちらかであろう．

B-50～B-60 附近には顕著な凹傾向がみられるが，湯原 (1955) の方法によって，冷熱源の大

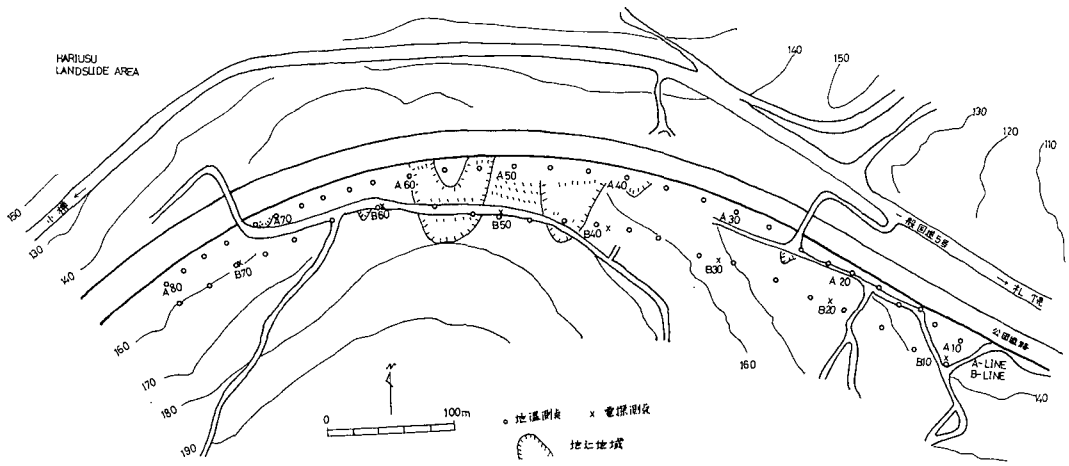


**Fig. 1.** Location and feature of landslide at Hariusu.

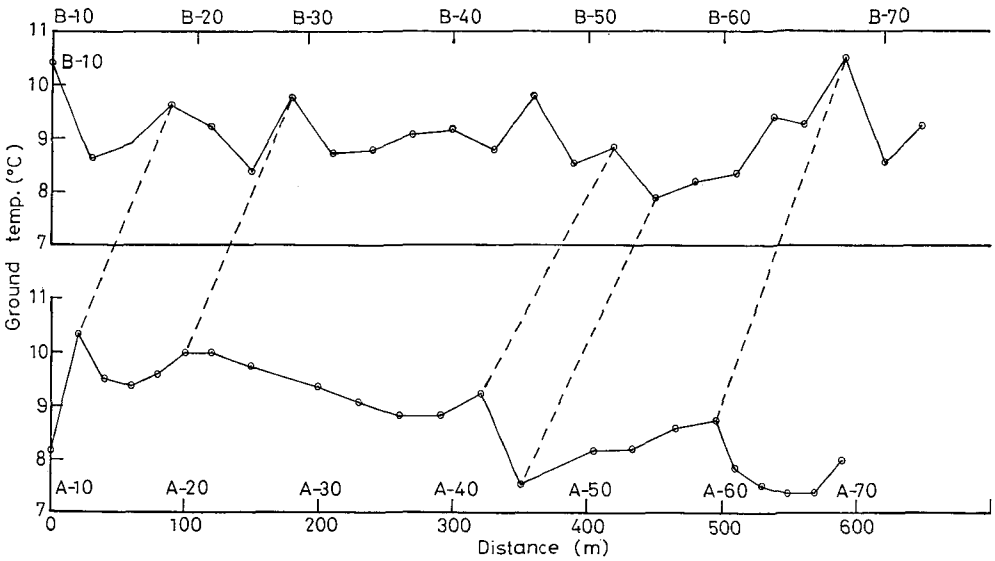


**Fig. 2.** Underground temperature at a depth of 1 m.

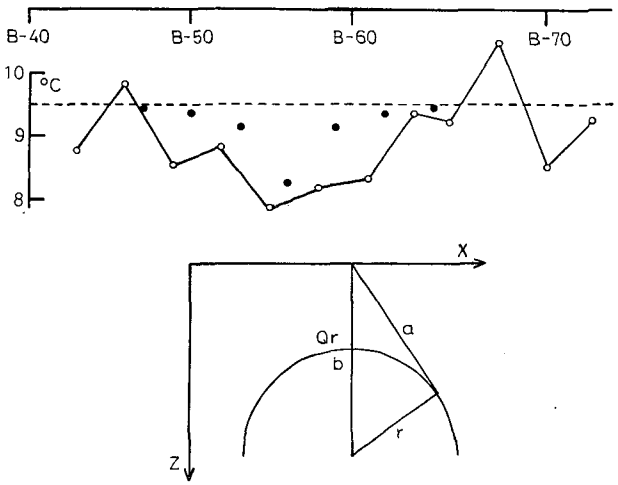


**Fig. 3.** Comparison between measured and calculated values of underground temperatrue at a depth of 1 m.

きさ，深さを推定してみることにする．この方法による地辷地の地下水調査への適用は，既に竹内 (1972) によって試みられている．

Fig. 3 のような軸が地表面に平行な円柱熱源を考え，測線方向に $x$，深さの方向に $z$ をとると，定常熱源を仮定すれば，$z$ の深さでの地温は，

$$\Theta_z = \frac{\Theta_r}{\log\dfrac{b+a}{b-a}}\left[\log\frac{(z+a)^2+x^2}{(z-a)^2+x^2}+\frac{4(z+a)}{h\{(z+a)^2+x^2\}}\right] \qquad (1)$$

となる．$\Theta_r$ は冷熱源の温度で湧水の水温 6°C をとった．なお，(1) 式の $\Theta_z$, $\Theta_b$ は表面温度を基

準とした温度である．$h$ は NEWTON の冷却係数を土地の熱伝導率で割った値である．福富 (1962) によれば $h$ の値は道内7カ所の温泉地で求め，平均値 $h=15(m^{-1})$ を得ている．この値は，(1)式右辺第2項がほぼ無視できる程度に大きく，地表面地温が地下熱源にかかわらず一様と考えられる場合に近い．$h=15(m^{-1})$ を用い，$b=53$ m, $r=50$ m で $z=1$ m の地温を計算し，Fig. 3 に黒丸印で示した．計算値と実測値とを比較すると，もう少し熱源の曲率を小さくとった方が一致が良くなる様である．

この様に半径が大きく，曲率の小さい熱源は，円柱よりもむしろ平板状で，他に比較して浅所にある地下水層と考える方が適当であろう．$b$ の値から地下水表面は凹の中心で，地表下約3 m 程度となる．崖錐交りの表土と下層の粘土質地層の境界に比較的流動性のある地下水が存在し，凹部傾向の地域はこの地下水が浅所に存在することを示していると考えられる．なお，凹傾向の顕著な B-50 から B-60 の区間に主として地辷りが発生している．

## III. 比抵抗探査による地層構造

使用した測定器は横河製大地比抵抗測定器 3244 形である．電極配置は WENNER の4極法により，電極の中心は Fig. 1 に×印で示したごとく，B 測線にそってほぼ 100 m 間隔にとった．

Fig. 4 に，実測の $\rho$-$a$ 曲線および解析した各層の比抵抗値を柱状にして示した．表層から比抵抗値の小さい B-60 測点を除いて，電極間隔 $a$ をほぼ 100 m 近くまで延ばした．

解析結果をみると，表層および B-40, B-50 地点の最下部に 200 $\Omega$m 以上の比抵抗値をもつ層があるが，この表層の高比抵抗の層は，B-10～B-30 では薄く 1 m 程度で，これは比較的小さい崖錐交りの表土に相当する．B-50, B-60 地点では，表層にこの高比抵抗層が見当らないのは，これらの測点は道路上にあたり，この層が切土除去されたためである．さらに，B-70 地点の表層の比抵抗値は 1,000～1,700 $\Omega$m と大きく，深さも 4 m と出ているが，この附近の地表は直径 3 m にも及ぶ転石を交えた崖錐層となっている．また，最下部の高比抵抗層は，基盤をなす集塊岩層と考えられる．

この両層の間に介在する粘土質の地層については，採取した試料について現地で直接比抵抗値を測定し，比抵抗探査による結果と対比して考えることにした．測定は塩化ビール板（絶縁板）上にアルミニューム板を張り付けた電極上に，アクリル樹脂の試料を入れる円筒を取りつけ，同種の電極板を円筒の上部から押しつけて，電極間の電気抵抗 $R$ を Wheatstone Bridge で測定した．

試料の比抵抗値 $\rho$ は試料の長さ $l$ (円筒の高さ 4 cm)，試料の断面積 $A$ (円筒の内径 5 cm) とすると，

$$\rho=\frac{A}{l}R \qquad (2)$$

で，$A/l=4.9\times10^{-2}$(m) となる．現地での測定の結果，比抵抗値は粘土化凝灰岩で 56 $\Omega$m，赤

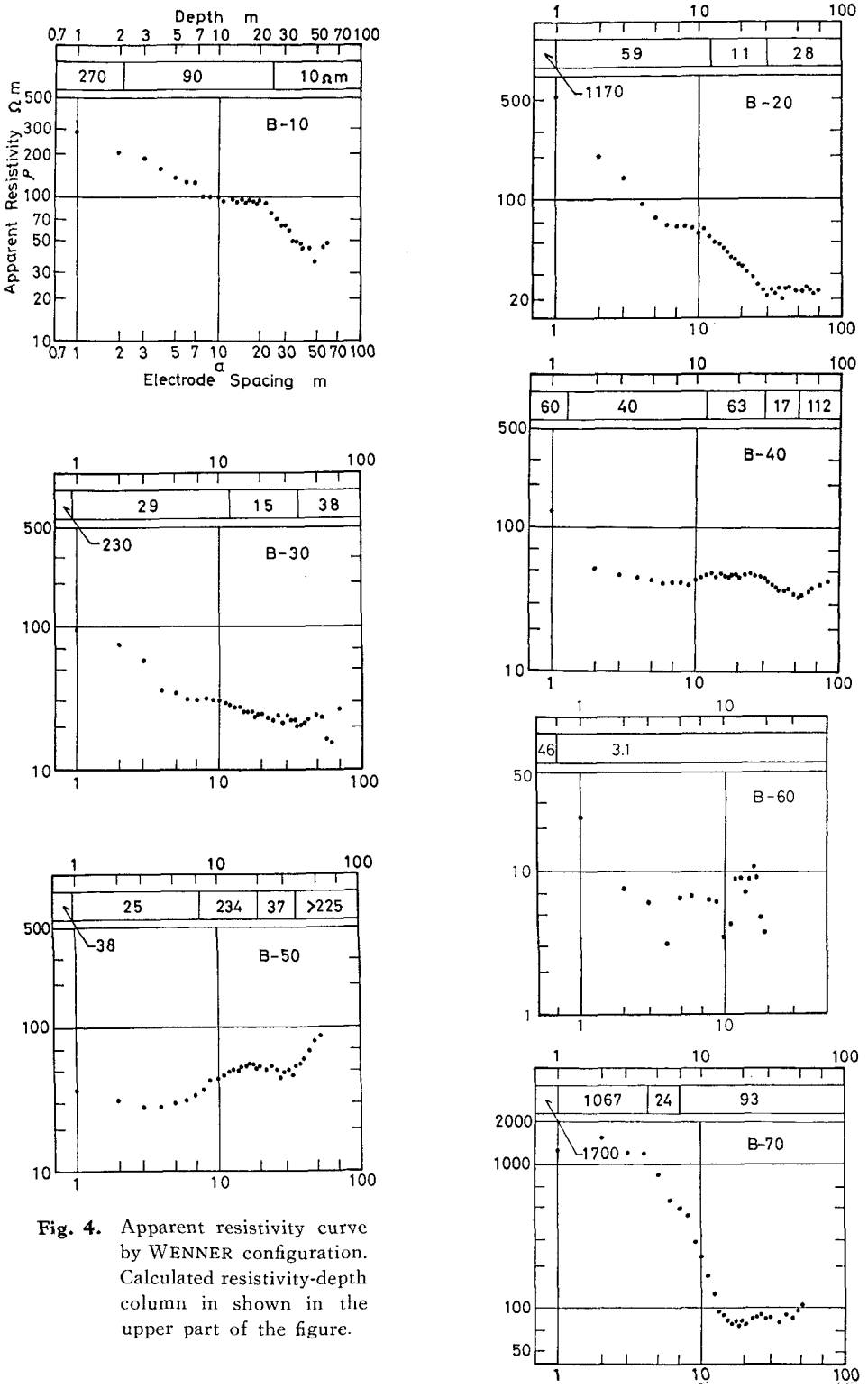


**Fig. 4.** Apparent resistivity curve by WENNER configuration. Calculated resistivity-depth column in shown in the upper part of the figure.

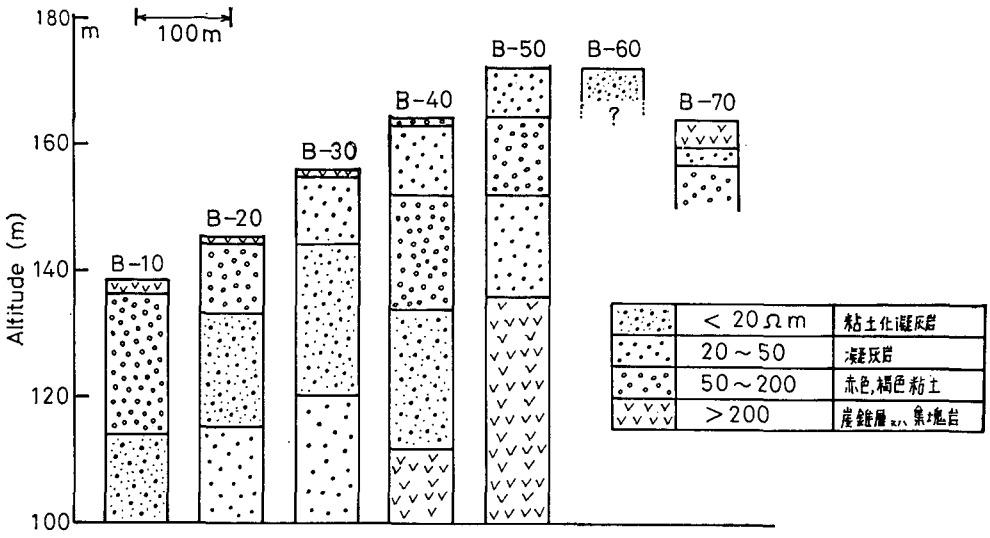


**Fig. 5.** Geologic column inferred from electrical depth sounding.

色粘土 121 Ωm，褐色粘土 189 Ωm であった．小容器に入れて測った値はやや大きめに出る傾向にあり，実測値で 20 Ωm 以下の層を粘土化凝灰岩，20～50 Ωm を粘土化の進んでいない凝灰岩，50～200 Ωm を崖錐風化物に起因する赤土或いは褐色粘土と判断した．B 測線について，以上の結果をまとめて示したのが，Fig. 5 である．

流動化し易く軟弱な粘土化した凝灰岩がこの地域の地辷りでは鍵層と考えられ，B-10～B-40 では，この層は深く，地辷りを生じた地域ではこの層が浅く辷面になったと考えられる．

## おわりに

地辷りを生じた地域では，比較的流動性のある地下水層が浅部にあると考えられるが，これは粘土質の地層が不透水性基盤となった地下水層で，粘土化凝灰岩の軟弱さと相まって地辷りを生じる機構が考えられる．対策としては斜面の安定化工事とともに，水抜き工事が必要であるが，今回の調査からみて，比較的浅層の地下水の水抜きで効果が期待できると考える．

なお，現地調査では，当時地球物理学科の学生和泉薫，木戸和男および戸坂隆氏の協力を得た．また，日本道路公団札幌支所の石井亮二氏に種々の御配慮をいただいた．

## 文　献

福富孝治, 1962. 1 m 深地温に就いての 2, 3 の問題. 北海道大学地球物理学研究報告, **9**, 45-53.

石井亮二・長尾俊雄・渡辺浩二・田治米鏡二, 1972. 公団札幌—小樽道路滝の沢工事区地すべりの調査. 地すべり, **8**, 4, 12-20.

竹内篤雄, 1972. 地すべり地における地下水調査法について —新しい地下水調査法の必要性とその試み—. 地すべり, **8**, 3, 3-12.

湯原浩二, 1955. 地下 1 m 深の地温分布から地下熱源を理論的に推定する方法. 物理探鉱, **8**, 1, 27-33.