

地すべりの電気探査

京都大学 吉住永三郎・菅野 強
鹿島建設 佐藤忠五郎・谷本治重

1. 緒 言

一般に、道路工事や鉄道工事などにおいて、路線が地すべりなどの予想される軟弱な地盤を通過することがしばしばある。このような場合、工事の施工時と施工後の安全をはかるため、地下構造を詳細に知って、対策を講ずることが大切である。この報告では、建設省の道路トンネルである片見トンネルおよび犬寄トンネルの地すべり地域において実施した、電気探査による地下構造の探査例について説明する。測定は比抵抗法により実施し、探査結果の表示は比抵抗の立体分布でしめた。

2. 片見トンネルの探査結果

片見トンネルは、新潟県坂町と山形県赤湯を結ぶ国道113号線の改良工事の一環として、建設省が建設している工事で、荒川沿いの新潟県関川村字片見に位置する長さ379mの道路トンネル（2車線、約70m²）である。下関側約40m区間は被りが浅く、その地質は凝灰質崩積土の崖錐層であるので、トンネル掘削時と掘削後に地すべりを発生する恐れがある。探査の目的は地すべりが予想される地域の地下構造を詳細に捕え、施工対策の資料とすることである。探査地区には図-1に示めされるように7測線が網目状に設けられた。これらの各測線について種々の電極配置による電気探査を実施したが、ここでは水平構造をよく捕える等間隔CPPC配置による探査結果を、測線Eと測線Aについて説明する。

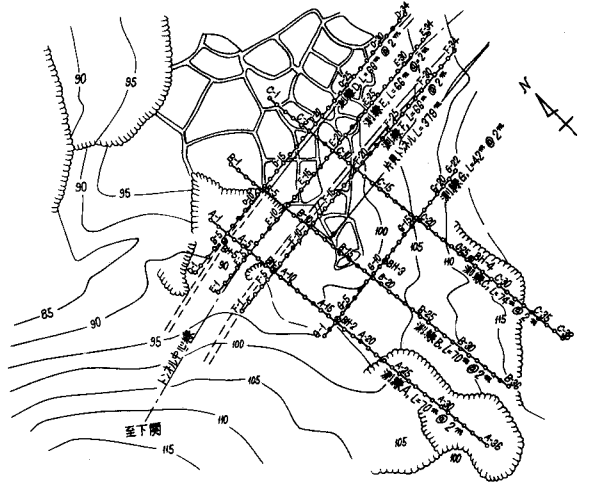


図-1 片見トンネル探査地区平面図

図-2は、トンネルのほぼ中心線上に設けられた測線Eについての探査結果をしめたものである。測線Eの測点12付近から測点28付近までの間の地下構造は、3層より成る水平構造である。測点3付近から測点11付近までの間と、測点29付近から測点32付近までの間では、

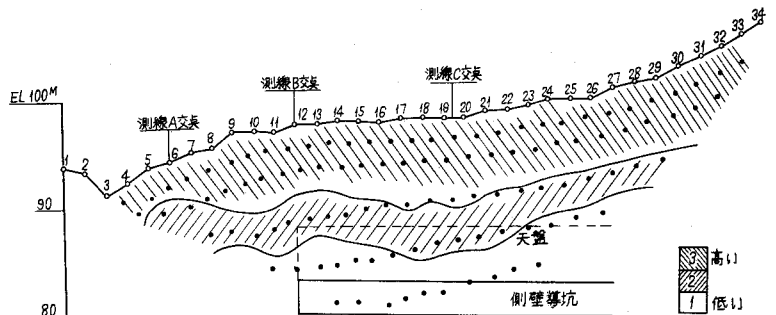


図-2 現地立体比抵抗曲線、測線E(トンネル中心線)

それぞれ層状の構造は必ずしも明確ではない。

図-3は、トンネルの中心線にほぼ直交する測線Aについての探査結果をしめしたものである。測線Aの測点11付近から測点20付近まで間の地下構造は3層より成る水平構造である。測点2付近から測点10付近までの間と、測点21付近から測

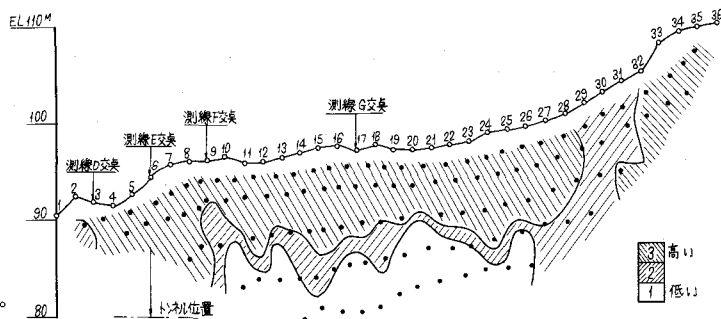


図-3 現地立体比抵抗曲線、測線A(トンネル中心線に直交方向) 0 2 4m

点35付近までの間では、それぞれ層状の構造は必ずしも明確ではない。地すべりが予想される方向は、トンネル中心線にほぼ直交する方向であると推定される。地すべり面の位置は、ボーリングの結果や地震探査の結果をあわせて総合的に判断して決めなければならない。

図-2および図-3にしめされる比抵抗の立体分布において、比抵抗の値は全体的に小さく20 Ω -mから30 Ω -m程度である。このことは地下水位が地表近くまで上昇しており、探査地区の地下構造は水で飽和された状態にあることをしめしているものと思われる。ボーリングの結果、地下水位は地表面下2m程度に上昇していること、および探査地区の成層構造を成している部分は、第一層は凝灰質崩積土である崖錐層に、第二層は比較的わるい泥岩層に、そして第三層は比較的よい泥岩層にそれぞれ対応していることがわかった。第一層の厚さは、厚いところで大体8mから10m程度である。成層構造を成していない部分は、相当もまれており地すべりが重なったような構造をしめしている。図-3の測線Aの測点32付近から測点35付近までの間にみられる比較的高比抵抗の部分は、地表踏査の結果安山岩に対応していることがわかった。なお成層構造の境界面が必ずしも地すべり面を表わしているものではない。

3. 犬寄トンネルの探査結果

犬寄トンネルは愛媛県伊予郡中山町に位置し、建設省が国道56号線の改良の一環工事として建設を進めている長さ748mの道路トンネル(2車線、約80 m^2)である。トンネル付近は、中央構造線がすぐ近くを通っているため地質的に相当もまれている。探査を実施した松山方坑口付近は、緑色片岩帯で相当風化され破碎も著しい。この地域は過去に地すべりが起った場所である。トンネル掘削時と掘削後の安全をはかるため、昭和43年8月以来ひずみ計、傾斜計および伸縮計を設置し、継続して計測しているところである。探査の目的は、地すべり地域の地下構造を詳細に捕え施工対策の資料とすることである。

探査地区には図-4にしめされるように、5測線が網目状に設けられた。これらの各測線について種々の電極配置による電気探査を実施したが、ここでは等間隔CPPC配置による探査結果を、測線Aと測線Bについて説明する。

図-5は山の傾斜方向に設けられた測線Aについての探査結果をしめしたものである。測線Aの測点8付近から測点12付近までの間は、地表面から浅いところで比抵抗が高く、深いところで比抵抗

が低いという成層構造的な比抵抗の分布をしめしている。また測点24付近から測点27付近までの間は、地表面から浅いところで比抵抗が低く、深いところでは比抵抗が高いという分布をしめしている。いっぽう測点13付近から測点23付近までの間は、比抵抗が高い部分と比抵抗が低い部分が入混じり複雑な分布をしめしている。

図-6はトンネルの中心線上に設けられた測線Bについての

探査結果をしめたものである。測線Bの測点3付近から測点5付近までの間、および測点10付近から測点12付近までの間で比抵抗が高く、測点8付近から測点9付近までの間で比抵抗が低いという分布をしめしている。この低比抵抗帯は地表付近から相当深いところまで分布している。

測線Aおよび測線Bの交点付近におけるそれぞれの測線についての探査結果の対比を行なう。図-5の測線Aの測点18付近の地下構造と、図-6の測線Bの測点6付近の地下構造を対比すればわかるように、探査結果はよく一致している。

つぎに、トンネル中心線上

の測線Bについての探査結果をしめす図-6のトンネル位置付近の比抵抗分布と、坑内地質踏査によって得られた図-7にしめされるトンネル内地質構造の対比を行なう。図-6において、測点8付近

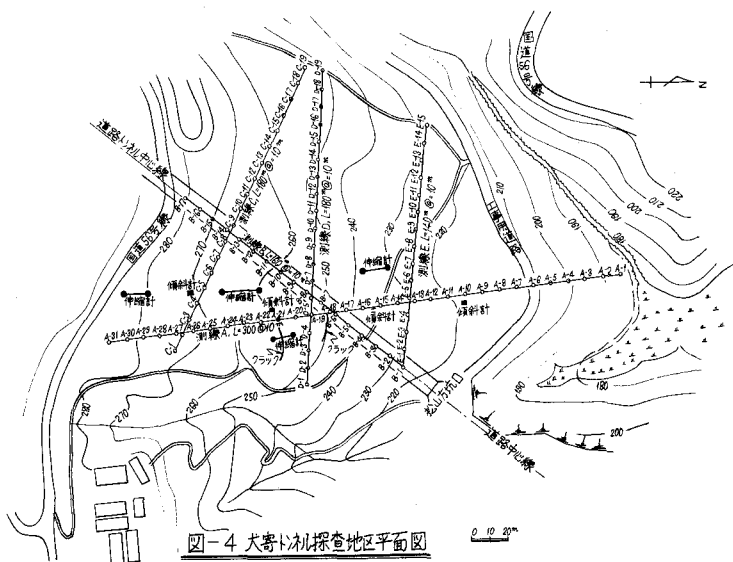


図-4 大寄トンネル調査地区平面図

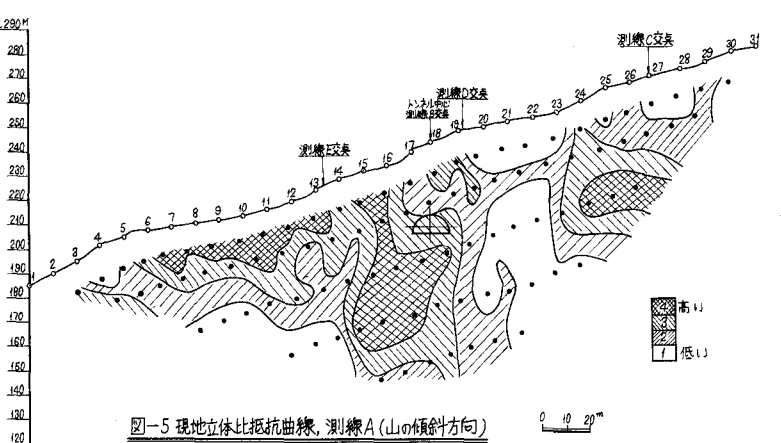


図-5 現地立体比抵抗曲線、測線A(山の傾斜方向)

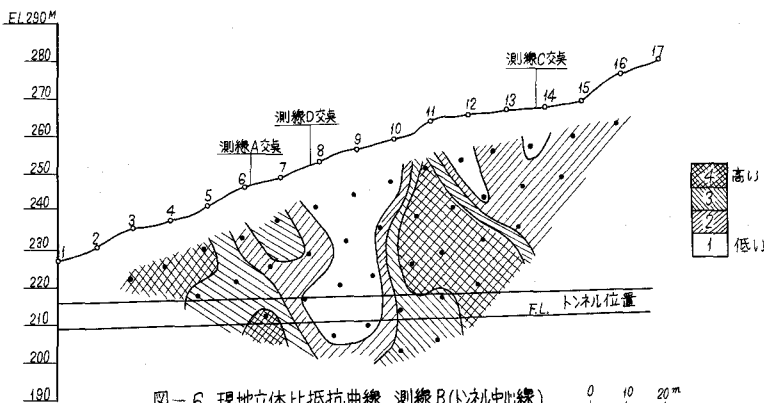


図-6 現地立体比抵抗曲線、測線B(トンネル中心線)

から測点9付近までの間、すなわち坑口から9.2 m付近から10.2 m付近までの間のトンネル位置付近の低比抵抗帯は、図-7にしめされる破



図-7 トンネル内地質構造平面図

砕帯をよく捕えている。測点5付近から測点7付近までの間、および測点10付近から測点12付近までの間のトンネル位置付近の比抵抗は、測点8付近から測点9付近までの間のトンネル位置付近にみられる比抵抗ほど低くないので、図-7にしめされる軟弱部および破砕帯は、比抵抗の分布にはそれほどはっきりとは現われていない。

図-5および図-6にしめされる比抵抗分布にみられるように、探査地区の地下構造は基礎岩盤らしきものは明確ではなく、むしろ全体的な破砕帯と考えたほうがよいようである。探査地区はいわゆるすべり面をもった地すべりではなく、中央構造線より派生した断層や破砕帯によって崩壊しているのではないと思われる。とくに、測線Aの測点20付近から測点22付近までの間、および測線Bの測点8付近から測点9付近までの間で、それぞれ比抵抗の値が小さく地下構造はこの付近で相当破砕されているようである。

4. 結 言

片貝トンネルおよび犬寄トンネルのそれぞれの地すべり地域において、電気探査を実施した結果、第2章および第3章に既述のように地下構造を詳細に捕えることができた。すなわち、片貝トンネルについては、探査地区は地下水位が地表近くまで上昇しており、地下構造は水で飽和された状態にあるのではないと思われる。成層構造を成している部分は、3層より成る水平構造である。成層構造の境界面が、必ずしも地すべり面を表わしているものではない。地すべりが予想される方向は、トンネル中心線にほぼ直交する方向であると推定される。地すべり面の位置は、ボーリングの結果や地震探査の結果をあわせて総合的に判断して決めなければならない。いっぽう、犬寄トンネルについては、探査地区の地下構造は、基礎岩盤らしきものは明確ではなく、むしろ全体的な破砕帯と考えたほうがよいようである。探査地区はいわゆるすべり面をもった地すべりではなく、中央構造線より派生した断層や破砕帯によって崩壊しているのではないと思われる。以上のように、地下構造を詳細に把握したうえで、施工技術者は地すべり対策を講ずることが大切である。

最後に、これらの探査の実施にあたっては、京都大学の吉住研究室と鹿島建設株式会社の土木工務部、技術研究所、関川作業所および犬寄作業所の各担当者の絶大な援助を得た。ここに謝意を表します。

THE ELECTRICAL SURVEY FOR THE LANDSLIDE

Eizaburo YOSHIKUMI and Tsuyoshi SUGANO
Kyoto University

Chugoro SATO and Harushige TANIMOTO
Kajima Construction Co., Ltd.

The road construction and the railway construction are sometimes carried out in the landslide region.

In such a case, it is necessary to obtain the solid figure of the underground structure beforehand and usually the boring survey is employed but this survey is very expensive to conduct all over this landslide region. Nowadays, the electrical resistivity method is employed sometimes.

In this report, the authors intend to explain the electrical survey for the landslide region by using CPPC and CCPP electrode configurations in the cases of the Katagai Tunnel, Niigata Prefecture and the Inuyose Tunnel, Ehime Prefecture.