

京都大学 吉住永三郎
 ○菅野 強
 齋藤 章
 鹿島建設 佐藤忠五郎

1. 緒 言

昭和47年度に発足した青函トンネル物理探査研究委員会*で検討された電気探査関係の課題の1つは、坑道、ボーリング孔を利用した先進探査の研究で、1つの坑道によるその前方の探査方式の研究と2つの坑道の組み合わせによる坑道前方の探査方式の研究であつた。¹⁾²⁾ 後者の検討のため、昭和48年度には北海道吉岡方(図-1)において作業坑側壁による本坑前方の先進探査が実施された。現地測定結果の解析にあたりとくに問題となつた点は

- (1) 電極配置の特性
- (2) 測定結果に及ぼす待避坑の影響および支保工が施された坑壁の影響

であつた。

今回の報告では前述の基礎的な問題点を中心に説明し、現地測定の解析結果について

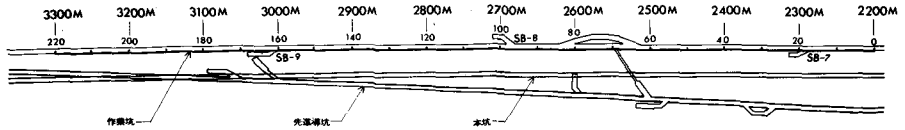


図-1 探査平面図

ては、その一部を発表するにとどめた。

(1) 電極配置の特性については、その特性を表現する方法として定義している「感度分布」を用いて現地測定に用いられた電極配置のうち2種類の電極配置について説明し、(2) 測定結果に及ぼす待避坑の影響および支保工が施された坑壁の影響については、図-2から図-7に示すように待避坑に相当する地形、坑壁に相当する表土層および標準的な地下構造の組み合わせの解析をアナログシミュレータによる解析結果を用いて説明する。³⁾⁴⁾⁵⁾

なお、この報告における図面の表示は、図-8、図

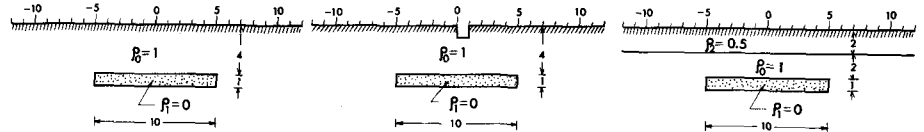


図-2 水平構造

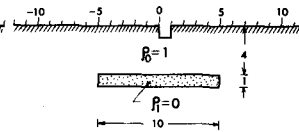


図-4 地形と水平構造

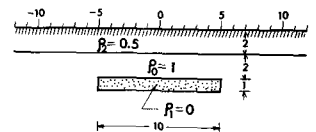


図-6 表土層と水平構造

の表示、図-10から図-18までではいわゆる直角二

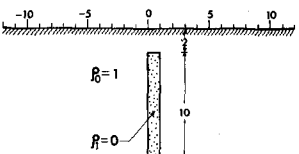


図-3 垂直構造

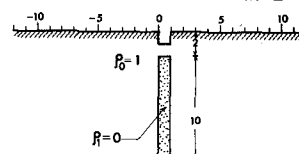


図-5 地形と垂直構造

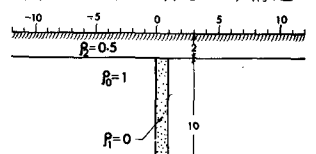


図-7 表土層と垂直構造

図-19ではアナ

ログシミュレータ解

析法による表示を用いた。

2. 電極配置の感度分布

電気探査には種々の電極配置が考案されているが、吉住研究室ではこれらの電極配置の特性を検討する方法として「感度分布」を定義している。すなわち、地下構造を単位体積の集合体とし、ある単位体積の比抵

*この委員会は日本鉄道建設公団青函建設局足立貞彦局長の要請により(財)柴田報国会地下探査工学研究所(理事長鳥養利三郎)に設置された委員会(委員長吉住永三郎)である。

抗が均質な比抵抗 ρ_0 より ρ_K に変化するにともない見掛け比抵抗が ρ_0 から ρ_K に変化した場合に生ずる見掛け比抵抗の変化割合 $(\rho_K - \rho_0)/\rho_0$ をその単位体積による「感度」 S と定義し、その単位体積の中心に表示する。さらにこの感度の分布を「感度分布」と定義し、 $\rho_K \leq \rho_0$ の場合 $S \leq 0$, $S \geq 0$, $S = 0$ となる感度 S をそれぞれ正感度、逆感度、零感度と定義している。

今回の青函トンネルの探査に用いた各種の電極配置のうち、その一部である電極配置 A1 および A2 の感度分布について説明する。

図-8 および図-9 はそれぞれ電極配置 A1 および A2 の感度分布である。電極配置 A1 では、電極系の中央部 $P_1 P_2$ 間と電極系の外側に正感度の領域があらわれ、電極 $C_1 P_1$, $P_2 C_2$ 間では正感度の値が減少し逆感度が発生する傾向を示している。一方、電極配置 A2 では、電極 $C_1 C_2$ 間、 $P_2 P_1$ 間では正感度の領域があらわれ、電極系の中央部においても幾分値は小さくなるがやはり正感度の領域となり、電極系の外側には逆感度の領域が発生する特徴を示している。

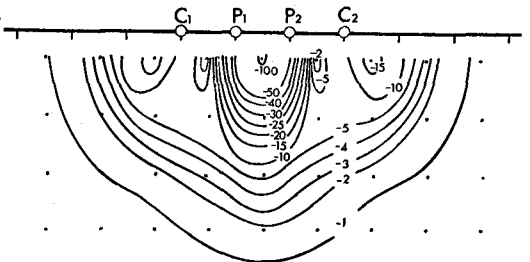


図-8 感度分布 (電極配置 A1)

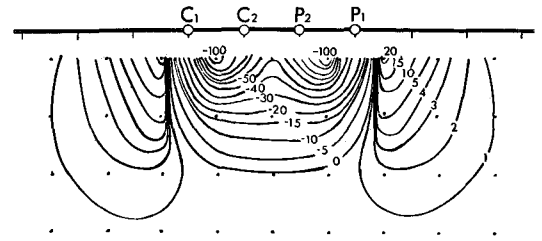


図-9 感度分布 (電極配置 A2)

3. 水平構造

図-2 は水平な地表面の下の均質な媒質中に存在する単一の水平構造の例題で、均質な媒質の比抵抗 ρ_0 、構造の比抵抗 ρ がそれぞれ $\rho_0 = 1$, $\rho = 0$ の場合である。

図-10 および図-11 は図-2 の水平構造に対する電極配置 A1 および A2 による比抵抗分布である。電極配置 A1 では、構造の中央の下側に 0.5 の低比抵抗部分があられている。電極配置 A2 では、構造の両端の下側に 0.5 の低比抵抗部分があられている。構造の中央には電極配置 A1 の場合のような低比抵抗部分はあられていない。このように低比抵抗の水平構造に対しては電極配置 A1 が電極配置 A2 より探査感度が良い。

4. 垂直構造

図-3 は単一の垂直構造の例題で構造の比抵抗 ρ が $\rho_0 = 0$ の場合である。

図-12 および図-13 は図-3 の垂直構造に対する電極配置 A1 および A2 による比抵抗分布である。電極配置 A1 では、構造の両側に 0.9 の低比抵抗部分があられている。電極配置 A2 では、構造の中央部に 0.5 の低比抵抗部分があられ、電極配置 A1 の場合と全く異なった特徴をしめしている。このように低比抵抗の垂直構造に対しては電極配置 A2 が電極配置 A1 より探査感度が良い。

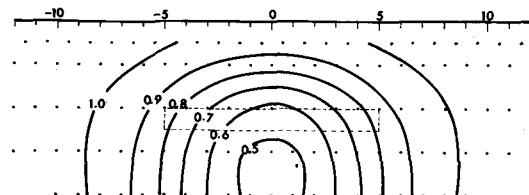


図-10 比抵抗分布 (電極配置 A1)

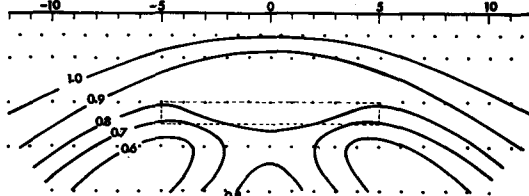


図-11 比抵抗分布 (電極配置 A2)

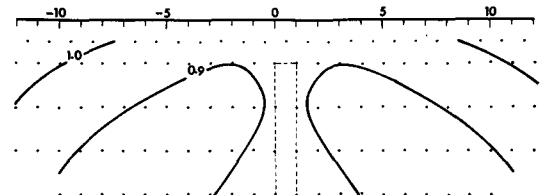


図-12 比抵抗分布 (電極配置 A1)

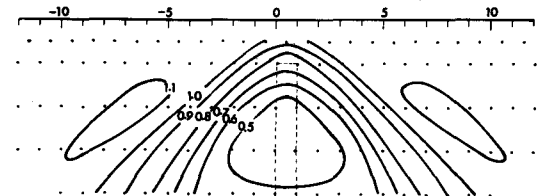


図-13 比抵抗分布 (電極配置 A2)

しては電極配置A2が電極配置A1より探索感度が良い。

5. 地形と水平構造

図-4は矩形断面の地形と水平構造とが存在する例題で、水平構造は図-2の構造と同一のものである。

図-14は電極配置A1による比抵抗分布である。地形の存在が比抵抗分布に及ぼす影響は極めて大きく、矩形断面の地形の中央で2.5の高比抵抗部分が、地形の両側に0.5の低比抵抗部分が、さらにその外側に1.1の高比抵抗部分がそれぞれあらわれている。図-10の水平構造のみが存在する場合の比抵抗分布にあらわれた0.5の低比抵抗部分の特徴は、図-14の地形と水平構造とが存在する場合にも構造の中央の下側にみとめられるが全体としては地形の影響により攪乱されている。

6. 地形と垂直構造

図-5は矩形断面の地形と垂直構造とが存在する例題で、垂直構造は図-3の構造と同一のものである。

図-15は電極配置A1による比抵抗分布である。この場合も、地形の存在が比抵抗分布に及ぼす影響は極めて大きく、地形の中央で2.5の高比抵抗部分が、地形の両側に0.5の低比抵抗部分が、さらにその外側に1.1の高比抵抗部分がそれぞれあらわれている。図-12の垂直構造のみが存在する場合の比抵抗分布にあらわれた0.9の低比抵抗部分の特徴は、図-15の地形と垂直構造とが存在する場合には地形の影響により攪乱されみとめられない。

7. 表土層と水平構造

図-6は表土層と水平構造とが存在する例題で、比抵抗 ρ_2 が $\rho_2=0.5$ の低比抵抗の水平な層で、水平構造は図-2の構造と同一のものである。

図-16は電極配置A1による比抵抗分布である。表土層の位置に0.6の低比抵抗部分が広くあらわれている。図-10の水平構造のみが存在する場合の比抵抗分布にあらわれた0.5の低比抵抗部分の特徴は、図-16の表土層と垂直構造とが存在する場合にも構造の中央部にみとめられるが、全体として表土層の影響により攪乱されている。

8. 表土層と垂直構造

図-7は表土層と垂直構造とが存在する例題で、低比抵抗の表土層の下に図-3の構造と同一の垂直構造が存在する場合である。

図-17は電極配置A1による比抵抗分布である。この場合も、表土層の存在が比抵抗分布に及ぼす影響は大きく、表土層の位置に0.6の低比抵抗部分が広くあらわれている。図-12の垂直構造のみが存在する場合の比抵抗分布にあらわれた0.9の低比抵抗部分の特徴は、図-17の表土層と垂直構造とが存在する場合には表土層の影響により攪乱されみとめられない。

9. 現地測定結果

現地においては種々の電極配置によつて測定が実施されたが、この報告では、電極配置A1のみによる測定結果とこの測定結果を用いて得られた待避坑および坑壁の解析結果について説明する。図-18は図-1の探索平面図に示す作業坑の側壁沿いに測定した結果を1.5, 1.0, 0.5の3段階表現で表わした電極配置A1による測

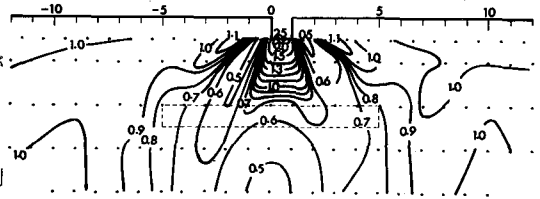


図-14 比抵抗分布 (電極配置 A 1)

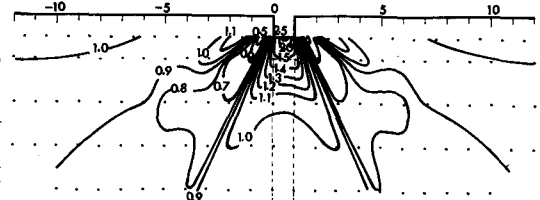


図-15 比抵抗分布 (電極配置 A 1)

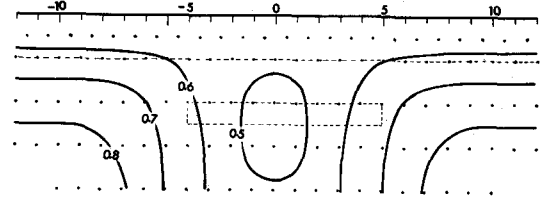


図-16 比抵抗分布 (電極配置 A 1)

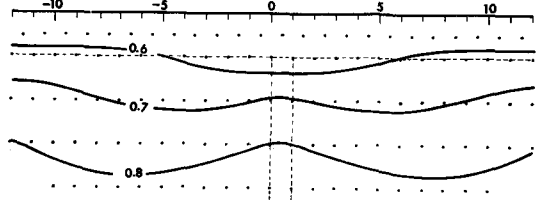
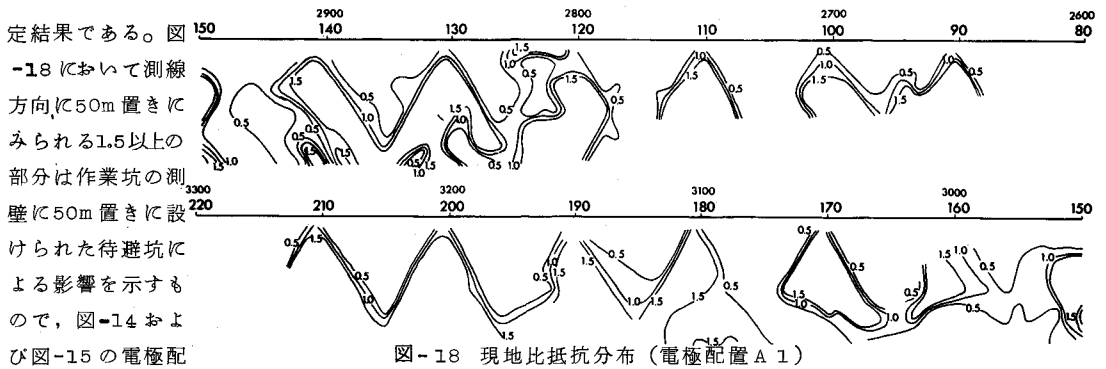
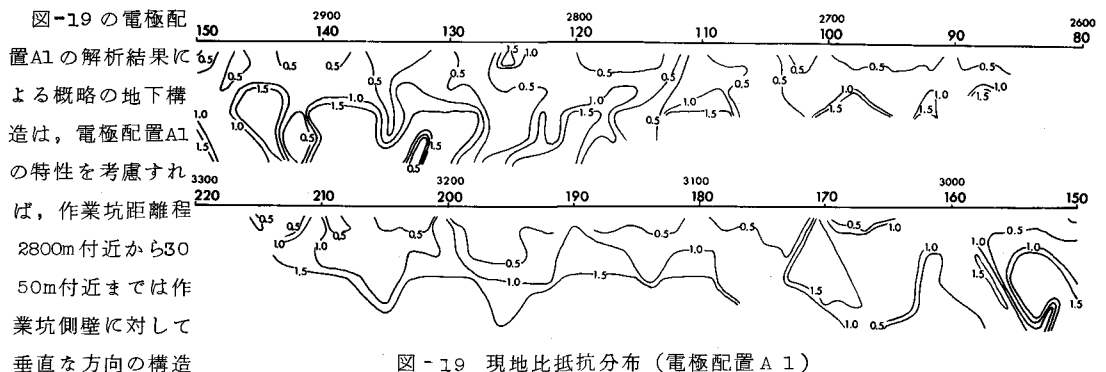


図-17 比抵抗分布 (電極配置 A 1)



置A1による比抵抗分布にあらわれた矩形断面の地形による影響に相当するものである。図-19は、図-18の電極配置A1による現地測定結果から待避坑による影響をアナログシミュレータを用いて解析した結果得られた1.5, 1.0, 0.5の3段階表現による電極配置A1の解析結果である。図-19において側壁に近いところにみられる帯状の0.5以下の部分は、電極配置A1の探索感度が、図-10に示すように低比抵抗の水平構造にすぐれていることを考慮すれば、支保工が施された坑壁による影響を示すものであり、図-16および図-17の電極配置A1の比抵抗分布にあらわれた低比抵抗の表土層による影響に相当するものである。1.5, 1.0, 0.5の3段階表現は比抵抗の絶対値による表現でなく相対的な表現で、現地の地質状況によつて判断する必要がある。



であり、3100m付近から3300m付近までは作業坑側壁に対して 水平な方向の構造であることを示している。

10. 結 言

青函トンネル物理探査研究委員会の検討課題の1つとして昭和48年度に実施された北海道吉岡方における作業坑側壁による本坑前方の先進探査について説明を行った。

今回の報告では、(1)電極配置の特性と(2)測定結果に及ぼす待避坑の影響および支保工が施された坑壁の影響について、感度分布および地形、表土層、地下構造のアナログシミュレータによる解析結果を用い、現地測定結果の解析上の基礎的な問題点の説明を主として行った。現地測定の解析結果については、その一部である電極配置A1の結果のみを説明したが、その他の解析結果は昭和49年度に実施される現地測定の測定結果を含めて別の機会に発表する予定である。終わりに、この報告に関してご援助を頂いた青函トンネル物理探査研究委員会の委員幹事、現地測定を実施された株式会社関西計器および青函ずい道(吉岡)工事共同企業体の関係各位に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 青函トンネル物理探査研究委員会昭和47年度報告書, 昭和48年3月。
- 2) 青函トンネル物理探査研究委員会昭和48年度報告書, 昭和49年3月。
- 3) 吉住, 菅野; 電気探査の理論と応用例, 土木学会関西支部講習会テキスト, 昭和45年4月。
- 4) 吉住; 電気探査のアナログ計算機による結果解釈法, 物理探査, 22巻5号, 昭和44年10月。
- 5) 吉住; アナログ計算機結果解釈法における基礎的考え方, 物理探査, 23巻4号, 昭和45年8月。

The Electrical Prospecting at the Yoshioka Side of the Seikan Tunnel

Eizaburo YOSHIKUMI

o Tsuyoshi SUGANO

Akira SAITO
(Kyoto University)

Chugoro SATOH
(Kajima Corporation)

The field measurement was conducted during 1973 along the measurement line as indicated in Fig.1 which shows a portion of the prospecting area.

There are two kinds of problems to analyze the field data. The one is the feature of the electrode configuration, and the other is the effects of the topography and the surface layer.

Figs.8 and 9 are the sensitivity distributions in the cases of electrode configurations A1(CPPC) and A2(CCPP).

Figs. from 10 to 17 are the resistivity contours which are given by using the analog simulator in the cases of earth structures as shown in Figs. from 2 to 7.

Figs.18 and 19 show the resistivity contour obtained in the field measurement and the analyzed structure obtained by using the analog simulator respectively.