

京都大学 吉住永三郎 入江恒爾  
鹿島建設 佐藤忠五郎 ○谷本治重

## 1. 緒 言

発破にともなう爆破振動の基礎岩盤におよぼす爆破効果の解析は、地下構造が均質でないために爆破現象が非常に複雑となるため、一般に困難である。この報告では、筆者らが開発した爆破振動を電氣的に測定する方法、<sup>1)</sup> すなわち爆破振動によって発生する地下構造の変動ならびに爆破効果に関する問題を電気定数および間隙率の変化によって計測し、アナログ計算機を用いて解析する方法により、建設省矢作ダムのダムサイトのベンチカット発破において爆破振動の測定を行なった結果について説明する。測定および解析方法としては、発破前後において電気比抵抗法を実施し、発破前後における岩盤の定常的な変動の立体的な範囲を解析する方法を採用した。この報告ではこれらの測定結果の一部を紹介する。

## 2. 測定方法

図-1は測定地区における測線、測点および電極などの見取図である。測定は測線A、B、CおよびDを用いて発破の前後に実施し、これらの測定結果から岩盤の変動を比較解析する。

## 3. 発破前後における岩盤の定常的な変動

測定は11月22日の発破前の状態から11月25日の発破後の状態にいたるまでの各発破について継続して実施した。それらの一部、すなわち11月24日のベンチカット発破に対する測定結果について説明する。図-2はベンチカットの穿孔配置図である。

各発破孔の装薬量は表-1に示されている。

発破前すなわち11月22日の発破前の比抵抗および間隙率を基準にして、各発破後の変化を比抵抗については  $\rho/\rho$  で、間隙率については  $\Delta n/n$  で表示したのが測線Aでは図-3および図-4である。測線Aはダムサイトの傾斜方向と直角をなす方向に設けられた測線で装薬孔に最も近いものである。発破の影響は図-3および図-4に示される比抵抗の変化および間隙率の変化曲線の発破前後の値の変化を比較すれば明らかである。比抵抗の変化および間隙率の変化は電極間隔が5mでは、測点1付近と測点6付近で大きく、測点4と測点5付近で小さく現われている。電極間隔が10mでは、測点3と測点6付近で大きく、測点4と測点5付近で少し変化しているが、電極間隔が5mの場合の変化量に比べて小さく現われている。

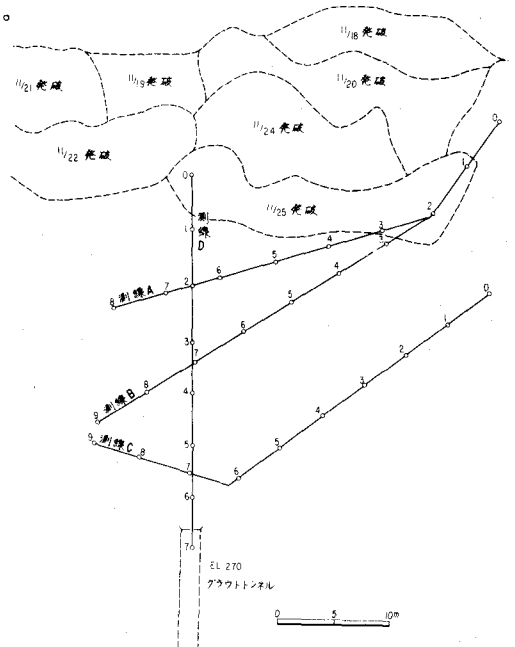


図-1 測定地区見取図(平面図)

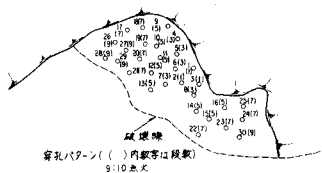


図-2 ペンチカット穿孔配置図 (11/24発破)

| 測点 | 深さ  | ANFO | 計    | 備考    |
|----|-----|------|------|-------|
| 1  | 8.0 | 0.75 | 12.0 | 6.8   |
| 2  | 8.0 | 1.0  | 17.0 | 5.6   |
| 3  | 2.5 | 1.5  | 9.5  | 2.8   |
| 4  | 2.0 | 1.5  | 4.0  | 5.1   |
| 5  | 1.0 | 1.5  | 13.6 | 4.5   |
| 6  | 1.0 | 1.5  | 11.9 | 12.65 |
| 7  | 8.0 | 1.0  | 12.2 | 16.95 |
| 8  | 1.0 | 1.5  | 13.6 | 14.35 |
| 9  | 7.0 | 1.0  | 17.0 | 17.25 |
| 10 | 5.0 | 1.0  | 10.2 | 13.95 |
| 11 | 7.0 | 1.5  | 8.5  | 9.25  |
| 12 | 6.0 | 1.5  | 5.1  | 5.85  |
| 13 | 5.5 | 1.5  | 1.0  | 1.7   |
| 14 | 8.0 | 1.5  | 11.9 | 12.65 |
| 15 | 7.0 | 1.5  | 1.0  | 3.9   |
| 16 | 1.0 | 1.5  | 1.0  | 4.5   |
| 17 | 7.0 | 1.5  | 1.0  | 5.9   |
| 18 | 1.0 | 1.5  | 13.6 | 14.35 |
| 19 | 7.0 | 1.5  | 11.9 | 12.65 |
| 20 | 8.0 | 1.5  | 10.2 | 10.95 |
| 21 | 1.0 | 1.5  | 8.5  | 9.25  |
| 22 | 8.4 | 1.5  | 15.3 | 16.05 |
| 23 | 8.0 | 1.5  | 11.9 | 12.65 |
| 24 | 1.0 | 1.5  | 1.0  | 3.9   |
| 25 | 1.0 | 1.5  | 1.0  | 4.5   |
| 26 | 7.0 | 1.5  | 1.0  | 5.9   |
| 27 | 8.0 | 1.5  | 13.6 | 14.35 |
| 28 | 1.0 | 1.5  | 11.9 | 12.65 |
| 29 | 7.0 | 1.5  | 11.5 | 12.25 |
| 30 | 8.0 | 1.5  | 11.9 | 12.65 |
| 31 | 8.0 | 1.5  | 13.6 | 14.35 |
| 32 | 8.0 | 1.5  | 11.9 | 12.65 |

表-1 発破孔装薬量 (11/24発破)

図-3 比抵抗の変化、間隙率の変化

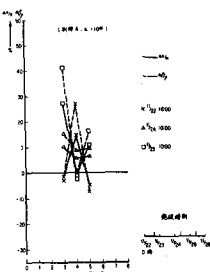


図-4 比抵抗の変化、間隙率の変化

#### 4. 岩盤構造と発破による変動の立体的表示

図-5および図-6は地表から約5mおよび10mのおおのの深さのところの発破前後における比抵抗分布を立体的に表示したものである。地表から約5mのところの比抵抗分布は、図-5に示されているように測定区域内では、測点A・2と測点C・2を結ぶ方向に測線Dの側より高比抵抗部、低比抵抗部、高比抵抗部、低比抵抗部および高比抵抗部とから成っている。高比抵抗部はいずれも中心に向うにつれて比抵抗が大きくなる渦巻状の分布をし、低比抵抗部は中心に向うにつれて比抵抗が小さくなる渦巻状の分布をしている。地表から約10mの深さのところの比抵抗分布は地表から約5mの深さのところの比抵抗分布と同様に、測点A・2と測点C・2を結ぶ方向に、測線Dの側より高比抵抗部、低比抵抗部および高比抵抗部とから成っている。高比抵抗部はいずれも中心に向うにつれて比抵抗が大きくなる渦巻状の分布をし、低比抵抗部は中心に向うにつれて比抵抗が小さくなる渦巻状の分布をしている。これらのことは測定区域の岩盤構造が、すくなくとも地表から10m程度の深さまでは、測点A・2と測点C・2を結ぶ方向に岩盤の構造が発達し、測線Dの側より比較的硬い岩質、比較的軟い岩質および比較的硬い岩質から成っていることをしめしている。

地表から約5mのところの発破による変動は、図-7の比抵抗の等変化曲線と図-9の間隙率の等変化曲線に示されている。図-7および図-9に見られるように、測点A・2と測点C・2を結ぶ方向に測線Dの側より負の変化量部、正の変化量部、負の変化量部および正の変化量部が現われている。正の変化量部は発破によってその部分の岩盤が引っ張られていることをしめし、負の変化量部は発破によってその部分の岩盤が圧縮されていることをしめしている。地表から約10mの深さのところの発破による変動は、図-8の比抵抗の等変化曲線と図-10の間隙率の等変化曲線に示されている。地表から約5mの深さのところの発破による変動と同様に測点A・2と測点C・2を結ぶ方向に

測線Dの側より正の変化量部、負の変化量部および正の変化量部が現われている。これらのことは、測定区域内では発破による岩盤の変動は、すくなくとも地表から10m程度の深さまでは測点A・2と測点C・2を結ぶ方向に測線Dの側より負の変化量部、正の変化量部、負の変化量部および正の変化量部の比抵抗や間隙率の変化が現われていることをしめしている。

図-7から図-10にしめされる発破による岩盤変動の分布は、図-5および図-6にしめされる岩盤の構造方向とよく対応している。このことは、発破による振動が岩盤の構造の方向に沿って伝播していることをしめしている。

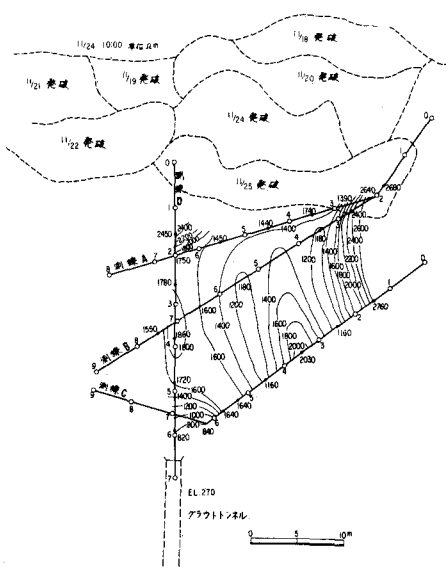


図-5 等比抵抗曲線 ( $a=5m$ )

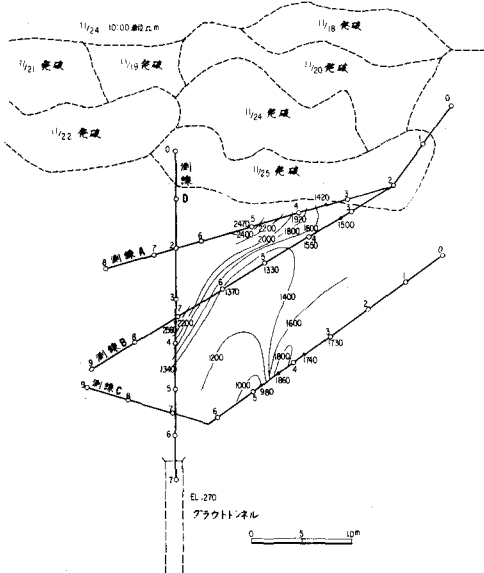


図-6 等比抵抗曲線 ( $a=10m$ )

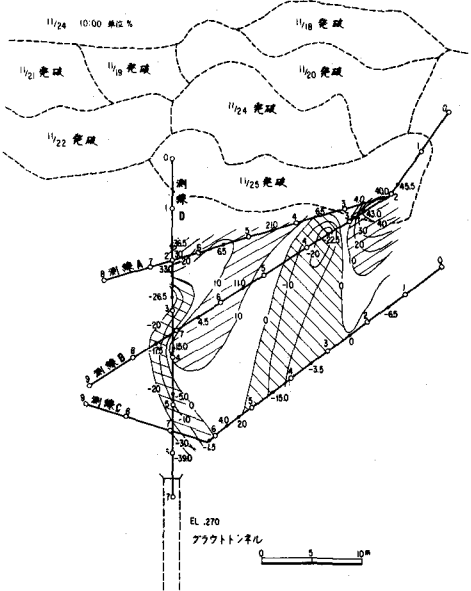


図-7 比抵抗の等変化曲線 ( $a=5m$ )

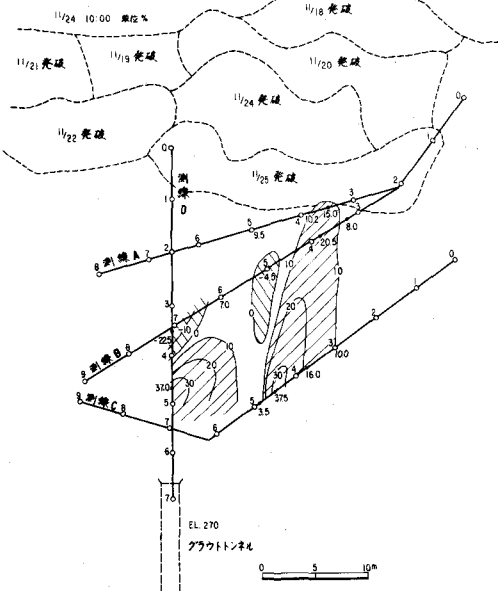


図-8 比抵抗の等変化曲線 ( $a=10m$ )

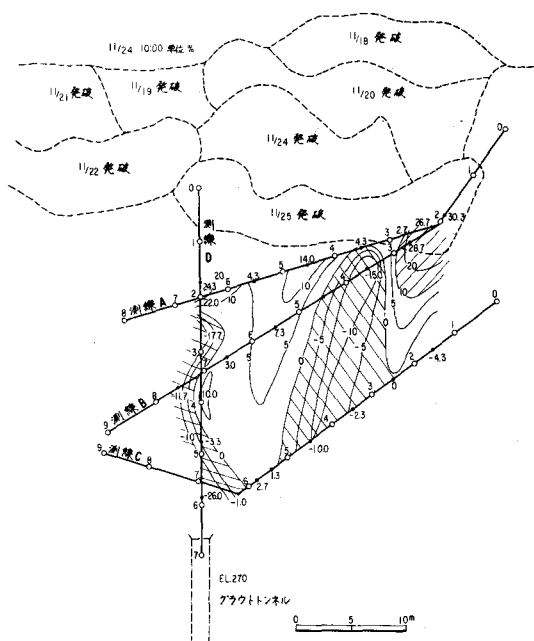


図-9 間隙率の等変化曲線 ( $a=5m$ )

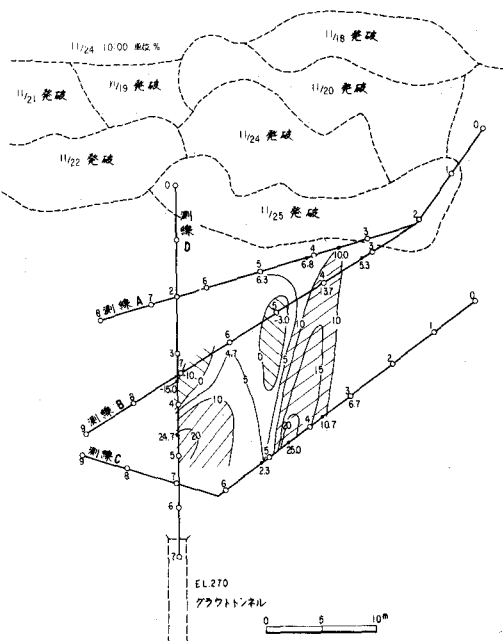


図-10 間隙率の等変化曲線 ( $a=10m$ )

## 5. 結 言

長野ダムベンチカット発破の第1回目の実験<sup>2)</sup>では岩盤変動を断面図によって表現し、長野ダムベンチカット発破の第2回目の実験<sup>3)</sup>では岩盤変動を地表面上のパターンによって表現した。今回の解析では立体的表示法を用いた。岩盤構造と発破による変動の立体的表示法はさらに検討を加えなければならないが、岩盤の構造の方向と発破能率の関係に対する一つの表示法であると考えられる。この方法によれば、岩盤の構造の方向がよく現われ、しかも各発破ごとの変動状態が理解しやすい。例えば一つの問題として、このベンチカット発破では岩盤の構造の方向と同一方向に振動が伝播しているが、ベンチカット発破としてはあまり発破能率がよくないようである。岩盤の構造の方向と垂直方向に振動が伝播するほうが発破能率が良いのではないと思われる。この実験には京都大学の吉住研究室および鹿島建設株式会社の土木工務部、技術研究所および矢作出張所の担当者の絶大な援助を得た。謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 吉住永三郎 佐藤忠五郎：第4回 岩盤力学に関するシンポジウム講演概要、昭和41年（1966） 1～5頁
- 2) 吉住永三郎 入江恒爾 佐藤忠五郎：第2回 岩の力学国内シンポジウム講演集 昭和42年（1967） 137～142頁
- 3) 参考文献 2)

ELECTRICAL MEASUREMENT for ROCK DEFORMATION and  
ROCK FRACTURE by BLASTING

Kyoto University  
Eizaburō YOSHIKUMI  
Tsuneji IRIE

Kajima Construction Co., Ltd.  
Chugorō SATŌ  
Tsuneji TANIMOTO

In civil engineering, electrical prospecting methods are used in following problems: location of dam and reservoir sites, location of ground water, thickness of weathering layers, location of fault zones, tunnel construction and well logs.

In the present paper, a new electrical method to measure the deformation and the fracture of rocks is proposed and explained as experimented in the case of the Yahagi Dam.

In blasting high pressure compressive waves are produced which *propagate themselves* through the earth structure surrounding the blasting point. By these waves deformation and fracture are generated in the earth structure and so variation of the earth resistivity takes place.

The variation of the resistivity is shown in Figs. 3, 4, 7 and 8. The variation of the porosity is shown in Figs. 3, 4, 9 and 10.

This electrical method is valid in investigating the blasting effects.