

徳大林組技術研究所 正会員 畑 浩 二

〃 〃 平 間 邦 興

〃 〃 丸 山 誠

1. まえがき

近年、地下構造物の巨大化あるいは長大化（トンネル、地下空洞など）に伴い、軟岩や風化岩などが、その建設地盤の対象となるケースが増加しつつある。元来、岩盤内部には、岩石の自重や地山運動による1次地圧が存在している。このような岩盤に空洞を掘削すると、空洞周辺の地山には応力の再配置が起こり、膨張圧、偏圧、塑性地圧などの2次地圧による「ゆるみ」が生じる。しかし、これら地圧の発生機構やその大きさについては未だ不明な部分が多く、それらの岩盤調査例も少ない。そこで、亀裂性中硬岩に属する道路トンネルを対象に、岩盤のゆるみ領域調査の一つの方法として、ボーリング孔内を利用したボアホールテレビ観測による岩盤調査を実施した。以下に、その観測方法ならびに解析結果の概要について示す。

2. ボアホールテレビによる観測方法ならびにその解析

(1) 観測装置ならびに観測方法

使用したボアホールテレビシステムは、KBT-3000シリーズ（川崎地質機製）である。この観測システムは、カメラゾンデ部、ケーブル部、制御器部およびゾンデ昇降機部より構成されている。ボアホールテレビによる孔壁観測では、カメラゾンデの前方45°の方向に取り付けられた可動式鏡面を上下に移動させることによって、観察方向を任意に変えることができる。鏡面を下げた場合は、ボーリング孔内を見下ろした形の全周観察（直視）が、また、鏡面を上げた場合は、孔壁を真横から見る形の側壁観察（側視）が可能となる。図-1にこれらの観察状況の模式図を示すが、側壁観察では、詳細な側壁岩盤の状況を把握することが

でき、全周観察では、全体的な岩盤状況を調べることができる。ここで、図-2にボーリング孔壁の亀裂分布や孔壁展開状況の一例を示す。孔壁の展開図においては、亀裂はある周期関数（例えば正弦関数、余弦関数）として表わされる。また、ボーリング孔が鉛直の場合には、亀裂の走向は亀裂の最大傾斜方向に、傾斜は最大傾斜点の水平線と亀裂とのなす角度に、そして、亀裂方向は凹部分を示す極小点の方向で示すことができる。今回

の調査では、上述の観測方法のうち側壁観察を重点的にを行い、以下に示す一連の解析を実施した。

(2) 解析手法の概要

ここで、観測された亀裂分布を明確にするために、展開図上の亀裂（周期関数）の変曲点にその亀裂が存

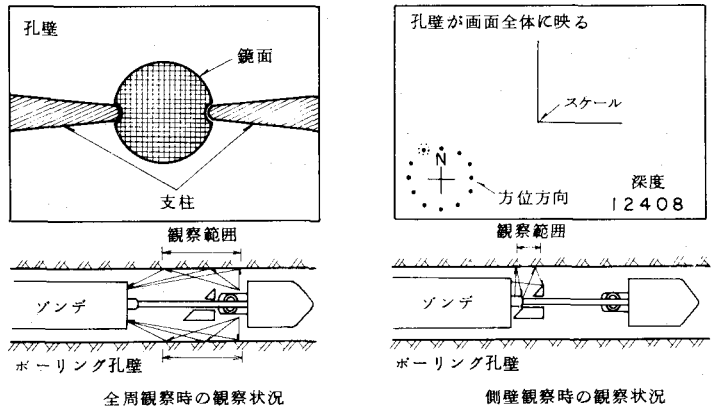


図-1 ボアホールテレビ観測による孔壁観察状況

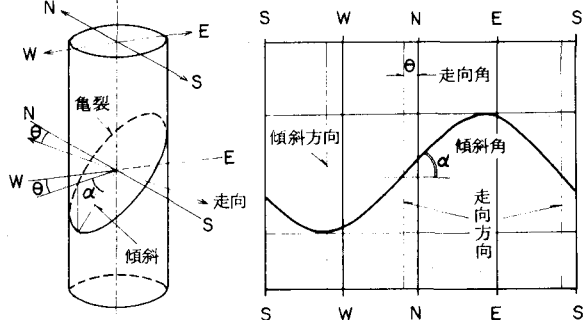


図-2 ボーリング孔壁の展開状況

在するものと判断し、深度 50 cm ごと に存在する亀裂の本数を累計したものを亀裂本数と定義する。また、展開図において計測された亀裂（亀裂幅 2 mm 以上を開口亀裂、それ未満を微小亀裂とする。）面積は、ボーリング孔における測定結果であるため、各亀裂面積の深度分布を直接には比較することはできない。そこで、ボーリング孔と同じ径を持つ円筒が、亀裂面に直交する時に切り取る間隙量に亀裂面積を換算して検討してみた。その場合の換算は次式を用いた。また、亀裂の存在する位置は、亀裂本数の場合と同様である。

$$S=\frac{2\pi r}{Lmean}S'$$

ここで、Lmean ；亀裂の平均周長（mm）, r ；ボーリング孔径（mm）, S' ；計測される亀裂面積（mm²）, S ；換算亀裂面積（mm²）である。

なお、亀裂方向については、シュミットネットを用いて、亀裂分布の方向やその卓越性について検討した。

3. 解析結果とその検討

図－3 に亀裂本数の深度分布を、図－4 に換算開口亀裂面積の深度分布を示す。これらの解析結果より、いずれも深度 3.5 ～ 4.0 m 付近を境にして異った亀裂分布を示す結果が得られた。つまり、3.5 m 以浅では 4.0 m 以深に比較して、亀裂本数は少ないが、面積の大きな亀裂が分布している。すなわち、浅い部分では亀裂本数が15本／m 程度の「開いた亀裂」の存在することが判明した。ところが、4.0 m 以深についてはその傾向が逆に得られ、亀裂本数が18.5本／m 程度と多く、亀裂面積の小さな「閉じた亀裂」の存在することが判明した。

このように、ボーリング孔壁の岩盤状況に一応明確な傾向を得ることができ、その亀裂分布を詳細に把握することができた。

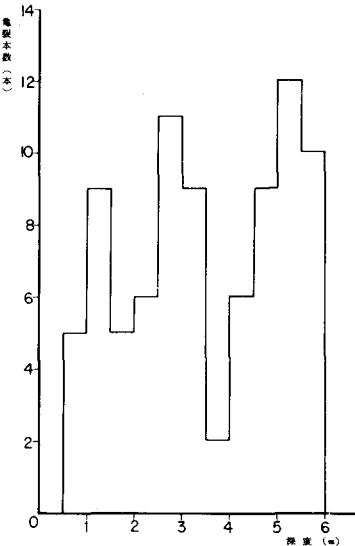
つぎに、図－5 に亀裂方向の分布を示す。この解析結果より、N 65° E 68° S に最も亀裂の方向が集中する他、W 20° E 50° S, N 35° E 70° S など数ヶ所に亀裂方向の分布の卓越していることが判明した。

4. あとがき

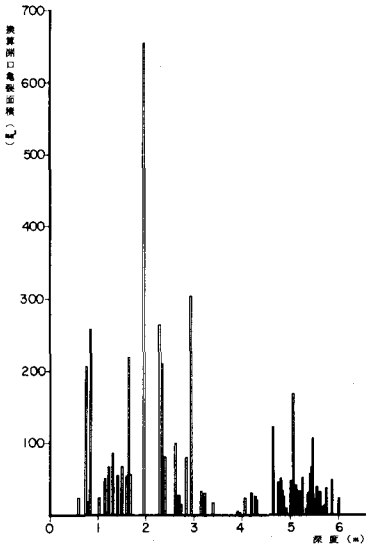
今回のポアホールテレビ観測より、トンネルの側壁から深度 3.3 ～ 3.5 m 付近までが2 次地圧によるゆるみ領域と考えられ、その裏づけとなる基礎データを多く得ることができ、調査の有効性が判明した。

今後は、亀裂性岩盤以外への調査の適用性や解析手法の電算化などが課題となるが、実際に孔壁の岩盤状況を確認することができるため、岩盤関係の問題に限らず、その利用範囲は広いと考えられる。

なお、この研究は佛大林組東京本社土木技術部との共同研究であり、当技術研究所藤原紀夫主研、吉岡尚也研究員、ならびに川崎地質(佛関係各位より多大な助言を得た。ここに深甚なる謝意を表します。

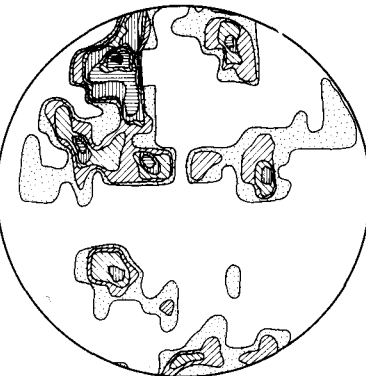


図－3 亀裂本数－深度分布



図－4 換算開口亀裂面積

一深度分布



図－5 亀裂方向の分布

