

まえがき

コアボーリングは1800年代から地下資源探査のために開発され、現在ではダム建設、トンネル掘削などの土木工事の調査に多く使用されています。また、これらのボーリング孔を調査するために多くの検層技術が開発されています。しかし、孔内を直接目で見たいという願望は強く、人が出入り可能な大口径ボーリングが行われたり、横坑掘削などもなされてきました。一方、人が出入りせず孔内を観察しようと考えると、ペリスコープ、ボアホールカメラ、ボアホールテレビカメラ、ファイバースコープなどが開発されてきました。これらのうち、ペリスコープは光学機器を利用したもので、孔壁の状態をレンズを通して目視観察、あるいは記録として残すためにカメラが使用されているものです。また、ボアホールカメラは、回転する反射ミラーおよび像反転プリズムをストリークカメラと組み合わせることにより、円筒状の被写体内面を全像にわたり正立体像として撮影できる機構となっています。日本では、1972年頃開発・実用化されました。一方、ファイバースコープは、数万本の単繊維を両端で正しく対応するように束ねて画像を伝送する技術を利用

するものです。これは、1980年代に開発されています。次が、今回取り上げるボアホールテレビカメラです。本方式は、1947年にドイツ連邦共和国において最初に開発され、1962年頃に日本に導入された技術です。これは、小型テレビカメラを防水ケースに入れたもので、ゾンデ前方に45度の角度で取り付けられた鏡面によって孔壁を真横から観察するものです。観察している孔壁の方位方向は、防水の方位方向計を装備してテレビカメラで直接映し出す方法から、現代の電子工学技術を駆使してゾンデ内部の方位方向計の信号を地上へ送り映像信号と重ね合せてデジタル表示として画面に映し出す方法までがあり、後者が主流となりつつあります。テレビカメラの長所は、現場でリアルタイムにモニターテレビに再生でき、この画像がビデオレコーダーに録画できることです。

ボーリング調査孔をのぞく

岩盤を調査するうえで問題となる割れ目(間隙、性状)を把握することは重要な要素となっており、今日、これらを調査するために多くのボーリング調査が行われています。しかし、当然のことながら、コアボーリングでは、コアは回転したもものとして取り出されますので、亀裂、

方位

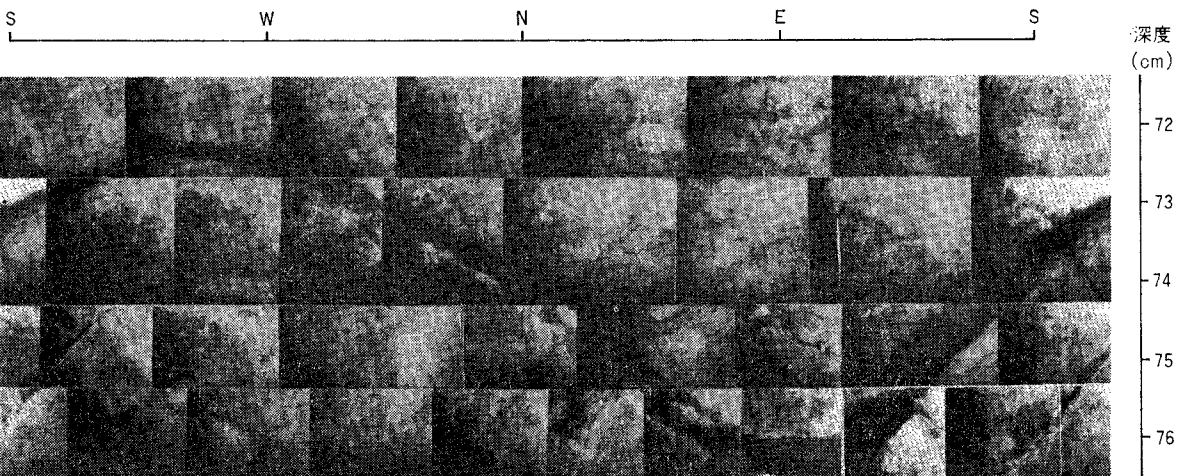
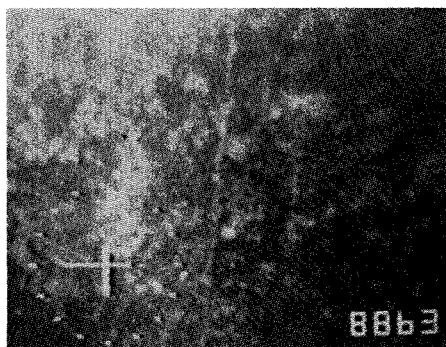


写真-1 孔壁の展開図／ボアホールテレビ画像を一般のカメラで撮影・合成したもの

節理・断層などの方向、規模を測定することはできません。しかし、ボーリング孔をテレビカメラでのぞくと、これらの測定ができます。また、テレビ画像では孔壁をルーペで拡大したように見ることができます。この画像を合成すると、調査孔を展開図として現わすことができます(写真-1, 図-1)。孔壁の展開図では、亀裂は正弦・余



(a) 水圧破碎の試験前



(b) 水圧破碎の試験後

写真-2 水圧破碎試験による人工割れ目

弦開放として表されます。したがってボーリング孔が鉛直の場合には、亀裂の走向は曲線の最大傾斜の方向に北からの角度で、一方、傾斜は最大傾斜点の水平線と亀裂との角度で、極小点の方向をもって示されます。さらに、亀裂の性状の観察を行うことで、各種の解析に用いられています。

露頭の少ない原石山の賦存量算定のための層理面の走向傾斜の算出にも用いられています。さらに、ボアホールテレビ画像とコアとの比較によって、コアの方位も決定できます。また、正確な深度も測定できます。ボーリングコアは、ロッドの継ぎ合せ、プラットフォームの沈下などによって深部になるに従ってやや深めの位置(200mで数cm~30cm程度)のものを採取していることが判ります。これにより、Acoustic Emissionのためにも利用されており、また、水圧破碎法による人工割れ目の計測

にも用いられます。試験前に観測し、収録した録画テープを再生しながら、この画像に合わせて試験後の観測を行います。その結果、人工割れ目の有無、その方位などが明瞭に観測されます(写真-2)。また、グラウト効果の確認作業にも使用されています(写真-3)。

### 構造物などをのぞく

既存構造物の中で古くから使用されているのが井戸復旧のための調査です。観測するとケーシングおよびストレーナーの損傷部の位置、状態をありのままにはっきりと示すことができるために、正しい復旧方法を選ぶことができます。一方、既存のダム堤体と着岩面の密着状況を調査するためにもテレビカメラでのぞくことができます。これにより、躯体コンクリートの質、骨材とマトリックスの充填状況、あるいは躯体コンクリートの着岩面

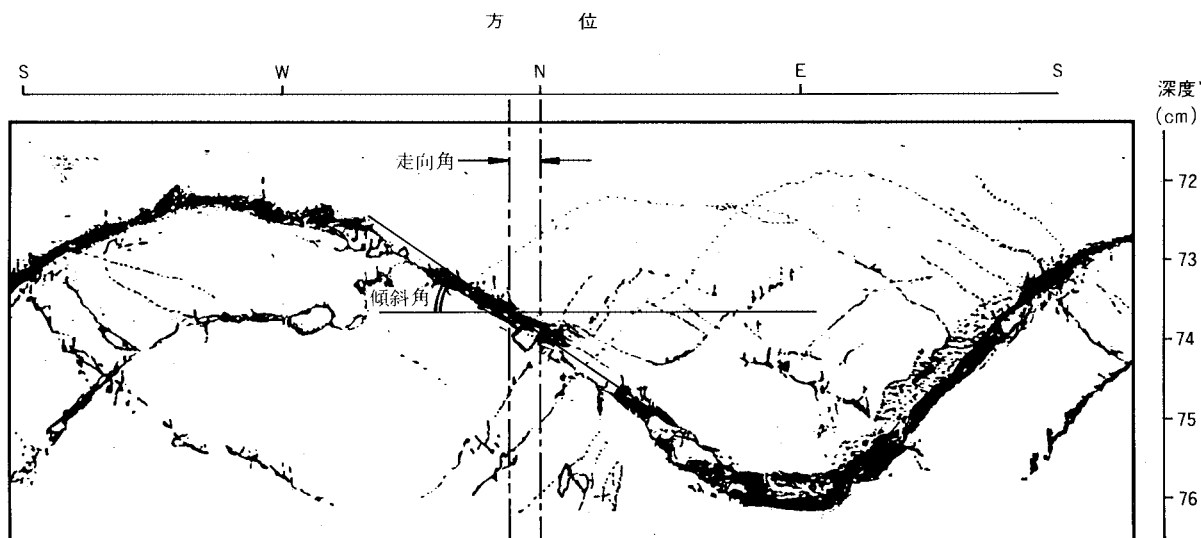


図-1 写真-1のうちの走向傾斜の見方

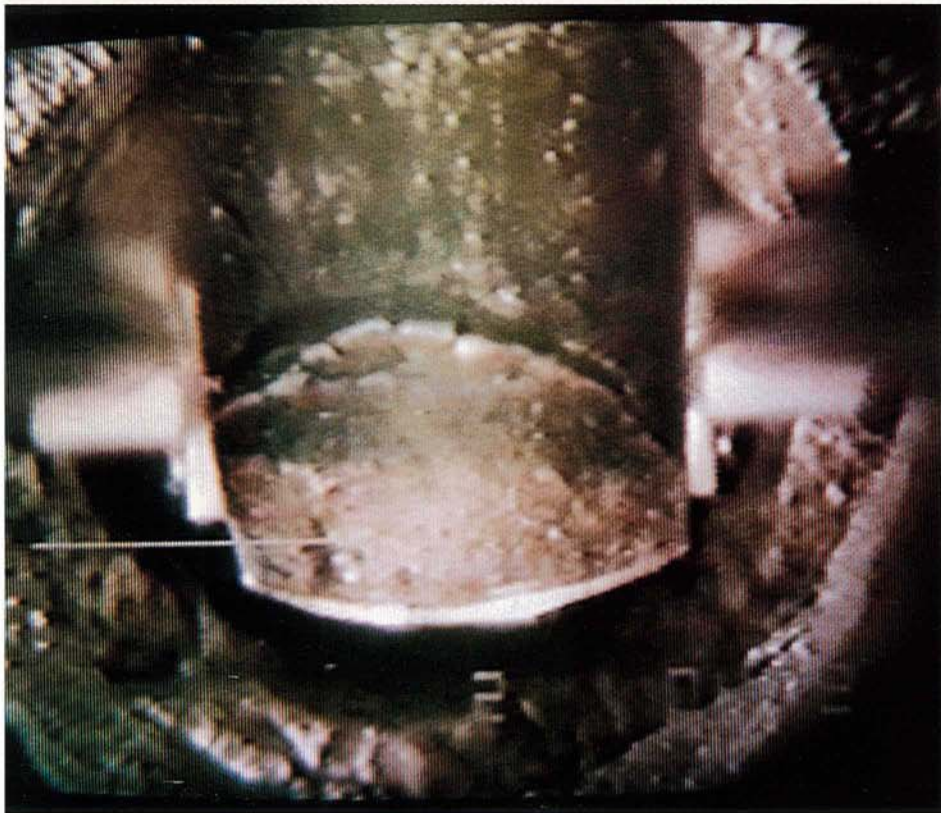


写真-3  
グラウト効果, 孔壁の  
空隙状況が観察できる,  
中央の鏡面は孔壁

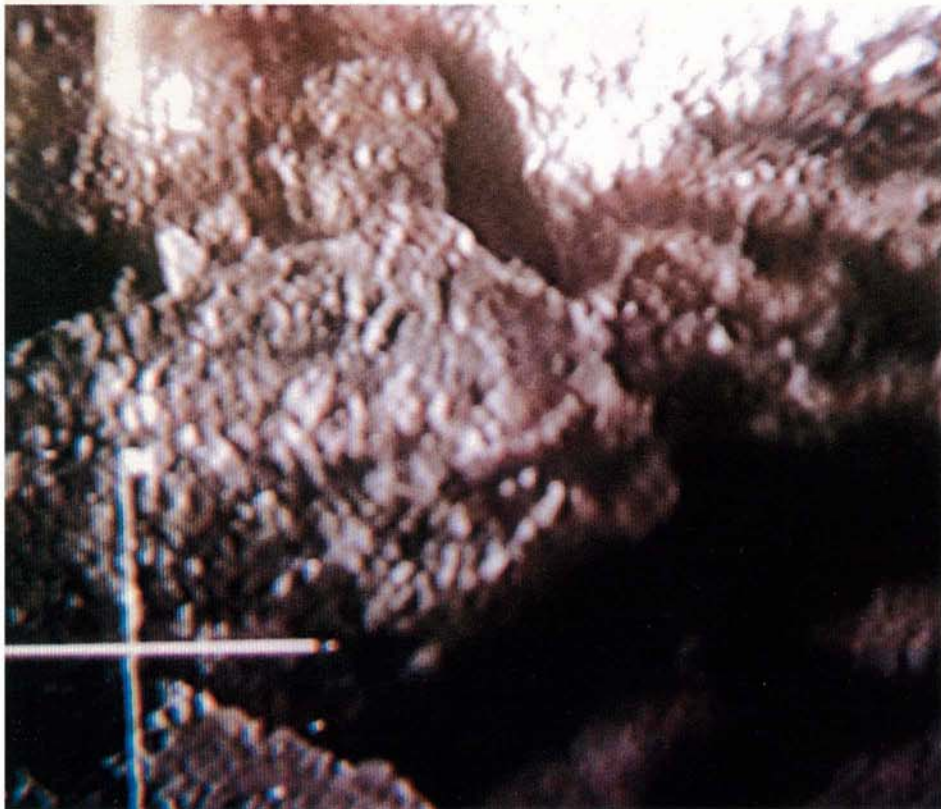


写真-4  
躯体コンクリート中の  
空隙



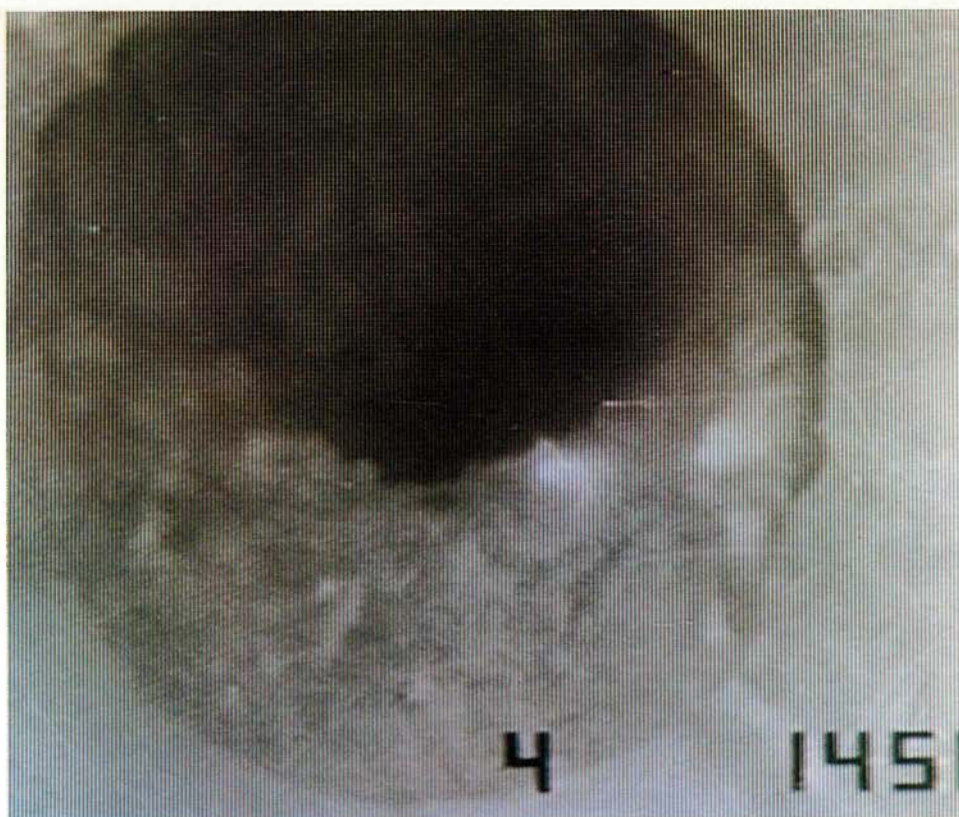


写真-5  
PC 杭のずれが確認できる

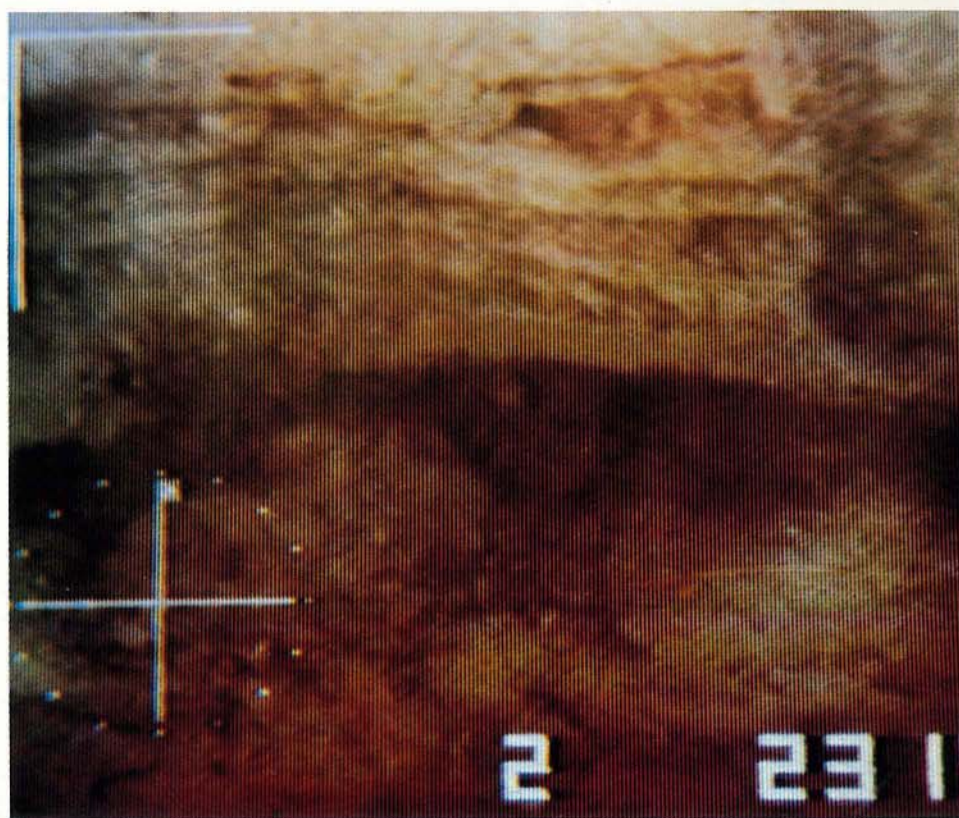


写真-6  
地層中の葉理が画面上方に見える

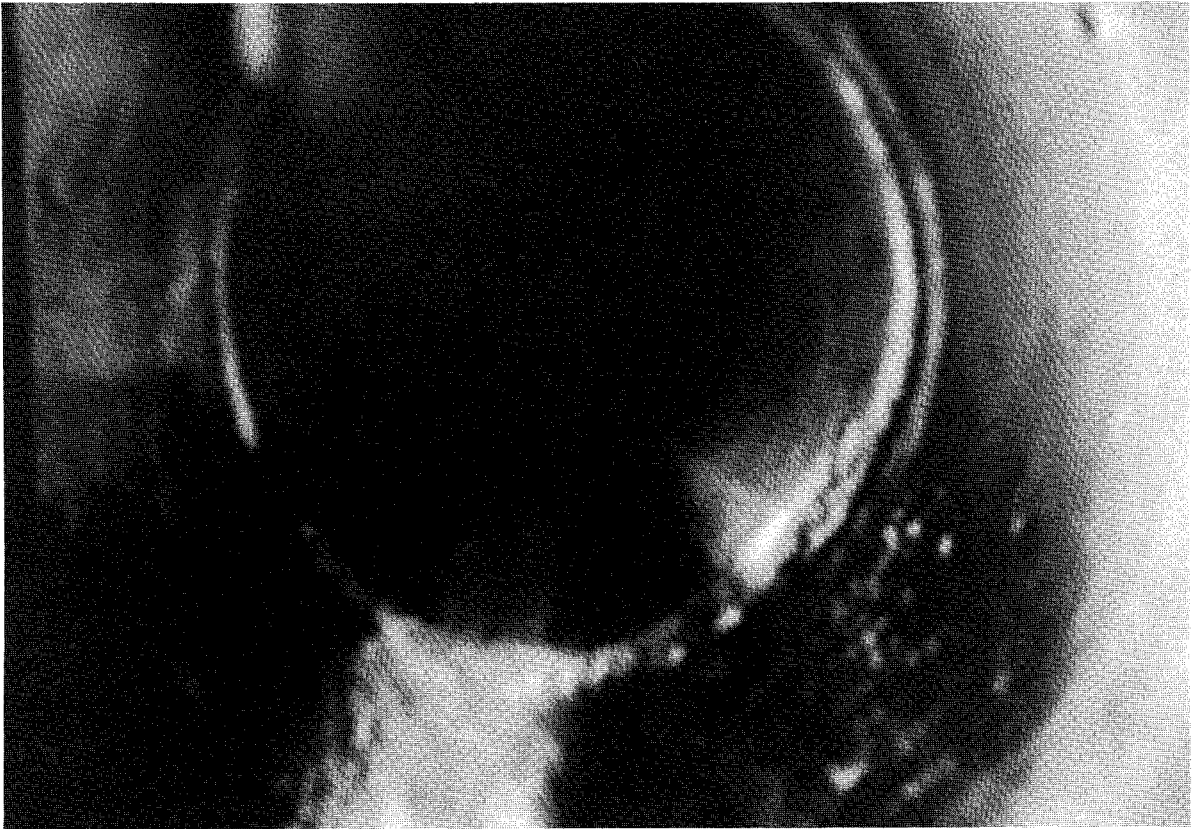


写真-7 ヒューム管内をのぞく

の空隙状況を調べることができます(写真-4)。また、最近問題となっている構造物周辺の空隙状況を調査するためにも使用されるなど、施工検査、復旧作業にも役立っています。加えて、PC杭の内部をのぞくこともできます。本作業では、杭のずれ、破損状況などが明瞭に観察されます(写真-5)。

さらに、地表陥没を発生させるような炭層などの採掘跡、地質現象による溶岩トンネルや石灰岩帯の鐘乳洞などの空洞の大きさ、および存在等を調査するうえで、有効な手段として利用されています。

### おわりに

本方式に関し、1950年代に開発された頃から問題とされたことがあります。それは、孔内の気中であっては湧水箇

所の発見には有効ですが、逆に湧水が多いとポアホールカメラ前面は豪雨の日に地上でカメラで風景等を撮影するようなもので、水滴が付き観測しづらくなります。また、水中では透明度の問題があります。これらの問題を解決するために種々の対策方法が考えられ、今日、これらを講じることによって次第により良い画像が得られるようになりました。しかし、空洞中に濁り水があった場合には限界があります。

現在の画像処理技術の発展に伴って、詳細な地質区分、粒度、岩盤空隙量、および風化度の定量化などの開発が行われています。ポーリング技術、土木技術の発展のために貢献できるシステムとして、さらに技術開発が今日も続けられております。

(筆者・Toshihito IJIMA, 川崎地質(株)物理探査部)  
(〒143/東京都大田区大森南3-23-17)

(1985.6.26・受付)

## ●ご案内●

土木学会論文集編集委員会第VI小委員会

土木学会論文集・第VI部門』は年2回(3月, 9月)の発行です。別掲の投稿要項等をご覧のうえ、多数の論文をお寄せ下さい。なお、不詳点等は事務局編集課(電話 03-355-3441番, 内線156)あてをお願いします。