

制御破砕法による地中応力測定の可能性について

地域 地盤 環境 研究所 正会員 ○江島 亘彦 正会員 今西 肇
正会員 岩崎 好規 正会員 生山 法裕

1. はじめに

地山の原位置応力を求めることは、トンネルや大深度地下空洞のように、地圧に抗して構築される構造物を建設する上で重要なファクターである。例えばトンネルは従来、岩種や岩石試験等によって支保工の設計が行われているが、あらかじめ、地圧を正確に把握することができれば、数値予測解析などの手法を用いて力学的により合理的な設計を行うことが期待できる。

従来、原位置において地圧を測定する方法としては、オーバーコアリング法、水圧破砕法がある。オーバーコアリング法は、地圧の算定に当ってヤング率やポアソン比を用い、これらの適正な把握が必要だが、異方性などを含めた評価が困難である。また、水圧破砕法は既存クラックが存在すれば、地圧を正当に評価できない。

そこで、これらの短所を補う目的で開発された、任意方向の応力を求めることができるプローブ（以下、ストレスメーターと呼ぶ）は、制御破砕を可能とする。現在までに、このストレスメーターを使用して、土被りが大きく、かつ高い強度の地山に対しての測定は行われており、これらに対しては明瞭な地中応力が求められている。今回、この装置を使用し土被りが浅く、かつ亀裂の多い地中において、制御破砕の可能性を検証する目的で現場実験を行った。報告では、制御破砕法の原理及び、現場実験の結果を示す。

2. 試験装置及び制御破砕法の原理

ストレスメーターは、等圧分布载荷法で使用されているプローブを改良したもので、凹凸のある金属製の半円筒摩擦シェル2枚に覆われた、ウレタン製の载荷チューブ内部に油圧で载荷する構造である。これをボアホール内に挿入し、内圧を载荷することによりボアホール壁面に荷重をかけ、その変位を測定する(図-1)。今回使用したストレスメーターの直径は、初期値 63mm で 74mm までの膨張が可能で、ボアホールに密着するまでは等方に広がり、壁面に密着するとシェルと孔壁の間が摩擦力によって固着し、ボアホール壁のスリットが開口する部分に引張り応力が集中する。最終的には図-2に示すように、スリットの両端部にクラックが発生する仕組みとなっており、ストレスメーターを回転させることにより、任意方向にクラックを発生させることができる。測定方法は、最初の载荷でクラックを十分に進展させておき、一度油圧を下げ、引張り強度がない状態で再载荷することにより応力を求める。また、プローブを回転させ方向を変えることにより、任意方向の応力ベクトルが求められるが、最低3方向の成分を求めることにより、応力場が決定される。

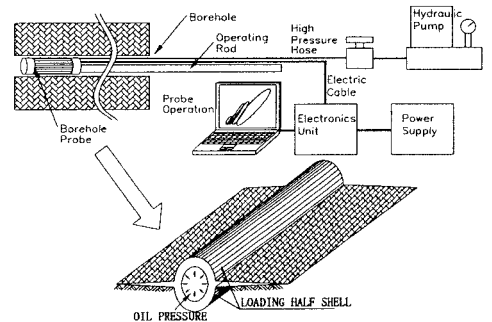


図-1 試験装置

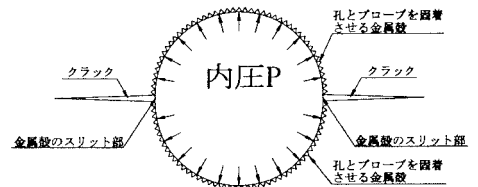


図-2 制御破砕法の原理

3. 実験概要

実験は、鹿児島県国分市で東九州自動車道を施工中の岩塊切取り現場にて行った。この地域は、桜島を囲むカルデラを成す台地の中腹であり、新鮮な安山岩よりなる。実験を行った切取り面は、柱状節理を呈しており、縦方向に 30cm 間隔程度で亀裂面が存在している。実験は、切取り開始標高 149.5m より 37.5m 切取

りが完了している平場標高 112m の位置の法面上に、水平孔(直径 66mm、深さ 200cm)のボアホールを形成し、奥行き 70cm(S 点)及び、170cm(D 点)の 2 箇所で行った(図-3)。実験手順は、S 点、D 点ともにストレスメーターのスリット部分が岩盤の鉛直方向の節理面と反する水平方向になるように、ボアホール内に挿入し、 4.9N/mm^2 の段階載荷で 49N/mm^2 までの載荷を行った。また、S 点においては載荷後に孔内カメラを使用しクラック発生状況の撮影を行い、D 点においては載荷後に圧力転写チューブを使用しボアホール内の型取りを行った。

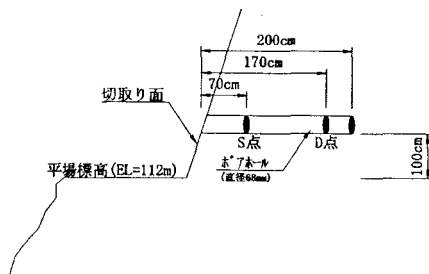


図-3 試験孔設置位置図

4. 実験結果

S 点におけるストレスメーター載荷後の孔内カメラの撮影結果を写真-1 に、D 点における載荷圧力-変位曲線を図-5 に示す。また、図-6 は図-5 で示した載荷圧力-変位曲線の各載荷サイクルの初期部分(載荷圧力 4.9N/mm^2 まで)について、載荷圧力が最小の点を原点に移動して整理したものである。写真によると、ストレスメーターのスリット部分である水平方向にクラックを形成出来たことが確認できる。また、図-6 より、 2.5N/mm^2 付近に変曲点が表示されているが明瞭ではない。

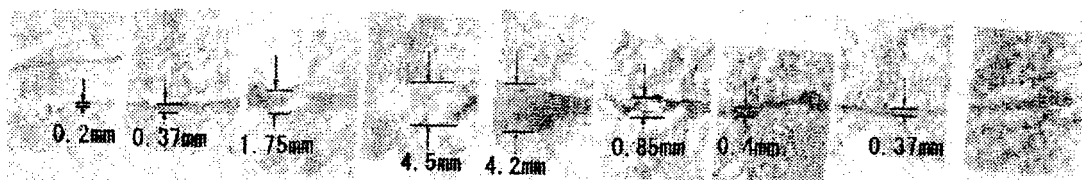


写真-1 ストレスメーターによる破砕写真

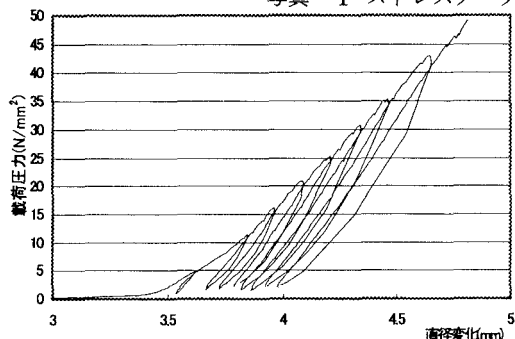


図-5 載荷圧力-変位曲線

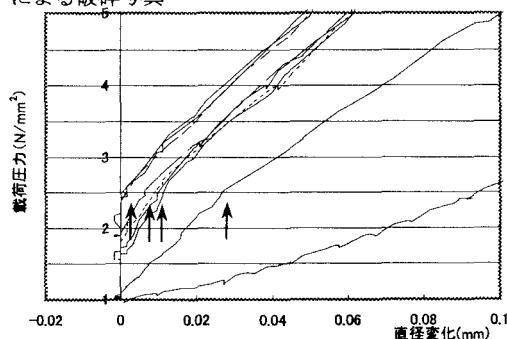


図-6 載荷圧力-変位曲線

5. まとめ

以上の結果より、ストレスメーターを使用し、亀裂面が多数存在する岩盤内で、任意方向にクラックを発生させることができた。しかし、応力測定においては、地山のもつ応力に対して載荷圧が大きく、載荷速度も早すぎたため、明瞭な結果を得ることが出来なかった。今後の課題として、地山のもつ応力に対する載荷圧の調整、油圧トランスデューサーなどの装置改良が必要である。また、クラック形成についても一度載荷した既存クラックのある箇所の、スリットの変えた(プローブを回転させた状態での)新たなクラック形成の確認が急務である。最後に、実験に当たりご協力頂いた、鉄建・徳倉建設工事共同企業体の柚木崎 守氏に謝意を表します。

参考文献

岩崎好規・生山法裕・世良田章正：岩盤応力連続測定のための制御破砕載荷によるボーリング孔壁任意方位一面破砕の形成，土木学会 講演会概要集 2000.9