

氏名	亀岡美友 かめ おか よし とも
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第599号
学位授与の日付	昭和54年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科資源工学専攻
学位論文題目	ボアホール底面上の応力の解放による岩盤応力測定に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 伊藤一郎 教授 平松良雄 教授 吉住永三郎

### 論文内容の要旨

本論文は、応力解放の前後におけるボーリング孔底面上のひずみの変化を測定して岩盤内の応力を決定する方法（孔底ひずみ法）について、理論的ならびに実験的に研究し、新しい測定装置と技術を提案し、本測定法によって数箇所現場において岩盤内の応力を測定した結果をまとめたもので、7章よりなっている。

第1章は緒論で、岩盤内の応力状態は地下構造物の合理的設計に当って考慮すべき重要な要素の一つであることを述べ、本研究の目的と内容を明らかにしている。

第2章においては、まず岩盤内の応力状態に関する従来の研究結果を紹介し、次に従来の岩盤応力測定法のうちの主なものを展望し、これらの長所及び短所を指摘し、孔底ひずみ法を研究の対象とした理由を述べている。

第3章では、孔底ひずみ法による岩盤応力決定の基礎となるボーリング孔底面上のひずみと岩盤内の応力状態との関係を解析した結果を述べている。まず岩盤を完全弾性体と仮定して、その中に考えた回転体の部分に非軸対称荷重が作用したときに生ずる応力、ひずみ及び変位を有限要素法により解析し、次にこの結果を利用して岩盤応力の各成分と孔底面上の任意の位置における任意の方向のひずみ成分との関係を示す観測方程式の一般形を導いている。

従来の応力解放による岩盤応力決定法のほとんどすべてのものでは、方向が互に異なる少なくとも3本のボーリング孔においてひずみ又は直径の変化の測定を行わなければ岩盤応力を決定できない欠点があった。第4章では、まず孔底ひずみ法についてこの欠点の有無を論じ、一般的な観測方程式を検討することによって、孔底面上に少なくとも6個のひずみゲージを適当に配置して測定を行えば岩盤応力を完全に決定しうることを見出している。次に岩盤応力を高い精度と信頼性をもって決定しうるようなゲージの配置について理論的に検討し、最も適当と考えられる8素子モールドゲージを提案している。さらにこのゲージを用いて測定した8個のひずみ成分の測定値から岩盤応力を決定するとき解くべき観測方程式の係数を

理論的に決定するとともに、これらの値を3種類の岩石より成る大形の試験片を用いた実験によって検討し、これらの値は実際に採用しうることを確かめている。また応力解放法に属する本測定法と他の測定法とについて、応力決定の精度を理論的に検討し、本法は他の測定法と比較して劣っていないと述べている。

第5章では、まずオーバーコアリングの進行中における孔底面上のひずみの変化を有限要素法を用いて解析し、次にオーバーコアリングの進行中に連続的にひずみの変化を測定しうる測定装置や操作を開発した経過を述べている。この技術の開発により岩盤内の欠陥の有無が判定でき、岩盤応力決定の信頼性が著しく向上した。

第6章では、8素子モールドゲージによる孔底ひずみ法によって数箇所の現場において実際に岩盤応力を決定した結果を述べ、これらの測定結果から地山応力状態や地下空洞のまわりの岩盤の安定を論じている。岩盤応力の測定を実施した現場は、青函トンネル、奥矢作第2地下発電所、奥吉野地下発電所、小坂鉱山、柵原鉱山及び幌内炭鉱の6箇所である。得られた知見の主なものは次のとおりである。地山の鉛直の応力成分はかぶり圧とほぼ一致し、最大圧縮応力がかぶり圧より大きいことが多く、その方向は地殻内の最大応力の方向とほぼ一致している。また鉱山における採掘空洞のまわりの岩盤や鉱柱内の応力集中が実証でき、板状鉱柱には水平方向にも著しい応力集中が生じている。

第7章は結論で、以上の成果を要約したものである。

#### 論文審査の結果の要旨

採鉱の安全や実収率の向上を計ろうとするとき、あるいは地下構造物を合理的に設計しようとするとき、岩盤内の応力は考慮すべき重要な要素の一つである。この論文は、応力解放前後におけるボーリング孔底面上のひずみの変化を測定して岩盤内の応力を決定する方法についての研究と、この研究によって提案する方法を実地に適用した結果とをまとめたもので、得られた成果の主なものは次のとおりである。

(1) ボーリング孔底面上のひずみは複雑な分布をなし、従来実験的に求められているに過ぎなかったが、これを回転体に非軸対称荷重が作用する問題として有限要素法を用いて精密に解析し、この応力測定法の基礎を確立した。

(2) ボーリング孔底面上の種々の位置における種々の方向のひずみの測定値から、岩盤内の応力を決定するための観測方程式を導き、その係数マトリックスの階数を検討して、孔底面上に少なくとも6個のひずみゲージを適当に配置して測定を行うことにより、一つのボーリング孔だけでの測定によっても岩盤内の応力を決定することができることを指摘した。

(3) ボーリング孔底面上に接着するひずみゲージの配置について検討し、測定値が安定で、かつ高い精度をもって岩盤内の応力を決定できるようなゲージの配置を決定し、8素子モールドゲージを提案した。次にこのゲージを用いて岩盤内の応力を決定する際の計算において考慮すべきひずみ係数を理論的に求め、これらの値は実際に採用しうることを3種類の岩石を材料とする大形の試験片を用いて実験的に確かめ、かつこの方法による岩盤内の応力決定に期待される精度を明らかにした。

(4) 応力解放のために行うオーバーコアリングの進行中のひずみの変化を解析するとともに、このひずみの変化を連続的に測定しうる装置を開発した。これらの研究によって、ひずみの変化の測定の信頼性が

向上するとともに、測点付近の岩盤における欠陥の有無の判定ができ、応力決定の信頼性も向上した。

(5) 本測定法を用いて、海底トンネルや地下発電所の建設現場及び鉱山において地山応力や岩盤掘削によって集中した応力を測定し、岩盤力学上の諸問題の検討のための資料を提供した。

以上を要するに、本研究は、応力解放前後におけるボーリング孔底面上のひずみの変化を測定して岩盤内の応力を決定する方法に関し、その基礎理論を明らかにし、従来よりも高い信頼性と精度をもって岩盤内の応力を決定する装置と技術を開発し、この方法によって数箇所現場で実際に岩盤内の応力を決定して有用な資料を提供したもので、学術上、工業上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。