

京都大学教育研究振興財団助成事業
成果報告書

平成24年6月29日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団
会長 辻 井 昭 雄 様

所属部局・研究科 工学研究科

職名・学年 教授

氏名 石田 毅

助成の種類	平成23年度 ・ 研究成果公開支援 ・ 研究成果物刊行助成		
研究成果物名	岩盤応力とその測定		
著者・編著、作成者全員の所属・職・氏名	【監修】石田毅(京都大学大学院工学研究科・教授) 【翻訳代表】船戸明雄(応用地質(株)・エネルギー事業部・技術長) 【翻訳・監修】公益財団法人 深田地質研究所 岩盤応力に関する研究委員会 [委員長]石田毅(京都大学大学院工学研究科・教授) [副委員長]横山幸也(応用地質(株)・エネルギー事業部・技術長) [委員兼幹事]伊藤高敏(東北大学流体科学研究所・教授) [委員兼幹事]高橋亨((財)深田地質研究所・理事) [委員兼幹事]船戸明雄(応用地質(株)・エネルギー事業部・技術長) [委員]伊藤久男((独)海洋研究開発機構・地球深部探査センター・調査役) [委員]板本昌治(株)3D地科学研究所・東京事業所・技術部・部長) [委員]岡崎幸司(株)ダイヤコンサルタント・地質解析センター・課長) [委員]小川浩司(応用地質(株)・エネルギー事業部・技術部・主任) [委員]坂口清敏(東北大学大学院環境科学研究科・准教授) [委員]手塚和彦(石油資源開発(株)・技術研究所・開発研究室・室長) [委員]山本晃司((独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構・石油工学研究課・調査役) [顧問]田中荘一((財)深田地質研究所・理事長) [翻訳協力者]村田澄彦(京都大学大学院工学研究科・准教授) [翻訳協力者]深堀大介(京都大学大学院工学研究科・助教, 現在, 電力中央研究所・研究員)		
学術書・論文集等について	出版社・印刷会社等名	発行年月日	配布先
	京都大学学術出版会	2012年3月31日	書店にて販売
成果の概要	別紙		
会計報告	事業に要した経費総額	4,443,180 円	
	うち当財団からの助成額	1,000,000 円	
	その他の資金の出所	(機関や資金の名称) 京都大学学術出版会による売り上げ	
	経費の内訳と助成金の使途について		
	費目	金額 (円)	財団助成充当額 (円)
	組版代	1,953,000	1,000,000
	製版代	593,800	
	刷版代	261,200	
	印刷代	301,200	
	用紙代	586,000	
製本代	211,580		
消費税	211,580		
合計	4,443,180	1,000,000	

成果の概要／石田毅

水中に潜れば水圧が作用するように、地中においては土圧が、岩盤中においては地圧、すなわち岩盤応力(Rock Stress)が作用する。岩盤の平均密度は水の約 2.5 倍であるので、水深 1km での水圧は 100kgf/cm²であるのに対し地下 1km での地圧は 250kgf/cm²にも達する。この圧力は、乗用車 1 台の重さを 1t とすると、両手を広げた程度の広さの 1 m 四方に 2500 台の乗用車が乗っている圧力に匹敵する。日本アルプスを貫く関越トンネルや新清水トンネルは地下 1km を貫いており、すでに閉山した四国の佐々連鉱山や北海道の幌内鉱山では、1km を超える深さで採掘を行っていた。南アフリカの金山では、地下 4km 近い深さで金鉱石を採掘している。このような大深度の地下開発では、大きな岩盤応力のために坑道や採掘切羽の岩盤が破壊し、大事故が生じることがしばしばある。また石油採掘のためのボーリング坑が地圧のために崩壊する事故も発生しているが、岩盤応力の状態が分かれば、掘削方向を変えることにより崩壊を避けることができる。さらに地震も地殻変動による岩盤応力の増大に伴って生じる地殻の岩盤の破壊であるため、岩盤応力状態の把握は地震の予知にもつながる重要な情報である。

わが国では、これまで青函トンネルのような長大トンネルの設計や本州四国連絡橋のような長大橋や原子力発電所基礎岩盤の調査などのために、岩盤応力の測定が頻繁になされてきた。社会基盤の整備が進むにつれ、このような施設の建設に伴う測定の機会は以前に比べて減少しているが、中央新幹線の建設に伴う大深度トンネルの建設や、原子力発電所の使用済み核燃料を処理した際に生じる高レベル放射性廃棄物の地層中への処分、地球温暖化ガスである二酸化炭素を地中に貯留するプロジェクトなどに関連して、岩盤応力状態の把握は新たな必要性が生じつつある。また石油や天然ガスも、最近では地下 3~4km の深度までボーリング坑を掘削して採掘することが多くなり、ボーリング坑が岩盤応力のために崩壊する問題が深刻になりつつある。さらに岩盤応力の正確な測定が可能になれば、地震予知に大きく貢献できるため、技術開発が期待されている。

このような背景に鑑み、岩盤応力に関する優れた教科書でありながらわが国への紹介が遅れていた次の書籍を翻訳して刊行した。

書名：Rock Stress and Its Measurement

著者：B. Amadei and O. Stephansson

出版社：Chapman & Hall

出版年：1997

頁数：p.516

本書の内容は、岩盤応力の重要性、岩盤応力の分類と研究の歴史、応力場の推定、原位置応力の測定法（水圧法、応力解放法、ジャッキ法、ひずみ回復法、ボアホールブレイクアウト法）、応力変化のモニタリング、地殻の応力状態（世界応力分布図）、岩盤工学・地質学・地球物理学における岩盤応力の利用などであり、一貫して応力測定結果の評価と解析における地質学の役割の重要性が強調されている。

地下を利用する土木や鉱山の分野、資源やエネルギーの分野、地下の状況を把握する地球科学などの分野、さらに、地震の長期予測や地球環境に関連する分野においても、その

基本的知識を得るためのすぐれた教科書になると思われる。また本書は、紹介されている事例や文献が極めて豊富で、地盤工学や構造地質学、地球物理学の大学院生や実務家に対しても有用な手引書なると思われる。岩盤応力とその測定の問題は古くて新しい問題である。関連分野に携わっている方々には避けて通れない基本的かつ重要な問題であり、本書がそのより良い理解を助けるものと期待される。

本書は、以下の構成からなっている。

第1章 序論

第2章 応力場の推定

第3章 原位置応力の測定法

第4章 水圧法

第5章 応力解放法

第6章 ジャッキ法

第7章 ひずみ回復法

第8章 ボアホールブレイクアウト法

第9章 ケーススタディおよび異なる方法の比較

第10章 応力変化のモニタリング

第11章 地殻の応力状態：ローカルな測定結果から世界応力分布図へ

第12章 岩盤応力，地質学，地球物理学における岩盤応力の利用

付録A 応力解析

付録B 円孔周りの変位，応力，ひずみ：異方性解法