

氏 名	寺 田 道 直
学位(専攻分野)	博 士 (エネルギー科学)
学 位 記 番 号	論 エ ネ 博 第 32 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	岩盤内部の亀裂の可視化と評価に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教授 西 山 孝 教授 石 井 隆 次 教授 宅 田 裕 彦

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、蛍光法による岩盤内部の亀裂や間隙の把握、評価方法に関する研究成果をまとめたもので、7章からなっている。

第1章は序論で、岩盤内部の亀裂や間隙の可視化、評価に関する研究と工学的応用に関して論じ、本研究で着目するにいたった蛍光法による孔壁観察の背景と目的について明らかにしている。

第2章では、岩盤内部の亀裂を可視化する方法について、これまでに研究開発された知見をまとめ、顕微鏡観察のために開発された蛍光法とボアホールテレビジョンカメラを組み合わせることによって、現在観察が困難なボーリング孔壁の直接観察が可能になることを明らかにしている。

第3章では、あたらしく開発した、蛍光法を利用した孔壁亀裂の観察方法について述べている。まず、ボーリング孔壁の亀裂観察装置として、小口径ボアホールテレビジョン装置および紫外線照射装置を開発している。つぎに、蛍光剤を亀裂に定着させるための2つの方法を室内実験により検討し、両手法の特徴と問題点を整理している。

第4章では、大断面トンネルの掘削工事において、周辺岩盤のゆるみ現象の調査に蛍光法を適用した結果について述べている。坑道周辺の岩盤は拡張掘削によってゆるみ現象を起こすが、この現象は既存の亀裂の開口あるいは開口幅の増加に起因していることを明らかにし、蛍光法がゆるみ現象の解明や評価に有効であることを指摘している。

第5章では、ダム遮水グラウト試験において、蛍光法を適用してグラウトの浸透状況を追跡した結果を述べている。濃度別に色を変えた蛍光剤を添加したグラウトを注入し、注入孔周辺に設けた観察孔で亀裂を測定、観察したところ、岩盤内の亀裂分布が3次元的に描き出され、注入過程に対応したグラウトの浸透状況が明らかになり、蛍光法がグラウトの設計施工や改良効果にきわめて有効であることを明らかにしている。

第6章では、蛍光法のより広範な問題への活用を図るために、ボーリング孔周辺の岩盤状態を乱さない非破壊試験法への適用ならびにロックアンカー試験体中の潜在亀裂の顕在化への適用について述べている。蛍光剤を添加した超微粒子セメントを用いると、蛍光剤の浸透深さが抑制され、岩盤状態を乱さない調査が可能になることを明らかにした。また、ロックアンカー引抜き試験体にアクリル樹脂を用いた蛍光法を適用すると、これまでに検出できなかった多数の潜在亀裂が発見され、ロックアンカーの力学挙動の解明に有効な知見が得られることを明らかにしている。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、岩盤内部の亀裂や間隙を定量的に把握、評価する方法を研究開発し、ボーリング孔壁面などの調査に適応した結果をまとめたもので、主な成果は以下の通りである。

1. 顕微鏡観察のために開発された蛍光法と、可視光による観察が可能なボアホールテレビジョンを組み合わせることによって、現在もっとも観察が困難とされるボーリング孔壁の亀裂や間隙を直接観察できることを明らかにした。

2. ボーリング孔壁面の亀裂に蛍光剤を充填し、紫外線を照射することによって亀裂を可視化、観察する装置を考案した。観察装置は、超小型 CCD カメラを内蔵した小口径ボアホールテレビジョンと孔壁展開画像処理装置から構成されている。蛍光剤の亀裂への定着法としては、表面から浸透させる方法と観察孔の外部から浸透させる方法の2つについて検討し、いずれの方法も蛍光剤は定着し、調査目的によって使い分けるべきであることを指摘した。

3. ボアホール蛍光法を用いて、掘削によりトンネル周辺の岩盤に形成されるゆるみ領域を明らかにした。蛍光剤を添加したアクリル樹脂を孔壁面に塗布し、掘削前後でボーリング孔壁面を観察すると、制御発破により既存の亀裂の開口あるいは開口幅の増加などの現象が起ることを明らかにした。また、この結果は真空透気試験の結果とも一致することを指摘した。

4. ボアホール蛍光法により、ダム基礎岩盤の遮水グラウトの挙動を解明した。すなわち3種類の色の異なる蛍光剤を添加したグラウトを亀裂に注入し、周辺に設けた観察孔で紫外線照射によりグラウトを可視化すると、注入過程に対応したグラウトの浸透状況が3次元的に描き出され、ボアホール蛍光法がグラウトの設計施工や改良効果にきわめて有効であることを明らかにした。

5. 蛍光法の調査範囲をより広範なものにするために、非破壊条件下でのボアホール法への適応と潜在亀裂の顕在化についてさらに研究を行い、蛍光剤を添加した超微粒子セメントを用いると、蛍光剤の浸透深さが抑制され、岩盤状態を乱さない調査が可能になること、さらにロックアンカー引抜き試験体において蛍光法を用いるとこれまでに検出できなかった多数の潜在亀裂を発見し、ロックアンカーの力学挙動の解明に有効な知見が得られること、を明らかにした。

以上要するに本論文は、蛍光法をボーリング孔壁面の調査に適用させ、岩盤内部の亀裂を可視化、定量的に把握する方法を確立し、さらにその手法に基づいて、発破により形成されるゆるみ領域、遮水グラウトの挙動などを解明したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（エネルギー科学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年1月27日実施した論文内容とそれに関連した試問の結果、合格と認めた。