

氏名	勝山邦久 かつ やま くに ひさ
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第330号
学位授与の日付	昭和48年5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	制御爆破に関する基礎的研究
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

この論文は、近年とみにその重要性が認められてきている制御爆破について、基礎的な諸問題を系統的に研究した結果をとりまとめたもので、9章から成っている。

第1章は緒論で、まず、制御爆破に関連する既往の研究の状況とそれらの成果の概要を述べ、制御爆破については、技術の開発を急ぐあまり基礎的な諸問題に対する研究が立ちおけていることを指摘し、この研究の目的と内容を明らかにしている。

第2章から第4章までは、制御爆破による材料の破壊機構を論ずる場合に重要と考えられる二、三の問題について研究した結果を述べたものである。まず、第2章では、無限媒質とみなされる媒質内で爆薬を爆轟させた場合に、媒質内に投射された応力波の伝播にともなって、装薬孔を中心として放射状に生ずるき裂の生成機構について理論的ならびに実験的に検討し、その結果より、爆破後、き裂が完成した時には一つの大きなき裂であっても、このき裂は爆源側から連続的に生成するのではなく、応力波の伝播にともない、まず多くのき裂の核が生成し、このようなき裂の核から同心円状にそれぞれ別個に生成する小さなき裂が結合しあって一つの大きなき裂になるという、き裂の生成機構についての独自の考え方を提示している。また、核の生成やその分布状態には、材料内に生ずる応力状態や潜在的に材料内に存在している欠陥などが深い関係をもつことを指摘している。ついで、第3章では、ラグランジュ座標系で表示した運動方程式を差分近似を用いて解く方法を用いて、一自由面爆破の際に媒質内に生ずる応力状態を、引張破壊を考慮に入れて解析し、爆轟後の時間の経過にともなって材料内に生ずるき裂がどのように発達するかについて考察している。その結果、爆源近傍では数多くのき裂が生成するが、時間的には最小抵抗線近傍に生成するき裂がもっとも早く、すべての方向にほぼ最小抵抗線の長さに対応する範囲内に引張破壊によるき裂が生成するところには、自由面近傍での破壊はすでに終了しており、その後はある特定の方向にのみき裂が生長するために、爆源から離れるにしたがって放射状に生成するき裂の数は少なくなることを明らかにしている。さらに、破断面上に生ずるリップルマークの生成機構についても、独自の考え方を提示して

いる。また、第4章では主として、断面が円形の長い空孔が存在している無限媒質中をパルス状の応力波が伝播する場合について、空孔の周囲に生ずる応力状態を解析した結果より、空孔の存在が動的応力にどのような影響を及ぼすかについて述べている。すなわち、応力波の波長 λ と空孔の直径 d との比 λ/d の値が 2~3 を境にして応力波の挙動に大きな差違が認められ、この値より λ/d の値が小さいときは、波動が円形空孔の壁面に達したとき、壁面があたかも平面であるかのように反射し、空孔周辺にはそれに応じた応力状態が生ずるが、この値より λ/d の値が大きいときは、波動による動的な応力状態が静的な応力状態に近い状態を示すことを述べている。

第5章から第7章までは、制御爆破法の一つとして関心をもたれているスムーズブラस्टィングについて、破壊機構と最適爆破条件を解明するために必要な諸問題を研究した結果を示している。まず、第5章では、切断予定線に沿って設けられた数多くの装薬孔内の装薬が、種々の異なった爆轟の仕方をした場合のき裂の生長過程のシミュレーションを行ない、その結果より、点爆時間のばらつきが小さい装薬孔間では、応力波が干渉するために、装薬孔壁面から生ずるき裂は切断予定線に沿って生成し、隣接孔からのき裂とつながり合って破断面を形成し、損傷させたくない部分にはき裂は生成しにくくなること、装薬孔間隔が最小抵抗線の長さの1.6倍以上となればスムーズブラस्टィングとしてよい結果が得られないこと、点火方法としては斉発が望ましく、また装薬を軽装填すればよりよい結果が得られることなどを明らかにしている。第6章では、ガイドホールを有するスムーズブラस्टィングにおいて、ガイドホールの存在によりガイドホールの方向以外の方向へのき裂の生成が抑制される現象につき検討し、装薬の爆轟によりガイドホールの方向にもっとも早く生成したき裂から新たに材料内に応力解放波が投射されることを実験的に明らかにし、この応力解放波が上記のき裂の抑制効果に大きな役割を果していることを示すとともに、この抑制効果は、装薬孔とガイドホールとの間隔や装薬条件などによって変化することを指摘している。また、ガイドホールを有するスムーズブラस्टィングについて実際の岩盤で行なった現場実験の結果を示し、上記の解析的な研究によって得られた結論が妥当なものであることを確かめている。つぎに、制御爆破においては、装薬孔内壁から生成するき裂を希望する方向のみ発達させうるように、生ずるき裂に方向性をもたせることが重要であるが、この問題については第7章で論じており、薬包の断面が楕円形をなす特殊形状薬包を円形断面の装薬孔内に装填し、セメントモルタルでタンピングを行なったのち起爆させる方法によれば、特殊形状薬包の長軸方向以外の方向にはまったくき裂を生じさせることなしに、長軸方向のみに長いき裂を生成させうることを、有限要素法を用いた応力解析結果から示すとともに、セメントモルタルを用いた実験によりこれを確かめている。

第8章では、制御爆破法の一つとして注目されているプリスプリッティングをとり上げ、本爆破に先立って生成させるプリスプリットにより、本爆破によって生ずる波動やき裂をどの程度軽減し抑制しようかについて、主として解析的な研究を行なった結果を述べている。すなわち、プリスプリットによる波動の軽減効果は、生成するプリスプリットの規模や状態により異なることをまず示し、伝播する波動の変位速度の最高値を v_p 、周波数を f で表わしたとき、プリスプリッティングにより生成するエアギャップが伝播してくる波動に対し軽減効果をもつためには、ギャップの幅 D_c は、 $D_c > (v_p/\pi f)$ の関係を満たしていなければならないこと、また、幅の大きいエアギャップが1本存在するよりも、幅の小さいエアギャッ

ブが数多く存在する方が、ギャップを通して伝達されていく応力波による力積はより大きく減少すること、爆破による波動があまり軽減されないような規模の小さいプリスプリットであっても、本爆破にともなうき裂の抑制効果は大きいことなどを明らかにしている。

第9章は結論で、この研究の成果を総括したものである。

論文審査の結果の要旨

近年、国土開発が進むにつれて、市街地の中や重要な構造物に近接して爆破による掘さく作業を行なわなければならない場合が多くなってきたために、制御爆破の必要性がとみに高まってきているが、一方、この工法の歴史はきわめて浅い上に、これに関する基礎的な研究も少なく、制御爆破については解明しなければならない問題が多く残されている。この論文は、制御爆破にとって基礎的な問題であるき裂の制御機構と各種の制御爆破法の最適条件の二つの問題に関し、理論的ならびに実験的に研究した結果をとりまとめたもので、得られた多くの成果のうち、主なものをあげると、つぎのとおりである。

1. 走査型電子顕微鏡などを用いて破断面を精細に観察した結果より、応力波の伝播にともない爆源から放射状に発達するき裂は、最初から連続的に生成するのではなく、まず多くの核が生成し、それらの核を中心として発達したき裂がつらなり合って巨視的なき裂に生長するという生成機構についての独自の考え方を提示し、その妥当性を確かめるとともに、静的荷重および動的荷重により生成するき裂の特徴を明らかにした。

2. 円形または正方形断面をもつ長い空孔が存在する無限媒質内を応力波が伝播する場合を対象として、空孔の周囲に生ずる応力状態を検討し、応力波の波長と空孔の大きさとの比が一定値より大きいか小さいかによって応力状態がまったく異なることを明らかにし、既設の空洞周辺で近接爆破を行なう場合の空洞の安定性の検討に対し有益な資料を提供した。

3. スムースブラスティングに関しては、雷管の点爆時間の差によるき裂の生成状況の違いを詳細に解明し、スムースブラスティングにおける破壊機構についての従来の考え方を一歩前進せしめるとともに、破壊機構から帰納される最適爆破条件を明示することにより、スムースブラスティングの設計を容易にした。

4. ガイドホールを有するスムースブラスティングに関しては、爆源からガイドホールの方向にのみき裂が生長し、ガイドホールの方向に沿って滑らかな破断面を生ずる現象について検討し、装薬の爆轟によりガイドホールの方向にもっとも早く生成したき裂から投射される応力解放波の果す抑制効果によりその理由が説明できることを明らかにした。

5. 制御爆破の新しい方法として、薬包の断面が楕円形をなす特殊形状薬包を用いることを提案し、この方法によれば、装薬孔内壁から生成するき裂を希望する方向にのみ発達させうることを理論的にも実験的にも明らかにし、制御爆破の実施に対し有用な資料を与えた。

6. プリスプリッティングに関しては、これにより生成させたプリスプリットが、本爆破による波動やき裂を抑制する効果について検討し、プリスプリットの規模や状態とき裂抑制効果との関係を明らかにし、プリスプリッティングに対する基礎的な知見を加えた。

これを要するに、この論文は、制御爆破に関し従来見られなかった系統的な研究を行ない、制御爆破の機構をより明快に説明するとともに、最適爆破条件を明示するなど、制御爆破技術の進歩向上に対し多くの新しい知見を提供したものであって、学術上はもとより工業上にも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。