

氏 名	千 田 昌 平 ち だ しょう へい
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 1089 号
学 位 授 与 の 日 付	昭 和 53 年 7 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 題 目	大 口 径 削 孔 機 械 の 削 孔 性 に 関 す る 研 究

論文調査委員 (主 査)
教 授 昌 昭 治 郎 教 授 伊 藤 一 郎 教 授 平 松 良 雄

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は大規模構造物の基礎掘削などに用いられる直径1メートル以上の大口径岩盤削孔機械の削孔特性について、大型試験装置による室内及び屋外実験ならびに実機による削孔結果により検討し、大口径削孔機械の設計及び実際施工上の指針を与えたものである。

第1章では、大口径削孔の歴史と国内外における発展の経緯について述べるとともに、本研究の目的及び範囲を明らかにしている。

第2章では、削孔機械による岩盤中の削孔に関する従来の理論の主なものについて検討を加え、これらの理論はたんにくさび状単一刃先の貫入による岩石の破壊機構を論じたものが多いため、これらをそのまま大口径削孔に適用することは適当ではなく、実機による総合的裏付けが必要であることを指摘している。

第3章では、まず従来使用されている大口径削孔機械を形式別に分類している。特にその中で主要な形式であるドリルストリングス型の全断面削孔機について、各部の構造の特徴と傾向を示している。次に、大口径削孔機の生命であるドリルビットについて、カッタの種類と適用性及び掘削ずりを除去するためのクリーニング対策について形式別に述べている。

第4章では、石油井戸の掘削などに用いられる小口径削孔機械に関して、従来提示されている各種の削孔速度公式及びカッタの摩耗公式について検討を加えている。小口径削孔はカッタの作動、ビット荷重分布、掘削面のクリーニングなどの点で大口径削孔と異なり、従来の公式は大口径削孔に対し、参考にはなってもそのまま適用できないことを指摘している。

第5章では、掘削ずりの排出方式として一般に用いられているエアリフトポンプによる泥水循環に関して、在来の理論とその問題点について述べ、ついで新たに行った実験によりエアリフトポンプの揚水能力の算定式を提案するとともに、大口径削孔に適用する場合の留意事項を抽出し検討を加えている。

第6章では、直径1メートルの室内削孔試験装置及び2.5～3メートルの屋外大口径削孔試験機の概要と試験方法について詳述するとともに、3メートル級の実機による現場実験の実験方法、測定項目及び測定方法について述べている。

第7章では、大口径削孔における削孔トルク及び削孔速度について論じている。まず、掘削トルクについては Hughes Tool 社が提案しているもの及び Bretby 研究所により提示されている削孔トルク式について検討し、これらの式はいずれも著者が行った実験結果を満足していないため、次元解析によって求めた著者独自の新しい式を提案している。また削孔速度については、従来大口径削孔に関するものが全く見られないので、これも同様に次元解析によって求めた新しい式を提案している。

第8章では、削孔性に影響する諸要因について論じている。まず、岩石の強度を削孔中の削孔トルクまたは削孔速度から推定できる削孔強度で表わしうることを述べ、次に大口径削孔における摩耗量と削孔速度の低減率との関係は、小口径削孔において提案されている諸式に示されている関係とほぼ一致することを確認している。また、ビットの回転速度が掘削ずりのクリーニング効果に大きく影響することや、新しく提案した孔底循環流速加速板がよい結果をもたらすことを明らかにしている。さらに、削孔性能の一つの表示方法として単位掘削量あたりの削孔エネルギー、すなわち比削孔エネルギーをとりあげ、各種削孔条件のもとでの比削孔エネルギーの比較を行っている。

第9章では、カッターズの摩耗について、すでに Edwards らが発表している小口径削孔における摩耗率表示式と著者の行った実機による摩耗実験結果とを比較検討し、新しく大口径削孔用カッターズの摩耗量計算プログラムを開発している。また、削孔条件が与えられたときの摩耗率と削孔速度式を利用することにより、削孔単価が最低となるような総削孔延長を求める計算プログラムも併せて開発している。最後に、経済性を前提とした削孔方式の選定上の留意点及び大口径削孔機械の応用ならびに今後の大口径削孔機械形式についても言及している。

第10章は以上をまとめて結論としたものである。

論文審査の結果の要旨

近年、土木構造物の大型化に伴いその基礎もますます大きく深くなり、特に長大吊橋では直径4～7メートル、深さ20～30メートルのものまで計画されている。また軟岩中では支持力が不足するため、硬岩に基礎をおく必要が生じてきた。そのため、岩盤に対する大口径削孔機械の開発が急務となっている。

従来から、石油井戸の掘削などに用いられている小口径削孔機械については、数千メートルの深さまで削孔するという特殊性を考慮して、その削孔特性についても深部での岩圧や泥水圧の影響を加味した数多くの研究成果が得られているが、これらをそのまま大口径削孔に適用することは適当ではない。

この論文は、直径1メートルの室内削孔実験、2.5～3メートルの大口径削孔試験機による屋外実験及び3メートル級の実機による現場実験で得られた結果を総合して、大口径削孔機械に関する諸特性を明らかにするとともに、経済削孔のための基礎資料を求めたもので、得られた成果の主なものは次の通りである。

1) 大口径削孔では小口径削孔に比べて、イ) 削孔面積が大きいこと、ロ) カッターの配列状態によって削孔時の各カッターにかかる動的推力が異なること、ハ) カッターの形状と取り付け位置により岩石とカッター刃先との間にすべりあるいはねじれが生ずること、ニ) 掘削ずりの排除が困難であることなど、条件が複雑であることを指摘し、そのため大口径削孔の際の岩石の破壊に対して、

単一くさび状刃先の貫入による岩石の破壊理論をそのまま適用できないことを明らかにした。従って、大口径削孔では小口径削孔と種々の点で事情が異なり、たとえば、小口径ビットでは削孔速度はビット推力のほぼ自乗に比例するのに対して、大口径ビットでは削孔速度はビット推力のほぼ 1.5 乗に比例することなどを指摘した。

2) 削孔速度に大きく影響する掘出ずり排出技術の重要性に注目して、エアリフトポンプによる泥水循環方式のずり排出方法を詳細に検討し、エアリフトポンプの揚水能力を求める算定式を新たに提案するとともに、従来のものより効率のよいずり排出を行うための操作条件や、孔底循環流速加速板などの付属装置の有用性を明らかにした。

3) 削孔トルクを与える Hughes Tool 社や Bretby 研究所の提案にかかる式は、著者の行った一連の実験の結果を満足しないことを認め、これらの実験結果と次元解析とから求めた新しい式を提案した。また、大口径削孔の削孔速度を与える式を初めて提案した。

4) カッターズの摩耗と削孔速度の低減率との関係を表わす式を示し、これを用いて与えられた削孔条件のもとで、削孔単価が最低となるような総削孔延長を求める計算プログラムを開発した。また、削孔性能の一つの表示方法として、単位掘削量あたりの削孔エネルギー（比削孔エネルギー）をとりあげ、各種削孔条件下の比削孔エネルギーを比較し、経済性を前提とした削孔方式選定上の留意点を明らかにした。

以上を要するに、本論文は大口径削孔について初めて系統的な研究を遂行し、削孔性について種々の新しい知見を得て、実際施工上の多くの有益な指針を提供したもので、学術上、實際上寄与するところが少くない。

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。