

氏 名 野 澤 是 幸
 学位(専攻分野) 博 士 (工 学)
 学 位 記 番 号 論 工 博 第 3482 号
 学位授与の日付 平 成 12 年 1 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 孔内打撃応答試験機の開発と適用に関する研究

論文調査委員 (主 査)
 教 授 菊 地 宏 吉 教 授 足 立 紀 尚 助 教 授 齋 藤 敏 明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、土木岩盤構造物基礎岩盤の変形係数及び弾性係数などの物性値を、原位置のボーリング孔内において簡易に把握することができる孔内打撃応答試験機の開発とその適用性について論じたものであり、6章より構成されている。

第1章は序論として、原位置岩盤試験の現状と課題について整理し、ボーリング孔を利用した簡易試験機の必要性について述べている。また、簡易打撃応答試験機としての先行機であるロックテストハンマーの簡便性と有用性について総括し、打撃応答試験機の開発が有望であることを示し、これをふまえた本研究の意義や目的について述べている。

第2章では、本試験機の測定原理を述べている。本試験機は小型の電磁ハンマーにより孔壁を打撃したときのハンマーの応答から、岩盤の各物性値を推定するものである。このハンマーの応答を表現する指標としては、ハンマーの最大加速度 P_{max} とハンマーが岩盤に接触している時間 W 、ならびにハンマーが岩盤に当たるときの速度 V_0 に着目して、打撃応答量 $P_{max}/(W \cdot V_0)$ を定義している。そして、ハンマーの運動を近似的なモデルで解くことにより、ここで定義した打撃応答量が岩盤のバネ定数に近似的に1次比例する値であることを明らかにしている。また、 $P_{max}/(W \cdot V_0)$ の値は、孔壁とのクリアランス（すなわち孔壁の凹凸）や孔内水の影響を受けない安定な値であることを明らかにしている。

第3章では、本試験機が岩石材料の評価に有効であることを示している。また、試験機を原位置に適用する場合の基本性能を明らかにする目的で、岩石コアサンプルによる室内試験と原位置における適用試験（原位置における打撃応答量とボーリングコアサンプルの室内岩石試験結果の対比）を実施したところ、室内試験・原位置試験の両者の結果ともに打撃応答量が岩石物性値と良く対応していることを明らかにしている。これにより、本試験機は岩石材料の各物性値を簡易に測定・把握する試験機としても有用であること、ならびに実際のボーリング孔においても良好なデータ採取ができることを確認している。また、試験の結果得られた打撃応答量と物性値との対応関係についてさらに理論的検討を加え、ハンマーが孔壁に食い込む現象が存在することを Boussinesq の式を用いて明らかにしている。なお、試験機に取り付けた、弾性波速度測定機能については、安定した孔壁の場合には S 波速度相当の波速を捉えていることを明らかにしている。

第4章では、本試験機の原位置岩盤への適用性について原位置岩盤試験（孔内載荷試験：LLT）結果との比較により検討し、本試験機が原位置岩盤試験機としても非常に有効であることを明らかにしている。すなわち、最初に原位置試験におけるサンプリング頻度について検討し、その結果に基づいて16地点（9岩種）で原位置試験を行い、同時に実施した孔内載荷試験結果と比較している。その結果、打撃応答量から変形係数や静弾性係数を推定するための岩種別・地質成因別の推定式を提案し、塊状岩盤では非常に高い精度で岩盤の変形情報が得られることを示している。さらに、亀裂性岩盤や不均質性岩盤の評価を行う方法として、1サンプリング区間内の4点のデータの変動係数による補正方法ならびに亀裂密度により補正する方法を提案している。

第5章では、本試験機が試験箇所の応力状態に依存した物性値を与えるものであることを、建設後40～50年経過した2つのコンクリートダムにおける適用結果から明らかにしている。

第6章は、本研究の結論であり、本研究で得られた成果を総括的に述べるとともに今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

土木・岩盤構造物の安定性を確保するためには、構造物の基礎となる地盤の物性値を広範囲にかつ詳細に把握する必要がある。本論文は、土木・岩盤構造物基礎岩盤の物性値を原位置のボーリング孔内において簡易に測定できる孔内打撃応答試験機の開発と、その適用性についての研究結果をとりまとめたものであり、得られた結果は以下のとおりである。

1) 岩盤の変形性状と岩盤に対する電磁ハンマーの打撃跳ね返り挙動原理との関連性に着目して、孔内打撃応答試験機を開発している。当試験機による測定から得られる打撃応答量 $[P_{\max}/(WV_0)]$ は、ハンマーの跳ね返り時最大加速度 $[P_{\max}]$ 、ハンマーの孔壁打撃時間 $[W]$ 、ハンマーの孔壁打撃直前速度 $[V_0]$ で定義されるが、この値が岩盤のバネ定数と近似的に比例関係にあることを減衰振動モデルを用いて理論的に解明している。

2) 数多くの土木・岩盤構造物基礎岩盤において、孔内打撃応答試験および孔内変形試験を実施し、打撃応答量と岩盤の変形性との対応性を検討している。まず、塊状岩盤については、いずれも高い相関性が認められ、原位置岩盤測定への適用性が高いことを検証している。また、層状岩盤についても、比較的高い相関性が認められたが、さらなる精度の向上を目的として不均質性に関する補正方法を検討・提案している。なお、原位置測定においては、適正な測定方法について併せて検討を行っており、最適な測定区間および測点量を把握している。

3) 各種の岩石材料を用いた室内試験の結果、打撃応答量と岩石材料の各物性値との間には高い相関性を有することが判明し、岩石材料の材質の把握・評価への適用性が確認されている。

4) 既設のダム堤体コンクリートを測定した結果、打撃応答量は内部の応力状態およびコンクリートの材質を反映することが判明し、ダムの安全管理への適用性を示唆する結果が得られている。

以上要するに、本論文は土木・岩盤構造物の基礎の設計に必要な物性値を原位置のボーリング孔内において、簡易に測定・把握することを目的とする孔内打撃応答試験機の開発とその適用性の検証を行ったものであり、その成果は学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 11 年 12 月 20 日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。