

[別紙 2]

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 高 秀 君

本研究は、岩石の特性に基づいて、三峡地区周辺地すべりの対策指針の提言を目指すものである。本研究では、三峡ダム周辺地すべり地帯の構成岩石について、微視的および巨視的な視野から岩石の組成成分、微視的構造、岩石の力学的特性を詳しく調べている。この際、原位置で採取した試料から多くデータを取得するために、数多くの試験片を作成することができる小型試験片の作成方法の提案、およびこれを適用する可視化ベッセルの開発も行っている。次いで、現地調査結果およびこれまで発生が報告されている世界の地すべりのデータを収集・整理し、その寸法効果に関して検討し、岩石の時間依存性を併せた地すべりの予測方法を提案している。さらに、多孔質岩石の湿潤状態における強度とヤング率の低下は斜面の安定性に大きな影響を及ぼすため、力学モデル(構成方程式)により検討を行い、変形特性を統一的に説明できるかどうかを詳しく検討している。

第2章では、文献調査と現地調査により、世界最大級の重力型ダムである三峡ダムの建設までの経緯、中国における長江及び三峡ダムの位置付けについて紹介している。地すべり発生地帯としての三峡地区の地質、構造、水文などの影響要素を説明している。ダム建設のため移住地を選択しなければならないことと、急激な水位変化に伴う斜面災害の発生防止を背景として、貯水池周辺斜面の研究の重要性を述べている。

第3章では、物性値取得の効率化の第一歩として岩石の小型試験片による試験について検討している。自然に産する岩石は構造が複雑であるため、試験片の小型化は容易ではない。そこでまず、岩石の小型試験片を精度よく作製する方法について検討している。大久保他(2002)が開発した可視化ベッセルを、小型試験片用の三軸可視化ベッセルに改造した。従来からよく用いられている田下凝灰岩の小型試験片を作製し、三軸圧縮試験を行った。得られた結果と過去の研究結果とを比較し、開発した試験法の妥当性を検討している。

第4章では、この装置を用い三峡地区周辺地すべり地帯の構成岩石の三軸圧縮下での物性値(強度、時間依存性を示す重要なパラメータ $n$ など)を求めている。次に顕微鏡観察や成分分析など岩石の微視的構造を調べ、力学的特性との関連性を述べている。さらに、三峡地区の大部分を占める3種類(泥岩、石灰岩および砂岩)の岩石の物性と、それぞれを主な構成岩石とする地すべりの形態との関連を整理し、広域を対象とした地すべりの予測や防止対策の指針に向けた簡潔な指標を検討している。

第5章では、三峡ダム貯水池周辺における地すべりへの応用を主たる目標として、寸法効果と時間依存性の両者を勘案した検討をおこなっている。時間依存性はコンプライアンス可変型構成方程式を採用して検討している。過去に生じた地すべりを調査し解析することにより、寸法効果を推し量っている。掘削機械の掘削体積比エネルギー (specific energy) からもとめた寸法効果とも比較している。室内試験結果と従来報告したデータに基づく割増し係数で斜面の安定性評価を示した。割り増し係数によって長江周辺斜面の対策も提案した。特にダム建設のため多くの住民の移住地選択と災害防止対策を行ううえでは重要な参考になると言える。

第6章では、主として多孔質岩石を対象として、低い応力からピーク強度までの変形特性について検討し、この種類の岩石に適応する構成方程式も提案している。風化によって泥岩は空隙率が増すとともに力学特性が低下し、ことに風化した泥岩では、湿潤状態における強度とヤング率が相当に低い。このような強度とヤング率の低下は、風化した泥岩を含む斜面の安定性が大きく損なわれることと結びついている。風化した泥岩の変形特性について、非線形粘弾性論に基づく力学モデル(構成方程式)を交えて検討するが、同様に空隙を多く含む3種類の凝灰岩をも検討対象として、変形特性を統一的に説明できるかどうかを調べている。具体的な対象岩石は、田下凝灰岩、大谷石、河津凝灰岩と泥質砂岩である。実験結果に基づいて、大久保他(2001)で示した考えを延長した非弾性歪を考えた力学モデル(構成方程式)を提案し、計算結果と実験結果を比較・検討している。力学的な载荷条件としては、強度試験(定歪速度、定応力速度)、クリープ試験および一般化応力緩和試験を視野にいれて検討をしている。また、気乾状態と湿潤状態との差異をうまく説明することには特に留意して議論をしている。

第7章では、本研究の結論を述べている。各章で得られた知見を総合し、本研究の成果、将来への展望、今後の課題についてまとめている。

本研究において得られた、斜面の対策方法の提案及び風化岩石の変形特性に関する知見は、長江三峡地区の今後の開発に寄与すると考える。鉱山の坑道、採掘現場、さまざまな地下空間や地下構造物では、寸法効果と時間依存性がかなり重要であることが最近の研究でわかってきており、地すべりでも2つの効果がかんり重要である可能性が高い。また、斜面の安定性を評価する手法はいくつかあるが、第6章で提案した力学モデル(構成方程式)では、弾性歪と非弾性歪を明確に区別することができる。その結果、もっとも基本となる応力分布と歪分布を、これまでより正確に求めることが可能と考える。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。