

平成 21 年 4 月 25 日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2006-2008

課題番号：18403003

研究課題名 (和文) 中国三峡ダム貯水池の大規模湛水に伴う地すべり発生危険度調査

研究課題名 (英文) Hazard investigation on landslides caused by the large scale impoundment of the Three Gorges Reservoir in China

研究代表者

汪 尧武 (WANG Fawu)

京都大学・防災研究所・助教

研究者番号：10324097

研究成果の概要：

中国三峡ダム貯水池において、千将坪地すべりのような再活動地すべりが高速運動した原因に着目し、現地調査及び詳細な土質試験・分析により、すべり面がその付近領域に拡張していくことより、再活動地すべりでも高速運動できる運動機構を解明した。また、樹坪地すべりにおいて、長期観測システムを設立し、水位低下及び降雨による斜面変動への影響を明らかにした。これにより、より計画的に貯水池の水位管理を行わない限り、地すべりが必ず発生する危険性を指摘した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2007 年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2008 年度	2,600,000	780,000	3,380,000
年度			
年度			
総計	12,600,000	3,780,000	16,380,000

研究分野：自然災害科学

科研費の分科・細目：自然災害科学

キーワード：土砂災害、自然災害、防災

1. 研究開始当初の背景

従来の土質力学における斜面安定解析法において、準静的な水位上昇は斜面安定に影響を及ぼさないという結論になっている。1963年10月にイタリアのバイオンツ(Vajont)ダム貯水池に発生した大規模地すべり(死者2500人以上)の原因も貯水池水位の湛水-放水の繰り返しによるものと結論付けられている。しかし、世界最大級の三峡ダムの第1期湛水(2003年6月1日-15日:水位が85mから135mまで上昇)の際には、その貯水池

周辺で数多くの地すべりが発生した。たとえば、湛水してから約1ヶ月後には長江支流である青幹河左岸の千将坪地区で地すべりとそれに付随する津波が発生し、斜面に住んでいた住民11人および長江上で漁業に従事していた漁師13人の命を奪った。また、長江の本流右岸にある樹坪地区では斜面が著しく変形し、約300人の村民に避難命令が出された。三峡ダムの最終水位は175mを予定しており(2008年6月)、残りの40m湛水はさらなる斜面災害を拡大する危険性が高い。

今後の水位上昇により、地すべりの発生頻度の増加や影響範囲の拡大、さらには高速化した地すべり土塊が貯水池に流入することによる津波の発生等が懸念される。また、発電など貯水池運用における頻繁な水位変動もこれらの危険性を高めることが予想される。

2. 研究の目的

本研究では、三峡ダム貯水池の大規模水位変動による地すべりの発生危険性を解明することを目的としている。

自然災害の学理を究明する立場から見ても三峡ダム貯水池の大規模湛水は水位変動による地すべり発生機構を調べる上で適当な現場である。本研究では、三峡ダム貯水池における典型的斜面を対象に、現地調査および観測に基づいて、水位変動による地すべり発生機構を解明するとともに、バイオントダム貯水池における大規模地すべりとの比較を行い、貯水池水位変動による地すべり発生危険度の評価方法を提案することを具体的な成果目標とする。

3. 研究の方法

(1) 三峡ダム貯水池地域における典型的な地すべりで詳細な現地調査を行うことにより、湛水に影響されやすい地すべり構造を抽出し、特に貯水池水位変動による斜面内地下水構造の変化、および斜面安定・変形に与える影響を解明する；

(2) 活発に変形している地すべりを対象に、斜面変動観測を実施し、貯水池水位変動幅（上昇と低下を含む）・変動速度が斜面安定・変形に与える影響を解明する；

(3) バイオントダム貯水池地すべりに関する観測・調査資料の再検証および現地調査により、三峡ダム貯水池地域の地すべり変動との関連性を検討し、貯水池水位変動による地すべり災害の学理を究明する。

4. 研究成果

本研究より、高速長距離運動地すべり及びゆっくりした地すべりの再活動に対して、調査・研究を行い、下記の成果が得られた。

(1) 高速長距離運動した千将坪地すべりに対して、すべり面の詳細観察、試料採取を実施し、X線回折解析、リングせん断実験を実施した（図1、2、3）。その結果、地すべりが運動している間に、すべり面が付近領域にシフトしていくことが分かり、新領域ではせん断による過剰間隙水圧が発生しやすく、またせん断速度が速くなるほど、せん断抵抗が減少する負の速度効果が確認された。この成果より、再活動地すべりへの警戒も重要で

あることを主張した。

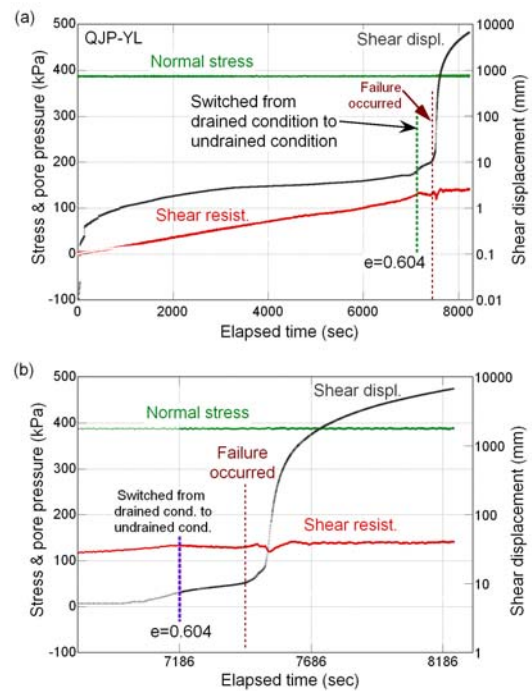


図1 古いすべり面土のせん断試験結果
せん断破壊が発生した後、せん断抵抗は殆ど低下せず、ほぼ一定のままで保持している。このようなすべり面に沿って滑ると、高速運動にはならない。

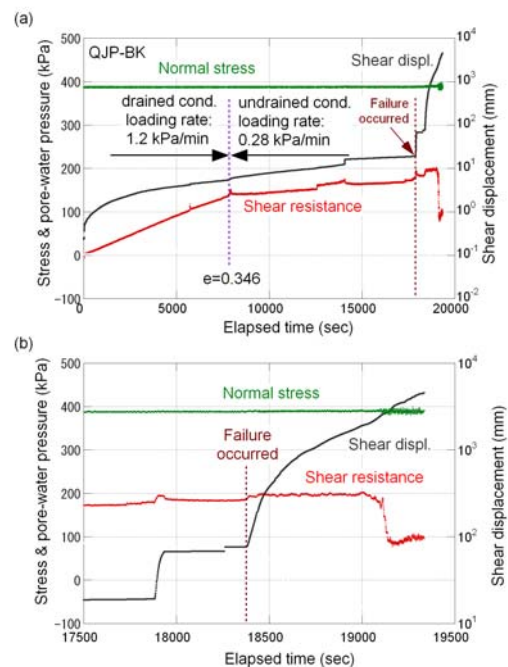


図2 拡張されたすべり面土のせん断試験結果
せん断破壊が発生した後、せん断抵抗が著しく低下し、半分以下に落ちた。これに沿って

滑る場合、すべり土塊が加速でき、高速運動になりうる。

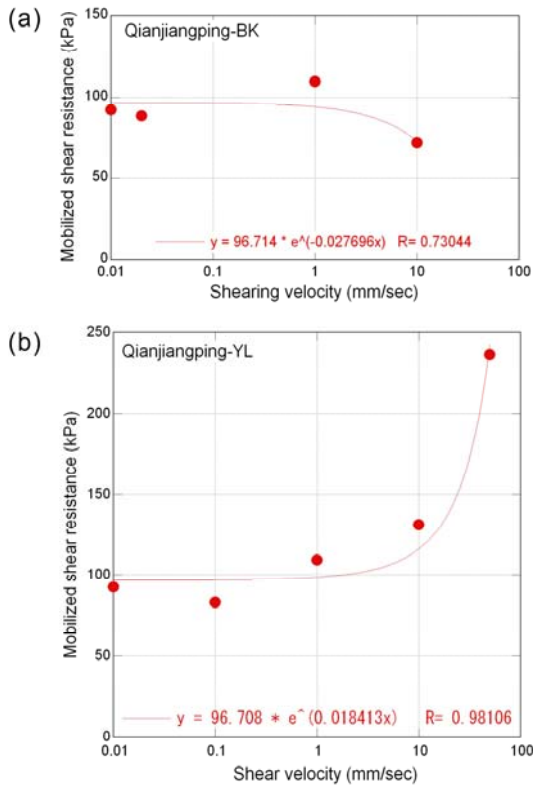


図3異なる速度でのせん断試験結果
(a)拡張されたすべり面からの土試料。せん断速度の増加によって、せん断抵抗が低下していること。このような性質では、地すべり運動が加速出来ることを示す； (b)古いすべり面からの土試料。せん断速度の増加と共にせん断抵抗も増加。このような性質では、地すべり運動は高速にならないことを示す。

(2) ゆっくりした変動を示す樹坪地すべりにおいて、長期観測システムを設立し、降雨量及び貯水池水位ともに観測することによって、降雨時及び水位低下時の斜面変動が激しくなる傾向が見出された。貯水池の洪水防止機能より、雨季及びその直前に、必ず水位低下を実施されることになっているから、このような斜面変動は必然に活発になることが見出された。この結果により、貯水池の水位調節はもっと計画的にしなければならないことが指摘された。

図4は樹坪地すべりにおいて、設立された長期観測システムである。中には、斜面上部には地盤伸縮計26台、貯水池近傍ではフレキシブル伸縮計5台が設置された。また、孔内ひずみ計一箇所、間隙水圧計4個、地盤傾斜計4個が貯水池の水位変動域近傍に設置した。研究期間中において、伸縮計類における観測結果より、斜面変動と貯水池水位変動、

及び降雨量の関係が明確になっている(図5)。

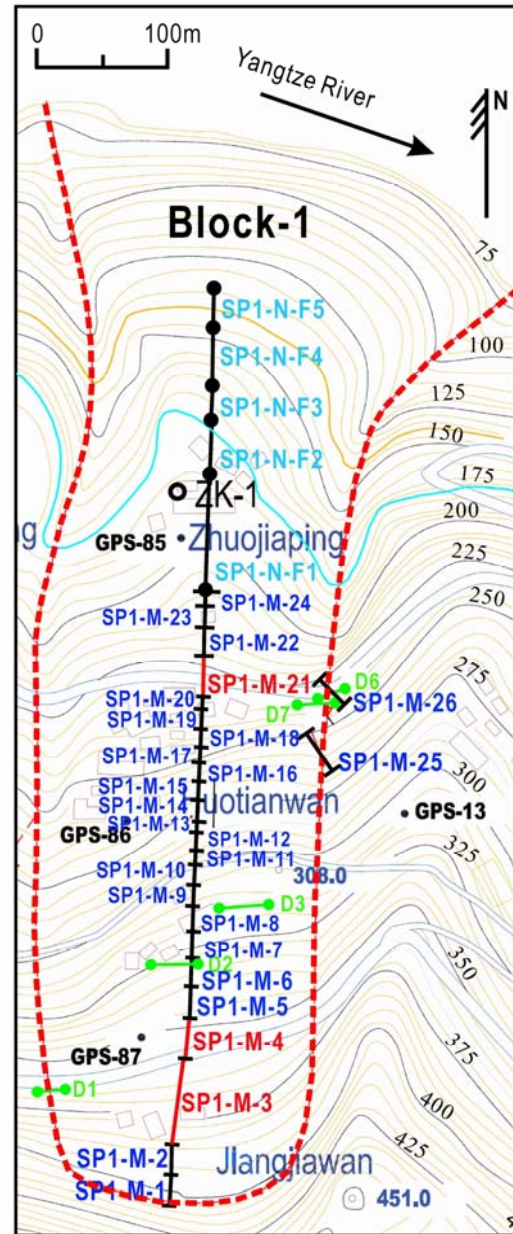


図4 樹坪地すべりに設置された観測システム

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- (1) F.W. Wang, Y.M. Zhang, Z.T. Huo, X.M. Peng, K. Araiba, G. Wang (2008) Movement of the Shuping landslide in the first four years after the initial impoundment of the Three Gorges Dam Reservoir, China.

Landslides, 5(3):321-330

- (2) F.W. Wang, Y.M. Zhang, Z.T. Huo, X.M. Peng, S.M. Wang, S. Yamasaki (2008) Mechanism for the rapid motion of the Qianjiangping landslide during reactivation by the first impoundment of the Three Gorges Dam reservoir, China. Landslides, 5(4):379-386
- (3) F.W. Wang, X.M. Peng, Z.T. Huo, Y.M. Zhang, G. Wang (2008) Rapid and long-travel mechanism of Qianjiangping landslide and deformation model of Shuping landslide in Three Gorges Reservoir area, China. Chinese Journal of Engineering Geology, 16 (Suppl.): 536-541
- (4) 汪 發武・新井場公德・張 業明・霍 志濤・王 功輝・彭 軒明 (2007) 中国三峡ダム貯水池における樹坪地すべりの変動観測. 日本地すべり学会誌 (活動中の地すべり変位計測特集), 44(6): 68-74

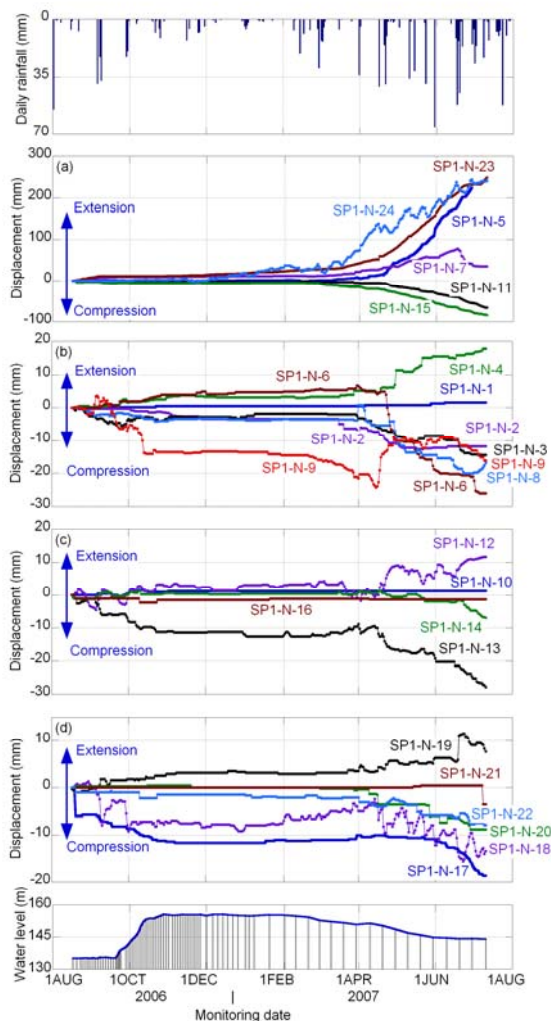


図5 2006-2007における樹坪地すべりでの観測結果

[学会発表] (計 4 件)

- (1) F.W. Wang, G. Wang, Y.M. Zhang, Z.T. Huo, X.M. Peng, K. Araiba, A. Takeuchi (2008) Displacement monitoring on Shuping landslide in the Three Gorges Dam Reservoir area, China from August 2004 to July 2007. Proc. 10th ISL: Landslides and Engineered Slopes -From the Past to the Future-, Xian, China, Vol.2, pp.1321-1327
- (2) F.W. Wang, K. Sassa, Y.M. Zhang, Z.T. Huo (2007) Mechanism of the rapid motion of Qianjiangping landslide induced by water level change in the Three Gorges Dam Reservoir, China. Proc. First North America Landslide Conference, Vail, USA, pp.1648-1655
- (3) F.W. Wang, X.M. Peng, Y.M. Zhang, Z.T. Huo, (2006) Landslides and slope deformation caused by water impoundment in the Three Gorges Reservoir, China. Proc. IAEG: Engineering Geology for Tomorrow's Cities, Nottingham, UK, Paper No. 137
- (4) F.W. Wang, Y.M. Zhang, K. Araiba, Z.T. Huo (2006) Study on the mechanisms of landslides and deformation caused by water level changes in the Three Gorges Reservoir, China. Proc. International Programme on Landslides, Tokyo, pp.25-30

[図書] (計 1 件)

- (1) F.W. Wang, T.L. Li (2009) Landslide Disaster Mitigation in Three Gorges Reservoir, China. Springer-Verlag. 645p.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

汪 發武 (WANG Fawu)
 京都大学・防災研究所・助教
 研究者番号: 10324097

(2) 研究分担者

王 功輝 (Wang Gonghui)
 京都大学・防災研究所・助教
 研究者番号: 50372553