

京都大学大学院

正会員

大西 有三

同上

正会員

大津 宏康

同上

正会員

西山 哲

同上

学生会員

○西村 浩史

1. はじめに

岐阜県吉城郡河合村にある下小鳥ダムでは、Fig.1に示すように貯水位の低下の時期に不連続面によって形成される岩盤ブロックの変位が促進されるという事例が報告されている。このような事例を扱うためには、岩盤内に存在する水の影響を考慮した上で、不連続面を含む複雑な岩盤の変形や破壊の挙動を正確に把握する必要がある。そこで、本研究では、極限平衡解析等では不可能であるブロックの滑動後の動的挙動まで追跡できる解析手法であるマニフォールド法を用いて解析を行い、ダム湛水池での水位変動に伴う岩盤斜面の安定性の検討を行う。

2. マニフォールド法

マニフォールド法の概要およびマニフォールド法の定式化については文献^{1) 2)}にゆずることとする。

3. モデル化

Fig.2に示すような下小鳥ダム湛水池を基にした2次元斜面モデルを用いて、不連続面摩擦角 ϕ を 25° 、 30° 、 35° の3ケースに想定し、不連続面によって形成されるブロックの水位変動に伴う挙動を解析した。解析の諸条件についてはTable.1の通りである。

4. 水圧の考慮

ブロックの滑動が貯水位の変動によって生じる残留間隙水圧によるものと考え、以下のように水圧を評価する。

水位変動前、定常状態にあるブロックに作用する静水圧は打ち消されているとし、水位変動は急激に起こるものとした。水位変動後のブロックにはFig.3に示すようにダム貯水位と岩盤不連続面内に残留する地下水位による静水圧差のうち水平成分が作用すると考え、それをいくつかに分割し分布荷重を点荷重に置き換えた。また、本来、ブロック滑動中の水みちの変化については考慮せず、簡単のためにプロ

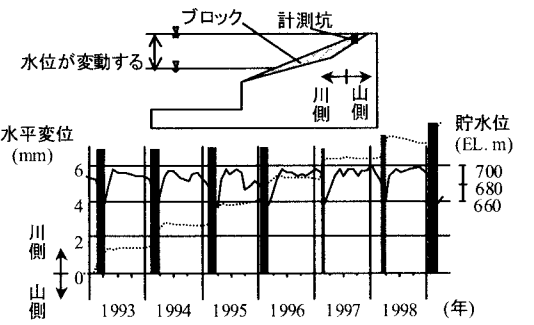


Fig.1 岐阜県下小鳥ダム

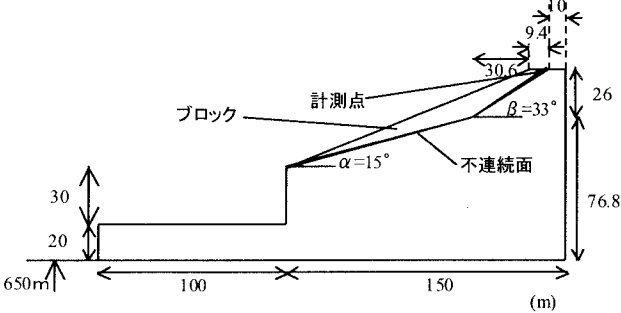


Fig.2 解析対象モデル

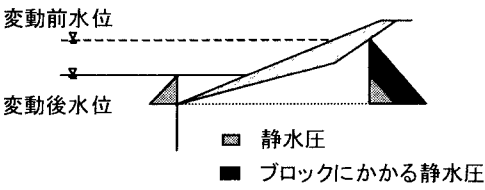


Fig.3 水圧

Table.1 解析の諸条件

時間幅	0.1sec.
岩盤の単位体積重量	2.6t/m ³
ヤング率	1.0×10 ⁹ N/m ²
ポアソン比	0.25
ペナルティー	1.0×10 ⁷ N/m ²
最大許容変位比	0.001

ック滑動中も滑動前に作用していた水圧が作用するものとした。

5. 解析手順

Fig.4 に示すように、まず、貯水位変動前のダム貯水位を満水の状態(702.8m)とし、700m から 5m 刻みに貯水位を降下させてブロックが崩落する貯水位を探った。貯水位を降下させてブロックが崩落すれば、次のステップとして変動前水位を崩落時の変動後水位より 5m 高い水位に設定し直して再び同じ作業をブロックが完全に水面から出る 650m に貯水位になるまで繰り返した。

6. 結果と考察

ϕ が 25° でダム貯水位が 680m から 655m に変動したときの計測点の変位のグラフを Fig.5 に示す。荷重を作用し始めたときを 0 秒としている。これから、水位変動をきっかけとして、いったんすべりだしたブロックが落ちずに途中で止まっているのが分かる。これは、水圧によりすべりを生じ上部斜面より剥離したため、ブロックの全自重が下部斜面、つまり傾斜の比較的緩やかな斜面へ移動したので安定したものと思われる。また、X、Y、U はそれぞれ水平変位、鉛直変位、絶対変位 ($U^2=X^2+Y^2$) である。

以上の解析結果から、それぞれの ϕ でブロックが崩落を起こさないようなダム貯水位の降下過程を Fig.6 に示す。これから、ダム貯水位を降下させる際、降下前のダム貯水位が高いほどブロックが崩落を起こしやすいので、最も危険であり注意を払わなければならないのは満水位のときであることがわかる。また、このことからダム貯水位と安全なダム貯水位降下速度には負の相関関係があることがわかった。

7. まとめ

本研究ではダム湛水池斜面での安全性評価に関する基礎的な研究として、水位変動に伴う不連続性岩盤斜面の安定性を確かめるために、その挙動について解析を行った。その結果、水位変動による岩盤斜面への影響を静水圧を作用させることで評価できた。また、マニフォールド法を用いることで動的挙動を追跡できた。さらに、ダム貯水位と安全な水位降下速度には定性的ではあるが、負の相関関係があることがわかった。したがって、ダム湛水池斜面の安全を確保するためにダム貯水位が高いときにはダム貯水位の変化に特に注意を払う必要がある。

8. 参考文献

- 1) Shi, G.-H.: Manifold Method of Material Analysis, Transactions of the 9th Army Conference on Applied Mathematics and Computing, Report No. 92-1, U. S. Army Research Office, 1991.
- 2) Shi, G.-H.: Modeling Rock Joints and Blocks by Manifold Method, Proceedings of the 33rd U. S. Symposium on Rock Mechanics, A. A. Balkema, pp. 639-648, 1992.

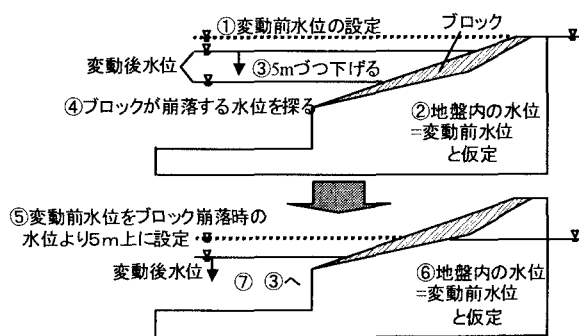


Fig.4 解析手順

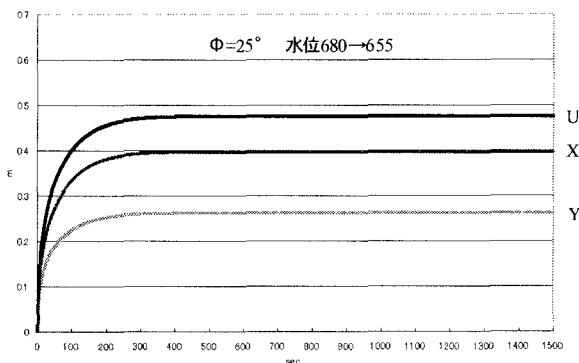


Fig.5 計測点の変位

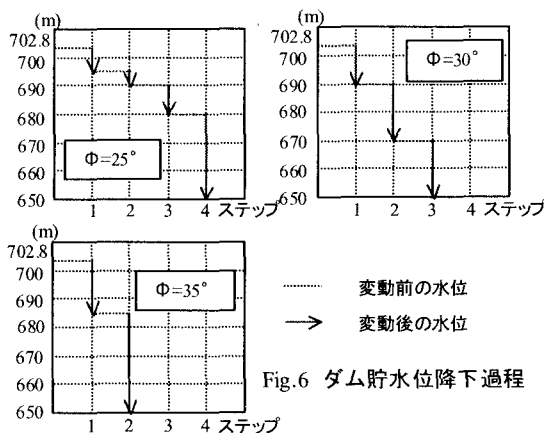


Fig.6 ダム貯水位降下過程