

大規模な水位変動を受けるダム湛水池斜面の残留浸透圧の評価

関西電力(株) フェロー 中村幾雄、島原直樹、角田恵
 京都大学大学院 フェロー 大西有三、正会員 大津宏康、正会員 西山哲
 (株)ニュージェック 正会員 ○與田敏昭

1. はじめに 近年、揚水発電所の大型化に伴い、上部および下部池となる湛水池において、利用水深の増大により急激な水位変動が生じることがある。このため、地形や過去の地すべり履歴に着目した従来の斜面安定に関する評価方法では十分に評価されていなかった岩盤部における潜在的な不連続面に対しても残留浸透圧の影響などを評価したうえで、適切な対策を講じる必要性が高まっている。そこで湛水池斜面での岩盤地すべりを対象に、大規模な水位変動を想定した浸透流解析を実施し、不連続面の傾斜と深さ並びにその周辺岩盤との透水性の違いに着目した残留浸透圧を評価する。

2. 解析ケース 湛水池斜面での岩盤地すべりの一因として不連続面への水位変動に伴う残留浸透圧の作用が考えられ、これは水位変動の幅や速度のほか、周辺岩盤や不連続面の透水係数などの性状にも影響されると考えられる。そのため有限要素法による飽和－不飽和浸透流解析手法（UNSAF）※を適用し、水位の経時変化に加え周辺岩盤や不連続面の透水係数などをパラメトリックに設定することにより残留浸透圧分布を算定する。今回設定する水位変動は55mを9時間で低下するとし、岩盤地すべり形状は、高角度傾斜部と低角度傾斜部の不連続面からなる椅子型の平面すべりを想定し、高角度傾斜部は固定で、低角度傾斜部は 10° と 25° の2種類を設定した（図-1参照）。解析は表-1に示すように、不連続面の傾斜と深さ並びに周辺岩盤および不連続面の透水係数をパラメータとし、その組み合わせにより12ケースを実施した。なお、解析モデルに与える水位低下前の地下水位は、定常浸透流解析を各ケース実施し設定した。

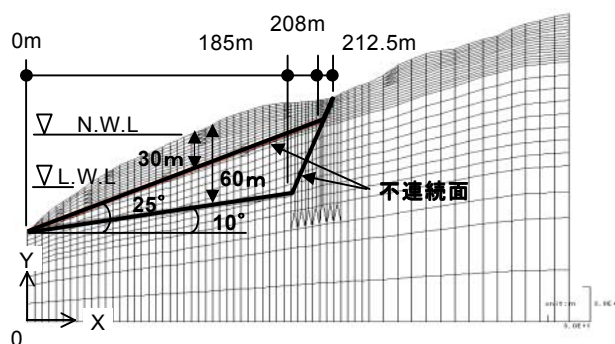


図-1 解析モデル

表-1 解析条件

項目	設定内容
パラメータ	不連続面の傾斜と深さ (α)
	角度 10° (岩塊平均層厚 60m)
	角度 25° (岩塊平均層厚 30m)
	透 不連続面 (KF)
	$1.0 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ (極端な高透水)
係数	$1.0 \times 10^{-8} \text{cm/s}$ (極端な難透水)
	周辺岩盤 (KG: 一様)
	$1.0 \times 10^{-1} \text{cm/s}$ (高透水)
	$1.0 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ (中透水)
	$1.0 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ (難透水)
	有効間隙率
	0.1
	比貯留係数
	$1.0 \times 10^{-6} 1/\text{m}$
	水位低下
	55mを9時間で低下
	降雨
	なし
	計算期間
	水位低下完了(9時間)+24時間

3. 解析結果 図-2 に解析中の経時変化を示し、図-3 ～5 に水位低下完了直後の解析結果を示す。解析結果から以下のことが示される。

- 図-2 に残留浸透圧の経時変化を示す。これより時間の経過とともに残留浸透圧が低下することが示される。
- 図-3 に不連続面の透水性の違いによる残留浸透圧を示す。極端な難透水が極端な高透水を大きく上回っていることより、不連続面の透水性の違いが残留浸透圧に大きく影響することが示された。なお不連続面の透水性が低い場合に背後の浸透圧が大きく残留するのは、不連続面が止水膜になるためと考えられる。
- 図-4 に周辺岩盤の透水性の違いによる残留浸透圧を示す。透水性により大きな違いがないことから、周辺岩盤の透水性の違いが残留浸透圧に与える影響は少ないことが示された。

キーワード：湛水池斜面、岩盤地すべり、水位変動、残留浸透圧、不連続面

連絡先：〒529-0402 滋賀県伊香郡木之本町杉野ワラベ 819-1 Tel (0749) 84-0555 Fax (0749) 84-0563

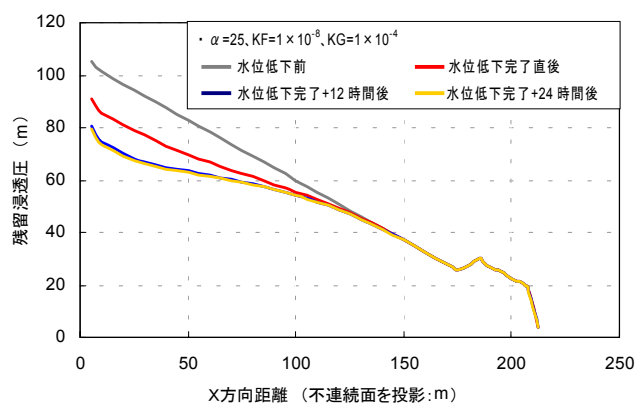


図2 残留浸透圧の経時変化

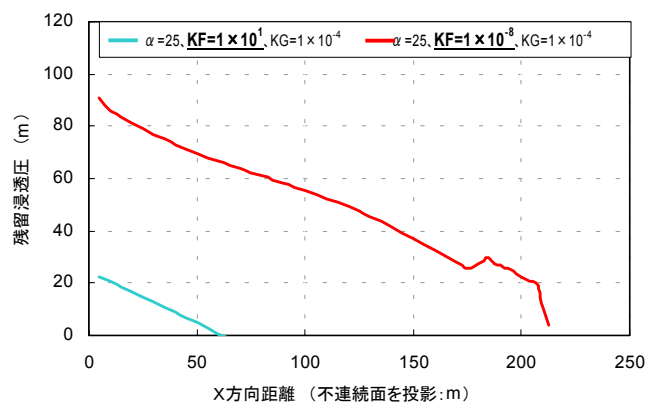


図3 不連続面の透水性による残留浸透圧（水位低下完了直後）

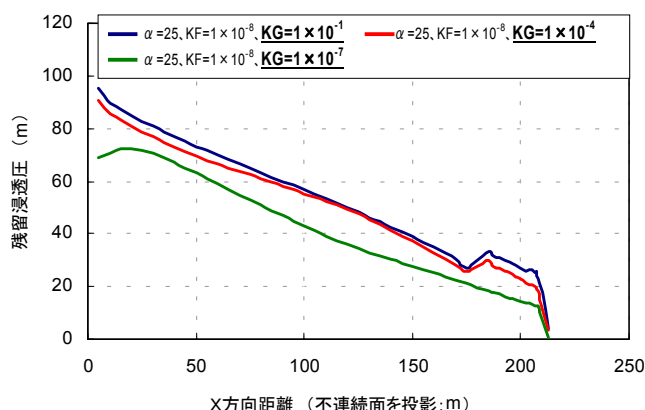


図4 周辺岩盤の透水性による残留浸透圧（水位低下完了直後）

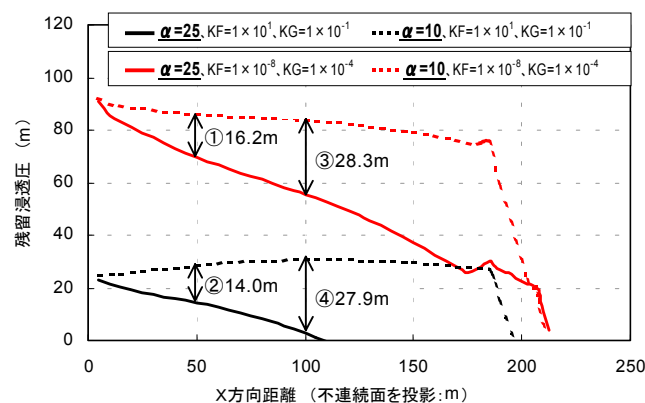


図5 不連続面の傾斜と深さによる残留浸透圧（水位低下完了直後）

4) 図-5 中の①～④は、同一の透水性のケースにおける不連続面の傾斜と深さの違いによる残留浸透圧の差で、黒線は周辺岩盤、不連続面ともに高透水のケース、赤線は周辺岩盤、不連続面ともに難透水のケースでの値を示す。残留浸透圧は透水性の低い赤線が透水性の高い黒線を上回る。一方、表-2 に示す各 X 座標における各 Y 座標の差 (B-A) は、図-5 での同じ X 方向距離における①

と②、③と④とはほぼ同じ値となり、これより①～④は幾何学的な関係により決まると考えられる。以上のことを不連続面に作用する残留浸透圧が不連続面とその背後の地下水位の位置関係により決まることを念頭に考えると、不連続面の背後の地下水位は、黒線と赤線によってその位置は異なるが、不連続面の傾斜が異なる実線と波線ではほぼ同じ位置であると考えられる。すなわち、水位低下完了直後においては地下水位は不連続面透水性により一律に決定し、傾斜や深さにはあまり影響を受けないことが示された。

4. おわりに 今回、水位変動を受ける不連続面の性状の違いによる残留浸透圧について、特に水位低下完了直後での特徴を示した。これより水位変動に伴う岩盤地すべりの検討に際し残留浸透圧を解析する場合に、不連続面の傾斜と深さ並びに透水性、周辺岩盤の透水性などの地質情報が不足するのであれば、不連続面は難透水性に設定することにより安全側の評価が得られ、また周辺岩盤の透水性あるいは不連続面の傾斜や深さは、一般的な値等を仮に与えて解析を行った後に新たな地質情報が得られ設定値を変更する必要性が生じても当初の解析結果を再評価すれば対応できると考えられる。今後、今回の浸透圧分布を用いた安定解析を実施することにより、不連続面の性状が湛水池斜面の岩盤地すべりに与える影響について評価する必要がある。

参考文献：＊西垣誠他：有限要素法による飽和不飽和浸透流解析-AC-UNSAF2D-マニュアル,1999

表-2 不連続面の X、Y 座標

X 座標 (m)	不連続面の傾きと深さ毎の Y 座標 (m)		
	$\alpha=10^\circ$ (A)	$\alpha=25^\circ$ (B)	差 (B-A)
0	0	0	0
50	8.8	23.3	14.5
100	17.6	46.6	29.0