指定円弧と任意円弧による地震時すべり変形量と入力地震動の最大加速度の影響

独立行政法人土木研究所 正会員 〇藤川 祥,正会員 佐藤 弘行,正会員 榎村 康史

1. はじめに

「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)¹⁾」では、フィルダムの耐震性能照査の一つの指標としてす べり変形量が用いられている。すべり変形量の算出には、Newmark 法によるすべり変形解析が一般的に用いられ ており、Newmark 法で用いるすべり円弧については、計算機の性能に起因する計算時間の制約などにより数十個 程度の限られた円弧(指定円弧)を対象とする場合が多い²⁾。しかし、震度法などの静的なすべり安定計算と同様 に Newmark 法においても、すべり変形量が最大となる円弧を円弧の半径と中心座標を種々変えながら探索する方 法(任意円弧)を用いることが望ましいと考えられる。そこで、本研究では中央土質遮水壁型ロックフィルダム を想定したモデルダムを対象に、Newmark 法を用いたすべり変形解析を実施し、入力地震動の最大加速度を変化 させた場合における指定円弧と任意円弧による地震時のすべり変形量の影響について検討した。

2. 解析概要

解析には、堤高 100m のモデルダムを用いた。静的解析 では、ダンカンチャンによる逐次非線形弾性解析を実施し、 水位 92m としたコア部の浸透流解析結果から湛水後の応 力状態を求めた。動的解析に用いた入力地震動には、兵庫 県南部地震時に観測された箕面川波を用い、水平方向の最 大加速度が 500,750,1000gal となるように振幅調整した。 すべり変形解析で用いる強度特性には、ロックおよびフィ ルタには Ab 法、コアには c φ 法を用いた。なお、物性値 は、七ヶ宿ダム³⁾を基本に設定した。

3. 指定円弧および任意円弧のすべり円弧

<u>指定円弧</u>:対象とするすべり円弧は,上流側において,ロ ック部分のみを通る円弧として,天端上流端を始点とする 浅い円弧(円弧①~⑤)および深い円弧(円弧⑥~⑩), コアを切る円弧として,天端下流端を始点とする深い円弧

(円弧⑪~⑮)および天端下流端より天端幅分鉛直方向に 下がった下流側斜面を始点とする深い円弧(円弧⑮~⑳) を設定した。4円弧群それぞれに対し,円弧の無次元高さ y/Hを0.2,0.4,0.6,0.8,1.0とし,計20円弧を設定した。 下流側も同様に計20円弧を設定した。(図-1参照)

<u>任意円弧</u>:指定円弧で用いた 20 円弧の中心座標がすべて 包含される格子範囲を設定し,その範囲内で円弧の中心点 となる格子分割を行った。次に,1つの格子点(すべり円 弧の中心点)に対し,最小土被り厚が 5m となる半径を持 つ基準の円弧を作成し,さらに半径を 5m ずつ増加させ, 堤体の最深部を超えない半径になるまで円弧を作成した。 (図-2 参照)



キーワード ロックフィルダム,ニューマーク法,すべり変形量,任意円弧 連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (独)土木研究所水工研究グループ水工構造物チーム TEL:029-879-6781

4. すべり変形解析結果

指定円弧と任意円弧を用いた Newmark 法によるすべり変形解析結果を表-1,図-3~図-5 に示す。ここに、図-4 の青線と赤線で描かれた円弧は、各入力最大加速度において指定円弧および任意円弧で最大すべり変形量が生じ た円弧である。また、図-4 のコンター図は、入力最大加速度 750gal 時の各格子点において最大となったすべり変 形量を図化したものである。

図-3 より上下流ともに、入力地震動の最大加速度の増加に伴って、最大すべり変形量は増加し、各最大加速度 において、すべり変形量は指定円弧よりも任意円弧の方が若干大きくなった。指定円弧と任意円弧の最大すべり 変形量の比を見ると、下流側は各入力最大加速度においてほぼ一定であり、両者のすべり変形量の差は入力最大 加速度の増加に伴い大きくなるが、上流側は、すべり変形量の比が小さく、下流側ほどは差が生じなかった。理 由として、図-5 では上流側の高標高部に大きな加速度が発生しており、指定円弧の天端を始点としたすべり円弧 が、加速度の大きい高標高部を切る円弧となったことが挙げられる。このことから、本検討において上流側では、 指定円弧のような少ない円弧数でも最大すべり変形量を効率的に算出することができていると考えられる。ただ し、下流側の任意円弧において最大すべり変形量が発生した円弧は、円弧の中心座標が指定円弧による設定より



5. まとめ

入力地震動の最大加速度を変化させ,指定円弧と任意円弧によるフィルダムの地震時の最大すべり変形量の影響を分析した。その結果,両者はともに,入力最大加速度の増加に伴い,最大すべり変形量が増加し,任意円弧 の最大すべり変形量の方が若干大きくなった。今後は,斜面勾配や入力波形,物性値などの条件を変え,指定円 弧と任意円弧の最大すべり変形量の影響についてさらに検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局治水課:大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案),2005.3
- 2) 山口嘉一ら: ロックフィルダムの地震時すべり変形量の影響分析と簡易推定方法,土木研究所報告, No.212, pp.1-31, 2009
- 3) 建設省土木研究所フィルダム研究室:七ヶ宿ダムの動的解析,建設省土木研究所資料, No.2460, 1987