

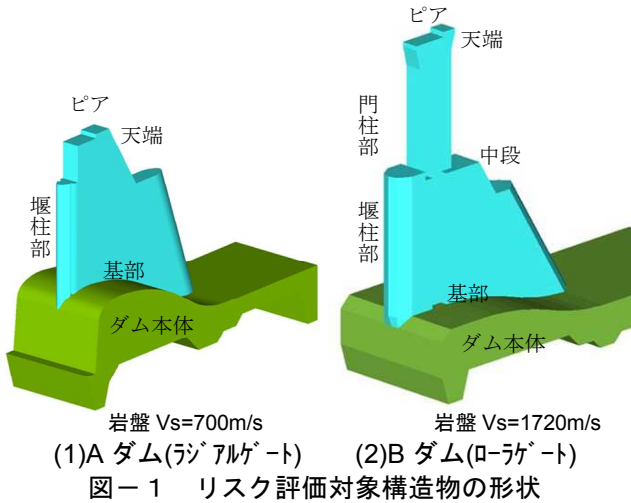
重力式ダム洪水吐ピアの確率論的地震リスク評価

東京電力ホールディングス(株) 正会員 ○恒川 明伸, 岡田 和明, 高尾 誠
東電設計(株) 正会員 栗田 哲史, 安中 正, 松本 陽介

1. はじめに

近年の巨大地震の発生を受けて、インフラ設備の安全性評価に対する社会的要請が高まっている。インフラの中で、水力発電設備は山間部を中心に広く分布し、立地する環境や建設年代などが異なることから、複数の設備を対象として安全性を横並びに評価することは容易でない。このような場合、確率論的な地震リスク評価手法を適用することが合理的と考えられる。

本研究は、ダムを構成する本体及び附属構造物の内、過去の被災事例からも地震リスク上のクリティカルになる設備として洪水吐ピアに着目した。図-1に示すようなゲート形式の異なる2地点（Aダム：ラジアルゲート式、Bダム：ローラゲート式）の重力式ダム洪水吐ピアの地震リスク評価を試みた。



2. 地震ハザード解析

地震リスク評価に用いる地震ハザードは、ロジックツリーによって認識論的な不確定性を考慮した。図-2に本研究で用いたロジックツリーの分岐項目を示す。地震発生モデルは、地震本部の2017年版モデルを基本とし、対象ダムに影響の大きい①a断層帯の地震、②b断層帯の地震、③地点近傍の地殻内地震について検討した。ここで、a, b断層帯はダム近傍の主要活断層帯を表す。4つの地震動予測式（Annaka & Nozawa(1988), Morikawa & Fujiwara(2013), 国交省ダムの距離減衰式（最短距離式）、国交省ダムの距離減衰式（等価震源距離式））を用い、ダム近傍の地震観測記録の分析結果や地震動予測式のばらつきを考慮に入れ検討した。以上の検討結果に基づき、対象2地点のフラクタイル地震ハザード解析を行った。

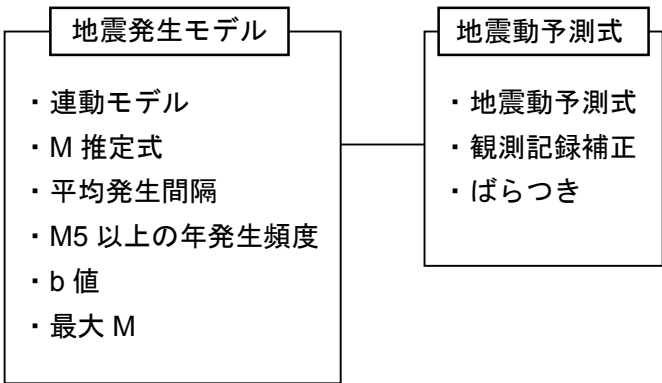


図-2 地震ハザード解析のロジックツリー分岐項目

3. 地震リスク評価

地震リスクは、地震ハザード、設備のフラジリティ曲線、設備の損失関数によって算定することができる。ピアのフラジリティ曲線は、松本ら(2018)¹⁾が作成した材料物性値にモンテカルロシミュレーションを用いた動的非線形解析による評価を用いた。また、ピアの損失関数は各ダムピアごとに検討した3段階の限界状態に基づき図-3のように設定した。

以上の結果を用いて最終的に求めた両ダムピアのリスクカーブを図-4に示す。リスクカーブはフラクタイル地震ハザード曲線（各パーセントイルハザード曲線）ごとに求めている。また、算術平均ハザード曲線に対するリスクカーブも求めている。両者のリスクカーブを比較すると、リスクレベルが大きく異なっていることが分かる。また、リスクカーブのばらつきについても明確な違いが見てとれる。

キーワード 地震リスク, PML, ダム, ピア, フラクタイル地震ハザード

連絡先 〒100-8560 東京都千代田区幸町 1-1-3 東京電力ホールディングス(株) TEL 03-6373-1111

これは、主として地震ハザード解析の観測記録補正に起因するものであり、両地点の地盤条件の違いを反映したものと言える。

更に、両者のリスクカーブの形状も大きく異なっているが、これはフラジリティカーブと損失関数の組合せによって生じるものである。

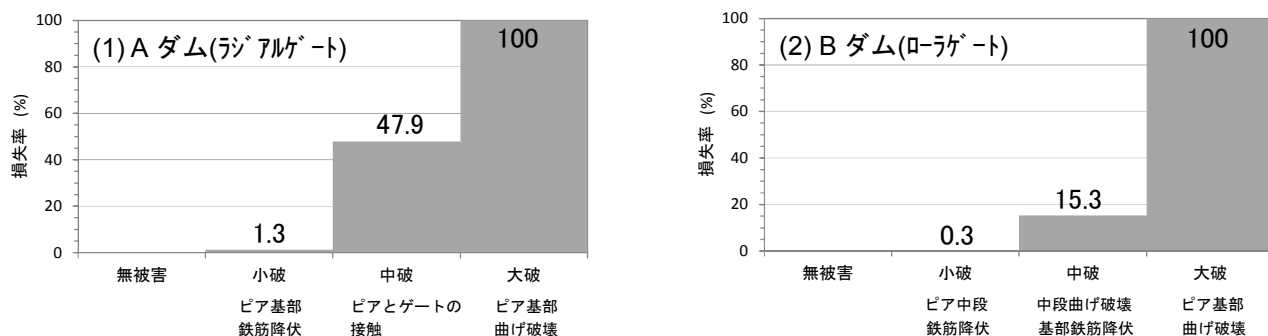


図-3 各ダムピアの損失率関数

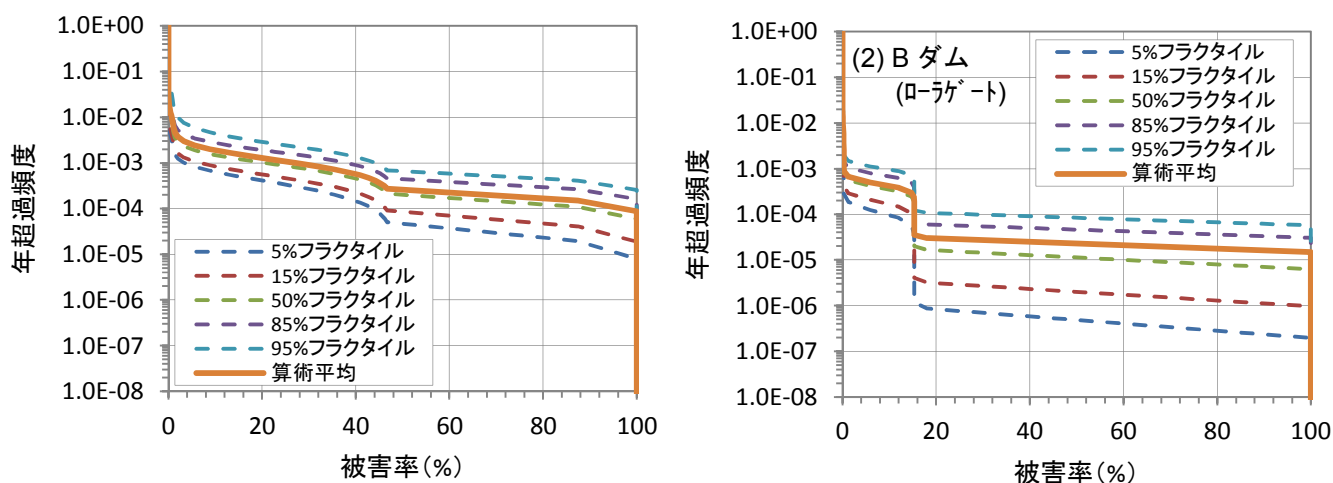


図-4 各ダムピアのリスクカーブ

各ダムピアを対象として、発生確率 50 年 10%(再現期間 475 年相当)地震動に対する PML(Probable Maximum Loss)を求めた結果を図-5に示す。図より、両ダムの PML の値には大きな差異があることが分かる。また、A ダムはフラクタイルハザード曲線毎の変動が大きいのにに対して、B ダムはフラクタイルハザードの全体的なリスクレベルが低いことからハザードに依らずほぼ一定値となっている。

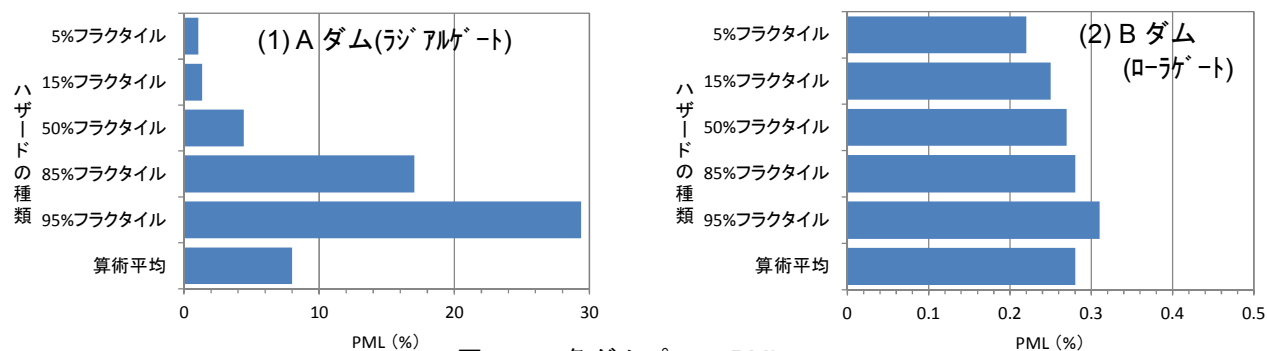


図-5 各ダムピアの PML

4. まとめ

重力式ダムの洪水吐ピアを対象として、地震リスク評価を試みた。地震ハザードとして認識論的不確定性を考慮することにより、地震リスクの幅を持った評価や、地震リスクのばらつきの定量的な評価の事例を示す事ができた。

参考文献 1) 松本ら(2018): 動的非線形解析によるダム洪水吐ピアの地震時確率論的損傷評価, 平成 30 年土木学会全国大会, (投稿中)。