

## 断層変位フラジリティ評価手法妥当性検証に基づく不確かさ要因及び上下限幅 (1) 概要

Uncertainty factors and their upper-lower limit range based on V&V of fault displacement fragility evaluation methodology

\*堤 英明<sup>1</sup>, 二階堂 雄司<sup>2</sup>, 美原 義徳<sup>2</sup>, 原口 龍将<sup>3</sup>, 酒井 俊朗<sup>1</sup>, 蛭澤 勝三<sup>1</sup>

<sup>1</sup>電力中央研究所, <sup>2</sup>鹿島, <sup>3</sup>三菱重工

台湾集集地震(1999年)での石岡ダム被害事例を対象とした断層変位フラジリティ評価手法の妥当性検証と、同検証に基づく不確かさ要因の同定とそれらの上下限幅について述べる。

**キーワード**：台湾集集地震, 石岡ダム被害, 断層変位フラジリティ, 検証と妥当性確認

**1. まえがき** 著者等は断層変位 PRA 手法整備の一環として、台湾集集地震での石岡ダム被害事例を対象として断層変位フラジリティ評価手法(FDFEM)の妥当性検証を進めている[1]～[3]と共に、不確かさ要因を同定し、これらの上下限幅を設定している。本報では、妥当性検証内容と同定不確かさ要因及び上下限幅の例について述べる。本報は、資源エネルギー庁委託研究成果の一部をまとめたものである。

**2. FDFEM 妥当性の検討** 妥当性検証の枠組み及び手順は、**図1**に示す次の5ステップからなる。STEP1(断層変位被害関連情報の収集・分析)/STEP2(暫定耐力評価パラメータの設定)/STEP3(暫定応答評価パラメータの設定)/STEP4(ダム仕様フラジリティの実施と原子力仕様への拡張)/STEP5(原子力仕様断層変位フラジリティ SSHAC(Senior Seismic Hazard Analysis Committee)の実施)。STEP2 及び STEP3 は以下の通り。

**(1) STEP2** ダム被害状況としては鉛直方向8m、水平方向6mの逆断層作用により、堤体の上下変位による損壊と上流部へ水平2mの孕み出しが観測された。STEP21(損傷の部位及びモードの同定)では、ダム堤体のひび割れと堤体基礎・堤体の損壊を同定した。STEP22(損傷モード毎の暫定耐力パラメータの設定)では、堤体コンクリートの圧縮強度 $f_c$ 及び引張り強度 $f_t$ を設定した。

**(2) STEP3** STEP31(損傷モードに基づく応答パラメータ幅の設定)では、上記被害における応答挙動の同定のためにダム全体を弾性はり要素モデルでモデル化し、各種パラメータ幅を設定した。STEP32(応答中央値像モデルの設定)では、応答パラメータ幅を用いて、被害データに近似するようにイタレーション・感度解析を繰り返し、近似結果から中央値像モデルを同定した。同定に当たって、堤体軸方向に強制変位を作用させ、堤体基礎と基礎地盤間での鉛直方向の剥離の範囲や影響を確認した上で、重心と剛心の偏心効果による上流側への孕み出しも確認した。シミュレーション結果から、ダムの損壊は、観測変位6m以前の2m程度で発生したと同定した。STEP33(中央値像モデルの重要不確かさ要因の同定)では、次の重要パラメータを同定した。①地盤剛性に係るせん断波速度( $V_s$ )/②堤体剛性に係るヤング率( $E$ )/③自重( $W$ )。

**3. FDFEM における不確かさ要因及び上下限値幅** 耐力に係る不確かさ要因としては $f_c$ 及び $f_t$ が挙げられ、これらの上下限値の例としては

$f_c$ が21～50(N/mm<sup>2</sup>)程度である。応答に係るものとしては上記①から③が挙げられ、これらの上下限値の例としては $V_s$ が500～1000m/s程度である。これら情報が断層変位フラジリティの認識論的不確かさ評価に活用し得る。



**図1 断層変位フラジリティ評価手法妥当性検討の枠組み及び手順**

**参考文献** [1] 蛭沢他(AESJ2018春の大会), [2]二階堂他(AESJ2018春の大会), [3]二階堂他(AESJ2018秋の大会)

\*Hideaki Tsutsumi<sup>1</sup>, Yuji Nikaido<sup>2</sup>, Yoshinori Mihara<sup>2</sup>, Ryusuke Haraguchi<sup>3</sup>, Toshio Sakai<sup>1</sup>, Katsumi Ebisawa<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>CRIEPI, <sup>2</sup>Kajima, <sup>3</sup>MHI