

# FEM解析を用いた発電所基礎設計の合理化について

東北電力株式会社 法人会員 ○高木 猛志  
法人会員 小山内 肇  
正会員 高橋 修

## 1. はじめに

東北電力（株）津軽発電所は、国土交通省東北地方整備局が岩木川水系岩木川に建設を進めている津軽ダム（重力式コンクリートダム、ダム高 97.2 m、堤頂長 342.0m）に発電参加する最大使用水量 15.0m<sup>3</sup>/s、最大有効落差 65.93m、最大出力 8,500kW のダム式発電所である。本発電所新設工事は、平成 24 年 4 月に本格工事を開始し、平成 28 年 5 月の運転開始を目指して鋭意工事を進めている。本年 2 月末現在の工事進捗率は約 30%である。

本稿では、発電所基礎の構造設計において、フレーム解析と FEM解析の比較を行ったことから、その概要について報告するものである。



図-1 津軽発電所 位置図

## 2. 検討の目的

小規模な水力発電所の構造設計においては、計算が比較的簡便なフレーム解析を用いるのが一般的であるが、フレーム解析は開口部を解析モデルに反映することが難しい他、荷重条件が複雑な平面スラブへ適用した場合には断面力が過大傾向となる等の課題がある。今回、設計精度の向上と合理化を図ることを目的に、フレーム解析に加えて詳細な面的応力の算出が可能である FEM解析を行い、両者の解析結果について比較を行った。

## 3. 設計概要

### 3-1 対象断面

本発電所基礎のうち、FEM解析を行ったのは、荷重条件が複雑な搬入盤、発電機室、水車室のスラブである。このうち、本稿では、開口部が複数存在する他、荷重が点在して作用する等、荷重条件が特に複雑な断面である搬入盤 EL150.200m（長さ 13.6m×奥行 6.0m×厚さ 0.55m、3 辺固定平面スラブ）を対象とする。

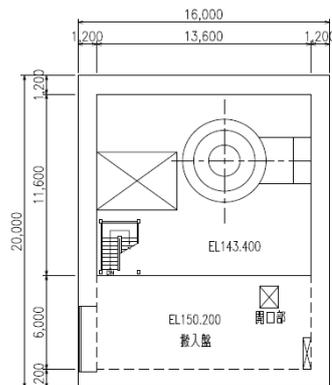


図-2 津軽発電所 搬入盤平面図

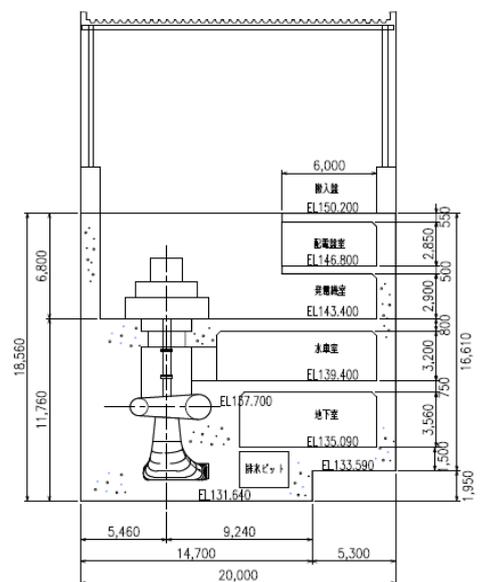


図-3 津軽発電所 断面図

キーワード 発電所基礎設計, フレーム解析, FEM解析

連絡先 (青森県中津軽郡西目屋村大字田代字神田 51-4, 電話 0172-85-3341, FAX0172-85-3342)

### 3-2 荷重条件および解析モデル

荷重条件は、自重および群集荷重 (5kN/m<sup>2</sup>) の他にクレーン点検錘 (354kN)、トラック荷重 (150kN) とした。

また、フレーム解析は片持ち梁・両端固定梁モデル等を併用して断面力を算出し、FEM解析は開口部位置・寸法、荷重条件、固定条件を詳細に反映させた2次元モデルにて断面力の算出を行った。

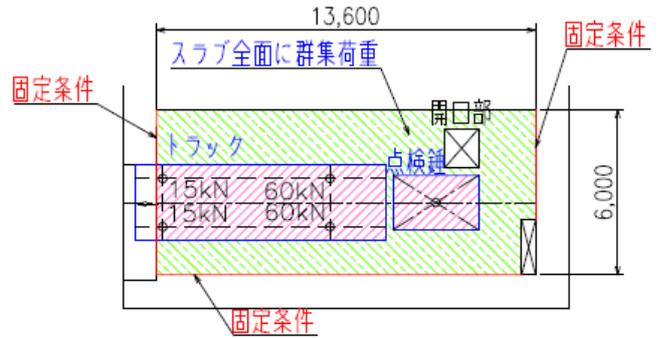


図-4 搬入盤スラブ荷重作用位置

### 4. 解析結果

フレーム解析と2次元FEM解析を行ったところ、表-2に示すように、最大曲げモーメントはフレーム解析がFEM解析を上回る傾向がみられた。また、FEM解析では、図-5、6に示すように、開口部の影響は受けるものの、上面引張のモーメントはスラブ端部、下面引張のモーメントはスラブ中央部にみられ、フレーム解析と同様の傾向が確認できた。

一方、スラブ開口部付近下面 (図示③) においてはFEM解析による断面力 (約 33 kN・m) がフレーム解析の断面力 (約 17 kN・m) を上回ることが確認された (図-5、表-2 参照)。

これは、フレーム解析では、応力伝達において開口部の影響を詳細に反映できないことが要因であると考えられ、FEM解析の優位性が現れた結果といえる。

このように、FEM解析では、傾向としてフレーム解析を下回る計算結果が得られる一方で、開口部付近では、その形状を詳細に反映した、より精度の高い解析結果が得られた。

表-2 解析結果一覧

		最大曲げモーメント (kN・m)	
		フレーム解析	FEM解析
上面	縦方向	-312	-199 (図示①)
	横方向	-268	-204 (図示②)
下面	縦方向	17	33 (図示③)
	横方向	92	89 (図示④)

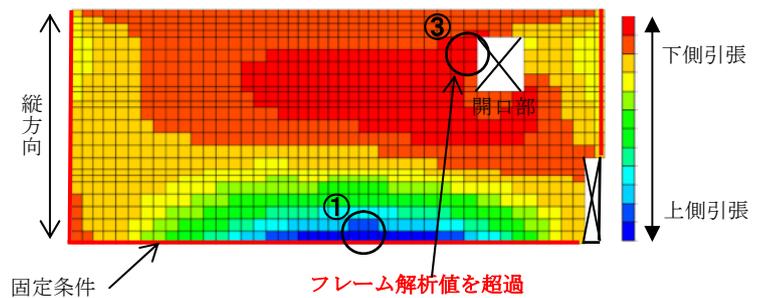


図-5 2次元FEM解析 曲げモーメント図 (縦方向)

### 5. おわりに

FEM解析は、部材の形状や荷重条件が複雑であっても、厳密に各部の応力が算出できることから、大型の工作物においては鉄筋量を低減することが可能となり、合理的な設計および工事費の低減に繋がる。

今後はスラブ内の鉄筋に配置した応力計によって、算定された断面力を検証し、更に技術的知見を深めていくこととしている。

本稿が、水力発電所における基礎設計の一助となれば幸いである。

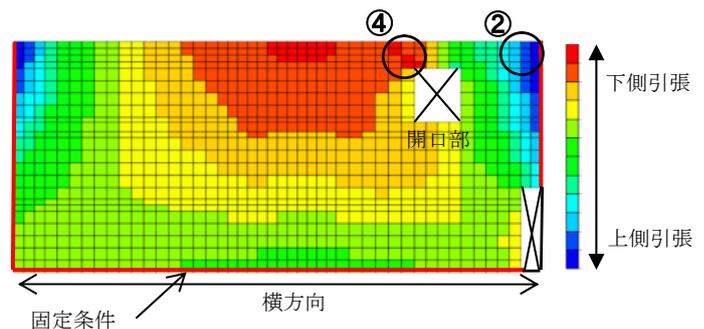


図-6 2次元FEM解析 曲げモーメント図 (横方向)