

仙台火力発電所リプレイス工事における発電所本館基礎の設計

東北電力株式会社仙台火力発電所建設所 正会員 ○大村英昭
東北電力株式会社仙台火力発電所建設所 正会員 小野雅毅

1. はじめに

仙台火力発電所は昭和 30 年代に造成した埋立地盤に立地しており、運転開始後 40 年以上が経過した 1～3 号機を廃止し、発電効率の高いコンバインドサイクル発電方式を導入した 4 号機の建設を進めている。今回のリプレイス工事は既設プラント跡地に新設プラントを構築するもので、一部既設基礎は健全性を確認の上、新設本館基礎の一部として活用している。複雑な形状となる基礎の設計について、詳細な地質、既設基礎の健全度調査と、3 次元 FEM を用いた構造解析により基礎の実態に即した合理的な設計を実施することができたものである。

2. 設計の概要

発電所本館基礎の配置を図 1 に示す。剛性の高い既設ウェル・ケーソン基礎と周辺部の新設場所打ち杭，上部に新設マットスラブを組合せた複雑な構造となっている。

(1) 既設基礎の健全度評価

既設構造物活用の可否判断にあたり、事前に鉄筋とコンクリートの健全度調査を実施した。鉄筋については成分分析および引張強度試験を実施し使用されている鉄筋が旧 JIS 相当品であることを確認した。加えて、コンクリート表面をハツリ出し、目視により調査した結果、鉄筋表面は黒皮の状態で、一部に緻密な錆びが認められるものの腐食グレード I の状態（コンクリート標準示方書【維持管理編】，劣化初期段階）であり、十分な性能および健全性を有すると判断した。

コンクリートの圧縮強度については、試験値（ 37.7N/mm^2 ）が建設当時の設計基準強度（ 15.0N/mm^2 ）を大きく上回る結果を得た。また、既設基礎は地中埋設状態で空気と隔離された環境下であったことから、中性化は全く進行していなかった。

(2) 地盤の土層構成

発電所周辺で地質調査を行い土層断面および土質定数を決定した。代表断面を図 2 に示す。基盤は傾斜した凝灰角礫岩および泥岩から成り、上部に沖積粘性土層および沖積砂質土層が分布している。砂質土層は「建築基礎構造設計指針」に準拠して液状化判定を行った結果、FL 値が 1.0 以下となることから地震時の地盤反力係数を低減して設計を行った。

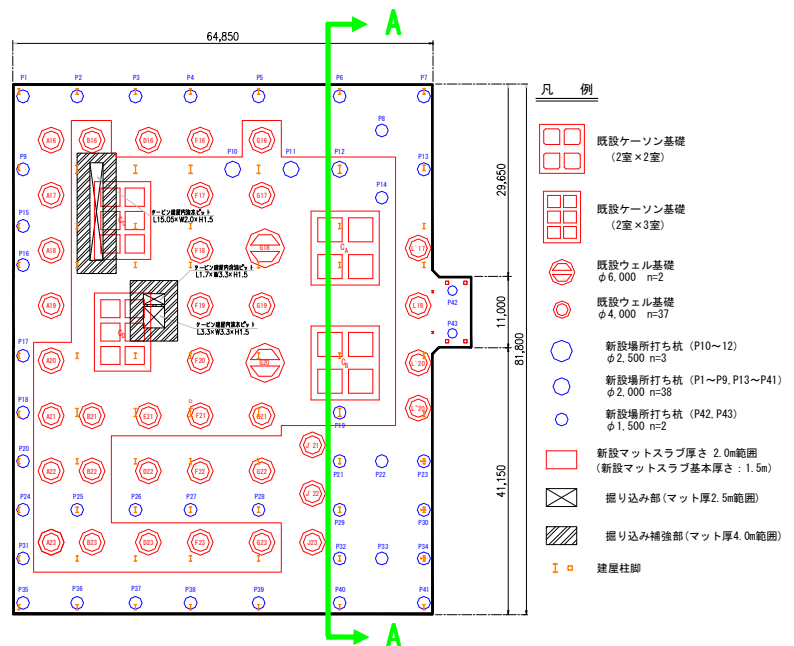


図 1 発電所本館基礎配置

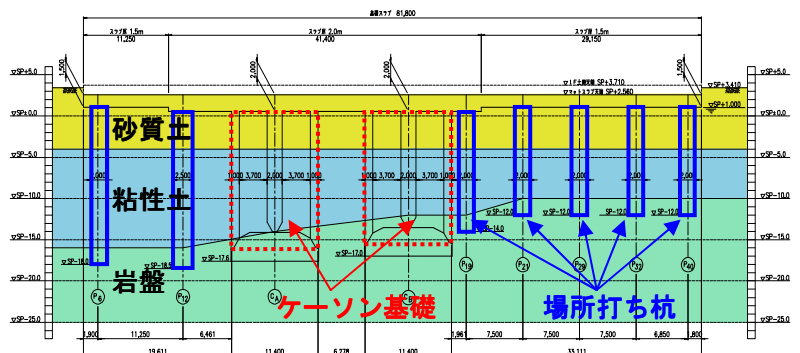


図 2 土層構成モデル (A-A 断面)

キーワード：3 次元 FEM 解析，既設基礎の活用

連絡先：宮城県宮城郡七ヶ浜町代ヶ崎浜字前島 1 番

TEL：022-357-2124 FAX：022-357-2127

(3) 解析モデル

前述した基礎構造・土層構成の複雑さと上載荷重（建屋柱脚，タービン台座等）の不規則な配置を踏まえ，3次元FEMモデルにより解析を行った。モデル概要を図3，4に示す。地盤バネは土層構成モデルに合わせ深度方向1m毎に設定した。また，マットスラブは複雑な応力分布を設計に反映する目的から0.5m四方のメッシュを設定した。

設計は常時と地震時の2ケースについて行い，地震時の設計水平震度は「火力発電所の耐震設計規程(JEAC 3605)」に準拠し算出したものが建築基準法に準拠し算出したものを上回ることから前者を採用した。

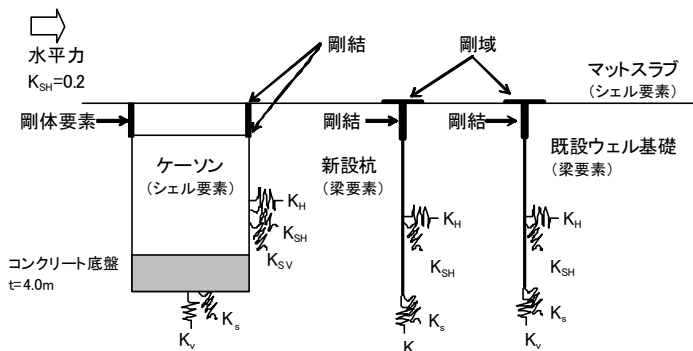


図3 解析モデル概要

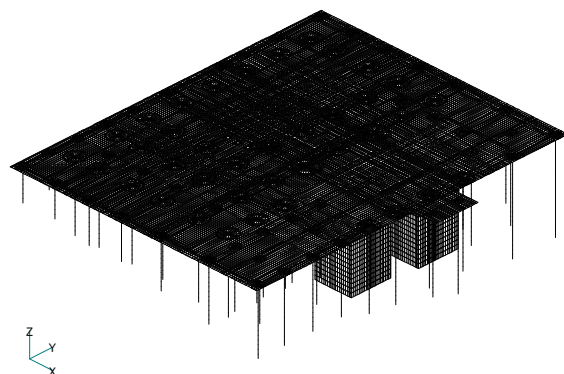


図4 解析モデル図

(4) 解析結果

新設するマットスラブや場所打ち杭については，通常の設計手法と同様，断面照査を実施し必要スラブ厚や鉄筋量を決定した。また，解析においては，既存ウェル・ケーソン基礎，新設場所打ち杭ともに支持力には十分な裕度があることを確認した。既存基礎活用の可否を左右する解析結果およびその対策について以下に紹介する。

既存ウェル・ケーソン基礎の曲げモーメントと軸力に対する照査はインタラクションカーブによって確認した。インタラクションカーブは，断面形状，配筋，コンクリートおよび鉄筋の応力ひずみ関係，許容値によって定まるものであり，部材に作用する軸力に応じて許容できる曲げモーメント（抵抗モーメント）を連ねた曲線である。今回照査した結果，一部の既存ウェル・ケーソン基礎頂部で発生モーメントが抵抗モーメントを超える箇所（インタラクションカーブの内側に収まらない）については，その部分を新設鉄筋コンクリートに打ち換えることで基礎の安全性を確保した。図5にケーソン基礎側壁のインタラクションカーブの一例を示す。

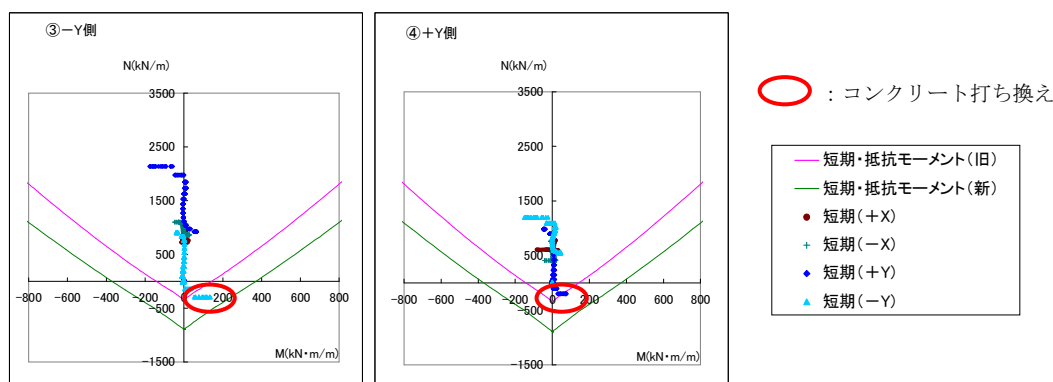


図5 既存ケーソン基礎の照査例

3. おわりに

今回の設計においては，基礎地盤および基礎構造の複雑さを土層構成モデルと3次元基礎モデルを組合せることにより，基礎の実態を確実に考慮できる解析モデルを構築し解析を実施した。本解析モデルは，基礎が有する現存性能および補強範囲・補強程度を適切に把握するうえで有効であり，安全性は勿論，既存基礎を活用する観点から経済性・環境面においても十分寄与できたと考える。

本設計手法の経済性ならびに環境面の有効性が確認できたことから，今後も同様の再開発プロジェクトを実施する機会があれば，積極的に適用するとともに更なる効率化・合理化を加えながら本手法の高度化を図っていきたい。