

仙台火力発電所防潮堤整備工事の設計・施工について

東北電力株式会社 仙台技術センター 土木課 菅原 英樹
 金野 栄一
 ○高木 猛志

1. はじめに

仙台火力発電所は、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の津波により、甚大な被害を受けた。

これを受け、今後の津波被害から発電所を防護すること、および背後の一般住民の生命および財産を保護・被害軽減することを目的として、宮城県防災計画と歩調を合わせる形で防潮堤を整備することとした。

防潮堤の設計にあたっては、「宮城県が整備した宮城県河川・海岸施設等設計マニュアル(案) [津波・高潮対策編]」（以下、マニュアル）を基本としながら、動的有効応力解析等の手法を活用し、地盤物性等の現場状況を十分に考慮した設計を行った。本稿では、その設計概要と平成 27 年 12 月から開始した工事の実施状況について、報告するものである。図-1に仙台火力発電所防潮堤平面図を示す。

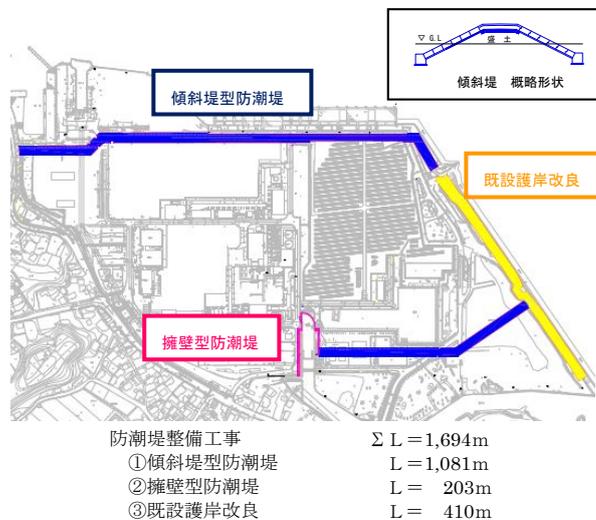


図-1 防潮堤平面図

2. 設計

(1) 設計手順と条件

防潮堤の設計については、マニュアルを基本として、図-2に示す手順で実施した。設計にあたっては、レベル2地震動までの耐震性能を考慮した計算を行った。

主な設計条件は、表-1のとおりである。

表-1 主な設計条件

[設計地震動]		
L1	レベル1地震動の水平震度 (0.20)	
L2	レベル2地震動の水平震度 (0.35)	
L2'	動的解析に用いるレベル2地震動(最大加速度207gal) 想定宮城県沖地震(連動)	
[地盤状況]		
浅 ↓ 深	埋土・盛土層(層厚4~7m)	盛土砂質土, 盛土石炭灰
	沖積層(層厚15m以上)	砂質土, 砂礫, 軟質粘性土
	基盤岩層	シルト岩, 火山礫凝灰岩
[液状化の影響]		
FL法により、「液状化の可能性あり」の判定		

上記の手順・条件で実施した設計のうち、種々の計算手法を用いて現場条件をより詳細に反映した傾斜堤型の防潮堤の設計結果について、次に示す。

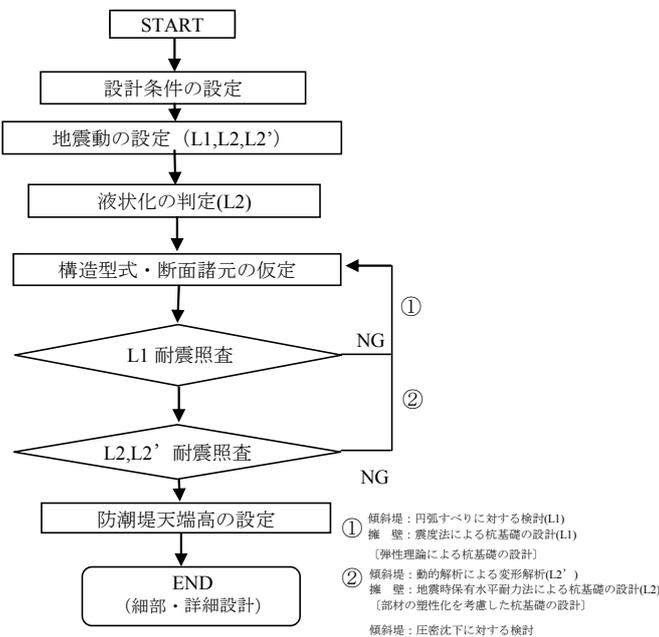


図-2 設計手順

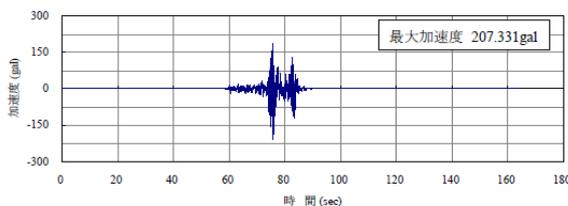


図-3 入力地震動

キーワード：防潮堤，傾斜堤，動的有効応力解析，圧密沈下，レベル2地震動

連絡先（仙台市太白区郡山字穴田西25，電話 022-799-9904，FAX022-248-2945）

（2）傾斜堤の設計結果

a. 円弧すべりに対する検討

円弧すべり安全率は常時、L1地震時ともに必要な安全率を確保できることを確認した（表-2参照）。なお、築堤盛土材の物性値は、砂質土として、 $\gamma_t = 19.0 \text{ kN/m}^3$ 、 $\phi = 30^\circ$ 、 $c = 0$ とした。

表-2 円弧すべり安全率

検討ケース	計算安全率	必要安全率	判定
常時	2.131	> 1.20	OK
地震時	1.132	> 1.00	OK

b. 変形に対する検討

L2'地震動に対する変形解析は、液状化の間隙水圧を考慮でき詳細なモデル化が可能な動的有効応力解析（FLIP）により行い、地震後の沈下量を算定した（防潮堤沿いの8断面で算定）。解析の結果、防潮堤直下にひずみが集中することにより、最大0.18mの沈下が生じることを確認した。（図-3～5参照）

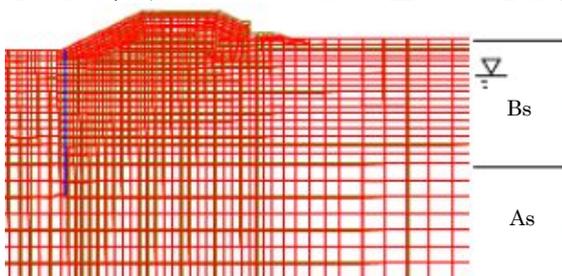


図-4 動的有効応力解析結果（残留変形図）

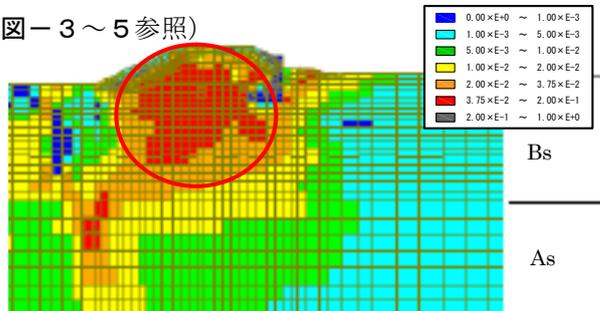


図-5 動的有効応力解析結果（残留最大せん断ひずみ図）

c. 圧密沈下に対する検討

圧密計算を行った結果、沈下量は0.07mと算定され、マニュアルでの許容残留沈下量0.1m未満であることを確認した。検討位置は、安全側の設計を行うため、粘性土層（Ac）の最も厚いエリアの断面で算定した。

d. 天端高さの決定

解析結果を反映し、沈下等を考慮したマニュアルでの余盛必要高0.2mに対し、地震による沈下想定量0.2m（≡変形解析値0.18m）を追加した余盛高0.4mを採用し、防潮堤天端高をT.P.+3.7とした。

$$\begin{aligned} \text{防潮堤天端高} &= \text{〔計画堤防高〕 T.P.+3.3 m}^{*1} + \text{〔マニュアルでの余盛必要高〕 } 0.2 \text{ m} + \text{〔地震による沈下量〕 } 0.2 \text{ m} \\ &= \text{T.P.+3.7 m} \end{aligned}$$

※1：宮城県側防潮堤の計画高と整合をとり、設定した。

傾斜堤は、その他の仕様をマニュアルに則る形で設計を行い、図-6に示す断面とした。

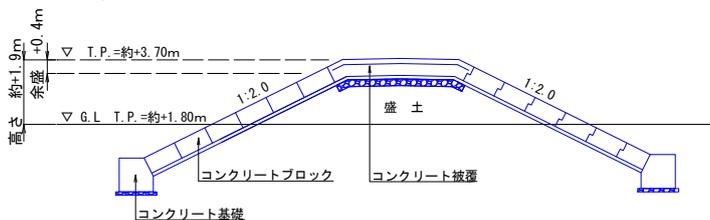


図-6 傾斜堤 標準断面図

3. 施工

仙台火力発電所防潮堤整備工事は、平成27年12月より工事を開始し、全体を主に5エリアに分け、複数エリアを同時並行で効率的に施工を進めてきた。中でも、発電所の運転期間中は施工が不可となる放水路周辺エリアについては、定期検査による発電所停止中に主な施工をすべて完了するなど、関係個所との緊密な連携の元、工程を厳守した。

また、当該発電所は、住宅地が近接した特殊な環境であることから、騒音対策、悪臭対策等の環境対策には特に留意しながら作業を実施している。



写真-1 防潮堤全景（平成29年1月）

4. おわりに

平成28年12月末現在、進捗率は約80%となり、工事も終盤を迎えている。工事にご協力いただいている関係者の方々に謝意を示すとともに、無災害にて工事を完了するよう決意を新たにしている。