

原発用の想定外津波に耐える防御要件を備えた堤体断面形の基本設計

— 確率論的リスク評価法から基本設計への簡明化による原発の安全化 —

(株)遙感環境モニター 代表取締役 正会員 ○金子 大二郎 工博

1. はじめに

東日本太平洋沖地震による福島第一原子力発電所の設計基準を越える過酷な事故（自然ハザード，T6）被災を背景に，その対策として想定最大級の津波がもたらす人的被害を減災する社会的要請がある．原子力発電所の安全性に関わる津波ハザードの学協会規格について，確率論的リスク評価（PRA）によらずに基本設計によって原子力安全の確保が可能な新たな海岸堤防の断面形を提示した．即ち，想定外津波に耐える防御要件として本質的安定性を備えた堤体断面形を提案した．原子力発電所内の格納容器や制御施設のための建築構造物が，過酷な自然災害事故を想定せずに済み，基本設計範囲内の計画整備が可能となる．また，既に整備された現在の本質的には不安定な直立壁という海岸堤防の改良も検討した．

本研究における断面設計の考え方は，海浜レクリエーション地帯における行楽客と景観に優れた人口密度の高い住宅地の人命を津波の遡上から守る考えにより，崩壊しない海岸堤防と広域避難地の確保が目標であった．原発の過酷事故を防ぐために，これまでの海浜の人々のための避難地に代わって，津波による滑動・巻上げ浮上・転倒等に対抗するために函体内部に碎石を充填しており，重く不動な安定構造の設計概念となっている．なお，従来のコンクリート構造物である海岸堤防は，海岸環境にそぐわない圧迫感のある景観と，日常利用が乏しい安全優先の構造物であった．設計条件を越える津波は発生確率が低いのであるが極めて過酷な事故となり易い問題に対して，本提案は堤体の基本構造を維持するばかりでなく，原子力発電所内の日常的な公園としての海岸利用が可能となる．現在の原発に認められる殺伐とした景観とは異なり，海岸堤防が公園型である長所を著者は強調したい．

2. 原発の堤体基本構造の考え方

(1) 堤体内部構造

一般海岸における海浜レクリエーションの人々が避難するための広域避難地と異なり，原子力発電所の場合は，背後にある逃げることができない重大な原発施設の防御が目的となる．従って，津波堤防内には広域避難地を準備する必要は無く，代わりに碎石を充填した堤体の安定を最重視した函体構造とした．しかし，原発の立地によっては，資材運搬のために高規格の道路を堤体内に配備する必要があると考えられる．その場合には，図-2 に示す様に函体の1階部は碎石を詰め，浸水を避けて2階部に防災を兼ねた高規格道路を準備することが考えられる．

(2) 地盤改良と浸透への対応

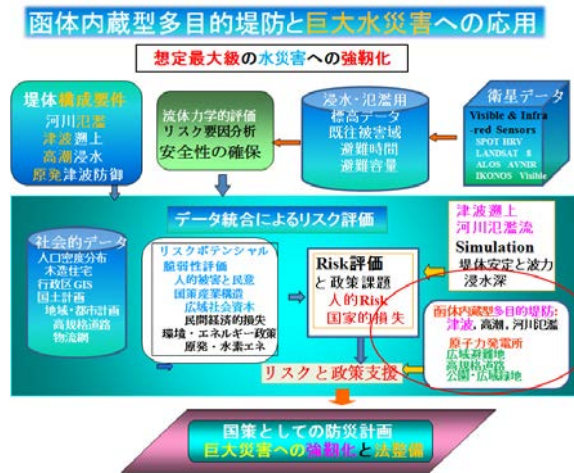


図-1 巨大水災害に対する函体内蔵型多目的堤防の応用分野と津波との関係を示した体系図である．社会的要請を受けた多目的利用と応用分野を拡大中．

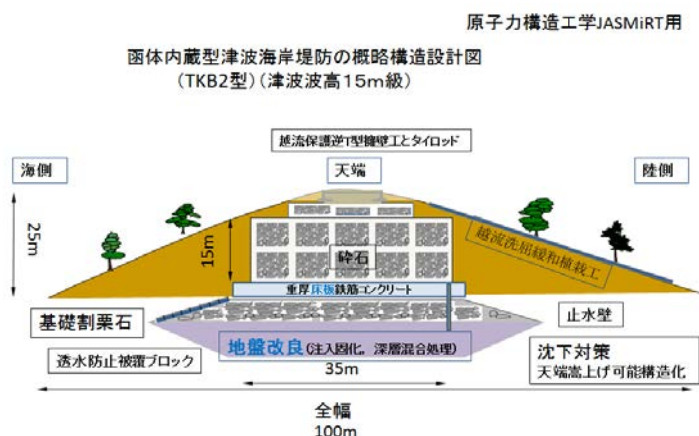


図-2 臨海公園型であって堤体の安定性を重視した津波海岸堤防である．基礎構造は，従来から圧倒的に耐波実績のある割石盛土構造と下部の地盤改良構造の断面形である．従来の構造断面で最大であった釜石津波防波堤は，海中の大規模な割石マウンドの上に大型函体が当図とは90度異なる縦細型に設置されていた．しかし，設計波高を越えると函体は陸上側に転倒し，マウンドから崩れ落ちた．図-1の断面は転倒しない安定構造である．

割石マウンドについての浸透対策は、函体前面のマウンド上に被覆ブロックを敷いて揚圧力（浸透防止）をゼロとする従来の設計法とした。一方で、基礎の全断面注入浸透固化によっても支持力は十分と判断した。但し、薬液注入による固化の形状が球形に近い形の集合体であると考えられるので、両方法とも間隙から若干の漏水が予想される。そのためには、図-2の様に海側に攪拌混合固化による連続止水壁が必要となる。

(3) 現地適用に当たっての課題と対策

本提案による堤体幅の広い津波海岸堤防が、現地の原発敷地の地形や用地の狭さによって適合しない場合には地形整備をする必要がある。或いは、既に多くの原発に直立壁の構造を持つ防潮堤が築かれている。従って、如何なる津波にも耐える様にするためには、この直立壁構造を函体内蔵型と同様な安定型の構造に追加工事をする必要があろう。直立壁の背後に函体構造を合体した併設構造にすれば良いと考える。なお、直立壁の前面と背後に函体の斜面を配置する用地があれば、平時の利用に適した公園型の津波海岸堤防となる。

(4) 原子力規制庁の評価審査

筆者は、様々な議論の存在する中で原子力の有効利用の立場に立つ。また、原子力大国であった日本において既に多数建設された原発の安全な有効利用を探ろうとしている。これらの原子力発電所は、新規規制基準の適合性について評価（審査）を受けている。しかし、公開された津波海岸堤防（防潮堤）は、津波波力の図において意図不明な表記が認められる。既に、現地の原発について完成断面であることから、安全性については重要な意味が生じると判断される。著者の安全についての本質的安定の防護方針によれば、建設された鋼管鉛直壁や鉄筋の無いソイルセメントによる盛土構造という両断面についても、改良が必要であると認識している。

3. 結論

想定外の如何なる津波に対しても津波海岸堤防が崩壊せずに基本的な築造構造を保ち、背後にあって津波から避難できない原発（格納容器構造物）を守る堤体断面構造を提案した。この設計構造により稀ではあるが巨大な津波に対し、確率論的リスク評価法から従来の基本設計への簡略化によって、原発の安全設計を可能とした。

参考文献

- 金子大二郎：スーパー台風による高潮と河川氾濫を想定した防護区域の法指定と函体内蔵型多目的堤防，土木学会土木計画学研究・講演集 Vol. 60, 44 総合防災計画, 7059, 10p, 2019.
- 金子大二郎，細山田得三：衛星による木造住宅率と津波浸水深を用いた避難人命リスクの評価—地理・社会モデルの開発と鎌倉海岸への適用—，土木学会論文集 F6（安全問題），73 巻，1 号，p. 58-70, 2017.
- 細山田得三・金子大二郎・大竹剛史：津波脆弱性海岸における盛土構造体による津波対策工評価のための数値実験，土木学会論文集 B1, Vol. 71, 特別号・水工学論文集，第 59 巻，228, 6p, 2015.

キーワード：原子力発電所，津波，海岸堤防，不崩壊，函体内蔵，安定構造，止水壁，浸透

連絡先 〒236-0046 神奈川県横浜市金沢区釜利谷西 4-5-5 TEL (045) 786-5350 E-mail: kand.rsem@gmail.com

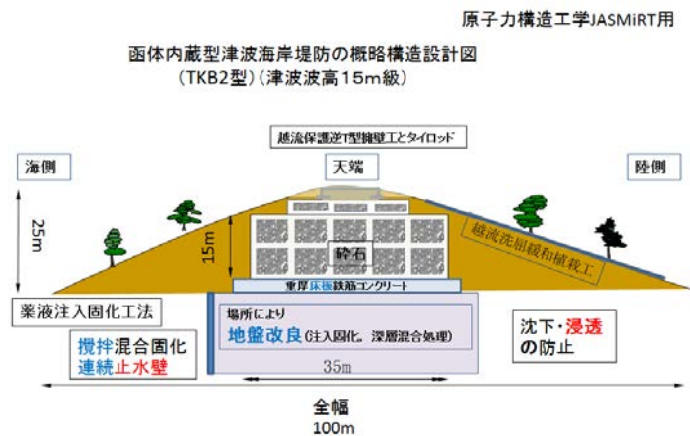


図-3 津波海岸堤防の内に高規格道路を内蔵した函体構造である。10mから15mの津波に対応。函体内部は砕石中詰型。浸透を重視して、被覆ブロック付き割石基礎に代わり、海側に薬液注入固化工法と攪拌混合固化連続止水壁を採用した。

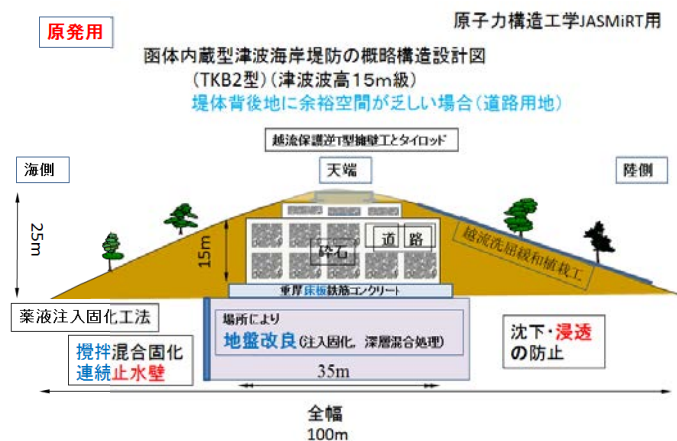


図-4 津波海岸堤防内に高規格道路を2階部に内蔵して堤体敷地幅を有効利用した場合。1階部に道路も可能だが浸水の可能性。