

公園を兼ねた函体内蔵型堤防の巨大水災害用構造要件

— 多目的利用と安定性に関する規模別函体構造の概略設計 —

(株)遙感環境モニター 代表取締役 正会員 ○金子 大二郎 工博
長岡技術科学大学 環境社会基盤専攻 教授 正会員 細山田得三 工博

1. はじめに

東日本太平洋沖地震による被災を背景に、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。一方で、気候温暖化によってスーパー台風が強大化し、高潮・河川氾濫が懸念されている。これまでに東京湾・伊勢湾・大阪湾の三大湾を対象とする高潮や、台風と線状降水帯による豪雨の氾濫災害を受けて、New Orleansの大規模避難ばかりではなく、大都市圏の河川氾濫へのハード対策として、堤体が崩壊せず且つ、公園や交通機能の利用が可能な津波・高潮堤防や河川堤防の構造要件を検討している。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、日常利用が乏しいコンクリート構造物であった。そのため、住民合意が事業の滞る課題として続いてきた。本研究は、津波波高や河川の計画高水位または計画高水流量の堤防規模に応じて、安定した断面形を検討し提案した。

2. 公園型の函体を内蔵した堤防と概念設計

この巨大水災害に対する社会的要請と、住民合意に向けた堤体の多目的利用化とハード対策の必要条件について、構造要件として図-1 に再整理した。その条件を満たす改良した函体内蔵型多目的堤防を提案している。

(1) 設計条件と函体内蔵型堤体の構造要件

津波・高潮や河川氾濫の規模は、震源の規模と海底地形・湾形により地域ごとに大幅に異なる。また、河川氾濫も計画高水流量（または計画高水位）によって堤防の規模が大きく異なる。また、津波は遡上によって堤体を越流し易く、堤体が大規模となる。これらの地域によって異なる津波に対応して、内蔵函体の安定性と多目的利用および経済性を図らねばならない。

(2) 水災害防止への費用対効果 (B/C)

氾濫災害分野の土木構造物を設計する場合には、地震とその堤体に作用する流体力および浸潤に対する堤体の安定性が重要である。これらの中で、地震については沈埋トンネルの例があり、継ぎ手部の設計により、長年月のあいだ大規模な被災を受けていない。一方で、波・流水が越流することによる堤体の崩壊は、被害の規模と頻度ともに顕著であり、夥しい人的被害ばかりでなく、背後地の市街や下流域の浸水によって私的財産と公共資本財の両面にわたって巨額な被害となる。守り得るハード対策が実現すれば、費用対効果 (B/C) の便益が巨大となり、大規模防災事業が可能となる時代となった。

キーワード 巨大水災害, 函体内蔵, 海岸堤防, 構造要件, 河川堤防, 津波遡上, 氾濫, 広域避難地, 高規格道路連絡先 〒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

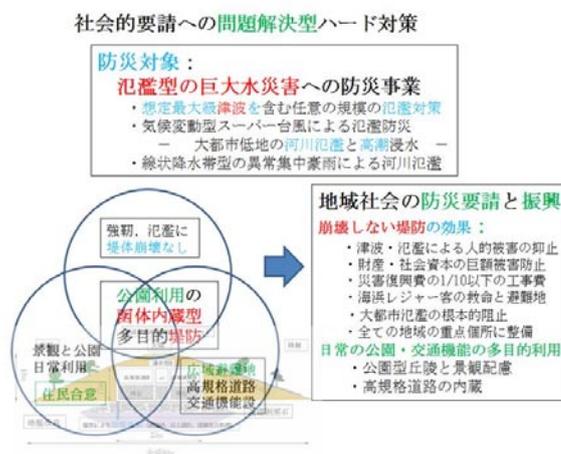


図-1 巨大水災害に対する社会的要請. 多目的利用化に向けたハード対策への構造要件とその防災効果

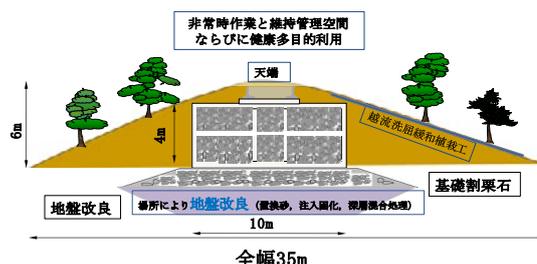


図2 河川堤防または津波波高3m程度の海岸を対象. 通常の津波防波堤を転倒しないように横倒しとして安定化させた構造. 公園型堤防であって函体構造には無害. 3m~5m程度の津波に対応する基本形.

(3) 災害時における堤体の安定性

これらの巨大災害に対して、ハード対策としての堤体は、多目的利用によって住民合意が可能となっても、絶対必要条件があって、津波・河川氾濫による外力に対して堤内の函体が十分に安定であらねばならない。一方で、大型土木構造物であるから、国の財政問題が続く現代においては、B/Cとは別に費用の削減に向けた堤体構造の設計が考慮されねばならない。

1) 堤体内函体の最適な断面構造

堤体に作用する有効な浮力とは、(浮力ー堤体重量)であるから、多目的利用の空間によって生じる浮力を削減する構造が必要となる。その最も簡明な方法は、函体構造の1階の升目の中に津波防波堤と同様に割石・砕石によって中詰して重量を増せば良い。

2) 函体内蔵型河川堤防への応用

津波に対する上述の配慮をした函体構造であれば、河川の計画高水位に達する流量であっても、浮き上がりも函体が崩壊することもない。措置すべきは前記した基礎割栗石を透過する漏水だけである。透過する流量のために、小型堤防ならば鋼矢板の遮水壁、大型ならば鋼管杭の遮水壁を表法先に打設して流量を抑制し、法尻に排水溝を設けて処理すれば良い。

3) 波動数値水路による安定性数値実験

上記の三型式の函体内蔵型津波海岸堤防と河川堤防について、(財)沿岸技術開発センターが公開する波動数値水路(CARDAS SURF)を使い、数値実験を進めて堤体の安定性と必要重量を定める。

4. まとめ

本研究は、津波・高潮・河川氾濫の巨大水災害への対策として、合意形成のために公園型であって日常利用が可能な堤体形状とし、広域避難地あるいは高規格道路を内蔵した多目的な函体内蔵型の海岸堤防と河川堤防について概略設計を示した。

災害設計規模に応じて断面設計の要件を考察し、安定した堤体断面形状を概略設計として提案した。日本各地に想定災害に対応可能な断面形状が定まったので、次の段階として、波動数値水路(CARDAS SURF)を使い、函体の安定性に関する数値実験のデータ準備を進め、堤体の安定性の計算を検討する。

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. 2) 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ー地理・社会モデルの開発と鎌倉海岸への適用一，土木学会論文集 F6 (安全問題)，73 巻，1 号，p. 58-70, 2017. 3) 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物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.

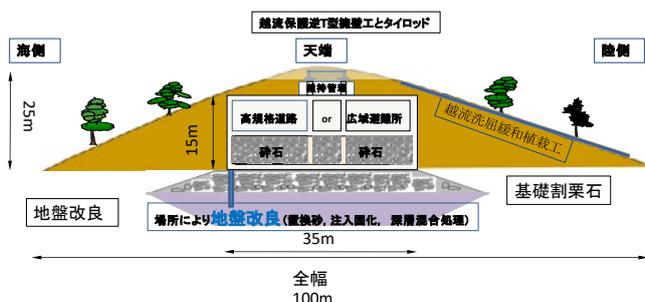


図-3 臨海公園型であって堤体の安定性を重視した津波海岸堤防であり広域避難地または高規格道路を内蔵した安価な普及型函体構造。10mから15mの津波に対応する1階中詰型。津波波高5から10m級までは、函体構造形式は同様。

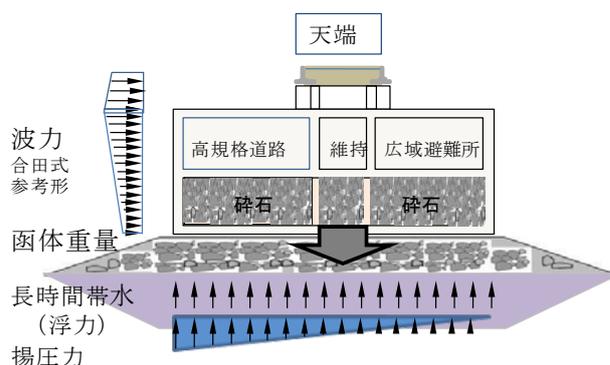


図-4 函体への作用力分布。数値波動水路CARDAS津波によって堤体前法面が洗掘されたとした場合の堤体内部の函体に作用する最大外力(波力, 浮力)の概念図。海浜利用によって函体2階部は高規格道路または広域避難地。

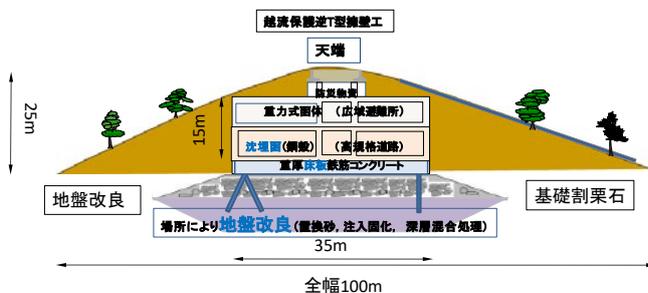


図-5 海岸レジャー客(海水浴・花火・イベント類)で著名な海岸用。レジャー客の広域避難地と海岸交通量の高規格道路が必要な場合であって、広域避難地も高規格道路も必要な場合。鋼殻沈埋函トンネル構造と重厚床版コンクリートおよび組杭により津波による滑動と浮力に対抗。