

ストレステストを活用したコンテナターミナルの 浸水脆弱性・対策効果評価手法の提案

○宮田正史¹・竹信正寛¹・大島靖樹²・小野憲司³
吉田郁政⁴・赤間康一⁵・神野竜之介⁶・富田孝史⁷

- 1 国土技術政策総合研究所
- 2 東京都市大学 理工学部
- 3 京都大学 経営管理大学院
- 4 東京都市大学 建築都市デザイン学部
- 5 国土交通省 鉄道局
- 6 パシフィックコンサルタンツ株式会社
- 7 名古屋大学 減災連携研究センター

0

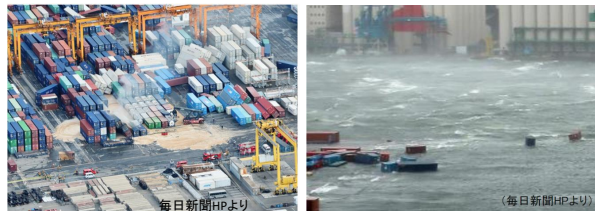
■説明内容

1. 研究の背景、目的・概要
2. ストレステスト(ST)の概要
3. 検討フレームの全体像
4. ストレステストに必要な準備
5. モデルコンテナターミナルへの適用事例
6. おわりに

1

■背景

- コンテナターミナル(CT)における高潮・浸水被害の頻発
- 多種・多様な施設・設備から構成され、所有者も様々
- 関係者間で合意しづらく、抜本的対策が進みにくい

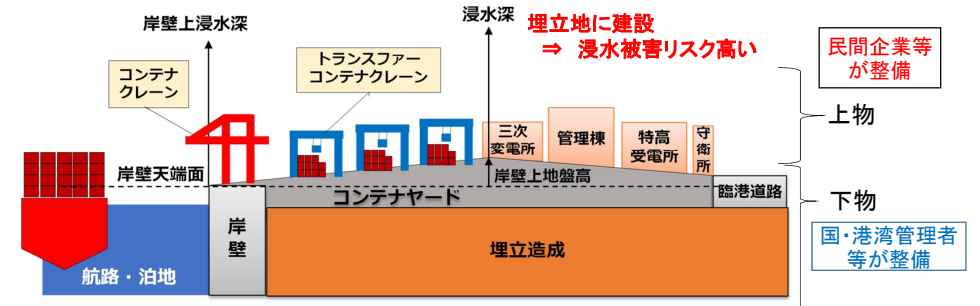


■研究目的・概要

- CT全体の浸水脆弱性と対策効果を見える化し、定量的に評価できる実務的手法の提案(ストレステストST)
- その実現に向けた検討枠組み(フレーム)の提案
- モデルCTを用いた試験検討

2

コンテナターミナルの概要



3

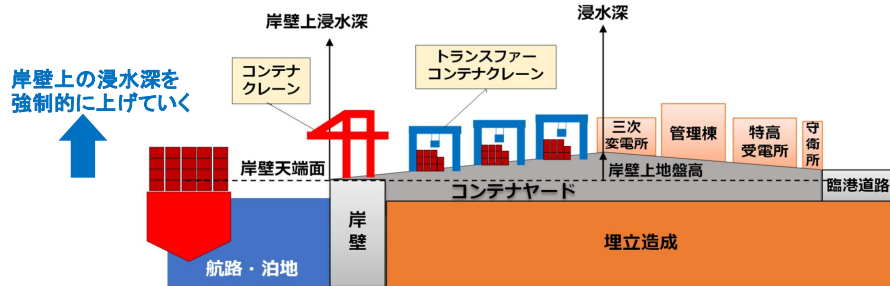
2. ストレストテスト(ST)の概要

○ストレステスト

STは、ある対象やシステムに対して想定を超える負荷(ストレス)が作用した場合に、どの程度の安全性や耐久性等の余裕があるかを評価する試験。(金融分野、原子力分野等で適用)

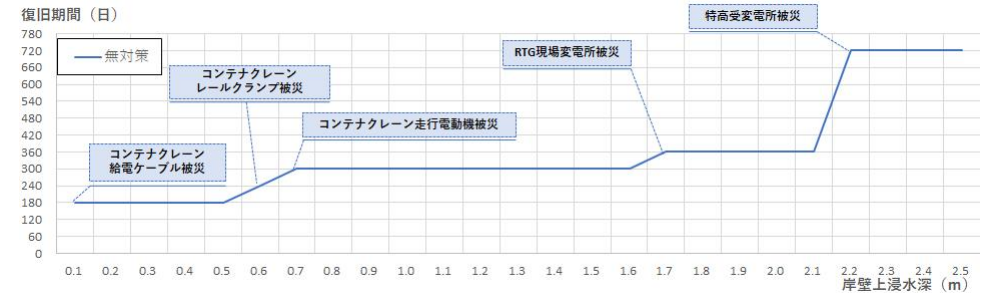
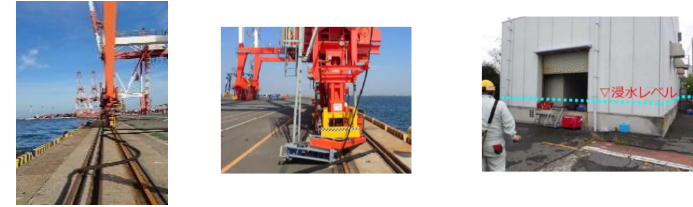
○コンテナターミナルの浸水被害評価への適用

岸壁天端面から徐々に浸水を増加させた場合に、どの程度の浸水で、どの施設がどのような被害を受け、**ターミナル全体としての機能復旧までどの程度の期間・費用を要するかを仮想的にテスト**



4

モデルCT(無対策)のストレステストの結果 ～岸壁上浸水深とCT全体の復旧期間の関係～

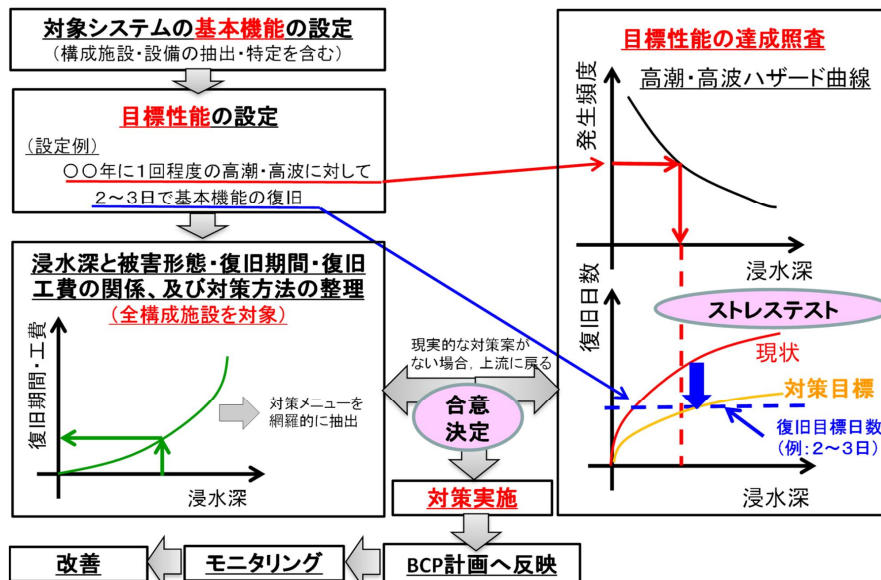


➡ コンテナクレーンや受変電所の浸水被害の影響が大きい

5

3. 検討フレームの全体像

検討フレームの全体像とストレステストの位置け

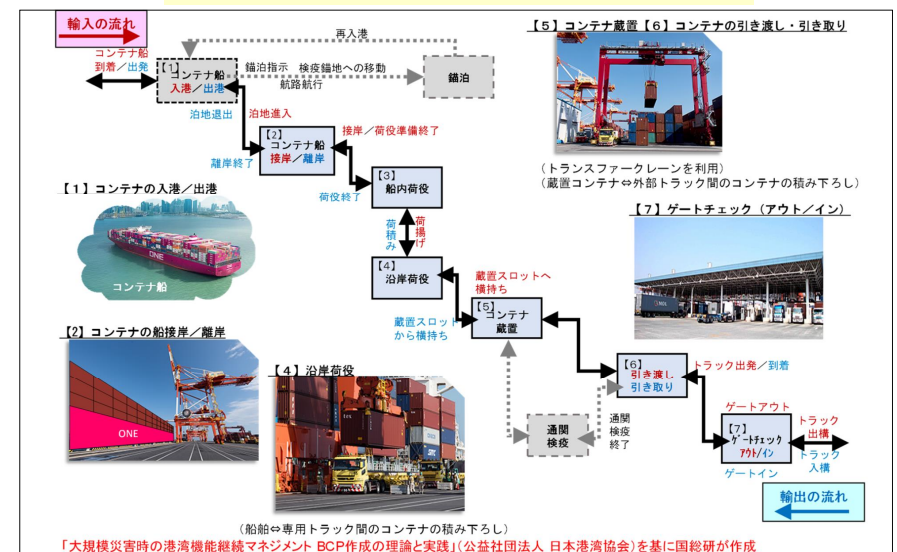


6

4. ストレストテストの実施に必要な準備

【①:CT全体としての提供機能の整理と対象施設の抽出】

(図) CT全体として求められる提供機能



7

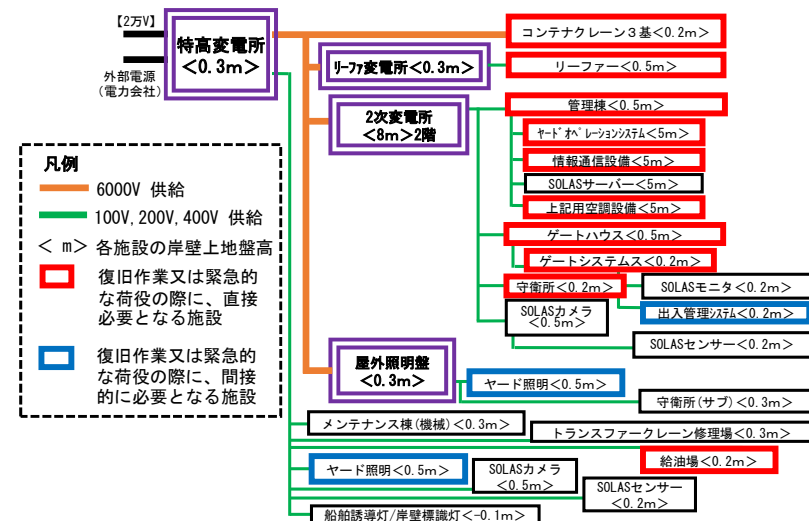
(表) 浸水被害軽減対策の対象施設の抽出事例

対象施設		CTの提供機能		モデルCT	
名称	仕様等	基本機能	その他機能	箇所・基数等	地盤高(m)
特高受電所*	22000 V	○	—	1 箇所	5.5
現場変電所(RTG用)*	6600 V	○	—	1 箇所	5.3
現場変電所(リーフター用)*	6600 V	○	—	1 箇所	6.8
コンテナクレーン*	6600 V	○	—	3 基	4.0
トランスファークレーン(RTG)	軽油	○	—	4 基	5.0~6.7
トラクターヘッド	軽油	○	—	8 台	4.5
シャシー	—	○	—	8 台	4.5
トップリフター	軽油	○	—	1 台	4.5
フォークリフト	軽油	○	—	1 台	4.5
管理棟(オペレーションシステム含む)*	400 V以下	○	—	1 箇所	5.8
ゲート(ゲートハウス)*	400 V以下	○	—	1 箇所	5.3
照明塔*	400 V以下	—	夜間作業	6 基	5.0~6.7
給油所*	400 V以下	—	—	1 箇所	5.4
守衛室*	400 V以下	—	—	1 箇所	5.3
監視カメラ*	400 V以下	—	保安	1 台	5.0
フェンス(センサー)	400 V以下	—	保安	1 台	4.0
メンテナンスショップ*	400 V以下	—	—	—	—
危険物貯蔵庫*	400 V以下	—	—	—	—
洗浄施設*	400 V以下	—	—	—	—
蔵置コンテナ(実入り)	—	—	—	—	—
蔵置コンテナ(空)	—	—	—	—	—
蔵置リーフターコンテナ*	400 V以下	—	リーフターコンテナ蔵置	—	—
リーフター電源*	400 V以下	—	リーフターコンテナ蔵置	1 列	6.8
コンテナヤード	—	○	—	—	—
構内道路	—	○	—	—	—

*:電気供給が必要な施設(コンテナターミナル敷地内)

8

(図) 電気系統図と各施設の岸壁上地盤高

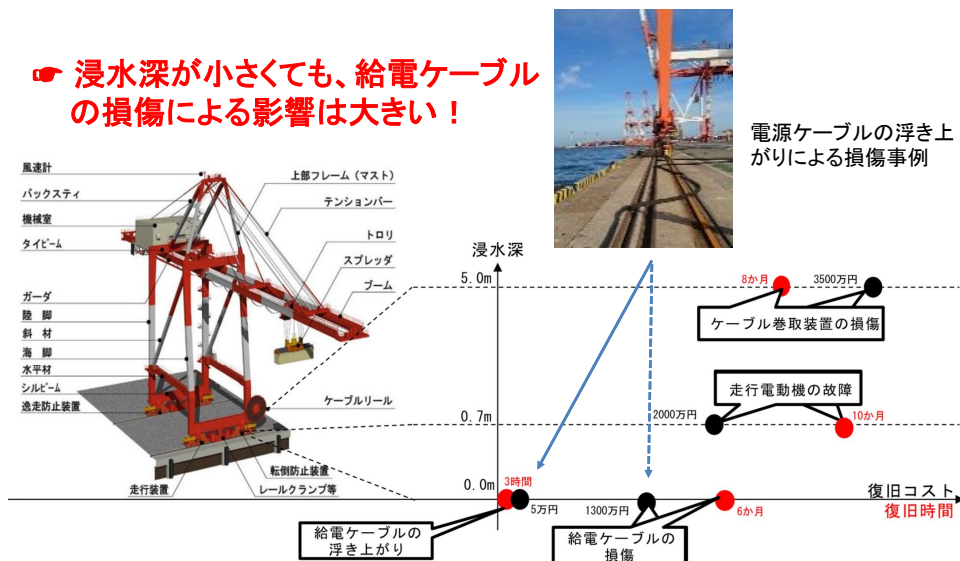


- ほとんどの施設は、電気で作動。
- 基盤となる電気系統が損傷受けると、直ちに稼働停止となる。

9

【②:各施設の浸水深と復旧期間・復旧費用の関係整理】

- 浸水深が小さくても、給電ケーブルの損傷による影響は大きい！



(図) GCの浸水深と復旧期間・復旧費用との関係
(メーカー等へのヒアリングの結果)

10

5. モデルコンテナターミナルへの適用事例

検討条件

- 1バース分の既存コンテナターミナルを参考としてモデル化
- 対象施設: P.7の一覧表のとおり

検討ケース

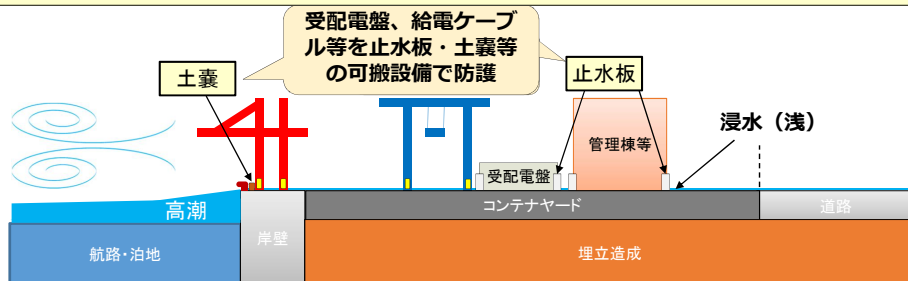
- ケースA: 低コスト・短期対応 (500万円)
- ケースB: 受電施設等の重要施設の嵩上げ (12億円)
- ケースC: 防潮壁(高さ0.5m)をクレーン海側に設置 (6億円)

11

浸水被害軽減対策の**基本戦略A**(モデルCT試算)

■基本戦略A ☞ 可搬設備のみで発生確率の高い比較的小規模な高潮に対応

- 対策時期: **短期的な取組み**(日常的な災害対策・準備 → 直前準備対応)
- 対策条件【**可搬設備による**】:
電気設備を脱着式止水版(0.6m)、クレーン電源ケーブルを土嚢で防護
- 対策費用: 約500万円



出典: 土嚢、水防シート [<https://www.taiyokogyo.co.jp/blog/disasterprevention/a217>] 止水板 [http://bunka-s-pro.jp/product/shisui_03/]

12

浸水被害軽減対策の**基本戦略B**(モデルCT試算)

■基本戦略B ☞ 浸水が発生しても、重要施設の被災を防いで早期復旧

- ・対策時期: **中期的な取組み**(重要施設の更新時 など)
- ・対策条件【**恒久設備+可搬設備(ケースA)**】:
全ての受変電所・分電盤を2階(3.0m)に**嵩上げ**、
大型クレーンの足元の機械設備を1.0mまで**嵩上げ**して評価
- 対策費用: 約12億円(ただし、現在の設備を改良する場合)

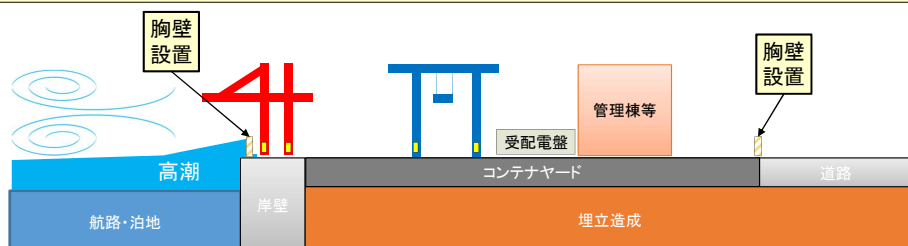


13

浸水被害軽減対策の**基本戦略C**(モデルCT試算)

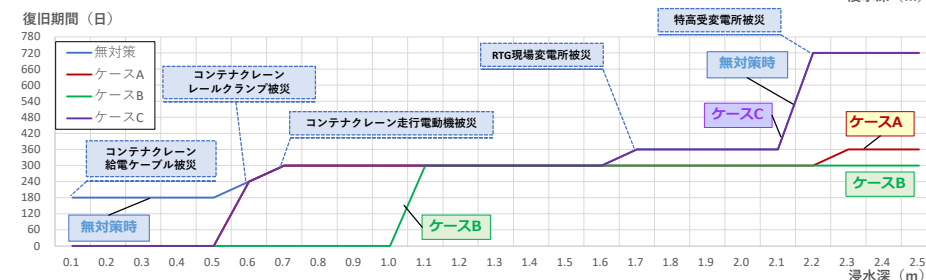
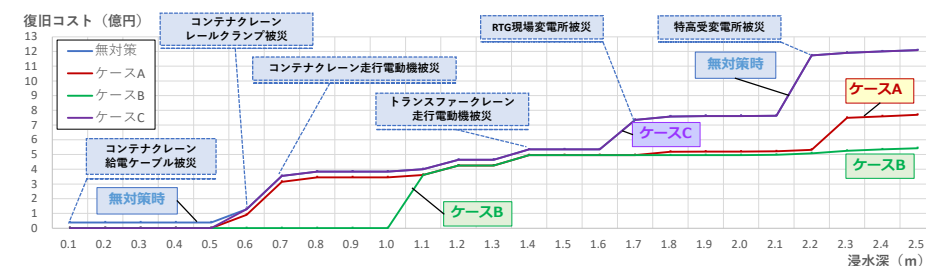
■基本戦略C ☞ ふ頭用地を防護することにより浸水を防ぐ

- 対策時期: **長期的な取組み**(土地造成時、CTの新設時・大規模更新時など)
- 対策条件【**恒久設備のみ**】:
防潮壁(高さ0.5m)をクレーン海側及びターミナル全周にわたり設置
- 対策費用: 約6億円



14

(図) ストレステストの結果(岸壁上浸水深とCTの復旧期間・復旧費用との関係)

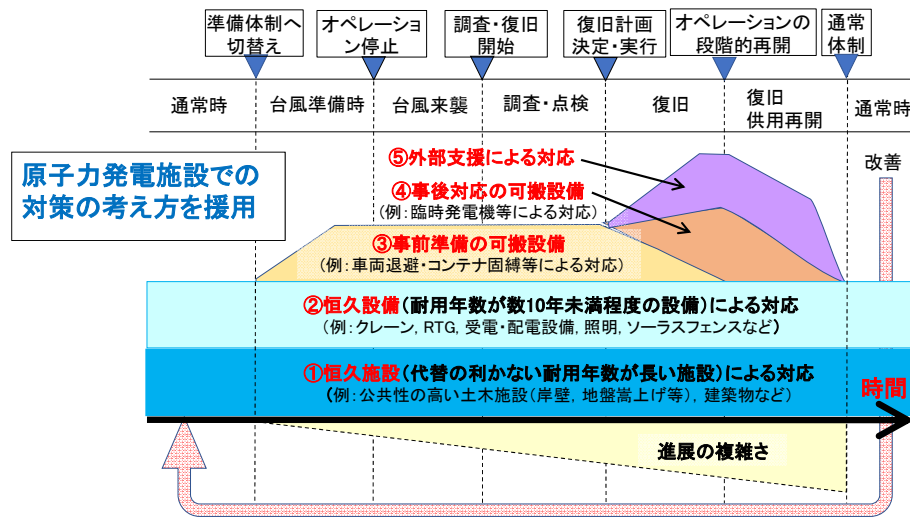


- ☞ 対策A: 安価で効果高い。合理的な選択。まずは、直ぐに実施か。
- ☞ 対策B: 効果高いが、コストも高い。設備更新時に対応が合理的か
- ☞ 対策C: Aより効果高いが、0.5mを越えると脆弱。コストやや高い。

15

【③:各施設の浸水被害対策の包括的整理】

(図) 台風に対するコンテナターミナルにおける対策メニューの分類の考え方(概念図)



16

(表) GCにおける浸水被害対策メニューの抽出事例

損傷部材	設置高(m)	対策メニュー	恒久対策	可搬設備による対応		外部支援による対応	実現性・備考	実施工期	実施コスト(万円)
				事前対応	事後対応				
クレーン本体	—	外部からの既設クレーンの運搬・設置	—	—	—	○	無 4日以上かかる。	要確認	要確認
	—	連続バース内で、複数基整備し、供用可能なものを融通	○	○	—	○	有 協定の締結が必要。 クレーンの重量により、岸壁が持たない場合がある。 クレーンの軌道を連続バース内で連結させる必要がある。	要確認	要確認
給電ケーブル	0.0	流出防止用の土嚢・鉄板の仮設	—	○	—	—	有 —	1日	5
	0.0	予備品の購入・保管(650 m1巻)	—	○	○	—	有 —	要確認	1500
走行電動機	0.7	高位置への設置	○	—	—	—	有 走行ユニット(走行電動機、リンク部、減速機)全体への対策が必要。	要確認	要確認

関係者にて、対策メニューを体系的に整理すると、現実的な対策メニューの議論が可能になる！

17

■まとめ

- CT全体としての浸水脆弱性と浸水対策効果を定量的に評価できる実務的な手法を提案(ストレステスト)
- 提案手法をモデルCTに適用し、その有用性を示した

■今後に向けて

- 各施設の浸水被害対策には、無数の組合せが考えられる。対策費用・時期も含めて、良好な対策内容の探索手法や合意プロセスの明確化が必要。
- CT以外のターミナル等へ拡張し、港湾全体(大規模で複雑なシステム)の浸水脆弱性を評価し、改善策を検討することが実務で実施できるようにする。
→ 気候変動に対する協働防護プラン検討への活用

18