

資料

令和元年度第6回国土技術政策総合研究所研究評価委員会

分科会（第三部会） 議事次第・会議資料

令和元年度第 6 回国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第三部会）

議 事 次 第

日時：令和元年 11 月 1 日（金）

場所：TKP 秋葉原カンファレンスセンター

1. 開会
2. 国総研所長挨拶
3. 分科会主査挨拶
4. 評価方法・評価結果の扱いについて
5. 議事
 - ＜平成 30 年度終了の事項立て研究課題の事後評価＞
 - ・高潮災害に対する港湾地帯の安全性の確保に関する研究
 - ・既存港湾施設の長寿命化・有効活用に関する実務的評価手法に関する研究
6. 国総研副所長挨拶
7. 閉会

会 議 資 料

	頁
資料 1 国土技術政策総合研究所研究評価委員会分科会（第三部会）委員一覧	147
資料 2 評価方法・評価結果の扱いについて	148
資料 3 研究課題資料	
3-1 高潮災害に対する港湾地帯の安全性の確保に関する研究	149
3-2 既存港湾施設の長寿命化・有効活用に関する実務的評価手法に関する研究	159

注) 資料 3 及び資料 4 については、研究評価委員会分科会当日時点のものである。

注) 資料 3 の一部の図表等について、著作権等の関係により削除しております。

国土技術政策総合研究所研究評価委員会 分科会
(第三部会) 委員一覧

第三部会

主査

兵藤 哲朗 東京海洋大学 学術研究院 流通情報工学部門 教授

委員

岩波 光保 東京工業大学 環境・社会理工学院
土木・環境工学系 教授

喜多 秀行 神戸大学大学院 工学研究科 教授

中野 晋 徳島大学 環境防災研究センター センター長

野口 哲史 (一社)日本埋立浚渫協会 技術委員会委員長
五洋建設(株) 取締役 乗務執行役員 土木本部長

二村 真理子 東京女子大学 現代教養学部 教授

横木 裕宗 茨城大学 工学部 都市システム工学科 教授

※五十音順、敬称略

評価方法・評価結果の扱いについて

（第三部会）

1 評価の対象

平成30年度終了の事項立て研究課題の事後評価

2 評価の目的

「国の研究開発評価に関する大綱的指針」、「国土交通省研究開発評価指針」に基づき、外部の専門家による客観性と正当性を確保した研究評価を行い、評価結果を今後の研究の目的、計画等へ反映することを目的とする。

3 評価の視点

必要性、効率性、有効性の観点を踏まえ、「研究の実施方法と体制の妥当性」「目標の達成度」について事後評価を行う。

【必要性】科学的・技術的意義、社会的・経済的意義、目的の妥当性等

【効率性】計画・実施体制の妥当性等

【有効性】目標の達成度、新しい知の創出への貢献、社会・経済への貢献、人材の育成等

評価にあたっては、研究開発課題の目的や内容に応じ、研究課題毎に初期、中期、後期のステージに振り分け、それぞれの段階に応じて、以下の重視すべき点を踏まえた評価を行う。

（初期：革新性、中期：実効性や実現可能性、後期：普及・発展に向けた取組）

4 進行方法

（1）評価対象課題に参画等している委員の確認

評価対象課題に参画等している委員がいる場合、対象の委員は当該研究課題の評価には参加できない。（該当なし）

（2）研究課題の説明（15分）

（3）研究課題についての評価（25分）

① 主査及び各委員により研究課題について議論を行う。

② 審議内容、評価用紙等をもとに、主査が総括を行う。

5 評価結果のとりまとめ及び公表

評価結果は審議内容、評価用紙等をもとに、後日、主査名で評価結果としてとりまとめ、議事録とともに公表する。

なお、議事録における発言者名については個人名を記載せず、「主査」、「委員」、「事務局」、「国総研」等として表記する。

6 評価結果の国土技術政策総合研究所研究評価委員会への報告

本日の評価結果について、今年度開催される国土技術政策総合研究所研究評価委員会に分科会から報告を行う。

高潮災害に対する港湾地帯の 安全性の確保に関する研究

関係研究部	: 沿岸海洋・防災研究部
研究期間	: 平成28年度～平成30年度
研究費総額	: 約18百万円
技術研究開発の段階	: 中期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



研究開発の背景・課題

H27 事前評価時

背景①

内湾域における高潮の脆弱性

- 三大湾や瀬戸内海の奥部には、集積度の高い都市と港湾が一体的に立地している。
- 高潮は、湾の奥部で大きくなる性質を持ち、三大湾等においては、高潮への脆弱性を有している。

東京湾における港湾の立地状況



堤外地に多数の施設・事業所

- 港湾の堤外地には、多くの施設・事業所が立地している。
- 堤外地には防潮施設を有しておらず、高潮による被災リスクが高い。

名古屋港の堤外地



背景②

台風等による高潮災害の発生

- 近年においても、港湾地域において、高潮災害が発生している。

台風1330号 (Haiyan) によるフィリピンの港湾地域の被災状況



H26年12月低気圧の際に根室港から漂流した船舶



Hurricane Sandy in 2012
Simulated storm surge in 2100
マンハッタンは防潮施設が未整備

※俯瞰地図

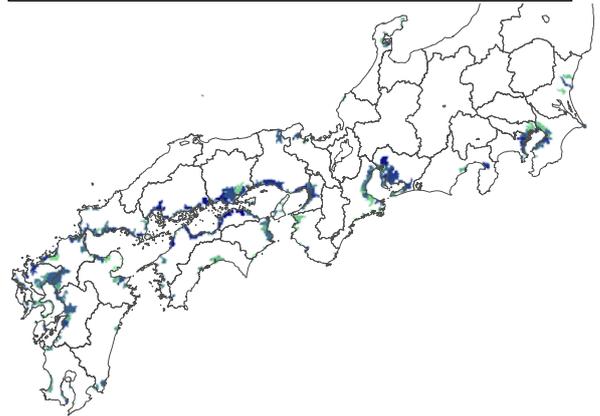
台風18号 (H21年10月) による三河港の高潮浸水



気候変動による高潮浸水リスクの増大

- 温暖化によって海面水位の上昇、台風の強大化が懸念され、三大湾、瀬戸内海等の人口・資産が集中する地域で高潮による被災リスクの増大が懸念される。

気候変動の影響を考慮した
高潮による浸水人口の分布



3

背景③

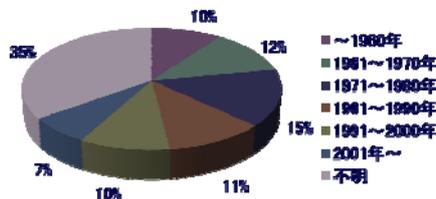
老朽海岸保全施設の増加

- 建設後の経過年数が大きい海岸保全施設が増えてきている。
- 古くに建設された海岸保全施設は、老朽化等による保有耐力の低下が懸念される。

港湾の海岸保全施設の延長

施設延長計 3,059km

H22年3月時点



経過年数

- ・44年以上 : 22%
- ・34年以上 : 37%
- ・24年以上 : 48%

課題

- 地形等の要因により、高潮時において局所的に水位上昇の発生する場合もあるが、水位観測箇所が限定されており、適切に把握できない恐れがある。
- 現状、越流時の防潮施設に作用する外力については、個別に実験を実施して定量的に評価している。

4

必要性

- 気候変動による高潮の激化が予想されるとともに、港湾地域は防御が不足しているため、高潮被害が発生。
- 大型の港湾では、災害による社会・経済的な影響が大きい。
- 港湾地域における高潮からの安全性を効果的に高めていく必要がある。

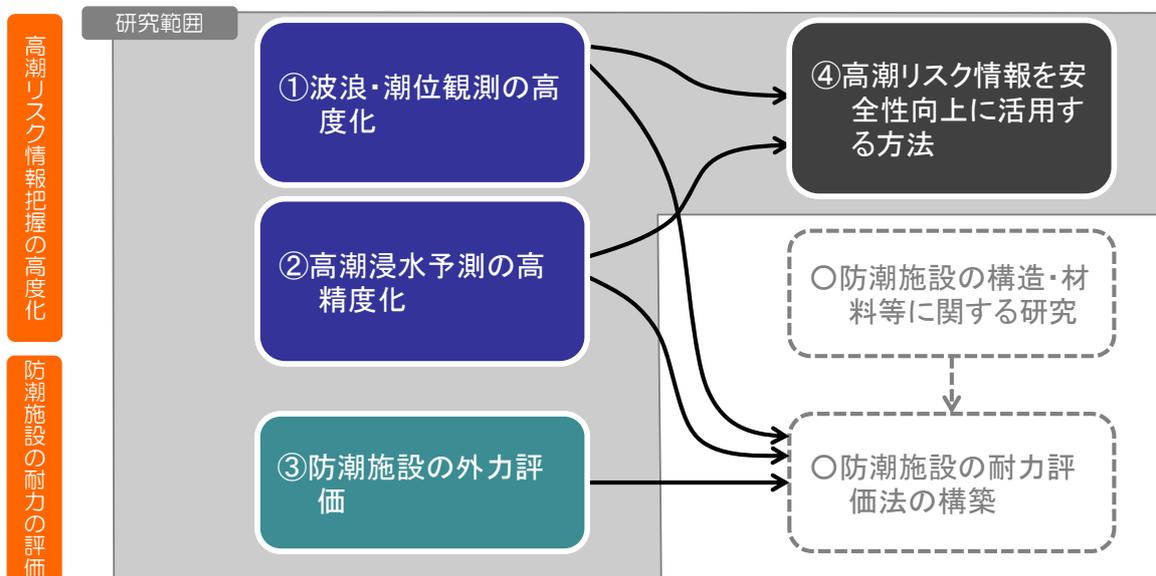
目的・目標

- 港湾地域における高潮からの安全性を高めていくため、以下の研究開発を行う。
- 湾内の水位(波浪・潮位)の状況を面的に把握する。
 - 高潮浸水予測を高精度化する。
 - 防潮施設の耐力を把握するため、設計条件を超えた状態での外力を把握する。

5

研究開発の概要

港湾地帯の浸水リスク情報を的確に把握するため、潮位・波浪の観測技術を高度化するために必要な技術を開発する。これらの情報から港湾地帯の浸水リスクを評価するため、高潮による浸水の予測の高度化を図るとともに、防潮施設の外力評価に資する知見を蓄積する。これらの高潮リスク情報を活用して、注意段階から浸水が切迫する段階までの段階的な避難方法を検討する等、効率的かつ効果的な港湾地帯の安全性を確保していくため、高潮に対するリスク情報や防潮施設の耐力を把握するための研究を行う。



6



研究のスケジュール

区分（目標、テーマ、分野等）	実施年度			総研究費
	H 2 8	H 2 9	H 3 0	研究費配分
(研究費 [百万円])	約 6	約 6	約 6	総額 1 8
① 波浪・潮位観測の高度化				約 8 [百万円]
② 高潮浸水予測の高精度化				約 5 [百万円]
③ 防潮施設の外力評価				約 4 [百万円]
④ 高潮リスク情報を安全性向上に活用				約 1 [百万円]

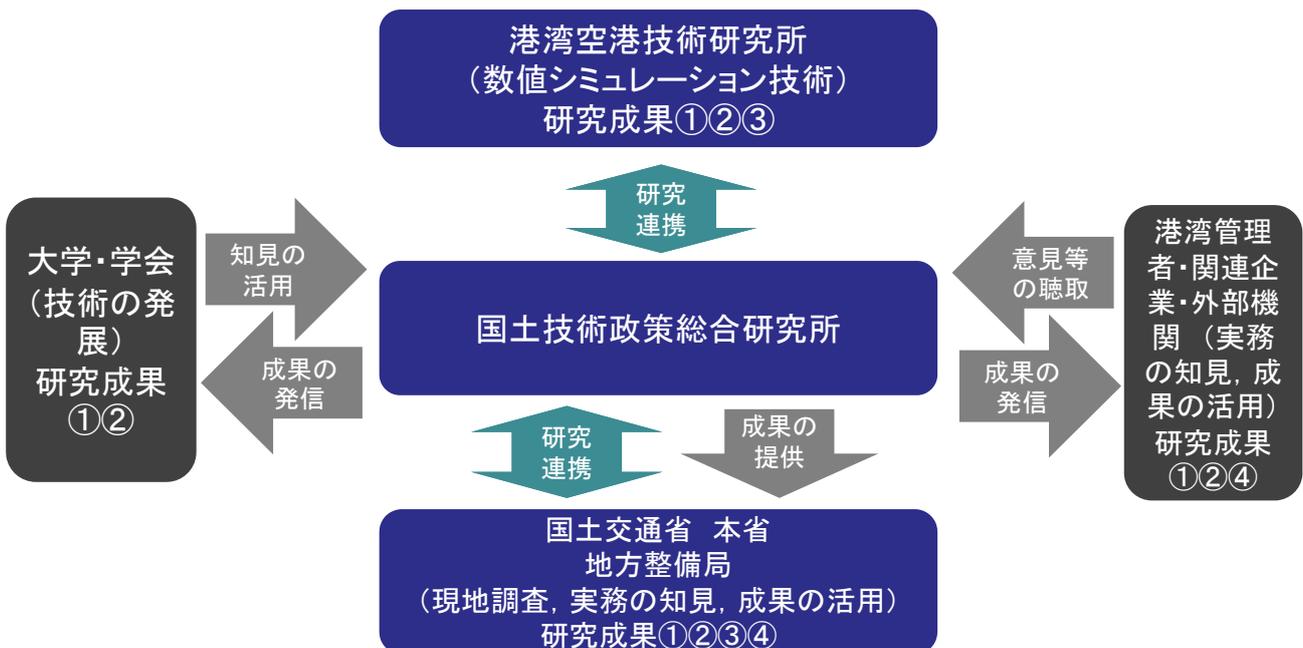
効率性

国土技術政策総合研究所、地方整備局が保有する実験装置や観測機器、港湾空港技術研究所が保有する数値計算プログラムを活用して研究を行うことで、少ない期間と費用で研究を行うことができた。

7



研究の実施体制



効率性

地方整備局が保有する観測装置の活用や現地観測での連携、港湾空港研究所の知見を生かしたモデル開発、保有する風波実験施設の活用、港湾管理者等の知見を生かした検討によって効果的かつ効率的に研究を進めることができた。

8



- 海洋短波レーダの波浪観測への活用
- 三大湾の波浪観測地点は各湾で1か所。
- 地方整備局（東京湾、伊勢湾、大阪湾、紀伊水道、有明海）において海洋レーダ稼働中。
→流れ（流速、流向）観測等に活用
- レーダの更なる有効利活用のため高潮・波浪観測への適用を検討。

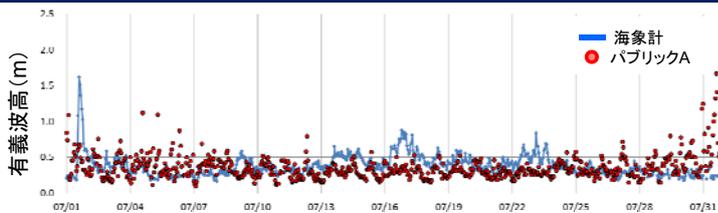
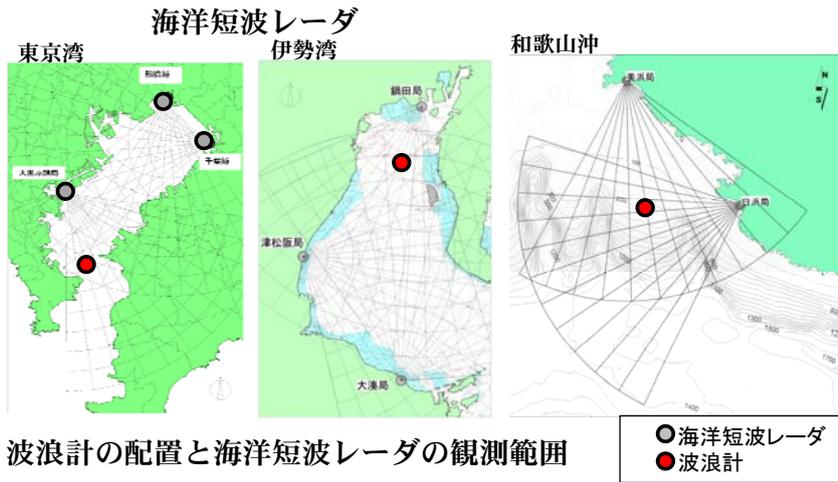


○研究項目

- 東京湾、伊勢湾、和歌山沖において、海洋レーダによる波高換算値と波浪計の観測値を比較、精度を把握。
- 精度に係る要因考察。
- 波浪観測適用可能な海域、範囲を把握。



○波高の面的分布の観測が可能



海象計と海洋レーダの波高データ(東京湾)

(成果)
低波浪時(1.0m以下)は、2次散乱の信号がノイズに埋もれるため精度は低いが、高波浪時(1.0m-6.0m)には、一定程度の精度



(今後)
湾口、外洋に面する海域等、波高の高いエリアでの適用可能性あり

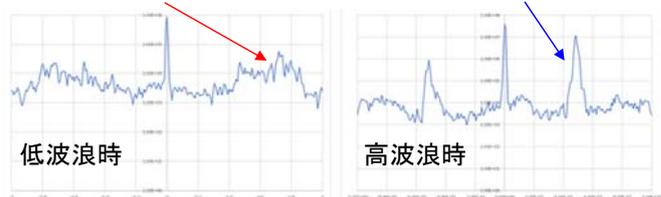


(展開)
中部地方整備局(伊勢湾)において、波浪観測にも有効な湾口への新規設置のレーダ配置の検討開始



GPS波浪計と海洋レーダの波高データ(和歌山沖)

信号がノイズに埋もれる ノイズと比較して信号が大きい

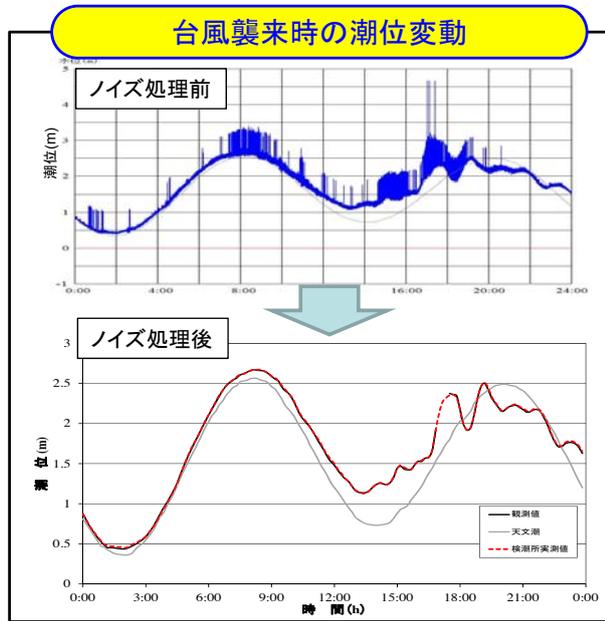


ドップラースペクトルの比較

波高(m)	~1.0	1.0~6.0	6.0~
相関係数	0.061	0.81	0.35
データ数	675	1410	24

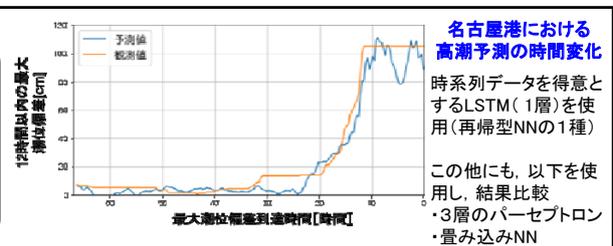
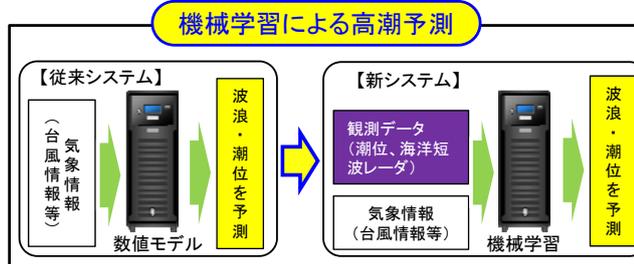
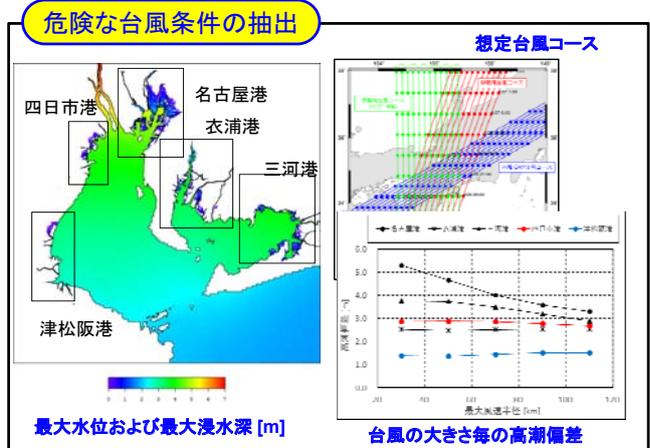
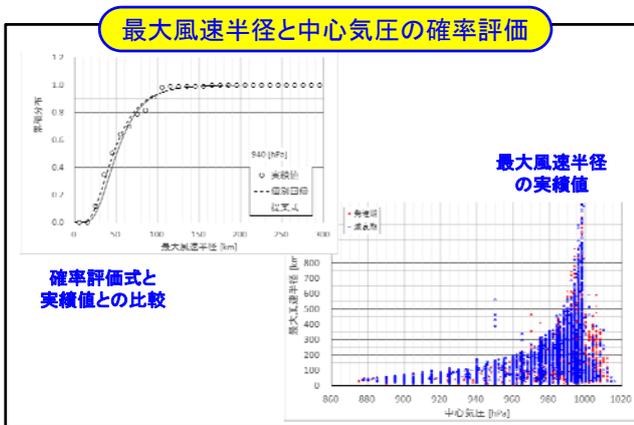
和歌山沖の相関係数

- 簡易観測機器を用いた潮位観測を実施。
- 簡易観測機器による観測値と現地水位との関係を確認するため、名古屋港において同時検潮を実施したところ、相関係数が0.99と潮位観測の妥当性が評価できた。
- 台風来襲時のデータ取得状況を確認するため、隣検潮所データと比較したところ、一定の精度が確保され、台風時の潮位データを取得することができた。
- 汎用性を確認するため、他港湾での実証を実施し、一定の精度を確保できることを確認。

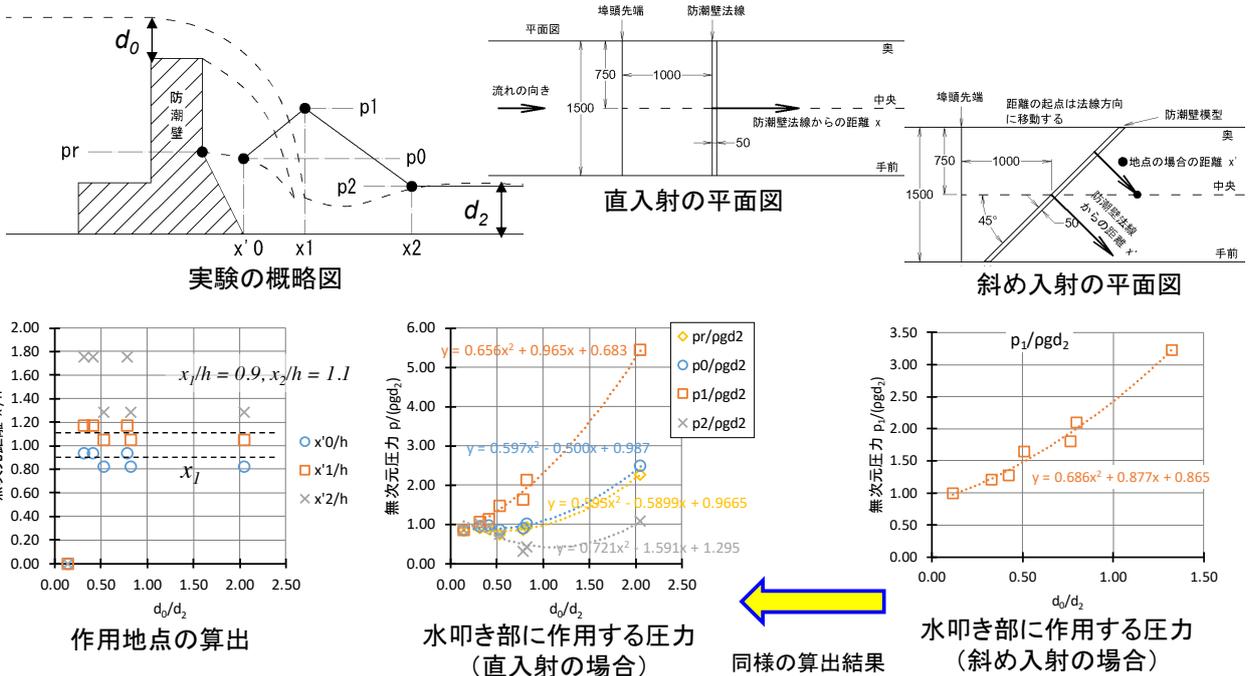


(展開)
 検潮施設が少ない港湾において、港湾内での潮位偏差の分布傾向の把握(釧路港など)

- 数値解析により、三大湾内の港湾毎に危険なコース・大きさ等の台風を把握（→港湾毎のDB化）
- 台風実績から、台風の中心気圧と最大風速半径の関係の確率評価式を提案（→高潮浸水想定に活用）
- 高潮・波浪の浸水解析モデルを構築し、境界処理手法を提案（→高潮浸水想定に活用）
- 機械学習による高潮予測モデルの検討（→学習期間・データを充実して予測精度の向上）



- 国総研が有する台風防災実験施設を用いて実験を実施。
- 設計条件を超えて越流する場合を対象に、水叩き部に作用する外力を計測。
- 直角入射および斜め入射について、水叩き部に作用する圧力の算定方法を提案。



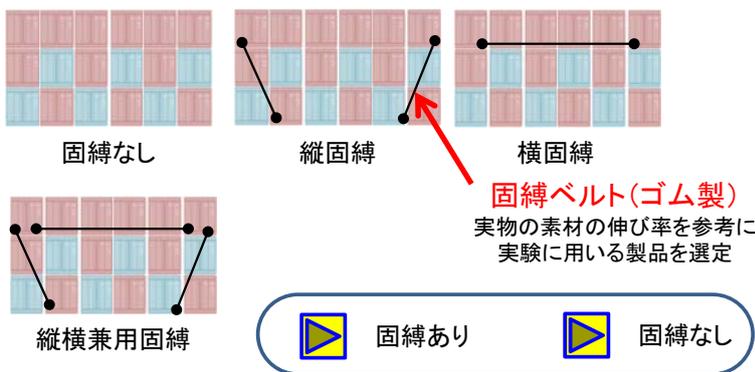
(展開) 老朽化の影響も考慮した耐力評価と併せて、維持管理等に活用。

- 2018年台風21号による港湾地域の被害により、現場の要請を踏まえ実施。
- 風洞実験により、コンテナの耐風対策として、効果的な固縛方法・段積み方法を提案。
- 段数3ケース(3~5段)、積み方3ケース、固縛方法4ケースを設定。
- コンテナ模型の積み方や固縛による対策の耐風性を定性的に評価(対策の順位付け)。

<積み方>3ケース



<固縛方法>4ケース



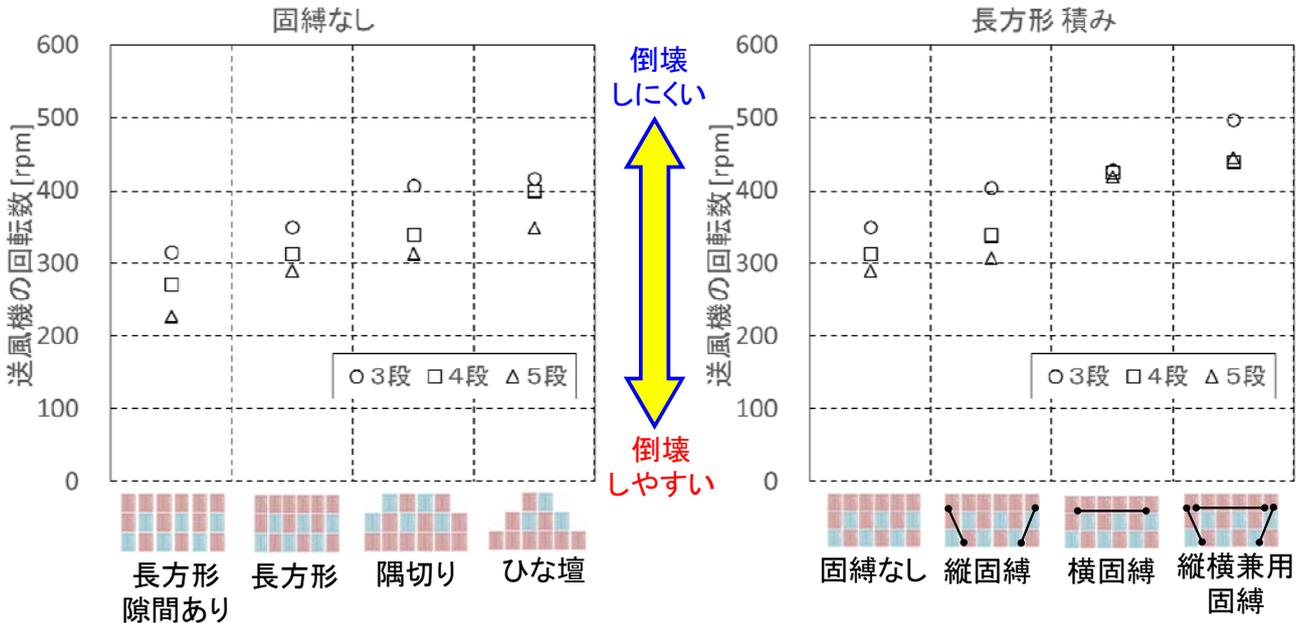
台風防災実験施設の外観



実験の様子(倒壊状況)



- 段数 : <倒壊しにくい> 3段 → 4段 → 5段 <倒壊しやすい>
- 積み方 : <倒壊しにくい> ひな壇 → 隅切り → 長方形 <倒壊しやすい>
- 固縛方法 : <倒壊しにくい> 縦横兼用 → 横 → 縦 <倒壊しやすい>
- 横方向の固縛が効果的



(展開) 定量的な検討により、風速レベルに応じた固縛等の耐風対策の提案.



港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン(H31.3改訂. 国土交通省港湾局)

- ・我が国の港湾においては、海岸保全施設より海側の堤外地に物流機能が集中し、様々な企業が立地
- ・特に、三大湾は、臨港地区の8割以上が堤外地であり、高潮被害により、我が国全体の物流・生産活動が大きく停滞する可能性
- ・堤外地の立地企業や人命を守り、港湾の堤外地等における高潮対策を推進することを目的にガイドラインを策定
- ・ガイドライン改訂において、検討委員会の委員・事務局として参画し、本研究成果の活用について検討

(ガイドライン概要)

【堤外地において検討すべき高潮・強風対策】

- フェーズ別高潮対応計画の策定
- エリア減災計画の策定
- 防災情報共有体制構築・想定されるリスクの整理

(ガイドライン以外)

- 都道府県が最大クラスの高潮浸水想定および高潮警戒水位の設定を検討(平成27年改正水防法)

本研究成果

- 高潮浸水解析技術を、「エリア減災計画の策定」等での浸水想定に活用.
- 観測技術を、「エリア減災計画」・「防災情報共有体制の構築」でのモニタリング強化に活用.
- 効果的なコンテナの固縛方法等を、耐風対策としてガイドラインに反映.
- 高潮警戒水位の設定に簡易観測技術を活用.
- 想定する台風シナリオの条件設定に、台風の確率評価を活用.

(展開) ガイドラインに基づく対策実績等のフォローアップ

防災情報	フェーズ	時間目安	基本的な防災行動	
			情報収集・体制	対策・関係者対応
警報級の現象が予想される 台風が発生	フェーズ1 準備・実施 段階	台風接近の 5~1日前	情報収集 災害時の体制準備	事前対策の準備 注意喚起
強風注意報、 高潮注意報	フェーズ2 状況確認 段階	台風接近の 1日~半日 程度前	関係者への情報提供 避難準備、体制確認	状況確認
危険度も色分けした特 急による「注意報 級・警報級の時間帯」 「予測潮位」等の確認	フェーズ3 行動完了 段階	台風接近の 半日~6時 間程度前	従業員等の避難	対策完了の確認
暴風警報、高潮警報 or 暴風特別警報、 高潮特別警報	フェーズ3 行動完了 段階	台風接近の 半日~6時 間程度前	暴風が吹き始めると対策や避難が困難となることから、 暴風警報が発表されてから暴風が吹き始めるまでの間 (概ね3~6時間以内)に防災行動を完了させる	
警報解除・体制解除	台風接近時 (高潮・暴風発生) 台風通過後 (高潮・暴風収束)		出動要請、派遣	モニタリング 点検

【フェーズ】別対応計画の概要



成果の普及等

本研究の成果	展開・連携等	現場での活用
【波浪・潮位観測】 <ul style="list-style-type: none"> 面的な波高推定(高波浪時) 安価で精度の高い潮位観測 	<ul style="list-style-type: none"> 精度向上 施設の耐力評価(*3) ガイドライン(*1)に反映 	【被災原因の究明】 <ul style="list-style-type: none"> 被災時の外力把握 高潮・波浪の追算精度の検証
【高潮浸水予測】 <ul style="list-style-type: none"> 機械学習による高潮予測 危険な台風条件の提示 最大風速半径の確率評価 境界処理の改善手法 		【危険度把握】タイムラインに活用 <ul style="list-style-type: none"> 実況把握 波高・潮位の実況と施設天端高を比較 予測 波高・潮位の予測と施設天端高を比較
【防潮壁の外力評価】 <ul style="list-style-type: none"> 水叩き部の圧力算定式 		【事前対策】 <ul style="list-style-type: none"> 想定リスク評価 <ul style="list-style-type: none"> 浸水被害の確率評価 より実態に即した浸水被害想定 (耐力に応じた施設の破壊等を考慮) 施設の維持管理 老朽化対策の優先順位の設定
【高潮リスク情報】 <ul style="list-style-type: none"> 安全性向上への活用(*2) 効果的な固縛方法等 		<ul style="list-style-type: none"> コンテナ 散乱・漂流防止対策

(*1) 港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン(H31.3改訂, 国土交通省港湾局)

(*2) ガイドラインの対策項目への活用を念頭に, 記載の本研究成果の活用を検討 (*3) 老朽化による影響も考慮

17



成果の普及等

【発表論文等一覧】

分類	発表論文等
論文	<ul style="list-style-type: none"> Kazuhiko Honda and Kazunori Sameshima (2018): Inundation Risk due to Storm Surge for Ports in Three Major Bays of Japan, Proc. 28th int. Ocean & Polar Eng. Conf., Int. Society of Offshore and Polar Eng., 1130-1137. 内藤了二・鮫島和範・近藤泰徳(2019): 衣浦港における簡易な潮位観測装置を用いた観測運用性能の実証試験, 日本沿岸域学会誌(印刷中)
国総研研究報告・資料	<ul style="list-style-type: none"> 本多和彦・鈴木健之・鈴木武(2016): 東京湾内の港湾地域を対象とした高潮浸水解析, 国総研資料, No.934, 55p. 内藤了二・熊谷兼太郎・鈴木健之・鈴木武(2017): 超音波を使用した潮位の簡易観測に向けた現地試験, 国総研資料, No.959, 1-20p. 本多和彦・鈴木健之・鈴木武(2017): 伊勢湾内の港湾地域を対象とした高潮浸水解析, 国総研資料, No.960, 45p. 本多和彦・鮫島和範(2017): 大阪湾内の港湾地域を対象とした高潮浸水解析, 国総研資料, No.990, 38p. 本多和彦・鮫島和範(2018): 三大湾内の高潮推算における台風パラメータの影響, 国総研資料, No.1039, 55p. 本多和彦・鮫島和範(2018): 台風の中心気圧と最大風速半径の関係式の確率的評価, 国総研資料, No.1040, 23p.
その他	<ul style="list-style-type: none"> 藤田淳: 海洋短波レーダと波浪計による波高観測結果の比較, 日本沿岸域学会平成30年度全国大会 藤田淳: 海洋短波レーダの波浪観測に向けた基礎的検討結果, 第46回土木学会関東支部技術研究発表会 港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン(H31.3改訂, 国土交通省港湾局) 国総研の研修内容に反映(海岸保全施設コース, 沿岸防災コース)

18



事前評価時の指摘事項と対応

事前評価時の指摘事項	対応
研究成果の公共への反映方法を考えられたい。	「港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン」（H30.3策定、H31.3改訂）において位置づけられている、 ●想定されるリスクの整理 ●フェーズ別高潮対応計画の策定 ●エリア減災計画の策定 ●防災情報共有体制の構築 に活用されることを目的に研究開発を進めた。
対象地域のスケール感や安全性の確保の内容を考えられたい。	
時系列的な避難の設計法につながるようにされたい。	
観測高度化の安全性向上への活用方法、シミュレーション結果や高潮リスク情報の発信方法を考えられたい。	
どのような構造の防潮施設を対象とするのか考えられたい。	陸上への浸水の影響を考慮する必要がある「防潮壁」を対象として研究を進めた。

19



まとめ

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法（施策への反映・効果等）	目標の達成度	備考
高潮リスク情報の把握手法の高度化	潮位・波浪観測の高度化	<ul style="list-style-type: none"> 海洋短波レーダを用いた面的な波高推定の適用性を検証 簡易観測機器を用いた潮位観測の実用性を確認 	<ul style="list-style-type: none"> 被災後の高潮・波浪追算の精度検証に活用 潮位・波高の実況を把握することにより、台風来襲時のタイムラインに活用 	◎	
	高潮浸水予測の高精度化	<ul style="list-style-type: none"> 三大湾の港湾に危険な台風条件を提示 最大風速半径の確率評価を提案 領域接続境界における処理手法を提案 機械学習による高潮予測モデルを提案 	<ul style="list-style-type: none"> 港湾毎の台風シナリオの検討に活用 浸水被害の確率評価に活用 港湾内の構造物による影響を反映した高潮・波浪による浸水想定の実用化 高潮予測により、台風来襲時のタイムラインに活用 	◎	
	高潮リスク情報の安全性向上への活用	<ul style="list-style-type: none"> コンテナの耐風対策としての効果的な固縛方法を提案 本研究の効果的な活用を検討 関係機関に情報提供を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 「港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン」に反映 「港湾の堤外地等における高潮リスク低減方策ガイドライン」の対策（高潮浸水想定・モニタリング計画）に活用 	◎	
防潮施設の耐力評価	防潮施設の外力評価	<ul style="list-style-type: none"> 水叩き部の外力算定式を提案 波力の算定式は継続して検討を実施 	<ul style="list-style-type: none"> 防潮施設の損傷等を考慮した高潮・波浪による浸水想定の実用化 	○	

<目標の達成度>

◎: 目標を達成することに加え、目標以外の成果も出すことができた。○: 目標を達成できた。

△: あまり目標を達成できなかった。×: ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

研究成果にもとづき、高潮の観測、浸水予測、防潮施設の耐力評価を高度化することによって、港湾地域において高潮対策を効果的かつ効率的に進めることができた。その結果、自然災害に対して安全性の高い臨海部・地域社会が形成され、臨海部の物流・産業・その他の諸機能が維持・発展し、日本の社会・経済を支えることが期待される。

20

既存港湾施設の長寿命化・有効活用に関する 実務的評価手法に関する研究

研究代表者 : 港湾施工システム・保全研究室長 井山繁
 課題発表者 : 港湾施工システム・保全研究室長 井山繁
 関係研究部 : 港湾研究部
 研究期間 : 平成28年度～平成30年度
 研究費総額 : 約16百万円
 技術研究開発の段階 : 後期段階



National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT, JAPAN



研究開発の背景・課題

H27 事前評価時

背景・課題

- 港湾施設の維持管理は港湾管理者である地方公共団体が行う場合が多いが、その多くは十分な専門知識がないことから効果的な点検診断の時期、利用制限の範囲等の迅速な判断ができない。
 (ex. 利用制限等の判断が遅れ、エプロン等が陥没した事案等が発生)
- 施設の定量的な評価には専門家による詳細調査を実施する必要があり、費用、時間を要する。



コンクリートの陥没/鋼矢板の欠損等の事例

老朽化する施設の急増



利用制限等の適切な判断が必要

港湾管理者による判断

専門知識がない

判断基準がない

対応の遅れ

専門家等の詳細調査

時間を要する

費用を要する

エプロンの陥没事故等の発生

必要性

- 効率的な維持管理のため、簡単な目視等による点検診断結果を用いた性能評価等による効果的な点検診断や利用制限の時期、範囲の判断に資するツールが必要。



目的・目標

○目的

有効に使う

既存港湾施設の効率的な維持管理を実現。

安全・安心につなげる

安全で強靱なインフラシステムの構築により、国民の安全・安心を確保。

○目標

アウトプット目標：

「点検・補修時期等の判断に資する性能評価等を含むシステムの構築」

※性能評価等を含むシステム：保有性能の評価や事故事例の情報検索等を可能とする情報提供パッケージ。

アウトカム目標：

「適切な利用制限等の範囲、時期等の判断による効率的な維持管理の実現」

「技術基準対象施設の延命化、長寿命化の際の照査時の材料として活用」

3

研究開発の概要

①老朽化施設の事故等の事例収集及び課題の抽出

- 老朽化施設の事故事例の収集整理
- 事故事例からの維持管理上の問題点、技術的課題の整理



②供用中の施設の性能評価に関する要素技術や提供情報の検討

○供用中施設の簡便な性能（残存耐力等）評価を可能とする要素技術の検討

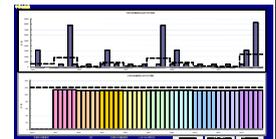
- 点検診断の劣化度⇒RC構造物（エプロン、栈橋上部工）の耐荷力 等

○その他の補修・利用制限等の判断に資する提供情報内容の検討

- LCCコスト、劣化予測 等

○性能評価、その他の情報提供のための必要（蓄積）情報の内容、精度の検討 LCC算出結果

- 点検診断結果、ひび割れ幅・深さ 等



③点検・補修、利用制限等の判断のための評価及びシステムの検討

○システムへの導入基準案、提供情報内容、方法の検討



- 現場でのケーススタディーによる性能評価システムの適用性の確認

4



研究のスケジュール

区分（目標、テーマ、分野等）	実施年度			総研究費
	H28	H29	H30	研究費配分
	5	6	5	総額 16
① 老朽化施設の事故等の事例収集及び課題の抽出	[Gantt chart showing activity in H28 and H29]			約 2 [百万円]
② 供用中の施設の性能評価に関する要素技術や提供情報の検討 ○供用中施設の簡便な性能評価手法、部材の検討 ○その他の補修・利用制限等の判断に資する提供情報内容の検討 ○性能評価、その他の情報提供のための必要（蓄積）情報の内容、精度の検討 等	保有性能評価手法・部材の検討 その他の提供情報内容の検討 必要情報の内容・精度等の検討			約 6 [百万円]
③ 点検・補修、利用制限等の判断のための評価基準及びシステムの検討	評価基準案、システムの内容の検討 プロトタイプシステムの検証			約 8 [百万円]

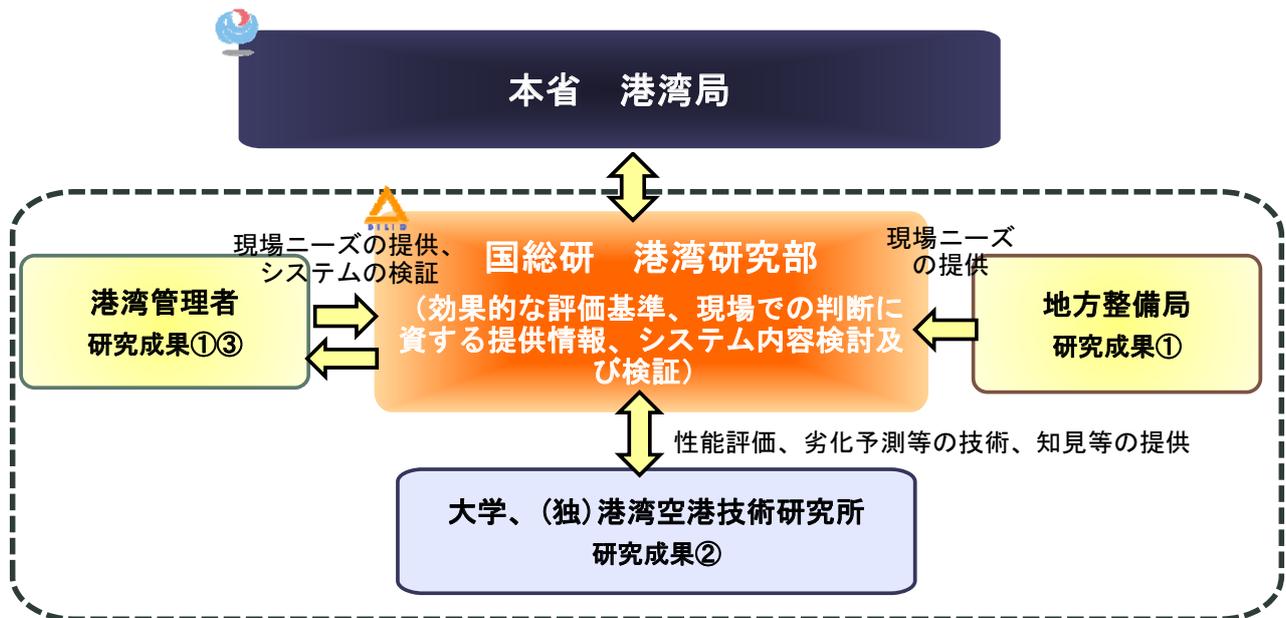
効率性

本研究は、全国の港湾施設の点検診断、補修等について、行政ニーズを踏まえつつ、基準や技術的な課題を解決するための検討であることから国の研究機関である国総研で実施することが最も効率的。
事故等の事例に基づく課題、ニーズを踏まえ、港空研や大学が保有する性能評価技術等の知見等を有効活用しつつ進める。

5



研究の実施体制



研究をより実効性のあるものとするため、港湾管理者等にヒアリング等を行い、現場ニーズを効率的に収集する。また、適切な技術、知見を適用した基準とするため、(独)港空研等と連携するとともに、現場で検証する。

6



① 老朽化施設の事故等の事例収集及び課題の抽出

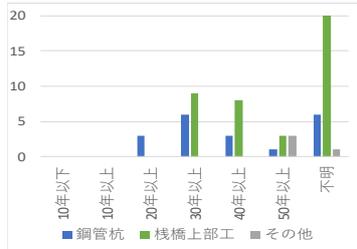
研究成果

事故発生施設の経過年数、構造形式等の基礎情報と事故時の対応等をデータベース化し、分析。

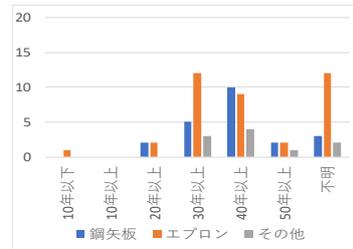
◆事故事例等の収集（276施設）

	構造形式	分類	詳細	建設年 (改良年)	老朽化状況	利用制限実施前の 利用状況	利用制限 開始時期	利用制限実施内容
A港a岸壁	矢板式	鋼矢板	鋼材の損傷	1984	鋼矢板亀裂	-	2011	バリケードにより亀裂部上部のエプロンを使用禁止
B港b岸壁	矢板式	エプロン	陥没	1992	エプロン陥没	石炭250,000トン/年	2015	バリケードにより部分使用禁止
C港c岸壁	矢板式	鋼矢板	鋼材の腐食	1972	矢板腐食 コンクリート欠損・鉄筋露出	セメント移入ほか	2006	老朽化箇所(袖護岸)の背後10mを立入禁止

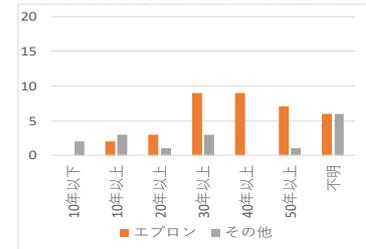
◆事故事例 件数（棧橋・損傷別）



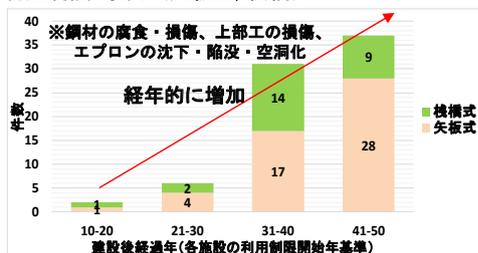
◆事故事例 件数（矢板式岸壁・損傷別）



◆事故事例 件数（重力式岸壁・損傷別）



◆利用制限 事例（矢板式/棧橋）



- ・建設後30年以上経過した施設で利用制限を実施している場合が多い。
- ・損傷別の件数は、「棧橋は鋼管杭の腐食・損傷と上部工の損傷」、「矢板式係船岸は、鋼矢板の腐食・損傷とエプロンの空洞化」、「重力式係船岸は、空洞化によるエプロンの陥没」が多いことが分かる。

7



② 供用中の施設の性能評価に関する要素技術や提供情報の検討

研究成果

下記提供情報の種類や内容・提供方法を検討し、さらに港湾管理者へのヒアリングを実施した上で情報提供システムを構築した。

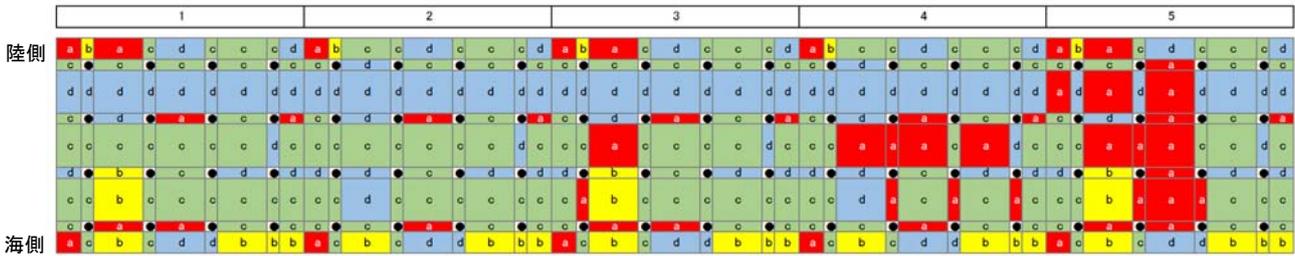
◆提供情報の種類や内容・提供の方法

情報の種類	内容	情報提供の方法
劣化位置情報	劣化度評価結果の可視化	部材毎の評価結果を色分けして平面図上に表示
	測定・分析結果の可視化	肉厚測定等の測定・分析位置及び結果を平面図上に表示
	棧橋上部工の耐荷力評価	港空研資料NO.1225に基づく棧橋上部工の耐荷力比を計算
	施設全体の耐荷力評価	部材毎にウェイトを付与した評点法で施設全体の状態を点数化
補修時期	劣化予測結果の表示	塩化物イオン濃度空間予測図、鋼材及び陽極の劣化予測結果の表示
	劣化予測に関連する参考情報の提示	全国の初回点検結果データベースから、構造型式や建設年など類似した施設の点検事例を検索し、情報提供
ライフサイクルコスト計算	LCC計算プログラムによるライフサイクルコストの算出	LCC計算プログラムと連携して、劣化度等の情報をもとにライフサイクルコストを算出
類似施設	事故事例等の情報提供	事故事例データベースとして、構造型式や建設年など類似した施設の事故事例等を検索し、情報提供
評価、留意点	点検結果の判断や維持管理上の注意事項の表示	事故事例・点検診断事例及び既往の知見などをもとに、評価結果に応じて対応方針（案）を表示

8



劣化度評価結果の可視化（棧橋上部工下面例）



- ・部材毎の評価結果を色分けして平面図上に表示する事で劣化度評価結果を視覚的に容易に確認可能となる。

棧橋上部工の耐荷力評価

各劣化度の最小耐荷力比（港空研資料N0.1225）

各劣化度の最小耐荷力比				
劣化度	d	c	b	a
最小耐荷力比	1.0	0.72	0.65	0.35

- ※ 値は累積確率95%の場合
- ※ 値が小さい程、耐荷力が小さい。

- ・各スパンの耐荷力比の算定は、劣化度毎の最小耐荷力比と各劣化度の割合から算定。（算出値は、保有性能の順位付けであり、耐荷力を定量的に表したものではない点に留意）
- ・スパン間の補修優先順位の判断材料となる。

（計算例）

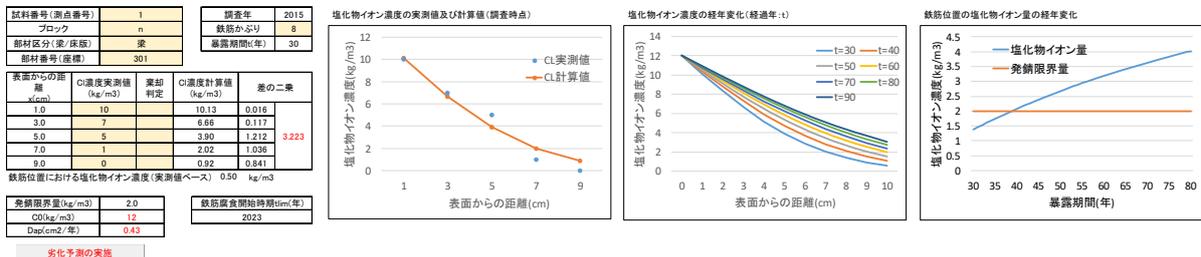
④ 港灣空港技術研究所資料 No.1225 に基づく上部工の最小耐荷力比の計算結果

スパンNo.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
棧橋上部工	梁	0.75	0.77	0.74	0.74	0.7	0.77	0.75	0.77	0.75	0.77	0.75	0.77	0.75	0.77	0.75	0.77	0.75	0.77	0.75	0.73
	床版	0.75	0.78	0.74	0.74	0.63	0.78	0.75	0.78	0.75	0.78	0.75	0.78	0.75	0.78	0.75	0.78	0.75	0.78	0.75	0.78



劣化予測の実施及び結果の表示（塩化物イオン量分析結果例）

- ・測定位置と塩化物イオン量分析結果（深度別）を入力。
- ・Fickの拡散則により、発錆限界量超過までの残存年数を自動計算。



劣化予測の実施及び結果の表示（空間予測図例）



- ・塩化物イオン測定結果からコンター図を作成。劣化が進行しやすい範囲を表示する。



◆ 港湾管理者へのヒアリング

【ヒアリング概要】

- ・ 情報提供システムのニーズ把握のためのヒアリングを実施。
- ・ ヒアリング対象：千葉県、横浜市、石川県の3港湾管理者
- ・ ヒアリング実施時期：平成30年10月、平成31年2月

【主な意見・要望】

(情報提供システムの概要・機能等について)

- ・ 担当職員は点検に精通しているわけでないため、今後の維持管理の判断に資する対応案が表示されることはありがたい。
- ・ 施設の劣化状況を対外的に説明するためのツールとして使うことができる可能性がある。
- ・ 補修の実施効果を補修前後の劣化・損傷状況を表示することで視覚的に把握できる。
- ・ 工学的判断の支援機能が中心であり、補修の優先順位は他の要素も含めて判断する必要がある。
- ・ システムの対象施設（現在、栈橋、矢板式係船岸、重力式係船岸を対象とする）を今後追加して欲しい。
- ・ 定期的に事故事例データ等が追加されると思うが、運用面において極力手間のかからない追加方法を実施することが望ましい。

11



(情報提供システムの概要・機能等について) 前ページの続き

- ・ 点検方法や望ましい補修方法なども情報提示してほしい。
⇒点検方法例を提案する仕組みとする。補修方法はLCC計算プログラムで選択肢の提示を検討。
- ・ 職員PCにインストールされているExcelバージョンは様々である（幅広い対応が必要）。
⇒複数のExcelバージョン（2010～2016（32bit/64bit））に対応。

(情報提供システム以外に関する課題意見)

- ・ 一般定期点検診断について、定められた頻度で実施するための費用負担が厳しい。
- ・ 長寿命化計画（補修スケジュール、優先順位設定）を作成したが、なかなか計画通りに進まない。
- ・ 日常的点検の形骸化が懸念される。日常点検を充実させるため今後工夫する必要がある。

12

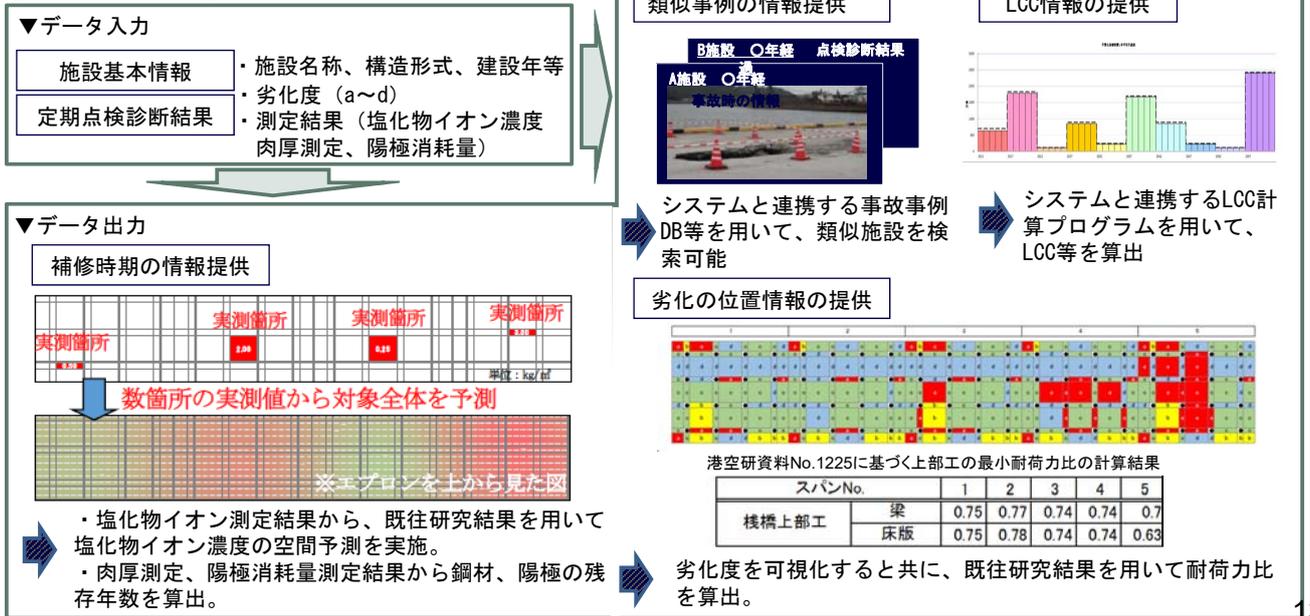


◆情報提供システムの概要

ヒアリング等からのニーズを踏まえ、各種の要素技術やデータベースを活用し、効果的な情報内容、方法を検討しシステム化。

【対象施設】 棧橋、矢板式係船岸、重力式係船岸

【入出力の手順】



13



◆ 類似事例

事故事例データベース

事故事例データベース - 事故事例検索 -

クリア 検索 終了

港湾名

施設分類

施設種別

構造形式

事故発生時経過年 年 ~ 年

事故発生箇所

鋼矢板・鋼管杭 (腐食・損傷)	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
係留施設等エプロン (空洞化・陥没)	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
棧橋等上部工 (損傷等)	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
橋梁上部工 (損傷等)	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
橋脚 (損傷等)	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
道路舗装 (陥没)	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし
その他	<input type="checkbox"/> あり	<input type="checkbox"/> なし



・施設名、事故発生箇所等の情報を元に事故・利用制限事例の検索が可能

【取扱情報】

- ・港湾名/地区名/施設名/施設種別/構造形式/建設年/港湾管理者/所有者/利用状況/
- ・事故確認時期/事故発生箇所/老朽化・事故概要/被害状況/被害部材/人的被害/写真/
- ・利用制限実施時期/利用制限実施内容/事故原因/今後の対応/
- ・維持管理状態/劣化度判定 等

14



事前評価時の指摘事項と対応

事前評価時の指摘事項	対応
利用者が使いやすくなるよう、研究範囲や対象を絞り込む等、配慮されたい。	港湾の主要施設である係留施設（棧橋、矢板式岸壁、重力式岸壁）を対象とし、情報提供システムを開発した。
施設の劣化と部材の劣化、評価等の表現を明確にしつつ進めることが必要である。	部材の劣化から施設の劣化を予測するなど明確に区別し、情報提供システムを開発した。
劣化の進行予測への活用の観点から供用制限や更新事例を蓄積することが重要である。	事件事例の収集を平成28年度以降も実施し、約300施設の事例を収集した。今後も本省が運用する老朽化関係事故情報DBに蓄積されるデータ等を活用し、データ精度の向上を図る。
今後の研究の展開として、 <u>不可視部分の点検手法の開発</u> にも繋げていくことを望む。	今後の要素技術の開発状況、事故や補修の実績を踏まえ、機能向上を継続的に検討していく。

17



まとめ

研究開発の目的	研究開発の目標	研究成果	研究成果の活用方法（施策への反映・効果等）	目標の達成度
施設の適切な補修、利用制限等による安全で効率的な維持管理の実現	供用中の施設の性能評価基準等を含む補修、利用制限等の時期・範囲等の判断システムの構築	○円滑な情報提供、共有を可能とする情報提供システムを開発 ・性能評価情報等の提供	・港湾管理者等でも、適切な補修、利用制限等の範囲、時期等の判断を支援 ・施設の長寿命化、延命化の際に必要な性能照査の判断材料として活用	○
	現場における補修、利用制限等の判断システムの検証	○港湾管理者へのヒアリングを通じて情報提供システムを検証（適用性の向上）		○

<目標の達成度>

◎：目標を達成することに加え、目標以外の成果も出すことができた。○：目標を達成できた。△：あまり目標を達成できなかった。
×：ほとんど目標を達成できなかった。

有効性

システムが提供する空間的な劣化の現状、予測等、視覚的にわかりやすい情報提供により、維持管理サイクルにおける補修の時期・範囲の判断の際に支援可能となった。

事件事例DBの活用により、事故発生初期の利用制限、補修等の検討に資する類似事例等の情報提供が可能となった。

※システムの精度向上、提供情報量の増加に向け、事例蓄積を実施中であり、今後も継続していく。

18