

行政情報

港湾分野における技術開発

福 永 勇 介

国による港湾分野の技術開発は、「港湾の技術開発にかかる行動計画」（以下、港湾行動計画）に基づき実施している。港湾行動計画は5か年計画であり、平成13年に第1期計画が策定されたのを皮切りに、現下第3期計画が進行中であるが、次期第4期計画の平成26年度中の策定に向け、現在検討を重ねているところである。

本稿では、現行の第3期計画の概要、今期計画の策定の際に勘案し、次期計画策定においても押さえておくべき港湾を取り巻く諸情勢とそれを踏まえた今後重点化が必要な港湾における技術開発分野について紹介する。

キーワード：港湾行動計画、防災・減災、粘り強い構造、老朽化対策、ライフサイクルマネジメント

1. 港湾分野の技術開発に関する計画の系譜

国による港湾分野の技術開発は、「港湾の技術開発にかかる行動計画」（以下、港湾行動計画）に基づき実施している。港湾行動計画は5か年計画となっており、第1期の計画は、技術開発の長期政策として平成13年5月に策定された「新世紀を拓く港湾の技術ビジョン—暮らし、海、世界、そして技術—」にて示されている技術開発課題を基に、平成13年に策定された。同計画においては、国が主体的に関わる分野について、政策的かつ緊急的に実施する必要がある項目が重点技術開発分野として設定され取りまとめられている。現計画は第3期の計画（期間は平成22～26年度）に当たり、現在、平成27年度から開始を予定している第4期の計画の策定に向け、検討を重ねているところである。一方、国土交通行政における技術政策の基本的な指針を示した「国土交通省技術基本計画」（以下、技術基本計画）の第3期計画が平成24年12月に、老朽化対策に関する政府全体の取組として「インフラ長寿命化基本計画」が平成25年11月に策定された。また、政府全体の科学技術にかかる計画として「科学技術基本計画」の第4期計画が平成23年8月に、「科学技術イノベーション総合戦略—新次元日本創造への挑戦—」が平成25年5月に、大規模災害に対する強靱な国づくりの方策を示した「国土強靱化基本計画」が平成26年6月にそれぞれ閣議決定された。これらのうち、技術基本計画、科学技術基本計画は港湾行動計画の上位計画として位置付けられており、港湾分野の技術開発は、これらの上位計画と相互に連携を取り

ながら実施されている。また、近年発生した大規模災害の教訓を活かすべく国土強靱化基本計画、インフラ長寿命化基本計画を始め、出口志向の課題解決型技術開発を目指す科学技術イノベーション総合戦略についてもそれらの内容を次期港湾行動計画に反映する予定である。

2. 「港湾の技術開発にかかる行動計画」の概要

ここで、港湾の技術開発の全体像を示すために、現在実施中の第3期の港湾行動計画の概要を紹介する。本計画では、表—1のとおり、技術開発のカテゴリーとして「安全・安心な社会の形成」、「沿岸域の良好な環境の保全・形成」、「活力ある経済社会の形成」の3つの大項目が掲げられており、それぞれの大項目に3つの技術開発目標がぶら下がっている。港湾局で行っている個別の技術開発はこれら9つの技術開発目標に対応付けられており、例として表—1には技術開発テーマ例を示している。

(1) 技術開発目標（大項目1：安全・安心な社会の形成）

「安全・安心な社会の形成」に関しては、「津波・高潮・高波災害の防止、被害軽減」、「地震災害の防止、被害軽減」、「港湾活動の安全性の向上」の3つの個別の技術開発目標が提案されている。「津波・高潮・高波災害の防止、被害軽減」と「地震災害の防止、被害軽減」は、それぞれ海域と陸域で発生する自然災害に対して防災、被害軽減を目的とした技術開発となって

表—1 港湾行動計画における技術開発のカテゴリ—
個別の技術開発目標

大項目	技術開発目標	技術開発テーマ例
安全・安心な社会の形成	1. 津波・高潮・高波災害の防止、被害軽減	巨大津波に対応したねばり強い防波堤の設計手法の開発
		湾口部における可動式防波堤の開発
		津波漂流物対策の高度化
	2. 地震災害の防止、被害軽減	地震・津波複合災害による被災メカニズムの解明及び対策の検討
		既設コンテナクレーンに設置可能な新型制震・免震装置の開発
	3. 港湾活動の安全性の向上	継続時間の長い地震動に対応した液状化対策工法の開発
生体認証等を用いた出入管理情報システムの実用化		
沿岸域の良好な環境の保全・形成	4. 海域環境の保全、回復	長周期波を低減するための波浪制御構造物の技術開発
		コンテナクレーンの逸走事故防止技術の開発
		東京湾、伊勢湾を対象とした、干潟・浅場の整備による水質改善効果等の評価・予測手法の開発
		直轄の大型漁業船、環境整備船による油・浮遊ゴミの回収、浚渫作業の効率化
	5. 海岸の保全、維持	浚渫土砂を活用した浅場造成、深掘り跡の埋め戻し技術の開発
		藻類や海生生物等による二酸化炭素吸収効果（ブルーカーボン）の評価に関する技術開発
活力ある経済社会の形成	6. 循環型社会の形成	海浜、沿岸地形の変形予測モデルの精度向上
		地球温暖化の影響を考慮した効果的な海浜維持管理手法の開発
	7. 国際コンテナ・バルク戦略港湾の実現	「港湾・空港等整備におけるリサイクル技術指針」の見直し等による副産物の有効活用
		超大型コンテナ船に対応した次世代コンテナターミナルの開発
		AGV等コンテナターミナルの自動化技術の高度化
		船舶のアイドリングストップ、トランスファークレーン等の電動化等の港湾活動における排出ガス削減、省エネルギーを進めるための技術開発
8. 戦略的な維持管理の推進	ケーソン式岸壁のマウンド縮小による効率的な増深化技術の開発	
	矢板式及び重力式岸壁へのLCMの展開	
	非接触式肉厚計測システム等の構造物点検技術の高度化	
9. 海洋空間・海洋エネルギーの有効利用	遠隔離島における港湾整備、管理を効率的に行うための技術開発	
	沿岸域における風力、波力エネルギーの有効活用に向けた技術開発	

おり、阪神・淡路大震災や東日本大震災をはじめとする大規模な自然災害が頻発するわが国の立地・自然条件を踏まえている。一方、「港湾活動の安全性の向上」は、自然災害への対応のみならず、テロ等に対する港湾の保安維持を含めた、港湾活動の安全確保を目的とした技術開発である。

(2) 技術開発目標（大項目2：沿岸域の良好な環境の保全・形成）

「沿岸域の良好な環境の保全・形成」に関しては、「海域環境の保全、回復」、「海岸の保全、維持」、「循環型社会の形成」の3つの個別の技術開発目標が提案されている。生態系にとって貴重な生息場となっている干潟等の減少や、汚濁物質の流入等による水質環境の悪化等を踏まえ、「海域環境の保全、回復」と「海岸の保全、維持」は、沿岸域の自然環境を構成する海域と海岸の保全、回復を目的とした技術開発である。さらに、浚渫土砂や産業副産物等の再利用・減容化、廃棄物対策を目的とした技術開発目標が、「循環型社会の形成」である。

(3) 技術開発目標（大項目3：活力ある経済社会の形成）

「活力ある経済社会の形成」に関しては、「国際コン

テナ・バルク戦略港湾の実現」、「戦略的な維持管理の推進」、「海洋空間・海洋エネルギーの有効利用」の3つの個別の技術開発目標が提案されている。これらの技術開発目標は、それぞれ、①世界経済のグローバル化やアジアを中心とした新興国の経済成長を踏まえた、港湾物流機能の効率化、②高度経済成長期に集中投資した社会資本ストックの老朽化を考慮した、港湾施設の戦略的な維持管理、③四方を海に囲まれ、広大な排他的経済水域を有するわが国の実情に基づく、海洋開発の推進（風力・波力等の再生可能エネルギーの活用、遠隔離島の港湾整備等）に対応するものであり、活力ある経済社会の形成に不可欠な取り組みである。

3. 技術開発を推進する上で考慮すべき諸情勢

今期の計画を策定するに当たり、重大な影響を与えた社会情勢について振り返る。これからのわが国の港湾分野の技術開発を実施する上で、何よりもまず勘考すべき、大きな社会的インパクトを残した出来事は、平成23年に未曾有の被害をもたらした東日本大震災である。過去津波被害を幾度も経験し、その対策を講じてきたわが国においても、東日本大震災での想定を超える規模の津波により東北から関東にかけて太平洋沿岸の広範に渡り甚大な被害に見舞われた。その経験から得た教訓を基に、平成24年6月に交通政策審議会港湾分科会防災部会において「港湾における地震・津波対策のあり方（答申）～島国日本の生命線の維持に向けて～」(以下、答申)が取りまとめられたが、ここでは津波のレベルとそのレベルに応じた背後地の防護目標の考え方が見直され、今後の全国の港湾における津波対策のあり方を改めて検討する契機となった。次に、技術開発を実施していく上で勘案すべき情勢として、老朽化の進む既存ストックの維持管理の問題がある。本計画の策定と時期を同じくして山梨県に位置する中央自動車道の笹子トンネルで天井板落下事故が発生した。わが国は戦後類稀なる発展を遂げる過程で、数々の社会資本を整備して来たが、今後、社会資本整備が新規建設から既存ストックの運用にシフトして行く中で、それらの維持管理費、更新費が爆発的に増加することが懸念事項となっている。

4. 特筆すべき技術開発

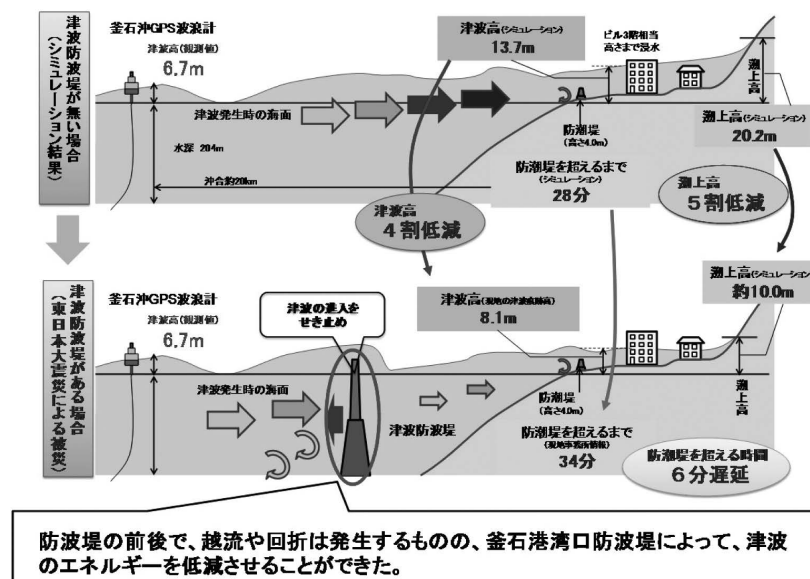
港湾局として特に注力している研究開発課題が「防災・減災」並びに「港湾の施設の維持管理」に関するものであり、次期港湾行動計画の策定においても勘案

すべき中心的な技術開発課題となることが想定される。ここでは、2章で紹介した港湾行動計画の大項目のうち、大項目1の中の「津波・高潮・高波災害の防止、被害軽減」と大項目3の中の「戦略的な維持管理の推進」に分類され、現在港湾局が高い優先度を持って強力に推進している2つの技術開発について紹介する。

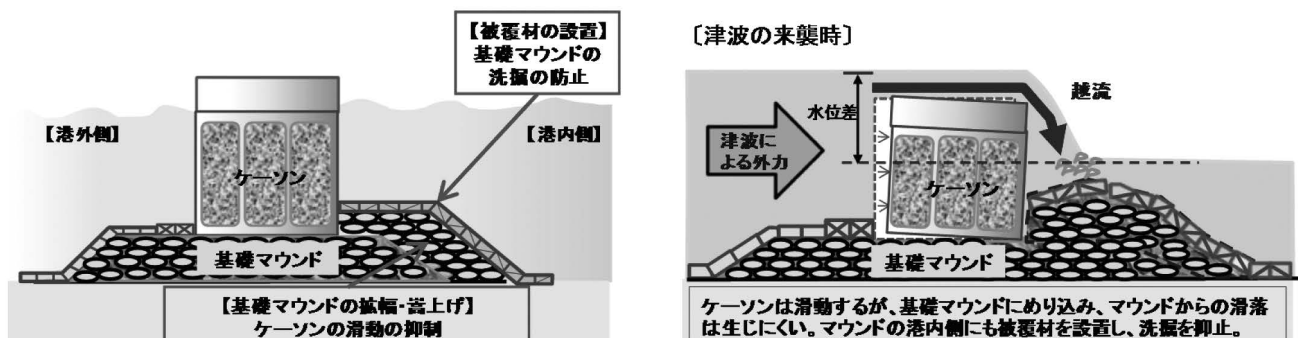
(1) 津波災害低減のための技術の開発

東日本大震災では想定を超える規模の津波が、東北地方、関東地方の太平洋沿岸域に甚大な被害をもたらした。これを教訓として、最先端の科学的知見を駆使したとしても、現時点で津波の規模や発生頻度を精度良く予測することは実質上不可能であるという認識に立ち、今後は津波の規模や発生頻度に応じて防護の目標を明確にすることにより、津波への対策を講じることが求められる。一方、東日本大震災において、防波堤・胸壁等の外郭施設は大きな被害を受けたものの、津波の威力を低減し、その到達を遅らせる等、これまで把握されていなかった一定の減災効果を発揮したこ

とが明らかとなった。例えば、釜石港においては湾口部の防波堤が津波の高さを約4割低減し、津波の到達時間を6分遅らせ（図—1）、また、他港においても同様に一定の減災効果を発揮したことが確認されている。また、中央防災会議の専門調査会によってまとめられた「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」では、発生頻度の高い津波と最大クラスの津波の2つの規模の津波の考え方や地震・津波による被害を軽減するための対策の方向性が提示された。交通政策審議会港湾分科会防災部会でまとめられた答申では、この考え方を反映して、発生頻度が高い津波に対しては、可能な限り施設で人命と財産を守りきる防災を目指すものとした。発生頻度は極めて低い影響が甚大な最大クラスの津波に対しては、（発生頻度が高い津波の規模を超える津波に対しては、）変形しつつも倒壊しない粘り強い構造（図—2）によって最低限人命を守るという目標の下に被害を可能な限り小さくする減災を目指すものとし、防護レベルの明確化が図られている。そこで、港湾局は答申の内容を受け、港湾の施設を設計するために必要

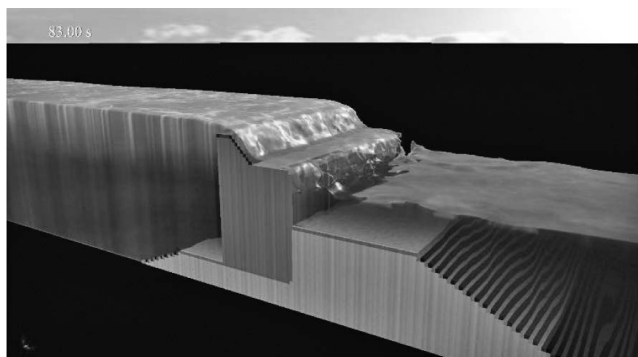


図—1 防波堤の減災効果（釜石港）

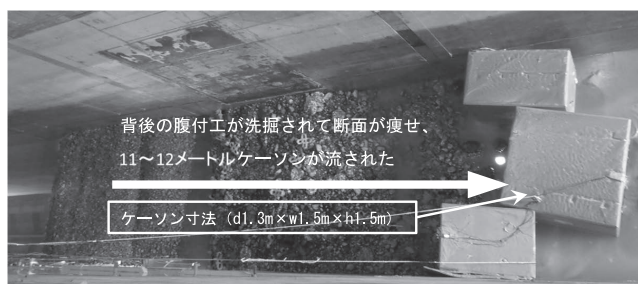


図—2 「粘り強い」構造の防波堤

な津波の規模を明確に定義し、さらに、人命、財産または社会経済活動に重大な影響を及ぼすおそれのある港湾の施設に求める粘り強い構造について考え方をまとめた。これを踏まえ、平成25年9月に、設計津波や港湾の施設の粘り強い構造について法令上規定するため「港湾の施設の技術上の基準を定める省令」並びに「港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示」を改正し、また、防波堤の耐津波設計の基本的な考え方を示した「防波堤の耐津波設計ガイドライン」を公表するに至った。防波堤は、上記のとおり、東北地方太平洋沖地震に伴う津波によって被害を受けつつも、港湾の施設の中では第一線で津波の港湾エリアへの侵入を抑制可能な施設であり、津波の威力の低減、陸域への到達時間を遅らせる等の減災効果が確認されていることから、津波が来襲してもとりわけ粘り強く減災効果を発揮することが求められる。ガイドラインでは、防波堤について津波による破壊メカニズムを水理模型実験や数値解析により分析し、減災効果を発揮する粘り強い構造のあり方について整理されている。ガイドラインの内容については、現在も継続して取り組んでいる実験や検討の結果（図—3、4）を随時追加し、今後も内容を充実させていく予定である。



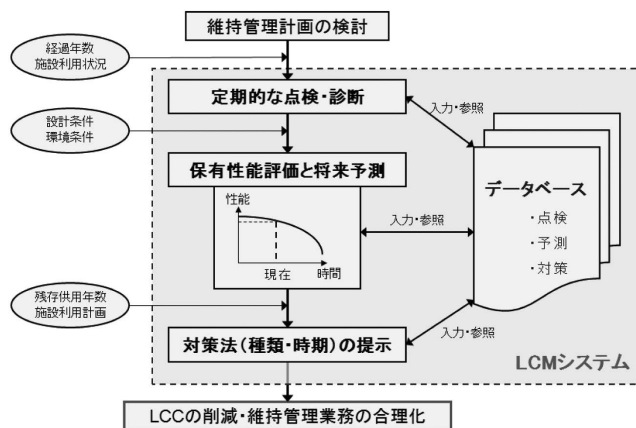
図—3 CADMAS-SURF3D による防波堤の数値解析



図—4 防波堤の水理模型実験

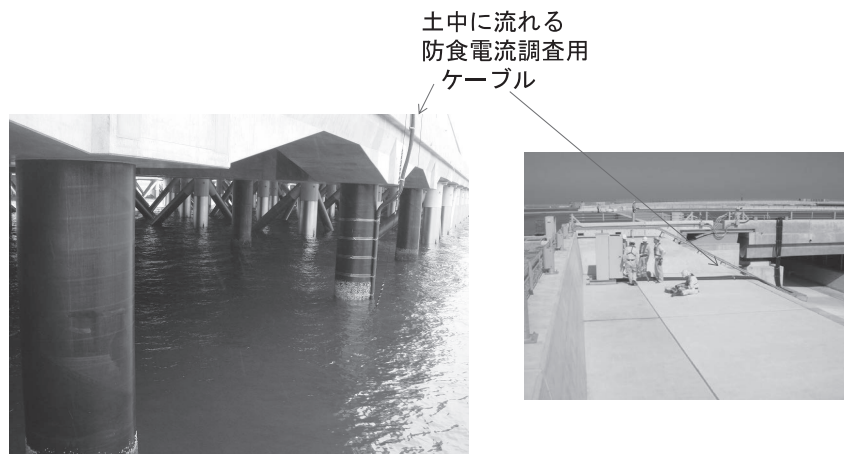
(2) 構造物のライフサイクルマネジメントのための点検診断手法に関する技術開発（図—5）

今後、社会資本ストックの増加と老朽化が進むにつれて、それに係る維持管理費の増大が懸念されている



図—5 ライフサイクルマネジメント技術の構築

が、社会資本ストックの充実を図っていくためには、社会資本整備の更なる効率化を進めるとともに、今後の社会資本ストックの維持管理に要するコストを縮減することが極めて重要な課題となっている。ライフサイクルマネジメントに基づく港湾の施設の維持管理においては、まず点検診断あるいはモニタリングを実施することで、構造物の劣化や変状に関するデータを取得し、これに基づいて構造物の残存性能を定量的に評価・予測した上で、適切な対策を講じることとなる。現状では、港湾の施設の点検診断は、大部分を構造物外観の目視調査に頼っているが、定量的で信頼性の高いデータが取得できればより効果的な維持管理を行うことが可能となる。一方、非破壊試験技術については、コンクリート構造物や鋼構造物の劣化・変状を検出しその程度を定量的に評価するための有効な手法として、実構造物への適用に向けた検討が進められている。港湾の施設の点検診断への非破壊試験技術の導入や、より高度な維持管理のために不可欠な健全性の常時モニタリングの実施によって、高効率かつ効果的な維持管理の実現が期待できる。本技術開発では、材料の劣化および構造物の性能低下のモデル化の検証等を図ることにより、構造物の維持管理段階における性能の保持に不可欠な点検・診断手法の高性能化を目的とした技術開発を実施している。具体的な取り組みとして、港湾の施設の点検診断およびモニタリングに非破壊試験技術を導入することで、定量的で信頼性の高いデータを取得するための手法について検討する。特にコンクリート中の鉄筋腐食、鋼材の腐食、電気防食の陽極消耗などの主要な変状に着目するとともに、コンクリート部材や鋼部材の健全性モニタリングへの非破壊試験技術の活用について検討を進めている（図—6）。以上のように、非破壊試験技術を活用した港湾の施設の点検診断・モニタリングシステムを確立することで、既存施設の性能確保と有効活用を図り、更に



図一6 羽田空港の鋼管杭モニタリング（連絡誘導路部）

は、構造物の維持管理の効率化および高度化のためのシステムを港湾管理者・民間事業者へ提供することにより、維持管理コストの縮減を実現する。

5. おわりに

本稿では港湾局で取り組んでいる技術開発を代表して、センセーショナルな災害・事故により明るみに出た課題を解決するための2つの技術開発について紹介した。今回紹介した技術開発以外にも、わが国港湾の国際競争力を維持・向上させていくための国際コンテナ・バルク戦略港湾を実現するために必要なコンテナターミナルの自動化技術の高度化や、海洋空間・海洋エネルギーの有効活用を図るために必要な沖ノ鳥島等の遠隔離島における港湾整備・管理を効率的に行うための技術開発等、社会的課題の解決もしくは将来的な社会要請への対応等を行うことのできる技術開発を推

進していく。特に、港湾は世界的な海上交通ネットワークをなすインフラであり、その拠点機能については諸外国の港湾と競争関係にさらされていることから、港湾における技術開発は常に世界の技術レベルを意識し、競争関係が少しでも優位になるような先駆的なものを目指す必要がある。港湾行動計画は、国が主体的に必要な技術開発を推進するために策定しているものであり、今後の社会情勢に応じて、その時々で必要とされる技術や今後想定される課題の解決に必要な技術を常に意識して技術開発の優先順位を見極め、港湾行政ひいては国土交通行政を支える技術開発を推進していく所存である。

J C M A

【筆者紹介】

福永 勇介（ふくなが ゆうすけ）
国土交通省
港湾局 技術企画課 技術監理室
超過外力対策係長