

## 11 港湾研究部

# 港湾施設の維持管理等のあり方に関する研究

Research on the maintenance and the management for the port and harbor facilities

(研究期間 平成 24 年度)

港湾研究部 港湾新技術研究官  
Port and Harbor Department  
Research Coordinator for Advanced Port Technology

主任研究官 松田 茂  
Senior Researcher Shigeru MATSUDA

Many port facilities were constructed at the period of the rapid economic growth in Japan and they are now getting decrepit. In the near future, those vast facilities must be repaired or adequately maintained. On the other hand, the cost-performance for maintenance must be required high level at the severe budget conditions.

This research conducted the examination for the cost estimation, the technical development and suggested new style of the maintenance and the management.

### 【研究目的及び経緯】

高度経済成長期に集中的に整備された港湾施設は、老朽化しつつあり、順次、更新時期を迎えることが想定されている。一方、厳しい財政状況の下、効率的な維持管理の実施が強く求められている。

本研究では、今後の港湾施設の維持管理等のあり方として、①費用の推計方法、②技術開発のあり方、③新たな維持管理等のあり方、④情報管理システムに関して検討した。

### 【研究内容】

#### 1. 費用の推計方法の検討

港湾局が主催している「港湾施設の維持管理等に関する検討会」において提示されている更新・修繕費用の算出方法をもとに、推計費用の精緻化を行い、精緻化、妥当性の向上を図るための検討を行った。

数量が少なくコストインパクトが極めて小さい施設（浮棧橋、軌道、貯木場施設等）については、推計の考え方のみを提示した。

また、点検費用については、外部委託で定期的に実施する施設（防波堤、護岸、岸壁、橋梁）につて算出した。

#### 2. 技術開発のあり方

ライフサイクルの各フェーズにおける技術や工夫、及び今後のニーズについてヒアリング、アンケート等による新技術開発・導入に関する情報収集を行い、適

用性等に関する検討を行った。

#### 3. 新たな維持管理のあり方

現在、港湾分野においては平成 24 年度までの 5 年間で全国の大半の施設において維持管理計画書が作成された段階であり、港湾施設の需要の変化、港湾管理の民営化や災害対策への要請の高まり等、社会条件も変化している。こうした中、以下の 3 つの視点で新たな維持管理のあり方の検討を行った。

- 維持管理計画書の現実性・有効性を高める視点
- 維持管理計画の統合・調整・運用のための視点
- 維持管理計画の円滑効果的な実施のための視点

#### 4. 維持管理情報システム

現状のデータベース（港湾施設統合 D.B. 港湾施設マネジメント D.B. 維持管理情報 D.B.）における問題点を抽出し、対応策を検討した。

### 【研究成果】

主な研究成果の概要を以下に示す。

#### 1. 費用の推計方法

以下のフローに示す手順での更新・維持修繕費用推計の算出を検討した。なお、推計にあたっての前提条件は以下の通り

《前提条件》

- 対象施設に対する更新・修繕需要は将来にわたり

不変と仮定。

- 更新・修繕後は劣化度 D(変状なし)に戻り、その年度から劣化が始まるとして、再度、更新・修繕時期、更新・修繕費用を同様に算出する。

### 更新・修繕費用推計の流れ(今後変更の可能性有)

**ステップ1. 各港湾施設毎の標準諸元(モデル)の設定**  
○各施設の構造及び規模に応じたグループ化を行い、各グループの平均的なモデルを設定



**ステップ2. 標準諸元(モデル)の50年間の更新・修繕量を算出**  
○建設完了後からの経過年数に応じて、構成部材の劣化度を想定  
○各部材毎に劣化速度及び更新・修繕費を設定



**ステップ3. 推計期間内の更新・修繕量を算出**  
○ (標準諸元(モデル)の50年間の更新・修繕費用) × [同一グループの延長]  
○ 各モデルについて予防保全/事後保全の2つの補修シナリオでLCCを計算、安価なシナリオを採用

その際、港湾局での検討「港湾施設の維持管理等に関する検討会」の内容をベースとして推計手法の精緻化を行い、また、コストインパクトの極めて小さい施設(浮栈橋、軌道等)については、推計の考え方を提示している。

なお、当検討手法を用い、今後50年間(～2062)の全国の港湾施設の維持補修費用を算出すると約9～10兆円となる(変更の可能性有り)。

## 2. 技術開発のあり方

メーカーヒアリング等により「電磁波レーダーを用いたコンクリート調査、空洞化調査」「軽量空洞充填剤」「コンクリートの表面含浸剤」「鋼材の電気防食技術」などの新工法の特徴・適用性等についての情報を得た。また、新技術の開発・普及に関して留意すべき事項を以下に示す。

### 【新技術の開発・普及に関して留意すべき事項】

- 新技術に対する実証フィールドの確保
- 設計と実態のミスマッチの把握・解消
- 補修数量設定の正確さの向上
- 技術の特徴の積極的公開・正確な理解の普及
- さらに、新技術開発・普及にあたっての課題及び今後の方向性は以下の通りである。

### 【新技術の開発・普及の課題及び今後の方向性】

- 地方部の小規模構造物への対応
- 優良な技術を適切に選択するための発注の仕組みの構築(コンペ等)
- 点検診断の精度向上
- 技術情報の共有 等

## 3. 新たな維持管理のあり方

以下の視点で課題の抽出・整理を行った。

- 点検診断計画における課題

- 点検診断項目について

- ・小規模施設の点検診断の水準の見直し
- ・空洞化調査の必要性

- 防舷材の維持管理方法の検討

- 点検診断の実施頻度の妥当性の検証

- 維持補修計画における課題

- ・補修工法検討に必要な情報の課題
- ・補修費用の試算

- その他

- ・施設設置環境の違いに対応した維持管理
- ・老朽化した施設における諸事情への対応

## 4. 維持管理情報システム

現在運用されているデータベースに対して、求められる改善点・対応策を以下に示す。

- データ登録・利用に関する対応

- ・情報閲覧の効率化(カルテ作成機能の追加)
- ・維持管理計画書に記載される基本的な諸元情報の精査・追加(自然状況(設計震度、土質条件)、利用状況(対象船舶、上載荷重)、材料特性(コンクリート、鋼管杭等))
- ・予防保全計画として各地方整備局管内の各施設の投資計画を一覧表示する機能の付与
- ・LCC算出に関する情報の点検診断結果と併せて登録する機能の付与

- 港湾管理者を巻き込み展開するための対応

- ・港湾管理者からのアクセス機能の付与(参画のインセンティブ)

- 予防保全計画の策定支援への対応

- ・LCC計算プログラムの計算結果を維持管理情報D.B.に登録するための機能の付与
- ・予防保全計画策定に必要なデータの必修化

### 【成果の活用】

本研究で得られた成果および知見については、今後、さらなる検証を行い、「港湾施設の維持管理等に関する検討会」等における成果の活用を図る。

## 国際規格等による技術基準への影響に関する研究

Research for the influence on the technical standards of port and harbors in Japan caused by the change of the international standards

港湾研究部 港湾新技術研究官

(研究期間 平成 23 年度～)  
主任研究官 松田 茂

### [研究目的及び経緯]

港湾の施設の設計においては、多種多様の試験結果、材料及び照査手法等が用いられるが、適宜改定ないし新たに策定される国際規格との整合性について常に留意する必要がある。

このため、港湾施設の設計に関連する国際規格及び国際規格に強い影響力を持つ欧米の基準・規格等に関する最新の審議・整備状況及び国外への普及戦略時に関する資料を収集・整理し、我が国の港湾の施設の技術上の基準に与える影響を検討する。

本年度は、設計の基本、コンクリート、地盤、維持管理等の昨年度情報収集の対象とした分野に加え、荷役機械、鋼の分野についても情報の収集・整理を行った。また、国外への普及を図っているユーロコード、アジアコンクリートモデルコードについての情報収集・整理を行うと共に、国際規格が我が国の港湾の技術基準に与える影響についても検討した。

## AIS データ（衛星・地上）を活用した船舶動静の把握分析

Analysis on Ship Movement by using AIS(Satellite/Ground) Data

港湾研究部 港湾計画研究室

(研究期間 平成 19 年度～)  
室 長 安部 智久  
研 究 官 安藤 和也

### [研究目的及び経緯]

SOLAS 条約の改訂に伴い、一定規模以上の船舶に搭載が義務化された AIS (Automatic Identification System : 船舶自動識別装置) から発信される信号を受信・分析することで船舶動静の把握分析を行っている。

衛星データについては、平成 23 年度より (独) 宇宙航空研究開発機構及び関東地方整備局との共同研究を行っており、SDS-4 衛星で観測された衛星 AIS データを活用した北極海航路・北太平洋航路における船舶の航行実態に関する研究を進めている。

地上データについては、国内 9 箇所に設置した地上局で観測されたデータを活用し、本省や地方整備局からの依頼に対して、船舶動静に関する分析を行った。また、コンテナ物流情報サービス Colins ヘリアルタイムデータの提供を行った。

## 港湾の計画基準に関する研究

Study on the Standard/Guideline for Port Planning

港湾研究部 港湾計画研究室

(研究期間 平成 16 年度～)  
室 長 安部 智久  
研 究 官 安藤 和也

### [研究目的及び経緯]

港湾の計画基準（「港湾の施設の基準上の基準・同解説」の計画関連部分）の改訂に向けて、以下のとおり基礎となる分析を進めた。

コンテナ船については、我が国へ寄港する外貿コンテナ船の航路別船型・積卸量の推計手法を検討し、算定ツールを開発した。バルクキャリアについては、現行の技術基準における第二区分による航路設計が可能となるよう、大型バルクキャリアについてのパラメータを整備した。東アジア地域における国際フェリー・Ro/Ro 船については、船舶諸元を収集した上で、標準船型を得ることを目標に統計分析を行った。

また現行の技術基準（平成 19 年改訂）において記載がない、荒天時の避泊面積について、実際の船舶の避泊状況を分析することにより検証し、技術基準の改訂案を作成した。

さらに、現行の計画基準において、新たに導入された船舶の諸元、航路等の水域施設等の計画につき、本省・各地方整備局等への技術指導や研修を行った。

# 港湾貨物需要予測手法の開発

Research on the model development on estimating import and export port cargo volume

(研究期間 平成 19～24 年度)

港湾研究部 港湾システム研究室  
Port and Harbor Department  
Port Systems Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

渡部 富博  
Tomihiro WATANABE  
野田 巖  
Iwao NODA  
佐々木 友子  
Tomoko SASAKI

We developed the model for estimating import and export port cargo volume considering international industrial relationships, situations of trade, economic growth and economic partnership agreements on this analysis.

In order to estimate the future amount of regional port cargo in Japan, we have analyzed the amount of port cargo to be used for main industries.

## 〔研究目的及び経緯〕

我が国の国際インフラである港湾整備をより効率的に進めるために、将来の社会情勢変化などを十分に勘案したより精度の高い貿易量・港湾貨物量の予測が必要となっており、「選択と集中」、「民の視点」などの政策を港湾行政の指針である港湾の基本方針に反映させるべくその見直しも予定されていることから、国際的な産業構造の変化、経済連携の進展など、社会経済情勢の今後の変化等を考慮した将来貿易量・港湾貨物取扱量推計モデルの開発を行う。また、将来の主要産業などの生産や立地の変化などによって、我が国の地域別貨物量がどのように変化するかを検討するために、港湾貨物の主要な太宗品目について、関連産業の分析や、将来動向を調べたほか、生産動向によってどの程度港湾貨物量に変化が生じるかなどを分析する。

## 〔研究内容〕

我が国の港湾貨物量を推計するモデルの構築にあたっては、これまで日本の輸出入港湾貨物量推計に用いられていた競争型モデルと呼ばれる貿易モデルの対象国・地域、品目分類、推計方法、使用データなどを大幅に見直し、国際間の産業のつながりや貿易の状況、世界の経済発展や経済連携の進展、海上輸送と航空輸送との分担、コンテナ化の進展などを考慮できる、より精度が高く今後の社会経済情勢などを盛り込める輸出入港湾貨物量推計モデルを構築する。

また、鉄鉱石、石炭、原油などの太宗バルク品目については、関連する産業の立地動向や生産動向などによって、大きく地域別の貨物量が変わることから、主

要産業の生産・立地動向を分析したほか、主要産業の動向によってどの程度の港湾貨物量に影響がでるのかを分析する。

## 〔研究成果〕

輸出入港湾貨物量推計モデルは、図 1 に示すとおり、日本をはじめとする世界の主要国・地域との貿易額を予想する貿易額予測ブロックと、算定された貿易額をもとに、港湾貨物量、コンテナ貨物量などを算定する港湾貨物量算定ブロックとに大きく二つに分け、日本発着の港湾貨物量、コンテナ貨物量を推計するモデルとした。なお、モデルの対象国・地域は、23 カ国・地域とした。

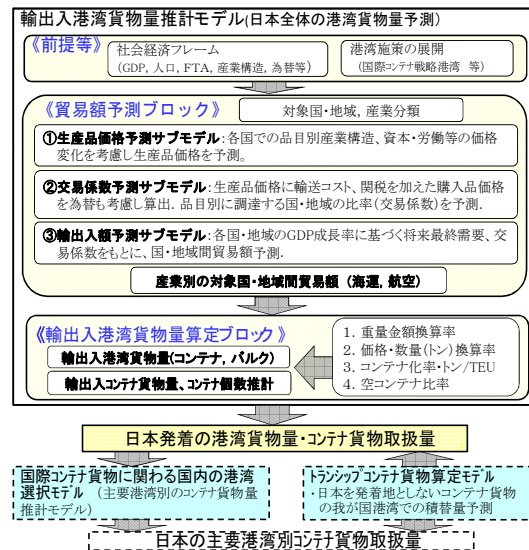


図 1 輸出入港湾貨物量推計モデルの構成

貿易額予測ブロックは、①各国・地域での将来の生産品の価格を将来の産業構造変化なども考慮して予測する生産品価格予測サブモデル、②各国・地域の各産業が必要な生産物をどこの国・地域からどれだけ購入するかを推計する交易係数予測サブモデル、③各国・各産業の将来の最終需要をもとに、将来の各国・地域との貿易額、海上輸送による貿易額を算定する輸出入額予測サブモデルからなる。

産業構造のつながりに関しては、GTAPモデルの3時点のデータベースを活用し、23カ国・地域間の貿易なども含めた産業間の関わりを分析し、加工度変化と代替変化の状況を分析して、RAS法にて23カ国・地域の将来の産業構造を考慮した分析ができるように、データの整理・分析を行い変化率などを算定した。(図2参照)

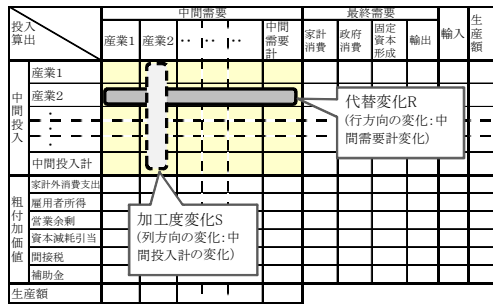


図2 代替変化と加工度変化のイメージ

代替変化R：多くの産業で、原材料としての使用が増える。従来使用されていた原材料が、新しい原材料に代替。  
加工度変化S：産業技術の変化等により、生産に必要な労働、資本、中間財の投入量が変わり、中間投入の係数も変化。

また、生産品価格推計においては、生産関数を用いた回帰分析にかわり、生産品価格を構成する中間投入財や付加価値などの価格変化率に注目し、その価格変化の趨勢と将来の投入係数変化を考慮した生産品価格の推計方法を構築した。さらに、どこの国・地域からモノを購入するかという交易係数については、生産品価格変化に加えて輸送価格変化や、関税率の変化も考慮した購入者価格の変化が、自国と他の国・地域とでどの程度変化すると、どの程度の交易係数が変化するかという弾性値(交易係数変化率と購入者価格比変化率の比)を導入し、交易係数変化を推計するモデルを構築した。

輸出入港湾貨物量算定ブロックでは、海上貿易額をもとに、港湾貨物量や、コンテナ貨物量を算定し、将来の日本発着の港湾貨物量・コンテナ貨物量が算定される。

貿易額を港湾貨物量に変換するにあたっては、GTAP品目での57品目分類と、港湾統計での81品目分類での対応関係を、貿易統計のHSコード(9桁、6桁、4桁)別の貿易額実績を用いて分析し、モデルに用いた

貿易額ブロックの36品目の貿易額を、港湾統計の81品目分類の貿易額に換算する換算表を作成した。

また、将来の主要産業などの生産や立地の変化などによって、我が国の地域別貨物量がどのように変化するかについての検討は、鉄鋼、自動車、発電、石油精製、製紙、セメント、飼料など、我が国の輸出入バルク貨物の大宗品目に関わる産業について、主要企業の地域別の立地状況や生産動向を分析したほか、1単位の製品などの生産にどの程度の港湾貨物量に関わるかといった原単位を分析した。図3に鉄鋼業の粗鋼1トンあたりに関わる原材料品の原単位の分析例を示す。

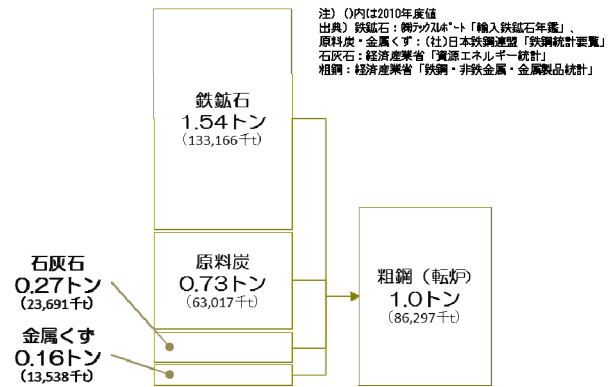


図3 粗鋼生産1トンあたりの原材料調達量(試算値) [成果の発表]

1) 国総研報告No. 49「国際間の貿易・産業構造を考慮した輸出入港湾貨物量推計モデルの構築」、2011.12

[成果の活用]

我が国の港湾の将来計画については、港湾法に基づき港湾管理者が港湾計画を策定するが、この港湾計画を策定する際に適合すべき方針となる「港湾の開発、利用及び保全並びに開発保全航路の開発に関する基本方針」を国土交通大臣が定めている。その中では、10～15年後の日本全体の港湾貨物量、コンテナ貨物量の見通しが示されており、平成16年秋に変更された港湾貨物量の見通しが、平成23年9月に変更されたが、その算定に上記の開発モデルが活用された。基本方針における貨物量の予測結果は、表1のとおりである。

表1 港湾取扱貨物量の見通し

	現状 (2008年)	見通し	
		2020年	2025年
港湾取扱貨物(全国)	31億4610万フレートトン	32億4000万～ 34億1000万フレートトン	33億5000万～ 36億フレートトン
国際海上コンテナ	2億5130万フレートトン	3億1000万～ 3億3000万フレートトン	3億3000万～ 3億7000万フレートトン
	1713万TEU	2100～2600万TEU	2200～2900万TEU
内貨複合一貫輸送	8億510万フレートトン	9億～9億3000万フレートトン	9億1000万～9億5000万フレートトン

# エコ物流内包型の国内幹線物流予測モデルに基づく

## G H G 削減施策評価手法の提案

Proposal for the assessment method of GHG reduction measures based on the forecasting model for domestic trunk physical distribution considering the Eco-physical distribution

(研究期間 平成 22~24 年度)

港湾研究部 港湾システム研究室  
Port and Harbor Department  
Port Systems Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher

渡部 富博  
Tomihiro WATANABE  
佐々木 友子  
Tomoko SASAKI

Concerning maritime unit load cargo transportation, we have analyzed the trend of countermeasures on greenhouse gases reduction and have developed the mode choice model for long and middle distance transports respectively. We have also analyzed how the transport mode choice will be changed in the future by policy of countermeasures on greenhouse gases reduction and carbon tax considering the difference of CO<sub>2</sub> emission among transport modes.

### 〔研究目的及び経緯〕

地球温暖化への対応が喫緊の課題となっており、排出量取引制度の進展や、温暖化対策のための石油石炭税の特例の適用が昨年秋から始まるなどしている。このようななか、海上輸送に関しても、自動車輸送よりもエネルギー効率の良い鉄道や内航海運などの輸送機関を活用するモーダルシフトの推進や、省エネ船の開発、港湾における荷役機械の省エネ化、船舶への陸上電力供給などが既に進められているが、温室効果ガスの排出量取引や温暖化対策のための税のグリーン化などが今後さらに進めば、単にコストや時間だけではなく温室効果ガスの排出量やそれに関わる費用等を意識した輸送機関や経路選択が行われ、港湾貨物の流動にも変化が起ることが想定される。よって、それらに関わる検討を下記のとおり行うこととした。

### 〔研究内容〕

今後の港湾物流に関わる施策の検討などの基礎資料とするために、我が国の海上ユニットロード輸送に焦点をあて、港湾や港湾貨物輸送に関わる温室効果ガスの排出抑制等への取り組みなどの状況についてその動向を分析する。さらに、海上ユニットロード輸送に関わる長距離輸送ならびに中距離輸送のそれぞれについて機関選択モデルを構築し、輸送手段ごとのCO<sub>2</sub>排出量の違いが、今後の温室効果ガス抑制施策や炭素税等の課税価格によってどのように各輸送機関の選択に影響するかを定量的に分析する。

### 〔研究成果〕

① 港湾・港湾貨物輸送に関わる温暖化対策

我が国の温室効果ガスの排出の現状や、その削減に関わる各種の取り組みについて、関連資料をもとに整理し、物流部門を中心とした CO<sub>2</sub> 排出の状況や対応の動向などを概観したほか、港湾物流に関わる温室効果ガス削減への取り組みについて、港湾での排出ガス削減の取り組みや、背後輸送におけるモーダルシフトのための助成制度など、主要な港湾での取り組み事例を整理した（表-1 参照）。

表-1 港湾管理者によるモーダルシフトなどへの助成

港湾	制度名称	主体	概要	備考
四日市港	グリーン物流促進補助事業	四日市港管理組合	・モーダルシフト、最寄り港湾利用事業の2種によるCO <sub>2</sub> 削減に助成。2012年はモーダルシフトが1TEUあたり5000円、モーダルシフトは上限300万円、最寄港利用は上限200万円。	・2008年度創設。 ・2012.4.13 日本海事新聞。
大阪港	モーダルシフト補助制度	大阪市港湾局	・海上モーダルシフト、鉄道モーダルシフト、陸上輸送距離短縮、コンテナラウンドユースへの補助で、1TEUあたり2000円、事業あたり上限1000万円。 ・カーフェリー航走によるトレーラー、バンも2011年から助成をしており、12mtトレーラーバン車(2TEUとカウント)で4000円/台を助成。	・2008年雑誌港湾6月号
神戸港	モーダルシフト補助制度	神戸市みなと総局	・海上輸送へのモーダルシフト、鉄道輸送への切り替え、陸上輸送距離短縮、コンテナのラウンドユースへの補助。2010年は1TEUあたり2000円、1事業上限1000万円。	・2006年度創設。
北九州港	モーダルシフト推進補助制度	北九州市港湾局	・北九州港を利用する貨物列車、内航船、フェリー等を用いてモーダルシフトを実施し、CO <sub>2</sub> 削減が期待できるものに1TEUあたり1500円、上限300万円補助。	・2006年度創設。 ・2010. 11.24 日本海事新聞。
下関港	下関市モーダルシフト利用促進補助制度	下関市	・下関貨物ターミナル(JR貨物)で積み込むコンテナのうち今までに鉄道利用実績のない荷主の貨物・鉄道輸送に変更した貨物等が対象。補助金額はコンテナサイズ、輸送距離、その他条件に応じて2000円~20000円、上限20万円~50万円。	・2009年度創設。

### ② ユニットロード輸送の機関選択モデル構築

フェリー、RORO船(旅客を乗せないフェリータイプの船)、コンテナ船で運ばれている国内海上ユニットロー



ドについて、貨物の真の出発地・到着地をとらえる純流動ベースのOD表（区分は47都道府県間、ただし北海道4区分のため50区分）を作成するとともに、鉄道や自動車輸送貨物について、ユニットロード輸送されている主要な品目について純流動ベースのOD表を作成した。

そして、そのOD表から、輸送距離が300kmを超える長距離と、100-300kmの中距離について、貨物量の多い主要ODを抽出し、それらの各ODの主たる輸送機関である幹線輸送について、図-1に示すような海運（フェリー、RORO船、コンテナ船）、自動車、鉄道の輸送機関選択の状況を最もよく説明できるように、輸送費用、輸送時間、積み替えの有無などを説明変数として、集計ロジット型のモデルでパラメーター推計を行い、輸送機関分担モデルを構築した。

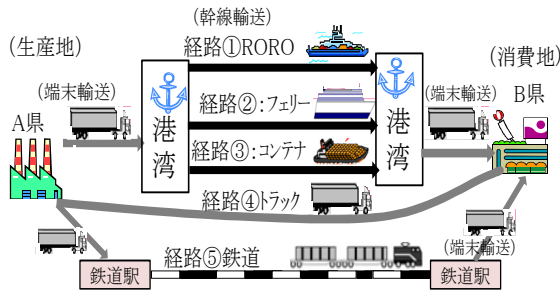


図-1 輸送機関別の輸送経路（イメージ）

表-2 長距離輸送の効用関数のパラメーター推計結果

	モデル-1	モデル-2	モデル-3	モデル-4	モデル-5	モデル-6	モデル-7
所要時間(h)	-7.499E-02 (-4.39)	-3.536E-02 (-1.39)	-4.225E-02 (-1.96)				-6.540E-02 (-3.09)
総時間(h) (所要時間+ 平均待ち時間)				-3.204E-02 (-4.02)	-1.721E-02 (-2.04)	-1.696E-02 (-2.02)	
輸送頻度逆数 (週/便) (自動車は無し)							-7.890E-01 (-0.71)
輸送頻度 (便/週) (自動車は無し)			5.632E-03 2.0440				
費用(万円)	-8.658E-02 (-2.08)	-1.537E-01 (-2.93)	-1.325E-01 (-2.79)	-1.459E-01 (-3.44)	-1.893E-01 (-4.03)	-1.710E-01 (-2.80)	-1.039E-01 (-2.16)
積み替え有無 (RORO船、コンテナ船、 鉄道が有)		-1.085E+00 (-2.02)					
フェリーダミー		-8.735E-01 (-2.20)					
自動車ダミー					1.018E+00 (2.73)	9.198E-01 (2.15)	
鉄道ダミー						-2.458E-01 (-0.46)	
尤度比( $\rho^2$ )	0.204	0.228	0.224	0.193	0.226	0.227	0.207

上段:パラメーター, 下段( )内:t値

### ③ 環境対策による輸送機関分担変化の分析

構築した輸送機関分担モデルをもとに、炭素税の課税価格の違いや、今後の各輸送機関のCO<sub>2</sub>排出量原単位の変化等によって、輸送機関分担率がどのように変化するか等を分析した。

長距離モデル L-6 と中距離モデルを用いて、炭素税が1万円/t-Cの場合に、ガソリンが約5%上昇し、それ

にもなる道路輸送の輸送費用が0.41%、内航海運の輸送費用が0.47%、鉄道輸送の費用が0.19%上昇した場合の、フェリー、RORO船、コンテナ船、自動車、鉄道の各輸送機関別の選択状況を、モデルの現況推計値（再現値）と比較した結果を表-3に示す。

また、もうひとつの分析例として、輸送距離500km、炭素税3万円/t-Cの場合に、フェリーの排出量原単位を現状どおりとしたケースA、技術革新などによりフェリーの排出量原単位が2割削減されRORO船並となるケースB、ケースBと排出量原単位は同じでフェリーの速度を2割減としたケースCのそれぞれのケースについて輸送機関別の分担率を比較した結果を図-2に示す。ケースBでは、自動車等のシェアが減りフェリーのシェアが増加するが、ケースCではフェリーのシェアがケースAと比べても大きく減少する結果となった。

表-3 炭素税（1万円）による輸送機関の変動結果

輸送機関	現況(モデル再現値)ケース0		分析①(炭素税1万円/t-C)		分析①のケース0からの増減(※1)	
	内貨ユニットロード貨物量再現値(千トン)	輸送機関別CO <sub>2</sub> 再現値[トン]	内貨ユニットロード貨物量推計値(千トン)	輸送機関別CO <sub>2</sub> 推計値[トン]	内貨ユニットロード貨物量(千トン)	輸送機関別CO <sub>2</sub> [トン]
フェリー	16,017 (17.6%)	803,773 (11.0%)	16,005 (17.6%)	803,296 (11.0%)	-12 -0.01%	-477 -0.06%
RORO船	8,302 (9.1%)	717,772 (9.8%)	8,312 (9.2%)	718,676 (9.8%)	10 0.01%	904 0.13%
コンテナ船	4,273 (4.7%)	144,224 (2.0%)	4,266 (4.7%)	144,191 (2.0%)	-7 -0.01%	-33 -0.02%
自動車	57,142 (62.9%)	5,575,215 (76.2%)	57,150 (62.9%)	5,573,919 (76.2%)	7 0.01%	-1,296 -0.02%
鉄道	5,052 (5.6%)	77,173 (1.1%)	5,054 (5.6%)	77,260 (1.1%)	2 0.00%	87 0.11%
合計	90,787 (100.0%)	7,318,158 (100.0%)	90,787 (100.0%)	7,317,343 (100.0%)	0 0.00%	-815 -0.01%

※1: 下段の数字は、貨物量は現況のケース0と分析①の輸送機関別シェアの増減。また、CO<sub>2</sub>はケース0と比べた場合の分析①の排出量の増減率

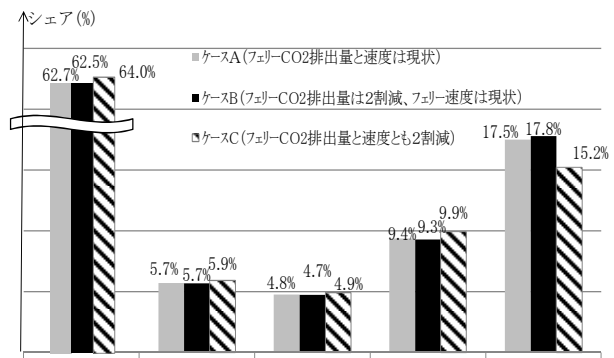


図-2 CO<sub>2</sub>排出量原単位・速度の分担率への影響

### 【成果の発表】

国総研資料No. 708 「国内海上ユニットロード輸送に関わる経路選択と環境対策についての一考察」

### 【成果の活用】

構築した輸送機関分担モデルは、今後のGHG対策などによる輸送機関分担変化率やCO<sub>2</sub>排出量変化等を考える際のツールとしての活用が期待できる。



## 輸出入港湾貨物の海上輸送費用に関する研究

Basic research on maritime transport cost of import and export port cargo

港湾研究部 港湾システム研究室

(研究期間 平成 24 ～26 年度)

室 長 渡部 富博  
研 究 官 佐々木 友子

### [研究目的及び経緯]

成果重視の行政が展開されており、港湾の各種施策の導入や実施にあたり、その成果（アウトカム）指標の一つとして「港湾貨物の輸送費用削減」が導入され、毎年チェックアップされている。また、海上輸送費用は、港湾施設の費用便益分析や貨物流動予測モデルなどの構築においても、その設定が非常に重要となっており、船型別の輸送コスト式等により、その設定がなされている。このように、輸送費用は、港湾施策・事業の評価や、貨物流動予測モデル構築等において、重要な要素であるが、特に輸出入港湾貨物については、相手国・地域が多岐にわたり、船型の異なる様々な船舶で輸送されていることもあり、海上輸送費用の把握が難しい状況である。

そこで本分析では、海外との海上輸送費用に焦点をあて、輸送費用をマクロ・ミクロの双方から算定して、近年のわが国と海外との間の海上輸送費用の動向を分析するほか、港湾施策の展開や船舶の大型化の進行、TPP をはじめとする経済連携等によって、海上輸送費用がどのように変化するかなどを分析し、今後のわが国の物流費用の削減のアウトカム指標の進捗や設定検討の際の基礎資料とするものである。

平成 24 年度は、輸入側から見た CIF 価格と輸出側から見た FOB 価格との差額から輸送費用を推計するマクロ分析を日米間について実施したほか、ミクロ分析のための輸送費用に関わる資料収集などを行った。

## 港湾貨物に関する動静分析

Study on the trends of port-related cargo

港湾研究部 港湾システム研究室

(研究期間 平成 21 年度～)

室 長 渡部 富博  
主任研究官 野田 巖  
研 究 官 佐々木 友子

### [研究目的及び経緯]

より効率的な港湾の整備や成果重視の行政が必要となっており、貨物流動や船舶動静の現状分析はもちろんのこと、社会経済状況の変化や海上輸送をとりまく各種の規制緩和、超大型コンテナ船就航等輸送環境変化など、より詳細な港湾貨物や港湾の利用などに関する分析が必要となっている。

このような状況のもと、国際貿易構造の分析、港湾取扱貨物量、船舶寄港実績や船型の動向、国際海上コンテナ貨物のトランシップや海外フィーダー輸送の状況、内貿ユニットロードの輸送状況など、港湾物流に関する政策の企画・立案のための各種分析・研究を継続的に実施する。

24 年度は、貿易動向や港湾取扱貨物量などに関する分析、港湾貨物の流動状況に関する分析、大型コンテナ船の寄港動向など航路動向に関する分析、海外諸港の港湾整備動向など、港湾物流に関する動静分析を継続的に実施した。なお、分析内容や結果等に関しては、本省や地方整備局等の関係部局と調整・意見交換などを行った。

## 港湾の事業評価手法の高度化に関する研究

Research on evaluation methodology for port investment

港湾研究部 港湾システム研究室

(研究期間 平成 21 年度～)  
室 長 渡部 富博  
研 究 官 佐々木 友子

### [研究目的及び経緯]

より効率的な事業の実施のために、費用対効果分析や施策の効果をより分かり易く国民に示すアウトカム指標による評価などが行われている。従って、それらの基礎となる港湾コストの削減や、港湾整備による地域経済への波及効果など、港湾の整備や利用に関わる効果についての基礎的で継続的な分析が必要となっていることから、港湾の事業評価に関する基礎データの収集や分析、評価手法の高度化を行うものである。

24 年度は、震災時に関わる港湾施設の評価手法高度化のために、基礎資料の収集整理を行ったほか、ねばり強い防波堤や震災時の港湾の果たす役割などに関わる評価手法についての検討を行った。

## 港湾施設の性能照査法の体系化に関する研究

Study on Systematization of Design Methods for Port and Harbour Facilities

港湾研究部 港湾施設研究室

(研究期間 平成 23～26 年度)

室 長 宮田 正史  
研 究 員 浅井 茂樹

### [研究目的及び経緯]

港湾基準においては安全率を用いた仕様規定型の設計体系から脱却し、平成 19 年度より性能設計へと移行した。本研究では、性能設計体系における港湾施設の性能照査法の体系化の検討を行う。

このため、港湾施設の性能照査において必要な作用の評価方法の研究、とりわけ地震動の評価方法の研究を行うとともに、確率論を援用した信頼性設計法などの各種設計法の適用方法について検討する。

平成 24 年度においては、設計地震動の評価として、全国の港湾において新規に取得された強震観測記録や常時微動観測記録をもとにして、あらたに全国 11 港における入力地震動の作成を行い、ホームページ上で公開した。設計法に関する検討としては、岸壁（重力式岸壁、矢板式岸壁）を対象とした地震時における簡易変形量推定手法に関する研究および簡易耐震性能照査手法に関する研究、防波堤の耐津波設計法に関する研究（「防波堤の耐津波設計ガイドライン（案）」

（H25.1 公表）の策定支援）、レベル 2 地震動に対する係留施設の許容変形量の設定法に関する研究などを行った。また、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の部分改訂（全 3 件）を行った。

# 港湾分野における社会資本のライフサイクルをととした 環境評価技術の開発に関する研究

Development of environmental assessment technology during the life cycle period for port infrastructures

(研究期間 平成 21～24 年度)

港湾研究部 港湾施工システム課  
Port and Harbor Department  
Port Construction Systems Division

課長  
Head  
係員  
Research Engineer

工藤 英輝  
Hideki KUDO  
林 友弥  
Tomoya HAYASHI

In this study, we calculated the unit rates for CO<sub>2</sub> emission derived from design and construction for port facilities. And we also calculated the total amount of CO<sub>2</sub> emissions, as examples, such as caisson type quay-wall and dredging fairway, and analyzed the characteristics of emissions.

## 〔研究目的及び経緯〕

近年、地球温暖化を始めとする環境問題の深刻さからその対策の必要性が認識されるようになり、環境問題への検討についても持続可能性を考慮した手法が重要と考えられている。この持続可能性を評価する手法としてLCA（ライフサイクルアセスメント）が期待され、現在、社会資本分野のLCAについては、環境負荷計算方法の共通化やシステム境界の統一に向けて検討が行われており、港湾分野においてもLCAをととした環境評価技術の開発が求められている。

本研究では、港湾分野におけるLCA手法の検討を行うとともに、港湾施設の建設による二酸化炭素排出量を試算し、港湾整備事業におけるLCAの適用性の検討を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 港湾分野におけるLCA手法の検討 (平成 21～22 年度)

工事に起因する二酸化炭素排出は、資源採取や製品加工、運搬、現場施工、利用、維持管理、廃棄に至る様々なライフステージで発生する。LCAでは、一般的には、資源採取から廃棄までの全てのライフステージを考慮した上で最も有効な材料・工法等を選定することを目標に実施されるのが望ましいが、港湾構造物の維持管理計画や供用期間などについては十分な情報が得られていないため、それら要素を考慮した検討を行うことが困難である。そのため、港湾分野でのLCAに関する境界条件等の各種設定について検討を行い、港湾工事に使用される資機材等の環境負荷原単位の作

成を行った。

### 2. 港湾施設の建設に関する二酸化炭素排出量の推計 (平成 22～24 年度)

各種港湾施設を対象として二酸化炭素排出量を推計し、港湾工事に関する推計データの蓄積と排出特性の分析を行った。

## 〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

### 1. 港湾分野におけるLCA手法の検討

#### 1.1 LCA推計で検討するライフサイクルについて

港湾構造物の維持管理計画や供用期間などについては十分な情報が得られておらず、一般的なLCAのライフサイクルで検討することが困難である。そうした状況を考慮し、本研究では図-1に示す港湾施設のライフサイクルのうち、資源採取から施工までを対象段階とした。

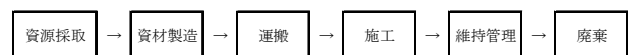


図-1 港湾施設のライフサイクル

#### 1.2 環境負荷原単位の作成

LCAのインベントリ分析手法には、対象とする資機材の製造過程で発生する環境負荷を積み上げる「積上げ法」と日本国内全体の生産・販売等の活動の流れを金額単位で表した産業連関表を用いて環境負荷量を求める「産業連関法」がある。実態に応じてきめ細かく二酸化炭素排出量を求めるには積み上げ法が適してい

るが、製造工程に投入される材料や部品の製造工程にまで遡って網羅的に二酸化炭素排出量を推計することは困難である。これに対して産業連関法は対象資機材の生産・販売等の連関関係を網羅的に計算することができるが、産業・品目分類よりも細かい分類での二酸化炭素排出量推計は困難である。

積み上げ法では、対象資機材が製造される際に要したエネルギー消費量等の情報が必要になる。しかし港湾施設の建設に使用される資機材については、製造時に投入された資源やエネルギーの内訳が公開されていないものが殆どであり、二酸化炭素排出量を算定することは困難である。そのため、本研究では産業連関表を用いることを基本とし、産業副産物を原料とした資材のように産業連関表では主製品となっていない資機材について積み上げ法と産業連関法を併用した。

## 2. 港湾施設の二酸化炭素排出量推計

重力式岸壁工事、浚渫工事、災害がれきによる海面処分場整備を対象に二酸化炭素排出量の推計を行った。

重力式岸壁工事についてはケーソン中詰材について砂の場合と銅スラグを用いた場合の比較検討を行い、浚渫工事については浚渫を行う船団構成の違いによる比較検討を行った。なお、この2つの検討結果については国土技術政策総合研究所資料 No. 651 にて詳細を報告している。

海面処分場整備に関しては、大規模災害により発生したがれきの処分手段として、港の既設防波堤背後に海面処分場(約200万m<sup>3</sup>)を建設してがれき埋立を行うケースと、一般的な陸上処分場(30万m<sup>3</sup>)を複数建設するケースを想定して比較検討を行った。がれきの輸送は陸上輸送50kmと想定し、海面処分場では海上輸送として2kmを追加した。海面処分場の概要を図-2及び図-3に、陸上処分場の概要を図-4にそれぞれ示す。また、工事費及びCO<sub>2</sub>排出量の推計結果を図-5に示す。

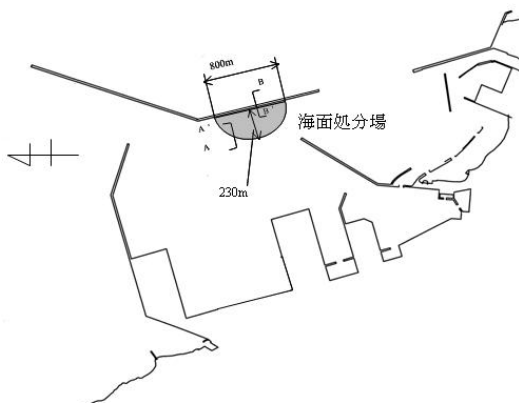


図-2 想定する海面処分場位置

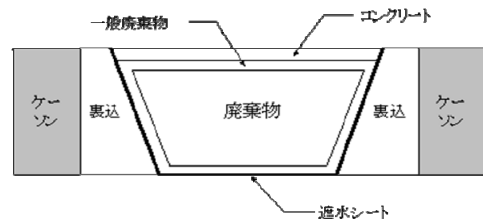


図-3 海面処分場の概要

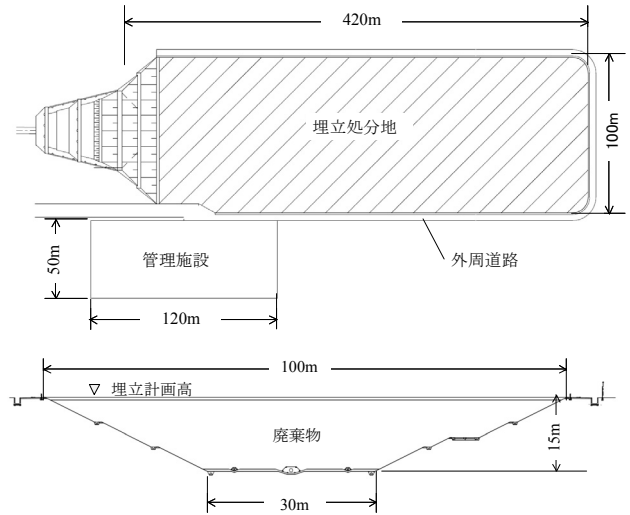


図-4 陸上処分場の概要

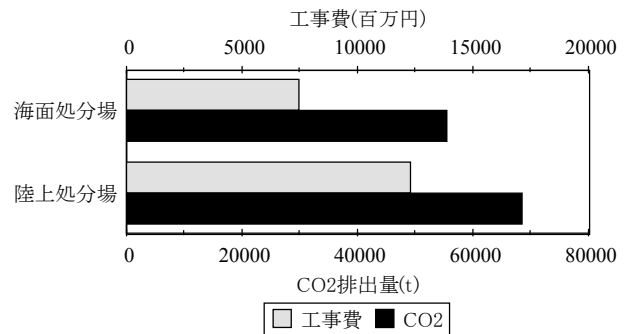


図-5 処分場の検討結果

### [成果の活用]

本研究で得られた成果および知見により、港湾施設の二酸化炭素排出量の推計についての一助となると考える。また、今後、港湾施設の維持管理や二酸化炭素排出推計事例などの情報蓄積が行われることで、推計精度および排出特性分析が向上し、港湾整備による二酸化炭素排出量の効率的な削減手法などの検討につながる事が考えられる。

## 港湾施設のライフサイクルコスト推計に関する検討

Study on Life Cycle Costing and Repair Method for Port Facilities

港湾研究部 港湾施工システム課

(研究期間 平成 22 年度～)  
課 長 工藤 英輝  
第二係長 西ノ園 憲人

### [研究目的及び経緯]

港湾施設については、高度経済成長期に集中投資した施設の老朽化が進行することから、必要な機能を維持しつつ、将来の維持補修コストを削減するため、従来の事後保全的な維持管理から予防保全的な維持管理への転換が求められている。そのため、港湾施設毎の劣化予測結果からライフサイクルコストを推計できる実用的な手法を整理し、ライフサイクルコスト計算プログラムを作成する。

本年度は、過年度に作成した 6 施設（防波堤、棧橋、矢板式岸壁・重力式岸壁、航路・泊地、臨港道路橋）について一括計算が可能なプログラムに改良した。併せてライフサイクルコストの平準化技術について検討し、一括計算プログラムと連動した平準化プログラムも作成した。

今後は、さらなる維持補修コストの削減を図るため、維持補修に関する新技術（新工法・新材料等）を活用したライフサイクルコスト推計の高度化に向けた調査研究を実施する。

## 港湾分野における環境負荷低減に関する調査

Research on reduction of environmental load by field of port

港湾研究部 港湾施工システム課

(研究期間 平成 15 年度～)  
課 長 工藤 英輝  
係 員 林 友弥

### [研究目的及び経緯]

平成 13 年度に施行されたグリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に基づき「環境物品等の調達推進に関する基本方針」が策定され、国等が重点的に調達を推進すべき環境物品等の種類（以下「特定調達品目」という）及びその判断基準を定めて、特定調達品目が毎年更新されている。また、地球環境問題に対する取り組みの一環として、特定調達品目の利用を始めとした環境負荷が低減できる資材等を利用した公共工事への調達推進の取り組みが求められている。

本年度は、環境物品等の利用推進に向け「既存の特定調達品目の再評価」に関する検討を行うとともに、港湾空港分野以外の「リサイクル材」を対象に、港湾空港分野への適応可能性を検討し、用途、工種、品質性能等の利用方策について取りまとめた。

## 港湾等事業における品質確保の促進に関する検討

Study on promotion measures of quality assurance in port

港湾研究部 港湾施工システム課

(研究期間 平成 18 年度～)  
課 長 工藤 英輝  
第二係長 西ノ園 憲人

### [研究目的及び経緯]

公共事業の品質確保については、平成 17 年 4 月の「公共工事の品質確保の促進に関する法律」施行後以降、一般競争入札及び総合評価方式の適用拡大をはじめとする様々な入札契約制度の改善・改革が進められ、公共調達改革を進めるうえで更なる品質確保に向けた取り組みが求められている。

本年度は、港湾空港分野の品質確保の促進を目的とし、適切な企業評価に向けた「競争参加資格」の検討を行い「数値の算定及び等級の格付け要領」見直しを行った。また品質と価格の総合性に優れた調達方式に向けた「工事の新総合評価方式」の検討を行い、見直し案を提案した。さらに、施工プロセス工事の本格運用に向けた「施工プロセス工事の成果」について分析検討を行い、本格運用に向けた課題と解決策を提案した。