

ISSN 1346-7328

国総研資料 第44号

平成14年9月

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No. 44

September 2002

## 港湾施設の維持補修・更新費の将来推計に関する研究

高橋宏直・舟橋 香・横田 弘

Study on Estimation of Future Maintenance and Rehabilitation Costs  
in Japanese Ports

Hironao TAKAHASHI, Kaori FUNABASHI and Hiroshi YOKOTA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

## 港湾施設の維持補修・更新費の将来推計に関する研究

高橋 宏直\* ・ 舟橋 香\*\* ・ 横田 弘\*\*\*

### 要 旨

わが国の港湾施設の多くは戦後から高度経済成長期に形成されたため、今後、それらの施設に対する維持補修、更新に関する費用が急激に増大することが想定される。一方で、今後のわが国の経済社会動向を考えた場合に、今までのような公共事業費の増加は難しく、状況によっては減少することも考えられる。

このため、本研究では既往の分析結果を踏まえたうえで、様々なケースについて港湾施設全体に関する維持補修・更新費の将来推計を行った。その結果、港湾整備事業費の総額に対する維持補修・更新費の比率は2015年度では17～25%、2025年度では22～38%になると推計された。

キーワード：港湾施設，維持補修費，維持補修費率関数

---

\* 港湾研究部 港湾計画研究室長  
\*\* 港湾研究部 港湾計画研究室  
\*\*\* 独立行政法人 港湾空港技術研究所 地盤・構造部 構造強度研究室長  
〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所  
電話：0468-44-5027 Fax：0468-44-5027 e-mail: takahashi-h92y2@ysk.nilim.go.jp

## Study on Estimation of Future Maintenance and Rehabilitation Costs in Japanese Ports

Hironao TAKAHASHI\*

Kaori FUNABASHI\*\*

Hiroshi YOKOTA\*\*\*

### Synopsis

In Japan, great numbers of port and harbor infrastructures have been continuously constructed after the last war. Since those structures are reaching their design service lives, it is presumed that the maintenance and rehabilitation costs rapidly grow for keeping those structures in good serviceable conditions. However, considering the future economic and social trend in Japan, it may be difficult to keep the budget for port sectors in the same level as that before.

This study estimates the future maintenance and rehabilitation costs for port and harbor structures under various conditions of the future port investment. Referring relevant analytical results for civil infrastructures, the estimated results are examined and discussed. In conclusion, the maintenance and rehabilitation costs are estimated to be 17 to 25% and 22 to 38% at the fiscal year of 2015 and 2025 respectively to the total investment for port construction by the government.

**Key Words:** port and harbor infrastructures, maintenance and rehabilitation cost,  
maintenance and rehabilitation cost function

---

\* Head of Planning Division, Port and Harbour Department  
\*\* Researcher of Planning Division, Port and Harbour Department  
\*\*\* Head of Structural Mechanics Division, Port and Airport Research Institute  
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan  
Phone : +81-468-44-5027 Fax : +81-468-44-5027 e-mail:takahashi-h92y2@ysk.nilim.go.jp

## 目 次

1. はじめに	1
2. 維持補修・更新費の将来推計に関する既往の研究事例	1
2.1 1986年日本の社会資本：フローからストックへ	1
2.2 1991年経済審議会2010年委員会社会資本小委員会報告	2
2.3 1988年日本の社会資本：21世紀へのストック	2
2.4 2000年建設白書2000	3
2.5 港湾施設（係留施設）の維持補修費の推計モデルの構築および将来動向の推計	4
3. 推計の基本的な考え方	6
3.1 施設区分	6
3.2 事業費推計	6
3.3 維持補修費率関数の設定および維持補修費の推計	6
3.4 新設・改良費率の推計および維持補修費率の修正	7
3.5 更新費の推計	8
3.6 推計結果の検証	8
3.7 災害復旧費の推計	8
4. 施設別維持補修・更新費の将来推計	8
4.1 係留施設	8
4.2 水域施設	9
4.3 外郭施設	9
4.4 臨港交通施設	13
4.5 環境整備施設の将来推計	15
4.6 その他施設の将来推計	15
5. 港湾施設の維持補修・更新費の将来推計および検証	19
6. おわりに	20
謝辞	20
参考文献	20
付録	21



## 1.はじめに

わが国における近代港湾整備は、明治維新以降から行われ、今日までに大規模な港湾施設が形成されてきている。現在では年間30億トンもの貨物が港湾で取り扱われるなど、これらの港湾施設は有効に活用され、経済的、社会的にも重要な役割を担っている。

しかしながら、港湾施設の多くは戦後から高度経済成長期に整備されたため、今後、それらの施設に対する維持補修、更新に関わる費用が急激に増大することが予想される。一方で、今後のわが国の経済社会動向を考えた場合に、今までのような規模の公共事業費の投入は難しく、減少することさえも想定される。このような事業費の制約下で、急増することが確実である維持補修・更新のための事業を効率的に進めていくには、これに必要な費用を適切に見積もり、計画的に取り組むことが必要となる。しかしながら、現状では港湾施設全体に対する維持補修・更新費の具体的な将来推計は実施されていない。

したがって、本研究では経済企画庁等による既往の分析結果<sup>1)~4)</sup>を踏まえたうえで、港湾施設全体の維持補修・更新費の定量的な将来推計を行う。

なお、本研究で用いる新設、改良、維持補修、更新の各用語をつぎのように定義する。

- ・新設：整備計画に基づき全く新規に構造物を建設すること。
- ・改良：新たな機能増進要求により、もしくは新たな整備計画により、既存の構造物を利用して当初よりもさらに施設の機能を向上、強化させること。
- ・維持補修：物理的の老朽化を許容限界以内にとどめるため構造物を部分的に作り替えることで新設時点に有していた機能まで回復させること（修繕）、必要最低機能が失われる時機を延伸させることおよび機能を維持すること。
- ・更新：物理的に老朽化した構造物を耐用年数を経過した後全面的に作り替えることで、新設時に有していた機能まで回復させること。

## 2.維持補修・更新費の将来推計に関する既往の研究事例

まず、近年における社会資本の維持補修・更新費の将来推計に関する主要な分析事例を整理する。その際、将来の維持補修・更新費を具体的に推計した事例を対象とし、ライフサイクルマネジメントシステム等のように個別の施設の維持補修手法に関する研究事例は対象外とし

ている。

### 2.1 1986年日本の社会資本：フローからストックへ (1) 概要

1986年9月に発行された「日本の社会資本：フローからストックへ（経済企画庁総合計画局編）」<sup>1)</sup>では、「社会資本の維持更新費の将来予測」が付章に示されている。そこでは、21世紀においては高度経済成長期に着実に増加した社会資本ストックが更新時期を迎えるとともに、ストックの蓄積に伴い必要となる維持更新費も増大するとの認識のもとに、2000年度および2025年度の維持補修・更新費が推計されている。

#### (2) 推計の考え方

道路、港湾、空港等の11部門を対象として構築した推計モデルを用いて公的資本ストック全体での維持補修費が推計されている。

その際、部門別のストック額と維持補修費との間には式(1)に示す関係があることが、分析結果に基づき示されている。また、更新費は耐用年数を経過した過去の設備投資の除去額が相当すると仮定されている。

$$\log Mt = a \log Kt + b \quad (1)$$

ここで、 $Mt$ ： $t$ 年次における維持補修費

$Kt$ ： $t$ 年次におけるストック額

$a, b$ ：定数

また、新設改良費の年間増加率を1982年度（昭和57年度）を初項として3ケース（0%、3%、5%）設定し、1990、2000、2010、2025年度の4時点での維持補修費、更新費が推計されている。

#### (3) 推計結果

推計の結果を図-1に示す。全体投資額に占める維持補修・更新費率は、新設改良費の伸びが3%の場合には2000年度で41.2%、2025年度で57.0%、5%の場合には2000年度で34.8%、2025年度で45.2%と推計されている。特に、新設改良費の年間増加率が0%の場合には、2025年度で100%に達すると推計されている。

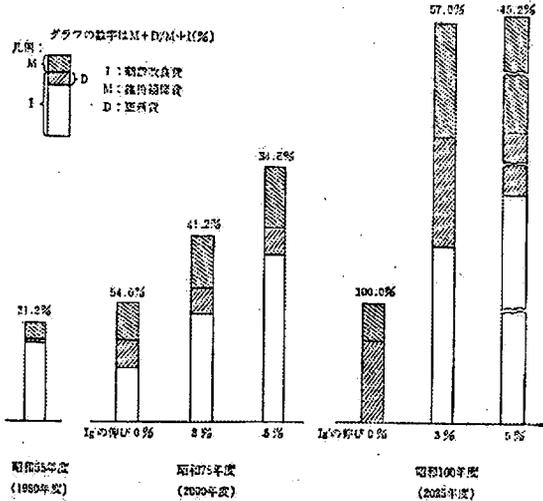


図-1 推計結果

「日本の社会資本：フローからストックへ」

## 2.2 1991年経済審議会 2010年委員会社会資本小委員会報告

### (1) 概要

1991年10月に発行された「2010年への選択シリーズ5：今つくる明日への社会資本－良質なストック形成に向けて（経済審議会 2010年委員会社会資本小委員会報告経済企画庁総合計画局編）<sup>2)</sup>（図-2）では、「2010年における社会資本整備の展望」の中で社会資本の更新がとり上げられている。これまでの新たな施設整備への努力に対して、今後は蓄積された社会資本の耐用年数の経過に伴って予想される大量の更新需要への的確な対応が必要であるとして、今後の更新需要を推計している。

### (2) 推計の考え方

更新投資の概念は実際の公共事業予算や決算の集計・整理によって算出できるものではないとして、マクロ的な視点から一定の耐用年数を仮定して社会資本ストック額推計結果から単純に推計されている。なお、具体的な推計データや推計手法は示されていない。

将来予測については、公的固定資本形成の伸び率を2000年度までは公共投資基本計画に基づき設定され、2001年度から2010年度までは0%と仮定した場合と、3%と仮定した場合について設定されている。この設定に基づき、2000年度および2010年度の更新費が推計されている。

### (3) 推計結果

更新投資の推計結果を図-3に示す。推計結果としての

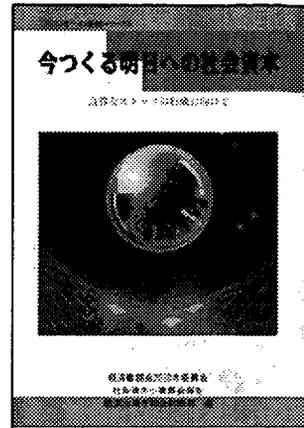


図-2 「経済審議会 2010年委員会社会資本報告」

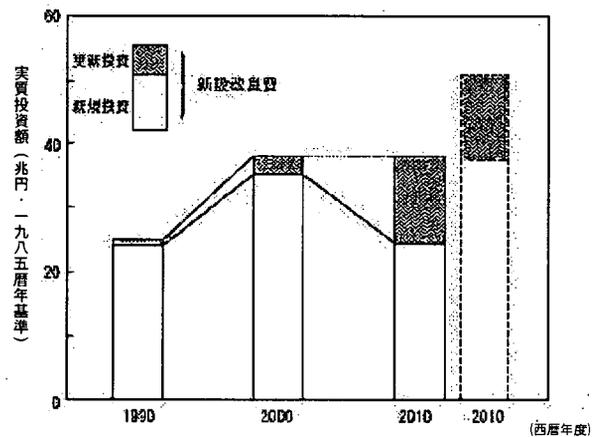


図-3 推計結果「経済審議会 2010年委員会」

具体的な数値は示されていないものの、2000年度までは、その値が小さい。それ以降は高度成長期に蓄積された社会資本ストックの更新時期を迎えることにより、更新投資が著しく増大すると推計されている。

## 2.3 1998年日本の社会資本：21世紀へのストック

### (1) 概要

1998年3月に、「日本の社会資本：フローからストックへ」<sup>1)</sup>の続編として「日本の社会資本：21世紀へのストック（経済企画庁総合計画局編）」<sup>3)</sup>（図-4）が発行され、「社会資本の維持更新費の将来予測」が参考資料として示されている。そこでは、21世紀に入ると大量の更新需要の発生が予想されるとともに、維持更新費も増大するとの認識のもとに、2000年度および2010年度の維持補修費、更新費が推計されている。

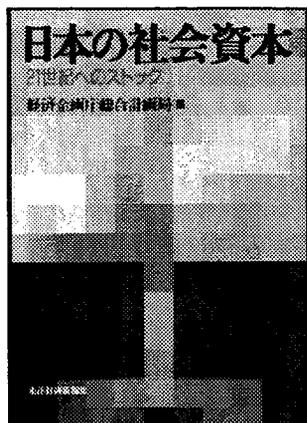


図-4 「日本の社会資本：21世紀へのストック」

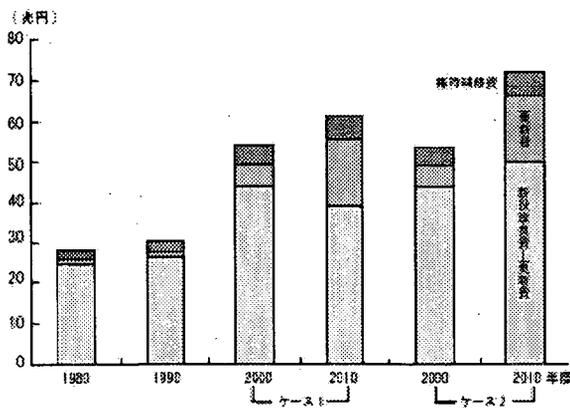


図-5 「日本の社会資本：21世紀へのストック」

(2) 推計の考え方

「日本の社会資本：フローからストックへ」<sup>1)</sup>と同様に道路、下水道、都市公園等の8部門を対象としてモデルを構築して各部門の維持補修費を推計している。その結果をもとに公的資本ストック全体での維持補修費が推計されている。ここでも、維持補修費は式(1)で示す回帰式により推計されている。また、更新費の考え方も、「日本の社会資本：フローからストックへ」<sup>1)</sup>と同じく耐用年数を経過した過去の設備投資の除去額が相当すると仮定して推計されている。

将来予測については、新設改良費実質投資額の年間伸び率を2004年度まで3%とし2005年度から2010年度までは0%としたケース1と、2010年度までを一律に3%としたケース2を設定し、1990、2000、2010年度の3時点での維持補修費、更新費が推計されている。

(3) 推計結果

推計結果を図-5に示す。投資額に占める維持補修・更新費率の推計結果は、1990年度時点の14%に対してケース1では2000年度で18%、2010年度で36%、ケース2では2000年度で18%、2010年度で31%に達している。

2.4 2000年 建設白書2000

(1) 概要

2000年8月に発行された「建設白書2000(建設省)」<sup>4)</sup>(図-6)では、「住宅・社会資本整備の検証と今後のあり方」の中で、建設省所管公共施設に関する将来の維持・更新投資の推計が示されている。そこでは、ストック効果が発揮される維持管理のあり方を検討するために維持管理額を認識する必要があるとして、1995~2025年度の維持投資額、更新投資額、新規投資額および災害復旧投資額が

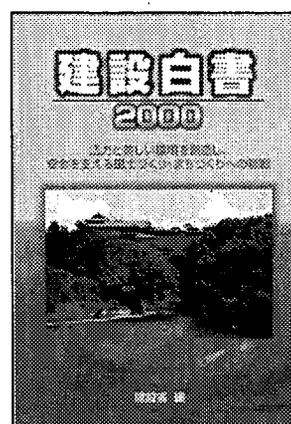


図-6 「建設白書2000.(建設省)」

推計されている。

(2) 推計の考え方

表-1に示される対象事業ごとに、維持投資額は過去のストック額と維持投資額の回帰分析により、更新投資額は社会資本の部門毎に一定の仮定により、災害復旧投資額は社会資本の部門毎に過去のストック額と災害復旧投資額との回帰分析により、それぞれ推計されている。さらに、建設省所管公共投資総額の将来動向推計結果から維持投資額、更新投資額、災害復旧投資額を差し引くことにより、新規投資額が推計されている。

将来予測については、1995年度以降の建設省所管公共投資総額の年間伸び率を+1%、±0%、-1%とした場合の3ケースを設定して、2025年度まで連続的に推計されている。

(3) 推計結果

推計結果を図-7に示す。総投資総額に占める維持補

修・更新費率は、1995年度時点の17%に対して、2025年度においては年間伸び率が+1%のケースでは34%、±0%のケースでは42%、-1%のケースでは51%に達すると推計されている。

## 2.5 港湾施設（係留施設）の維持補修費の推計モデルの構築および将来動向の推計

### (1) 概要

著者らは「港湾施設の維持補修費の推計モデルの構築および将来動向の推計」<sup>5)</sup>を発表した。その際、係留施設のみを対象とした維持補修費率関数を構築し、このモデルによる維持補修費および更新費を推計した。

### (2) 推計の考え方

港湾整備事業では、道路整備事業等と異なり、維持補修事業が明確に位置づけられていない。このため、1998年度に旧運輸省港湾局が全国港湾を対象に実施した係留施設の維持補修に関するアンケート結果等から、経過年数ごとの初期建設費に対する維持補修費の比率を示す維持補修費率関数を構築した。式(2)および図-8に、この維持補修費率関数を示す。この維持補修費率関数から求められる値は、維持補修のための毎年の積立金あるいは引当金と考えられる。この維持補修費率関数に関しては、付録-Aに詳述する。なお、式(2)は1959年度以降に整備された施設への適用を想定したものであるが、1958年度以前に整備された施設に関しては、一定値を与える別の式も示した。

$$Y = k / (1 + a \exp(-bX)) \quad (2)$$

ここで、

Y: 初期建設費に対するX年後の維持補修費率

X: 建設後の経過年数(年)

k:  $1.2702 \times 10^{-2}$

a: 53.195

b: 0.11865

この関数を用いることで、初期建設費（新規・改良費）が設定されれば、経過年数ごとの維持補修費を推計することが可能となる。

将来予測は、係留施設の維持補修費のマクロ推計を主眼として、過去の実績動向から新規改良費の推移をロジスティック曲線によりモデル化して行った。すなわち、2.1～2.4の事例とは異なり、年間伸び率を一律に設定していない。そのうえで、2025年度までの維持補修費および更新費の将来動向を推計した。

### (3) 推計結果

推計結果を図-9および図-10に示す。ここで、図-9は、建設された係留施設は維持補修を行うことで半永久的に使用すると仮定して求めた結果であり、更新費は想定していない。一方、図-10は、係留施設の耐用年数を50年と設定し、51年目に更新費が発生すると想定した結果である。係留施設事業費に占める維持補修・更新費率は、2010年度で35%、2025年度で56%となっている。

表-1 「建設白書2000」維持投資額の推計対象事業部門

対象事業	対象範囲
道路事業	道路・都市計画街路事業（直轄・補助・地方単独）
河川事業	直轄河川事業
河川総合開発事業	直轄河川総合開発事業
都市公園事業	都市公園事業（補助・地方単独）
下水道事業	下水道事業（補助・地方単独）
公営住宅事業	公営住宅事業（補助）

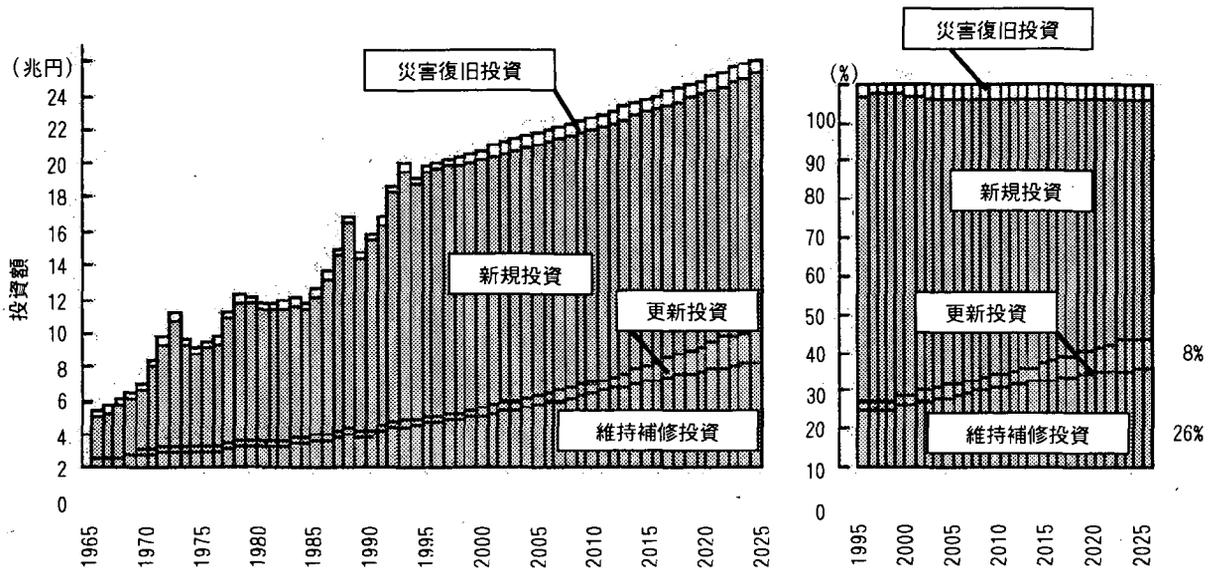


図-7.1 推計結果「建設白書2000(建設省)」(+1%のケース)

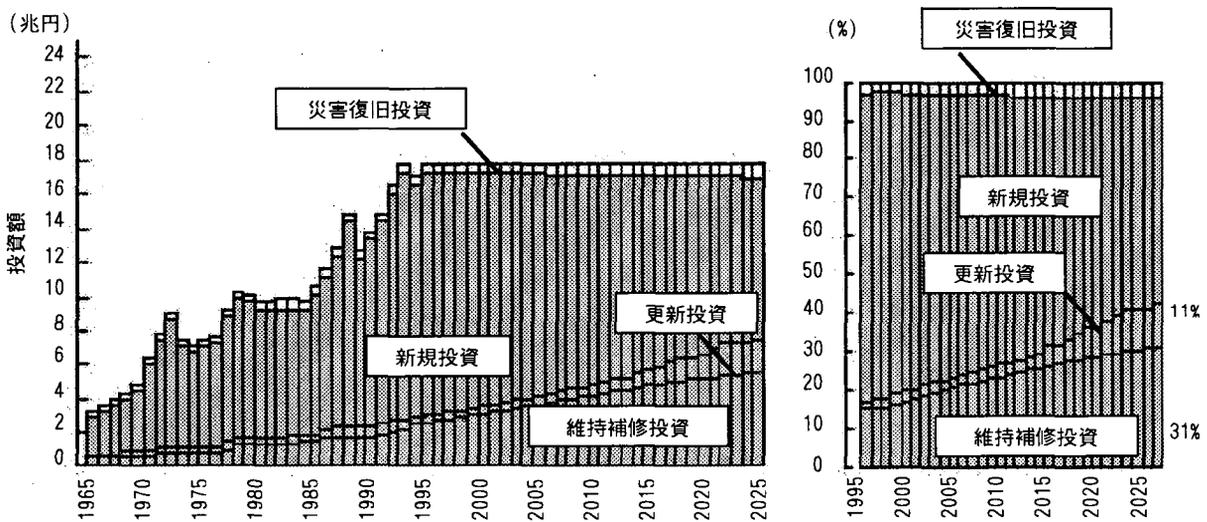


図-7.2 推計結果「建設白書2000(建設省)」(±0%のケース)

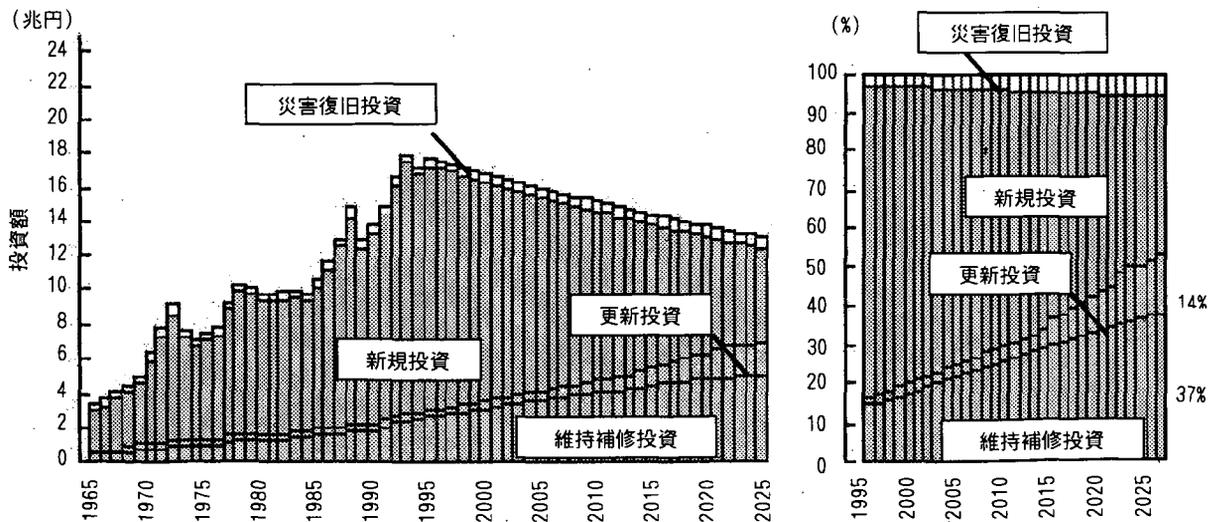


図-7.3 推計結果「建設白書2000(建設省)」(-1%のケース)

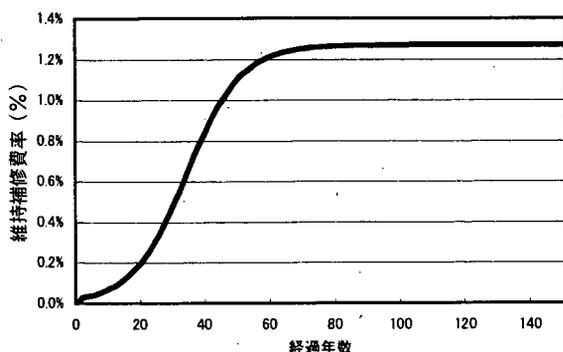


図-8 維持補修費率関数

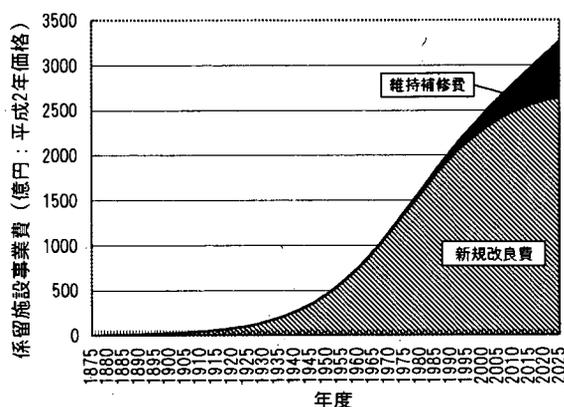


図-9 推計結果1「港湾施設(係留施設)の維持補修費の推計モデル構築および将来動向推計」

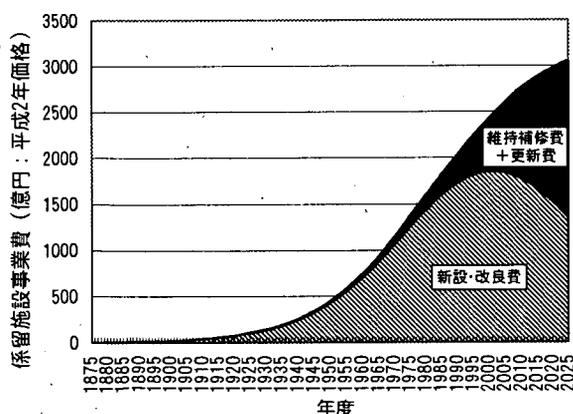


図-10 推計結果2「港湾施設(係留施設)の維持補修費の推計モデル構築および将来動向推計」

### 3. 推計の基本的な考え方

本研究では、港湾施設全体で生じることが想定される維持補修・更新費の将来動向を推計することを目的としてい

る。その手法を図-11に示すとともに、推計の基本的な考え方を以下に述べる。

#### 3.1 施設区分

対象とする港湾施設をできるだけ詳細に区分することにより、高い精度の推計が期待される。一方で、データの整理およびモデルの構築が煩雑となる。このため、港湾局において港湾整備事業の区分として用いられている、係留施設、水域施設(開発保全航路を含む)、外郭施設、臨港交通施設、環境整備施設、その他施設の6分類をここでは適用する。

#### 3.2 事業費推計

個別施設区分毎に過去の事業費を設定する。さらに、将来の事業費を一定の増減率により推計する。港湾整備事業費(災害復旧費を含まない)については、宮崎の研究<sup>6)</sup>および港湾局のデータを基に1875年度(明治8年度)以降のものが明らかになっている。しかし、各施設区分毎のデータについては、1956年度(昭和31年度)以降しか得られない。このため、1956年度から10年間の施設区分別事業費率を算定し、その動向から1955年度以前の各施設区分別事業費率を設定する。これを港湾整備事業費に乗じることで施設区分別事業費を推計した。また、これらの事業費は名目値ではなく、実質事業費とする必要があるために、ここでも宮崎の研究<sup>6)</sup>および港湾局のデータから1990年度(平成2年度)を基準年とするデフレータを作成した。なお、付録-Bにおいて、本研究で用いた1875~1995年度までの港湾整備事業費、各施設区分別事業費、デフレータを示す。

将来動向については、「建設白書2000」<sup>4)</sup>との整合を考慮して1995年度を基準年とし、1995年度までは実績値を用い、それ以降の港湾整備事業費の年間伸び率を+1%、±0%、-1%の3ケースを設定する。

#### 3.3 維持補修費率関数の設定および維持補修費の推計

6分類した施設区分毎に維持補修費率関数を設定する。ここで、係留施設については式(2)で示した維持補修費率関数の適用が考えられる。なお以下では、式(2)で示される係留施設に関しての維持補修費率関数を係留施設維持補修費率関数とする。一方、他の施設区分に関しては具体的なモデル式はなく、また、係留施設維持補修費率関数と同様の関数を構築するには十分な実績データも得られていない。

このため、各施設区分については、2.3で示した「日本の社会資本：21世紀へのストック」<sup>3)</sup>の中での適用可能

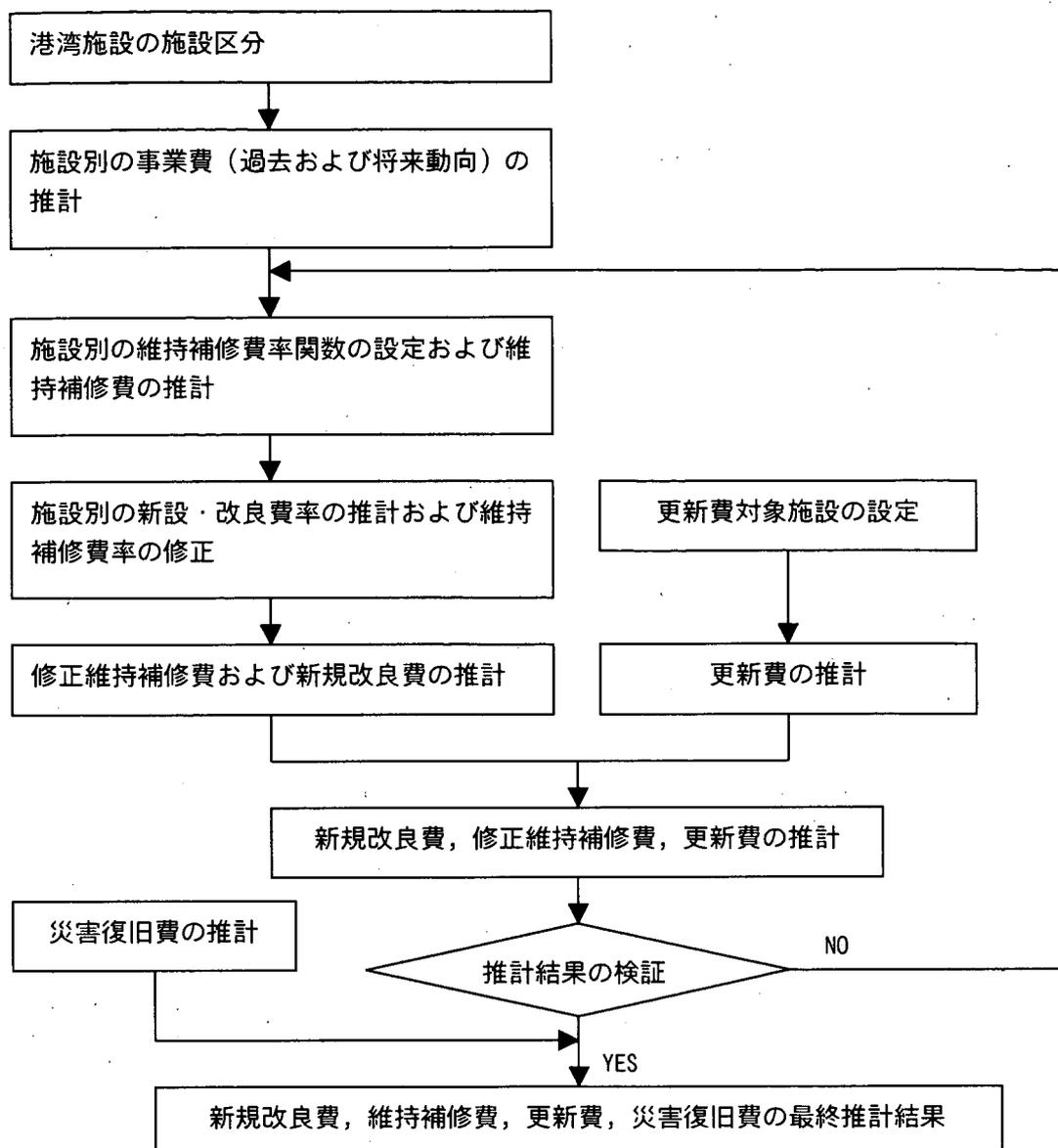


図-11 推計手法のフロー図

なモデル式がある場合には、その式の適用を検討する。しかしながら、適用可能なモデル式がない場合には、係留施設維持補修費率関数を用いて推計する。そして、少数ではあるものの各施設区分毎に得られている維持補修費の実績データと比較により推計結果の妥当性を検証する。この比較検証の結果、係留施設維持補修費率関数による推計結果が低い場合には、その結果を適用する。逆に、係留施設維持補修費率関数による推計結果が高い場合には、まず検証結果を基準とした修正係数を設定して修正する。ただし、3.6の推計結果に対する検証の結果により、必要に応じてこの修正方法の見直しを行う。

### 3.4 新設・改良費率の推計および維持補修費率の修正

3.3では、3.2で推計した施設区分別事業費を初期建設費とし、その外数として維持補修費を推計（以下維持補修費一次推計値）した。しかしながら、この施設区分別事業費には、新設・改良費のみならず本来の維持補修費が既に含まれている。このため、外数で維持補修費を推計した場合には、重複して維持補修費を算定することとなる。そこで、各年度ごとに施設区分別事業費と維持補修費一次推計値の合計値を求め、これに対する維持補修費一次推計値の比率を修正維持補修費率、また1からこれを引いた値を新設・改良費率とする。それぞれの求め方を式(3)および式(4)に示す。

T年度修正維持補修費率

$$= (T年度維持補修費一次推計値) / (T年度施設区  
別事業費 + T年度維持補修費一次推計値) \quad (3)$$

T年度新設・改良費率 = 1 - T年度修正維持補修費率

(4)

ここで求められた修正維持補修費率および新設・改良費率を 3.2 で推計した施設区別事業費にあらためて乗じることによって修正された、適切な維持補修費および新設・改良費を推計する。

### 3.5 更新費の推計

港湾施設では、係留施設以外には陸上構造物のように更新されるケースは少ない。例えば、小樽港の防波堤は 100 年以上も活用されている。また、海底を浚渫することで構築される航路は、埋没に対する維持浚渫が行われるものの、物理的に老朽化して全面的に作り替える例はほとんど見られない。

このため、6分類した施設区分のうち、係留施設のみを更新費推計の対象とする。ここで、係留施設のみ一定の耐用年数を設定し、その耐用年数期間中は維持補修を行うものの、耐用年数を経過した直後に全面的に作り替える（更新する）とする。この考え方は、「日本の社会資本：21 世紀へのストック」<sup>3)</sup>において、更新費を耐用年数を経過した過去の設備投資の除去額が相当すると仮定して推計する手法と同じである。一方、係留施設以外の施設については、更新されることなく、継続的に維持補修されているとする。

ここで推計される更新費は、係留施設事業費に含まれることから、次式のように T 年度の係留施設の事業費から、維持補修費、更新費を差し引くことにより新設・改良費を推計する。

係留施設 : T 年度新設・改良費

$$= T年度事業費 - T年度維持補修費 - T年度更新費 \quad (5)$$

### 3.6 推計結果の検証

港湾整備事業では、維持補修事業費が明確ではないことから推計結果の検証は容易ではない。2. で分析したように港湾部門を含む社会資本全体でのマクロ的な維持補修費の動向が予測されているに過ぎない。ただし、「建設白書 2000」<sup>4)</sup>では建設省所管公共施設にかかる将来の維持・更新投資が推計されていることから、この推計結果を比較

の基準と考える。特に、本研究での将来動向推計の基準年および増減率は「建設白書 2000」<sup>4)</sup>と同じとしたことから比較検証は容易である。ただし「建設白書 2000」<sup>4)</sup>での維持補修の推計結果は、維持補修費率が高い道路整備事業の割合が多いことから、港湾施設を対象とした本研究での推計結果は、この結果より低くなるのが妥当と考えられる。

### 3.7 災害復旧費の推計

港湾部門の災害復旧費は、「日本の社会資本：21 世紀へのストック」において 1953 年度（昭和 28 年度）から 1993 年度（平成 5 年度）までの実績が示されている。この災害復旧費の実績データについては、付録-B に合わせて示す。

「建設白書 2000」<sup>4)</sup>では、災害復旧投資額を社会資本の部門ごとに過去のストック額と相関関係に基づいて災害復旧額を推計している。このように「建設白書 2000」<sup>4)</sup>での過去のストック額を基本として推計しているのに対して、本研究では事業費を基本として推計している。このため、1980～1993 年度における災害復旧費を含まない港湾整備事業費に対する災害復旧費率を算定し、その平均値としての 1.5% を港湾整備事業費に乗じることで災害復旧費を推計する。すなわち、1995 年度を基準として推計される 3 ケースの災害復旧費を含まない港湾整備事業費に 1.5% を乗じることで災害復旧費を推計する。

## 4. 施設別維持補修・更新費の将来推計

3. で示した「推計の基本的な考え方」に基づき個別施設での具体的な推計結果を以下に示す。

### 4.1 係留施設

#### (1) 維持補修費の推計

係留施設については、3.3 で定義した係留施設維持補修費率関数を用いて推計した。なお、3.5 で示したように、係留施設に関しては更新を想定するために、建設されてから供用期間中のみの維持補修費を計上した。ここで、係留施設の耐用年数は 50 年間とした。これは、「日本の社会資本：21 世紀へのストック」<sup>3)</sup>において大蔵省令を引用して 50 年間（港湾部門全体では 49 年間）としていることと整合を図ったことによる。

#### (2) 更新費の推計

更新費については、3.5 で示したように耐用年数とした、50 年間を経過した時点における過去の設備投資の除去額が相当すると仮定して推計した。ただし、3.2 により推計される 1987 年度（明治 8 年度）以降の係留施設の事業費

は大きく変動していること、また、施設の耐用年数は、各施設毎に厳密に50年間と設定できるものではなく、各施設の平均的な期間として50年間と考えるのが妥当である。このため、本研究では過去の各年度毎の設備投資の除去をあらためて単純に計上するのではなく、過去の事業費の各年度時点の前後それぞれ10年間を対象とした移動平均値を更新費として計上した。

以上により先に設定した3ケースについて行った、係留施設の新規・改良費、維持補修費、更新費の将来動向推計結果を図-12に示す。なお、ここでは3.4で示した修正を行っている。また、2000、2015、2025年度における維持補修費率、更新費率を同図に示す。以下の図においても同様の表示を行う。

#### 4.2 水域施設

水域施設については、他の文献等において公表されている適用可能なモデル式がないために、最初に係留施設維持補修費率関数を用いて推計した。次に、港湾局が実施したアンケートデータの中から、古くに水域施設が整備され、近年までに維持補修の実績のある港湾を選択し、その実績データから対象港湾における水域施設の総事業費に対する総維持補修費の比率を算定した。一方、係留施設維持補修費率関数を用いて推計された結果からも同様に比率を算定し、この両者を比較することにより係留施設維持補修費率関数を準用することの妥当性を評価した。

ここで、アンケートデータの中からS港を選択した。S港では泊地が1959年度（昭和34年度）に、航路が1963年度（昭和38年度）に整備が開始され、現在までに、数回の維持浚渫が実施されている。このS港の水域施設の事業費に対する維持補修費の比率の結果は11.4%となった。これに対して、係留施設維持補修費率関数を用いて推計される比率は18.0%となり、後者の推計結果の方が大きな結果となった。

水域施設全体の推計結果を特定の一港湾のデータでの解析結果のみにより評価することは適切ではない。しかしながら、S港のような水域施設のデータは他に得られていない。このため、ここではS港の水域施設の事業費に対する維持補修費の解析結果と同様の比率にするために、係留施設維持補修費率関数を水域施設に準用する手法として、修正係数として0.6を設定し、これに乗じた結果を水域施設の維持補修費とした。

以上により先に設定した3ケースについて、水域施設の新規・改良費、維持補修費の将来動向を推計した結果を図-13に示す。なお、ここでは3.4で示した修正を行っている。

#### 4.3 外郭施設

外郭施設についても、他の文献等において公表されている適用可能なモデル式がないために、最初に係留施設維持補修費率関数を用いて推計した。次に、水域施設と同様に、港湾局が実施したアンケートデータの中から古くに外郭施設が整備され、近年までに維持補修の実績のある港湾を選択した。さらに、その実績データから対象港湾における外郭施設の事業費に対する維持補修費の比率を算定した。一方、係留施設維持補修費率関数を用いて推計された結果からも同様に比率を算定し、この両者を比較することにより係留施設維持補修費率関数を準用することの妥当性を評価した。

ここで、アンケートデータの中からK港を選択した。K港では1949年度（昭和24年度）から複数の外郭施設の整備が開始され、現在までに数回の維持補修が実施されている。このK港の外郭施設の事業費に対する維持補修費の比率の結果は20.0%となった。これに対して、係留施設維持補修費率関数を用いて推計される比率は12.0%となり、水域施設の場合とは逆に、前者の推計結果の方が大きくなった。

水域施設においても検討したように、外郭施設全体の推計結果を特定の一港湾のデータでの解析結果のみにより評価することは適切ではない。しかしながら、K港のような外郭施設のデータは他に得られていない。このため、ここでは外郭施設の維持補修費率関数として係留施設維持補修費率関数を準用し、これにより推計された先の結果を外郭施設の維持補修費とした。

以上により先に設定した3ケースについて、外郭施設の新規・改良費、維持補修費の将来動向を推計した結果を図-14に示す。なお、ここでは3.4で示した修正を行っている。

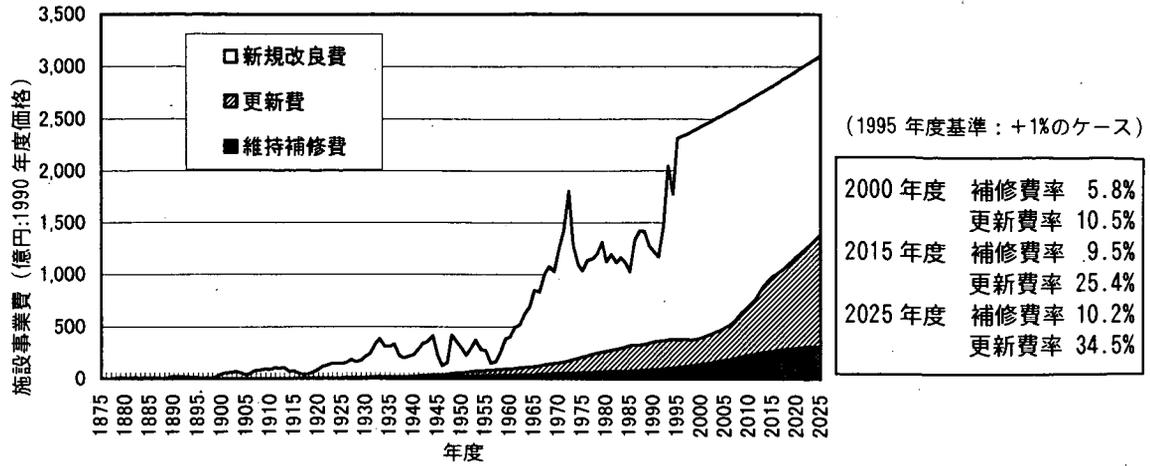


図-12.1 係留施設：新規改良費，維持補修費，更新費の推計結果（+1%のケース）

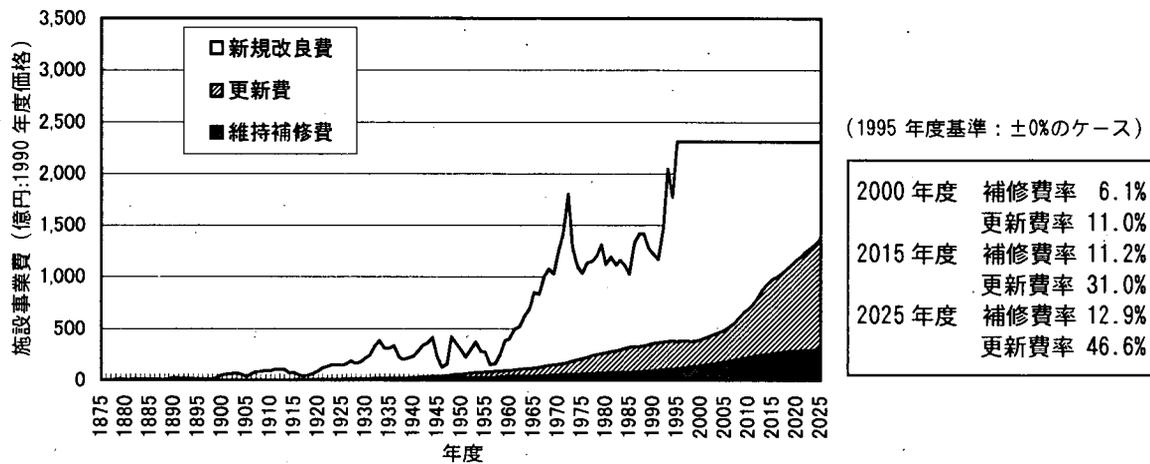


図-12.2 係留施設：新規改良費，維持補修費，更新費の推計結果（±0%のケース）

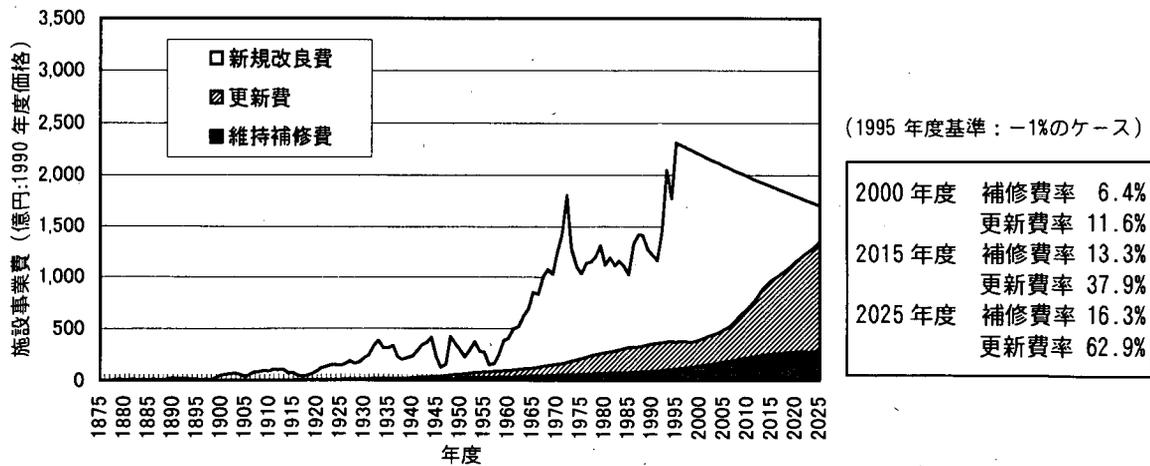


図-12.3 係留施設：新規改良費，維持補修費，更新費の推計結果（-1%のケース）

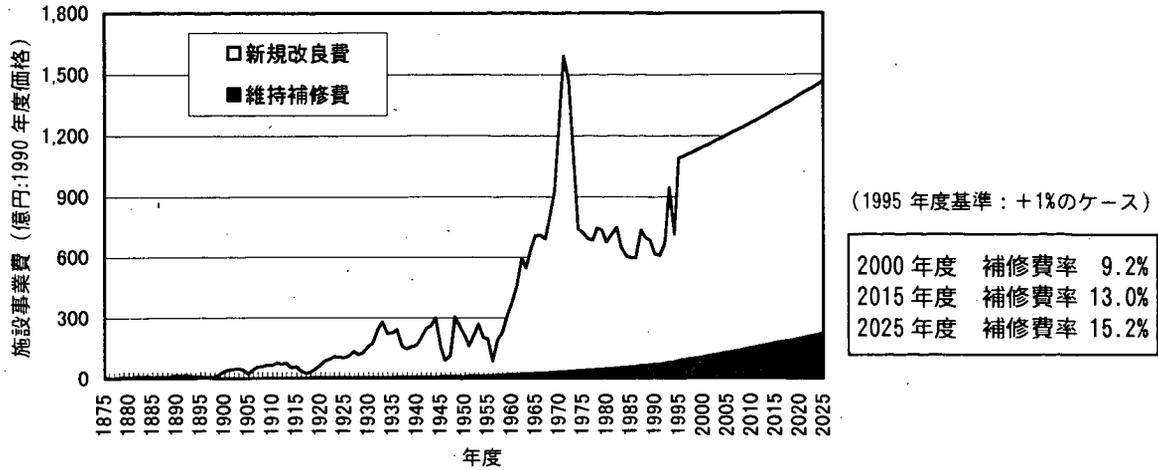


図-13.1 水域施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（+1%のケース）

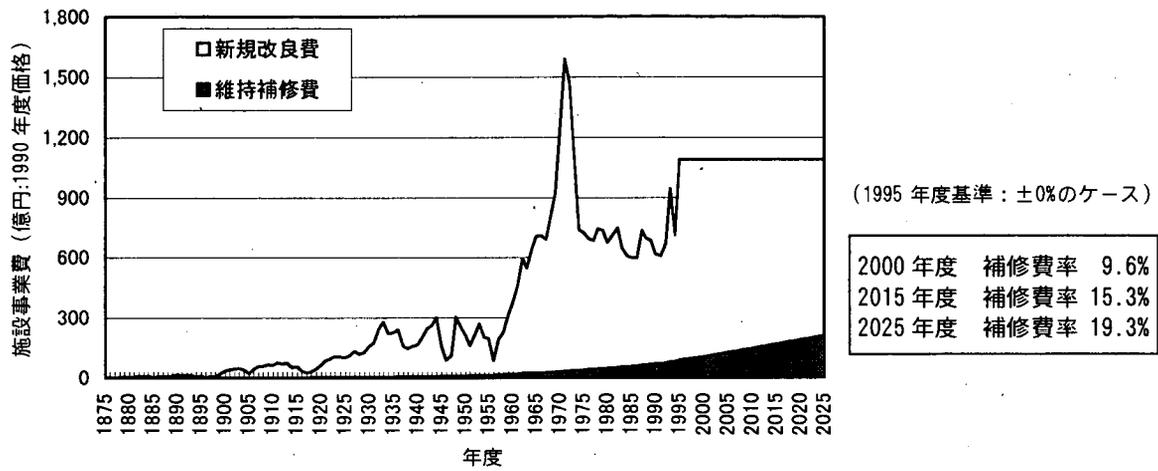


図-13.2 水域施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（±0%のケース）

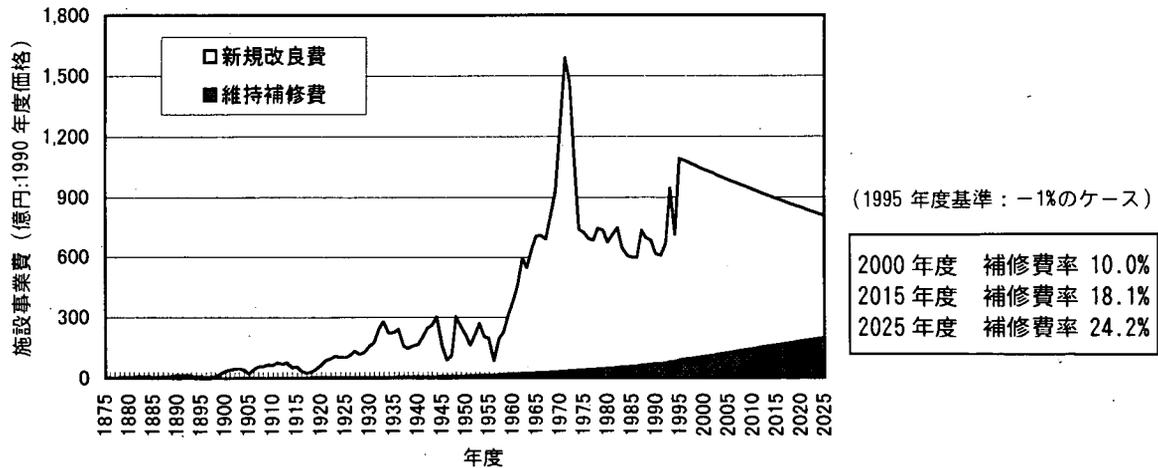


図-13.3 水域施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（-1%のケース）

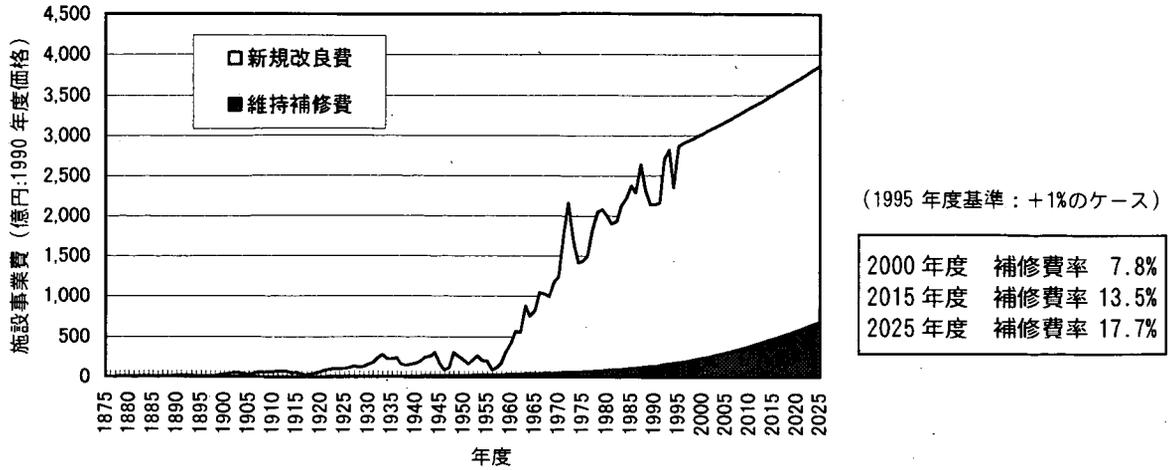


図-14.1 外郭施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（+1%のケース）

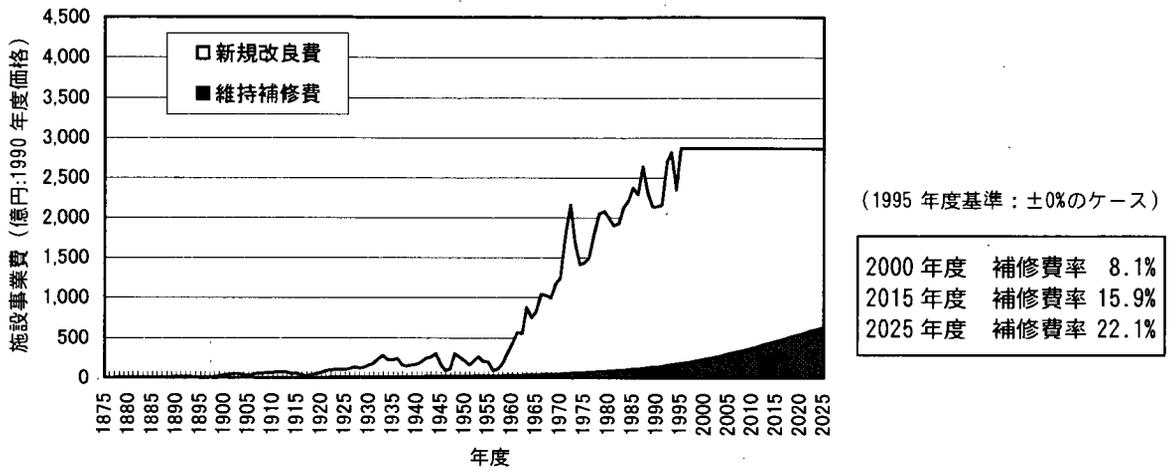


図-14.2 外郭施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（±0%のケース）

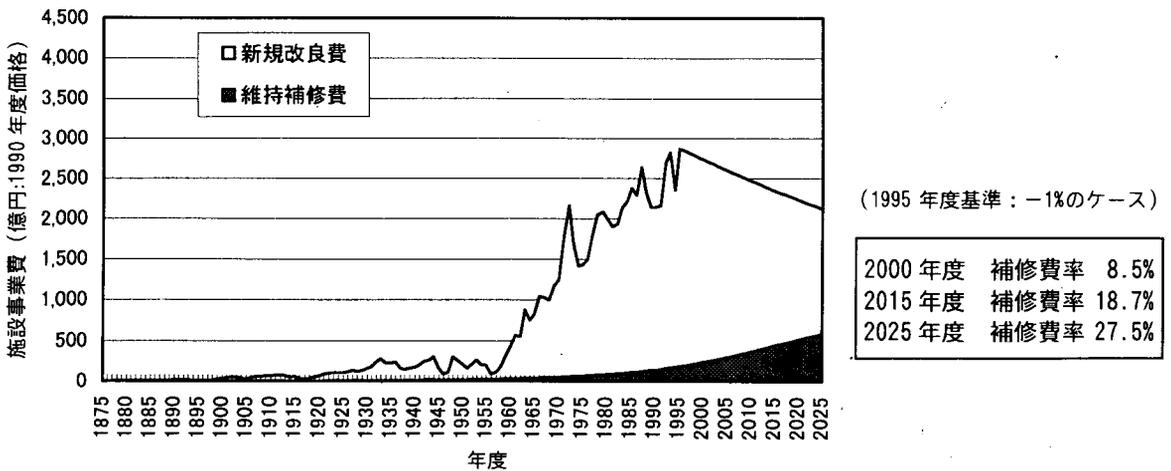


図-14.3 外郭施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（-1%のケース）

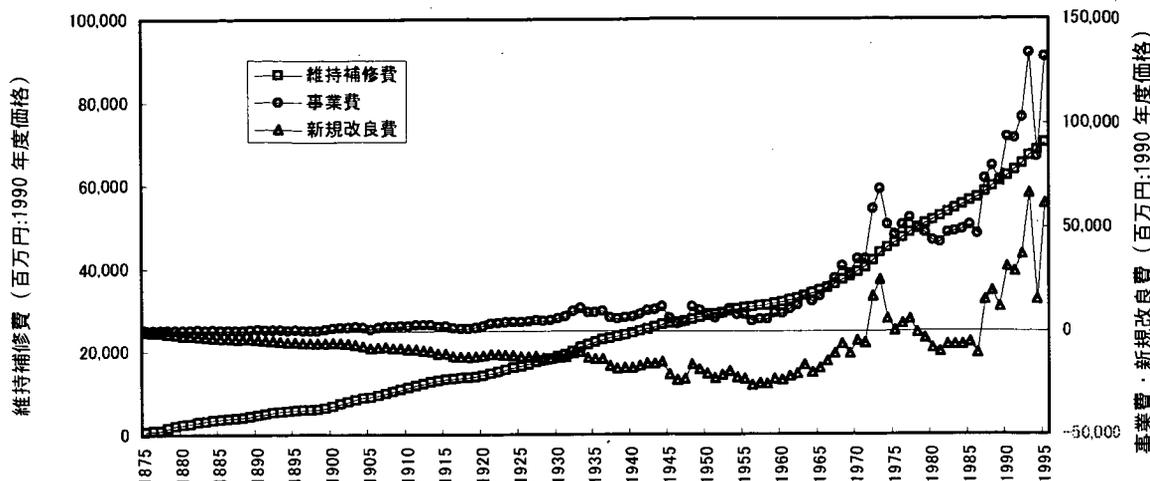


図-15 臨港交通施設：維持補修費「日本の社会資本：21世紀へのストック」の推定式による推計結果

4.4 臨港交通施設

臨港交通施設については、先ず「日本の社会資本：21世紀へのストック」<sup>3)</sup>の「社会資本の維持更新費の将来予測」における道路部門の維持補修費の推計式として示されている次式により維持補修費の推計した。

$$\log_{10} MI = 2.22153052 + 0.41402628 \cdot \log_{10} KI \quad (6)$$

ここで、MI：道路部門の維持補修費（百万円）

KI：道路部門のストック額（百万円）

この推計式を適用するために、「日本の社会資本：21世紀へのストック」で示されている道路部門の耐用年数 47年を用いて、その期間の事業費を累積する手法に準じて、各年時での臨港交通施設としてのストック額を算定した。その推計結果を図-15に示す。しかしながら、この図から明らかなように、このモデル式による維持補修費は膨大な値となり、1940～1950年代では臨港交通施設の事業費以上となる場合が生じた。すなわち、この推定式はストック額が大規模な領域での再現性のあるものの、ストック額が道路部門の10%程度しかない臨港交通施設では、この式は適用できないと判断した。

このため、臨港交通施設についても、係留施設維持補修費率関数を用いて推計した。次に、他の施設と同様に、港湾局が実施したアンケートデータの中から古くに臨港交通施設が整備され、近年までに維持補修の実績のある港湾を選択した。さらに、その実績データから対象港湾における臨港交通施設の事業費に対する維持補修費の比率を算定した。一方、係留施設維持補修費率関数を用いて推計さ

れた結果からも同様に比率を算定し、この両者を比較することにより係留施設維持補修費率関数を準用することの妥当性を評価した。

ここで、アンケートデータの中からN港を選択した。N港では1980年度（昭和55年度）から臨港交通施設の整備がなされた。さらに現在までに数回の維持補修が実施されている。このN港の臨港交通施設の事業費に対する維持補修費の比率は16.5%と算定された。これに対して、係留施設維持補修費率関数を用いて推計されるこの比率は8.9%と算定されて、外郭施設と同様に前者の推計結果の方が大きくなった。

外郭施設の場合と同様に、全体の推計結果を特定の一港湾のデータでの解析結果のみにより評価することは適切ではない。しかしながら、N港のような臨港交通施設のデータは他に得られていない。このため、臨港交通施設の維持補修費率関数として係留施設維持補修費率関数を準用し、これにより推計された先の結果を臨港交通施設の維持補修費とした。

以上により先に設定した3ケースについて、臨港交通施設の新規・改良費、維持補修費の将来動向を推計した結果を図-16に示す。なお、ここでは3.4で示した修正を行っている。

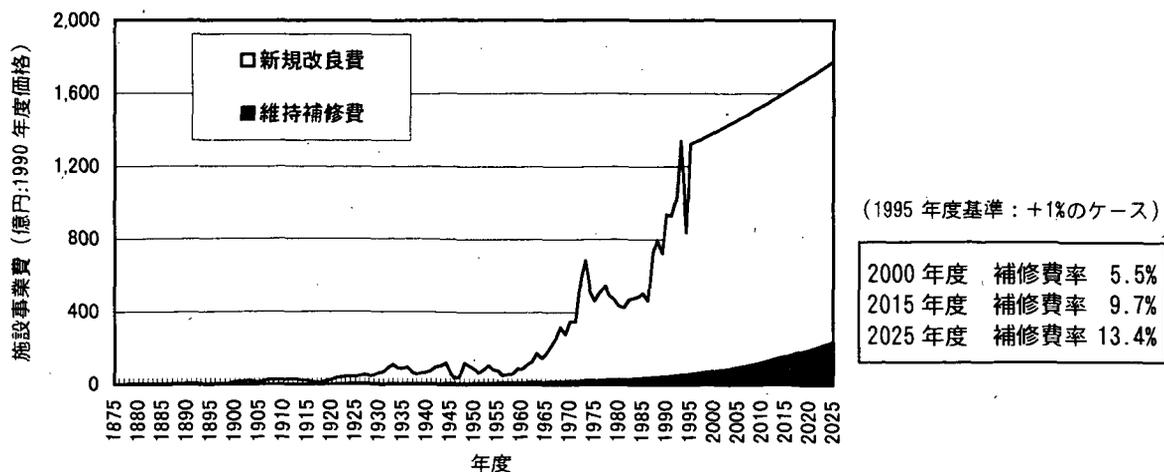


図-16.1 臨港交通施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（+1%のケース）

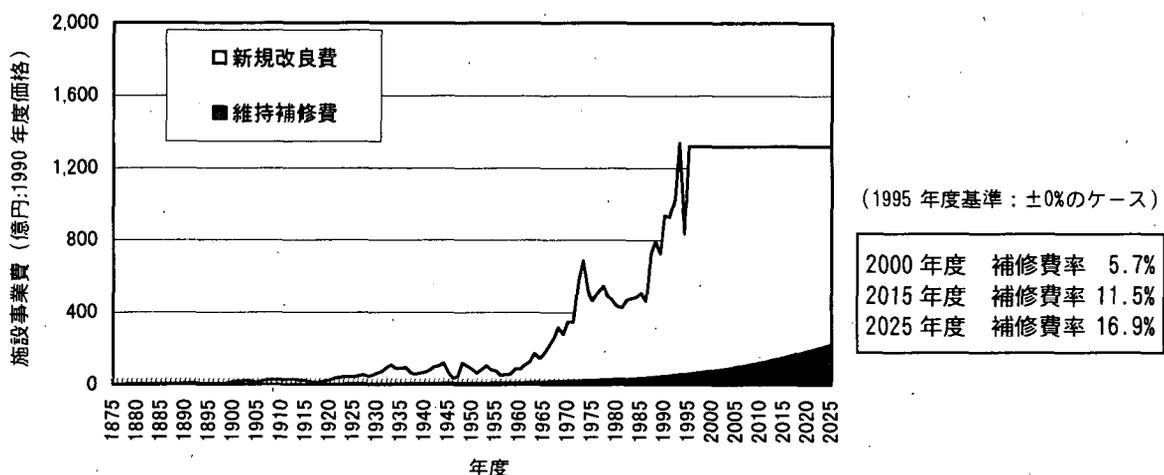


図-16.2 臨港交通施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（±0%のケース）

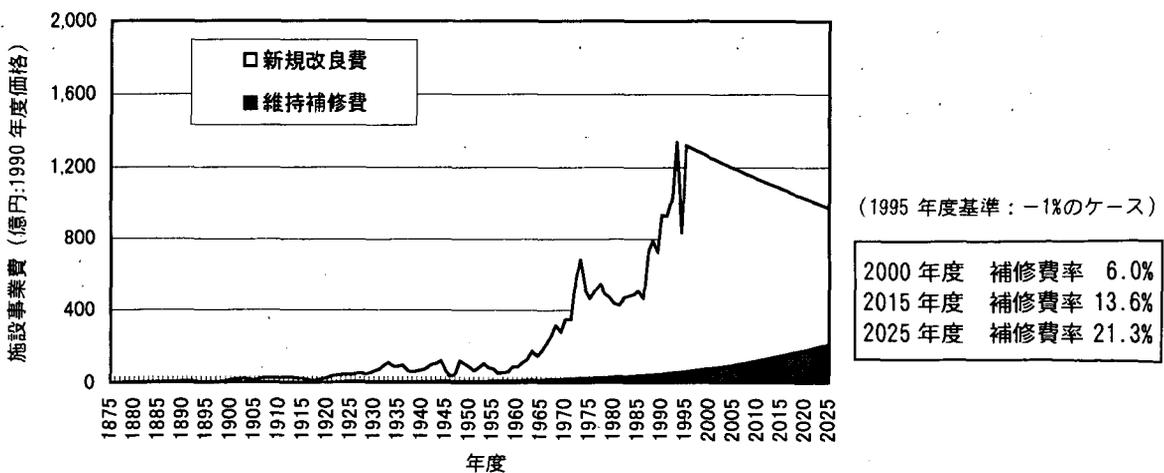


図-16.3 臨港交通施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（-1%のケース）

#### 4.5 環境整備施設の将来推計

環境整備施設についても、先ず「日本の社会資本：21世紀へのストック」<sup>3)</sup>における「社会資本の維持更新費の将来予測」での都市公園部門の維持補修費の推定式として示されている次式による算定結果との比較を行った。

$$\log_{10}M2=0.73674428+0.70215048 \cdot \log_{10}K2 \quad (7)$$

ここで、M2：都市公園部門の維持補修費（百万円）

K2：都市公園部門のストック額（百万円）

具体的には、都市公園部門における1990年度におけるストック額に対して、このモデル式により維持補修費の比率として算定されている5.7%を基準として、この値と比較した。環境整備施設については、1990年度におけるストック額に対して、係留施設維持補修費率関数により推計される維持補修費の比率は0.08%と算定された。この結果、臨港交通施設と同様に都市公園に対してストック額が低い環境整備施設では、このモデル式は適用できないと判断した。

一方、環境整備施設についてはアンケートデータの中から検証可能なデータはなかった。このため、ここでは個別港湾のデータによる比較検証はないものの、環境整備施設の維持補修費率関数として係留施設維持補修費率関数を準用し、これにより推計された結果を環境整備施設の維持補修費とした。

以上により先に設定した3ケースについて、外郭施設の新規・改良費、維持補修費の将来動向を推計した結果を図-17に示す。なお、ここでは3.4で示した修正を行っている。

#### 4.6 その他施設の将来推計

港湾局の施設区分では、その他施設には、様々な施設が含まれており、個々の施設別の詳細な検討はできない。

したがって、ここでは個別港湾との比較はないものの、その他施設の維持補修費率関数を係留施設維持補修費率関数として、これにより推計された結果をその他施設の維持補修費とした。

以上により先に設定した3ケースについて、外郭施設の新規・改良費、維持補修費の将来動向を推計した結果を図-18に示す。なお、ここでは3.4での修正を行っている。

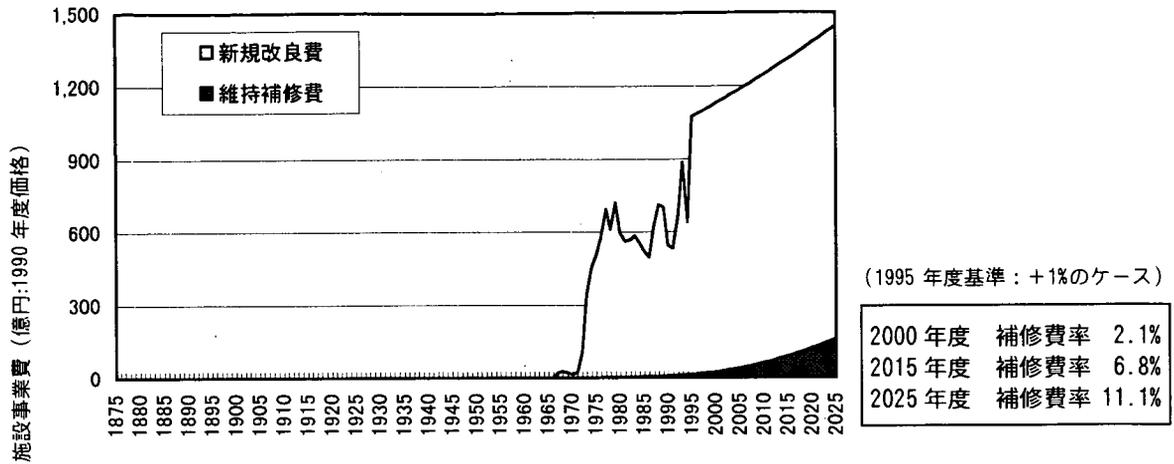


図-17.1 環境整備施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（+1%のケース）

年度

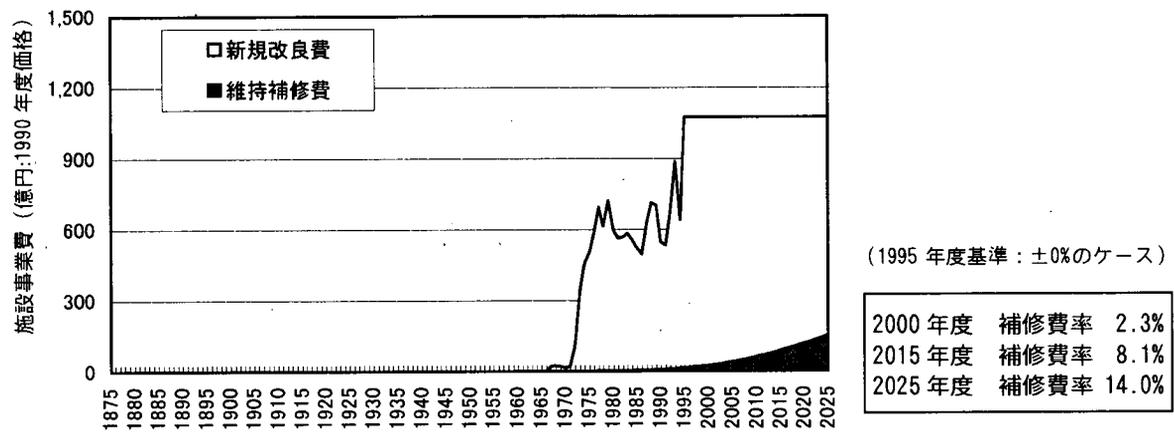


図-17.2 環境整備施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（±0%のケース）

年度

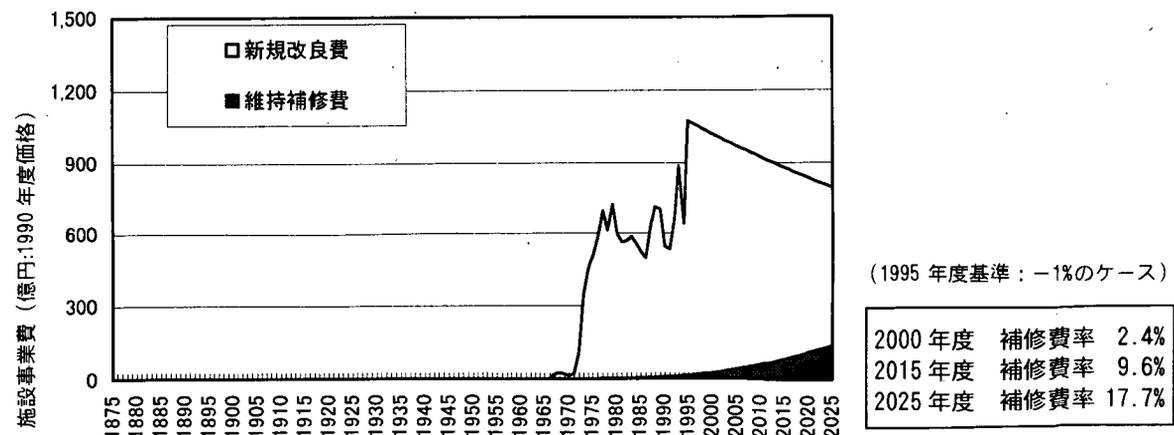


図-17.3 環境整備施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（-1%のケース）

年度

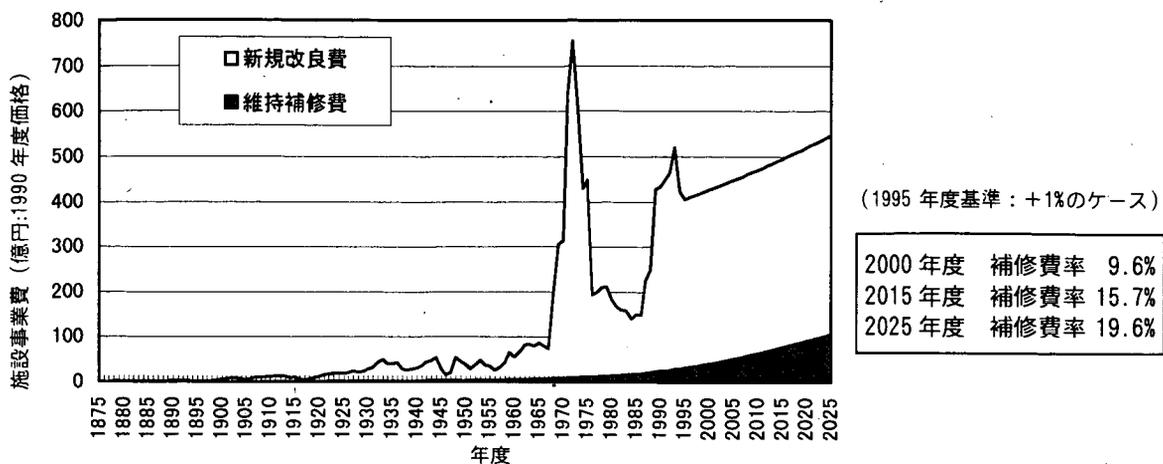


図-18.1 その他施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（+1%のケース）

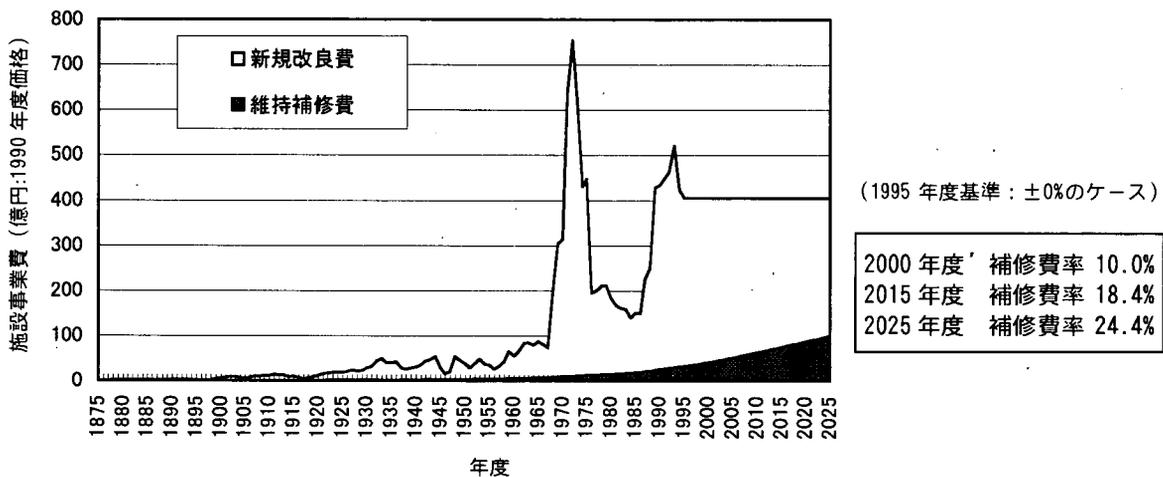


図-18.2 その他施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（±0%のケース）

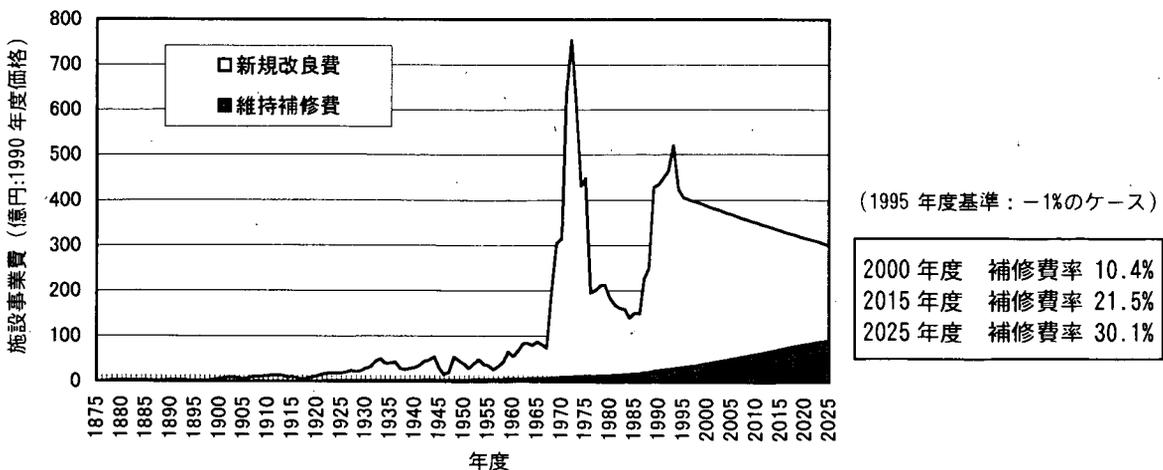


図-18.3 その他施設：新規改良費，維持補修費の推計結果（-1%のケース）

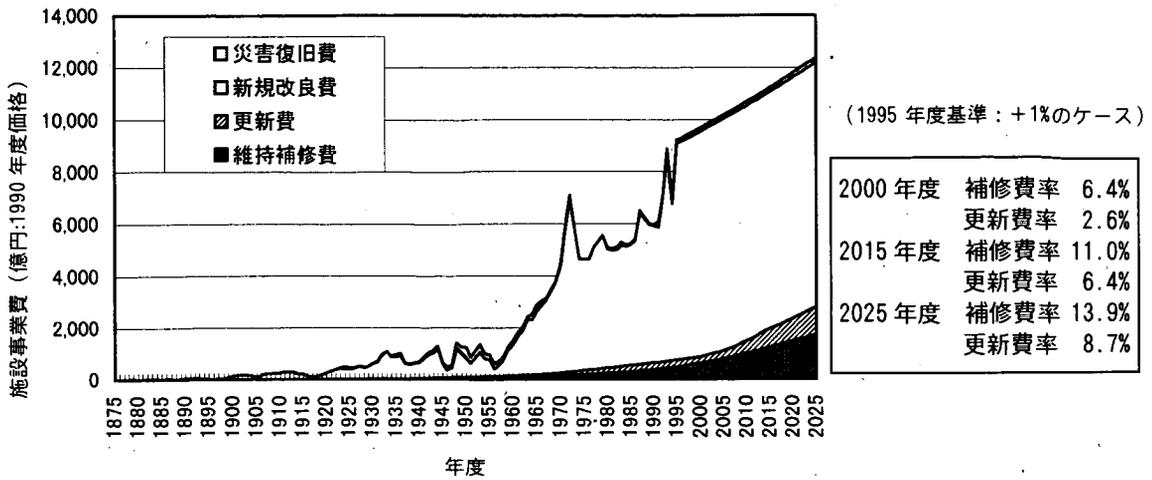


図-19.1 港湾施設：新規改良費，維持補修費，更新費，災害復旧費の推計結果（+1%のケース）

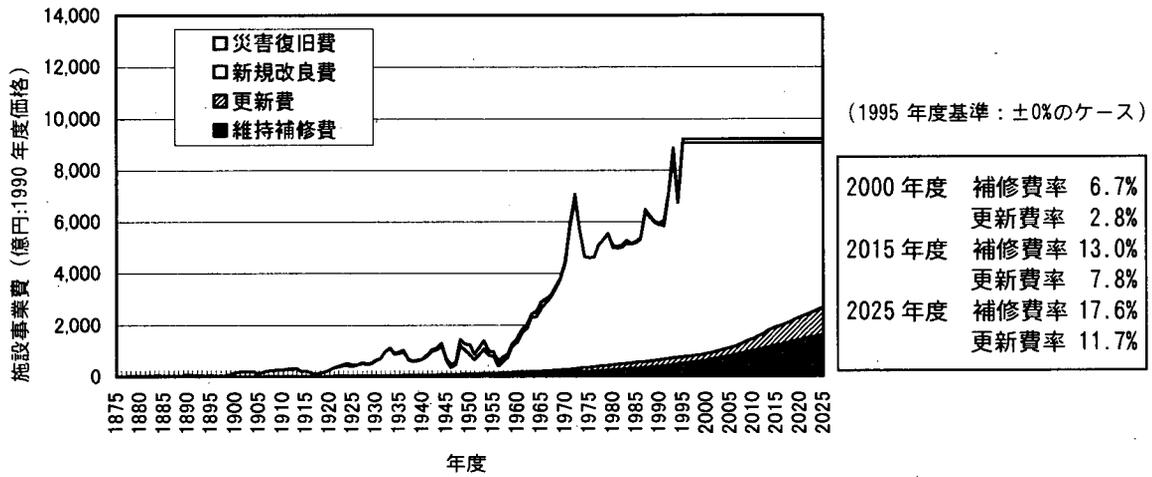


図-19.2 港湾施設：新規改良費，維持補修費，更新費，災害復旧費の推計結果（±0%のケース）

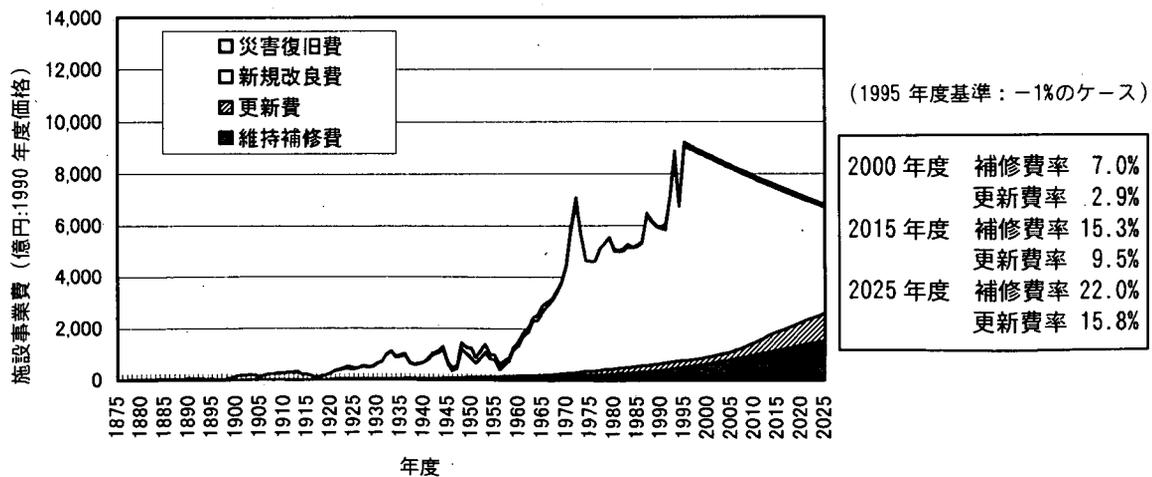


図-19.3 港湾施設：新規改良費，維持補修費，更新費，災害復旧費の推計結果（-1%のケース）

### 5. 港湾施設の維持補修・更新費の将来推計および検証

ここまでの施設区分毎の維持補修・更新費の推計結果および災害復旧費の推計結果を全て合わせた結果を図-19に示す。

ここで、施設区分毎の維持補修・更新費の推計の基本とした港湾整備事業費とその外数として算定される災害復旧費を合計した港湾整備事業費の総額に対する維持補修費率および更新費率を算定した。ここで、2000年度、2015年度、2025年度における維持補修費率および更新費率を表-2に整理する。

この推計結果の検証として、3.6で示した「建設白書2000」<sup>4)</sup>における建設省所管公共施設にかかる将来の維

持・更新投資の推計結果と比較した。「建設白書2000」<sup>4)</sup>において具体的な数字が示されている2025年度での両者の比較結果を表-3に整理する。ここで、3.2に示したように将来動向に対する条件設定は同じになっている。

維持補修費率については、3.6で想定したように港湾整備事業に関する推計結果の方が低い結果になっている。

一方、更新費率については両者の推計結果はほぼ同じとなっている。両者とも施設を区分し、その施設区分ごとに耐用年数を設定して推計しているにもかかわらず同様の結果になっている。

以上の検討から、種々の仮定に基づいた推計結果であるものの、図-19および表-2に示す結果が、現時点で最も妥当な港湾施設の維持補修費および更新費の将来動向を示すものと考えられる。

表-2 港湾整備事業における維持補修費率、更新費率の将来推計結果

	2000年度 (%)			2015年度 (%)			2025年度 (%)		
	維持補修費率	更新費率	合計	維持補修費率	更新費率	合計	維持補修費率	更新費率	合計
ケース1(+1%)	6.4	2.6	9.0	11.0	6.4	17.4	13.9	8.7	22.6
ケース2(±0%)	6.7	2.8	9.5	13.0	7.8	20.8	17.6	11.7	29.3
ケース3(-1%)	7.0	2.9	9.9	15.3	9.5	24.8	22.0	15.8	37.8

表-3 「建設白書2000」の推計結果との比較

	2025年度					
	本研究の推計 (%)			「建設白書2000」 (%)		
	維持補修費率	更新費率	合計	維持補修費率	更新費率	合計
ケース1(+1%)	13.9	8.7	22.6	26	8	34
ケース2(±0%)	17.6	11.7	29.3	31	11	42
ケース3(-1%)	22.0	15.8	37.8	37	14	51

## 6. おわりに

本研究では、既往の研究成果やアンケート結果等を踏まえ、港湾施設全体の維持補修・更新費の将来動向を推計し、港湾整備事業費の総額に対する維持補修費および更新費のそれぞれの比率を算定した。その結果、今後の港湾整備事業費が減少するケースでは、2025年度の維持補修費率は22%、さらに更新費もあわせた維持補修・更新費率は38%と推計された。

このため、維持補修・更新費率が未だ少ない現時点から、効果的かつ効率的な維持補修・更新を実施するための事業手法、調査手法、施行方法等について早急に検討することが必要であると考えられる。また、今後の研究課題として、推計手法のさらなる高精度化が挙げられる。

(2002年5月31日受付)

### 謝辞

本研究のとりまとめに際しては、山本修司港湾研究部長をはじめ港湾研究部の方々また国土交通省港湾局の方々から貴重なご意見、ご助言を頂きました。また、維持補修等に関するデータ収集に関して国土交通省港湾局の関係

部局から多大なご支援を頂きました。末尾ながら、ここに記して深謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 経済企画庁総合計画局：日本の社会資本－フローからストックへー，株式会社ぎょうせい，1986年
- 2) 経済企画庁総合計画局：2010年への選択シリーズ 5 今つくる明日への社会資本－良質なストック形成に向けて（経済審議会 2010年委員会社会資本小委員会報告），1991年
- 3) 経済企画庁総合計画局：日本の社会資本－21世紀へのストック－，株式会社ぎょうせい，1998年
- 4) 建設省：建設白書 2000，株式会社ぎょうせい，2000年
- 5) 高橋宏直・横田弘：港湾施設の維持補修費の推計モデル構築および将来動向の推計，土木学会論文集，No679 /VI-51，2001年，pp.135-140
- 6) 宮崎茂一：港湾資産の推計について，雑誌「港湾」，34巻6，7号，1957年
- 7) 宮崎茂一：港湾計画，海文堂，1964年

付録-A

# 港湾施設(係留施設)の維持補修費率関数の構築 および将来動向の推計

高橋 宏直・横田 弘

## 1. 維持補修費率関数の構築

### (1) 基本データの概要および検討方向

本研究においてモデル構築に用いたデータは、1998年度に運輸省港湾局が全国の港湾の国有施設を対象に実施したアンケート調査結果から得ている。この結果の中から地域性、精度等から有意と判定された187施設のデータを採用した。このうち維持補修が実施されたのは131施設である。このデータから、港湾名、施設名、施設の種類・規模、建設年度、建設事業費、維持補修履歴・費用等が得られる。

データの一例を図-1に示す。この図では、初期建設、維持補修に要した費用について港湾事業費デフレータにより実質値化(1990年価格)するとともに、建設完了年度に初期建設費の全てを計上している。図-1は、水深-8mの矢板式係船岸の事例であり、この施設は1971年度に建設が完了して供用開始されている。供用開始から11~12年経過した1982~1983年度に電気防食を実施し、また21年後の1992年度に嵩上げを、同じく1992~1993年度に防舷材の取り替えを実施している。電気防食に要した費用は、2年間の合計で初期建設費の2.6%程度であるのに対して嵩上げおよび防舷材の取り替えで合計14.2%に達している。

この基本データに関して、1930年度から1997年度までの初期建設費と維持補修費の推移を図-2に示す。ここでも完成年度に初期建設費のすべてを計上している。さらに港湾事業費デフレータにより実質値化(1990年価格)の処理を行っている。この処理は以下においても実施しており、本研究での価格は全て1990年(平成2年)価格で表示する。ここでは建設事業費を最終年度に計上した結果、経年的な変動が著しいほか、現在建設中の事業費計上がされないために近年の初期建設費が減少している。ただし、概略的には初期建設の時点から材料の劣化が顕在化する十数年程度遅れて、維持補修費が初期建設費と同様の傾向で生じていることがみられる。

本研究では、この結果を用いて維持補修費率関数の再現性の確認を行う。すなわち、ここでの毎年の初期建設費を入力値として、これを維持補修費率関数に入力して得られる結果がこの維持補修費を再現できるかどうかにより関数の妥当性の評価を行うこととする。

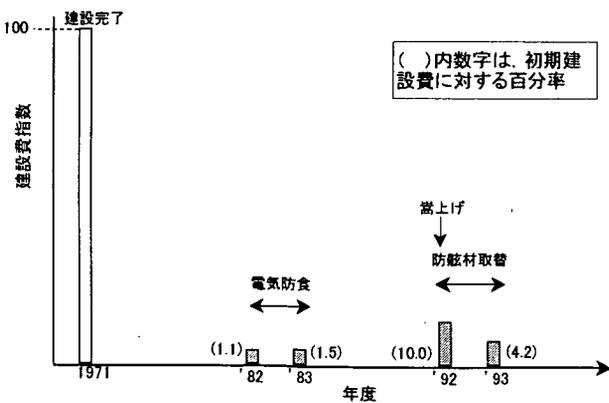


図-1 維持補修の実施例

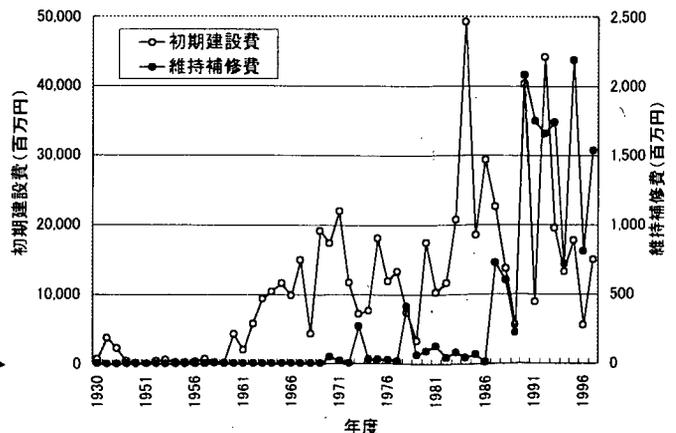


図-2 基本データにおける初期建設費と維持補修費の推移

(2) 関数構築の基本的な考え方

将来における係留施設の維持補修費を推計するための維持補修費率関数を、基本データの分析から構築する。関数構築の目的はわが国の係留施設全体の維持補修費用であり、個別の施設を対象とするものではないことから以下の仮定に基づくこととした。すなわち、

- ① 維持補修の実施時期は必ずしも計画的あるいは機能上最適な時期に行われてはいない。
- ② 当該施設の維持補修は毎年継続的に行われてきたわけではない。

このようなことから、維持補修時期と維持補修費とに直接に着目せず、維持補修については図-3に示すように年平均値に置き換えて整理をした。図-3(1)において、 $T_0$ 年に総費用  $C_0$  を要してある施設が建設完了し、その後  $t_1$ 年経過した時点 ( $T_0+t_1$ ) 年に  $CR_1$  の費用で補修が行われたとする。これを初期建設からの経過年および初期建設に対する比率  $CR_1/C_0$  に着目して整理した結果が図-3(2)である。個別の維持補修費率に関してはこのような整理ができるものの、わが国の施設全体を対象とする場合には先の仮定を踏まえて年平均化した維持補修費率に換算する。この方法を図-3(3)に示す。同図に示すように ( $t_1$ ) 年の値を供用開始後1年目から毎年均等に費用を要して補修した場合の比率と考える。これが本論文で設定する年平均化する維持補修費率である。すなわち、 $t_1$ 年では  $CR_1/C_0/t_1$  が維持補修費率となる。言いかえれば、 $t_1$ 年後に一度に補修をしたものと等価になるように毎年の均等費用により軽微な補修を継続する、あるいは  $t_1$ 年後の維持補修に対応するために毎年に費用を積み立てる場合の比率としても考えることができる。ただし、その開始年を ( $t_1$ ) 年と考える。そして次年の ( $t_1+1$ ) 年の比率は同様の算定により  $CR_1/C_0/(t_1+1)$  となり、さらに、この計算処理を現時点と設定する ( $t_1+n$ ) 年まで実施した結果を連続的に表示した結果が図-3(4)のようになる。これが当該施設についての維持補修費率関数となる。

この関数は、個別施設に発生した(あるいは個別施設で必要とする)維持補修費の状況を厳密に示すものではない。しかしながら、この処理をわが国のすべての施設について行うことでわが国の維持補修費の全体的傾向を把握することが可能となると考える。この妥当性については後述する。図-3では維持補修が1回の場合であったが、2回行った場合には図-4に示すようにピークが2箇所が発生する。ただし、計算処理手法は1回の場合と同様である。なお、図-3および図-4での白い矢印は上記の計算処理の流れを示しており、最終結果への流れは黒い矢印で示している。

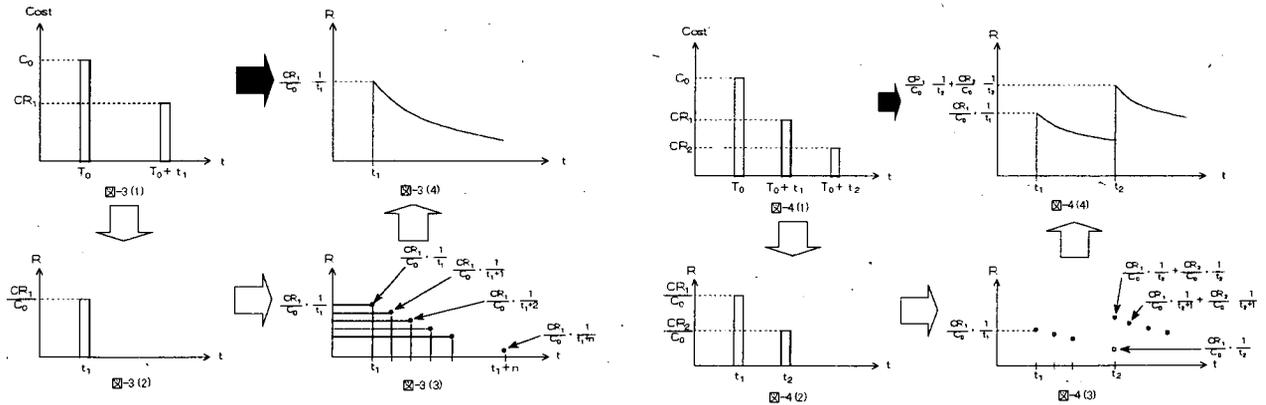


図-3 維持補修費率関数の考え方 (維持補修1回の場合)

図-4 維持補修費率関数の考え方 (維持補修2回の場合)

(3) 基本データに基づく維持補修費率関数

1.(2)で述べた考え方に基づき、基本データの解析結果の1例として1969年度に建設された11施設の維持補修費率関数の平均結果を図-5の○で示す。なお、ここでは現在時点を1999年度としているので、経過年数は30年となる。個別の施設ではそれぞれの特徴があるものの、11施設の平均結果としては建設後20数年を経過した後に顕著な右上がりの傾向がみられる。これは、供用年数が長くなるにつれて維持補修費が増大するという定性的な事実と一致する。しかし、一方でこのような顕著な右上がり傾向を示さないデータも存在する。その具体例として、1957年度に建設された3施設の平均結果を図-5の●で示す。全体的な傾向として若干右上りであるものの、両者を比較するとその差異は明らかである。

このため、基本データのうち右上がりの傾向を示すデータを1つの集団とし、その平均結果を図-6(1)として、右上がり傾向を示さないもう1つの集団の平均結果を図-6(2)として示す。ここで、1956年度の1データを除き初期建設時期が1958年度以前あるいは1959年度以降であるかにより右上がりの傾向の有無が明確に区分された。

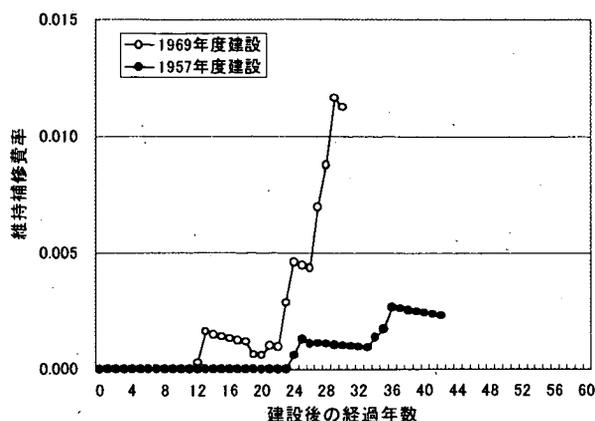


図-5 維持補修費率関数の事例

(4) 維持補修費率関数に対する評価

1.(1)で示した基本データによりこの関数の評価を行う。すなわち、1959年度以降に建設された施設に対しては図-6(1)で、また1958年度以前に建設された施設に対しては図-6(2)で示される維持補修費率関数をそれぞれに各年度当初から適用する。その結果得られる各年度の維持補修費の算定結果の合計値と基本データを図-7示す。図-7では近年において傾向に多少の差異が見られるものの、実際に発生した維持補修費をおおむね再現していると判断できる。したがって、わが国の係留施設全体を対象とする場合への適用に本研究で提案するこの維持補修費率関数は妥当であると評価する。

2. 将来動向の推計

(1) 維持補修費率モデルの構築

図-6(1)(2)で示される維持補修費率関数は、実際のデータの解析結果であることから変動が著しいこと、また右上がり傾向がある場合には値として40数年間しか得られていないことから、将来動向の推計に適用するためにはこれをモデル化する必要がある。まず、このうち1959年度以降に建設された施設が対象となる図-6(1)での右上がり傾向を有する関数に関しては、その傾向および施設の履歴等から成長曲線の適用を試みる。複数の成長曲線の中から安定した結果が得られたのは、上限値の設定について変数を対数化した差分から与えるロジスティック曲線(決定係数は $R^2=0.812$ )であり、その結果を図-8(1)に示す。このロジスティック曲線の関数を以下に示す。

$$y = \frac{k}{1 + ae^{-bx}} \quad (1) \quad \text{ここで } y = \text{維持補修費率}$$

$$x = \text{建設後の経過年数 (年)}$$

$$k = 1.2702 \times 10^{-2}$$

$$a = 53.159$$

$$b = 0.11865$$

図-8(1)に示すように、維持補修費率は建設後から10年を経過した時期から50年後までは急増し、それ以降はほぼ初期建設費の1%を越える値で推移する。次に、1958年度以前に建設された施設と対象とする図-6(2)での右上がり傾向の無い関数についてもモデル化する。ここでは、経年的傾向から建設完了後20年までは0.0とし、21年以降は0.001の一定値とする。その結果を図-8(2)に示し、これ以降このモデル化した維持補修費率関数について、前者を維持補修費率モデル1、後者を維持補修費率モデル2とする(以下、それぞれモデル1およびモデル2と記述する)。

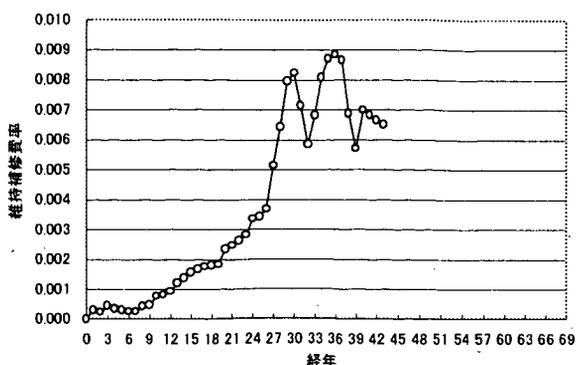


図-6(1) 維持補修費率関数 (右上り傾向有り)



図-6(2) 維持補修費率関数 (右上り傾向無し)

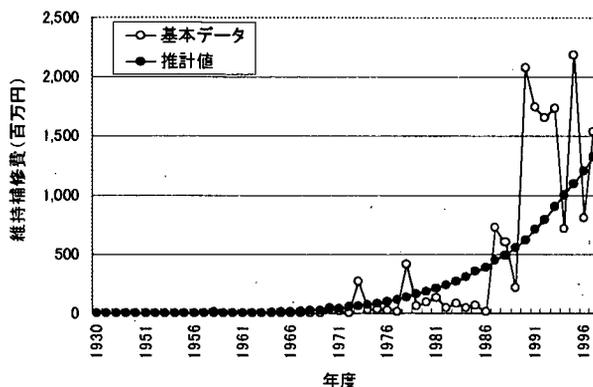


図-7 維持補修費の推計結果の再現性

(2) 係留施設新規改良費の推計およびモデル化

モデル1, 2を用いて維持補修費の将来推計を実施するためには、その入力値としての係留施設新規改良費が必要となる。ここで、港湾整備事業費データは1875年度(明治8年度)から得られるものの、係留施設事業費として明らかになっているのは1955年度以降でしかない。このため、1955年度以降の10年間の港湾整備事業費に対する係留施設事業費のシェアを算定し、その動向から1955年度以前の係留施設事業費割合を推定した。さらに、その結果を港湾整備事業費に乗じることで係留施設事業費を算定した。しかしながら、この係留施設事業費には新規改良費のみならず既に維持補修費が含まれた事業費となっている。入力値として必要になるのは新規改良費であるため、基本データにおける初期建設費と維持補修費の合計値に対する初期建設費の比率を新規改良費率として求め、これをここで得られた係留施設事業費に乗じることで新規改良費を再度算定した。なお、基本データにおいて、維持補修費が発生するまでの新規改良費率は100%とした。

この結果から得られる係留施設新規改良費も経年的に大きく変動している。本研究では将来の維持補修費のマクロ的な動向把握を主眼としているため、この係留施設新規改良費についてもモデル化を行う。具体的には、これからの日本が確実に迎える少子高齢化の時代では公共事業費は今までの増加傾向から安定化傾向になると想定されることから、ここでも成長曲線を適用した。複数の成長曲線の中から上限値の設定について変数を対数化した差分から与えるロジスティック曲線(決定係数は $R^2=0.908$ )が安定した結果が得られ、この係留施設新規改良費モデルの結果および推計された係留施設新規改良費を図-9に示す。ここで、このモデルは過去の傾向および今後の動向を概ね適切に反映していると判断される。

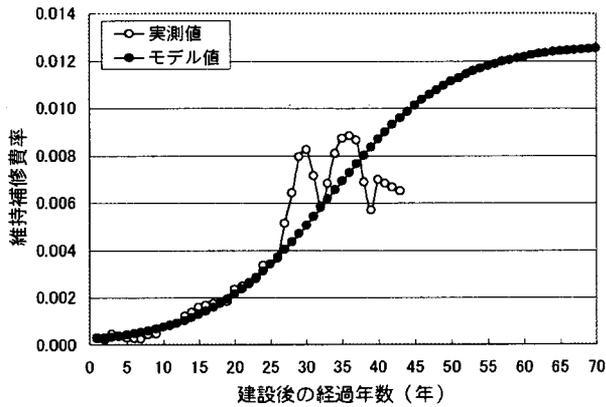


図-8(1) 維持補修費率モデル1

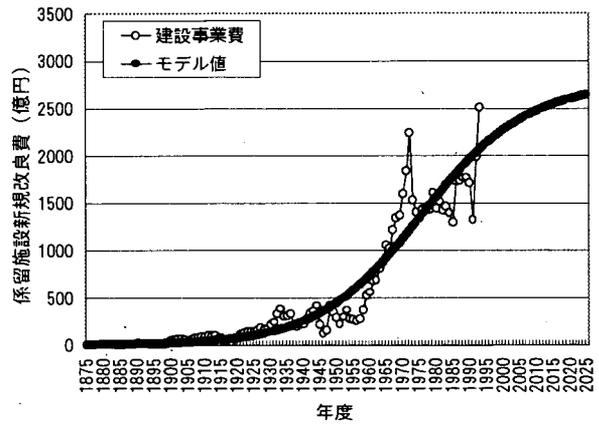


図-9 係留施設新規改良費モデル

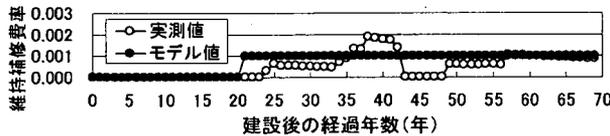


図-8(2) 維持補修費率モデル2

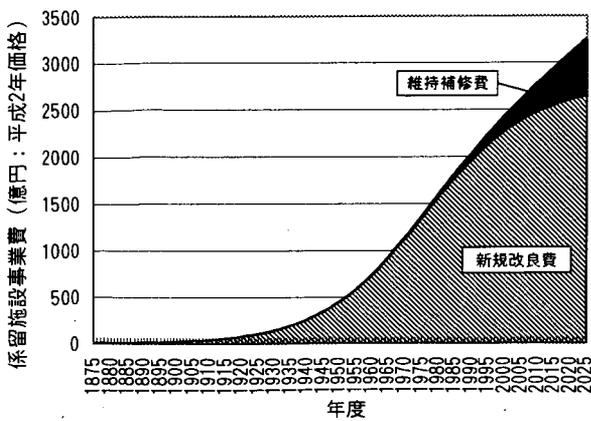


図-10 ケース1: 維持補修費の将来動向

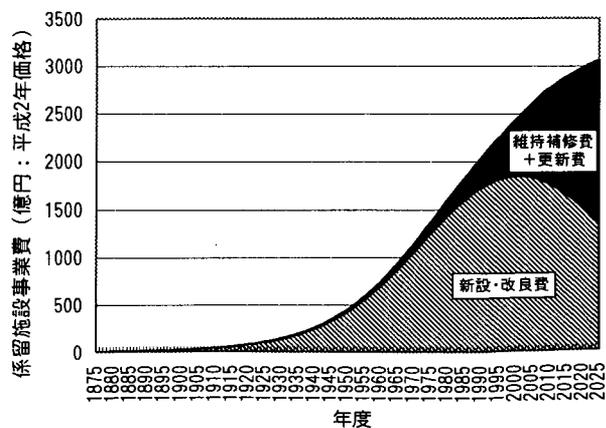


図-11 ケース2: 維持補修費および更新費の将来動向

(3) 将来動向の推計

a) 維持補修費の将来動向の推計

維持補修費率モデルおよび係留施設新規改良費モデルを用いて 2025 年度までの維持補修費の将来動向をケース 1 として推計する。

ケース 1:1959 年度以降の新規改良費に対してはモデル 1 を、1958 年度以前の新規改良費に対してはモデル 2 を適用する。ここでは、建設した施設は継続的な維持補修を行うことにより 2025 年度まで活用すると考える。この結果を図-10 に示す。この結果、次式により定義される総事業費に占める維持補修費の割合を示す維持補修費率は、2010 年度で 11%、2025 年度で 19%と推計される。

$$\text{維持補修費率} = \frac{\text{維持補修費}}{(\text{維持補修費} + \text{新規改良費})} \quad (2)$$

b) 更新費を考慮した将来動向の推計

ケース 1 では、建設された施設は維持補修を行うことで半永久的に活用するとしている。しかしながら、実際には供用開始後の耐用年数が過ぎた時点で更新が実施される。ここでは更新費を別途に推計し、維持補修費および更新費の両者を合わせた将来動向をケース 2 として推計する。

ケース 2:係留施設の耐用年数を 50 年間とし、耐用年数の期間は維持補修が実施されると考える。しかしながら、50 年間を経過した施設はそれでも機能を完全に失うものとして 51 年目に施設は更新されるとする。この推計の考え方は、「日本の社会資本」<sup>1)</sup>の維持更新費の将来推計手法と同様である。具体的には、各年次の事業に対してケース 1 と同様に維持補修費をモデル 1 およびモデル 2 を適用して推計するもののその期間を 50 年間に限定し、51 年目には初期建設費を更新費として計上する。なお、この更新費は新規改良費に含まれるため、新規改良費から更新費を差し引いた値を新設・改良費とする。この推計の結果、維持補修費と更新費を合わせて図-11 に示す。この結果から、「日本の社会資本」<sup>1)</sup>において式(3)により定義される維持補修・更新費率は、2010 年度で 35%、2025 年度で 56%と推計される。

$$\text{維持補修・更新費率} = \frac{(\text{維持補修費} + \text{更新費})}{(\text{維持補修費} + \text{更新費} + \text{新設・改良事業費})} \quad (3)$$

(4) 推計結果に対する評価

「日本の社会資本」<sup>1)</sup>では、2010 年度における公的社会資本全体に対す維持補修・更新費率は 31~36%と推計されている。港湾の係留施設に限定した本研究のケース 2 では、35%と推計されており、ほぼ同様の結果が得られている。

ここで、本研究の目的である維持補修費率では、10 年後には約 10%、25 年後には約 20%と非常に大きな割合になることが想定される。さらに、更新費を考慮した推計では、10 年後には 30%以上、25 年後には 50%以上という結果になる。もちろん、現状動向を踏まえた推計結果であり、今後の社会資本形成を取り巻く環境の変化によりその値の変動が想定されるものの、施設の維持補修・更新に関わる将来のコストを出来るだけ低減するために早期の積極的な対応の必要性を定量的に明らかにすることができた。

参考文献

1) 経済企画庁総合計画局：日本の社会資本，東洋経済新報社，1998.3

MODELING AND ESTIMATION OF FUTURE MAINTENANCE COSTS  
FOR QUAYWALLS IN JAPANESE PORTS

Hironao TAKAHASHI and Hiroshi YOKOTA

This paper is trying to estimate prospective future costs relating maintenance and repair work of existing quaywalls in Japanese ports. Firstly, current condition and past records of maintenance work of quaywalls including costs have been collected through nationwide surveys and interviews to port maintenance engineers.

Using the acquired data, a function to estimate regular maintenance costs (RMC function) was established and its applicability was verified. Finally, the maintenance and repair cost was estimated with the RMC function in the years of 2010 and 2025, which might be approximately 10% and 20% respectively of total investment to port construction by government bodies.

付録-B 1875～1995年度施設別港湾整備事業費・災害復旧費

年度	名目事業費		実質 事業費	施設区分別事業費 (単位:億円)							災害復旧費	
	単位:千円	デフレーター		水域施設 (開発保全 航路を含 む)	外郭施設	係留施設	臨港交通 施設	環境整備 施設	その他 施設	合計	名目	実質
		1990年度 =100	1990年度 価格 単位:億円								単位:千円	1990年度価格 単位:億円
1875	26	0.0126	2.06	0.53	0.52	0.72	0.21	0.00	0.09	2.06	0.00	0.00
1876	45	0.0106	4.23	1.08	1.06	1.48	0.42	0.00	0.19	4.23	0.00	0.00
1877	6	0.0100	0.60	0.15	0.15	0.21	0.06	0.00	0.03	0.60	0.00	0.00
1878	157	0.0104	15.10	3.85	3.77	5.28	1.51	0.00	0.68	15.10	0.00	0.00
1879	270	0.0114	23.69	6.04	5.92	8.29	2.37	0.00	1.07	23.69	0.00	0.00
1880	180	0.0126	14.23	3.63	3.56	4.98	1.42	0.00	0.64	14.23	0.00	0.00
1881	235	0.0153	15.35	3.91	3.84	5.37	1.54	0.00	0.69	15.35	0.00	0.00
1882	373	0.0132	28.29	7.21	7.07	9.90	2.83	0.00	1.27	28.29	0.00	0.00
1883	218	0.0111	19.70	5.02	4.93	6.90	1.97	0.00	0.89	19.70	0.00	0.00
1884	300	0.0089	33.86	8.63	8.46	11.85	3.39	0.00	1.52	33.86	0.00	0.00
1885	92	0.0088	10.43	2.66	2.61	3.65	1.04	0.00	0.47	10.43	0.00	0.00
1886	195	0.0078	24.93	6.36	6.23	8.73	2.49	0.00	1.12	24.93	0.00	0.00
1887	169	0.0089	19.07	4.86	4.77	6.68	1.91	0.00	0.86	19.07	0.00	0.00
1888	179	0.0100	17.93	4.57	4.48	6.28	1.79	0.00	0.81	17.93	0.00	0.00
1889	296	0.0101	29.16	7.44	7.29	10.21	2.92	0.00	1.31	29.16	0.00	0.00
1890	609	0.0104	58.80	14.99	14.70	20.58	5.88	0.00	2.65	58.80	0.00	0.00
1891	625	0.0131	47.70	12.16	11.92	16.69	4.77	0.00	2.15	47.70	0.00	0.00
1892	827	0.0153	54.02	13.78	13.51	18.91	5.40	0.00	2.43	54.02	0.00	0.00
1893	668	0.0132	50.50	12.88	12.62	17.67	5.05	0.00	2.27	50.50	0.00	0.00
1894	406	0.0151	26.96	6.88	6.74	9.44	2.70	0.00	1.21	26.96	0.00	0.00
1895	492	0.0159	30.96	7.90	7.74	10.84	3.10	0.00	1.39	30.96	0.00	0.00
1896	217	0.0162	13.38	3.41	3.34	4.68	1.34	0.00	0.60	13.38	0.00	0.00
1897	504	0.0205	24.53	6.25	6.13	8.58	2.45	0.00	1.10	24.53	0.00	0.00
1898	426	0.0204	20.86	5.32	5.21	7.30	2.09	0.00	0.94	20.86	0.00	0.00
1899	1,546	0.0213	72.59	18.51	18.15	25.41	7.26	0.00	3.27	72.59	0.00	0.00
1900	3,057	0.0230	132.89	33.89	33.22	46.51	13.29	0.00	5.98	132.89	0.00	0.00
1901	3,525	0.0222	158.69	40.47	39.67	55.54	15.87	0.00	7.14	158.69	7.00	0.32
1902	3,701	0.0216	171.43	43.71	42.86	60.00	17.14	0.00	7.71	171.43	21.00	0.97
1903	4,046	0.0214	189.23	48.25	47.31	66.23	18.92	0.00	8.52	189.23	32.00	1.50
1904	3,387	0.0215	157.49	40.16	39.37	55.12	15.75	0.00	7.09	157.49	44.00	2.05
1905	1,849	0.0224	82.62	21.07	20.65	28.92	8.26	0.00	3.72	82.62	6.00	0.27
1906	3,626	0.0233	155.38	39.62	38.84	54.38	15.54	0.00	6.99	155.38	13.00	0.56
1907	5,759	0.0260	221.16	56.40	55.29	77.41	22.12	0.00	9.95	221.16	16.00	0.61
1908	5,742	0.0257	223.72	57.05	55.93	78.30	22.37	0.00	10.07	223.72	36.00	1.40
1909	6,390	0.0253	252.24	64.32	63.06	88.28	25.22	0.00	11.35	252.24	22.00	0.87
1910	6,120	0.0252	242.38	61.81	60.59	84.83	24.24	0.00	10.91	242.38	41.00	1.62
1911	7,456	0.0257	289.56	73.84	72.39	101.35	28.96	0.00	13.03	289.56	64.00	2.49
1912	7,384	0.0269	274.78	70.07	68.70	96.17	27.48	0.00	12.37	274.78	173.00	6.44
1913	7,654	0.0265	288.85	73.66	72.21	101.10	28.89	0.00	13.00	288.85	497.00	18.76
1914	5,034	0.0259	194.25	49.53	48.56	67.99	19.42	0.00	8.74	194.25	84.00	3.24
1915	5,977	0.0278	215.10	54.85	53.77	75.28	21.51	0.00	9.68	215.10	51.00	1.84
1916	4,678	0.0352	132.93	33.90	33.23	46.53	13.29	0.00	5.98	132.93	38.00	1.08
1917	5,150	0.0541	95.23	24.28	23.81	33.33	9.52	0.00	4.29	95.23	49.00	0.91
1918	7,337	0.0666	110.24	28.11	27.56	38.58	11.02	0.00	4.96	110.24	82.00	1.23
1919	10,934	0.0628	174.07	44.39	43.52	60.93	17.41	0.00	7.83	174.07	129.00	2.05
1920	17,524	0.0724	242.11	61.74	60.53	84.74	24.21	0.00	10.89	242.11	191.00	2.64
1921	21,149	0.0628	336.70	85.86	84.17	117.84	33.67	0.00	15.15	336.70	114.00	1.81
1922	23,624	0.0636	371.19	94.65	92.80	129.91	37.12	0.00	16.70	371.19	280.00	4.40
1923	26,828	0.0649	413.42	105.42	103.36	144.70	41.34	0.00	18.60	413.42	2,910.00	44.84
1924	24,708	0.0599	412.48	105.18	103.12	144.37	41.25	0.00	18.56	412.48	5,285.00	88.23
1925	22,083	0.0553	399.15	101.78	99.79	139.70	39.91	0.00	17.96	399.15	2,116.00	38.25
1926	23,818	0.0545	437.08	111.46	109.27	152.98	43.71	0.00	19.67	437.08	583.00	10.70
1927	27,305	0.0524	520.96	132.84	130.24	182.33	52.10	0.00	23.44	520.96	710.00	13.55
1928	25,098	0.0545	460.57	117.45	115.14	161.20	46.06	0.00	20.73	460.57	755.00	13.85
1929	24,969	0.0507	492.01	125.46	123.00	172.20	49.20	0.00	22.14	492.01	601.00	11.84

年度	名目事業費 単位:千円	デフレーター 1990年度 =100	実質 事業費 1990年度 価格 単位:億円	施設区分別事業費 (単位:億円)							災害復旧費	
				水域施設 (開発保全 航路を含 む)	外郭施設	係留施設	臨港交通 施設	環境整備 施設	その他 施設	合計	名目 単位:千円	実質 1990年度価格 単位:億円
1930	24,518	0.0400	612.69	156.24	153.17	214.44	61.27	0.00	27.57	612.69	689.00	17.22
1931	24,828	0.0364	682.90	174.14	170.73	239.02	68.29	0.00	30.73	682.90	302.00	8.31
1932	34,231	0.0360	951.33	242.59	237.83	332.97	95.13	0.00	42.81	951.33	413.00	11.48
1933	43,875	0.0403	1,088.48	277.56	272.12	380.97	108.85	0.00	48.98	1,088.48	313.00	7.77
1934	36,103	0.0416	867.90	221.32	216.98	303.77	86.79	0.00	39.06	867.90	564.00	13.56
1935	36,219	0.0411	880.38	224.50	220.09	308.13	88.04	0.00	39.62	880.38	3,172.00	77.10
1936	39,630	0.0420	943.26	240.53	235.81	330.14	94.33	0.00	42.45	943.26	2,587.00	61.57
1937	36,822	0.0591	623.37	158.96	155.84	218.18	62.34	0.00	28.05	623.37	1,825.00	30.90
1938	35,108	0.0624	562.66	143.48	140.66	196.93	56.27	0.00	25.32	562.66	1,733.00	27.77
1939	39,526	0.0641	617.01	157.34	154.25	215.95	61.70	0.00	27.77	617.01	1,822.00	28.44
1940	44,122	0.0682	646.76	164.92	161.69	226.36	64.68	0.00	29.10	646.76	1,401.00	20.54
1941	55,679	0.0711	782.75	199.60	195.69	273.96	78.28	0.00	35.22	782.75	3,661.00	51.47
1942	73,677	0.0761	967.85	246.80	241.96	338.75	96.79	0.00	43.55	967.85	5,184.00	68.10
1943	82,761	0.0811	1,020.28	260.17	255.07	357.10	102.03	0.00	45.91	1,020.28	6,757.00	83.30
1944	107,194	0.0907	1,182.07	301.43	295.52	413.72	118.21	0.00	53.19	1,182.07	8,803.00	97.07
1945	75,494	0.1227	615.20	156.88	153.80	215.32	61.52	0.00	27.68	615.20	7,897.00	64.35
1946	243,400	0.6947	350.37	89.35	87.59	122.63	35.04	0.00	15.77	350.37	81,000.00	116.60
1947	813,800	1.8594	437.66	111.60	109.42	153.18	43.77	0.00	19.69	437.66	189,000.00	101.64
1948	5,423,000	4.5758	1,185.16	302.21	296.29	414.80	118.52	0.00	53.33	1,185.16	1,041,000.00	227.50
1949	7,022,000	7.0300	998.86	254.71	249.71	349.60	99.89	0.00	44.95	998.86	1,713,000.00	243.67
1950	7,644,000	9.2347	827.74	211.07	206.94	289.71	82.77	0.00	37.25	827.74	3,773,000.00	408.57
1951	8,714,000	13.8105	630.97	160.90	157.74	220.84	63.10	0.00	28.39	630.97	3,198,000.00	231.56
1952	11,829,000	14.1433	836.37	213.27	209.09	292.73	83.64	0.00	37.64	836.37	3,979,000.00	281.33
1953	15,847,000	15.1000	1,049.47	267.61	262.37	367.31	104.95	0.00	47.23	1,049.47	4,720,000.00	312.58
1954	11,983,000	15.0584	795.77	202.92	198.94	278.52	79.58	0.00	35.81	795.77	2,863,000.00	190.13
1955	11,626,000	15.1000	769.93	196.33	192.48	269.48	76.99	0.00	34.65	769.93	2,796,000.00	185.17
1956	6,408,000	16.2000	395.55	85.06	88.83	148.77	48.02	0.00	24.88	395.55	3,133,000.00	193.39
1957	9,635,000	17.4000	553.73	192.99	112.18	159.02	57.13	0.00	32.41	553.73	3,021,000.00	173.62
1958	12,441,000	16.8000	740.53	223.15	171.79	246.43	56.73	0.00	42.44	740.53	2,098,000.00	124.88
1959	20,061,000	17.4000	1,152.93	313.16	310.63	377.70	86.61	0.00	64.83	1,152.93	1,784,000.00	102.53
1960	24,163,000	18.2000	1,327.63	373.08	415.00	401.37	83.68	0.00	54.51	1,327.63	2,773,000.00	152.36
1961	34,412,000	20.4001	1,686.86	458.82	563.14	491.86	107.16	0.00	65.88	1,686.86	2,660,000.00	130.39
1962	40,995,000	21.9001	1,871.91	595.25	555.98	514.11	124.29	0.00	82.28	1,871.91	3,592,000.00	164.02
1963	51,786,000	22.6001	2,291.41	546.02	878.14	611.50	171.95	0.00	83.81	2,291.41	2,827,000.00	125.09
1964	55,905,000	24.3001	2,300.61	642.10	748.97	687.90	142.51	0.00	79.14	2,300.61	5,399,000.00	222.18
1965	66,487,000	25.3001	2,627.94	704.94	818.81	848.65	169.13	0.00	86.40	2,627.94	6,147,000.00	242.96
1966	77,027,000	26.8001	2,874.13	708.69	1,045.41	829.18	211.45	0.00	79.40	2,874.13	4,167,000.00	155.48
1967	92,942,000	30.3001	3,067.39	688.81	1,026.86	1,003.40	255.41	19.80	73.10	3,067.39	2,034,000.00	67.13
1968	106,859,000	31.4001	3,403.14	796.30	992.93	1,077.70	314.01	24.49	197.71	3,403.14	2,388,000.00	76.05
1969	125,220,000	33.6001	3,726.78	921.25	1,177.65	1,027.20	275.51	21.34	303.84	3,726.78	1,054,000.00	31.37
1970	156,124,000	35.7001	4,373.21	1,223.27	1,238.37	1,236.72	347.90	13.59	313.36	4,373.21	2,431,000.00	68.10
1971	209,517,000	36.2001	5,787.75	1,589.42	1,775.19	1,420.80	345.80	21.10	635.44	5,787.75	3,399,000.00	93.89
1972	265,542,000	38.6001	6,879.31	1,464.74	2,160.10	1,804.45	586.79	108.68	754.56	6,879.31	6,787,000.00	175.83
1973	281,306,000	49.1001	5,729.23	1,118.61	1,690.50	1,287.31	685.29	341.49	606.03	5,729.23	0.00	0.00
1974	278,807,000	60.0002	4,646.77	735.61	1,411.90	1,101.43	512.37	455.77	429.70	4,646.77	0.00	0.00
1975	276,626,000	60.1002	4,602.75	723.14	1,431.44	1,032.31	464.97	503.68	447.20	4,602.75	0.00	0.00
1976	289,189,000	62.7002	4,612.25	691.77	1,500.91	1,135.48	509.33	581.35	193.41	4,612.25	0.00	0.00
1977	341,369,000	67.1002	5,087.45	682.17	1,816.72	1,152.41	543.35	692.83	199.97	5,087.45	0.00	0.00
1978	386,413,000	72.8002	5,307.86	744.82	2,049.79	1,200.64	490.89	611.51	210.21	5,307.86	0.00	0.00
1979	444,597,000	80.5002	5,522.93	733.29	2,079.63	1,308.41	472.17	718.74	210.68	5,522.93	0.00	0.00
1980	441,563,000	88.3002	5,000.70	672.60	1,995.91	1,117.52	434.35	597.68	182.65	5,000.70	5,172,000.00	58.57
1981	444,402,000	89.6002	4,959.83	712.96	1,901.29	1,193.36	423.94	561.47	166.82	4,959.83	6,296,000.00	70.27
1982	443,021,000	88.8002	4,988.96	747.68	1,931.86	1,113.72	469.17	566.42	160.11	4,988.96	7,369,000.00	82.98
1983	456,615,000	88.6002	5,153.66	647.33	2,127.07	1,159.15	477.70	583.84	158.57	5,153.66	10,455,000.00	118.00
1984	459,735,000	90.0002	5,108.15	608.11	2,216.06	1,104.10	486.23	554.41	139.24	5,108.15	3,255,000.00	36.17

年度	名目事業費 単位:千円	デフレーター 1990年度 =100	実質 事業費 1990年度 価格 単位:億円	施設区分別事業費 (単位:億円)							災害復旧費	
				水域施設 (開発保全 航路を含 む)	外郭施設	係留施設	臨港交通 施設	環境整備 施設	その他 施設	合計	名目	実質
											単位:千円	1990年度 価格 単位:億円
1985	458,880,000	88.6002	5,179.22	597.55	2,374.40	1,028.56	506.60	521.86	150.25	5,179.22	4,237,000.00	47.82
1986	471,394,000	88.6002	5,320.46	598.68	2,282.09	1,330.67	465.19	495.24	148.59	5,320.46	4,033,000.00	45.52
1987	573,605,000	89.9002	6,380.46	732.88	2,636.47	1,421.71	731.60	632.45	225.36	6,380.46	7,656,000.00	85.16
1988	568,594,000	92.0002	6,180.35	694.43	2,323.41	1,412.64	790.43	710.72	248.73	6,180.35	3,913,000.00	42.53
1989	572,825,000	96.3002	5,948.32	683.48	2,136.93	1,275.14	723.40	701.57	427.81	5,948.32	2,811,000.00	29.19
1990	588,689,000	100.0003	5,886.88	616.09	2,135.04	1,225.03	933.28	544.47	432.97	5,886.88	5,127,000.00	51.27
1991	600,541,000	102.9003	5,836.15	607.27	2,155.69	1,166.17	926.30	531.53	449.19	5,836.15	22,738,000.00	220.97
1992	729,705,000	104.3003	6,996.20	668.48	2,698.46	1,471.72	1,026.98	667.29	463.27	6,996.20	6,187,000.00	59.32
1993	890,027,000	104.2003	8,541.50	943.45	2,813.99	2,040.15	1,336.65	886.88	520.38	8,541.50	33,102,000.00	317.68
1994	704,181,000	104.5881	6,732.90	712.38	2,347.19	1,773.01	836.95	640.70	422.66	6,732.90	0.00	0.00
1995	942,597,000	104.0667	9,057.62	1,088.47	2,866.59	2,306.78	1,317.64	1,072.95	405.18	9,057.62	0.00	0.00

データ出典

- 1) 宮崎茂一：港湾資産の推計について，雑誌「港湾」，34巻6，7号，1957年
- 2) 国土交通省港湾局データ
- 3) 経済企画庁総合計画局：日本の社会資本－フローからストックへ，株式会社ぎょうせい，1986年
- 4) 経済企画庁総合計画局：日本の社会資本－21世紀へのストック，株式会社ぎょうせい，1998年

---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.44

September 2002

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

---

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1  
管理調整部企画調整課 電話:0468-44-5018〕