

## 港湾の資本費と維持管理費の上昇要因の分析と今後の展望 Analysis and future prospects of the factors which increase capital costs and maintenance costs of Japan's port

高橋 浩二\*・春日井 康夫\*\*・福田 功\*\*\*・内田 吉文\*\*\*\*  
Koji TAKAHASHI, Yasuo KASUGAI,  
Isao FUKUDA and Yoshihumi UCHIDA

**要旨:** 港湾経営を考えるためには経営学の重要な指標である資本費および維持管理費の動向および将来の展望を明確にすることが必要不可欠である。筆者らは本論文で港湾施設の資本費および維持管理費に着目し、これらの費用の上昇要因および建設費の内外価格差を分析した。この結果、船舶の大型化に対応した港湾施設の大水深化・沖合展開や、わが国の自然的条件（地震、津波）、新たなリスク（レベル2クラスの事象や、地震に伴う大規模液状化による側方流動等）の回避のため、今後も資本費および維持管理費は上昇する傾向にあることが明らかとなった。また、内外価格差を分析したところ、耐震強化や地盤改良の必要性から、わが国は海外に比べ資本費が高いことも明らかとなった。本論文で、資本費および維持管理費の上昇傾向にあることや海外に比べ高いことは、特に埋立事業、港湾機能施設事業の採算性や港湾管理者の経営の健全性を悪化させる要因となることを示した。

**キーワード:** 港湾経営、港湾財政、資本費、維持管理費

### 1. はじめに

筆者らは、本論文で港湾の経営管理の重要な指標となる資本費と維持管理費に着目し、資本費を上昇させる要因を分析するとともに、資本費の上昇が港湾の経営管理に及ぼす影響を展望する。なお、本論文で扱う資本費は建設費と更新費の合計額で示される額である。

本論では、まず、港湾施設の建設費の増加要因、調達方式および「港湾の施設の技術上の基準（以下、「技術基準」と称する）」による建設費縮減への動向を分析する。

次に、確率が低くても甚大な被害を与える地震動や強大化する台風等のいわゆるレベル2クラスの事象や、地震に伴う大規模液状化による側方流動への対応等、従来は想定していなかったシナリオによる新たなリスクを回避するための建設費の増加要因について分析を行う。

さらに、わが国の港湾施設の建設費が海外に比べ相対的に高いことを示す。

最後に、港湾施設の資本費と維持管理費の増加が新規投資を圧迫するだけでなく、港湾管理者財政を改善する必要性があることに言及する。

\* 正会員 (独)港湾空港技術研究所, \*\* 正会員 九州大学大学院工学研究院, \*\*\* 正会員 (独)港湾空港技術研究所, \*\*\*\* 国土交通省 中部地方整備局 港湾空港部

## 2. わが国の港湾の建設費を増加させる要因

わが国の建設費を増加させる要因のうち、社会的要因として船舶の大型化に対応した沖合展開、自然的要因として地震・軟弱地盤への対応をとりあげる。

### 2.1 船舶の大型化に対応した沖合展開

わが国の輸出を支える近年の物流は、自動車輸出に代表される自動車運搬船を除けば、多くをコンテナ船による輸出が大半を占めている。船社は、規模の経済効果により海上コンテナ1TEU当たりの輸送コストを削減するため、図1に示すように急速にコンテナ船の大型化を進めている。現在までに全長400m、吃水16m、16,000TEU超積載の大型コンテナ船を就航させ、さらに大型船である18,000TEU積載のコンテナ船の建造を発注している。巷間にはコンテナ船の過度な大型化は規

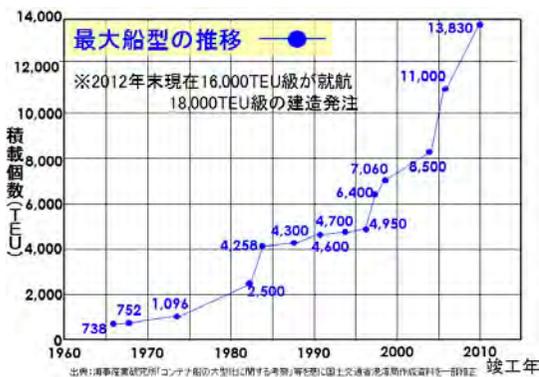


図1 コンテナ船の大型化の推移

模の経済効果を相殺するという意見やマラッカ海峡の制約から大型化は限界という見方があるが、わが国は1960年台以来、少なくともアジア諸国に就航している大型コンテナ船がわが国へ寄港可能なように港湾の大型化を進めてきた<sup>1)</sup>。

同様に、わが国は、バルク船の大型化に対応し、港湾の大型化を進めてきた。

港湾の大型化は、大型船舶の吃水に合わせ、船舶が接岸する岸壁の前面水深を深くするだけでなく、航路・泊地・埠頭用地等も面的に広くするとともに航路・泊地は水深も深くする必要がある。港湾の大型化は、陸域の用地が少ないわが国では海上へ建設場所を求め沖合展開を進めることとなり、水深の深い海域において港湾構造物の建設を進めることとなった<sup>2)</sup>。

港湾構造物の大型化は、急激に建設費の増加を招く。たとえば、港湾構造物の一つであるケーソン式岸壁の場合、水深が深くなることによりケーソンに作用する陸側の土圧は深さ方向に比例して増加するため、土圧合力は深さの2乗に比例して大きくなる。一般的に、建設費は水深の増加により指数関数的に急激に上昇する。

### 2.2 地震への対応

図2はInternational Seismological Centre (ISC: 国際地震センター) が公表している世界地震分布図で、図2はマグニチュード4以上、深さ100km

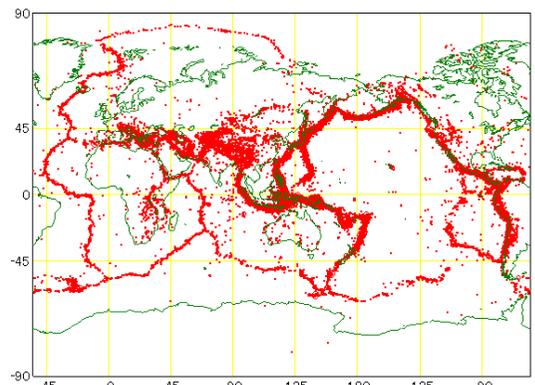


図2 地震分布図(マグニチュード4以上、深さ100km以浅) (出典: ISC)

以浅の地震発生分布を示している。深さが100km以深になると、震源は欧米に見られず、わが国を含む特定の地域に集中している。日本列島は地球の陸地面積の0.1%しかないにもかかわらず、世界

の M6 以上の地震の 10%が発生し、1994 年以降に限れば 21%にのぼるとも言われている。

図 3 は ICHII が重力式岸壁を例に各地震動レベルにおける被災額の期待値を示したものである<sup>3)</sup>。地震力が増大すると、被災額が急激に上昇することが理解できる。そのため、岸壁や護岸など片方向から絶えず土圧を受けている構造形式の施設は、地震力に対し水平方向の抵抗力で安定するように設計するため、地震力が増大すると水平方向に断面を大きくすることにより抵抗力を増加させる必要がある。地震多発地帯のわが国は韓国、中国、ベトナム等の東アジア諸国や欧州と比べ地震力に対する安全性の向上のために建設費が高くなるを得ない。

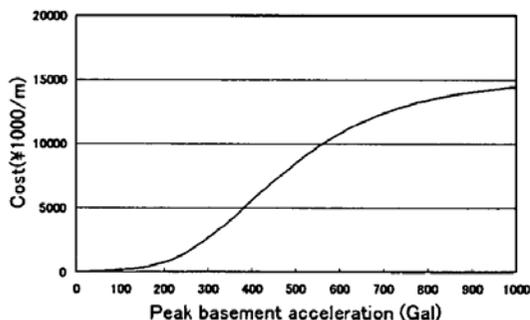


図 3 An example of estimated loss for each input excitation level<sup>3)</sup>

## 2.3 軟弱地盤への対応

わが国の経済は、東京湾、伊勢湾、大阪湾の三大湾をはじめ臨海部の平地を中心に発達してきた。これら臨海部の平地は沖積平野と呼ばれ、氷河期の海面低下時に浸食された溺れ谷の上に、河川等から流入した軟弱な土壌が堆積して形成されていることから、沖積平野の地盤は軟弱な沖積層地盤である。

港湾施設を厚い軟弱地盤の上に建設するためには、地盤改良や基盤層まで長い杭を打設するなど建設費の大幅な上昇を招くことになる。基盤層の

浅い諸外国の地盤条件と比べて、わが国の地盤は軟弱であることにより、設計施工のあらゆる段階に応じて新技術の導入や特殊な作業船、熟練工等を必要とすることから港湾施設の建設費が高くなるを得ない。厚い軟弱地盤に建設した構造物の代表的な事例として大阪港咲洲トンネルや関西国際空港がある。これらの構造物は厚さが数百 m に及ぶ沖積層と洪積層から形成される大阪湾の海底に計画されたため、大規模な圧密沈下を前提に設計・施工されている<sup>4)</sup>。建設費は圧密による沈下が無い場合に比べ大幅に上昇している。

## 3. 資本費および維持管理費の削減への努力

港湾建設は、1950 年～1999 年における技術開発を通じ設計法および解析手法の高度化を進めた時期、1999 年以降の建設費および維持管理費の削減を具体化した時期に分けることができる。

### 3.1 技術開発における取り組み

港湾建設における技術基準等の歴史を図 4 に示す。

安全で、かつ、所要の機能を的確に発揮できる港湾施設の建設に向けて、わが国の港湾建設技術は、1950 年に戦後初の設計基準である港湾工事

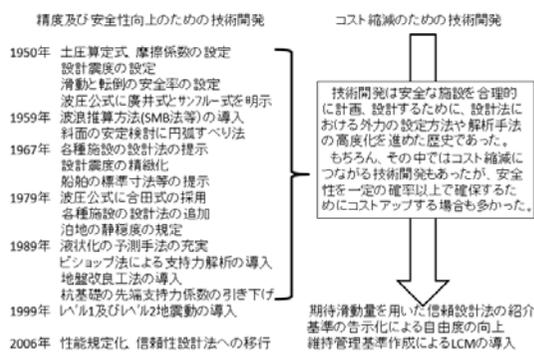


図 4 技術基準等改訂の歴史<sup>5)</sup>を基に作成

設計示方要覧が策定されて以来、それまでの経験工学を中心とする技術から科学的知見に基づく技術へと進化し始めた。

1973年には、国は港湾法に「港湾の施設の技術上の基準」（以下「技術基準」という。）を位置づけ、港湾施設の建設における構造上の機能及び安全性確保の手順、手続き等が法的に効力を持つ技術基準として明確化した。国は技術基準を港湾法に法的に位置づけることにより、新たに建設される港湾施設の安全性の確保にとどまらず、港湾管理者等が行う港湾区域内等の工事等の許可等の際の基準としても活用することにした。同時に、国は、港湾建設に必要な技術的指導・情報提供等により、港湾管理者や民間事業者の技術力向上を促すこととした。これらの施策は港湾管理者や民間事業者の港湾施設に求められる機能及び安全性の向上に寄与した。

この技術基準は、それまでの理論的研究や室内実験、現地観測の成果等を反映し、より信頼度の高い材料・構造を規定する基準として、施設の変形、強度を中心とする機能及び安全性の確保に寄与したが、当初の技術開発は港湾の施設を設計するために施設に作用する外力の算定法の精緻化や新たな施設の設計法の提示が中心であり、まずは施設を确实安全に建設するためのものであった<sup>6)</sup>。

1999年に技術基準は大きな転換期を迎える。わが国の建設費は海外に比べ高いという世論を受け、安全性を確保しつつ建設費を縮減するための研究が多く行われた。国はこれらの研究成果を1999年の改正において技術基準に導入した。

しかし、1999年の技術基準も含め、従前の技術基準は、港湾施設の建設では標準化された材料と設計手法を用いる仕様規定型の技術基準であった。この仕様規定型の技術基準は、技術基準との適合性確認の責務を有する国及び港湾管理者

等が、当該施設の機能及び安全性の適合を確認することは容易かつ确实であったが、反面、設計法で不確実な部分における安全性の確保を構造的に補強することにより确实にする方法を採用していたため、ややもするとコスト意識に欠ける傾向があった。

### 3.2 技術基準の性能規定化による建設費縮減

従来の技術基準の改正は、施設の安全性を確保するために技術基準の精度を向上してきた歴史であった。国は、公共事業費の抑制の方針を受け1999年に技術基準の改正を行ったが、抜本的に技術基準の制度を見直し、建設費を縮減するまでには至らなかった。

一方、基準類の国際的な性能規定化の流れを受け、国の規制改革推進3カ年計画において技術基準の性能規定化の方針が打ち出された。国は、公共事業コスト構造改革プログラム（2003年3月）の一環として、港湾の施設の技術基準を従来の仕様規定から性能規定に変更することとした。

2006年、国は港湾法を改正し、技術基準を従来の仕様規定から性能規定に変更するとともに、併せて技術基準への適合性の判断を国又は第三者機関に委ねることとなった<sup>7)</sup>。これにより、港湾施設等の安全性を国が一律に定める技術基準に適合することにより確保するのではなく、国は必要な安全性等にかかる技術基準のみを定め、その性能に適合する仕様や設計は民間の発意に委ねることが可能となった。民間による、創意工夫を活かした新たな設計方法や特殊構造の採用が可能となり、特に、施設の重要性やライフサイクルにあわせた設計強度や耐久性を選択することが可能となったことから建設費だけでなく更新費、維持管理費を含めた費用の縮減が期待された。

技術基準の性能規定化による防波堤の建設費

の削減の設計例を図5に示す。図5の防波堤は、期待滑動量を用いた設計法を採用することにより建設費を約1割削減することが可能となった。

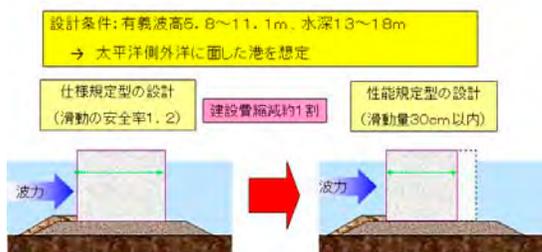


図5 期待滑動量による防波堤の設計事例

### 3.3 ライフサイクルマネジメント導入による維持管理費削減

松淵、横田が1999年に「係留施設のライフサイクルコスト発生と維持管理意志決定支援システムの構築に関する基礎的研究」<sup>8)</sup>を発表し、ライフサイクルコストを考慮した施設のあり方の研究成果を発表するなど、維持管理を通じたコスト削減の研究が進められてきた。

国は、2006年の港湾法改正によって技術基準を性能規定化し、自由な発想に基づく新たな設計法を導入し易くすることと並んで、もう一つ特筆すべき改正を行った。それは、技術基準の省令を改正し、ライフサイクルコストを考慮した施設の管理による長期的なコスト削減のため、港湾の施設の維持管理計画の作成を義務付けたことである。

国は維持管理について港湾法に「港湾の施設は技術基準に適合するように建設し、改良し、又は維持しなければならない。」と明記しているが、従来の技術基準は、施設の安全性を一定のレベル以上で確保することに主眼を置いており、維持管理を含めたライフサイクルコストの規定は不十分であった。国として維持管理への取り組みに欠けていたことは否めない。国は新たな技術基準に

おいて、維持管理の重要性を明らかにし、維持管理計画の策定義務を導入し、建設費、更新費、維持管理費のトータルコストであるライフサイクルコストを最小化することを求めた。「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」<sup>9)</sup>を公表し、点検診断計画や維持補修計画を作成するなど予防保全型維持管理を導入するための支援措置を講じている。

## 4. 新たなリスクの顕在化

東日本大震災は、資本費及び維持管理費の増加させる新たなリスクとなっている。

### 4.1 東日本大震災の検証による新たなリスク

2011年の東日本大震災においては、想定外の事象に対する備えの重要性が再認識された。従来は、設計に用いた条件を超える事象について議論することに対して非現実的な印象を持たれていた。また、いわゆるレベル2クラスの事象に対する議論は、対応のための予算の手当も無しに議論することは、港湾管理者が議会運営上も避けるべきものと考えられていた。そのため、レベル2事象に対する議論は不活発なまま時間が経過していた。

今回の震災を通じて反省すべき点は、想定されるレベル2クラスの災害に対して、防災・減災を実現するためハード・ソフトの組み合わせによる被害の低減化の検討を事前に深く検討していなかったことと、たとえ議論していても社会に対する情報発信が不十分であった点にある。

このため、今後はレベル2クラスの災害に対する事象を洗い出し、ハード・ソフトによる対応を事前に全国レベル、地方レベルで議論を行い、想定されるリスクを明らかにしておくべきと考えられる。

想定されるレベル2クラスのリスクは、地震・津波はもちろんであるが、地球温暖化による海面

上昇とその結果引き起こされる台風の強大化による想定を超える高潮高波等、考え得る事象は検討の対象となる。

ただし、港湾の分野においてはレベル2クラスの事象として、恐竜を絶滅させた巨大隕石の落下等のように発生確率が極端に低いものまで含めて議論することは、遭遇確率の面で不適切である。

また、レベル1の事象に対してハード施設が対応していない地点も数多くある。したがって、ソフト対策はもちろんであるがハード対策によるレベル1災害への着実な対応、ハード対策が非現実的な場合はソフト対策も加えたレベル2災害への備え等を着実に進めていくことが重要である。

港湾施設で、新たなリスクとして以下のものが考えられる。

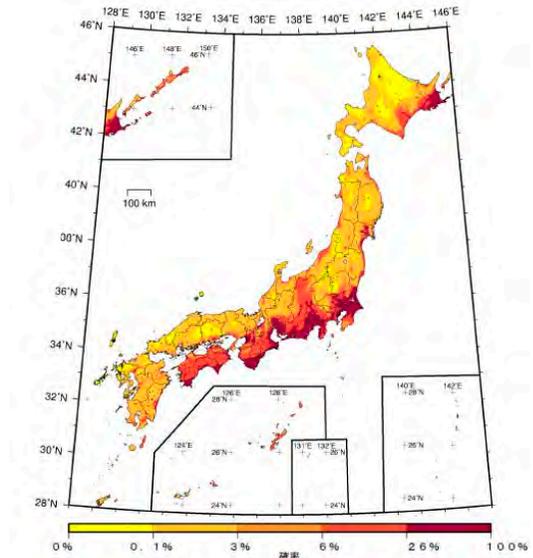


図6 2012年から30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率の分布<sup>10)</sup>

#### 4.1.1 地震発生確率の上昇

文部科学省地震調査研究推進本部が2012年末に新たに示した確率的地震動予測地図(図6)においても、関東地域を中心とする地域において震度6弱以上の地震が発生する確率が大幅に上昇した<sup>10)</sup>。経済の中心である三大湾全てにおいて大規模な地震の起こる確率が非常に大きく、港湾施設の早急な対応が求められる。

#### 4.1.2 地震による液状化が原因の防波堤等の沈下

岸壁や護岸以外の構造でも、基礎に液状化を起ししやすい砂地盤で築造されている防波堤は、兵庫県南部地震で神戸港の防波堤が2m沈下したことから<sup>11)</sup>、地震時に大きく沈下することが予想され、その後の津波に対して機能を発揮するためにも一定のかさ上げや補強が必要であることが明確になった。

#### 4.1.3 津波後でも一定の機能を発揮する防波堤

今回の震災以降議論が進んでいるように、レベル2クラスの津波の被害をできる限り低減するとともに、震災後の港内静穏度の確保から、図7に示すように粘り強い防波堤を実現するための施策の実現が広く求められている。

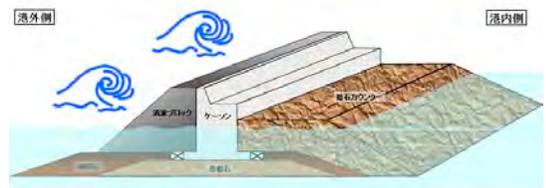


図7 粘り強い防波堤の補強イメージ

#### 4.1.4 液状化による埋立地全体の側方流動

液状化が広範囲で発生する場合は、全体地盤が広域に側方流動を起こすことが、新潟地震で観察

されたが、その危険性は技術基準等の設計に取り入れられてこなかった。図8に埋立地全体が地震による液状化で全体に側方流動を起こす事例の模式図を示す。濱田<sup>12)</sup>は、従来からこの危険性を指摘しており、特に三大湾の臨海部埋立地の大規模石油タンク群においてこの危険性が大きいことを指摘している。護岸の設計だけでは安全性を確保することは困難であり埋立地全体で安全性の確保を検討し対策を立てることが重要である。

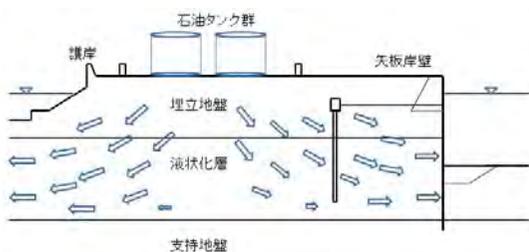


図8 埋立地での液状化と流動による地盤の水平変位の模式図

#### 4.2 名古屋港高潮防波堤を事例とした建設費の上昇の検証

名古屋港は自動車、航空宇宙産業など、世界的なものづくり産業が集積する中部地域を後背地に抱える貿易額日本一の港湾であり、わが国の経済活動を牽引する重要な役割を果たしている。伊勢湾台風の被害を受けて名古屋港内の高潮被害を低減するために建設された高潮防波堤を事例とし費が上昇するか検証を行った。

この高潮防波堤は、大規模地震を受けると液状化による沈下が予想されるため、地震後に来襲する津波に対して防波堤天端高を嵩上げすることが重要な課題であった。さらに建設後50年を経て老朽化が進んでいることから、大規模地震に備え老朽化対策も同時に求められていた。このため、国土交通省中部地方整備局は発生頻度の高い津波(いわゆるL1津波)と最大クラスの津波(いわゆるL2津波)を想定し、地震による高潮防波堤の沈下量の予測、高潮防波堤の沈下後に来襲する津波および高潮に対する防護機能の確認を行った。

図9は、国土交通省中部地方整備局名古屋港湾事務所が2011年10月にHPで発表した大規模地震(東海・東南海2連動地震)による防波堤の沈

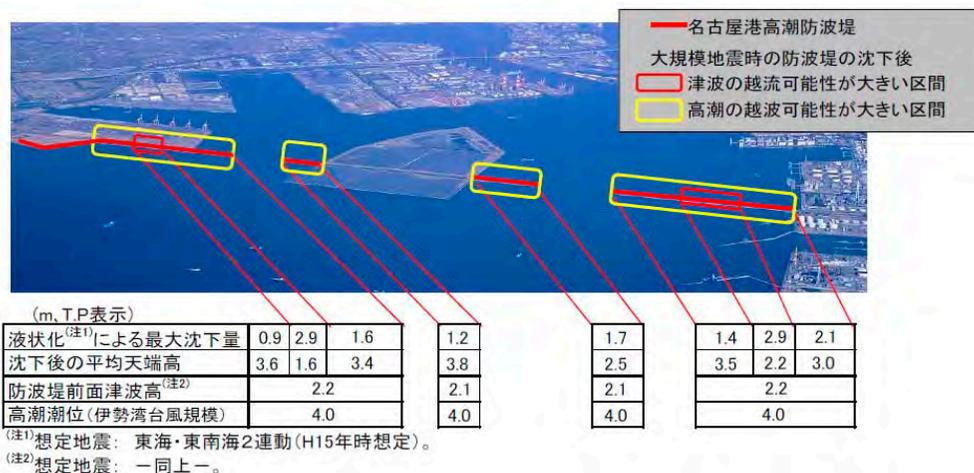
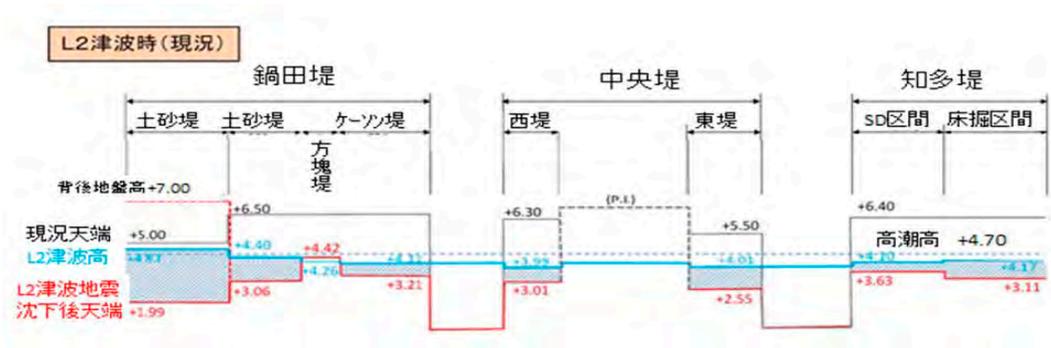


図9 高潮防波堤の沈下計算<sup>13)</sup>

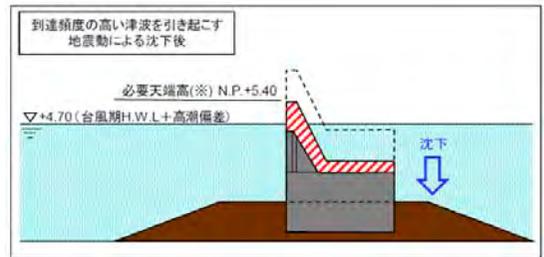
図 10 名古屋港高潮防波堤の沈下予測等<sup>14)</sup>

下量と防波堤前面での津波高さ及び高潮時の潮位を表している<sup>13)</sup>。地震に対し最大 2.9m 沈下する計算結果が出ている。その後、中央防災会議から南海トラフの巨大地震の見直しの発表を受け、国土交通省中部地方整備局において再検討を実施した。

- ・ L1 及び L2 地震を想定した地震応答解析による天端高の確認

再検討による計算において、名古屋港高潮防波堤は、図 10 に示すように L2 地震により最大 3.4m 沈下する結果が出て、ほとんどの断面で必要天端高(N.P.+5.4m)を満足しないことが明らかとなった<sup>14)</sup>。国土交通省は、L1 地震に対する対策と L2 地震後の静穏度の確保の対策として図 11 に示すように必要なかさ上げを行うとともに、老朽化で耐力不足が心配されるケーソン壁の補強を目的にケーソン内部の中詰砂をモルタルに置き換える補強を計画している<sup>14)</sup>。

- ・ L1 及び L2 津波力に対する高潮防波堤の安定性  
名古屋港高潮防波堤の津波力に対する安定性を検証した結果、全ての断面で L1 及び L2 津波双方に対して安定性を有することが確認された。併せて、粘り強い防波堤の性能を確認している。

図 11 防波堤沈下対策の概念<sup>14)</sup>

このように、国土交通省は、名古屋港高潮防波堤を対象に、新たに顕在化した発生頻度の高い L1 津波、さらに L1 津波を超える L2 津波に対し、地震による液状化に伴って沈下しても防波堤の機能を果たすように検討し、具体的な補強対策を 2012 年度から進めている。同時に、建設後 50 年近く経過した防波堤の老朽化対策も同時に実施している。

これらの対策に要する新たな投資額は、建設費の縮減も十分に検討した結果、防波堤の断面に応じて、嵩上げ、ケーソン中詰の固化、根固めの補強等により工事費として総額 60 億円に対応することが可能となった。これにより、高潮防波堤を新たに建設すると仮定すると、L1 及び L2 地震対策の補強による建設費の上昇分は総事業費（現時点で新規に建設した場合の事業費）の 1 割に相当すると言える。言い換えれば、このような防波堤の場

合、新たなリスクへの対応として建設費は従来よりも1割上昇することが明らかになった。

図12に名古屋港高潮防波堤のうち一例として、知多堤の改良内容（天端高の嵩上げ等）を示す。

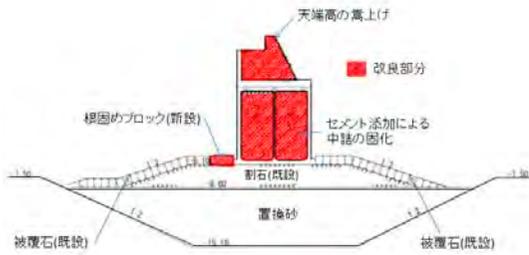


図12 名古屋港高潮防波堤(知多堤) 改良断面

## 5. 港湾建設費の内外価格差

### 5.1 経営指標としての重要な資本費と維持管理費

民間経営の判断の指標となるのが、資本費と維持管理費である。

このため、筆者らはわが国とアジア諸国の港湾の建設費の内外価格差について着目し、本論文では下記的前提条件のもとで建設費を比較することにした。

#### <前提条件>

水深：水深 17m 前後の岸壁を比較

岸壁延長：延長 400m 程度の岸壁で比較し、単位 m あたりの建設費に変換

地震力：外国の地震力は設計震度等で表示。日本の岸壁は地震波からの設計のため設計震度の表示はしない(旧来の設計震度であれば 0.25g 相当)

建設費：直接工事費（港湾積算基準）(外国の岸壁には岸壁以外の建設費が入っている可能性あり)

### 5.2 国内外の港湾建設費の比較

これらの前提条件のもとで、各国の水深 16m 以深の高規格コンテナターミナルの岸壁建設費について比較した結果を表 1 に示す。一般に構造形式は地盤条件・耐震基準等の設計施工条件・基準類、さらには発注方式により異なる。本論では、各国の整備主体は大型コンテナ船の係留機能を発揮するため最も低い建設費となる構造形式を採用すると想定し、大型コンテナ船の係留機能を確保するための建設費を比較することに注目した。表 1 で取り上げた海外の港湾の建設費には岸壁以外の港湾施設（荷捌き用地など）の建設費が含まれている可能性があるため、実際には比較した結果よりも内外価格差が大きい可能性があるが、水深—16m 以深の岸壁で比較すると、少なくとも地盤が良くて地震の無いロッテルダムやアントワープの建設費はわが国よりも圧倒的に少ない。また、水深—18m の岸壁で比較すると、釜山港は地盤があまり良くないが地震力が東京港や大阪港よりも小さいため建設費が少ないことが理解できる。

表 1 コンテナ岸壁の建設費の比較

	構造諸元		設計条件			
	構造形式	最大水深(m)	地盤改良	設計費(億円/m)	事業費*(億円/m)	為替レート
ロッテルダム	鉄筋コンクリート 矢板(上部橋式)	16.7	なし	0	0.060	
アントワープ	重力式(鉄筋コンクリートL型橋壁)	17	なし	0	0.052	①=¥135.56 (2009.9月)
釜山	直立消波ケーシング	18	一部地盤改良	0.17g	0.24	①円=0.0637ウォン (2012年6月)
東京	橋式	18	地盤改良	-	0.43	
横浜	セル式	18	地盤改良	-	0.32	
大阪	橋式	16	地盤改良	-	0.28	
神戸	橋式	16	地盤改良	-	0.25	

\* 外国の港湾の事業費には岸壁以外の事業費が含まれている可能性あり  
海外の港湾の事業費は工事費として国総研資料No.628 等より算出  
国内の港湾の事業費は総事業費から工事費に割り戻して算出

### 5.3 維持管理費の増大

図13は、国土交通省が今後の公共事業費と既存施設の更新費・維持管理費の推移を公表した資料である。国土交通省は、高度成長期に集中して建設された施設で更新費・維持管理費が急速に増えつつあり、維持管理費等が投資可能総額を上回ると予想している。

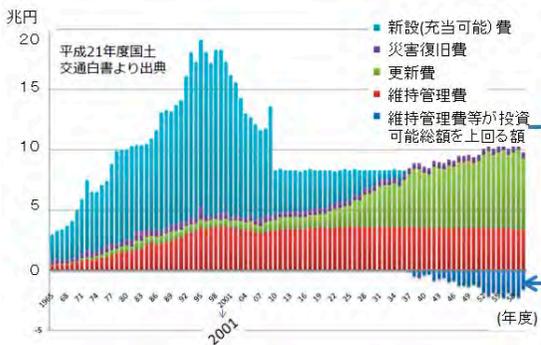


図13 維持管理・更新費の推計費

アジア諸国の港湾施設はわが国に比べ相対的に建設時期が新しいため、わが国に比べ、更新費および維持管理費は少ないと推測できる。

### 5.4 アジア諸国に比べ資本費と維持管理費の高いわが国の港湾

このように、わが国の港湾の建設費はアジア諸国と比べ高いこと、更新費および維持管理費はアジア諸国に比べ今後も増大すると推測できることが理解できる。さらに新たなリスクへの対応も必要になることから、わが国の港湾の経営指標となる資本費（建設費および更新費）と維持管理費は、アジア諸国に比べ、今後も増加し、相対的に高い状況が続くと推測できる。

### 6. 資本費および維持管理費の増大による課題と展望

資本費および維持管理を縮減するため、官学産が一体となって技術開発、設計基準、ライフサイクルマネジメントなど、様々な努力がされており、成果が出ている。しかし、これらの努力にもかかわらず、前述のように社会的自然的要因により、資本費および維持管理費はアジア諸国に比べて相対的に高ことが分かった。

一方、資本費および維持管理費に高額の投資を続けなければならないことは、下記に代表される港湾管理者の財政上の課題を顕在化している。

- ①埋立事業（臨海部土地造成事業）の不採算性
- ②港湾機能施設整備事業の不採算性
- ③①②を含めた港湾管理者の財政の不健全性

埋立事業（臨海部土地造成事業）は、起債事業により資金調達し、土地造成後、土地売却収入により債券を償還する事業であり、港湾機能施設整備事業は、起債事業により資金調達し、港湾荷役機械の購入等に充て、港湾使用料収入により債券を償還する事業である。企業や船舶航路の誘致のため土地売却費や港湾使用料の値下げ要請がある一方で、増加する資本費および維持管理費の財源を土地売却費・港湾使用料に求めることは、港湾管理者の健全な財政運営の観点からみれば、財政的に破綻を招く危惧がある。財政的な破綻を防止し、健全な港湾経営を実現するためには一般公共事業債への移行や土地売却後の固定資産税・都市計画税等の収税の繰り入れなどにより、財政上の課題を改善する必要がある。

### 7. 結論

港湾経営を考えるためには経営学の重要な指標である資本費および維持管理費の動向および将来の展望を明確にすることが必要不可欠である。筆者らは本論文で港湾施設の資本費および維持管理

費に着目し、設計および調達方式による変動の整理、国内外での比較を試み、これらの費用の上昇する要因を分析した。

この結果、船舶の大型化に対応した港湾施設の大水深化・沖合展開や、わが国の自然的条件（地震、津波）、新たなリスク（レベル2クラスの事象や、地震に伴う大規模液状化による側方流動等）の回避のため、今後も資本費および維持管理費は上昇する傾向にあることが明らかとなった。

さらに、内外価格差を分析した結果、耐震強化や地盤改良の必要性から、わが国は海外に比べ資本費が高いことも明らかとなった。

最後に、資本費および維持管理費の上昇傾向にあることや海外に比べ高いことは、特に埋立事業、港湾機能施設事業の採算性や港湾管理者の経営の健全性を悪化させる要因となることを示した。今後は港湾管理者の財政状況を改善する研究が期待される。

## 謝辞

表1 コンテナ岸壁の建設費の比較について戸田鉄也氏にとりまとめのお世話になりました。ここに記して謝意を表します。

## 引用・参考文献

- 1) 赤倉康寛、「超大型コンテナ船の船舶諸元と対応するバース・ターミナル諸元」、国土技術総合研究所報告 No. 45、2011年3月
- 2) 例えば、高橋浩二：「東京国際（羽田）空港の沖合展開事業」、建設の機械化、日本建設機械化協会、1985年
- 3) Koji ICHII, A seismic risk assessment procedure for gravity type quay wall : Structural Engineering/Earthquake Eng., JSCE, Vol.19, No.2, 131s-140s, 2002, October
- 4) 例えば、以下の文献がある
  - ①柳生忠彦、高橋浩二：「大阪湾海底トンネルの計画及び設計」、海洋開発論文集 Vol.1.5、土木学会、1989年
  - ②柳生忠彦、高橋浩二：「大阪湾臨海部洪積粘土層の圧密沈下を考慮した沈埋トンネルの設計」、第34回土質工学シンポジウム論文集、地盤工学会、1989年
  - ③片岡真二、高橋浩二、菅谷幹夫：「大阪湾海底トンネル換気塔の設計と沈下対策」、構造物の基礎と地盤の動的相互作用に関するシンポジウム発表論文集、地盤工学会、1990年
  - ④高橋浩二：「わが国初の道路・鉄道併用沈埋トンネル」、トンネルと地下、第21巻6号、土木工学社、1990年
- 5) 合田良実：港湾の技術基準改訂の変遷、「港湾」2006.8、(社)日本港湾協会
- 6) 波力を平均化して建設費を安くする技術開発事例として下記の文献がある。  
片岡真二、高橋浩二、中川誠：「長大型防波堤の設計」、日本沿岸域会議論文集、No.3、日本沿岸域学会
- 7) 国土交通省港湾局技術企画課技術監理室：登録確認機関による適合性確認制度について、<http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/11/110910/01.pdf>
- 8) 松渕知、横田弘：係留施設のライフサイクルコスト発生と維持管理意志決定支援システムの構築に関する基礎的研究、港湾空港技術研究所 報告第38巻2号、1999年6月
- 9) 国土交通省港湾局監修：港湾の施設の維持管理技術マニュアル、2007年10月
- 10) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：今後の地震動ハザード評価に関する検討～2011年・2012年における検討結果～、2012年、

[http://www.jishin.go.jp/main/chousa/12\\_yosokuchizu/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/12_yosokuchizu/index.htm)

- 11) 井合進、一井康二、森田年一：兵庫県南部地震における防波堤の有効応力解析、第 24 回地震工学研究発表会論文集、1997 年 7 月
- 12) 濱田政則：液状化の脅威、岩波書店、2012 年
- 13) 国土交通省中部地方整備局名古屋港湾事務所：名古屋港の防災対策の現状と課題、2011 年 10 月、  
[http://www.nagoya.pa.cbr.mlit.go.jp/topics/111011/index\\_files/data030.pdf](http://www.nagoya.pa.cbr.mlit.go.jp/topics/111011/index_files/data030.pdf)
- 14) 国土交通省中部地方整備局、防波堤耐津波性能評価委員会報告書、2012 年 10 月

## 著者紹介

### 高橋 浩二（正会員）

独立行政法人 港湾空港技術研究所（神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1），1956 年生まれ，1982 年京都大学大学院工学研究科修士課程（土木工学専攻）修了，同年運輸省入省，現在 独立行政法人 港湾空港技術研究所 特別研究官。

E-mail : takahashi-ko@pari.go.jp

### 春日井 康夫（正会員）

九州大学 大学院 工学研究院 海域港湾環境防災共同研究部門（福岡県福岡市西区元岡 744 W2 号館 1125 室），1959 年生まれ，1982 年名古屋工業大学土木工学科卒，同年運輸省に入省，現在 九州大学教授，博士（工学）。

E-mail : kasugai@civil.kyushu-u.ac.jp

### 福田 功（正会員）

独立行政法人 港湾空港技術研究所（神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1），1955 年生まれ，1978 年名古屋工業大学土木工学科卒，同年運輸省に入省，現在 独立行政法人 港湾空港技術研究所 理事。

E-mail : fukuda-i2vi@pari.go.jp

### 内田 吉文

国土交通省中部地方整備局（2013 年 10 月より愛知県名古屋市中区丸の内 2-1-36 NUP・フジサワ丸の内ビル、2013 年 10 月まで愛知県名古屋港区築地町 2）、1955 年生まれ、1974 年運輸省入省、現在 国土交通省 中部地方整備局 港湾空港部 事業計画官。

E-mail : uchida-y852a@pa.cbr.mlit.go.jp

## **Analysis and future prospects of the factors which increase capital costs and maintenance costs of Japan's port**

Koji TAKAHASHI, Yasuo KASUGAI,  
Isao FUKUDA and Yoshihumi UCHIDA

**ABSTRACT:** It is essential for port management to clarify the trends and future outlook of capital costs and maintenance costs, which are important indicators of business management. As a result of having analyzed factors which constitute these costs, these costs in Japan are tending upward sequentially by the factors which are upsizing of port facilities, offshore development, natural conditions (earthquake, tsunami) and the evasion of new risks (such as the phenomenon of class level two, the lateral flow by the large-scale liquefaction with the earthquake, etc.) In addition, as a result of having analyzed the disparity of construction costs between Japan and foreign countries, capital costs in Japan are high from the need of earthquake resistance and the ground improvement in comparison with foreign countries. The remarkable rise of these costs becomes the factor to worsen finance of the port management.

**KEYWORDS:** *Port Management, Port Finance, Capital Cost, Maintenance Cost*