



写真提供：東京湾横断道路（株）

1. 計画概要
2. 設計施工概要と景観デザイン
3. 世界初、日本発の技術が拓いたアクアトンネル
4. クリティカルだった川崎人工島の建設
5. 整備効果と今後の展望
6. 全体総括
7. おわりに…維持管理の現状と課題

## 東京湾アクアライン — 民間技術力を結集し、未経験の技術へ挑戦 —

### 講演者



**高橋 道生**  
元日本道路公団  
建設第一部  
東京湾横断道路室長



**舟崎 恒義**  
元東京湾横断道路（株）  
工務部長



**金井 誠**  
元東京湾横断道路（株）  
設計部 設計第一課長代理  
元（株）大林組  
木更津南工事事務所長



**金岡 稔**  
元鹿島建設（株）  
東京湾横断道路出張所長



**高橋 知道**  
東日本高速道路（株）  
取締役兼常務執行役員  
管理事業本部長



**内田 恵之助**  
元東京湾横断道路（株）  
代表取締役専務

### コーディネーター



**遠藤 元一**  
東京湾横断道路（株）  
代表取締役社長

東京湾アクアライン建設事業は「21世紀への夢の懸け橋」として期待され、かつてない大型海洋土木工事として世界から注目を集めたプロジェクトであり、技術的に困難で未経験の大工事であった。本稿では計画段階から完成に至るまで他に類を見ない難題を克服して開通を実現した経緯について報告する。

## 1. 計画概要

### (1) 東京湾開発構想

東京湾開発構想は1911（明治44）年に港湾調査会で立案された運河開削計画からはじまる。戦後昭和30年代になると東京港から富津までの湾内2/3を埋め立てる加納構想をはじめとして、NEO-TOKYO-PLAN（大高氏）、東京計画1960—その構造改善の提案（東大丹下研究室）、京葉中央道路建設構想（千葉大清水助教授）、東京湾開発整備計画（自民党政務調査会東京湾開発委員会、図1）など多くの開発構想が発表された。このような中、1961（昭和36）年建設省は湾岸高速環状道路と神奈川・千葉を橋梁またはトンネルで直結する道路を計画、これを基に1966（昭和41）年から調査が開始された。当時の計画では川崎、木更津の両サイドは橋梁、中央部は沈埋トンネルとする案が有力であった（図2）。

1976（昭和51）年度からは日本道路公団が調査を引き継ぎ、技術的進歩が著しいシールドトンネルについて検討を行い、船舶航行安全を含む工事環境面も考慮し中央部だけでなく川崎側を含めてシールドトンネルに変更することとなった（図3）。

### (2) 事業計画

事業は主に第3セクターで担うこととなり、1986（昭和61）年10月に日本道路公団、地方自治体、民間の3者で出資した東京湾横断道路（株）（以下TTBという）が設立された。日本道路公団とTTBは建設協定を結び、TTBは資金調達、海上部の詳細設計と工事、管理業務、PA事業を担当、日本道路公団は基本設計、用地取得、漁業補償、旅客線対策、他事業との調整及び陸上部の工事を担当した。TTBは完成した施設を日本道路公団に引渡し、建設に要した費用は長期の分割払いで受け取ることとなった。

総事業費は陸上部を担当した日本道路公団分と合わせて1兆4千400億円となった（建設期間内の利息を含む）（表1）。

## 2. 設計施工概要と景観デザイン

### (1) 設計施工概要

アクアラインは、川崎側から浮島ジャンクションとつながる浮島取付部、海底下のシールドトンネル、トンネル中間点の換気用の人工島（風の塔）、トンネルと橋梁の接続

道路名	東京湾アクアライン
路線名	国道409号
区間	自）川崎市川崎区浮島町地先 至）木更津市中島
延長	15.1 Km
車線数	4車線（将来構想6車線）
設計速度	80 km/h（第1種第2級）
料金	普通車：4,000円 （平成14年12月以降4,900円）
工事期間	1987/7～1997/11
総事業費	1兆4,400億円（建中利息含む）

表1 事業概要



図1 東京湾開発整備計画



図2 沈埋トンネル案

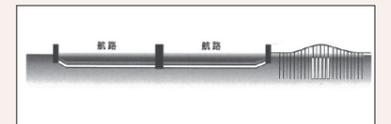


図3 シールドトンネル案

部の人工島（海ほたるパーキングエリア）、アクアブリッジの5種類の大きな構造物により構成されている（図4）。

これらの構造物を建設するために、今までに経験したことのない数々の問題を解決しなければならなかった。主要な問題は以下のとおり。

- ① 経験を超える大規模な構造物
- ② 高水圧下での施工
- ③ 厚い超軟弱地盤の処理
- ④ 世界有数の地震多発地帯での耐震性の確保
- ⑤ 激しい腐食環境での長期の耐久性の確保
- ⑥ 輻輳する航行船舶への安全対策
- ⑦ 湾内の環境の保全
- ⑧ 不安定な海象下での施工
- ⑨ 海中でのトンネル用人工盛土地盤造成

これらの問題を解決するために学識経験者を含めた検討会を設置するなど幅広く検討を進めた。

#### 1) 浮島取付部（図5）

浮島地区は東京湾内で最も地盤が軟弱であり水深20mの海底下に約30mに亘り極めて柔らかい地層があった。海中に人工盛土の斜路を設けて、その盛土の中にシールドトンネルを通すこととなるが、まずサンドコンパクションパイル工法と新しく開発された低強度深層混合処理工法による地盤改良を行った。低強度とするのは、シールドマシンが掘削しやすくするためであり目標強度は11kgf/cm<sup>2</sup>とした。改良した海底地盤の上の海中盛土は、シールド機で掘進でき、トンネルを拘束するという機能とともにトンネル保持機能とマシンカッタービット過剰摩耗防止機能を両立できるほどほどの硬さが

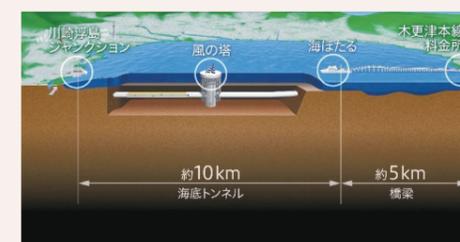


図4 アクアライン構造図



図5 浮島取付部



図6 川崎人工島

写真1 プレハブ鋼矢板セル式護岸

要求されるため、新工法のスラリー状混合処理盛土工法を採用した。

## 2) シールドトンネル

シールドトンネルの設計は、世界でも未経験の大口径、大水深、高水圧、長距離、地震地帯での耐震性の確保という極めて困難な条件であった。詳細は後述する。

## 3) 川崎人工島 (図6)

水深28m、さらに海底には24mの厚さのN値0の軟弱地盤が堆積している。そこに、外径193mの鋼製護岸を構築する。さらに内径98mの連続地中壁を構築する。その連続地中壁の内部にシールドトンネルの発進立坑ならびに換気塔となる直径98m高さ75mの立坑を構築する。連続地中壁の水深28mの海上施工の例はなく、このような大規模な構造物式、人工島も過去に例はない。詳細は後述する。

## 4) 木更津人工島 (海ほたる)

木更津人工島の役割はトンネルと橋梁の接続であり、トンネル施工中は立坑からのシールドトンネルの発進基地、完成後はトンネルの換気施設及び、パーキングエリアとして利用される。海上部だけで6.5ha、海中部分を含めると30haに及ぶ巨大な盛土式人工島である。海ほたるの護岸は水深が深く、しかも短期間で施工できる工法の採用が不可欠であった。そこで、新工法であるプレハブ鋼矢板セル式護岸が採用された(写真1)。鋼矢板セルは直径22m、高さ37mの巨大な円筒形の構造物で、鋼矢板を組み合わせて作られている。鋼矢板セルを組み立ててヤードで組み立て、大型FC船で運搬し、パイプロハンマーで所定の深さまで打設した後、直ちに約12,000立方メートルという大量の中詰め砕石を投入して護岸を安定させた。セルとセルの間はアークと呼ばれる円弧状の鋼矢板を22枚打設した。セルとアークによる世界でも珍しい堅固な護岸が構築された。

斜路部盛土はシールドマシンを発進立坑から、海底に導くための海中に設ける盛土である。工法は、浮島取付部と同じスラリー状混合処理盛土が採用された。

## 5) 橋梁部

アクアブリッジL=4.4kmの特徴は①多径間連続化、②防食工法としてチタンクラッド鋼を採用、③制振装置を設置したことが挙げられる。

多径間連続化は、耐震性と走行性の向上を図るため、

世界でも類を見ない規模で行った。240mのスパンを持つ沖合部では、橋脚は鋼製で高さは30～50mと非常に高く、フレキシブル橋脚となっている。この特徴を生かして10径間連続として連続桁の延長は1,630mとなっている。

新技術として、橋梁への採用は世界初となるチタンクラッド鋼による防食工法を採用した。これは厚さ1mmのチタンの板と厚さ4mmの鋼板を圧延圧着したもので、橋脚の海水の飛沫帯及び干満帯に被覆して防食工として採用した。完成後20年以上を経過したが異常はなく、現在でもチタンクラッド鋼の健全性は確保されている。

橋桁の架設後、1994(平成6)年12月9日に風速16mの風により橋桁が上下に大きく振動する現象が確認された。最大片振幅は54cm、周期は約3秒の大きな振動であった。これは事前の模型による風洞実験で予測されており、風洞実験通りの渦励振が発生したので制振装置を設計、製作した。10径間連続箱桁中に制振装置を一次モード用8基、二次モード用8基、計16基設置した。設置後、振動は良く制御されており渦励振の振動は発生していない。

## (2) 景観デザイン

アクアラインでは構造物の景観が重視されている。景観をデザインする観点から芸術家の先生も加わり様々な検討が行われた。環境影響評価の手続きの中でも、新たな都市環境の創造という観点から景観について適切な配慮を求められた。これらを受けて景観検討委員会を設置し、以下の基本理念が示された。

- ・ハーモニー 首都圏と自然との調和や連続性
- ・シンボル シンボル性のある構造物
- ・クオリティ 後世に残す資産として質の高い景観

### 1) 橋梁

橋梁は周辺のフラットな地形と広々とした海面から特に誇張するよりもハーモニーを重視することとして、全体的に滑らかで連続性のあるバランスの取れたデザインとした。

### 2) 海ほたる、浮島取付部

海ほたるは豪華客船をイメージしたデザインとした。

浮島のトンネル入口上部は視認性と高度制限からピラミッドのデザインとした。付近はコンビナートで縦線と円が卓越しているの、斜めの線を強調し視認性を高めた。

### 3) 風の塔

景観検討委員会の換気塔の部会長は当時東京芸大教授の画家平山郁夫先生が担当された。基本コンセプトは、①換気塔の機能を徹底的に追及することで機能美が生まれること、②砂漠のオアシスにあるミナレットのように大海原に屹立するものなので船舶から飛行機からそして湾岸からよく見えることあった。

第一の換気機能について、当時の日本道路公団田村幸久計画2課長からベルヌーイの定理を利用するユニークな提案がされた。東京湾の風は、夏は南西の風、冬になると逆に北西の季節風が卓越する。この卓越風を利用し、スリットを作ってその間を通すと気圧が下がり排気効率が増すという原理を用いる空気力学的な構造が採用されることになった(図7)。

風の塔の具体的なデザインは当時東京芸大美術学部長の澄川喜一先生にお願いした。デザイン案の検討の結果、経済性、施工性、メンテナンスなどを考慮してD案が採用された(図8)。

塔の表面の色付けについては平山先生のデザインで10mピッチの純白と群青色のストライプ模様の大膽なものとしている。風の塔は、航行する船舶にとって塔の形がユニークで非対称なことから自分の位置が良く分かると、東京湾を航行する船の目印として役立っている。

## 3. 世界初、日本発の技術が拓いたアクアトンネル

トンネルの計画・設計・施工計画・施工には、下記条件に対応した新技術・新工法・新システムが求められた。

- ・世界最大径φ14.14m
- ・海中人工盛土～超軟弱～超軟弱沖積～埋積谷～洪積の輻輳地盤
- ・海底下での地中接合
- ・地震多発地域
- ・長距離高速施工:川崎側L=4.6km,木更津側L=4.8km

そのため、設計には施工経験を、施工には設計思想を正しく反映することが重要であった。調査設計時における掘削外径φ10m以上のシールドトンネルは2例だけでトンネルの設置深度も延長も当時では未経験だったため、設計・施工法の全面的な見直しだけに留まらず、既往トンネルの現地調査や実大モデルを使つての試験など積極的に対応した。

### (1) 設計思想と構造

設計・施工計画に際しては、①トンネル構造検討委員会(委員長:伊吹山四郎 元日本大学教授)を設置して設計思想と設計方針を議論し、②トンネル検討委員会(委員長:今

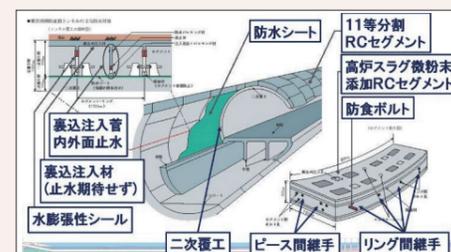


図9 トンネルの防水・防食

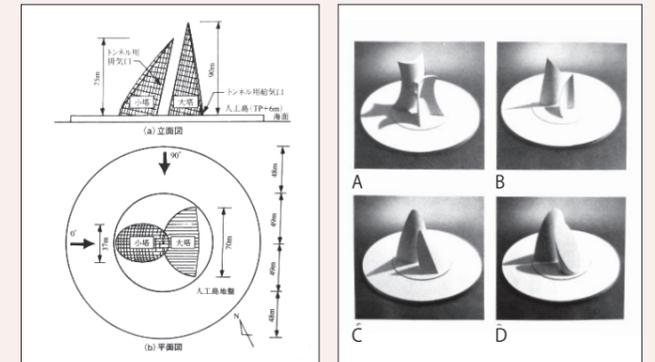


図7 ベルヌーイの定理を利用 図8 換気塔のデザイン案

田徹(元東京都立大学教授)を設置して設計思想確立と施工経験を反映した詳細設計方針を議論するなど機能・要求性能を明確にして仕様や施工計画を策定できる体制を整えた。

設計思想を実現したトンネル構造として、常時・異常時の荷重に対して靱性が高く、高水圧下で漏水のない安全で安心な構造実現を図った。

### (2) 適用された新技術・新工法・工夫

#### 1) 大口径・高水圧・耐久性・軟弱地盤への対応

一次覆工には設計荷重に対する構造機能を持たせ、横断方向の高剛性化と、縦断方向の高靱性化を確保できる設計仕様とした。二次覆工には浮力に対する重量付加機能と耐火機能を持たせた。

トンネル全体の止水・耐久機能は、①セグメント本体コンクリートへの高炉スラグ微粉末添加、②継手面への水膨張性シール材採用、③一次～二次覆工間への防水シート設置、④防食継手ボルト採用で、向上を図った(図9)。

その結果、施工時最大水圧の1MPa下でも即時止水は達成され施工中の漏水はなかった。開通後の漏水量も、設計時想定量の12,000m<sup>3</sup>/日に対して約1/1,200であり、ここ数年は約10m<sup>3</sup>/日程度で安定している。

#### 2) 避難・救援への対応

当初計画の約350m間隔で設置する連絡横坑は、地震後の破損・出水など構造物リスクとなること及び、高水圧・海底下での横坑施工のためのトンネル切開きは出水・破壊リスクとなることから、床版上下空間を二つの独立空

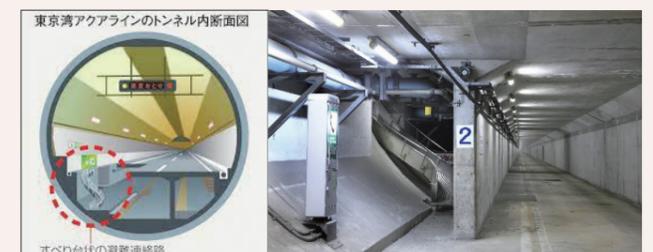


図10 避難用スロープ

間と捉え、約270m間隔で避難・救援スロープを設置することとした(図10)。

### 3) 遠地型地震・直下型地震への対応

応答変位法による耐震設計に加え、地震応答解析による照査を実施した。耐震設計思想は、①150年に一回発生するような遠地型大地震では損傷を許容せず、②1000年に一回発生するような直下型大地震では、復旧可能な損傷は許容するが崩壊は許容しないというものである。

耐震設計と仕様は、一般部はリング間のボルトに軸方向歪を吸収させ軸方向に柔軟な構造とし、特殊部として、①トンネル～立坑接合部の構造剛性急変部は可撓セグメントで変形を吸収し、二次覆工・床版も可撓構造、②浮島斜路先端の改良地盤～軟弱地盤境界部の地盤剛性急変部、地中接合部のトンネル剛性急変部は、リング間継手の弾性ワッシャーに変形を吸収させ軸方向を柔軟な構造とした(図11)。

二次覆工は、トンネル全長で軸方向の鉄筋を連続させ、二次覆工コンクリートのひび割れ分散を図ることで特定のリング間継手への変形集中を避け、軸方向継手破壊を防止させることとした。

東日本大震災後の点検では、①可撓セグメントの地震中挙動は、安全領域範囲内で地震後は元の状態に戻っていたこと、②トンネル全体の漏水量も増加しなかったことなどから耐震設計・仕様は効果を発揮できたと考える。

### 4) 人工地盤・超軟弱地盤・トンネル浮上りへの対応

浮島斜路先端付近のマヨネーズ層と呼ばれた超軟弱地盤のシールド掘進では、泥水圧変動で地盤が割裂しないように高比重・高粘度泥水を使用し、更に、海底面と地盤内に設置した沈下計で地盤変状を24時間リアルタイムで監視・統計的処理し、最適な切羽泥水圧・泥水品質を管理した。

浮力によるトンネル浮上りに対しては、浮上り安定検討モデルを作成し、施工時・完成時の安全率を設定した。

### 5) 長距離シールドトンネルの工程促進への対応

トンネル工程を確実に促進するため、浮島・木更津立坑から2基、川崎立坑から4基、合計8基のシールド機を発進させ、海底下で地中接合させる計画とした(図12)。

平均月進150mを実現するため、シールド機の設計・製作・運搬・組立、カッタービットの設計・仕様・配置、

セグメント幅広化、セグメント分割数減少、一次・二次覆工同時施工、大量掘削残土処理・運搬・処分地確保の検討を実施した。

シールド機の発進は、工程管理上クリティカルで、全ての立坑で信頼性高い地盤凍結工法を採用した。海底下での地中接合はシールド機解体も含め15カ月を要した。地中接合精度は、許容値の±50mm以下に対して4箇所全てで±25mm以下を達成できた。

現場でのセグメント組立については効率化のため自動化を図った。これは我が国でも初めての試みだった。エレクター仕様決定に際しては、実物大セグメントを使用しての組立試験などを実施した。

高速施工を実現するための先進的な取組として、①シールドマシンや機械設備の大型分割&プレキャスト化、②海上輸送による大型・大量の資機材輸送、③大型揚重機械の使用などを行った。

### (3) アクアトンネルの施工が世界に与えた影響

アクアトンネル以降、困難な条件下で大径・長距離のシールド工法による道路トンネルが国内外で急増したことから、厳しい設計・施工条件下でアクアトンネルが建設されたことで国内外のトンネルエンジニアは衝撃を受け、同時にチャレンジする勇気を得て、シールド工法による道路トンネル建設の動きが加速されたと考える。

## 4. クリティカルだった川崎人工島の建設

川崎人工島はアクアラインのトンネル換気塔として東京湾中央部水深28mの位置に建設された直径98m、深さ約75m、鉄筋コンクリート製7階建ての構造物である。工事中は4基のシールドマシンの発進基地であり、各種作業用地として、また資機材の仮置き場、投入口として利用された。そして、完成後は道路トンネル換気設備の収納施設、昇降設備と重要な施設として使われている(図13)。

### (1) 鋼製護岸

後に続く地中連続壁、内部構築のための作業構台、シールド発進基地、そして最終的に防波護岸となるもので、鋼

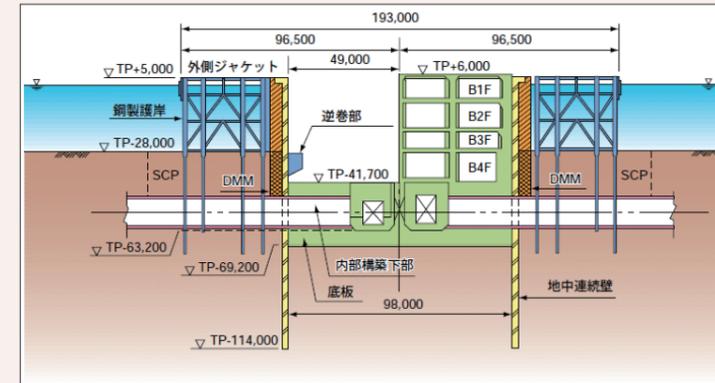


図13 川崎人工島断面図



写真2 鋼製ジャケット

製ジャケットを組み合わせて作られている。ジャケットは、1基最大2,300t、全28基で、福岡県北九州市と三重県津市で製作し、現地まで海上運搬した。アクアラインの実績が評価され、約15年後に着工した東京国際空港、通称羽田空港のD滑走路にもジャケットが採用されている(写真2)。

### (2) 地中連続壁

当時、壁厚=2.8m、削孔深度=120mは日本最大のもので過去に類のない施工のため、施工開始3年前から事前に実物大の実験工事を陸上ヤードで実施し、材料、安定液管理、施工精度などを確認し、施工が可能であることを確認してから本番に臨んだ。

### (3) 海工事ならではの工夫

本体構築においては海工事の利点を生かして、鉄筋は「鉄筋ブロック」として北海道、三重、九州の工場で作成して、大型台船に積み込み、海上輸送して大型起重機船にて設置した。現地での作業を少なくすることにより、大幅な工期短縮、安全性の向上に寄与した。鉄筋大型ブロックは1,800t以上もあるが、日本最大の起重機船による職人技で据え付けている(写真3)。

側壁及び上部床版は、型枠が一体となった鉄筋ブロックを設置し、工程短縮を図った。コンクリートは、当時の世界最大級のコンクリートプラント船「海峡」を使用して打設した。現在では一般的となった「高流動コンクリート」を使用した先駆けとなる施工であった。

人工島全体では、底版、内部構築、側壁の合計で24万m<sup>3</sup>以上のコンクリートを打設した。1回のコンクリート最大打設量は約6,600m<sup>3</sup>、打設時間は約42時間で2昼夜連続打設であった。底版打設時は作業員1方約120人、昼夜12時間交代で陸と島を往復した。人工島に慣れていない作業員が迷子にならないように、打設班ごとにゼッケンをつけさせ、さながら運動会の様相であった。



写真3 鉄筋大型ブロック

### (4) 出水トラブル

内部掘削が完了し、下部ブロックの据え付け施工時に、均しコンクリートの下の基礎砕石層に建て込んだ塩ビ管からの湧水を発見。その後、均しコンクリートの下面からの湧水も確認された。水量と水質から不透水層下の被圧水であることが判明した。揚水井の運転水位を変更し、湧水確認4日後には出水量の増加が一時的に止まったが、その3日後に急激な湧水量の増加が確認されたため立坑内への海水の注水を決断した。早期の決断により湧水の発生を押さえ、出水による水みちの拡大・不透水層の破壊の進行を最小限とすることができた。

出水原因としては、①揚水井運転水位の極端な水位差、②大きな荷重の除荷による地盤の乱れ、③ボーリングによる周辺地盤の乱れ、④その他の複数要因が重なり、万全不透水層と考えられていた地盤内にクラックが発生し成長して水みちになったと考えられる。対策として、立坑内に揚水井を追加設置し、水みちとなった箇所にはCB及び薬液注入を実施した。

## 5. 整備効果と今後の展望

### (1) 料金の変遷と交通量の推移

#### 1) 料金と償還計画の変遷

当初、利用料金は普通車4,900円と設定され、開通後5年間の暫定措置として4,000円にて開通した。しかし、「1兆4,400億円という巨額な建設費」、「高額な料金」、「低迷する交通量」により強い社会的批判に晒された。開通



図11 トンネル耐震化技術

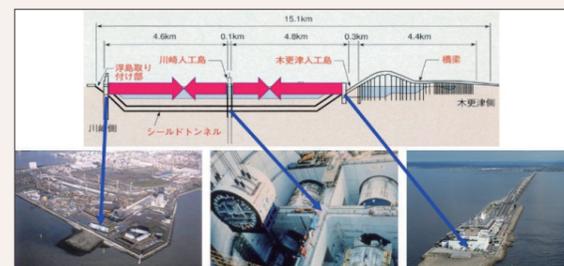


図12 トンネル掘進計画

3年後には、京葉道路などと一体の償還計画に組み入れる「拡大千葉プール」により当面の料金を3,000円に引き下げた。その後、曲折を経て2006（平成18）年道路公団民営化に伴う償還制度の見直しにより「全国路線網」に編入されETC普通車料金を2,320円とした。現在はETC普通車1,960円と設定されているが、千葉県などからの要望により国と県の負担を基に2009（平成21）年8月からETC普通車800円の割引措置を実施している。

## 2) 料金と負担の在り方

料金の引き下げと木更津側の開発の進展に伴い、供用当初は1万台/日程度だった利用交通量が2021（令和3）年度には日平均4万8千台に達している（表2）。

アクアラインのような巨額の初期投資を要するプロジェクトにおける適切な料金設定は、①利用者負担、②地域負担、③国家プロジェクトとしての国の負担、④高速道路ネットワーク全体としての負担など、どのような負担構成で建設費及び管理費を賄っていくべきか難しい課題である。

## 3) 交通量の増加と渋滞発生

交通量の増加に伴い渋滞も増加しており、特に休日朝夕の特定の時間帯に交通が集中し、朝は木更津行き、夕方は川崎行きの交通集中が年々激しさを増している。渋滞を避けるため帰路に付く時間も早まっており、利用時間帯の分散を促す施策など抜本的な対策が必要な状況となっている。

## (2) 整備効果

### 1) ネットワーク整備の進展

1997（平成9）年、アクアライン完成時には縦貫道系や湾岸線など一部の路線が完成していた。その後現在までに北関東道・圏央道の大部分・東京外環千葉区間・館山自動車道など多くの路線が完成した。現在事業中区間のうち圏央道千葉県内の大栄～松尾横芝間約19kmは2024（令和6）年度頃に完成予定で、これが繋がれば成田空港と羽田空港がアクアラインを介して直結することとなる。道路はネットワークが構成されて初めて大きな効果を発揮し、相乗効果を高めていく。アクアラインも、今後、周辺ネットワーク整備が進めばその効果は一層大きなものとなると考える（図14）。

### 2) アクアラインの整備効果

#### ① 定住人口の増加

木更津市や袖ヶ浦市では定住人口が増加している。アクアライン経由の高速バスなどにより都心への通勤・通学圏となり、住宅を取得して定住する方々が増えている。



表2 料金と交通量の推移

### ② 開発・企業進出動向

千葉県内では全国を大きく上回る伸びで工場立地が進んでいる。「かずさアカデミアパーク」は拡張、分譲が好調で現在計画149haのほとんどが完売に近いとのこと。

### ③ 観光の活性化

千葉県内、特にアクアライン近傍では入込み客数が大幅に増加した。

### ④ 高速バスの飛躍的増加

開発の進展とアクアライン利用ニーズの増加に伴い、高速バスに対する需要が飛躍的に増加した。路線数・便数とも、うなぎ上りに増加し、現在では32路線、日あたり500便以上が運行されている。

### 3) 首都防災・リダンダンシー機能

首都圏では「首都直下地震」への備えが喫緊の課題である。地震発生時には人命救助や被災者支援のため緊急道路の確保が重要となることから、国では道路啓開計画の優先8ルート、いわゆる『8方向作戦』を定めており、被災の少ない路線や区間を組み合わせ「発災後48時間以内に各方向最低1ルートを確保する」との戦略を作成している。アクアラインルートはその一つに位置付けられており、防災上も重要な役割を担っている。

## (3) 未来に向けて

### 1) 益々高まる重要性

#### ① 成田国際空港 拡張計画

成田空港では、3,500m滑走路の新設と、既存滑走路の3,500m化が2028（令和10）年度末完成予定で進められており、「成田・羽田の一体活用による国際ハブ空港化」がいよいよ現実のものになってきている。アクアラインを含む高速道路ネットワークは大きな強みとなると思われる。

#### ② 今後の道路ネットワーク計画と構想

首都圏の高速ネットワークはまだまだ途上であり、現在事業中の圏央道、横浜環状南線、横浜湘南道路、北千葉道路などに加え、多くの構想が具体化に向けて調査が進められている。



図14 首都圏高速道路ネットワーク

## 2) アクアラインに対する評価の在り方

アクアラインによって都心から1～2時間の時間距離に千葉県南部、圏央道周辺地域、房総半島という可能性を持った広大な資産ができあがったといえることができる。この価値は「国土利用」、「広域首都圏」、「核都市連携」など広域的な視点で評価されるべきものである。

すでに首都圏の均衡ある発展に効果を発揮し始めているが、今後、世紀を超えて長期的なタイムスパンで価値を創造し続けると考えられ、アクアラインの価値はこれから益々高まることは間違いない。

## 6. 全体総括

過酷な自然と社会的制約の中での設計施工であったが、施工上の大きなミスもなく、予定工期を若干オーバーする程度で無事供用できた。

### (1) このプロジェクトを省みて

着工までに①1976（昭和51）年道路公団に東京湾横断道路の調査が移る②1985（昭和60）年基本計画を変更…地元の反対がなくなる③1985（昭和60）年12月61年予算で建設が確定、中曽根裁定により内需拡大のため民間活力活用して第3セクターにより建設に着手、と3つの大きな節目があった。このように建設可能なプロジェクトがあり、地元も賛意を表し、内外の情勢もこれを要求している、このような条件が揃って初めて日の目を見るのである。

### (2) 民間活力の活用した工事の進め方について

東京湾横断道路（株）の技術者は大型海洋工事、連続地中壁、シールドトンネルなど今回の主な工事の経験がほとんどないことから、民間の資金・技術力を活用することとして、大手建設会社やファブリエーターから現場経験のある優秀な若手を割愛して計画・設計・施工面を担当していただいた。また、建設各社の土木研究所において技術開発し、新技術新工法を確立した。また現場からのプロポーザルも積極的に取り上げた。このように甲乙一体、一致団結して工事にあたり、全社員は勿論下請の職人さんまで、世紀の大事業に参加する喜びに沸き立ち、立派な仕事を残すことに専心してくれたのである。

### (3) 未経験の大型工事施工にあたり特に心掛けたこと

基本形状は確定したものの、各種工事は全く未経験である。謙虚に己の知らざるを知ること（外部から優秀な人材の知恵を借りる）つまらぬ見落としをせぬように（人間は神様ではない。必ず過ちをおかす）大きな手入れをしなくても100年は持つように（耐久性）将来陳腐なも

のとならぬよう、未来を見つめて余裕のある空間を演出しようと思掛けた。

また、議論が上辺りにならぬよう技術検討には現場担当者によるワーキンググループ、実務者（所長、現場代理人）による検討会、更に学識経験者による検討会の三段階で実施した。現場からの提案もよく聞き、合理的なものは積極的にとりあげ、信頼関係を強めた。

その他安全性アセスメント、情報化施工、セグメント組立の全自動化及び、鉄筋のブロック組立など、細心の注意をはらうことにより大きな事故もなく所定の物を作り上げる事ができた。

### (4) 建設工法の確定にあたり実施したこと

全てが未経験で大型工事である。136mの連続地中壁の掘削、大量のコンクリート打設、低強度深層混合処理、低強度海中盛土、等分割セグメント組立実験など理論的に解明できないもの、未経験の工事は模型実験、実物大試験、或いは試験工事を行い、安全性・出来形を確かめた。

### (5) プロジェクト完成の要諦

このプロジェクトは現場の施工にかかっている考え、現場施工の実証、現場第一主義に徹した事である。さらに、官民一体となって、この世紀の事業の完成に向かって、燃えていた点である。

## 7. おわりに…維持管理の現状と課題

構造的に特殊な箇所は建設時に定めた計測計画に基づいてモニタリングを行っており、トンネル接合部の可とうセグメントや、橋梁の制振装置が地震時や強風時に期待された機能を果たしていることが確認できている。また、これまでの維持修繕や、定期的な点検・診断、モニタリング状況をもみても、現状ではアクアライン全体の構造物の長期的な健全性は確認されていると考えている。

今後の維持管理の課題として、構造物の高齢化とともに経年劣化が確実に進行していく中で、①建設や維持管理で培った技術の確実な伝承、②効率的で的確な点検・診断、③計画的な維持修繕や改良を交通量が多い中でどのように効率的に進めて行くかなどが挙げられる。更に、今後の維持管理を見据えて予防保全や機能の進化への対応など長期的な課題へのアプローチが必要と考えている。

### < 図表・写真の提供 >

表紙写真、図1～3  
 図5～8、図10、表1、写真1 東京湾横断道路（株）  
 図4、図14、表2 NEXCO 東日本高速道路（株）  
 図9、図11～12 (株)大林組  
 図13、写真2～3 鹿島建設（株）