

東京湾横断道路の計画

日本道路公団 正会員 内田恵之助

1. はじめに

東京湾横断道路(以下「横断道路」という)は、東京湾の湾央部を横断して神奈川県川崎市浮島と千葉県木更津市盤洲を連絡する延長約15kmの海上道路計画であり、千葉県富津市から東京湾岸を一周して神奈川県横須賀市に至る東京湾岸道路(延長約160km)と浦賀水道を横断する湾口部横断道路(延長約10km)と一体となって、東京湾環状道路を構成するものである。

本計画道路は、東京湾岸道路、東京外かく環状道路、首都圏中央連絡道路、東関東自動車道等と一体となって首都圏における広域的幹線道路網を形成し、首都圏の諸機能を再編成し、均衡ある発展を促すための重要路線として計画されている。

横断道路に関する調査は昭和41年度より建設省において開始され、昭和50年度にそれまでの調査の一応のとりまとめがなされた。

その後、昭和51年度より日本道路公団が調査を引継ぎ、それまでの諸調査の成果を踏まえ、その後の社会的・経済的な変化や、技術の進歩に対応した各種調査(経済調査、環境調査、技術調査、船舶航行調査、漁業等調査)を実施しており、昭和60年度には調査全般の中間的なとりまとめを行った。本文は、これまでの調査内容から、主として技術調査についてその概要を紹介するものである。

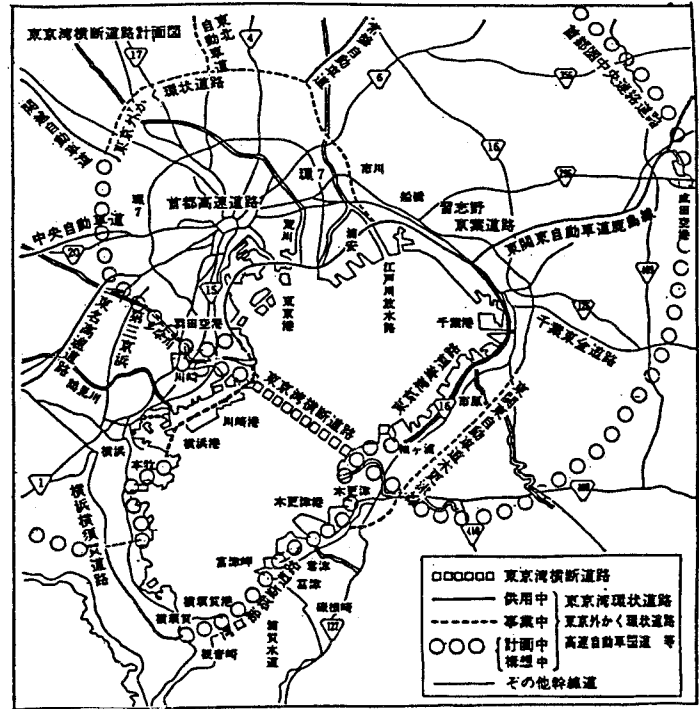


図-1 東京湾横断道路位置図

2. 計画の概要

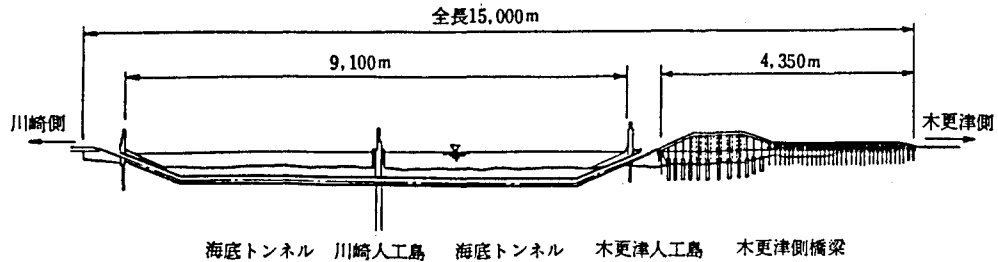
横断道路は、工事規模の大きさ、地質・気象・地震などの厳しい自然条件、さらに船舶の輻輳等の社会条件の厳しさなどを克服する世界的にもきわめて例の少ない海洋プロジェクトである。

昭和61年度にはその建設に着手することとし、70年度完成の予定である。事業の概要は次のとおりである。

- (1) 道路名：東京湾横断道路
- (2) 路線名：一般国道409号
- (3) 区間：川崎市浮島町地先～木更津市大字中島地先
- (4) 適用規格：第1種第2級、設計速度80km/h
- (5) 車道幅員：3.5m×4車線(将来構想6車線)
- (6) 工事内容：総事業費 1兆1,500億円、延長15km
- (7) 工事期間：約10年

事業実施の方法は、民間、地方公共団体及び日本道路公団の出資による会社が建設・管理を行い、日本道路公団が道路を所有し、対外調査等を行う方式で建設に着手することとしている。

横断道路は、図一2に示すとおりトンネル、橋梁及び人工島の3種類の構造形式で横断する計画であり、船舶航行の輻輳する川崎側から約9kmについてはトンネルとし、比較的船舶航行の少ない木更津側の5kmについては橋梁としている。また、トンネルのほぼ中央には換気のための人工島、トンネルと橋梁との接続部にはすりつけ区間としての人工島を配置している。



図一2 東京湾横断道路一般図

3. 自然条件・社会条件

3-1 地形及び地質条件

横断道路の計画地点の海底は極めて緩やかな舟底形地形を呈し、中央部で最大水深28.4mである。

川崎側の浮島より約1kmは現在埋立て工事中であり、埋立て護岸付近の水深は約20m程度である。この部分より東では約11kmの広い範囲で極めて緩い舟底形地形を呈している。

木更津側は、川崎側と異なり海岸より1.5kmは水深2m以浅の平坦な三角洲面を成し、これより三角洲前置斜面を経て中央平坦面に接している。

計画地点の地質は図一3に示すとおりである。このうちAc層、As層が沖積世の堆積層、D₁~D₄層が洪積世の堆積層、D₅層は第三紀鮮新世末期から第四紀洪積世前期にかけて堆積した地層である。このD₅層は、川崎側から木更津側にかけて連続的に確認されており、N値も概ね70以上を示し極めて密に締まっていることから、横断道路の各構造物の設計にあたって、工学的な基盤と考えることができる地層である。

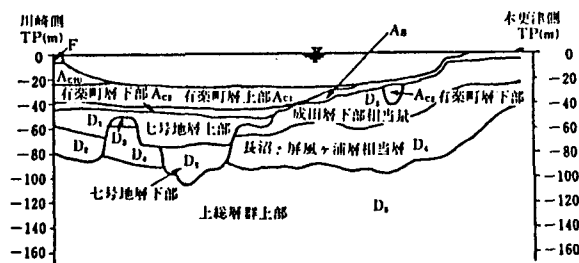
Ac層は有楽町層と呼ばれるほぼ1万年前から堆積した層で、その上部(Ac₁層)は塑性指数が高く(PI=60~100)、一軸圧縮強度が小さい軟弱な粘土層であり、Ac層の下部(Ac₂層)は、Ac₁層よりも塑性指数がやや低く(PI=10~40)、せん断強度がやや大きい粘土層であり、これらが厚く堆積している。このため、人工島の沈下や安定、トンネルの地震時の大きな水平変位などの課題が生じてくることになる。

3-2 船舶航行の状況

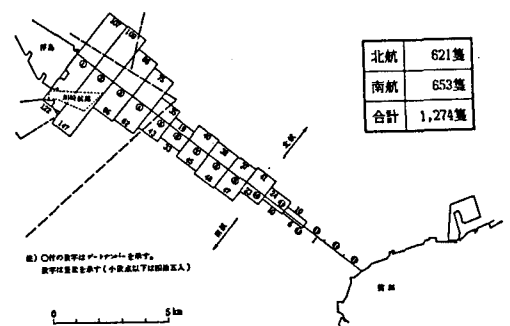
東京湾は、特定重要港湾である東京港、川崎港、横浜港、千葉港及び重要港湾である横須賀港、木更津港を擁しており、東京湾内諸港間、湾内諸港と湾外とを航行する船舶も多く、船種、船型も多種多様である。

東京湾を航行する船舶の通航隻数をみると、まず、東京湾の入口である浦賀水道では昭和58年において一日当たり744隻であり、ここ数年大きな変化は見られない。(海上保安の現況:昭和59年9月海上保安庁より)

次に、横断道路計画線を航過する隻数は、昭和58年11月に実施した実態調査結果によれば、一日当たり1,274隻であり、そのうちの9割強が川崎側の約10km区間に集中している。(図一4)



図一3 地質断面概要図



図一4 レーダー観測による横断道路計画線上のゲートライン別日平均通過隻数 (58.11.29 12:00 ~ 58.12.1 12:00, 48h/2)

3-3 地震

東京湾地域では日本の中でも有数の地震活動の活発な地域であり、建設省土木研究所資料第745号によると、818年(弘仁8年)から1867年の約千年の間に32回の大地震があったとされている。また、1868年(明治元年)以降に発生した被害を伴う地震は23回あり、1923年の関東大地震に代表されるように、かなり大規模な地震が発生している地域である。

東京湾を中心とする半径300kmの地域において1885年～1979年の概そ100年間に発生したマグニチュード6.5以上の地震の発生位置を図-5に示す。

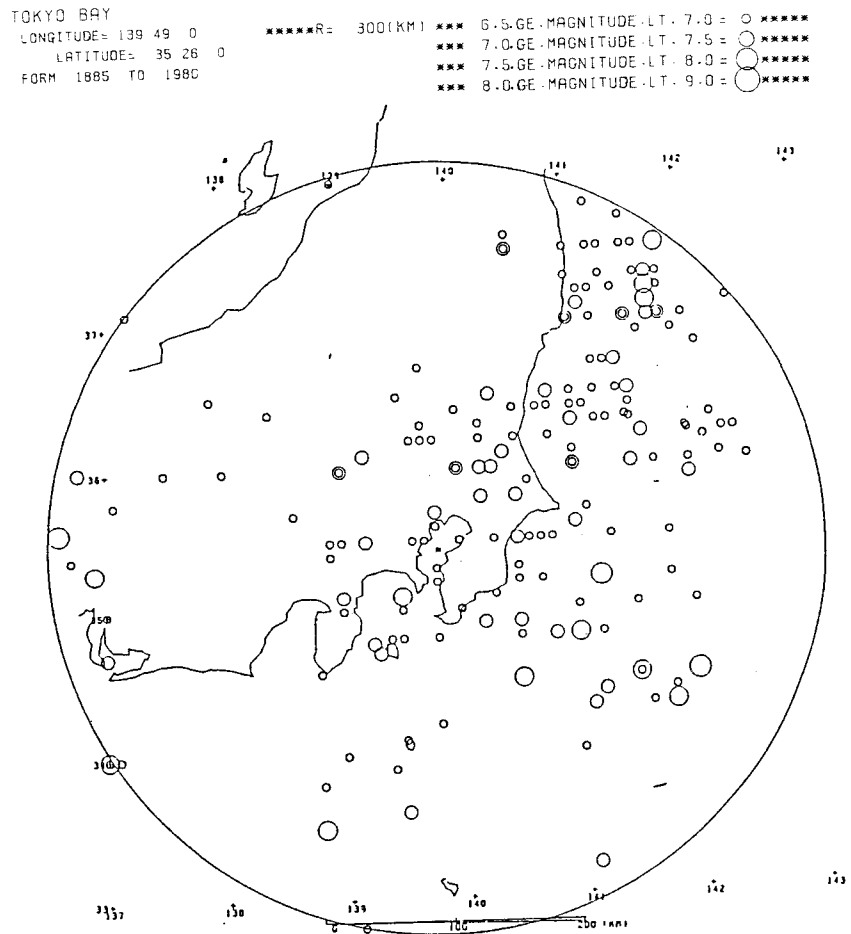


図-5 東京湾湾央を中心とする半径300km以内の範囲に1885～1979年間に発生したマグニチュード6.5以上の地震の分布

4. 構造の概要

4-1 橋梁

横断道路の橋梁区間は、木更津人工島から木更津陸上部までの約5 kmであり、この区間には小型船の航行に供するための空間を確保している。

橋梁の構造形式は地形条件、地質条件、船舶航行条件等を踏まえて検討した結果、上部構造は下部構造への負担を軽減するため自重を軽くすること、大ブロック一括架設工法等による能率的な架設を図ること等を考慮して、鋼床版鋼連続箱桁橋を基本構造とした。また、人工島との接続部については人工島の盛土による沈下の影響を考慮して鋼床版鋼単純箱桁橋としている。

下部構造は、経済性、施工性から深海部でオープンケーソン基礎、浅海部で多柱式基礎としている。

深海部の下部構造は小型船航行空間を確保するため橋脚高が高く、橋梁支間が大きくなっている。このため、地震時慣性力を橋脚1基のみで受けることは困難で、複数の橋脚で地震時慣性力を分担する多点固定構造を採用している。この場合、下部構造を多柱式基礎構造とすると温度変化時の応力が大きくなり、その対処が困難となるため、オープンケーソン基礎を採用したものである。

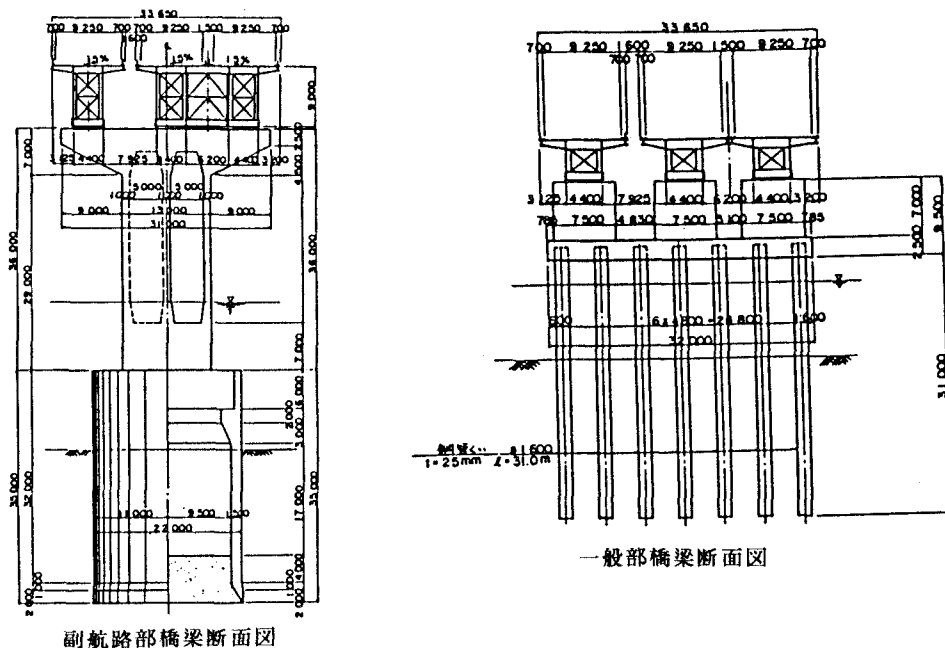


図-6 橋梁断面図

4-2 トンネル

横断道路のような海底下のトンネル構造としては、従来は沈埋トンネルが計画されている。しかし、シールド工法が、近年の都市トンネル工法として著しい技術的進歩を成し、本道路のような条件、すなわち大口径(2車線断面で約13.9m)、大水深(水圧5~6 kg/cm²)、長掘進(面押し施工でも約2,500m)にも適用の可能性が高まってきた。なお、本計画では将来交通量の予測並びに事業採算性の面から、全体計画6車線のうち当初4車線で供用する段階建設施工を採用しており、この場合の将来における追加工事の容易さの他、施工中の船舶航行への影響が少ない等の利点を考慮し、シールドトンネルとしている。

セグメントは、永久荷重(土圧・水圧)と地震時の地盤変形により検討を行っており、地震に対する検討は応答変位法を用いて行っている。

検討の結果得られた変位や断面力は永久荷重によるものが大きいので、セグメントの設計は永久荷重で得られた断面力に対して行い、セグメント厚65cm程度とした。また、一次覆工後40cmの二次覆工を行うこととしている。

横断道路のトンネルは海底下に建設されることから、浮上りに対して安定であることが必要である。検討はトンネルの自重に加え、土被り部分の土の重量を考慮して行っている。

土被り厚は可能な範囲で小さくするほど人工島規模及び換気等の面から有利な点が多いため、斜路部については施工時に浮上り安定が確保できる土被り厚(約0.7D)とし、地盤改良を行うなどの対策を考えている。また、海底部については施工時に安定が確保できる土被り厚(約1.1D)としている。

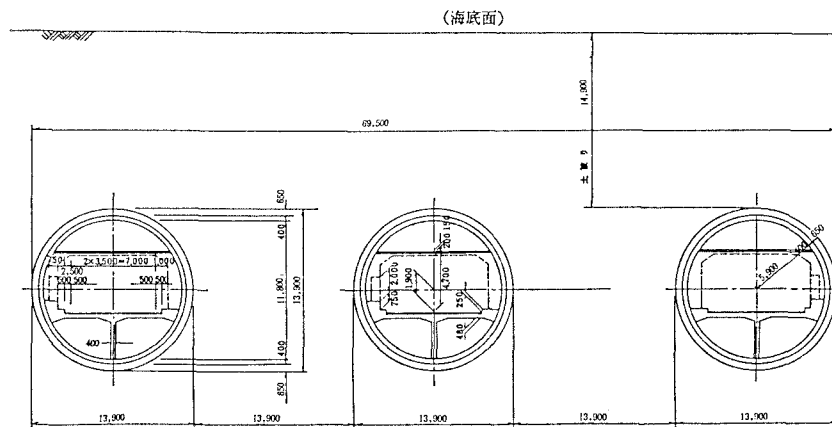


図-7 トンネル断面図

4-3 人工島

人工島は、トンネルとトンネル及びトンネルと橋梁の接続部としての交通機能の他、トンネルと橋梁の基礎及び換気所・維持管理施設・休憩施設の設置等の諸機能を考慮し、浮島から約5kmに川崎人工島、木更津から約5kmに木更津人工島を計画している。

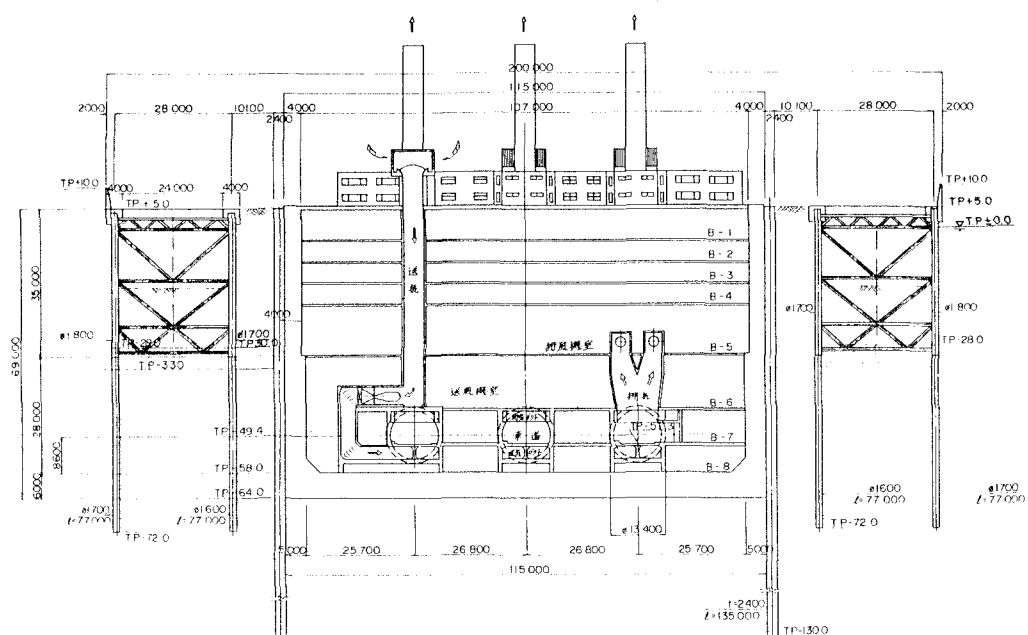
川崎人工島の規模は、3本のシールドトンネル及び換気設備の収納等を考慮して設定した。

川崎人工島は鋼管矢板を用いる鋼製ジャケットを護岸とする築島上から土留及び遮水を目的とした地下連続壁を構築し、その内側に逆巻きコンクリート工法による人工島本体を築造するものである。

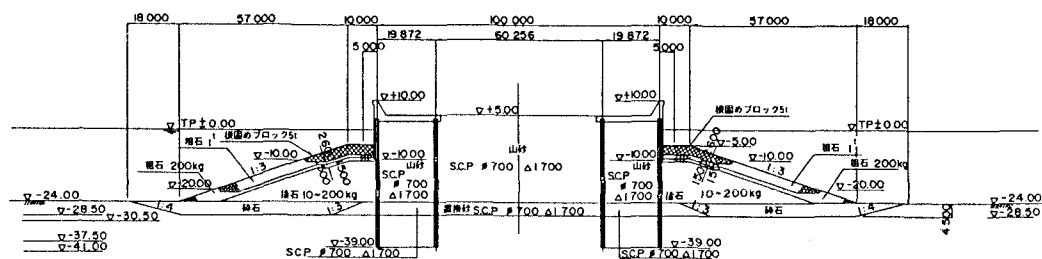
木更津人工島は、先に述べた諸機能を考慮して盛土式人工島としている。

木更津人工島は置換工法による地盤改良を行った後、護岸構造物として径900mmの鋼管矢板を組合せた直径20mのセルを打設する。その後、セル内及びセル間を山砂により盛土するとともに、セル外側をロック材により盛土する。

なお、山砂については地震時の液状化・沈下対策のため、S.C.Pにより締固めることとしている。



川崎人工島断面図



木更津人工島断面図

図-8 人工島断面図

5. 耐震検討

先に述べたように東京湾周辺は日本の中でも有数の地震活動が活発な地域であるとともに、横断道路構造物が大水深の海底軟弱地盤上に設けられる大規模構造物であるため、地震時の安全性の確保は重要な課題であり、このため震度法、修正震度法、応答変位法による設計に加え、地震応答解析を実施して安全性の照査を行うこととしている。

地震応答解析の入力地震動としては、東京湾周辺の既往の地震活動状況を考慮して、構造物の耐用年数内に発生することが予測される地震動(L₁)と、まれにしか発生しない地震動(L₂)を考え、L₁に対して構造物が道路交通機能を損うような損傷を受けないこと、L₂に対して構造物の崩壊を防止することとしている。

L₁、L₂の加速度波形は、それぞれ1978年宮城県沖地震、1968年十勝沖地震で得られた記録波形を図-9に示す加速度応答スペクトルに一致するように振幅調整した擬似加速度波形である。

これまで、人工島の液化化に対する安定、すべりに対する安定、繰返しせん断・非線形挙動等による盛土の沈下及びトンネルにおける地震時耐力と継手の配置、継手の変形などについて検討を行い、耐震安定性を確認している。

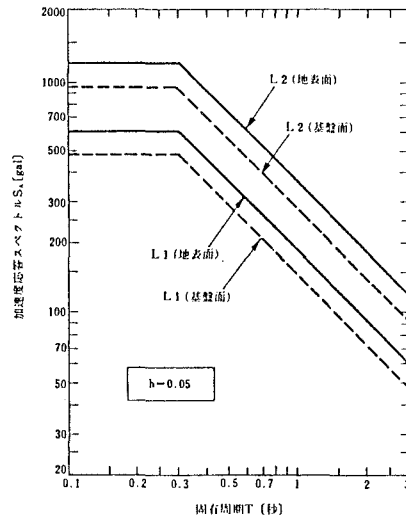


図-9 入力地震動の加速度応答スペクトル曲線

6. 主要資材及び工事工程

表-1、2に主要資材総括表及び工事工程を示す。この工程計画は現地の自然条件の調査結果を踏まえて稼働率を算出し、各作業を最も効率的な施工法により計画したものであり、経済的な最短工程となっている。

工程上で大きな影響を及ぼすのは、トンネル工事であり、橋梁工事の影響は少ない。従って、全体の工期短縮には、シールドトンネルの発進時期を早めることが必要であり、発進作業基地となる浮島取付け部、川崎人工島及び木更津人工島の早期完成が重要である。

表-1 主要資材総括表

項目	単位	概算数量	
捨土	m ³	6 200 000	
盛土	山砂	m ³	10 000 000
	石材	m ³	3 000 000
鋼材	t	400 000	
コンクリート	m ³	1 400 000	

表-2 工事工程表

工種	年									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
準備工	-----									
浮島取付け部		-----								
川崎側トンネル						-----				
川崎人工島		-----								
中央トンネル						-----				
木更津人工島		-----								
橋梁		-----								
舗装等								-----		

7. おわりに

本計画は、調査開始以来20年目にして事業化の段階を迎え、5月7日、国会審議を経て「東京湾横断道路の建設に関する特別措置法」が公布・施行され、民活新方式により事業実施することになった。

現在、日本道路公団では、昭和51年度以来の調査段階におけるとりまとめを図っており、特に、環境、船舶航行、漁業等の問題については関係機関と連絡調整を図りつつ検討を進めている。

本文は、これら過年度の調査成果をとりまとめたものであり、これまで本計画に携ってこられた多くの先輩諸氏の皆様に対して感謝の意を表する次第である。