

本四架橋計画と環境保全

本州四国連絡橋公団 沖 中 浩 一 郎

はじめに

本州と四国を結ぶ本州四国連絡橋は、昭和30年に調査に着手してから長年にわたる長大橋の技術的調査、経済効果の検討、工事実施のための具体的諸調査が行なわれてきた。

橋梁を架ける海峡は水深が深く、潮流も早く、さらに台風、地震など長大橋建設の基本条件となる自然の条件は、諸外国の長大橋に比べてきびしく、橋の規模も明石海峡大橋をはじめ大規模なものが数多く計画されているが、技術的諸問題は長年の調査の結果、着工についての見通しが得られ、この本四架橋に依って瀬戸内海周辺の関連地域に及ぼす経済効果が期待されている。

しかしながら、この計画は瀬戸内海国立公園区域に含まれる地域を通過するため、事業の実施にあたっては、自然景観との調和に十

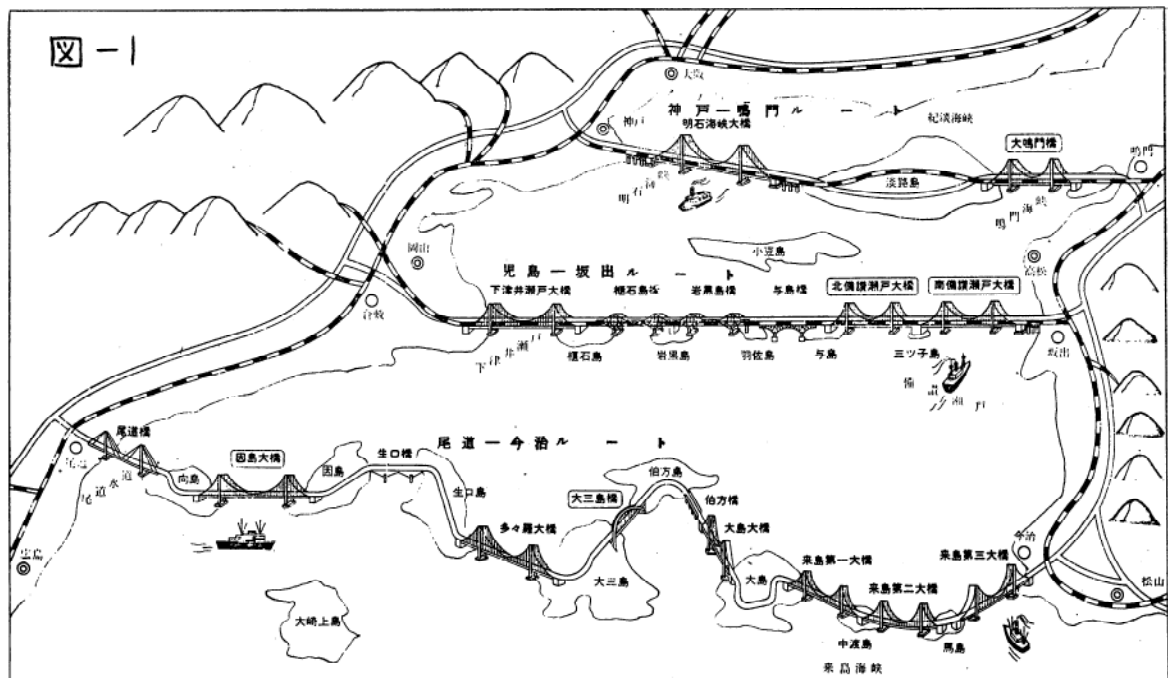
分な配慮が必要であり、また海中に建設する基礎工事による海水への影響、陸上部では道路、鉄道の騒音対策などの環境保全に、配慮が必要となる。

全体計画

本州四国連絡橋は、予備調査段階では5ルートが調査されたが、技術上の問題と経済効果などから建設されるのは、神戸～鳴門、児島～坂出、尾道～今治の3ルートとなった。

神戸～鳴門ルートと児島～坂出ルートは道路と鉄道の計画があり、海峡部の橋梁は道路鉄道併用橋になるが、陸上部は道路と鉄道が別ルートとなる。尾道～今治ルートは鉄道はなく道路のみの計画である。道路は一般国道であるが高速道路の規格で設計され、鉄道も新幹線を通しうる規格で計画される。

3ルートの地形、地質、海峡部の水深、潮



流の速さなどの自然条件はそれぞれ異なり、架橋の計画もルートごとに特色がある。各ルートの概況は次のとおりである。(図-1)

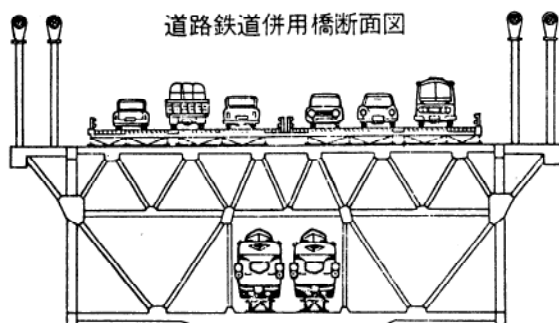
神戸～鳴門ルート (Aルート)

道路は神戸市内で国道2号バイパスから分岐し、舞子から幅4kmの明石海峡を吊橋で渡り、淡路島を縦断して鳴門海峡を渡り、大毛島、撫養瀬戸を通過して鳴門市内で国道11号バイパスに連絡する計画で、車線数は神戸から大毛島まで6車線、大毛島から鳴門までは4車線である。

鉄道は本州側の新幹線から分岐し、明石海峡、淡路島、鳴門海峡を通り徳島付近に至る計画で新幹線規格で建設する予定である。

明石海峡と鳴門海峡は道路鉄道併用橋の三経間吊橋が架けられ、補剛トラスの上層が道路、下層が鉄道となる。(図-2)

図-2



児島～坂出ルート (Dルート)

道路は岡山県早島町で国道2号バイパスから分岐し、倉敷市児島を通り鷲羽山付近から下津井瀬戸を渡り、櫃石島、岩黒島、羽佐島、与島を通り、備讃瀬戸を渡り坂出市で国道11号バイパスに連絡する計画で、車線数は4車線である。

鉄道は岡山駅西付近から南下し、下津井瀬戸から坂出市番ノ州まで道路と併用の橋梁を通り坂出、宇多津に至る計画で、在来線の複線に将来は新幹線の複線を併設できるよう計画している。

海峡部の橋梁は道路鉄道の併用橋であるが、下津井瀬戸と備讃瀬戸は吊橋、その他の海峡

はトラス橋を計画している。

尾道～今治ルート (Eルート)

尾道市で国道2号バイパスから分岐し、向島、因島、生口島、大三島、伯方島、大島と島々を結び、来島海峡を渡って今治市で国道196号バイパスに連絡し、車線数は4車線である。

このルートでは因島大橋、多々羅大橋、大島大橋、来島第一、第二、第三大橋が吊橋で、その他の橋は斜張橋、PC橋、アーチ橋、箱桁橋などである。

概算事業費と工期

各ルートの延長、概算事業費、建設工期は表1に示す通りで、全体の事業費は昭和47年価額で1兆3300億円、建設工期は資材、資金などが順調に調達できれば、神戸～鳴門ルートは13年、他の2ルートは9年と見込んでいる。

(第1表) 概算事業費と工期

ル ー ト	A		D		E	合計
	道路	鉄道	道路	鉄道	道路	
延長(km)	81.1	89.8	37.8	49.2	60.1	295.2
海峡部	9.2	9.2	13.6	13.6	9.2	32.0
陸上部	71.9	80.6	24.2	35.6	50.9	263.2
工費(億円)	6,220		4,734		2,346	13,300
工期(年)	13		9		9	—

海峡部の長大橋

海峡に架ける橋は下部工を設置する場所の海の深さ、潮流の速さ、船舶の航路幅などから長大な支間が必要となり、本四架橋では数多くの長大橋が計画されている。明石海峡大橋は中央支間長1780mで世界最大の吊橋となり、支間長1000m級の吊橋には南備讃瀬戸大橋、来島第3大橋、北備讃瀬戸大橋などがあり、吊橋は11橋建設される。吊橋以外でも櫃石島橋、岩黒島橋が支間403mのトラス橋、大三島橋が支間300mのアーチ橋、その他PC橋、斜張橋などが計画されている。(表-2)

(第2表) 海峡部の橋梁

ルート	橋梁名	型式	支間長 (m)	備考
A	明石海峡大橋	3径間吊橋	1,780	道路鉄道併用
	大鳴門橋	"	870	"
	撫養橋	4径間トラス橋	160	道路
D	下津井瀬戸大橋	3径間吊橋	920	道路鉄道併用
	櫃石島橋	3径間トラス橋	403	"
	岩黒島橋	"	403	"
	与島橋	"	210	"
	北備讃瀬戸大橋	3径間吊橋	990	"
	南備讃瀬戸大橋	"	1,100	"
E	尾道橋	3径間斜張橋	210	道路
	因島大橋	3径間吊橋	770	"
	生口橋	PCラーメン橋	250	"
	多々羅大橋	3径間吊橋	890	"
	大三島橋	固定アーチ橋	300	"
	伯方橋	連続箱桁橋	100	"
	大島大橋	単径間吊橋	550	"
	来島第1大橋	3径間吊橋	860	"
	来島第2大橋	"	550	"
	来島第3大橋	単径間吊橋	1,000	"

橋の下部工は海中に設置されることが多く
なり、海中に橋脚や橋台を建設するには、航
行船舶の安全を確保しながら、水深、水圧、
潮流、波浪、などの困難な条件を克服し、さ
らに工事による海水汚濁を極力防止するよう
努めなければならない。

海中の基礎工事は施工法から大別すると、

(1) 締切工法

(2) ケーソン工法

設置ケーソン工法

ニューマチックケーソン工法

オープンケーソン工法

(3) 多柱工法(くい基礎)

などの工法が考えられ、基礎工法の選択は設
置される場所の水深、潮流、地質、地形など
の条件と環境に対する配慮によって決められ
る。本四架橋のうち早期に着工する予定の大
鳴門橋、南北備讃瀬戸大橋、因島大橋などで
採用する基礎工の工法には、多柱工法、設置
ケーソン工法、鋼管矢板締切工法があり、大
鳴門橋の橋脚基礎は多柱基礎工法を、南北備
讃瀬戸大橋の橋脚、アンカレーズの基礎は設
置ケーソン工法を、因島大橋の橋脚基礎には
鋼管矢板締切工法を採用する予定である。

道路、鉄道の計画

本州四国連絡橋の事業には陸上部の道路、
鉄道の事業も含まれ、完成すれば全国的な幹
線道路や鉄道に接続する。

道路はAルートは国道28号、Dルートは国
道30号、Eルートは国道317号の改築事業と
して建設され、本州と四国の国道に接続する
が、将来は山陽自動車道、四国縦貫自動車道、
横断自動車道にも連絡する計画であり、三ル
ートとも高速道路と同じ規格で建設され、設
計速度はA、Dルートは100km/h、島の多い
Eルートは80km/hで設計している。各ルー
ートとも主要な道路との連絡にはインターチェ
ンジを設け、さらに沿道の利便を考えてバス
ストップを設置することになっている。

鉄道は、Aルートは本四淡路線として新幹
線規格で計画し、本州の新幹線と結ばれる予
定であり、Dルートは本四備讃線として建設
され、このルートは旅客と貨物の輸送を考慮
して、在来線に新幹線も併設できるよう計画
する。

架橋効果

本州と四国間の輸送量は1日あたり旅客11万人、貨物18万トンであるが、その殆んどが船に依存しているため、濃霧や荒天による船の欠航が多く時間的にも不利な輸送をよぎなくされている。

海峡に橋を架け道路と鉄道を建設すれば、気象条件に影響されることも少くなり円滑な交通が可能となる。また自動車や列車を利用することによって、船で海を渡る現況よりも、所要時間が大幅に短縮される。これを試算すると表一3のようになり、自動車の場合にはフェリーを利用する現状の1/3~1/4、新幹線の場合には水中翼船や連絡船を利用する現状の1/3位に短縮される。(表一3)

(第3表) ルート別所要時間

	ルート	区 間	現 況 (A)	計 画 (B)	(B)/(A)
自動車	A	神戸~鳴門	208分	61分	0.29
	D	岡山~坂出	125	29	0.23
	E	尾道~今治	240	52	0.22
鉄 道	A	神戸~徳島	990 (水中翼船)	34 (新幹線)	0.38
	D	岡山~高松, 坂出	112	32 (在来線)	0.29

この短縮される時間を金額に換算し、走行費用の節減される額と合せた費用の節減額は、橋や道路の通行料金を差引いても1年間で自動車利用で約300億円、鉄道利用の場合も約250億円と推定される。

また連絡橋が完成すると瀬戸内海沿岸の関連地域では、人口と産業の適正な地域分布をもたらすことが期待され、関連地域の生産所得の増切額は、架橋完成後10年間で約11兆円と見込まれている。

架橋に関連する環境問題

本四架橋は四国や瀬戸内海沿岸の住民にとって長い間の願望であり、架橋の実現に多大の期待をかけられている。しかし本四架橋の計画は3ルートとも瀬戸内海を横断して本州

と四国を結ぶため、瀬戸内海国立公園区域の景観問題、海中に橋架を建設する際の海水汚濁、陸上部の道路、鉄道では騒音、排気ガス、振動など環境保全の課題が多い。これらの課題のうち特に重要と思われる景観、海水汚濁、自動車騒音などについてふれることにする。

自然景観

本州四国連絡橋のルートが通る地域には瀬戸内海国立公園地域に含まれている地区がある。国立公園地域は、各ルートとも島の一部や海峡部分に点在しており、国立公園の重要度から特別地域と普通地域に分れている。

Aルートでは景観的な観点から重要と考えられるのは、渦潮のみられる鳴門海峡とその周辺の地区で、淡路島の門崎岬は特別地域となっている。Dルートはこのルートの海峡部分に点在する島々の多島海型式の風景が自然景観として重要であり、Eルートは島も大きく、橋梁の建設が自然景観に及ぼす影響は、他の二つのルートに比べると少いと考えられる。

海峡部の架橋のルートの設定では、特に景観上重要な地区には配慮が必要であるが、一方海峡を横断する橋梁建設の設計、施工の技術上の可能性とのかねあいがあり、技術上可能な範囲まで景観保全に努めるべきであろう。例えば鳴門海峡では海峡の最短距離を架橋ルートに選ばず、門崎岬の国立公園特別地域をさけ、門崎岬の南東の海上を橋梁で通るよう計画し、橋梁建設工事や列車走行の安全性など技術的に可能な範囲で環境への配慮をしている。

また海峡に建設する長大吊橋のアンカレッジ(橋台)などは大型の構造物となる。この構造物が橋梁架設地点の周辺の景観に異和感を与えないよう、アンカレッジの周囲には人工植樹などにより修景する必要もあると考えられ、陸上部の道路、鉄道の建設によって生ずる切土、盛土の法面などについても、その地域の景観や地質に合った植生などによる法面処理工法の検討を進めており、また特に重

要な地域では道路沿いに植生を中心とした修景を行うことも考えられる。

国立公園内の建設事業については、架橋位置や建設工事の施工法など自然景観や環境に及ぼす影響などを具体的に検討し、早期に着工する橋梁については、環境庁当局とも協議を進めており、環境の保全に努める。

海水の汚濁対策

海中基礎工を建設する際に、環境保全上問題となる事項のうち主要なものには、

1. 海底掘削のさいの掘削土砂の流出による海水の汚濁。
2. 基礎コンクリートの投設によるコンクリート又はセメントのアクによる海水の汚染。

の二つが考えられる。

海底掘削の掘削土砂による海水汚濁の防止対策は、掘削箇所の水深、地質、潮流の早さなどの条件により、最も適当な対策と施工法に差異がある。

浅い海域で潮流がおだやかな場所では、海中締切工法や、ニューマチックケーソン工法を採用して、基礎工を築造する方法をとり、締切工やケーソンの内部で海底の掘削を行うことにより、掘削土砂を海中に流出させない工法をとる。例えば、因島大橋の海中に設置する橋脚の基礎工は、鋼管矢板で海中に締切工をつくり、その締切工の内部で橋脚基礎工の掘削を行って基礎工を築造することになっている。

浅海域で潮流が早く、硬い地盤である鳴門海峡に設置する橋脚工事では、海中の浅瀬を利用して栈橋を設置し、この栈橋を足場にケーシングを海中に建て込み、ケーシングの内部にロータリー掘削機を入れて海底を掘削し、掘削された土砂の海中への拡散を防止する工法をとることになっている。

水深の大きい海域では、オープンケーソン工法、設置ケーソン工法などを採用する計画であるが、オープンケーソン工法の場合には鋼製ケーソン内で掘削することになり、土砂

の流出はない。設置ケーソン工法の場合には土砂の流出、拡散を少なくするため、大型グラブ船による掘削工法を考えている。

掘削土の運搬、排出についても土砂が海中に流出するのを防止する運搬の方法、捨土場所を選択する。なほ海底掘削土の排出作業にエアリフトを使用する場合、(例えば建て込み鋼管内をロータリー掘削機で掘削した土砂を空気と水で揚土排出する作業)には揚水を循環使用させて、使用水量を減少させ沈泥船を併用して、海水の汚濁防止をはかることにしている。

次に基礎工のコンクリートのアクなどの流出による海水汚染については、工事完了後のコンクリートの壁面から溶出するアクの影響は、大型の基礎工の大部分は鋼製ケーソンで覆われているので、その影響はない。コンクリートの打設作業時のアクの流出防止については、プラント設備を陸上に設ける場合も、海中でプラント船を使用する場合も、処理槽を設けて洗滌水を集水し、沈降処理などを行って海水の汚染防止につとめる計画にしている。

道路の環境対策

道路はその計画段階から自然環境との調和、その修景に配慮する必要があり、また建設後の自動車交通による騒音、排気ガス、振動、日照等の環境問題についてどのように対処するかが重要な課題となる。

これらの環境問題の中で代表的なのは騒音であり、騒音対策については道路関係の各機関で鋭意研究が進められている。

まず計画路線の選定では、出来るだけ住居地区等を避ける方向で計画することは論をまたないが、地形上の制約、路線の連絡等の関係で、住居地区を通る必要がある場合には、道路の構造的な対策を検討し、場合によっては土地利用計画、街路計画などの都市計画との調整も図って、自動車による騒音や排気ガス等の影響を低減する方策をとる必要がある。

道路の沿道地域の騒音に係る環境基準（46年5月閣議決定された基準）では、二車線を越える車線数の道路では、主として住居の用に供される地域をA地域、相当数の住居と併せて工業等の用に供される地域をB地域として、次表の基準値（目標値）を決めている。

地域の区分	時間間の区分		
	昼間	朝夕	夜間
A地域	60ホン(A)以下	55ホン(A)以下	50ホン(A)以下
B地域	65ホン(A)以下	65ホン(A)以下	60ホン(A)以下

道路を建設するに当っては、道路の完成後に沿道の住居地域の騒音についてこの基準を達成するよう努めなければならない。そのためには道路の縦断計画、断面的構造のみでなく、車道に沿った騒音防止施設や環境施設帯も検討する必要がある。

環境施設帯は住居地域などで特に環境対策上必要な箇所道路に沿った幅20m程度の帯状の地帯をつくり、環境保全に役立てるもので、この施設帯は騒音対策のみでなく、排気ガス、日照、振動などの問題についても相当の対応が可能となる。

住居地域の騒音対策は非常にむづかしい課題であるが、道路構造や地形にそくした遮音用の築堤、遮音壁、植樹や、これらの組合せた施設を道路沿いの環境施設帯に設けて、道路の環境対策を行うよう検討される。

道路の環境対策の基本的な考え方をのべてきたが、現実の環境問題はその場所によって多岐多様であり、心理的要素も加わるので、それぞれの箇所の実情に合った適切な対策を、これから道路の建設までに、具体的に検討をすすめる予定である。

また自動車騒音の問題は、道路構造のみで対処すべきものではなく、自動車の構造改善や、場合によっては沿道の建築構造の改善なども含めて総合的に考慮する必要もある。

あとがき

本州四国連絡橋の建設は大鳴門橋、南北備

讃瀬戸大橋、因島大橋、大三島橋などの早期着工の橋梁の下部工事を昨年秋から着手する計画であったが、総需要抑制策により、政府の指示で工事の着手が延期されている。現在は漁業補償、陸上部の用地交渉、調査設計などを進めているが、政府からの着工の承諾が得られれば工事に着手することになっている。

建設にともなう環境問題については今後もひきつづき、更に具体的に検討して実施に移さなければならない。また本文では海水汚濁と道路の環境を中心に述べたが、鉄道の課題については、省略させていただいた。