

本 四 連 絡 架 橋 に つ い て

建設省道路局経済調査室 長 井 上 孝

- 1 本事業は、将来の幹線自動車道の一部を構成するものと考え、高速自動車国道等の構造基準で4車線を通し、さらに現在一般道路橋のない海峡部については2車線を増加して6車線とした。

今回の計画では、本州側起点を国道2号バイパスにとり、四国側は国道11号が2車線構成なので四国縦貫自動車道または四国横断自動車道まで取付けるものとした。

海峡部橋梁の計画設計については、土木学会の本州四国連絡橋技術調査委員会の答申にしたがつて実施した。すなわち設計は上記委員会の報告の設計指針に基づいて行くとともに、施工計画・工事費積算については、建設省提出計画案のうち前記報告により、現時点では無理や困難性が少ないと評価された各ルートの第一案について実施した。

- 2 施工計画については、現在まで行なってきた種々の調査結果を総合して、各施工箇所ごとに諸条件を考慮して、もつとも施工安全性が高く、また確実性もあると判断される施工法によって計画するものとした。なお本事業は国の内外にも類例のないような性質と規模を持つ特殊な工事であることから次のように仮定した。
 - (1) 本事業に必要な最小限度の作業基地・補助港・荷揚場などは、予め準備して施工業者に貸与する形式とした。
 - (2) 一般土木工事で使用されておられないような特殊な作業用船舶機械類については製作して施工業者に貸与する建前とした。
 - (3) 全く新しい形式の施工機械は開発実用化に予想外の年月を必要とすることがあるのでこれを避けて、現在すでに実用段階にある機械の改良または大型化の範囲にとどめるよう努めた。
- 3 工程計画の立案および工費の積算は下記により実施した。
 - (1) 作業種別ごとの稼働率については、昭和39年以来の気象海象の観測結果を基として、調査作業の経験、国内外の海上工事や大規模工事を参考として判断した。
 - (2) 特殊な作業用船舶機械類は、できるだけ転流用をはかつて工事を経済的にするよう考慮した。
 - (3) 航行船舶に与える影響を最小限度にとどめるため基礎工事は航行水路をはさんで交互に施工するようにするとともに、航行コントロールタワー・各種燈標・緩衝材・消波材・工事用巡視艇等を計画し、工事中および竣功後の航行安全に努めた。
 - (4) 基礎工事の支持枠やケーソン類の曳航・据付・固定の作業および上部工事のケーブルや補剛トラスの架設などは台風期を避けるよう配慮するとともに、これ等の作業は特別に熟練した作業員の集団力を必要とするので、なるべく重複しないよう計画した。
 - (5) 土木学会報告に指摘された大規模実験その他の問題点の解明および実施のための調査設計は実施調査として所要の期間と金額とを計上した。
 - (6) 工費積算に使用した人件費や諸物価は昭和42年12月現在のものである。

ル ー ト 別 計 画 案

項 目		A ル ー ト 神戸～鳴門	B ル ー ト 宇野～高松	C ル ー ト 日比～高松	D ル ー ト 児島～坂出	E ル ー ト 尾道～今治
1. 建設線の区間	起 点	神戸市垂水区	岡山県倉敷市	岡山県倉敷市	岡山県倉敷市	広島県尾道市
	終 点	徳島県板野郡	香川県高松市	香川県高松市	香川県綾歌郡	愛媛県周桑郡
	延 長	8 7.3 Km	5 9.8 Km	4 1.8 Km	4 0.6 Km	8 0.9 Km
2. 建設線の主たる経過地		兵庫県淡路島 徳島県大毛島 " 鳴門市	岡山県児島郡 " 玉野市 香川県直島 " 女木島 " 大島 " 木田郡	岡山県児島郡 " 玉野市 香川県大槌島 " 小槌島 " 坂出市	香川県櫃石島 " 与島 " 沙弥島 " 坂出市	広島県向島 " 因島 " 生口島 愛媛県大三島 " 伯方島 " 大島 " 今治市
3. 標準車線数		4 ただし撫養の瀬戸を除く海峡部 6	4 ただし海峡部 6	4 ただし海峡部 6	4 ただし海峡部 6	4 ただし尾道瀬戸を除く海峡部 6
4. 設計速度		8 0 Km/h	8 0 Km/h	8 0 Km/h	8 0 Km/h	8 0 Km/h
5. 道路等との連結地		神戸市垂水区付近 (2号バイパス) 兵庫県津名郡淡路町 " " 北淡町 " " 津名町 " 洲本市 " 三原郡三原町 " " 南淡町 " " 西淡町 徳島県鳴門市大毛島 " 鳴門市 (11号) " 板野町 (四国縦貫道)	岡山県倉敷市付近 (2号バイパス) " 玉野市 香川県直島 " 女木島 " 大島 " 木田町 " 牟礼町 (11号) " 高松市 (四国横断道)	岡山県倉敷市付近 (2号バイパス) " 玉野市 香川県坂出市 " 高松市 (11号および) (四国横断道)	岡山県倉敷市付近 (2号バイパス) " " 下津井 香川県櫃石島 " 与島 " 坂出市 " 香の洲 (11号) " 綾歌郡山田町 (四国横断道)	広島県尾道市付近 (2号バイパス) 広島県向島 " 因島 " 生口島 愛媛県大三島 " 伯方島 " 大島 " 今治市 " 周桑郡小松市 (四国縦貫道)
6. 長大橋梁設計条件	基本設計 風 速 10 分平均	4 5 m/s ただし鳴門海峡のみ 5 0 m/s	4 5 m/s	4 5 m/s	4 5 m/s	4 5 m/s
	ケーブル 設計風速 10 分平均	明石海峡 6 5 m/s 鳴門海峡 7 0 m/s	6 5 m/s	6 5 m/s	6 5 m/s	6 5 m/s
	地震の 基本加速度	水平加速度 0.2 g 鉛直加速度 0.1 g				
	活 荷 重	$P = n p, \quad p = 1.600 \times (0.32 + \frac{1.70}{20.0 + \ell})$ ここに P: 単位橋長あたりの活荷重 (Kg/m) n: 車 線 数 (n ≥ 4) p: 1 車線あたりの活荷重強度 (Kg/m/車線) ℓ: 中央支間長 (m) ただし床版および床組については鋼道路橋示方書に規定する T-20 (1等橋) による。				

事業総括表

金額の単位は百万円

項 目	A ルート		B ルート		C ルート		D ルート		E ルート	
	数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額	数量	金額
(1) 海峡部										
イ) 工事費		151,326		464,095		196,830		121,278		139,138
上部工費	7,105m	52,558	15,099m	101,462	7,422m	57,060	8,708m	47,441	11,421m	63,305
吊橋	7,005#	52,404	12,999#	95,011	6,812#	54,085	4,918#	34,693	8,235#	53,122
その他	100#	154	2,100#	6,451	610#	2,975	3,790#	12,748	3,186#	10,183
下部工費	17基	97,668	50基	360,743	14基	138,760	61基	72,847	68基	74,393
吊橋	15#	97,548	26#	351,287	10#	137,676	11#	52,558	23#	59,103
その他	2#	120	24#	9,456	4#	1,084	50#	20,289	45#	15,290
維持施設費		1,100		1,890		1,010		990		1,440
ロ) 付帯工事費		1,460		520		400		950		1,400
ハ) 用地補償費		2,300		1,190		440		850		930
ニ) 間接費		7,754		23,290		9,884		6,154		7,073
ホ) 実施調査費		8,400		12,700		8,900		4,900		4,500
建設費		171,240		501,795		216,454		134,132		153,041
ヘ) 予備費		17,124		50,180		21,645		13,413		15,304
事業費		188,364		551,975		238,099		147,545		168,345
(2) 陸上部										
イ) 工事費	80.2Km	43,504	44.7Km	23,833	34.4Km	18,703	31.9Km	25,786	69.5Km	36,178
本州側	2.9#	3,160	22.0#	9,551	22.1#	10,509	21.1#	7,599	3.3#	5,224
島しょ部	65.1#	30,621	4.9#	4,116			1.1#	1,326	37.6#	20,988
四国側	12.2#	9,723	17.8#	10,166	12.3#	8,195	9.7#	16,861	28.6#	9,966
ロ) 付帯工事費		427		172		111		68		102
ハ) 用地補償費		9,483		5,298		4,853		4,145		9,742
ニ) 間接費		4,540		2,490		2,011		2,550		3,912
建設費		57,954		31,793		25,678		32,549		49,934
ホ) 予備費		5,795		3,179		2,568		3,255		4,993
事業費		63,749		34,972		28,246		35,804		54,927
(3) 合計										
建設費		229,194		533,588		242,132		166,681		202,975
事業費		252,113		586,947		266,345		183,349		223,272
調査・準備・現場工期	3~2~9=14		3~2~14=19		3~2~12=17		25~2~6.5=11		2~15~6.5=10	
鋼材量	381,600t		1,034,700t		432,400t		310,600t		358,500t	
海峡部 { 上部	183,400#		374,300#		200,600#		169,600#		225,900#	
下部	131,800#		622,000#		209,300#		91,000#		84,900#	
陸上部	66,400#		38,400#		22,500#		50,000#		47,700#	
コンクリート量	1,571,200m³		3,507,200m³		1,857,100m³		1,181,300m³		1,372,300m³	
海・峡部	895,400#		3,023,800#		1,470,700#		807,600#		844,600#	
陸上部	675,800#		483,400#		386,400#		373,700#		527,700#	

注) Aルートの新潟の瀬戸、Dルートの番の瀬戸、Eルートの尾道瀬戸は陸上部に含めた。

本州四国連絡橋と世界の長径間吊橋との比較

ルートまたは橋梁名	橋梁規模	最大支間長	最も深い基礎工			
			潮流 (m/sec)	水深① (m)	根入れ② (m)	① + ② (m)
A ルート 道路 橋	7 1	1 5 1 4	4	5 0	3 5	8 5
B ルート 道路 橋	1 5 1	1 3 6 2	2	5 0	1 1 0	1 6 0
C ルート 道路 橋	7 4	1 3 6 2	2	5 0	6 0	1 1 0
D ルート 道路 橋	8 7	1 1 1 1	2	3 5	1 0	4 5
E ルート 道路 橋	1 1 4	1 0 1 0	3	1 5	5	2 0
Verrazano Narrows (1964)	4 2	1 2 9 8		6	4 6	5 2
Golden Gate (1937)	2 7	1 2 8 0	3	2 0	1 1	3 1
Mackinac Straits (1957)	5 5	1 1 5 8	3	4 4	2 0	6 3
Salazar (1966)	3 2	1 0 1 3	3	2 7	5 2	7 9
Forth Road (1964)	2 5	1 0 0 6		7	2 2	2 9
Severn (1966)	1 8	9 8 8	5	1 0	1 0	2 0
San Francisco- Oakland Bay (1936)	6 9	7 0 4	4	1 2	6 1	7 3
若戸大橋 (1962)	2 1	3 6 7	1	1 3	1 0	2 3
第二関門道路計画	1 4	7 1 2		2	2 0	2 2

- 注： 1 本州四国連絡橋の橋梁規模は、海峡部延長により示す。
- 2 長大支間橋の橋梁規模は、取付け橋梁も含んだ延長である。
- 3 最も深い基礎工は、同程度の深さの場合、水深の大きい方の基礎工をとつた。
- 4 Dルートにおいて、航路幅員との調整が可能であれば、最大支間長は870mの計画となる。
- 5 第二関門道路計画は予備調査段階の数値をとつた。
- 6 橋梁名欄の()書は完成年をしめす。

項 目	Aルート	Dルート	Eルート	比 較 例
1 最も高い塔の 水面上の高さ(m)	234	197	185	東京タワー 333m (地 上) 霞ヶ関ビル 147m (地 上) 若戸大橋 84m (水面上)
2 鋼材量 (t) (海峡部)	315200	260600	310800	東京タワー 3600t ヴェラザノナロウズ 195000t 30万tタンカー 約60000t
3 コンクリート量 (㎥) (海峡部)	895400	807600	844600	黒四ダム (堤体積) 1360000㎥ 佐久間ダム (") 1094000㎥ ヴェラザノナロウズ橋 519000㎥
4 最も大きいアンカレッジ 断面 (巾×長さm) 総高 (m) 体積 (㎥)	51×46 51×68 1155 356500	49×45 49×67 1111 322400	47×42 47×50 618 130500	霞ヶ関ビル体積 (基礎も含む) 地上部断面 (424m×768m)、 総高 (164m) = 680000㎥ 五十里ダム (高さ112m) 468000㎥ ヴェラザノナロウズ橋 158300㎥ 新丸ビル 269000㎥
注) 断面の上段は上屋、下段は基礎を示す。				
5 基礎の底面から塔頂 までの高さ (m)	321	2420	2050	ヴェラザノナロウズ橋 258m 関門架橋 (計画) 159m 若戸大橋 106m
6 ケーブル 直 径 (mm) 素線の数 (本) 素線の延長 (km)	片側2本 716 4×16724 336000	836 2×23465 202000	771 2×19398 273000	ヴェラザノナロウズ橋 911mm (片側2本) 若戸大橋 508mm ヴェラザノナロウズ橋 4×26108 (直径625mm) 関門架橋 (計画) 2×11914 地球の周長 40000km

世界の長径間吊橋の工事期間

諸元	工事名	Golden Gate	San Francisco Oakland Bay	Mackinac	Forth Road	Verrazano Narrows	Severn	Salazar
主要橋梁延長(m)		1,966	5,041	5,866	1,823	2,039	1,597	2,278
最大支間 (m)		1,280	704	1,158	1,006	1,298	988	1,013
橋脚最大水深(m)		24.4	34.4	42.7	7.0	13.1	9.8	27.4
予備調査期間 年 月		1.6	4.0	4.0	3.0	2.0	7.0	
実施調査期間 年 月		2.3	1.6	2.0	1.9	4.0	2.1	3.0
準備工期間 年 月		0.3	0.6	1.11	0.4	0.5	0.4	0.4
着 年 月 工		1933.1	1933.7	1954.5	1958.8	1960.1	1961.5	1962.11
竣 年 月 工		1937.5	1936.11	1957.11	1964.9	1964.11	1966.4	1966.11
実 年 工 月 期		4.5	3.4	3.6	6.1	4.10	5.0	4.0
資 材	コンクリート (m^3)	297,000	672,000	380,000	90,000	519,000	100,000	300,000
	鋼 材 (t)	75,000	188,000	71,300	90,000	195,000	29,000	89,000

工種別工期

(1) 基礎工事

① San Francisco-Oakland Bay Bridge の中央アンカレッジ

水深 - 20 m、根入 44 m、掘削 80,000 m^3 、コンクリート 70,000 m^3 360日

② Mackinac Bridge の主塔部

水深 - 43 m、根入 20 m、断面 $2 \times \phi 35 \cdot 36$ m、掘削 20,000 m^3 540日
コンクリート 60,000 m^3

③ Verrazano Narrows Bridge の Staten Island 側主塔基礎

水深 - 10 m、根入 22 m、断面 $70 \text{ m} \times 39 \cdot 4 \text{ m}$ 、掘削 63,000 m^3 610日

④ 同 上 Brooklyn 側主塔基礎

水深 - 5 m、根入 47 m、断面 $70 \text{ m} \times 39 \cdot 4 \text{ m}$ 、掘削 125,000 m^3 790日

(2) 主塔架設

① Mackinac Bridge

W = 12,000 t / 2基 2基 520日

② Verrazano Narrows Bridge

Brooklyn site W = 24,000 t 100 t 吊クレーン 305日

Staten Island site W = 24,000 t " 420日

③ 東京タワー

H = 333 m W = 3,600 t 稼働率 約 70% 550日

(3) ケーブル架設

① Verrazano Narrows Bridge

W = 34,700 t 1963.3.8 ~ 1963.8.22 170日

② Forth Road Bridge

$\phi 483 \text{ mm}$ W = 8,100 t 1961.10.17 ~ 1962.8.6 110日

来島海峡主橋脚

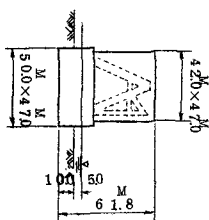
鋼材	9,100 t
コンクリート	22,300 m ³
支持枠鋼材	4,100 t

備讃瀬戸主橋脚

鋼材	14,100 t
コンクリート	44,400 m ³
支持枠鋼材	8,900 t

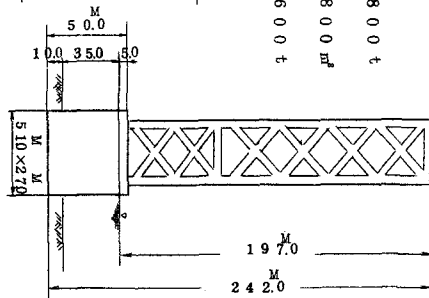
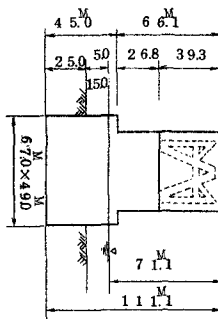
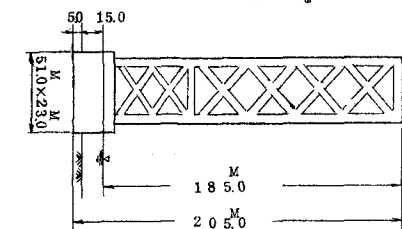
伯方～大島間アンカレッジ

鋼材	7,400 t
コンクリート	57,100 m ³
支持枠鋼材	2,200 t



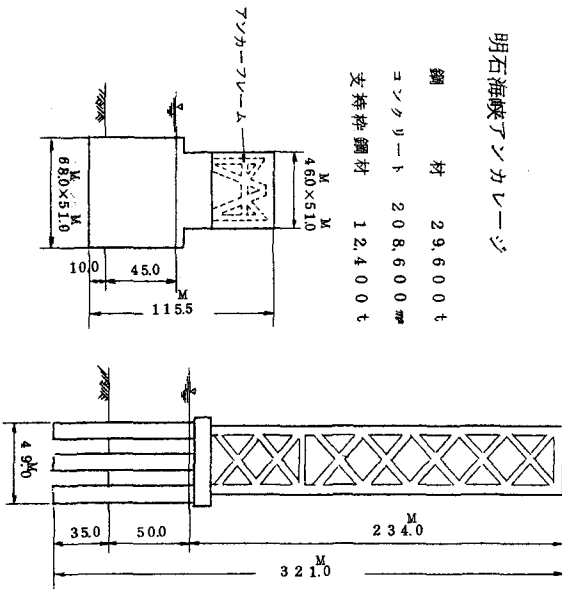
備讃瀬戸アンカレッジ

鋼材	26,800 t
コンクリート	177,800 m ³
支持枠鋼材	4,600 t



明石海峡主橋脚

鋼材	34,900 t
コンクリート	90,300 m ³
支持枠鋼材	10,200 t

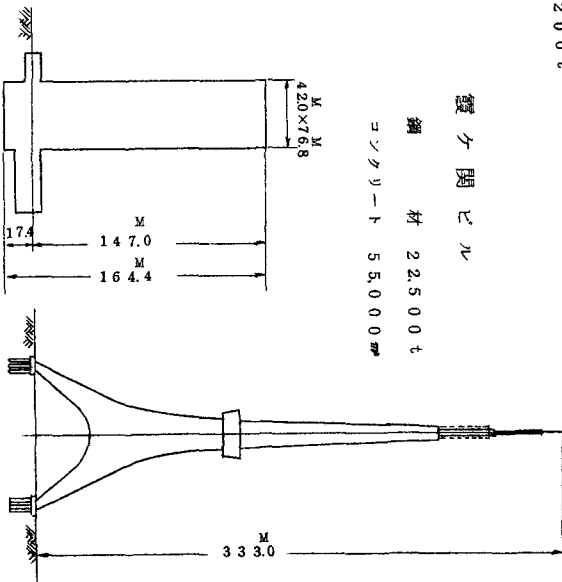


明石海峡アンカレッジ

鋼材	29,600 t
コンクリート	208,600 m ³
支持枠鋼材	12,400 t

東京タワー

鋼材	3,600 t
----	---------



観音ビル

鋼材	22,500 t
コンクリート	55,000 m ³