

報 告

大村空港大橋(仮称)の施工について

今 村 晃 二*
杉 原 広**
楠 本 正 孝***
龍 頭 吾 知****

1. まえがき

長崎県の本土で唯一の現大村空港は、滑走路延長1200m、幅員30mで、ジェット機の発着ができないため、現空港より南西約1.5kmの簗島に、日本で初めての海上空港を建設することになった。この新空港は、滑走路延長3000m、幅員60mでエプロンはB727級3バース、B747級2バース、昭和50年の来客の推移は、83万人/年、昭和60年400万人/年で、昭和46年12月より着工し、昭和50年3月に開港する予定である。

PC上部工部分の工期は、昭和47年10月から、昭和49年9月30日で、約2年間の工期を要する。

本橋は、海上部に建設されるので、桁はすべてクレーン船による架設を行ったので、この架設工事を主体に、施工の概要を報告する。

工事位置は図-1に示す。

2. 工事概要

工事名：一般県道大村空港線、空港大橋架設工事
工事箇所：長崎県大村市森園郷
工期：昭和47年10月7日～昭和49年9月30日
形式：PSC単純桁橋(ポストテンション方式)
橋長：970.000m (22@35.790+3@60.800)
桁長：PC桁(4主桁) 35.740m
メタル桁 60.700m
支間：PC桁(4主桁) 35.040m
メタル桁 60.000m
幅員：8.500m (車道6.000m+歩道2@0.750m
+地覆2@0.500m)
荷重：TL-20
斜角： $\angle R$

縦断勾配：1.223.8%／直線＼1.300.0%

主桁本数：88本

1本重量：70t (全重量 6160t)

事業主体：長崎県

施工：富士ピーエスコンクリート株式会社

3. 橋梁形式の選定

一般に橋梁の形式選定にあたっては、上部の形式だけを独自に決めるわけにはゆかず、下部工との相関において、工事の確実性が高いこと、工期が短いこと、さらに工費が低廉であること、などの各種条件に照らして、選定作業を行うのがルールとなっており、本橋の場合も例外でなく、きめこまかな検討を行った。

まず、1次的な作業として、橋梁、沈埋函ならびに締切堤道の各案を比較した結果、橋梁案を採択したわけであるが、その後、以下に略述するような2次作業を行って、橋梁の形式を選定した。

本橋架橋地点の現地条件としては、橋長がほぼ1000mに達すること、水深が5.0mから13.0mで、波高は2.0mと低く、海底が沖の方に向って緩く傾斜していること、さらに現在空港の滑走路端に近接しているため、離着陸の際、障害となり、下路式の橋梁は採択できない、などがある。こうした条件の中で検討を進めたわけであるが、結局、まず縦断線形を現空港の離着陸障害と、前後取付高ならびに、船舶の通航高を勘案して、海面上を低く違う形式とした。

次に、航空障害の関係で上部工の形式をデッキタイプとし、航路幅の関係を考慮に入れた上で、多径間橋梁における経済スパンの検討を行った。

検討の種目となったのは、上部工では、鋼桁、PC桁、およびH型桁であり、下部工は、RCケーソン、PCパイプ、および鋼パイプであるが、これら各種目をそれぞれ、桁長を変え、基数を変えて組み合わせをつくって、比較したため、かなり複雑な資料となつたが、ともかくグラフで整理して、最少工費を求めた結果、ようやく、現状の形式に至つたものである。

* 長崎県大村空港建設局橋梁課長兼建設係長

** 同 上 計画係長

*** 同 上 技師

**** 富士ピーエスコンクリート株式会社空港大橋建設所長

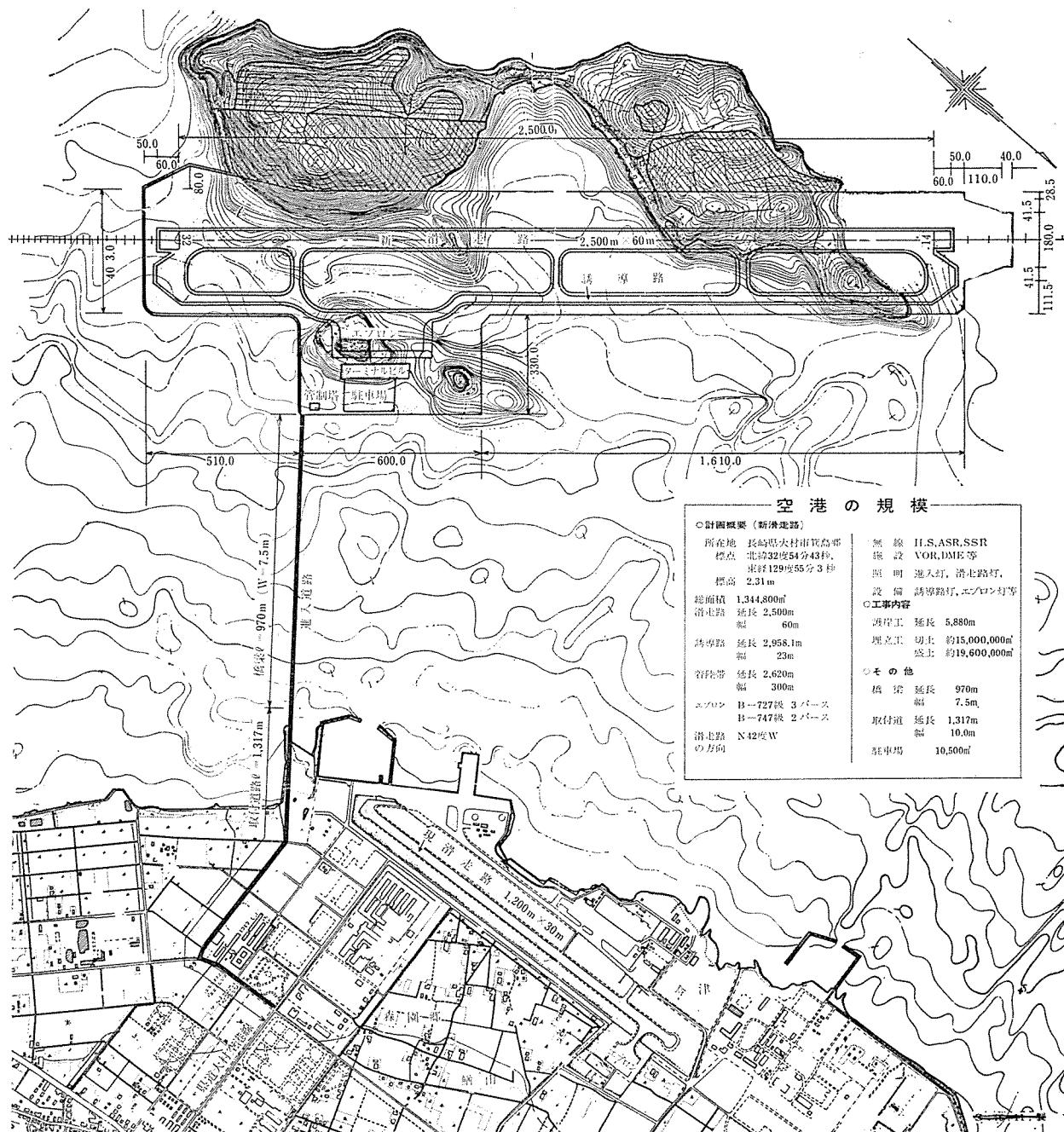


図-1 平面図

もっとも、25径間中3径間は長さ60mの鋼箱桁をそ
う入しているが、これは船舶の常時通航を考慮したもの
である。

4. 施工

(1) 主桁製作

主桁製作ストックヤードは、下部工施工のため、漁業権交渉が遅れ、乗込み時、下部工工程が確定せず、架設時期が決定しなかったため、全桁数をストックできるヤードを確保する必要があった。ヤードは取付け道路側面の国有地を借用して計画し施工した(図-2、写真-1)

参照)。

主桁コンクリートは、生コンクリートを使用した。示方配合は表-1のとおりである。

コンクリートの養生は、主桁製作期間が四季に及んだため、寒中はジェットヒーター4台を12時間使用し、サーモスタットをセットして、最高温度60°C以下になるようにした(表-2は管理曲線を示す)。

主桁型わくは、鋼製型わくを使用した。型わくの製作には、次の点を考慮した(写真-2参照)。

- 1) 縦断勾配が直線のため、プレストレスによるたわみを下げる。

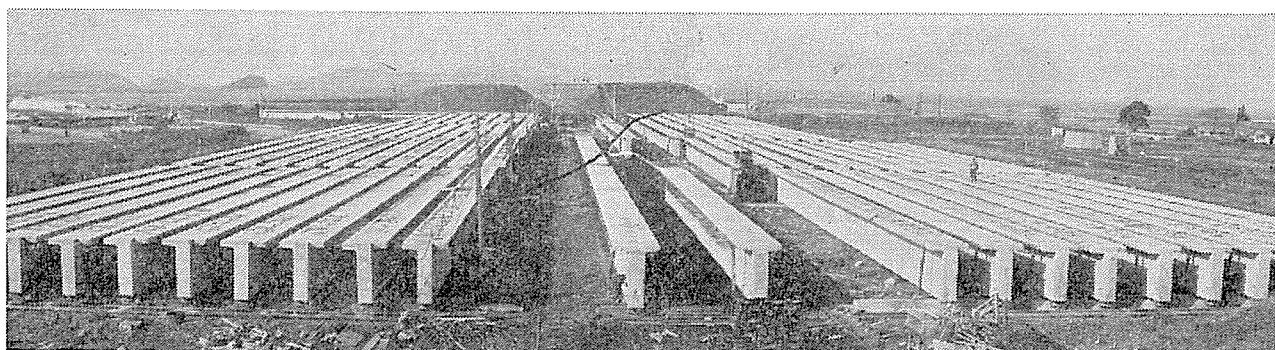
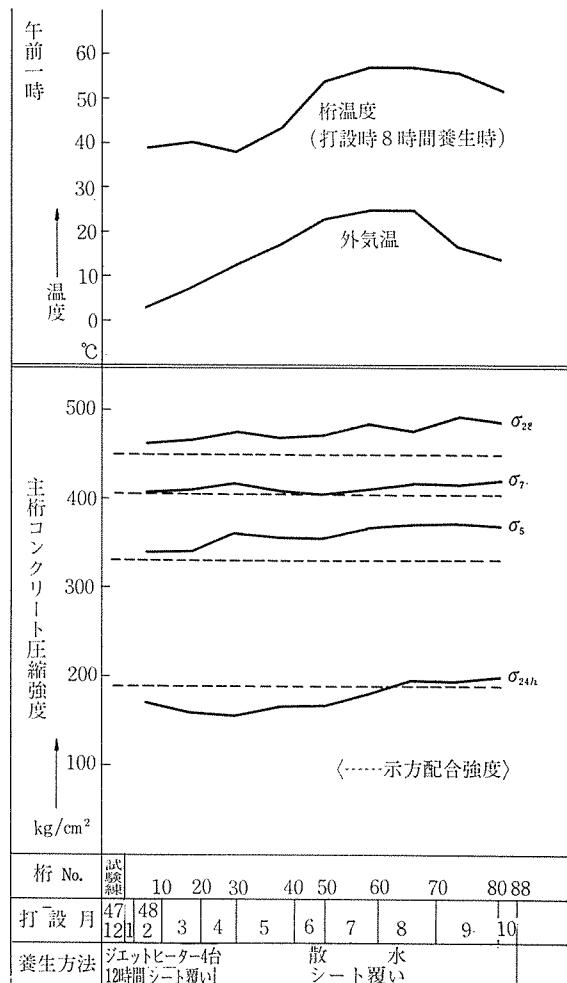


写真-1 主桁製作ストックヤード全景

表-1 示方配合表

所要強度 (kg/cm ²)	スラブ (cm)	W/C (%)	S/A (%)	セメント (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	砂 (kg/m ³)	碎石 (kg/m ³)	混和剤 (kg/m ³)
400	8	38	37.2	453	172	630	1 084	1.358

表-2 圧縮強度と温度管理曲線



2) 底枠と側枠の継目は、モルタルもれを防ぐため、底面より 35 mm 上の下フランジ側面に設ける。

3) 側枠 (3 m パネル) を 3 組同時に組はずす。

4) 支承をベンチ底枠に上下盤とも取付ける。

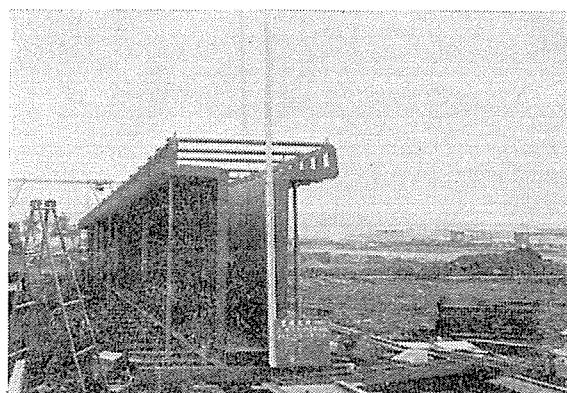


写真-2 主桁鋼型わく

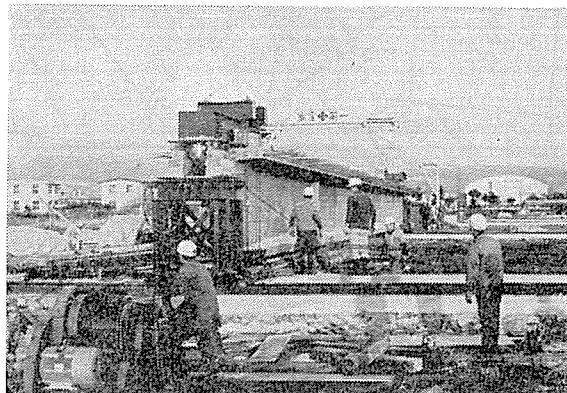


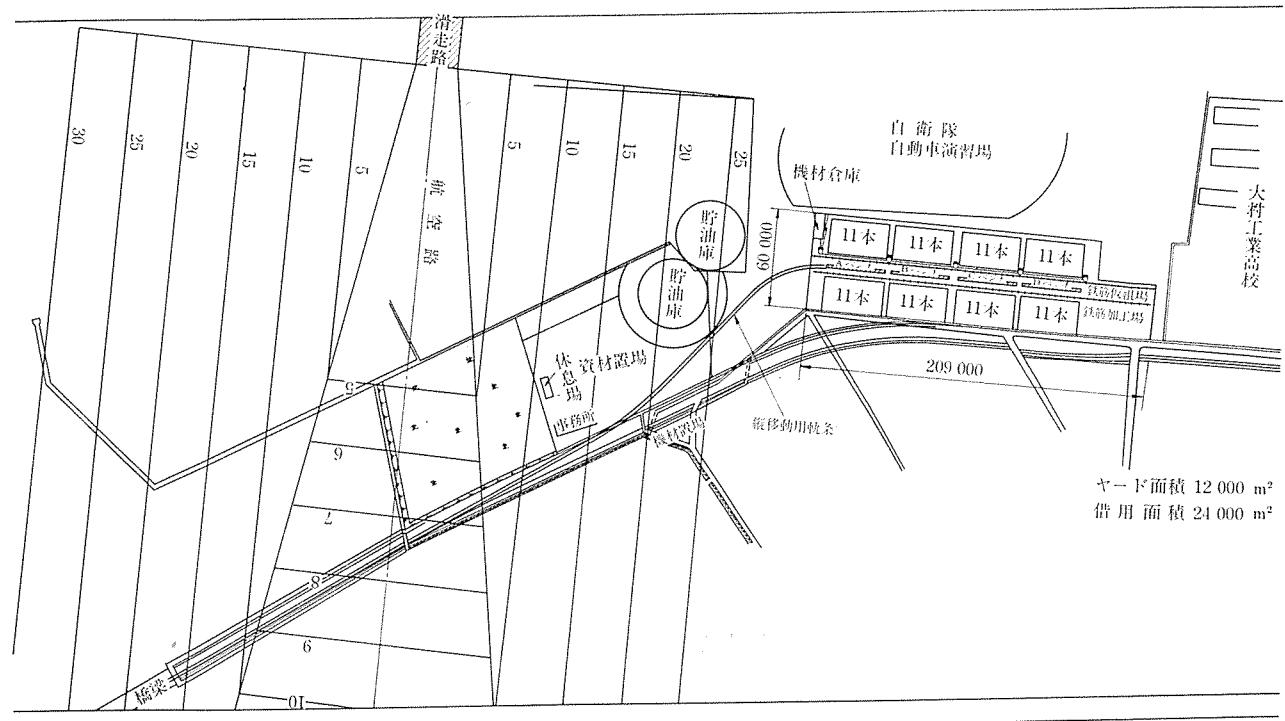
写真-3 横取り作業状況

(2) 横取り作業

横取りは、桁本数が多い上に、横取り距離が 30 m にも及ぶため、桁製作時に横取り仮置きをする場合、特殊横取り用台車を検討し採用した（写真-3 参照）。

(3) 支承工

支承は、フッ素樹脂板支承が使用され、固定側、自由側ともに、上シュー下シューの組合せに予裕がなく、別々に据付けを行うことは、架設時に、桁据付けが困難で



图—2

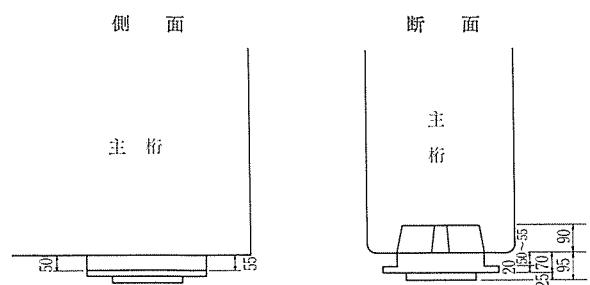


図-3 縦断勾配による上シューの傾き

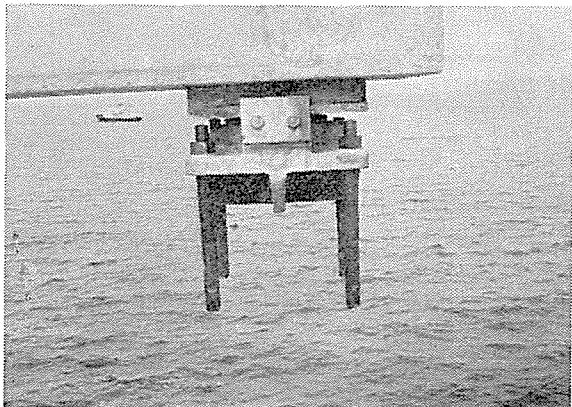


写真-5 桁支承取付

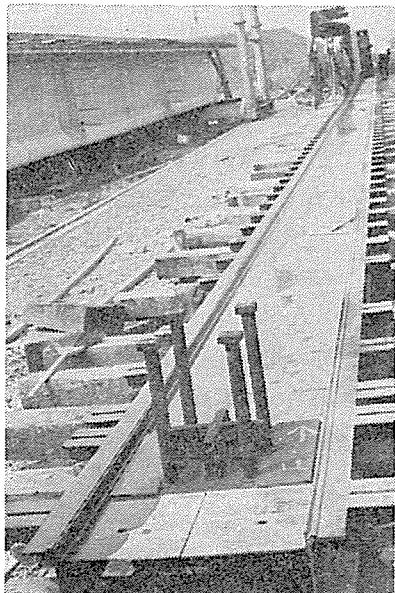


写真-4 底枠・支承取付け

ある。また下シューだけを橋脚に据付けるために、海上

輸送をし、各橋脚に引き上げなければならない。以上の点を考慮して、上シュー自体に、縦断勾配に応じて勾配をつけ、桁製作時に、上下シューを同時に取り付け、桁架設時に、一体運搬を行った（図-3、写真-4 参照）。

橋台、橋脚には、支承位置に箱抜きおよびアンカーボルト孔を設け、別途に、支承据付け用コンクリートブロックを製作し、箱抜きしたなかに無収縮モルタルで高さ、桁長等を調整し、ブロックをセットして、その上に、桁と一体になったシューを据え付ける（図-4、写真-5～8 参照）。

支承下面、アンカーポルト埋込み部の空間部に、無収縮モルタルを充てんする。

(4) 架設計画

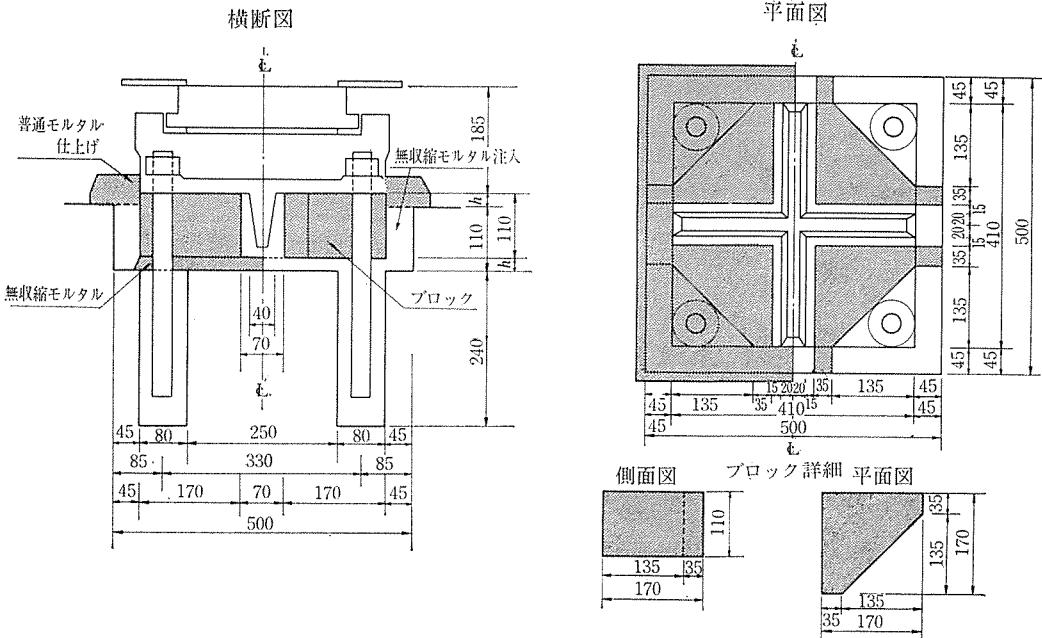


図-4 支承据付詳細図

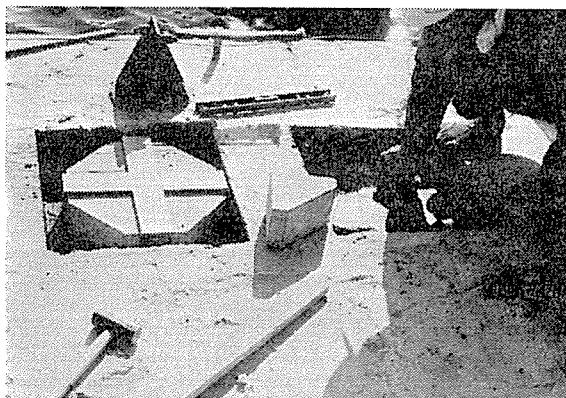


写真-6 支承用ブロック据付け

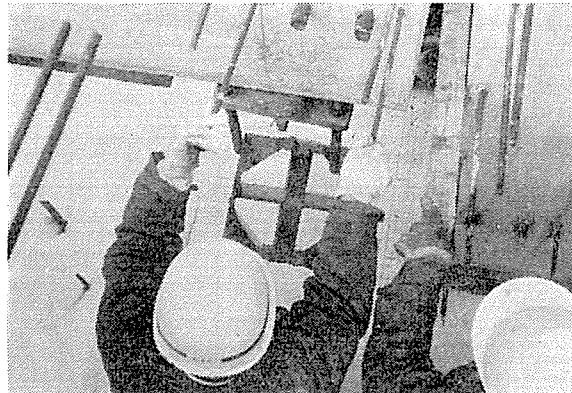


写真-8 支承(桁)据付け

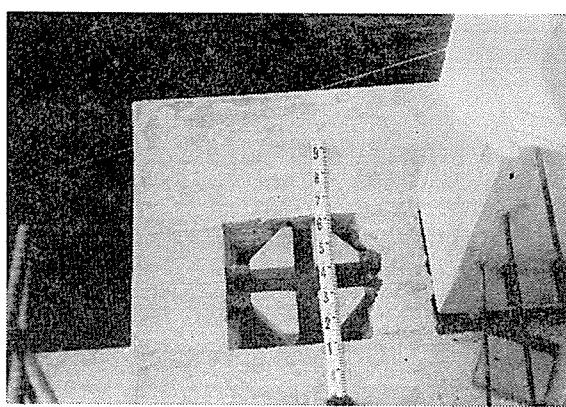


写真-1 支承ブロック据付け完了

a) 計画 海上架設および工期の短縮のため、海上クレーンによる架設を計画した。

b) 海上クレーンの選定　海上クレーンは、大村湾入口西海橋付近に、高压線(66 000 V)が海面上 22 m の高さにあり、これを通過するのに、ブーム高を 16 m

以内に制限される。また桁架設には吊上高 24 m が必要になり、桁 1 本重量は 70 t であるため、種々の機種を検討した結果、ブームの高さを 16 m 以内に、簡単に起倒のことのできる、深田サルベージ（株）の 101 号海上クレーン 80 t 吊を採用し、架設計画を行った（図-5 参照）。

海上クレーンの安定計算

船体寸法 $L=28.0\text{ m}$ $B=12.5\text{ m}$ $D=2.55\text{ m}$

- 1) 桁吊上げ時の安全性について：船舶復原性規則によれば、限界傾斜角 α は $\tan \alpha = 0.8 \tan \beta$ で、 β は、

 - ① 船舶の直立状態から、舷端が水面に達するまでの横傾斜角
 - ② 20 度
 - ③ 海水流入口角

のうち最小値を示すので、桁を吊上げた場合の β は、

$$\tan \beta = \frac{D-d}{B/2} = \frac{2.55 - 1.99}{6.25} = 0.0896$$

船 体	長 さ	28.000 m		
	幅	12.500 m		
	深 さ	2.500 m		
卷上能力		主 卷	辅 卷	一 本 吊
	定 格 荷 重	80 t	30 t	5 t×2 本
	揚 程	23.00 m	25.00 m	
	張 出 距 離	9.00 m	12.00 m	
ウインチの力量および数				
	主 卷 用	10 t×1 台		
	辅 卷 用	6 t×1 台		
	高 卷 用	6 t×1 台		
	一 本 吊 用	5 t×1 台		
	呼 込 用	5 t×1 台		
	操 船 用	5 t×4 台		

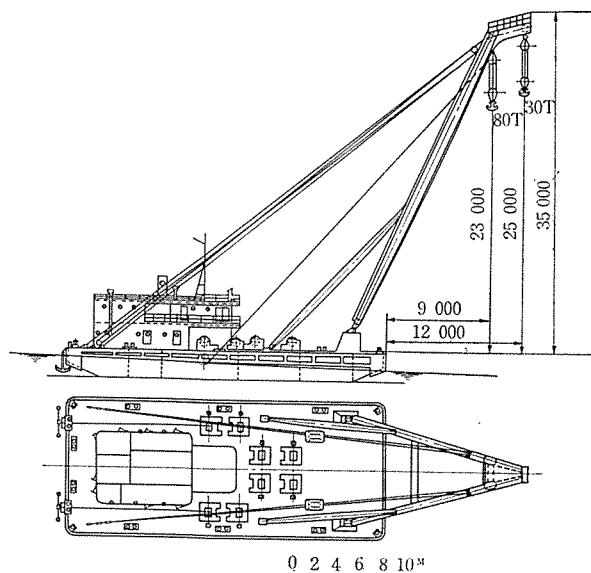


図-5 101号起重機船(旧 2号起重機船)

$$\beta = 5^\circ \sim 06'$$

($d=1.99$ m : 70 t 負荷時, 平均吃水)

よって, 限界傾斜角 α は,

$$\tan \alpha = 0.8 \tan \beta = 0.8 \times 0.0896 = 0.07168$$

$$\alpha = 4^\circ \sim 06'$$

復原挺は, $GM \tan \alpha$ で示されるので,

$$GM \tan \alpha = 3.315 \times 0.07168 = 0.2376$$

(GM : 70 t 負荷時, 橫メタセンター高さ)

次に, 復原挺と比較し, 復原性の判定をするのに要する傾斜偶力挺を求める。

$$\text{傾斜偶力挺} = \frac{K \cdot A \cdot H}{W}$$

K : 沿海区域を航行区域とする船舶 = 0.0274

A : 直立状態における船舶の吃水線上の部分の船体縦断面に対する投影面積

H : 船舶の船体縦断面に対する投影において, 直立状態における船舶の吃水線上の部分の中心から, 吃水線下の部分の中心までの垂直距離 (m)

	$A (m^2)$	$H (m)$	$A \times H (m^3)$
桁	3.0	11.11	33.33
F・C	110.0	4.40	484.00
計	113.0	(4.54)	517.33

$$\text{傾斜偶力挺} = \frac{K \cdot A \cdot H}{W} = \frac{0.0274 \times 113.0 \times 4.54}{716.5} = 0.01975$$

(W : クレーン船総重量)

したがって, 復原挺 = 0.2376 > 傾斜偶力挺 = 0.01975 となり $GM > 0$ であるから, 船舶復原性規則を適用した場合, F・C の復原性は安全である。

風荷重の検討は, 海上クレーンが, 桁を吊上げた場合の状態は, 一般の船舶と著しく異なるので, クレーン等, 安全規則による風荷重 P を求め, 傾斜偶力挺を求める。

$$\text{風荷重 } P = q \cdot C \cdot A$$

$$P : \text{kg}$$

$$q : \text{速度圧 } (\text{kg/m}^2) = \frac{v^2}{30} \sqrt{h}$$

$$C : \text{風力係数} = 1.2$$

$$A : \text{受圧面積 } (\text{m}^2)$$

$$v : \text{風速 m/sec } 20 \text{ m/sec}$$

$$h : \text{風を受ける面の水面からの高さ}$$

$$P = \frac{20^2}{30} \times \sqrt[4]{8} \times 1.2 \times 180 = 4800$$

$$\text{傾斜偶力挺} = \frac{PH}{W} = \frac{4.8 \times 8}{716.5} = 0.054$$

故に, 復原挺 = 0.2376 > 傾斜偶力挺 = 0.054 となり, 風荷重 20 m/sec の風を, 横方向から受けても, 復原性に関しては安全である。

しかし, 実作業には, うねりが生じるが, 四方向アンカーワイヤーにて, 固定作業をするので,

実際の架設は, 下記条件以内で作業した。

波浪階級 1 以下 (このときの波高 0~0.5 m)

うねり階級 1 以下 (このときの波高 0~2.0 m)

風力階級 5 以下 (このときの風速

8~10.8 m/sec)

なお, 気象条件の変化にそなえて, 安全のため, 30 t フロート 2 基を, 舵端に横抱きして安定性を高めた。

(5) 架 設

a) 海上クレーン回航 海上クレーンは, 門司港から佐世保港まで回航し, ブームの高さを 16 m まで, トラック クレーンを使用して倒して西海橋を通過し, 大村湾に入り, 大村港埠頭にて, 所定の 36 m にトラック クレーンで起し, 作業の準備を行った。

報 告

b) 枠設作業 枠引き出しは、前に述べた主桁製作ヤードから、吊込み位置まで軌条を敷設し、特殊横取り用台車で、重トロ台車に積み込み、15t級タイヤショベルドーザーで軌条上をけん引し、引き出し作業を行った（写真-9 参照）。

架設は、現在使用されている空港の、進入表面下にある第1径間より第4径間内が、空港営業時間の午前8:00から午後7:00まで、高さ制限に入り、海上クレーンが使用できないため、空港営業時間終了後に夜間作業で架設を行った（図-6 参照）。

第4径間架設完了後は、枠引き出し軌条を第4径間まで敷設延長して、枠を引き出し、第5枠間からは昼間作業で架設を行った（写真-10, 11 参照）。

実施工程と主な架設機材を表-3, 4 に示す。

夜間架設は午後8時より午前5時までの9時間で行い、平均してこの間に、1径間分の枠4本を架設した。

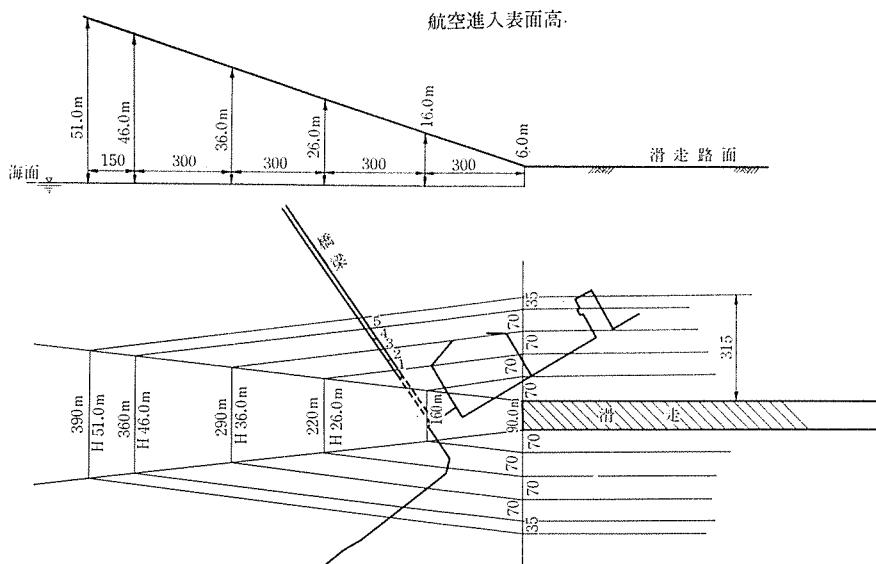


図-6 航空規制線について

第5径間以降の昼間作業要領は、午前8時よりただちに、クレーン船による吊込み作業を開始し、2径間先の橋脚に仕込んだガイドワイヤーにて所定の位置に移動し、クレーン船をセット後、架設位置に枠を吊りおろし、支承工で説明したように、あらかじめ据え付けておいたブロック上に、支承を固定して枠を架設した。

枠1本架設に、約2時間から2時間半を要した。

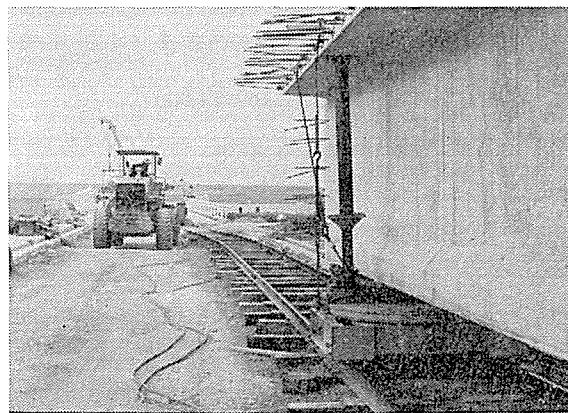


写真-9 枠引き出し作業

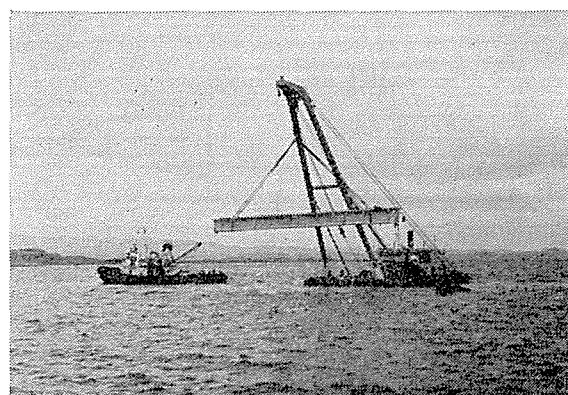


写真-11 枠海上運搬

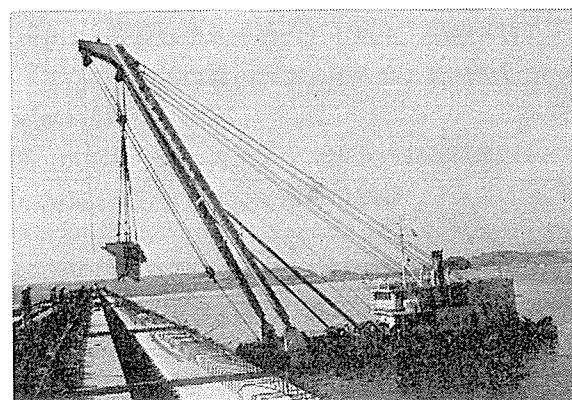


写真-10 枠吊り込み時

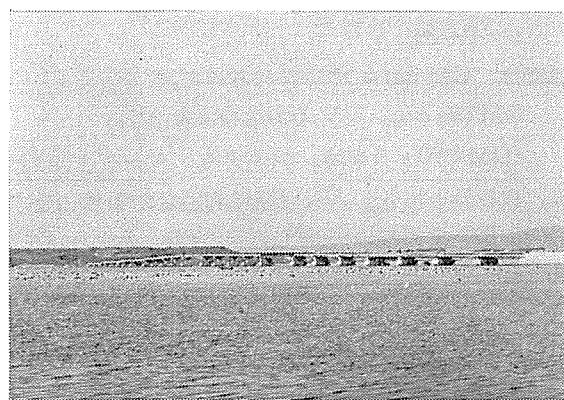


写真-12 枠架設完了全景

表-3 架設工事実施工工程表

表—4 架 設 機 材

機材名	仕様	数量	備考
横軌	取装置 条	35 t 35 kg/m	2基 2 300 m
	"	15 kg/m	400 m
まくらぎ		1.20~2.00m	2 000本
ワイヤー	一	$\phi 12\sim\phi 16$	3 000 m
ウインチ		15 HP	2台
"		30 HP	1台
レバーブロック		1.5~3.0 t	14台
"		6.0 t	4台
電動オイルジャッキ		50 t	2台
走行クレーン		2.5 t	2基
重トロ台車			12台
超重機船	80 t 吊	1隻	タグボート含む
作業船		1隻	漁船
ショベルドーザ	15 t 級	1台	

第5径間から先は、午前8時から午後5時までの昼間架設となつたが、第9径間までは夜間架設と同じ要領で行つた。

第 10 径間から第 22 径間までは吊込み位置（第 4 径間）からの距離が遠くなるので、ガイドワイヤーは使用せず、タグボートで所定の位置まで曳航して架設した。

桁架設本数は横取り、引出しの作業能率より平均して1日4本程度であった。

1日の平均作業人員構成は、クレーン船の特殊運転手13人、タグボート船員7人、紳架設作業の橋梁とび工

表—5 純架設延人員

職	種	人	數
橋	梁	工	720
特	種	手員	240
普	通	業	600
輕	作	員	600
合		計	2 160

8人、普通作業員3人、横取り引出し作業の橋梁とび工
9人、普通作業員11人、軽作業員17人であった。

架設に要した延人員は 表-5 に示す。

5. あとがき

海上クレーン架設について、概要を報告したが、ガーダー、またはケーブル架設に対し、工期が短縮でき、経済効果も充分あがり、今後の海上架橋には、最も適した工法と思われる。なお、11月、12月の冬期であったが、天候にも恵まれ、予定どおり完了した。

工事にご協力いただきました、陸上自衛隊、海上自衛隊、大村空港事務所、佐世保海上保安部、大村漁業協同組合、新大村空港建設共同企業体、不動建設（株）、長崎上滝建設（株）、施工にあたった富士ピーエスコンクリート（株）、森山建設、日本通運（株）、深田サルベージ（株）、の皆様に誌上より深くお礼を申し上げます。

1974.6.15・受付