

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 孚***
 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の箕島に、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：∠R

* 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

縦断勾配：1.2238% / 直線 \ 1.3000%

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、下部工との関連において、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、海底が沖の方に向か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。そ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、海面上を低く這う形式とした。

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ったが、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、現状の形式に至ったものである。



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)	スランプ (cm)	W/C (%)	S/A (%)	セメント (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	砂 (kg/m ³)	砕石 (kg/m ³)	混和剤 (kg/m ³)
400	8	38	37.2	453	172	630	1084	1.358

表-2 圧縮強度と温度管理曲線

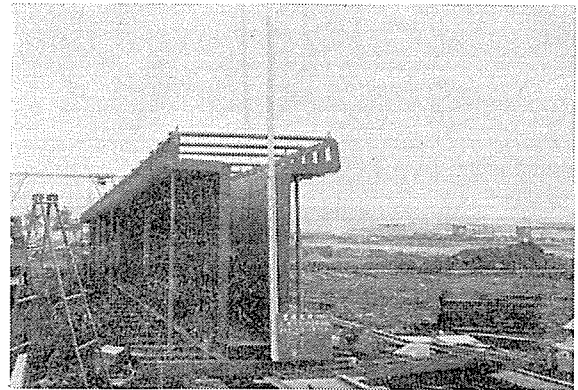
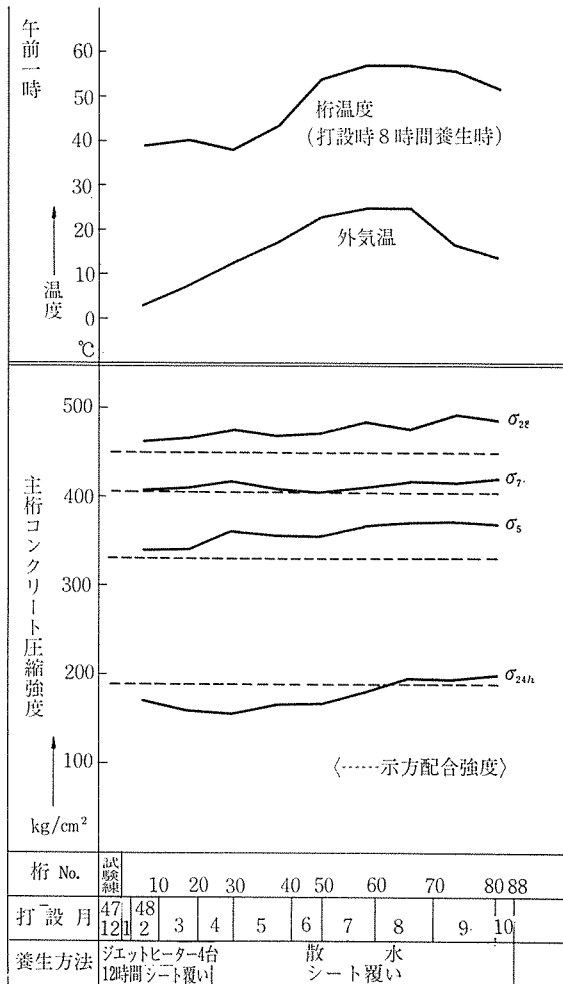


写真-2 主桁鋼型わく

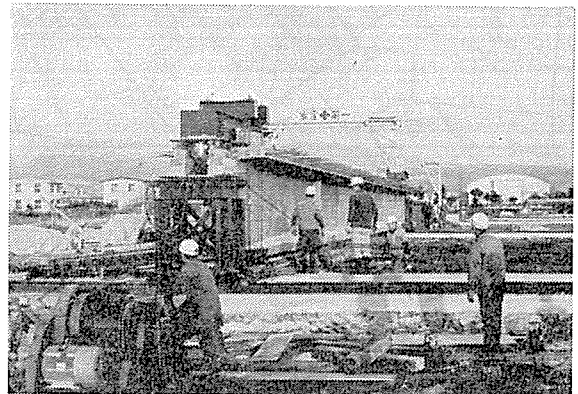


写真-3 横取り作業状況

- 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。

(2) 横取り作業

横取りは、桁本数が多し上に、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余裕がなく、別々に据付けを行うことは、架設時に、桁据付けが困難で

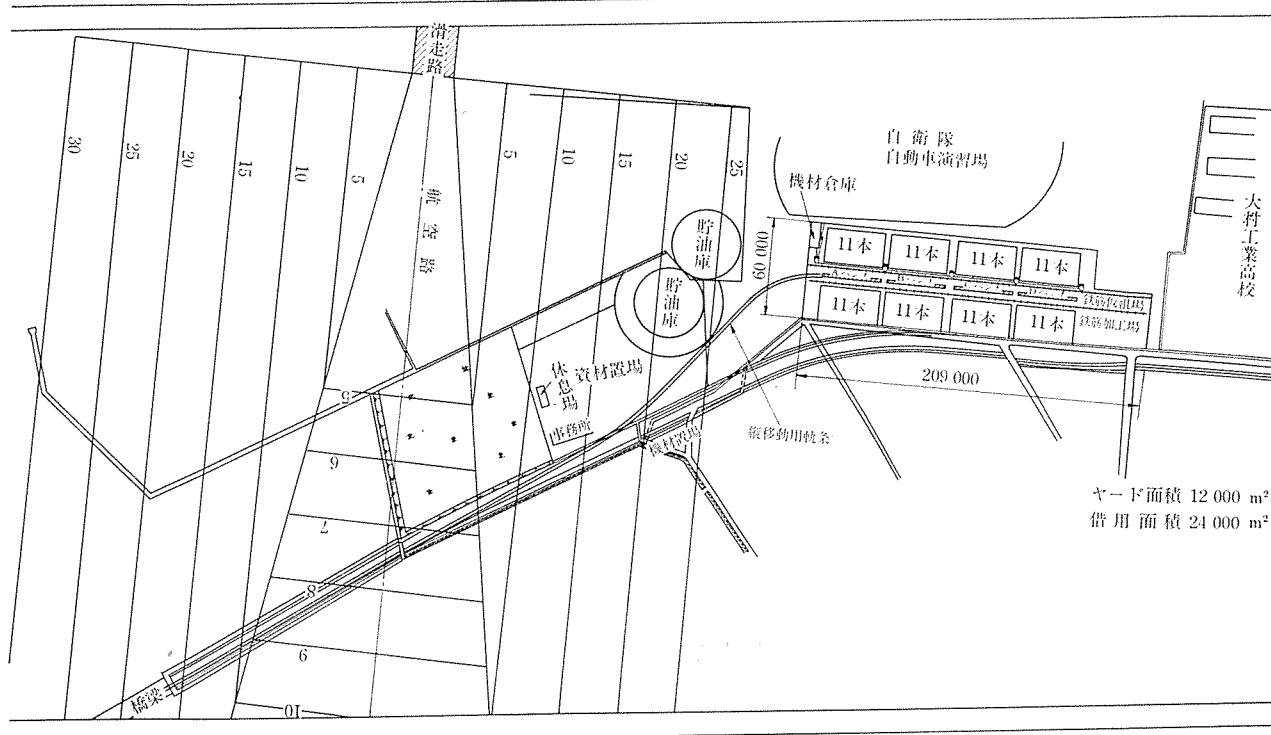


図-2

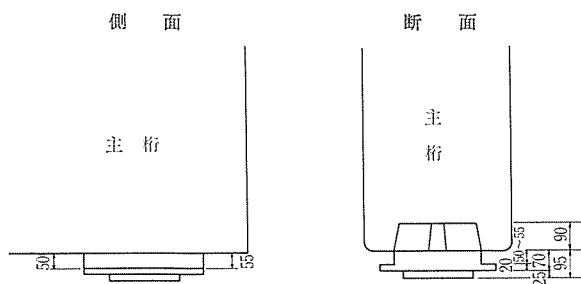


図-3 縦断勾配による上シュウの傾き

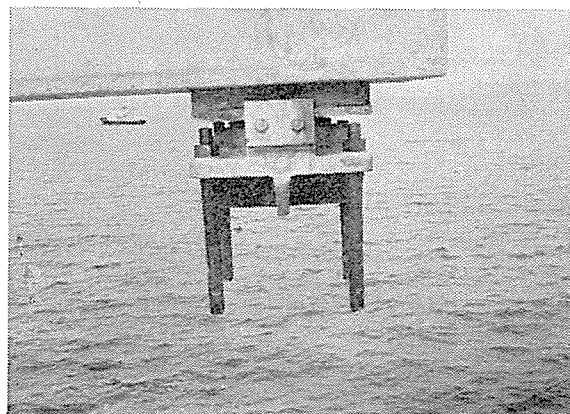


写真-5 桁支承取付

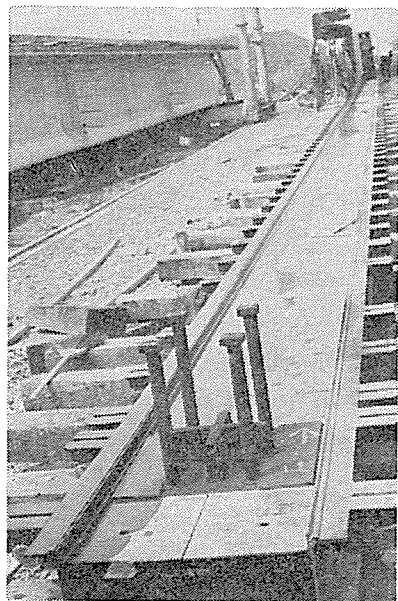


写真-4 底枠・支承取付け

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、上シュウ自体に、縦断勾配に応じて勾配をつけ、桁製作時に、上下シュウを同時に取り付け、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ウを据え付ける(図-4、写真-5~8 参照)。

支承下面、アンカーボ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

ある。また下シュウだけを橋脚に据付けるために、海上

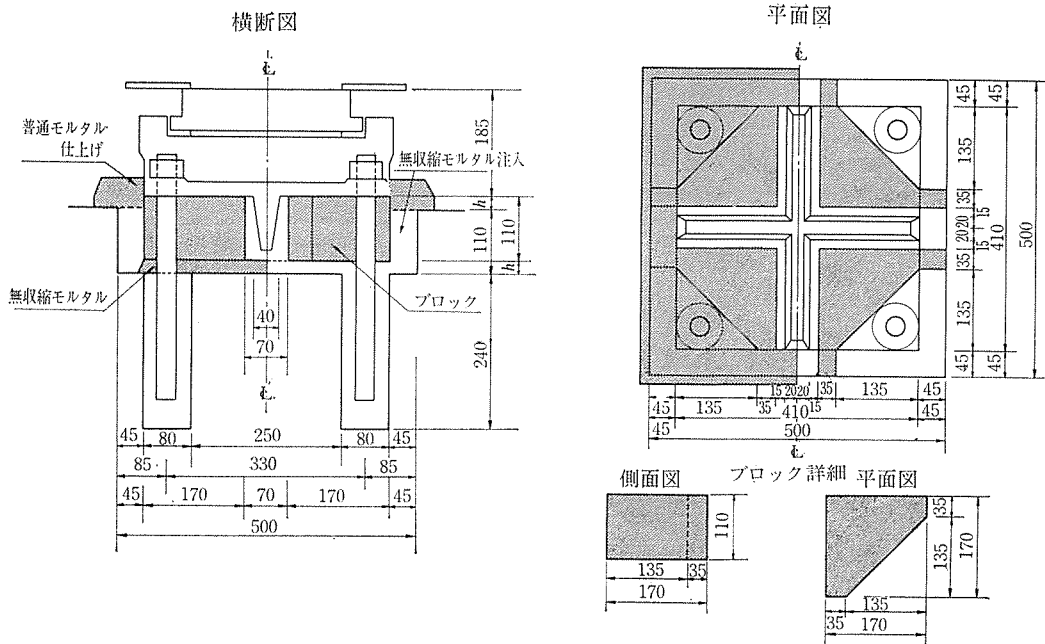


図-4 支 承 据 付 詳 細 図

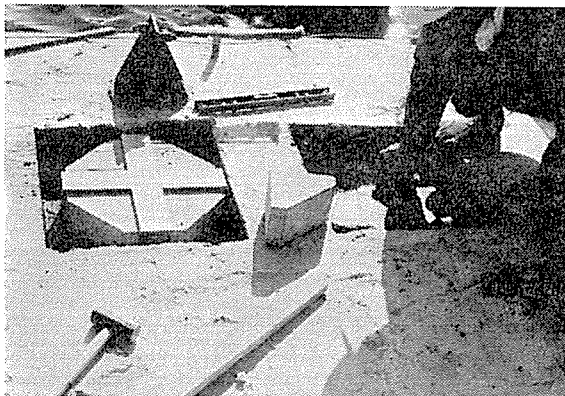


写真-6 支 承 用 ブ ロ ッ ク 据 付 け

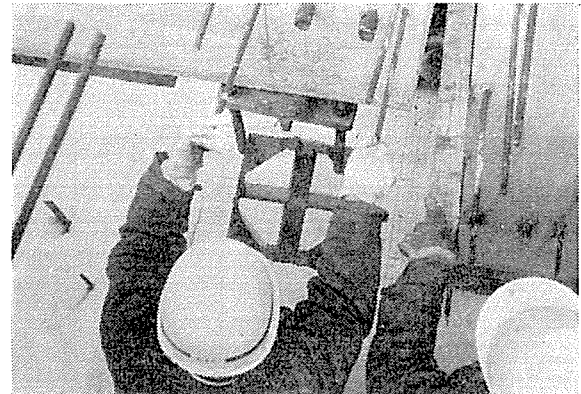


写真-8 支 承 (桁) 据 付 け

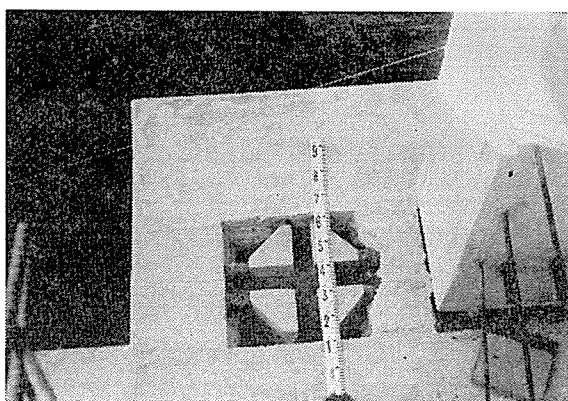


写真-7 支 承 ブ ロ ッ ク 据 付 け 完 了

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、高圧線(66 000 V)が海面上 22 m の高さにある、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、簡単に起倒することのできる、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		
巻上能力		主 　　巻	補 　　巻	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 　　巻 　　用	10 t×1 台
補 　　巻 　　用	6 t×1 台
高 　　巻 　　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

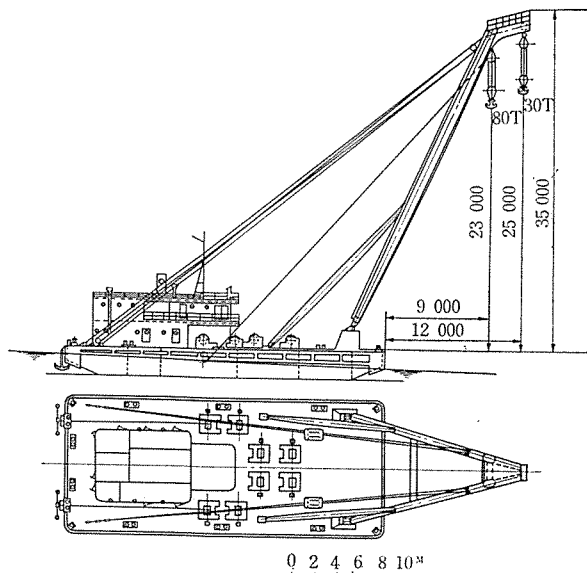


図-5 101号起重機船(旧2号起重機船)

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

($d=1.99$ 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, 横メタセンター高さ)

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 : kg

$$q : \text{速度圧 (kg/m}^2\text{)} = \frac{v^2}{30} \sqrt[4]{h}$$

C : 風力係数 = 1.2

A : 受圧面積 (m²)

v : 風速 m/sec 20 m/sec

h : 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, 舷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

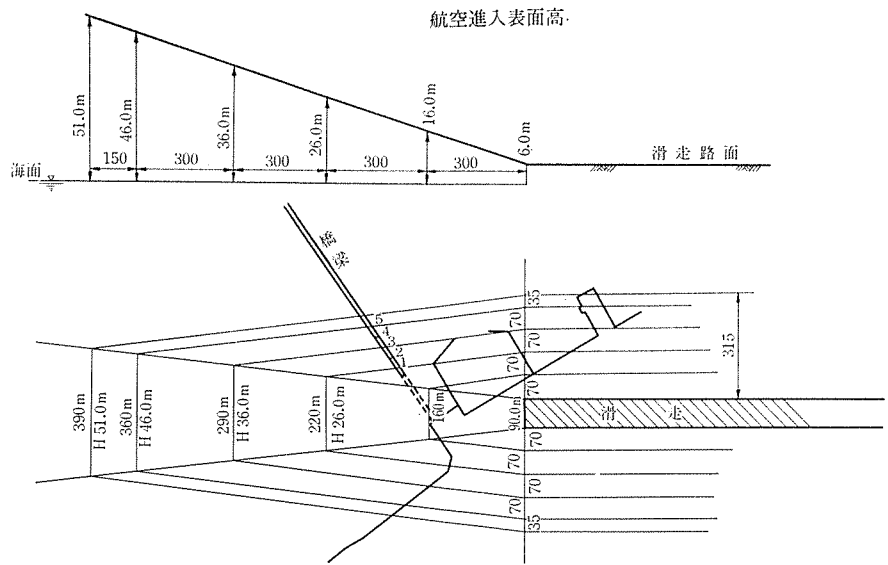
b) 架設作業 桁引き出しは、前に述べた主桁製作ヤードから、吊込み位置まで軌条を敷設し、特殊横取り用台車で、重トロ台車に積み込み、15t級タイヤショベルドーザーで軌条上をけん引し、引き出し作業を行った（写真—9 参照）。

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、桁引き出し軌条を第4径間まで敷設延長して、桁を引き出し、第5桁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。

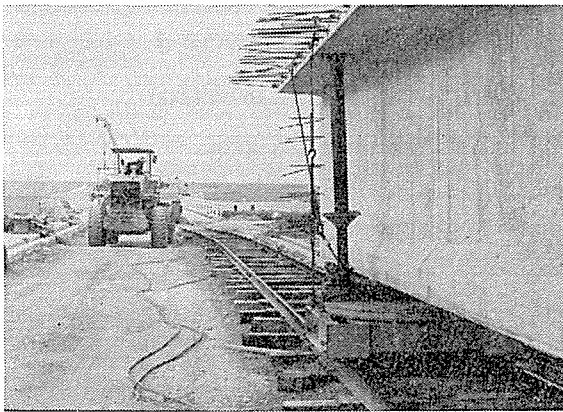
夜間架設は午後 8 時より午前 5 時までの9時間で、平均してこの間に、1径間分の桁4本を架設した。



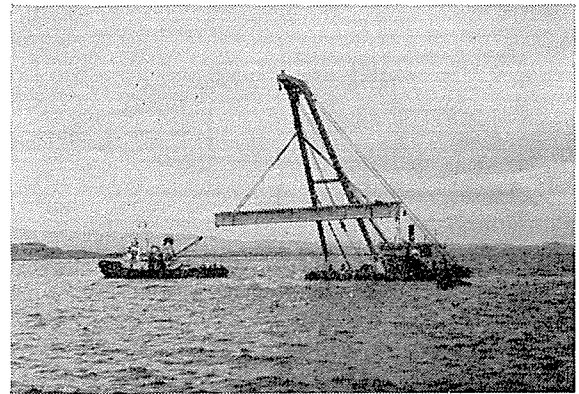
図—6 航空規制線について

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、架設位置に桁を吊りおろし、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、支承を固定して桁を架設した。

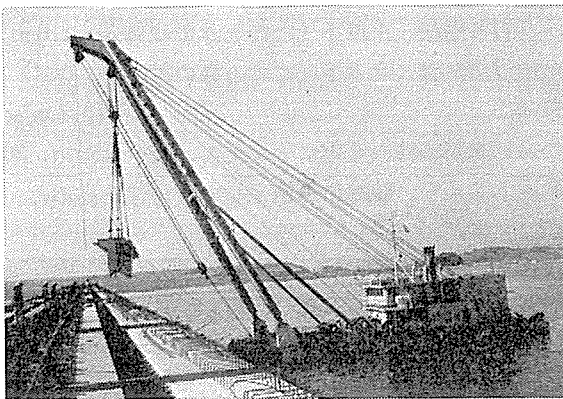
桁1本架設に、約2時間から2時間半を要した。



写真—9 桁引き出し作業



写真—11 桁海上運搬



写真—10 桁吊り込み時



写真—12 桁架設完了全景

