

大鳴門橋補剛桁架設工事の施工概要

太田武美*
後藤隆二*

1. まえがき

昭和51年7月に下部工事に着手後、9年の歳月を経て昭和60年6月8日に暫定4車線の道路単独橋として供用された本州四国連絡橋大鳴門橋の補剛桁架設工事は、昭和56年3月26日に前期工事（補剛桁閉合まで）を受注し1年9ヶ月の準備期間を経て昭和58年1月に本格的な現場作業に着手した。さらに昭和58年10月1日に後期工事を受注し、予定契約工期内に無事故無災害で無事竣工を見た。本文は前号の基本計画概要報告の続編として、実施した補剛桁の主構架設閉合までの施工要点を報告するものである。

2. 工事概要

1) 工事名および工期

大鳴門橋補剛桁架設工事



図-1 位置図

自昭和56年3月26日～至昭和59年5月20日
大鳴門橋補剛桁架設後期工事

自昭和58年10月1日～至昭和60年6月30日

2) 路線名

一般国道28号及本四淡路線

3) 工事場所

兵庫県三原郡南淡町、西淡町地先より
徳島県鳴門市鳴門町地先まで
架橋地点の位置図を図-1に示す。

4) 施工内容

各工事の施工内容を表-1、表-2に示す。

3. 架設工法の基本方針

「トラベラクレーンによる張出し架設」を基本工法とする種々の比較検討の結果、本橋の架設工法の基本方針は次のとおりとした。

(1) 架設構造系

本橋の架設工法は、架設地点における気象・海象条件

表-1 前期工事施工内容

区分	単位	数量	摘要
補剛桁本体架設	ton	約18,100	主構、横構、主横トラス、タワーリンク、エンドリンク、ウィンドシュー・タングの架設
床版架設	ton	約6,100	鋼床版（デッキプレート、縦リブ、横リブ、縦桁）縦桁支承、オーブングレティングの架設
補剛桁付属物架設	ton	約4,800	管理路、検査車レール、スタビライザー添架物、ハンガー付属品の架設
現場塗装	式	1	
記録映画	式	1	

* 宮地建設工業(株)本四プロジェクト室

表-2. 後期工事施工内容

区 分	単 位	数 量	摘 要
中央径間・側径間 残鋼床版架設	ton	約2,400	鋼床版、オーフングレーチング、落下防止グレーチング、伸縮装置、フレハブ鋼床版
中央径間・側径間 附属構造物の架設	ton	約1,700	検査車ガイドレール、道路伸縮装置、自動車防護柵、公共添架物、公園添架物、付属物
バックステイ径間 鋼床版架設	ton	約 400	端主横トラス張出部、道路床組、伸縮装置、自動車防護柵、排水装置
下 面 検 査 車	基	4	本体の製作・輸送・架設
現 場 塗 装	式	1	
記 録 映 画	式	1	

が非常に厳しいことを考慮し、架設途中の耐風安定性に優れている「逐次剛結法」とする。

また、逐次剛結法の特徴を十分に生かすべく施工性と工程の両面から「無ヒンジ工法」とする。

(2) 架設単位

本橋の架設立地条件および基本工法より、工程と施工中の安定性および形状精度の確保に重点をおいて、主構トラスは2パネルを単位とする「面材架設」とし、主横トラスも同様に面材架設とする。面材部材は工場で組立て現地搬入する。他の部材は単材架設とする。図-2に主構の添接位置及び架設部材の形状寸法と重量を示す。

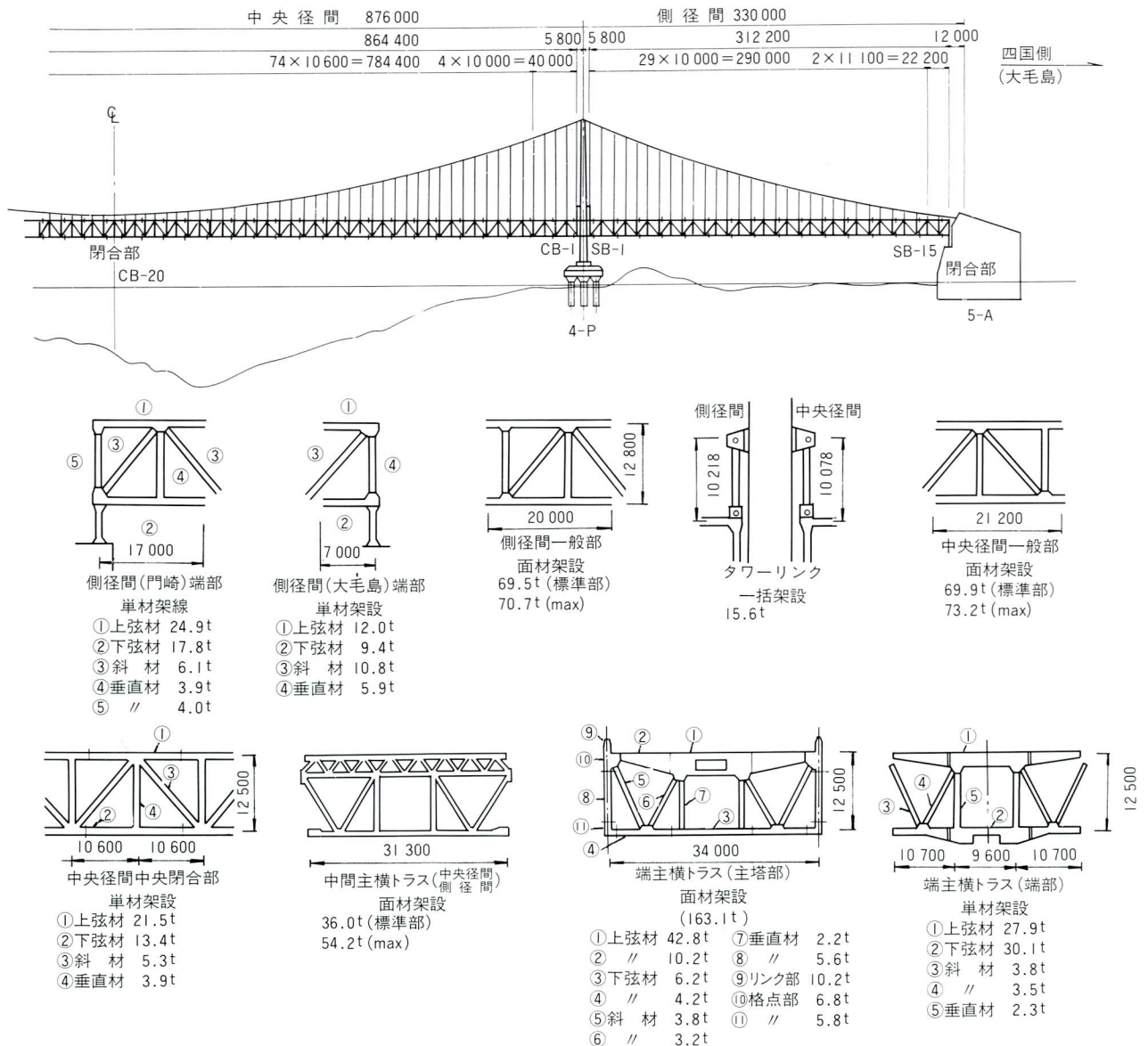


図-2 主構の添接位置及び架設部材の形状寸法と重量

(3) 架設順序

補剛桁部材の供給場所が3P、4Pの海上作業足場であることから、主塔部より各径間へ釣合を考慮した張出し架設とする。

(4) 中央径間の先行パネル数

架設時の断面力、変位、ハンガー張力等の構造上の問題および工程面より中央径間側を14パネル先行架設したのち、側径間、中央径間の順に1：1の割合で並行架設する。

(5) 吊材引込方法

吊材の引込みは、吊材ソケット下端にあらかじめ加工されたネジ部に仮吊材を連結し、下弦材に設置した中空ジャッキを用いて吊材を直接引込む方法とする。

また、補剛桁および吊材に過応力が発生しないよう多格点引込みとする。

(6) 鋼床版の架設

耐風安定性向上のため。補剛桁閉合に至るまで中央径間半載架設、側径間全載架設とする。

4. 架設機械

補剛桁の架設には、図-3、表-3に示すような多種多様な仮設備を必要とした。これらの機材は、そのうちのどれが故障しても工事に大きな支障をきたすことになるので架設期間中、十分な保守点検と始業点検を行った。

また、主要機械設備は2重、3重のブレーキ系統及び非常停止装置等の安全装置を具備し、安全性の向上に努めた。

表-3 主要架設機材一覧表（4P側）

	名 称	能 力 仕 様	数 量	設 置 場 所
共通 機 械 設 備	水切クレーン	90 ^T ~75 ^T 吊×16.0 ^m ~19.2 ^m 補巻なし	1台	海上作業足場上（既設）
	塔頂クレーン	19.7 ^T ~6.9 ^T 吊×7.3 ^m ~21.0 ^m	2台	主塔上（//）
	塔頂ウインチ	37 ^{KW} 複胴式 P=4.0 ^t AC220 ^V	2台	主塔上
	塔付ジブクレーン	主巻85 ^T ×40 ^m 補巻10 ^T ×43 ^m	1台	中央径間太平洋側の主塔中間
	頂版上ウインチ	37 ^{KW} 複胴式 P=4.0 ^t AC220 ^V	2台	頂版上
	海上作業足場上ウインチ	50 ^{KW} 単胴式 P=15.0 AC220 ^V	2台	海上作業足場上
	クローラークレーン	150 ^T 吊	1台	海上作業足場上
	クローラークレーン	50 ^T 吊	1台	頂版上
	油圧クレーン	45 ^T 吊	1台	海上作業足場上
中央 径 間 設 備	トラベラークレーン	主巻90 ^T 級 補巻10 ^T 級	1台	既架設補剛桁の架設先端
	部材運搬台車設備	100 ^T 積載級 AC440 ^V	1式	既架設の太平洋側鋼床版上
	下面移動防護工設備	巾42 ^m ×長さ39.65 ^m	1式	補剛桁架設先端の桁下面
	局部移動防護工設備	巾42 ^m ×長さ16.5 ^m	1式	上記設備の後方桁下面
	連結ネット防護工設備	巾42 ^m ×長さ15 ^m の安全ネットダブル網張	1式	下面・局部移動防護工の間
	下段ネット防護工設備	安全ネットダブル網の2重張り、パネル間	36パネル	既架設補剛桁下面
	吊材引込設備	最大引込荷重P=417 ^{1/2} 格点、最大引込長ℓ=2.0 ^m	2式	吊材定着箇所の主構下弦材格点
	橋上ウインチ	15 ^{KW} マイティプラー P=1.5 ^t	2台	補剛桁上
	内面移動防護工設備	走行・昇降電動式・許容積載荷重=40 ^{Kg} /m ²	1台	補剛桁内面
側 径 間 設 備	トラベラークレーン	主巻90 ^T 級、補巻10 ^T 吊	1台	既架設補剛桁の架設先端
	部材運搬台車設備	100 ^T 積載級、AC440 ^V	1台	既架設の太平洋側鋼床版上
	下面移動防護工設備	巾42 ^m ×長さ37.85 ^m	1式	補剛桁架設先端の桁下面
	局部移動防護工設備	巾42 ^m の長さ16.5 ^m	1式	上記設備の後方桁下面
	連結ネット防護工設備	巾42 ^m の長さ15 ^m の安全ネットダブル網	1式	下面・局部移動防護工の間
	下段ネット防護工設備	安全ネットダブル網の2重張り、パネル間	26パネル	既架設補剛桁下面
	吊材引込設備	最大引込荷重P=417 ^{1/2} 格点、最大引込長ℓ=1.5 ^m	2式	吊材定着箇所の主構下弦材格点
	橋上ウインチ	15 ^{KW} マイティプラー P=1.5 ^t	2台	補剛桁上
	内面移動防護工設備	走行・昇降電動式・許容積載荷重=40 ^{Kg} /m ²	1台	補剛桁内面
仮 設 備	頂版上仮設備	頂版上連絡通路・覆工設備・張出し足場等	1式	塔下頂版上
	部材仮置場設備	主構面材・主横トラス面材・鋼床版等の置場	1式	海上作業足場上
	部材吊揚げ耐風設備		1式	中央径間補剛桁上面の太平洋側
	塔下部水平材上架台設備		1式	塔下部水平材上
	橋面上仮置設備		1式	中央径間塔部3パネルの桁上
	足場通路設備		1式	既架設補剛桁付き

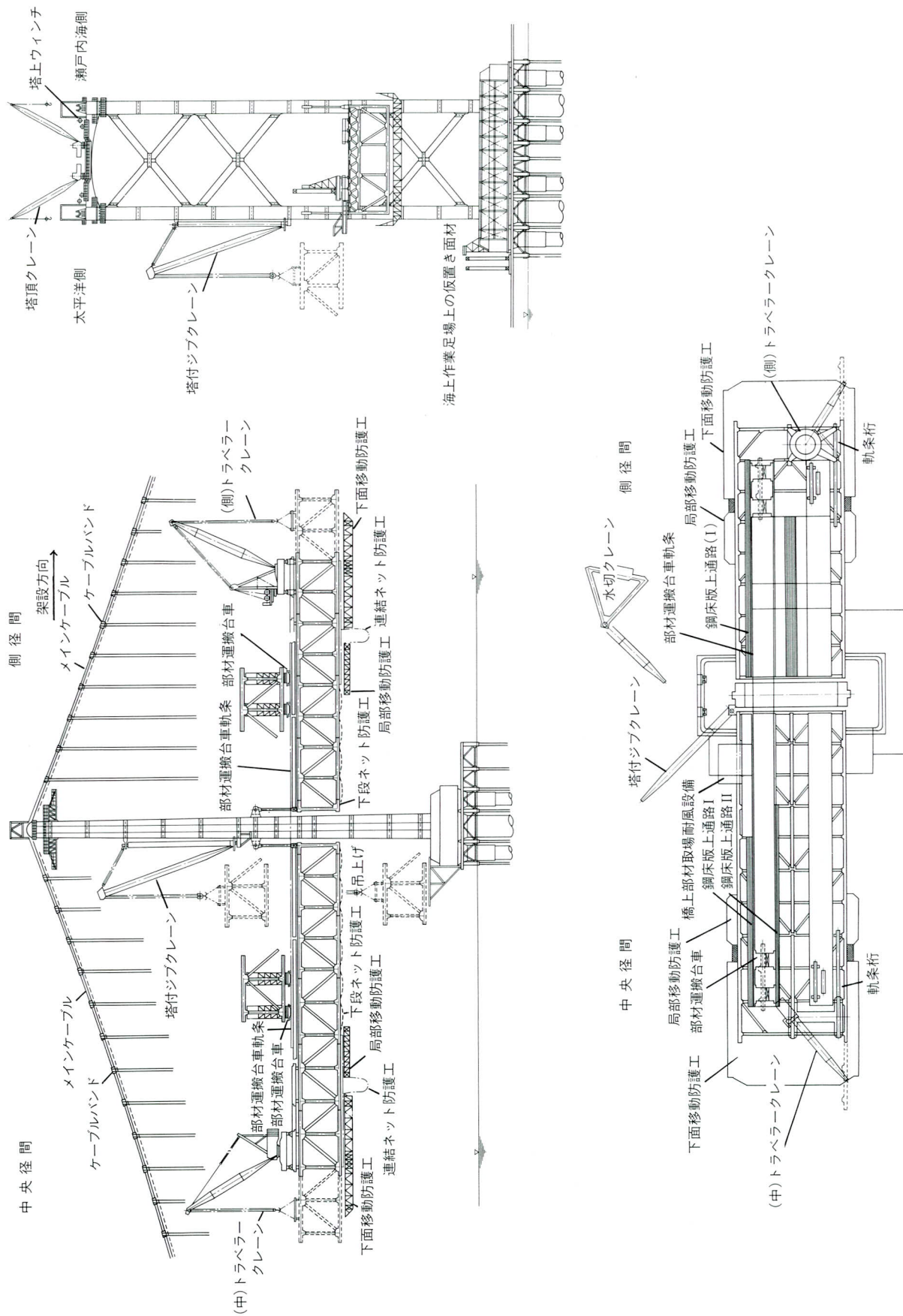


図 3 主要架設機材配置

5. 輸送・水切

主塔下の海上作業足場を部材の仮置、供給場所としたが、この場所が部材の仮置場所として十分な広さでないため、部材の輸送および水切は、架設の進捗に合わせて1ブロック（2パネル）分ずつ現地に搬入することが必要であった。1ブロックの鋼重は約350tであったが、面材部材は部材形状により積込み、水切、仮置の一連の作業性から立積みが必要としたため、積込面積より3,000t級台船を用いた海上輸送とした。

現地へ搬入した輸送船団は、輸送航路より直接3P、4Pの各海上作業足場へ接岸せず、いったん、指定した蛇の鱗基地に入港し、停泊した後、鳴門海峡の転流時刻に合わせて再出港して各海上作業足場に接岸した。

海上作業足場に接岸した輸送台船より、水切クレーンおよび塔付ジブクレーンまたは補助クレーン（トラッククレーン）を用いて部材の水切り、仮置を行った。水切クレーンは塔工事から設置されたもので、公団貸与と機械設備である。

輸送、水切作業の所掌区分は、積出し港より海上作業足場に接岸するまでを輸送JV、接岸後の部材水切作業

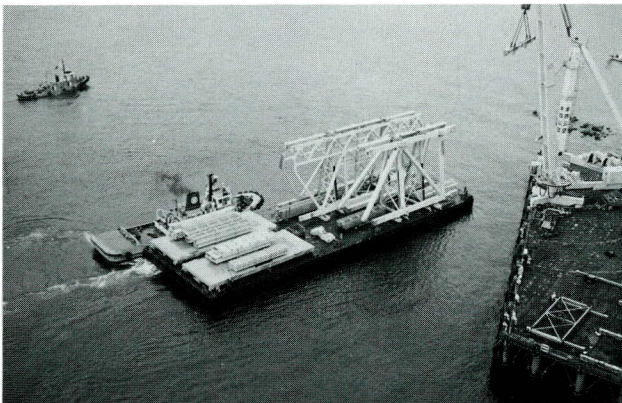


写真-1 部材の輸送荷姿



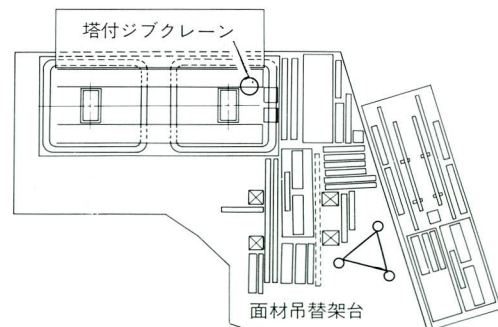
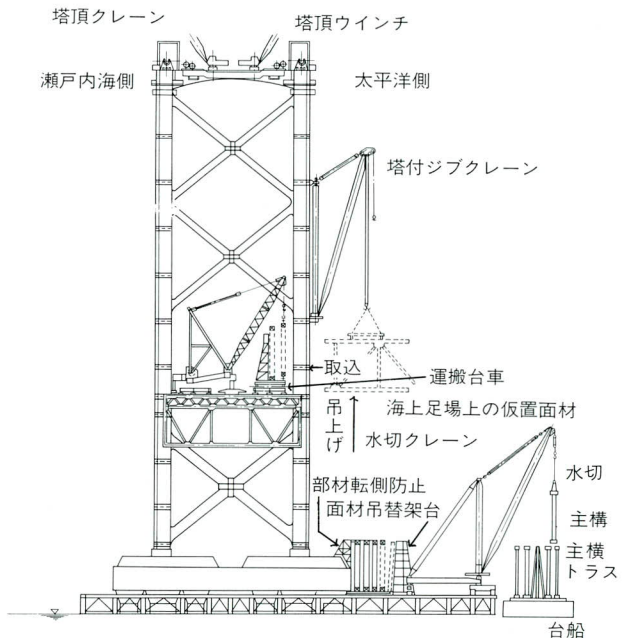
写真-2 部材の水切

は架設JVとした。なお、輸送JVは中央径間輸送JVと側径間輸送JVの2JVからなり、各々4社で構成されている。

輸送工程は、架設工程に大きく影響を与える。各輸送JVは運航管理専任者を現地に常駐させ各所との連絡、調整にあたり部材搬入の遅れによる工事中断を避けることに務めた。

また、専任者は、海上作業員の安全教育、輸送作業の安全施工の計画、指導、確認を計るとともに、船内荷役作業責任者としての業務を行った。

輸送台船の海上作業足場への接岸は鳴門海峡の潮流が最大時10ノットと非常に速いため、北流（太平洋側から瀬戸内海側の流れ）から南流への転流時刻に行い、水切



- ・部材ストックの位置は常に固定され自由度はない
- ・ストック量のMAXは1ブロック+鋼床版(4枚)+小物部材である。

図-4 部材水切・仮置要領

作業は南流時間帯（約6時間）で行わねばならないという限られた時間での作業であった。また、潮の流れは、約14日サイクルで変化し、転流時刻も約40分ずつ遅れてずれる。このため水切作業の可能日は14日のうち約8日程となり、両径間の平行架設時にはこの8日の間に2回の水切りが必要であった。海上作業足場は1ブロック分の仮置スペースしかなく、2回の水切を行うには架設作業との綿密な関係が要求された。部材の曳航、水切状況を写真-1、2に、部材水切、仮置要領を図-4に示す。

6. 補剛桁の架設

図-5に架設段階図を示す。

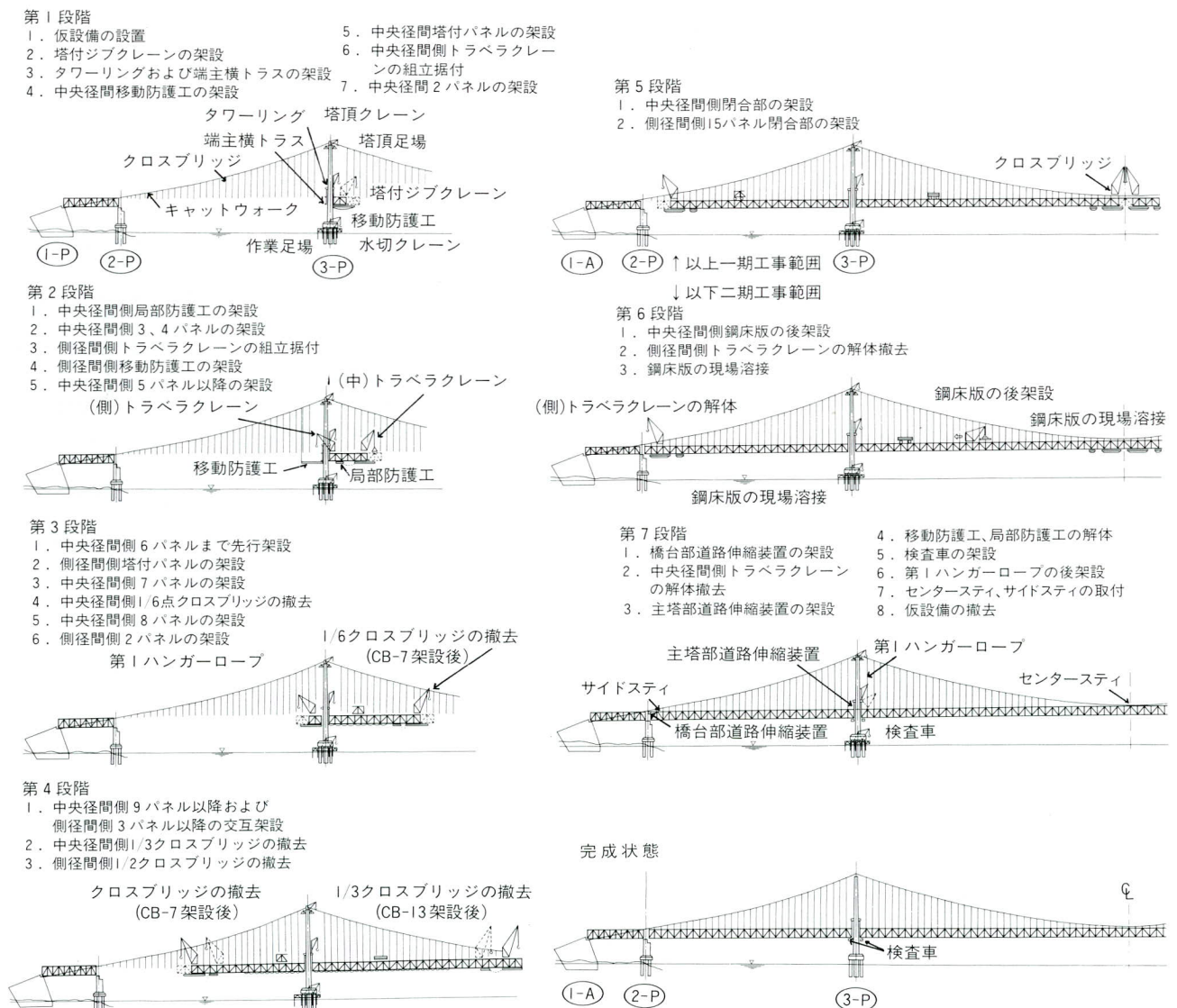


図-5 補鋼桁の架設段階図

(1) 端主横トラスの架設

端主横トラスは、主塔から補剛桁が張出す最初の部材で、タワーリンク、ウインドタンク、端主横トラスより成っている。これらを架設する時点での架設揚重機は、塔頂クレーンと太平洋側主塔の中央径間側に設置した塔付ジブクレーンだけである。そこで次のような架設方法により、中央径間、側径間の並行架設とした。

(a) タワーリンク、(写真-3)

タワーリンクは、塔付ブラケット、タワーハンガー、および下部ピンブロックから構成されているが施工性の上から、下部ピンブロックは端主横トラス付きとし、タワーブラケットとタワーハンガーを工場組立したものを一括吊上げで架設した。架設揚重機は塔頂クレーンの能

力不足から中央径間の瀬戸内海側を塔付ジブクレーンを
用い、他は端主横トラスの一括吊上げに用いる滑車、ワ
イヤロープ、ウインチから成る吊上げ設備を使用し
た。

(b) ウインドタンク

ウインドタンクは、端主横トラス一括架設時に上弦材
の所定位置に仮固定しておき架設完了後、主塔部との添
接を行う方法とした。

(c) 端主横トラス (写真-4)

端主横トラスは、一括架設案と単材架設案について設
備上の問題として検討した結果、架設機材 (15 t ウィ
ンチ、150 t 大型滑車等) の手配が付き、かつ、作業の安
全性、組立精度、工程面でメリットがあると判断し一括
架設とした。

一括架設用の吊上げ設備は、メインケーブルに仮設用
ケーブルバンドを取り付け、これに6車×7車のブロッ
クを設け、ワイヤロープ (33.5φ) の繰込みを15 t ウ
インチで巻き取る設備である。塔付ジブクレーンの架設に
も使用出来る位置に設置した。

(2) 塔付パネルの架設 (写真-5)

塔付パネルは作業下面の安全防護設備である下面移動
防護工の仮吊り架設後引き続き行った。

中央径間側の架設は塔付ジブクレーンで、側径間側は
CB-6架設と並行してCB-1上に組立てた側径間用トラ

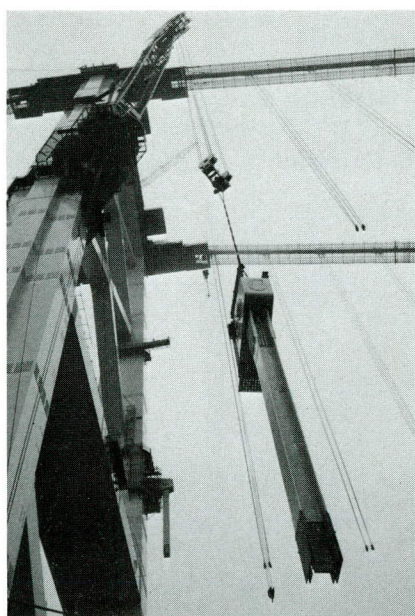


写真-3 タワーリンクの架設

ベラクレーンで架設した。

主構トラスの面材架設は、既架設の端主横トラスが自
重の関係で鉛直線に対して塔側に傾き、取付ける第1、
第2ハンガーも所定位置より高い場所にあるため、ま
ず、吊上げた部材はハンガーソケットと仮セットを行っ
た後、上弦材の上フランジの仮添接を行った。次に下弦
材に設けた呼び込み設備で引寄せて各弦材の添接を行っ
た。

なお、太平洋側の第1ハンガーは部材の取込みに支障
を来すので、架設前に仮撤去した。側径間側の再取付は
塔付パネル架設後に、中央径間側は塔付ジブクレーンの
撤去解体後に行った。図-6に中央径間の架設フロー
チャートを示す。

(3) 中間パネルの架設 (写真-6、図-7)

架設の進捗に合わせ順次海上作業足場上に水切り、仮
置きした各部材を、塔付ジブクレーンで橋上へ吊上げ、
太平洋側の鋼床版上に設備した部材運搬台車で架設先端

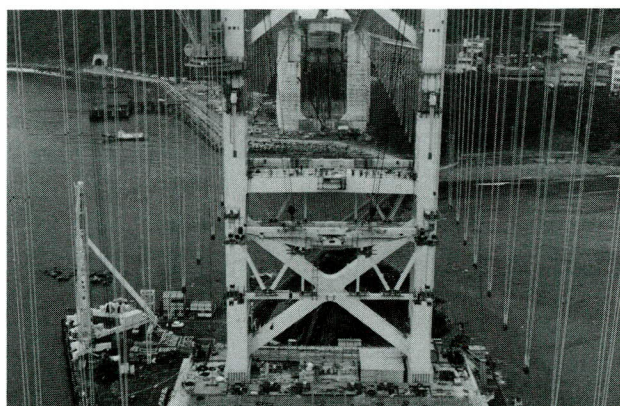


写真-4 端主横トラスの一括吊上げ架設

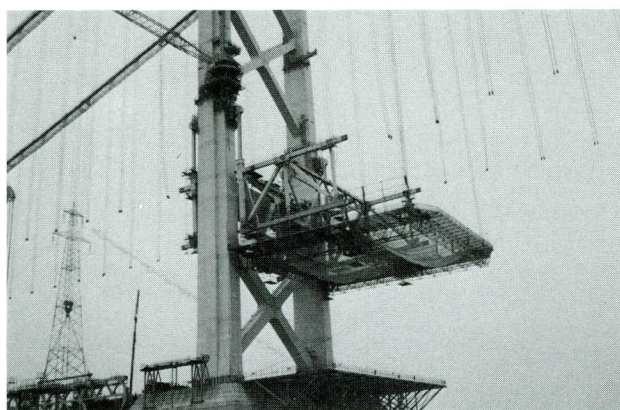


写真-5 中央径間塔付パネルの架設

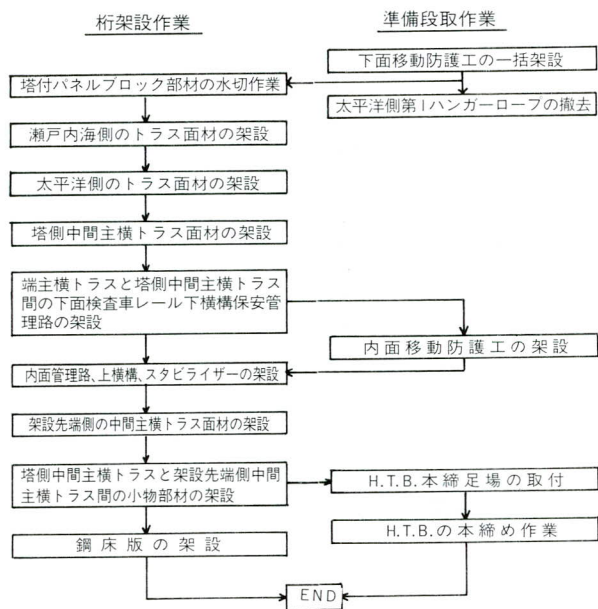


図-6 中央径間塔付パネルの架設フローチャート

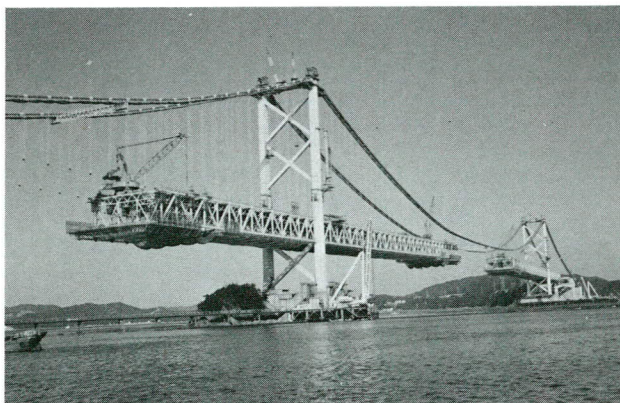
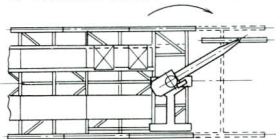
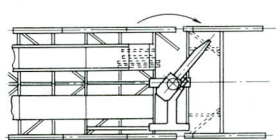


写真-6 中間パネルの架設

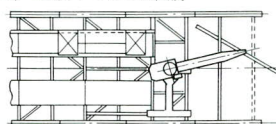
1) 主構及び主横トラスの架設



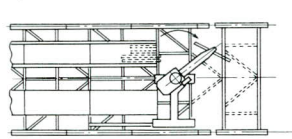
2) 検査車レール・下横構の架設



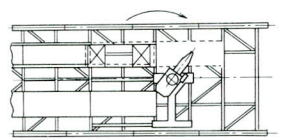
3) 主横トラスの架設



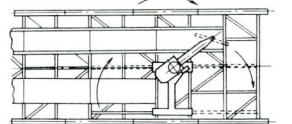
4) 上下横構座屈防止材の架設



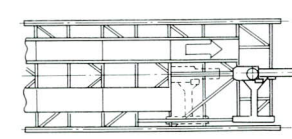
5) 鋼床版の架設



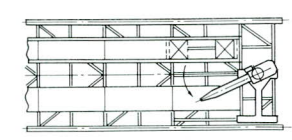
6) トラベラークレーン軌条の盛替



7) トラベラークレーンの移動



8) 鋼床版の架設(外側1面)



断面図
(鋼床版半載)

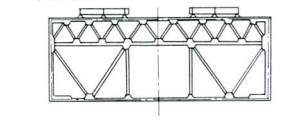


図-7 中央径間中間パネルの架設順序

まで運搬する。部材は架設先端のトラベラークレーンで吊込み、所定位置へ架設することで1サイクルの架設工程を完了する。

前述のとおり、中央径間はCB-6まで側径間の架設に先立ち施工した。この間、側径間では下面移動防護工の架設、トラベラークレーンの組立、塔下部水平材上架台設備の設置等の準備工を行った。以後SB-1、CB-7、CB-8、SB-2の順で架設し両径間の並行架設に移った。

(a) 主構面材の盛替架設

架設の進捗とともに吊材長が短くなり、トラベラークレーンのブームがキャットウォークやメインケーブルに接触するようになると、主構トラスの架設は架設位置に直接吊込みができない。このためにいったんメインケーブルに主構面材を仮吊りした後、吊天秤や台付ワイヤー等の吊具設備を取替えて再吊込みを行う盛替架設を行った。図-8に盛替架設区間を示す。

盛替架設はメインケーブルからの仮吊り方法と再吊込み方法によって3タイプに分けて施工した。各タイプの仮吊り方法は下記のとおりである。また、盛替架設時には盛替タイプを簡便にするためと、キャットウォークの床面開口、復旧を少なくするため、トラベラークレーンのブーム継ぎ足しを行った。ブーム継ぎ足し長は各径間とも6mで、ブーム継ぎ足し時期は中央径間がCB-8架設完了後、側径間はSB-8の太平洋側主構面材の架設後に行った。

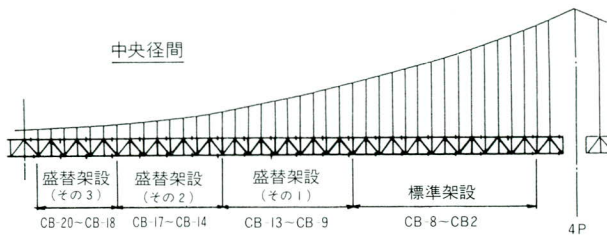


図 8 中央径間における主構面材の架設方法区間

盛替タイプ

盛替架設（その1）：本ハンガーを利用し仮吊りした後、クレーンのフックブロックをキャットウォーク床面の開口部より吊下げ再吊込みを行う。（写真-7）

盛替架設（その2）：メインケーブルに仮バンドを取付けて仮吊索を足らし仮吊りした後、天秤を取替えて再吊込みはキャットウォークを跨いで吊込みを行う。（写真-8）

盛替架設（その3）：盛替架設（その2）と同様な仮吊り設備を施すが、仮吊索は架設直下に移動防護工があるため必要以上に長くできない。したがって仮吊索に盛替を容易にするためキャットウォーク内側を縮小する。また、盛替架設（その2）の再吊込み方法は、メインケーブルと上弦材との間隙が少ないためできず、天秤設備も変更する。（写真-9）



写真-8 盛替架設(その2)

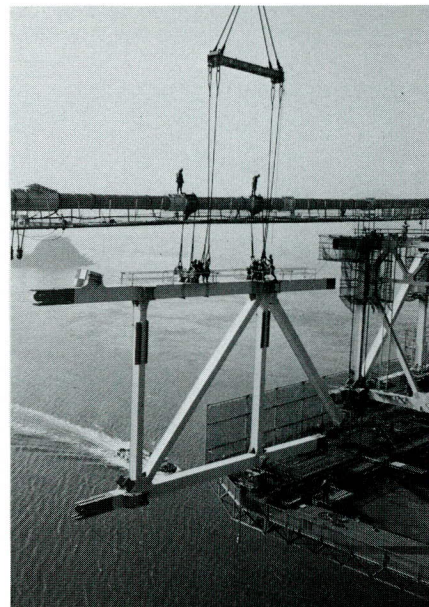


写真-9 盛替架設(その3)



写真-7 盛替架設(その1)キャットウォークの開口

(b) 架設サイクル日数

補剛桁1ブロックの架設サイクル工程は、次のブロックを架設するための準備作業として、架設機材の盛替、移動固定も含まれるが、主構標準架設区間でネット12日、盛替架設区間で9.5日で施工している。盛替架設機材の段取替え等作業量が増えたにもかかわらず盛替架設区間が早くなった理由は、作業員の熟達、吊材引込手順の変更、作業マニュアルの確立等によるほか、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}$ の架設完了に伴うレーダー調査という外的条件に拘束され、突貫作業に近い施工を余儀なくされたことに起因するも

のである。図-9に中央径間の架設サイクル実績工程を示す。ちなみに計画架設サイクル日数は標準架設を9日、盛替架設は10日であった。

(4) 閉合部の架設

昭和58年1月準備工に着手後、同6月の中央径間第2ブロック(CB-2)からサイクル架設を繰返した補剛桁架設は、昭和59年3月21日に中央径間を、4月27日に側径間の主構閉合を行った。

(a) 中央径間

部材搬入は輸送上、全て4P側で水切りして架設先端へ供給した。架設は図-10に示す順序により行い、主構

部材は単材で架設し、他の部材は閉合部以外の作業と大きな差はない。

架設に先立ち、CB-20ブロックの架設完了後閉合部の形状測量を行った。表-4の測量結果に示すように桁先端部の形状は前下がりであり、弦材間の開き量は上弦材側で南北平均値で約70mm、下弦材側で同じく約10mm狭かった。この状態では架設ができないため、3P、4Pともそれぞれの塔水平材より縦引きを行った。縦引き量は平均50mmのワーキングスペースを確保するため約120mmとした。そのときの力は片主構当り30t以下で充分であった。

レベル調整は、トラベラクレーンの移動と吊材引込装

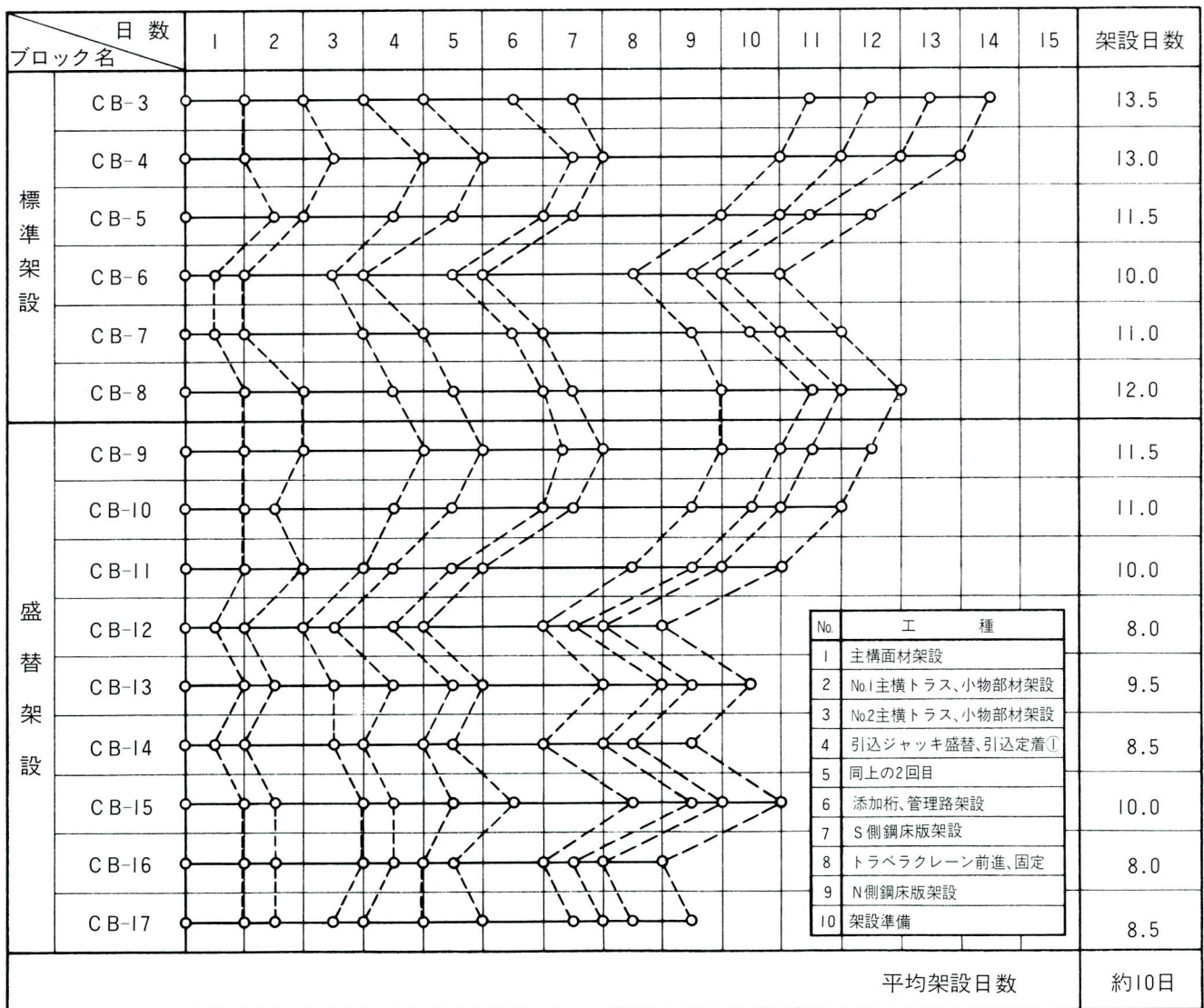


図-9 中央径間の架設サイクル実績工程(ネット)

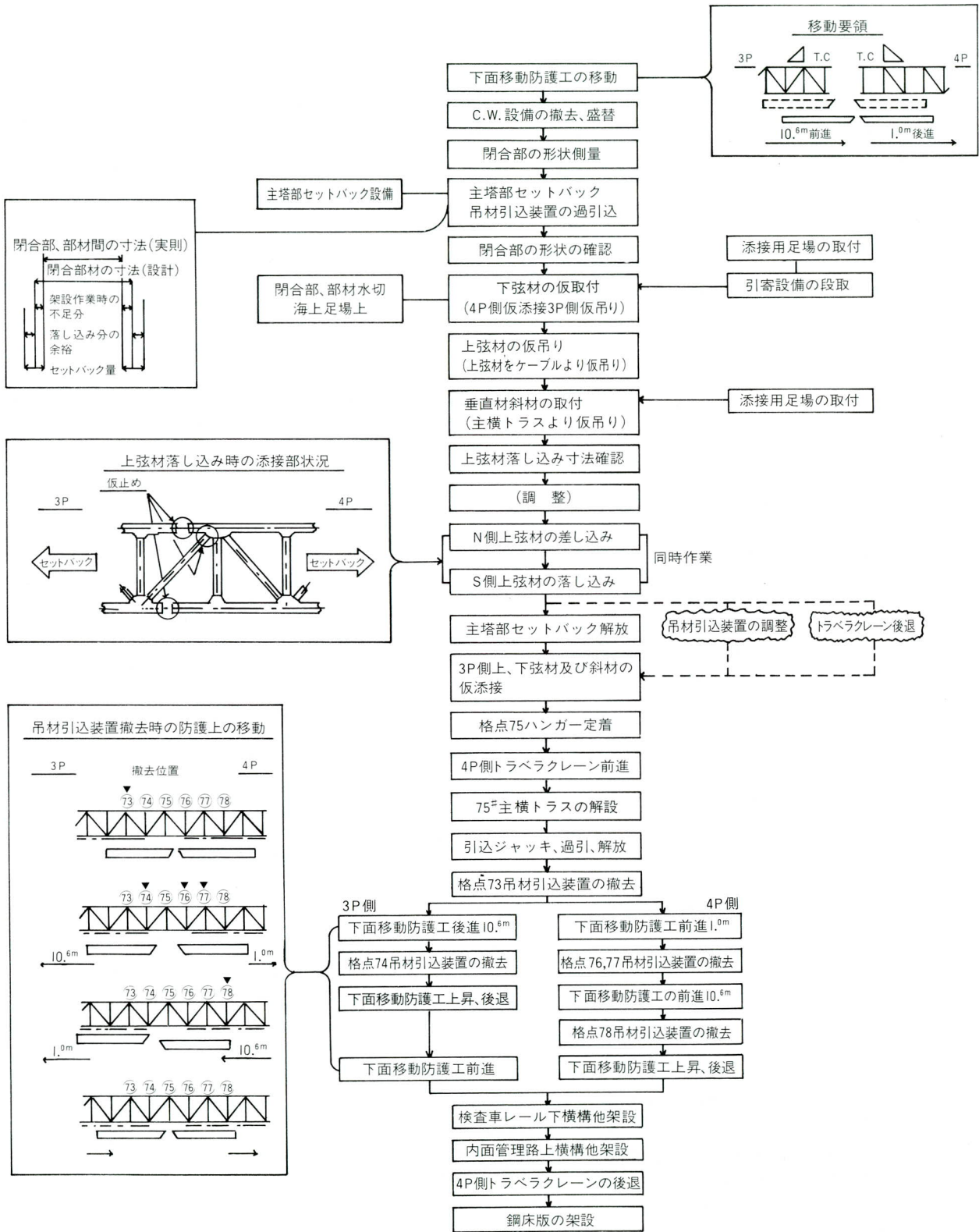
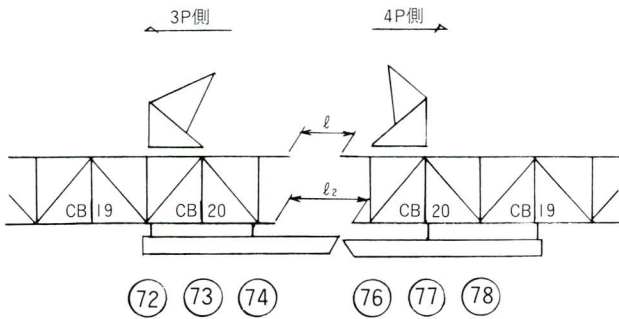


図-10 閉合作業手順

表-4 形状側結果とセットバックデータ



格点	S側	N側
	76Sを0としたとき	76Sを0としたとき
78	+17	-69
77	+8	-84
76	0	-102
74	+75	-25
73	+93	-6
72	+112	+20

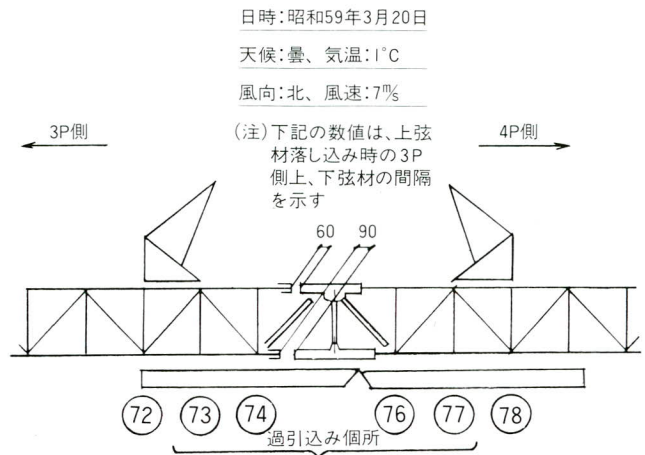
		部材長との差	部材長との差
N側	セットバック前	-93	-22
	セットバック後	+22	+91
S側	セットバック前	-50	+8
	セットバック後	+60	+115

置による過引込みで行った。表-5に上弦材落とし込み前の架設形状を示す。

図-11に示すように主構部材は、まず下弦材より架設し4P側を添接、3P側は添接せず主横トラスより仮吊りした。次に垂直材、斜材の架設の前に上弦材をメインケーブルに仮吊りしたが、これは垂直材、斜材を架設した後では、上弦材とメインケーブルとのクリアランスが小さくて上弦材の払い込み架設が不可能であったため、この作業手順とした。同様に中央部のキャットウォークのクロスブリッジ及び床面は架設前に撤去し、メインロープ6本は束ねてメインケーブル下に固定した。

上弦材の仮吊りに引続いて、垂直材の建込み、斜材の架設を行った。斜材は主横トラスよりたわみ防止のスティロープを取付けた。上弦材の落とし込み架設は工事関係者や報道関係者の見守るなか、3Pおよび4Pのクレーンを使用し、南北同時作業とした。落とし込み完了後、4P側の仮添接を行い、その後セットバックを解放し3P側の上下弦材の仮添接を行って主構閉合のセレモニーを完了した(写真-10)。南北主構高に約60mmの高

表-5 中央径間、閉合前桁形状



過引込み量

	73	74	76	77
S	15	140	131	109
N	31	165	146	121

(注) 3P, 4P側とも主ケーブルと、スティ金具との間隔が10mmであり、これ以上の過引込みは、不可能である。

	S側	N側
	76Sを0としたとき	76Sを0としたとき
78	-5	-100
77	-3	-98
76	0	-108
74	+65	-47
73	+76	-36
72	+83	-20

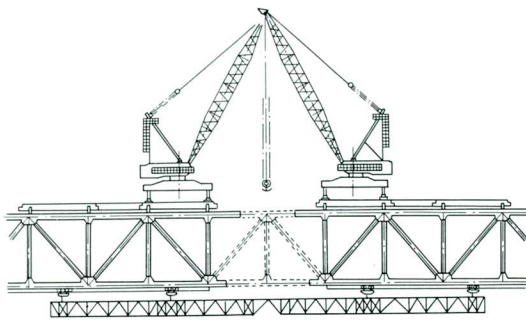
(注) N.Sラインの76, 74格点で約60mmの高低差が生じたので閉合時、3P側でN.Sとも過引込みをもととした。

低差が生じたが3P側の添接作業及びこの後の主横トラス架設等には何ら支障なくスムーズに行うことができた。しかしこの高低差は架設後も残存した。

主構閉合後、格点75のハンガ一定着を行って主横トラスの架設をした。この後、小物部材架設前に各吊材引込装置の撤去回収を行って残部材の架設、キャットウォーク床面の修復をして閉合部の架設を終えた。

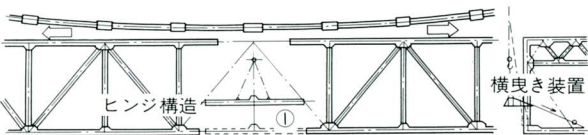
(b) 側径間

中央径間の閉合から約1ヶ月後、側径間の閉合作業を行った。立地条件によるパネル割の関係上、4P側は1パネル、3P側は2パネルの閉合架設となった。作業は図-12のフローチャートに示すとおり、準備工としてキャットウォークの縮小、エンドリンク、ウインドタンクの据付け、桁の上げ越しを行った。図-13に計算値の上げ越し量を示す。準備工の完了後、主構部材の単材架設、HTBの締付けを行い、次に吊材引込装置によるジャッキング操作で桁を降下してエンドリンクとの添接をし



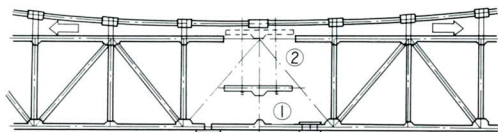
閉合順序

- 1) 下弦材の仮取付
主塔よりジャッキング



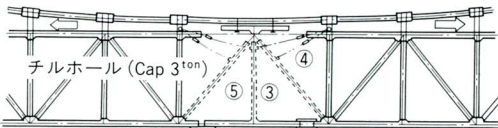
- ・予め主塔よりジャッキングしワーキングスペースを確保する。
- ・トラベラークレーンにてキャットウォーク外側に下弦材を吊込み主横トラスより横曳き装置にて引込む。
- ・下弦材片側のみ溶接し、一方はヒンジ構造にしておく。

- 2) 上弦材の仮吊り

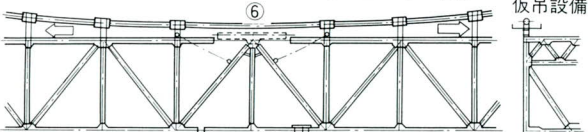


- ・上弦材はキャットウォークの外側より吊込みメインケーブルに鞍掛けた仮吊りワイヤーに盛替る。
- ・メインケーブルをはさんで吊った吊金具にて再び上弦材を吊込みメインケーブルに仮吊りする。

- 3) 斜材垂直材の仮取付

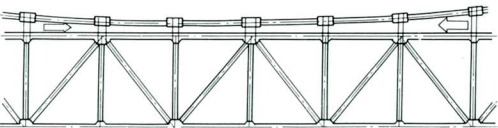


- 4) メインケーブルから仮吊りした上弦材の落とし込み架設



- ・上弦材はメインケーブルより吊替を行ない落とし込み架設を行なう。

- 5) 主塔よりジャッキを解放し、下弦材の調整



- ・上弦材落とし込みを行なったのち主塔ジャッキング解放すると上弦材が閉合される。
- ・調整作業は吊材引込装置及びトラベラークレーンの後退により行なう。

図-11 中央径間の閉合

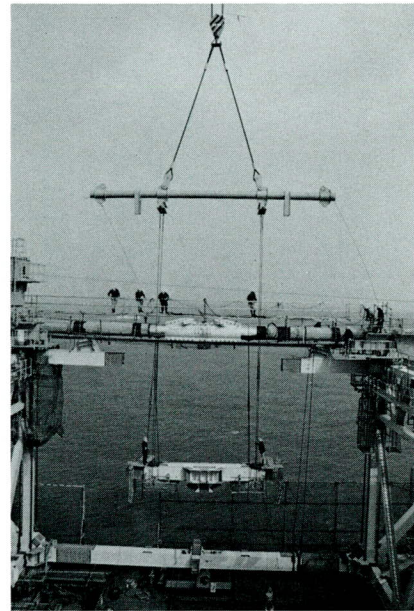


写真-10 中央径間閉合部の架設

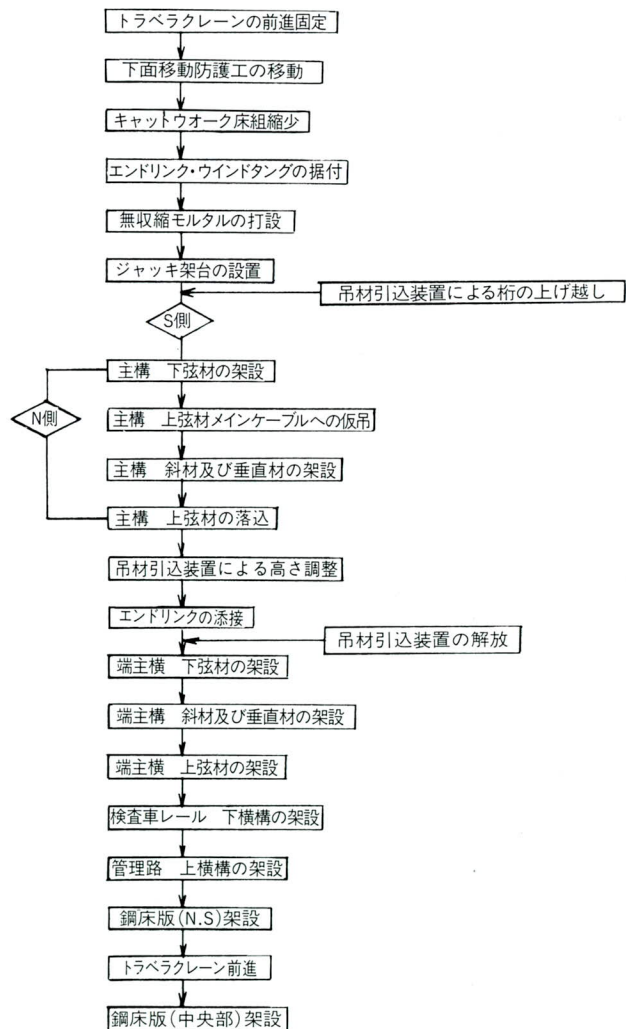


図-12 側径間閉合部(5A)作業手順

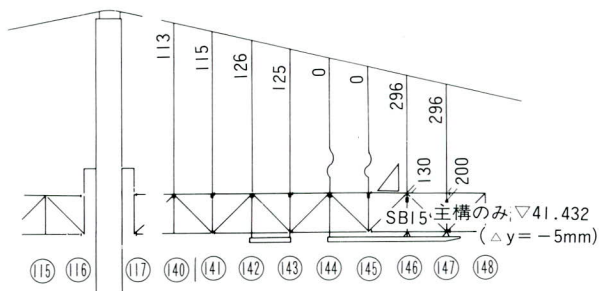


図-13 桁の上げ越し量計算結果

た。写真-11に上弦材の架設要領を示す。主構形状を決めた後、端主横トラスの架設に移行し、重量の関係から単材で架設した。弦材は工場地組としたが、下弦材が約38 t、上弦材が約35 tであった。

側径間の閉合部は他工事の構造物との取合い部でもあり施工誤差の累積が心配されたが、大きな誤差はなかった。

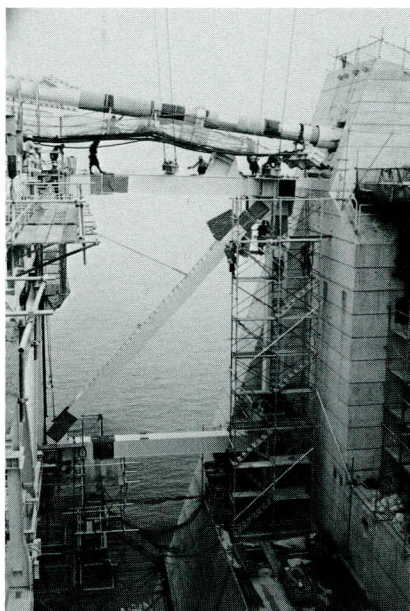


写真-11 側径間閉合部上弦材の架設

7. 吊材の引込み

(1) 概要

既架設の補剛桁より張出し架設した補剛桁と、メインケーブルとの間隔が吊材長より大きいため、その間隔を引き締める作業である。

前号で報告したが本架設工法の吊材引込みは大きな張力を必要とするため、有ヒンジの逐次剛結工法にはみられない世界最初の試みである本吊材を使用する直接引込み法の多格点引込み方法とし、引込み格点は応力上中央径間は3格点、側径間は2格点を必要とした。

このため、1ブロックのサイクル架設のなかの引込み作業は、架設、引込み、定着とはならず、サイクル架設毎に架設先端の吊材長を調整し定着していく方法とした。その要領を図-14に示す。

したがって吊材引込装置は、施工性と安全上から高度なジャッキ制御仕様が必要であった。

(2) 吊材引込装置

(a) 設備構成

本装置の構成は1格点あたり、4台の引込みジャッキを配置したジャッキング設備、移動防護工に設置する油圧ユニット、制御盤兼操作盤の主要設備、ジャッキ架台、仮吊材とカップラー設備、ハンガーロープガイドアームとガイドフレーム設備およびジャッキ台車設備の付帯設備より構成した。

(b) ジャッキング設備

使いやすさから、ロック機構を無負荷で制動出来る特徴をもつ締めバメ方式 (BEAR-LOCK機構) のジャッキを使用した。図-15にジャッキ仕様を、図-16にジャッキ作動概要を示す。ジャッキ能力はハンガー耐力 (架設時安全率=2.4として417 tの $\frac{1}{4}$) で決めた。

(c) 油圧ユニット設備

1格点4台のジャッキを4分岐金具で接続し、手動バルブ操作によるジャッキ単独操作、制御盤操作による1格点操作および2~3格点操作が各々できるユニット機構とし、南北主構に設けた。図-17にユニット構成図を、図-18にユニット仕様を示す。

(d) 付帯設備

1) ジャッキ架台 (写真-12)

1格点4台のジャッキを桁下弦材に定着させるもので480 tの荷重に耐え、ジャッキロッドと仮吊材

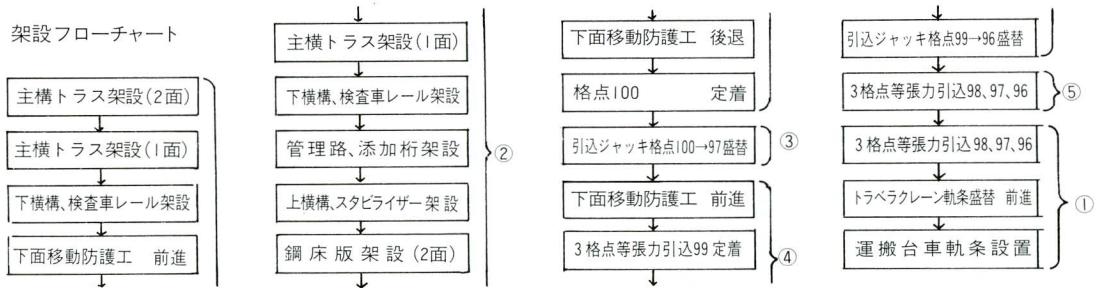
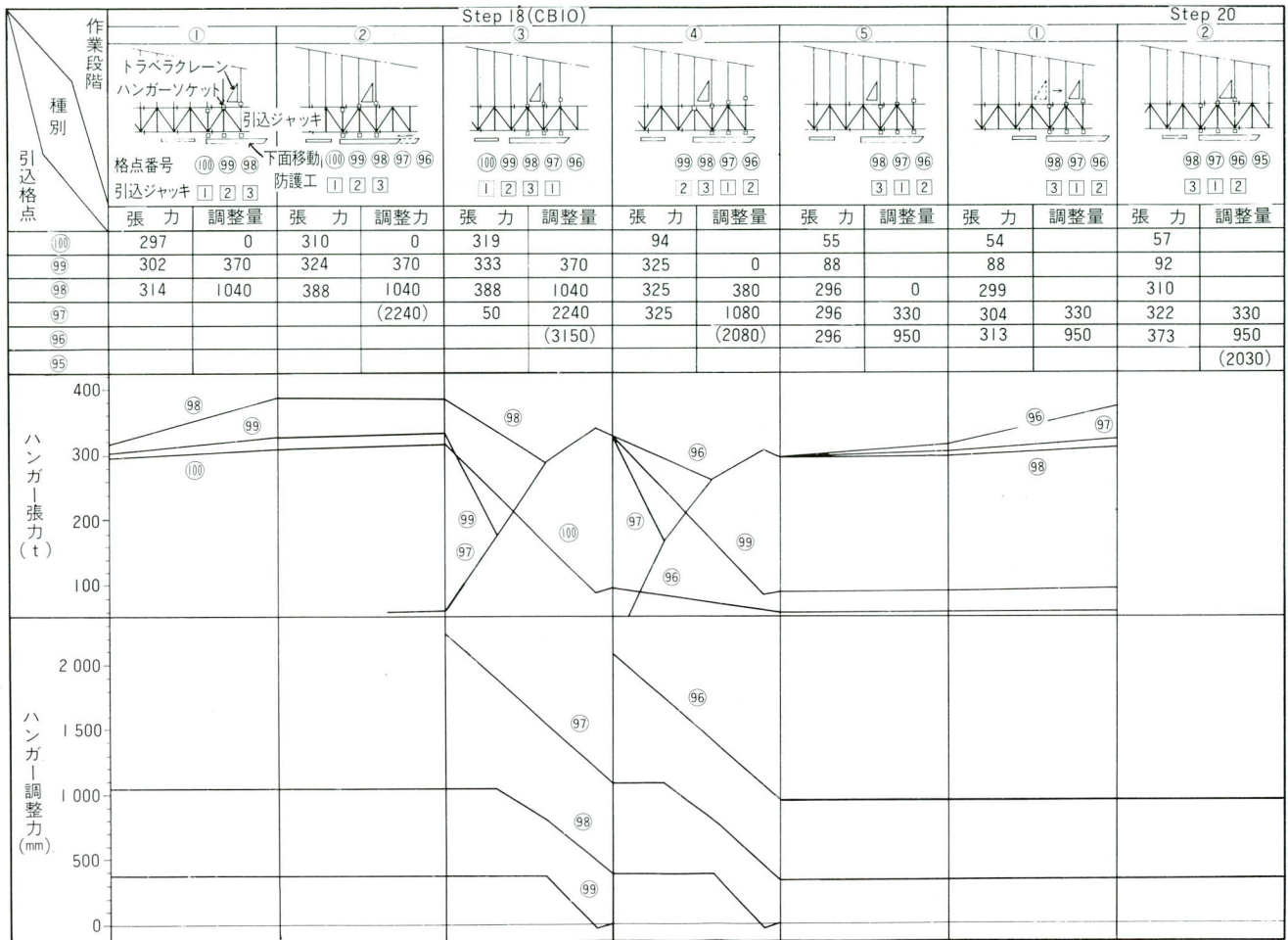


図-14 ハンガー引込み基本要領図

との着脱作業足場と、盛替時ジャッキ台車に定着する脚を備えたものである。ジャッキをセットした1組の重量は約10tであった。

2) 仮吊材及びカップラー

本設備は桁下弦材に取付けたジャッキと吊材を連結するもので、吊材と同等の耐力を有する仮吊り用ロープ(タイロープTR-255を使用)と、吊材、仮吊材およびジャッキロッドを繋ぐカップラーで構成した。なお、引込み時に吊材等の戻りトルクによ

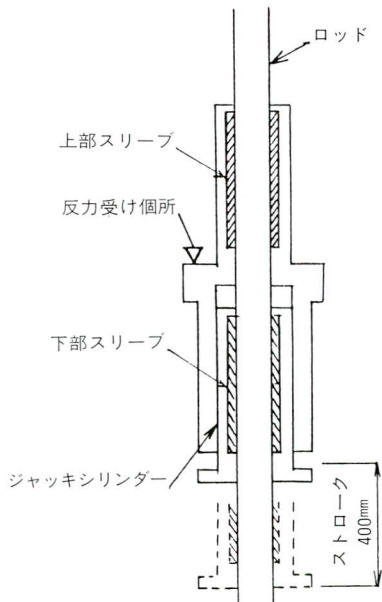
る自転を防止するため、ジャッキロッド、カップラー等に回り止め機構を考慮した。

3) ガイドアーム(写真-13)

各格点に下がっている4本の吊材の間隔を保持しながら、桁に対し直角に引込むガイドの役目を果たす設備で、引込み時はアームに吊材を固定し、引込みと同時にスライドする機能を備え、架設形状の変化による桁勾配のいづれにも使用できるように盛替可能とし、引込み完了後は吊材をかわすために開閉機

1. シリンダー出力	105 000kg・f
2. シリンダーストローク	400mm
3. シリンダーピストン径	270φ
4. シリンダーラム径	250φ
5. シリンダー圧力	300kg・f/cm ²
6. ロッド径	150φ
7. 油・温	-20℃～60℃
8. 作動油	タービン#140相当
9. 速度	1格点の場合 42mm/min (4台連動上昇時)
10. シリンダーパイロットチェック付	
11. ロック方式	締りバメ方式(BEAR-LOCK機構)
ロック力	120,000kg・f(片スリーブ当り)
アンロック圧力	500kg・f/cm ²
ロッドストローク	2500mm

図-15 引込ジャッキ仕様



各部名称	作動状態	
	アンロック	ロック
上部スリーブ	アンロック	ロック
下部スリーブ	ロック	アンロック
ジャッキシリンダー	伸びる	縮む
補剛桁の状況	引込中	盛替中

図-16 引込ジャッキ作動概要図

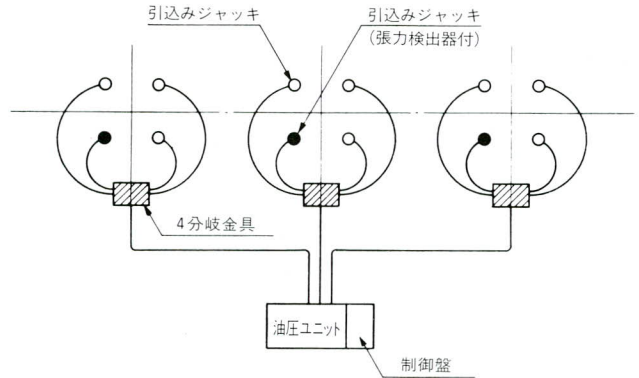


図-17 中央径間ユニット構成

1. モーター	5.5KW×6P全閉×200V～220V
2. モーター	7.5KW×6P全閉×200V～220V
3. ポンプ(アンロック用)	固定容量型フランジャーポンプ 吐出量 6.5ℓ min (60Hz) 圧力 500kg・f/cm ²
4. ポンプ(引込み用)	固定容量型フランジャーポンプ 吐出量 9.7ℓ min (60Hz) 圧力 300kg・f/cm ²
5. オイルタンク容量	≒ 500ℓ
6. その他	電磁弁、フレッシュアススイッチ、ファンクーラー、圧力調整弁、圧力計、オイルゲージ、エアブリーザー、ラインフィルター、その他油圧機器1式付

図-18 ユニット仕様

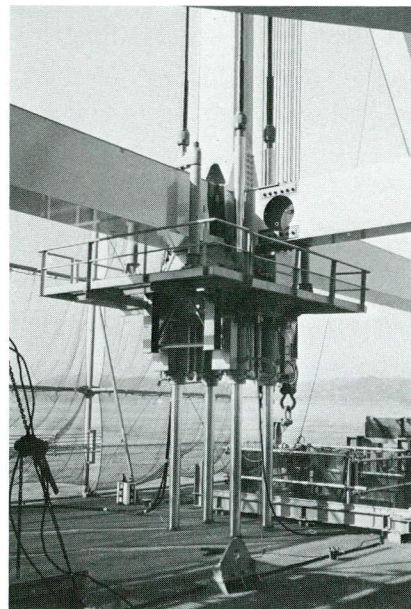


写真-12 ジャッキ架台

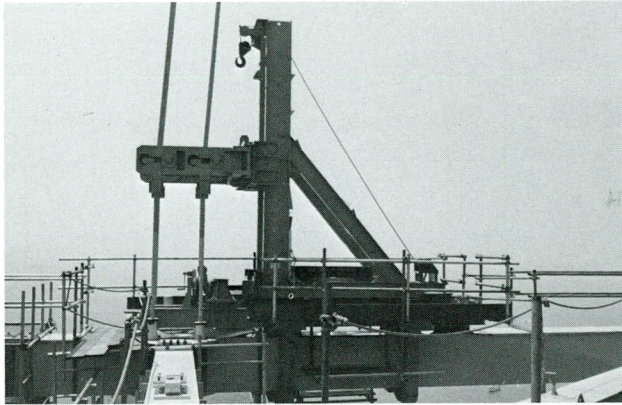


写真-13 ガイドアームとガイドフレーム

能等を具備した。

4) ガイドフレーム (写真-13)

前期アームを保持するもので、上弦材の吊金具用コネクションピースを利用して取付け、40tの水平力に耐えるものとした。吊金具ピースの取付位置は一定でなく、また、桁勾配によりフレームの取付方向もかわるため、これらに対応できる取付構造とするほか、取付誤差による微調整機構等を具備した。盛替はアームと一体で行った。

5) ジャッキ台車設備 (写真-14)

ジャッキ架台と一体であるジャッキ設備を、引込み完了格点より盛替格点まで移動防護工上を運搬する台車と移動防護工上に設けた軌条設備で構成した。台車の移動は手巻きウインチで行った。なお、移動防護工はジャッキ設備盛替作業とジャッキロードが移動時に邪魔をするため、約4.8mの昇降に対処し得る吊り装置を必要とした。(写真-15)

(3) 引込み管理

引込み作業は図-8に示したように、各状態毎に求めた計算値を参考にして、張力管理を重視して行った。特に各格点の調整量がアンバランスになった場合、および4本のソケットの高さがそろわず、吊材定着の際の余裕引き量が多い場合、引込み力が一時的に大きくなる。この場合も決して、吊材許容耐力を上まわることのないように張力での管理を行った。

定着格点の引込力と計算値の誤差は少なくなかったが、これは1格点4台のジャッキに対し張力検出器付のジャッキは1台であることと、3格点連動誤差と南北のアンバランスによるものが考えられる。誤差による引込み作業の支障はなかった。

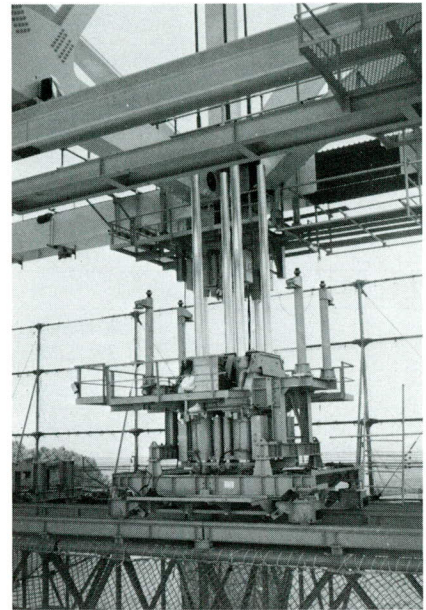


写真-14 ジャッキ台車

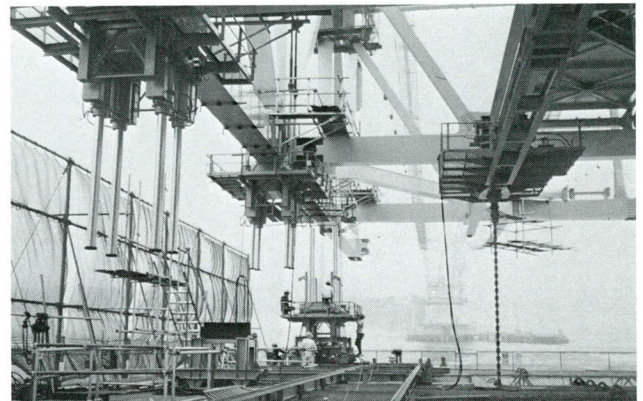


写真-15 下面移動防護工の下降と吊材引込装置の盛替

8. 工程

工事受注(昭和56年3月26日)後、現地乗込み(昭和57年11月上旬)までの約1年と10ヶ月の間はJV組織、現場工事組織等体制づくりや、現場施工の詳細計画、大型架設機材の設計および製作手配等を行った。昭和56年4月～6月にはタワーブラケットの仕口形状測量、昭和56年7月～8月には塔付足場の取付けを行った。現地乗込み後は管轄、電力設備の設置、関係諸官庁への工事届出等を行って、昭和58年1月より本格的な現場作業に入り、塔下の仮設備・塔付ジブクレーンの設置等の準備工を終え、同年3月上旬から補剛桁の架設を開始し、昭和59年3月21日に中央径間、同年4月27日に側径間の主構の閉合をした。

当初の計画工程では端主横トラスの架設より主構閉合

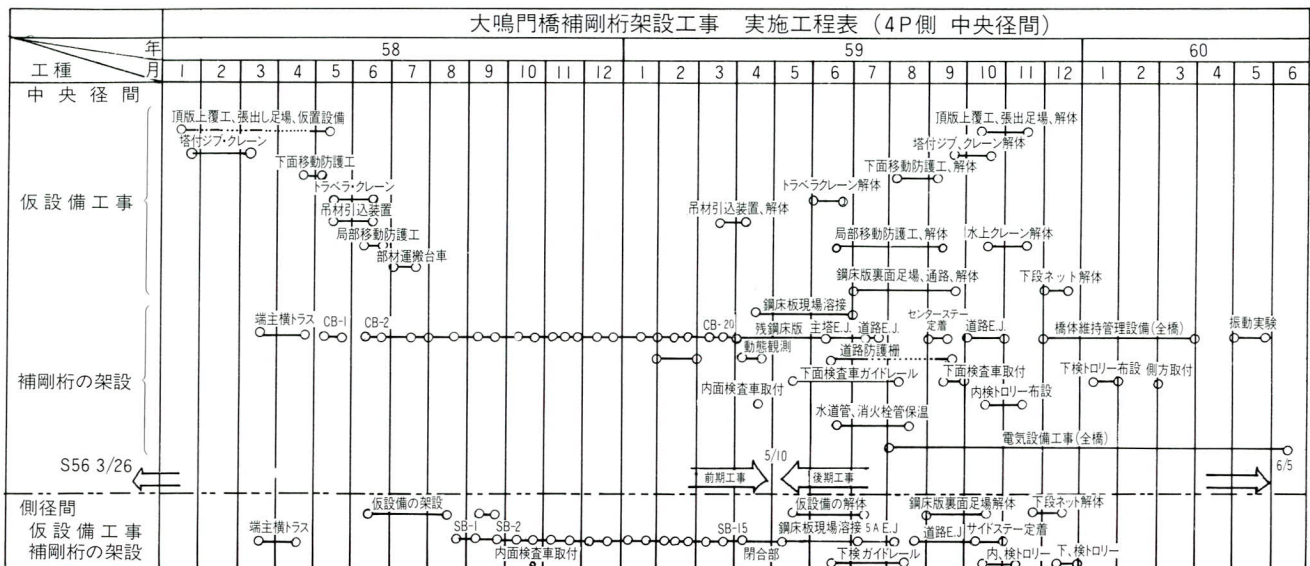


図-19 実施工程表

まで約16ヶ月（稼働率60%）を考えたが、実施では約2ヶ月程早く終わっている。補剛桁の架設サイクル日数が予定より長くかかったにもかかわらず短縮できた要因は、前号で報告した稼働率のきめ細かな算定結果が、台風やその他の気象条件に恵まれて結果的にカバーしたことや、大型架設機材の現地組立部材をブロック化し、工期短縮に努めたことである。図-19に4P側の実施工程表を示す。

9. あとがき

本工事は今までにかかってない厳しい気象・海象条件を呈する架設条件下にあるとの認識で、架設工程の決定ならびに架設設備の計画を行ったが、幸いに台風の襲来もなく予想以上の恵まれた環境のもとに工事ができた。

架設工法は、関門橋および因島大橋で採用した逐次剛結工法の特徴をより生かした世界最初の無ヒンジ工法を採用し、吊材引込みは吊材を使用する多格点引込み方式

としたことが特徴としてあげられる。

これら新しい試みに対し、計画時点では設備面、工程面で一抹の不安はあったが、トラブルもなく無事故無災害でかつ工期短縮を計り、客先の御要望を満足する工事の完遂ができたことは、今後の長大吊橋架設工法のステップになることを確信してやまない。

最後に、工事完成に向けて適切な御指導と助言をいただいた鳴門工事事務所をはじめとする本四公団の方々、共同企業体関係各位と工事従事者の努力に対し、心から感謝申し上げる次第である。

〈参考文献〉

- 1) 大鳴門橋補剛桁架設工事共同企業体編；大鳴門橋補剛桁架設工事報告書（昭和60年6月）、架設計画検討書（昭和56年3月）、施工計画書（昭和58年）（いずれも未公開）