

東京湾横断道路橋（仮称）の架設

西山 富男¹⁾

東京湾横断道路の一部である本橋は、最大支間長240mの10径間連続鋼床版箱桁橋である。本橋は多径間連続化することによって、①伸縮装置の数が減り、走行性が高められ、②温度変化や地震時の水平力を各橋脚に分散することにより、耐震安全性が高められている。本橋の架設には、フローティングクレーン（以下FCという）を使用した大ブロック架設工法を採用した。

本文は当工事範囲、P7～P11径間の架設について、概要を報告するものである。

東京湾横断道路は、東京湾を横断して川崎市と木更津市を結ぶ、延長15.1kmの自動車専用道路である。船舶の頻繁な往来、軟弱地盤、環境保全などの条件を満たすため、川崎側10.7kmを海底トンネル、中央部に人工島を設けた構造となっている。

本道路は、東京湾岸道路、首都圏中央連絡自動車道、東京外郭環状道路、東関東自動車道などと

一体となって東京都市圏の環状道路の一部を構成し、日本全国へつながる幹線道路である。

本橋の架設は、平成4年5月に、三菱・住重・駒井・日橋・栗本共同企業体で受注し、平成7年1月に完了した。図-1に施工位置を示す。

1. 工事概要

工事名	東京湾横断道路橋梁上部工Ⅲ工事		
路線名	一般国道409号		
	自：	神奈川県川崎市川崎区浮島町	地先
	至：	千葉県木更津市中島	
道路規格	第1種第2級		
設計速度	80km/h		
橋格	一等橋（TL20, TT43）		
形式	10径間連続鋼床版箱桁		
橋長	1,630.0m（P3～P13）		
支間長	129.0+140.0+190.0+240.0+ 240.0+190.0+140.0+130.0+ 120.0+108.9m		
平面線形	R=∞		
縦断線形	4.0%		
横断勾配	2.0% 山形勾配		
幅員構成	標準部	暫定完成	22.9m
		将来施工	29.9m
舗装	アスファルト舗装 t=80mm		
床版	鋼床版（最小板厚 12mm）		

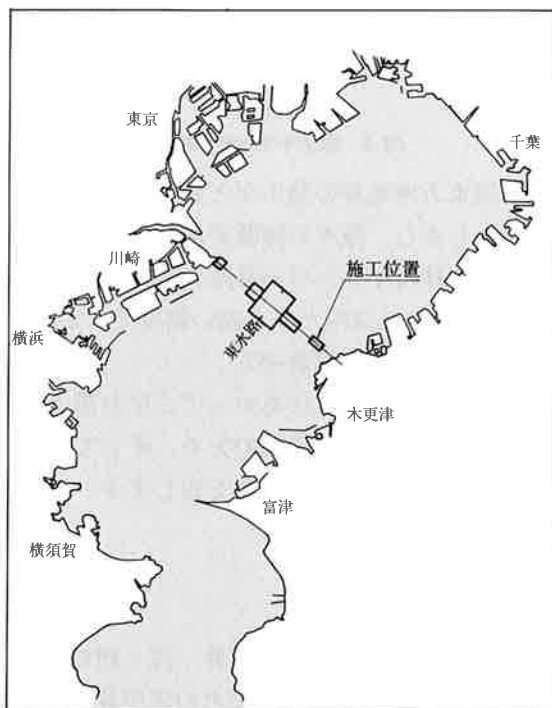


図-1 施工位置図

1) 東京橋梁工事部計画課副課長

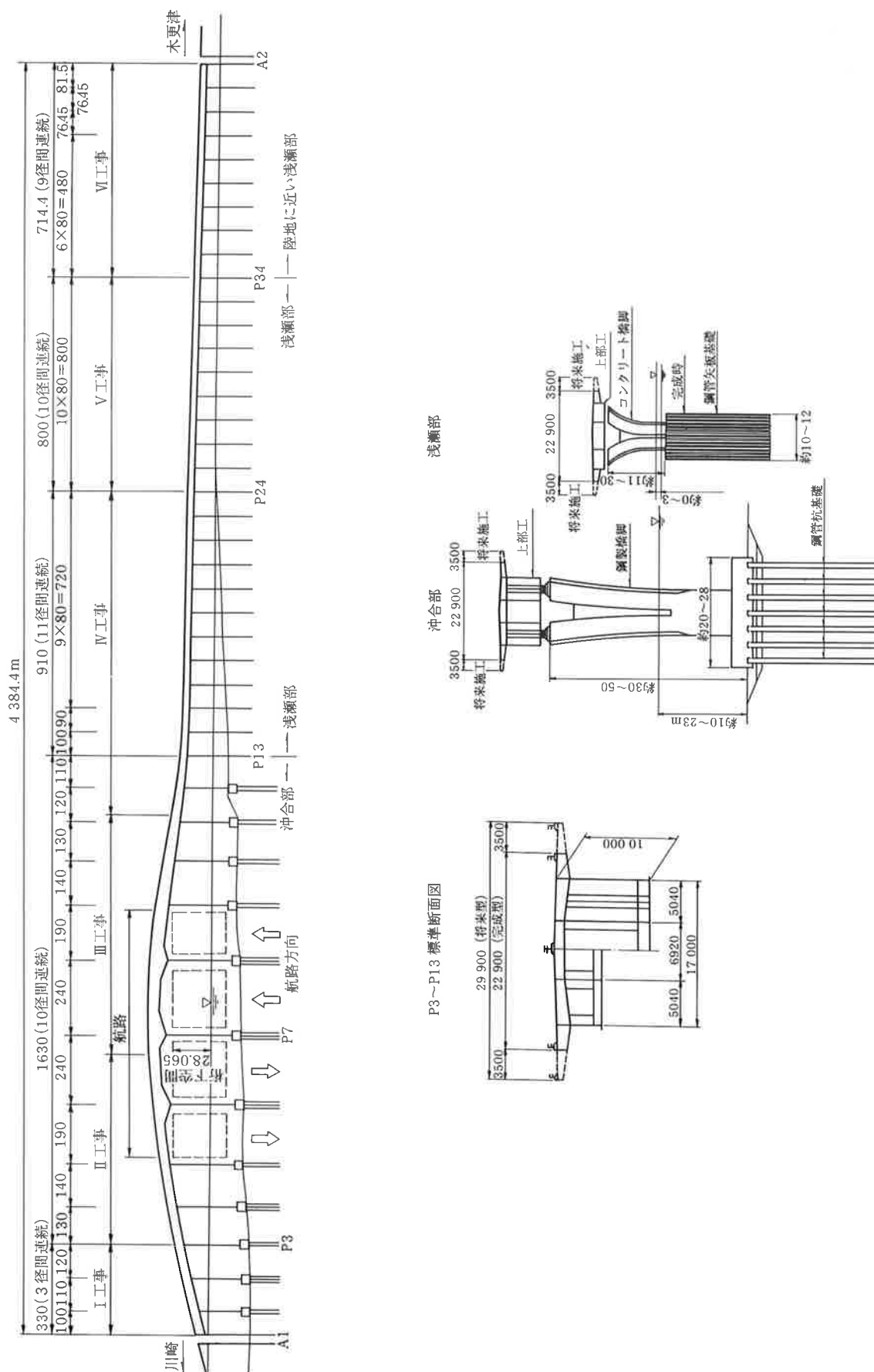


図-2 橋梁上部工一般図

計画交通量 大型車1,000台/日以上
 添架物 東電, NTT
 その他
 温度差 +15℃ (鋼床版のみ)
 温度変化 ±35℃
 設計水平震度 橋軸方向 0.3
 橋軸直角方向 0.29
 基本風速 49m/sec
 使用鋼材 SS400, SM490Y, SM520,
 SM570

図-2, 図-3 に東京湾横断道路および橋梁上部工の一般図を示す。表-1 に架設全体工程を示す。

2. 架設概要

東京湾横断道路の橋梁部は、架設工法により、橋梁沖合部 (FC架設部)、橋梁浅瀬部 (台船架設部)、陸地に近い浅瀬部 (ベント架設部) に区分している。

当橋梁上部工Ⅲ工事共同企業体は、橋梁沖合部の10径間連続鋼床版箱桁の内、4径間 (桁長800.5 m) の架設を行うものである。

架設の工法については、

- ①架設する径間が全て海上である。
 - ②大型FCの進入が可能な水深である。
 - ③架設現場を一般航行船舶が数多く航行している。
 - ④長期間の航行禁止は不可能である。
- などの状況により、航行船舶に対して安全で、かつ現場作業の省力化と工期短縮に最も適した大ブロック架設工法を採用した。表-2に使用船舶一覧表を、図-4 に架設ステップ図を示す。

3. 架設工

(1) 浜出し工

小ブロックを大ブロックに地組立した千葉県富津市 (B10)、兵庫県播磨町 (B11)、神奈川県横須賀市 (B9)、神奈川県横浜市 (B8) の各地組立ヤードより浜出しを行った。

浜出し前に、多点支持により地組立された大ブロックを、FCで吊上げるとき、ブロック長が長いことから、吊切るまでのたわみの影響によるベント反力の変化が無視できず、一部桁側のベント支

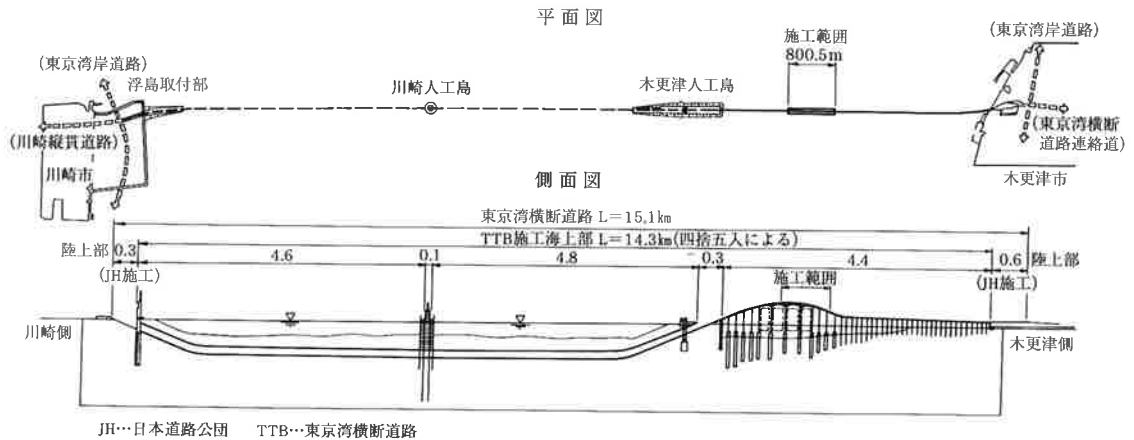


図-3 東京湾横断道路一般図

表-1 架設全体工程

	平成5年												平成6年												平成7年		
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3				
準備工	[Progress bar]																										
測量工	[Progress bar]																										
架設準備工	[Progress bar]																										
大ブロック架設工	[Progress bar]																										
その他架設工	[Progress bar]																										
仮設撤去工	[Progress bar]																										
橋脚脚外設備撤去工	[Progress bar]																										
残工事および片付け	[Progress bar]																										

工期 自平成4年5月16日
 至平成7年1月30日

表-2 使用船舶一覧表

ブロック名	浜出し日	地組立地	架設日	ブロック長	桁輸送台船	FC吊上げ重量	使用 FC	
							浜出し時	架設時
B10	平成6年 4月9日	千葉県 富津	平成6年 4月15日	195.0m	台船 35 000t積	3 819t	相吊り 3500+3000t吊	相吊り 3500+3000t吊
B11	平成6年 4月27日	兵庫県 播磨	平成6年 5月9日	134.0m	台船 35 000t積	2 294t	単吊り 3600t吊	単吊り 3000t吊
B9	平成6年 5月26日	神奈川県 追浜	平成6年 5月29日	233.0m	台船 35 000t積	5 069t	相吊り 3600+3000t吊	相吊り 3600+3000t吊
B8	平成6年 6月18日	神奈川県 本牧	平成6年 6月22日	238.0m	台船 35 000t積	5 336t	相吊り 3500+3000t吊	相吊り 3500+3000t吊

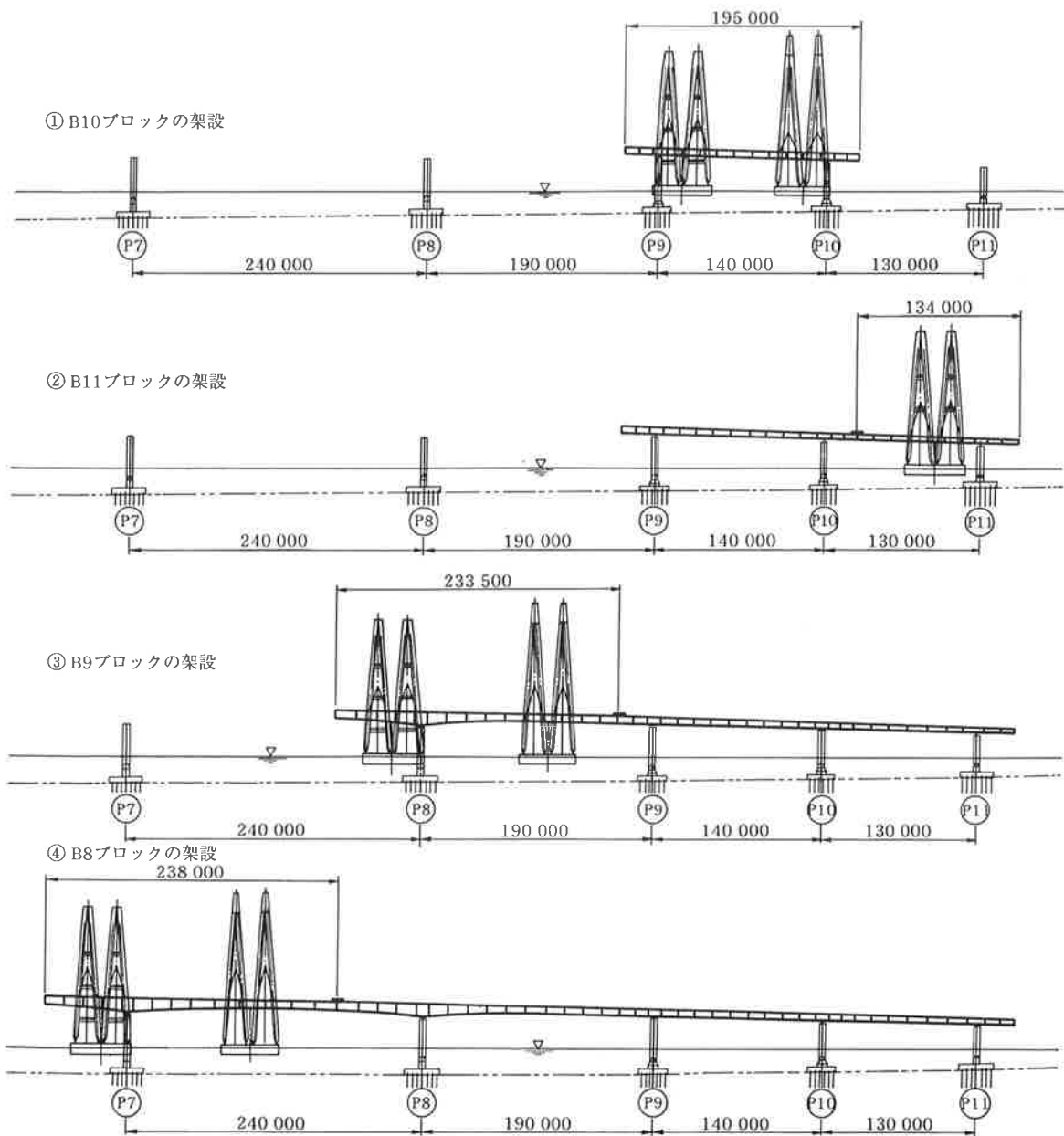


図-4 架設ステップ図

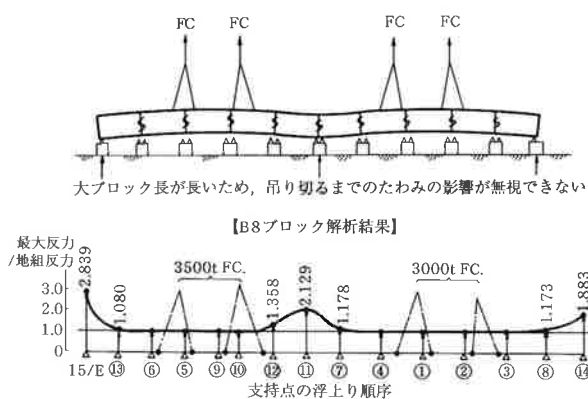


図-5 浜出し時のベント反力の変化

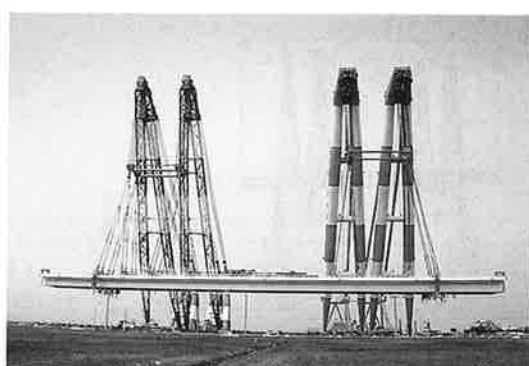


写真-1 B10浜出し状況

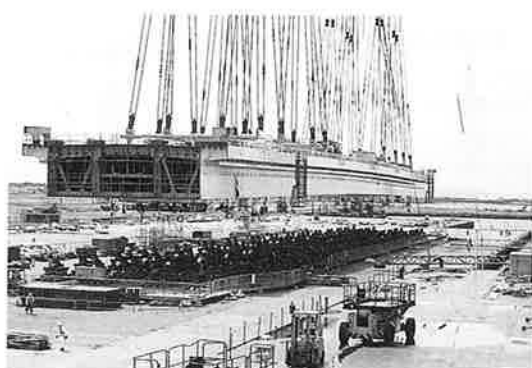


写真-2 B10浜出し状況

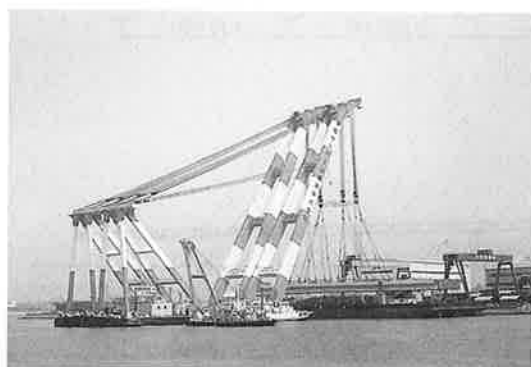


写真-3 B8 浜出し状況

持点を補強した。図-5 に、B8ブロックの解析結果を示す。地組立完了時の反力を1とし、吊上げ途中でそれ以上の反力が発生する箇所での地組立完了時の反力に対する比率を示す。写真-1～3に浜出し状況を示す。

(2) 輸送工

地組立ヤードで大ブロックを35,000t積台船に搭載し、ラッシングを完了させた後、サーベイヤーの検査を受検し、架設地点まで海上輸送した。

台船では、桁を2点支持で受けた。大ブロックの長さが異なっても、台船上の受け架台を移動し、脊とダイヤフラムで受けた。支持点間隔は、80mと130mとした。支持点位置の台船内部は補強した。写真-4に輸送状況を示す。

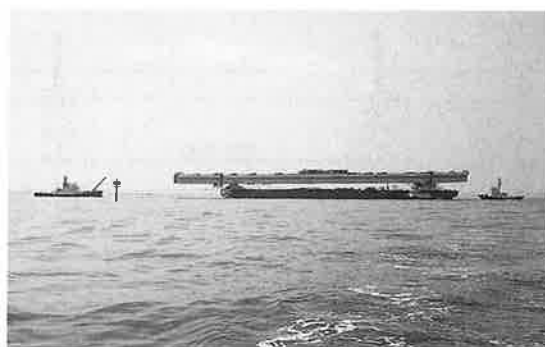


写真-4 輸送状況

(3) 定着桁の設定

可航水域区間の橋梁は、船舶の航行の安全確保から径間を長くした10径間連続桁を採用している。特に中央部付近を定着桁とした場合、鋼重が重くなりFCによる架設が困難となることから、中央部分に近く、さらに橋脚も既に施工完了しているP9～P10橋脚間のブロックを定着桁に設定した。

(4) 工事中の可航水域

上部工架設時には、FCおよびFCを固定するアンカーケーブルにて、可航水域は狭められる。この海域を航行可能な最大船舶は、2000t級で、満載喫水値は、6.48mである。この喫水値よりアンカーケーブルまでの水深が10m以下の水域を、上部工架設工事による工事区域とした。図-7にB10ブロック架設時の工事区域を示す。

(5) 桁架設順序の設定

定着桁以降の桁架設順序は、工事が可航水域内

での施工となるため、航行する船舶への影響を最小限にとどめ、船舶の安全航行を最大限に確保できるように設定した。図-6にP3～P13の架設順序を示す。

(6) 桁架設工

B10～B8ブロックは、次の手順で架設した。

- ①台船を架設地点に係留
- ②FCを前進
- ③吊ビームを大ブロック吊ピースに連結
- ④FCのフックを巻上げ、試験荷重を負荷し、吊具をチェック
- ⑤試験荷重を開放し、吊ビームを桁上のベントに預け、現場に仮泊
- ⑥翌日、FCのフックを巻上げ、桁を台船より水切り
- ⑦FCを後退
- ⑧輸送台船は現場より離脱
- ⑨FCを架設位置まで前進
- ⑩FCのフックを巻下げ、橋脚上に架設

図-7, 8, 9にB10ブロック架設要領図, 工事全体施工フロー, 架設工(相吊り)タイムスケジュール

STEP

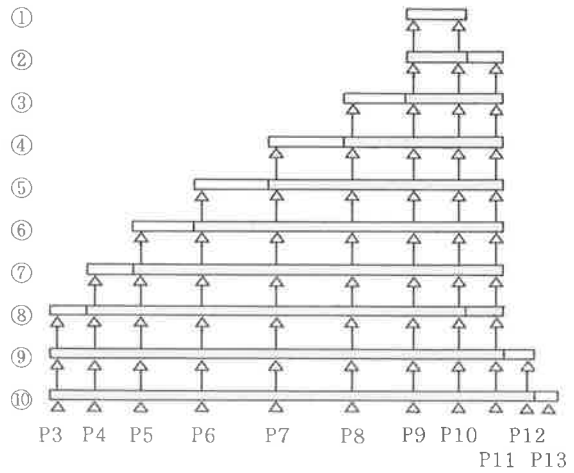


図-6 P3～P13の架設順序

を示す。表-3にFCの吊上げ重量を示す。写真-5～8に架設状況を示す。

(7) 桁架設時仕口角度の照査

大ブロックの連結は、桁をFCで吊上げた状態で仕口を合わせ、無応力状態である継手部の高力ボルトを締めることにより、逐次剛結するモーメント連結法で行った。

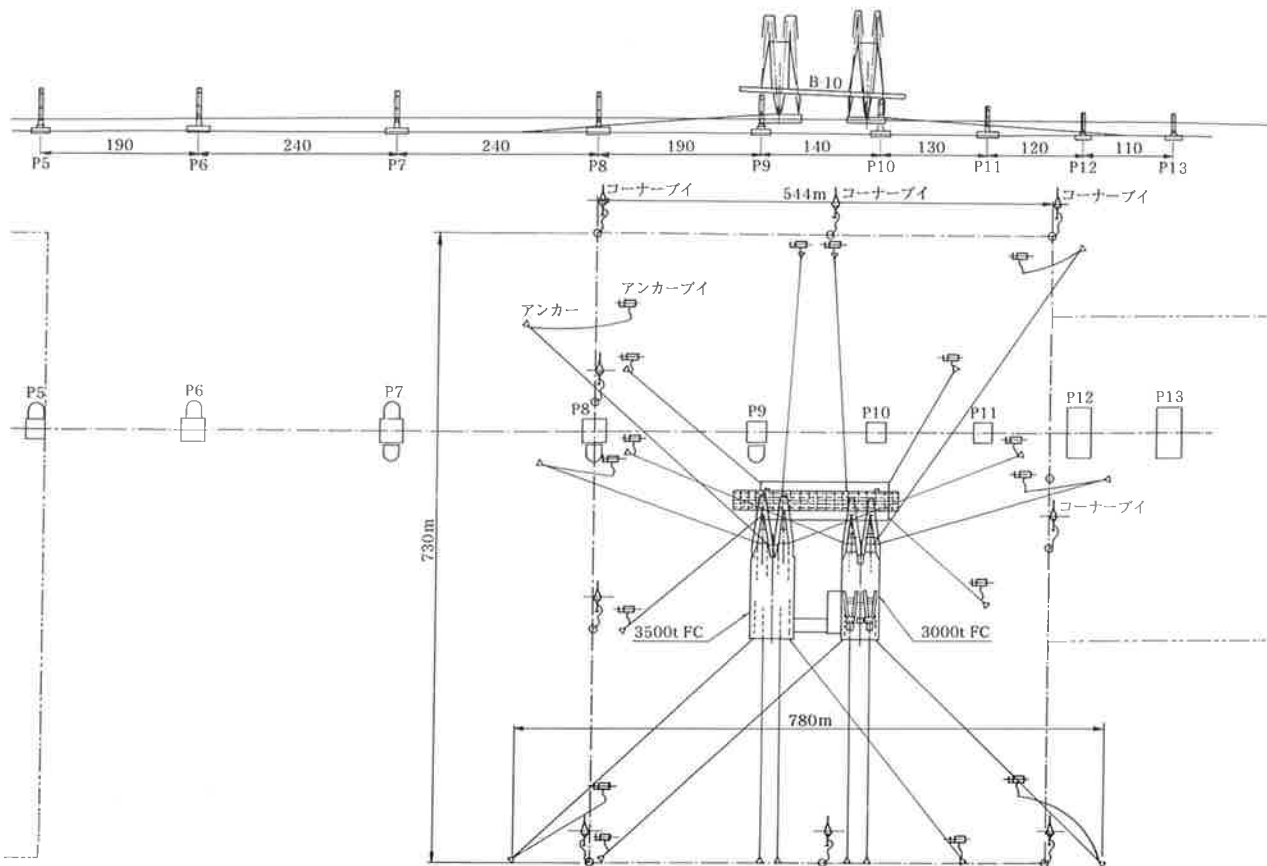


図-7 B10ブロック架設要領

表-3 FCの吊上げ重量

項目	ブロック重量 (単位:t)				
	B8	B9	B10	B11	合計
橋体	4,155	3,877	2,601	1,565	12,200
内部補強	48	52	31	53	185
吊り金具	23	23	23	11	81
査	50	50	64	61	227
検査路(JH/NTT)	83	81	68	46	280
自動車防護柵	87	86	75	48	298
検査車レール	84	82	69	47	284
付属物(東電)	131	139	103	61	436
搭載物(資機材)	164	168	275	147	756
小計	4,830	4,562	3,312	2,045	14,750
吊ビーム	124	124	124	58	433
ワイヤロープ	192	192	192	96	674
イコライザ-滑車	69	69	69	34	244
デイスタンビーム	118	118	118	59	416
小計	506	506	506	249	1,768
合計	5,336	5,069	3,819	2,294	16,519



写真-5 B10架設状況



写真-6 B10架設完了

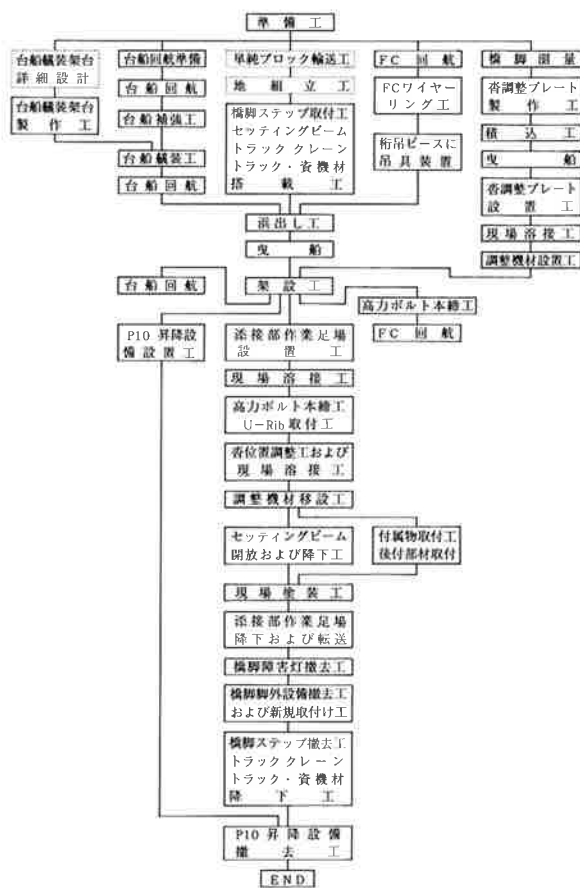


図-8 工事全体施工フロー

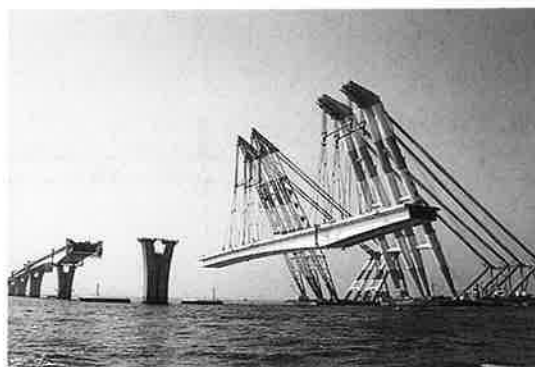


写真-7 B8 架設状況



写真-8 B8 架設完了

大ブロック連結時の桁と橋脚との間隔を照査した。B8について表-4に示す。この場合、温度荷重に対する余裕がないことから、既設ブロックの仕口角度を大きくするため、

- ①既設ブロックに死荷重を載荷する
 - ②FCのフック反力を調整する
 - ③温度が下がる夕方に施工する
- などの方法を検討し、施工した。

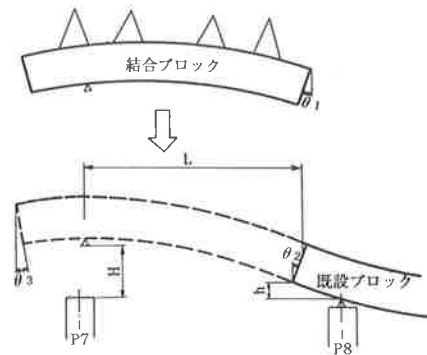
(8) 沓固定工

沓固定位置は、橋梁完成時の標準温度時に脚が死荷重のみを受ける状態とするために、桁架設前に測量を行い沓設計位置を墨出しして、ここに沓が据付くように調整する。そこで固定沓は、各大ブロック架設完了後、脚上にセットしたジャッキ（1沓当り450tジャッキ3台、ストローク220mm）で設計水平力を導入して調整を行い固定した。

沓の溶接は、各大ブロック架設完了後鋼床版の現場溶接、沓位置調整を行った後、沓の現場溶接を施工した。表-5に沓位置調整量および沓位置調整用水平力を示す。写真-9、10に沓位置調整状況を示す。

表-4 桁架設時仕口角度の照査

B8	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4	CASE5
鋼重	○	○	○	○	○
添架物荷重	○	○	○	○	○
沓荷重	○	○	○	○	○
架設機材荷重	○	○	○	○	○
FC張力	○	○	○	○	○
温度荷重+20℃		○			○
温度荷重-10℃			○		
温度差荷重15℃				○	○
L (mm)	169000	169000	169000	169000	169000
$\theta 2$ (mrad)	12.53	9.900	14.310	8.690	6.690
(計算値)	5.913	5.913	5.913	9.127	9.127
(製作キャンパー分)	8.383	8.383	8.383	8.383	8.383
$\theta 1$ (mrad)	14.296	14.296	14.296	17.510	17.510
$\theta 3$ (mrad)	-5.479	-8.109	-3.699	-15.32	-17.32
h (mm)	822	648	940	615	481
H (mm)	523	-95	942	-875	-1347
評価 (H>0)	○	×	○	×	×



	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目	11日目	12日目	備考
アンカーコーナーパイ設置工	[Bar chart showing work from Day 1 to Day 8]												FC, DBアンカーパイ×6 コーナーパイ×10 Σ=16個
FC 進入・係留	[Bar chart showing work from Day 3 to Day 4]												FC×2隻
台船進入・係留	[Bar chart showing work from Day 4 to Day 5]												台船×1隻 クッションバーჯ×2隻
吊り具セット	[Bar chart showing work from Day 4 to Day 6]												
台船離脱	[Bar chart showing work from Day 5 to Day 6]												
架設工	[Bar chart showing work from Day 5 to Day 8]												
FC 離脱	[Bar chart showing work from Day 6 to Day 8]												
アンカーコーナーパイ撤去工	[Bar chart showing work from Day 8 to Day 10]												FC, DBアンカーパイ×6 コーナーパイ×10 Σ=16個
<p>作業内容</p> <p>第1日目 ・アンカー打設, コーナーパイの設置工</p> <p>第2日目 ・アンカー打設, コーナーパイの設置工</p> <p>第3日目 ・FC曳航現場進入, 係留 ・クッションバーჯ×2挿入および固定 ・FCシフト ・FC現場×2 クッションバーჯ×2現場仮泊</p> <p>第4日目 ・台船曳航, 現場進入係留 ・FC吊ビームと桁吊ビームの連結 ・試験吊り ・クッションバーჯ×2現場仮泊 ・FC×2, 台船現場×1現場仮泊</p> <p>第5日目 ・架設ブロック吊上げ(水切り) ・台船係留解除 ・台船×1現場離脱 ・架設工 ・高力ボルト締付け工 ・モーメント連結に伴う桁降下工 ・FC×2, クッションバーჯ×2現場仮泊</p> <p>第6日目 ・FC吊ビームと桁吊ビームの連結(ピン)解放 ・FC係留解除 ・FC×1, クッションバーჯ×2現場離脱 ・FC×1現場仮泊</p> <p>第7日目 ・FC現場離脱 ・アンカー撤収工</p> <p>第8日目 ・アンカー撤収工 ・コーナーパイの撤去工</p>													

図-9 架設工(相吊り)タイムスケジュール



写真-9 ジャッキ据付状況



写真-10 沓位置調整状況



写真-11 着工前



写真-12 平成6年12月の状況

表-5 沓位置調整量および沓位置調整用水平力

(a) 沓位置調整量

	死荷重による 桁の変形量	死荷重による 脚の変形量	温度(+20℃)に よる桁の変形量	合計 (mm)
P10	6.4	-7.9	34.0	108
P11	8.0	-10.9	37.9	57
P8	-92.5	-27.3	-82.5	148
P7	-126.9	5.6	-110.3	243

(b) 調整用設計水平力 (1沓当り)

	死荷重 水平力	温度水平力 (+20℃)	摩擦係数 ($\mu=0.1$)	設計 水平力 (t)
P10	214.2	67.1	73.6	355.0
P11	112.7	282.6	64.9	460.2
P8	231.4	277.7	179.5	688.7
P7	387.7	336.4	189.3	913.4

あとがき

本橋の架設は、

- ①船舶交通が輻輳する東京湾の中で、船舶の交通を大幅に規制して行う大規模かつ長期に亘る工事である。
- ②一旦事故（船舶、油流失、労働災害など）が発生すると漁業関係者、航行関係者、関係監督官庁などに迷惑をかけるとともに、東京湾横断道路工事が中断することもある。
- ③木更津側の工事区域には、海苔の養殖場や漁場があり、工事で油などを流すなどの環境汚染は、重大な問題を引き起こす。

などの非常に困難な特殊性の中で行った。なにはともあれ、無事故無災害で工事を終えることができたことは非常に嬉しい。

以上報告してきたが、今後の大ブロック架設工法に少しでも参考になれば幸いです。

ご指導・ご助力頂いた東京湾横断道路(株)木更津工事事務所工事三課の方々および共同企業体関係者の各位に対して、深く感謝の意を表す次第です。