



Title	長大トラス橋“生月大橋”の大ブロック製作・架設についての考察
Author(s)	犬束, 洋志; 高橋, 和雄; 川村, 昭宣; 大山, 雄司; 今金, 真一
Citation	構造工学論文集, 38A, pp.1201-1212; 1992
Issue Date	1992-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10069/30040">http://hdl.handle.net/10069/30040</a>
Right	© 社団法人土木学会

This document is downloaded at: 2017-06-22T16:39:11Z

長大トラス橋“生月大橋”の大ブロック製作・架設についての考察

A STUDY ON FABRICATION AND ERECTION OF  
A LONG CONTINUOUS TRUSS BRIDGE, IKITSUKI BRIDGE

犬束 洋志\* 高橋 和雄\*\* 川村 昭宣\*\*\* 大山 雄司\*\*\*\* 今金 真一\*\*\*  
By Hiroshi INUZUKA, Kazuo TAKAHASHI, Akinobu KAWAMURA, Yuji OHYAMA and Shin-ichi IMAGANE

Ikitsuki Bridge, 800 m in total length and 400 m in center span as built in continuous truss construction astride a strait open to the East China Sea, is the longest of its kind in the world. Two large upright blocks vital to the bridge, each 212.5 m long, were sea-transported 105 miles from Nagasaki to Ikitsuki. Each block, overhanging about 50 m at its either end when loaded on the barge, warranted thorough structural analysis for its responses to rolling and pitching motions. The blocks were fabricated by a newly developed block-turnover process, each being fabricated horizontally on the ground and raised upright upon completion to ensure the safety and ease of fabrication work.

1. まえがき

近年、橋梁の製作、架設技術の進歩により長大橋が数多く施工されつつある。その架設工法については安全性、品質、施工管理の大幅な向上といった多くのメリットからフローティングクレーン（以下F/C）による大ブロック工法が採用されることが多く、これまで数多くの実績がある。しかしながら、これまでの一括架設は内海もしくは湾内の比較的気象、海象が穏やかな場所がほとんどであり、外洋での実施例は少ない。

平成3年7月31日に供用開始した長崎県の生月大橋は、下記に示す様な特徴を有する大ブロック工法を採用したため、事前の十分な検討が必要となった。

- ① 長さ212.5m、主構幅 13.5mという長さに対し幅の狭い長大ブロックである。
- ② 架設現地は外洋に面するため風、波が強く、厳しい自然条件である。
- ③ 外洋を約 120km輸送する必要がある。
- ④ 輸送用台船（L=120m）からの前後のブロック張り出し長が長い（最大53.8m）。
- ⑤ 大ブロック製作時に、安全性重視の観点よりブロック反転工法を採用。

ここでは、以上のような特徴ある生月大橋の大ブロック製作及び架設について行った検討について報告する

---

*	長崎県	土木部長	(〒850 長崎市江戸町2番13号)
**	工博 長崎大学助教授	工学部社会開発工学科	(〒852 長崎市文教町1番14号)
***	工修 三菱重工業(株)	長崎造船所	(〒850-91長崎市鮑の浦町1番1号)
****	三菱重工業(株)	横浜製作所	(〒231 横浜市中区錦町12番地)

## 2. 生月大橋の概要

生月大橋は、長崎県平戸島と生月島を結ぶ全長960mの海上橋である(図-1)。架橋地点は外洋に面しており、潮流速が大きく、夏から秋は台風、冬は季節風の影響で非常に風の強い環境にある。

主橋梁部は、図-2に示すように、わが国では珍しい上曲弦形式の3径間連続トラス橋で、中央支間長400mは連続トラス形式では世界最長である。

表-1に設計条件を、表-2に本橋の主な特徴をまとめて示す。

本橋上部工は図-3に示すように、工場製作および現地工事にそれぞれ約1年半、全体として2年8ヶ月の工期で、平成3年7月31日供用開始した。

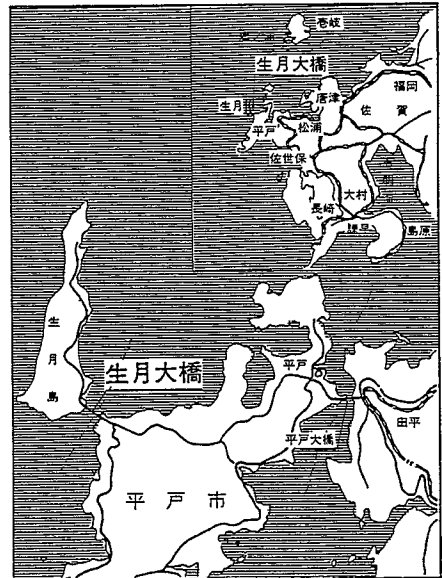


図-1 架橋位置

## 3. 大ブロック工法の計画

生月大橋の架設現地は①潮流速が大きい(最大 4.9kt) ②漁船等の航行船舶が多い(約120隻/日) ③側径間部の水深が浅い等の特徴があり、現地工程の短縮および海上の占有を少なくするために、次に示すように大ブロックを主体とした架設工法を採用した。

- 1) 中間支点部 ……F/C による大ブロック一括架設工法
- 2) 中央径間部 ……F/C による大ブロック一括架設工法
- 3) 側径間部 ……ケーブルクレーンによる張出し架設工法

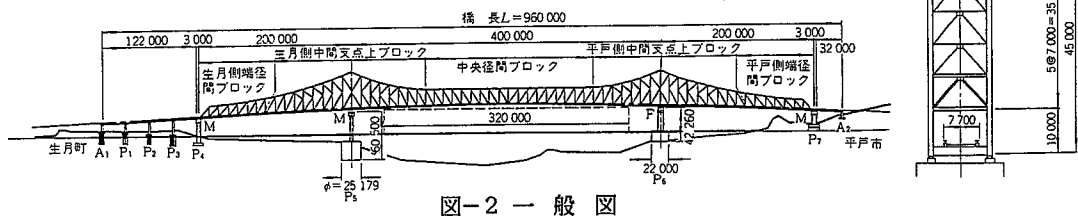


図-2 一般図

表-1 設計条件

路線名	主要地方道平戸生月線
道路規格	第3種 4級
設計速度	V=40km/h
橋格	2等橋 (T-20, L-14)
支間長	200m+400m+200m=800m
幅員	6.5 m
形式	3径間連続トラス橋 (下路式)
床版	I型鋼格子床版 (普通コンクリート t=16cm)
舗装	7マフル舗装 tmin=6.0cm
風荷重	基本風速 $V_{10}=40\text{m/s}$ 設計風速 $V_D=61.8\text{m/s}$
地震荷重	応答を考慮した修正震度 $RH=0.13\beta, 0.14\beta$

表-2 生月大橋の特徴

支間長	L=400m
形式	上曲弦形式
長さ幅比	支間長(L)/主構間隔(B)=400/13.5=29.6
自然条件	地震に比べ、風が卓越
大ブロック	L×B×D×W=212.5m×13.5m×45.0m×2200t 225.0m×13.5m×19.0m×1650t
地組要領	工場クレーンによる中ブロック(W=810t)反転
輸送	最大クラスの大ブロックを外洋域にて曳航
架設	大ブロック架設工法 外洋域での最終ブロック落し込み・閉合 橋体をケーブルクレーンのアカーとして使用
塗装	フッ素樹脂系塗装の本格的適用

年 月 工程	昭和63年度					平成元年度							平成2年度							平成3年度												
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
設計照査	—————																															
原 寸	—————																															
材 料 手 配	—————					—————							—————																			
加工・組立	—————					—————							—————																			
工場塗装	—————					—————							—————																			
面組立・地組立						—————							—————																			
仮組立						—————																										
輸送・架設						—————							—————																			
床版工													—————																			
現場塗装													—————																			
付帯工事																				—————												

図-3 全体工程

また、大ブロック輸送、架設の時期は、気象、海象条件に大きく左右され、特に潮流、波浪、風の影響が大きい。

架設地点の最強潮流は4.9ktに達するため、月2回の小潮時を架設時期とする必要がある。波高に関しては、瀬戸内海では年間を通して0.1m～0.4mの波が多く、1m以上の波が全体の5%程度であるのに対し、長崎海洋気象台が行った本橋架設地近海での観測データでは、図-4に示すように、年間を通じて比較的穏やかな4月～8月にかけても0.5m以上の波の発生確率が60%、1m以上の確率が10～20%と非常に大きくなっている。

また、風についても図-5に示すように、10月～4月にかけては10m/s以上の風が吹く確率が10%～30%となっている。これらは、架設地点が冬は季節風の、夏から秋にかけては台風の影響を受けるためであり、輸送、架設の時期は図-6に示すように4月から7月に行なうこととし、潮流の条件より小潮の時期を選定した。このため、中間支点上ブロックは5月初旬、中央径間ブロックの閉合は7月末という限られた日に実施する必要があり、全体工程の管理を厳しくし、予定通りに工程を進めることが重要管理項目となった。

以上の気象、海象条件と輸送台船およびF/Cの作業性を考慮し、表-3のように輸送、架設の作業基準を定めた。

#### 4. 大ブロック工場製作

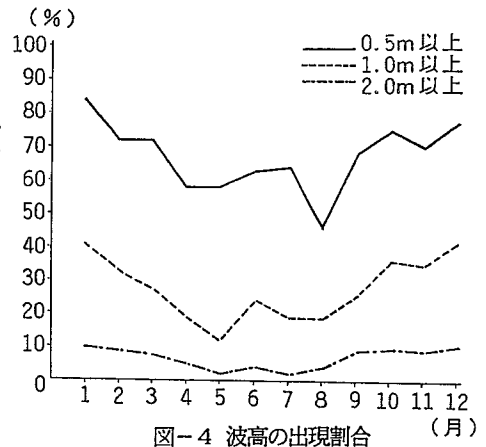


図-4 波高の出現割合 (月)

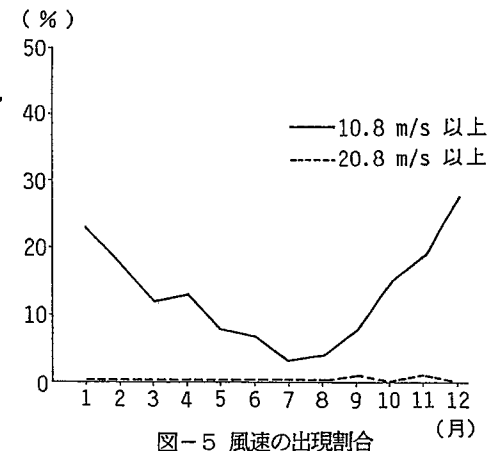


図-5 風速の出現割合 (月)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
冬期季節風												
台風												
架設時期				B	S	C	M					

ここに B: 海中ペント  
 S: 支点上大ブロック架設 (5月1, 4日)  
 C: ケーブルクレーン架設  
 M: 中央径間ブロック架設 (7月30日)

表-3 輸送・架設の作業基準

	風速 m/s	波高 m	潮流 kt
輸送時	20	1.5	
架設時	10	0.5	3

図-6 気象条件と現地架設工程

#### 4.1 工場製作上の問題点と対策

上部工主構の高さは、中央部では19mであるが、中間支点部では45m となり、立体組は非常に高所での作業となる。このため、安全性向上、品質向上、効率向上を考え、中間支点上の立体ブロックを横に倒した状態で製作し、立体組完了後に90° 引き起こし、正規の状態にする工法を採用することとした。この工法により、高所作業時の最大高さは13.5mとなるとともに、ブロック上面がフラットとなることから作業性が向上する。

以下、本工法をブロック反転工法と称する。なお、中央径間ブロックは正規の状態で作成して行った。

#### 4.2 ブロック反転工法

中間支点上ブロックの重量2200t に対して、工場クレーンは1基当たり600t能力のもの2基があり、相吊りすることにより約1,000tのブロック吊上げをすることができる。このためブロックを3分割(750t, 810t, 640t)のサブブロックとし、反転工法により正規の状態にした後一体化することとした。

各ブロックの形状を図-7に示す。なお、ここでは最大の810tサブブロックについて行った検討結果について以下に示す。

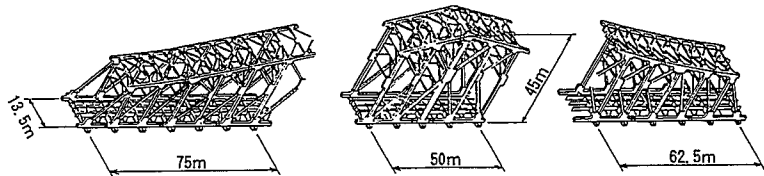


図-7 サブブロック形状

図-8に810tサブブロックについて横に倒した状態(0°:水平吊り)および90° 引き起こした状態(90°:垂直吊り)での吊り上げ要領を示す。

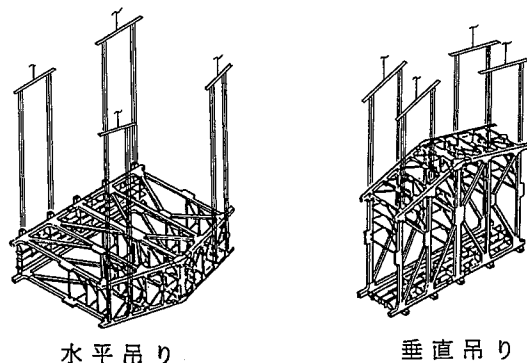


図-8 ブロック反転吊り上げ要領

#### 4.3 強度解析

810tサブブロックを図-9のようにモデル化し、0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90° の各引き起こし状態での吊り点荷重、および橋体各部の応力を計算した。

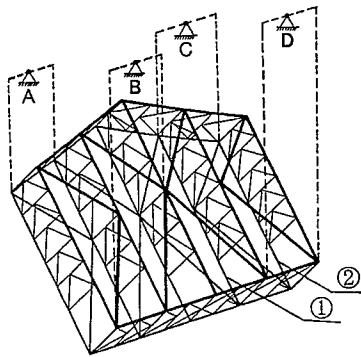


図-9 反転解析モデル

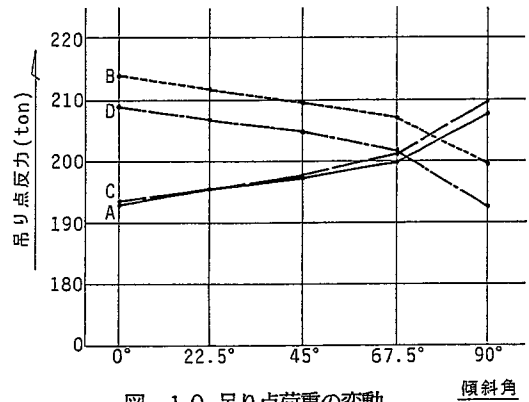


図-10 吊り点荷重の変動

#### 4.4 解析結果

##### 1) 吊り点荷重

図-10に傾斜角に対する各吊り点の荷重を示す。この図より、4点吊りの各吊り点の荷重は、各傾斜角において、ほぼ均等の負荷（約10%の相違）となっていることがわかる。

##### 2) 橋体応力

代表例として、水平吊りにおける鉛直材の応力照査結果を表-4に示す。なお表中の部材①、②は図-9に示す鉛直材である。照査の結果、4点吊りの場合、応力度はすべて許容値内であることが確認できたが、今回の様にトラス構造の橋体ブロックの反転においては、各吊り点の荷重管理を慎重に行ない、十分チェックをしつつ実施することが最大の課題であると考えられる。

表-4 橋体応力照査

(単位: kg/cm<sup>2</sup>)

支持条件	4点吊り	
	①(上弦材側)	②(上弦材側)
部材	作用	許容
軸応力	96 < 393	10 < 545
曲げ応力	458 < 619	692 < 764
安定照査	0.634 < 1.25	0.518 < 1.25
合成応力	556 < 619	703 < 764
判定	OK	OK

注)・安定照査は道示<sup>1)</sup> 3.3 による  
・架設時許容応力の割増し 1.25 を考慮する

#### 4.5 ブロック反転時荷重管理実績

反転時の吊り点の荷重誤差の許容管理値は、反転状態に即した解析により求めた計画値に対し±10%以内に制御することとした。これは、工場クレーンの能力で十分管理可能であり、かつ橋体応力も許容値内であることを確認の上設定したものである。

ブロック反転時の荷重管理は以下のように実施した。

まず、工場クレーンで単位荷重ブロックを吊り上げることにより荷重計のキャリブレーションを行い、計測誤差を排除した。

反転時には、2基のクレーン操作の同調機能を用いるとともに、それぞれのクレーン間の連絡を密にし、両者のアンバランスを最小限におさえ、かつ巻き上げ速度も最低速とし、慎重に行った。また、反転中はパソコンを用いてリアルタイムで吊り荷重を表示し、アンバランス発生時の微調整をおこなった。

なお、吊り上げは、点A、Bを1号クレーンで、点C、Dを2号クレーンで行なった。

図-11に点A、Cの管理値および管理実績を示す。これを見ると、5°ごとの各ステップにおいて吊り荷重はすべて管理許容値におさまっており、予定通りの要領にて全作業を行なえ、高所作業軽減に大きく寄与できた。

#### 4.6 浜出し

中間支点上ブロックの浜出しは、反転した3つのサブブロックをドライドック内に据えた台船上で一体化

し、注水浮上させることにより行った。一般に大ブロックの浜出しは、岸壁で地組立した大ブロックをF/Cで台船へ積み込むことが多い。この場合、岸壁の地耐力上、補強を必要とすることが多いが、今回の浜出しは、工場施設を有効に利用した工法と言える。

## 5. 大ブロック洋上輸送検討

### 5.1 大ブロック輸送実績

表-5に大ブロック輸送の実績例を示す。2) 3) 4) 5) 6) 7)

重量で見ると、これまでは約5,600t

のブロックを台船輸送した例もあり、生月大橋の2,200tに比べ大きい。しかしながら、ブロック長をみると、生月大橋は225mとこれまでの最大級であり、台船からの張り出しも53.8mと非常に長くなっている。

しかも、これまでの輸送がほとんど内海であるのに対し、生月大橋では自然条件の厳しい外洋での輸送を行っている。このため、生月大橋の輸送の検討にあたっては、動揺応答の影響を十分考慮する必要がある。なお、図-12に生月大橋中間支点上ブロックの、台船への積付図を示す。

図-11 吊り点荷重管理実績

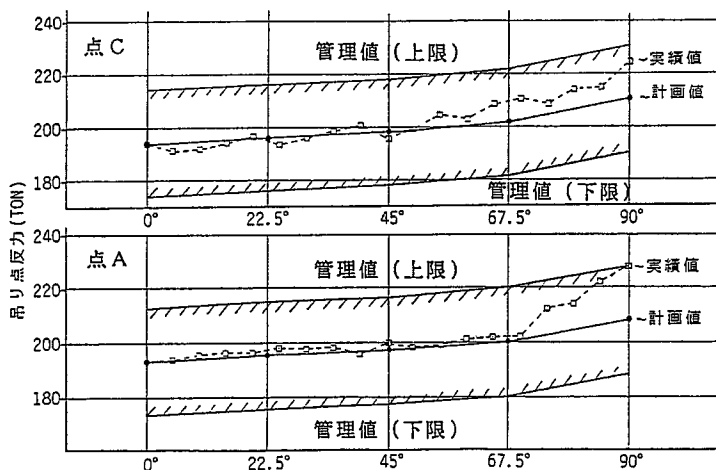


表-5 大ブロック輸送実績

	形式	大ブロック諸元		最大張り出し 長さ (m)	輸送航路	輸送距離	曳航方法
		長さ×巾×高さ (m)	重量 (t)				
生月大橋	連続トラス	212.5×13.50×45.0	2200	53.8	外洋	約120km	台船
		225.0×13.50×19.0	1650	50.6	外洋	約120km	台船
若松大橋	〃	165.6×9.00×30.0	740	38.0	外洋	130km	台船
大島大橋	〃	212.5×11.00×38.3	2000	—	内海	6km	吊曳航
蒲刈大橋	〃	171.8×10.00×13.0	880	約40.0	内海	約77km	台船
荒川湾岸橋	〃	195.0×40.90×20.0	3300	53.2	東京湾内	約40km	台船
正運寺川橋梁	連続桁橋	224.9×27.25×9.5	5608	46.0	内海	約60km	台船
新浜寺大橋	ニールセン	254.0×25.50×36.0	4200	67.0	内海	約5km	台船

### 5.2 大ブロック台船輸送時の動揺解析<sup>8)</sup>

本解析は、大ブロックと架台を搭載した台船の波浪中の動揺応答を計算し、大ブロックの加速度分布を求めるものである。解析にあたっては、まず、大ブロック、架台、台船を一体とみなして、全体重量、全体重心位置、全体重心廻り慣性モーメントを算定する。次に、台船の没水部を箱型で近似して、動揺解析を行い、全体重心位置における6自由度の加速度振幅の

1/1000最大期待値を求める。この結果から、運

動モードの適当な組み合わせによって、加速度分布を求め、構造解析の外力(慣性力)評価に供する。

なお、解析は次の条件で行なった。

$H_{1/3} = 1.5$  m, 周期4~18秒, 波向: 0°(追波) ~ 180°(向波)

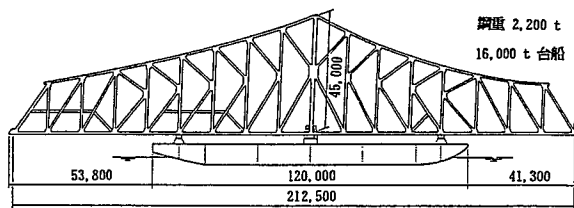


図-12 積付図

### 5.3 解析結果

#### 5.3.1 運動応答加速度

図-13に横波および縦波状態での、全体重心位置における運動応答加速度の1/1000最大期待値を示す。なおROLL, PITCH については運動応答角を併記した。

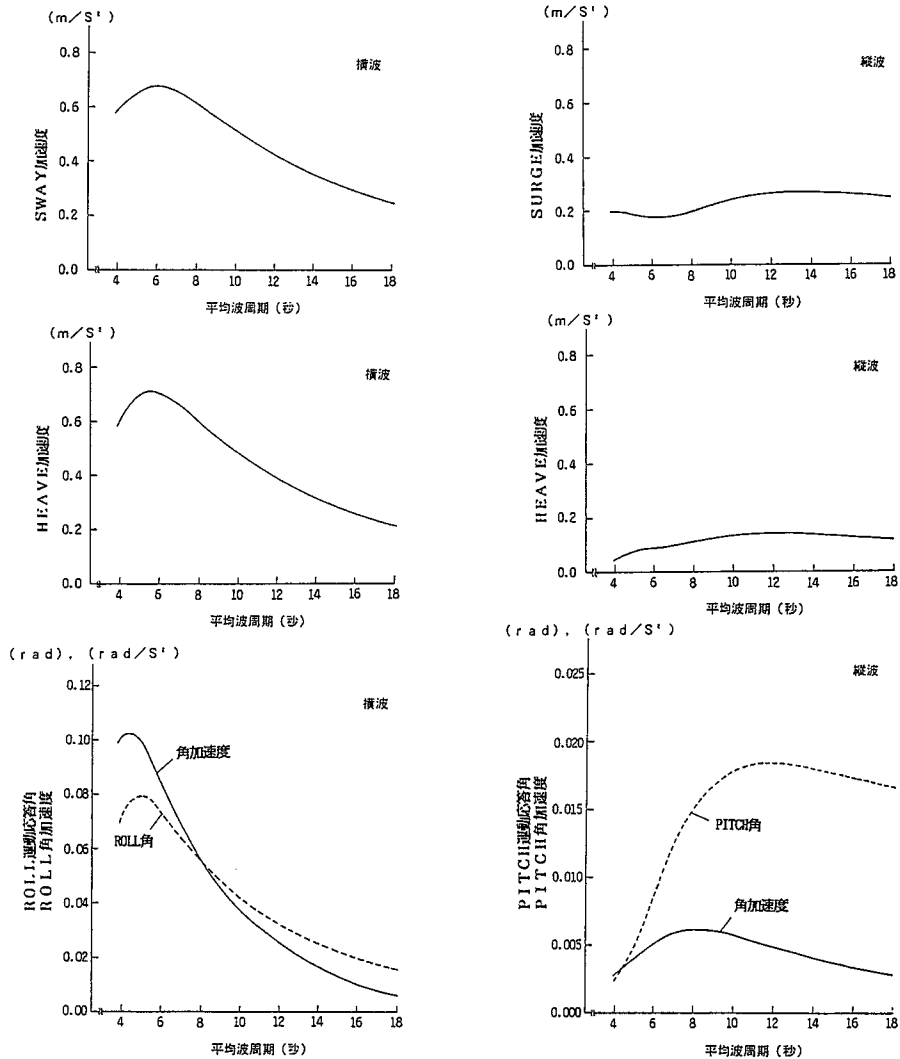


図-13 全体重心位置の輸送時運動応答加速度 (1/1000最大期待値)

これを見ると横波中の応答は、平均波周期が4.5～6.0秒の範囲で、すべてのモードに極大が生じている。

また縦波中の応答は、全般に平均波周期にあまり敏感でないが、SURGE HEAVE は12秒で、PITCH は8秒で極大となっている。

表-6 運動応答加速度

横 波		縦 波		
モード	周期 4.5～6.0 秒	モード	周期 12 秒	周期 8 秒
SWAY	0.6800 m/S <sup>2</sup>	SURGE	0.2700 m/S <sup>2</sup>	0.2000 m/S <sup>2</sup>
HEAVE	0.7100 m/S <sup>2</sup>	HEAVE	0.1500 m/S <sup>2</sup>	0.1200 m/S <sup>2</sup>
ROLL	0.1020 rad/S <sup>2</sup> (0.0800 rad)	PITCH	0.0050 rad/S <sup>2</sup> (0.0183 rad)	0.0062 rad/S <sup>2</sup> (0.0152 rad)



各モードの応答加速度の最大値は、横波と縦波について表-6のようになる。

### 5.3.2 橋体先端の動揺

図-14に台船に対する波角度を $0^\circ \sim 180^\circ$ に変化させた場合の、橋体先端と波面との相対運動の振幅を、台船からの張り出しが長く、条件の厳しい橋体後部について示す。

静水での台船の吃水、トリムおよび橋体のたわみを考慮した橋体後部の海面からの高さは、6.3mであり、動揺により橋体先端が海面と接することはないことを確認した。

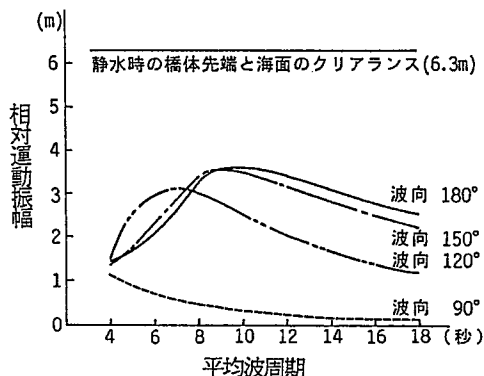


図-14 動揺による橋体先端と波面の相対運動振幅(1/1000最大期待値)

### 5.3.3 加速度分布

動揺による橋体各部の加速度は、次の3方向について次式により求まる。

- ・前後方向： $\ddot{X} \pm (z - z_c) \cdot \dot{\theta} \pm g \theta$
- ・上下方向： $\ddot{Z} \pm (x - x_c) \cdot \dot{\theta}$
- ・左右方向： $\ddot{Y} \pm (z - z_c) \cdot \dot{\phi} \pm g \phi$

ここに

- $\ddot{X}$  : 重心位置のSURGE 加速度     $\dot{\theta}$  : PITCH角加速度
- $\ddot{Y}$  : 重心位置のSWAY加速度     $\dot{\phi}$  : ROLL 角加速度
- $\ddot{Z}$  : 重心位置のHEAVE 加速度     $\theta$  : PITCH角
- $g$  : 重力加速度 (=9.8m/S<sup>2</sup>)     $\phi$  : ROLL 角

$x, y, z$  : 着眼点の座標

$x_c, y_c, z_c$  : 重心位置の座標

本計算の結果より各運動応答加速度の位相差が、最も厳しくなる状態の橋体加速度分布を図-15に示す。

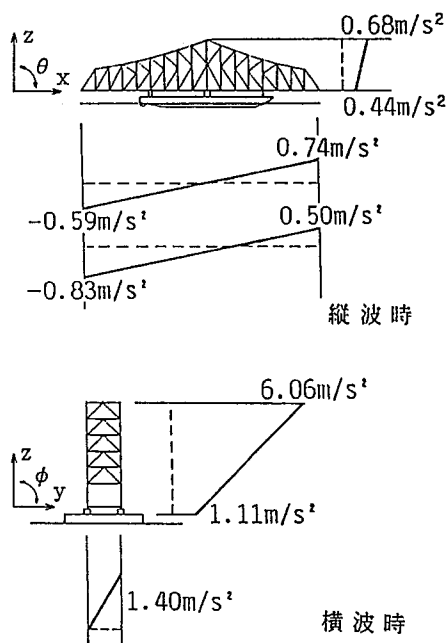


図-15 輸送時の橋体加速度分布

## 5.4 輸送時構造解析

### 5.4.1 解析荷重およびモデル

図-16に解析に考慮した荷重とその組合せを示す。

構造解析モデルは図-17に示すように、荷重により次の2種類で評価する。このとき平面モデルは台船の浮力をバネに置換し、台船は剛性を持った梁として扱う。

死荷重(D)、誤差(E)、波力(H1)……橋体、架台、台船から成る平面モデル

風荷重(W)、波力(H2, H3)……橋体だけの立体モデル

なお動揺応答による加速度は、静的な格点荷重に換算し、橋体に載荷する。解析はNASTRAN を用いた。

### 5.4.2 解析結果および考察

#### 1) 橋体

縦波時には、完成系で引張となる鉛直材・斜材に圧縮力が作用するため、部材の座屈防止対策が必要である。補強方法として、局部座屈に対してはリブを追加、全体座屈に対しては座屈長を短くするように補強材

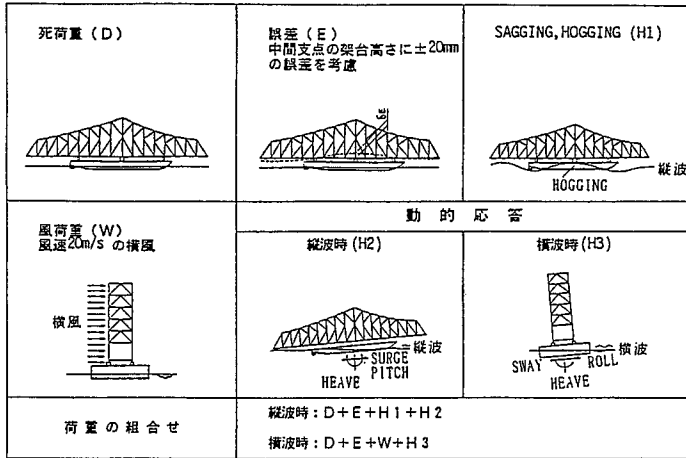
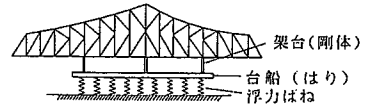


図-16 荷重とその組合せ

(a) 荷重 D, E, H1 に対して  
橋体、架台、台船からなる平面モデル



(b) 荷重 W, H2, H3 に対して  
橋体だけの立体モデル

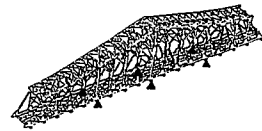


図-17 輸送時解析モデル

を入れることとした。

また、横波時には対傾構面内に水平力が作用するため、開口部鉛直材の断面をアップすることにより、補強を行うこととした。図-18に橋体補強図を示す。

## 2) 台船

解析により求めた各架台の反力を表-7に示す。

これをみると、動揺による反力が約50%をしめており、外洋輸送の厳しさを表している。

台船の補強および架台の設計は、台船内部の大幅な補強は困難なため、台船の隔壁位置を考え、台船上の架台を介して荷重が伝達するように配置計画した。また補強検討に際しては、事前に腐食による板厚の減少量を調査し、設計に反映させた。

検討の結果、台船内部補強は、隔壁の一部に座屈防止用リブを取り付けた。また負反力に対しては浮き上り止めを設置した。

—: FLGまたはwebの増厚  
 - - -: 縦リブの追加  
 ---: 補強材(主構面内)  
 H: 補強材(主構面外)

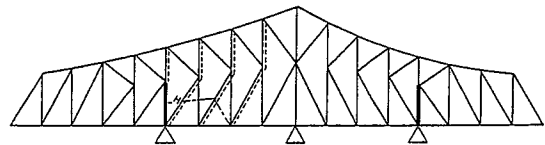


図-18 輸送時橋体補強図

表-7 輸送時橋体反力

	D	E	H1	H2	H3	W	(単位: t)	
							最大反力	最小反力
後部	344.4	62.5	205.9	33.0	209.2	19.0	645.8 *3)	53.7 *2)
中央	494.7	125.0	411.8	8.9	633.9	45.3	1298.9 *1)	-309.5 *2)
前部	248.9	62.5	205.9	-24.9	190.4	16.6	492.4 *3)	-44.4 *4)

\*1) 最大荷重状態 D+E+H3+W    \*3) 最大HOG状態 D+E+H1+H2

\*2) 最大負反力状態 D-E-H3-W    \*4) 最大SUG状態 D-E-H1+H2

## 6. 大ブロック架設時検討

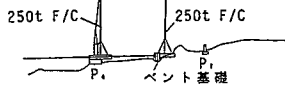
### 6.1 架設要領

図-19に架設ステップを示す。

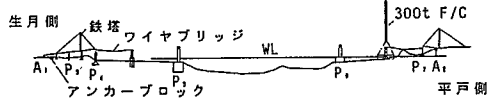
大ブロック工法では、3600tF/Cを使用し、中間支点上2ブロックおよび中央径間1ブロックの計3ブロックを一括架設した。

また、ケーブルクレーン工法では、片側の門構およびアンカーを橋体上に設置するという、他にあまり例を見ない工法を採用した。

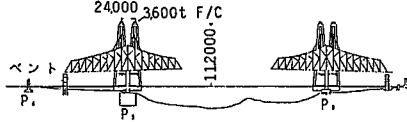
ステップ1 ベント基礎設置、ベダスタルフレーム据付け



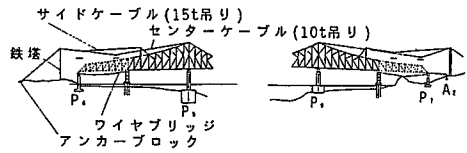
ステップ2 ベント、ワイヤブリッジ、陸上側鉄塔設置



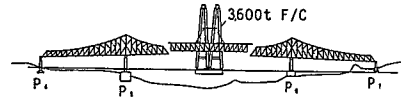
ステップ3 中間支点上ブロック架設



ステップ4 側径間架設



ステップ5 中央径間架設



ステップ6 床版および付属物

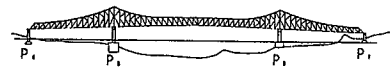


図-19 架設ステップ

## 6.2 架設時構造解析

### 6.2.1 解析モデル

構造解析モデルは図-20に示すように、架設時の各ステップについて平面骨組みモデルとした。

各解析ケースはそれぞれ次の状態を表す。

ケース1：中間支点上ブロック吊上げ時

ケース2：中間支点上ブロック設置時

ケース3：端径間ブロック架設時

ケース4：端径間ブロック設置時

ケース5：中央径間ブロック吊上げ時

ケース6：中央径間ブロック設置時

ケース7：吊点断面

ケース8：吊点断面

吊り上げ時の解析に考慮する荷重としては、死荷重（架設材を含む）と動揺荷重が考えられる。

しかしながら、一般に橋体ブロックをF/Cにより吊り下げた状態では、動揺に対し橋体ブロックよりF/Cの方が支配的である。両者の2体連成運動を対象とした解析の結果、上下方向応答加速度は架設時の衝撃および不均等による割増し1.2以内に収まっており、上下方向動揺では強度上の問題は少ないため、ここでは死荷重のみを対象にした。

なお大ブロック吊上げ時の解析（ケース1, 5）では鋼構造架設設計指針<sup>9)</sup>により、衝撃および不均等荷重係数  $i = 0.2$  を、吊点直下の腹材には

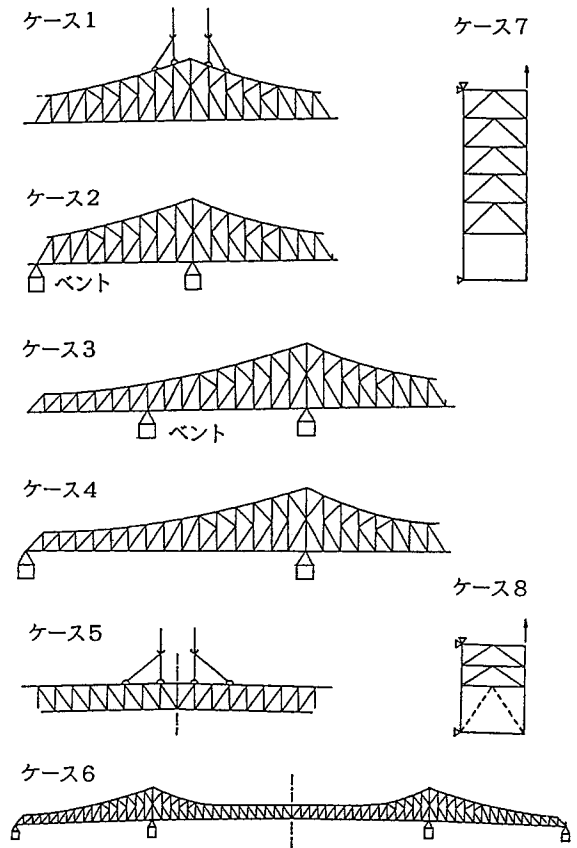


図-20 架設時構造解析モデル

$i = 0.5$ を考慮した。また吊点断面の解析（ケース7，8）では，吊りワイヤーの長さ誤差，フック間の荷重差，滑車効率のばらつき等によるねじりの影響をアンバランス荷重（吊上げ時ワイヤー張力の2割）として作用させ照査を行った。

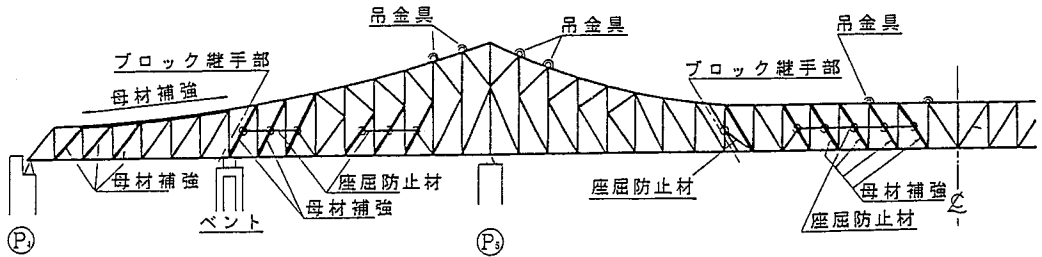


図-21 架設時橋体補強図

### 6.2.2 解析結果および考察

図-21に架設時の橋体補強図を示す。

中央径間ブロックは吊り上げ時（ケース5）に，中間支点上ブロックは端ブロック最大張り出し時（ケース3）に，また端ブロックはベント撤去時（ケース4）にそれぞれ部材力が大きく補強が必要となった。

この橋体補強は，輸送時と同様，部材力の引張側と圧縮側が完成系と相反するための座屈対策であった。

### 6.3 架設

図-22に架設時の変位ステップ図を示す。

大ブロック架設では，各ブロック相互間の精度が成功の可否を支配するため，厳重な精度管理を必要とする。本橋のような長大トラス橋の場合，部材数が多くかつ長い。このため，工場製作では部材の単品精度管理を徹底して行ない，立体組の精度を十分満足するようにした。

さらに大ブロック閉合箇所は，中間支点上ブロックの地組立て後に各仕口の計測を行い，この結果を中央径間ブロックに反映させ，仕上げ加工を行なった。

また，計算誤差および計測誤差対策として強制閉合用ジャッキを上弦材に設置し，万一の場合にそなえることとした。現地架設においては，各ステップにおける計画値とのチェックを十分に行ない，閉合時には F/C の荷重解放途中における橋体の仕口部の開き量を計測し，計算値との誤差管理を行った。

以上のような徹底した管理の下，強制閉合用ジャッキを使用する事なく無事閉合することができた。

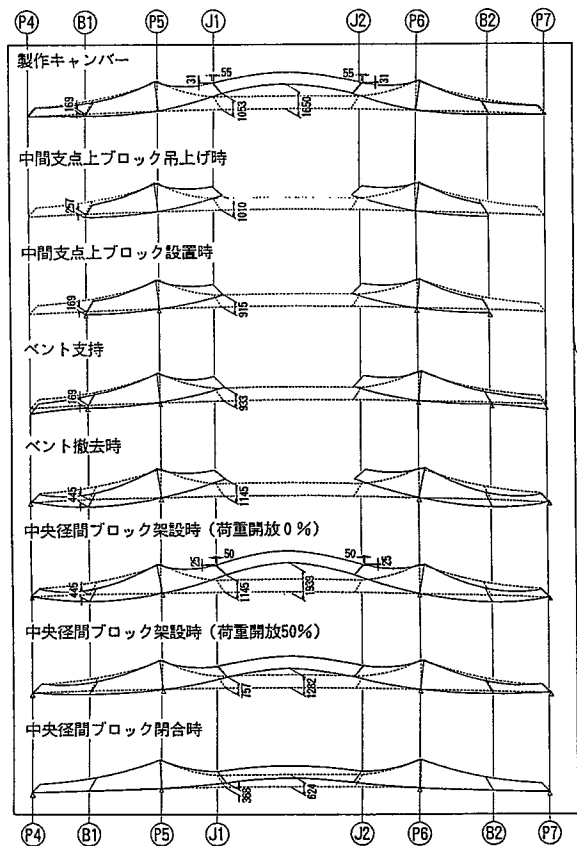


図-22 架設時変位ステップ図

## 7 あとがき

本橋は、連続トラスとしては世界最長であり、計画時より設計、製作、架設において数多くの検討を行っているが、これらの検討の内、ここでは製作、架設について、次のことを報告した。

- ①大ブロック反転工法は、トラス橋ではこれまで行われた例はないと思われるが、高所作業による安全と施工性の改善に、多大なメリットのある工法である。
- ②本工法は、反転状態に即した解析による橋体強度の検討と、クレーンの吊り荷重制御が重要である。
- ③大ブロックの外洋輸送では、動揺応答の影響が大きく、橋体、架台、台船の設計に際し、動揺解析の必要性が改めて認識された。
- ④大ブロック架設では、各ブロック相互間の精度管理が成功の可否を支配する。特に、閉合箇所は、立体組後に仕口の計測を行ない、この結果を元に仕上げ加工を行なうといった重点管理が、重要である。

以上の検討の結果が、今後さらに増加すると思われる大ブロック工法の検討に際し、少しでも参考になれば幸いである。

なお、本橋は美観とメンテナンスの観点よりフッ素樹脂系塗装を本格的全面採用した初の長大橋梁（総塗装面積56,800m<sup>2</sup>）であり、数多くの検討を実施している。その詳細は稿を改めて報告する予定である。

最後に本橋の計画、設計、施工に当たり熱心な審議と御指導をいただいた生月・若松大橋建設技術委員会の委員各位と、関係者各位に記して深謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，昭和55年2月
- 2) 近藤，大村，清水：生月大橋の大ブロック架設，橋梁と基礎 91-9
- 3) 沼田，吉本，西田，他：大島大橋上部工の架設，橋梁と基礎 75-11
- 4) 宮坂，田中，松井，他：正蓮寺川橋梁の設計と施工，橋梁と基礎 90-1
- 5) 松田，斉藤，広瀬，他：大ブロック工法による荒川湾岸橋の設計と施工，三菱重工技報 Vol.13 No.1
- 6) 松本，安田 他：我が国最大のニールセン橋新浜寺大橋の設計と架設，橋梁と基礎 91-8
- 7) 若宮，野沢 他：蒲刈大橋（3径間連続トラス橋）の設計，施工，橋梁と基礎 79-11
- 8) 池上，新開：規則波中及び不規則波中の船体加速度特性，西部造船会々報 第52号 昭和51年8月
- 9) 土木学会：鋼構造架設設計指針，昭和53年5月

(1991年9月30日受付)