

新 浜 寺 大 橋 の 架 設

～世界最長バスケットハンドル型ニールセン橋～

大阪第一建設部	高石工事事務所	古池正宏
同 部	同 所	瀬川章彦
同 部	同 所	山村清

要 約

新浜寺大橋は、湾岸線（南伸部）の一部となる世界最長のバスケットハンドル型ニールセンローゼ橋であり、その規模の大きさ及び景観を考慮した形状により、部材の製作、組立における検討事項が多数有る。また、現地条件によりフローティングクレーンが進入できないため、潮位差を利用した架設工法であるポンツーン工法を採用した。この長大ニールセン橋の製作から架設にいたる種々の検討事項について述べる。

まえがき

新浜寺大橋は、湾岸線（南伸部）が幅137mの航路を有する浜寺水路を斜めに横断する部分に位置し、航路幅及び既設構造物との位置関係から支間長254mとなった。これは、ニールセンローゼ橋としては日本最長であり、バスケットハンドル型では世界最長を誇るものである。

この橋梁の架設にあたり、工場では独自の精度管理目標及び管理方法により部材を製作し、組立に十分な精度を確保した。また、組立時には出来形精度及び施工性の向上をはかった。そして、架設は、台船上に搭載した橋体を、海水面が上昇している間に橋脚上へ輸送し、その低下とともに橋脚へ配置する、ポンツーン工法により行った。

1 橋梁概要

橋梁諸元を表-1、工事数量を表-2、そして構造一般図を図-1に示す。

本橋が架設される位置は航路上であり、また既設の構造物と接近しているため、その支間長は254mとなり、桁下高は20mを確保している。さらに、航空法及び景観面の考慮により、アーチクラウン部の水面上の高さを60m以下にするため、そのライズは36m（ライズ比1/7）となった。

アーチリブどうしを橋軸直角方向につなぐ上支材はできるだけ配置間隔を広くし、その断面を円形または楕円形とした。

水平方向の剛性を高めるためアーチリブを傾斜させたバスケットハンドル型であり、その傾斜はクラウン部上支材をその製作施工上最小限の余裕として3.5m、そして吊材が道路建築限界を侵さないように下弦材間隔を25.5mとした結果、約17°となった。

吊材の橋軸方向傾斜角は全て60°の一定であり、配置間隔は12mである。

床版は鋼製で、下弦材との合成構造としている。

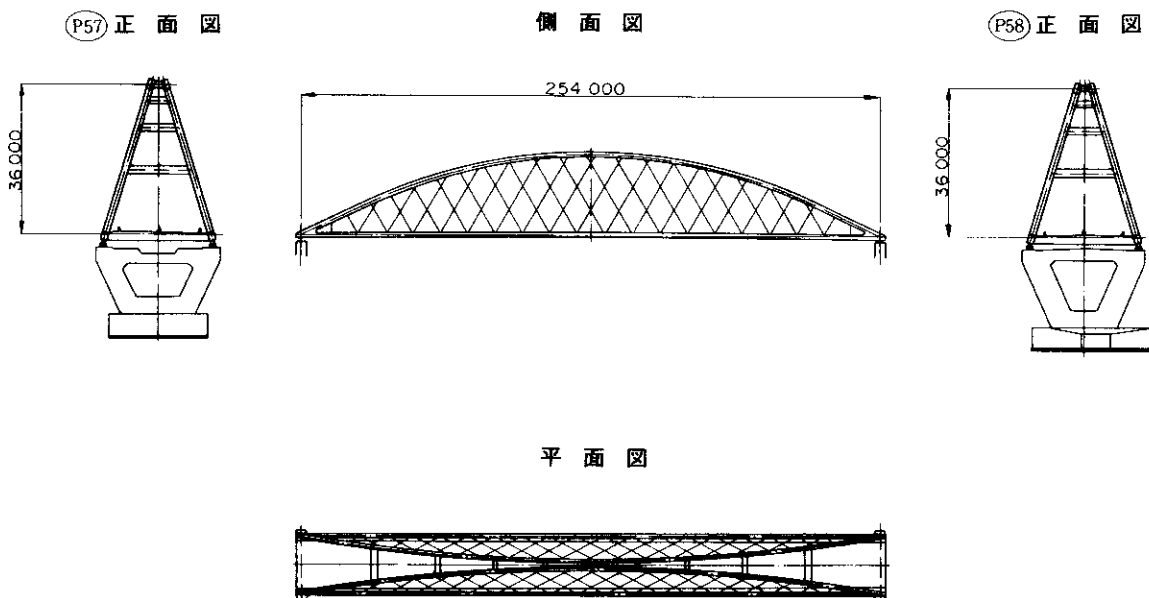


図-1 構造一般図

表-1 橋梁諸元

路線名	大阪府道高速湾岸線（南伸部）
道路構造規格	第2種1級
設計速度	80km/h
橋の等級	1等橋（TL20, TT43）
支間長	254.0m
幅員	20.25m（4車線）

表-2 上部工事数量

ライズ	36m（ライズ比 1/7）
主構間隔	基部 25.5m, 頂部 3.5m
吊材間隔	12.0m
吊材断面	φ 7mm - 55, 61, 73本
鋼重	4200 t

2 工場製作

2-1 主構部材の製作

部材は海上輸送を原則としているため、地組立の施工性を考慮して、工場で経済的に製作できる範囲で長大な分割とした。

アーチリブ、下弦材、上支材及び端横桁の部材は、製作精度向上のため、ひずみ直し後に端面を切削する後削り工法とし、閉断面の内側と外側両方に罫書きを行った。また、吊材碇着部等の構造が複雑な部分は実物大の模型を製作し、その取り付け及び施工性を確認した。

上支材の楕円部は、原寸フィルムによる形定規を使用し、局所的な曲率を円により近似して加工

を行った。

アーチリブは2次放物線の形状をしており、切削時の位置決め精度を誤差1mm以内として製作した結果、そのできあがり精度は部材長が誤差2mm以内、端面の傾斜度が1/8000以内となった。

2-2 添接部の製作

添接部については、部材を配置してからそれに合わせて添接板の孔開けを行う部分や、母材を後孔開けとした部分がある。鋼床版と下弦材の添接部、及び上支材の曲面による添接部は、先に孔開けした添接板より孔開けを行うあてもみ工法によった。

2-3 吊材の製作

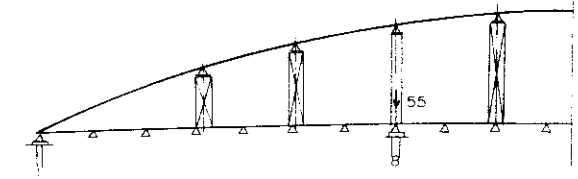
吊材は素線径7mmの亜鉛めっき鋼線を平行に集束させ、引張強度及び弾性係数が低下しない範囲でケーブルにねじりを加えたものを使用した。碇着部は、亜鉛銅合金を鑄込んで固定した。被覆方法は、溶融ポリエチレンを直接被覆させる押出方式とした。

3 地組立

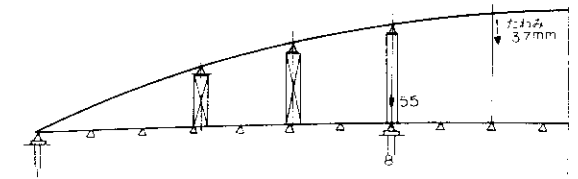
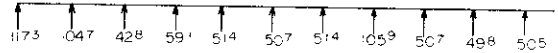
3-1 基礎

地組立は、架設地点から約2km離れた埠頭において施工した。架設後と同じ支承位置だけでの支点支持状態を可能にするためには、仮設基礎が巨大になるため、44点の多点支持により組み立てた(図-2)。それらの支点の中で特に大きい荷重の作用する点は、アーチリブの自重を支持する点である。ペントを使用して組み立てている間は何れの支点にも局所的な荷重は作用しないが、ペントを解放した後は、支承位置の基礎と仮支柱位置の基礎にアーチリブの自重が負荷されるためこれらを杭基礎(H400)とし、その他の点はべた基礎とした。

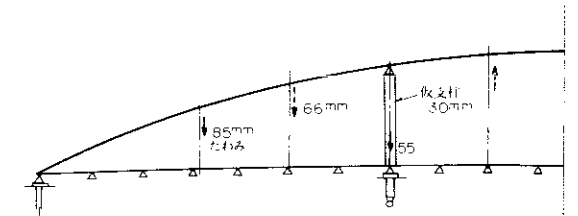
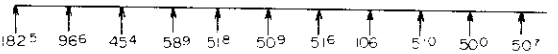
仮支柱とは、台船により橋体を仮設地点へ輸送する際に形状保持のためにアーチリブを支えるものであり、地組立時にはペントの一部として使用した。



下弦材ペント反力



下弦材ペント反力



下弦材ペント反力

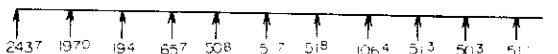


図-2 地組立支持状態

3-2 組立順序

組立は次の順序で行った。

- ①下弦材の位置決め。
- ②鋼床版を配置し高力ボルトにより下弦材と仮

締め。

- ③鋼床版どうしを溶接。
- ④鋼床版と下弦材間を本締め。
- ⑤ベントを設けながらアーチリブ及び上支材を高力ボルトにより仮締めの後本締め。
- ⑥アーチリブ閉合。
- ⑦ベントを解放し下弦材を上げ越して吊材を礎着。

3-3 下弦材・鋼床版組立

地組立において施工した溶接は以下に示す4つである。

- ・端横桁上フランジのC.O.半自動溶接+サブマージドアーク溶接（下向き）
- ・端横桁ウェブのC.O.半自動溶接（立向）
- ・鋼床版上面のサブマージドアーク溶接（下向き）
- ・鋼床版トラフリブの手溶接（立向、上向）

鋼床版同士の継手は全てヤード溶接により行い、鋼床版と下弦材間の継手は、鋼床版のヤード溶接後になるため、施工性を考慮して高力ボルト摩擦接合とした。

3-4 アーチリブ閉合

地組立の中で特に正確な精度が必要となる部分の一つとしてアーチリブの閉合があげられる。アーチリブは両端支点部から立ち上げて行き、最後の部材をクラウン部に落とし込み閉合したのであるが、その部材はアーチリブと上支材を一体にして製作されたもので、3箇所添接部を整合せなければならぬ（写真-1）。このため、アーチリブ組立途中の高力ボルト摩擦接合部において、その添接板の孔開けを現地で合わせてから行う部分を設け、アーチリブの組上がり角度を微調整するように計画した。結果的には組立精度が良好であったため、設計図通りの寸法により孔開けし、接合した。

3-5 上支材添接

上支材は曲率半径の小さな円形断面または楕円形断面であるため、継手部について十分な性能を



写真-1 アーチリブ閉合

有するかどうか試験により確認したり、その結果、高力ボルト摩擦接合（両ワッシャー）により施工した場合、平面の継手と同等の性能が認められた。

3-6 吊材取付

アーチリブを閉合した後、吊材を礎着したのであるが、製作キャンバーなりの多点支持状態のままで吊材を設計長にて礎着すると、支間中央部の下弦材は完全に吊材により吊り上げられた状態になり、沓位置だけの支点反力が許容支持力を越える。そこで、予め下弦材を上げ越して、アーチリブと下弦材の吊材礎着部間の距離を、吊材の設計長より短くなるようにして吊材を取り付けた。すなわち、地組立時には、吊材には全く張力が導入されていない状態である。

3-7 排水装置

本橋梁は海上に位置するが、航路を跨いでおり、路面排水を集中して落とすのは好ましくないため、排水管の先端に、流末散水装置を取り付けた(図-3)。この装置は本工事で各種の試験を行い、独自の形状を決定したものである。

鋼床版端部と下弦材は橋軸方向横断面で見ると、V字形になっており、高欄外側に落ちた雨水が、谷部に沿って縦断勾配下方へと流れ、添接板部分に溜まるのを防ぐため、この部分に水抜き孔を設けた。

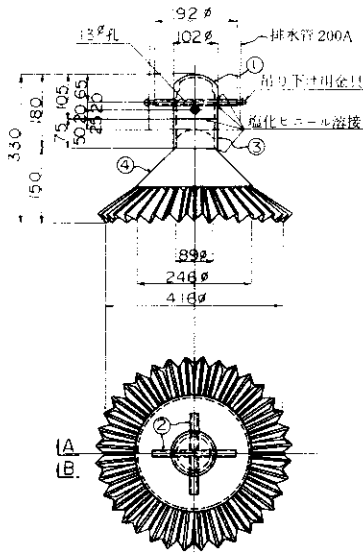


図-3 流末散水装置

4 台船

本橋を地組立場所から架設地点へ輸送するのに使用した台船は、積載能力16,000tの潜水式台船である。これは、船体が隔壁により18の部屋に分かれており、それらの部屋へポンプにより海水を注し、喫水深さを任意に調節できるものである(図-4)。

本橋は海水面より約20mの高さの位置に架設されるため、この高さを確認するための台船柱を台船上に2基据え付けた。これらの台船柱は台船の前後両端部において橋体の荷重を分散し、台船へ

伝達するように、その基部は平面的に広がった骨組構造とした(図-5)。

この台船柱が、輸送時の荷重を受けるため補強された中間部横桁を支持し、その直上に設けた形状保持のための仮支柱がアーチリブを支える(写真-2)

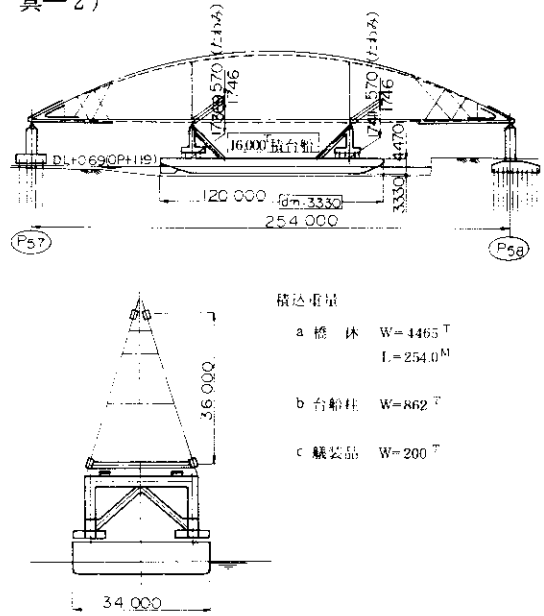


図-5 搭載計画

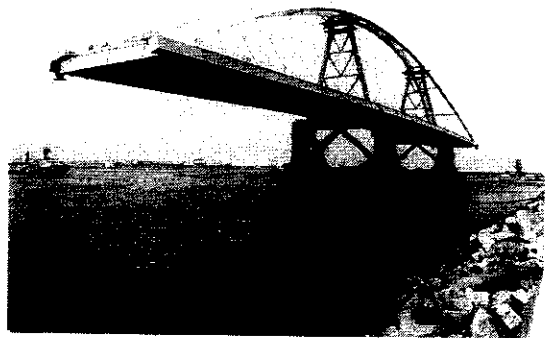
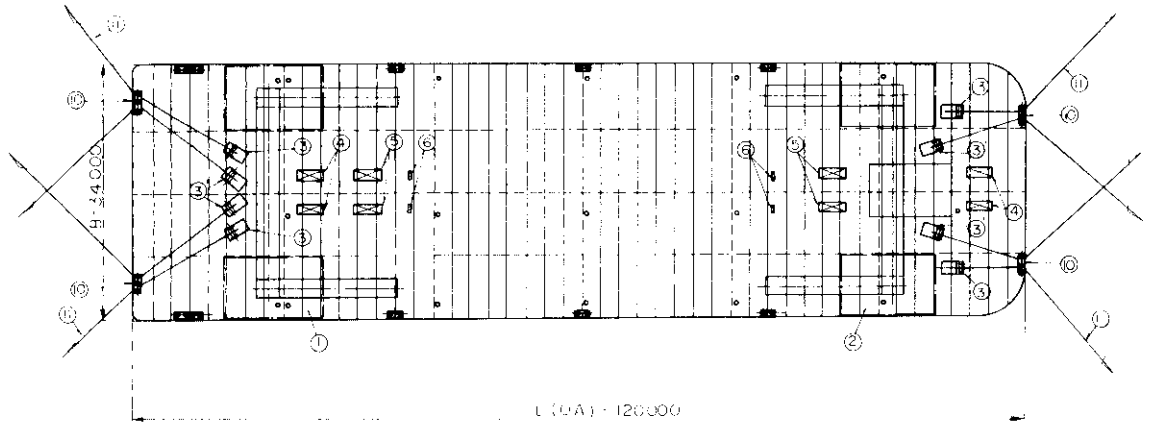


写真-2 橋体搭載状況

5 浜出し

橋梁本体の鋼重は約4,200t、仮支柱が1基約100tであり、フローティングクレーン(FC)が最



注・排水 B.W.T

1P	1C	1S
2P		2S
3P	3C	3S
4P	4C	4S
5P	5C	5S
6P	6C	6S

No.	名 称	規格・寸法	数量	単重(L)	重量(L)	備 考
01	白船材		1式			船艀 船艀
02	電動ウインチ	20t巻	4台	9.0	36.0	■ 2、■ 2
03	発電機	200KVA	4々	3.6	14.4	々 2、々 2
04	発電機	150KVA	4々	3.0	12.0	々 1、々 1
05	発電盤	水中ポンプ用	4組	0.2	0.8	々 1、々 1
06	水中ポンプ	8インチ	13台	0.2	2.6	デッキ上配管注水用
07	注排水用鋼管	SGP 200A 8"	132m	0.03	3.96	5.5m/本×24本
08	注排水用鋼管	SGP 150A 6"	149m	0.0198	2.95	5.5m/本×27本
09	注排水用鋼管	SGP 150A 8"	52m	0.008	0.4	200A用26×180A用26×
10	注排水用鋼管	200A、150A	91枚			200A用39枚、150A用52枚
11	注排水用鋼管	200A、150A	104本			ボルト・ナット付
12	鋼管固定プレート	PL 14×650×800	26枚	0.051	1.48	■ 1、■ 2
13	ワイヤーロープ	34m~40m×300N	6組	0.6	3.6	ウインチ地取用
14	ワイヤーロープ	2400m	約2t		16.8	
15	ワイヤーロープ	TOTAL	約2t		2.0	
16	油ドレイン	45L缶	1台			ウインチ組解し用
17	油ドレイン	25L缶	1々			配管、水中ポンプ他
18	溶接用器材	エンジンウエルダー・他	1式			
19	ガウジング工具		1々			
20	現場溶接延長	6mm寸用換管	261.1m			

図-4 台 船



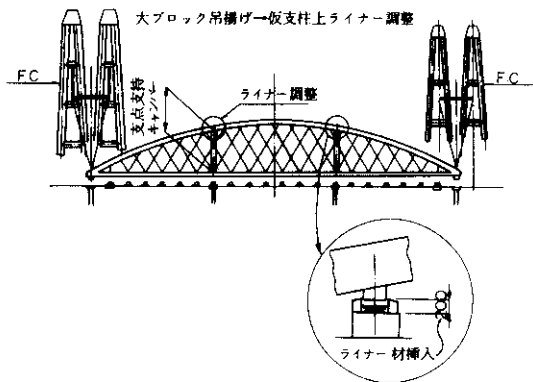
写真-3 浜出し

も接近した場合、橋軸までの距離は約47m~56mとなるため、吊り上げ能力3,500tと3,600tの2隻のFCを使用して相吊りし、台船へ搭載した(写真-3)。

相吊り時には、FC 2隻の吊り上げ荷重のバランスが崩れると、橋体に過剰な断面力が発生する。このため、吊り上げ荷重40%から10%毎に両FCの荷重を確認しつつ慎重に巻き上げた。

FCによる吊り上げのために設けた吊りピースは端横桁上に溶接されており、相吊り時には架設後の支点支持に近い荷重作用状態となる。この時、

吊材取付のために上げ越していた下弦材のたわみ量と、アーチリブのたわみ量の差分だけ、仮支柱上端とアーチリブ間にクリアランスが生じる。台船搭載時の仮支柱による形状保持のため、これをライナー挿入により調節した(図-6)。



仮支柱位置の格点の変形量 (単位: mm)

	上弦材	下弦材	仮支柱天端のすき間
製作キャンバー	0 (基準)	0 (基準)	291
仮支柱解放	-72	0	219
下弦材ジャッキアップ	-73	140	78
大ブロック吊揚げ	-188	-97	200

注. (+) は上向き、(-) は下向きの変形量を示す。

図-6 仮支柱調整

橋体は、台船柱位置の横桁下面に取り付けられた仮支承が、台船柱に載る形で搭載される。この時橋体自身の荷重により下弦材がたわみ、橋軸方向の仮支承間隔がFCによる吊り上げ時より34.2mm狭くなる。反対に、台船に橋体の自重が載荷されると、台船に曲げが生じるため、台船柱天端どうしの間隔が166mmひろがる。よって、橋体に取り付けられた仮支承下面と台船柱天端の相対変位は約200mm発生する。そこで、仮支承底面と台船柱天端との間に、摩擦の低減効果が大きい二硫化モリブデンを塗布し、搭載途中の滑りを促した。

また、橋体から台船柱への荷重は、台船の前後両端部にかかるため、これによる曲げを相殺するよう、台船中央部に約200t注水した。

6 曳航・架設

6-1 架設概要

ポンツーン工法は、台船上に搭載した橋体をさき完成している橋脚より高い位置に保持して橋脚上へ輸送し、それを降下させる事により架設する工法である。本工事では、その高低差を潮位の変動に期待した(図-7)。

本橋梁の架設に必要な高低差は以下のように決められた。製作時の形状を基準として、輸送から

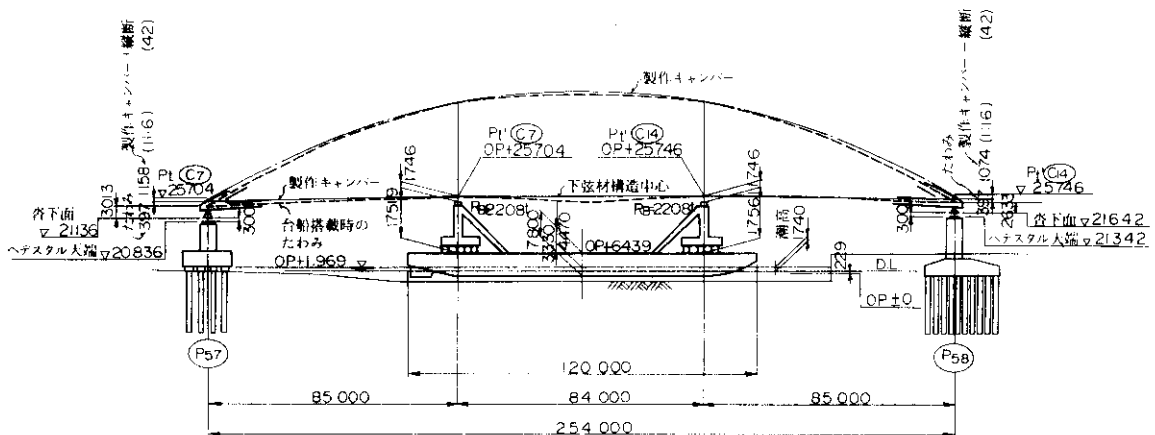
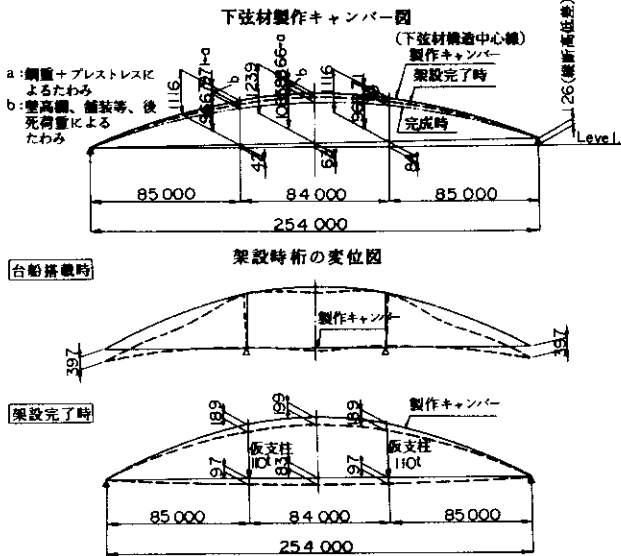


図-7 架設

架設までの各状態での変形は次のようになる（図—8）。台船による輸送時には、台船柱より外側に張り出した下弦材のたわみ、すなわち支承位置で



図—8 架設時たわみ

のたわみによる鉛直変位量は397mmとなる。そして、架設完了後の台船柱仮支承位置でのたわみによる鉛直変位量は97mmである。よって、支承が橋脚天端に接してから台船柱と下弦材が離脱するまでに、台船の必要下降量は合計約500mmとなる。これに、施工上の作業スペース500mmを加えると、必要十分な高低差は約1mとなる。

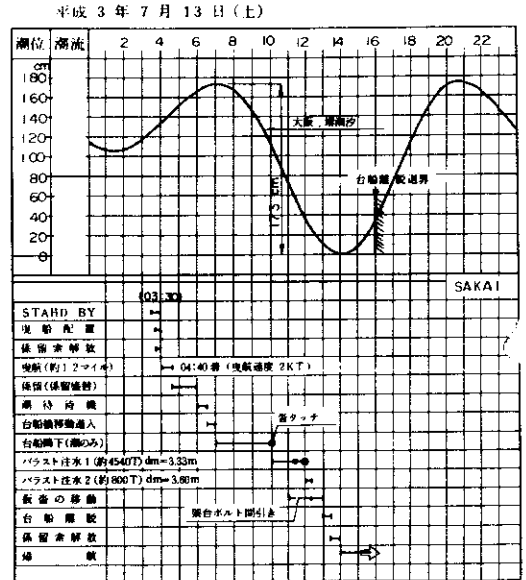
6—2 架設工程

架設時期については、自然条件として上述したように1m以上の潮位差がある事、風雨の影響が少ない事、また作業性を考慮して昼間施工である事、そして、架設作業時には水域を占用し、航路を航泊禁止にせざるを得ないことから、企業、レジャー用船舶への影響が少ない時期である事等を条件として調整し、平成3年7月14日を選択した。架設当日の工程を表—3に示す。

6—3 曳航

曳航は、台船の前後に1隻づつと、左右に2隻

表—3 架設工程



づつの合計6隻の3000馬力級曳船と警戒船を使用して行った。架設地点付近まで曳航した後、事前に設置した海中アンカーと台船のウインチにより角度及び位置を調整した。

6—4 位置決め

潮位が最高になるのを待ち、台船への注水により橋体のバランスを再調整し、橋脚の直上へと進入した。橋体と橋脚天端をワイヤーによる引き寄せ具で連結し、潮位の降下とともに支承を橋脚天端へと引き寄せた。

6—5 注水

支承が橋脚天端に接し、橋体の自重が台船柱から橋脚へ移行し始めると、台船の浮力により、その降下速度が潮位の低下より遅くなる。そこで、台船の喫水が3.3mの一定になるように、すなわち橋脚へ移行した重量分だけ、台船への注水を行った。

6—6 架設位置調整

支承と下部工の固定は、橋脚のコンクリート打設時に埋め込んだベースプレートと下沓を溶接す

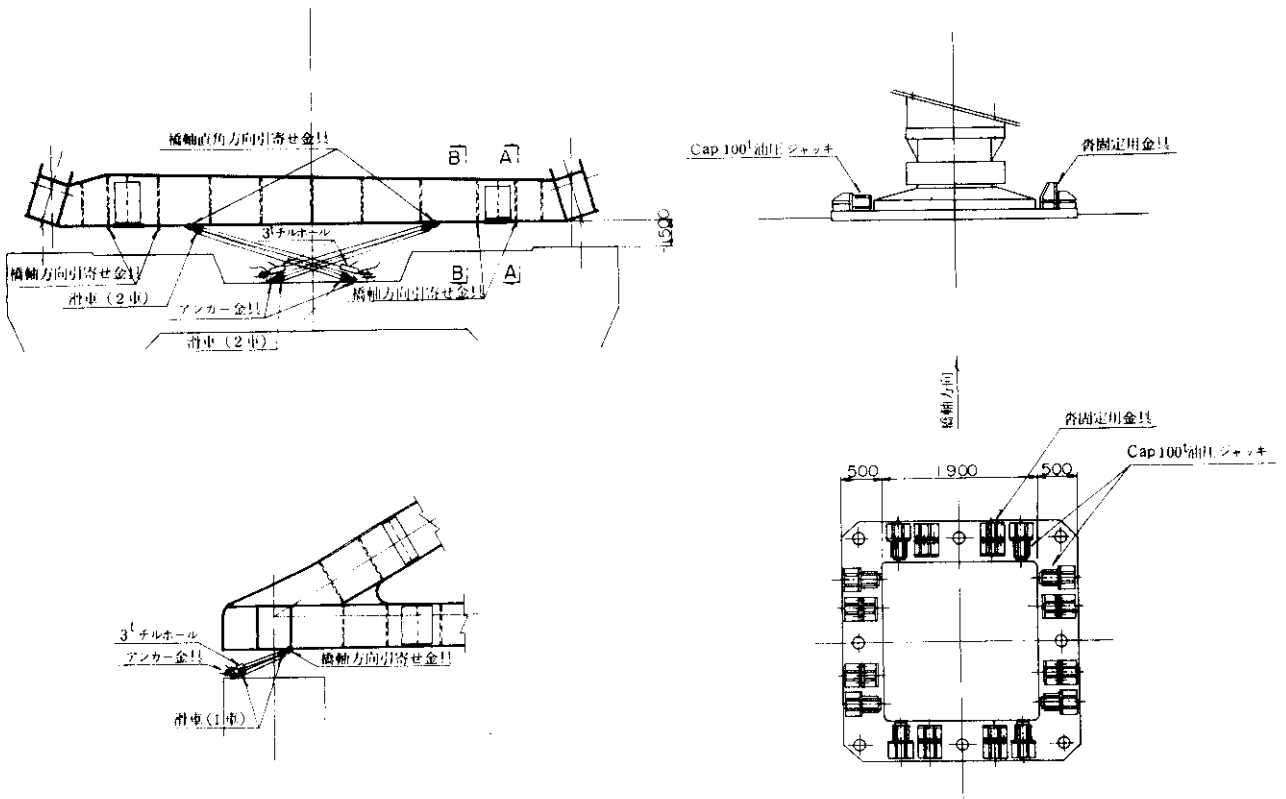


図-9 支承位置調整

ることにより行うため、架設時に下沓の位置を正確に決めておかなければならない。

位置調整は、下沓がベースプレートに接した時点で、橋軸方向及び橋軸直角方向に片側2個ずつ備え付けた100t油圧ジャッキにより下沓を押しを行った(図-9)。この時に、下沓とベースプレート間の滑りをよくするため、あらかじめ下沓下面に二硫化モリブデンを、ベースプレート上面にテフロン(1車)の微粉末を塗布しておいた。これにより、摩擦係数は0.2~0.4となる。

6-7 後片づけ

下沓の位置調整を完了し台船への注水を続行して、台船柱が橋体と離れてから更に約800tを注水し、喫水を3.6mとして台船を離脱させた。

仮支柱は、鋼床版上で解体し、隣接する橋上から搬出した。

7 吊材張力調整

地組立は多点支持状態で行い、吊材は設計長にて取り付けたが、施工上の寸法誤差、主構剛度の設計値との違い等により、張力に誤差が生じている可能性がある。設計上の吊材張力許容誤差は10%であるため、各吊材についてそれを確認し調整した。

張力の測定は、その固有振動数により行った。吊材76本のうち、長さ及び太さの違う19本それぞれについてジャッキにより変化させた張力と固有振動数の関係を現地での実測により求めた。

調整は、吊材とアーチリブの碇着部のナットを回転させることにより行った。

架設完了後、調整する前の吊材張力と調整後の吊材張力のばらつきを図-10に示す。この測定は、部材間の温度差が無い夜間に行った。調整前の状

態では、計算値に対して-58.3%から+35.1%、+-10%を越えている吊材数は38本であった。第1回の調整により誤差は-20.4%から22.1%、10%を越えるものは10本となり、第2回の調整により全数10%以内に収まった。

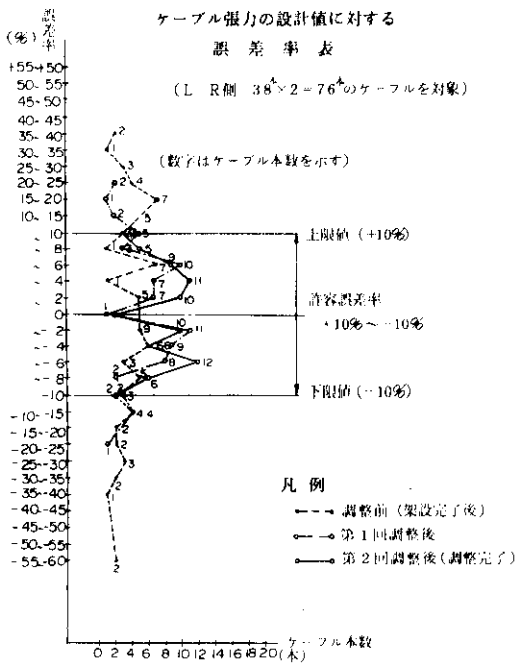


図-10 張力調査

あとがき

世界最長のバスケットハンドル型ニールセンローゼ橋である新浜寺大橋について、高精度を目標とした工場製作、地組立、及び潮位差を利用したポンツーン工法による架設について述べた。

現時点では、RC高欄・中央分離帯の施工、隣接桁との伸縮継手、舗装、附属構造物の設置を残す形となり、良好な架設もほぼ完了をむかえている。

最後に、製作・架設にあたり御指導及び御協力いただいた関係各位に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 杉山、金子、明田：半径600～800mmの曲面部材の高力ボルト摩擦継手のすべり試験報告、土木学会第45回年次学術講演会講演概要集(1990.9)