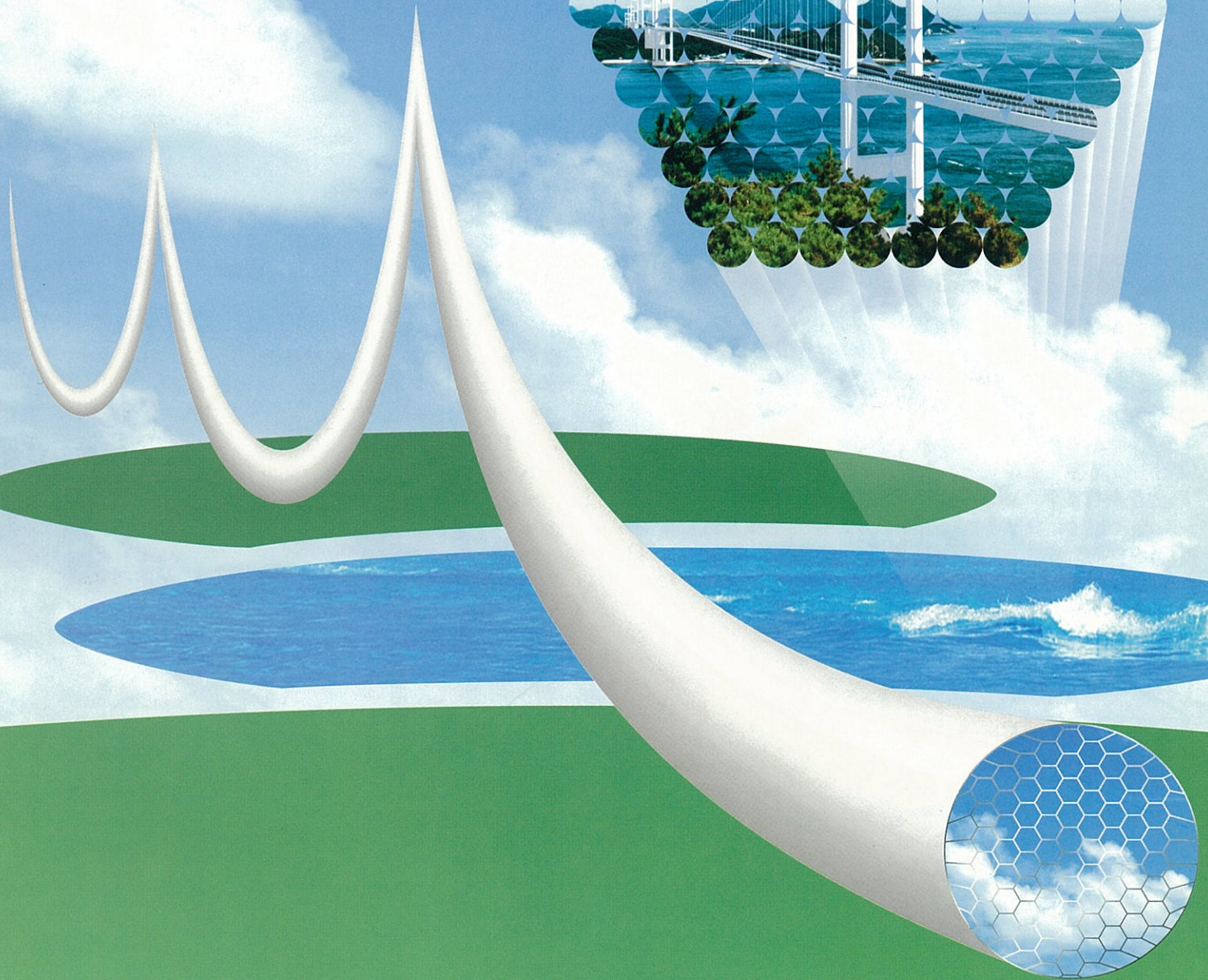
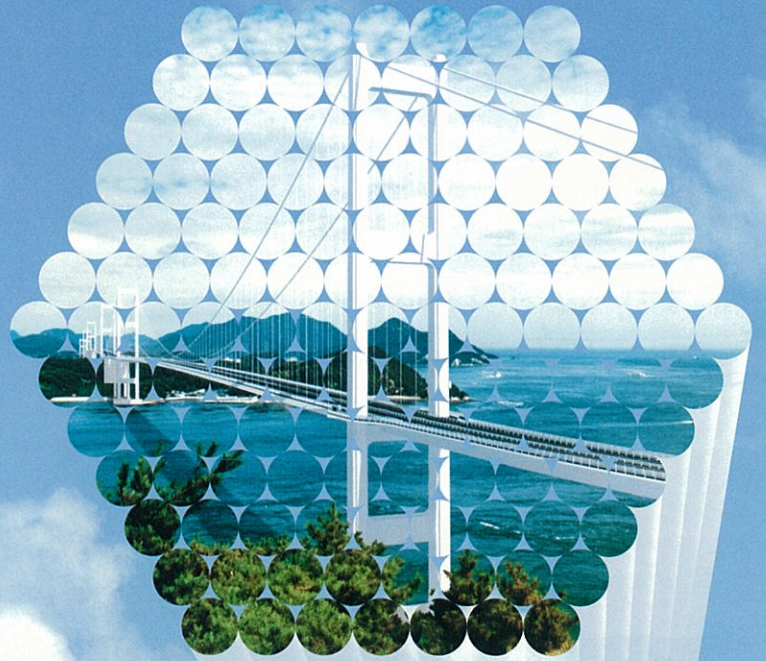


本州四国連絡橋 西瀬戸自動車道

くるしま おおはし

# 来島大橋ケーブル工事



本州四国連絡橋公団 第三建設局  
今治工事事務所

新日鐵・神鋼特定建設工事共同企業体

## 来島大橋の概要

来島大橋は本州四国連絡橋3ルートの一つ、広島県尾道市と愛媛県今治市を結ぶ、西瀬戸自動車道のもっとも四国側、今治と大島の間約4kmの来島海峡を三つの吊橋で構成するもので、世界で初めての3連吊橋となります。

来島海峡は、武志島と馬島によって東水道、中水道、西水道の三つの水路に分かれ、それぞれの水道に第一大橋、第二大橋、第三大橋が建設されます。また来島海峡は航行船舶が多く、多島急流の海の難所として名高い所であり、潮流は最大10ノット(約5m/秒)にも達し、非常に厳しい条件下での工事になっています。そのため、工事そのものの安全はもちろん、航行船舶に対する安全や周辺環境保全の確保に、最大の配慮を払いながら建設を進めています。

## ケーブル工事の概要

吊橋の生命である主ケーブルは、新しく開発して明石海峡大橋にも採用された引張強度180kgf/mm<sup>2</sup>の亜鉛めっき鋼線127本を束ねたストランドで構成されています。3橋の主ケーブルの総重量は16,000トンで、ワイヤの総延長は地球を2.5周もする長さになります。

橋桁を吊るすハンガーロープには、ポリエチレン被覆を施した上にさらに着色フッ素樹脂を被覆した平行線ケーブルを用います。

### ■本橋のケーブル工事の特徴としては

- ① 3橋ほぼ同時にケーブル工事を行うこと。
- ② パイロットロープの渡海は、航行船舶に影響を及ぼさないため、明石海峡大橋にも採用されたヘリコプターによる渡海工法を用いること。
- ③ キャットウォークはストームロープを設けない構造とし、架設時の安定性を確保するため補剛用ロープ及び斜めステーロープを用いていること。
- ④ 4A及び7Aでは各橋のストランドが交差して定着される共通アンカー構造であること。
- ⑤ 第一大橋においては、南北2本のケーブルを1系統の大ループ式ホーリングシステムを用いて架設すること。  
等が挙げられます。

## 主ケーブル諸元

		第一大橋	第二大橋	第三大橋
線材		HBS G3507 (HWRC82B)		
亜鉛めっき鋼線	引張強度	180~200 kgf/mm <sup>2</sup>		
	径(めっき含む)	5.16 mm	5.13 mm	5.00 mm
	断面積	20.91 mm <sup>2</sup>	20.67 mm <sup>2</sup>	19.64 mm <sup>2</sup>
〃	単位重量	0.164 kg/m	0.162 kg/m	0.154 kg/m
	ストランド	構成素線数	127本	127本
〃	断面積	2,656 mm <sup>2</sup>	2,625 mm <sup>2</sup>	2,494 mm <sup>2</sup>
	単位重量	20.76 kg/m	20.55 kg/m	19.53 kg/m
主ケーブル	構成ストランド数	44 st/ケーブル	102 st/ケーブル	102 st/ケーブル
	構成素線数	5,588本	12,954本	12,954本
〃	一般部直径(空隙率20%)	431 mm	653 mm	636 mm
	断面積	0.1169 m <sup>2</sup>	0.2677 m <sup>2</sup>	0.2544 m <sup>2</sup>
〃	単位重量	915 kg/m	2,096 kg/m	1,992 kg/m
	長さ	1,065 m	1,639 m	1,703 m

## 来島大橋の主要諸元

	第一大橋	第二大橋	第三大橋
形式	3径間2ヒンジ補剛吊橋	2径間2ヒンジ補剛吊橋	単径間2ヒンジ補剛吊橋
ケーブル支間割	(50+140)+600+170=960 m	250+1,020+245=1,515 m	250+1,030+280=1,570 m
幅員	1.75+3.50+3.50+2.50+3.50+3.50+1.75=20.00 m		
車線数	車道4車線+原自歩道2車線		
補剛桁	鋼床版箱桁		
設計活荷重	B荷重		
桁下高さ	略最高高潮面上 36 m	略最高高潮面上 65 m	

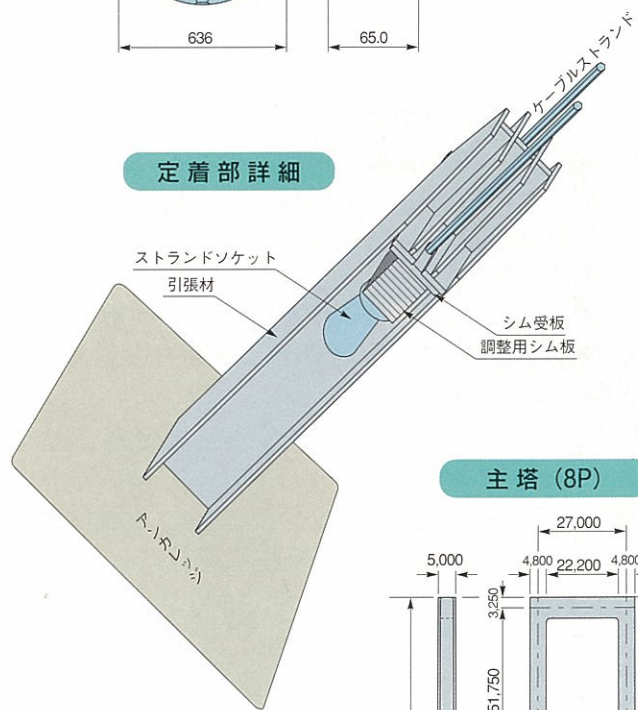
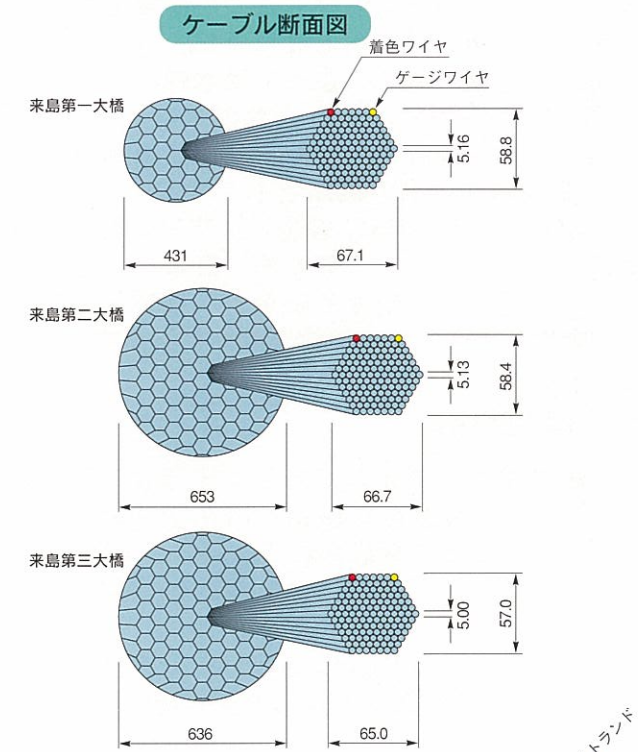
## 世界の長大吊橋の順位

(※箱桁)

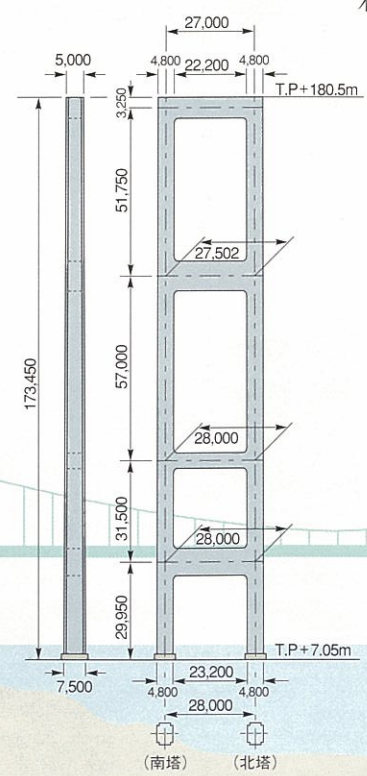
順位	橋名	中央支間長(m)	国名	完成年
1	明石海峡大橋	1,990	日本(工事中)	1998(予定)
2	*グレートベルト・イースト橋	1,624	デンマーク(工事中)	1996(〃)
3	*ハンバー橋	1,410	イギリス	1981
4	江陰長江公路大橋	1,385	中国(工事中)	1998(予定)
5	ツインマ橋	1,377	ホンコン(工事中)	1997(〃)
6	ベラザノ・ナロウス橋	1,298	アメリカ	1964
7	ゴールデン・ゲート橋	1,280	〃	1937
8	ハイ・コースト橋	1,210	スウェーデン(工事中)	未公表
9	マキノ橋	1,158	アメリカ	1957
10	南備讃瀬戸大橋	1,100	日本	1988
11	*ファティマ・スルタン・メハメット橋(第2ボスボラス橋)	1,090	トルコ	1988
12	*第1ボスボラス橋	1,074	〃	1973
13	ジョージ・ワシントン橋	1,067	アメリカ	1931
14	*来島第三大橋	1,030	日本(工事中)	1999(予定)
15	*来島第二大橋	1,020	〃	1999(〃)
16	4月25日橋(旧称 サラザール橋)	1,013	ポルトガル	1966
17	フォース道路橋	1,006	イギリス	1964
18	北備讃瀬戸大橋	990	日本	1988
19	*セバーン橋	988	イギリス	1966
20	下津井瀬戸大橋	940	日本	1988
21	虎門橋	888	中国(工事中)	未公表
22	大鳴門橋	876	日本	1985
23	ニュー・タコマ・ナロウス橋	853	アメリカ	1950
24	アスコイ橋	850	ノルウェー	1992
25	因島大橋	770	日本	1983
26	*安芸灘大橋	750	日本(工事中)	1999(予定)
27	*白鳥大橋	720	〃	未公表
28	アンゴスツラ橋(旧称 オリノコ橋)	712	ベネズエラ	1967
〃	関門橋	712	日本	1973

(出典:本四公団要覧 1995)

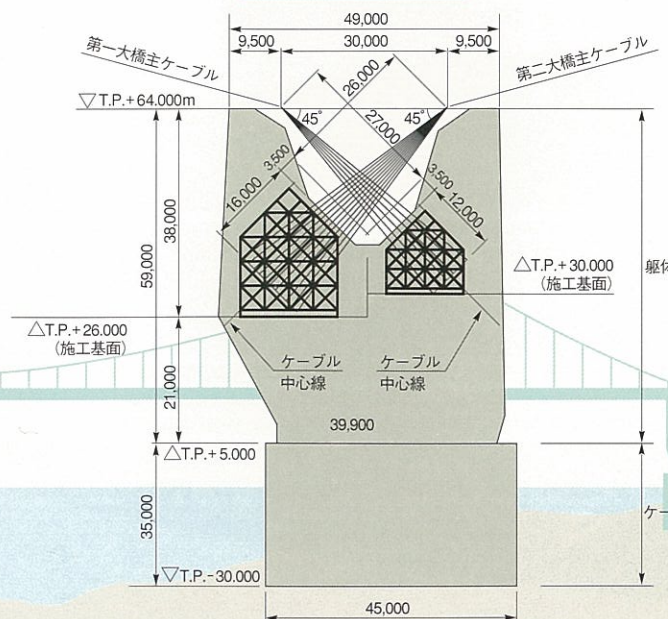
# 来島大橋



## 主塔 (8P)



## 4A側面図(橋軸方向)



## 製作工事

### ●ケーブルストランド(PWS)

1本のストランドは、工場で作成された直径約5mmの高張力亜鉛めっき鋼線127本を平行に、正六角形断面に束ねたもので、プレファブ・パラレル・ワイヤ・ストランド(PWS-127)と呼ばれており、その両端はアンカレッジへの定着のため、ソケットが取り付けられています。このストランドを、第一大橋では44本、第二大橋と第三大橋では102本束ねて、1本の主ケーブルにします。

各々のストランドには、ストランド長の基準とするため、正確に測長したゲージワイヤを1本入れます。

工場で作成したストランドは鋼製リールに巻き取り、船とトレーラーで現場に運搬します。

ストランドの巻かれた1リールの重量は、第一大橋で約24トン、第二、第三大橋で約36トンです。

### ●高張力亜鉛めっき鋼線

ストランドに使用するワイヤは引張強さ180~200kgf/mm<sup>2</sup>で、防食のため300g/m<sup>2</sup>以上の亜鉛めっきが施されているほか、さらに、亜鉛めっきの保護のため特殊な防錆処理が施されています。

### ●サドル

サドルはケーブルの鉛直力を支える構造物で、塔頂サドルとスプレーサドルがありますが、いずれも鋳鋼と鋼材で構成されたハイブリッド構造です。サドル1基の重量は、最大70トンにもなります。

### ●ケーブルバンド

主ケーブルとハンガーロープの連結の役目を果たす構造物がケーブルバンドです。来島大橋では縦締め方式のバンド構造を採用し、ハンガーロープとは、ロープ端部のソケットとピンにより連結します。ケーブルバンドは鋳鋼でできており、1基当たりの重量は約1.5トンです。

### ●ハンガーロープ

主ケーブルからハンガーロープにより、道路面となる桁を吊ります。ハンガーロープは直径約5mmの高張力亜鉛めっき鋼線を平行に束ね、防食のため外側にポリエチレン被覆したものを使用します。今回はその外側に、さらにフッ素樹脂の被覆を行い着色します。

1本当たりの長さは1.5m~105mで重さは約0.5トン~2トンです。

## 架設準備工事

### ●準備工事

主塔頂およびアンカレッジにケーブル架設用の足場類、機械等を架設します。また、主ケーブルを支えるスプレーサドルをアンカレッジに取り付けます。

### ●パイロットロープの渡海

ケーブル架設用の空中足場となるキャットウォークの架設に先立ち、まずパイロットロープを張り渡します。パイロットロープには軽量で強度の高いポリアラミド繊維ロープ(直径は第一大橋:18mm、第二・第三大橋:12mm)を使用し、ヘリコプターにより空中架設します。中央径間の張り渡しは、一方の主塔にパイロットロープの端末を固定し、他方の主塔に向かってヘリコプター側で張力を調整しながら、航路高を侵さないように引出します。張り渡しの方向はその日の風向きにより決定します。

### ●ホーリングロープの架設

パイロットロープを用いてホーリングロープ(直径は第一大橋:30mm、第二・第三大橋:40mm)を架設し、アンカレッジ部でロングスプライスしてループのホーリングシステムを形成します。ホーリングシステムは、アンカレッジ部に置いた曳索駆動装置で駆動し、キャットウォークとケーブルストランドの架設を行います。

## キャットウォーク架設工事

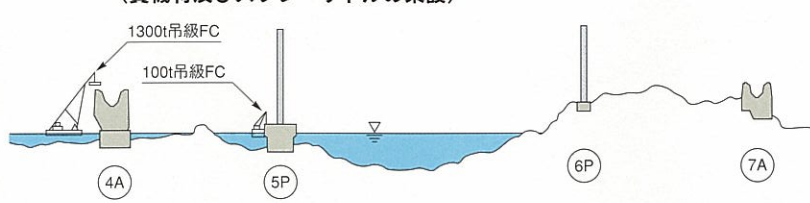
### ●キャットウォークロープの架設

キャットウォークロープは、ホーリングシステムとアンリラーを同調させて、航路高を確保しながら空中架設します。

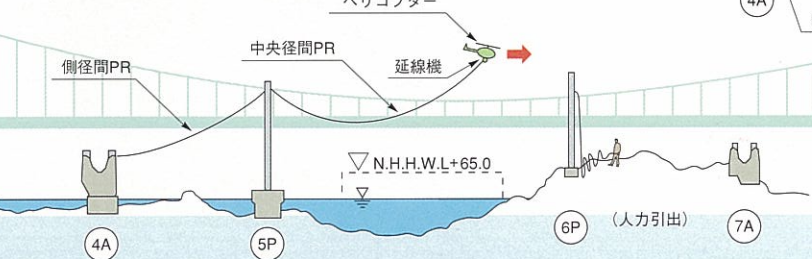
### ●床組の架設

キャットウォークの床組は、あらかじめ地上で、長さ50mを単位とする溶接金網にステップ材と小物落下防止用の合繊ネット(側径間は亜鉛めっきしたスモールメッシュ)を取り付けてロール巻きしたものを塔頂に吊り上げ、塔頂で繰り出しながらキャットウォークロープ上を順次滑らせて引出し、キャットウォークロープに固定します。その後、ステーロープをセットし、耐風安定性の良いキャットウォークを完成します。

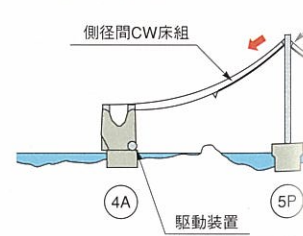
### Step 1. 準備工事 (資機材及びスプレーサドルの架設)



### Step 2. パイロットロープの渡海



### Step 3. キャットウォークロープ・床組の架設



## ケーブル架設工事

### ●架設準備

完成したキャットウォーク上に、照明通信設備、ストランド引出し用のトラムウェイシステム、引出しローラー等を配置し、ストランド架設に備えます。

### ●ストランド(PWS)の架設

ストランドが巻かれたリールを、アンカレッジ上に置かれたアンリラーにセットし、ホーリングシステムを駆動させて、キャットウォーク上に配置されたローラー上を対岸のアンカレッジに向かってストランドを引出し、サドル位置で所定の断面形状に整形してサドル内の決められた位置におさめます。これら一連の作業は昼間行います。

そして、夜間の気温の安定した時間帯に、基準ストランドに合わせてサグを調整し所定のストランド張り渡し形状にします。

このような過程をストランド本数分繰り返します。

### ●スクイズ

全ストランド架設後、油圧式スクイズマシンにより、円形のケーブルに仕上げます。この時のケーブルの目標空隙率は20%以内です。

### ●ケーブルバンドの架設

スクイズ完了後、ケーブルバンドを所定の位置に取り付けます。バンドボルトの締め付けは油圧式のボルトテンショナーによって、またバンドボルトの軸力管理は新しく開発された超音波式ボルト軸力計により行います。

なお、バンドボルトは工事の進捗に従って再締め付けします。

### ●キャットウォークの盛り替え

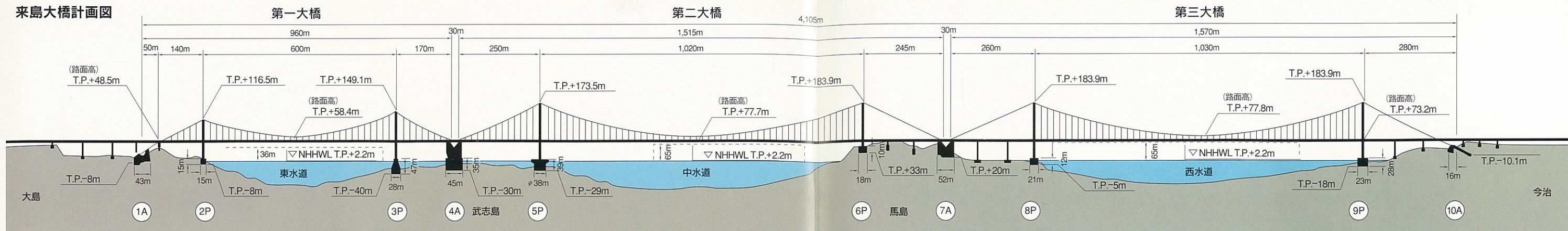
ケーブルバンドの取り付け後、補剛桁の架設にともなう主ケーブルの変形に備え、キャットウォークロープをケーブルに盛り替えます。

### ●ハンガーロープの架設

ハンガーロープは、塔頂よりハンガーキャリアを用いて架設位置まで運び、キャットウォーク床面から徐々に下ろしてケーブルバンドに吊り下げます。

ハンガーロープが架設されると工事は補剛桁の架設工事(別工事)に移ります。

来島大橋計画図



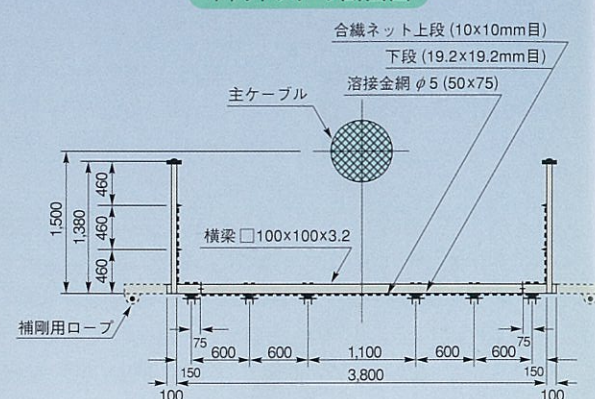
★ケーブル後期工事(別工事)

補剛桁の架設工事(別工事)終了後、ケーブル後期工事を行います。後期工事の内容はおおむね次の通りです。

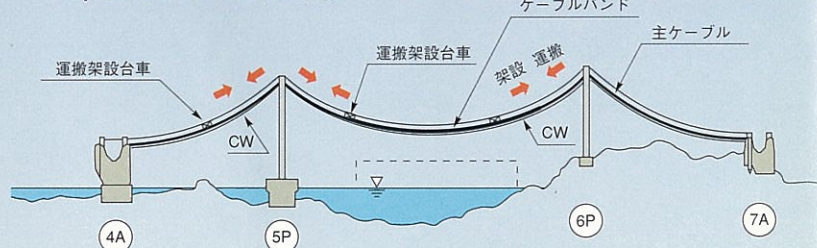
- ①主ケーブル等の防食工事
- ②ハンドロープ、サドルカバー等、ケーブル付属鋼構造物の製作・架設
- ③キャットウォークの撤去
- ④塔頂やアンカレッジの足場等の撤去
- ⑤塔頂クレーンの撤去

これらの工事が終わるといよいよ吊橋の完成です。

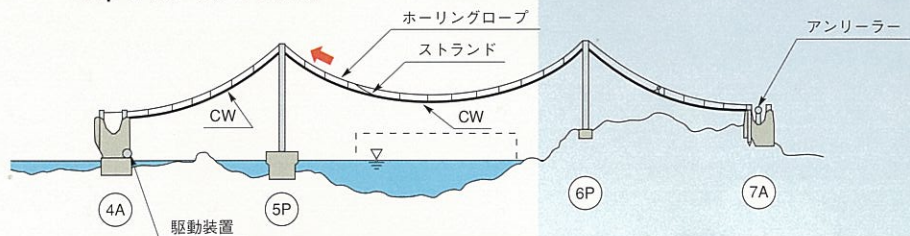
キャットウォーク断面図



Step 5. ケーブルバンドの架設



Step 4. ストランドの架設

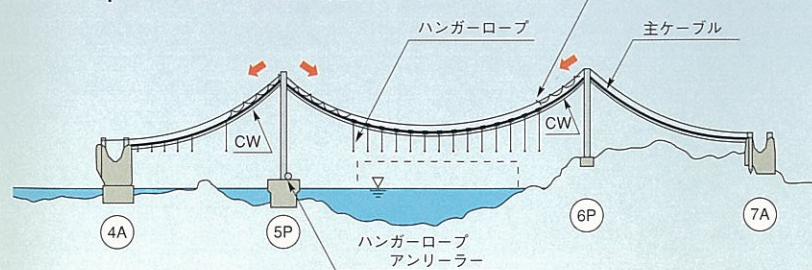


ケーブル工事予定工程表

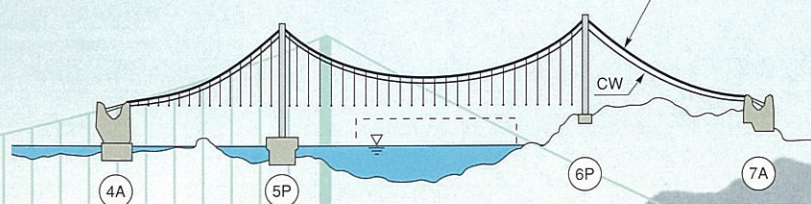
項目	年度	平成7年度		平成8年度		平成9年度		平成10年度					
		10	1	4	7	10	1	4	7	10	1		
第一大橋	準備工事	■											
	スプレーサドルの架設		■										
	キャットウォークの架設			★	■								
	ストランドの架設				■	■							
	ケーブルバンド・ハンガーロープの架設					■	■						
第二大橋	撤去工						■						
	ケーブル後期工事(別工事)											■	■
	準備工事	■											
	スプレーサドルの架設		■		■								
	キャットウォークの架設				★	■	■						
第三大橋	ストランドの架設					■	■						
	ケーブルバンド・ハンガーロープの架設						■	■					
	撤去工												■
	ケーブル後期工事(別工事)												■
	準備工事			■	■								

★印はパイロットロープ渡海時期を示す

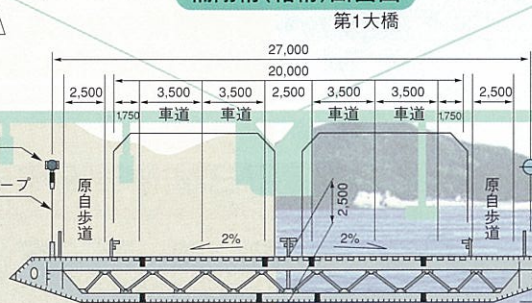
Step 6. ハンガーロープの架設



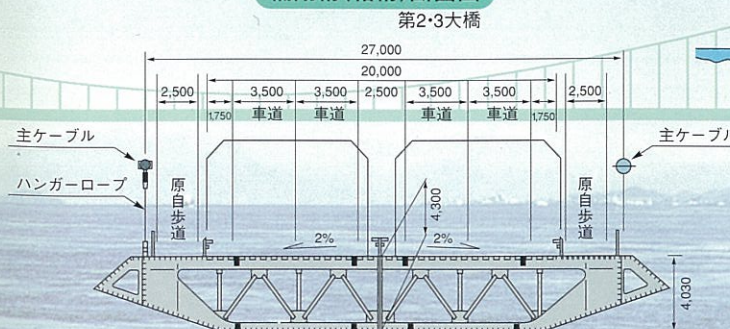
Step 7. ケーブル工事完成



補剛桁(箱桁)断面図



補剛桁(箱桁)断面図



KURUSHIMA BRIDGE

## 西瀬戸自動車道の概要

西瀬戸自動車道は、尾道市で一般国道2号バイパスから分岐し、向島、因島、生口島、大三島、伯方島、大島、馬島などの総計約11万人の人口を有する大小9つの島々を結び、今治市で一般国道196号に連結する自動車専用道路です。さらに、高規格幹線道路の今治・小松自動車道、そして四国縦貫自動車道に連結します。西瀬戸自動車道の総延長は約60kmで、海峡をまたぐ橋は10橋あり、そのうち5橋は吊橋です。

この路線の建設事業は、昭和48年の総需要抑制策による着工凍結ののち、地域開発橋として逐次開発が進められています。

愛媛県側については、すでに供用中の大三島橋と伯方・大島大橋によって越智三島(大三島、伯方島、大島)が結ばれています。

さらに、昭和62年12月に来島大橋を含む大島～今治間約19kmの事業化が認められ、昭和63年度より基本設計、試験工事、漁業補償などを行い平成2年9月から本格着工し、平成10年度完成の予定です。

広島県側は、平成3年12月に生口橋が供用開始され、向島・因島・生口島が本州と陸つづきになっています。

県境に架かる多々羅大橋は、平成2年8月、また新たに架橋する新尾道大橋は、平成5年7月にそれぞれ起工式をおこない、完成は来島大橋と同時期になる予定です。



### 本州四国連絡橋公団 第三建設局 今治工事事務所

〒794 愛媛県今治市天保山町2丁目5番地1  
Tel.(0898)23-5960 Fax.(0898)22-4490



### 新日鐵・神鋼来島大橋ケーブル工事 特定建設工事共同企業体

〒799-21 愛媛県今治市波止浜字高部下11-24  
Tel.(0898)43-1555 Fax.(0898)43-1560

#### 構成会社

#### 新日本製鐵株式會社

本社：〒100-71 東京都千代田区大手町2-6-3(新日鐵ビル) Tel.(03)3242-4111(代)

#### 神鋼 神戶製鐵所

本社：〒651 神戸市中央区臨浜町1丁目3-18 Tel.(078)261-5111