

## 世界の長大橋の建設概況

### 本州四国連絡高速道路(株)長大橋技術センター

日本においては長大橋の建設は一段落した感があるが、海外、特に中国を始めとするアジアでは、長大橋の建設が盛んに進められている。その中には、中央支間 1,000 m を超える吊橋や、世界初となる中央支間 1,000 m を超える斜張橋も含まれている。

本報では、これまでの長大橋（吊橋，斜張橋）の建設の歴史を振り返るとともに、最近完成した橋梁，まもなく完成する建設中の橋梁について概要を紹介する。

キーワード：吊橋，斜張橋，長大橋

### 1. はじめに

日本において長大橋の建設は一段落した感があるが、海外において、特に中国をはじめとするアジアでは中央支間 1,000 m を超える吊橋や中央支間 500 m を超える斜張橋の建設が盛んに行われている。

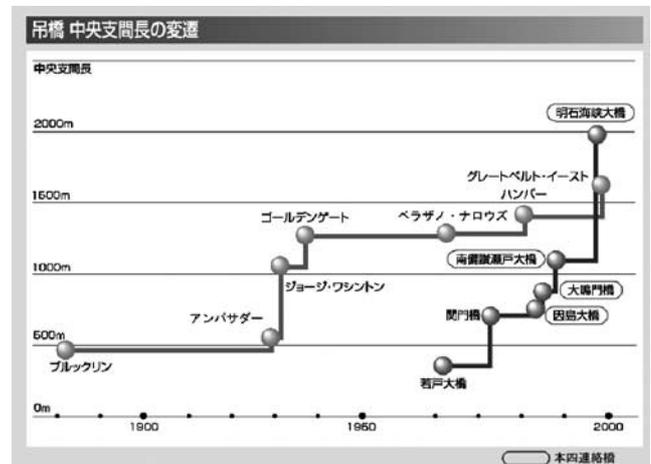
本稿では、これまで行ってきた公表文献等による国内外の長大橋プロジェクトに関する技術情報の収集・整理・分析・発信<sup>1)</sup>を基にして、これまでの長大橋（吊橋，斜張橋）建設の歴史を振り返るとともに、最近完成した橋梁，まもなく完成する橋梁について紹介する。興味のある方は、出典を記載しているので、ぜひそちらを読んでいただきたい。

### 2. これまでの長大橋の変遷

#### (1) 吊橋

長大橋を代表する吊橋は 19 世紀後半から長大化が進んできた。鋼を使用した近代的な吊橋のブルックリン橋を最初として、これまでの吊橋の中央支間長の記録の変遷を図—1 に示す。図—1 に示す中央支間長の記録を更新した橋梁を以下に示す。

- ①1983：Brooklyn〔ブルックリン〕橋（486 m），アメリカ
- ②1929：Ambassador〔アンバサダー〕橋（563.9 m），アメリカ・カナダ国境
- ③1931：George Washington〔ジョージ・ワシントン〕橋（1,067 m），アメリカ
- ④1937：Golden Gate〔ゴールデンゲート〕橋



図—1 吊橋の中央支間長記録の変遷

（1,280 m），アメリカ

- ⑤1964：Verrazano-Narrows〔ベラザノ・ナロウズ〕橋（1,298 m），アメリカ
- ⑥1981：Humber〔ハンバー〕橋（1,410 m），イギリス
- ⑦1998：明石海峡大橋（1,991 m），日本

上記の変遷を振り返ると、吊橋の長大化は初期から 20 世紀の中頃までは主にアメリカで行われてきた。その後の 20 世紀後半では、ヨーロッパにおいても長大吊橋が建設されており、世界記録にはなっていないが、1998 年にデンマークで現在世界第二位の Great Belt East 橋（1,624 m）が完成している。また、日本でも本四連絡橋の建設において長大吊橋が次々と建設され、現時点で世界一の明石海峡大橋の完成に至っている。

吊橋の中央支間長の順位（2008.4.20 時点）を、着

表—1 吊橋の中央支間長記録の順位

順位	橋名	最大支間長(m)	国名	竣工(西暦)	備考
1	明石海峡大橋	1,991	日本	1998	
2	舟山西候門(シーホーメン)大橋	1,650	中国(工事中)	2008(予定)	
3	グレートベルト・イースト橋	1,624	デンマーク	1998	
4	光陽大橋	1,545	韓国(工事中)	2012(予定)	
5	潤揚(ルンヤン)長江公路大橋	1,490	中国	2005	
6	ハンバー橋	1,410	イギリス	1981	
7	江陰(チャンイン)長江大橋	1,385	中国	1999	
8	青馬(チンマ)橋	1,377	中国	1997	道鉄併用橋
9	ベラザノ・ナロウズ橋	1,298	アメリカ	1964	
10	ゴールデンゲート橋	1,280	アメリカ	1937	
11	陽邏(ヤンルー)長江大橋	1,280	中国	2007	
12	ヘガクステン橋(ハイ・コースト橋)	1,210	スウェーデン	1997	
13	マキノ橋	1,158	アメリカ	1957	
14	黃埔(ワンポア)珠江大橋(南橋)	1,108	中国(工事中)	2008(予定)	
15	南備讃瀬戸大橋	1,100	日本	1988	道鉄併用橋
16	ファティール・スルタン・メハメット橋(第2ボスポラス橋)	1,090	トルコ	1988	
17	貴州壩陵河(パリンヘ)橋	1,088	中国(工事中)	2010(予定)	
18	泰州(タイチョウ)長江大橋	1,080	中国(工事中)	2011(予定)	4径間吊橋
19	第1ボスポラス橋	1,074	トルコ	1973	
20	ジョージワシントン橋	1,067	アメリカ	1931	
21	来島海峡第三大橋	1,030	日本	1999	
22	来島海峡第二大橋	1,020	日本	1999	

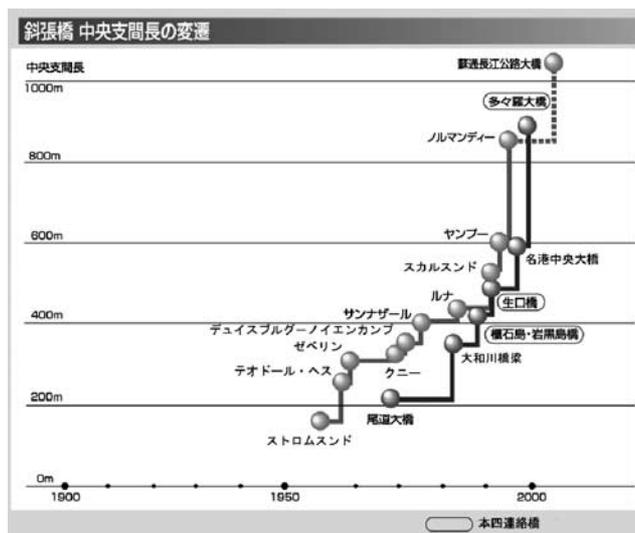
■は本四連絡橋

工している橋も含めて表—1に示す。完成時に世界記録とはなっていないが、20世紀末期から中国において長大吊橋の建設が続いている。

(2) 斜張橋

斜張橋は、吊橋よりやや遅れて、20世紀に入ってから橋梁技術・計算技術が進歩するのに伴い、飛躍的に中央支間長が長大化した橋梁形式である。最初の近代斜張橋と言われるストロムスンド橋を最初として、これまでの斜張橋の中央支間長の記録の変遷を図—2に示す。これらの中央支間長の記録を更新した橋梁を以下に示す。

- ①1955：Strousund〔ストロムスンド〕橋(183m)，スウェーデン
- ②1957：Theodor Heuss〔テオドール・ヘス〕橋(260m)，ドイツ
- ③1959：Cologne-Severin〔セヴェリン〕橋(302m)，ドイツ
- ④1969：Knie〔クニー〕橋(319m)，ドイツ
- ⑤1971：Duisburg-Neuenkamp〔デュイスブルク・ノイエンカンフ〕橋(350m)，ドイツ
- ⑥1975：St.Nazaire〔サンナザール〕橋(404m)，フランス
- ⑦Ingeniero-Carlas-Fernandez-Casado〔ルナ〕橋



図—2 斜張橋の中央支間長記録の変遷

- (440m)，スペイン
  - ⑧1991：Skarnsundet〔スカルスンド〕橋(530m)，ノルウェー
  - ⑨1993：楊浦〔Yangpu〕大橋(602m)，中国
  - ⑩1995：Normandie〔ノルマンディー〕橋(856m)，フランス
  - ⑪1999：多々羅大橋(890m)，日本
- 上記の変遷を振り返ると、斜張橋の発展は初期から20世紀の中頃までは主にドイツで行われてきており、

表一 2 斜張橋の中央支間長記録の順位

順位	橋名	最大支間長 (m)	国名	竣工 (西暦)
1	蘇通 (ストーン) 長江公路大橋	1088	中国	2008 (予定)
2	昂船洲 (ストーンカッターズ) 橋	1018	中国 (工事中)	2008 (予定)
3	鄂東 (エドン) 長江大橋	926	中国 (工事中)	2010 (予定)
4	多々羅大橋	890	日本	1999
5	ノルマンディー橋	856	フランス	1995
6	仁川国際空港第二連絡橋	800	韓国 (工事中)	2009 (予定)
7	上海長江大橋	730	中国 (工事中)	2008 (予定)
8	南京長江第三大橋	648	中国	2005
9	南京長江第二大橋	628	中国	2001
10	舟山金塘 (チンタン) 大橋	620	中国 (工事中)	2008 (予定)
11	武漢白沙洲 (パイシャチョウ) 長江大橋	618	中国	2000
12	青州閩江 (ミンチャン) 大橋	605	中国	2001
13	楊浦 (ヤンプ) 大橋	602	中国	1993
14	名港中央大橋	590	日本	1998
15	徐浦 (スプ) 大橋	590	中国	1997
16	舟山桃夭門 (タオヤオメン) 大橋	580	中国	2003
17	リオン・アンティリオン橋	560	ギリシャ	2004
18	カン・トー橋	550	ベトナム (工事中)	2008 (予定)
19	スカルスンド橋	530	ノルウェー	1991
20	汕頭宕石 (タンシ) 大橋	518	中国	1999
21	鶴見つばさ橋	510	日本	1994

■は本四連絡橋

その後、20世紀後半ではヨーロッパ各国、中国、日本と広く建設が行われていることがわかる。

斜張橋の中央支間長の順位 (2008.4.20 時点) を、着工している橋も含めて表一 2 に示す。斜張橋においても、完成時に世界一であった楊浦 (ヤンプ) 大橋を始めとして、中国において建設が盛んである。

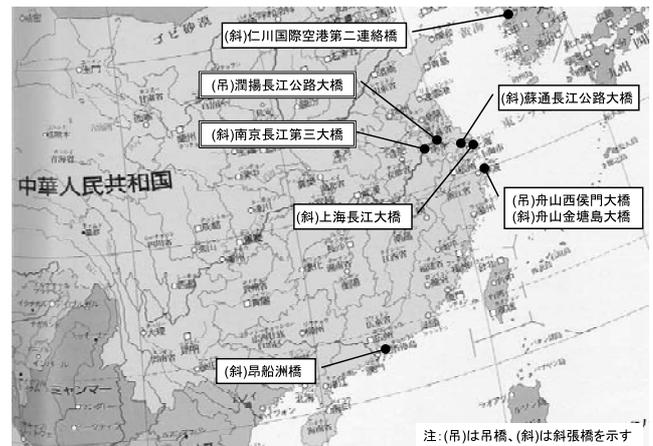
### 3. 近年完成した長大橋

#### (1) 概要

本章では、近年完成した主な長大吊橋、斜張橋について概要を紹介する。2章で示したように、21世紀に入って、世界、特に中国で長大橋の完成が続いており、吊橋より中国の潤揚長江公路大橋を、斜張橋より中国の南京長江第三大橋およびギリシャのリオン・アンティリオン橋を紹介する。中国の橋梁の位置については図一 3 に示す。

#### (2) 潤揚長江公路大橋 (中国)<sup>2)</sup>

潤揚長江公路大橋のプロジェクトは、長江を渡り江蘇省鎮江と揚州を結ぶ高速ネットワーク路線の重要な位置を占めるものである (図一 3)。潤揚長江公路大橋およびそのアプローチは全長 35 km に及び、設計速度 100 km/h の 6 車線で設計された。潤揚長江公路大橋は中央支間長 1,490 m の単径間吊橋であり、桁下



図一 3 東アジア架橋位置図

の航路高は、50,000 トン級の貨物船の通行が可能のように 50 m が確保されている。主塔形式は、鉄筋コンクリート製の門型で、塔高は 217 m である。

本プロジェクトの総工費は約 57 億元であり、内吊橋部工費は約 30 億元とのことである。工事は 2000 年 10 月に着工し、2005 年 3 月に完成、同年 4 月に開通した。

#### (3) 南京長江第三大橋 (中国)<sup>3)</sup>

南京長江第三大橋は建設中の上海-成都国道幹線道路の一部であり、すでに完成している南京長江大橋の上流約 19 km に位置している (図一 3)。本橋の中央

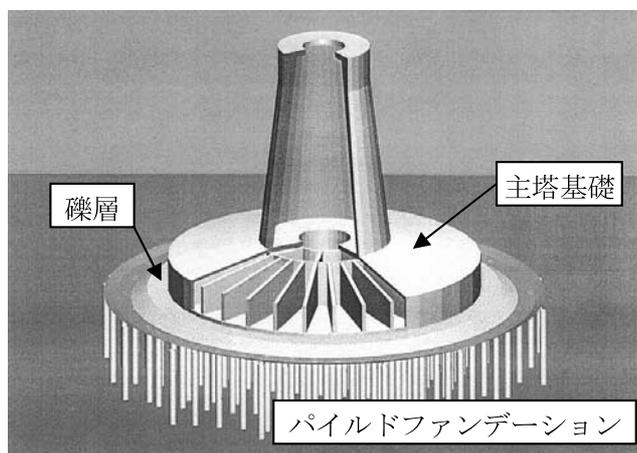
支間長は 648 m で、2005 年 10 月 7 日の完成時点において世界第三位の長大斜張橋である。

#### (4) Rion-Antirion [リオン・アンティリオン] 橋 (ギリシャ)<sup>4)</sup>

リオン・アンティリオン橋は、ギリシャ西部にあるコリントス湾口のバルカンリオンとペロポネソス半島のアンティリオンをつなぐ位置 (図—4) に架けられている全長 2,252 m の 5 径間連続斜張橋 (286 + 3@560 + 286) である。本橋の特徴は基礎にあり、図—5 に示すようにパイルドファンデーション (鋼管杭による地盤補強) 工法により補強された地盤の上に、礫層のならしを設けて、その上に塔基礎が設置されている。塔基礎と杭は固定されてなく、塔は礫層をクッションとし、地震時には礫層上をスライディングしたり、浮き上がったりで、地震力の低減を図っている。



図—4 リオン・アンティリオン橋架橋位置



図—5 リオン・アンティリオン基礎のイメージ

## 4. 建設が進められている長大橋

### (1) 概要

本章では、現在建設が進められており、近々完成予定の長大橋より、情報が得られている中国の橋 5 橋と韓国の橋 1 橋を紹介する。橋梁位置は図—3 に示すとおりである。そのほかにも、中国の黃埔珠江大橋 (南橋) が 2008 年 (表—1)、ベトナムのカン・トー橋が 2008 年 (表—2) に開通が予定されている。カン・トー橋においては、2007 年 9 月 26 日に建設中の橋の取付ランプ橋の一部が崩落する事故が起きており、その影響が懸念される<sup>5)</sup>。

### (2) 蘇通長江公路大橋 (Sutong Yangtze River Highway) (中国)<sup>2)</sup>

蘇通長江公路大橋は、江蘇省蘇州と南東を結ぶ高速道路の一部をなすもので、沿海大通路が長江と交わる位置に建設中の橋梁である。主橋梁である斜張橋は橋長 2,044 m、中央支間長は 1,088 m で供用中だけでなく、建設中の斜張橋まで含めて世界最長である (図—6)。この中央支間により 50,000 トンクラスの船舶が同時に往復航行することが可能となる 891 m の航路幅、62 m の航路高が確保されている。本橋は地盤条件からアンカレイジの施工が困難なために、吊橋形式が断念され、斜張橋となったとのことである。この橋梁の幅員構成は片側 3 車線、設計速度は 100 km/h である。建設は、2003 年 6 月に始まり、2008 年に開通の予定である。HP の広報では、現在供用前のイベント等を実施しているとのことである。この斜張橋部の工事費は、29 億元と報告されている。



図—6 蘇通長江公路大橋完成予想図 (パンフレットより)

### (3) 昂船洲 (Stonecutters) 橋 (中国)<sup>6)</sup>

ストーンカッターズ橋は九龍側シャティン地区とラントオ島にある香港国際空港を結ぶ 8 号幹線道路の一部であり、シャティン地区とチンイ島の間に位置する。

その橋長は 1,596 m、中央径間長は 1,018 m であり、完成後は、多々羅大橋を上回る規模のスパン長を有する斜張橋になる（図一七）。架橋地点は、世界有数のコンテナ・ターミナルに隣接しており、大型船舶が頻繁に往来することから、桁下高さは 72 m が確保されている。



図一七 ストーンカッターズ橋完成予想図

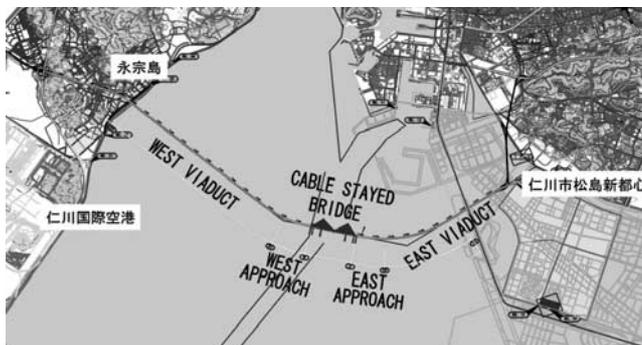
本橋の主塔の上部構造は特徴的であり、斜張ケーブルが定着される部分は、斜張ケーブル定着鋼製部材と鉄筋コンクリートで構成された複合断面をさらにステンレス板で被覆している。本橋の主桁は、中央径間部分は鋼構造であり、両側の側径間部分はコンクリート構造となっており、橋梁全体のバランスが保たれるように設計されている。また、断面は片側 3 車線道路用の桁が上下線に分離した 2 箱桁形式で中央径間部では 18 m ごとに横桁で連結される構造となっている（写真一 1）。



写真一 1 建設中のストーンカッターズ橋

#### (4) 仁川国際空港第二連絡橋（韓国）<sup>7)</sup>

仁川国際空港第二連絡橋は空港のある永宗島と松島自由経済特区を結ぶ全長約 12 km の海上橋梁である（図一八）。航路が幅 625.5 m、高さ 74.0 m で設定されているため、主橋梁部は橋長 1,480 m、中央支間長 800 m の 5 径間連続斜張橋で、現在建設が進められている（図一九）。完成予定は 2009 年であり、完成時には世界第 5 位の長大斜張橋になる予定である。この橋梁の幅員構成は片側 3 車線で、設計速度は 100 km/h である。設計にあたり、設計風荷重は 100 年再現期待値を用いており、地震荷重は 1,000 年の再現期待値より応答加速度が設定されている。



図一八 仁川国際空港第二連絡橋位置図



図一九 仁川国際空港第二連絡橋完成予想図

本橋の主塔は高さ約 240 m で、逆 Y 型の鉄筋コンクリート構造である。桁は、幅約 36 m、高さ 3 m の非常にスレンダーな 6 角形箱桁が用いられている。

#### (5) 上海長江大橋

上海長江大橋は、浦東から長江以北地域を結ぶ大プロジェクト「上海長江トンネル・橋梁（崇明渡河ルート）工事」の一部として建設が進められており、2009 年 6 月開通が目標とされている。

#### (6) 舟山西候門大橋・舟山金塘大橋（中国）<sup>8)</sup>

舟山西候門大橋および舟山金塘大橋は、中国最大の水揚げ高を誇る舟山本島と本土側の発展著しい寧波市

を結ぶ総延長約 50 km の舟山大陸連島架橋に含まれる長大橋である。このプロジェクトは、往復 4 車線、設計速度 60 km/h の道路として進められている。舟山西候門大橋は舟山本島と金塘島の間に建設されており、その中央支間は 1,650 m で、供用・建設中の橋を含めて世界第二位の吊橋である。また、舟山金塘大橋は金塘島と寧波市の間に建設されており、その中央支間長は 620 m で、斜張橋として世界第十位の大きさである。両橋とも 2008 年完成の予定で建設が進められている。

## 5. まとめ

本報では、これまでの吊橋、斜張橋の中央支間長の記録の変遷を振り返るとともに、現在のこれらの橋の建設の状況について概括した。

初期の発展は、吊橋はアメリカ、斜張橋はドイツで行われ、それらの技術が 20 世紀後半には日本およびヨーロッパに引き継がれ、長大橋の建設が行われた。さらに 20 世紀末から 21 世紀にかけて長大橋は吊橋・

斜張橋とも中国をはじめとするアジアで建設が盛んに進められている。中国は地形的に大河川を有しており、今後も建設が続くことが予想される。

今後もそれらの長大橋の情報について、引き続き収集、発信を継続していくこととしている。新しい長大橋の情報をお持ちであれば、当方の HP より教えていただければ幸いである。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 本四高速(株)：長大橋 NEWS レター、1999.6～
- 2) 井上学・越後滋・齊藤豪・宋華文・藤井義法・森園康之：最近の中国における長大橋梁、橋梁と基礎 (2005.9)
- 3) 山崎康嗣・沈赤・池田虎彦・林鳴・婁学全：南京長江第三大橋—中国最初の鋼製主塔を有する長大斜張橋—、橋梁と基礎 (2006.2)
- 4) 大淵智弘：世界的に大規模な特殊基礎 リオン・アンティリオン橋、基礎工 (2006.1)
- 5) ベトナムのカン・トゥ橋崩壊で 50 名犠牲に、高速道路と自動車 (2008.2)
- 6) 山本茂治・花田紀明・山根薫・川井晴至：香港ストーンカッターズ橋建設工事 世界最大級の中央径間を持つ斜張橋、土木施工 (2007.12)
- 7) 申鉉禧・梁鐘護・中村仁司・工藤浩・廣井英智・岩木淳：韓国・仁川国際空港第二連絡橋 (仁川大橋) 斜張橋部の設計 ～主桁およびケーブルの設計～、橋梁と基礎 (2008.2)
- 8) 沈赤：舟山群島・大陸連絡橋プロジェクト—中国長大橋梁建設状況の紹介—、橋梁と基礎 (2008.4)

# 大口径岩盤削孔工法の積算

——平成 20 年度版——

## ■内 容

平成 20 年度版の構成項目は以下のとおりです。

- (1) 適用範囲
- (2) 工法の概要
- (3) アースオーガ掘削工法の標準積算
- (4) ロータリー掘削工法の標準積算
- (5) パーカッション掘削工法の標準積算
- (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算
- (7) 建設機械等損料表
- (8) 参考資料

● A4 判／約 240 頁 (カラー写真入り)

## ●定 価

非会員：5,880 円 (本体 5,600 円)

会 員：5,000 円 (本体 4,762 円)

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

沖縄県 340 円 (但し県内に限る)

●発刊 平成 20 年 5 月

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>