1. 吊橋の歴史と展望

1.1 吊橋の起源

現代日本の長大吊橋の発展は，本州四国連絡橋に代表されるように世界の最先端を行くまでに急激にめざましく進歩してきており，世界最長支間の明石海峡大橋も数年後の完成を目指して順調に進んでいる．

しかし，吊橋の起源は非常に古く，人類の歴史とともに始まっていると言っても過言ではない．というのは，今なお，原始時代と同様な生活をしているパプアニューギニアの原住民やアフリカのピグミー族は藤や蔓などの天然の素材を用いた吊橋を架設し利用している（**写真-1.1.1**，**写真-1.1.2**）．

猿の群れが谷を渡るときに造るモンキーブリッジ，すなわち両岸の樹木の間に猿の鎖を造り，その上を他の猿が渡っていく光景は人が谷を渡るヒントとなったであろうし，天然のロープを渡して対岸へぶら下がりつつ渡ることは人類の初めから行われていたように思われる．また，ロープを２本張り渡し，簡易な床を設けて渡ることも考え出されるようになり，さらに３本のロープを張り渡し上側の２本を手でつかみ，下の１本の上を渡って行く方法（**図-1.1.1**）も現れ，時代の流れとともにより容易に渡るための様々な工夫が加えられて，吊橋と呼ばれ得るような構造に発展していったものと考えられる．

吊橋の歴史を示す文献によれば，藤・蔓などの天然素材を用いた原始的な吊橋の次に，竹索橋と呼ばれる吊橋がBC 250年頃から中国やインドのカシミール地方に造られていたという．

鉄鎖を用いた吊橋は，中国ではBC 200年頃陝西省に架けたとの説があるが，鉄鎖を最初に吊橋に利用したのは，インダス河上流のカシミール地方であり，玄奘三蔵の「大唐西域記」に記録が残されていると言う．

一方，日本では祖谷のかずら橋や葛飾北斎の浮世絵に描かれた吊橋が昔からのものとして知られている．その他，信濃，飛騨，阿波などの諸国の深い渓谷に多く見られたようである．

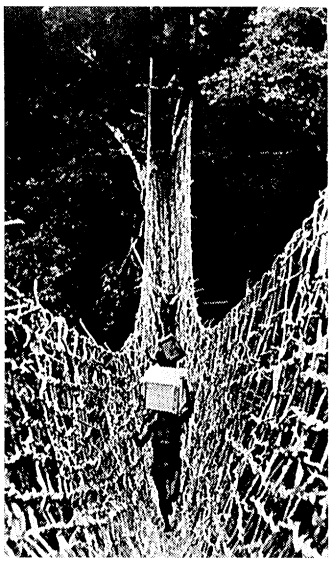

写真-1.1.1 ピグミー族の吊橋
（川田忠樹：吊橋の文化史）

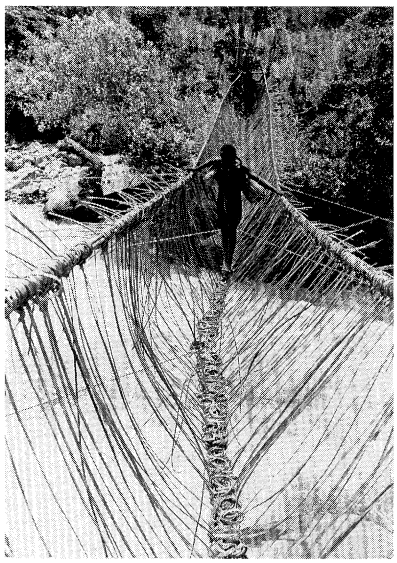

写真-1.1.2 ニューギニア高地人の吊橋
（提供：藤木高嶺）

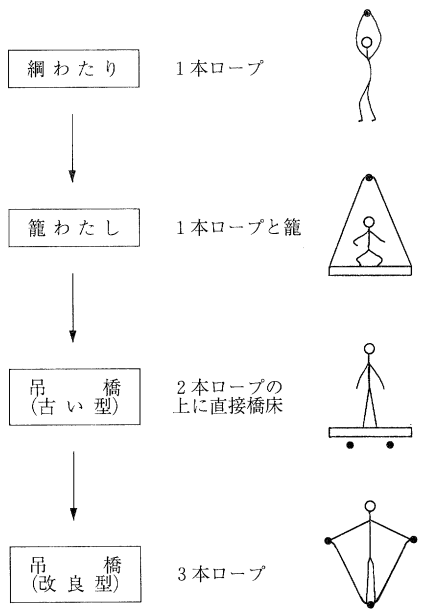

図-1.1.1 原始的吊橋の移り変わり

このように吊橋は各種の橋梁形式のうち最古の歴史を有するもののひとつとして，人々に親しまれてきたといえよう．

1.2 近代吊橋の誕生

前述したように，吊橋の起源は中国やインドを中心としたアジアであった．

ヨーロッパでは16世紀になって初めて，軍事目的の応急橋として繊維ロープを使った吊橋が登場してくる．

1617年に出版された「新しい機械」(Machinae Novae) には，「鉄の橋」(Pons Ferreus) としてアイバー状のリンクを鎖状につないだ吊形式の橋が紹介されているが，いわゆる近代吊橋の誕生は，吊橋構造の発展と，材料としての鉄の生産が本格化する18世紀になってからである．

17世紀初頭，イギリスでコークスが発明され，さらに18世紀後半にはパドル炉が発明されて，ようやく大量の錬鉄が生産されるようになった．そうした時代背景の中，鉄のチェーンを用いた吊橋が建設されるようになった．1734年プロシャのOder河に架けられた吊橋，1741年イギリスのTees川をまたぐ吊橋などがそれである．

近代吊橋の原型となるものは，1801年アメリカのFinleyによって建設されたJacob's Creek橋（21.3 m）である(**写真-1.2.1**)．その大きな特長は，トラス形式の補剛桁を取り付けることによって荷重を吊材で分配し，ケーブルの過度の変形を抑制し吊橋構造に剛性を与えたことである．その後，いわゆるFinley型吊橋は北アメリカ内で40橋以上建設されている．

一方，イギリスにおける近代吊橋と呼ぶにふさわしいものは，1820年アイバー・チェーンの発明で有名なBrownによるUnion橋（137 m），さらには1826年Telfordによる当時世界最長のMenai Straits橋（177 m）が挙げられる(**写真-1.2.2**)．この二人は，この時代のイギリスの近代吊橋発展に大いに貢献した人物である．特に，Menai Straits橋は幾度かの改修を経て，160年以上経った今日も現存している．また，Brunelによって設計され，彼の死後1864年に完成したClifton吊橋（214 m）もBristol近くにほぼ原形に近い形で残されている．

19世紀前半の，アメリカ，イギリスの動向に刺激されて，ヨーロッパ大陸においても近代吊橋史上注目すべき出来事があった．1820年代にフランスのSeguin兄弟が，従来のチェーン・ケーブルの代わりに，初めてワイヤー・ケーブルを使用した吊橋を建設し，それ以後，フランスではワイヤー吊橋の建設ラッシュとなったのである．そして現代吊橋への橋渡しともなるワイヤー・ケーブルの空中架線法の原形が，フランスのVicatによって考案された．

Finley以後のアメリカに，ヨーロッパで開発されたワイヤー・ケーブルの吊橋を導入したのは，Elletであった．1842年にはSchuylkill River橋（109 m），1849年には当時としては世界一のWheeling橋（303 m）を完成させたのであるが，5年後にこの世界一の吊橋は風による振動で落橋してしまった．

そして登場してくるのが，近代吊橋史上最も高名なJohn Roeblingである．1855年道路鉄道併用橋として有名なNiagara橋（251 m）を，1867年には当時世界最大支間のCincinnati橋（322 m）を完成させた．そして，20世紀の本

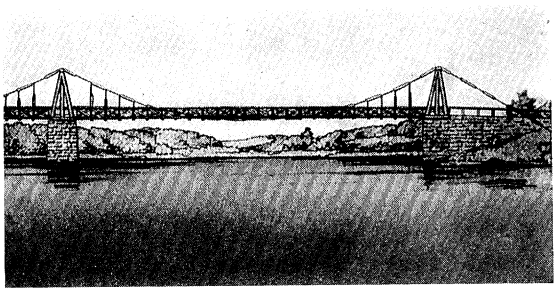

写真-1.2.1 Jacob's Creek橋(カラム，No. 35)

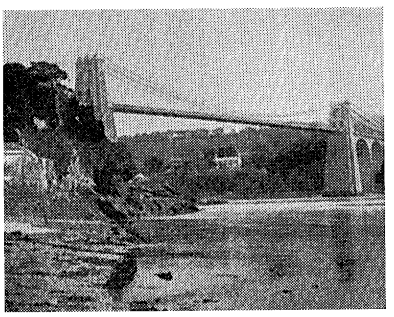

写真-1.2.2 Menai Straits橋(平井敦：鋼橋Ⅲ)

格的な長径間吊橋時代への幕開けとなる Brooklyn 橋（487 m）の設計を終えたところで他界してしまうのであるが，その息子である Washington Roebling によって引き継がれ 1883 年に完成させている（**写真-1.2.3**）．この橋は，ワイヤーとして初めて亜鉛メッキした鋼を使用した本格的なものであるが，主塔はまだ従来と同様石造であり鋼になるのは 20 世紀になってからである．

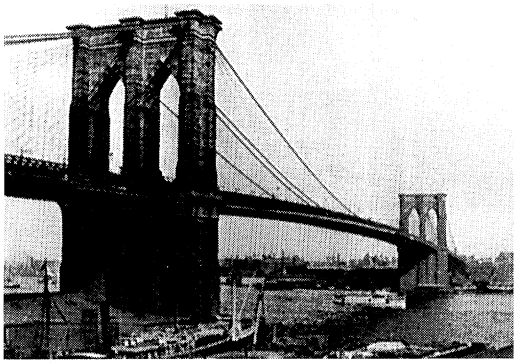

写真-1.2.3 Brooklyn 橋（川田忠樹：吊橋の文化史）

1.3 海外における吊橋の発展

20 世紀前半は，アメリカの吊橋黄金時代であった．

19 世紀後半発展した弾性理論を明確な形で見ることのできる最後の吊橋 Williamsburg 橋（488 m）が，1903 年 East 河に開通した．また，この橋は鋼製主塔を最初に採用した吊橋としても知られている．しかし，この橋は，非常に重厚な感じを見る者に与え，この反動からかこれ以後の吊橋はスレンダーさが追求されていくことになる．

East 河第 3 番目の吊橋として，Moisseiff の設計による Manhattan 橋（448 m）が，1909 年に開通した．この橋は，たわみ理論を適用して設計された最初の吊橋であり，吊橋の発展の歴史において非常に重要な意味を有する．たわみ理論では，活荷重載荷時の変形状態下での釣合いを考えており，補剛桁の剛性が小さい場合たわみは増大するが，発生するモーメントは小さくなる．また，Manhattan 橋は，たわみ理論の採用以外にも，クリーパークレーンによる主塔架設，自走式ケーブルラッピングマシンといった新しい施工法も導入された．

以後，たわみ理論を背景として吊橋の支間は長大化していき，まず 1926 年に Benjamin Franklin 橋（533 m）が最初に支間 500 m を超え，さらにその 5 年後の 1931 年には George Washington 橋（1 066 m）が完成し支間 1 000 m を超えることになる．George Washington 橋は，Ammann の設計によるものであり，竣工当時は無補剛吊橋として完成した（現在はトラスで組まれている）．

George Washington 橋に続き，1936 年に Moisseiff による Oakland Bay 橋（704 m）が，また，1937 年には Strauss による Golden Gate 橋（1 280 m）が完成し，アメリカにおける吊橋は絶頂期を迎えていた．

完成後 27 年間にわたり最長支間を誇った Golden Gate 橋は，補剛トラスの桁高と支間長の比が 1/168 と極端にスレンダーな吊橋であり，完成当時の補剛トラスは各々のケーブル面下の鉛直面材と橋床下の水平面材から構成される 3 面トラス構造であった（現在は，下横構が付加された 4 面トラス構造となっている）．

たわみ理論の忠実な適用の結果，1939 年の Bronx Whitestone 橋（701 m），1940 年の Tacoma Narrows 橋（853 m）のようなプレートガーダーを補剛桁とする吊橋が誕生するに至った．特に，Tacoma Narrows 橋は，桁高と支間長の比が 1/350 と非常に小さいものであるうえ，補剛桁には横構が 1 本入っているだけでねじれ剛性は著しく低かった．

1940 年 7 月に竣工した当時世界第 3 位のスパンを誇る Tacoma Narrows 橋は，開通して間もなく風で揺れやすいことが判明した．そして，竣工後 4 か月を経た 1940 年 11 月 7 日，この橋は設計風速よりかなり低い風速下で崩壊という悲劇を迎えることになった．この事故により，吊橋の設計における空気力学的問題が認識され，実験的・理論的な研究が行われた．それらの研究成果をふまえて，桁高 10 m のトラス補剛桁を有する New Tacoma Narrows 橋として，1950 年に再建された．

New Tacoma Narrows 橋以後のアメリカの長大吊橋にはトラス補剛桁が採用され，アメリカ式と呼ばれる伝統的形式となり，世界の長大吊橋の主流となっていった．

1957 年には，Steinman の設計による Mackinac 橋（1 158 m）が完成し，可撓性主塔を解析的に扱った最初の吊橋として知られている．

Golden Gate 橋の支間を超える吊橋として，Verrazano Narrows 橋（1 298 m）が New York 港の入口に 1964 年完成した．Ammann の設計によるこの橋は，桁高と支間長の比が 1/178 であり，New Tacoma Narrows 橋や，Mackinac 橋に比べてスレンダーであった．

1969 年に完成した Newport 橋（488 m）では，主ケーブルの架設に従来のエアスピニング工法（AS 工法）に代わって平行線プレハブストランド工法（PS 工法）が初めて採用された．このことは非常に大きな技術革新であった．

1950 年代まで，500 m を超える長大吊橋はすべてアメリカで建設されていたが，1959 年にフランスに完成した Tancarville 橋（608 m）を契機に，ヨーロッパにおいても長大吊橋の建設が盛んになった．主塔が鉄筋コンクリート製であることや，ロープ・ケーブルを使用している点で，アメリカの吊橋にはない特徴を有している．

1964 年には，スコットランドに Forth Road 橋（1 006 m）が完成し，アメリカ以外で初めて 1 000 m を超える吊橋となった．

1966 年には，ポルトガルに 4 月 25 日橋（DE-VINTE-E-CINCO-DE-ABRIL 橋，1 014 m）が完成したが，設計，施工ともにアメリカの会社が担当しており，アメリカの吊橋技術によるものであった．

1966 年には，イギリスに Severn 橋（988 m）が完成し，補剛桁の設計と吊材形状にこれまでにない新しいアイデアが採用された．補剛桁形式に Tacoma Narrows 橋の落橋以後採用されてきたアメリカ式のトラスに代えて桁高 3 m の箱桁を採用している．桁高と支間長の比は 1/324 であり旧 Tacoma Narrows 橋の 1/350 に近いが，耐風安定性は，流線形断面およびねじれ剛性の大きな幅広箱桁の採用により解決されている．

また，従来の鉛直ハンガーに代えて斜めハンガーを採用することで，補剛桁の鉛直振動を減衰させる機能を期待したようだが，竣工から十数年後に，斜めハンガーの破断，補剛桁溶接部のクラックなどの損傷が発生し補修された．

その後，イギリス式とも呼ばれる流線形箱桁断面を採用した吊橋は，1970 年完成の Little Belt 橋（600 m），1973 年完成の Bosporus 橋（1 074 m）と次々に続き，ヨーロッパを中心として長大吊橋の主流となっていくこととなる．

そして，1981 年にイギリスで Humber 橋（1 410 m）が完成した．支間長は，現在のところ完成している吊橋の中では世界最長である．流線形箱桁断面および斜めハンガーが採用されていること，主塔が鉄筋コンクリート製であること，側径間長が 280 m，530 m と非対称であることでも知られている．

現在，1997 年の完成を目指して Great Belt East 橋（1 624 m）がデンマークに建設中である．この橋でも箱桁断面とともに鉄筋コンクリート製の主塔が採用されている．また，補剛桁を連続構造にし主塔位置で橋軸直角方向のみを固定し桁端に油圧バッファを配置し橋軸方向の移動を制御している．

1.4 日本における吊橋の発展

日本において，祖谷のかずら橋のような原始的な吊橋を超えて，現代の吊橋につながる吊橋として最初に建設されたものが山里の吊橋（**写真-1.4.1**）[15]である．山里の吊橋は，1870 年（明治 3 年）に建設された支間長 73 m の単径間吊橋で，石と煉瓦で造られた主塔，錬鉄製のワイヤーを束ねたケーブルを用いていた．建設はイギリス人 Waters の手によるもので，日本で最初の鉄製の吊橋として，皇居内の山里の御庭（現：吹上御園内）に架けられたが，1884 年新宮殿造営計画により解体され 14 年の短い命を終えた．しかし，1875 年，福島に建設された十綱橋は山里の吊橋を研究して架けられたものとされており，山里の吊橋は場所を変えて引き継がれたとも言えよう．

純粋に日本人の手による最初の近代的吊橋というものは定義が難しいが，勝山橋（1916 年，93 m）の名前が挙げられよう．同年に架設された美濃橋（113 m，**写真-1.4.2**）は現在も歩道橋として使用されており，国内で現存する最古の吊橋ではないかと思われる．その後，大正から昭和の初期にかけて次々に吊橋が建設された．1921 年には日本最初の 2 径間吊橋である紅葉橋が建設された．当時は補剛桁に木製のトラスを用いることが珍しくなく，仁淀橋（1921 年，86 m）などがその例である．珍しい形式の吊橋として，日本で初めて自定式の吊橋，清洲橋[22),23)]（91 m，

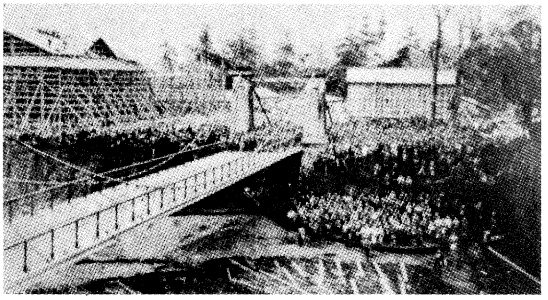

写真-1.4.1 山里の吊橋((社)日本橋梁建設協会編：日本の橋)

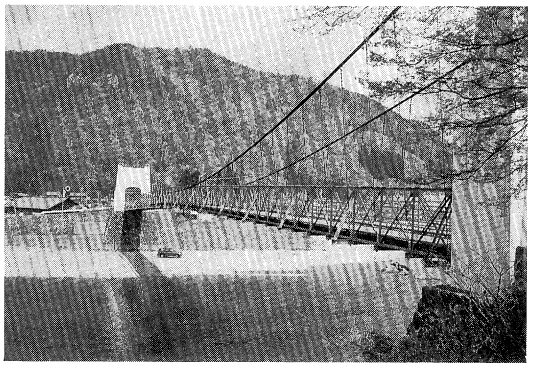

写真-1.4.2 美濃橋

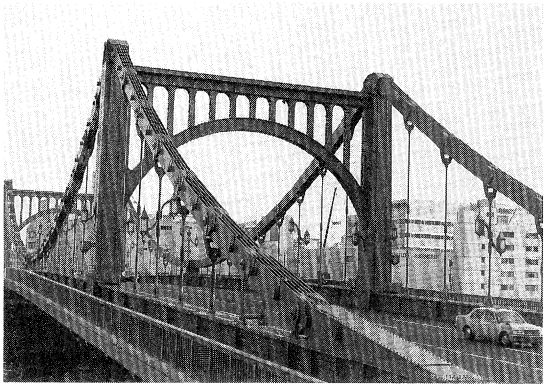

写真-1.4.3 清洲橋(提供：東京都)

写真-1.4.4 若戸大橋(提供：日本道路公団)

写真-1.4.3）が1928年に建設された．同橋はライン川に架かっていたHindenburg橋（Köln Deutz橋）をモデルに設計され，主ケーブル，ハンガーはアイバーを用いたチェーンを採用，また，その材料として当時としては高張力鋼であるデュコール鋼をいち早く用いるなど，特長の多い橋である．

さらに近年になり，最近の長大橋の先駆けとなったのが，北九州工業地帯の玄関口の洞海湾をまたぐ若戸大橋[24]（1962年，370 m，**写真-1.4.4**）である．日本で初めて本格的な風洞実験が実施されるなど当時の日本の技術の粋を集めて建設された．

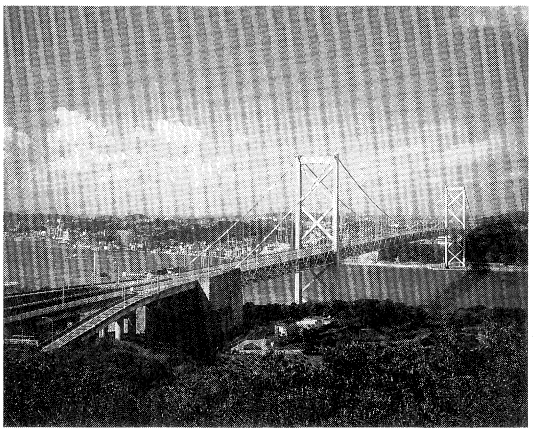

写真-1.4.5 関門橋(提供：日本道路公団)

若戸大橋の後，日本国内の最大支間長を2倍近く延ばしたのが1973年に建設された関門橋[25]（712 m，**写真-1.4.5**）である．関門海峡をまたぐ橋の架橋構想は明治時代（当時の計画はトラス橋）からあり，昭和初期には吊橋の検討も実施されていたが，世界大戦の影響などで実現していなかった夢がここにかなえられた．関門海峡鉄道トンネル（1942年），関門海峡道路トンネル（1958年）に遅れはとったものの，橋梁として初めて日本の主要4島を結ぶ吊橋となった．技術的な特長としては，国内で初めて本格的にプレハブストランド工法を用いてケーブルを架設したことである．

関門橋と同じ1973年に建設された吊橋として南海大橋（400 m）がある．この橋は建設地点こそ韓国であるが，建設は日本人技術者によるものである．そして，日本人技術者が手がけた最初の補剛箱桁を採用した吊橋となった．

さらに，1977年には平戸大橋[26]（465 m）が建設された．平戸大橋はリフティングクレーンを用いたブロック架設工法を採用した技術的特長に加え，本格的な吊橋として初めて地方公共団体（長崎県）が施主となって建設された吊橋であるという特色を持っている．

このように，吊橋の長大化が進められていったが，同時に中小の吊橋も数多く建設され，鎖や鉄線を用いた吊橋，剛性確保・耐風安定性確保のために重橋床（例えば，淵牛館橋（1958年，112 m）），ストームケーブル（例えば，瀬戸橋（1954年，125 m））を用いた吊橋など，様々な形態のものが建設されるようになってきた．そして，1984年には，それまで，よるべき技術基準がなく設計者の判断に委ねられるところの多かった小規模吊橋の設計等に関して，一般的な技術基準をとりまとめたものとして「小規模吊橋指針・同解説」[27]が刊行された．

また，もう一つの動きとして1980年代の瀬戸大橋時代を見据えた，各種実験的な試みもなされている．箱ケ瀬橋[28]（1968年，206 m）においては，ケーブルの架設にエアスピニングを用いて作業の効率を上げる試みが行われた．また，上吉野川橋[29)~31)]（1971年，254 m）では，2本のケーブルで異なる架設工法を採用したり，補剛桁の架設に長大吊橋を想定したブロック架設を採用するなど様々な試みがなされた．

1.5 本州四国連絡橋と長大吊橋

本州と四国を橋で結ぼうという構想は，古く明治の中期よりあった．最初にこの構想を口にしたのは香川県会議員の大久保諶之丞であった．時に1889年（明治22年），讃岐鉄道の開通祝賀式であった．この構想を，大正から第二次世界大戦後にかけて内務省，神戸市長を歴任した土木技師，原口忠次郎が，吊橋として具体化を進めていった．さらに，1954年に起きた宇高連絡船紫雲丸の事故が架橋熱に拍車をかけることになり，1975年に，ついに本州四国連絡橋の3ルート（神戸—鳴門，児島—坂出，尾道—今治）が着工の運びとなった．

因島大橋[32]（1983年，770 m）は本州四国連絡橋の中で最初に完成した吊橋で，尾道—今治ルートの一部である．同じルートの大島大橋（**写真-1.5.1**）は，1988年に完成した中央支間長560 mの吊橋であり，日本国内の吊橋では初めて箱桁を採用している．また，これまではトラス形式の塔が一般的に採用されてきたのに対し，大島大橋[33]では景観に配慮してラーメン構造の塔を採用している．

大鳴門橋[34]は因島大橋に遅れること2年，1985年に完成した吊橋で，神戸—鳴門ルートの一部にあたる．渦潮で有名な鳴門海峡をまたぐ中央支間876 mの吊橋である．トラス補剛桁を有し，桁上段に道路を通しているほか，桁の下段には，将来新幹線を通すことができる空間が確保されている．

そして，1988年に瀬戸中央自動車道[35),36)]（瀬戸大橋）が開通した．その中には下津井瀬戸大橋（940 m），北備讃瀬戸大橋（990 m），南備讃瀬戸大橋（1 100 m）の3橋の吊橋が含まれている．これらの吊橋は，実際に本格的な鉄道を通した最初の吊橋といえる．そのため，列車荷重により桁がたわんだ状態でも列車の走行に支障がないように桁端部には新たに開発された角折れ緩衝装置（**2.3.3(1)**「床組」参照）が設置されている．また，金属疲労にも配慮した設計，施工がなされた．

また，南・北備讃瀬戸大橋（**写真-1.5.2**）は，2連の吊橋であり，世界で初めて両橋の主ケーブルがアンカレイジ内で交差して定着される形式の共用アンカレイジとなっている．

さらに，瀬戸内海国立公園内に建設されるため，特に景観に対する配慮が求められた．その結果，下津井瀬戸大橋

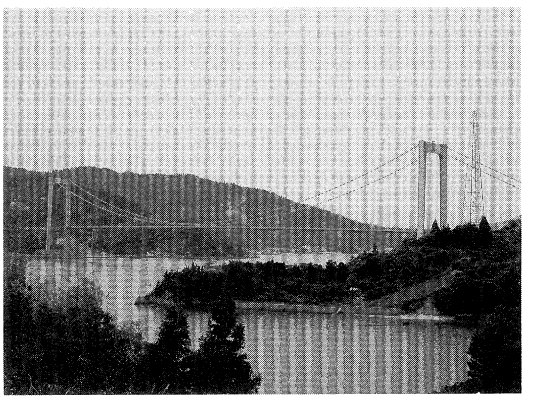

写真-1.5.1 大島大橋（提供：本州四国連絡橋公団）

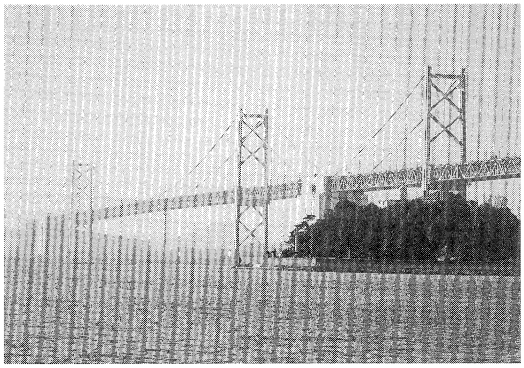

写真-1.5.2 南・北備讃瀬戸大橋
(提供：本州四国連絡橋公団)

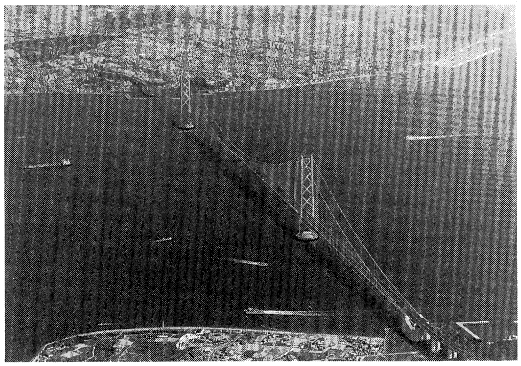

写真-1.5.3 明石海峡大橋(提供：本州四国連絡橋公団)

の塔はラーメン構造を採用し，本州側アンカレイジは巨大なコンクリートの塊を用いる通常の重力式アンカレイジを避け，地山に直接アンカーをとる形式のトンネルアンカレイジが採用されている．また，全橋梁の塗装の色も背景とのバランスを特に配慮した色が採用された．

瀬戸大橋の完成で日本の長大吊橋建設の技術は一つの段階の完成をみたと言っても差し支えないのではないかと思われる．そして，次の段階を目指しての建設がすでに始まっている．

若戸大橋から始まった吊橋の長大化をさらに進めるものが，明石海峡大橋（1998 年完成予定，1 990 m，**写真-1.5.3**）の建設である．明石海峡大橋は本州四国連絡橋：神戸―鳴門ルートの一部となる吊橋で，現在の世界最長の吊橋である Humber 橋（1981 年，1 410 m，イギリス）を大きく超えて，世界最長の吊橋となる．

また，明石海峡大橋の建設と並行して本州四国連絡橋の 3 ルート完成を目指して建設が進められているのが来島第一大橋（1999 年完成予定，600 m），来島第二大橋（1999 年完成予定，1 020 m），来島第三大橋（1999 年完成予定，1 030 m）である．これらの 3 橋は，南・北備讃瀬戸大橋と同じように共用アンカレイジを持つ三連の吊橋として建設が進められている．

本州四国連絡橋以外にも長大吊橋の建設は広がりを見せている．東京ではレインボーブリッジ（1993 年，570 m）が建設された．大都市圏に建設されることを意識した景観への配慮より，曲面を多用した設計がなされ，アンカレイジに隣接した側塔は外見上アンカレイジ内に納められている．二階建てのトラス桁を採用しており，上路を首都高速道路が，下路は一般道と新交通システムが通るようになっている．また，北海道においては東日本において最長の吊橋となる白鳥大橋（720 m）の建設が進められている．

1.6 今後の展望

吊橋の歴史は**図-1.6.1** にも見られるように，長大化の歴史であったと言っても過言ではない．吊橋の構造形式の魅力が長大支間をまたぐことができる点にあることを考えれば，その長大化は自然な流れと考えられる．

吊橋のさらなる長大化を図るにあたって解決しなければならない課題としてケーブル材料強度と空力安定性の問題がある．

支間長が延びるにつれケーブルの自重によるケーブル応力が増大し，補剛桁を支える余裕がなくなる．ある試算によると，現在のケーブル材料を用いていると 4 000 m 程度が限界で，それ以上の支間をまたぐには，より強度の高いケーブル材料が必要となる．最近は，新しいケーブル材料に関する研究[37),38)]が盛んになってきており，炭素繊維，アラミド繊維などが検討されている．一般的な吊橋とは若干おもむきが異なるが，吊床版橋ではすでに実用化されている例もあり，ケーブル強度の面からは支間長の限界はもっと延びてゆくことが期待される．

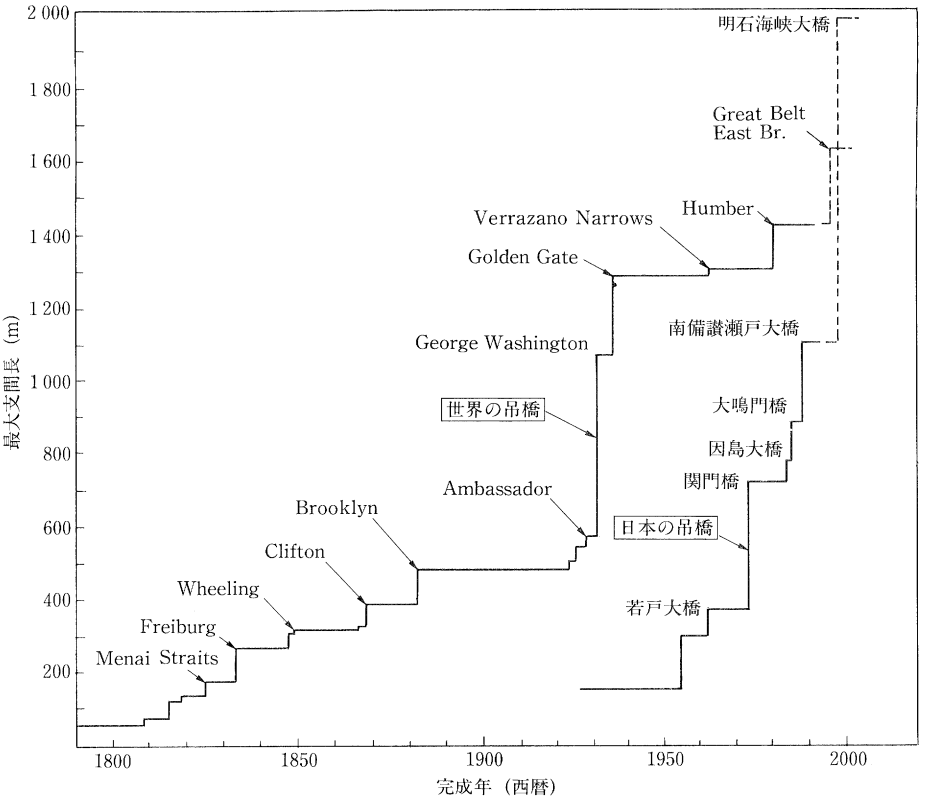

図-1.6.1 世界，日本の吊橋長大化のグラフ

空力安定性の問題としては，Tacoma Narrows 橋を落橋に追い込んだ風による振動が，長大吊橋においては再び問題となる．吊橋が長大化することにより，固有振動数が低くなり，相対的に揺れやすい状態となる．明石海峡大橋においても，全橋模型を用いた大型風洞実験の実施や，風による振動の詳細な解析手法（変形を考慮したフラッター解析）が開発されるなど，細心の注意が払われた[39),40)]．吊橋がさらに長大化すると，既成の手法では十分な空力安定性の確保が困難になることが考えられる．この課題に対して，固有振動数を高くするようなケーブルの張り方や，風を受けても振動しにくい桁形状など，いろいろな研究，提案がなされている．例えば，Messina 海峡をまたぐ中央支間長 3 300 m の吊橋として，曲面を持った 3 箱桁にフラップ（防風壁）をつけた特殊な桁断面を用いたものが提案されている．

Messina 海峡以外にも，国内外にいくつもの海峡横断構想（図-1.6.2，図-1.6.3）があり[41),42)]，これらが上記の課題に挑戦する舞台となっていることが考えられる．これらの海峡横断構想の中には，実現化に近い段階のものから全くの構想段階のものまで様々なものが含まれているが，より合理的な吊橋の設計，建設が可能となることが，今後とも期待されるテーマであることは間違いない．

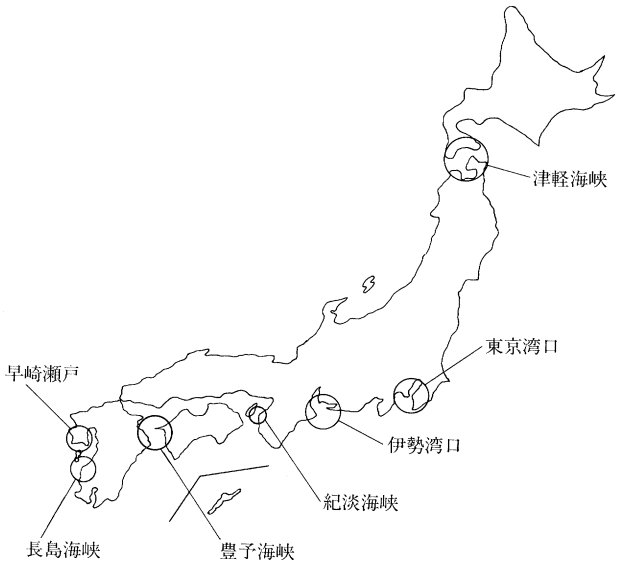

図-1.6.2 日本の海峡横断プロジェクト

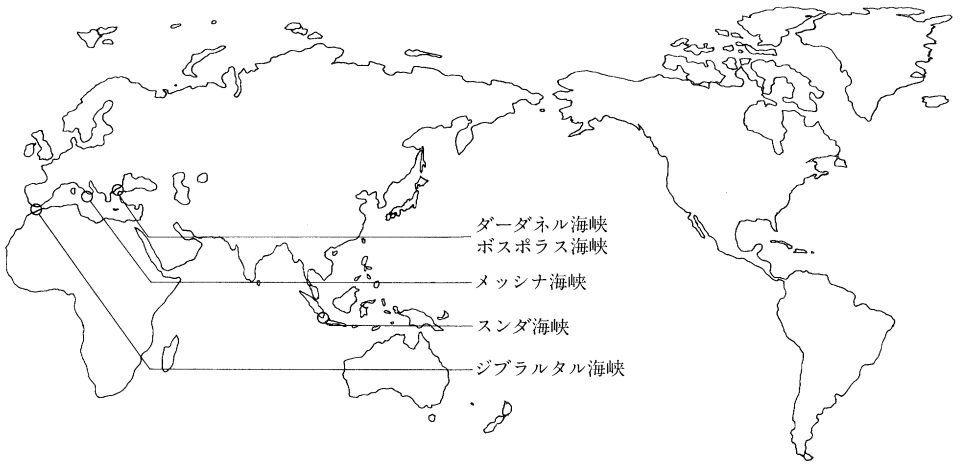

図-1.6.3 世界の海峡横断プロジェクト

参考文献（1章）

1) 川田：吊橋の文化史，技報堂出版，1981.11
2) 川田：歴史のなかの橋とロマン，技報堂出版，1985.5
3) 成瀬：吊橋史拾遺，カラム，No. 107，1988.1
4) 今日・未来の橋梁技術調査団：今日・未来の橋梁技術調査報告書，テクノロジートランスファー研究所，1985.2
5) 平井：鋼橋 III，技報堂出版，1967.9
6) 成岡：新体系土木工学 別巻 土木資料百科，技報堂出版，1990.7
7) 欧州長大橋研究会：欧州長大橋の建設技術および海洋構造物の実情調査報告書，日本溶接協会，1976.7
8) 伊藤：吊橋の歴史，フジスチールデザイン 53，1967.10
9) 平井・大久保：長大吊橋の技術的発展と最近の実例，カラム，No. 35，1970.3
10) 平井・西田：現代の吊橋，フジスチールデザイン 53，1967.10
11) 村上：補剛構造の変遷，フジスチールデザイン 53，1967.10
12) 澤井：新体系土木工学 42 橋梁上部構造(II)—吊橋—，技報堂出版，1986.3

13) Gimsing, N. J（伊藤 監訳）：吊形式橋梁—計画と設計—，建設図書，1990.4
14) 川田：現代の吊橋，理工図書，1987.10
15) 日本橋梁建設協会：日本の橋—鉄の橋百年のあゆみ—，朝倉書店，1984.6
16) 世界の長大橋編集委員会：世界の長大橋，海洋架橋調査会，1995.4
17) 藤井：橋梁史年表，海洋架橋調査会，1992.10
18) 内務省土木試験所：本邦道路橋輯覧，1925.12
19) 内務省土木試験所：本邦道路橋輯覧（第2版），1928.3
20) 内務省土木試験所：本邦道路橋輯覧（第3版），1935.11
21) 内務省土木試験所：本邦道路橋輯覧（第4版），1939.4
22) 成瀬：弾性橋梁，コロナ社，1965
23) 石川：東京の橋，新人物往来社，1977
24) 日本道路公団福岡支社：若戸橋調査報告書，土木学会，1963.11
25) 日本道路公団：関門橋工事報告書，土木学会，1977.3
26) 長崎県土木部：平戸大橋工事報告書，1978.3
27) 日本道路協会：小規模吊橋指針・同解説，1984
28) 金山・田中・俵矢：平行線ケーブル吊橋箱ケ瀬橋上部工の工事，橋梁と基礎，1969.1
29) 荒川：本四架橋調査の一貫としての上吉野川橋，橋梁と基礎，1970.12
30) 小松：上吉野川橋上部工の施工，橋梁と基礎，1971.7
31) 多田：上吉野川橋，道路，1971.10
32) 本州四国連絡橋公団：因島大橋工事誌，1985.9
33) 本州四国連絡橋公団：伯方・大島大橋工事誌，1989.8
34) 本州四国連絡橋公団：大鳴門橋工事誌，1987.3
35) 本州四国連絡橋公団：瀬戸大橋工事誌，1988.10
36) 本州四国連絡橋公団：瀬戸大橋技術誌，1989.3
37) プレストレストコンクリート編集委員会：特集　PC構造物の紹介，プレストレストコンクリート，1993.11
38) 田島：ケーブル材料の進歩と吊構造橋梁，川田技報6，1987.1
39) 北川・鈴木・勝地：明石海峡大橋のフラッター特性に関する検討，本四技報71，1994.7
40) 保田・鈴木・勝地：明石海峡大橋大型風洞試験（一様流試験結果），本四技報67，1993.7
41) 海峡横断道路プロジェクト技術調査委員会：海峡横断道路プロジェクト技術調査委員会報告書，建設省土木研究所，1993.8
42) 土木研究センター：世界の長大橋プロジェクト，土木技術資料，1992.10