

## 橋梁技術の研鑽を重ねる

横浜国立大学 教授 博士 (工学)

勝地 弘



### 1. はじめに

明石海峡大橋が1998年に開通して四半世紀、本州四国連絡の重要かつ確実な交通ネットワークとして機能しています。完成時には当時の世界最長スパンのハンバー橋(1981年完成)を580mも上回る世界一の吊橋となりました。その前は、ヴェラザノナロウズ橋(1964年完成)、ゴールデンゲート橋(1937年完成)と、おおよそ20年毎に最長スパンが更新されてきました。明石海峡大橋が完成する頃、日本では東京湾口道路など明石海峡大橋を上回る長大橋の調査が海峡横断道路プロジェクトとして既に進められていました。残念ながら、それらはその後の国内情勢変化により中断され、以来、議論の俎上から消えた状態です。その間、韓国、中国、トルコなどで長大吊橋の建設が進められ、またノルウェー、イタリアでは世界最長規模の吊橋建設が始まろうとしています。特に、トルコでは中央支間長2,023mの1915チャナッカレ橋が2022年に完成し、日本は20年余りの世界一の吊橋の座を譲ることとなりました。長大橋だけが橋梁ではなく橋梁技術でもありませんが、未知の領域に挑戦するために、計画、調査、設計、製作、架設、維持管理の各段階での技術開発や材料、施工法などの検討も要し、長大橋建設は橋梁技術の総合力を示す指標であると言えます。さらに、何と云っても橋梁技術者の夢とロマンを掻き立てる大きなパワーを秘めています。

日本の長大橋を代表する本州四国連絡橋は、1889年に香川県議の大久保謙之丞によって構想が提唱されましたが、具体的な調査は1955年に国鉄、1959年に建設省によって始められ、1969年に「新全国総合開発計画」に位置付けられることで正式に着工が認められました。そして、1970年には建設を担う本州四国連絡橋公団が設立され、調査が引き継がれました。オイルショックによる着工凍結を経ながらも、1975年の大三島橋を皮切

りに順次、着工され、明石海峡大橋については道路鉄道併用橋から道路単独橋へと変更された上で1988年に着工されています。その間も調査、設計、技術開発が継続され、1998年の世界一の明石海峡大橋の完成に至りました。このように長大橋の建設には、綿密な調査・検討に長い時間が必要です。

今からおおよそ50年前の「橋梁と基礎」(1971年1月号)に「橋梁技術の今日の問題」と題する、当時の日本を代表する官民の橋梁技術者の討論が掲載されています。「海峡連絡橋—長大橋—」をテーマとした座談会では、「設計、施工は調査の結果を忠実に実行しておけばよく、長大橋を無事に建設できるか否かは調査の結果如何である」と語られています。また、調査のポイントとして、気象・海象調査、海底地盤調査、工事中の航行対策、耐震・耐風設計、材料、施工が挙げられています。まだ本州四国連絡橋が着工される前のことです。当時の橋梁技術者の先見の明と努力があって、世界一の明石海峡大橋が完成したと言えます。

### 2. 海峡横断道路プロジェクト

話を海峡横断道路プロジェクトに戻します。当時、建設省は、「海峡横断道路プロジェクト技術調査委員会」を設置し、第二国土軸を形成する東京湾口、伊勢湾口、紀淡海峡、豊予海峡を横断する長大橋の計画、調査を進めました。その中で、長大橋の課題である耐風安定性についても調査が行われ、豊予海峡の中央支間長2,800mの吊橋を対象に、つくば土木研究所構内にあった大型風洞施設にて全橋模型風洞試験が実施されました。耐風安定性向上のために、2箱補剛桁と斜張吊橋形式が検討され、従来形式の1箱桁と同等の経済性と所要の耐風安定性を有する吊橋案が見出されました。

しかしながら、2009年の「国土形成計画」では量的拡大から質的向上に政策変更がなされ、海峡横断道路プ

プロジェクトは盛り込まれず、調査が中断されたことは既に述べた通りです。以来、長大橋プロジェクトの夢が棚上げされて今日に至っている状況にあります。その間、海外では長大吊橋の建設が進み、2箱桁吊橋は韓国や中国、そして1915チャナッカレ橋で採用され、また、耐風安定性に優れた形式としてドイツ人技術者ディッシンガーが、かつてジブルタル海峡架橋にも提唱した斜張吊橋もヤуз・スルタン・セリム橋（第三ボスポラス橋）で採用されてしまいました。さらに、材料の面でも進展が見られ、吊橋の生命線であるメインケーブルには明石海峡大橋を上回るより高強度の素線が使われています。

### 3. 海外の長大橋プロジェクトの動向

ノルウェーでは、現在、スカンジナビア半島西岸の深いフィヨルドを大きく迂回する道路（E39）を長大橋などでショートカットする計画が進められています。2016年にストックホルムで開催されたIABSE国際会議では、特別セッションとノルウェー道路庁の担当部長の講演があり、技術的課題に対する検討結果が報告されました。特に、幅3.7km、水深1,250mのソグネフィヨルドには、橋梁もしくは水中トンネルが計画されており、橋梁の場合には支間長4,000mの長大吊橋、浮体基礎によるマルチスパン吊橋、浮体橋などが比較検討されており、技術革新が期待されるようです。

イタリアでは、2006年に工事発注された支間長3,300mのメッシナ海峡横断橋が、その後の政権交代により中断されていますが、新たな法律（D.L.No.35）の施行により、2024年7月末までに工事開始をすることが規定されました。本年8月にイタリアで開催された第16回国際風工学会議では、特別セッションが開かれ、架橋の位置付け、技術的課題、今後の見通しなどが発表されるとともに、イタリア・インフラ省のMatteo Salvini大臣もリモートから参加してプロジェクトの説明をしました。工事中断の15年間の技術開発を踏まえ、高強度ケーブルの採用による鋼重減、耐風安定性の向上を目指したケーブルサグ比の変更も検討されています。既に、1915チャナッカレ橋では、引張強度1,960MPaの素線が採用されていますが、メッシナ海峡横断橋の工事再開の際には、近年の技術革新を取り込み更なる合

理的な構造が実現することが期待されます。

さらに、中国での長大橋建設も目が離せません。2023年10月に中国・成都で開催された第13回太平洋鋼構造会議で、中国工程院院士の北京科技大、毛教授による「高性能橋梁用鋼材の発展」と題する基調講演があり、長江に世界最長となる中央支間長2,300mの吊橋が建設中であること、中国工程院の研究戦略として、2030年代前半までに最大支間長2,500mの吊橋建設や建設効率とLCCの15%向上、さらに2040年代にはそれを上回る目標を定めていることが紹介されました。また、2030年代前半までに強度2,100MPa級、2040年代に同2,200MPa級の高強度ケーブルの開発を具体的な要求性能を定めて目指していること、低降伏点鋼、耐候性鋼材、より高強度な高力ボルトの開発にも取り組んでいることが紹介されました。このように海外では積極的に橋梁建設が行われるとともに、基礎研究や調査も体系的に実施されています。

### 4. おわりに

日本においても、将来の海峡横断道路プロジェクトや広く海外に目を向けて、最新の技術、知見を収集するとともに、貪欲に技術力向上に努めることが肝要です。既に述べたように長大橋は一朝一夕に実現するものではありません。幸運にも海峡横断道路プロジェクトについては既に相当の検討がなされ、成果が蓄積されています。先人の宝を有効に使い、今こそ夢のあるプロジェクトの復活を願うところです。

人が生きていく上で、人と対面して喜びや悲しみを共有し、知らない街を自分の目で見て体験する欲求はなくならないと思います。これらの欲求を満たすための移動手段として橋梁は今後もあり続けることになると思います。さらに、人や社会は常に進化を続けていると思います。橋梁も人々の生活を支えるだけでなく、さらなる発展に応え、絶え間ない技術革新が必要です。100年前には夢物語であった本州四国連絡橋が実現して、いまや生活の一部になり、社会・経済に大きく貢献し付加価値を生んでいます。橋梁技術の革新を社会の発展と人々の利便性向上に結びつけられるよう日々研鑽を積まれることを期待します。