



北岸から望むハーバーブリッジ

土木遺産の香 第72回

港湾都市シドニーのゲート「ハーバーブリッジ」 オーストラリア、シドニー



株式会社千代田コンサルタント/本社事業部総合計画室
有賀 圭司 / ARIGA Keiji
(会誌編集専門委員)

シドニーの顔

シドニー湾に面して建ち並ぶビル群と岬に佇むオペラハウス。湾を跨いでそびえるハーバーブリッジ。シドニーと聞いて多くの人々が思い浮かべる風景ではないだろうか。

オーストラリア・シドニーは人口400万の大都市であり、ハーバーブリッジはその中心街とシドニー北岸の郊外部を結ぶ橋梁である。完成は80年以上前になるが、今でも1日の交通量は15万台を数える大動脈でもある。サーキュラーキーなどの港からは様々な船舶が発着し、日々、橋の下を行き来している。このようにハーバーブリッジはシドニーの風景においても、人・物の動きにおいても欠かせない存在となっている。なぜハーバーブリッジは建設されたのだろうか。

シドニー発祥とアメリカ独立

ハーバーブリッジの建設はシドニーの発祥が大きく関わる。そしてシドニーの発祥は、遠く離れたロンドンの事情、ひ

いてはアメリカの独立と繋がりがあ

いてはアメリカの独立と繋がりがあ。18世紀末、イギリス・ロンドンでは都市部への人口流入による治安の悪化や犯罪が多発し、大きな社会問題となっていた。拘束した犯罪者は当時植民地であったアメリカで、労働力として買い取られる仕組みが構築されていた。しかし、1776年に独立を果たしたアメリカが流刑者の受け入れを拒否したことから、イギリスは彼らを送り込む代替地を探す必要が生じた。そしてアフリカのナミビアなどの世界中の植民地から候補を検討した結果、オーストラリアのボタニー湾が選定されたのである。

選定から15年ほど前のジェームズ・クック船長の報告では、ボタニー湾周辺は肥沃な草原であり農牧に適した土地とされていたため、イギリスは11隻の船団を仕立てて流刑者をボタニー湾へと送り込むことになった。彼らは短い刑期のち、その地域で自立型の居留地をつくることを求められており、流刑者とはいえ新たな土地を切り開く活力にあふ



写真1 シドニー湾両岸に広がる市街地(中央にハーバーブリッジ。上が太平洋。右側が南岸の中心市街地)

れる人々でもあったと考えられる。

しかしボタニー湾に到着した人々は、その光景に驚いたのではないだろうか。報告とは異なり、そこは低湿地で早期に農耕ができる環境ではなかったのである。困り果てた彼らは新たな入植地を探し、ボタニー湾から10kmほど内陸に切り込んだシドニー湾を入植地に選定した。この場所は現在もロックス地区と称される岩の多い場所ではあったが、水源があったことが選定に有利にはたらいたとされている。

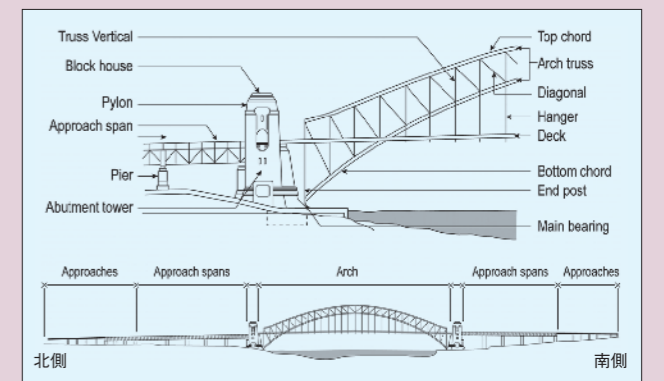


図1 ハーバーブリッジの側面図

シドニーが抱えた問題

だが低平なボタニー湾ではなく、深く切り込んだシドニー湾を入植地に選んだことが、100年後、新たな問題を惹起したのである。

入植者たちが上陸したシドニー湾南岸は19～20世紀にかけて、オーストラリアの中心都市として成長を続けていた。しかし、元々湾が切り込んだ複雑な地形をしているシドニーでは、人口が増加するにつれ、南岸だけでなく北岸にも人が住みつき、湾は通勤のためのフェリーであふれかえる状態となっていた。ピークには年間4,700万人のフェリー利用者がいたと言われ、シドニー湾の海上交通はパンク状態であった。都市が成長し続けていくためには、南北岸を結ぶ橋が必要不可欠なものになっていたのである。

ハーバーブリッジの建設

シドニー市街地およびシドニー湾の状況から、1815年の

フランシス・グリーンウェイ案、1881年のJ.E.ガレット案など、幾度も架橋案は出されていた。しかし船が頻繁に往来する水深約50m、幅約500mの海上に橋を架けるためには、社会的な後押しや多額の財源、そして何よりそれを強力に推し進める人材が必要であり、ジョン・ブラッドフィールドという技術者の登場を待たなければならなかった。

1867年にクイーンズランドで生まれ、シドニー郊外のカタラクトダム等の建設にも参加していたブラッドフィールドは、ニューサウスウェールズ(NSW)州政府の技術者として、橋梁だけでなく鉄道や路面電車等の交通システムなど広範囲に知見があり、都市全体の将来を見据えてハーバーブリッジの必要性を訴え、建設を実現させたのである。

ブラッドフィールドは、国際コンペを通じてイギリスのドーマン・ロング社を施工者に選定し、同社の構造技術者ラルフ・フリーマンとともに、1923年7月28日にシドニー北岸の

アプローチ部分から建設を始めた。ハーバーブリッジは503mの鋼アーチ主径間部（中路式ブレースドリブアーチ）とそれに繋がる両側のアプローチ橋から構成され、全長は1,149mである。デッキは海面から52m、アーチの頂点は海面から134mの高さに設計された。アプローチ部分は小塔の上に橋桁を掛けながら建設されたが、一部既存道路と交差する箇所では、コンクリートアーチが用いられている。交差箇所の一つにアーガイルカットと呼ばれる箇所がある。1843～1867年に人力で岩盤をくり貫いた深さ約10mの掘削は、現在に至るまで特に支えもなく自立しており、堅牢な岩盤があったからこそこの構造である。



写真2 建設中のアプローチ部



写真3 建設中のアーチをケーブルで引っ張り、アーチ上をクローラークレーンが走る



写真4 可動式メンテナンス設備と鋼材を組み合わせた形状の部材

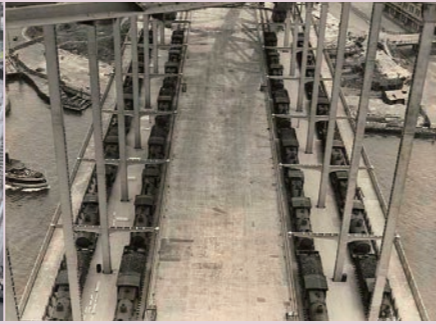


写真5 石炭が満載された機関車が並ぶ耐荷力合せた形状の部材

鋼アーチ建設の工夫

アプローチが終わるとアーチ本体と大塔（パイロン）の建設が始まった。まず北岸のラベンダー湾に、荷揚場と資材加工のための工場が建設された。荷揚場にはイギリスから船で輸入した鋼材が陸揚げされ、工場では切断やリベット穴の加工等が行われ、橋のパーツが造られていった。高価であった鋼材量を節約するため、部材の多くは細い鋼材を組み合わせた形状となっている。

パイロンの建設に用いられた花崗岩は、海岸沿いを南西に約300km離れたモルヤで切り出され、鋼材と同様に船で運搬した。パイロンの基礎はアーガイルカットと同様、岩盤を約10m掘削した上に設置された。脚柱部分はその上にコンクリートと花崗岩を積み上げて築造していたが、47mの高さで一旦中断し、そこにアーチを組み上げる巨大なクレーンを設置した。

アーチ構造は円弧が繋がって初めて安定するものである。北岸と南岸からそれぞれ建設が始められたハーバーブリッジでは、円弧が完成するまでは別の方法で安定させなければならなかった。その方法は、まずパイロン背面の岩盤に橋と直角方向にトンネルを掘る。そしてアーチの上弦部材にケーブルを結び、そのケーブルをトンネルに通して反対側の上弦部材に繋いだ後に緊張する。つまり建設中の両アーチ部材に繋いだケーブルが、岩盤トンネルの中を通る形で



写真6 アーガイルカットにかかる南岸アプローチ部



写真7 南岸のヒンジ支承とパイロン

ある。U字形になったケーブルが、岩盤トンネルに引っかけられて支える仕組みであった。アーチは1930年8月までの約2年間、シドニーの岩盤によって支えられていたのである。

橋の完成とテスト

アーチを支える巨大なヒンジ支承がパイロンの足もとに設置され、キングポストと呼ばれる支柱が組み込まれた。建設にはパイロンに設置した巨大クレーンのほか、アーチ部材上を移動できる小型のクローラークレーンが活躍していた。

アーチの部材は、北岸の工場から船で運ばれクローラークレーンで吊り上げられ、多くの労働者によりリベット接合されアーチの一部となる。繋がれた部材の上をクローラークレーン



写真8 8レーンの車道と2レーンの線路からなる現在の橋とサーキュラーキー（左側）



写真9 北岸のパイロンラッキー（左側）

が移動し、次のパーツを吊り上げていくのである。クレーンが走行していた箇所は、現在メンテナンス用の設備が設置されている。1930年8月、急ピッチで進められていたアーチが閉合され、架設ケーブルは不要となった。

次に車や人が渡るためのデッキ部分と、アーチとデッキを繋ぐ支柱の建設が進められた。これらの建設に9カ月を要した。その後、巨大クレーンが撤去されて高さ89mのパイロンの上半分が建設され、1932年1月、8年半をかけた工事が終了したのである。

翌月にはシドニー地域から石炭を満載した72台の機関車が集められ、それを橋の上に並べて耐荷力テストが実施された。そして、開通式を迎えることができたのである。

パイロンの意味

現在、橋には8レーンの車道が整備され、うち1レーンはバス専用となっている。その他に鉄道が2レーンと歩道が設置されている。

幅は49mに及び80年前に建設された橋としては途方もなく広いが、この広さはブラッドフィールドが強く主張したためと言われる。交通マネジメントも担当していた彼は鉄道用として4レーンを確保しており、以前は2レーンの鉄道と2レーンのトラムが並走していた。ブラッドフィールドは将来のシドニーの拡大と、南北両岸市街地の一体化の要となるハーバーブリッジの重要性を強く認識していたのだろう。

また、ドーマン・ロング社が提案した7形式案から、彼は構造的にはまったく不要なパイロンのある案を選定した。建設中にクレーンの足場として活躍はしたものの、現在は展望台、事務所、ハーバートンネルの換気塔としてしか利用されていないのである。なぜブラッドフィールドは建設費が膨らむパイロンの設置にこだわったのだろうか。それは「美しさ」



写真10 シドニーのゲート。夕暮れのハーバーブリッジ

を求めてのことであったと言われている。シドニーを世界に開かれた港街としていくために、橋の両端にパイロン（塔）を建設することで、人を迎え送り出すゲートを創りたかったのだろう。

パイロンはシドニー市民をはじめとする人々の意識にハーバーブリッジの姿を根付かせ、世界中から人々を迎えるシドニーの印象を植え付けている。それは構造的には無意味でも、十分に意味のある試みであった。

<参考資料>

- 1) [Sydney harbour bridge] Richard Barnes Arcadis 2015
- 2) [Sydney harbour bridge Conservation Management Plan 2007] Roads and Traffic Authority (RTA)
- 3) [「棄民」植民地オーストラリア] オーストラリア研究第7号1996.1 鈴木顕介
- 4) [オーストラリア建国物語] リチャード・エバンズ/アレックス・ウエスト著 内藤嘉昭訳 2011年 明石書店
- 5) [シドニー・ハーバー・トンネルの沈埋面の外洋曳航] 土木学会論文集No435 斉藤尚武/山崎昌 1991年

<取材協力・資料提供>

- 1) ARCADIS (Richard Barnes)
- 2) Tomoko Namiki (通訳)

<図・写真提供>

- 図1 参考資料2
P40上、写真1.4 有賀圭司
写真2.3.5 ARCADIS 写真6 油谷百子
写真7 塚本敏行 写真8 茂木道夫
写真9 大角直 写真10 箕輪知佳