



マンハッタンとブルックリン橋

The "Brooklyn Bridge," the great work by John A. Roebling's family

ローブリング親子による偉業「ブルックリン橋」 アメリカ、ニューヨーク

Special Features / Civil Engineering Heritage XII



株式会社千代田コンサルタント/東京事業部/社会システム部
川崎謙次 (会誌編集専門委員)
KAWASAKI Kenji

特集
土木遺産 XII
北米発展の礎となった土木技術

アメリカを象徴する風景

ニューヨークは言わずと知れた世界を代表する大都市であり、現地を訪れたことがなくても、世界中の誰もが写真や映像を通じて一度は目にしたことがある場所であろう。その中でも、マンハッタン南側のイースト川に架かるブルックリン橋は、ニューヨークだけではなくアメリカを象徴する土木構造物として存在している。

ブルックリン橋は1883年に完成した橋長1,834m、中央径間483m、主塔高84.3m、建設当時に世界最長の中央径間を誇った吊橋であり、その存在感は世界七不思議の8番目の構造物と称えられたほど人々に衝撃を与えた。今日でも用いられているその架橋技術は長大吊橋の起源とも言われる。

橋の建設費は約1,500万ドルであり、工事着工から完成まで14年の歳月を要した。完成に至るまでのエピソードとして、橋の計画・設計・施工に携わった土木技術者ジョン・A・ローブリングをはじめ、その息子ワシントン、

そしてワシントンの妻エミリーら三人の功績と波乱の人生が語り継がれている。なぜ、ブルックリン橋はアメリカを象徴する風景を創り出したのだろうか。

ブルックリン橋と歴史的背景

現在のニューヨーク市は、中心地となる孤島「マンハッタン」と川で隔てられた周辺の「スタテンアイランド」「ブルックリン」「クイーンズ」「ブロンクス」を合わせた5つの行政区から構成される。ニューヨークの発展は当然マンハッタンによるものが大きいですが、川を隔てた周辺4区との人やモノの往来、言い換えると船舶だけでなく、橋やトンネルなどのインフラを如何に確保するかが密接に関係してきたことは容易に想像できる。

1492年のコロンブスによる新大陸到達とともに、欧州諸国からこのアメリカ大陸への入植が始まるが、ニューヨークの都市的発展の契機は17世紀初頭となる。1609年にオランダ東インド会社所属の探検家ヘンリー・



図1 ニューヨーク市の5つの行政区

ハドソンは大西洋に面した良港マンハッタン島を発見。その後、オランダからマンハッタン島南端へ多くの人が入植した。しかし1664年、イギリスの植民地へと変わり、当時のイギリス国王の弟「ヨーク侯」にちなんで「ニューヨーク」と名付けられた。そして1783年、アメリカはイギリスから独立を果たすと同時に、産業や文明の急速な発展を背景にマンハッタンの市街地拡大が続いた。1790年に3万人程度だった人口は、1850年には50万人を超えて、マンハッタンの都市化が進展する中、イースト川対岸のブルックリンとの繋がりが大きく期待された。

ブルックリン橋が架かる以前、マンハッタンとブルックリンを結ぶ交通手段は蒸気船が主流であって、天候不順で運休することも多かった。こうした中、世紀の大事業としてブルックリン橋の計画が進められた。

アメリカンドリームを胸にドイツから移住

ジョンは1806年、ドイツ・チューリンゲン地方で生まれた。決して裕福な家庭ではなかったが、教育熱心な母の期待を背負い、14歳でバウマイスター（日本の二級建築士相当）に合格するなど、若くして技術者として高い素養があった。その後、ベルリン王立高等理工科学校（現ベルリン大学）へ進学、橋梁工学を学び、卒業論文で取り上げたほど吊橋に深く魅せられた。20歳にして優秀な成績で卒業し、プロイセン王国の土木技術者として就職した。しかし24歳となった1830年、ジョンは将来の地位が保証されている職を投げ捨て、翌年に友人らとともに、アメリカンドリームを胸に新大陸へ渡った。

当初、アメリカへ渡ったジョンは、他の移民者と同様

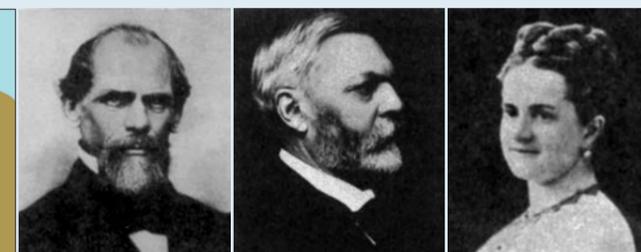


写真1 ㊦ジョン・A・ローブリング ㊧ワシントン・A・ローブリング ㊨エミリー・W・ローブリング

に大農場経営に乗り出すが失敗に終わっている。1837年、再度土木技術者としての職に就くとともに、1841年には人生の転換期とも言える「ワイヤーロープ（細い鋼線を捻って束ねたケーブル）」と「平行線ケーブル（鉛筆大の太い鋼線を捻らずに平行に束ねたケーブル）」を発明した。この発明により、ジョンはケーブル製造業者として富を得るとともに、長大吊橋の技術者として大きな一歩を踏み出すこととなった。

長大吊橋への挑戦

ジョンは、ワイヤーロープの技術と橋梁技術者としての才能を如何なく発揮し、吊形式による水路橋や道路橋の設計・建設を多く手掛けることとなった。そして1855年、実現不可能と言われたナイアガラ渓谷に架かる吊橋「ナイアガラ橋」を完成させたことで、吊橋技術者として名声を博した。この橋は中央径間244m、上段を鉄道、下段を人と馬車が通るダブルデッキ構造であった。また1866年には、南北戦争（1861～1865年）の最中に工事が進められたオハイオ川に架かる吊橋「シンシナティ・コヴィントン橋（現ジョン・A・ローブリング橋）」において、当時世界最長となる中央径間321mを実現した。さらにその頃は、土木技術を学んだレンセラ



写真2 主塔から伸びるメインケーブル

一工科大学を1857年に卒業した息子ワシントンも、助手として橋の建設に参加させていた。こうした順風満帆な状況の中、ジョンとワシントンはブルックリン橋建設を手がけていくことになった。

ブルックリン橋への挑戦

ジョンは1852年の時点で既にブルックリン橋の構想を持っていたが、その全貌が世間の注目を浴びたのは、10年以上を経た1864年だった。南北戦争終結の1865年、ニューヨークの実業家たちによってニューヨークブリッジカンパニーが設立され、1867年4月に橋梁事業の認可申請が州議会を通過、翌月ジョンは正式に最高技術責任者に任命された。

ブルックリン橋が長大吊橋の起源と謳われている所以は、世界最長となる中央径間を支えた技術であり、転炉製鋼法による鋼製ケーブルと、防食を目的とした垂鉛メッキ鋼線と平行線ケーブルを用いたことである。それ以前のケーブル素材は錬鉄であり、ナイアガラ橋のケーブル引張強度は70kgf/mm²であった。しかしその後、1855年にイギリスのベッセマーが発明した転炉製鋼法で製造した鋼製ケーブルの引張強度は、約1.6倍の112kgf/mm²へと向上した。また、風や振動による影響に対して十分な剛性を確保するため、補剛桁にはトラス構造を採用した。こうした技術によって橋自体も軽くなり、中央径間長の更新に大きく寄与した。

ニューヨークの象徴として

ブルックリン橋を強く印象付けるものとして、主塔の存在感と人々が通行する橋上空間が挙げられる。高さ84.3mとなる主塔は当時のマンハッタンビル群を凌ぎ、花崗岩で構成されたネオゴシック様式の佇まいは、単なる土木構造物ではなく宗教建築物を思わせる。ジョンは計画書で「ブルックリン橋は、この大陸とこの時代における最大の土木事業となるであろう。その最も顕著な特徴である巨大な主塔は、隣接する二つの都市

の境界標となり、国家的モニュメントの一つに数え挙げられる存在となるであろう」と述べている。

当時の幅約26mの橋上空間には、両外側2レーンが馬車用、両内側1レーンがケーブル鉄道用、そして中央部には他のレーンから約5.5m高い板敷歩道を設けた。再びジョンの言葉を借りれば「ボードウォークは晴天の日に人々が橋上を散歩し、美しい風景や澄み切った空気にふれることを可能ならしめる。人間がひしめきあう商業都市において、散歩道が計り知れない価値を持つことは言を俟たない。」と述べている。なお、軌道は1950年に廃止されている。

ジョンの遺志を継いで

ブルックリン橋は、1868年にほぼ全ての設計を終えて事業開始に至ったが、未だこの世紀の大事業に対して不安視する声や夢物語と非難する人も多かった。このような時に不幸が訪れる。着工直前の1869年6月、ジョンが現地測量中の事故で重傷を負い、1ヶ月後の7月22日に63歳でこの世を去ってしまう。事業の要となるジョンの死は関係者に大きなショックを与えたが、8月には当時32歳であったワシントンがジョンの遺志を継いで最高技術責任者に就いた。



写真3 1905年、ボードウォークを散歩する人々



写真4 100年以上を経て変わらないボードウォーク



写真5 かつての馬車や鉄道に変わり現在は3車線道路



写真6 河床から24m掘り下げられたマンハッタン側の主塔

工事は主塔の基礎工事から着工された。基礎工事は川底を深く掘り進めるニューマチック・ケーソン工法が採用された。海中深く気圧が高くなる工事のため、作業員の中に潜水病を発症するものが出て問題となっていた。こうした矢先の1872年、現場指揮に入っていたワシントンも潜水病を患い下半身付随となってしまった。声を出すこともままならず、難聴に悩まされたワシントンは、ブルックリン側の小高い丘にあるブルックリンハイツの部屋から出られない状況となり、妻のエミリーに支えられることとなった。

エミリーは、初めワシントンの指示を現場に伝えるだけであったが、独学で複雑な架橋技術を学び、ワシントンの意思を的確に理解し、土木技術者として現場で指揮を執るまでになった。その後約10年に渡ってこれを遂行し、作業員の事故や事業資金の枯渇、工事の一時中断など、多くの困難を乗り越えて橋を完成に導いた。

1883年5月24日に挙行された開通式典には、チェスター・A・アーサー大統領をはじめ、国会議員、市長、商店や会社を休業した多くの市民が参加し、盛大なパレードが催された。式典スピーチで、世紀の大事業となったブルックリン橋は偉大な記念碑として称えられ、ジョン、ワシントン、エミリーの献身的な偉業が賞賛された。

しかし、その場にワシントンとエミリー夫妻の姿はなかった。ブルックリンハイツの部屋から二人でその光景を眺めていたのである。予定になかったが、大統領をはじめとした一行が式典終了後にブルックリンの小高い丘を訪れ、ロープリング親子への感謝の意を告げたと伝えられている。

ブルックリンハイツからの眺望

ブルックリン橋に用いられた架橋技術は、その後のアメリカにおける長大吊橋の全盛期へと受け継がれた。

現在、ブルックリンハイツからマンハッタンを望むと、世界を代表する摩天楼の風景が一望できるとともに、9.11という記憶に深く刻まれた大惨事も思い起こされる。しかしながら、その眼前に100年以上前の姿のまま佇んでいる橋の存在は、ジョンが想い描いた「国家的モニュメント」と成りえたことに改めて実感させられる。またブルックリンには、最近注目が集まる

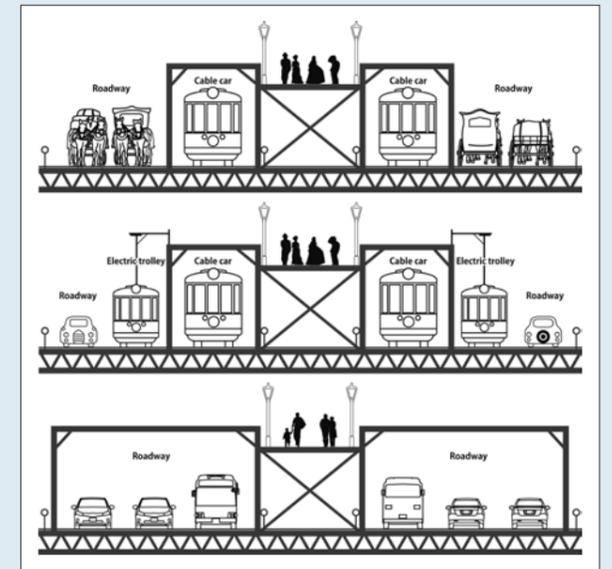


図2 橋の断面イメージ図 (現地案内板を参考に作成)
㊦ 1883年完成時 ㊧ 1898年頃 ㊨ 1950年以降

ダンボ地区や川沿いに整備されたブルックリンブリッジパークなどがあり、今日でもマンハッタン側から市民や観光客が、橋のボードウォークを散歩しながら渡ってくる姿を望むことができる。

<参考資料>

- 1) 『ブルックリン橋』 Alan Trachtenberg、大井浩二 訳、1965年 研究社出版
- 2) 『NEW YORK ブルックリンの橋』 川田忠樹、1994年 科学書刊
- 3) 『ブリュッゲン』 Fritz Leonhardt、田村幸久 監訳、1998年 メイセイ出版
- 4) 『都市交通の世界史』 小池滋、和久田康雄、2012年 悠書館
- 5) 『水曜会誌』 第23巻第1号 『鉄鋼業における最近の技術開発について』 柳島章也、1999年 京都大学水曜会
- 6) 『American Society of Civil Engineers (ASCE) HP』 (<http://www.asce.org/>)
- 7) 『LIBRARY OF CONGRESS HP』 (<http://www.loc.gov/>)

<取材協力・資料提供>

- 1) Matthew Postal, Architectural Historian
- 2) 柏木裕子 (通訳)

<図・写真提供>

- 図1、2、写真8 川崎謙次 P18上 佐々木勝
写真1 『NEW YORK ブルックリン橋』より 写真2 茂木道夫
写真3 『LIBRARY OF CONGRESS』より 写真4 近藤安統
写真5 塚本敏行 写真6、7 大角直



写真7 補修中のブルックリン側のアプローチ部



写真8 ブルックリンハイツからマンハッタンを望む