



主塔頂上が霧で覆われた橋

## 土木遺産の香 第66回

# 世界的なランドマーク「ゴールデンゲート橋」 アメリカ・サンフランシスコ

会誌編集専門委員会

### 20世紀のモニュメント

小説や映画の舞台に数多く登場する、アメリカの西海岸を代表する都市の一つサンフランシスコ。名物ケーブルカーも登場する歌『霧のサンフランシスコ』はミリオンヒットとなり、1969年に市歌に制定された。この霧が多く発生するサンフランシスコ湾の出入り口となる海峡に架かるのがゴールデンゲート橋だ。海峡は太平洋から押し寄せる暴風と猛烈な波浪をまともに受け、潮流が速いことで知られている。

1937年に僅か4年半の工期で完成したこの吊り橋は、二つの主塔の高さが227m、主塔間長（センターズパン）が1,280m、橋長が1,966m、アプローチの橋を含めると実に2,737mともなる。1964年にニューヨークのヴェラザノ・ナローズ橋が完成するまでの27年間は、世界最長センターズパンの吊り橋であった。建設費は2,700万ドル（現在の約320億円）。日本の瀬戸大橋と姉妹橋関係を結ぶ。2001年にアメリカ土木学会は橋の美しさと架橋事業を高く評価し、世

界の橋における「20世紀のモニュメント」として選定した。

橋は赤味を帯びたインターナショナル・オレンジに塗られている。潮風に晒され塗装が痛むため、一方の端から始めて反対側まで塗り終わったらまた最初からと、一年中塗り替えをしていると言う噂があるほどだ。なぜ、このような過酷な条件にもかかわらずここに長大橋を造ったのだろうか。

### サンフランシスコ

この地には古くからアメリカ先住民が生活していたが、ヨーロッパ人が乗り込むのは遅かった。彼らは16世紀中頃から付近の海に來航していたが、サンフランシスコ特有の霧や悪天候で湾の入り口が発見できなかったからだ。

夏季のサンフランシスコは、太平洋高気圧が北上し寒流が沿岸に近づく一方、カリフォルニアの中央低地は高気圧となる。この影響で発生した濃霧と強風で、冷気が海峡を通り陸側に浸入し、短時間で気温が10℃以上も降下する。冬

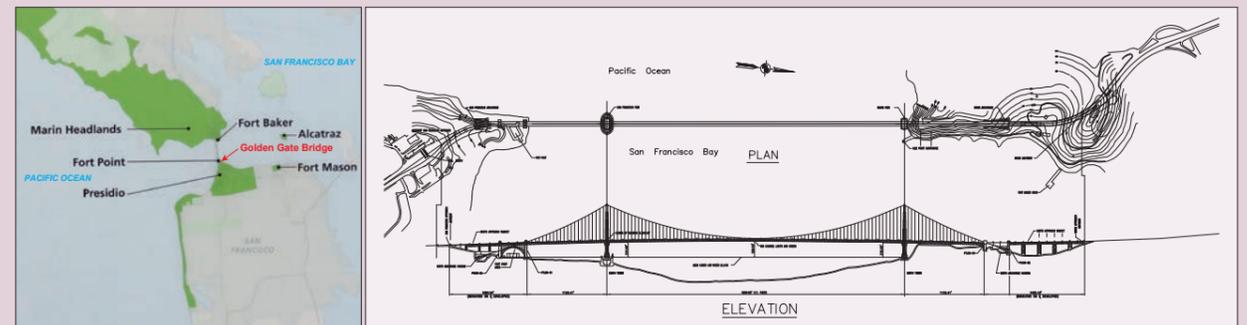


図1 ゴールデンゲート橋の位置図  
(現地案内板に加筆)

図2 平面及び側面図

季の平均風速は夏季の6割程で霧も少ないが、11～12月には嵐があるため突風が吹き、年間最大風速を記録する。

スペイン船が初めてゴールデンゲート海峡を航行して湾に入ったのは1775年であった。そして、聖フランシスコの名のもと伝道所を設立してサンフランシスコと命名した。ゴールデンゲート海峡の名は、1846年にアメリカ陸軍大尉だったジョン・フレモントがイスタンブールの金角湾と似た地形から名付けた。

1848年には500人未満だったサンフランシスコの人口は、翌年にゴールドラッシュの影響で10倍に増加した。1900年代初頭には、湾周辺地域の人口は100万人を突破した。カリフォルニアの南北を結ぶ大動脈である国道101号線は、より効率的な幹線道路としてゴールデンゲート海峡を跨ぐことが求められていた。

そのため、土木技師でもあった新聞記者ジェームス・ウィルキンスは、1916年8月26日の新聞紙上でゴールデンゲート架橋キャンペーンを始めたのだ。彼は、海峡の北にあるマリン郡の自宅からサンフランシスコ市内の事務所までフェリーで通っており、その不便さを痛感していたのである。

この記事に市の技監オシオンアシアが関心を示し、1917年、47歳のジョセフ・シュトラウスとの雑談で話題にした。このジョセフこそが、以後20年にわたる架橋の立役者となるのである。それまでに長大橋を造った経験はなかったが、橋の企画や建設促進に奔走し、架橋のチーフ・エンジニアとして活躍するのだ。

### 橋造り一筋の技術者

ジョセフ・シュトラウスは1870年1月、オハイオ州シンシナティで4人兄弟姉妹の末っ子として生まれた。父は画家、

母は音楽家でドイツからの移民だった。自宅から望めるシンシナティ橋は、「吊り橋の父」と言われ、ブルックリン橋測量中の事故が元で亡くなったジョン・ロープリングが1867年に完成させた吊り橋である。ブルックリン橋完成までの16年間に、世界最長センターズパンの橋であった。街の誇りとして彼の像が橋詰に建つ。中学校時代にロープリング一家について教わったジョセフは、シンシナティ大学シビル・エンジニアリング学科時代には、100kmもあるベーリング海峡への架橋を研究をするほどの物好きであった。卒業した1892年に橋梁技術者としてスタート。数社を渡り歩き、32歳でカウンター・ウェイトにコンクリート塊を使った、効率的で安価な跳ね橋を考えて特許を取り、会社を設立した。そして400以上の跳ね橋を建設して、富と名声を手にした。その一つがサンフランシスコ・ミッション運河に架かる三番街跳ね橋だ。ジャイアンツ球場の横にあり、1933年に完成した橋は今も現役である。

### 進化する架橋計画

ゴールデンゲート海峡は水深約90m、幅約1.6kmで太平洋の荒波が浸入し、潮流は3～4m/sにも及ぶ。そのため、兩岸近くの水深が浅いところに橋脚を設置することになり、センターズパンが1kmを超す長大橋となってしまふ。



写真1 ミッション運河に架かる三番街跳ね橋

写真2 アールデコ調の主塔



写真3 架設中の橋

ジョセフは1921年6月に1,700万ドル（現在の約200億円）の見積りのカンチレバー吊り橋案を提出した。建設資金はPFIとも言える、サンフランシスコを始めとする地元の6つの郡の住民が保証した債権で賄われることとなった。一方、架橋地は連邦軍事局の管轄区域であった。軍事局は、船の航行や軍の兵站到影響を及ぼす可能性のある構造物について、建設の許認可権を持っていた。検討の結果、橋中央の水深が約90mあり、敵の攻撃で橋のどの部分が破壊されても軍艦の航行に支障はないと判断され、建設計画は1924年12月に承認が得られた。

1928年12月、橋の建設と運営を担う機構、ゴールデンゲートブリッジ&ハイウェイ・ディストリクトが設立された。翌年8月にはジョセフがチーフ・エンジニアに選定された。

そして、技術が格段に向上した吊り橋の設計理論に基づき、レオン・モイセイエフとオスマー・アンマンがジョセフと協議を重ね、1930年2月にはゴールデンゲート橋をセンタースパン1,280mの全吊り橋案へと変更した。

モイセイエフはアメリカに移住してきたラトビア人で、1895年にコロンビア大学土木工学科を卒業。後年の1940年11月、風によるねじ

れ振動で崩壊したタコマ・ナローズ橋の設計者となる。スイス連邦工科大学土木工学を1902年に卒業したアンマンは2年後にアメリカに渡った。45歳でニューヨーク市港湾公社の橋梁部長となり、1927年にはジョージ・ワシントン橋のチーフ・エンジニアとなった。

軽快感のある両主塔のデザインは、イルビン・マローによるもので、山型や溝が特徴的なアール・デコ調となっている。また、高くなるにつれて部材を細く水平梁を短くすることで、「あたかも天に昇るイメージ」を演出した。

### 架設

ゴールデンゲート橋の建設は大恐慌最中の1933年に始まった。建設にあたったのは、高度な専門職以外は地元

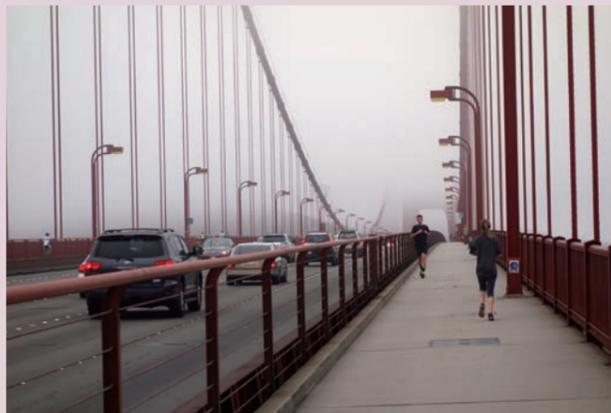


写真4 自転車は西側、歩行者は東側のサイドウォークを利用



写真5 マリン郡から望む6車線の橋

の建設作業員たちだ。彼らは土木技術史上最高の橋を造っているという思いによって、やる気を奮い立たせていた。技術者たちは橋の1/56モデルで実証を行い、主塔等の構造計算が間違っていないかを確認した。直径92cm、長さ2,300mのメインケーブルは、ジョン・ローブリングが開発したケーブル架設工法を採用した。映画『007 美しき獲物たち』では、主塔近くの急傾斜なケーブル上での格闘シーンが登場し、その太さが実感できる。

計画段階で懸念されていた330m沖合に建設する南主塔の地質については、載荷試験の結果から十分な強度がある蛇紋岩と判明した。

建設作業は、当時としては先進的なほど安全第一とされ、作業員に対してもヘルメット、風除けゴーグル、ヘッドランプ等の装備が使われた。リベット打ちの際に、気化した鉛を含んだ塗装を吸気して鉛中毒になるのを防ぐため、防毒マスクも着用した。さらに、トラス構造の橋桁架設時には全長に渡り安全ネットを張った。初めての試みで経費がかかったが、結果的に19名の命を救った。しかし、安全ネット取り外し時の事故で10名が命を落とした。

### 維持管理

この橋は風に強い。風のために通行止めになったのは過去4回しかない。タコマ・ナローズ橋の崩落の教訓を受け、1954年にねじれ振動を抑える筋交いを橋桁に追加し、現在は風速50m/sにも耐えられる構造となっている。

橋の検査は2005年版の連邦政府基準に基づいて行っている。それは水中部が5年毎で、それ以外の部分が2年毎である。また潮流が速いため、両主塔部は河川基礎と同じように洗掘防止などの対応をしている。なお、橋の開通以来、一度に橋全体を塗り直したことはない。基準に基づいた検査結果を踏まえ、どの部分に塗り替えが必要か、どの部分に修理が必要かを判断し、その方針に従って計画的に維持管理を実施している。冒頭の塗装に関する話は全くの誤解だ。

橋は南のサンフランシスコから北のマリン郡へ抜ける唯一の道で、6車線の道路と両側に歩道を持つ。中央分離帯は上下線の交通量によって移動させている。2015年、それまで黄色いコーンをトラックから人力で置いていた作業を、チャックのようにS字ガイドがある専用車を走らせて移動させる方式に変更した。分離帯も強度的に強いコンクリートの連結バリアになった。

その他にも2016年には自殺防止ネットを設置する予定だ。これがあると知らせるだけでも自殺を未然に防ぐ効果がある。様々な工夫を続ける維持管理スタッフもまた、この橋を守ることに大きな誇りを持つ。



写真6 屋外展示されているメインケーブル



写真7 ジョセフ・シュトラウスの像

### 夢の実現

20世紀初頭、長大橋の設計

や架設のための土木技術は飛躍的に進歩し、それまで不可能であったゴールデンゲート海峡を跨ぐ長大橋も実現可能となった。フェリー運航会社や環境保全活動家、一部の技術者からの反対や大恐慌の中での資金繰り、海峡を繋ぐ物理的困難を乗り越え、北カリフォルニアの6つの郡の住民は、ゴールデンゲート橋の建設に出資するための法案に賛成した。この海峡に橋を架けることはまたジョセフ・シュトラウスの夢にもなっていた。彼は数々の障害を克服して周辺住民らの支持を得て、土木建築技術者、地理学者、建設作業員からなる優れたチームを結成した。そして、「不可能な橋」の設計と建設のリーダーとして、サンフランシスコを団結させたのである。

橋が完成した1937年の5月27日から6月2日まで開通記念祭が催された。1年後の5月16日、家族に看取られてジョセフ68歳の生涯を閉じる。南橋詰には彼の像と記念碑が建っている。

（文 塚本敏行）

### <参考資料>

- 1) 「ゴールデンゲート物語 夢に橋を懸けたアメリカ人」中川良隆 2005年 鹿島出版会
- 2) 「アメリカの道路橋 道路橋専門視察団報告書 (Productivity report第109)」日本生産性本部 1961年
- 3) 「Highlights,Facts&Figures」Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District 2009
- 4) 「GOLDEN GATE BRIDGE History And Design Of An Icon」Donald Macdonald and Ira Nadel 2008 Chronicle Books LLC
- 5) 「GOLDEN GATE BRIDGE Big Steel Rising」Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District 2012
- 6) 「GOLDEN GATE BRIDGE」パンフレット Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District 1997
- 7) 「ゴールデンゲートブリッジのバーチャル展示」(http://goldengate.org/exhibits/japanese/index.php)

### <取材協力・資料提供>

- 1) Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District
- 2) 井坂暁 (通訳)

### <図・写真提供>

- 図2、写真3 Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District  
P42上、写真5、7 塚本敏行  
写真1、6 佐々木勝  
写真2 初芝成應  
写真4 川崎謙次