



カリオカ水道橋と大聖堂

土木遺産の香 第69回

古代ローマの水道橋を模した「カリオカ水道橋」 ブラジル、リオデジャネイロ



八千代エンジニアリング株式会社／技術推進本部／技術管理部
近藤安統／KONDO Yasunobu
(前会誌編集専門委員)

路面電車が走る水道橋

2014年7月にFIFAワールドカップが開催されたブラジルのリオデジャネイロ。2016年8月には第31回夏季オリンピックが開催される。2012年には、キリスト像で知られるコルコバードの丘やコパカバーナ海岸を含むグアナバラ湾周辺などが「山と海に囲まれたカリオカの景観群」として世界遺産に登録された。コルコバードの丘からは、カリオカ山地によって北部と南部に分けられたリオデジャネイロの主要地域が一望できる。

中心市街地には1976年に完成した円錐形のステンドグラスが美しいメトロポリタン大聖堂がある。このすぐ側にリオデジャネイロのシンボルの一つとなっているカリオカ水道橋がある。カリオカとはポルトガル語で「リオデジャネイロ市出身の人」という意味である。橋はブラジルがまだポルトガルの植民地だった時代に、郊外の水源地から中心市街地の住民に水を供給するため、1750年に建設されたローマ様式の

石造りの水道橋である。しかし現在、橋には黄色い路面電車が走っている。なぜ路面電車が走っているのだろうか。

リオデジャネイロの歴史

1494年にスペインとポルトガル間で『トルデシリャス条約』が締結され、新大陸の所有をめぐる両国間の問題は、カーボ・ベルデ諸島の西1,776km (370リーグ) の海上で子午線に沿った西経46度37分の東をポルトガル、西をスペインが領有することで解決した。この境界線は南米大陸の東を縦断しており、ブラジル最初の国境を形成している。ブラジルがブラジル到達者として知られるポルトガル人のペドロ・アルヴァレス・カブラルによって認知されたのは、この条約締結から6年後の1500年になってからであった。

コーヒーは18世紀にフランス領ギアナから初めてブラジルにもたらされた。初期のコーヒー農園は、奴隷による労働力が豊富にあったリオデジャネイロの奥地であった。

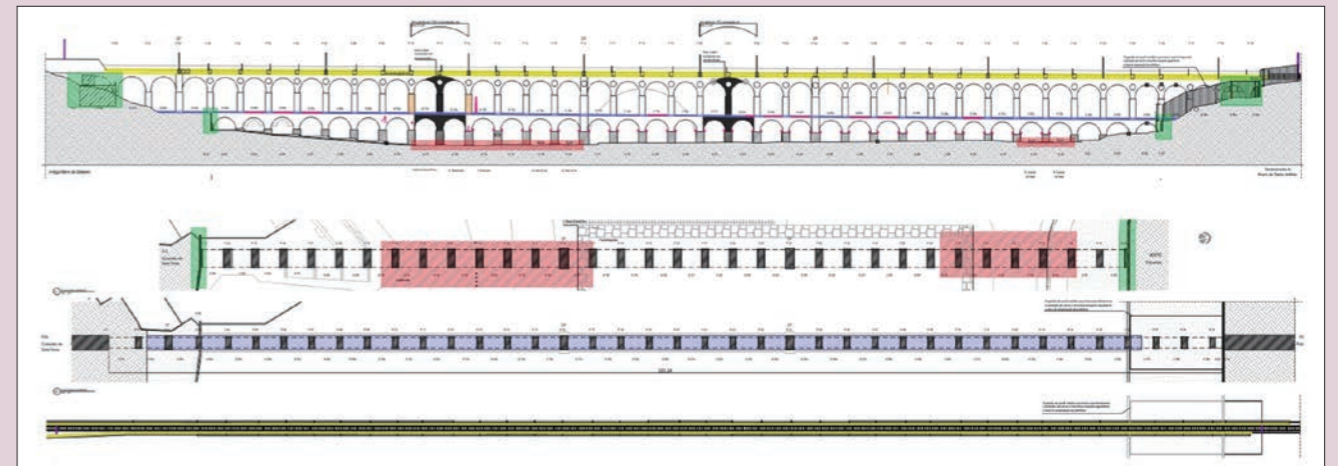


図1 カリオカ水道橋の一般図

19世紀後半の奴隷制廃止及びヨーロッパからサンパウロ州への移民の流入などにより、コーヒー栽培は土壌や気候、高度などがより好条件であるブラジル南部へと広がり、ブラジルの主要産業となっていった。

1808年にナポレオン軍がポルトガルに侵攻したことで、リスボンのポルトガル王室はリオデジャネイロに移り、翌年にポルトガル・ブラジル連合王国の首都となった。ポルトガル王室は1821年に帰還したが、王子ドン・ペドロはブラジルに残った。その約1年後の1822年9月、王子はブラジル帝国の独立を宣言し、同年12月、ドン・ペドロ1世と称して皇帝の地位についた。ポルトガルからのブラジルの独立紛争はイギリスが間に入ったこともあり、ほとんど交渉のみで解決している。

1854年にはブラジル初の鉄道が14km建設され、ガス灯や電信、上下水道といったインフラの整備も始まった。1889年に帝政から共和制に移行したものの、リオデジャネイロは引き続きブラジル連邦共和国の首都であった。

カリオカ水道橋の建設

カリオカ水道橋は、ポルトガル植民地時代の街の発展に最も寄与した重要な土木事業の一つであった。

リオデジャネイロは質の悪い水と沼地によって囲まれ、新鮮な水を確保することが望まれていた。そこで市郊外のチジューカの森に流れているカリオカ川の水を中心市街地の住民に供給する計画が持ち上がった。建設計画は17世紀初頭から練られていたが、100年以上経った1719年に建設が開始され、1723年になってようやく水道橋と異なったルートで水道管が敷設されたが、すぐに使えなくなり再度建設することとなった。そして、1750年に古代ローマの水道橋を模した現在見る橋が建設されたのである。

水道橋建設に当たっては、周辺の沼地を埋め立てて用地

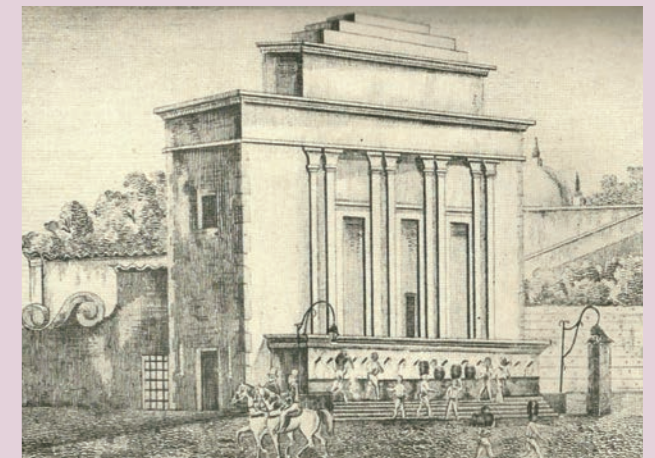


図2 カリオカ水道橋から続く給水施設 (1834年完成)

を確保した。このため水道橋の橋脚は支持力を得るため直接基礎が1.5mの深さとなっている。建設は准将のホセ・フェルナンデス・ピント・ラクナウの指揮で進められ、全長270m、幅約3.0m、高さ17.6m、上部アーチの平均高約8.5mの42連の二重アーチとして完成した。

ラパ地区にあるためラパ・アーチとも呼ばれる。橋のすぐ下流となる現在のカリオカ広場に新設された給水口まで、6.6kmの距離を水が流れた。1834年に16カ所の給水口をもつ施設に改築され、さらに1892年には36カ所に改良された。水は市民に提供するだけでなく船へも供給するため、水路が港の棧橋まで延伸されていた。

水路の形状は、鳥の糞などで汚れるのを防ぐために開水路ではなくパイプを使っていた。当時の資料で鉛を購入した記録から、碎石の詰まっている部分に鉛製のパイプを設置していたようだ。

現在、水源となったカリオカ川は、チジューカの森では小さな渓谷の状態に残っているが、市街地においては蓋が掛けられて暗渠となってフラメンコ海岸からグアナバラ湾口へ流れ込んでいる。また、暗渠部についてはグアナバラ湾と

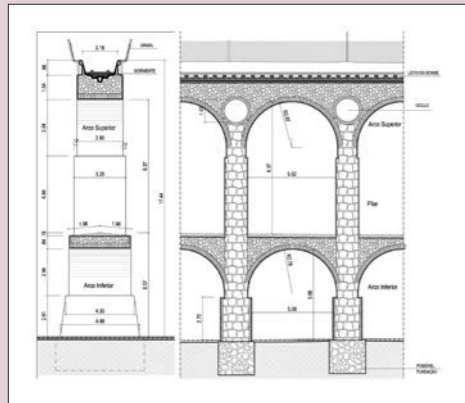


図3 カリオカ水道橋の構造図

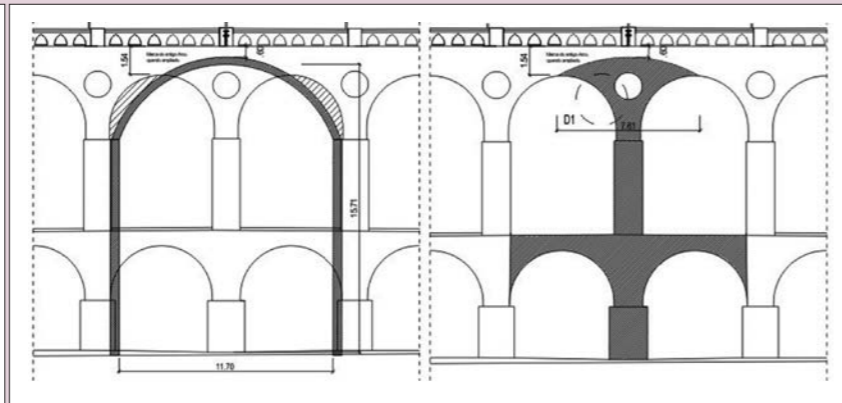


図4 支柱撤去部の構造図



写真1 橋脚間にあった住居

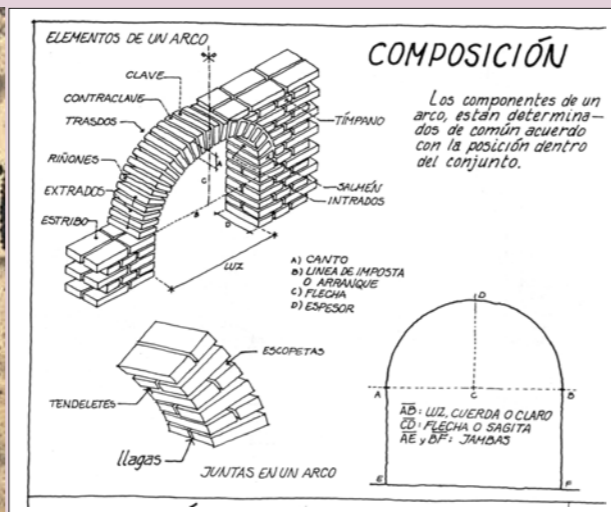


図5 アーチ部の検討図

同様に水質が問題となっている。

19世紀後半になると、市内の水道供給網の整備が進んだことから、橋は水路としては利用されなくなった。そして1896年以降、カリオカ水道橋はサンタ・テレーザと中心街を結ぶ路面電車の陸橋として使用されるようになったのである。

1859年に開業した路面電車は、当初の動力はロバで、その後、蒸気、電気へと変わっていった。



写真2 試運転中の路面電車内

1872年、カリオカ水道橋周辺の交通を確保することを目的に、二重アーチの橋脚を1本撤去して橋脚間を倍に広げるための工事が行われた。さらに1945年には同じ理由で別の橋脚を撤去した。しかし、この2カ所の橋脚部分は、景観の観点から1980年代になって鉄筋コンクリートで復元されている。

1950年頃まではアーチの下の空間には商店や住居があった。この建築は違法ではなかったようだが、どのように許可されたかは不明で、後年、周辺の整備を行うため撤去されたらしい。

2010～2011年には水道橋の保全を図るため、ブラジル文化遺産の保全を担っている組織IPHANが中心となって改修が行われた。水路から電車へ変更するにあたって、当時の資料が無いので設計方法や補強の有無、工法などの技術的に不明な点が多い。このため、維持・補修工事に当たっては多くの仮定を設定して検討が進められた。白く塗り直されているのは、昔から白がシンボルとなっているためで、石の保護も考慮されている。

補修のための調査の結果、使用した煉瓦は長さ30cm、



写真3 軌道数となっているカリオカ水道橋の橋面

高さ7cm、幅15cmであり、外側に6cmの石膏が塗ってあった。軌道断面には30cm×50cm程度の窪みがあり、現在は排水溝として利用されているが、当時は水路として用いられており、水道橋の規模に比べると通水量が少ないように感じられる。

事故からの復活

2011年8月27日、サンタ・テレーザの丘からカリオカに向けて下っていた路面電車は、カーブを曲がりきれず脱線して横転した。この事故で運転士を含む5名が死亡し合計62名の死傷者を数えた。このため安全が確保されるまで運行が中止されていた。

2015年7月、新しい路面電車は試運転を開始し、2駅区間約900mを30分おきに無料運行している。試運転区間では多くの観光客と地元住民が利用していた。道ばたでは手を挙げた人も乗せていた。

新型車は近代的なコントロールパネル、電子制御の駆動システム、格納式ランニングボード（降りる時の踏み板）を有することに加え、低消費電力化、ダイナミック磁気ブレーキシステムが装備されており、グラスファイバーでコーティングされたスチールフレームで車体を強化している。また、立乗りが危険なため木製ベンチの定員32人以下で運行し、安全性を確保している。



写真4 カリオカ水道橋の全景（左上が下流側）

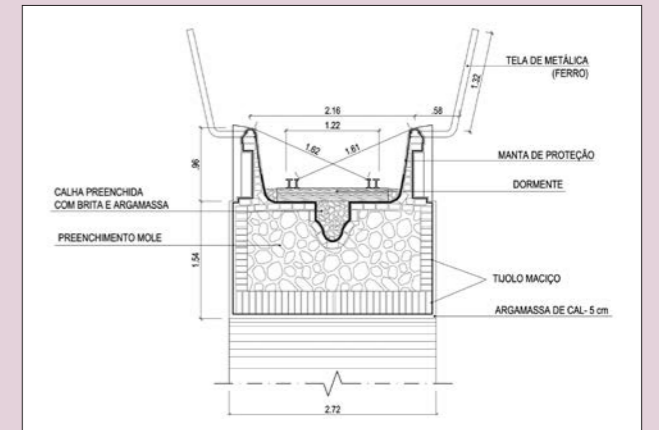


図6 軌道数の断面図

これから

カリオカ水道橋周辺では最近、大規模なイベント施設やマンションが建設されており、ライブハウスやレストランのほか、週末の夜ともなると鮮やかなネオンがきらめき、大勢の人々で賑わっている。しかし、この安全で楽しい雰囲気は警察による重点的な警備のおかげであり、カリオカ水道橋周辺に警察官がいない時には、荷物を持った観光客は立ち入らない方が良いと言われている。

ブラジルのGDPは、世界第7位で日本の約半分、イタリアと同等であり、道路・鉄道などのインフラ整備が進められているが、経済状況は厳しく思うように進んでいない。オリンピック・パラリンピックなどの開催を契機として更なる発展が望まれる。

<参考資料>

- 1) [OFICINA de ESTUDOS da PRESERVAÇÃO] Projeto de Restauração dos Arcos da Lapa, IPHAN, 2010年9月
- 2) [外務省ホームページ] (<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/brazil/>)
- 3) [在ブラジル日本大使館ホームページ] (http://www.br.emb-japan.go.jp/itpr_ja/)
- 4) [駐日ブラジル大使館ホームページ] (<http://www.brasemb.or.jp/>)

<取材協力・資料提供>

- 1) IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional)
- 2) Astorga (Consultoria Planejamento e Gerenciamento de Projetos)
- 3) Julia Mograbi & Fujiko Nishiyama (通訳)

<図・写真提供>

- 図1、2、3、4、5、6、写真2 Iphan
写真3 塚本敏行 写真2、4 近藤安統