

World Watching 215

ワールド・ウォッチング



八尋 明彦

一般財団法人沿岸技術研究センター
客員研究員

日本工営株式会社
技師長・理事



はじめに

「水の都」、
「アドリア海の
女王」などと
称され、世界
中から年間2
千万人の観光
客が訪れる世



写真1) 頻繁に観光客や住民を悩ませる高潮(サンマルコ広場)

界遺産(1987年文化遺産指定)、26万人が居住するイタリア・ベネチア。そこが近年高潮(アクア・アルタ)の被害を頻繁に受けるようになり、住民や観光客を悩ませている(写真1)。それに対してイタリア政府が全力を挙げて取り組んでいるのが、フラップ式ゲートを活用した“モーゼ計画”である。このWorld Watchingでは過去に4回報告されているが、いよいよ今年12月に完成する運びとなった。他方、早稲田大学、(国法)港湾空港技術研究所、日立造船(株)、及び(一財)沿岸技術研究センターは、共同研究で「津波・高潮用のフラップ式陸閘」を開発した。四国地方整備局が実施した撫養港海岸保全事業において採用され、その成果に対して平成27年度土木学会技術開発賞、日本港湾協会技術賞、及び国土技術開発賞が与えられた。

昨年9月ベネチアにおいて、この共同研究者を中心とした調査団(団長:清宮理早稲田大教授)が、国土交通省港湾局の後援を得てモーゼ計画の施工・維持管理の委託先である新ベネチア事業連合(CVN)とワークショップを開催した。さらに公共事業省関係者とも意見交換した。本稿では、その際に入手した最新のモーゼ計画の進捗状況やフラップ式ゲートの運用計画や維持管理計画等について報告したい。

壮大な高潮対策 ベネチア・ モーゼ計画 施設完成、間近!

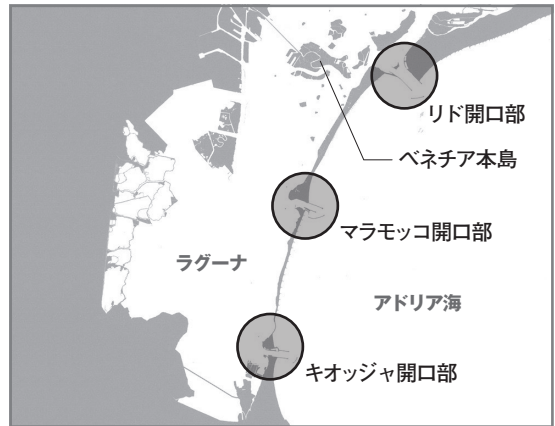


図1 2) 湾内のベネチア本島と3つの開口部



完成間近のモーゼ計画

公共事業省が策定したモーゼ計画(伊語Modulo Sperimentale Elettromeccanico:電気機械実験装置、全体事業費約55億€(7,300億円)の背景や経緯は、これまで多く報告されているが、改めて図2に示すグラフをご覧頂きたい。そもそもベネチア人が5世紀にゲルマン人の侵略からこのラグーン湿地帯へ避難したことからベネチアの歴史が始まっている。現在も年間0.4mmの圧密沈下があり、また近年の地下水くみ上げによる地盤沈下、さらに地球温暖化による海面上昇によって過去100年間で相対的に地盤高さが約25cm下がった。この状況下で、さらにアフリカ大陸から吹くシロッコの吹き寄せ等の影響を受けて、現在の本島の地盤高さ80~100cm(本計画の湾内における規定潮位110cm)を超える潮位が頻繁に生じている。2011年から2016年までに38回(過去最高値194cm:1966年11月)発生した。訪問時も一日豪雨だったために、地下潮位が高いサンマルコ広場は排水できず、足首まで滞水した。そこで発

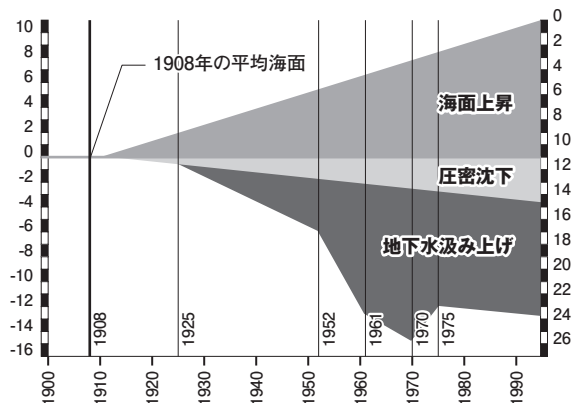


図2 1) 1908年以降の地盤の相対沈下 (単位: cm)

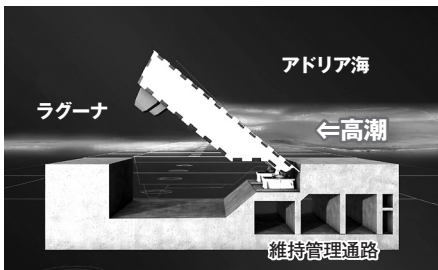


図3 1) モーゼ計画におけるフラップ式ゲート



写真2 4) フラップ式ゲートによる開口部閉鎖 (リド開口部北側)

案されたのが、島内の親水性・景観性確保、海上交通の確保、及び湾内環境保全の一石三鳥を狙ったフラップ式ゲートによる対策(図3)である。耐用年数100年で設計され、地球温暖化の影響を考慮してフラップ式ゲートの天端高さに70～80cmを上乗せしている。当初可動式ゲートの構造形式として15種類検討され、その中には和歌山下津港海南地区で検討された浮上式ゲートもあった。

本計画は2001年に策定、工事は2003年から開始され、完成予定時期(2012年)は延びたが、今年2018年12月に完成することとなった。昨年9月の訪問時には、全ての基礎ケーソン及び閘門の設置は終了しており、3箇所(図1、写真2)の開口部(inlet)に設置予定の78個のフラップのうち40個は設置済で、残りはリド開口部で20個、キョウジャ開口部で18個となっていた。ジャッキアップ船やガントリークレーン船を使用して設置された。



フラップ式ゲートの運用計画

フラップ式ゲート閉鎖時の湾内潮位は、潮位偏差に加えて降雨、風波、フラップ間の隙間7cm、及び基礎ケーソン間の隙間15cmからの流入量などの影響を受ける。このため高潮が予想される場合には、5日前から定点における潮位を始め風、雨量等を監視し36時間前から24時間体制で、前述した潮位110cmをベネチア湾内の管理水準(図4)にして、フラップ式ゲートを操作する運用計画となっている。完成以降3年間、これに沿って試験的に運用し、2022年に本格的に運用する予定である。それでも潮位110cmに抑えても全島の12%は浸水することになり、一部地区では浸水を容認している。

フラップ式ゲートは、閉鎖時の扉体角度を常に45度に保持するために扉体の空気量を調整して制御する。このため扉体には流量計、傾斜計(各扉体に7個)など多数のセンサーが取り付けられている。

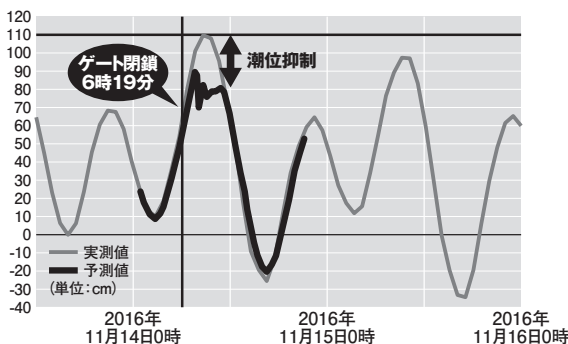


図4 2) シミュレーションによるラグーナ内のある地点における潮位抑制効果



フラップ式ゲートの維持管理計画

完成後3年間はCVNが、上記の運用や維持管理業務を担当するが、その後は入札により企業体を選定することになる。フラップ本体は塗装と電気防食で腐食を防止しているが、予備を用意して5年ごと簡易な検査及び補修を行い、15年ごとにベネチア北東部にかつては造船所として使われていたアルセナル地区において本格的な補修を行う計画である。訪問時に開口部の長さ3つの開口部で最も長いリド開口部を視察した。延長420mの北バリア、同400mの南バリアの中間部に人工島を建設しコントロールルームを配置していた。フラップ



写真3 5) 海面下の基礎ケーソン内にある維持管理用通路

本体を開閉させるために、1扉体当たり2個のヒンジが設置され空気の注入により浮上させる。このため海面下の基礎ケーソン内部には空気や水の供給経路とヒンジ部分のメンテナンスのために作業員用のトンネル通路(写真3)が2本配置(1本は予備用)されていた。



おわりに

わが国でも高潮・高波、津波対策として海底設置型の可動式ゲートや防波堤の開発は重要である。モーゼ計画における今後のゲート運用や維持管理の実績は有用な情報であるため、先方の関係者と引き続き人的、技術的な交流を続けていきたい。今回ベネチアは公私合わせて4回目の訪問であった。ウォーターフロント開発のモデルと言うべき愛するベネチアが、モーゼ計画の効果が十分に発揮され、今後とも世界遺産として永遠に存続していくことを切に祈るものである。

[参考文献]

- 1) Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Venice/Mose
- 2) Eng. Stefano Libardo, Territorial data information Service Department Management - MOSE Operation Room, 18 September 2017
- 3) THE ARSENALE RESTORATION The Mose gates maintenance system, 18 September 2017
- 4) COMAR, Installation of Gates, 19 September 2017
- 5) 日立造船(株)、ベネチア出張報告書、2017.9.28