

河 構 審 第 7 号
令和3年1月29日

大 阪 府 知 事 様

大阪府河川構造物等審議会
会長 中北 英一

三大水門の改築に関する事項について（答申）

令和元年10月31日付け河整第1664号で諮問のあった標記について、
下記のとおり答申します。

記

・別添の通り

答 申

改築する三大水門について設計条件として配慮すべき事項

1. はじめに

現在の三大水門は、昭和 40 年から設計に着手し、昭和 45 年に高潮対策の根幹施設として完成して以来、半世紀の間、大阪の街の安全安心に寄与している。

現水門は、伊勢湾台風と同等の台風が最悪経路（室戸台風経路）を通過して満潮時に来襲した場合を想定して、設計されている。

一方、改築する三大水門は、高潮に対する防御のみならず、津波による被害も防ぐことにより住民の安全安心を確保する重要な治水施設で 21 世紀末時点においても供用していることを想定しており、気候変動の影響を受けることは確実である。気候変動の影響により、平均海面水位の上昇、強度が増す台風に伴う潮位偏差の増大、波浪の増大などが予測されている。

そのため、改築する三大水門については、気候変動により外力が増大しても施設又は部材等の耐用年数が経過するまで必要とされる安全性が確保できるよう設計する必要がある、本答申にて気候変動への対応についてとりまとめた。

2. 気候変動の現状と予測

（気候変動の現状）

- ・ 国連・気候変動に関する政府間パネル（以下、「IPCC」という。）の第 5 次評価報告書（2013 年～2014 年公表）では、過去 100 年程度の間観測された気候変動について、「気候システムの温暖化には疑う余地はない」とされ、世界の平均気温は、1880 年から 2012 年の間に 0.85℃ 上昇し、世界の平均海面は 1901 年から 2010 年の間に 0.19m 上昇していることが示されている。
- ・ 日本においても、気象庁の観測によると、1898 年から 2018 年にかけて 100 年あたり 1.21℃ 上昇し、日本沿岸の海面水位についても「十年規模の変動が卓越するものの、1980 年代以降、上昇傾向が見られる」と示されている。

（気候変動の予測）

- ・ 将来予測について、IPCC 第 5 次評価報告書では、地球温暖化による大気放射エネルギー収支の将来変化予測として代表的濃度経路シナリオ（以下「RCP シナリオ」という。）が複数用意された。具体的には、4 つの RCP シナリオが用意されており、2081 年から 2100 年の世界平均地上気温は、1986 年から 2005 年に比べて最も温暖化が進む RCP8.5 シナリオ（現在のように温室効果ガスの排出をし続けた場合）では 2.6 から 4.8℃（4℃ 上昇気候条件）、最も温暖化を抑えた RCP2.6（21 世紀末に温室効

果ガスの排出をほぼゼロにした場合)では、0.3℃から1.7℃上昇(2℃上昇気候条件)すると予測されている。

- ・ 平均海面水位について、令和元年9月にIPCC総会で受諾された「海洋・雪氷圏特別報告書(SROCC)」では、2100年までの1986年から2005年に対する平均海面水位の予測範囲は、RCP8.5シナリオでは、0.61mから1.10m、RCP2.6シナリオでは0.29mから0.59mとされ、これまでの報告から上昇修正されている。
- ・ これまでの観測された台風の発生状況からは長期的に明瞭な変化はみられないものの、近年の日本近海の海水温は上昇傾向にあり、台風の発達に影響を及ぼすことが予想され、将来気候における台風による潮位偏差の極値は増加すると考えられる。

(国の動向)

- ・ 国土交通省は、これまで気候変動による影響について技術的な検討を進めている。特に、「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」では、気候変動によって平均海面水位の上昇や高潮による潮位偏差や波浪の強大化等の影響が想定されるため、海岸保全の前提となる外力の考え方や気候変動を踏まえた対策について検討が行われた。
- ・ 同委員会では、海岸保全を過去のデータに基づきつつ、気候変動による影響を明示的に考慮した対策へ転換し、整備等を促進すべきであること、気候変動影響の定量化に向けた更なる検討の必要性などが指摘されている。

3. 気候変動を踏まえた設計外力の設定

改築する三大水門の諸元等を定める設計外力として、高潮外力(静水圧・波圧)および津波外力を求めた結果、津波外力よりも高潮外力の方が大きくなるため、高潮外力を設計外力の対象に検討を行うこととした。

(使用するデータ)

- ・ 最新のIPCC第5次評価報告書で採用されたRCPシナリオのうち、国の提言等を踏まえ、気候変動を踏まえた設計外力に用いるのは、RCP2.6シナリオ(世紀末2℃上昇相当)を基本とするが、気候変動予測の不確実性や更なる温度上昇にも備える観点から、RCP8.5シナリオ(世紀末4℃上昇相当)についても外力を算出する。
- ・ 日本周辺を対象とした気候変動予測に使用する予測データは複数存在するが、最新のIPCC第5次評価報告書以降の予測結果を踏まえて、発生頻度の低い極端気象についての統計的な議論が可能となることから、現在気候及び4℃上昇気候の台風の評価では、気象庁気象研究所、京都大学防災研究所等が参画する文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」に

より整備、公表された d4PDF(20km)を使用し、2°C上昇気候では、文部科学省「SI-CAT 気候変動適応技術社会実装プログラム」において整備、公表された d2PDF (20km) を使用する。

(高潮シミュレーションの構築)

- ・ 設計外力の設定に必要な潮位偏差や波浪は将来予測される気候変動を考慮した高潮シミュレーションにより算出する必要があるため、「高潮浸水想定区域図作成の手引き VER.1.10 H27.7」を参考に高潮シミュレーションの数値モデルを構築した。
- ・ 構築したモデルにより平成 30 年台風第 21 号の再現計算を実施し、モデルの再現精度を確認した結果、水門付近では、陸地の影響を大きく受けるため、旧淀川河口に比べると、再現性は低いものの、ピーク値の再現はできており、水門の設計に用いることを考慮すれば、妥当である。
- ・ ただし、現時点のモデルの限界ということ認識して、将来、外力の見直しを行う際は、再度シミュレーションの精度検証を行うことも検討すべきである。

(現行高潮計画外力の妥当性確認)

- ・ 最新の情報を基に構築したモデルにおいて、現計画外力（伊勢湾台風と同等の台風が最悪経路（室戸台風経路）を通過して満潮時に来襲した場合）で高潮シミュレーションした結果、三水門で若干のばらつきはあるものの、計算値と現計画値が概ね一致することを確認した。

(海面水位の上昇を考慮した朔望平均満潮位の設定)

- ・ 大阪潮位観測所の朔望平均満潮位の経年変化を整理した結果、近年の朔望平均満潮位は、現計画の水位 OP+2.2m よりも高い傾向にあることを確認した。
- ・ 将来気候における朔望平均満潮位は、IPCC 報告書の基準年（1986 年～2005 年）の台風期の朔望平均満潮位（OP+2.3m）に気候変動による海面水位上昇量を考慮して設定する。
- ・ 2100 年時点における海面水位上昇の推定については、SROCC による海面上昇予測データから世界平均、日本周辺、大阪湾周辺のデータ（5%～95% 不確実性幅）を整理し、それらのデータにおける最小値および最大値を抽出すると、2°C 上昇気候条件では、0.25m～0.67m、4°C 上昇気候条件では、0.58m～1.28m となった。
- ・ 国の「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方 提言」では、「海岸保全の目標は、2°C 上昇相当（RCP2.6 シナリオ）を前提としつつ、広域的・総合的な視点からの取組は、平均海面水位が 2100 年に 1m 程度上昇する予測（4°C 上昇相当（RCP8.5 シナリオ）も考慮し、長期的視点から関連する分野とも連携することが重要である」とされている。

- ・ 海面水位上昇量は、改築する水門の供用期間が 2100 年を超え、2100 年以降も海面上昇することが予測されていることや平均海面水位の上昇は、将来にわたって平常時にも継続して広範囲に作用する。
- ・ そのため、2°C 上昇気候条件においては、予測の上位である 95% 値（世界平均：0.59m、日本周辺：0.67m、大阪湾周辺：0.62m）を参考に 0.70m を採用する。
- ・ 一方、温室効果ガスの最大排出量シナリオである 4°C 上昇気候条件では、予測の中央値（世界平均：0.84m、日本周辺：0.90m、大阪湾周辺：0.86m）を参考に 0.90m を採用する。
- ・ アメリカやイギリスの事例においても、1m 程度の海面上昇量を考慮しており、今回の設定は妥当な範囲である。

（偏差、波浪等の設定）

- ・ 将来気候台風（気圧・風向風速）の設定は、気候変動予測データを直接活用する場合（方法 1）と、想定台風将来の気候変動を考慮する場合（方法 2）が考えられる。
- ・ 比較検討した結果、現行計画との整合性などから方法 2 を採用する。
- ・ 将来気候における台風の中心気圧は、現在気候と将来気候（2°C 上昇条件、4°C 上昇条件）の気候変動予測データを比較することにより設定する。
- ・ 将来気候における台風中心気圧の発生頻度が、現行計画における台風中心気圧（伊勢湾台風規模）の発生頻度と同程度となるものとして、以下の手順により将来気候における台風中心気圧の設定を実施する。
 - ① 台風の実績データ（気象庁ベストトラックデータ）から現行計画規模の台風中心気圧（伊勢湾台風規模 940hPa）の発生頻度を算出し、気候変動予測データの現在気候と将来気候において同頻度の台風中心気圧を算出する。
 - ② 標準大気圧からの気圧低下量を指標に現在気候からの将来気候における中心気圧の変化比率を算出し、現計画の最大気圧低下量（1013hPa－940hPa）に乗じて将来気候の中心気圧を設定する。
- ・ 2°C 上昇条件における気圧低下量は、現在気候の 1.09 倍となり、台風中心気圧は、933hPa となる。
- ・ 4°C 上昇条件における気圧低下量は、現在気候の 1.21 倍となり、台風中心気圧は、925hPa となる。
- ・ 台風の最大旋衡風半径は、現行高潮計画における伊勢湾台風の台風中心気圧と最大旋衡風半径の関係を基に設定する。
- ・ 台風移動速度は、現在気候と将来気候（4°C 上昇）で明確な違いは見られないことを確認した。
- ・ 仮に、台風の移動速度が遅くなる場合、最高潮位の継続時間が長くなることが予測されるが、水門を設計するうえでは考慮する必要がないことから、現行高潮計画と同じ移動速度とする。

- ・ 将来気候における潮位偏差は、旧淀川河口では現計画値よりも 2°C 上昇条件で 0.5m、4°C 上昇条件で 1.2m 高くなるのに対し、各水門地点では現計画値よりも 2°C 上昇条件で 0.72m~1.06m、4°C 上昇条件では 1.65m~1.94m 高くなり、旧淀川河口と比較して水門地点の方が上昇量は大きい。
- ・ 波高は安治川水門で現計画値より高くなるが、その他の水門では 4°C 上昇条件でも現計画値より低い結果となった。

(地盤沈下量の設定)

- ・ 現水門設計においては、余裕高として地盤沈下量 0.6m 見込んでいるが、地下水採水が規制されて以て低減しており、近年 10 ヶ年においてほとんど沈下はみられない。
- ・ 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の津波断層モデルのうち、大阪府域に最も大きな影響を与えると考えられる 4 つのケースにおける、大阪市の広域地盤沈下量の最大値は約 0.25m である。
- ・ 以上を踏まえて、新水門の設計において設定する地盤沈下量は、広域地盤沈下量の 0.25m とする。

(気候変動を踏まえた水門天端高)

- ・ 気候変動による海面上昇や潮位偏差等の将来変化を考慮した水門天端高は、安治川水門で最も高くなり、2°C 上昇で OP+8.64m、4°C 上昇で OP+9.85m となり、現計画値 (OP+7.40m) よりもそれぞれ 1.24m、2.45m 高くなる。
- ・ なお、気候変動を考慮した津波水位は、木津川水門で最も高く、2°C 上昇気候で設計津波水位 (L1) OP+6.44m、最大クラス津波水位 (L2) OP+7.45m、4°C 上昇気候条件で設計津波水位 (L1) OP+6.64m、最大クラス津波水位 (L2) OP+7.65m となり、2°C 上昇気候条件での水門天端高 (OP+8.64m) よりも低くなる。

4. 手戻りの無い設計の考え方

- ・ 気候変動予測に関する何れのシナリオでも、産業革命前と比べて気温が 2°C 上昇するのは、21 世紀末ではなく、2040~2050 年となっている。
- ・ そのため、次世代において手戻り、後悔が生じないような設計を行うべきである。
- ・ 一方、気候変動予測データを基に設定した将来外力には、気候予測の不確実性、シナリオによる不確実性、外力の上昇時期の不確実性などが含まれているため、将来の技術革新にも期待して、現在において過剰な投資とならないよう留意すべきである。
- ・ 設計外力としては、国の動向も踏まえて、2°C 上昇対応として設計することを基本とするが、4°C 上昇外力やそれ以上に外力が増大することも想定される。設計外力を超える外力変化に対して、補強等の後施工での対策が実施できるような工夫等を事前に検討すべきである。

- ・ 水門を構成する部材ごとに耐用年数、更新時期、補強の可否などが異なるため、部材ごとにあらかじめ対策を講じておく「先行型対策」と将来における気候変動を確認後に対策を講じる「順応型対策」のどちらか適切な対策方法を選択する必要がある。
- ・ 土木躯体（門柱、堰柱、床版）や基礎工は、供用途中の改修が技術的およびコスト的に困難であるため、「先行型対策」を基本とすべきである。
- ・ 機械・電気設備は耐用年数が短く、施設自体の供用期間の途中で設備の更新が必要となることから、更新時の対応が可能であるため、「順応型対策」を基本とすべきである。
- ・ 扉体の高さについては、かさ上げゲートの後施工が可能であることから「順応型対策」を基本とすべきである。
- ・ 扉体強度については、供用途中の改修が困難であるため、「先行型対策」を基本とすべきである。
- ・ 「順応型対策」によって、部材がサイズアップすることも考慮し、将来においても確実に施設操作を行えるよう設計することが重要である。
- ・ なお、今後の施工技術の進展に伴い、「先行型対策」「順応型対策」の対象とする部材が変わることも考えられるため、将来的な技術革新を取り入れることが可能となるよう設計時点において、最新の技術を踏まえた検討を行うことが重要である。

5. 新たな知見の反映

- ・ 気候変動予測は、気候予測モデルの開発など将来の状況を解明するための技術開発が急速に進展しており、最新の動向に留意する必要がある。
- ・ 現時点における気候変動予測には、不確実性が大きいいため、今後、徐々に気候変動の影響が現れることを踏まえると、モニタリングを充実させ、継続的な監視やデータの蓄積を行い、気候変動の進行具合を把握することが重要である。
- ・ 今後のモニタリング結果や新たな知見に応じて、今回とりまとめた内容を継続的に検証し、気候変動に対して順応的な対応を実施していくべきである。
- ・ なお、今回とりまとめた気候変動を見据えた設計の考え方については、将来においてもその考え方が継承されるよう、適切な維持管理を行うことが重要である。