

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、2100年を超える長期間供用す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、台風の強大化に伴う潮位偏差の増大、波浪の強大化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り、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)

① 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。

② 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)

③ 将来予測について、IPCC第5次評価報告書では、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（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℃、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℃上昇すると予測されている。

- 1 *z* 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
2 圏特別報告書」（以下、「SROCC」という。）では、2100 年までの 1986 年から
3 2005 年に対する平均海面水位の予測範囲は、RCP8.5 では、0.61m から 1.10m、
4 RCP2.6 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
5 いる。
- 6 *z* これまでの台風の発生状況から長期的に明瞭な変化はみられないものの、近年
7 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
8 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。

9 10 (国の動向)

- 11 *z* 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
12 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
13 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
14 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
15 た対策について検討が行われた。
- 16 *z* 同委員会では、令和 2 年 7 月に「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委
17 員会 提言」（以下、「国提言」という。）がとりまとめられており、海岸保全を
18 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
19 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
20 検討の必要性などが指摘されている。

21 22 3. 気候変動を踏まえた設計外力の設定

23 (使用するデータ)

- 24 *z* 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、「海岸保全
25 に反映させる外力の基準とするシナリオは、RCP2.6（2℃上昇相当）における
26 予測の平均的な値を基本とすることが妥当」との国提言等を踏まえ、気候変動
27 を踏まえた設計外力に用いるのは、RCP2.6（世紀末 2℃上昇相当）シナリオを
28 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、
29 RCP8.5（世紀末 4℃上昇相当）シナリオについても外力を算出する。
- 30 *z* 日本周辺を対象とした気候変動予測に使用する実験データは複数存在するが、
31 最新の IPCC 第 5 次評価報告書や、大規模アンサンブル実験により、発生頻度
32 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
33 4℃上昇気候では、d4PDF(20km)、2℃上昇気候では、d2PDF（20km）を使用
34 する。

1 (高潮シミュレーションの構築)

- 2 *z* 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
3 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
4 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モデルを
5 構築した。
- 6 *z* 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
7 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
8 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
9 の設計に用いることを考慮すれば、妥当である。
- 10 *z* 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
11 行う際は、再度シミュレーションの検証を行うことも検討すべきである。

13 (現行高潮計画外力の妥当性確認)

- 14 *z* 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
15 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
16 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
17 画値が概ね一致することを確認した。

19 (海面水位の上昇を考慮した朔望平均満潮位の設定)

- 20 *z* 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
21 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。
- 22 *z* 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）
23 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
24 慮して設定する。
- 25 *z* **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
26 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）
27 を比較した結果、**2℃**上昇気候では、**0.25m**～**0.67m**、**4℃**上昇気候では、**0.58m**
28 ～**1.28m** となった。
- 29 *z* 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、
30 **2℃**上昇相当（**RCP2.6**）を前提としつつ、広域的・総合的な視点からの取組は、
31 平均海面水位が **2100** 年に **1m** 程度上昇する予測（**4℃**上昇相当（**RCP8.5**））も
32 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
33 ている。
- 34 *z* 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
35 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
36 って平常時にも継続して広範囲に作用する。
- 37 *z* そのため、**2℃**上昇気候については、予測の上位である **95%**値（**0.59m**～**0.67m**）
38 を参考に **0.70m** を採用する。

- 1 *z* 一方、温室効果ガスの最大排出量シナリオである **4°C** 上昇気候では、予測の中
2 中央値 (**0.84m**～**0.90m**) を参考に **0.90m** を採用する。
3 *z* アメリカやイギリスの事例においても、**1m** 程度の海面上昇を考慮しており、今
4 回の設定は妥当な範囲である。

5

6 (偏差、波浪等の設定)

- 7 *z* 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
8 る場合（方法 1）と、想定台風に将来の気候変動を考慮する場合（方法 2）を比
9 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。
10 *z* 気候予測データの現在気候と将来気候の台風中心気圧の変化（比率）を整理し、
11 これを現行計画規模（伊勢湾台風規模 **940hPa**）に考慮することにより将来気候
12 の台風を設定する。
13 *z* **2°C** 上昇気候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
14 は、**933.4hPa** となる。
15 *z* **4°C** 上昇気候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
16 は、**924.7hPa** となる。
17 *z* 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
18 最大旋衡風半径の関係を基に設定する。
19 *z* 台風移動速度は、現在気候と将来気候（**4°C** 上昇気候）で明確な違いは見られな
20 い。
21 *z* また、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
22 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
23 潮計画と同じ移動速度とする。
24 *z* 潮位偏差は、旧淀川河口では現計画値よりも **2°C** 上昇気候で **0.5m**、**4°C** 上昇気
25 候で **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** 上昇気候で
26 **0.72m**～**1.06m**、**4°C** 上昇気候では **1.65m**～**1.94m** 高くなり、旧淀川河口と比較
27 して水門地点の方が上昇量は大きい。
28 *z* 波高は安治川水門で計画値より高くなるが、その他の水門では **4°C** 上昇気候で
29 も計画値より低い結果となった。

30

31 (地盤沈下量の設定)

- 32 *z* 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
33 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
34 みられない。
35 *z* 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
36 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
37 広域地盤沈下量の最大値は約 **0.25m** である。
38 *z* 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。

39

1 (気候変動を踏まえた水門天端高)

2 *z* 気候変動を考慮した水門天端高は、安治川水門で最も高くなり、2℃上昇気候で
3 **OP+8.64m**、4℃上昇気候で **OP+9.85m** となり、現計画 (**OP+7.40m**) よりもそ
4 れぞれ **1.24m**、**2.45m** 高くなる。

5

6 4. 手戻りの無い設計の考え方

7 *z* 気候変動予測に関する何れのシナリオでも、**2040～2050** 年には産業革命前と
8 比べて気温が **2℃** 上昇することになっている。

9 *z* そのため、次世代において手戻り、後悔が生じないよう設計を行うべきである。

10 *z* 一方、気候変動予測結果を基に設定した将来外力には、気候予測の不確実性、
11 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、
12 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
13 べきである。

14 *z* 設計外力としては、国の動向も踏まえて、**2℃** 上昇気候対応として設計するこ
15 とを基本とするが、**4℃** 上昇気候外力やそれ以上に外力が増大することも想定
16 される。設計外力を超える外力に対して、補強等の後施工での対策が実施でき
17 るような工夫等を事前に検討すべきである。

18 *z* 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、
19 部材ごとに検討を行い、あらかじめ対策を講じておく「先行型対策」と将来に
20 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
21 方法を選択する必要がある。

22 *z* 土木躯体（門柱、堰柱、床版）や基礎工は、供用途中の改修が困難であるため、
23 「先行型対策」を基本とすべきである。

24 *z* 機械・電気設備は耐用年数が短く、更新時に対応可能であるため、「順応型対
25 策」を基本とすべきである。

26 *z* 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
27 型対策」を基本とすべきである。

28 *z* ただし、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
29 策」を基本とすべきである。

30 *z* なお、「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
31 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。

32

33 5. 新たな知見の反映

34 *z* 気候変動予測の技術的な進展に合わせて、常に最新の知見を反映させ、今回の
35 検討を見直すことも含めて、検討を進めていくべきである。

36