

技術基準対象施設の構造的な応答に関する要求性能は、図-3.7.2のように表すことができる。図-3.7.2の縦軸は作用の年超過確率、横軸は損傷の程度、図中の曲線は施設の性能を表している。年超過確率のある程度大きな変動作用や永続作用によって施設に大きな損傷が生じることは許容されない。一方、年超過確率の非常に小さな偶発作用に対しても施設に一切損傷が生じないようにすることは経済的観点等から合理的ではないため、偶発作用に対しては多少の施設の損傷が許容される。例えば、大地震直後に緊急支援物資の輸送機能が求められる施設であれば、図中の施設Aのように偶発作用に対して損傷の程度を小さく設定しておく必要がある（使用性の確保）。また、偶発作用に対して最低限度の機能を確保するような施設については、施設Bのように、損傷程度の許容値を大きく設定して、施設が致命的な損傷を受けないことを検討する場合もある（安全性の確保）。

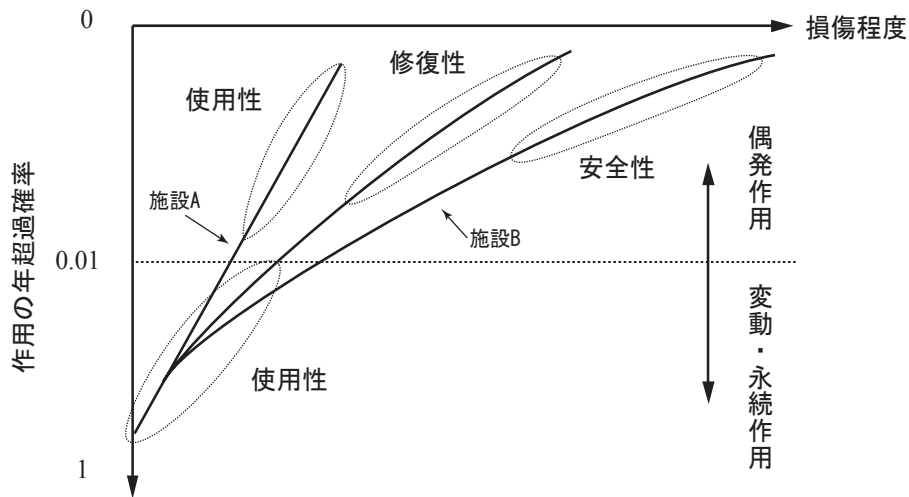


図-3.7.2 設計状態と要求性能の関係の概念

(3) 気候変動による作用の時間変化への対応（第2章 2 技術基準対象施設の設計（解釈）を参照）

①気候変動による作用の時間変化を踏まえた要求性能の確保

技術基準対象施設の設計供用期間中の要求性能を確保するため、技術基準対象施設の設計に用いる平均海面や異常潮位を含む各種潮位、波浪、残留水位等は、当該施設の設計供用期間中の時間変化を勘案して設定する必要がある。また、その変化を勘案した上で技術基準対象施設の要求性能を設計供用期間中にわたって確保する必要がある。更に、「協働防護プラン（【共】第2章 2.3 設計の基本事項参照）」等、港湾内の一連の施設群に対し、気候変動に対して適応すべき性能の水準や気候変動適応時期に係る共通の目標が設定されている場合、当該内容に整合した作用および要求性能の設定が必要となる。その場合、①気候変動による作用の時間変化を踏まえた要求性能の確保および②気候変動に対する適応策の検討の記述において「設計供用期間」とあるところを「協働防護プラン等における気候変動適応時期までの期間」と読み替える。

特に将来の気候変動を勘案した施設の設計においては、設計潮位や設計波高等に代表される作用の設計供用期間中における時間変化を、設計時点において適切と判断した各種予測モデルを用いて設定することができる。しかし、設計時点において時間変化を考慮して設定した作用と実際の作用は、設計供用期間中に乖離する可能性があるほか、各種予測モデルにおける予測結果もばらつきを有している。

このため、設計時点において設定した作用が当該施設の設計供用期間中に上振れまたは下振れするリスクがあることに留意し、その際に生じる当該施設の構造的な応答や供用及び利便性への影響を踏まえた上で、対象施設の構造計画や構造設計を行うことも考えられる。また、作用の時間変化に対する補強対策の要否や対策工法の選定を効率的に実施するための例として、設計条件に対して一定の幅を設定した上で、当該条件の変化に対する性能照査結果の変化を感度分析する手法も提案されており、参考とすることができる⁶⁻¹⁾。

②気候変動に対する適応策の検討

設計供用期間中に想定される作用の時間変化に対し、技術基準対象施設の要求性能を確保する方策として、1) 設計供用期間の初期段階で対応する「事前適応策」と、2) 設計供用期間中に段階的に対応する「順応的適応策」がある。(図-3.7.3参照)

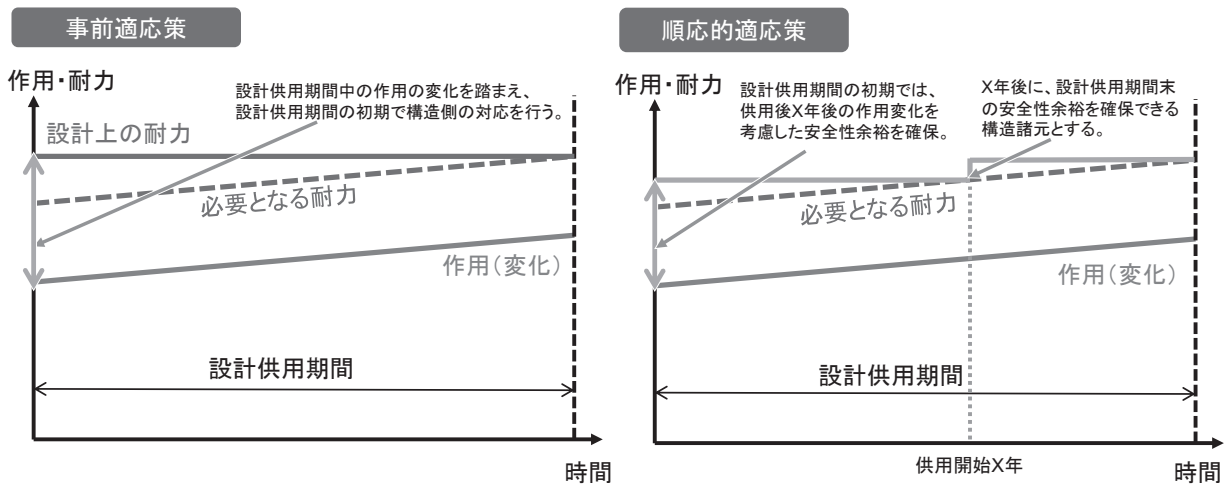


図-3.7.3 設計供用期間中における要求性能の確保方法のイメージ

事前適応策とは、設計供用期間中における気候変動による作用の時間変化を勘案した上で、設計供用期間の全ての時点において要求性能を確保可能な断面諸元として、当該期間の初期段階において対応する方策である。

他方、順応的適応策とは、設計供用期間の全ての時点において要求性能を確保可能な断面諸元を設計時点で検討するものの、実際の整備は部材や構造的な特性に応じて、当該期間中の適切な時期に段階的に対応する方策である。例えば、小型船舶の接岸が想定される対象施設の設計に用いる潮位が、設計供用期間中において大きく変動することが見込まれる場合、係留施設の天端高を事前適応策の考え方に照らして設定すると、設計供用期間の初期段階において船舶からの荷役や人員の乗降が困難な断面諸元となるなど、当該施設の供用性が著しく損なわれる可能性も想定される。このような場合、施設の天端高について順応的適応策の採用が考えられる。

各適応策の選択については、技術基準対象施設に対して想定される作用の時間変化、対象施設の設計供用期間中における供用性の確保および経済性等を踏まえて決定する。ただし、順応的適応策を選択する場合においても、順応的適応のための追加工事の時期を設計段階において検討しておくことが望ましく、気候変動に対する不確実性への対応の観点から、その実施が容易となるような構造上の工夫や配慮を施すことも重要である。また、施設の供用性や経済性等の観点に照らして順応的適応策の採用が困難であると想定される部材や工種等については、将来的な手戻り防止の観点から、事前適応策を前提とした設計を行うことが望ましい。各適応策に対する作用の設定や設計時の検討事例として文献6-2)を参考とすることができる。

なお、対象施設または港湾内の各施設に対する適応策は、どちらか一方に限定して選択する必要はなく、施設の利用状況や構造的な特性等に応じて適切に組み合わせて適用することができる。

(4) 設計条件を越える作用への対応

①津波への対応

技術基準では、当該施設の津波による被災に伴い、人命、財産または社会経済活動に重大な影響を及ぼすおそれのある施設(偶発対応施設としての防波堤、防潮堤、水門及び閘門)について、(1)に示す使用性、修復性及び安全性のほかに、設計津波(設計条件として設定する偶発作用としての津波)を越える規模の津波に対する設計の基本的な考え方が規定されている。具体的には、基準省令において、「設計津波を超える規模

の強さを有する津波が発生した場合であっても、当該津波等の作用による損傷等が、当該施設の構造の安定に重大な影響を及ぼすのを可能な限り遅らせることができるものであること」と規定されている。このため、偶発対応施設としての防波堤、防潮堤、水門及び閘門については、偶発作用に対する要求性能の設定内容（使用性、修復性、安全性）に関わらず、「粘り強さ」の付与が求められる。

例えば、防波堤の場合、減災効果の発揮や被災直後から港内の静穏度を確保できるよう、設計津波を超える規模の強さを有する津波（望ましくは想定される最大規模の津波に対しても）による越流が生じて、防波堤の倒壊に至るまでの時間が出来る限り長くなるように、工費等の制約条件の中で構造上の工夫を最大限図ることで「粘り強さ」を付与することが求められる。

②その他作用への対応

本技術基準では、「粘り強さ」の付与が必要とされる施設は、上述した偶発対応施設としての防波堤、防潮堤、水門及び閘門の津波作用に対する性能に関してのみ規定されているが、施設種別に関わらず設計条件を越える作用に対する挙動を把握し、設計条件を越える作用に対しても施設が急激に破局的な状態に至らないように、可能な限り冗長性や頑健性を有するような構造計画や構造設計を行うことが望ましい。

(5) 構造的な諸元等に関する要求性能（供用性）

技術基準では、構造的な諸元等に関する要求性能として、供用性を規定している。

供用性とは、施設の供用及び利便性の観点から施設が保有すべき性能のことである。具体的には、施設が適切に配置されること、施設の構造的な諸元（施設の長さ、施設の幅、施設の水深、施設の天端高、施設の築造限界等）及び静穏度等が所要の値を満足すること、必要に応じて所要の附帯設備を有すること等である。

また、気候変動による作用の時間変化は、(2)の施設の構造的な応答に関する性能のみならず、施設の供用性に対しても大きな影響を及ぼす可能性があり、構造計画や構造設計においてはこの点を十分に考慮する必要がある。

(6) 施設の施工及び維持管理に関する要求性能（施工性、維持管理性）

基準省令では、(2)及び(4)に示す構造的な応答に関する要求性能及び構造的な諸元等に関する要求性能については施設ごとに示されているが、以下に示す施工性、維持管理性の要求性能は、全ての施設に共通する事項として包括的に規定がなされている。

①施工性

施工性とは、信頼性のある適切な方法を用いることにより、妥当な工期で工事の安全を確保しながら施工できる性能のことである。施工告示を遵守することにより、施工性を満足していると見なしてよい。

②維持管理性

維持管理性とは、施設の利用及び想定した作用による施設の劣化損傷に対して、技術的に可能でかつ経済的に妥当な範囲で補修・補強等を施すことにより、施設に必要な所要の性能を継続的に確保することができる性能のことである。維持告示を遵守することにより、維持管理性を満足していると見なしてよい。

また、気候変動による作用の時間変化は、(2)の施設の構造的な応答に関する性能のみならず、施設の維持管理性に対しても大きな影響を及ぼす可能性があり、構造計画や構造設計においてはこの点を十分に考慮する必要がある。