

5. 今後の気候変動を考慮した 沿岸防災施設の設計の技術的課題

河合 弘泰^{1*}・関 克己¹

¹港湾空港技術研究所海洋情報研究領域 (〒239-0826神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

*E-mail: kawai@pari.go.jp

これまで日本の高潮防災は伊勢湾台風を目標にしてきたが、IPCC第4次報告書によると平均海面は既に上昇しており台風がこれから強大化する可能性も高い。沿岸防災施設の設計には様々な技術的課題があり、本研究ではこれらを現状の課題と将来の顕著な気候変動に適応するための課題とに分けた。現状の課題には、設計潮位・設計沖波の設定方法、超過外力による施設の変形の評価、劣化による施設の耐力の低下の評価、構造的な弱点の克服と変形の累積の評価があり、将来の気候変動に適応するための課題にも、気候変動を踏まえた設計潮位・設計沖波の設定方法、施設の安全性の変化の予測、施設の更新と設計外力の見直しの時期の選定がある。これらについて、現在の研究の進捗状況と今後必要な取り組みを整理した。

Key Words : storm surge, coastal defense, mean sea level rise, typhoon intensification

1. はじめに

1959年の伊勢湾台風の高潮・高波により、伊勢湾沿岸では至る所で海岸堤防が決壊し、名古屋港から漂流した木材が家屋に衝突した。この台風による死者約5,000名のほとんどが高潮氾濫によるものであった。これを契機に高潮危険海域では、伊勢湾台風級の想定台風を防災目標に定め、コンクリートの堅固な堤防の築造が始まった。

それ以来、数千人の死者を伴う災害はないが、1999年には台風9918号が八代海や瀬戸内海西部に想定外の高潮を起こし、沿岸にある多くの施設を破壊した。台風0416号の高潮でも高松市や倉敷市の広範囲が浸水した。その一方で、伊勢湾台風から既に半世紀が経ち、伊勢湾台風直後に築造された施設には老朽化したものもある。IPCC第四次報告書によると、平均海面は既に上昇を始め、これから台風が強大化する可能性は高い。

そこで本稿では、護岸、堤防、防波堤 (図-1を参照) など沿岸防災施設の高潮・高波に対する設計について、現状と将来の気候変動に適応するための課題を整理する。

2. 現状の課題

(1) 現行の設計体系における設計潮位・設計沖波

高潮がそれほど顕著でない海域では一般に、朔望平均満潮位 (大潮の満潮位) を設計潮位、X年確率波 (港湾

局では50年確率波) を設計沖波にしている。あらかじめ設計風速を定め、その風速と吹送距離で定まる波浪を設計沖波にしている海域もある。これら設計外力に対し、防波堤の堤体については滑動の安全率、護岸・堤防の天端高については越波流量または打ち上げ高を計算し、それぞれ所定の値が満たされる断面にしている。

高潮が顕著な海域では一般に、(1)既往最高潮位、(2)朔望平均満潮位など高い天文潮位+計画台風の高潮偏差、(3)X年確率潮位、の何れかを計画高潮位にしている¹⁾²⁾。(2)の計画台風には、伊勢湾台風級の勢力と、過去にその地域に大災害をもたらした台風のコースを組合せることが多い。例えば東京湾では、大正6年台風やキティ台風のコースを直線化し、それを東西に平行移動させている。このように定めた計画高潮位を設計潮位として設計沖波と組合せ、護岸・堤防の天端高を決めている。その一方で、堤体に作用する波力の検討では朔望平均満潮位

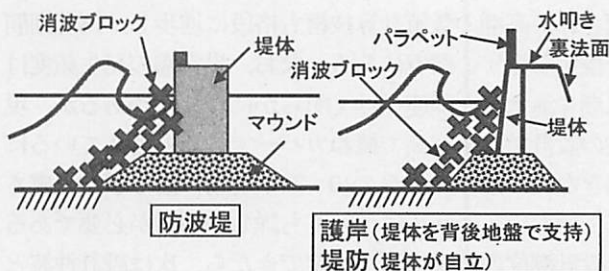


図-1 沿岸防災施設の典型的な構造



図2 台風のコース

を設計潮位にすることが多い。

(2) 設計潮位・設計沖波の設定方法の課題

台風9918号は、図-2に示すように、八代海の西側を中心気圧940～945hPaの勢力で北上し、周防灘で950hPaで貫いた。これらの中心気圧は九州地方でそれほど珍しいものではないが、高潮の発生が大潮・満潮時で、天文潮を合わせた潮位が計画高潮位を超えた地域もある。八代海の北部の不知火町松合地区では、伊勢湾台風時に名古屋で記録された3.5mに匹敵する高潮偏差が生じた³⁾。これらの地域では伊勢湾台風級（八代海で935hPa程度、周防灘で960hPa程度）の勢力と1942年の周防灘台風のコースを想定してきたが、もう少し危険なコースはある。台風0416号は、図-2に示すように中心気圧が965～970hPaの勢力で中国地方を北東に横断し、瀬戸内海に1～2mの高潮を発生させた。高松では、高潮が大潮・満潮と重なり、台風来襲前からの10cmほどの異常潮も加わって、潮位が既往最高潮位に基づく計画高潮位を超えた。

これらの史実が示唆するように、計画台風や既往最高潮位に基づく計画高潮位であろうと、これを超える潮位は発生し得る。その災害を踏まえて計画高潮位の見直しが議論されることになるが、施設の高上げや更新に必要な費用や環境・利用への影響もあって、計画高潮位を高くすることは容易ではない。

したがって、沿岸防災施設の安全性の議論ではまず、計画高潮位の再現期間の明示が必要である。伊勢湾台風の時代に比べ今では、気圧・風・潮位の観測データが蓄積され、高潮の数値計算技術も格段に進歩し、再現期間を推定しやすい環境にある。なお、異常潮の発生頻度は黒潮や海水温と関連づけて明らかになりつつあるが、現在の設計では余裕高で概ねカバーできていると考えているに過ぎない。潮位や波浪の10～20年周期の揺らぎも考慮されていない。これらについても詳しい検討が必要である。

設計潮位の再現期間が推定できたら、次は設計沖波との組合せについて、(1)設計潮位と設計沖波の再現期間



図3 越流を免れた堤防³⁾

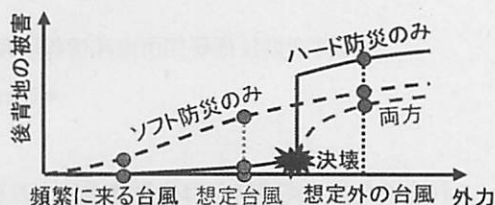


図4 外力と施設の後背地の被害の関係

は必ずしも一致しない、(2)ある一つの台風下で高潮偏差と波高のピークは必ずしも同時ではない⁴⁾、という観点で議論が必要である。高潮と波浪では施設や後背地に及ぼす影響の種類や規模が異なり、これまで設計潮位と設計沖波の再現期間は統一されてこなかった。また、高潮偏差と波高のピークは、台風のコースによって同時になったり数時間の差が出たりするため、設計では一般に同時生起を想定している。そのため、設計潮位・設計波浪の再現期間が分かっただけでは施設の安全性を定量的に知ることができない。むしろ、施設があるモードで破壊する確率で示した方が分かりやすい。X年確率の後背地の被害額は施設の費用対効果の議論にも必要である。

(3) 超過外力による施設の変形の評価

現行の設計体系では、設計外力に対する安全性を照査するだけで、超過外力の作用は基本的には想定していない。過去の被災事例によれば、外力が設計値を超過した瞬間に施設が木っ端微塵になることはまずなく、時間とともに変形が進む。その最終的な変形量には、部材のひび割れのような高潮・高波の防護性能にほとんど支障のないレベルから、パラペットの滑動・転倒や施設全体の決壊のように防護性能が大きく失われるレベルまで、幅がある。また、施設に変形がないまま越波・越流で後背地が浸水する場合もある。図-3は不知火町松合地区の堤防の一つであり、台風9918号による高潮がこの堤防の天端を越流し、堤内側の法面を洗掘したが、決壊は免れた。

図-4は外力と被害の関係の模式図であり、これまでの設計では想定台風に対する越波や打ち上げが許容値以下になることを目標にしてきたが、外力が設計値を少し上回ると施設の変形や後背地の被害は急に増加する。したがって、設計外力を含む3段階程度の外力⁶⁾に対して、施

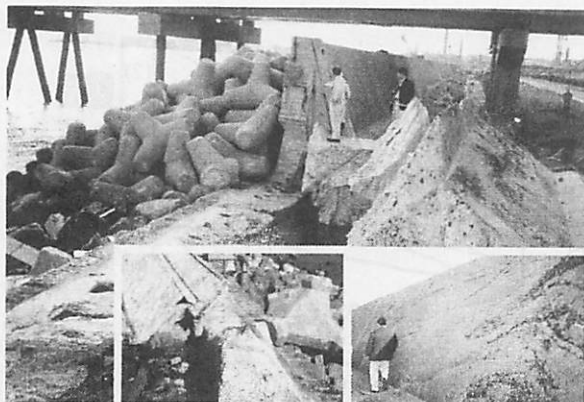


図-5 パラペットが倒壊した護岸⁸⁾

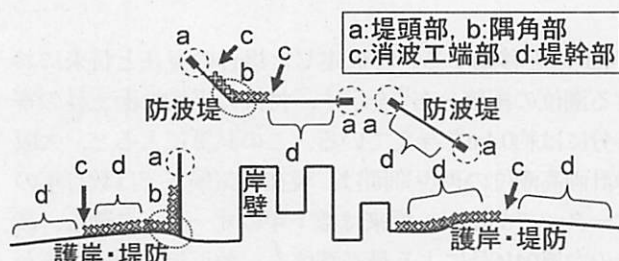


図-6 施設の部位

設の変形や後背地を含めた被害を定量的に把握しておき、施設で守りきれない部分をソフトの防災でカバーすることが重要である。そのとき、設計で想定した外力の作用や変形のプロセスだけを照査するのではなく、想像力を働かせて様々な可能性を検討する必要がある。例えば、顕著な高潮によって潮位が非常に高くなると、高波が消波工より上部を直撃する⁷⁾。パラペットは一般に、波しぶきが陸側へ飛ぶのを抑えるためのものであり、衝撃的な波力に耐える構造にはなっていない。

(4) 劣化による施設の耐力の低下の評価

施設の耐力が低下すると、設計外力以下でも被災しやすくなる。図-5は、台風9918号の高潮・高波でパラペットが倒壊した周防灘沿岸の護岸の一つである。もちろんこの被災の最大の原因は消波工端部の波力集中と考えられるが、施設の老朽化も影響していた可能性がある。コンクリートの表面では、モルタルがはげて骨材が露出し、割れ目には草が生えている。木の棒が入っており、パラペットを何度かに分けて嵩上げたことも分かる。

設計沖波の再現期間は一般に50年（あるいは30年）とされてきた。その根拠としてよく使われる説明として、(1)人間の一生は50年くらい（昔の話）、(2)コンクリートの寿命は50年くらい、という二つがある。伊勢湾台風から半世紀が経った今、築造から50年を迎えようとする施設も少なくない。

したがって、施設の劣化の状況を現地で調査し⁹⁾、築

造後50年未満でも設計外力に耐えられないものは、補修・更新をしなければならない。逆に50年以上であつても十分な耐力が確認されたものは、今後も定期的に診断をして、供用を続ければ良い。また、施設自体が健全であつても、前面の砂浜が侵食されることで設計以上の波浪が作用することも考慮しなければならない。

(5) 構造的な弱点の克服と変形の累積の評価

堤幹部（図-6を参照、一樣断面が連続する区間）に比べて堤頭部や隅角部は、従来から被災しやすい箇所として認識され、設計においても断面や部材重量の割り増しや消波工の被覆がなされてきた。図-5で示した消波工端部も被災しやすい箇所である。堤幹部は水路で容易に模型実験ができるが、三次元の構造を有する堤頭部、隅角部、消波工端部は平面水槽による模型実験が必要であり、その費用は高く、模型縮尺も小さくせざるを得ない。技術的知見を効率的に蓄積するためには、3次元の数値計算技術の進歩も期待されることである。

その一方で、堤幹部にも構造的な弱点はある。例えば、護岸・堤防のパラペットは一般に、衝撃的な波力の作用を想定していない。それなのにパラペットが倒壊すると、高波が水叩きや裏法面に打ち込み、護岸・堤防全体の変形を招く。1箇の堤体の決壊でも、時間が経てば背後の広範囲の浸水を招き、隣りの堤体には側面から波力が作用し、マウンドや地盤の洗掘で堤体の支持力が失われ、決壊の拡大を招くことがある。逆に、前面の潮位が下がって安定性が増し、決壊が拡大しないこともある。

2004年には、気象庁の1951年以來の統計で最多の10箇の台風が日本列島に上陸した。瀬戸内海沿岸では3度も高潮で浸水した地域があり、施設の変形も累積した。これを模型実験や数値計算で再現したり、次の台風までに応急処置する技術が必要である。

また、2011年の東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波は、東北・関東地方で多くの施設を破壊した。今後、東海・東南海・南海地震の発生も危惧される。地震・津波で変形した施設に、計画台風級とは言わないが、再現期間で10年程度の高潮・高波が作用して発生する事態も想定しておく必要があるだろう。

3. 将来の顕著な気候変動に適応するための課題

(1) 気候変動を踏まえた設計潮位・設計波浪の設定方法

施設の設計で考慮すべき気候変動の要素は基本的には、(1)平均海面上昇、(2)台風強化による高潮・波浪の増大、である。気候変動の影響を設計潮位や設計沖波に考慮するためにはまず、図-7に示すように、現在の設計値に対応する各年の値の算出が必要がある。平均海面の上

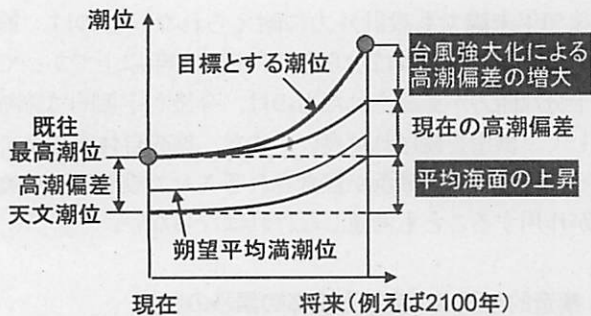


図-7 気候変動下で設計の目標とする潮位

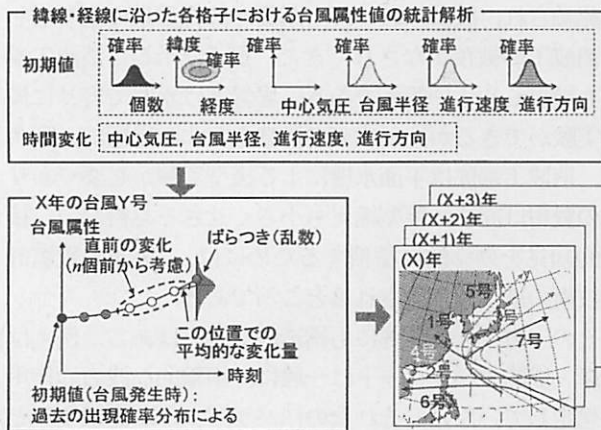


図-8 確率台風モデルの概念¹⁰⁾

昇量には、IPCC第4次報告書にある経年変化のカーブの一つを採用する。過去の検潮記録で海面上昇が認められる地点では、その上昇速度を初期値として与える方法¹⁰⁾もある。将来の高潮や波浪については、現在の想定台風より強い台風を想定する。その強度については、気候変動予測計算の結果から台風の諸元を抽出したり、現在より海水温を高めて台風をシミュレーションした結果¹¹⁾を参考にできる。既往最高潮位が設計潮位となっている地点では、既往最高潮位を天文潮位と高潮偏差に分け、高潮偏差の分が台風強化によって増加すると考えが良い。

一方、設計沖波には、計画台風ではなく、50年（あるいは30年）確率の波浪を用いている。各年に目標とする設計沖波は、高潮偏差に比例して与えるか、将来の台風条件で波浪推算をする必要がある。

確率的な評価方法には確率台風モデル¹²⁾がある。確率台風モデルとは、図-8に示すように、過去の台風の属性値（中心位置、中心気圧、最大風速半径など）を統計処理し、得られた出現確率分布に基づいて、様々なコースや強度の台風をモンテカルロ法で与えるものである。将来の台風特性の変化については未解明な部分も多いが、それが高潮偏差や潮位に及ぼす影響については既にいくつかの感度分析がなされている。例えば、図-9は「台風属性値の時間変化量の平面分布が、現在（1951～1999年の平均）に比べ将来（2081～2100年の平均）は北～緯度

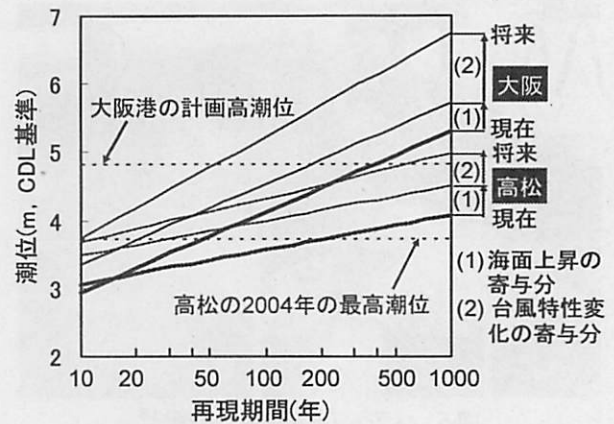


図-9 気候変動による潮位の極値分布の変化¹³⁾

で1.5°ほど移動する」と仮定した場合の現在と将来における潮位の極値分布¹³⁾を示す。将来の平均海面上昇の寄与分には約0.4mを与えている。この試算によると、大阪の計画高潮位の再現期間は、現在の気候下では数百年のオーダーであるが、将来は数十年のオーダーに縮む。高松の台風0416号による最高潮位も、数百年のオーダーから身近なものになる。また、台風特性の変化に敏感な海域とそれほどでもない海域とがあることも分かっている。

ただし、そもそも気候変動予測には、CO₂排出量など人間の社会活動、気候予測モデルにおける気象・海象の表現、そのモデルを検証する観測データの量や質のバラツキなど、様々な不確実性がある。台風の予測には、全球、アジア域、日本周辺と地域特性を追究すればするほどサンプル数が減って統計的に不安定になるという難しさもある。これらの不確実性を減らすための研究は今後必要である。また、図-7に示したカーブを半永久的に使おうとは思わず、気候変動に関する新たな研究成果や観測結果が得られたときに見直す覚悟も必要である。

なお、以上の話は現行設計の考え方を踏襲するという前提に基づいたものである。既往最高潮位に基づく計画高潮位から計画台風の高潮に基づく計画高潮位に切り替えるかどうかの議論も別途あるだろう。その議論をするためにも計画高潮位の確率的な意味づけは必要である。

(2) 潮位・波浪の変化による施設の安全性の変化の予測

気候変動が施設に及ぼす影響は基本的には、潮位の上昇と波浪の増大であり、これは堤体に作用する浮力の増大、波力の増大や作用高さの変化など、施設の安定性をおびやかす。現在の設計を超える外力（例えば、平均海面上昇量59cm、沖波波高が1.1倍）による防波堤の滑動安全率や護岸の越波流量、現在と同じ安全性を保つのに必要な堤体幅や天端高については、既にいくつかの感度分析がなされている¹⁴⁾。これらを通じて、気候変動の影響を受けやすい施設の構造形式や設置水深も分かってき

た。この結果は、定常的な観測で外力の変動が検知されたときに、施設の安全性の低下を把握する目安となる。なお、浸水域の変化を評価する試み¹⁹⁾もなされている。

このような確定論的な設計に対し確率論的な設計体系として信頼性設計法がある。施設の供用期間中に生じる波浪や潮位の出現確率分布に基づき、波浪変形計算や波力算定などの推定誤差も考慮して、施設の被災確率や変形量を求めるものである。平均海面上昇や台風強化に伴う波高・高潮偏差の増大が防波堤の滑動遭遇確率に及ぼす影響の感度解析¹⁶⁾¹⁸⁾もなされている。

気候変動が施設に及ぼす影響は堤体に作用する浮力や波力の変化だけではない。例えば、地下水位が上昇すると、護岸や堤防を支える地盤が海側へ吸い出されやすくなる。平均海面の上昇で砂浜が侵食されたり、水温の上昇で珊瑚礁が衰退したりすると、護岸や堤防に作用する波浪も変化する。したがって、様々な外力と施設について包括的な整理が必要である。

もちろん、先に述べた確率台風シミュレーションと信頼性設計の組み合わせにも様々な課題がある¹⁹⁾。まず、外力の期待値や推定誤差の確率分布をいかに与えるかである。将来の気候予測が難しいこともさることながら、現在の気候に対する理解も決して十分ではない。例えば、最近注目されている長周期うねり²⁰⁾は、通常の風波の極値分布と区別して扱う必要がある。次に、施設の変形については物理現象の究明が不十分なことも多く、それが究明されても膨大な演算が今の計算技術ではモンテカルロシミュレーションになじまない。例えば、堤頭部、隅角部、消波工端部のような三次元の構造を持つ部位の変形の予測は難しい。また、ある台風で生じた一箇所の変形が、隣りにどう波及したり、次の台風までに修復されなければ変形がどのように進むのか、という変形の連鎖も考慮する必要がある。そして、そもそも施設の劣化度と破壊の関係も明らかである必要がある。モンテカルロシミュレーションによる確率的手法は、複雑な場合分けを得意とする手法であり、それを生かすためにも個々の変形過程をさらに究明する必要がある。

(3) 施設の更新と設計外力の見直し時期の選定

気候変動を施設の設計に考慮する難しさの一つは、図7で示したように、施設の設計で目標とする外力が経年変化することである。現在の目標値で設計すると、翌年からその年の目標値を下回る。逆に数十年先の目標値で設計すると、過大になる可能性もないわけではない。それでも、西暦何年に何年先の外力で設計するかを決断しなければならない。先に述べた信頼性設計では共用期間中の被災確率を推定することができ、例えば、あらかじめ供用期間中の平均海面上昇量の半分を考慮した潮位

で必要な安全率を満たすように設計しておく、被災は供用期間の後半に偏るが、供用期間を通じた被災確率は海面上昇がない場合と同程度に保たれる、ということも定量的に示されている²¹⁾。このような推定結果は設計外力の見直しの判断材料の一つとして有用である。ただし、(1)初期に大きな目の断面にする、(2)供用期間の途中で補強する、の2つの選択肢のうち、将来の海象の予測が難しい現状では、(1)でどれだけの気候変動を見込むか判断が難しい。これを先送りする(2)も、実は補強が簡単にはいかない場合もある。例えば、天端を嵩上げすると、それだけ重量が増すので、マウンドの補強や新たな地盤改良が必要になることもあるだろう。供用期間の途中で技術的にも費用的にも容易に補強できる構造形式を考え出す必要がある。

施設の更新や設計外力の見直しの判断は、現実にはもう少し複雑で、(1)施設の老朽度、(2)想定する供用期間、(3)嵩上げか更新か、なども含めた総合的な判断が必要となる。「限られた公共事業費で最大限の機能を発揮する」というアセットマネジメントの考え方に従えば、補修・更新の着工の優先度は、(4)後背地の重要度、にも大きく支配される。将来の各年における施設の老朽度を評価し、気候変動による外力の増加も考慮しながらその施設が被災し、それによって後背地の人命や資産が失われる確率や規模から期待値を算出し、補修・更新の費用と比較検討するのである。また、東海・東南海・南海地震など大地震が予測されている地域では、地震が発生し得る年代や確率も判断材料に入れるべきである。

なお、ある程度の精度で施設や後背地の人的・物的被害が予測できるようになったとしても、「どれくらいの被害まで受容できるか」という力学計算では扱えない大きな議論が残っている。

4. おわりに

本論文では、沿岸防災施設のうち堤防、護岸、防波堤の耐波設計における技術的課題を、現状の課題と将来の顕著な気候変動に適応するための課題とに分けて整理し、解決の糸口がつかめているものについてはそれも記した。本論文が気候変動適応策の議論の参考になれば幸いである。現状でも課題は山積しており、気候変動が顕著になることで加わる課題も多い。様々な分野の研究者・技術者が連携して解決をはかる必要がある。

なお、本論文は、海岸の防災・環境・利用のうちの防災、しかも高潮・高波に焦点を絞ったものであるが、地震・津波に対する課題や環境・利用との調和についても系統的に整理する必要がある。

謝辞：本研究の一部は科研費(20360220)の助成を受けたものである。また、本論文の執筆においては、国土交通省港湾局の海岸保全施設長寿命化計画に関する委員会での議論も非常に参考になった。ここに謝意を表したい。

参考文献

- 1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，2007。
- 2) 海岸保全施設技術研究会：海岸保全施設の技術上の基準・同解説，2004。
- 3) 河合弘泰，平石哲也，丸山晴広，田中良男，古屋正之，石井伸治：八代海と周防灘における台風 9918 号の高潮・波浪災害の現地調査，海岸工学論文集，第 47 巻，pp.311-315，2000。
- 4) 河合弘泰，竹村慎治，原 信彦：東京湾における台風による高潮と高波の同時性と継続時間特性，海岸工学論文集，第 49 巻，pp.251-255，2002。
- 5) 佐藤 清，柴木秀之，鈴山勝之：伊勢湾海岸保全施設の越波量を指標とした安全性の点検，海岸工学論文集，第 50 巻，pp.656-660，2006。
- 6) 高橋重雄，富田孝史，河合弘泰：沿岸防災施設の性能設計の基本的考え方，海岸工学論文集，第 49 巻，pp.931-935，2002。
- 7) 高橋重雄，大木泰憲，下迫健一郎，諫山貞雄，石貫国朗：防潮護岸の高潮時の衝撃波力による被災とその再現実験—台風 9918 号による高潮・高波災害に関する検討—，海岸工学論文集，第 47 巻，pp.801-805，2000。
- 8) 河合弘泰：地球温暖化と港湾・海岸施設の安全性，土木学会，水工学に関する夏期研修会テキスト，B-6-1～B-6-20，2008。
- 9) 農林水産省農村振興局防災課，農林水産省水産庁防災漁村課，国土交通省河川局海岸室，国土交通省港湾局海岸・防災課：ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル(案)～堤防・護岸・胸壁の点検・診断～，2008。
- 10) National Research Council: Responding to Changes in Sea Level: Engineering Implications, National Academy Press, 1987。
- 11) 吉野 純，小林孝輔，小島弘展，安田孝志：大気・海洋力学的手法に基づく伊勢湾の可能最大高潮・波浪の評価，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，pp.396-400，2009。
- 12) 河合弘泰，橋本典明，松浦邦明：確率台風モデルを用いた西日本の内湾の海上風速と高潮偏差の試算，第 15 回地球環境シンポジウム講演論文集，pp.171-176，2007。
- 13) 河合弘泰，橋本典明，松浦邦明：確率台風モデルを用いた地球温暖化後の瀬戸内海における高潮の出現確率分布の推定，海岸工学論文集，第 53 巻，pp.1271-1275，2006。
- 14) 土木学会海岸工学委員会地球環境問題研究小委員会：地球温暖化の沿岸影響—海面上昇・気候変動の実態・影響・対応戦略，1996。
- 15) 鈴木 武：太平洋沿岸地域における地球温暖化による高潮浸水被害の予測，地球環境研究論文集，Vol.17，pp.175-181，2009。
- 16) 高山知司：防波堤の滑動安定性に及ぼす海面上昇の影響，海岸工学論文集，第 37 巻，pp.873-877，1990。
- 17) 河合弘泰：地球温暖化による防波堤の滑動遭遇確率の変化，第 7 回地球環境シンポジウム講演論文集，pp.321-326，1999。
- 18) 関本恒浩，安野浩一郎，中嶋さやか，磯部雅彦：海域施設の温暖化適応策に向けた新しい性能評価指標の提案，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol.66，No.1，pp.901-905，2010。
- 19) 河合弘泰：高潮対策施設のアセットマネジメントのための海象外力に関する考察，海洋開発論文集，Vol.25，pp.163-168，2009。
- 20) 平山克也：海岸・港湾施設における近年の高波災害の特徴とその類型化の試み，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol.67，No.4，2011 (投稿中)。
- 21) 酒井和彦，岡安章夫：温暖化による海面上昇を考慮した防波堤の信頼性設計法，海岸工学論文集，第 51 巻，pp.686-690，2004。

(2011. 4. 11 受付)

(2011. 6. 6 受理)

Technical Problems in Design of Coastal Defense under Climate Change

Hiroyasu KAWAI¹ and Katsumi SEKI¹

¹Marine Information Field, Port and Airport Research Institute

Long coastal defense has been constructed for the storm surge by the standard typhoon based on Typhoon Vera in 1959, while the IPCC 4th Report indicates that mean sea level will increase and tropical typhoons may become more intense. This paper reviews the technical issues in the design of coastal defense such as seawall, coastal dike and breakwater. The return period of the current design criteria, the destruction process due to unexpected tide and wave conditions, the resistance of aged material, the destruction on the specific sections, and the damage accumulation due to frequent typhoons should be discussed before the climate change. The future design criteria can be estimated by considering the continuity to the current design. The timing of upgrade or remake of the defense should be determined by considering various factors. Stochastic simulation is one of useful tools for the evaluation of the safety of the defense, but the physical process in each element should be improved.