

【議事録】

会議名称	第3回 愛媛県海岸保全基本計画検討委員会 専門部会	
日時	令和5年11月30日(水) 13:30~15:30	
場所	愛媛県庁第一別館5階第13会議室	
出席者	委員長・座長	日向 博文
	委員	安田 誠宏
	委員	渡邊 国広
	※熊野委員は欠席	
内容		
1. 開会		
2. 出席者の紹介		
3. 議事		
(1) 第2回専門部会の意見と対応		
事務局	<p>前回の専門部会の主要な意見と対応を整理した。1つ目は、平均海面水位の上昇量に関する内容である。気象庁が提案している約95年間での平均海面水位の上昇量が0.39mであることを参考にしつつ、愛媛県においても改めて解析し、確認した方が良いといった意見であった。対応案としては、電子基準点の地盤高の変化傾向を整理して、改めて愛媛県周辺での平均海面水位の上昇量を確認した。結果的には気象庁の公表値と概ね同じオーダーだったことを確認した。2つ目は、設計高潮位における天文潮の考え方についてである。既往最高潮位に該当する1950年代の台風来襲時の燧灘の観測潮位が入手できないため、松山検潮所観測データで代替する方法を考えたが、松山の検潮所に最も近い今治の検潮所の天文潮を比較する必要があるといった助言があった。詳細については資料2-3で説明する。3つ目は、設計高潮位の設定についてである。先ほど述べた通り、愛媛県における現行の設計高潮位は既往最高潮位で設定している。しかし、将来の気候変動の影響を加味するにあたり、既往最高潮位は現行の設計基準と相性が悪く、朔望平均満潮位H. W. L. に推算の潮位偏差を加算する方法に転換するのにも一案であるといった助言があった。対応案として、既往最高潮位に気候変動の影響を加味する方法を改めて検討したがやはり難しく、朔望平均満潮位H. W. L. に推算の潮位偏差を加算する方法で再検討した。また、その方法に、各年の潮位偏差の将来の変化比や平均海面水位の上昇量を、年当たりどの程度変化するかを整理し、任意年における設計高潮位が求まる仕組みを検討した。その内容について確認されたい。詳細は資料2-3で説明する。続いて2ページにうつり、4つ目は、潮位偏差の将来の変化比の整理方法についてである。前回の専門部会での整理では、既往最高潮位を決定している3台風コースに基づく高潮推算結果を空間的および汀線位置において平均化する方法を提案した。しかし、海域によって影響度が低い台風があると、クリティカルな台風の影響が薄まる恐れがあるといった指摘があった。対応案として、空間的には最大包絡処理することで、海域毎にクリティカルな台風の影響を取り込む方針とした。一方、設計高潮位を沿岸毎にまとめるにあたり、汀線においても最大包絡処理をすると地形の影響等によるノイズのような値を拾ってしまう可能性があるため、汀線に沿って平均処理をする方針にした。詳細は資料2-3で説明する。5つ目は、波浪の解析の擾乱の選定についてである。擾乱の選定にあたって将来気候に対して6種類のSST(海水温)のパターンがあり、それらの選び方に留意すべきといった助言があった。そのため、6種類のSST(海水温)のパターンから均等に擾乱を選ぶように対応した。詳細は資料2-4に記載しており、波高の将来変化比等の最終的な結果まで整理した。最後の6つ目は、黒潮の影響についてである。太平洋側の年平均の潮位の経年変化には黒潮の影響が含まれている可能性があるというコメントがあった。既往研究の文献調査をしたところ、黒潮による影響は指摘されつつも、具</p>	

	<p>体的な除去方法については明確な手法に関する情報は得られなかった。そのため、本資料においては文献の整理にとどめ、これは将来の課題という位置付けにした。気候変動に関する知見の収集や潮位のモニタリングを続けて、必要に応じて見直していくといった整理にする。3ページ目の黒潮の文献調査結果について説明する。国土地理院の研究成果では、鬼崎と久礼の潮位の高さの経年変化を確認すると、黒潮が蛇行した時期に潮位が変化することが確認できる。ただし、場所によっては下がる場合や上がる場合があり、その傾向は一概に言えない。また、気象庁によると2017年の8月以降から、今現在も蛇行し続けていることが確認できる。最後の4ページ目については日向委員長の論文を整理したものである。論文の中では黒潮接近の時の細島で水位が下降すると指摘されている。さらに論文中で引用している文献整理し、クロロフィルaと潮位の変化には負の相関があるといったことが指摘されている。様々な論文において、やはり黒潮の蛇行と潮位の変化の関連性は指摘されているが、具体的な除去方法までは確立されていない。そのため、これは将来の課題という位置付けとし、気候変動に関する知見の収集や潮位のモニタリングを続けて、必要に応じて見直していくといく方針とする。</p>
委員長	1つ目の意見の書き方について修正をお願いします。計画の段階では本委員会資料のような解析結果の整理で良いが、施工の段階で見直す余裕を持たせるといった表現の方が良い。
事務局	承知した。
(2) 平均海面水位の上昇量の解析	
事務局	<p>平均海面水位の上昇量に関する主な確認事項は、愛媛県の検潮所と気象庁の公表値による平均海面水位上昇量を比較したところ、概ね一致したため、気象庁の公表値を採用する方針とすることを考える。気象庁の整理では、2℃上昇のシナリオにおいて20世紀末（1986年～2005年）から21世紀末（2081年～2100年）にかけて、平均海面水位が0.39m上昇すると公表されている。ただし、これは平均値であり、0.22～0.56mの幅がある。7ページからが本専門部会における解析結果であり、四国沿岸の地盤変動の経年変化を整理している。観測潮位の高さは、観測基準面からの相対的な変動量を計測しているため、地盤そのものが変動していれば正確な潮位が得られないという理由から電子基準点の地盤変動の影響を確認した。主に着目すべき電子基準点は松山検潮所の近傍にある北条、宇和島検潮所の近傍にある宇和島である。ここでは、検潮所と電子基準点の距離も整理しており、検潮所から最も近い電子基準点を選択しているものの、遠い地点では約12km、近い地点では3km程度であることを確認した。8ページ目に相対的な地盤高の変動を定性的に確認した結果を整理した。北条（松山）および宇和島では年間4mm～5mm程度地盤が変動していることを確認した。9ページ目に地盤変動の影響を考慮した年平均潮位を整理した。10ページ目の上段の通り、宇和島では年間0.38cm、松山では年間0.23cm程度、潮位が上昇していくことが確認できた。この結果は、5年平均かつ2000年度成果が反映された2003年以降のデータのみで整理した結果である。本解析結果は、気象庁が提案する値の幅に概ね一致すると判断したため、気象庁が公表している平均海面水位の上昇量を準用することにした。ただし、将来はどのように変化するかの不確実性や黒潮の流路の変化の影響を受けていくことが考えられるため、今後もモニタリングは続け、必要に応じて見直していく方針にする。</p>
委員	地盤の影響や基準点改訂の影響も考慮し、わかりやすく整理できていると判断する。これらの結果では、2003年あたりを境に潮位の変化が大きく見えるが、この影響は何が原因である把握しているか。

事務局	2000年度成果（日本測地系から世界測地系への変更）の反映による影響である。全国的に基準点の高さの計算方法を見直した結果、2003年前後で段差に発生することを確認した。
委員	8ページの図を見ると、直近10年程度の地盤変動は落ち着いていて、海面水位だけが上昇している傾向だと解釈できる。地盤の変化がこの先安定していくとすると、もう少し海面水位が上がると考えられるので、気象庁の提案値に基づく年間0.41cmの上昇量に設定するといった説明が良いと考える。
事務局	承知した。
(3) 気候変動を考慮した高潮の解析	
事務局	<p>資料2-3では気候変動を考慮した高潮の解析について説明する。前回の第2回専門部会においても実施していた高潮シミュレーション結果を使って、どのように設計高潮位を算出していくかについて説明する。主な確認事項は3つある。1つ目は設計高潮位の設定方法の変更についてである。冒頭で述べた通り、現行の設計高潮位は既往最高潮位で設定されている。一方、既往最高潮位の性質上、これまでに起きた中で最大の潮位に、将来の気候変動の影響を取り込んでいくのが難しい。総合的な判断から、設計高潮位は海岸の技術基準を参照し、朔望平均満潮位H. W. L. に推算の最大の潮位偏差を加算する方法が良いと考えた。この方針について確認したい。2つ目は設計高潮位の設定方法を変えた場合の朔望平均満潮位H. W. L. の整理方法についてである。本資料では、愛媛県沿岸の各年の朔望平均満潮位H. W. L. を整理した。資料2-2では、地盤変動の経年変化を除去していたが、朔望平均満潮位H. W. L. は5年程度の平均値による整理であって期間が短いことや現行の設計高潮位では、そのような処理をする慣習がないため、設計高潮位に使用する朔望平均満潮位H. W. L. については、地盤変動の経年変化を除去しない方針としたい。3つ目は、任意年における設計高潮位の整理方法についての方針について確認したい。まず、設計高潮位の設定方法について、海岸の技術基準に立ち戻って整理した。基準の中では3つの方法が述べられている。1つは既往最高潮位、2つ目は朔望平均満潮位H. W. L. に既往の潮位偏差の最大値を加算する、3つ目は朔望平均満潮位H. W. L. に推算の潮位偏差の最大値を加算する方法に分類される。さらに令和3年度に一部改訂の通知文があり、その中で5ページの赤字部分の箇所が補足されている。こういった3項目に対して、気象の状況・将来の見通しを勘案して、必要と認められる値をさらに加算するといった内容が追記されている。それを踏まえ、将来の設計高潮位はどのように考えるかを定式化したものを最下段に記載した。「天文潮の成分」とは、これは仮にこの1番目の既往最高潮位であればそれが発生している時の天文潮、2番目と3番目であれば朔望平均満潮位H. W. L. に該当する。一部改訂の通知文における「将来の見通し」に当たるのが、「平均海面水位の上昇量」であり、10年後や20年後の水位上昇量である。「将来の潮位偏差」とは、将来の気候変動における影響も考慮した潮位偏差に該当する。この将来の潮位偏差は、あくまで施設の天端高を設定するための潮位偏差であり、高潮浸水想定のようなL2高潮とは異なることに注意されたい。6ページについて、ここまでで海岸の技術基準を整理した中で、愛媛県で選択できる方法を整理した。現行の海岸保全基本計画と同様に既往最高潮位を用いることが一番受け入れやすいと考える。しかし、第2回の検討会専門部会では、既往最高潮位に気候変動の影響を取り入れる方法について検討したものの、その方法が困難であることが明らかになった。その理由として、既往最高潮位が発生した時の天文潮について、燧灘における観測情報が入手できないことや、既往最高潮位が発生した1950年から平均海面水位の上昇傾向を整理が難しいことが挙げられる。資料2-2で示したように、日本沿岸の平均海面水位は波打ったような周期性を持ったトレンドがある</p>

ため、古い年代に遡ると、上昇量の評価が難しい。6ページに天文潮の取扱について、3つの候補を挙げている。第3候補は既往最高潮位が該当し、これまでの説明の通り、対応が難しい。そのため、第1あるいは第2候補の朔望平均満潮位H. W. L. を選択することになるが、これらの違いは、どの年代の朔望平均満潮位H. W. L. である。本資料において提案したいのは、第1候補の直近5年（最新）の朔望平均満潮位H. W. L. である。将来の平均海面水位の上昇量は暫定的には線形で見込むこととし、なるべく最新の情報を取り入れることが望ましいと考えた。7ページ目は補足的な内容である。1950年の台風が既往最高潮位を決定している台風の天文潮位のグラフを整理した。第2回専門部会では、燧灘における天文潮位を松山検潮所で代替することを考えていたが、松山検潮所と中渡島（今治）の検潮所の天文潮位を比較したところ、両者には差異があった。したがって、燧灘においてはさらに差異が生じる可能性があり、松山検潮所で代替することは不適切であることを確認した。この結果より、先ほどの第3候補の方法を採用するのは、やはり難しいことを改めて確認した。これまでの整理から、設計高潮位は朔望平均満潮位H. W. L. に推算の潮位偏差を加算する方法を選択する。9ページ目では、朔望平均満潮位H. W. L. の整理結果について示す。朔望平均満潮位H. W. L. は2018年から2022年の5年平均で整理した値である。20世紀末における観測情報が入手できた地点は宇和島と松山のみであり、最新の直近5年平均と比較すると、10～15cm程度低い。しかし、これは、2000年度成果の影響が含まれている。10ページ目について、各年の朔望平均満潮位H. W. L. をどの期間で平均しているかを整理した。ここで得られた朔望平均満潮位H. W. L. に加算する潮位偏差については11ページ目以降で述べる。第2回専門部会の資料の抜粋であるが、d4PDFのバイアス補正について示している。d4PDFの台風トラックデータは実際の観測気圧に系統的な誤差が生じているため、クオンタイルマッピング法によって補正をかけた。その上で、台風中心気圧を確率評価すると、既往最高潮位をもたらしたT5412やT5415の中心気圧の再現期間はそれほど大きくなかった。一方、T9119は再現期間としては50年程度であった。12ページ目に示すように、本委員会における設計高潮位を設定するための台風の中心気圧は50年確率に設定した。その理由は、T9119の再現期間が概ね50年であることと、耐用年数が50年間である施設が多いからである。最大風速半径や移動速度については第2回専門部会でも説明した内容となるが、最大風速半径は港空研の河合所長の提案式を使用し、移動速度は実績の台風に合わせて設定した。50年確率の中心気圧は12ページ目の下の表のオレンジハッチ箇所の通り、過去実験（現在気候）では944.6hPa、 2°C 上昇シナリオでは940.1hPaとなる。仮に 4°C 上昇まで考えると、937.4hPaとなる。今回の対象は、現在気候と 2°C 上昇シナリオである。このような設定で、T5412やT5415、T9119と同じ台風コースを走らせた高潮推算を実施した。このとき、中心気圧は、台風が愛媛県最接近時に50年確率の中心気圧になるように設定した。13ページ目では、計算条件の一覧を示す。高潮浸水想定5コースについても、中心気圧は50年確率に設定した計算を実施したが、これらは参考情報であり、T5412やT5415、T9119の3コースに着目されたい。14ページ目について、計算結果の一例を示す。前述の通り、T5412やT5415、T9119の3コースの結果が基本であり、これらの最大潮位偏差の空間的な最大包絡の平面図や比率を整理した。高潮浸水想定5コースについては、西進や東進等の稀な台風コースも含んでいるため、参考情報とされたい。15ページ目では設計高潮位を整理する区分について示した。これらは平成29年度に更新された最新の区分けであり、概ね市町村の境界に応じた12区分で整理されている。16ページ目については、これらの区分に応じた推算の潮位偏差を整理した。このとき、空間的に最大包絡を整理し、汀線部分では平均処理した。また、島嶼部も含めて整理した。将来の潮位偏差は、変化比が低い箇所では現在

よりも1%程度増加、高い箇所では9%程度増加の結果となった。ただし、気候変動には不確実性があり、確信度は必ずしも高くはないことに注意が必要である。17ページは、現在から将来までの潮位偏差等の変化を時間スケールに落とし込むイメージを示した。d4PDF過去実験は、1951年から2010年を表現した結果である。その中間である1980年が基準となり、現在気候の計算結果がこの年代に該当する。将来の2℃上昇は2040年の気温の状態が平衡である想定である。そのため、将来気候の計算結果は、2040年に該当する。したがって、潮位偏差の将来変化比は、1980年から2040年までの変化を示したものであり、例えば、四国中央市では、潮位偏差が約60年かけて1%増加するという考え方となる。そのように整理すると、2025年等の途中の年代では、按分して評価できると考えた。一方、潮位の時間変化についても同様に考え方を整理した。気象庁による平均海面水位の上昇量は、1995年から2090年まで上昇すると整理されている。これを潮位として整理すると、平均海面水位の上昇量に朔望平均満潮位H. W. L. を加算して考えた。本資料において整理した朔望平均満潮位H. W. L. は2018年から2022年であり、中間の2020年が基準年となる。ここで、整理した朔望平均満潮位H. W. L. は、1995年からの平均海面水位の上昇量がある程度含まれていると判断する。すなわち、年間4.1mmの上昇量に経過年数を乗じた値を加算していく考え方となる。この考え方による年代毎の換算表を18ページに整理した。1980年が1.0倍とした場合の潮位偏差の将来変化比を年代毎に按分して整理した結果である。一方、平均海面水位の上昇量は、1995年を開始年とした場合には2090年に0.39mまで上昇することになるが、朔望平均満潮位H. W. L. を2020年基準で整理したため、表中に示す通り0.103mの上昇量が既に含まれていると考える。この考え方をを用いて、まずは現行の設計高潮位を見直した結果を19ページに示した。これは、既往最高潮位の考え方から朔望平均満潮位H. W. L. に推算の潮位偏差を加算する考え方に転換した影響を確認したものである。この表では、12区間の設計高潮位を整理した。ここで、基準改訂の年度に相当する2025年を現在気候の目標年に設定した。設計高潮位の考え方を変えたことによって、設計高潮位は最大で0.65m程度大きくなる。一方、愛南町では0.1m程度下がる。20ページには、将来の設計高潮位の算定例を示した。将来の設計高潮位は、暫定的に2025年から耐用年数50年を想定し、2075年を想定した。2030年や2055年等の中間的な年代の設計高潮位の算出例は参考資料に掲載した。潮位偏差の将来変化比は、2040年以降は一定を仮定していることに注意されたい。また、ここでは前ページの2025年の設計高潮位と比較しており、0.2～0.25m程度大きくなる。これが正味の気候変動の影響と判断できる。21ページにまとめを示した。ここまでに於いて、任意年の設計高潮位の設定する方法を検討した。しかしながら、気温の昇温については、2℃上昇で平衡するとは限らず、3.5℃上昇や4℃上昇ということもあり得る。そのような不確実性が伴うため、観測潮位のモニタリングや、気候変動の知見の収集や気象庁の動向に注視し、柔軟な見直しが必要と考える。仮に見直しが必要となったときには、任意年のH. W. L. [A]と任意年の潮位偏差[B]の両方を見直す方法もあると考えるが、それぞれを部分的に見直す方法も考えられる。そのようなことも念頭に置きながら、柔軟な見直しが必要だと考える。

委員

17ページ目の潮位偏差の将来変化が、気温上昇は2040年から一定値になると想定しており、潮位偏差も2040年から一定にするという設定になっている。一方、潮位については、2100年まで線形で増加していくという想定になっている。潮位偏差と潮位で考え方が異なるが、どのように考えれば良いか。

事務局	現在扱えるデータを最大限に使うとすると、このように予測できる年度に差が生じる。気象庁としては海面水位の上昇量が2100年ぐらいまでを想定しており、d4PDFの条件設定の思想からすると2040年以降は一定になると考える。
委員	d4PDFの条件については、あくまでも2℃上昇の状況だとこのようになると判断できる。確かにIPCCの報告書では、2℃上昇の潮位の変化が緩やかになる傾向を示されている。一方、気温の上昇が止まったとしても、海象への影響は続いていき、時間差が生じることが考えられるため、潮位偏差を2040年以降も一定にしない方が良いと判断する。
委員	渡邊委員と同意見である。気温の上昇が2℃上昇で止まったとしても海面の上昇はしばらく止まらず、高潮の影響については現段階では不明である。例えば、グラフに点線でさらに海面が上昇する4℃上昇等のイメージも示した方が良いと考える。可能であれば、4℃上昇の解析を実施することが望ましい。
事務局	4℃上昇の解析をしておけば、上振れの最大値が把握できると理解した。事務局内で協議の上、検討する。
委員	海面上昇や水温上昇に対する台風（高潮）への影響が異なることはあり得る。
委員	19ページのところで現在気候の考え方においても、設計高潮位が大きく変わることが海岸管理者としては懸念があると考える。
委員長	同意見である。
委員	先ほどの資料2-2の潮位のデータの整理に示された通り、2000年度成果によって潮位が大きく上昇している。設計高潮位が大きくなる理由に関わるが、これはやむを得ないと考える。一方、燧灘の四国中央市では設計高潮位が大きく上がるが、過去の実績に基づく3台風と比べ、14ページで示した通り、他の台風コースではより設計高潮位が大きくなる可能性がある。過去の実績台風を優先的に使うことには異論はないが、天文潮が高く、台風の強度が比較的弱かった過去台風を50年確率の規模に引き上げることによって、設計高潮位が大きくなることも、やむを得ないと考える。これまでは長期間かつ多数の観測点のデータがなかった中で既往最大を採用してきたが、d4PDFのような確率評価できるような大規模なデータが公表されたことで、設計思想の転換の時期かと考える。また、防護基準・設計潮位が上がったからといって、即対応は難しいと考える。津波の場合においても、レベル1が設定されたときに即対応できたかというところではなかった。予算の関係や優先度から判断されるべきと考える。四国の徳島県の例では、一気にレベル1を目指す全体防護機能が弱まるので、優先順位をつけた計画となっている。今回設定した防護基準を基に想定が上がることになるが、重要な施設は重点的に整備していくといった取捨選択を考えていけば良い。渡邊委員からも補足があればお願いしたい。
委員	安田委員と同意見である。計画上の設計高潮位が大きくなったとしても、即座に対応するというわけではないと考える。今後、具体的に各施設に対してどのように扱っていくかは、本委員会の方で総合的に判断していくと考える。
委員長	事務局からコメントがあればお願いしたい。
事務局	安田委員の発言の通り、予算の関係や現在整備中の海岸等もあるため、それらの兼ね合いは非常に重要と考える。また、余裕高を持って整備もしているため、それも含め、総合的に加味しながら本委員会の中でまた議論したいと考える。

委員	本委員会では、専門部会で検討したどのような情報を説明することになるか。1つは設計高潮位の考え方が既往最大から50年確率に転換した点になると考える。それに加え、20ページの2075年時点の設計高潮位の値そのものを説明するのか、それともあくまでこれは例示であり、任意年度の設計高潮位の考え方を説明することになるのか。目標年が2075年で決まって、これで計画を改訂することになるか確認したい。
事務局	事務局内部で調整中である。施設によって設計年次や寿命が異なるため、任意年の設計高潮位を算出する考え方は、柔軟な方法であると考えている。一方で、計画として打ち出すには、説明しづらさもあるため、目標年を決めることも考えている。
事務局	前回の海岸保全基本計画の中でも各海岸の区域での目標高さを示しているため、何らかの形で示した方が分かりやすいと考えている。
委員長	将来の設計高潮位は、ほとんどが海面水位の上昇量で決まっていると考えて良いか。
事務局	その通りである。
(4) 気候変動を考慮した波浪の解析	
事務局	資料2-4の説明をする。主な確認事項は4つある。1つ目は波浪推算モデルの設定として、最大旋衡風速半径を推定するモデルについてである。2つ目は対象擾乱の選定についてである。愛媛県沿岸を通過した台風において、中心気圧が低い擾乱を選んだ。気圧と風速の関係も確認し、緩やかに対応しており、問題ないと判断した。3つ目は波浪推算結果の解析における将来変化比の算定についてである。2℃上昇シナリオは6種類のSST（海水温）パターンがあり、それぞれを平均して50年確率波高を算出した。SST（海水温）の平均が基本であり、参考として、最小・最大も算出した。4つ目は設計波への反映における将来変化比の考え方についてである。海域に平均して将来変化比を用いて使用することや、時間スケールの考え方について確認したい。4ページ以降が波浪推算モデルの構築についてであり、下表に説明内容を示している。(1)の将来気候の設計波高の設定方針を5ページ目に示す。フローに示す通り、計算条件の設定として、経験的台風モデルのパラメータ調整を行っている。d4PDFの分析とバイアス補正については、高潮と同じため、説明を割愛する。波浪推算の方法はB-1の手法である。これは多数のケースを検討し、確率的に評価する方法である。これは高潮の解析のようなモデル台風を検討する方法とは異なることに注意されたい。擾乱の選定を行い、気象場の推算、波浪推算を実施した。最後に結果の整理として、50年確率波高の平面分布と将来変化比を算出するといった流れで検討した。6ページ目に波浪推算モデルの設定について示す。計算格子は掲載の図の通りであり、日本全域から徐々に格子を細かくし、瀬戸内海の西側に位置する愛媛県沿岸を約1.7km格子で表現した。7ページ目に計算条件を示す。波浪推算モデルは、うねりの再現性に有利といわれるWAVEWATCH IIIを使用した。概ね一般的な計算パラメータを設定した。8ページ以降はモデルの検証結果を示す。過去に高波が発生した3つの台風を対象に検証計算を実施した。実際の風速場に近い条件として、外洋はERA5というGPVデータを使用し、日本周辺はLFMという約2km格子のGPVデータを使用した。3つの台風のそれぞれの波高・周期・波向の観測値と比較し、ほぼ一致したことを確認した。これは宮崎日向沖の結果である。同様に高知西部沖を9ページ目に示した。高知西部沖におけるT1515の観測値は宮崎日向沖と比べると、大きな差があり、観測値に異常があるかもしれない。他の台風については良く一致した。また、瀬戸内海の荻田も良く一致した。波浪推算モデルは特に問題ないと判断した。11ページ目には、経験的台風モデルの設定について示す。さきほどの風速場はGPVデータを使用した結果であったが、d4PDFは台風の諸元しか情報がないため、経験的台風モデルによって風速場を推算する。このモデルは台風以外に起因する風が表

現されないため、波浪推算結果は過少評価の傾向である。波浪推算結果をなるべく観測値に近づけるため、最大旋衡風速半径の本多モデルを使用した。これは累積分布Fを決めると、最大旋衡風速半径が中心気圧に応じて決まるモデルとなる。最適な累積分布Fを決めるため、過去のいくつかの台風に対して累積分布Fを変えた再現計算を実施した。12ページに高知西部沖の相関解析結果を示す。累積分布Fは、0.5, 0.7, 0.9を設定し、0.5の場合には波高が過少であり、0.9程度に設定すると波浪の観測値に一致してくる。これは他の宮崎日向沖や苅田でも同様な傾向であった。この結果より、累積分布Fは0.9が最適と判断し、採用した。過去実験と将来の2°C上昇の波浪推算結果は、同じパラメータを使用し、最終的に求める結果は将来変化比であるため、基本的にはパラメータが一致していれば問題はないと判断したものの、なるべく波高が一致するようにパラメータを調整したということである。15ページ目以降に気候変動を考慮した波浪推算結果を示す。内容は、計算ケースの設定、波浪推算の実施、結果の解析を実施し、設計波へ反映する流れを説明するものである。16ページに(1)の計算ケースの設定を示す。愛媛県周辺を通過するもののうち、中心気圧の低い台風を選定した。選定範囲は左の図にある赤い枠の範囲である。ここで補足事項であるが、高潮の想定台風については、いずれもこの範囲内を通過することを確認している。ケース数は10年確率値以上が算定できる個数を確保した。ターゲットとなる再現期間は50年であるが、幅広く対応できるように確保した。ここでケース数は表中に示しており、過去実験が650ケース、将来の2°C上昇シナリオはSST（海水温）が6パターンあり、それぞれ65ケースで、合計390ケースを設定した。6種類のSST（海水温）に対して、全て同数のケースを抽出したことになる。17ページ目は補足的な内容であり、気圧と風速の関係を整理した。台風の擾乱は、台風中心気圧で選定を行ったが、波浪は風速で変化するため、気圧と風速が対応しているか確認した。各海域の代表地点4地点について、経験的台風モデルで推算した気圧と風速の対応を整理した。基本的には図中の赤矢印に示すように、気圧と風速は対応している。ただし、18ページ目に示すように、台風コースによってばらつきがあることを確認した。図中の赤い台風経路は危険半円側のコースであり、青い台風経路は可航半円側のコースであった。このように選定した擾乱に対して、波浪推算を実施した結果を19ページ目に示す。各台風について経験台風モデルで海上風を推算し、波浪推算を実施した。全部で1000ケース程度あるうちの最大波高分布の一例を示した。これを統計的に処理し、確率波高を算定した。確率波高の算出では、ブートストラップ法を考慮したノンパラメトリック法を使用した。20ページにブートストラップ法の算出方法のイメージ図を示す。全体の母集団は1000ケース程度あるとする。その中から、重複を許容したランダムなリサンプリングを行い、1000ケースのサンプルを再作成し、そのサンプルに対して、50年確率波高を算出する。このような処理を4000回繰り返すことで、4000種類の確率波高が得られ、その平均値を最終的に採用した。これは多数の計算ケースがある場合にできる手法であり、安定的に確率評価できる方法である。21ページに(3)の波浪推算結果の解析結果を示す。ここで示す左図は過去実験の結果である。一方、右図は愛媛大学の畑田先生が過去に50年確率波高を平面的に算定した論文の抜粋を示す。両者を比較すると、局所的な場所では差異はあるものの、定性的な傾向は一致していることを確認した。22ページには将来の2°C上昇の結果を示す。2°C上昇シナリオはSST（海水温）が6パターンあるため、6種類の結果を整理した。これを基に各地点で50年確率波高の最小・平均・最大を算出した結果を23ページに示した。6個のうち、各地点で最小の値を抽出した結果がSST最小という意味である。SST平均が基本であるが、最小と最大は、変動幅として理解されたい。24ページは、波浪推算結果の解析として将来変化比の算定結果を

	<p>示す。この結果はSST平均であり、過去実験と2℃上昇の比率である。各海域の将来変化比は表中に整理しており、たとえば、燧灘では将来に向けて波高が1～4%程度増加する結果であった。25ページはSST最小と最大の将来変化比の分布を示しており、これくらいの変動幅があり得る。26ページには設計波への反映方針を示した。愛媛県沿岸の特徴として、波高の将来変化比の絶対値は小さいと数%程度である一方、変動幅は大きい。そのため、局所的な結果よりも各海域における平均値を使用する方が適切であると判断した。27ページには各海域において将来変化比を平均する範囲を示した。図中に示す通り、燧灘・安芸灘・伊予灘・豊後水道の4つに分割した。大三島周辺は波高がかなり小さい場所であり、安全側として安芸灘の将来変化比を準用することにした。28ページには、これらの4つの海域の将来変化比の平均を整理した。愛媛県沿岸の50年確率波高は瀬戸内海で1～2%程度の増加、豊後水道では変化なしという結果となった。ただし、SST最小・最大の結果より、変動幅が大きい。したがって、確信度は必ずしも高くはなく、今後のモニタリングや気候変動の知見の収集等によって見直す可能性もある。29ページには、先ほどの各海域の将来変化比を基に設計沖波に反映した一例を示す。表中のかっこ内はSST平均の最小と最大の幅を示している。また、周期の算定方法の補足として、波形勾配は変化しないことを仮定すると、波高の将来変化比の平方根を取った値 (\sqrt{r}倍) となる。30ページには時間スケールの設定方針を示す。これはさきほどの潮位偏差と同様な考え方である。1980年を基準年に設定し、2040年以降は将来変化比が一定であることを仮定している。</p>
委員	21ページの畑田先生の結果は、過去の年最大値資料等で確率評価をしているのか。また、風速のデータは、気象庁のGPVが使われているか。
事務局	その通りであり、50年間程度の波浪推算の結果である。
委員	畑田先生の結果よりも本資料の解析結果の方が、データ数が多いのではないか。ブートストラップをするときには、元データからセレクトされるが、極大値資料として扱っていると考えて良いか。また、d4PDFの中心気圧のみを使用していると考えてよいか。
事務局	その通りである。また、経験的台風モデルの計算において、d4PDFの中心気圧を使用している。
委員	豊後水道の将来変化比が0.97～1.0と示されているが、宇和島周辺では特徴的に上昇しているように見える。沖波による設定では、このような結果となるかもしれないが、過小評価とされないか懸念がある。ここでの将来変化比は、どのようなスケールで整理したものか。
事務局	海域全体の平均で整理した。奥まった場所では、波高の変化比の分母が小さくなるため、変化が大きい。このような変化が大きいところは、信頼性が低いと判断し、海域平均とした。
委員長	その平均の範囲は、27ページに示された範囲であるか。また、豊後水道の沖側において、将来変化比が低くなる理由は把握しているか。
事務局	範囲については、その通りである。そのため、将来変化比の低いところと高いところで平均され、結局はほとんど変化しない結果となる。また、豊後水道の沖側において、将来変化比が低くなる理由については現段階では不明である。
委員	例えば、豊後水道のエリアにおいて、最大の値はどの程度であるか。
事務局	SST最大における空間平均の将来変化比は1.05であるが、局所的な値については確認する。
委員	豊後水道の沿岸での設計で用いる沖波波高は、どれくらいの水深や位置であるか。

事務局	宇和島では奥まった地点ではなく、波高が10mということもあり、かなり沖側の位置である。
委員	承知した。設計に使用する沖波の地点では、将来変化比はほとんど変化しないということか。
事務局	逆に将来変化比は下がる評価となる。
委員	実際は、波浪変形計算を考慮すると考えてよいか。
事務局	その通りである。
委員	沖波としてはこれで評価したとしても、SSTとしては変動幅がかなり大きいいため、29ページの棒グラフで示した程度の差は表れると考えられ
事務局	その通りである。波高が大きいため、差も大きく見える。
委員	豊後水道では±1mくらいの差がある。その他の海域では、変動幅があまり大きくなく確度は高いように判断できる。
委員	このような結果になることは理解した。また、安田委員の言う通り、波浪変形計算を考慮するのであれば、現段階ではこの結果で十分であると判断した。
(5) 今後の予定	
事務局	資料2-5の今後の予定について説明する。1ページ目に示す通り、本日の第3回専門部会では、気候変動を考慮した高潮や波浪の将来予測を行い、将来の設計外力の算定方法を整理した。これまでの第1回から第3回の専門部会の検討結果については、次回の第2回の本委員会で報告する。第2回の本委員会では、将来の設計高潮位の算出の方法、将来の設計波高の算出の方法について報告し、それを踏まえて今後海岸保全の目指すべき方向性や、施設計画へどのように反映するかなどについて議論し、意見をいただきたい。2ページ目では、第1回の本委員会で示した全体のスケジュールである。第2回の本委員会については令和6年1月に開催する計画としている。3ページ目については、第2回本委員会での議事の内容や今後の改訂に向けた検討の内容のイメージを示している。専門部会で検討した気候変動を考慮した外力検討の結果について報告をする。また、現況の海岸についての評価を行う。ここでは気候変動後の外力が防護面・環境面・利用面などに与える影響を評価したいと考えている。海岸保全基本計画の改訂の必要性として、新たに気候変動後の外力が、海岸にさまざまな面を与える影響について評価し、その結果海岸保全基本計画を改定するといった、その必要性について確認をしたい。海岸保全基本計画改訂の方向性については、気候変動の影響を考慮し、海岸保全をどうすべきか、海岸防護の水準や海岸の背後の地域の状況等、計画に必要な要件や条件を整理し、今後の整備の方法や優先順位について設定したい。今回の専門部会においても意見があった通り、将来の気候変動には不確実性があるため、モニタリングや柔軟な対応が可能ないように留意し、方向性を整理したい。このページの最後には、海岸保全施設に与える影響の対応策のイメージを示す。一般的にハード整備には時間と費用がかかる。施設の重要度や緊急度によって優先度をつけたいと考える。施設の機能が不足する場合には、その期間・箇所についてはソフト対策で補うことも考えたい。また、整備手法としては、段階的な整備も取り入れることも検討したい。これらについては不確実な要素が多いため、一定のモニタリング期間を設定する等、順応的に対応できるようなことも含め、このような検討を考えている。4ページ目に、今後の参考にしていく資料の抜粋を示す。「津波に対する海岸保全施設整備計画のための技術ガイドライン」の抜粋である。この左側のグラフでは、横軸が時間、縦軸は地域の安全性とか利便性を示しており、赤線が未対策の場合、青線が避難方法や海岸堤防の整備、もしくはまちづくりといった対策を組み合わせる場合を示している。大規模な災害が起ると、未対策の場合は大きな被害が起きることが想定される。一

	<p>方、事前に対策することによって被害を軽減し、今後の復旧を円滑に行えるといったイメージである。そして、右の図は国土技術研究センターの資料の抜粋であり、ハード・ソフトが一体となった順応的な取り組みを示しており、こういった資料を参考にしながら今後の対応策については検討したいと考える。5ページ目は、ハード対策・ソフト対策に分類した対応策の事例を示した。左側のハード対策の写真は、現在、高潮対策を行っている伊予市の北山崎海岸の状況であり、断面図のように既設の護岸からかなり嵩上げをするような高潮対策を進めている。対策中の施設についても今後どのような方向性とするか検討したい。一方、ソフト対策として、国土交通省のハザードマップポータルサイトを例示しており、このようなハザードマップで危険度を周知することが一案としてある。また、国土技術政策総合研究所で現在、取り組んでいるうちあげ高の予測のシステム画面を例示している。こういった情報を収集し、ソフトの対応策につなげていくということも1つの取り組みとして、例示している。</p>
委員	<p>質問が2つある。まず1つ目は、本専門部会では高潮の検討はしているが、豊後水道では津波で防護水準・堤防の高さが決まっている箇所があると推察する。津波はどういった時期に検討するか。2つ目は、本委員会において「潮位と波浪がこのように変わった」のみの報告では、防災以外の専門家に対しては、イメージしづらいと考える。「堤防の必要高がこれくらい上がる」あるいは「砂浜がこれくらい減少する」といった気候変動による具体的な影響を示す方が良い。こういった内容は、本委員会までに検討していくことになるか。</p>
事務局	<p>津波への対応策については今後検討し、委員会等で意見をいただきながら、方向性を提案したいと考える。環境面や気候変動による具体的な影響については、代表例や参考事例を例示できるように準備する。</p>
委員	<p>承知した。現在のスケジュールでは、津波の検討については、今後、専門部会を開催し議論する可能性はあると考えて良いか。</p>
事務局	<p>現状では専門部会を開催する予定はない。ただし、行政のみでは判断が難しい場合には、専門部会開催等をして検討を深める可能性はあると考える。</p>
委員長	<p>本日の意見や助言を今後の検討作業に活用し、次回の本委員会で報告いただきたい。以上。</p>