

第3回気候変動を踏まえた土佐湾沿岸海岸保全施設技術検討会 議事録

令和5年9月5日

13:25～15:18

高知河川国道事務所4階会議室

1. 開会

○事務局（紀伊） お待たせいたしました。

ただ今より、第3回気候変動を踏まえた土佐湾沿岸海岸保全施設技術検討会を開催いたします。

私は、本日の進行役を務めます高知県港湾・海岸課の紀伊と申します。

それでは、開会に当たりまして、事務局よりひと言ご挨拶を申し上げます。

高知県港湾・海岸課、吉永課長よろしく申し上げます。

○事務局（吉永） 皆様、こんにちは。

高知県土木部港湾・海岸課課長の吉永でございます。

第3回気候変動を踏まえた土佐湾沿岸海岸保全施設技術検討会の開催に当たりまして、ひと言ご挨拶申し上げます。

まず、委員の皆さまにおきましては、日ごろから海岸行政にご協力とご理解いただきまして誠にありがとうございます。また今回の検討会開催に当たりまして、大変お忙しい中ご出席いただいたこと、本当に感謝申し上げます。また、今回の検討会の開催に当たりまして、事前に資料の確認をいただいたときにご意見、ご指導もいただきました。本当にありがとうございます。

さて、気候変動につきましては、先日気象庁のほうからこの夏の日本の気候について発表がありました。長期的な気候変動の監視による15地点の観測地の平均の気温偏差については1.76ということで、統計を開始した以降、2010年の1.08を大きく上回ったという結果も聞いております。

本当に今年の夏は高知県におきましても非常に暑く、熱中症アラートが毎日のように出まして、身に染みてこの暑さを感じたところであり、あらためまして気候変動について対策検討していかないといけないということを身をもって感じさせていただいたところがございます。

さて、本日は、今年2月に実施いたしました第2回検討会のご意見に対しまして、回答と計画外力の検討結果をご報告させていただくとともに、今後の海岸保全施設の整備に係る防護水準についてもご検討いただければと思っております。

予定では3時半ということで、限られた時間ではございますけれども、委員の皆さまの忌憚のないご意見をいただければと思います。

本当に簡単ではございますが、開会に当たりましてご挨拶とさせていただきます。

本日はよろしくお願いいたします。

2. 出席者紹介

○事務局（紀伊） ありがとうございます。

次に、専門家・関係者のご紹介をさせていただきます。お一人ずつ所属、お名前をご紹介します。

リモート参加の方は、ご紹介をした際にお顔が見えるようWEBカメラの表示をオンにいただけますようお願いいたします。

はじめに高知工科大学名誉教授、磯部雅彦様でございます。

○磯部 磯部でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

○事務局（紀伊） 続きまして高知工科大学システム工学群教授、佐藤慎司様でございます。

○佐藤 佐藤でございます。よろしくお願いいたします。

○事務局（紀伊） 続きまして大阪大学大学院教授、荒木進歩様でございます。

○荒木 荒木でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

○事務局（紀伊） 続きまして国土技術政策総合研究所海岸研究室室長、加藤史訓様でございます。

○加藤 加藤です。よろしくお願いいたします。

○事務局（紀伊） 続きまして高知大学教授、原 忠様でございます。

○原 原でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

○事務局（紀伊） 続きまして京都大学防災研究所教授、多々納裕一様でございます。

○多々納 多々納です。よろしくお願いいたします。

○事務局（紀伊） ここからはリモートで参加いただいている学識者の方の紹介をさせていただきます。まずは関西大学教授、安田誠宏様でございます。

○安田 リモートから失礼いたします。関西大学の安田です。よろしくお願いいたします。

○事務局（紀伊） 続きまして鳥取大学工学部社会システム土木系学科教授、黒岩正光様でございます。

○黒岩 すみません、リモートから失礼いたします。鳥取大学の黒岩でございます。よろしくお願いいたします。

○事務局（紀伊） 続いてオブザーバーの紹介に移ります。

まずは高知港湾・空港整備事務所、野呂所長様の代理でご参加いただいております岡崎副所長様でございます。

- 岡崎 所長代理、副所長の岡崎でございます。よろしくお願いいたします。
- 事務局（紀伊） 続きまして高知河川国道事務所、小林所長様でございます。
- 小林 高知河川国道事務所長の小林でございます。本日は大変お忙しい中をお集まりいただきまして誠にありがとうございます。本日はよろしくお願いいたします。
- 事務局（紀伊） 続きまして高知県港湾・海岸課吉永課長でございます。
- 吉永 吉永でございます。よろしくお願いいたします。
- 事務局（紀伊） 誠に恐縮ですが、報道機関の方々へのお願いでございます。

ここまです報道機関の方々の撮影撮りとさせていただきます。傍聴を希望される報道機関の方々は、そのままご着席のままでよろしくお願いいたします。

次にお手元の資料を確認をさせていただきます。

資料でございますが、議事次第。

資料－１ 規約（案）。

資料－２ 第２回検討会の主な意見。

資料－３ 気候変動を踏まえた計画外力の検討。

資料－４ 土佐湾沿岸中央部における防護水準（案）。

資料－５ 土佐湾沿岸海岸保全施設における気候変動への対応方針。

資料－６ 今後の予定。

資料－７ 参考資料。

以上、資料はおそろいでしょうか。

おそろいでしたら議事次第に沿って進めさせていただきます。

3. 議事

(1) 委員会規約の変更

○事務局（紀伊） それでは議事次第に従いまして、委員規約の変更について事務局を兼ねております私のほうからご説明させていただきます。

資料１の規約（案）の変更点についてご説明いたします。

規約の別表１をお願いいたします。

変更点といたしましては、別表１の所属の欄でございます。

荒木委員のお役職を准教授から教授に、磯部委員長のお役職を高知工科大学の学長から名誉教授に、黒岩委員のご所属を工学部社会システム土木系学科土木工学専攻教授から工学部社会システム土木系学科教授に、安田委員のお役職を准教授が教授にそれぞれ変更しております。

資料１、規約（案）についてご質問、ご意見はございますでしょうか。

なお、本日はWEB会議方式でのご参加の方もおりますので、発言の際は初めに所属、お名前を名乗ってからご発言いただきますようご協力をお願いいたします。

ほかによろしいでしょうか。よろしければ規約を変更することといたします。

ここからの議事は、規約第5条の2項に基づき、磯部委員長に議長として議事の進行をお願いしたいと思います。

(2) 第2回検討会の主な意見

○磯部委員長 それでは、議事次第の(2)から議事を進めてまいります。

まず検討議題の2つ目、第2回検討会の主な意見について、事務局からご説明いたします。

○事務局(青木) 事務局の高知県港湾・海岸課の青木と申します。よろしく申し上げます。

それでは資料2の第2回検討会の主な意見について説明させていただきます。

まず1ページ目ですが、海岸保全の目標(段階的な防護水準の設定)についてです。第2回検討会では、委員からいくつかの質問、ご意見をいただきまして、その中から代表的なものとして③について述べさせていただきます。

事務局において、海岸保全の目標を明確にし、今後迷いがないようにしていただきたい。まず、RCP2.6に基づき、2100年を目標にする。その上で、実際の施設整備段階では、その時点での観測データ等に基づき、2100年の海面上昇のトレンドから海面水位に取り入れる。さらに、構造物の耐用年数が終わるときまで供用できるように考えていきつつ、高潮や波浪は不確実性が高いため、今後の観測データ等も踏まえて、将来の対応を考える必要がある、といったご意見がございました。

その対応としまして、海岸保全の目標は、RCP2.6(2℃上昇)に基づき、2100年の外力を基に設定いたします。その上で、気候変動の不確実性を考慮しつつ、施設の耐用年数(50年程度)や地域毎の特性(人口や土地利用、施設の重要度)等を踏まえて将来における段階的な防護水準を設定するとともに、新たな知見や観測データの蓄積等に基づき、見直しを行っていくということで考えております。

次に2ページ目をお願いいたします。海岸保全の目標(地殻変動)についてです。これも委員の皆さまからいくつかご意見いただきまして、代表的なものとして①を述べさせていただきます。

地殻変動について、南海トラフ地震に向かって沈降しているところをどう取り扱うのか。地殻変動が沿岸全体の話ではないとすれば、沈下する所は、計画ではなく設計の段階で今の地殻変動のトレンド等を考慮し、あらかじめ沈降分を見込んで天端高を決めるといった対応も考えられる。地殻変動を計画へ反映するという方針の意図について、考えを教えてください。

ただきたいというご意見もございました。

この対応につきましては、土佐湾沿岸の地殻変動については、南海トラフ地震に伴って周期的な隆起や沈降を繰り返しており、地震時に急激な変化が発生するものの、その後中央部は徐々に元の地盤に戻る傾向があることが確認されております。

一方、土佐湾東側の室戸岬周辺では周期的な変動の最中にある可能性もあるため、変動量も大きいので留意する必要があるという記載をさせていただいております。

これにつきましては、4ページ目のところをご覧ください。これを見ていただきますと、高知、夜須では1946年の昭和南海地震以降、沈降をしており、現在まで徐々に元に戻る傾向となっているように見受けられます。一方で、室戸では1946年の昭和南海地震以降、隆起しており、また元に戻ってきつつありますが、1995年以降を見ると、沈降しているようにも見受けられます。室戸につきましては、もしかしたら周期的な変動の最中にある可能性もありますので、沈下の変動量が大きいため、留意する必要があるといった記載としております。

次に5ページ目のほうをご覧ください。こちらは東北地方太平洋沖地震による地殻変動の状況です。地震発生時に地殻変動が広域的に生じております。地震発生時には、最も沈降した地点、宮城県のM牡鹿では、その後徐々に元の地盤に戻るような地殻変動を生じております。

こういったところから、地殻についても留意していきたいということで、記載をさせていただきます。

2ページのほうへ戻っていただきまして、2点目のところでございますけれども、これまで地震・津波対策に関する計画・設計時点では、地殻変動（南海トラフ地震時の広域地殻沈降）や液状化沈降等を構造物の設計へ反映しております。今後、新たな構造物の整備や更新時点において、地殻変動の不確実性（発生時期、将来予測データ等）も踏まえつつ、その時点での知見や蓄積された地盤高データに留意し、設計を行っていくという対応を考えております。

次に3ページ目のほうをお願いいたします。気候変動を踏まえた計画外力の検討結果でございます。d4PDFでは、台風が減少するものの猛烈な台風が増えることが確認されております。波高は風速の2乗に比例するため、風速は10%上昇すると波高は20%上昇する。第2回検討会の結果では、2℃上昇時の波高は1%しか上昇していないが、海域の風速は上昇していると考えられるため、計算された風速を確認していただきたいといったご意見がございました。

この指摘を踏まえまして、風速の計算結果について確認を行っております。この内容につきましては、資料3のほうでご説明をさせていただきます。

資料2につきましては以上でございます。

○磯部委員長 ありがとうございます。前回の主な意見についてご質問、ご意見等ございますでしょうか。

よろしいでしょうか。先に進みたいと思います。

(3) 気候変動を踏まえた計画外力の検討

○磯部委員長 それでは気候変動を踏まえた計画外力の検討結果についてご説明をお願いします。

○事務局（松坂） 高知河川国道事務所工務課の松坂より説明させていただきます。よろしくをお願いします。

それでは資料3の説明をさせていただきます。

2ページ目をご覧ください。2ページ目につきましては、前回の第2回で提示させていただいた資料になっております。

このときに右側上段のグラフを見ていただきますと、第2回検討会での波高の推算結果という表がございます。この表につきまして、過去実験 12.14m、2℃上昇 12.29mということで、変化率が1.01倍、これについて確認を前回ご指摘いただいたところです。

ページをめくっていただきまして、3ページ目よりその確認についてご説明いたします。

資料の左側に緑の丸、青の丸、赤の丸で例①、例②としまして風速を比較した図を示しております。例①でいきますと、台風のピーク付近では概ね風速が似通っていますが、低減に向けて徐々に乖離が見られる傾向があるパターンが例①となっております。例②につきましては、逆にピーク付近では乖離しているのですが、その後いったん重なった後また乖離していくということで、台風モデルとd2/d4PDFの風速の違いを確認しました。

その結果を、最大風速について確率評価したものが右上のグラフになっております。左側が台風モデルより推算した風速について過去実験、将来実験の2℃、4℃を重ねたものになります。それぞれの差が小さいことが見て取れます。

右側がd2/d4PDFの過去実験、将来実験について重ねたものになります。過去実験から2℃上昇、4℃上昇とだんだんと風速が大きくなっていくことは確認できました。

このことから台風モデルでは将来の風速変化を過少に評価する可能性があるものと考えられました。

そこで風速補正による潮位偏差・波浪の推算を行うこととしまして、その風速補正の仕方ですが、資料4ページをご覧ください。

資料4ページの右側に先ほどと同じように緑、青、赤の丸で台風モデルとd2/d4PDFの風速をグラフで示しておりますが、この乖離分を台風毎に時間毎の乖離率を算定して、台風モデルより推算した同時刻の風速を補正することといたしました。

まず、風速補正を実施するにあたり、5ページ目をご覧くださいと、前回の第2回検討会で構築した簡易推定式、これに当てはめてどれぐらいの違いが出るものか、まず確認してみました。

5ページ目は波高の結果になります。左側が風速補正前で前回の検討会で提示させてい

いただいた結果です。表を見ていただきますと、先ほどご説明した変化率 1.01 倍となっております。右側が、先ほどの乖離率を用いて風速を補正した場合であり、1.03 倍という結果となり、2%ほど波高が大きくなる傾向を確認しております。

続きまして資料 6 ページでは、潮位偏差についても同様に確認しております。前回の検討会で提示させていただいた変化率 1.07 倍に対して、風速を補正した場合は 2%上昇する 1.09 倍という結果を確認できました。

このことから、風速補正による確認は必要という判断をしまして、7 ページになります。7 ページは前回の検討会で提示させていただいた検討手順になります。今回、風速補正をどのタイミングで行ったかをご説明させていただきます。

まず、簡易推定式を構築するにあたり、100 ケースの台風を抽出しています。その 100 ケースの台風について乖離率による風速補正を行いました。

そのシミュレーション結果を用いて改めて簡易推定式を構築し、その後過去実験と 2℃ 上昇の台風に対して簡易推定式を適用し確率評価を行っています。資料の中に赤字で示す箇所において今回 d 2 / d 4 PDF による風速補正を行っております。

次に、8 ページをご覧ください。8 ページの図ですが、左側が前回の検討会で提示させていただいた簡易推定式の精度を確認した結果になっております。右側が今回の風速補正を行った結果の精度を確認した資料になっております。これらは、簡易推定式の構築に用いた台風の 100 ケースを対象にして検証を行っております。

右側の風速補正後の上段の波高になりますが、 R^2 が 0.9796、下段の潮位偏差が R^2 0.9693 ということで、今回風速補正を行って構築した簡易推定式についても一定の精度を有しており、概ね妥当と考えております。

次、資料の 9 ページをお願いいたします。先ほど精度が確認できた簡易推定式を用いて算出した潮位偏差と波高の結果を 9 ページに示しております。

図の左側が潮位偏差となっておりますが、現行計画の確率である 62 年で見ますと、過去実験から 2℃ 上昇に対する変化率は 1.12 倍となり、現行計画の潮位偏差である 1.46m を 1.12 倍すると 1.64m になると算出しております。

次に波高になりますが、右側の図となり、過去実験 12.79m に対して 13.10m ということで、変化率は 1.02 倍となりました。現行計画の波高は 13.0m ですが、その計算値は 12.6m となっており、12.6m を 1.02 倍すると 12.9m ということで、現行計画と同様に安全側に繰り上げて 13.0m という結果になります。

続きまして 10 ページでは、もう 1 つの外力である周期について整理しております。

左側の図になりますが、波高や偏差度と同様に、シミュレーションに用いた 100 ケースより簡易推定式を構築し、シミュレーションの結果と相関を見ました。その結果、 R^2 が 0.5061 ということで精度が低いという結果になりましたので、右側の図のように波高と周期の関係式により周期を算出することとしました。

まず、赤色で示しているのが現行計画になります。現行計画は 15.5 秒の周期で計画さ

れておりまして、次に青色が今回の 100 ケースより波高と周期の関係式を作成したのになります。これより算定した結果は 15.7 秒となり、現行計画と今回の 100 ケースを全て考慮した結果も 15.7 秒という結果になりました。

この結果より、30 年確率波高（13m）に対する周期は、気候変動後も現行計画と同程度であると考えております。

続きまして、津波の検討結果についてご説明いたします。資料の 12 ページをご覧ください。

津波の検討ですが、現行の設計津波水位の設定条件に準拠しております。右側上に解析条件の表がございますが、これが現行の設計津波水位の設定条件になっています。このうち下から 2 つ目の初期潮位についてだけ今回変更したもので検討しました。変更内容は、2100 年に予測される平均海面水位の上昇量を加えて、T. P. 1. 30m を初期潮位として算出しております。

その算出結果が 13 ページになります。13 ページの一番下のグラフからご説明させていただきます。グラフ内赤ラインで示す平均海面水位の上昇量の 0.37m に対して、各海岸毎の平均値で見ますと、仁ノ海岸は 0.5m となっておりますが、その他の海岸は平均海面水位の上昇量を下回った結果となりました。

この上昇量を現行計画の海岸毎の津波水位の平均値に加算したものを、資料中程になる棒グラフで示しております。結果としまして、現行の設計津波水位 T. P. 8 m を下回る結果となりました。ただし、先ほど申し上げたように、仁ノ海岸のように局所的には上昇量の大きい箇所もあるという結果になっております。

以上が資料 3 の説明となります。

○磯部委員長 どうもありがとうございました。

それでは資料 3 について議論したいと思います。ご意見、ご質問がございましたらお願いします。前回、風の問題と風に対応した波浪の問題、上昇量が少ないのではないかということで見直していただき、このような結果になったということですけど、よろしいでしょうか。

○多々納 8 ページのところで風速の補正前と補正後の結果が並べて書いてあるが、両方ともそれほど大きく違うとは思わないが、よく見ると補正前のほうが補正後よりも相関係数は高い。補正の効果というのはどういうふうに見ればいいのか分からないので、少し補足いただければと思います。

○磯部委員長 事務局からお願いします。

○事務局（松坂） ご質問のとおり、前回の検討会で提示した相関係数より若干下回ってはいますが、補正後も十分精度を有しているというふうに判断しております。

この違いによる効果ですが、波高の結果について、資料の 5 ページをご覧ください。5 ページの左側、こちらが前回の推定式で算出した波高で、過去実験と 2℃ 上昇の変化率が 1.01 となっております。今回構築した新しい推定式で算出した波高は 9 ページの右側に示している値になりまして、変化率が 1.02 倍ということで、1.01 倍が 1.02 倍に変化しているとい

う結果になります。これより、変化率が1%増加したというのが前回の推定式から算出した値と今回の推定式より算出した値の違いとなります。

○磯部委員長 波高について簡易推定式として最も精度を高くしようとする前回の推定式になるが、それは力学的な現象からいっておかしいので、風速を補正してみると、波高だけを最も精度よく推定する前回の推定式よりは精度が悪くなってしまうのは当たり前であるということになると思うので、力学的なメカニズムを入れたらこのような結果になったということだと思います。

○多々納 そうですね。それほど大きく違ってもないということですね。

○磯部委員長 それほど悪くなっているわけでもないからということでもよろしいかと思えます。

それでは安田先生、お願いします。

○安田 安田です。3ページ目をお願いします。

方法の手順としては、気圧は d^2/d^4PDF が実際の現象を過少評価するため、それを補正する形で経験的台風モデルによって算定するが、これにより算定された風速の将来変化は合わないことから、 d^2/d^4PDF で補正するという考えは理解できたが、 d^2/d^4PDF の風速は実際の現象と比べて過少評価になっていないかが気になった。観測データの数が少ないのでうまくいかないかもしれないが、過去実験と比べて、ベストトラックデータから整理した実績の風速がどのぐらいなのかということが気にはなる。

○磯部委員長 いかがでしょうか。

技術的な詳細なところなので分かる方がいればお願いします。

○事務局（建設技術研究所） ご質問ありがとうございます。

今日の資料にはございませんが、前回の第2回検討会の参考資料のほうに、 d^2/d^4PDF の過去実験の風速の確率評価と実測値を比較したものがございました。

その結果でいくと、気圧については実測値が d^2/d^4PDF のメンバの中に入っていますが、風速については実測値と d^2/d^4PDF では大きく乖離しているという結果でした。

第2回検討会の参考資料の12ページ目で、一番左側のほうに過去実験という欄がございます。これは毎年でメンバ毎に確率評価をした結果を緑の線で示しています。黒い線で示しているのが実測値で、こちらで見ていただければ今のご質問への参考になるかと思えます。いかがでしょうか。

○安田 はい。これでいくと、実測は d^2/d^4PDF より弱いということですよ。

○事務局（建設技術研究所） 黒い線が実測値になりますので、緑の線の中央値を見ていただくと、例えば再現期間の10年以降の100年とか1000年とかを見ていくと、実測に比べて d^2/d^4PDF のほうが大きいという結果です。

○安田 大きい。そうですね。なので、大きいほうにまた合わせに行っているような気が少ししたので、大丈夫なのかなと思ったんですが。

○事務局（建設技術研究所） ご指摘のとおり今回 d^2/d^4PDF の気圧を使って Myers

式で気圧の平面分布を計算する際は、気圧のバイアス補正を行って実態に合うような形で計算をしています。

ご指摘のように、その結果、台風モデルで算出される風速は前回の指摘がありましたので、今回 d 2 / d 4 PDF、今見ていただいた参考資料のとおり実態より大きめの風速で、バイアスが入った状態のもので補正していると認識しております。

ですので、このやり方が全て正しいかというところは議論があるかと思いますが、1つのポイントは台風モデルで推算すると将来の風速の変化が大きくならないということでしたので、風速にはバイアスがあり実態より大きいというのは承知の上で今回の補正をしています。

○安田 はい、分かりました。議題の方法は理解したので、よろしくをお願いします。

○磯部委員長 ご質問いただいた論点は、明確になったと思います。全体として風速、それから波浪、全体を含めて実測と総合的に合わせるということにすると、一部のところが少し逆になってしまうところもあるんですけども、最終的にこのようなシステムとしてのモデルにしましたということになるかと思っています。

よろしいでしょうか。それでは他にいかがでしょうか。

○黒岩 すみません、黒岩です。

○磯部委員長 黒岩先生、どうぞ。

○黒岩 風速が 10%上昇すると波高が 20%上昇するというのが第2回の意見であり、それで風速の補正を実施したということだと思うが、そこについてお尋ねしたい。最終的に波高が 1.02 倍ということで、前は 1%だったのが 2%に上がったということだが、そうすると風がどれぐらいのパーセンテージ上がって、その値になったのかということをお教えしてもらいたい。

○磯部委員長 データお持ちでしょうか。

○事務局（建設技術研究所） ご質問ありがとうございます。

今回の資料には載せておりませんが、波高を推算した高知港での風速を整理したものはあるため、改めてご提示させていただきたい。なお、高知港では波高は 2%上昇するという結果ですが、風速はもっと大きく上昇はしております。

ただし、この波高を求めている高知港は水深が 20m ぐらいのところですので、砕波の影響があり、最大値が頭打ちをするところから、風速の上昇量程度には波高は上がっていない結果となっています。

○黒岩 分かりました。ありがとうございます。

○磯部委員長 はい。それでは後ほど、もし詳しい資料があったらお送りください。

他にいかがでしょうか。よろしいですか。

それでは検討議題の 4 つ目に移りたいと思います。

(4) 土佐湾沿岸中央部における防護水準（案）

○磯部委員長 土佐湾沿岸中央部における防護水準（案）について事務局からご説明をお願いします。

○事務局（青木） それでは資料4のほうの説明をさせていただきます。

まず、1ページ目でございますけれども、土佐湾沿岸中央部における気候変動を踏まえた防護水準（案）でございます。

これまで資料3でお示しした内容をおさらいするようとなっておりますが、現行計画値と2100年の時点での防護水準を対比するように記載をしております。

まず朔望平均満潮位ですが、現行計画値はT.P. 1.00mですが、2100年ではT.P. 1.30mとしております。その考え方としては、2011年から2020年の朔望平均満潮位の平均値T.P. 0.97mに対し2100年までの平均海面水位上昇量0.33mを加算したものです。

潮位偏差は、現行計画値は1.46mですが、2100年では1.64mとしております。その考え方としては、現行計画に現行計画の安全度62年確率において2100年に予測される変化率12%上昇を考慮して設定しております。

計画高潮位は、現行計画が2.46mですが、2100年では2.94mとしております。その考え方は、2100年の朔望平均満潮位T.P. 1.3mに2100年の潮位偏差1.64mを加算したものと設定しています。

波高につきましては、現行計画の13mであります。2100年におきましても同様の13.0mとしております。その考え方は、現行計画の計算値は12.6mを繰り上げて13.0mとしておりますので、現行計画の安全度30年確率において2100年の予測される変化率2%上昇を考慮して設定すると、2100年の計画波高は現行計画の計算値に12.6mを1.02倍しまして、12.9mとなります。それを丸めると13.0mとなりますので、現行計画と同じ値となります。

周期についても現行計画の波高が同程度でありますので、15.5秒で変更はございません。

設計津波は、現行計画値がT.P. 8mですが、2100年におきましても同様のT.P. 8.0mとしております。その考え方は、2100年の朔望平均満潮位T.P. 1.30mを考慮した津波シミュレーション結果を元に設定しており、2℃上昇時の津波水位の上昇量、海岸毎の上昇値は現行の設計津波水位を上回る結果ではなかったことから、当面は現行の設計津波水位を踏襲するものとしております。

ただし、資料3で述べましたように、海岸保全施設の整備状況や地形の特性によって局所的に設計津波水位を超える場合もありますので、留意事項として必要に応じて対策を行うということで考えております。

次に2ページ目でございますが、海岸保全基本計画の土佐湾沿岸中央部の改定内容の（案）でございます。

下段が現行計画で、上段が2100年の防護水準内容の案でございます。赤書きが現行計画を変更や追加したものでございます。

具体的には計画高潮位が2.46mから2.94mに変更するのと、今回新しく赤字で記載して

おります留意事項を追記することで考えております。

留意事項としては、RCP2.6 (2℃上昇) における 2100 年時点の予測結果を元に記載するという。また、正しい数値等については現時点での知見に基づき予測したものですので、今後の新たな知見や観測データ等の蓄積により変わる場合があるため、適宜見直しを行うといった留意点を記載しております。

また※印 1 としまして、計画高潮位の留意点として、計画高潮位について段階的な防護水準は 2100 年時点の海面水位の上昇量に施設の耐用年数に応じた潮位偏差の増大分を加えて設定する。設定に当たっては設計着手時点の新たな知見や地域特性などを踏まえるものとするといった記載をしています。

それから※ 2 ですが、設計津波水位の留意点として、海岸保全施設の整備状況や地形特性などによって局所的に設計津波水位を超える場合があるため、必要に応じて対策を行うという記載をするということを考えています。

資料 4 につきましては以上でございます。

○磯部委員長 どうもありがとうございました。

それではいよいよ防護水準ということですので、ご質問、ご意見お願いします。

佐藤委員、お願いします。

○佐藤 資料 3 の結果を受けて、それをまとめたのが資料 4 だというふうに理解していません。

風速をきちんと物理的に正しく補正できたおかげで、潮位偏差が上がり、これは他の研究で言われているオーダーとほぼ一致しているので、信頼性はあると私は思っています。

ただ波高が上がっておらず、丸め方にもよりますが、ご指摘があったようにそれほど上がっていない。それは先ほどの事務局の説明だと水深が浅く、水深 20m では波は砕けるので、13.0m よりなかなか上がらないと思います。

だから逆に言うと、その波を計画波に使ってはだめなのではないかと思う。将来的には、恐らく 5 年後にはまた新しいアセスメントレポートが出ますので、そうするとまた再検討することになります。そのときにぜひ波高の計画波を決める位置というのを議論していただければと思う。

あわせて、潮位偏差と波高で再現確率年が違うというのもちょっと気持ち悪い。あるイベントに対して設計するという思想からはズレてくるので、これについても過去の経緯はものすごく大事で尊重すべき議論があったものだと思いますけれども、すっきりさせておくということも大事であり、ご検討いただきたい。

もう 1 点、今の意見に関連して 1 ページ目はいいんですが、2 ページ目において沖波波高という表現になっているが、いいんですか。

1 ページ目の波高 13.0m というのは、水深 20m 地点の波高ですよ。だから沖波波高はもっと大きいかどうか分かりませんが、違うんじゃないのかなと思う。ここに沖波波高と書くのは抵抗を感じたんですが、いかがでしょうか。

○磯部委員長 考え方を整理しておくというのは大事なことだと思いますので、いかがでしょう。

○佐藤 前半の意見は次に向けて考えていただければいいことで、大事な点は2ページに持っていく時に、沖波というのは、20m地点の波高が13.0mというのは分かりますが、高知港地点というのが決まっているわけなので、沖波に戻すときは砕波の影響とかいろいろあって変わってくるのではないかなという気がする。

海岸保全基本計画では高知港地点の波を使って決まっているのだというのであれば、沖波という表現にしなければいけないので、その辺りを確認の上、整理しておいていただくことは大事なかなという意味で申し上げました。

○磯部委員長 はい、いかがでしょうか。

○事務局（青木） 佐藤委員のご指摘のとおりと思っております。そういったところを確認した上で、沖波波高という記載をすべきかどうかも含めて、事務局の中で考えさせていただきたいと思います。

○磯部委員長 水深20m地点での波高と言うか、あるいは高知港の水深20m地点と言うべきか、あるいは換算沖波波高と言えるか、それを調べて、これは間違いですよと言われなように正しい表現にしておいてください、ということだと思います。

○事務局（青木） 承知いたしました。

○磯部委員長 波形勾配も大きくなっているから、砕波ぎりぎりぐらいのところになっていると思いますので、砕波の影響も入っている値だとすれば、正確に20m地点と書いてあるほうがいいかもしれないし、それもまた現行の海岸保全基本計画の表記とも合わせないといけないしということもあるので、その辺りを全体を見ておかしくない表現でお願いしたいと思います。また、必要なら数値が変わることも含めて整理をしていただきたいと思います。

他にいかがですか。原先生、お願いします。

○原 設計津波水位の計算のところ、記録に残すという観点でいくと、まず津波シミュレーションをどういう地形条件で行ったかというのを残しておかないと、それによってだいたい計算値が変わりますので、ご留意いただきたいというのが1点。もう1点は、前回の委員会の意見というところで、地殻変動の話が出ていますが、ここで地殻変動をどういう考え方をしたのかという記載がないので、最大値を取ったのかあるいは他の考え方を取ったのか、そのあたりも加筆いただけたらよろしいかと思えます。

○磯部委員長 はい、いかがでしょうか。津波のシミュレーションと地殻変動について。

○事務局（青木） ご指摘のとおり、次の委員会で示すときには記載をさせていただくようにしたいと思います。

○磯部委員長 津波は2ページの※印でいうと、海岸保全施設の整備状況や地形の特性等により、局所的に設計津波水位を超える場合には必要に応じて対策を行う、というのは一応基本計画を作った上で、さらに何か事業計画のようなものがあつたら計算をするという、そ

ういう意味ですか。

○事務局（青木） 磯部委員長のおっしゃるとおりであり、まず、海岸保全基本計画があり、その次に新たな施設・事業を計画する際に施設配置などそういったところもまた条件が変わってくると思いますので、それらを踏まえて津波シミュレーションを実施し、それでもまだ超えるようであれば対策を行ったり、そういったところが必要に応じてといった意味合いであると認識しております。

○磯部委員長 海岸保全基本計画としての計画天端高を決めたとしても、事業の実施のときにもう一度それをある意味で修正するというか、是正をすることで問題ないということで、やれるということなんですね。

○事務局（青木） はい。そのように考えております。

○磯部委員長 はい。他にいかがでしょうか。

別の県の例では、ここでいう海岸保全施設というのを広義に考えて構造物の配置によって、津波の周期は非常に長いため、基本は海面上昇分だけ津波も高くなるということなんです。構造物があると津波のような流れによって現象的にはシップウエーブ（航跡波）と同じで、長い流れが構造物に当たることによって散乱波ができる。その散乱波が長い津波と重なって、しかも散乱波ができるのは構造物があるところですから、できた散乱波がまたいろんなところで反射して、たまたまその散乱波もさらに反射を重ねたものと重なると、ただ海面上昇分だけ津波水位が上がるのではなくて余分に上がるのが非常に局所的に起こった例を見たことがあります。

それは逆に散乱波という非常に波長の短い波なので、遠くまでは影響しませんから、構造物の近傍でそれが問題になるようなところは局所的に見直すということもこの※印の 2 というところに入るんだということのを頭に置いたらいいと思います。

他にいかがでしょうか。

ここらへんのところが海岸保全基本計画、新しいものとしては鍵になるところだと思いますので、お気づきのことがあればぜひご意見をいただきたいと思います。

○事務局（小林） 津波について、磯部委員長からもお話がありましたが、資料 3 の 13 ページを見ていただくと、海岸毎の平均値ではいずれの海岸も現行の設計津波水位の T.P. 8.0m を超えないため、平均的に大きな視点で見ると、現行の設計津波水位を変える必要はなく、海岸保全基本計画の変更案でも変えないとしています。一方、磯部委員長からお話があったように、局所的にもう少し丁寧に見ると、もしかしたら超えてしまうようなところも生じるかもしれないため、そういう場合には設計津波水位はあくまで T.P. 8.0m ですが、局所的にはしっかりとハードで対応する必要があるだろうという考えで、※印の 2 を記載させていただいた。

○磯部委員長 はい、ありがとうございました。

逆にそういうことなので局所的に上がる場所があったからといって 1 点上がったから海岸全体を上げなければならないということではなく、現象から見てもそうではないと思

いますので、そこも逆に気を付けていただきたいと思います。

他にいかがでしょうか。加藤委員。

○加藤 2 ページのまとめ方としては特にないんですが、やはり計画高潮位が上がったにしても、昭和 45 年台風 10 号のときの潮位偏差に比べれば 2100 年時点の数字は小さい数字になっており、現在の安全度を保つという観点ではこういう結果になると思うんですけども、これより大きい潮位偏差が実際起きていて、きっと将来も起こり得るということは念頭に置いておく必要があると思っています。

その話は資料 5 の中でまたお話をさせていただきたいと思います。

○磯部委員長 はい、ありがとうございました。

他にいかがでしょうか。そこはまた後で議論したいと思います。

(5) 土佐湾沿岸海岸保全施設における気候変動への対応方針

○磯部委員長 それでは先に進ませていただきまして、検討議題の 5 つ目となります。

土佐湾沿岸海岸保全施設における気候変動への対策方針について事務局からご説明をお願いします。

○事務局（松坂） 資料 5 についてご説明いたします。

資料の 1 ページをご覧ください。この資料は個別の海岸の方針というのではなく、全般的な基本的な方針として取りまとめております。

まず、1 ページ目ですが、示している図は気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会から引用した資料で、これに沿って土佐湾沿岸中央部についても適応策を考えていくということでここに記載しています。

現状の施設機能、今後の施設整備、更新時期、そういったものを踏まえてハード、ソフトを適切に組み合わせながら適応策を講じるということを考え方として記載しています。

次に 2 ページ目ですが、こちらも気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会より抜粋しており、項目・影響要因毎に、どういったソフト対策、ハード対策といった適応策があるかを示しています。このように、ハード、ソフトを組み合わせながら、取り得る適応策を考えていくということで例示させていただきました。

次に、ハード対策の検討にあたっての考え方を 3 ページ目から説明させていただきます。

資料の左下に示す検討の考え方、前提条件ですが、RCP2.6 を設定し、さらに 2100 年の計画外力を設定し、これらにより波のうちあげ高を算定することとしました。

波のうちあげ高は、2100 年に予測される平均海面水位の上昇を想定した汀線の後退量を Bruun 則により推定し、そういったことも見込んだ上で算定しました。

その上で、ハード対策の考え方になりますが、波のうちあげ高の算定結果に基づいて海岸毎に想定されるハード対策を検討します。その際は今後の施設更新時期等も整理して、段階的な対応方針を検討していくということとしております。

次に波のうちあげ高の算定の条件になります。4ページをご覧ください。

4ページですが、各外力の変化が施設機能に与える影響を段階的に評価するために、①として海面上昇分のみを見込んだケース、②として海面上昇に潮位偏差を加えたケース、③はさらに汀線後退を加えたケースということで、3ケースのうちあげ高を算定しております。

うちあげ高を算定する際の断面としましては、現在実施中の海岸保全施設整備事業が完了した断面を見込んで計算しております。

汀線後退量につきましては、4ページ下にございますように、Bruun 則による 2100 に予測される汀線後退量を算定して③のうちあげ高を算出しているところがございます。

次に、Bruun 則による汀線後退量の算定結果をご説明いたします。

資料めくっていただきまして5ページ目になります。

こちらは土佐湾沿岸中央部の西側部分であります新居から長浜の汀線後退量を算出した結果を示しております。

新居工区では6 m～11m、仁ノ工区では6 m～8 m、戸原工区では6 m～8 m、長浜工区では5 m～6 mの汀線後退が発生すると想定されております。西側においては、全体で概ね6 m～8 m程度の後退という結果になっております。

続きまして6ページのほうで東側としまして、南国から香南についての同様に汀線の後退量の結果を示しております。

南国から香南工区にわたって概ね11m程度の後退が見込まれており、東側の端部では18mという結果になっております。

この後退量も含めまして、先ほどご説明した3ケースについてのうちあげ高を整理したものが7ページに示しております。

グラフ上の①赤で表記しておりますのが海面上昇を考慮した場合、次に黄色が①に加えて潮位偏差を増加させたもの、③が先ほどの汀線後退を考慮したうちあげ高で、赤、黄色、グレーの3種類で各海岸毎にうちあげ高の超過量を示しております。

新居工区ではいずれのケースでもうちあげ高は現況堤防高を超過しない結果となっておりますが、仁ノ工区では汀線後退まで考慮すると、うちあげ高が現況堤防高を超過します。戸原、長浜は海面上昇を考慮した段階でうちあげ高が超過するという結果となっております。

同じように、南国から香南でのうちあげ高を整理したものが8ページになります。

南国工区では、潮位偏差の増加までを考慮すると超過するという結果になりました。旧南国工区から香南工区では、海面上昇を考慮した段階でうちあげ高が超過するという結果になっております。

このように、海面上昇のみで超過したり、潮位偏差を加えて初めて超過したりというような、海岸毎にうちあげ高と現況堤防高との比較結果が異なるという結果になります。

9ページでは、先ほどの7ページ、8ページでご説明したものを表として取りまとめてあらためて示しております。

表の中ほどに、波のうちあげ高に対する現況堤防高の評価結果として、海岸毎に3ケース

のうちあげ高に対して堤防高が満足しているか不足しているかというのを青と赤で示しております。数字は先ほど説明したグラフでの数字をここに転記しています。

表の右端になりますが、ここでは2100年までに想定されるハード対策として、こういった超過に対して海岸毎で見た場合にこのような対策が必要になるのではないかと現時点で想定されるメニューを記載しています。

新居工区ではうちあげ高は全て3ケースとも堤防高は満足していますが、そのうちあげ高を満足するためには順応的な砂浜の管理がいるという考えで記載しています。

ハード対策の考え方が以上になりまして、一度ここで高知県よりソフト対策の説明をしていただくようにします。

○事務局（青木） それでは10ページから12ページにかけてになりますが、高知県沿岸部におけるソフト対策について、これまで取り組んだ内容について津波対策、高潮対策のいくつかの事例をご紹介させていただきたいと思います。

10ページでございますが、沿岸部におけるソフト対策の事例ということで、県の事例と香南市での取り組み事例を紹介させていただきます。

まず、津波避難空間の整備としまして、高知県内に津波避難タワー126基の整備計画があり、これまで124基が整備済みでございます。

香南市の例で申し上げますと、23基の整備計画があり21基が整備済みで、残る2基を整備しているところでございます。この2基が完成しますと、高知県内で計画しております津波避難タワーにつきましては整備が完了となります。

次に、沿岸19市町村において津波災害警戒区域いわゆるイエローゾーンを令和4年3月に指定済みでございます。

このイエローゾーンを指定することで、香南市では学校や病院といった避難促進施設を香南市の地域防災計画へ令和5年3月に反映するといった対応を行っております。今後避難促進施設が個別で避難確保計画を作成し、随時訓練を実施する予定となります。

11ページをお願いします。

次に地震が起きた後、早期に復興するための方策を検討しております。

高知県では沿岸市町村が、発災後速やかに復興まちづくりに着手できるようにするために参考とします「高知県事前復興まちづくり計画策定指針」を令和4年3月に作成しております。

現在、この指針に基づきまして沿岸市町村毎に事前復興まちづくりに着手しております。

この指針ですけれども、東日本大震災の教訓で復興まちづくり計画の策定に長期間要しまして、復興事業の着手が大幅に遅れたことから、被災者の生活の再建や地域の復興を早期に実現するために市町村が事前準備をして策定する「事前復興まちづくり計画」の策定を支援するためでございます。

この指針ですが、5つの理念を定めております。この理念に基づいて、まず沿岸市町村の行政内部で事前復興体制や方針（案）の作成に着手し、次に地区毎の事前復興まちづくり計

画素（案）を作成、それから事前復興まちづくりを計画策定いたします。条件が整えば事前移転など着手を考えているところでございます。

12 ページをお願いします。最後に高潮でのソフト対策となります。

高潮浸水想定区域は、想定し得る最大規模の高潮が発生した際に浸水する区域のことです。高知県では令和3年度から指定に向けた作業を行っており、関係市町村と協議を行った上で令和7年度までには高潮浸水想定区域の指定を行いたいと考えております。

高潮浸水想定区域の指定の区域内になった場合は、市町村は想定に基づいた地域防災計画やハザードマップを作成、活用することが義務付けられます。

また、要配慮者の利用施設などの所有者は避難確保計画の作成や訓練の実施も義務付けられることから、危機管理、避難警戒態勢の充実が図られることと考えております。

ソフト対策については以上でございます。

○事務局（松坂） それではあらためまして高知河川国道事務所よりご説明させていただきます。

13 ページをご覧ください。

13 ページでは、気候変動の影響を考慮した海岸保全施設の段階的な対策の考え方とイメージを示しております。

考え方ですが、施設の整備・更新につきましては RCP2.6 に基づく 2100 年時点の防護水準を目標に進めます。ただし、施設の耐用年数、気候変動の不確実性、背後地の将来変化等、そういったものを考慮して段階的な防護水準を設定し対策を実施する考え方としています。

具体的には、まずは施設前の更新時期を整理します。更新時期ですが、耐用年数として一般的な供用期間である 50 年を採用します。気候変動を考慮した必要天端高を試算した上で、2100 年まで線形的に上昇すると仮定しております。図で示しているように、現在から 2100 年のうちあげ高、ここに向けてまずは線形的に上昇するという仮定で示しております。

次に嵩上げ高の対策が必要となる時期を確認して、その上で施設の耐用年数を踏まえて段階的な防護水準を設定し、背後地の将来変化等を踏まえてハード、ソフトも含めた対策を検討実施していくということとしております。

設計着手にあたりましては、その時点の新たな知見、データ、地域の特性といったものも踏まえることとして記載しております。

段階的な対策のイメージですが、図として例 1、例 2 を示させていただいております。

例 1 ですが、更新①の時点ではうちあげ高はいずれの 3 ケースとも満足していますが、更新②の時点にはいずれのケースも高さが不足するという場合を例示しております。

ですので、更新①の時点では、2100 年を目標としつつ次回の更新も踏まえながらどの高さで堤防高を設定するのか、そういったことを検討のうえ、対策が必要というパターンを示しております。

例 2 になりますが、更新②の時点までは大丈夫だが、次の更新では高さが不足するという場合を例示しています。これにつきましても同様に、更新②の次の更新③の時には①と同様

に考慮するんですが、更新①と更新②の間におきましても、現時点の知見では超えておりませんが、気候変動の影響の上振れ、そういったものもしっかり考慮して更新①から更新②に向けて検討していくことが必要というふうに考えております。

次に段階的な対策の事例として、14 ページは参考までに添付させていただきました。東京湾で作られております海岸保全基本計画では段階的な対策について示されたものがありましたので添付しております。東京湾では 50 年後までは海面上昇量、それに 30 cm の余裕を加えたものを水準としています。以降については台風の巨大化に伴う偏差も見込むというような形で段階的な整備を行うという例がございました。

以上になります。

○磯部委員長 どうもありがとうございました。

それでは資料 5 について議論を行いたいと思います。

ご質問、ご意見、どなたからでも結構です。お願いします。

はい、佐藤委員。

○佐藤 波向きをやっぱりきちんと検討していただきたい。

高知海岸は仁淀川から桂浜に向けて土砂が流れていて、物部川からやっぱり桂浜のほうに向けて土砂が流れており、そういう意味では近くにある 2 つの海岸で土砂の移動方向が逆になっている。こういうところはあまりなくて、逆に言うとそういう微妙な方向から波がくる方向に向かって土砂は流れるので、川と違って、海岸は微妙に波向きが変わると土砂の移動方向が変わっちゃうわけです。

今までの検討は高さとか強さとかそういう大きさだけで大きくなるということが分かってきたんですけど、向きはちょっと微妙でして、この高知海岸は特に全国の中でも珍しく微妙さが大事な海岸なので、ぜひ波向きがどう変わるのかということは、分析をするのは大変ですけど、データはあることはあるので、そういうものが大事だということを示す意味でも検討いただければありがたいというふうに思います。

それがどこにつながるかと言うと、侵食対策にやっぱりつながると思うんですね。この資料だと、何となく堤防で守ればいいみたいなストーリーだけしか見えないんですけど、海岸事業はご存じのように侵食対策と高潮・高波対策の 2 つがあって、浜がなくなったら困るわけですよ。だからその必要浜幅みたいなものも恐らく決めていらっしゃるって、それはもう諦めるのか、そんな議論ですね。

それを守るためには今のヘッドランドとか離岸堤をどういうふうに変えていかなきゃいけない、変えなくていいのかもしれないんですけど、そういう議論をしないと、要は堤防を高くすればいいという単純な対応策になるような気がして、そうならないようにぜひもう 1 回繰り返しですが、波向きの検討をしていただきたいと思います。

○磯部委員長 はい、いかがでしょうか。

○黒岩 すみません、黒岩です。

○磯部委員長 はい、黒岩先生。

波向きの関係であればお答えの前に黒岩先生にお願いします。

○黒岩 波向き関係で、私もそこが気になっています。Bruun 則で汀線後退量を計算された結果があるんですが、香南工区や南国工区は 11m の後退で、その西側では 5、6m となっていて、極端に何かの境で汀線後退が変わっています。恐らく Bruun 則で計算されたときに、断面・地形で係数を評価して、それで波で移動限界水深を決めて、後退量を計算されたのだと思うんですが、現状ではこの波浪だとしてもやっぱり波向きも佐藤委員がおっしゃられるように変わってくる。沿岸漂砂によっては砂が堆積するところ、沖側の侵食も出てくると断面が変わってくるので、この波向きもきちんと評価しておいていただいて対応していく必要があるかと思います。

○磯部委員長 はい、それでは佐藤委員、黒岩委員のご意見を踏まえて事務局からお願いします。

○事務局（小林） 佐藤委員、黒岩委員からご指摘いただきました波向きの検討ですが、事務局でも検討したいと思います。検討の方法など、後日個別にご相談させていただきたいと思いますので、よろしく願いいたします。

○磯部委員長 はい、ありがとうございました。

今の議論に付け加えて言うならば、じゃあどうするのか、予め解析をすとか分析をすとかということもありますし、モニタリングをすというのが入ってくると思いますので、外力を把握するということに加えて、地形変化をより短い間隔で精度よく把握して、それは技術からしてもグリーンレーザーなど様々な技術が出てきていると思うので、それは可能だと思いますから、そのへんの順応的管理のような概念も含めて、どう変わってきているのかというモニタリングも含めて対応ができるようにしたいんじゃないかというふうに思います。

他にいかがでしょうか。

原先生、お願いします。

○原 13 ページのところの今後の考え方というのが非常に重要だと思うのですが、14 ページのところを拝見すると、これはあくまでも例だと思いますが、段階を 2 段階踏んで、まずは海面上昇だけを見込んだ上で余裕高を持たせて決定し、第 2 段階ではそれを少し踏み込んで考えるという様に理解できます。現在ここで議論しようとしているものに対して、特に更新①で更新②の状況がある程度超過することが分かっているものについて、どういう考え方をすのかというのは少し議論をしておくべきだと思うのですが、そのあたりはいかがでしょうか。

○磯部委員長 いかがでしょうか。

ちょっと余計なことまで申し上げますと、13 ページに至るまでに赤い線、黄色い線、灰色の線という海面上昇だけというのと、それと台風も考え高潮増大も考えた場合と、さらに地形変化、汀線後退まで考えたものと、3つをどう使い分けていくかということにもつながることだと思います。これは最終的には事業ごとに考えるということもあるのかもしれない

んが、今の時点でどのようなお考えかということも含めて整理をしておいたらどうかと思います。

14 ページでは東京湾の例を示されていますが、これは私自身もお手伝いしていて、東京都では海面上昇は海岸整備に考慮するのではあるけれども、台風の巨大化は当面は新伊勢湾台風という若干巨大化したレベルで考えています。

東京湾の場合は元々50 cm程度の余裕高を取るとというのが歴史的に習慣というか慣例があって、それが今の東京都の護岸の高さにおいて、海面上昇が明確になってきた段階でもそれで持ちますということもあり、そこで吸収しているという面があります。

そこで、高潮の計算精度も上がってきたし、予測精度全体が上がったので、50 cmは30 cm程度でいだろうということで、精度が高くなったから余裕はちょっと減らすということにした上で、頭の中ではそこに海面上昇の上振れ分とか、台風の巨大化とかそういった分も入れてというのが基本的になっています。

ですから13ページに戻って、3つの線をどう使い分けるか、原先生のご質問に関連してそのへんのところをどのように考えていくのが何かありましたらお願いします。

○事務局（小林） 13 ページのグラフはあくまで例示として記載しているもので、海面上昇が線形的に上がった場合に堤防高を超過する時点がいつになるのかをイメージするために示しています。一方、今回の防護水準として考えているのは、資料4の2ページに記載しておりますが、※印の1に書いていますとおり、海面上昇は土佐湾では線形的に上がっていくのではなく、もし仮に来年から設計するとしても最初から2100年時点のものを見込むというふうに考えております。

その上で、東京都の場合は50年後までの間は台風の巨大化は見込まないということでしたが、土佐湾では施設の耐用年数に応じた潮位偏差の増大量を加えて設定するというふうに考えております。資料4の2ページでは線形的にとは書いていませんが、現在の防護水準案では、例えば50年後であれば50年後まで線形的に潮位偏差は増加していくと仮定して、50年後の値を見込みむというように考えているところです。

ですので、東京都とは考え方は違いますが、海面上昇について言うならば、土佐湾のほうがより大きく見込んでいますし、潮位偏差についても東京湾では見込んでいなかったものを土佐湾では見込む、線形的に上昇したものを見込むというのが現時点の改定案となっています。

さらに申し上げますと、現時点ではこういう考え方ではありますが、今後また新たな知見ですとか観測データの蓄積などもあると思いますので、海岸保全基本計画の設定にあたっては今後の設計着手時点での新たな知見や地域特性等も踏まえるものとする、というようなことも記載させていただいています。

○磯部委員長 はい、ありがとうございます。

○原 どういったところが重要なのかというのを一読して分かるように、この図面あるいは記載の方法も含めて書き記していただきたいと思います。

というのは、私は地盤工学が専門ですので、そういった観点の有識者から見ても理解ができるような書き方をお願いしたいと思います。

○事務局（小林） 今日はいくまでこの資料しかありませんが、最終的には取りまとめの段階において、先ほど説明したことも文字だけでは一読して分かりづらいということもありますので、例えばそれを概念的な図にするなどの工夫もしていきたいと思っております。

○事務局（吉永） 海岸保全基本計画を見直していく中で、模式的にしっかりと分かるような形にするため、先ほどご説明していただいた海面上昇については必ず見ていきます。

極端に言えば下駄を履かせている状況の中で、さらに増加していくというふうなものを、図で分かるようにしっかりと説明できるようにしておきます。

○磯部委員長 他の地域との関連性という議論も出ましたので、考え方が違うところはあるんですけど、最後は適宜見直しを行う、という部分で全てが吸収されるところがありまして、海面上昇自体が非常に確実性を持って予測されているわけではなくて不確実性が入っているので、そこは2100年まで見込んでしまって、途中の見直しを少なくするのか、ぎりぎりいっぱい50年だけ見込んで修正をかけながらやっていくのか、台風の巨大化についてはもっと不確実性が大きいので、それはもう少し状況が明らかになってからやるのか、あるいは耐用年数分は既にやってしまうのか、いずれにしてもそれで進め始めるんだだけでも適宜見直しを行いながら、それぞれ修正をかけていくという考え方だと思いますし、その中に恐らく先ほど佐藤委員や黒岩委員から出たご意見の地形変化をどう見るのかということも入っているんだと思います。よくよく見ながらまた適宜見直しを行うということをしなないといけないんだと思います。

多々納委員、どうぞ。

○多々納 少しややこしく言うと、3つぐらい状態変数がある状況での最適制御の問題を解く議論になっているんですね。

この手の最適制御の議論というのは、僕らも文科省のプロジェクトをやっていますが、リアルオプションというかグリッドを切ってやって、その格子のうちのどちらに確率がどの程度あるかというのを今の気候変動に出てきている予測の範囲内でブリットさせるモデルを作るんですね。それを入れてやって、いつのタイミングで何をするのがいいのかということとを計算するのは技術的にはある程度できるようになってきていると思っています。

ですが、大事なのは恐らく手戻りとか、今の段階でどこまでやるかとか、やった後でどういう手戻りのコストが発生するかとか、そんなところまで組み込んで議論しようと思うと、現実的にはまだそういう検討をされているようなものはあまりないので、すぐにお使いいただけるものがあるかどうかとは思いますが、海面上昇がどの程度変わってくるのかそれなりに分かっているとすれば、今の段階でそのまま使ってしまうでもいいんです。

ただ、高潮に関しては例えば気温と連動させるのか、あるいは他の何か状態変数を置くのか、そのへんはあるとは思いますが、それらを考えて少しそういったものも今後に向けてはトライを考えてみていただいたらいいのかなと。

そうすれば背後地の人口集積の状況とか、人口の減り方、あるいは先ほどの汀線の状況とかというのを状態として置いて、それを見ながらここはずいぶん汀線が後退しているのもう少し早めに手を打ったほうがいいだとか、そうじゃないとかというようなことがこういう議論の中に組み込めていく可能性があると思います。少しまだ熟度が高くないやり方ではありますけれども、参考にしていただけたらいいかなと思いました。

安田委員も一緒のプロジェクトをやっていますので、僕よりも安田委員に聞かれたほうがよく分かるかもしれません。よろしくをお願いします。

○事務局（小林） ご指摘頂いたことについて、次回の検討会ではもう少し考え方を整理してお示ししたいと思っていただけたところでございます。

気候変動の不確実性を踏まえて、今のお話にもありましたが、設計するときに手戻りが生じないような設計上の工夫というのも必要だと思っておりますし、あとは背後地の状況等も含めて対策をやるにしても優先順位をどうつけて対策していくのかということも重要だと思っております。こういったことも踏まえた施設の整備を実施していきたいと考えておりますので、考え方をまたお教えいただきながら、まとめていきたいと思っております。よろしくお願いたします。

○磯部委員長 恐らく 2040 年までの海面上昇はどんなモデルでやっても結果はそんなに変わらないので、多分修正される可能性が低いファクターの 1 つであり、実践的にはもうちょっと将来まで海面上昇についてはよくて、それ以外は何かわかっていくかもしれないということをよくよく考えないといけないということなのだと思います。

他にいかがでしょうか。どうぞ。

○荒木 荒木です。

私も 13 ページのグラフについて思っていたことがあったんですが、先ほどの議論でだいたい分かってきたので、ほぼコメントになりますが、先ほど事務局から説明があったように、13 ページの図を見るとうちあげ高が線形的に上昇していくというイメージで思っていたのですが、そうではないということなので、それがわかるようなグラフにさせていただければというふうに思いました。

それから、その都度その時点での最新の知見等を反映させて見直していくということに尽きるんだろうと思いますが、例えば施設の耐用年数 50 年間というのは、実際のところだいたい 50 年ということなんですか。それとも 50 年経過しても実際にはさらに使い続けるというようなことを想定されているのでしょうか。

○事務局（松坂） 構造物ですが、ここでは便宜上 50 年ということで図にも表示していますが、実際の構造物は適切な点検等を通じた維持管理をすることによって寿命を延ばすことも可能になるかと思えます。ですので、その時点での施設の健全度等も踏まえて考慮するようになるかと思われます。

○荒木 そういった場合、海面の上昇量だとか不確実な部分ではありますが、上昇していくことはだいたい分かっており、その時に健全度がかなり確保されていて、ほぼ耐用年数

に近くなってきたんだけど健全度が保たれているというような場合に、それでも海面は上昇する、うちあげ高は上昇するというような時にはどういう判断をされることになってきそうでしょうか。

○事務局(吉永) 施設というのは設計の考え方で耐用年数が50年というのがありますが、適正な維持管理をしていくことで延命できるという部分があります。一方、越波の状況は、定点観測することによって監視しながら、越波状況を見ながら、背後地の状況から非常に危険である等を判断できる部分もありますので、線形的に上がっていくという形だけではなくて、ある程度状況が変われば越波状況も変わってくる部分が出てくるかと思えますので、適正な管理と合わせて、越波の状況もしっかり見据えながら、更新時期も考えていくというのはしていかないといけないと考えております。

○事務局(小林) 実際問題既に50年以上経過している構造物を適切に使っている例というのは多々ありますので、必ずしも50年かと言われると恐らくはもう少し長いだろうというのが本音のところではございます。

ただ、一旦ここでは50年として考え方をまとめていきたいと思っております。しかし、その際に50年と思っていたものが80年になったとすると、本来であればもう少し高さが必要だったということになりかねませんので、そういう時に備えて手戻りがないような、後で追加の対策がしやすいような構造にしておく必要があるだろうというのが1点です。もう1点は、例えばこれだけの高さが必要ですとあって、その高さで整備するわけではなくて、施工上の余裕高でしたり、あるいは少し安全側に切り上げて整備するというような考えもありますので、そういう余裕高をどこまで見込むのかということも議論としてはあるのではないかと考えております。

○磯部委員長 参考になるかどうか情報ですけど、大阪湾はかつてとても地盤沈下の速度が速くて、相対的に海面上昇が起こったと同じ状況が起きていて、それで護岸を嵩上げするなどをやっていますので、手戻りという言葉も出てきましたから、そのへんのところのある高さ、最終の高さを確保する時に、2段階にやるのと一気にやるのとコスト的にはどうなるのかとか、あるいは実際に現実にできるのかとか、そういうものには参考になるように思います。

○佐藤 次回に向けて、10ページ以降のソフト対策のようなメニューが多いほうがいいんだと思います。

できるのかとあまり考えずに議論することが大事だという気がします。海岸事業でできるのかみたいのところになると、できないんですよ。そうすると堤防だけに頼ることにならざるを得なくなる。河川でも流域治水として田んぼダムなど流域全体でという方向になっており、同じ問題ですよ。

だからもう少しメニューをできるできないにかかわらず挙げるというところから議論していただければと思います。

その中で些末的なことかもしれませんが、高知は津波タワーが多いですよ。逃げるとき

に、それを活用するというのもあると思います。

東南アジアなどでは高潮シェルターが一般的なんですよ。そこに多く逃げ込みすぎて構造物が壊れたという悲惨な事例もよく聞かれますけれども、そこは技術でカバーできるとして、何が違うかと言うと、要は暴風雨のときに避難できるかどうか。津波タワーは、基本的に壁がないから、今は避難に使えないですよ。こういう使い方も例えばあると思います。

それと、高知で感じるのは、浜堤と言いまして浜のほうが自然の高盛土があるんですよ。ところがそれを壊しているところが結構いっぱいあって、東北の津波のときにはそれがなかったところは浸水が激しかったという話もあり、東北ではそれを戻そうとしていますね。

それから私が知っているところだと駿河海岸や浜松も有名ですね。人工的に高盛土を整備するということが、津波対策ですけども、高潮対策としてももちろん効くわけですよ。気候変動対応にもなっているわけで、そういう発想もあってよくて、例えば物部川河口周辺などでは、後川放水路から空港にかけて浜堤があったところを多分除去しているんだと思います。

そういうものを活用したり、なくなったものをどうやって復元するのもあわせて、私が先ほど申し上げたのは堤防の海側の地形変化のことですけれども、それだけじゃなくて堤防の陸側、海岸の事情ではできないところも含めてどう対応していくかという議論もメニューの1つに考えていただければと思います。

○磯部委員長 ありがとうございます。他にはよろしいでしょうか。

はい、加藤委員。

○加藤 2点ありまして、13 ページの議論のところでは、既往最大の潮位偏差が計画に入っていない中では、高潮増大を考慮して対応していくというのは賢明な判断だと思います。

また、それをやっていく上でも、手戻りで言えば、水門の基礎みたいに後でなかなか打ち直しが難しいようなものは将来を想定し、離岸堤の嵩上げみたいなものは順応的な対応でもできる、そういった施設の特性に応じたやり方もあるのではないかと思います。

もう1つは、佐藤委員が言われているメニューを増やすという点で言いますと、堤防の高さも大事なんですけど、やはり堤防が壊れないというのも大事な要素です。

壊れないというのは計画外力を超えるとなかなか難しいところではあるんですけども、技術基準上も津波だけではなくて設計規模を超える高潮や高波に対して粘り強い構造を作るというのもできる規定になっていますので、葉生海岸での被災もあつたことを踏まえれば、土佐湾全体で見れば重要な技術なのではないかと私は思います。

○磯部委員長 ありがとうございます。事務局、よろしいでしょうか。

○事務局(小林) ご指摘いただいたような点も踏まえて、今後の取りまとめを考えていきたいと思っています。

○磯部委員長 それでは、今日は資料5に至るところで海岸保全基本計画の考え方、改定内容というのがほぼはっきりしてきたかと思っています。それに向かっていくことと、いろいろご注意に関する意見が出ましたので、それを含めてまた進めていきたいと思っています。

(6) 今後の予定

○磯部委員長 今日議題の最後ですが、今後の予定について事務局からご説明をお願いします。

○事務局（松坂） 資料6になります。

今回の検討会で提示させていただいたところを赤で表現しております。

次回ですが、今回の検討会でいただいた種々のご意見を反映して取りまとめを行いたいと思っております。

次回につきましては青囲みで示していますとおり、気候変動の影響による外力の増大、防護水準、対策方針、これらについて今回の意見を踏まえたもので取りまとめてご提示させていただく予定です。

○磯部委員長 何かご質問、ご意見ございますでしょうか。よろしいですか。

それではよろしければ、今日の議題については審議を全て終了いたしましたので、司会進行を事務局にお返しいたします。どうもありがとうございました。

4. 閉会

○事務局（紀伊） 磯部委員長、ありがとうございました。

それでは本日の総括も兼ねまして事務局を代表して高知河川国道事務所小林所長より閉会の挨拶を申し上げます。

○事務局（小林） 本日は大変お忙しい中お集まりいただきまして、大変活発なご議論、また大変貴重なご示唆をいただきまして、どうもありがとうございます。

今日の検討会の中で、海岸保全基本計画の改定内容について、細かいところで見せ方ですとか記載の仕方ですとか、修正は必要と思っておりますけども、大きなところは合意できたと思っております。

また、土佐湾沿岸海岸保全施設における段階的な対策の考え方というところも、大きなところでは議論がだいぶまとまってきたのではないかと考えております。本来であれば、ソフト対策について地域の自治体とも連携をして、ワークショップや検討会を開催し、具体のケーススタディに基づいて今後の取りまとめに反映していきたいと考えていましたが、事務局の不手際もございまして、まだその段階まで至っておりませんので、これは引き続きの課題とさせて頂きまして、一般論になってしまいますが、次回の取りまとめでは、ハードだけではなくてソフトといかに組み合わせるのか、段階的な整備をどういう考え方で実施していくのかというところの事務局の案をお示ししたいと思いますので、よろしく願いいたします。

○事務局（紀伊） 本日は長時間にわたりましてご意見をいただき、ありがとうございました。

た。これもちまして第3回気候変動を踏まえた土佐湾沿岸海岸保全施設技術検討会を閉会いたします。本日は誠にありがとうございました。