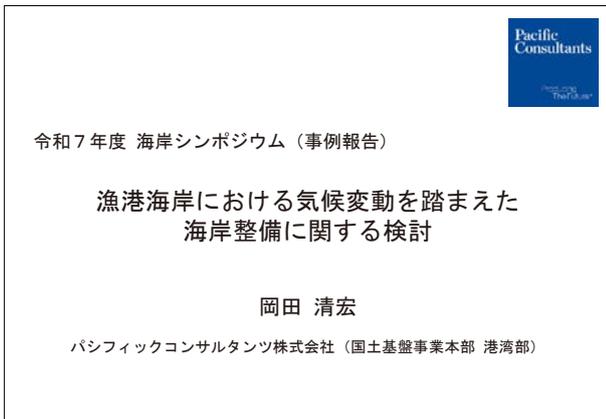


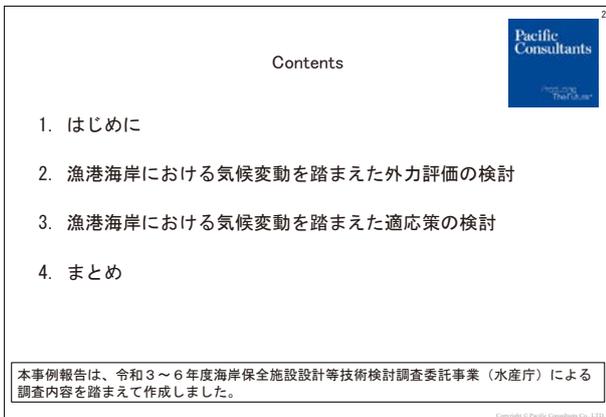
# 漁港海岸における気候変動を踏まえた海岸整備に関する検討

岡田 清宏 パシフィックコンサルタンツ株式会社 国土基盤事業本部 港湾部 技術課長

御紹介いただきありがとうございました。  
 パシフィックコンサルタンツ岡田と申します。  
 本日はこのような場にお招きいただきまして、  
 ありがとうございます。

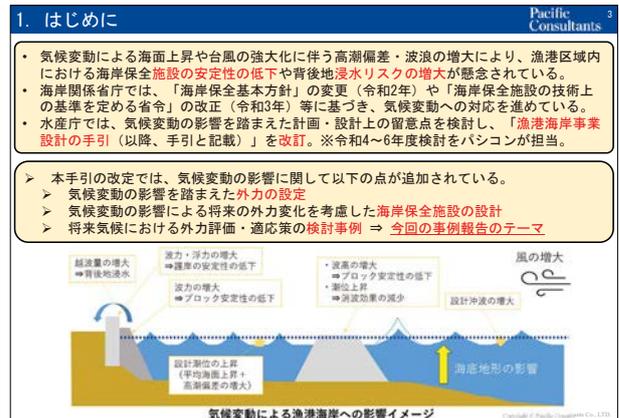


では早速ですが、こちらのタイトルで、事例報告とさせていただきますと思います。



報告の目次としてはこのような形で、主には外力評価の検討をしましたというのが前段で、適応策の検討が後段という流れになっております。

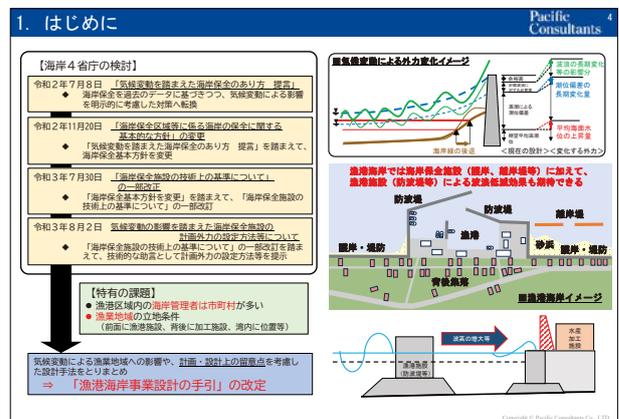
なお、本事例報告は、令和3年から6年度の水産庁の委託事業を踏まえて作成したものでございます。



はじめに、気候変動によって外力が増大いたしますので、漁港海岸においても、区域内における施設の安定性の低下や、背後地浸水リスクの増大が懸念されております。

水産庁においては、こういった影響を踏まえた計画・設計上の留意点を検討しまして、漁港海岸事業設計の手引を改定したところですが、令和4年から6年度の検討を弊社が担当させていただきました。今回の発表につながったということです。

本手引の改定では、気候変動を踏まえた外力の設定や、それを考慮した施設の設計、あとは巻末資料になりますが、外力評価・適応策の検討事例も載せており、こういったものが本発表の材料になっています。

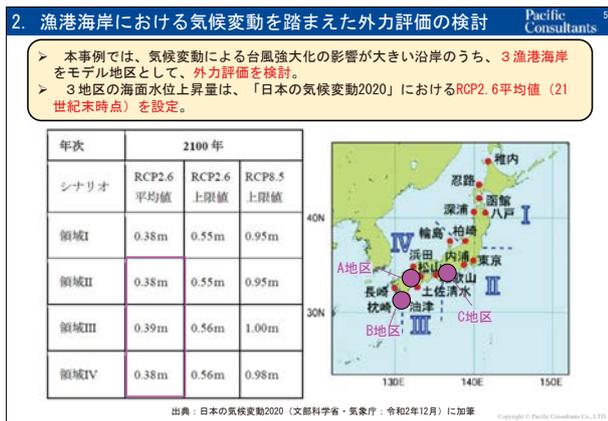


このページの左側は4省庁の動きや、漁港地区の課題を踏まえて手引の改定に至りましたという

フローを御紹介しております。

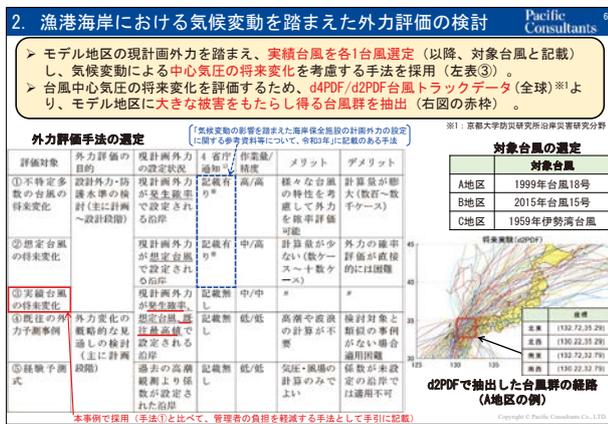
右側の中段の図には漁港海岸のイメージ図を載せていまして、海岸背後に集落があって、その前面に漁港があるのが特徴です。

海岸防護の観点から考えますと、護岸・堤防以外にも漁港施設と言われる防波堤などによる波浪低減効果も考慮できるといった特徴がございます。



本報告は、3漁港海岸をモデルとして検討したもので、図の場所は大体の位置ですが、A、B、C地区を示しています。

シナリオは、RCPの2度上昇を仮定しております。



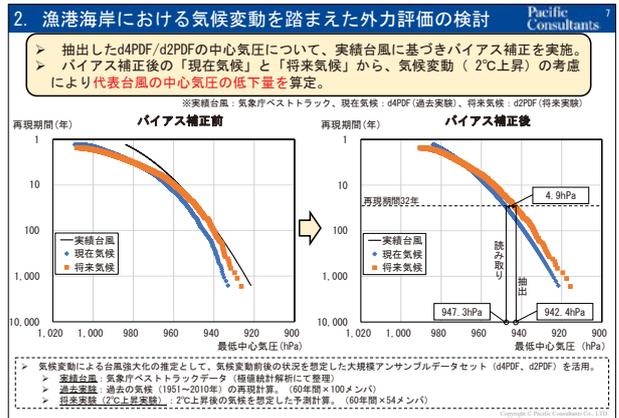
外力評価としては、モデル地区の現計画外力を確認しまして、おおむねそれと同様となる実績台風を1台風選定し、その台風の中心気圧の将来変化を考慮する手法を採用いたしました。左側の表では③になります。

令和3年の4省庁からの通知では、主に①と②の不特定多数の台風と想定台風が記載されていましたが、実績台風を強大化したらどうかというところが明記されてなかったような形でしたので、手引きには③として実績台風の変化を記載しました。

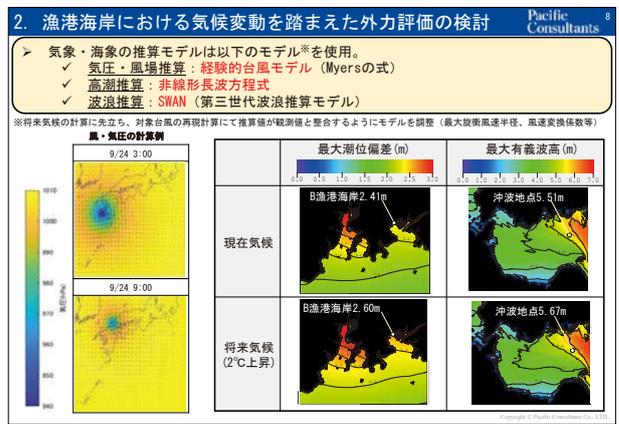
①と②を検討してもよかったんですが、本手引

きは管理者の負担を軽減するような観点も取り入れたいということもありましたので、③の比較的簡易な手法で実施しました。

あとは、ほかの検討と同様かと思いますが、d4PDFを使い、モデル地区を通過するような台風群を抽出して、中心気圧を分析しました。

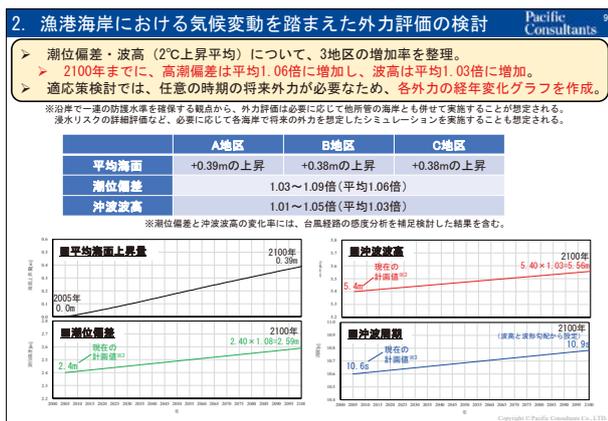


バイアス補正後の右側の図について、横軸が最低中心気圧、縦軸が再現期間です。この地区では、ちょうど32年ぐらいの確率の中心気圧が現在気候のため、将来気候では5ヘクトパスカルぐらい中心気圧が低下(強大化)するという評価となりました。



推算モデルは、一般的なものとして、経験的台風モデル、非線形長波、SWANを使っています。

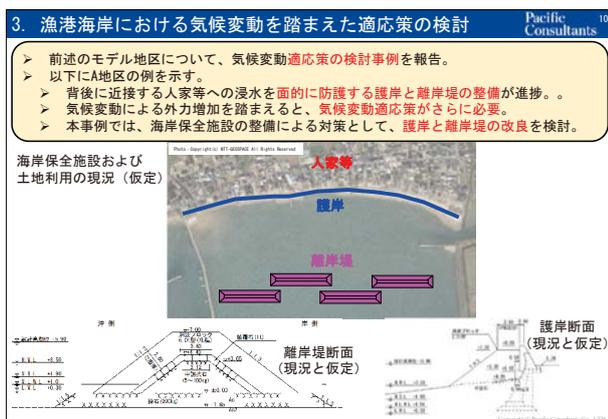
下図の左側が風と気圧の計算例を示しております。右側が潮位偏差と有義波高の計算例を示しており、縦方向に現在気候と将来気候を載せております。代表地点で見ますと将来気候のほうが少し高くなるという結果になっております。



外力評価のまとめということ、一応3地区だけでなく、外力の増加率を検討いたしました。

2100年までに、潮位偏差は平均1.06倍、沖波波高は平均1.03倍増加するという結果が得られました。

また、後段の適応策検討に当たりましては、2100年だけではなく任意の時期の外力についても知る必要がございますので、簡易的に直線で増加するカーブを作成しました。

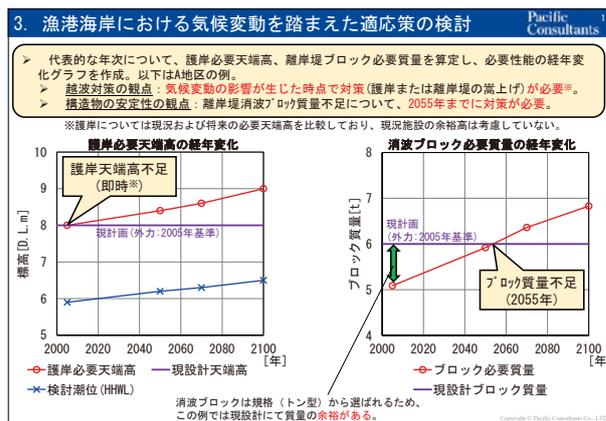


ここからが適応策の検討の御紹介となります。

A地区の特徴は、海岸背後に人家等が密集しており、護岸や離岸堤の整備が進捗しているという状況です。

ただ、ここに気候変動による外力増加を踏まえますと、さらに気候変動適応策が必要になってくるということです。

本事例では海岸保全施設の整備による対策として、護岸と離岸堤の改良を検討いたしました。



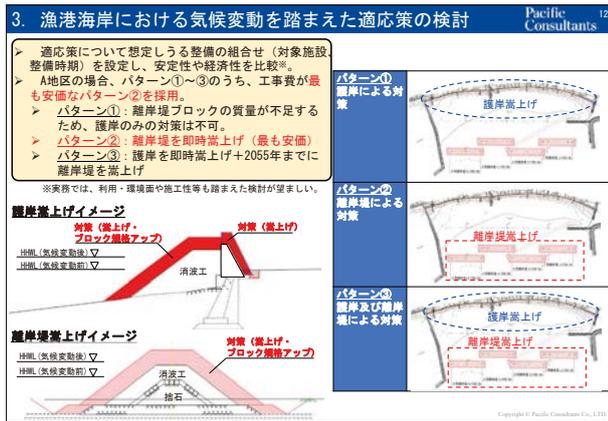
代表的な年次における護岸必要天端高と、離岸堤ブロックの必要質量を算定しまして、必要性能の経年変化グラフを作成したのになります。

左側のグラフが護岸必要天端高の経年変化で、横軸が年次、縦軸が標高を表しております。紫の線は現計画ですから、将来も必要高が変わらないという仮定になっています。これに対して赤線は護岸必要天端高で、気候変動の影響を受けて徐々に上がっていくということになります。

このグラフでは、天端高の余裕高は考慮せずに評価しておりますので、気候変動が生じた、または生じると決めた時点から天端が不足するという評価になります。

右側が離岸堤の消波ブロック必要質量の経年変化をお示したもので、紫が現計画の必要質量、赤線が外力の経年変化を踏まえた必要質量です。ブロックについては規格（トン型）から選ばれるものですので、この地区の例では現設計の段階で既に1トン弱ぐらいの余裕があったということになります。ですので、ブロックの質量が不足するのは2055年という評価となりました。

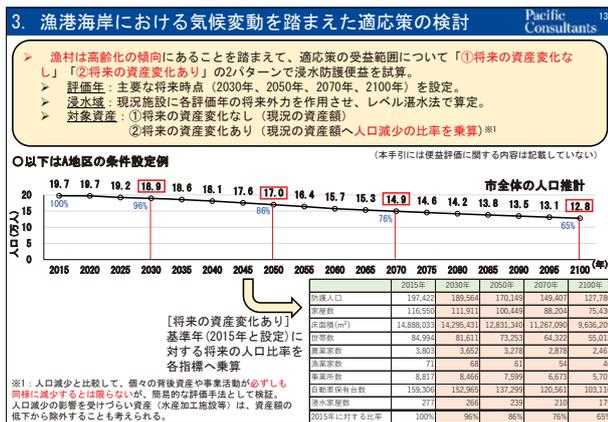
まとめますと、まず越波対策の観点では気候変動の影響が生じた時点で何らかの対策が必要となります。安定性の観点では離岸堤のブロック質量が不足しまして、2055年までに対策が必要となります。なお、護岸の安定性については特に問題なかったので省略しております。



適応策について想定し得る整備の組合せとして、どの施設を対象とするか、時期をどうするかを設定し、安定性や経済性から比較しております。

この地区ではパターン①～③として、①は護岸だけ、パターン②は離岸堤だけ、パターン③はその両方を実施する案を、比較しました。結論からいうと工事費が一番安い②が採用となりました。

内訳としては、①は離岸堤ブロックの質量が不足することが分かっておりますので、護岸だけの対策ではNGとなります。パターン②は離岸堤の即時かさ上げが一番安価となります。パターン③は護岸を即時かさ上げし、かつ2055年までに離岸堤をかさ上げするパターンです。



このページと次のページは手引には載せていない便益評価の検討として、御紹介ということになります。

漁村の特徴として、どうしても高齢化の傾向にあります。気候変動を考える際には長期的な話になってくるため、適応策の受益範囲について、将来の資産を今のまま評価する場合と変化する場合の2パターンで防護便益を試算いたしました。

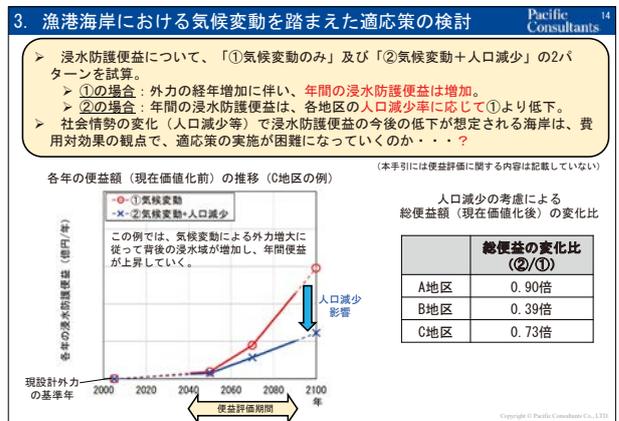
評価年次としては、2030、50、70、2100年とい

った代表年次を設定しています。

浸水域は、現況施設に対して各評価年での将来外力を作用させてレベル湛水法で計算しております。

対象資産は、先ほど述べたように①は資産変化なし、②は変化ありということで、簡易的に人口減少の比率を現況の資産額へ乗算したというやり方です。

中段のグラフは、A地区が属する市全体の人口統計で、2100年には65%ぐらいまで人口が下がっています。これを資産額に反映しましたが、必ずしも人口減少だけで資産変化が決まるわけではないことは記載しておきたいと思えます。



左側のグラフの横軸は年次、縦軸は各年の浸水防護便益です。

①が将来の資産変化なし(気候変動だけを考えた場合)の防護便益でして、外力が上がっていきますから、防護便益はどんどん上がっていくカーブになっています。①の赤線に対して人口減少の影響を考慮したものが青線で、赤線よりは低くなります。

3地区分の総便益(現在価値化後)について、人口減少の考慮有無で変化比を見てみますと、0.4倍から0.9倍となります。人口推計に相関していますが、こういった変化が概算できたということです。

これを受けて、社会情勢の変化として浸水防護便益が今後低下すると想定される海岸では、B/Cの観点で適応策の実施が困難になっていくかということについては、結論が出ておりません。今後の課題かと認識しております。

4. まとめ Pacific Consultants 16

- 台風強化の影響が大きい3漁港海岸をモデル地区に選定して、**気候変動を踏まえた外力変化**（平均海面水位、潮位偏差、波浪）を検討。
  - **実績台風**（各地区1台風）の**中心気圧の将来変化**をd4PDF/d2PDFより分析し、気候変動前後の高潮・波浪推算より、外力変化を評価する手法とした。
  - 気候変動前後の実績台風について高潮・波浪推算を実施した結果、**高潮偏差は1.03~1.09倍（平均1.06倍）、沖波波高は1.01~1.05倍（平均1.03倍）**に変化。
- 上記の3漁港海岸を対象に、**気候変動を踏まえた適応策**を検討。
  - 適応策として、外力の経年変化を踏まえ、海岸保全施設（護岸、離岸堤等）の**必要な整備規模・時期**を検討。
  - 施設整備の**組み合わせ案**（対象施設、整備時期）を**3案比較**し、安定性・経済性の観点から**最適案を選定**。
  - **将来の外力・海岸背後の変化**（人口減少影響）を踏まえ、**浸水防護便益**を試算。（海岸背後の将来変化の考慮有無について、便益の変化を検証。）

Copyright © Pacific Consultants Co., Ltd.

まとめになります。

まず、外力評価として、3地区を検討いたしました。

実績台風の中心気圧の将来変化を分析とする手法を採用しまして、高潮偏差については、平均で1.06倍、沖波波高は1.03倍に変化しました。

さらに、適応策の検討として、海岸保全施設の必要な整備規模・時期を検討しました。具体的には組合せを3案比較しまして、安定性、経済性から最適案を設定しました。

将来の外力・海岸背後の変化を踏まえて、便益の試算もさせていただきました。

4. まとめ Pacific Consultants 16

➢ 今後の課題は以下のとおり。

- ① 気候変動にかかる最新の知見の反映（IPCC第6次評価等）。
- ② 数値解析手法による施設必要天端高の削減効果の分析。
- ③ 海岸背後変化（整備時点～現在～将来）の分析及び施設整備水準の精査の方法。
- ④ 各海岸に応じた適応策の高機能化（海岸保全施設に漁場・CO<sub>2</sub>吸収機能の付加等）。

※②③は今後の気候変動影響の海岸事業への反映等に当たって、事業費を今後十分に確保できないケースが出てくる可能性を想定し、より経済的な整備を企図するもの。

施設天端高の検討のイメージ（課題②に対応）

施設天端高の検討条件の例 離岸堤と護岸を組み合わせた面的防護の例。	
読取図の方法 単純化した地形・施設条件を前提とした簡易な手法。 現地条件次第で誤差が大きくなる可能性。	
数値解析手法 読取図よりも算定精度が向上する可能性がある。 検討コスト増や、結果の妥当性確保が課題。	

Copyright © Pacific Consultants Co., Ltd.

今後の課題ということで、①はAR 6 (IPCC 6次評価)や最新の知見を反映していくということです。

②と③はコスト削減的な側面です。米印で書いてありますが、気候変動影響の事業への反映に当たり、事業費が今後十分に確保できないケースも出てくる可能性を想定して、より経済的な整備を考えたいということです。

②は、数値解析手法による施設天端高の削減効果の分析、③は海岸背後変化の分析と、これらをどのよう

にしていくかということです。④は、コスト削減ではなく便益増大になりまして、適応策を実施するからには高機能化したほうがよいだろうということで、施設に漁場・CO<sub>2</sub>吸収機能を付加するといったことをどのようにやっていくかというのが課題になるかと思えます。

課題②について補足すると、面的防護として離岸堤や護岸の必要高を計算する際、今の基準では読取図で計算してもよいので、波の変形は砕波・浅水の読取図、離岸堤であれば透過波の読取図で、最終的な天端は越波流量の読取図を組み合わせる場合があります。

読取図は単純な手法ですが、現地条件が複雑であるほど誤差が大きくなる可能性があるかと考えております。

数値解析手法を用いますと、これらの流れが一連で計算できますので、精度が向上する可能性があります。数値解析手法の実施コストの増えとか、複雑な計算になるため妥当性確保というのが課題になってくると認識しております。

Pacific Consultants 17

ご清聴ありがとうございました。

Pacific Consultants

国土建設事業本部  
漁港部 漁港海岸室  
課長 岡田 清宏  
〒104-8542 東京都中央区新富町1-1-1 2階2番地  
TEL: 03-6777-1592 FAX: 03-3296-0264  
kiyohiro.okada@os.pacific.co.jp

同じ内容が表示されます

デジタル名刺 (Sansan)

Copyright © Pacific Consultants Co., Ltd.

以上、御清聴ありがとうございました。