

地球温暖化に対応した沿岸構造物(海岸施設)の対策に関する検討

Study on planning of the coastal structures against global warming

伊藤敏朗*・後藤卓治**

Toshiaki ITO and Takuji GOTO

* (財)漁港漁場漁村技術研究所 第2調査研究部 部長

** (財)漁港漁場漁村技術研究所 専門技術員

In Japan surrounded by the sea in all directions, sea level rise due to global warming inflicts great impact on the coastal preservation facility to protect the coastal zone and neighboring environment. However, the details of such phenomenon or impact has not been practically clarified yet and due countermeasure to mitigate the forecasted disaster has not been worked out. In this study, the inspection on impact by sea level rise on the coastal facility was carried out and due mitigation countermeasure or technique was proposed. In addition, impact on the coastal facility by sea level rise was quantitatively clarified owing to such technique and also strategy for due countermeasure was proposed.

Key Words: global warming, sea level, coastal facility

1. はじめに

四方を海に囲まれている我が国では、地球温暖化に伴う海面上昇によって、沿岸部を防護する海岸保全施設および周辺環境に甚大な影響を与えるものと考えられ、その対策には多大な経費と期間を要するものと予想される。しかし、これまでにその具体的影響の把握やその対応策は検討されていないのが現状である。

よって、本研究では、地球温暖化に伴い生じる海面上昇が沿岸構造物(海岸施設)に与える影響及び対策を時系列で評価する手法の検討を行い、その手法を用いて2100年までに想定される地球温暖化に伴う海面上昇が海岸施設に与えると考えられる影響を定量的に評価し、その影響に対する対策の考え方についての検討を行っている。

2. 地球温暖化シナリオの設定

地球温暖化に伴う水温上昇や海面上昇等の海洋環境の変化は、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)や気象庁などにより予測が行われている。IPCCによる第三次評価報告では、地表面の気温(世界全体平均)は1990年から2100年において最大5.8 上昇し、海水の表面水温は最大約3 上昇、海水面も最大で88cm 上昇すると予測されている。また、気象庁が行っている日本周辺海域の海水面の上昇予測では、平均15cm 程度上昇するものと予測されている。

ここで、地球温暖化が進行した場合に海岸施設に対して最も影響を与える事象は海面上昇であり、直接的には施設や背後地域(海岸保全施設による防護エリア)の

水没(浸水)が考えられ、間接的には水深の変化が波や流れに影響して施設の安全性や機能が低下することが予想される。よって、本研究では、地球温暖化シナリオとして海面上昇シナリオを設定し海岸施設への影響および対策を検討することとした。なお、地球温暖化の現象が社会情勢や抑止策の実行レベル等、多くの不確定要素を含んでおり、先に述べた予測結果にも大きなバラツキがあることから、現時点でシナリオを確定することは出来ない。このため、本研究では、全ての予測の可能性に対応したシナリオとして図-1に示す2100年までに90cm 海面が上昇するシナリオを設定した。

ただし、ここで設定する海面上昇のシナリオはあくまでも現時点で想定されるものであり、今後対策を実施する場合には、継続的な潮位観測(モニタリング)やその

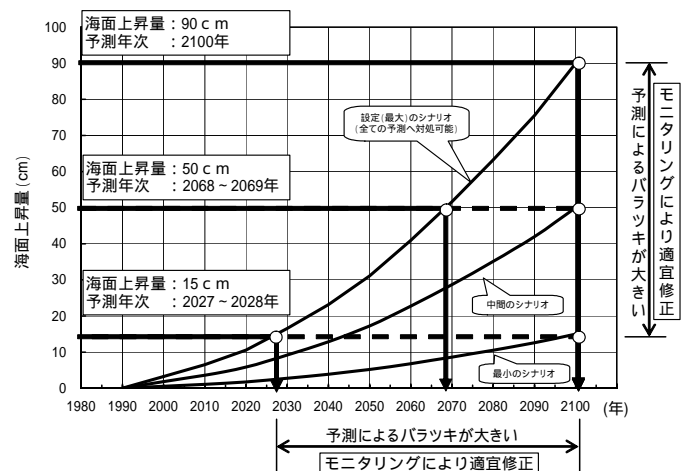


図-1 IPCC 予測結果に基づいて想定した海面上昇のシナリオ

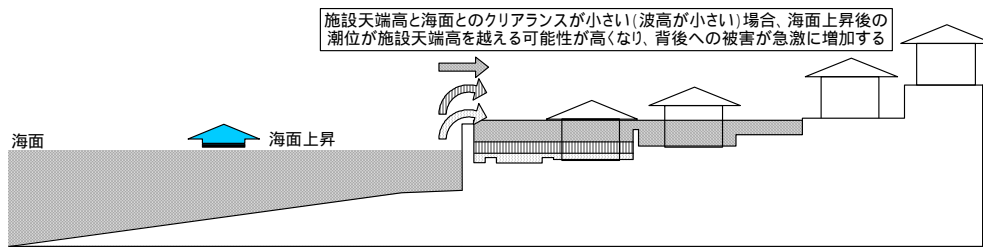


図 - 2 高潮対策施設の影響模式図

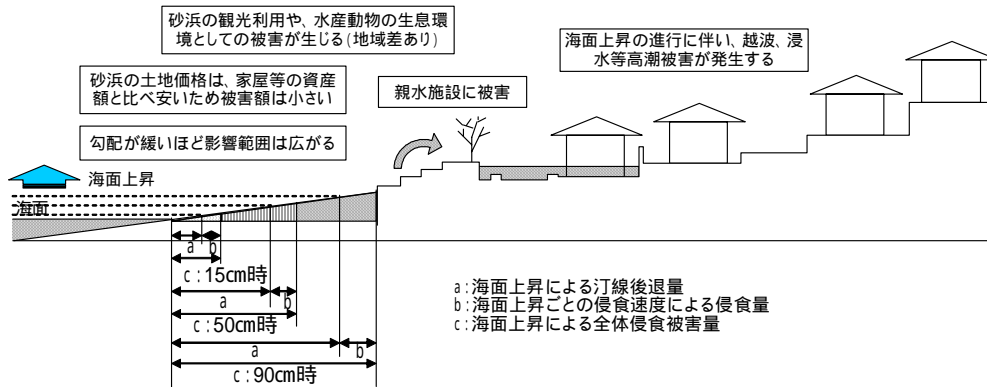


図 - 3 侵食対策施設の影響模式図

結果に基づく海面上昇の予測の見直しを逐次行い、対応策に役立てる必要がある。

また、本調査で検討に加えることができなかった、海面上昇以外の地球温暖化による影響項目（来襲波浪の変化や台風の強大化など）についても、観測結果と今後の知見の蓄積により、順次、検討対象としてゆくことで、地球温暖化に伴う影響の予測精度を向上させることが重要である。

3. 海岸背後地域（防護地域）への影響

海面上昇が海岸施設に与える影響を施設の整備目的別に考察する。

3.1 高潮対策施設

高潮対策で整備した施設は、背後への越波・越水防止することを目的とし、天端高が決定されている。しかし、これまで不変としていた海面が上昇することより「水深の増大 波高の増大 越波量の増大」「天端と海面のクリアランスの減少 越波量の増大 背後用地の浸水」の事象が起こり背後の利用に支障を及ぼすこととなる。特に、対象波高が小さい護岸では海面と天端のクリアランスが小さいため早い段階で背後が浸水し甚大な被害を招く危険がある。

3.2 津波対策施設

津波対策で整備した施設は、設定津波（既往津波高や想定地震から算定した津波高）により天端高を決定している。海面が上昇することにより設定津波以下の津波高においても背後用地が浸水することとなる。ただし、津波は地球温暖化と同じように非常に不確実な現象であるため、海面上昇が即座に背後へ影響を及ぼすことはない。

3.3 侵食対策施設

侵食対策で整備した施設は、背後海浜の砂の動きにより離岸堤・潜堤の配置や天端高、天端幅が決定している。海面上昇により離岸堤や潜堤の伝達波高が増大し設計時には堆積傾向であった海浜が侵食傾向に移行する可能性がある。また、施設整備とは関係なく、海面上昇が発生すると浜幅を狭くなり、その度合は海浜勾配が緩いほど影響は大きい。

4. 時系列的な影響

地球温暖化による海面上昇は長い年月を経て起こる事象であるため、海岸施設への影響は時系列で把握する必要がある。また、海岸施設への影響は設計条件によりその度合が異なる。ここでは設定した海面上昇のシナリオにより、海岸施設として整備実績の多い高潮対策施設について、設計条件をパラメータとして影響度合の違いを

検討した。

4.1 護岸

護岸については越波量を影響の指標として検討を行った。ここで、影響の違いを検討する設計条件のパラメータを、換算沖波波高、設置水深、消波工の有無、余裕高とした。検討諸元を表 - 1 に示す。

換算沖波波高

換算沖波波高4.5mと2.0mについて比較検討を行った。結果は図 - 4 に示すように波高が小さいと波の持つエネルギー自体が小さいため越波量の増加率が小さくなる。なお、設定した海面上昇のシナリオで2100年における越波量は、換算沖波波高4.5mでは約3倍、2.0mでは約2倍程度になる。

設置水深

水深 - 2.0mと±0.0mについて比較検討を行った。結果は図 - 5 に示すように設置水深が汀線付近の場合、海面上昇による越波量の増加率が大きいため水深 - 2.0mの場合より背後への影響が大きくなる。2100年における越波量は、水深 - 2.0mでは約3倍であるのに対し±0.0mでは約5倍程度まで増加する。

消波工の有無

同一設計条件下で護岸前面に消波工が設置されている場合と設置されていない場合について比較検討を行った。結果は図 - 6 に示すように消波工が設置されている護岸のほうが海面上昇による越波量増加率が大きく、背後への影響は大きくなる。これは、消波工が設置されている護岸は消波工による越波低減効果の影響で設計時における海面と天端のクリアランスが小さいため、海面上昇によるクリアランスの減少率が高くなるためである。また、本検討では考慮されていないが海面が上昇することにより海面における消波工有効幅が減少することとなる。2100年における越波量は、消波工無しでは約3倍であるのに対し消波工有りでは約5倍程度まで増加する。

余裕高

同一設計条件下で所要天端高をそのまま天端高とした場合と、所要天端高に余裕50cmを加えた天端高とした場合について比較検討を行った。検討結果は図 - 7 に示すように、天端高に余裕高50cmを付加することで、海面上昇量が25cm程度まで許容越波量を満足するため、設定したシナリオでは2040年まで背後への影響が回避される結果となった。余裕高の絶対値については設計条件によって決定する必要はあるものの、設計時に天端高に余裕を持たせることで背後への影響が発生する期間を大幅に先

表 - 1 検討諸元

(代表諸元)	
換算沖波波高 (H_0')	: 4.50m
周期 (T)	: 12.0sec
海底勾配 (i)	: 1/30
水深 (h)	: - 2.0m
検討潮位 (H.H.W.L)	: + 2.0m
消波工	: 無し
許容越波流量 (q)	: 0.02m ³ /sec/m

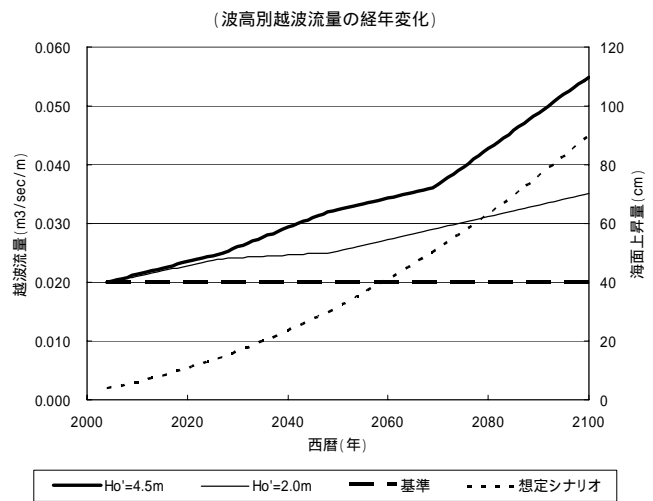


図 - 4 換算沖波波高別

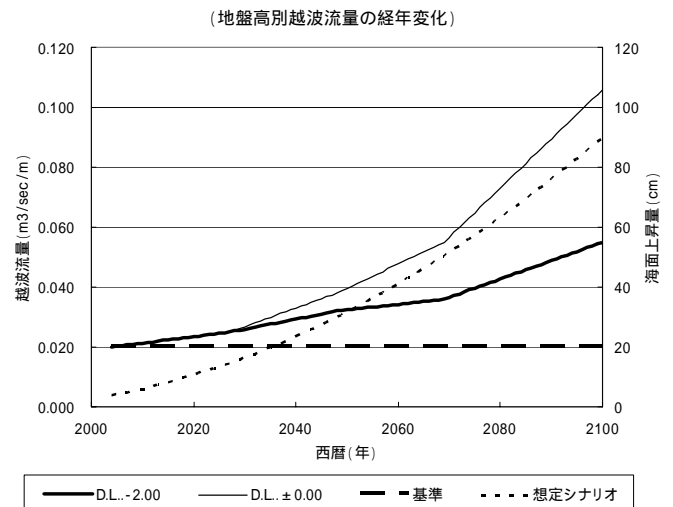


図 - 5 設置水深別

延ばしすることが可能となる。

4.2 離岸堤

離岸堤については、背後への影響としての離岸堤背後護岸の越波量、堤体の安定への影響としてブロック重量について検討を行った。なお、越波量については離岸堤があるとした場合の護岸と離岸堤無しとした場合の護岸での越波量の変化についても比較検討を行った。検討結果を図-8、図-9に示す。検討結果によると、前面離岸堤無しの護岸に比べ離岸堤有りの護岸のほうが海面上昇による越波量の増加が大きくなる。この結果は、前面に離岸堤が無い場合背後への越波量増加が水深の変化による影響だけであるのに対し、離岸堤が有る場合には離岸堤背後への波高伝達率が増加する影響も加わるためである。堤体の安定については、海面上昇による水深増加による波高の変化に支配され、本検討においては、換算沖波波高4.5mでは設置水深が2100年までの海面上昇で砕波後の範囲となることから波高が増加して所要ブロック重量が増加したのに対し、換算沖波波高2.0mでは設置水深が当初は砕波後の範囲であるが2025年頃を境に砕波前に変化し波高と所要ブロック重量が減少する結果となった。また、本検討ケースにおいては、設定したシナリオで2100年までに2ランク程度大きな型式のブロックが必要となる。言い換えると、設計時に所要重量より大きなブロック型式を採用することで海面上昇に対する影響を大幅に先延ばしすることが可能である。

5. おわりに

地球温暖化による海岸施設への影響は海面上昇が起こった時点で発生することとなる。しかし、予測されている海面上昇量のうち最悪のシナリオを用いて時系列に影響を検討した結果、発生する影響は非常に緩やかな速度で進行するため、設計時に安定性や天端高等に余裕のある設計を行うことで、背後への影響及び堤体の安定に対

して影響が現れるまでの期間を大幅に先延ばしすることが可能となる。なお、設計時の余裕を決定するにあたっては、不確実な現象である海面上昇のシナリオをモニタリングによりより正確に把握することが重要となる。

参考文献

- 1) 気象庁、平成15年3月：地球温暖化予測情報第5巻
- 2) 水産庁監修：漁港海岸事業設計の手引 平成8年度版、社団法人全国漁港協会

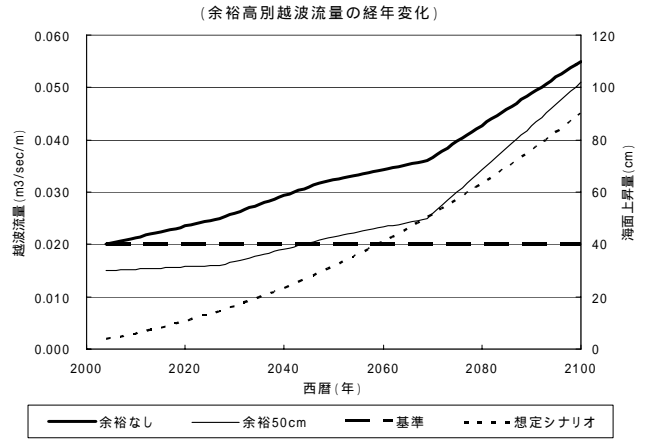


図-7 余裕高

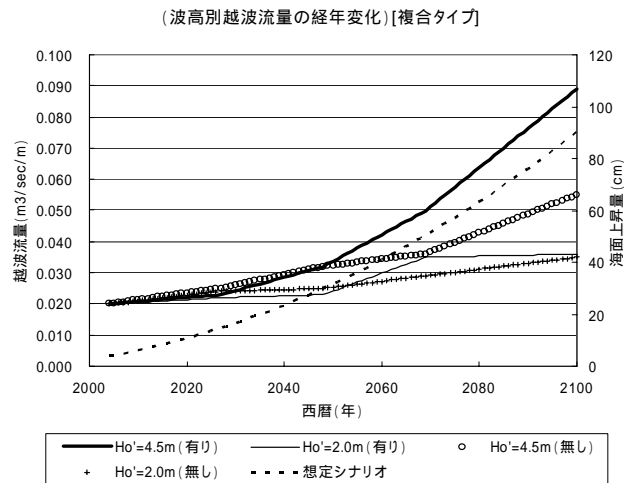


図-8 離岸堤の有無

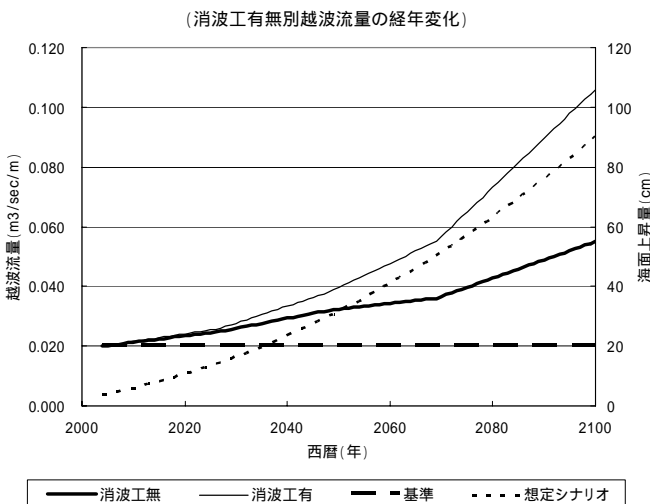


図-6 消波工の有無

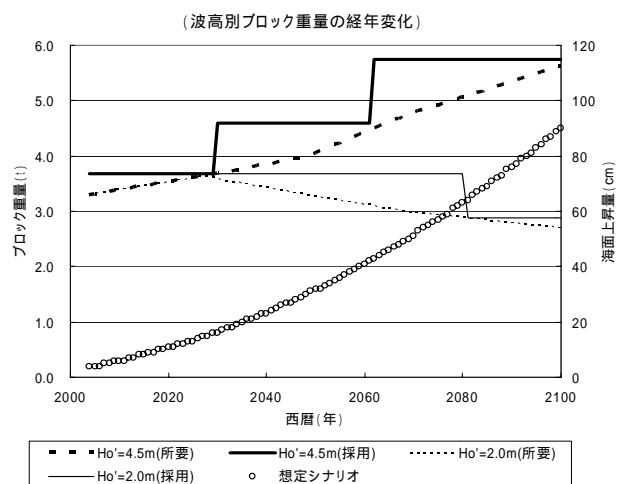


図-9 所要ブロック重量