

減災アセスメント小委員会中間報告書（案）抜粋 1

平成29年10月

土木学会 減災アセスメント小委員会

- 土木学会 減災アセスメント小委員会が平成29年10月にまとめた中間報告書（案）のうち、海岸防災・減災対策決定プロセス及びその課題を主に抜粋して紹介する。
- 中間報告書については、平成29年度末を目途に公表する予定。

1. はじめに
2. 整備すべき海岸堤防高の検討に必要な情報と考え方の整理
3. 津波の規模と生起頻度との関係の定量化手法についての検討
4. 高潮の確率的推定手法についての検討
5. 氾濫シミュレーションによる浸水深の推定
6. 防護施設の粘り強さの評価方法についての検討
7. 減災のためのハード・ソフト施策の効果と定量化
8. 海岸防災・減災対策決定プロセスの
社会実装における課題の整理
9. おわりに

1. はじめに

- 減災アセスメント小委員会では、海岸工学および土木計画学の両者の立場から、今後起こりうる巨大津波・高潮等に対する減災システムを統合的に設計することを目指している。
- この手法を用いて種々の対策オプションを提示することにより、社会合意を形成するプロセスを実装した計画策定手法を提案する。
- 津波に対する総合的減災計画の方法論開発上の具体的な検討課題
 - (1) 事前評価 (総論について … 2.)
 - ①津波の起こる確率およびその規模の予測 … 3. ~ 5.
 - ②その津波頻度予測に対応した防潮堤の整備
および減災のための土地利用の見直し … 8.
 - ③それらの効果の事前評価 … 6. 7.
 - (2) 事後評価

※ 上記番号は、
中間報告書(案)の目次番号

2. 整備すべき海岸堤防高の検討に必要な情報と考え方の整理 (1)

- 東日本大震災前における海岸堤防高は、既往最大主義。
- 東日本大震災後は、最大クラスのL2津波に対しては、人命を守るため、住民避難を柱とした総合的防災対策で対応。
- 比較的発生頻度の高いL1津波に対しては、海岸堤防等※により内陸への侵入を防ぐ。
※ L1津波水位を基本としつつ、環境・利用等を考慮して設計高を設定
- 南海トラフ地震等の津波のおそれがある地域での堤防高決定プロセスにおいて、具体的な手法が提示されていない、避難対策やまちづくりと一体となっていない、等が課題。

2. 整備すべき海岸堤防高の検討に必要な情報と考え方の整理 (2)

ハザード

エクスポージャー

ヴァルネラビリティ

- 災害リスクは、外力と頻度、被害を受ける存在、それらの脆弱性で構成。
- 想定される様々な津波とその頻度（津波生起確率分布）に対して、後背地の状況を考慮したうえで、純便益 $B - C = (\text{防護により得られる便益}) - (\text{防護準備コスト} + \text{様々な外部コスト})$ を最大化する防護水準を採択するという方法が考えられる。
- 現時点においては、津波防災地域づくり推進計画を作成している市町村はわずかであるとともに、計画実行に基づく総合的な対策を実施するためには、課題を多く抱えている。
- 新たな海岸防災・減災対策決定プロセスの概念は、まちづくりや避難など実行可能な手段により住民の安全を担保しつつ、地域生活の向上を図るため、標準的な津波（L1）に対する防護レベルをベースに、住民合意により防護レベルの選択と変更できる具体的な手法を用意すること。

3. 津波の規模と生起頻度との関係の定量化手法についての検討

3. 1 津波波源の想定

津波高分布に大きく影響する、プレート境界の大すべり域及び超大すべり域を設定する方法として、「多数津波シナリオ」を示した。

3. 2 ランダムフェーズモデルを用いた確率津波水位の推定

海岸堤防高の科学的根拠に基づく設定基準を示すことを目的として、すべり分布の生成から津波伝播計算までの一連の過程をモデル化した「ランダムフェーズモデル」を用いることにより、L1津波相当の水位を確率的に推定する方法を示した。

3. 3 ロジックツリーモデルを用いた確率津波水位の推定

津波ハザード評価に関わる不確実性は、認識論的不確実性と偶然的不確実性に分類される。認識論的不確実性を評価する「ロジックツリーモデル」により、モデル沿岸を対象とした津波ハザードを確率論的に評価した。

4. 高潮の確率的推定手法についての検討

- 台風の来襲に伴う高潮や高波による沿岸域ハザードの確率的評価の推定手法の構築を試みた。
- ここで構築する手法はモンテカルロ法に基づき、確率台風モデルにより発生させた台風による沿岸域ハザードを推定し、対象地域におけるハザードの再現確率を推定した。

4. 1 全球モデルによる確率台風及び高潮水位の推定
4. 2 履歴を考慮した確率台風モデルとその適用事例
4. 3 まとめ

5. 氾濫シミュレーションによる浸水深の推定

- ケーススタディ地区において、津波による氾濫シミュレーションを行い、波源モデルの違いによる津波浸水の違いや、海岸線に設置する防潮堤や水門の規模などによる違いを比較分析した。
5. 1 氾濫シミュレーションの概要
 5. 2 氾濫シミュレーションの計算条件
 5. 3 津波水位及び浸水範囲の時間変化
 5. 4 波源モデル及び浸水防護施設による浸水範囲の比較
 5. 5 まとめと課題

6. 防護施設の粘り強さの評価方法についての検討

- 沿岸域に設置される津波防護施設には、津波の浸水深・浸水範囲の減少や津波到達時間の遅延効果が期待されているが、津波来襲前・津波来襲時の被災状況を正確に予測することは困難である。
 - ランダムな倒壊状態による確率的な評価から一歩進み、現実的かつ物理的な評価を行うための改良として、防護施設の被災状況の評価にフラジリティカーブを導入し、モンテカルロ法のような様々な状況を想定した評価手法を提案した。
6. 1 フラジリティカーブによる被災状況のモデル化
 6. 2 構造物の破壊評価手法の構築

7. 1 費用便益分析を用いた津波ハザードと土地利用計画考慮による最適海岸堤防高の考え方

- L1津波が数十年から百数十年と幅があることに着目すれば、例えば、再現期間50年程度、100年程度、150年程度等の津波を想定し、背後地の利用状況を考慮した上で、それぞれに対して費用と便益の計算を行い、効率性基準を満たす範囲内で最も望ましい防御水準を採択することが考えられる。

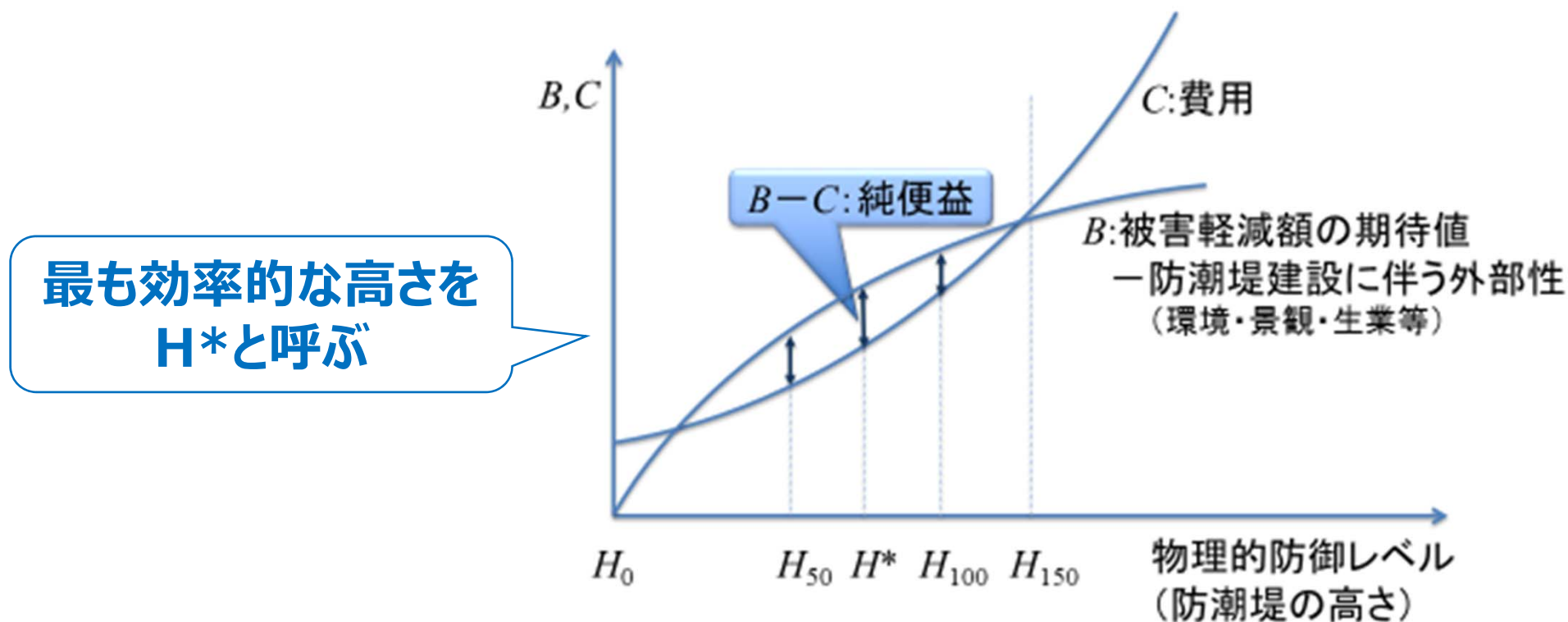


図-7.1.1 防潮堤の高さとその便益と費用 (中間報告書 (案) より抜粋)

7. 2 津波リスク変化に応じた企業立地・人口の変化の把握方法

- 防潮堤整備により津波リスクが変化し、そのリスクは防潮堤からの距離や地形によって空間的に異なる。その津波リスク変化に応じて、企業立地や住民の移住が生じるが、これを、全国の沿岸地域に適用するための統計分析手法として、「差分の差分」の手法を適用することを提案。
- 例えば、 t_a 時点の企業数 $N(t_a)$ と t_b 時点の企業数 $N(t_b)$ を説明するとき、それぞれの地域への立地には、地域固有の要因を考慮する必要があるが、 $N(t_a) - N(t_b)$ のように差分をとることにより地域固有効果を除いて分析することができる。
(津波リスクに関しては、減災対応が地域により異なるため、地域固有効果がすべて推定式から除かれるわけではない)

7. 3～7. 7 直接被害の効果計測手法等

7.3 直接被害の効果計測手法

7.3.1 人的被害

7.3.2 資産被害 – 建物脆弱性と津波被害関数 –

7.4 間接被害

7.4.1 立地均衡モデル

7.4.2 都市均衡モデル

7.5 政策実現コスト

7.6 防潮堤の外部性の整理とその緩和策

7.7 不安軽減の経済評価

8. 1 本小委員会が開発した新たな手法の意義

- 本小委委員会が新たに開発した手法は、海岸堤防の高さの設定にあたって、海岸堤防の防災・減災効果や景観・環境等に与える影響、海岸背後のまちづくり（高台移転等を含む）、避難対策の相互・相反関係も踏まえた社会的公平性、経済的効率性に留意して総合的に検討することを可能とする合理的手法である。
- また、海岸4省庁通知に基づく手法を補完し、最新の科学的知見を活用し、より客観的・合理的な観点から地元における合意形成を促進する手法として位置づけることができる。
- 海岸堤防の高さの設定だけでなく、海岸堤防と一体となった土地利用計画・避難計画を立案する際の多様な条件の下での体系を提示することができ、海岸背後に既成市街地があるような海岸において事前復興計画を立案する際にも極めて有効な手法である。

8. 2 本小委員会が開発した新たな手法の現地適用に関する留意点

8. 2. 1 東日本大震災の被災地への適用に関する考慮

東日本大震災の被災地については、

①実際にL2津波に被災したという現実がある

②堤防が破壊されて極めて脆弱な状況となり、
早急な復旧が求められていた

③当時はこの手法がなく、
地元住民の主観的意向に依らざるを得なかった
等から、直接適用することが難しい。

8. 2 本小委員会が開発した新たな手法の現地適用に関する留意点

8. 2. 2 地域の選択・合意形成に関する考慮

- ① 確率的ハザード解析には不確実性があること
 - ② 環境や景観の保全等の便益や大規模災害の影響は、定量化が難しいこと
- 等から純便益を最適化する H^* を一義的に推奨するのではなく、 H_0 （L1津波または高潮に必要な堤防高）を変えることについて、住民意見を反映しつつ不確実なパラメータを変動させたときの感度分析等により、堤防高の設定の合意形成を図ることが重要。

堤防高・土地利用・避難の総合的評価(感度分析)のイメージ

堤防高と土地利用計画の選択肢(組合せ)について、その効果・影響(避難の可否を含む)とあわせて提示し、合意形成を支援する。

	残余リスク(経済被害)【億円】								コスト【億円】				人的被害【人】		
	津波被害想定				高潮被害想定				建設 管理 C	外部 性 E	移転 改築 L	避難 対策 V	津波被害想定		
	T ₅₀	T ₁₀₀	T ₁₅₀	R _T	S ₅₀	S ₁₀₀	S ₁₅₀	R _S					T ₁₅₀	T ₂₀₀	T ₅₀₀
選択肢① 堤防高: H_0+1m 高台移転: なし	0	0	50		0	0	30		100	30	0	10	0	0	100
選択肢② 堤防高: H_0 高台移転: 10軒	0	0	100		0	0	50		80	20	10	10	0	10	100
選択肢③ 堤防高: H_0-1m 高台移転: 50軒	100	200	300		100	150	200		70	10	50	20	0	10	50
選択肢④ 堤防高: H_0-2m 高台移転: 50軒 ピロティ化: 50軒	300	400	500		200	250	300		60	5	80	30	20	50	100
選択肢⑤ 堤防高: H_0-2m 高台移転: 100軒	300	400	500		200	250	300		60	5	100	30	30	50	100

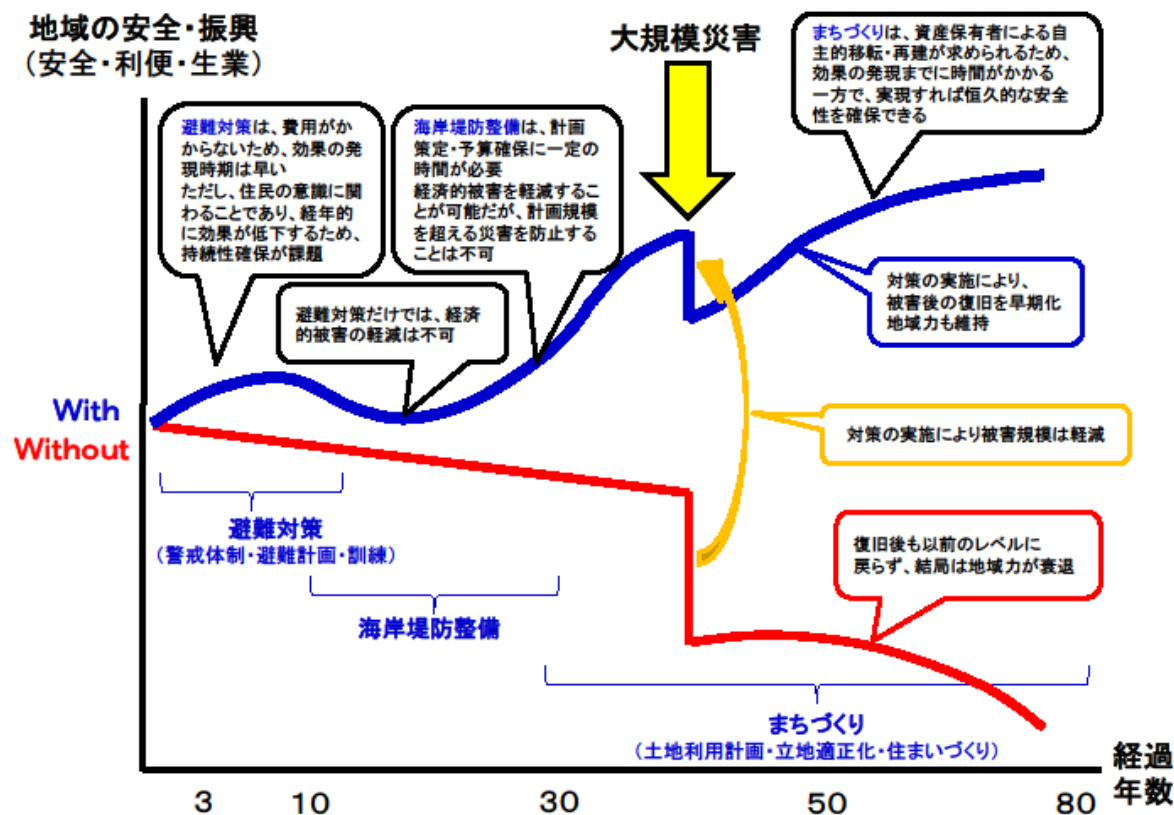
注) 上記の数字は全て仮置きしたものであって、実際には、現地の状況に応じて適切に算定する必要がある。
残余リスク(R_T 、 R_S)、コストの算定にあたっては、現在価値換算する必要がある。

8. 2 本小委員会が開発した新たな手法の現地適用に関する留意点

8. 2. 3 対策による効果の発現時期に関する考慮

海岸背後の既成市街地の高台移転や立地適正化計画による居住誘導、建築規制による改築など数十年の時間を要する一方で、海岸堤防の整備も10年を超える時間を要することがあるため、それぞれの対策の効果発現に差があることに留意する必要がある。

対策によって効果発現までの時間には差がある

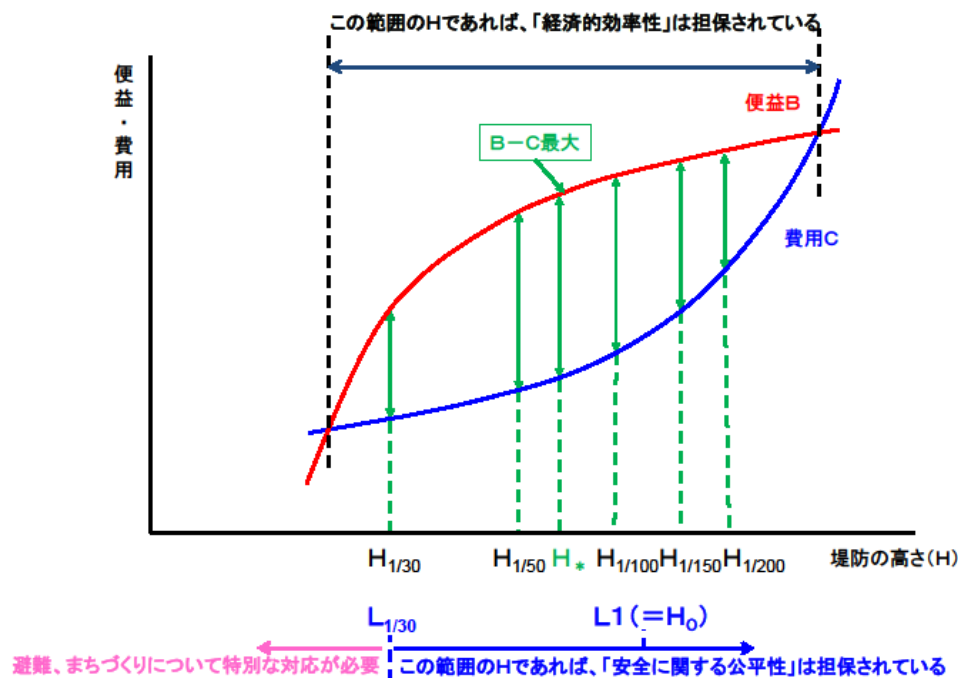


8. 2 本小委員会が開発した新たな手法の現地適用に関する留意点

8.2.4 安全確保の社会的公平性に関する考慮

背後地に保全すべき対象となる資産が少ない場合、最適な堤防高が低くなる傾向にあるが、海水浴や散策等の利用者等があり、数十年に一度程度の津波の高さよりも堤防高が低くなっている場合、避難やまちづくり等において特別な対応（津波災害特別警戒区域の指定等）が必要となる。

堤防高Hと効率性・公平性の照査



8. 2 本小委員会が開発した新たな手法の現地適用に関する留意点

8.2.5 情報・データの利用可能性や技術経費に関する考慮

- この手法に必要なデータの収集・分析にあたって、①対象海岸での景観・環境・利用等に関する選好を聴取・評価するプロセスが必要、②複数の選択肢に関するシミュレーションが必要等により、相当の費用・時間がかかることに留意する必要がある。
- そのため、地区海岸単位の津波・高潮ハザード曲線のデータベース、土地利用計画検討のためのデータベースを予め用意しておくこと、津波浸水・避難シミュレーションのアプリケーションを無料で利用可能にしておくこと等が重要である。

8. 3 新たな海岸防災・減災対策を決定するプロセスを進めるための政策

- 本小委員会が新たに開発した手法を活用し社会実装するために、運用の枠組みが必要であり、既存の政策を組み合わせるとともに、対応しがたい課題に対しては新たな政策を導入する必要がある。

8.3.1 多様な関係者が協議する場の設置・運用

海岸堤防や避難計画、まちづくりが三位一体となるように、津波防災地域づくり法に基づく協議会や、海岸法に基づく協議会を設置・運用していく必要がある。

8. 3 新たな海岸防災・減災対策を決定するプロセスを進めるための政策

8.3.2 総合的に推進するための費用の負担

- 海岸堤防・避難・まちづくりに関する費用負担は多様であり、また、避難計画、都市計画、津波防災地域づくり推進計画の作成にあたっては、市町村の自主財源によるところが大きい。
- 各負担を基本としつつも、例えば、L1津波高と現況堤防高の間で整備することにより、安全性を避難やまちづくりで担保するような検討や計画の策定に係る費用について、津波減災統合交付金（仮称）といった制度を構築することが考えられる。
- 背後地の住居が少なく、高台移転する方が経済的となるような地域において、バイアウト制度を活用することも考えられるが、国費投入は、防災集団移転事業等に限定されているため、都道府県による市町村の財政支援等の形も考えられる。

8. 3 新たな海岸防災・減災対策を決定するプロセスを進めるための政策

8.3.3 社会実装を推進するための体制強化

- 海岸堤防・避難・まちづくりを総合的に推進するにあたって、東日本大震災の被災地でまちづくり等に関わってきた人材の知恵・経験を他の地域に活用していくことを考える必要がある。
- 津波災害警戒区域等の指定や避難計画の作成、津波防災地域づくり推進計画の作成、既存施設等の操作の実行性の担保等を適切に行っている海岸に対してハード整備の支援を強化するとともに、モデル事業として関連事業の集中的な実施により支援する等の優先的な事業展開を考えていく必要がある。