

津波の河川遡上を想定した津波防災計画に関する調査研究



千葉 周二

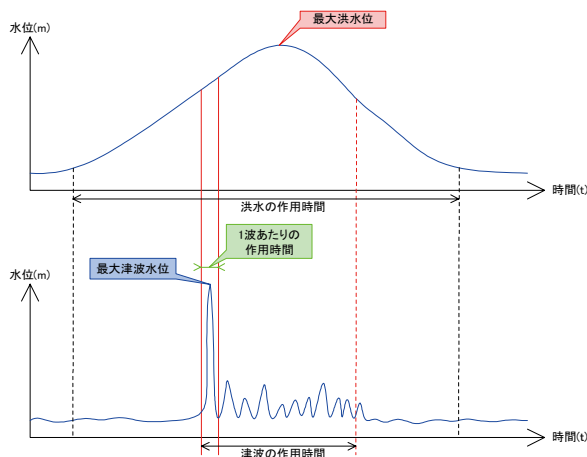
調査第一部
主任研究員

研究の背景と目的

近年、中央防災会議等において東海地震や東南海・南海地震等の大規模な地震及びそれに伴う津波に関する検討結果が公表されるなど、地震・津波に対する社会の関心が高まってきており、地震・津波に関する防災対策の推進が急務となっている。

防災対策は、治水施設の整備等のハード対策のみならず、正確かつ迅速な情報提供、円滑な避難等のソフト対策の観点もあわせ、公物管理の視点にとどまらない総合的な取り組みが求められている。

河川における津波防災対策は、図－１に示すように、洪水時の対策とは異なり、前触れもなく突然発生する地震の直後から、緊急的な体制での適切な対応が求められる。



図－１ 洪水時と津波来襲時の外力の作用時間の違い

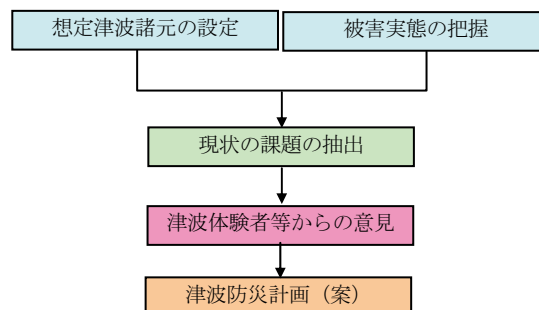
本研究は、河川における津波防災対策の高度化に資するため、開発された津波の河川遡上解析を用いて、昭和58年5月に発生した日本海中部地震津波を再現し、米代川を遡上した津波の現象、被害実態を基に検討した津波防災計画(案)（以下、「防災計画」という。）について紹介する。

研究内容及び成果

1 本研究の特性

本研究における検討の特性は以下のとおりである。

- ・ 津波の河川遡上解析手法を導入し、防災計画を策定する上での津波諸元を設定した。
- ・ 津波による河川管理施設等構造物への直接的被害、漂流物における間接的被害、河川管理施設の操作及び人的被害を想定することにより、課題毎に実施可能な施策の検討を行った。
- ・ 学識者、防災行政関係者、津波体験者等による意見を反映し、防災計画として取りまとめを行った。



図－２ 防災計画作成フロー

2 想定津波諸元の設定

2-1 津波防災対策の基本的な考え方

津波防災対策の基本は、一定の外力レベル（施設設計上の防護目標）までの津波については被害を生じさせないようにする必要があり、ここまではハード面の防災対策により対処するものとする。しかしながら、これらを超える外力や整備途上の対応については、経済性・事業の現実性等も考慮して、全てをハード面の対策で対応するのではなく、ソフト面で対応することが必要であり、ハード対策とソフト対策の適切な組み合わせが重要である。

2-2 想定津波の諸元

本研究において想定しておくべき津波諸元と防災計画を検討する際の基礎情報として活用しようとする関係は表－1に示すとおりである。

表－1 想定津波の諸元と津波防災計画への反映の関係

想定津波の諸元	津波防災計画への反映
津波高	河川管理施設等の操作・浸水域の避難
津波最大流速	河川管理施設等構造物への作用外力
津波の河川遡上距離	河川管理施設の操作や浸水域の避難の目安
津波到達時間	河川管理施設の操作や浸水域の避難を行う時間の目安

また、既往資料における想定津波に関する情報は表－2に示すとおりである。

表－2 既往資料における想定津波の諸元に関する情報

文献・調査名	実施機関	津波高	最大流速	遡上距離	到達時間
日本海東縁部津波防災施設整備計画	海岸4省庁	△	×	×	△
日本海東縁部の地震活動の長期評価について	地震調査委員会	×	×	×	×
秋田県地域防災計画(震災対策編)	秋田県防災会議	△	×	×	△
津波の河川遡上に関する検討会資料	国土交通省河川局	○	○	○	○

○：記載あり、△：一部記載なし（河口のみ）、×：記載なし

※：米代川河口から上流の河道内における情報を対象としている

(1) 津波高

米代川における防災計画において想定する津波高は、表－2の文献から既往地震と想定地震を総合的に勘案して、米代川河口部付近で既往最大の痕跡記録が存在する日本海中部地震津波とし、国土交通省河川局で実施した「津波の河川遡上に関する検討会」資料の再現計算結果を採用するものとする。

再現計算における米代川河口部付近での最大津波高はTP+5.0m程度とされている。

(2) 津波最大流速

国土交通省河川局が実施した「津波の河川遡上に関する検討会」資料の日本海中部地震津波の再現計算結果を採用するものとする。

再現計算における米代川河口部から3.0km付近での最大流速は5.0～6.0m/s程度とされている。

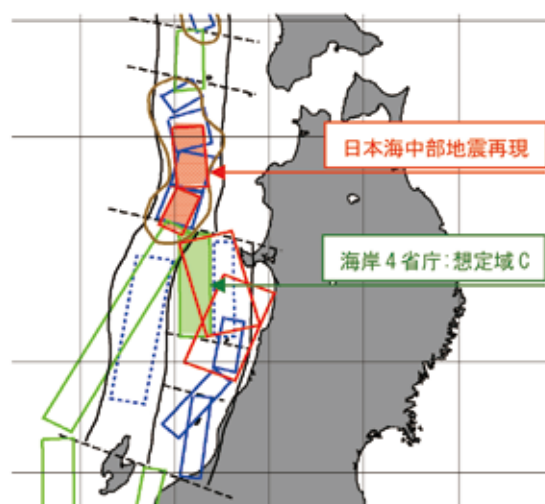
(3) 津波の遡上距離

日本海中部地震津波発生後に東北大学が実施した津波痕跡調査結果を基本とし、津波遡上距離は河口から約11.0kmとされている。

(4) 津波到達時間

河川内の津波の到達時間は、防災計画上の安全側を勘案し、海岸4省庁が実施した日本海東縁部地震津波防災施設整備計画にある秋田県沖を震源域とする秋田県沖想定域C地震の地震津波の計算に基づく諸元を採用するものとする。

地震発生から河口までの津波到達時間は、約20分とされている。



図－3 既往地震と想定地震の震源域

3 被害実態の把握と現状の課題

日本海中部地震津波の被害実績及び他地域の津波被害を参考に、津波による河川管理施設等構造物への直接的被害、漂流物における間接的被害、河川管理施設の操作及び人的被害について実態を把握するとともに課題の整理を行った。

3-1 河川管理施設等構造物への直接的被害

(1) 被害実態

河川管理施設等構造物は、一般的に洪水等の流水が上流から下流方向に作用する場合を考慮し設計されている。こうした構造物が津波にさらされると、設計時には考慮していない外力を受けることとなる。

日本海中部地震津波の来襲時には、写真－1に示すように、米代川において護岸の破損等の被害が発生した。



写真－1 津波によりめくれた護岸天端保護工
出展：「昭和58年5月26日 日本海中部地震災害記録」

(2) 現状の課題

河口から3.0km付近までは、護岸前面の津波流速が最大で5.0～6.0m/s程度になる箇所があり、津波による堤体の侵食被害及び護岸のめくれ等の被害が発生する可能性がある。

3-2 漂流物における間接的な被害

(1) 被害の実態

津波が沿岸域を遡上した場合、写真－2に示すように地域によっては津波が船舶、木材等の多くの漂流物を巻き込むことが知られている。従って、津波による被害は、津波自体以外にも、津波が巻き込んだ漂流物の衝突による水際構造物・河川構造物、建物等が破壊される被害が想定される。これらの被害は、日本海中部地震津波時にも確認されている。



写真－2 津波により船舶・木材が押し流されている状況
出展：「M7.7 真昼の恐怖 昭和58年7月」

(2) 現状の課題

米代川下流部に架かる橋梁はクリアランスに余裕はあるものの、津波による木材や船舶の衝突に伴う、桁部の損傷、支承部のズレなどを引き起こす可能性がある。

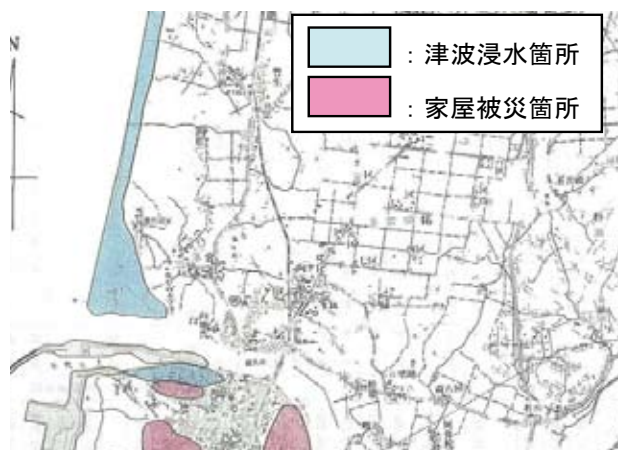
そこで、津波に伴う漂流物の衝突力について松富¹⁾及び池野、森、田中ら²⁾による算定式を用いて、代表橋梁において4t船舶が衝突した場合について安全性の検討を行った。

結果からは、安全性には問題はないものの、支承部のズレ等の被害及び二次災害の危険性が想定される。

3-3 河川管理施設の操作

(1) 被害の実態

日本海中部地震時には、図－4に示すように家屋及び道路被害の他、津波による浸水被害が発生しており、施設操作を行うことができなかった施設が存在した。



図－4 日本海中部地震の被害実績

出展：「日本海中部地震 能代市の災害記録」

(2) 現状の課題

河口から約10kmの津波遡上区間においては、約30の樋門・樋管等の河川管理施設が点在しており、その内15施設については、施設敷高が想定津波より高いため施設操作には問題はないが、他の施設については、想定津波高より施設敷高が低い。

そこで津波遡上に伴う樋門からの流入による背後地の浸水の可能性について代表2施設を抽出し検討を行った。

代表2施設については、想定津波による背後水路の水位が堤内地側の最低地盤高を上回ることはないとの結果となったが、他の施設についても背後地盤等の地形状況を把

握し、背後地の浸水の可能性について、施設毎に検討しておく必要がある。

また、操作員の準備時間及び道路の被災に伴う移動時間から津波到達時間までに閉扉できない可能性がある。

さらに、施設に到達できても写真－3に示すように氷結が発生している時期には、津波到達時間内に操作を完了することができない可能性がある。



写真－3 河口部樋門付近の氷結状況

3-4 人的被害

(1) 被害の実態

日本海中部地震による死者 104 人のうち、100 人は津波によるものである。このうち、港湾護岸工事中が 41 人、釣り中が 18 人、遠足中の児童が 13 人の計 71 人にのぼった。なお、能代市では 15 人の死者が確認されたが、このうち 14 人が米代川に隣接した能代港の工事関係者であった。



写真－4 津波来襲で腰まで水に浸かり避難する人

出展：「昭和 58 年 5 月 26 日 日本海中部地震災害記録」

(2) 現状の課題

河口から 4.0km 付近までは、平時から車を利用した釣り人等が多く、盛んに利用されている状況であり、津波による人的被害が想定される。

また、写真－5に示すように堤防天端が地震によって無数の亀裂を伴う被害を受けると、車を利用した避難が不可能となり、津波来襲までに逃げ遅れる可能性がある。



写真－5 堤防の被災状況

出展：「昭和 58 年 5 月 26 日 日本海中部地震災害記録」

4 津波体験者等からの意見

防災計画を策定するにあたり、計画をより実効性のあるものとするため、学識者、防災行政関係者、津波体験者等から知見・意見を伺うために、意見交換会を開催した。

4-1 意見交換会において議論すべき事項

出席者に対しては、日本海中部地震津波の被害実態と現状の課題を踏まえ、それぞれ以下の主旨の意見を聴取した。

(1) 学識者

想定している津波規模の妥当性及び河川内に発生すると想定している津波現象。

(2) 津波体験者

津波被災時の現場状況及び被害軽減のために必要と考えられる方策。

(3) 防災行政関係者

地域防災計画に定めて実施する防災施策について、自治体が河川管理者から享受したい支援策。

4-2 防災計画に反映すべき事項

出席者からの知見・意見をまとめると以下の4項目に集約できる。これらの意見を基に防災計画に反映・明記することとした。

(1) 想定しておくべき津波

この計画において関連する技術基準、指針、ガイドライン等における計画津波の考え方を踏まえ、米代川河口で想定しておくべき津波は「日本海中部地震」による津波及び「秋田県沖想定域C地震」による津波とする旨を明記した。

(2) 計画の修正

季節別、天候別、時間帯等のより厳しい状況を想定した実務訓練を繰返し実施し、訓練の実態を通じた評価を行い、必要に応じて計画を修正する旨を明記した。



写真-6 津波防災訓練の様子

(3) 河川利用者等に対する避難対策

河川利用者等に対して、当該区域が地震発生後に津波が遡上する危険性がある区域であることを周知するとともに、河川に立ち入った後に、万一、地震が発生した場合には、津波の発生を予測し、迅速かつ適確な避難ができるような諸対策の推進に努める旨を明記した。

(4) 河川利用者等に対する防災知識の普及・啓発

河川利用者等が迅速かつ的確な判断に基づき避難できるよう、平時から沿川自治体、学校等が実施する訓練等において、津波防災に関する知識の普及・啓発活動を積極的に支援していくことが望ましい旨を明記した。



写真-7 防災教育の様子

5 津波防災計画（案）

5-1 基本的な考え方

(1) 計画策定における前提

計画作成の基本として設定した想定津波は、現時点で最新の情報を取り入れて検討しているものの、推定規模、推定精度等には限界があることから、防災計画に対して、より大きな津波、より上流まで到達する津波及びより短い時間で到達する津波が発生する可能性があることを明記した。

(2) 災害予防・災害対応・災害復旧の各計画

防災計画は、災害予防、災害対応及び災害復旧の一連のプロセスの中で実施されていくものであり、それぞれの段階における体制の整備に加え、災害予防にあつては災害を未然に防止・軽減を図ること。災害対応にあつては、災害発生後の被害の拡大防止を図るための迅速かつ適切な対応をとること。災害復旧にあつては被災河川管理施設等の迅速かつ適切な災害復旧を推進することを基本方針とした。

(3) 津波体験者等の意見反映

津波防災計画は、洪水対策計画のように発生頻度の高い災害に対する計画とは異なり、稀にしか発生しない現象を対象とするものであり、津波体験者も少なく、計画担当者のみで実態に即して実行性のある防災計画を作成することは難しい。このため、学識経験者、津波体験者、自治体の防災担当者等を交えた懇談会等を繰返し行い、実態に即した内容としておくことが重要である旨を明記した。

5-2 災害予防計画

津波による被害を最小限にとどめるため、河川管理施設等について安全性を照査し、所要の安全性を確保する対策を計画的に推進するとともに、河川管理施設の操作規則を定め、平時から河川管理施設等構造物の点検を行う旨を明記した。

また、河川利用者及び沿川住民の安全確保等に係る方策として、津波被害の危険性と避難方法を事前に周知する方策を明記した。

5-3 災害対応計画

地震、津波が発生した場合、可能な限り速やかに初動体制を確立し、情報の収集・連絡体制の強化を図るとともに、人的被害が回避できるよう避難・誘導策について明記した。

5-4 災害復旧計画

災害後ただちに河川管理施設等に対する所定の点検を行い、再度災害防止の措置が図れるよう配慮し、河川管理施設等が被災した場合には、速やかに災害復旧工事を推進することを明記した。

余力の減少という状況の下、ソフト対策を含む「減災」ばかりがクローズアップされているような感があるが、やはり、基本となるハードである施設による「防災」との組合せによる両輪としての取組みが重要である。

このような考え方の基、これまで河川事業の中であまり考慮されていなかった巨大地震に伴う津波の来襲による被害の防止・軽減の観点から、津波による災害を知り、弱点を知り、それに対してとり得る対策を知って、総合的に津波防災に取り組むことが必要である。さらに、現場において、訓練や懇談会等を継続的に行うことにより、津波防災計画を逐次検証していくプロセスが重要であると考ええる。

参考文献

- 1) 松富英夫、1999、「流木衝突力の実用的な評価式と変化特性」、土木学会論文集 621、pp.336-340
- 2) 池野正明、森信人、田中寛好、2001、「砕波段波津波による波力と漂流物の挙動・衝突力に関する実験的研究」、海岸工学講演会論文集大 48 巻、pp.546-850
- 3) (財)国土技術研究センター、昭和 58 年 6 月、「日本海中部地震による被災」

6 津波防災対策の具体化に向けた今後の取り組み

本研究において、日本海中部地震津波において被害が発生した米代川を対象に防災計画のとりまとめを行ったが、津波対策は、予防・対応・復旧までを一連のプロセスとして捉え、ハード対策とソフト対策の両対策が一体となって防災体制を確立することが重要である。

今後の取組みとして、計画に基づいたハード対策・ソフト対策における具体的な内容を定め、施設・体制両面での整備を推進していくことが肝要である。

なお、災害予防、災害対応、災害復旧のそれぞれの計画において、沿川自治体等と緊密な協力体制を確立し、最善の対策をとることにより被害の軽減につなげるものと想定される。

おわりに

今後の河川・防災行政は、長期的な予算の減少や投資