

津波による海岸施設、道路施設の被災危険度および被災の影響評価手法

危機管理技術研究センター 地震防災研究室長 日下部毅明
河川研究部 海岸研究室長 福濱 方哉



1. はじめに

2004年12月26日に発生したスマトラ沖地震に伴うインド洋津波の甚大な被害は、津波災害の脅威を我が国に対しても生々しい現実として突きつけた。津波対策の必要性に対する危機感は今は最も高まっていると言える。

もとより我が国は、数多くの津波災害に繰り返し苦しみられてきた歴史がある。さらに2003年4月には中央防災会議から東南海・南海地震の被害想定が発表され、最大11,700名に達する津波による人的被害が想定されたため、津波対策の重要課題としての認識には一定の高まりがあった。地震防災研究室および海岸研究室では、このような国内の津波防災への関心の高まりを踏まえ、平成16年度より津波災害に備えるための研究を実施している。

2. 研究の目標の設定

津波から人々の命と暮らし、さらには経済活動を含め地域を守るためには、大規模なハード対策からソフト対策まであらゆる効果的な手段を取捨選択し効果的に組み合わせることが必要となる。実効的な対策を立案・実施するためには、人間的要素と技術的要素の二つがあると考えている(図-1)。人間的要素は、津波に対する危機感や、対策への切実感ともいえ、避難などソフト対策の成否を握るなど、これを出発点に実効性のある防災の取り組みは始まり、適切な防災教育や住民参加による地域づくりとなって現れるものである。技術的要素は人間的要素に支えられた地域の切望を具体化するものと言える。技術といっても様々なレベルが考えられるが、国土技術政策総合研究所では、最も基本的な技術は、津波が発生した場合、その地域でどのような困ったことが起きるかということを具体化し、発生する課題とその深刻さを具体的に示す技術であると考えて

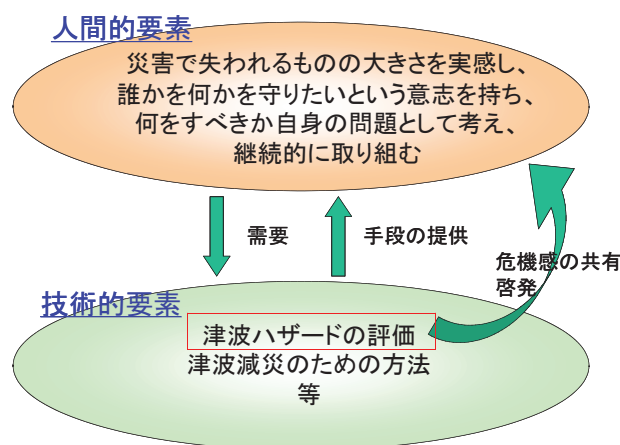


図-1 人間的要素と技術的要素

いる。個別技術を活用した津波対策はどのような被害が発生するかわからないと計画できない。また上述した人間的要素である危機感等をしっかりと持つためにも、何が起こるかイメージすることが重要であるからである。そこで、津波による被害の様相を明らかにすることに資する技術開発をこの研究の目標として設定した。

津波は様々な分野の災害が絡み合うことから、単独の研究室ではなく地震防災研究室、海岸研究室の他に水害研究室、沿岸防災研究室の計4つの研究室が研究を分担している。本研究の構成は図-2に示されるとおりであるが主要な部分を以下に示す。

(1) 施設被害の様相の具体化 (図-2①②)

津波対策の立案にあたっては、これまで津波の浸水シミュレーション及び過去の浸水域の情報に基づいて津波の浸水ハザードマップを作成し、これを用いて人的被害や建築物の被害が想定されたり、図上訓練などで避難などの防災対策が検討されるなどしてきた。これは非常に効果的な取り組みである一方、不十分な点もある。これまでの津波被害想定では、

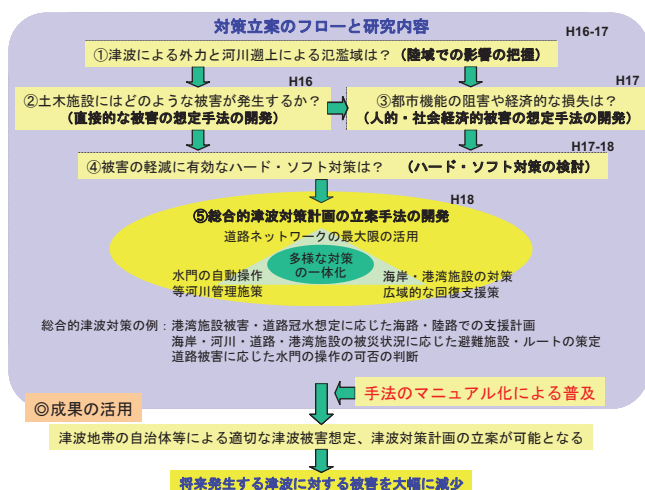


図-2 研究の構成

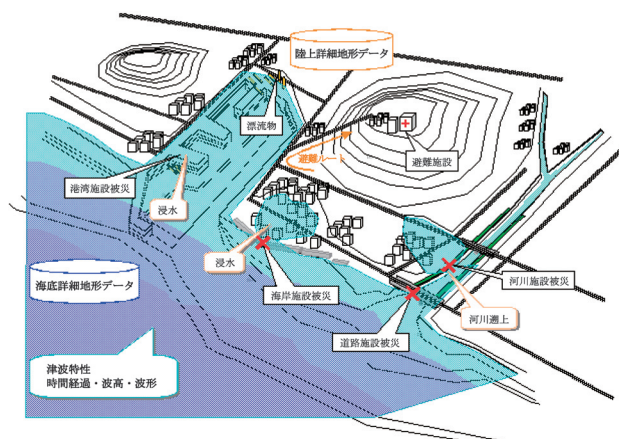


図-3 施設被害を考慮した被災の様相

津波外力に基づいた施設の被災は必ずしも評価されて来なかった。施設管理者が、施設が地震・津波に際してどのようなリスクを具体的に有しているか評価できなければ、事前に何を対策し、またいざ地震・津波が発生した際にどのように対応するか、具体的に検討できないと考える。例えば、橋梁が津波でどうなるかがわからなければ、短期間で利用可能になる路線を想定できない。さらには、海岸施設が津波に対して耐えるか否かが評価できないと、浸水域そのものが、大雑把な仮定の上でしか想定できない。

そこで、本研究は少なくとも図-3のように、施設の被災を含め、津波襲来後の被災の様相を具体化できるようにすることを目標としている。

(2) 被災の波及の評価（図-2③）

ところで、図-3のような被害の様相を地図に描くことで研究は終わらない。確かにこのような図は、事前の対策や災害対応を検討するために役立つ。しかし、災害の多様なフェーズの中で、このような被害がどのような問題に波及し、その深刻さがどの程度のものかがわからなければ、対策・対応の重要度は評価できない。そこで、本研究は、施設被害がどのような波及をするか、そしてそれがどれほど深刻か、災害の主要なフェーズで評価できることを第2の目標としている。

(3) 有効な対策の立案手法（図-2④⑤）

さて、ここまで評価できるようになれば、あとは現場でそれぞれ対策を検討することも可能ではある

が、それぞれ地域毎に一から苦労して検討するのは負担が大きくなる。そこでこのような評価に基づいてどのように対策を立案するか、基本的な事項をマニュアルとしてまとめることも、本研究の目標としている。

3. 研究の実施状況

(1) 外力の評価と施設のリスク評価

施設被害の様相の具体化のために外力の評価と施設のリスク評価を実施している。以下に検討状況を示す。

1) 海岸施設

沖合いから来襲する津波は陸地に遡上し、陸上の人々や暮らしに影響を与えることになるが、海と陸の接点である海岸には、海岸堤防など海岸保全施設が通常設けられている。堤防の高さより高い津波が来襲した場合に、津波は陸地に影響を与える。津波による海水の侵入は、陸地に向かうすべての水が流入するわけではなく、堤防の高さより高い水位まで上昇したものが陸地に入り込む。提案する手法では、陸上での津波の挙動については、流入した水についてその挙動を把握するように検討中である。

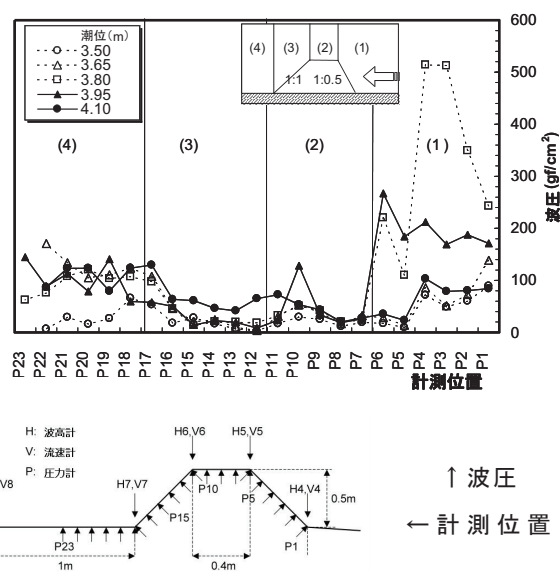
一方、これまで、海岸堤防は、大きな流体力を伴う津波に対する安全性能の評価を行っていなかった。堤防が安全に機能した場合、陸地に入り込む水量は、上述のように大きなものではないが、津波により堤防自体が破壊されると陸地に入り込む水量は

●特集1：今までにない自然災害に立ち向かう

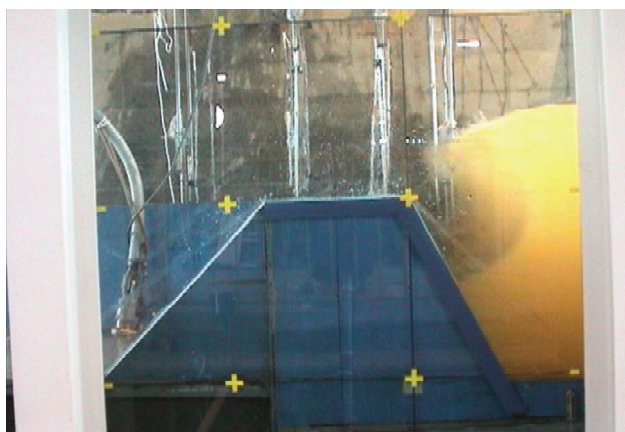
莫大なものとなり、陸上の生活に甚大な被害を与える。また、津波は繰り返し来襲することから、被害は増大する。そのため、堤防が来襲する津波に対して、壊れるか否かを評価する必要がある。

海岸研究室では、海岸保全施設の計画・設計の観点から、海岸堤防に与える津波の波力を実験的に評価し、堤防にかかる津波の波力を検証している。数値シミュレーションが発達した現在も、流体の衝突は現象が複雑であることから、波圧の評価は模型実験による。

実験は、おおむね 1/10 の模型縮尺で、想定される津波の来襲状況を勘案し、堤防の形状(のり勾配)・潮位・波高を変え、それぞれ、水位・流速・波圧を測定した(写真－1)。



図－4 津波波力の分布



写真－1 海岸堤防における波力実験

図－4に沖合での波高 40 cm（現地では 4 m に相当）の津波が写真－1の形状の堤防に与える波力の分布を示す。潮位が 3.8 m の場合、潮位とのり先高さが一致し、のり先で津波が碎波するため、堤防前面では、状況により最大 500 gf/cm^2 （ここでは静水圧の 12 倍）に達する波圧が作用することがわかる。このように得られた結果を基にして、海岸保全施設が津波により壊れるか否かなど安全性能の評価手法を提案してゆく予定である。

2) 道路施設

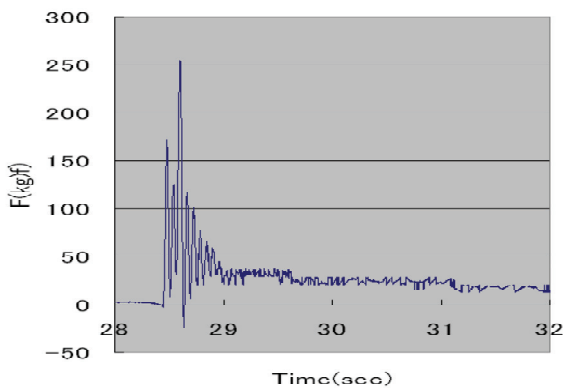
地震防災研究室は道路ネットワークを担当している。被災した際に最も復旧に長期間を要するのが橋

梁であること、また橋梁に作用する津波外力に関する知見が全くないことから、これを評価する実験を実施した(写真－2)。実物で波高 7.2 m に相当するケースで観測された波力の時刻歴を図－5に示す。

実験で得られた波力を波圧として換算するとピーク値は実物で 60 tf/m^2 にも達し、かなり大きい。スリランカでは海岸の国道に 5 m ～ 10 m のかなり高い津波が押し寄せ、沿道の住宅等は夥しく被災したが、波力で桁が流出した橋梁は見られなかった。一



写真－2 道路橋における波力実験



図－5 波力の時刻歴

方、スマトラ島では更に高い波により波力でずれたり流失したと思われる橋梁があった。単純に実験で得られたピークの波力だけではなく、このような実際の波高と被災事例も踏まえ、外力の設定および被害の評価手法を提案したいと考えている。

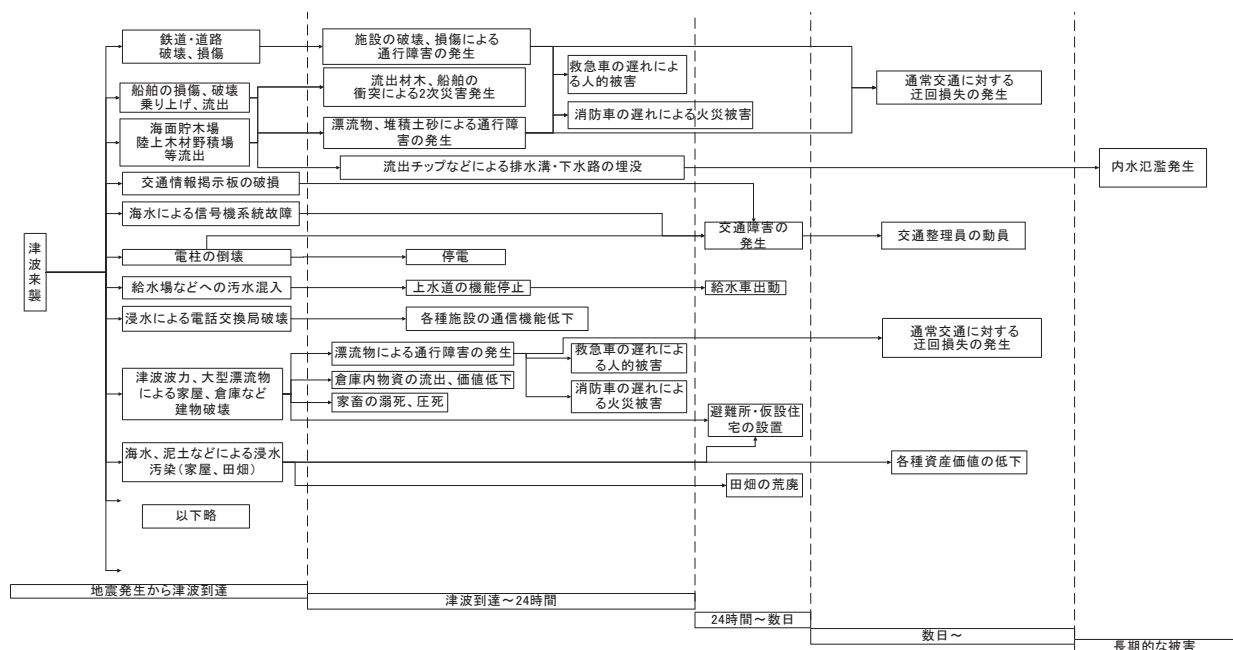
(2) 被害の波及と評価

図－6は現段階で作成した被害波及モデル案の一部である。この波及モデルの中で何が重要か、また

何が定量的に評価できるかを検討し、重要かつ定量的に評価できるものについて、評価手法を提案する予定である。また定量評価できないものについても、懸念される被害について重要性・深刻さを程度分けし、対策の検討および対策効果の評価が可能となるよう、効率的で体系化された方法論を提案する予定である。

4. 今後の予定

以上示したとおり、構造物の被災とその影響について評価手法を検討中である。これらを用いたケーススタディーを実施し、施設被害および図－6に基づく被災の波及など、津波被災の想定イメージを具体的に描いてみる予定である。その際に、道路被害、海岸施設被害が個別に評価されるのではなく、港湾施設被害、漂流物の発生、および河川遡上する津波被害なども含め、関係研究室それぞれの評価結果を総合化して、津波被害の様相を示すことを試みる予定である。



図－6 市街地の被災波及モデル（部分、案）