

3. 1. 2 沿岸防災手法の工学的評価

目 次

(1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 8か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
 - 1) 平成25年度
 - 2) 平成26年度
 - 3) 平成27年度
 - 4) 平成28年度
 - 5) 平成29年度
 - 6) 平成30年度
 - 7) 平成31年度
 - 8) 平成32年度
- (e) 平成29年度業務目的

(2) 平成29年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の成果
 - 1) 港湾都市における津波による被災特性の分析
 - 2) 港湾構造物に作用する波力の評価手法の検討
- (c) 結論ならびに今後の課題
- (d) 引用文献
- (e) 成果の論文発表・口頭発表等
- (f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(3) 平成30年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

1.2 沿岸防災手法の工学的評価

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
東京大学大学院工学系研究科	教授	佐藤慎司
	教授	田島芳満
	准教授	下園武範
	助教	山中悠資

(c) 業務の目的

東北地方太平洋沖地震津波では東日本太平洋側を中心に壊滅的な被害が発生した。これを受けて、今後の津波対策としては、二段階の津波レベルを設定して、防災・減災の具体的な対策を進めることとなっている。すなわち、頻度の高い津波（レベル 1 津波）と最大クラスの津波（レベル 2 津波）を設定し、頻度の高い津波に対しては、海岸堤防などで陸地への浸水を防ぐことにより人命と資産を防護し、最大クラスの津波に対しては、避難手段の確保などにより人命を守るというものである。太平洋側沿岸では、プレートの動きにより百年程度の周期で繰り返し発生する地震による津波と、複数の地震の連動などにより発生する巨大津波が、プレート境界付近を中心に発生するため、二段階の津波レベルによる対策は津波の発生メカニズムと整合しており、社会的な認知も得やすい。しかしながら、日本海側沿岸では、地震の発生機構が異なるうえ、砂浜・砂丘によって特徴づけられる緩勾配海岸において、季節的に繰り返される高波の来襲や慢性的に海岸侵食の問題が深刻化しているという特徴を有しているため、これらの特徴を踏まえて最適な防災手法を検討する必要がある。

本サブテーマでは、日本海における地形・海象・津波の特徴に鑑み、地域の沿岸防災力と防災リテラシーの向上に資するため、工学的な観点から津波防災手法を評価することを目的とする。具体的には以下の 4 つの課題を 8 ヶ年にわたって実施する。

- ・日本海側沿岸における海象特性と沿岸防災手法の調査
- ・津波による海岸堤防の性能と限界の調査
- ・沿岸低地における津波の氾濫予測
- ・日本海沿岸に適した津波防災手法の提案

(d) 8 か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成 25 年度：日本海側沿岸における海象特性と沿岸防災手法の調査

日本海側の海岸の特徴を海岸防災の観点から整理し、単調な砂浜海岸が多く、太平洋側に比較して、堤防・護岸の整備率はやや低いことを明らかにした。堤防の高さは、高波の

打ち上げ高さで設計されており、日本海側では、津波より冬季季節風による高波に対する防護が構造物設計の基準となっていることが確かめられた。さらに、海岸堤防の津波被害軽減性能に関する予備実験を実施し、堤防の壊れにくさと越流する津波のエネルギー減殺がトレードオフの関係にあることを明らかにした。

2) 平成 26 年度：津波による海岸堤防の性能と限界の調査

津波の堤防越流に伴う後背地のリスク評価を可能にするため、平成 26 年度に引き続いて越流時における堤防周辺の流体運動に関する水理模型実験を実施した。実験は、堤防法肩や法尻で局所的に発生する鉛直加速度による非静水圧が越流量に及ぼす影響を明らかにすることを目的として実施した。実験および数値モデルによる検討の結果、津波高さが堤防高に対して相対的に大きい場合には、従来の方法では後背地への氾濫を危険側に評価することが示唆された。また、この効果は、堤防法面勾配が $1/3$ を越えると急激に大きくなることが示され、一般的な堤防の法面勾配の範囲 ($1/2$ - $1/3$) では無視できないことが示された。

3) 平成 27 年度：津波による海岸堤防の性能と限界の調査、沿岸低地における津波の氾濫予測

堤防によって防護された沿岸地域への津波氾濫予測の高精度化を目的として、津波が堤防を越流する際の水理特性を水理模型実験および数値流体モデルを用いて詳細に調べた。水理模型実験では勾配の異なる 6 通りの堤防模型に津波に見立てた段波を作用させて、各点での水位変動や越流量の計測を実施した。さらに、堤防周辺の詳細な流れ場の構造を明らかにするために、Navier-Stokes 方程式に基づく数値計算モデルにより実験結果の再現を行った。得られた結果をもとに堤防の表法面および裏法面の勾配がどのように越流特性に影響するかを整理した上で、氾濫モデルにおいて広く使われている越流公式の改良を行った。新たな越流公式は堤防形状の効果が反映されるため、従来のものに比べて高精度な越流量評価が可能であることが実験結果との比較によって示された。

4) 平成 28 年度：沿岸低地における津波の氾濫予測（北海道～東北日本）

これまでの堤防越流に関する基礎実験から得られた知見および既存の氾濫モデルをもとに、堤防を含む複雑な平面地形を伝播・遡上する津波を再現するモデルを構築し、平面造波水槽実験によりモデルの検証を行った。さらに、北海道～東北日本を対象に代表地域を選定して、波源の不確実性を考慮した上で氾濫計算を実施した。海岸構造物が破壊されない場合と破壊される場合の浸水範囲や浸水量を比較することにより、構造物の効能を定量的に評価した。

5) 平成 29 年度：沿岸低地における津波の氾濫予測（北海道～東北日本）

平成 28 年度の業務に引き続き、対象地域を拡げて日本海沿岸地域（北海道～東北日本）の津波伝播・氾濫計算による被災特性の分析を行った。また、氾濫モデルによる既存構造物の実用的な津波耐性評価を可能にするため、平面水槽内に構築した段波生成装置を用いた実験を行い防波堤各部に作用する津波波力の特性を明らかにした。実験結果をもとに津

波氾濫モデルによる水理量から防波堤各部に作用する波力の評価を可能にする評価手法を構築してその性能を検証した。

6) 平成30年度：沿岸低地における津波の氾濫予測（北陸～西日本）

北陸～西日本を対象にいくつかの代表地域を選定して、氾濫計算を実施し、検討を継続する。

7) 平成31年度：沿岸低地における津波の氾濫予測、日本海沿岸に適した津波防災手法の提案

日本海側に特徴的な海岸地形を選定し、大河川周辺の砂丘低平地を対象とした計算を分析する。

8) 平成32年度：日本海沿岸に適した津波防災手法の提案

これまでの検討結果を踏まえて日本海側の津波防災に最適な工学的防災手法の枠組みを提案する。

(e) 平成29年度業務目的

北海道～東北の日本海沿岸地域を対象に、この地域の典型的な地形および空間構造を有する沿岸都市において、津波伝播・氾濫計算を実施することで想定波源による津波被災の特性を明らかにする。また、これまでの検討を通して港湾構造物が有意な津波低減効果を有することが示されたため、水理模型実験に基づき既存構造物の津波耐性を評価する手法を構築する。

(2) 平成29年度の成果

(a) 業務の要約

日本海沿岸地域（北海道～東北日本）において、津波伝播・氾濫計算による被災特性分析を行った。特に日本海沿岸でも有数の人口集中地域である新潟県新潟市の信濃川および阿賀野川河口周辺地域を対象都市、河口構造物の破堤の影響も加味して被災評価を行った。その結果、港湾区域の後背地が脆弱であること、港湾構造物が有意な津波被災低減効果を有することなど、平成28年度に検討した山形県酒田市沿岸部と共通の被災特性が確認された。また、既存港湾構造物の津波耐性評価を可能にするため、平面水槽内に構築した段波生成装置を用いた実験を実施し、港湾防波堤各部に作用する津波波力の特性を明らかにした。さらに、実験結果をもとに防波堤各部に作用する波力評価手法を構築して性能検証を行った結果、津波氾濫モデルによる水理量から実用的に津波耐性評価を行うことが可能であることが示された。

(b) 業務の成果

日本海東縁部に面する北海道から東北の沿岸地域は、他の日本海沿岸地域に比べて想定される津波の規模・頻度が大きい。これらの地域には人口規模の大きい港湾都市が点在しており、過去にも、1964年新潟地震、1983年日本海中部地震、1993年北海道南西沖地震

に伴う沿岸部での津波被害が報告されている。地形的な特徴としては沿岸部での砂丘の発達があり、平成 28 年度の山形県酒田市を対象としたケーススタディでも想定規模の津波に対しては砂丘が海岸からの浸水を防ぐ効果を発揮することが確認されている。一方、人口が集中する都市の多くは一級河川の河口部に位置する港湾都市であり、砂丘の切れ目となる河口や港湾後背地の脆弱性がこれまでの検討により明らかとなっている。対象地域の港湾都市の被災特性を明らかにするため、平成 29 年度は新潟市沿岸部において津波伝播・氾濫計算を実施した。また、上記の河口部や港湾部の脆弱性に対しては河口導流堤や港湾防波堤といった構造物が防護効果を有することが確認されているが、既存構造物の津波に対する耐性を評価する手法は確立されていない。これらの構造物が破堤するか否かにより浸水範囲が有意に異なることから、構造物強化などの対策を検討するためには津波による作用波力を求め、破堤した場合の被害の増大を予測することが重要となる。このような破堤を考慮した津波氾濫モデルを実現するには、対象地域内における各種構造物への作用外力の評価が必要となる。ここでは、水理模型実験を実施して構造物各部に作用する波力の特性を明らかにし、津波氾濫計算によって得られる水理量から波力を評価する手法について検討を行った。以下では上記 2 つの研究項目、1) 港湾都市における津波による被災特性の分析および 2) 港湾構造物に作用する波力評価手法の検討に分けて業務の成果を詳述する。

1) 港湾都市における津波による被災特性の分析

図 1 に示すように、対象とした新潟市沿岸部は阿賀野川および信濃川の最下流に位置しており、二つの河川に囲まれたゼロメートル地帯を含む低平地に市街地が広がっている。海岸には標高 10 m を越える沿岸砂丘が発達していることから、河口から侵入した津波による低平地の浸水被害が懸念される。河口低平地は洪水に対しても脆弱であることから、河川堤防をはじめとした各種の洪水対策がなされている。阿賀野川下流部では両岸に天端高 4-6 m の堤防が築かれており、上流に行くほど堤防天端の標高が高くなる。一方、信濃川下流部については分水路によって洪水調整が行われていることから低平地を流れる本線下流部では堤防高が低く（2-3 m）、河口から侵入する津波に対してより脆弱であると考えられる。また、二つの河川の河口部は港湾や空港として利用されており、堤防による防護がなされておらず、津波による後背地への浸水が想定される。

津波による被災特性を分析するにあたって、波源から対象地までの津波伝播計算を実施した。津波伝播計算にあたってはこれまでに開発した高速津波計算システム¹⁾を用いて対象地に大きな津波をもたらす可能性のある想定波源を同定した。その結果、政府による想定波源のうち対象地に近接する F34、F35 および F38 断層が影響度の高い断層として同定され、各断層モデルについて断層パラメータの感度分析を実施した。その結果、沿岸参照点の位置によって違いがあるものの、新潟市沿岸部では F34、F38 により最大水位上昇を生じることが示された。以上の検討を踏まえて、対象地の被災特性の分析には過去に新潟

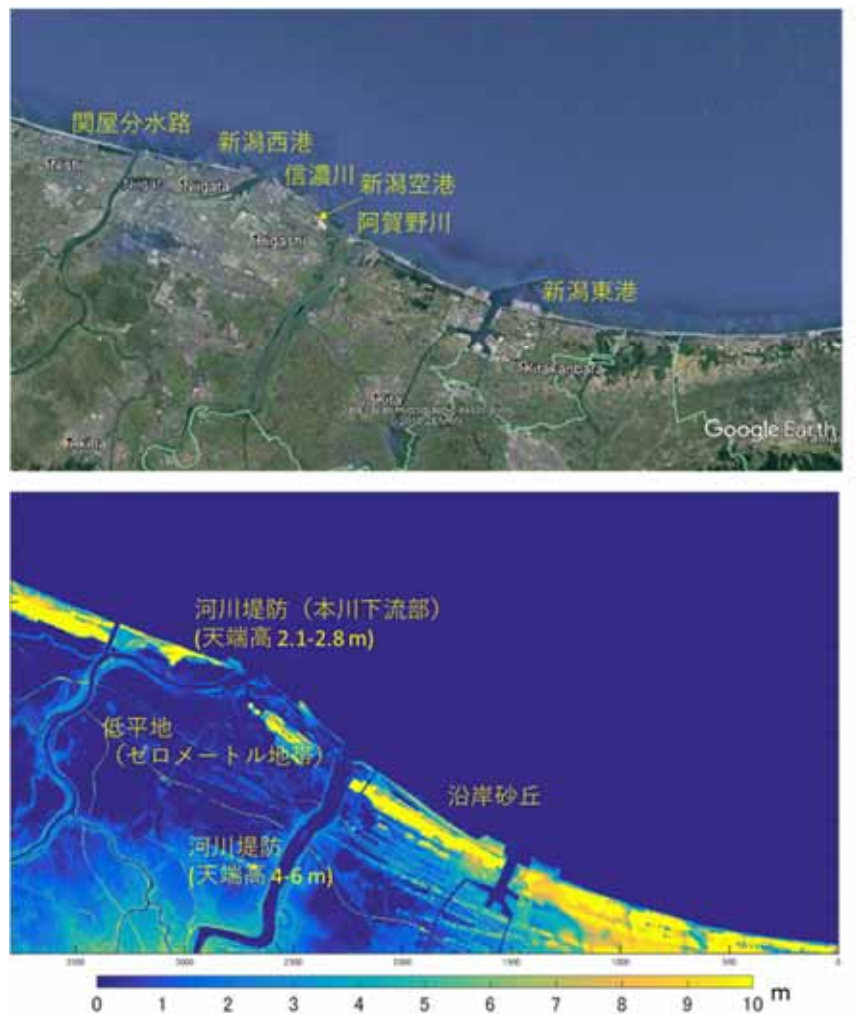


図 1 新潟市沿岸部の衛星写真（上）と標高図（下）

地震（1964）による津波被害をもたらした F34 断層に着目し、不確実性を踏まえてすべり量を増大した波源を用いて新潟市沿岸部に来襲する津波波形を求めて氾濫計算に用いた。

対象地での氾濫計算は非線形長波モデルに基づく氾濫モデル²⁾により行った。国土数値情報による標高データから 10 m メッシュの計算領域を作成し、沖側から上記の津波伝播計算による結果を入射条件として用いた。河道内の地形については国土交通省河川事務所より提供を受けた断面測量データをもとに作成し、港湾部周辺については海図をもとに水深を与えた。融雪出水期には阿賀野川で水位上昇があるものの、津波に対してより脆弱な信濃川本線下流部では洪水調整により年間の水位がほぼ一定であることからここでは河川流の影響は考慮していない。また、河川堤防については津波により破堤しないものとして扱ったが、後述するようにこの点は被災想定を大きく左右する条件となる。河口部の港湾構造物については破堤した場合と破堤しない場合の計算を行うことで河道内への津波侵入をどの程度低減できるかを検討した。

図 2 には対象地域における津波の最高水位分布の計算結果を示している。波源は対象地の北側に存在するため、津波は北側（図中右側）より海岸に来襲する。海岸部では遡上により津波高さが 10 m 近くに達する場所も見られるが、背後の砂丘を越えて後背地に浸水を生じる様子は見られなかった。すなわち、波源を現在の想定よりも過大に設定しても沿

岸砂丘を超えることはなく、来襲する津波の規模に対して砂丘は高い防護効果を有していると言える。この結果は平成 28 年度の山形県酒田市沿岸部での検討結果と共通する。2011 年の東北地方太平洋沖地震津波においても、比較的津波規模の小さい千葉県や茨城県の太平洋岸では砂丘が高い防護効果を発揮したことが報告されている³⁾。この事例では、津波高さが砂丘頂部を越えない場所では砂丘が損壊は見られず、沿岸被害は砂丘の切れ目となる河口部から後背地に浸水する形で生じた。対象地においても津波は阿賀野川、信濃川および関屋分水路より河道内に侵入し、河道内では 2-3 m 程度の水位上昇が生じており上流に向かって水位上昇量は低減する。阿賀野川や関屋分水路では堤防高が十分高いため、河口周辺を除いて浸水は見られない。一方、堤防高の低い信濃川本線下流部では河口の港湾区域に加えて、河道に沿って小規模な浸水が生じる場所が見られた。また、砂丘の切れ目となる新潟東港においても同程度の港内水位上昇が生じ、その後背地に小規模な浸水を生じる結果となった。

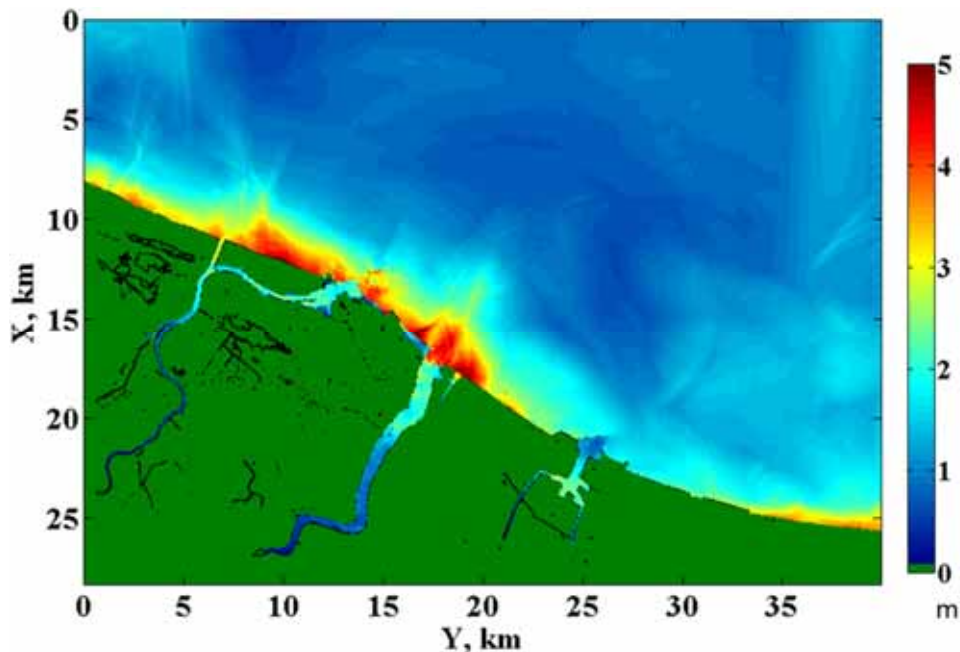


図 2 津波による最高水位分布の計算結果

図 3 は信濃川河口部について、河口に設置された防波堤の有無による浸水範囲の違いを表示したものである。対象海域は冬季波浪が卓越するため、この防波堤は新潟西港の静穏度を保つために河口左岸側から沖に向かって延伸されたものである。防波堤の設計は 50 年確率波に基づいており、津波の様な長波性の外力は考慮されていない。計算結果によると、破堤により河道に侵入する津波が増大し、浸水範囲が広がることが分かる。特に河口周辺においては、破堤しない場合には浸水が埠頭や荷揚げ場を中心とした港湾区域に留まっているが、破堤によってその範囲はその後背住宅地に及んでいる。このことから、単純な浸水面積の差以上に大きく被害が拡大するものと考えられる。また、河道からの浸水については河川堤防が破堤しないという前提での結果であるが、津波や地震的作用によって破堤した場合には浸水が市街地の広範囲に及ぶことになる。これらの河川堤防には越流破

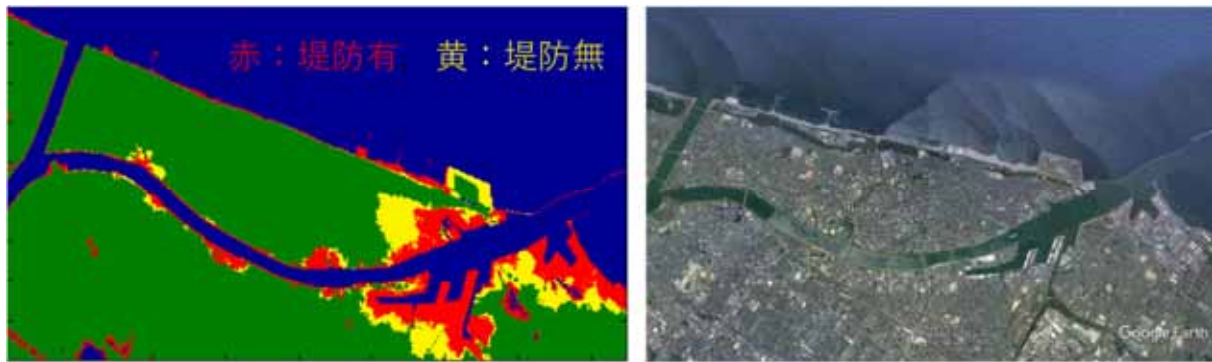


図 3 信濃川河口部の浸水範囲（左）と衛星写真（右）

堤や水衝部破堤の可能性があるほか、一帯が砂質地盤であることから地震による液状化沈下も起こり得るため河川洪水のみならず津波・地震外力に対する各種構造物の耐性強化が非常に重要であると言える。

2) 港湾構造物に作用する波力の評価手法の検討

平成 28 年度の山形県酒田市や上述の新潟県新潟市でのケーススタディを通して、河口からの浸水が日本海側港湾都市に共通した被災形態であることが示された。また、これらの都市では河口部が港湾として利用されており、河口に設置された防波堤が河道内に浸入する津波を低減する効果を有することが明らかとなった。これら既存構造物の津波耐性を評価し、必要に応じて強化・改良することで津波の河道への浸入を抑制できれば、効率的な津波対策となり得る。しかしながら、現状においてこれらの構造物の津波耐性を評価するような手法は確立されておらず、こうした河口対策は十分に検討されていない。

2011 年の東日本大震災以降、防波堤を津波が越流する際の津波波力の評価方法について多くの研究がなされてきたが、ほとんどが断面一次元での検討に留まっている。特に河口に設置されるような防波堤は複雑な平面線形を有しており、その隅角部や堤頭部などに作用する波力は直線部とは異なることが予想される。越流状態において防波堤に作用する津波波力を防波堤に沿って全体で把握することは上記のような津波低減対策を考える上で重要である。そのためには、計算効率の高い津波氾濫モデルによって得られる水理量から防波堤各部に作用する力を評価するような手法が求められる。

以上のような背景を踏まえて、津波越流によって平面的に配された防波堤各部に作用する波力の特性を調べるために水理模型実験を実施した。実験を実施するにあたって平面的な津波を生成するための実験装置を構築した（図 4）。この装置は空気圧によって急開できるゲートと貯水槽からなり、貯水水深を変化させることで様々な波高の平面的な段波を実験領域に向けて発生することができる。図 5 に示すように、造波装置岸側の斜面上に実験領域（図中の赤枠）を設定し、この範囲内に木材で作成した防波堤模型を設置して段波を作用させた。実験スケールはフルード相似則に従って現地スケールの 1/81 とし、防波堤の直線部（Case-A）、堤頭部（Case-B）、斜め堤頭部（Case-C）や隅角部（Case-D）を想定



図 4 実験に用いた平面水槽および造波装置

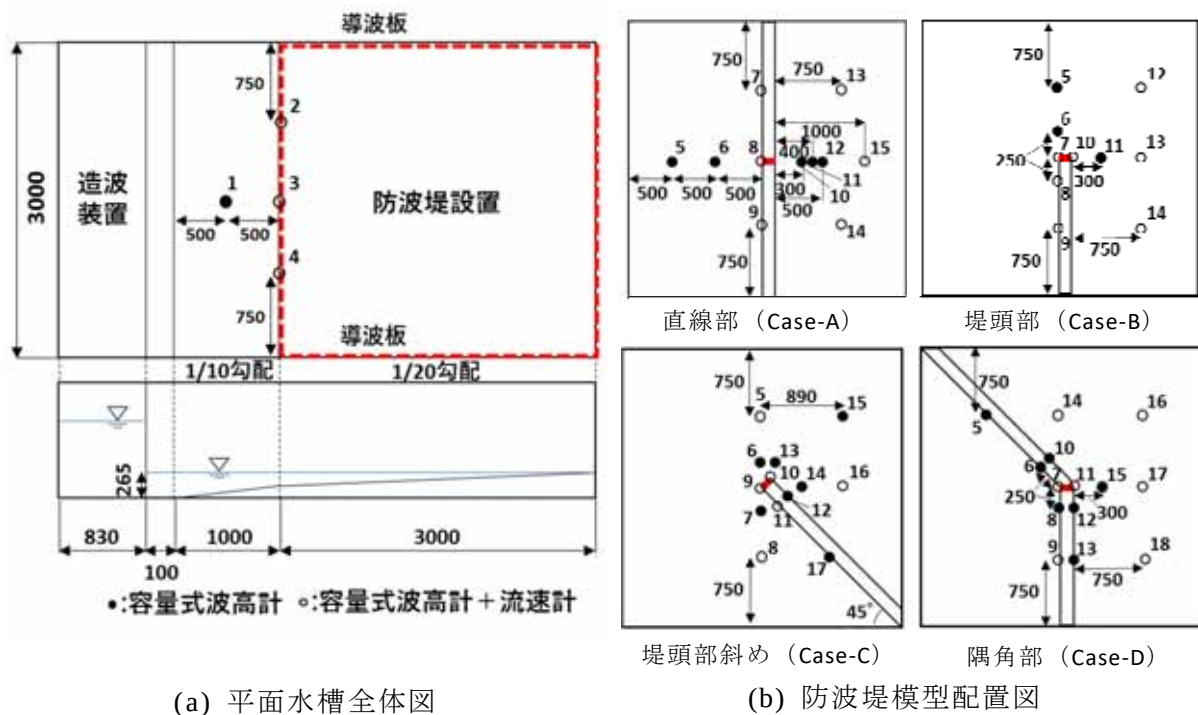


図 5 実験装置、水槽の設定および防波堤模型の配置

した異なる模型を設置し、それらの検査断面（図 5 の模型配置図の赤線部）に作用する波圧分布や周辺の水位・流速分布の計測を実施した。規模の異なる津波による波力特性を調べるために、入射波は波高の異なる 3 種類のものを用いて各入射条件に対して同様の計測を実施した。図 6 には検査断面における圧力計の配置および各点で計測された圧力波形の例を示している。圧力計は前面、背面および上面の計 8 点（P1-P8）に設置しており、これらの圧力を断面に沿って積分することで津波による波力を求めることができる。

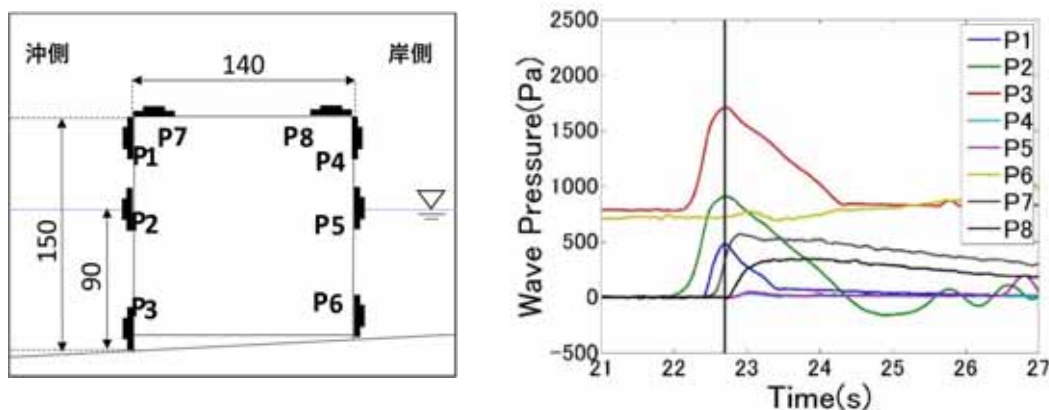


図 6 防波堤模型計測部の圧力計配置と計測された圧力波形の例

防波堤の安定性を議論するため、最大水平波力、すなわち防波堤前面と背面の波圧合力の差が最大となる時の津波波圧の分布および水平波力を実験結果から求めて分析した。図 7 の左側には 3 種類の入射波について最大波力作用時の各点での波圧とその時の水位から求まる静水圧の関係を示している。津波によって防波堤前面では水位上昇が生じるが、その時の作用波圧が静水圧からどの程度ずれているかを図から知ることができる。直線部 (Case-A) では防波堤前面において波圧は静水圧の 0.8~1.0 倍で評価できることがわかる。前面側で波圧が静水圧を下回るのは越流時の流体の鉛直加速によって動圧が生じるためである。堤頭部 (Case-B) では波圧は静水圧の 0.8 倍程度となっている。直線部の場合よりも静水圧からの波圧低下が著しく見られたのは堤頭部付近での水平流速の発達の影響が考えられる。斜め堤頭部 (Case-C) では波圧は静水圧の 1.0 倍で評価できることがわかる。斜め堤頭部の場合には越流が抑制されることに加えて堤頭部近傍での水平流発達が小さいためほぼ静水圧近似が成り立っていると解釈できる。隅角部 (Case-D) では防波堤前面では波圧は静水圧に対して 0.8~1.1 倍となっており、波の収斂による効果が含まれるため入射条件によるばらつきが大きくなった。最大水平波力と静水圧近似により求めた作用

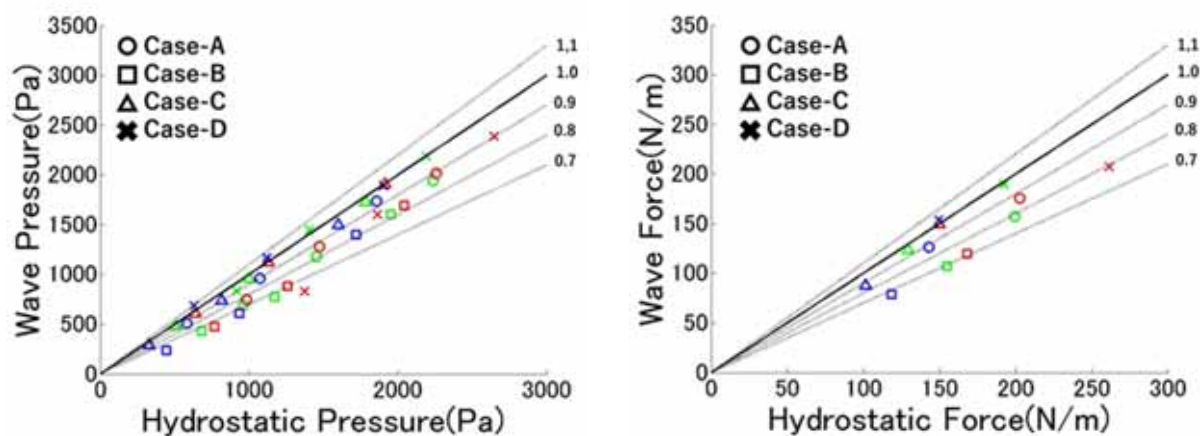


図 7 水位から求めた静水圧と実測値の比較 (左: 波圧、右: 波力、
マーカーの色は入射波高を表す。赤: 大、緑: 中、青: 小)

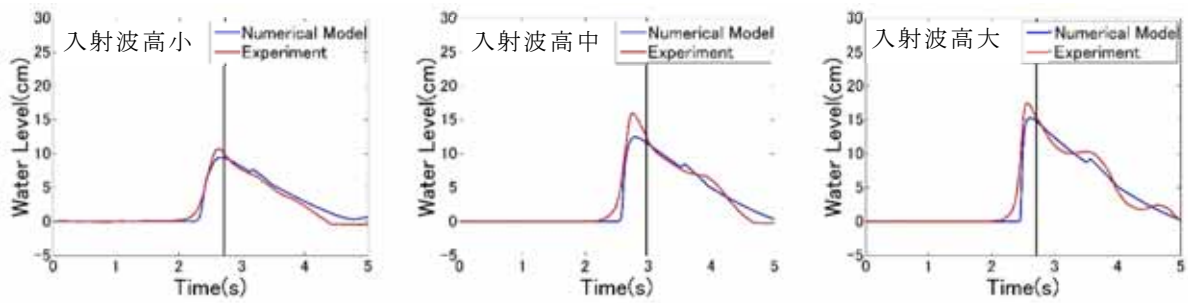


図 8 防波堤前面における水位波形の計算値（青）と実測値（赤）

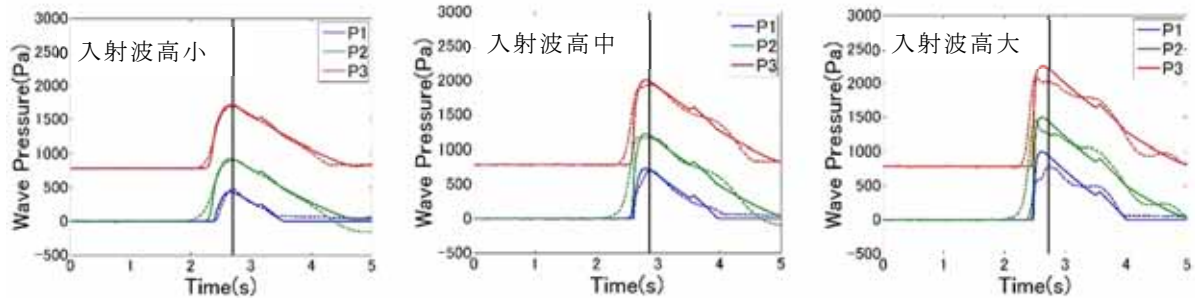


図 9 防波堤前面の三点における水位波形の計算値（実線）と実測値（点線）

力の関係を図 7 の右側に示す。どのケースも波力は静水圧近似の場合よりも過小評価または同等となり、水位から静水圧近似で波力を求めても安全側の評価ができることが確認された。

次に、実験での津波氾濫を非線形長波方程式に基づく氾濫モデルで再現し、モデルによって得られた防波堤前後の水位から防波堤に作用する最大波力を求めて実験値との比較を行った。図 8 は直線部（Case-A）について、実験及び数値モデルによって得られた防波堤前面での水位波形を比較した結果であり、3 つの入射条件による結果を表示している。モデルは静水圧近似に基づいており、鉛直方向の加速度を考慮していないため、急激な波形の立ち上がりを再現できないが、実験で得られた波形を概ね捉えることができています。

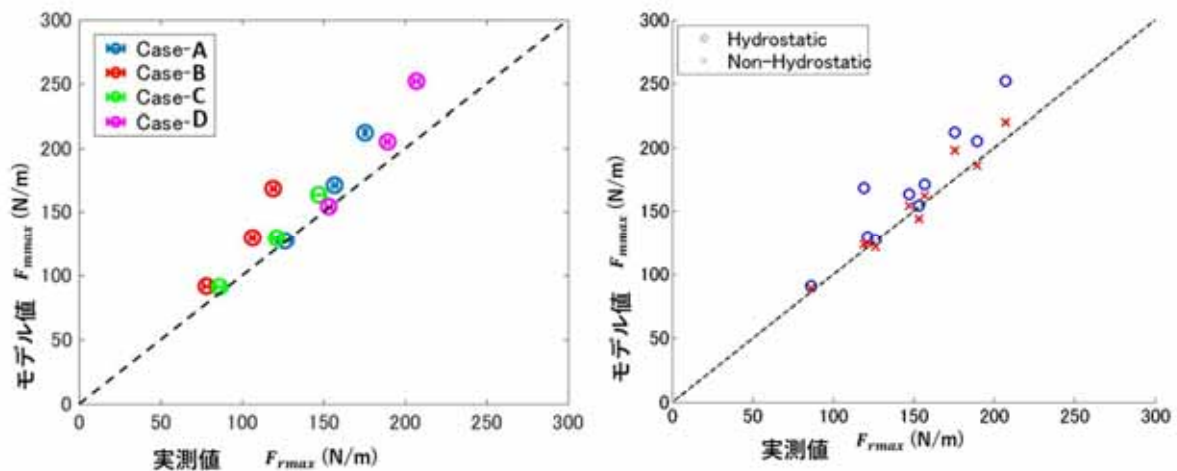


図 10 水平波力の実測値と計算値の比較（左：静水圧のみ、右：非静水圧を考慮）

図 9 は水位から静水圧近似により求まる防波堤前面の圧力波形を実測値と比較したものである。入射波が大きい場合には圧力を過大評価する傾向があるものの、モデルから実用的な波圧評価が可能であることが明らかとなった。

全ての実験ケースについて、最大水平波力のモデルによる値と実測値を比較した結果を図 10 の左側に示している。この結果から静水圧近似に基づくモデル評価は、入射波あるいは越流水深が大きい場合に過大評価となることが分かる。実用上は安全側の評価が可能であるが、津波規模が大きい場合にはより高精度な評価手法が求められる。過大評価の原因の大部分は越流に伴う鉛直加速度の効果と考えられるため、流速を用いてこの効果をあらかず高次項を考慮して再評価したところ図 10 の右側に示す結果が得られた。図中の赤マーカーによる結果が非静水圧を考慮して波力を評価した結果であり、上記の過大評価が解消されていることが分かる。この手法を用いれば現地の複雑な線形を有する防波堤各部に作用する波力を津波氾濫モデルの結果をもとに評価することが可能になる。この成果は、構造物の設計外力をもとづく破堤評価を可能にし、より現実的な浸水状況を予測できる津波氾濫モデルの開発につながることを期待される。

(c) 結論ならびに今後の課題

本研究では新潟県新潟市沿岸部を対象に津波による被災特性の分析を行った。平成 28 年度に行った山形県酒田市沿岸部での検討結果と同様に、波源のすべり量を想定より大きく設定しても沿岸砂丘を越える浸水は確認されず、砂丘の切れ目となる港湾や河口周辺での浸水が生じる結果となった。特に周辺に低平地が広がる信濃川本線下流部では洪水調整が行われているため堤防高が低く、津波による河道内水位上昇が堤防高と同程度になる箇所も見られた。河川堤防は地震による液状化沈下や越流破堤、津波による水衝部での損壊の可能性があり、河川洪水のみならず地震・津波遡上に対する堤防機能の維持が極めて重要であることを示す結果となった。また、河口に存在する導流堤や港湾防波堤は津波によって破堤しない場合に、津波の河道内侵入を抑制する効果を有することが確認された。対象地では河川・港湾構造物が有意に低減効果を有する津波規模にあり、各種構造物の津波耐性が沿岸地域のリスク評価の大きな不確定要因となる。したがって、効果的な防災対策を講じるためには津波氾濫計算により得られる水理量から構造物各部の津波耐性評価を可能にするような手法が求められる。

以上の結果を踏まえて港湾の防波堤に着目し、津波越流時に各部に作用する水平力を評価する手法を構築するため、水理模型実験を実施してその基礎となるデータを収集した。実験結果から構造物各部に作用する津波は、静水圧近似により前後の水位から求まる波力によって安全側の評価が可能であることが示された。また、過大評価となる分は堤防越流時に生じる鉛直流れによる動圧の効果が大きいことが示された。非線形長波方程式に基づく数値モデルにより実験条件の津波越流を再現して作用波力を評価したところ、概ね実験結果を再現することができた。このことから、津波氾濫計算によって求まる堤防各部の水位から堤防への作用力を推定できることが示された。現地構造物への適用および設計外力との比較を通した津波耐性評価が今後の課題となる。

(d) 引用文献

- 1) 山中悠資, 佐藤慎司, 田島芳満, 下園武範, 佐貫宏: 線形ブシネスク理論に基づく高速津波計算システムの構築, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 70(2), pp. 206-210, 2014.
- 2) Shimozono, T., Sato, S., Okayasu, A., Tajima, Y., Fritz, H. M., Liu, H. and Takagawa, T.: Propagation and inundation characteristics of the 2011 Tohoku tsunami on the central Sanriku coast, Coastal Engineering Journal, Vol. 54(01), 1250004, 2012.
- 3) 下園武範, 高川智博, 田島芳満, 岡安章夫, 佐藤慎司, 劉海江: 2011 年東北地方太平洋沖地震津波による茨城県・千葉県沿岸域における被害, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 67(2), pp. 296-300, 2011.

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月 日
森智弘, 下園武範	修正ブシネスク方程式による堤防越流モデルの構築 (論文発表)	土木学会論文集 B2	平成 29 年 11 月
東峻太, 下園武範, 山中悠資	広域リスク評価に向けた津波浸水予測手法の構築 (論文発表)	土木学会論文集 B2	平成 29 年 11 月
小島裕一, 下園武範, 佐藤慎司	日本海沿岸北部の港湾都市における地震の不確実性を考慮した津波ハザード評価 (論文発表)	土木学会論文集 B2	平成 29 年 11 月
T.Shimozono, H. Ikezawa, S. Sato	Non-hydrostatic modeling of coastal levee overflows (論文発表)	Proceedings of Coastal Dynamics 2017. 1606-1615	平成 29 年 6 月
T.Shimozono, H. Ikezawa, S. Sato	Non-hydrostatic modeling of coastal levee overflows (口頭発表)	Coastal Dynamics 2017 (デンマーク)	平成 29 年 6 月 15 日

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 30 年度業務計画案

平成 29 年度の成果により、日本海側で発生する津波に対しては既存の海岸構造物が津波減勢に有効であることや、模型実験の結果から、津波氾濫モデルによる構造物への作用力の評価及び破壊判定を行うことが可能であることが示されている。これらの結果を踏まえ、平成 30 年度には当業務でこれまでに開発した計算負荷の小さい高速津波計算システムを用いながら、1) 沿岸都市の海岸構造物の津波に対する耐性と効果、2) 各沿岸都市の地域性と被害予測の季節性に特に着目し、様々な影響因子を考慮しながら日本海沿岸域の氾濫予測を行う。

1) まず計算負荷の小さい高速津波計算システムを用いて、日本海沿岸都市への影響が大きい津波を抽出し、その津波の物理過程を詳細に分析するとともに、海岸構造物の破壊を考慮したそれらの津波の氾濫予測を行う。同様に、海岸構造物の非破壊や、その有無などを仮定した津波氾濫予測を行い、その減災効果を具体的に分析する。これらの津波被害予測をいくつかの沿岸都市に着目しながら行い、定量的な予測結果を蓄積することによって、その比較検討を通して海岸構造物の津波減災効果を詳細に把握する。このため、平成 29 年度に引き続き、日本海側の主要都市の一つである新潟市を対象とするとともに、日本海西部域の複数の沿岸都市を対象とした分析も実施する。

2) 日本海側の沿岸域では、積雪や融雪出水によって津波氾濫域の土地状態に季節性が生まれる。特に、融雪出水などに伴う河川流量の増大は河口域の津波氾濫に有意に影響すると考えられる。そこで、河川流量や低面粗度の変化を様々な仮定したパラメータスタディを実施し、被害予測の季節変動を分析する。前項で対象とした地域と同地域でこの分析を行い、前項と同様に各地域の被害予測の比較検討を通してその季節性を把握する。

以上の 2 項目を基軸としながら津波氾濫に有意に影響する因子の感度分析を行うことで、定量的な被害予測結果を蓄積し、各沿岸都市のワーストシナリオを推定するとともに日本海津波と海岸構造物の効果及び地域性を明らかにすることを平成 30 年度の業務目標とする。また過去に日本海域で発生した大規模津波を対象とした氾濫予測を前述の項目に着目しながら併せて行い、既往最大津波被害と想定津波被害を比較したうえで必要な海岸防災施策を検討する。