

港湾内に立地する企業の事業継続の観点からみた津波対策 Tsunami Disaster Management for Business Continuity of Companies in a Port Area

小原 恒平*・廣松 智樹**

Kohei OBARA and Tomoki HIROMATSU

要旨：港湾内に立地する企業の多くは堤外地に位置し、発生頻度の高い津波でも浸水する可能性のある施設も多いため、津波による浸水を前提に、人命を守ることに加え、産業・物流施設の早期復旧、事業継続対策が必要と考えられる。本研究では、東北地方太平洋沿岸の港湾内立地企業に対するヒアリング調査を通じて、港湾の津波被害が港湾内立地企業の事業継続へ及ぼす影響及び行政に期待されている津波対策を明らかにした。その結果、防波堤の損壊が復旧における最も大きな課題となっており、防波堤の早期復旧及び防波堤の強化が求められていることがわかった。また、港湾内立地企業の事業継続の観点から、港湾の津波防護目標や防波堤の要求性能など港湾における津波対策について考察した。

キーワード：東日本大震災、津波、東北、事業継続計画、防波堤

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災（以下「震災」という。）では、港湾内に立地する多くの企業が被災し、企業活動に甚大な被害を及ぼした。港湾は、地域の人々の生活を支える交通拠点であるとともに、生産、物流のための様々な民間施設等が存在し、経済活動の拠点として重要な役割を果たしている。また、これらの施設の多くは、堤外地に位置し、発生頻度の高い津波でも浸水する可能性のある施設もあるため、港湾内立地企業は、津波に対する浸水を前提として、人命を守ることに加え、産業・物流施設の早期復旧、事業継続対策が必要と考えられる。

震災で被災した東北地方をはじめ、港湾内立地企業は、単なる一民間企業ではなく、地域の雇用や税収などを支え、経済社会の核となっている場

合も多い。その意味ではこれら企業の存続、早期操業再開がまさに地域の復旧、復興に大きな役割を果たしているといえる。

しかしながら、これまでの港湾における津波対策は、海岸保全施設整備事業で実施され、堤内地を対象として“人命や財産を守る”ことが防護目標であった。

一方、「港湾における地震・津波対策のあり方(答申)～島国日本の生命線の維持に向けて～」(2012年6月13日交通政策審議会)では、事前の対策によって被害を最小化し、被災直後においても重要な産業・物流機能を最低限維持できるようにするとともに、仮に被災した場合にも、施設を迅速に復旧し、産業・物流機能が継続できるようにするための対策を検討する必要性が指摘されている。

そこで、本論文では、東北地方の港湾内立地企

* 正会員 一般財団法人沿岸技術研究センター、** 非会員 一般財団法人沿岸技術研究センター

業を対象に実施したヒアリング調査を通じて、被災前、被災時、被災後での実態、意識、要望を把握することにより、港湾内立地企業の事業継続の視点から、港湾における津波対策として求められる公共的な防災体制について提言する。

2. ヒアリング調査の概要

調査は、2011年11月下旬から12月中旬にかけて実施した。調査方法は、主な質問事項として表1の内容を事前に送付したうえで、事業所側からの説明を受け、その後質疑応答を行った。

調査対象事業所は、図1の4県7港湾の中から、各港湾内において事業敷地規模が比較的大きな事業所を計30事業所程度抽出したうえで、日程調整がつかなかった事業所や事業再開を断念した事業所等を除いた18事業所を対象とした。その業種別割合は図2の通り、製造業が半数を占め、電気・ガス業及び運輸業の構成となっている。事業

表1 ヒアリング調査における主な質問事項

ヒアリング調査における主な質問事項
・事業所プロフィール及び東日本大震災による被害・復旧状況について
・事業所における震災前の津波(被害)想定及び津波対策について
・事業所における今後の津波対策及び港湾に求める機能や施設について



図1 調査対象事業所が所在する港湾の位置図

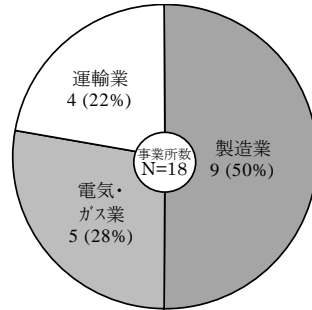


図2 調査対象事業所の業種別割合

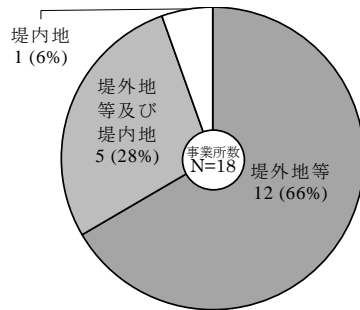


図3 調査対象事業所の立地状況

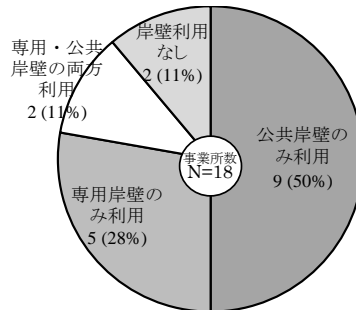


図4 港湾施設の利用状況

所の立地状況は図3の通り、1事業所を除きすべての事業所が堤外地または海岸保全施設が未整備の土地（以下「堤外地等」という）に事業所施設のすべてまたは一部が立地している。港湾施設の利用状況を示したものが図4であり、公共岸壁のみ利用している事業所が半数で、次いで専用岸壁のみ利用、両方を利用と続き、ほとんどの事業所が港湾を利用して事業活動を行っていた。また、5事業所については、アンローダー等の荷役機械を有していた。

3. 震災前後の津波に対する認識及び対策

3.1 震災以前

震災以前における津波に対する認識を確認するために、津波ハザードマップの認知度について聞いた結果が、図5である。7割以上の事業所が津波ハザードマップで示された想定浸水深等を正確には認識していなかった、または津波ハザードマップを見たことがなかった。これは、企業の津波に対する認識不足という見方もできる一方で、行政の広報活動が十分ではなかったともいえる。

また、震災以前に何らかの津波対策を実施していたかについて聞いた結果が図6である。全体では7割以上の事業所で実施をしており、これを津波ハザードマップの認知度別にみると、正確に認知していた事業所ではすべての事業所で津波対策が実施していたのに対して、津波ハザードマップを見たことがなかった事業所では約6割の事業所

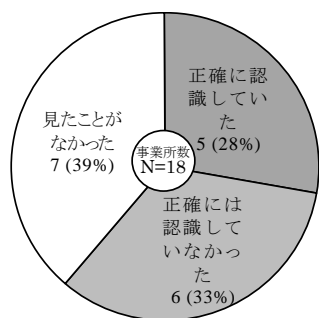


図5 津波ハザードマップの認知度

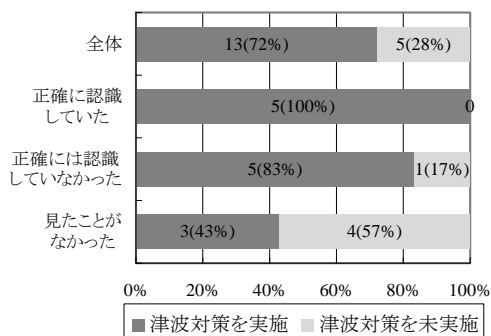


図6 津波対策実施状況と津波ハザードマップ認知度の関係

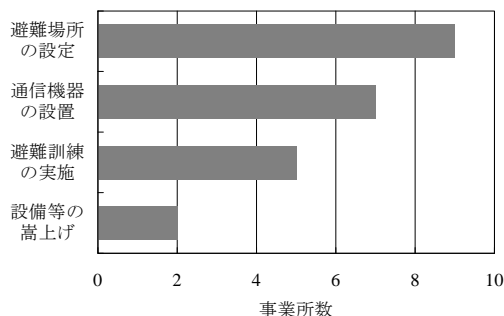


図7 震災以前の津波対策の内容 (複数回答)

で津波対策を実施しておらず、津波ハザードマップの認知度が低いほど、津波対策を実施している割合が少ないことがわかった。

さらに、震災以前に津波対策を実施していた内容を図7に整理した。実施されていた津波対策の多くは避難対策等の人命確保に係る津波対策であった。設備や土地の嵩上げについては投資規模も大きくなることから、ほとんどの事業所では事業継続に係る浸水対策が進んでいなかった。なお、嵩上げを実施していた事業所は、いずれも1960年のチリ地震津波を契機に対策を講じていた。

3.2 震災以降

震災以降は、18事業所すべてが何らかの津波対策を既に実施または実施を検討していた。その津波対策の内容を整理したのが図8である。電気関

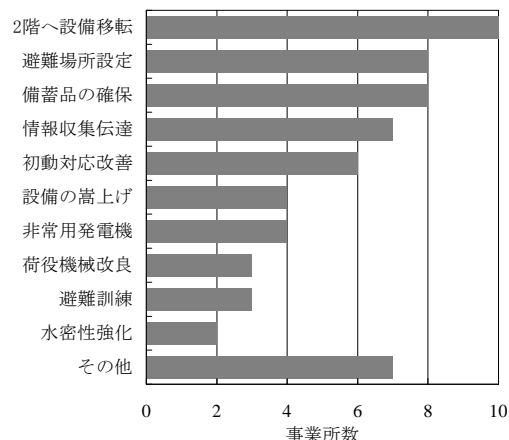


図8 震災以降の津波対策の内容 (複数回答)

係や重要設備等を可能な限り 2 階に移転し、1 階は会議室や駐車場等に使用する事業所が最も多かった。これは多くの事業所で 2 階以上は浸水を免れた経験を踏まえたものと考えられるが、2 階以上相当まで浸水した釜石港及び大船渡港でも同様の対策が検討されていた。このことから、津波に対しては浸水を免れないとの認識の下、1 階部分までの浸水を前提とした津波対策が検討されていることが伺える。

震災前後で比較すると、2 階への設備移転をはじめ、設備の嵩上げのほか、非常用発電機の準備、荷役機械の改良、設備の水密性強化など事業継続に係る対策に乗り出す企業が多くみられ、高台移転を検討した事業所は皆無であった。これは、集落等とは異なり、港湾と一体となった事業活動を宿命としている港湾内立地企業特有の事情の表れともいえる。

4. 震災発生時の初動対応

4.1 情報収集・伝達

地震直後に津波に関する情報を収集するにあたって、行政防災無線の活用状況を確認したところ、図 9 の回答が得られた。行政防災無線を活用した事業所は約 4 割にとどまり、約 6 割が行政防災無線を活用していなかった。その主な理由は、行政防災無線による放送が聞こえなかった、聞き取りにくかったというものであり、防災行政無線が機

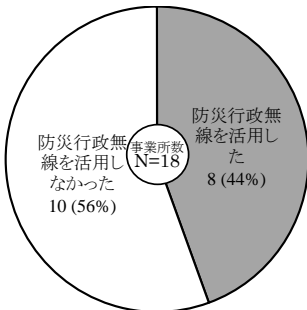


図 9 行政防災無線の活用状況

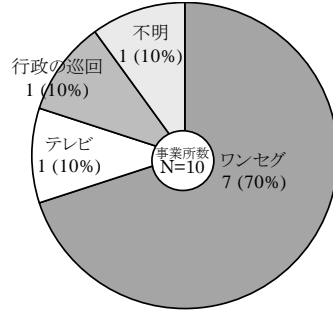


図 10 行政防災無線以外の情報入手手段

能しない場合もあるという課題が浮き彫りとなった。中には後に録画を確認すると確かに聞こえていたはずであるが、当時は全く認識できていなかったという事業所もあり、災害時の心理状況下では音声を認識できない場合があるという課題も明らかになった。行政の防災無線を活用しなかった事業所は、図 10 の通り、7 割の事業所が携帯電話のワンセグにより津波情報を入手した。特に停電により通常のテレビが視聴できなくなった事業所においては、ワンセグは貴重な情報入手手段として機能した。また、行政防災無線による放送が聞こえなかったので、ラジオなどで情報を得た従業員が、事業所内を口頭で伝達した事業所もあった。

4.2 避難行動

津波に対して取った避難行動について確認したところ、図 11 の回答が得られた。約 9 割の事業所が近隣の高台、もしくは構内にある高所に避難

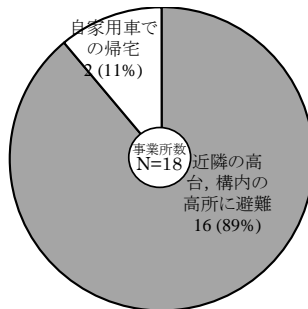


図 11 避難行動

している一方で、残りの約1割の事業所は、地震直後に事務所前に集合し、大津波警報が発令されているなか、社員に対して自家用車での帰宅を許可していた。

今回ヒアリングを実施した事業所では、関連会社の従業員が数名負傷した以外は、事業所内にいた従業員は全員無事であった。大部分の事業所が適切な避難措置を取ることができた理由として、避難場所設定や避難訓練などの事前対策が効果を発揮したことと、事前対策が必ずしも十分ではなかった事業所も含めて、就業時間内であったため、各事業所の組織としての指揮命令系統が機能したことも大きな要因と考えられる。

一方で、自家用車を用いた帰宅を許可した事業所では、人的被害は発生しなかったものの、従業員が渋滞に巻き込まれている。いずれの事業所も、近隣に避難できる高台、もしくは高所があるにも関わらず、利用せず、大津波警報が発出されている状況下で帰宅措置を取っていた。帰宅措置を取った理由として、ある事業所は、1960年のチリ地震を念頭においており、津波来襲までに一定時間かかることを想定していたと回答している。

以上から、津波が予測される状況下における避難行動について各事業所が徹底する余地がある一方で、津波到達時刻の正確な情報が、従業員の迅速な避難を促すためには重要といえる。

5. 港湾内立地企業の津波被害

5.1 浸水状況

各事業所における浸水状況に関する証言をもとに各港湾での浸水深を図12に整理した。釜石港及び大船渡港では、浸水深が6~7m程度まで達し、建物の2階以上まで浸水した。また、八戸港の一部、石巻港、仙台塩釜港、相馬港では、浸水深が3~5m程度で概ね建物の1階部分が冠水した。一方、小名浜港では、浸水深が1m以下であ

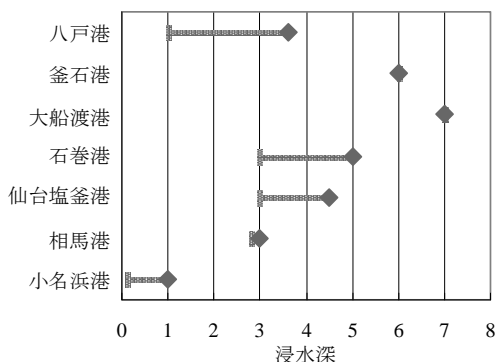


図12 各港湾における事業所の浸水深

り、建物の1階部分の一部が浸水した。

5.2 被害状況

各事業所における主な津波の被害状況について確認したところ、図13の回答が得られた。

津波被害としては、電気設備や生産設備等の浸水被害が最も多く、流出や全損、海水による腐食等による設備の入れ替えなど多大な労力と費用を要していた。また、生産設備が高台に位置していたり、津波による浸水がわずかであったなどで、浸水被害をほとんど受けなかった事業所もあった。

建物については、事務所や倉庫等が津波によって流されたほか、ターミナルからのシャシーやコンテナ等の漂流物が建屋のシャッターや工場の壁をぶち破り、破壊・流出した事例もあった。

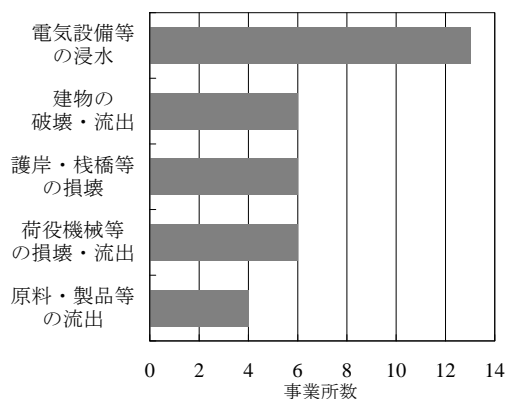


図13 各事業所の被害状況に関する主な意見

護岸・棧橋等については、津波力による損壊のほか、停泊中の大型船が津波で湾内を漂流して岸壁等を直撃し、被害を拡大させた事例もあった。荷役機械については、荷役中に地震が発生し、地震発生に伴う停電により荷役機械が制御不能となったために、船舶から切り離せないまま、津波が来襲し、船舶とともにもぎ取られ流出あるいは倒壊する事例があった。また、地盤が軟弱であったために地震時に荷役機械が転倒し、津波によって海中に転落した事例もあった。

原料・製品等については、原燃料が海水につき使用できなくなったり、倉庫が津波でぶち抜かれ薬品が流れ出火した事例もあった。

5.3 防波堤による減災効果

防波堤による津波からの減災効果について、5事業所から回答が得られた。得られた主な意見をまとめたものが表2である。港湾内立地企業においても、防波堤による減災効果を実感しており、震災でその効果が新たに認識された。具体的には、湾奥への浸水回避、津波高の軽減などの効果がみられ、同じ港湾でも被害の程度に違いがあった。このことから、防波堤が津波からの減災効果を発揮することにより、事業所施設への被害が低減し、迅速な施設の復旧、早期の事業再開に寄与していたことが確認された。

表2 防波堤の減災効果に関する主な意見

防波堤の減災効果
・防波堤に守られていない同じ港湾にある他社は被害が大きかったと聞いている。
・港湾設備は大きな被害を受けたが、防波堤のおかげで湾奥にある自社の生産設備は大きな被害を免れた。
・防波堤のおかげで、津波が真正面の方向から来ることを避けられた。

5.4 浸水深と事業再開の関係

浸水深と事業再開までの期間の関係を示したものが図14である。浸水深と事業再開までの期間に一定の相関関係がみられ、業種による特徴も認められた。

製造業では、一部の事業所を除けば、浸水深と事業再開までの期間には概ね比例関係にあった。なお一部の事業所とは、一方は港湾施設が大きく被災したものの、公共岸壁による代替機能を確保できたため、その修復を待たず事業再開した事業所であり、他方は津波による被害はほとんどなく地震による被害の復旧ため事業再開が長期化した事業所である。これらはいずれも主として浸水被害とは異なる要因によって事業再開時期が決まったと考えられるため、浸水被害と事業再開期間の相関関係を判断する際には除外した。

電気・ガス業では、浸水深が3m程度以上では事業再開に9～11ヶ月程度要する結果となった。

運輸業では、事業再開までの期間は浸水深による顕著な差が認められず、全体的に他業種と比較して事業再開が早かった。これは、事業所の主要施設が強固な構造物であり、津波による被害がほとんどなかったことによると考えられる。

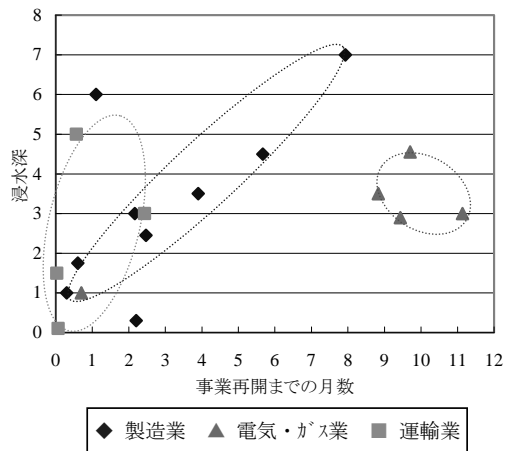


図14 浸水深と事業再開までの期間の関係

6. 事業復旧における港湾津波被害の影響

港湾の津波被害の事業復旧への影響について聞いた結果が図 15 であり、半数近くの事業所が何らかの影響を受けていた。

事業復旧に影響を及ぼす港湾の津波被害として挙げられたものを整理したのが図 16 であり、防波堤の損壊を指摘する声が多かった。表 3 は防波堤の損壊に関する主な意見を整理したものである。防波堤の損壊によって港内静穏度が低下し、うねりも入るなど荷役効率の低下を招き、原材料調達や製品出荷の支障となっていた。防波堤の損壊による影響を指摘した事業所は、特に防波堤の

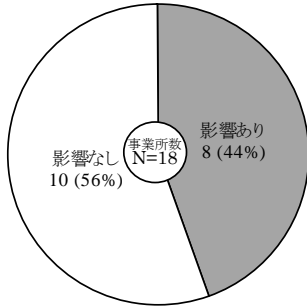


図 15 港湾の津波被害の事業復旧への影響の有無

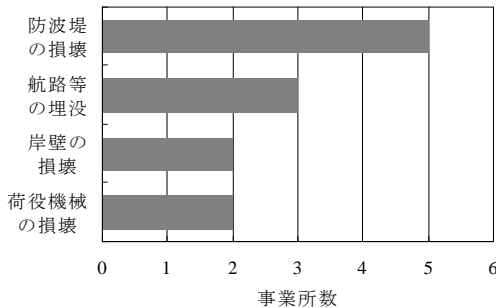


図 16 事業復旧に影響を及ぼす港湾の津波被害（複数回答）

表 3 防波堤の損壊に関する主な意見

防波堤の損壊
<ul style="list-style-type: none"> ・静穏度が低下し、荷揚げ効率が悪くなった。 ・うねりが入って船が着岸できないことがある。 ・荷揚げ時間の 24 時間操業を考えている。 ・ローリングによりロープが切断された。 ・消波ブロック設置で影響は少なくなったが、まだ不十分 ・作業効率がかなり下がったので、防波堤のあるなしは影響が大きい。

被害が大きかった港湾に所在する事業所に集中していた。特に防波堤の被害が大きかった八戸港、釜石港、大船渡港、相馬港に所在する事業所についてみると、調査時点でまだ海上輸送を再開していない、または震災以前より損壊した防波堤の影響を受けていない事業所を除けば、すべての事業所が防波堤の損壊による影響を指摘している。

防波堤の損壊に次いで事業活動への影響の指摘があったのが航路等の埋没であった。航路等が漂流物や地震による地殻変動等により所要の水深が確保できていない箇所があるため、大型船の入港が制限されていたためである。港湾の津波被害の事業活動への影響なしとした事業所の中に、「行政の対応が早くて浚渫をやってくれて助かった。」との声もあった。震災直後から関係機関等の協力により航路等啓開作業が実施されたため、航路等の埋没が事業活動への影響としてそれほど顕在化しなかったものと考えられる。このことから、震災後の速やかな航路等啓開作業が、事業継続面からも重要であることがわかった。

航路等の埋没に次いで指摘が多かったのが岸壁の損壊であった。専用岸壁を利用していた事業所では、当該岸壁が壊滅的被害を受け復旧に長期間を要するものの、公共岸壁の代替利用によって、原材料の調達、製品出荷が可能となり、早期復旧を果たすことができた。今回の地震・津波に対しても利用可能な公共岸壁が存在したことで物流機能を失わず、その結果、港湾内立地企業の早期事業再開を可能とし、事業継続面からも有効であることが認識された事例といえる。また、津波により設備機械が損壊したある事業所では、設備機械の入れ替えが必要となったが、当該設備機械が海外製であり港湾を利用できないため調達ができず、設備の復旧に時間を要した。これは港湾施設の復旧の遅れが事業所の生産設備の復旧の遅れにも繋がる場合があることを示した事例といえる。

岸壁の損壊と同数の指摘があったのが荷役機械の損壊であった。荷役機械の全てが損傷したために専用岸壁が利用できず荷役を公共岸壁で代替しトラックに積み替えて運搬している事業所と、荷役機械の一部が損傷したために利用できる荷役機械の数が減少し作業効率が低下している事業所が見られた。いずれの場合も作業員の労働時間を延長することにより、荷役効率の低下を補う対応を余儀なくされている状況であった。

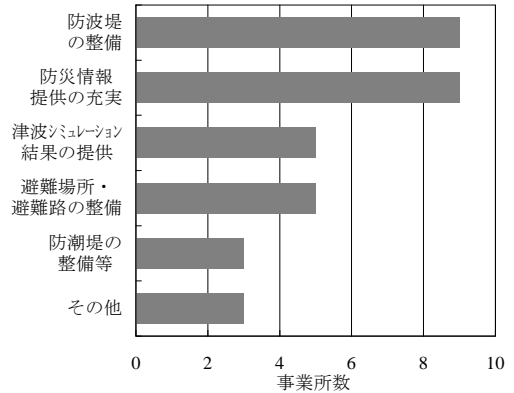


図17 行政に期待する港湾の津波対策（複数回答）

7. 港湾内立地企業からみた津波対策

7.1 行政に期待する港湾の津波対策

今後の行政に期待する港湾の津波対策について聞いた結果が図 17 であり、最も多い防波堤の整備に関する主な意見を見ると、表 4 の通り防波堤の早期復旧と防波堤の強化に関するものであった。

特に防波堤の被害が大きかった八戸港、釜石港、大船渡港、相馬港に所在する事業所が防波堤の早期復旧を期待していた。「防波堤復旧が事業存続の前提条件である。」と断言する事業所もあった。港湾の津波被害として防波堤の損壊は、前述の通り事業活動にも大きな影響を及ぼしており、その早期復旧と発災後であっても防波堤の機能を維持することが事業継続面から極めて要請が高いことが確認された。

防波堤の強化についても防波堤の早期復旧と同様に期待が大きかった。発災後も早期復旧を目指す港湾内立地企業にとって事業継続上支障とならないよう港内の静穏度確保を求めている。

防波堤の整備等と同じく最も期待している事業所が多かったのが防災情報提供の充実であった。主な意見を整理したものが表 5 であり、提供情報及び提供手段に関する意見があった。

求める情報としては、沖合で発生した実際の津波観測情報や正確な津波到達時間を求めている。臨海部は津波が最初に来襲するエリアであること

表4 防波堤の整備に関する主な意見

防波堤の整備	
<u><防波堤の早期復旧></u>	
・	防波堤のおかげで壊滅的被害を免れたので、1 日も早く復旧して欲しい。
・	船が着岸できない日も多いので、1 日も早く復旧して欲しい。
・	湾口防波堤の復旧が事業存続の前提条件である。
・	人命が守れる程度の防波堤は最低限ほしい。
・	安定した原料荷揚げのためにも防波堤早期復旧を望む。
<u><防波堤の強化></u>	
・	壊れない防波堤、決壊しない防波堤にして欲しい。
・	防波堤は津波を乗り越えても壊れなければよい。
・	防波堤が壊れたら船がつけられないため、堅固に整備してほしい。

表5 防災情報提供の充実に関する主な意見

防災情報提供の充実	
<u><リアルタイム津波情報の提供></u>	
・	報道では全体（代表地点）の情報であり、自分のいるところは津波が来ているのかどうかかわからないので、津波到達時間の情報が欲しい。
・	地震発生時に津波がいつくるのかという情報がリアルタイムで分かれば、シャッターを閉めるなど減災への備えが可能となる。
・	防災無線での放送については実際の津波状況を監視するヘリが直接伝えるような方法が必要。
<u><防災情報提供手段の強化></u>	
・	地震後は、設備のシャットダウン時に大きな音がするため、防災無線が聞き取りにくい。
・	防災情報が聞き取れないので、スピーカーを設置して欲しい。
・	音声及び視覚での防災情報を提供して欲しい。

に加え、発災後直ちに2次災害防止や減災のための措置も必要であることから、沖合で津波が発生したという事実をいち早く必要としているものと

考えられる。津波シミュレーション結果の情報を期待している事業所は5事業所であり、防波堤の整備及び防災情報提供の充実に次いで期待の大きい事項であった。その目的はどの事業所もほぼ共通しており、浸水対策やBCP策定など企業における事業継続のための津波対策の検討材料にしたいというものであった。これは、今回の津波による浸水が大きかった事業所においては、その実績をもとに対策を講じているところが多い一方、浸水深が比較的小さかった事業所においては、津波シミュレーション結果をもとに対策の検討を考えているところが多かった。また、被害が大きかった事業所においても、まずは原状復旧、あるいは事業再開に必要な最低限の復旧を急ぎ、その後の改善方策については、津波シミュレーション結果をもとに今後検討していく方針であった。行政において検討された津波シミュレーション結果の情報提供が強く求められていることがわかった。

避難場所・避難路の整備については、津波シミュレーション結果の提供と同数の5事業所が挙げた。敷地内に工場設備や保管庫など強固な高い建物がある事業所においては、その多くが震災時に当該建物に避難して難を逃れている。一方、適当な避難場所がなかった事業所においては、避難場所は1事業所だけの課題ではなく、周辺も含めた当該港湾における共通の課題であることから、公共施設としての整備を期待している。また、自宅等へ避難した事業所では、道路渋滞や内陸へ向かう道路がないなど避難における課題が認識されたため、道路の立体交差や橋梁耐震化等の避難路の整備を求める意見があった。

防潮堤の整備等については、防潮堤の新規整備及び既設防潮堤の嵩上げなどを期待していた。一方、高い防潮堤を整備すると平時の事業活動に支障があるとデメリットを指摘する事業所もあった。したがって、防潮堤の整備に関しては、地域の実

表5 施設に求める津波防護性能に関する主な意見

施設に求める津波防護性能
<ul style="list-style-type: none"> ・人命を守る程度まで防ぐ防波堤は最低限欲しい。 ・ある程度の津波（発生頻度の高い津波程度）までは港湾施設で防護して欲しい。 ・1000年に1度のレベルの津波を想定してハード対策ができないのは理解できる。1mから2m程度の高波を防げる防波堤があればよい。 ・県の防災計画のレベルまで下げてもらえれば耐えられる。 ・津波は、2段階の想定（1000年に一度レベルともう少し軽微なレベル）にわけ、1000年に一度レベルは、採用しないことも案のひとつ。 ・本来的には静穏度確保のための防波堤でも、発生頻度の高い津波を防災、最大クラスの津波を減災できる水準は確保してほしい。

情に応じた対応が求められる。

7.2 施設に求める津波防護性能

防波堤などの施設に対する津波防護性能としての期待について、7事業所から回答が得られた。得られた主な意見をまとめたものが表5である。発生頻度の高い津波に対しては、施設による防護を期待している一方、最大クラスの津波に対しては、施設で完全に防護することを期待している事業所はなく、津波の威力を低減させ減災効果を期待していた。しかし、減災の程度については様々な意見が得られ、発生頻度の高い津波まで防護できればそれ以上は期待しないものや、人命を守る程度、もしくは発生頻度の高い津波と同程度にまで津波の威力低減を期待する意見があった。

8. 事業継続の観点からみた津波対策

8.1 港湾内立地企業に対する津波防護目標の設定

これまでの港湾内立地企業の津波防護レベルは、“従業員の人命を守る”ことであり、主にそのための対策が企業自ら実施されてきた。そして、今回の避難行動に関する調査成果から、その目標は達成されたことが実証された。

今回の津波で確認できた“浸水深2m程度以下

での操業再開の容易さ”や“防波堤の津波軽減による減災効果”によって、防護目標としては、“従業員の人命を守る”ことと併せて“事業継続を確保する”ことへの期待が生まれてきたのではないかと考えられる。これは、震災以降の津波対策に関する調査結果からも、港湾内立地企業として、これまで認識が低かった津波被災後の“事業継続”の意識の高まりの表れと推察される。一方、港湾に立地する企業は、単なる一民間企業ではなく、通常時には地域の雇用や税収などを支え、経済社会の核となっている。また震災後もこれら企業の存続、早期操業再開が地域の復旧、復興に大きな役割を果たしている。

したがって、港湾管理者としては、港湾内立地企業に対する津波防護目標を、従業員の人命を守ることに加え、被災後の最大限の事業継続を確保することを考慮して設定することが望ましい。

8.2 主な対応策

8.2.1 粘り強い防波堤の整備

震災を通じて、本来機能である静穏度確保のための防波堤が破壊されたことによる事業継続への影響が確認された。このため、津波発生時の従業員の避難時間、生産機械、工場建物、原材料、製品等へ減災効果、津波発生後の物流機能（静穏度）確保が求められる。したがって、津波が設計津波高を超え防波堤を越流した場合でも、防波堤が多少の変形を生じつつもケーソンの滑落など壊滅的に倒壊しないような粘り強い構造となるよう工夫を施し、防波堤の機能を可能な限り維持することが必要である。

震災では浸水深が2m程度以下だった事業所の多くが1ヶ月以内に事業再開を果たしている。一方、企業では2階への設備移転、すなわち2m程度までの浸水深に対しては浸水被害を防ぐ対策が進んでいる。また、平時における円滑な事業活動

等の観点から、3階以上へ移転を検討している事業所は皆無であった。このことから、企業の自主的な対策としては、2階までの設備移転が限界であると考えられる。こうした企業の自主的な対策の効果と限界、今回の被災状況を考慮すると、防波堤によって堤外地等の最大浸水深を2m程度までに低減させることが一つの目安といえる。

さらに、浸水深が2m程度以下であれば、津波発生後も1ヶ月以内に事業再開を果たしていることから、事業再開の足かせとならないためには、1ヶ月程度以内には港内における船舶の荷役、航行に支障のない程度に港湾の物流機能を回復させることが一つの目安といえる。

8.2.2 津波情報伝達手段の充実・強化とリスクコミュニケーション

臨海部は、最も早く津波が到達することに加え、堤外地等での就労者も多い。また、操業中は騒音も大きいことなどから、行政防災無線が開こえないなど震災では津波情報の伝達不備も確認された。

したがって、震災時の従業員避難、操業制御（ゲートの閉鎖、機械の停止等）のために、GPS波浪計等の観測システムの更なる活用などにより、津波情報伝達システムの構築など津波発生時に迅速に的確な津波情報（観測情報、到達時間等）を伝達することが重要である。

また、行政が各港での津波シミュレーション結果を港湾内立地企業へ開示し、上記浸水深さ等の津波に対するリスクについての情報共有も含め、非常時における行政と企業との協定の締結など普段から関係機関で議論ができる場の設置などによるリスクコミュニケーションが重要である。

8.3 その他

事業再開後しばらくの段階までは、事業設備の復旧や陸送による代替輸送での事業復旧が可能である場合も多いため、応急復旧で暫定利用が可能

な岸壁、臨港道路、埠頭用地などの港湾施設を確保することが最重要となる。事業稼働率が上昇する段階においては、制約条件付での港湾利用では復旧の遅れにつながる。したがって、各港の事情に応じて、港湾内立地企業の設備復旧及び事業再開工程の足かせとならない時期には港湾の復旧が求められる。このため、港湾内立地企業の事業活動、企業 BCP に照らして、港湾の適切な復旧期間及び復旧施設を設定しておくことが重要である。

荷役機械については、従来ほとんど地震・津波対策が講じられていなかったことによる課題が浮き彫りになった。このため、埠頭の地盤改良や荷役機械の安定性向上による倒壊防止策、非常用電源の設置など停電時の緊急作動対策、荷役中の船舶との分離時間の短縮、緊急時に船舶と速やかに切り離す非常停止装置、浸水被害を防ぐために電源設備の配置改良など課題解決のための対策に、公的な支援制度も含めた検討が必要である。

9. おわりに

本稿では、震災から約9ヶ月後の東北地方の港湾内立地企業を訪問して聴取した内容をとりまとめた。得られた主な成果は以下の通りである。

- ・震災以前はハザードマップの認知度が低く、認知度が低いほど津波対策が未実施であった。
- ・震災以前は、主に“従業員の人命を守る”対策であり、その目標は達成されていた。
- ・震災以降は、1階部分の浸水を前提として事業継続に係る津波対策を検討する企業が多かった。
- ・行政防災無線を活用した事業所は約4割にとどまり、防災行政無線が機能しない場合があるという課題が浮き彫りとなった。
- ・港湾内立地企業においても、防波堤による減災効果を実感しており、震災でその効果が新たに認識された。
- ・浸水深と事業再開までの期間には相関関係が認

められ、浸水深2m程度以下では多くの事業所が1ヶ月以内に操業再開していた。

- ・事業継続に係る港湾の津波被害の影響が最も大きいのが防波堤の損壊であり、荷役効率の低下を招き、復旧上の課題であることがわかった。
- ・企業が行政へ期待する今後の津波対策は、防波堤整備及び防災情報提供の充実であった。
- ・防波堤などに対する津波防護性能として、発生頻度の高い津波までの防護を期待していた。

また、調査結果をもとに、港湾内立地企業の事業継続の観点から今後の港湾における公共としての津波対策について以下の提言を行った。

- ・港湾内立地企業に対する津波防護目標は、従業員の人命を守ることに加え、被災後の最大限の事業継続を確保することを考慮して設定することが望ましい。
- ・粘り強い防波堤を整備し、津波来襲後も一定の静穏度確保が必要である。
- ・防波堤による減災目標は、堤外地等の最大浸水深を2m程度まで低減させることが一つの目安といえる。
- ・津波発生後も、1ヶ月程度以内には港内における船舶の荷役、航行に支障のない程度に物流機能を回復させることが一つの目安といえる。
- ・津波シミュレーション結果を港湾内立地企業へ開示し、情報共有も含めたリスクコミュニケーションが重要である。
- ・港湾の適切な復旧期間及び復旧施設の設定、荷役機械の地震・津波対策への公的な支援制度も含めた検討が必要である。

参考文献

- 1) 高橋重雄ほか：2011年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報，港湾空港技術研究所資料，No. 1231，2011. 4

- 2) 交通政策審議会港湾分科会防災部会：港湾における総合的な津波対策のあり方（中間とりまとめ），2011. 7
- 3) 交通政策審議会港湾分科会防災部会：港湾における地震・津波対策のあり方～島国日本の生命線の維持に向けて～，2012. 6
- 4) 中央防災会議防災対策推進検討会議：防災対策推進検討会議最終報告～ゆるぎない日本の再構築を目指して～，2012. 7
- 5) 中島晋・高山知司・小原恒平・河崎尚弘・黒川文宏・小野寺隆柔：津波防御に向けた直立式防波堤の性能設計，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 68, No. 2, pp786-790, 2011. 10
- 6) 柴崎隆一：東日本大震災による港湾都市における産業・物流の被害・復旧状況，国土技術政策総合研究所資料，No. 677, 2012. 3

著者紹介

小原 恒平（正会員）

一般財団法人沿岸技術研究センター（東京都千代田区隼町 3-16），昭和 28 年生まれ，昭和 52 年 3 月北海道大学大学院工学研究科情報工学専攻修了，同年 4 月運輸省（現国土交通省）に入省，平成 19 年国土交通省九州地方整備局長退官後，財団法人沿岸技術研究センター理事長，平成 24 年 4 月から同センター上席客員研究員。
E-mail:k-obara@mirai-const.co.jp



廣松 智樹（非会員）

一般財団法人沿岸技術研究センター（東京都千代田区隼町 3-16），平成 11 年 3 月京都大学大学院工学研究科土木工学専攻修了，同年 4 月運輸省（現国土交通省）に入省，平成 23 年 4 月から同センター研究主幹。
E-mail:hiromatsu@edit.or.jp

Tsunami Disaster Management for Business Continuity of Companies in a Port Area

Kohei OBARA and Tomoki HIROMATSU

ABSTRACT : Most of the companies in the coastal areas are located in the unsheltered land and many of them are threatened by inundation caused even by a frequent tsunami. Therefore, based on these circumstances, it is necessary not only to mention saving human lives, but also to develop strategies for speedy restoration of industrial and logistic facilities as well as business continuity plan. Through the reports after meeting with companies located in the ports along the Pacific Coast in the Tohoku District, this study demonstrates the impact which Tsunami disaster in the port has on business continuity of those companies, and expected tsunami countermeasures that the government should take. In the result, it is found that the destruction of breakwaters among the tsunami damages in the port is most serious for the prompt recovery of affected company, and prompt rapid restoration of the breakwaters should be required. Furthermore, from the view point of business continuity of companies located in the oceanfront areas, we observed tsunami prevention measures in the harbor, such as objectives for tsunami prevention or performance requirements of breakwaters.

KEYWORDS : *the Great East Japan Earthquake, Tsunami, Tohoku, BCP, breakwater*