

津波防災対策

真 野 明

1. はじめに

津波による災害を防止するためには、防波堤や防潮堤等のいわゆる津波防災施設を造り整備しておくとともに、計画を越えるような津波が来た時に人や船舶が安全に避難出来る体制を整えておくことが大切である。このためには津波情報の迅速な伝達、安全に避難できるような訓練や環境の整備が必要で、津波防災施設の機能とあいまって有効な防災が期待できる。ここでは三陸地方の津波防災の歴史や日本海中部地震津波の例をとりながら防災施設と防災体制の2面から津波防災対策を述べていくことにする。

2. 津波防災施設

津波防災施設とは一般的には防潮堤や防波堤のように津波の侵入を阻止したり津波の勢いを軽減する施設をいうが、広義にはそれ自体が津波に対して耐えるように、あるいは安全であるように設計されたものも含ませることができよう。そのようなものとして土木構造物のほか高地移転した集落などがある。近地津波の場合津波は地震を伴うのでこれらの施設は耐震性も併せて要求される。

2.1 防潮堤、河川堤防、水門

三陸地方では昭和8年の三陸津波で大きな被害を受けた田老村、大槌町、山田町、細浦港などでこの津波の後防潮堤の建設が始まった。とくに田老ではこの津波で1,800人の村人の40%以上が犠牲となっており、この津波の遡上高T.P. 10 mに合わせて天端高を決め、完全に村と海とを仕切る防潮堤が建設された¹⁾。これは高さ、形状、工法などにおいて当時他にみられないような先進的なものであった。

昭和35年のチリ地震津波では各地で被害があり、災害復興事業として防潮堤等の津波防災施設の建設が進められた^{3),4),5)}。この時の防潮堤の高さは、チリ地震津波の痕跡高を基準にし、それに場所ごとの余裕高を加えたものであった。防潮堤の構造として必要とされた主な点は、

- 1) 天端、表法、裏法をコンクリート等で被覆する三面張りとし、表法尻及び裏法尻では洗掘防止の措置をとる。
- 2) 耐震性を十分考慮する。
- 3) 水門、門扉の閉塞に要する時間は大体3分以内と



写真1. チリ地震津波の残骸
(赤崎盛川)³⁾

し、門扉箇所には逃げ遅れた人のために非常階段か梯子を設ける。

防潮堤の建設と並行して、河川河口部の堤防建設や水門の建設が行われた。図-1に綾里川における橋梁兼用水門の構造図を示す。常時は一般の道路橋として使用し津波時にはこれを90°回転して水門として使用するものである。これは用地が狭いこと工費を安くするために選ばれた方式である。この操作には遠隔操作がとりいれられ、停電の場合を配慮して発電機が用意されている。

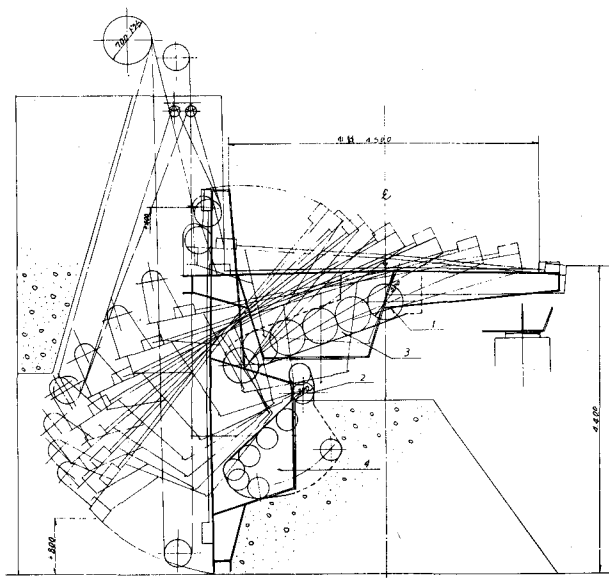


図1. 綾里漁港橋梁兼用水門³⁾

これらの事業はおおむね昭和40年ころまでに完了している。チリ地震津波は三陸地方にとって特異な津波であった。周期が40分程度と長かったために、三陸沖に波源域をもつ津波ではあまり波高が大きくなりえない宮古湾、大船渡湾、気仙沼湾などの細長い湾の湾奥で波高が大きくなり被害が生じた。一方で越喜来や綾里湾などではあまり波高が大きくなり、三陸津波に対してはかなり危険な所も多かった。このためその後昭和8年三陸津波や明治29年三陸津波の痕跡高に合わせて順次防潮堤の嵩上げが行われ、現在チリ地震津波に対して90%以上、明治29年三陸津波に対して40%以上の防潮堤が各津波の痕跡高を満足している⁶⁾

水門もその後、小本川などに大規模なものが造られてきているが、1983年に完成した譜代川の水門は最も大規模なものである。計画天端高は明治29年三陸津波の痕跡高T. P. 15.5 mにあわせてあり、構造物による重複波(重複波高T. P. 21.61 m)にも耐える設計となっている⁶⁾。操作は有線および無線による遠隔操作ができるようになっているほか、水門開閉の動力として商用電源または自家発電をもちい、両方が故障した場合でもゲートの自重で降下、急速閉鎖出来るなど津波常襲地帯での経験が生かされている。

三陸地方の漁港は海岸線の狭い平地に開かれたところが多く、その背後は山がすぐ迫っている。このため、嵩上に伴う防潮堤断面の増加の余地がない所も少なくなく、この問題を海を埋め立てたり(両石)、海岸沿いに走る道路と防潮堤の構造を一体にして(小白浜、図-2)解決している。

防潮堤が高くなるに従って、日照、通気、景観などの環境が悪化して来ている。図-3に示すような漁港の将来計画は、防潮堤の天端高程度まで背後の町の地盤を嵩上しようとするもので、後で述べる高地移転と防潮堤方式の両方の長所をいかしたものである。

三陸地方の津波防災施設の整備、建設はチリ地震津波以後急速に進んだ。しかしそれ以後津波のマグニチュードで3を越えるような大津波は経験してない。チリ地震津波対策事業で造られた津波防災施設は20

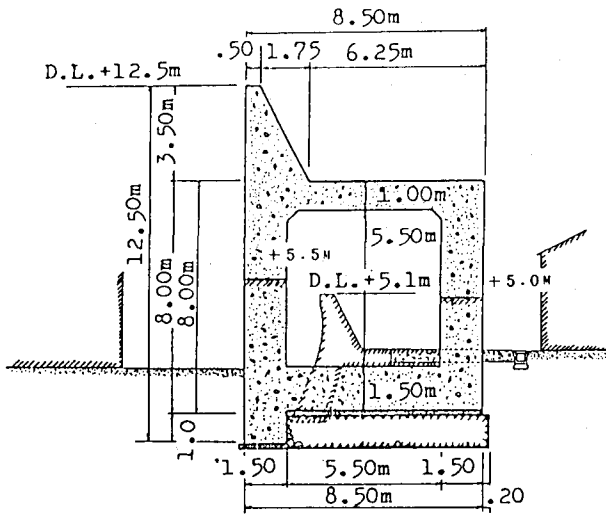


図 2. 小白浜漁港の防潮断面図⁷⁾

年以上を経過して門扉が錆びたり、防潮堤の中込めが沈下しているところが見つかるなど老朽化してきている。将来大津波が来襲したときこれらの施設が設計されたとおり機能するよう、保守維持していくことが重要である。

2.2 津波防波堤

チリ地震津波の後この津波の対策事業として女川湾や大船渡湾の湾口に津波防波堤が建設された³⁾。津波防波堤は開口部を小さくする事により湾内へ流入する流量を減少させるとともに、共振モードを変えることによって波高減衰効果をえるものである。特に湾口に設置することにより第1共振増幅率のピークを下げる事が出来る。

津波防波堤の利点は防波堤の内部の津波の高さが全体的に小さくなるので海岸線の津波防災施設の天端だかを低くできること、また湾内に広い静穏域ができるので津波時に船舶が湾内で避難出来ること、さらに平時に養殖漁業の場を提供するなどの点にある。この反面建設費が高くつくので湾口が狭く奥に大きな都市があって津波防災の経済効果の大きな所につくられる。

図-4は現在釜石湾に建設中の津波防波堤の概要図である。延長2km、水深は最も深いところで63mで、マウンドとケーソンからなる混成堤構造である。中央部が航路水深19m、開口幅200mの開口部で潜堤となっている。

釜石湾にはその北隣の両石湾と対になって周期16分程度に横振動の第1共振モードが存在する⁹⁾。釜石湾の湾口防波堤はこの振動モードを変えるので釜石湾内に対して効果があるほか、防波堤の外側に位置する両石湾に対しても、防波堤建設によって波高が増大しないという利点がある。一方防波堤建設によって釜石湾内には釜石と白浜を振動の節とするような周期10分の共振モードが新たに現れる。この周期の波に対しては防波堤の減衰効果は小さい。このように周期特性があるので防波堤だけで津波の陸内侵入を阻

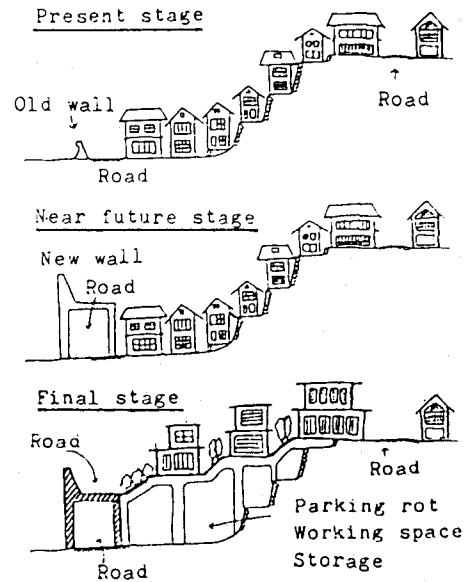


図 3. 漁村の現在と将来⁷⁾

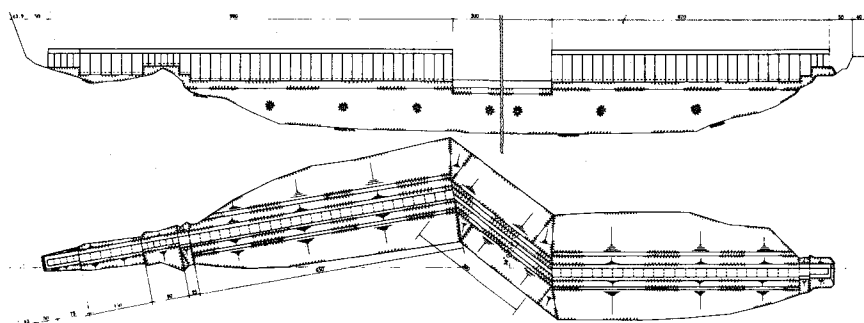
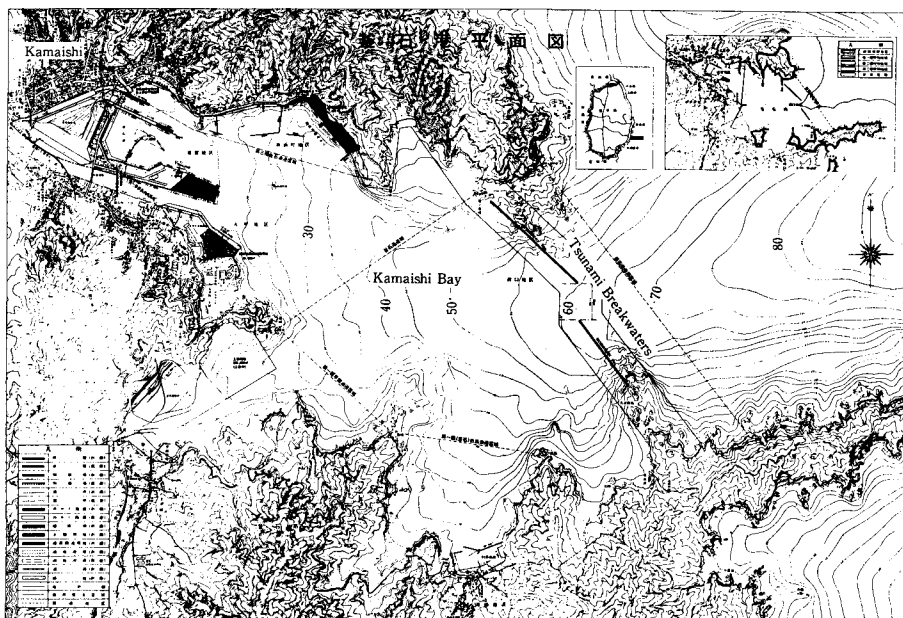


図4. 釜石湾口津波防波堤平面図、断面図⁸⁾

止することはできず、従来の防潮堤と一体になって初めて防災効果を発揮することになる。

津波防波堤についてはこのほか、高知県須崎港で調査計画が進められている。

日本海中部地震津波の場合に漁港の内側で津波の波高が外側より低いところが多くあったが、短周期の波に対して効果があったことが証明されている¹¹⁾

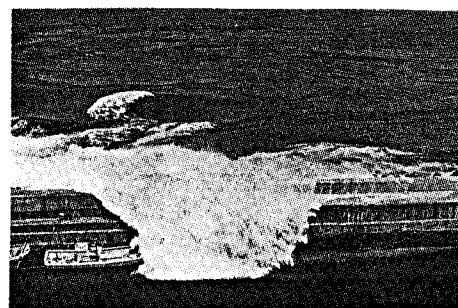


写真2. 防波堤を越流する日本海中部地震（畠漁港）

2.3 高地移転

これは、最も古い歴史を持つ津波防災対策である。文武天皇の時（西暦697年～707年）役小角が船越の浦に現れ、里人を集めて近くの丘を指さして、これ

よりも低い所に住まないように諫めたと云われている²⁾。これは、三陸地方で知られている最も古い大津波の貞観津波（西暦869年）よりさらに古い年代のことであり、この以前にも大津波があったことをうかがわせる言伝えである。それ以来1200年間村人はその教えをまもったとあり、明治29年や昭和8年の三陸津波でもわずかな被害にとどまっている。三陸沿岸の場合発生頻度が高く、言伝えが親から子へと減衰することなしに伝えられてきたものと考えられるが注目すべき期間の長さである。

吉浜村東郷や崎山村女遊戸では明治29年の津波のあと船越に習って高地移転している。このため昭和8年の津波では殆ど被害を受けなかった。この津波の後で高地移転したのが大田名部、両石、田の浜、小白浜、綾里などであるが、雄勝湾十五浜村では近くに適当な高所がなかったために当時の地盤を最大3m地上げして対処している。

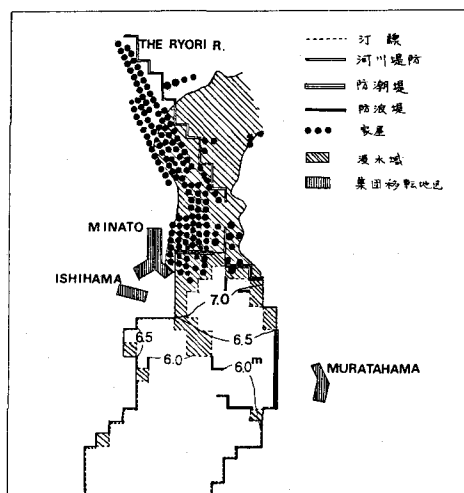
三陸地方の主な生活手段は漁業であり、高地に移転する事により海岸線よりはなれ不便になること、また先祖伝来の土地に対する執着が強いことなどから、せっかく土地が造成されても移転が行われなかったところもあった。また移転の行われたところでも、人口の増加で高地に収容しきれなくなっていること、また前に述べた防潮堤等が整備されてきたことにより津波に対する安心感がうまれてきていること等により再び海岸よりの低地に住み着くようになって来ている。

図-5は綾里湊における明治29年津波の数値実験の結果を示したものであり¹²⁾、昭和8年津波の痕跡高で決めた防潮堤に対して最大1.5mの越流があり、低地に建てられた家屋は殆ど浸水することを示している。

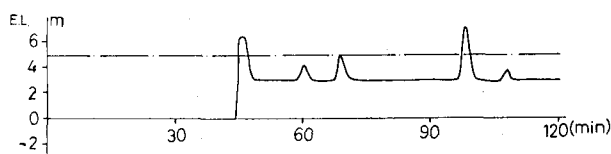
前にも述べたように防潮堤は最も広く用いられている防災施設であるが、順次大きな津波に対応して嵩上がおこなわれてきており、それを越える津波がきたばあい、防潮堤を越流した津波は背後の家屋に落下することになる。

2.4 原子力発電所

原子力発電所の自然災害に対する設計思想は他の施設とは異なっており、いったん被災した場合の放射線汚染の影響の大きさから、最も安全性を要求するものとなっている。発電用軽水型原子炉施設に対する安全設計審査指針¹³⁾では、指針2に自然現象に対する設計上の考慮として次のような規定が設けられてい



現況地形における浸水予測



現況地形における水位変化

図5 綾里湊における明治29年津波の数値実験
(一点鎖線は防潮堤天端高)

る。「安全上重要な構造物、系統及び機器は、地震以外の自然現象に対して、寿命期間を通じてそれらの安全機能を失うことなく、自然現象の影響に耐えるように、敷地及び周辺地域において過去の記録、現地調査等を参照して予想される自然現象のうち最も過酷と考えられる自然力及びこれに事故荷重を適切に加えた力を考慮した設計であること。」ここで予想される自然現象として津波が含まれる。

このため、津波常襲地帯では有史以来の最大規模の津波を捜しその諸元を求める事が地震とならんで重要な調査項目となっている。また、他の防災施設では主に津波の最大水位に対する検討が重要であるが、原子力発電所の場合には、これに加えて、海水取水の問題があり、津波の最低水位を検討する必要がある。

3. 津波防災体制

津波が来襲した時に人が安全に避難できることが、最も重要であり、そのためには津波の予報が早く出されて、それが迅速に末端全部に伝達され、秩序だった避難開始される必要がある。このとき前述の津波防災施設は設計された津波以下の津波であれば陸上への越流を防いでくれるが、予報が出された段階ではどのような大きさになるかわからないので、すみやかに避難を開始することが必要である。防災施設の設計以上の津波がきたばあいでもこれらの施設は津波の陸上への遡上を遅らせ勢いを減ずる効果が期待される。

3.1 津波予報、情報伝達

津波予報は近地津波の場合気象庁の6津波予報中枢（札幌、仙台、大阪、福岡、沖縄の各管区気象台および気象庁本庁）により各担当地区（図－6）毎に行われる。¹⁴⁾ある基準以上の地震が発生した場合にこれらの中枢では、各地の気象台からテレメータで送られてくる地震波形の記録をXYリーダーで読み取り計

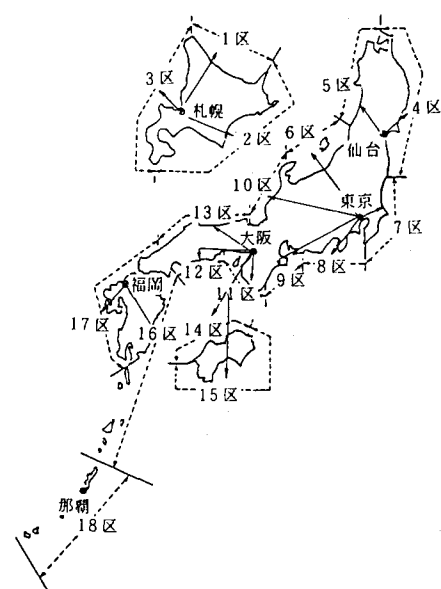


図 6. 津波予報区¹⁴⁾

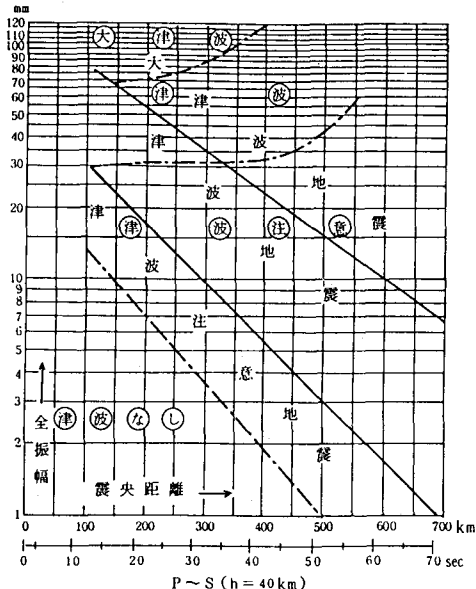


図 7. 津波予報図¹⁴⁾

算機に入力して、電源及び地震のマグニチュードを決定している。震源の深さが60 kmより浅くて、海域に発生した $M > 6$ の地震は津波発生の可能性が高く、統計的に決められた地震の全振幅と震央距離から津波の大きさを区分する津波予報図(図-7)を使って各気象台のデータをプロットし津波予報(ツナミナシ、ツナミチュウイ、ツナミ、オオツナミの区分)を決める。これらの予報は気象庁の通信システムAD E S Sを使って各地方気象台へ、また同時送話装置などを使って伝達中枢機関(NHK、NTT、警察、海上保安庁、国鉄など)に発表される。これらは地震発生後20分以内に行うこととされており、昭和58年の日本海中部地震津波では各津波予報中枢から13分~14分で津波予報が出されている¹⁵⁾。しかしこの津波は波源域が陸岸に近く松前港や深浦港などでは10分程度で津波の第1波が到達しており、津波予報はこれらの地域ではまにあわなかった。

このため津波予報作業の時間短縮が早急に求められており、地震波形の自動読み取り、震源計算の自動化が必要となっている¹⁴⁾。

津波予報中枢を出た情報は図-8に示すように複数の経路を通して末端に流れて行くが、特に県と市町村の連絡には行政防災無線が設置されており、地域によってはこの末端が消防、漁協、漁業無線局、派出所に設置されており、避難場所の屋外の拡声器につながっているとある¹⁶⁾。また、農協に設置され有接放送で各戸に連絡できるようになっている所や、直線各戸に末端が設置されている所もある。近地津波の場合地震を伴うので現地では電話が集中し公衆回線が不通になることがあり、この無線を使った情報網は今後大いに広げられ活用されるべきである。日本海中部地震の場合これを使った情報の伝達が遅れたり、途中で切れたりして後で問題になったが、地方気象台から出された情報が自動的に末端まで流れるようなシステムにしておくことが望まれる。

日本海中部地震津波では釣り人や遠足の学童など、非居住者に多くの犠牲者が出た。このような海岸利用者に対する津波情報伝達のため、津波情報伝達装置が昭和59年度から建設省や市町村によって進められている¹⁷⁾。それでも全国の海岸線を覆うにはほど遠いので、最後には個々の人が津波情報を入手するよう努力する必要がある。海岸を利用する人は携帯ラジオを持参し、地震を感じたらまず海辺より離れラジオのスイッチを入れるようにすることが大切である。日本海中部地震津波は寛保17年(西暦1741年)以来の津波マグニチュード3の大津波であり、ほとんどの人が津波を予想していなかった。地震で裏山が崩れる様な地域ではこれが一番の災害であり、“地震があったら砂利浜に避難しろ”という教訓があったほどである。防災訓練や学校教育で津波に対する認識を深め、“地震があったら津波に備える”ということをも個々人の生活の智慧として根づかせ伝えていくことが大切である。

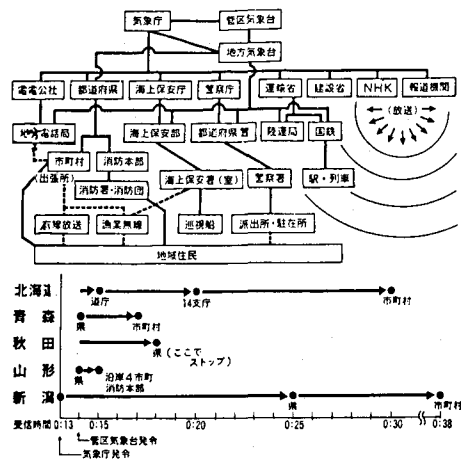


図 8. 津波予報の伝達経路¹⁶⁾

3-2. 避難

人の緊急避難が安全に行われるためには、避難路や避難場所などの環境が整えられていなければならない。避難路はどこからでもすぐ接近できて、すぐ高度がえられる様になっていること、地震が起きた場合に崖崩れやブロック塀の倒壊に対して、また火災の発生に対して安全であること、夜間の照明が停電に対しても配慮されていることなどが必要である。また避難場所には十分高い所に在ること、収容能力が十分であること、津波の情報が逐次入ってくるような設備が備えられていることなどの条件が必要である。駿河湾沿岸の市町村では海岸近くに適当な高台がない所も多く、その様な所では緊急時には指定されたビルが解放され、避難場所として使われることになっている。

次に大切なのは誘導と普段からの避難訓練である。三陸地方の津波常襲地帯では自主防災組織が作られていてこれを単位とした訓練が行われている。津波を経験した人の指示で避難して助かった例も多くある。近年三陸地方では昭和8年の津波から50年以上経ていることや、津波防災施設が整備されてきたことなどから、津波に関心の薄い人も増え、防災訓練に加わらない人や、津波予報が出ると海岸に出かけ防潮堤の外に出てしまう野次馬も多くなっている。

観光客や海水浴客など非居住民に対しては特に避難誘導が重要である。¹⁸⁾日本海中部地震津波の場合、男鹿水族館における適切な誘導により多くの人が救われたが、このような不特定の人が集まる場所を管理する人は緊急時の避難誘導を常に心がけておく必要がある。

万一避難が間に合わず津波に吞まれた場合には緊急な救助体制が必要である。日本海中部地震津波の場合に加茂青砂では、遠足に来ていた小学生全員が、また能代港では、埋め立て護岸の上にあった工事関係者の殆どが津波に吞まれ海に投げ出されている。前者では沖に出ていた漁船を中心に救助が行われ、ほぼ2/3が助けられている。¹⁹⁾後者の場合にも港内で被害を免れた船舶により多くの人が救われている。²⁰⁾この場合被害を免れた船舶が多数残っていたということが重要な点である。

次ぎに船舶の避難について考えてみる。船舶は強い地震があったら直ちに沖合いに避難するというのが原則となっている。この場合沖合いとは水深が50m～100mより深い所であるが、日本海中部地震津波の数値実験²¹⁾によると水深200mのところでの第一波の最大波高が約3.5mとなっており、水深100m、50m、20mでは浅水係数を掛けて波高が各々4.1m、4.9m、6.2mと推定できる。この時の最大流速は進行波を考えると各々0.6m/s、1.1m/s、2.4m/sとなっている。水深50mで2ノット程度であり、非碎波と考えられるのでここまで避難できれば安全であろう。

能代港では工事用の船舶に多くの被害があったがそれらの殆どは埋め立て護岸の近くで被災して

表 1. 工船用船舶被災状況

項 目	単 位	全船舶数	航行可能船舶数	被災船舶数	被災内訳				記号
					不明	水没	一部破損	座礁	
船 種									
ガ ッ ト 船	隻	6	5	1		1			a
コンクリートミキサー船	"	3	2	1			1		b
F.D (ケーソン製作)	"	3	3	0					
杭 打 船	"	2	1	1			1		c
起 重 機 船	"	12	6	6		1	4	1	d
灌 水 士 船	"	33	9	24	7	15	1	1	e
曳 船	"	15	12	3		2		1	f
揚 船	"	4	2	2			1	1	g
台 船	"	9	5	4			3	1	h
交 通 船	"	15	8	7	2	2	3		i
合 計	"	102	53	49	9	21	14	5	

(能代港建設安全協議会調べ)

いる。表－１は被災船舶の一覧である。²⁰⁾ 2隻の大型船が被災しているが護岸の沖側に係留してあったのが津波によって運ばれ護岸を乗り越え内側に落下して浸水している(図－9参照)。

防波堤や護岸などの付近にいる船舶は水位上昇による浮力の増加に抵抗できないので、水位がこれらの構造物の天端高を越え、越流が始まった場合には構造物に乗り上げてしまうことになる。特に大型船の場合にはこのとき構造物や家屋を破壊する危険が生じるので、沖に避難することが必要である。小型船舶の場合には沖への避難が間に合わない場合、船を陸に揚げるか、そのまま捨てて避難するかということになるがその津波がいつ来襲するかによるので判断は難しい。

釜石湾口防波堤が出来るとこの内部は、湾口部と湾奥を除いて静穏になるのでそこに避難できる。特に開口部は明治29年や昭和8年の三陸津波規模の津波が来た場合最大流速8 m/sを越えることが予想されここを通過しての避難は余程時間的な余裕があることが分かっている時以外は避けなければならない。

津波の特徴は近地津波であれば、対象地点を決めたときはほぼ同じ挙動を示すので、場所毎に標準的な津波の伝搬時間や、最大波高などを把握しそれにあった避難方法を検討しておく必要がある。

これらの特性を地震発生後にその地震の断層パラメータを求め、そのパラメータを使って津波の数値計算によって求めようという、津波数値予報の試みが行われている。津波の数値計算は計算機の性能向上に^{23),24)} 合わせて早くなっており、波源域の断層パラメータを決める段階が現在のところ律速段階となっている。

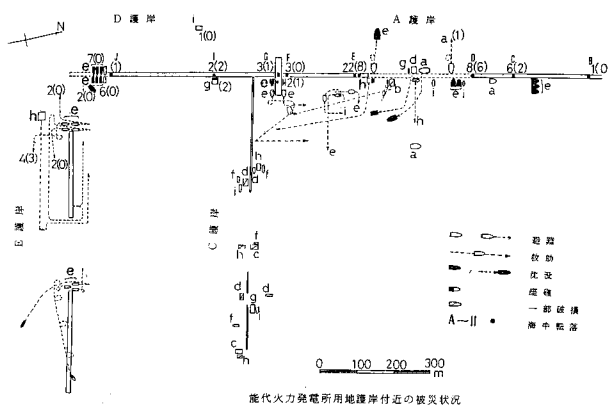


図9. 能代火力発電所用地護岸付近の被災状況
英字は表1に示す船種を表わす。
数字は海中転落した人の数、括弧内は死亡者の数

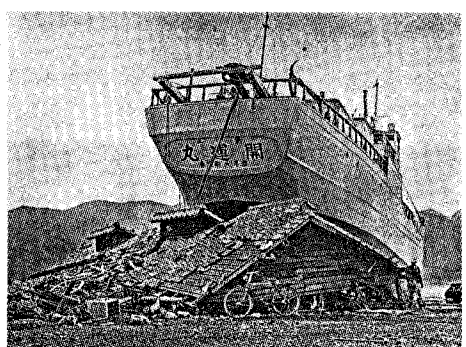


写真3. チリ地震津波による漁船、家屋の被害(大船渡)³⁾



写真4. チリ地震津波、流木による家屋の被害(志津川)³⁾

4. おわりに

津波災害は非常に古くから歴史に残っている災害で、その対策の歴史も古い。明治29年三陸津波のあと震災予防評議会より、次のような防災対策が提案されたが、基本的な構想は今日も変わっていない。

(1)高地移転、(2)防浪堤、(3)防潮林、(4)防浪地区、(5)緩衝地区、(6)避難道路、(7)津波警報

現在、過去の津波の形やその波力などがかなり分かってきており、これに対する防災施設の設計ができるようになりつつあるということが大きな相違点と言えよう。

従来津波防災対策は、人命を守ることが大前提であったが、防災施設の整備が進み防災水準が上がるにしたがって、中小の津波に対しては資産をも守れるようになってきており、このような整備は今後も続けられて行くものと思われる。三陸地方は津波の常襲地帯で数十年に一度の割合で中小の津波が襲いこのため住民の津波防災意識が高かったわけであるが、これらの津波に対して防災施設だけで守られるようになったとき、この背後に控えている数百年に一度というような津波に対して心の備えを持ちつづけることができるだろうか。

参 考 文 献

- 1) 岩手県土木課(1936): 震浪災害土木史, 189 p. .
- 2) 宮城県(1935): 宮城県昭和震嚙誌, 460 p. .
- 3) 岩手県(1969): チリ地震津波災害復興誌, 261 p. .
- 4) チリ地震津波気仙地区調査委員会(1960): 三陸津波誌, 416 p. .
- 5) チリ津波合同調査班(1961): 1976年5月24日 チリ地震津波に関する論文及び報告, 397 p. .
- 6) 外川 隆(1983): 岩手県における海岸高潮対策事業—津波を防ぐ譜代水門—, 海岸23号, pp. 74~91.
- 7) Fukuchi, T. and K. Mitsuhashi (1983): Tsunami Countermeasures in Fishing Villeges along the Sanriku Coast, Japan, Proc. Int. Tsunami Symp. 1981, pp. 389-396.
- 8) N. Shuto (1981): An Introduction to Tsunamis and Defence Works in the Sanriku Coastal Area, Booklet issued for International Tsunami Symposium 1981, 47p. .
- 9) 岩崎敏夫(1977): 三陸大津波来襲時の被害予測(津波防波堤破壊時を含む), 文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果, No. A-52-2, 171p. .
- 10) (財)漁港漁村建設技術研究所(1984): 日本海中部地震(津波)調査報告書, 719p. .
- 11) 谷本勝利(1983): 1983年日本海中部地震津波の実態と二、三の考察, 港湾技研資料, No. 470, pp. 1~230.

- 12) 岩崎敏夫・真野 明(1981): 綾里湊における津波の数値計算, 東北地域災害科学研究報告第17巻, pp. 72~75.
- 13) 科学技術庁原子力安全調査室(1981): 原子力安全委員会安全審査指針集, 大成出版社.
- 14) 小宮 学(1984): 津波予報, みなとの防災, 第83号, pp. 13~27.
- 15) 気象庁(1984): 昭和58年(1983年)日本海中部地震調査報告-災害時自然現象報告書-, 気象庁技術報告, 第106号, pp. 102~118.
- 16) 秋田県土木課(1984): 昭和58年日本海中部地震-土木施設等災害記録-, 329p..
- 17) 高橋利雄(1984): 海岸環境整備事業の補助対象施設の拡充について-安全情報伝達施設の整備-, 海岸, 24号, pp. 54~57.
- 18) 三隅二不二(1984): 被災状況における避難行動の予測と制御に関する研究, 文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果, No. A-58-6, p. 175.
- 19) 岩崎敏夫・中村武弘・伊藤 颯(1984): 日本海中部地震における津波災害の特性, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告第1号, pp. 1~11.
- 20) 真野 明(1985): 日本海中部地震津波による能代港の人と船舶の被害状況, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告第2号, pp. 54~60.
- 21) 相田 勇(1984): 1983年日本海中部地震津波の波源数値モデル, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告第1号, pp. 78~87.
- 22) 鶴田三郎(1985): 大型船の津波対策, 日本航海学会誌, 航海, 第83号, pp. 72~76.
- 23) 今村文彦・後藤智明・首藤伸夫(1986): 津波数値予報の可能性に関する研究-津波数値シミュレーションの精度, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告第3号, pp. 23~88.
- 24) 泉谷恭男, 平沢朋郎(1986): 断層パラメータの即時的推定法, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告第3号, pp. 1~22.
- 25) 首藤伸夫(1984): 津波対策のあり方, 1984年度(第20回)水工学に関する夏期研修会講義集, Bコース, pp. b-7-1~b-7-17.
- 26) 岩崎敏夫・真野 明(1979): オイラー座標による二次元津波遡上の数値計算, 第26回海岸工学講演会講演論文集, pp. 70~74.
- 27) 堀川清司(1983): 陸上に氾濫した津波の挙動と津波の流動による被災のメカニズムに関する研究, 文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果, No. A-58-2, 133p..
- 28) 科学技術庁研究調政局(1980): 東海地域における地震予知に関する情報システムについての調査研究報告書, 288p..
- 29) 首藤伸夫(1984): 秋田県北部海岸における日本海中部地震津波, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告第1号, pp. 12~26.
- 30) 那須信治ほか(1934): 昭和8年3月3日三陸地方津波に関する論文及報告, 東京帝国大学地震

研究所彙報別冊，第1号，250p.