

日本海中部地震における津波災害の特性

岩崎敏^{***}・中村武弘^{**}・伊藤 暁^{*}

1 はじめに

まづ表-1に日本海中部地震諸元を示す。

表-1.

震源	気象庁 (当初発表)	40° 21' N 139° 05' E 深さ 14 km
	(当日夕刻訂正)	40° 24' N 138° 54' E 深さ 5 km
	東北大学理学部	40° 41' N 139° 08' E 深さ 15 km
秋田地方気象台強震計記録到着時刻		P波 12時00分 17.8 秒
		S波 12時00分 36.5 秒
地震マグニチュード		7.7
発震機構 (暫定解)	断層面傾斜方向 傾斜角 低角逆断層 断層区域	N 110° ~ 120° E 20° ~ 30° ほぼ南北に 120 ~ 130 km 東西に 40 km 程度

(東北大・平沢朋郎教授による)

図-1に東北大学理学部地震予知観測センター・弘前大学にて観測の余震々央分布を示す¹⁾。図-1(a)は5月26日~31日, (b)は5月26日~7月31日である。これにはさらに等深線がえがかれており, 余震域は2000 mより3000 mの部分に逆くの字型に分布している。従って, 断層線はほぼ3,000 m等深線に沿いその東側で隆起した低角逆断層ではないかといわれている。これにさらに各地の津波到達時刻より求めた逆伝播図を重ねると, 200 m等深線では沈下し, 余震域で隆起している。

このような地表運動の結果津波が発生した

のであるが, 今回は史上始めて, 各地でビデオ記録がとられたことは画期的なことであった。総合的に云えることは男鹿半島より能代, 峰浜, ハツ森に至る海岸ではソリトン分散波群を先導波とする第1波が襲来しており, その南側の船川, 秋田海岸および, 津軽半島西岸, 北海道渡島半島西岸においては, そのような現象は生じなかったということである。

東北大学津波防災実験所では調査班を組織し, 昭和58年5月28日より6月3日迄第1回, 6月9日より11日まで第2回, 6月22日より25日迄第3回, 7月3日より7日迄第4回と被害の実態や痕跡, ビデオや写真の資料蒐集をおこなったが, その後数次にわたって調査をおこなった結果, 今次津波と, 災害の特性を明らかにすることができた。本論文はその特異性を考察して, 津波防災の方策に資せん

*** 東北大学教授, 工学部

** 長崎大学助手, 工学部

* 秋田高専助教授

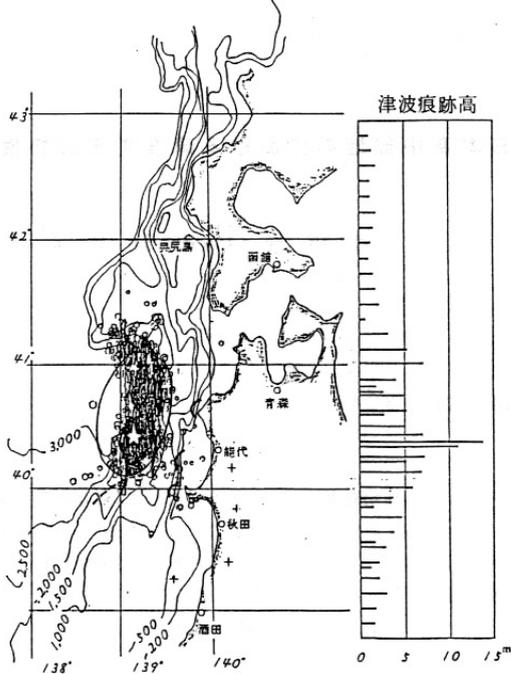


図-1(a) 津波々源域 ○: 全震々央分布

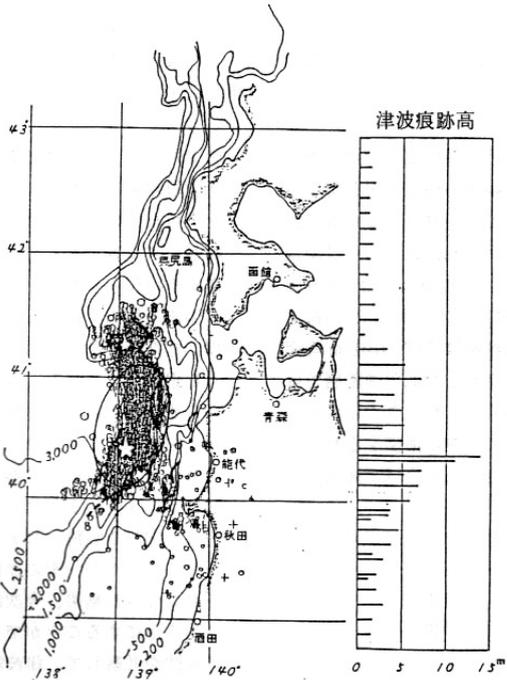


図-1(b) 津波々源域 ○: 全震々央分布

とするものである。

2. 波源域の大きさと地盤変位

波源域の推定式として Wilson, 飯田, 岩崎らの提案をまとめたつぎの関係がある¹⁾

$$m = 2.61 M - 18.44 \quad (1)$$

$$M = 6.27 + 0.76 \log_{10} \ell \quad (2)$$

$$\epsilon = \tanh \left[1.5 \tanh \left\{ \left(\frac{\pi}{2012} \right)^{1/2} \cdot \ell^{2/3} \right\} \right] \quad (3)$$

$$2a = \ell / \epsilon, \quad 2b = \ell \cdot (1 - \epsilon^2)^{1/2} / \epsilon \quad (4)$$

$$S = \pi a b \quad (5)$$

$$\log_{10} E_t = 0.6m + 11.4 - \log_{10} 98 \quad (6)$$

ここに m , M は津波と地震のマグニチュード, ϵ , ℓ , a , b , S は波源楕円の離心率, 焦点間距離 (km), 長径 (km), 短径 (km), 面積 (cm²). E_t は津波のエネルギーで ton-m である。

今次の地震マグニチュード $M = 7.7$ を用い, (1)~(6)によって波源域諸元を求めるとつぎのようになる。

$$m = 1.657, \quad \ell = 76.13 \text{ km}, \quad \epsilon = 0.7243,$$

$$a = 52.55 \text{ km}, \quad b = 36.24 \text{ km}, \quad S = 5983 \text{ km}^2,$$

$$E_t = 2.529 \times 10^{11} \text{ ton-m}$$

平均上昇高 ζ_0 (m) は

$$\zeta_0 = \sqrt{\frac{2 E_t}{w_0 S}} = \sqrt{\frac{2 \times 2.529 \times 10^{11}}{1.02 \times 5.983 \times 10^6}} = 9.104 \quad (7)$$

図-1中にここにえられた波源域の範囲を実線で示したが, これと余震域とを比較すると, 今回は南北に伸びた形状であることが目立っており, この点でも三陸沖と異なった特性をもっている。

3. 能代海岸におけるソリトン分散波

前述したように男鹿半島より北, 能代, 峰浜, ハツ森附近までの海岸にはソリトン分散波が来襲した。これは今回はじめて記録された為に判明した極めて特徴のある特性である。

しかし, 理論的には孤立波が急な崖を駆け上って大陸棚上をある程度走ると, ソリトン分散が生じることはかねてより指摘されている²⁾

いま孤立波の波長 L_1 を b に等しくとり, 上の計算より, $L_1 = 36 \text{ km}$ と仮定する。Mason, Keulegan の実験では次式が提案されている。

$$(a_1 L_1)^{1/2} > 2 d_2 \quad (8)$$

ここに d_2 は大陸棚上の水深で, ここでは 100 m とする。(8)より

$$a_1 > (2 d_2)^2 / L_1 = (2 \times 100)^2 / 36000 = 1.1 \text{ m}$$

すなわち海洋中での振巾 1.1 m 以上ではソリトン波に分解する。さきに式(7)で $\zeta_0 = 9.1 \text{ m}$ となったが, 余震域を勘案して, 長軸長が2倍とすれば, $S = 11966 \text{ km}^2$ となり, (7)より

$$\zeta_0 = 6.437 \text{ m}$$

いづれにしても海洋中での振巾は過大でソリトン分散をしたことが裏づけられる。

4. 津波災害の特性

- 加茂青砂における学童の遭難
- 十三湖における釣人の遭難
- 男鹿水族館における津波の来襲と遭難
- 峰浜村六脚ブロックの散乱
- 能代港ケーソン流失と災害

- 加茂青砂における学童の遭難

図-2は合川南小の学童13人が遭難した加茂青砂海岸の見取図で写真-1にその情景を示す。道路Aは海岸より約10mの高さで, 写真-1はその位置よりとられたものである。地震時一行はマイクロバスに乗ってBの坂道を下りつつあった。バス内にあった為に地震動をさほど感じなかったこと, 津波の経験がなかったことの為にCの岩場で弁当を使い出した。実は一行の予定は後述の男鹿水族館にて昼食をとる予定であったのが, 附添の父兄が加茂青砂が美しい, というので予定を変更し, わざわざ, まるで運命の手に導かれるようにこの海岸へ来たのであった。後から考



図-2. 加茂青砂学童遭難現場見取図
(昭和58年5月30日朝日新聞より)

えると、マイクロバスの運転を父兄が引受けていた為に、容易に予定変更ができたことも、運命のシワザであったように感じられる。

ところで一行は児童45人、先生2人、運転を引き受けた父兄2人の計49人であった。地元の大友真悦氏(47)の談によれば、地震があって15分位で、まづ30cm位引いた後に、いきなりウワッと足元から水が上ってきて、浜で子供が全部一度に浮いたと思ったら、今度はサーッと一気に沖へ持ってかれたという。さらに佐々木喜一郎氏(65)によれば、「水面がふくらんで7mぐらいの高さになった。防波堤の高さは4mだけれど、波は防波堤を越して、ドドッと寄せてきた。湾の中はゴーゴーと渦を巻いた」そしてほとんどが沖に見える小島の附近で浮いており、ここで49人中36人が救助されている。(写真-2)

以上の事実によって、今回の遭難に関しつぎの諸点が指摘できる。

(1) 加茂青砂における津波は、ソリトン波のように前面がきり立ったものでなく、小さなひき波の後に急速に水面が上昇したものである。

(2) この為退避が間に合わず、津波で浮上

すると同時にひき波で沖へさらわれた。

(3) 小漁港D内ではひき波の際に渦を巻いた。

(4) 沖合300m附近まで流されたけれども、その附近では流速が緩慢で漂流できている。そしてここで約3/4の人数が救助された、という事実から、もし、学童らが救命具をつけていたならば、ほとんど全員が助かったのでないかと考えられる。

従来、津波にさらわれたらもはや命がないという考えが強かったと思われるが、津波にさらわれても、流速の早い区域は汀線附近に限られており、無限に海中へ漂い出すということはないので、流速の遅い沖合にまで流された後に助かる可能性は極めて高いと考えられるのである。

b) 十三湖における釣人の遭難

写真-3~8は、青森県市浦村役場奈良典昭氏撮影の津波襲来時の状況である。氏は津波警報をうけた後、見廻りに出かけて、0:35頃、十三湖内で写真-3~4の津波を発見している。0:45頃、岩木川河口に襲来する津波を、十三橋上より発見し、一連の津波を撮影した。この間、写真説明の通り、6人が波にのまれ、内3人が水死した。われわれは写真-5~6をもとに、写真-5に写っている後尾の人物が写真-6の位置で波に呑まれる瞬間迄に走った距離を測定し、88mを得た。さらに写真-7の津波のフロントが右側から走っていることに着目し、写真-5でのフロントの位置を推定して、このフロントの走った距離を測定し、99mを得た。人物が漁具などを両手にブラ下げている状況より判断して、逃げる速度を推定したところ、この間37秒を要しており、人間は2.38m/sec、波のフロントは2.67m/secという意外な低速となる。フロントにおいて、フルード数が2という条件を仮定すれば、水脈の厚さは18cmということとなる。従って、最初の水脈は薄いけれども、写真で見える通り、じきに

その厚さが増して腰から下を没し去り、流されてしまっている。

後に判明したところでは、流された人のうち救助された人は、十三橋を越して、十三湖内の流速の減少した水域でただよっていて助かっており、もし十三湖の水域がない通常の河川であったならば、引き潮で海へひき込まれたものと考えられる。

この一連の事象よりつぎのことが指摘できる。

(1) 写真-5に見える河口附近の展望台は屋根に通じるハシゴが備えてあった。もし、釣り人が高所に避難していたら、全員助かっていたはずで、津波の際、高いところに上ることが大切であることが、ここで示されている。

(2) 津波のフロントが水脈が浅くて、釣り人は案外危険が迫っていると感じなかった様子である。写真-5の最後の人はバイクを押しており、写真-6の人は津波に吞まれる瞬間もなお、クーラーを放していない。もし全速力で走っていれば、完全に逃げおおせたかも知れない。

(3) 津波は河口から追いかけて来たのではなく、右手の砂丘を越して横から捕えている。高いところを乗り越えて来た津波の方が早く走っていることに注意を払わねばならない。

c) 男鹿水族館における津波の来襲と避難
写真-9~14は、鈴木建設勤務の佐藤繁信氏撮影の連続写真である。当時男鹿水族館勤務の細井歳春氏はかつて新潟地震に際会して津波を経験していたので、沖の方を注視して警戒中、津波に気づき、直ちに館内放送で約100名の入場者を退避させた。ついで、館外に出て写真-9の撮影位置よりハンドマイクにて退避方呼びかけた。これが地震後13分前後のようであり、写真-9はその直後の模様である。写真-9~13を見ると、ここでも津波は急激な水位上昇を行っており、ソリトン分裂のような現象は見られ

ない。さらに筆者らの測定によると、写真-10の向い側斜路を大人が駆け登るのに30秒前後を要しているから、写真-10と写真-11の時間々隔は15~20秒位かと考えられる。もし、各フィルムの撮影間隔がほぼ30秒であったとすると、津波による水位上昇がいかにも迅速であったかがわかるし、さらに写真-12と写真-13より見て、津波の最大遡上の瞬間にはすでに引き潮が始まっていて、いったん浮遊した場合には、直ちにさらわれてしまう。

しかし、細井氏の避難誘導が効を奏し、ここではスイス人女性マグダレナさん以外の、駐車場附近にいた約100名の観光客が助かっている。

この事例よりさらにつぎのことが教訓として浮び上がってくる。

(1) 高台で見張っていて、避難誘導を行なうことは極めて有効である。この際、ハンドマイク(充電を怠らない。)は強力な武器である。従来、警報サイレンなどの大規模な警報施設が要望されていたが、ハンドマイクのような手軽な警報装置を多数設置することの方が有効である。

(2) 前述、加茂青砂の事例と比較した場合、海辺に住む人々の、観光客など、土地の事情に通じない人々に対する配慮の有無が、明暗を分けたと考えられる。それでもなお、スイス人を救えなかった、ということは、大きな教訓として残された問題である。

d) 峰浜村六脚ブロックの散乱

写真-15に見られるのは峰浜村における三連ブロックの津波による散乱である。同ブロックは砂浜の洗掘防止のために秋田県河川課で設けられた4トン型で図-3のような断面であり、図-4の平面図に示すように延長960mにわたって完成していた。表-2に被災諸元を示す。図-4にまた、散乱範囲概要

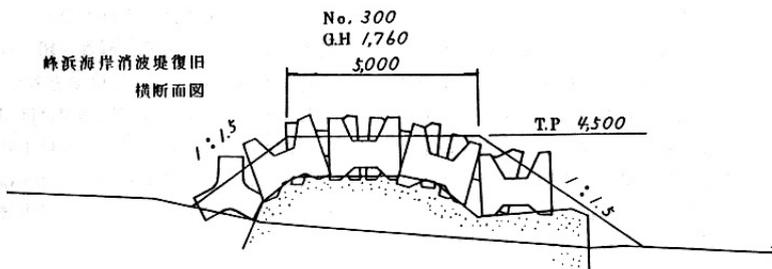


図-3. 峰浜海岸ブロック堤断面図

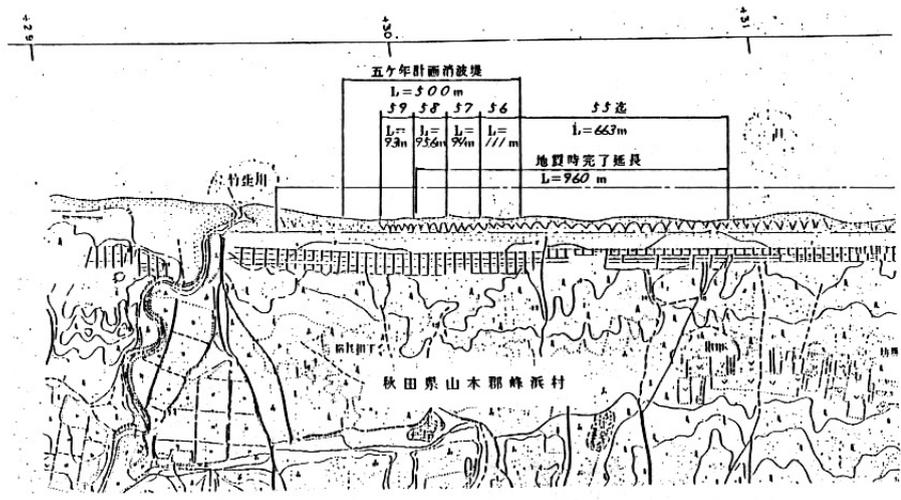


図-4. 峰浜海岸ブロック堤配置図

表-2. 峰浜海岸

〈平均海底勾配 = 1 : 166 〉

被災部分	No. 1	No. 2	No. 3
被災前構造物延長 (m)	960		
被災後要復旧延長距離及び率 (m) (%)	203 m 21%	336 m 35%	232 m 24%
散乱ブロック重量数	4 t 121コ	4 t 35コ	4 t 77コ
最大散乱距離 (m)	消波堤より 135 m	” 100 m	” 70 m
散乱面積概略及び散乱密度	0.007 $\frac{17,700 \text{ m}^2}{(\text{個}/\text{m}^2)}$	0.006 $\frac{5,800 \text{ m}^2}{(\text{個}/\text{m}^2)}$	0.018 $\frac{4,400 \text{ m}^2}{(\text{個}/\text{m}^2)}$
破損ブロック重量及び個数	4 t 26個	4 t 8個	4 t 2個
背後地最大遡上高及び汀線よりの遡上距離 (T. P.上)	約 13 m 汀線より約 320 m		

注) ただし、面積は散乱ブロックの飛散位置を包括する面積での概略面積である。

を示す。すなわち 70 ~ 135 m にわたって散乱した。

津波がこのような被害をもたらしたことに對し、岩崎ほかは水理模型実験によってその原因を検討した⁴⁾この結果によって、峰浜村ブロックの被災状況を推察すると、この海浜には、3列ソリトンが来襲したのではないかと考えられる。すなわち第1列ソリトンの碎波は遙か沖合であり、その碎波の残した水塊による水位上昇の為に第2列ソリトンの碎波点は岸に近づき、さらに第2列碎波の残した水塊による水位上昇の為に、第3列ソリトンは丁度汀線直前で碎波した。このような状況では碎波前後の流速は著増し、汀線附近に設置のブロックが飛散したものと考えられる。

実験によると汀線波高と遡上高さとは線型の関係にあるから、峰浜村で観測された最大遡上高さ $R = 15 \text{ m}$ とすれば、汀線での最大波高は $H_s, \max = 0.5 R = 7.5 \text{ m}$ となる。

ハツ森海岸で巨大なソリトンのフロントがビデオで撮影された。(撮影者・平河真, 信太弘毅両氏)しかし、そのわりには汀線直後の家屋や工用機材は被害を受けていない。両氏に直接会って聞いたところによると、このフロントは第2波であったということであり、

碎波は、撮影直後に生じたことが推定できる。その位置は、汀線沖合 500 m 程度と考えられるので、第2波ソリトンは碎波後急激に波高を減少して行ったものであろう。また、この海岸でのソリトンは第3波以降は非常に小さいものであったに違いない。

このことからソリトン分裂波群の作用は、1波1波に着目するのではなく、ソリトンに分裂する以前の孤立性段波全体に着目することが必要であると考えられる。

e) 能代港ケーソン流失と災害

能代港では当時東北電力能代石炭火力発電所の用地造成、北防波堤築造工事が行なわれていた。写真-16に能代港全体図を示す。火力用地護岸工は図-5に示すような 870 m × 1,900 m の長方形区割の締切りで施工途上であった。A護岸、D護岸におけるケーソン被災状況は五洋工区 22 函中 8 函 (水没 6 函, 傾斜 1 函, 移動 1 函)、西松工区 26 函中 11 函被災 (水没 6 函, 傾斜 1 函, 移動 4 函)、東亜工区 20 函中 19 函被災 (傾斜 5 函, 移動 14 函) であり図-5中に示した。

当時の作業人員 306 名中 34 名 (船上 9 名, 護岸上 25 名) の死者を出し、稼働船 67 隻中

40隻、陸上機械6台中6台全部が被災した。

まづ人員の遭難の特徴を見ると、船上では被災人数226名中9名4.0%で、船舶被害率 $(40 \div 60) \times 100 = 66.7\%$ に比して著るしく低い。操船については船長の半分以下の波高であれば舳を波の来る方向に向けて乗り切ることができる。しかし、これ以上の波高では、船は波の来襲によって宙返りをするという話を聞くことができた。また遭難者の大半が潜水中であったということで、こ

の場合の避難の困難さを物語っている。これは将来充分検討すべき課題である。なお、死者を出した船の諸元を表-3に示す。

また表-4に船舶及び陸上機械被災内訳を示す。潜水士船のほかには起重機船、杭打船、台船、揚錨船など自走能力が無いか、小さいもの、通船など小型船舶に被災が集中しており、グラブ付自航運搬船は大部分津波を乗切っている。写真-17, 18, 19にその状況を示す。

表-3. 船上被災人員内訳(秋田県能代港建設事務所調)

船種	船名	船舶諸元	作業人員	死者数
潜水士船	第十八東海丸	$L \times B \times D$ ヤンマー 11.46×2.8×1.0 80 PS	4	3
	富貴丸	9.10 35 PS	2	1
	第八貞幸丸	10.60 4 ESG	3	1
	第六海洋丸	10.25 50 PS	3	1
揚錨 グラブ付自航 運搬船(ガット船)	揚錨101号	18.23×7.0×2.08 58t	2	2
	瀬戸丸	(海洋丸 51.73×10.0×5.5×1350PS)	5	1
計			19	9

表-4. 船舶及び陸上機械被災内訳(秋田県能代港建設事務所調)

	作業船数 ・台数	被災船数 ・台数	被災内訳			
			水没	破損	座礁	行方不明
起重機船	9	6	1	3	2	-
潜水士船	34	21	13	1	1	6
杭打船	2	2	-	2	-	-
台船	4	4	-	3	1	-
揚錨船	2	2	-	1	1	-
通船	8	3	2	-	-	1
コンクリートミキサー船	2	1	-	1	-	-
ガット船	6	1	1	-	-	-
ユニック車	2	2	-	-	-	2
トラッククレーン車20t吊	1	1	-	-	-	1
ダンプトラック11t	1	1	1	-	-	-
トラック2t	1	1	-	-	-	1
クレーン車25t吊	1	1	-	-	-	1
計	67・6	40・6	18	11	5	12

ケーソン被災の状況は写真-20~23に示す。写真-20はA護岸中央のケーソン水没箇所、写真-21はD護岸のケーソン傾倒及び移動箇所である。また、写真-22, 23は水中写真である。

図-6は、ケーソン移動状況の一例である。

ケーソン被災状況は大別すると4種類にわけられる。

標準断面を5洋16号函で例示すると図-6のようで、図中太い実線のようにケーソンは巾11m、高さ8.5m、長さ20mであって、前面に30トンの6脚、三柱またはテトラブロックが積まれ、裏側には5~15cmの裏込栗石が1:1.2の法勾配で積まれることになっている。ケーソンの下面には200~500kg/個の基礎捨石、また消波ブロック下面には1個1tの石、根固としてフーチング前面に、2×0.8×4m、1コ15tonの方塊が据えられている。

ところで、若築建設工区および五洋建設工区中北より14号函まで、さらに西松建設工区中南より4~13号函では、昭和57年度施工で前面消波ブロック及び後面裏込栗石が完工し、かつケーソンには上蓋コンクリートが施こしてあり、何等損傷をうけなかった。しかるに東亜工区1~16号函と、西松工区1~3号函は、昭和57年度施工であるにもかかわらず、前面消波ブロックのみで裏込栗石を欠いており、この構造物では移動、傾斜を生じて、写真-22の状況を呈した。さらに五洋工区15号函より22号函までと、西松工区14号函より21号函までは昭和58年度施工で前面消波ブロックも裏込栗石も未施工であったが、この区間が写真-20に示すように水没した。ケーソンの最大移動量は66mに達し、完全に上下逆になった。ことに中央2函は当日午前中に詰土砂の均しをおわたったところで、写真-23に見るように、鉄筋が露出した上、船のように曲げられた。用地内海上台船上で作業中の大都工業、伊藤、森田、稲葉三氏の証言によると、ケーソン天端+4.0mに対

し第1波は越流深0.7mで、ケーソン上の人には落ちなかったが、第2波は、4.0mの越流でケーソン上的人是全部落ちたという。写真-24は北防波堤を越流する津波を示す。この天端高はT.P. 6.1mなので少なくとも、T.P. 6.2m程度の波が来ている。防波堤内側は、基礎天端-12.5mなので、明確にはいえないが、落差は10m程度ついていると考えられる。

このようにケーソンの構造の差違によって明瞭に被害に差が出たことは、あたかも実物実験を行なったようなものである。そこで、津波の流体力をこの構造設計の差違を利用して計算することが試みられている。⁵⁾

5. 結論

本研究の結果、つぎのようなことが判明した。

1) 日本海中部地震による津波は、能代沖陸棚斜面における低角逆断層による海底変位により発生した。

2) 能代沖の水深100m以浅の陸棚の存在によって、能代沖ではソリトン分散波群を生じ、それ以外では第1波は急激な水位上昇であった。

3) ソリトン分散波群を生じたところでは、砕波と、それに伴う流速増大が動力的効果を生じており、この作用が汀線附近で最大となった場所がある。

峰浜村の消波ブロックの飛散がその例である。能代沖火力基地造成工事でのブロックの移動は、4m以上の越波による。

4) 警報の早期伝達、周知努力の有無が被害に大きい差違をもたらした。

5) 海辺における救命具の装着は、津波対策上極めて重要である。たとえ、津波に吞まれても救かる可能性が著しく増加する。

6) 陸上を走る津波は、大人が物を携帯せずに逃げれば、逃げることのできる程度の早さである。しかし、いったん津波につかまる

と、津波は急激に水深を増すから、必らず流される。そして、直ちに引潮で海中へもって行かれる。従って、津波が来たら、持ち物を全部捨てて一生懸命走ること、もし何がしか高いところがあれば、そちらへ逃げるのが大切である。

今次津波の波源域は陸岸に極めて近く、それだけに予報はあてにできなかった。この点は三陸津波と極めて異なった特性であるが、これらの特性を具えた津波は、わが国で能代沖以外にも発生する箇所があるかもしれず、そのような地域の有無を今後検討しておくことが大切であろう。

おわりに本調査を進めるにあたり、秋田県、運輸省、建設省、被災地各地の市町村役場、東北電力能代火力建設所、報道機関の各位に多大の御協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

参 考 文 献

1) 文部省昭和58年度自然災害特別研究(突

発災害)「日本海中部地震調査報告」(代表者、秋田大学・乗富一雄教授) 2.1, 本震前後の地震活動, 高木章雄ほか

2) 岩崎敏夫「設計津波の波源域」土木学会第20回海岸工学講演会論文集(1973), pp. 163~166.

3) Street, R. L., Chan, R. K. C. and Fromm, J. E. "The Numerical Simulation of Long Water Waves: Progress on Two Fronts." Tsunamis in the Pacific Ocean, Ch. 30, W.M. Adams. ed. Hawaii, 1970, pp. 453~473.

4) 岩崎敏夫・真野 明・永富政司・苫米地鋭「日本海中部地震における津波の流体力について」東北大学津波防災研究所報告第一号

5) 島田真行・田中寛好「日本海中部地震による津波規模および被災状況の調査報告」1983-9, 電力中央研究所土木研究所環境部構造水理研究所(速報)



写真-1 加茂青砂海岸



写真-2 学童遭難現場



写真-3 十三湖に侵入する津波第1波

5月26日 PM 0:35頃

(奈良典照氏による)



写真-4 十三湖に侵入する津波第1波 5月26日 PM 0:37頃

(奈良典照氏による)



写真-5 岩木川河口に侵入する津波 —その1— 第2波

5月26日 PM 0:45頃

(奈良典照氏による)

9人の人影が確認できる。このうち、最前列の3人は逃げのびた。残り6人は波にのまれる。6人のうち、3人は十三湖内で漁船に救助される。3人は水死。



写真-6 岩木川河口に侵入する津波 - その2 -

(奈良典照氏による)

写真5の中間2人のうち、左側の人が波にのまれる瞬間。あと70~80mで助かったのだが、足をすくわれて転倒、波にのまれた。水死したものだと思われる。

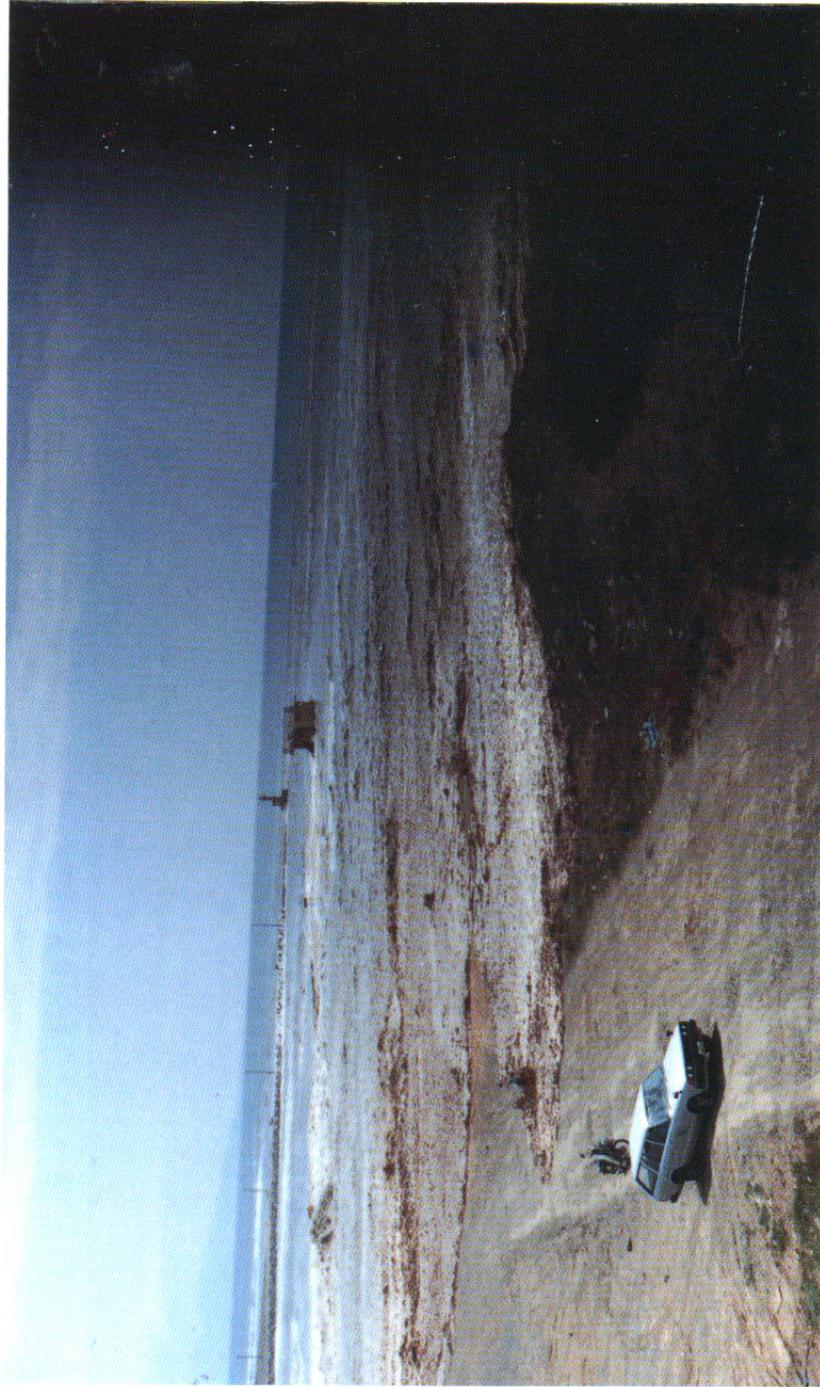


写真-7 岩木川河口に侵入する津波 - その3 -

人影はもう見えない。中央に写っているのは展望台。

(奈良典照氏による)



写真-8 岩木川河口北側海岸堤防に襲来する第3波。



写真-9

男鹿水族館下に襲来する津波。

(佐藤繁信氏による)

第1波押し波がくる。この時点で細井歳春氏がハンドマイクで避難を呼びかけた。

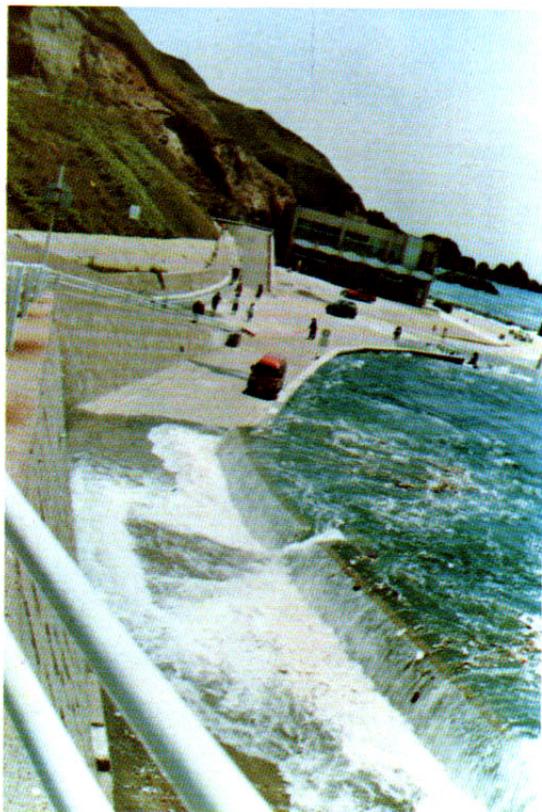


写真-10

男鹿水族館下に襲来する津波。

ハンドマイクによる警報が奏効し観光客は必死で逃げている。津波の来襲の仕方が早いことに注意。

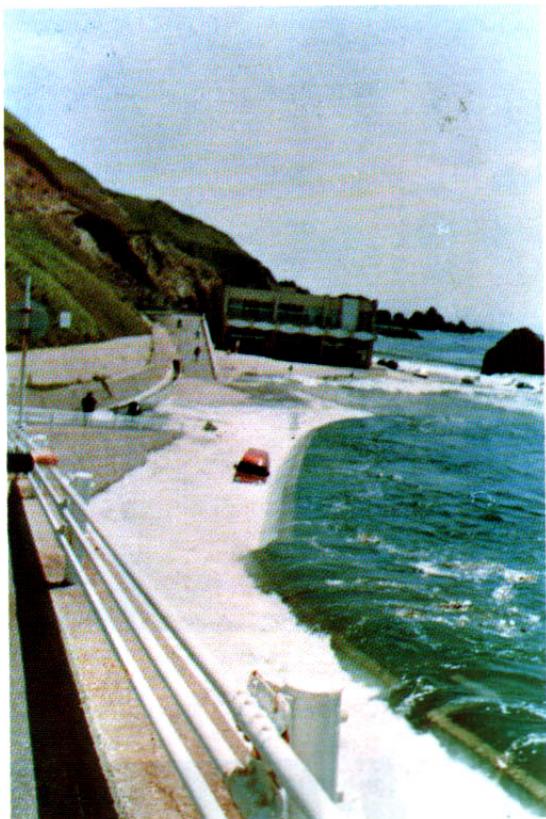


写真-11 男鹿水族館下に襲来する津波。

写真-10より20~30秒あと。

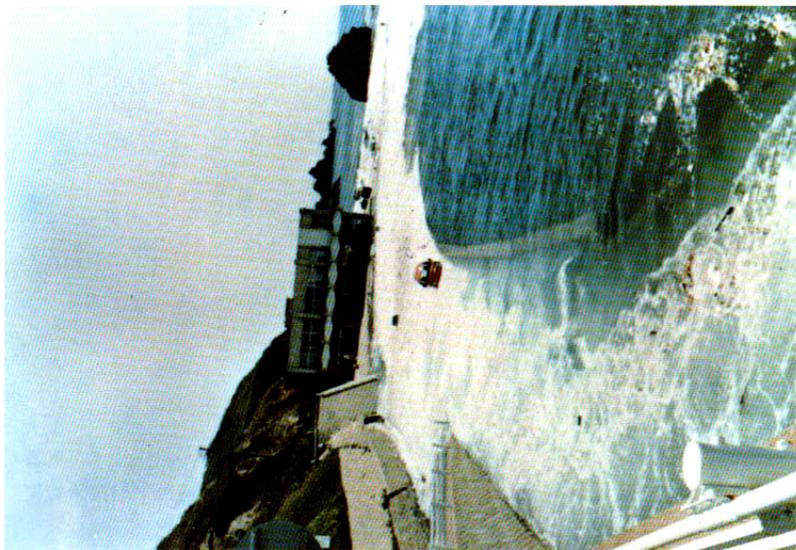


写真-12 男鹿水族館下に襲来する津波。

ほとんど最高水位に近くなっている。



写真-13 男鹿水族館下に襲来する津波。

津波は最高水位T.P. 3.33mに達したが、すでに海側は引き始めており、これにさらわれた人はひとたまりもないことがわかる。



写真-14 男鹿水族館下に襲来する津波。

ひき波の物凄い状況。

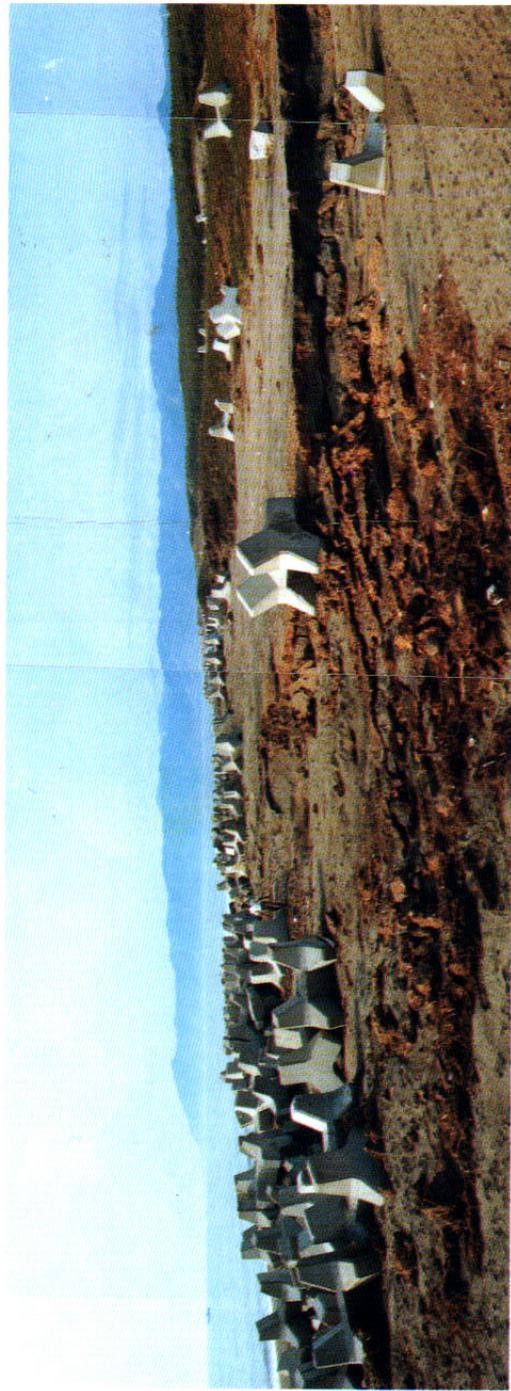


写真-15 釜浜海岸護岸三連ブロックの散乱。

(秋田県河川課提供)

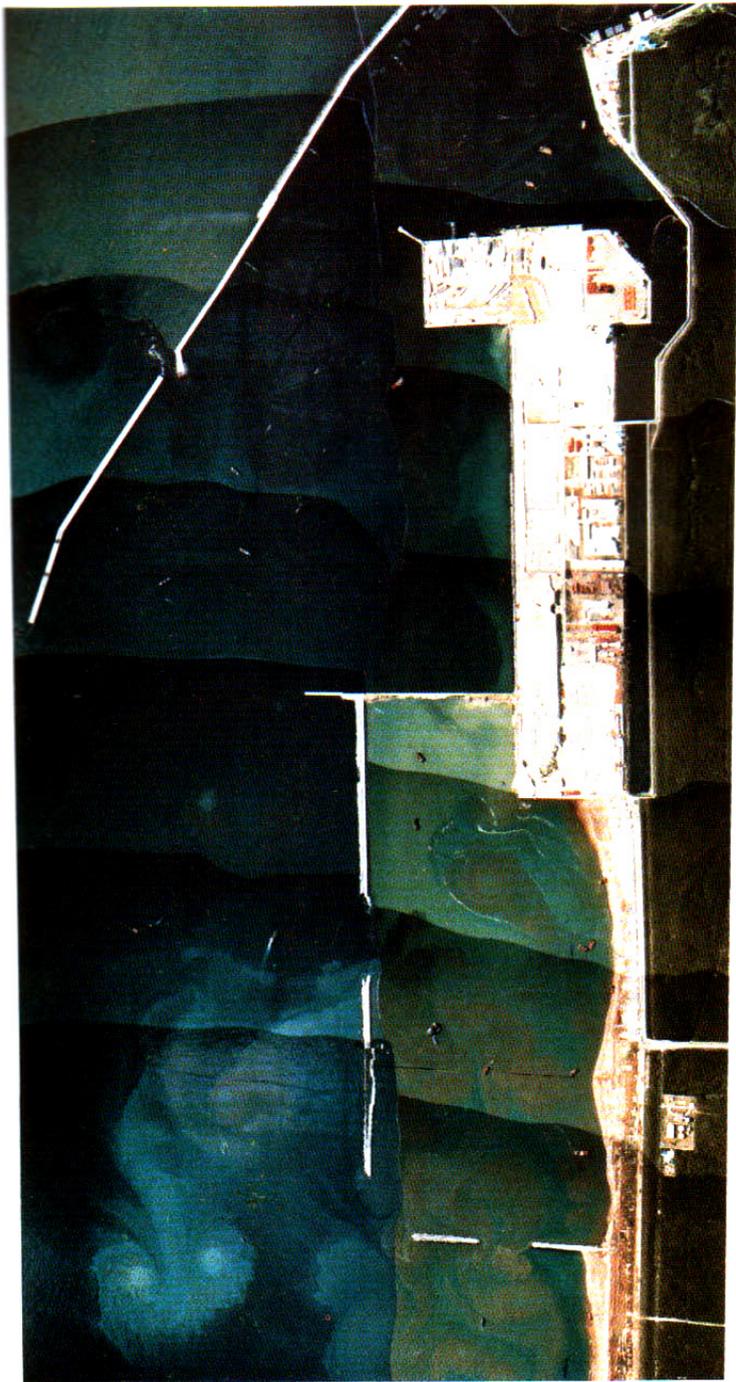


写真-16 能代港航空写真



写真-17 南防波堤に衝突する第2列波。ガット船が必死に脱出しようとしている。岸壁上のワゴン車に注意。なお、第2列波沖合に砕波後の白い泡が残っている。天端高+3.5m。



写真-18 第2列波はすでに砕波して、汀線に近づいている。第3列波の砕波の瞬間が見える。ガット船はなかなか外洋へ脱出できない。ワゴン車は左折して脱出をはかっている。

写真-19 第3列波の南防波堤への衝突。
このとき、ガット船はかなり陸側
へ流された。

第2列波はすでに勢いを消滅さ
せていて潮上の力は消えている。



写真-20 A 護岸中央ケソン水没箇所

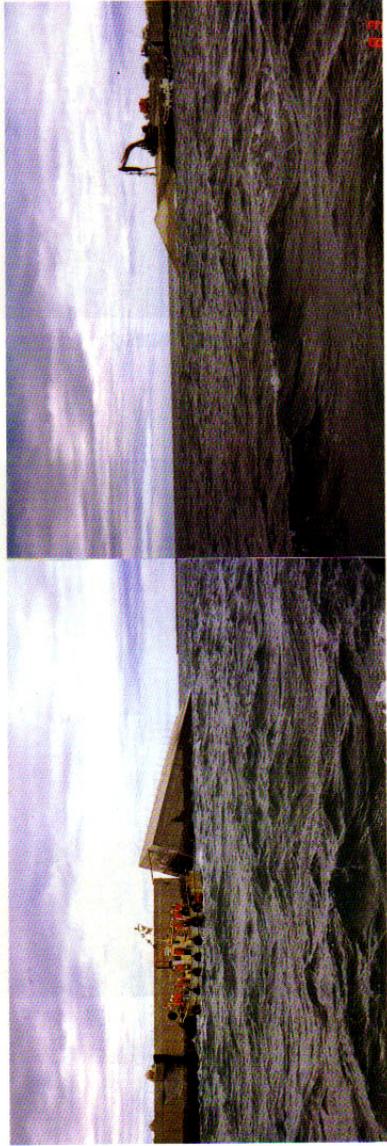




写真-21 D護岸ケーソン倒壊及び移動箇所

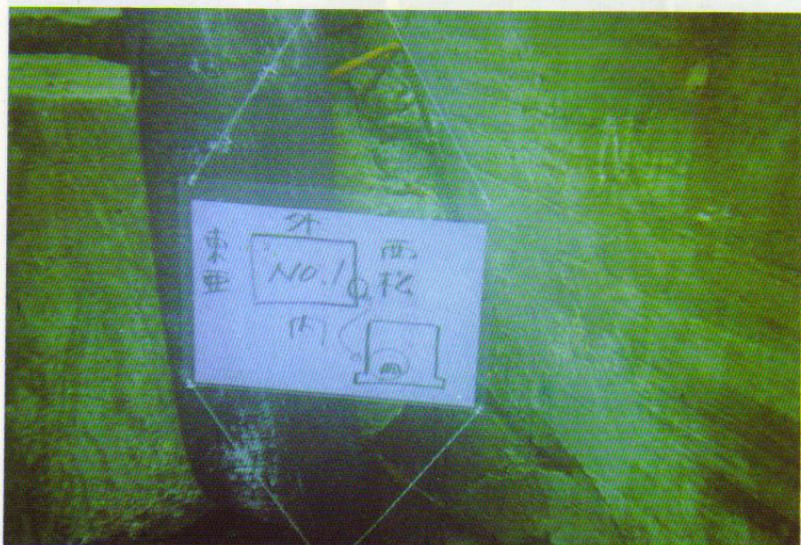


写真-22 西松建設1号函 右下：ケーソン破損。

(西松建設KK提供)

左上：2号函外港フーチング破損。

西松建設株式会社
 建設部
 2014年10月

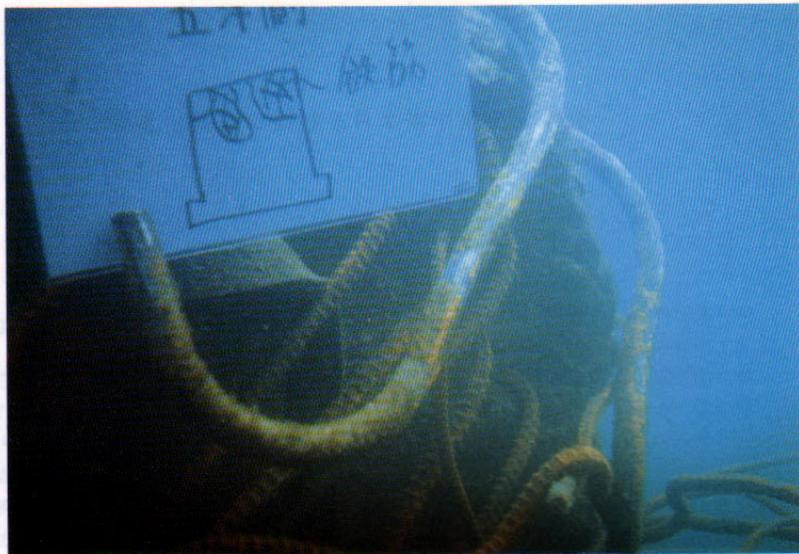


写真-23 西松建設20号函 五洋側

(西松建設KK提供)

このケーソンは当日中詰土砂を均し中であったのが、水中に顛落し、鉄筋が写真のように折れ曲った。

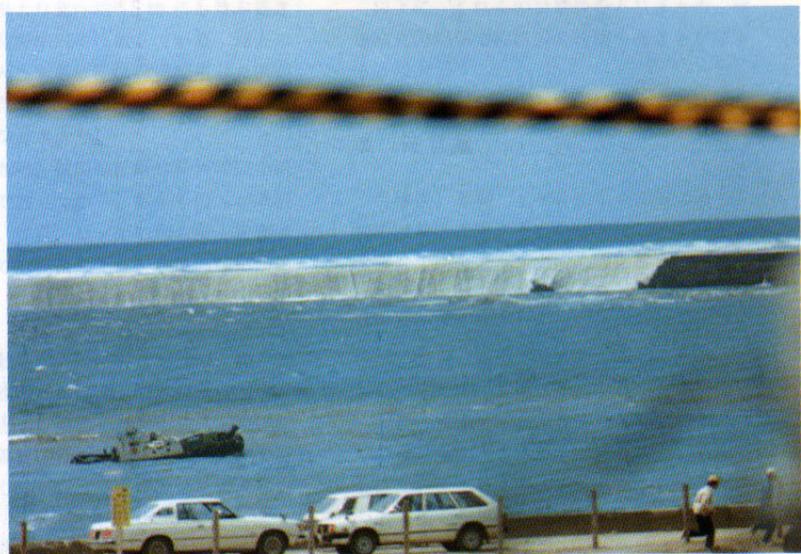


写真-24 北防波堤を越流する津波

(秋田県能代港建設事務所提供)

天端高T.P.5.0mで津波が越流している。港内は-4m程度と考えられるので、9mの落差がついているとしてよいであろう。