

# 北海道の港湾・漁港における海中転落事故特性について

An Investigation of Personnel Accidents that occurred at Ports in Hokkaido

遠藤仁彦\*・早川哲也\*\*・笹島隆彦\*\*・金川均\*\*\*

Kimihiko Endoh, Tetsuya Hayakawa, Takahiko Sasajima and Hitoshi Kanagawa

People on promenade breakwaters can enjoy a very comfortable seaside environment. However, in the creation of amenity spaces that project into the sea, the safety should be preserved.

In the present paper, personnel accidents at ports in Hokkaido are investigated based on newspaper articles and police records from 1987 to 1993. The causes of such accidents are classified into four types and their characteristics are analyzed. A case study of fatal accidents by overtopping waves shows that swells create more dangerous situations than do wind waves. Warning system regarding overtopping waves are proposed for safety on breakwaters.

Keywords: (Amenity, Safety, Personnel accident, Warning system)

## 1. まえがき

近年、港湾において親水空間の整備が推進されており、親水性防波堤や親水性護岸等が建設されている。それらの施設は、一般市民に快適な海環境を提供しており、散策や釣りなどに有効利用されている。しかし、防波堤や護岸には年に数回程度高波が押し寄せてくるために、人にとって必ずしも安全な場所とは言えず、それらの施設の計画や設計に当たっては波浪による危険性に十分配慮して安全対策を行うことが重要である。遠藤らは波浪に対する施設の安全性の評価方法を提案した<sup>1)</sup>。これにより、天端高さ等の構造条件や波浪条件から施設の危険度を定量的に算定できるようになり、特に越波に対する人の安全性を考慮した防波堤の設計が可能となった。

しかし、親水施設を管理運営し、人々が安心してその施設を利用するためには、実際の危険特性を十分把握しておく必要がある。そこで本研究では、港内で発生した事故の中で危険度が大きいと思われる海中転落に着目して、北海道において過去発生した事故事例からその特性について解析し、親水性施設の安全対策として配慮すべき必要事項を明らかにすることを目的としている。

本報告では、まず始めに、海中転落の事故形態を4つに分類してそれぞれの特性を検討している。各種事故形態の中で、越波による海中転落は外的な要因によって事故が発生する事例が多い。親水施設を管理運営するには、このような外的な要因が大きい事故を防ぐことが重要であり、高波転落事故に対象を絞って事故発生時の気象・海象状況などを検討した。最後に、実際の事故特性に基づいて、親水性施設において必要な

安全対策の方法についてまとめる。

## 2. 港内事故調査の概要

北海道内の港湾・漁港で発生した海中転落事故を新聞記事から検索した。調査対象紙は、全道版1紙と地方紙10紙であり、地方紙は以下に示す都市で発行されているものからそれぞれ1紙を選んだ。

(日本海側) : 函館・小樽・留萌・稚内

(太平洋側) : 釧路・帯広・苫小牧・室蘭

(オホーツク海側) : 紋別・網走

調査期間は、1987～1993年の過去5年間とした。新聞記事からは、事故発生日時と発生場所、事故者の性別および年齢、事故形態およびその原因についてそれぞれ読み取った。なお、事故形態は、①人が誤って海中に転落したもの、②自動車が誤って海中に転落したもの、③高波により越波が発生して海中転落したもの、④その他(自殺、原因不明)、の4つに分けて分類し、以下においてはそれぞれ「誤って転落」、「自動車転落」、「高波転落」、「その他」と呼ぶことにする。誤って転落・高波転落については、第一管区海上保安本部の協力に基づき、詳細な事故時の状況を調査した。なお、実際の事故では、海中転落していても救助された場合に新聞記事にならなかったり、海上保安部に報告されない場合があるけれども、このような事例は本調査には含んでいない。

高波転落事故については、気象データは事故発生場所に近いアメダスから、海象データは近隣の波浪観測データから収集し、解析を行った。また、高波転落の事例から一事例を選択し、数値波動解析法により防波堤周辺の波高分布を計算し、時間的な防波堤上の危険度の変化特性を検討して事故原因を分析した。

## 3. 海中転落事故の特性

### (1) 事故形態の分類

図-1は、海中転落の事故形態とそれらの発生割合

\* 正会員 北海道開発局港湾部港湾計画課

(札幌市北区北8条西2丁目)

\*\* 正会員 北海道開発局開発土木研究所港湾研究室

\*\*\* 正会員 北日本港湾コンサルタント株式会社

を示したものである。過去5年間の新聞記事から検索した海中転落の事故件数は263件あり、年平均で考えると約50件発生している。最も多かった事故は誤って転落したものであり、全体の36%、年平均18.4件発生している。次に多かった事故は自動車転落(33%)で年平均17.6件発生しており、誤って転落している件数とほぼ同数となっている。その他の事故形態は全体の26%を占めるが、その内容は自殺と原因不明が半数ずつとなっている。また、最も少なかったのは高波転落であり、全体の5%で比較的低くなっているのが特徴である。

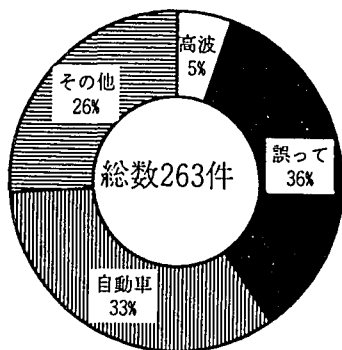


図-1 海中転落事故の形態とその発生割合

図-2は、その他の事故を除く3つの事故形態に遭った人の来港目的を示したものである。港を訪れる人は、港を仕事場としている人と、釣りなどの遊びにくる人に大きく分けることが出来る。ここでは、仕事を目的にしている人については漁船などの「船員」とそれ以外の「仕事」をしている人に、また遊び目的の人については「釣り」とそれ以外の「遊び」(散策、ドライブなど)に分けて考えた。その内訳をみると、事故に遭遇した人は、遊び目的の人が事故全体の約6割を占めており、その約6割が釣り人となっている。また、仕事目的ではその約8割が船員となっている。図-2により事故形態別に来港目的をみていくと、高波転落の7割以上が釣り人であり、誤って転落では釣り人と船員が同程度の約4割、自動車転落では約半数が遊び目的に来港する人で占められるのが特徴である。

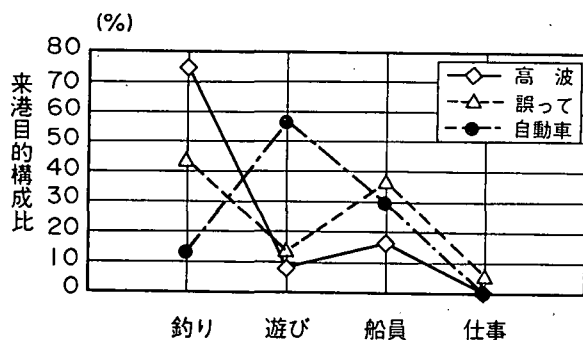


図-2 事故の形態別に見た来港目的

## (2) 事故発生場所

図-3は、転落事故が発生した場所を各事故形態別に示したものである。なお、新聞記事等から場所を読み取っているために、位置について不確かな記述がある場合もあったが、これらを除いて位置が特定できるものだけを対象とした。これによると、高波転落の全てが防波堤で発生しており、自動車転落のほとんどは、岸壁で発生しているのが特徴である。一方、誤って転落では、約7割が岸壁、残りの3割が防波堤で発生している。これを来港目的別で考えると、岸壁で発生する誤って転落の中ではその約9割が船員であり、岸壁から船に渡る際に足を踏み外して海中転落する例が多い。また、釣り人の海中転落では、消波ブロックの上で釣りをして足を滑らせるなどしてブロック内に転落した事故が数例あった。

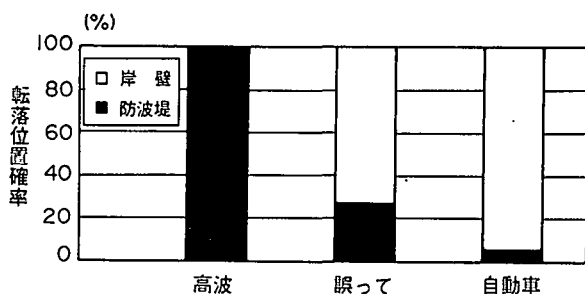


図-3 事故の形態別に見た事故発生場所

## (3) 事故発生時期および時刻

図-4は、事故形態別の発生時期を示したものであり、3~5月の春期、6~8月の夏期、9~11月の秋期、12~2月の冬期に分けて分類した。これによると、誤って転落と自動車転落事故がほぼ同じ傾向を示しており、夏期と秋期が約3割で春期と冬期がそれらよりもやや低くなっているが、季節別の顕著な傾向は見られない。それに対して、高波転落事故では季節によって事故発生頻度に特徴があり、秋期に約4割と最も多く、春期、夏期、冬期の順になっており、自然条件と関係があると思われる。なお、自然条件との詳細な関係については、次章で検討を加えることにする。

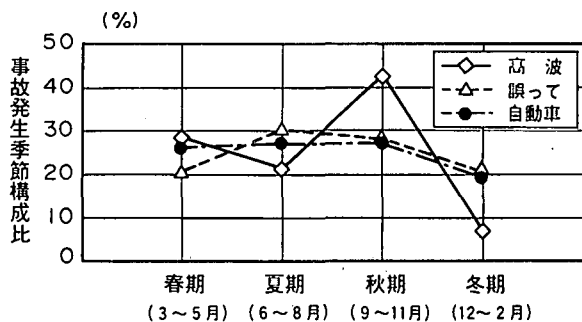


図-4 事故の形態別に見た事故発生時期

図-5は、事故形態別の事故発生時刻であり、時刻を4つに分類して示している。「薄明」は日出時刻前後1時間の比較的薄暗い時であり、「夕方」は日入時刻前後1時間を示す。また、「昼」とは薄明～夕方までを、「夜」は夕方～薄明までの時間としている。なお、各時刻での事故発生確率は、単位時間当たりの事故発生頻度をそれぞれの事故頻度で除したものである。これによると、高波転落の場合、昼から夕方にかけてほとんどの事故が発生しており、周辺が見える状況において事故が発生しているのが分かる。誤って転落では、薄明を除いてほぼ同程度の事故発生確率となっているが、夜での発生が比較的多くなっている。また、自動車転落全ての時刻で2～3割程度となっているが、薄明と夕方で事故発生確率が他よりも若干多くなっているのが特徴である。

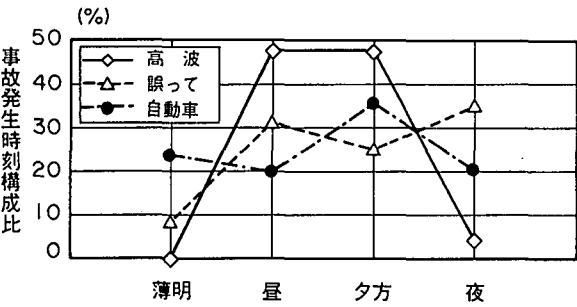


図-5 事故の形態別に見た事故発生時刻

(4) 事故者の性別および年齢の特徴

図-6は、事故形態別の事故者の性別を示したものである。全事故を対象にして事故者の性別の割合でみると、男性が約8割と多いのが特徴である。事故形態別における男性の占める割合は、高波転落が100%、誤って転落が94%、自動車転落が89%と、これらの事故では圧倒的に男性による事故が多い。これは、釣りや船員に占める男性の割合が多いことから、そもそも港を訪れる男性の母数が女性に比べて多いことによるものと考えられる。一方、その他の分類に属する自殺や不明では他と傾向が異なり、男性と女性の比率の差が小さくなっている。

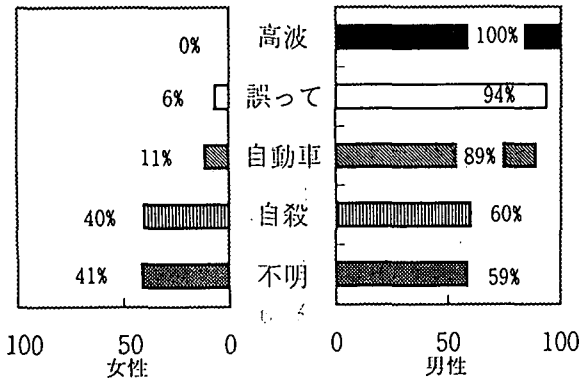


図-6 事故の形態別に見た事故者の性別

図-7は、事故形態別の事故者の年齢を示したものであり、ここでは0～9才が幼年、10～19才が少年、20～39才が青年、40～59才が中年、60才～が老年として定義して分類した。これによると、全体では青年以上で約9割を占め、その中でも中年が約半数と多くなっている。事故形態別の特徴としては、釣り目的の事故者が多い高波転落では中年が約7割と圧倒的に多くなっている他に、誤って転落では中年が約5割となっている。また、自動車転落では、中年よりも青年の方が多くなっていることが特徴である。これは、自動車転落事故に遭う人がドライブを目的に来る人が多く、年齢層も青年が多くなっているものと考えられる。

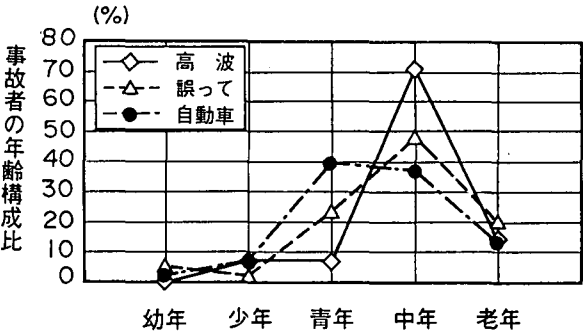


図-7 事故の形態別に見た事故者の年齢

4. 高波による転落事故特性

(1) 高波転落事故発生時の発生場所および防波堤構造形式

図-8は、高波転落事故の発生港の位置を示すものである。海域別にみると、太平洋側の事故発生数の割合が43%と最も多く、続いて日本海側が36%、オホーツク海側が21%となっており、全道的に事故が発生しているのが分かる。

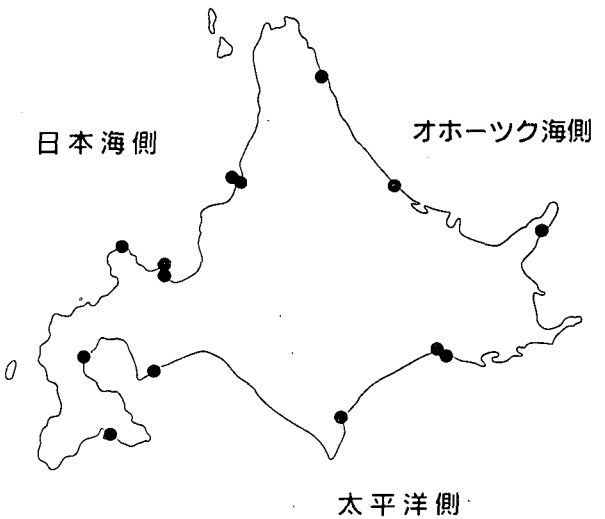


図-8 高波転落事故の発生港の位置

表-1は、高波転落事故が発生した場所の防波堤構造形式と事故発生日時を示している。防波堤の構造は、消波ブロック被覆堤が全体の約8割と多く、その他が

混成堤となっている。これは、消波ブロック被覆堤の構造が事故が生じやすいのではなく、高波を受けるような第1線防波堤の大部分の構造が消波ブロック被覆堤であることに依るものである。また、防波堤上部工の構造はパラペットがあるものが全体の約8割であり、それらの中で港内側の上部工の天端からパラペット上端までの高さが1.5m以上が9割以上と、港内側の天端上で釣りをしていて港外側の波の状況が見えない状況になっていることが分かる。なお、事故発生時刻を見てみると、全体の約8割が昼であり、やや視界が悪くなると考えられる夕方を含むと全事例になり、少なくとも霧や降雨などの影響を除くと視覚の上では波の大きさなどを確認できる状況にあった。本調査では、事故に遭遇した釣り人の防波堤上の位置については特定できたものが少なかったが、港内側で釣りをしていて、事故発生時に外海の状況が視界がパラペットによって遮られて見えないことが事故原因の一つになっていると考えられる。

表－1 防波堤構造形式と事故発生日時

| 海域*1 | 事故日        | 発生時刻  | 防波堤形式*2 | パラペット高低差*3 |
|------|------------|-------|---------|------------|
| N    | 89. 5. 4   | 18:30 | 消       | 3.6m       |
| T    | 89. 5. 4   | 5:40  | 混成      | 3.5m       |
| T    | 89. 8. 16  | 15:16 | 消       | 4.0m       |
| N    | 89. 11. 3  | 8:15  | 消       | 2.5m       |
| N    | 89. 12. 29 | 11:40 | 混成      | 0m         |
| O    | 90. 11. 5  | 11:30 | 消       | 2.5m       |
| T    | 91. 10. 7  | 7:00  | 消       | 0m         |
| T    | 92. 3. 31  | 14:30 | 消       | 4.6m       |
| N    | 92. 6. 7   | 不明    | 消       | 2.1m       |
| T    | 92. 10. 7  | 8:10  | 消       | 0m         |
| O    | 92. 10. 26 | 14:00 | 消       | 1.4m       |
| N    | 92. 11. 28 | 17:00 | 消       | 2.5m       |
| T    | 93. 3. 2   | 8:45  | 消       | 2.0m       |
| O    | 93. 8. 14  | 11:30 | 混成      | 1.8m       |

\* 1) N：日本海、T：太平洋、O：オホーツク海

\* 2) 消：消波ブロック被覆堤、混成：混成堤

\* 3) パラペット上端と港内側上部工との高低差

(2) 事故時の気象・海象状況

表－2は、海域別での事故発生時の気象・海象状況を示すものである。なお、表中の平均風速は波浪警報を発令している2例を除いたものであり、波浪状況は事故当時の天気図や風速などの気象データからうねり性の波と風波に分類している。太平洋側では、比較的離れた位置に低気圧または台風がいる状況で事故が発生しており、うねり性の波と考えられるものが6例中5例を占めている。また、このとき風が比較的弱く、晴れた状況となっている場合が多く、波浪注意報や警報が発令されているのは5例中2例だけである。釣り人がパラペット上や消波ブロック上で釣りをして外海の波浪状況が確認できる状況であったとしても、うねり性の波では風波に比べて波の大きさが分かりにくく、しかも晴天時に事故が生じている例が多いことから高波に対する危険が感じにくい状況となっていたと考えられ、これが事故原因の一つになっていると思われる。

一方、日本海側では、低気圧が事故発生港の比較的近い位置にあって、風が強く波が高くなっている場合で事故が発生している例が多いのが特徴であり、全ての事故で波浪注意報や警報が発令されていた。波浪注意報の発令時刻から事故時までは平均で約13時間であり、波浪注意報をラジオ等で確認し、その場から避難すれば事故は未然に防げるものが多いと考えられる。ただし、5例中1例は波浪注意報発令後30分後に事故が発生しており、波浪状況が急変することもあるために波浪注意報が必ずしも十分余裕のある指標となっているとは限らない。

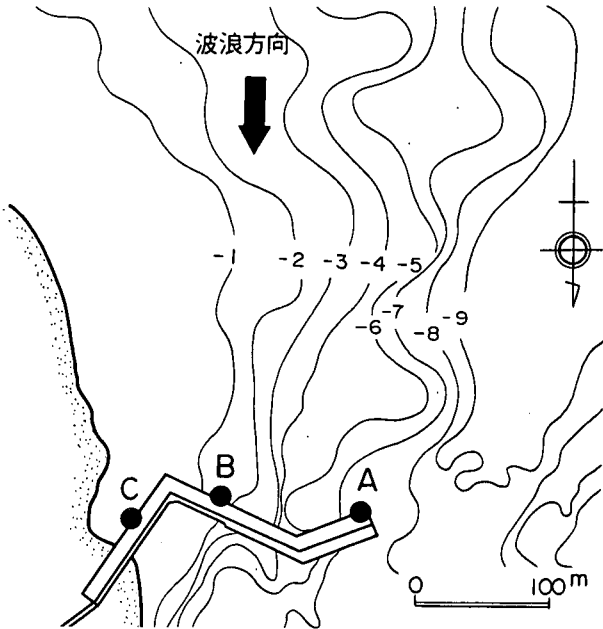
オホーツク海側では、平均風速が日本海側に比べて小さくなっており、うねり性の波による事故が3例中1例で、風波による事故が2例生じている。また、波浪注意報は3例中2例発令されている。

表－2 事故発生時の気象・海象状況

|            | 太平洋       | 日本海      | オホーツク海   | 全体       |
|------------|-----------|----------|----------|----------|
| 事故数        | 6         | 5        | 3        | 14       |
| 平均風速 (m/s) | 2.9       | 6.0      | 3.5      | 5.1      |
| 波浪状況       | うねり<br>風波 | 5例<br>0例 | 0例<br>1例 | 6例<br>1例 |
| 波浪注意報発令数   | 2         | 5        | 2        | 9        |
| 波浪警報発令数    | 1         | 1        | 0        | 2        |

(3) うねりによる高波転落事例

危険が判断しにくいと思われるうねり性の波による事故について、事故事例をもとに詳細に調べることにした。図－9は、太平洋側でうねり性の波により高波転落が生じた港の平面図を示すものであり、延長280mの防波堤があり、その周辺は岩礁域となっている。



図－9 高波転落事故が発生した港の平面図

図-10は、転落が生じた時点での防波堤の断面である。パラペット付の消波ブロック被覆堤構造となっているが、事故発生時は施工途中であり、パラペットは取り付けられていなかった。消波ブロックの天端高さは2.5mである。事故者は波を撮影に防波堤に行き、高波によって海中に転落して溺死している。防波堤上での転落位置は特定できないが、防波堤に波が作用している写真を撮影していたとすると、図-9のB点付近にいたと思われる。事故当時は平均風速10m/sで事故発生10時間前から波浪警報が発令されており、かなり危険な状況となっていた防波堤に無理に入り込み、事故に至ったと考えられる。

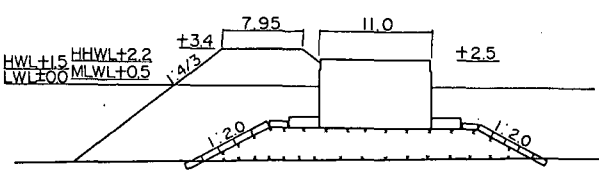


図-10 転落が生じた防波堤の断面

図-11は、事故発生18時間前から発生後6時間後までの潮位（下段）と沖波最高波高（中段）の観測値である。防波堤前面水位の計算値は非常常緩勾配方程式で前掲図-9中に示すA～C地点で計算しており、L.W.L.からの最大水位で表している（上段）。波の周期は12～16sとうねり性の波となっており、波高は徐々に大きく、事故発生時には約6mに達していた。事故発生付近の傾向を見てみると、-4時間においても沖波の波高は増加傾向にあったが、潮位が低かったことか

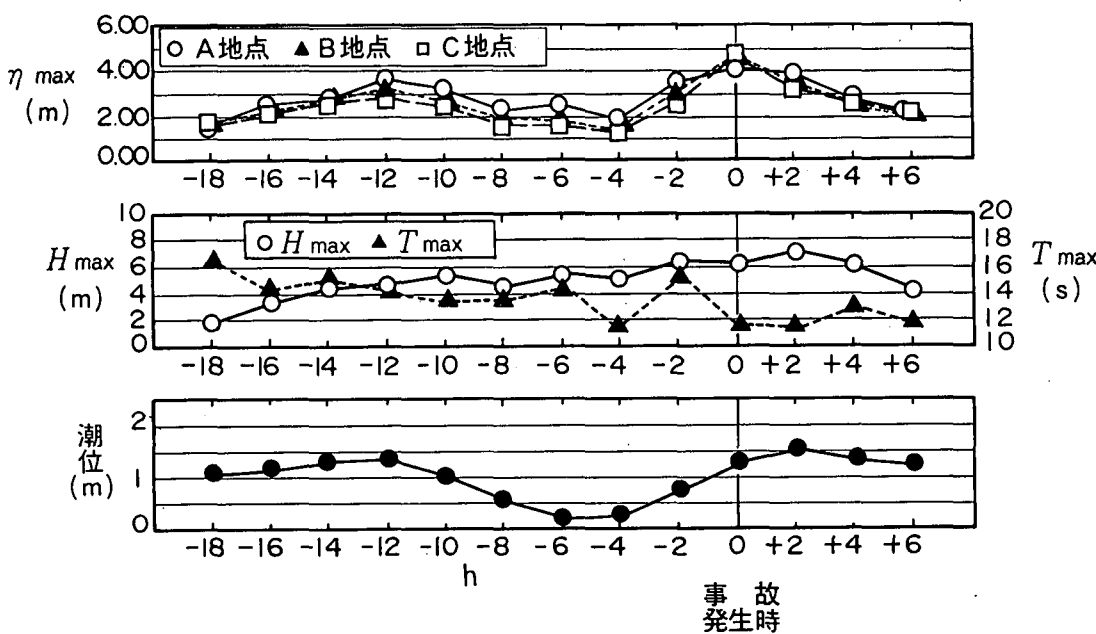


図-11 数値計算による防波堤前面の水位

ら最大水位が2m程度となり、越波が生じていない可能性が高い。事故者はこの間に防波堤を訪れたと推察される。潮位は-4時間から上昇し始め、事故当時にはほぼ満潮状態にあった。-2時間から事故発生時にかけて沖波波高がほとんど変化していないにも関わらず、潮位が高くなったために、事故者がいたと推察されるB部での最大水位は3mも高くなり、再び越波し始めて波にさらわれたと考えられる。このように、太平洋側では潮位差が大きいため、波高よりも潮位によって危険が大きく変化するような状況もある。

5. 海中転落事故から考えられる親水性施設での安全対策

(1) 事故の発生要因

海中転落事故は、2章で説明したように高波転落・誤って転落・自動車転落・その他（自殺を含む）に事故形態から分類されるが、それらの発生要因を考えると以下の2つに分けることができる。

- ①自己過失的な事故：誤って転落・自動車転落・その他
- ②外的要因による事故：高波転落

上記のうち、自己過失的な事故については、利用者が空間自体に危険が潜在していることを十分把握して利用すれば、ある程度未然に防げる事故は多いと考えられる。例えば、港内を走る自動車は一般道のようにスピードを出している例が比較的多く見られるが、岸壁付近はガードレールのない崖のようであると自覚して注意を払っていれば海中に転落するような状況にはならないはずである。また、釣りにて飲酒をして誤って海中転落する例も多く見られるが、飲酒すること自

体危険に対する自覚がない表れである。

高波転落は越波という外力によって海中転落してしまうが、高波が来襲している明らかに危険な状況において防波堤上にいて事故に遭遇することは、自己過失的な事故とも考えることができる。例えば、波浪注意報や警報が発令されている状況下で防波堤上で釣りをするのは、自己過失的な行為に相当している。その他の高波転落では、以下に示す理由で利用者が防波堤上の危険を判断しにくい状況となり、外的な要因から事故が生じている事例が多い。

＊パラペットにより外海が見えない状況

＊晴天時においてうねり性の波が来襲する状況

また、上記の他にも、一般の人にとって波の不規則性は分かりにくいものであり、利用者にとっては不意の高波で転落してしまうこともあるようである。いずれの場合でも、高波によって海中転落してしまうということは、利用者が思っている危険と実際の危険が何らかの要因でギャップが生じてしまい、それが事故に至る原因となっている。特に、太平洋側に多いうねり性の波では、波浪注意報が発令されない例が多く、一般の人が危険を判断するのは非常に困難であると考えられる。

## (2) 親水性施設の安全対策

親水性施設に関わる事故形態は、誤って転落と高波転落であり、前者については転落防止柵を設置すれば通常の利用状況を想定すると事故は防止することが可能である。また、夜間も利用するような場合には、照明施設が重要な安全施設となる。

高波転落防止の対策は比較的難しいが、ハード的には以下のような事故発生頻度の低減させる方法や事故程度の軽減をさせるような施設、または事故を予防する施設を検討する必要がある。

(事故頻度低減)

＊防波堤天端高さ：高天端ほど越波頻度が減少し、事故が発生する可能性が減少する。ただし、視界を遮るようなパラペットの設置は非常に危険である。設置する場合は手すりを兼用し、外海を確認できるような高さ1 m程度のものが望ましい。

(事故程度軽減)

＊手すりの設置：万が一越波しても海中への転落を防止できる。

＊避難場所の設置：波浪の急変に対して常に安全な空間の確保する。

(事故予防)

＊危険感知装置：高波などの危険状況を検知する装置

＊危険伝達装置：危険が生じそうなときに利用者に伝達する。

高波を検知する装置は、波を直接観測するものの他に、防波堤前面の打ち上げ状況を空中発射型の超音波式波高計で観測することなどが考えられる。図-12に示すシステム「クジラくん」も危険感知装置と危険

伝達装置の一種であり、防波堤上部工部分を工夫することによって、防波堤前面打ち上げ高さがあるレベルを超すと音としぶきが発生するようになっている。このシステムは場所的な危険が刻々と分かるのが最大の特徴であり、危険度の高いうねり性の波でも波を音としぶきに変えることによって利用者に分かりやすく伝えるものである。本システムは現在研究中であり、別の機会に報告することにする。

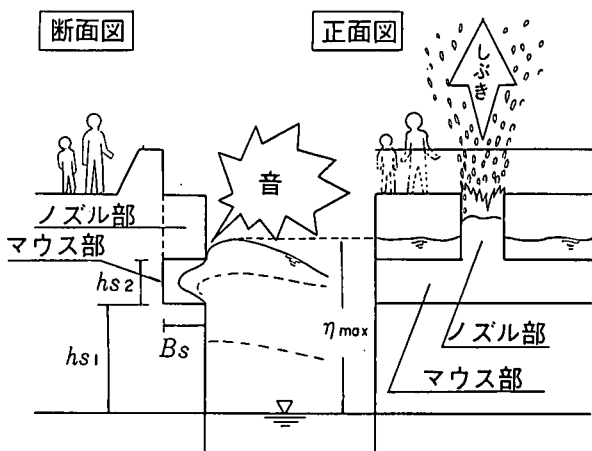


図-12 高波警報装置「クジラくん」

## 6. おわりに

本研究は海中転落事故についての特徴を検討することにより、事故の発生要因を明らかにし、親水性施設での安全対策の提案を目的としたものである。主要な成果を以下に挙げる。

- ①海中転落事故を4つに分類し、その特性を調べた。
- ②特に高波による転落事故について、事例に数値計算を交えることにより、その特性をより詳細に調べた。
- ③上記の①、②により事故の発生要因を明らかにし、親水性施設の安全対策を提案した。

最後に、本研究を進める際に第一管区海上保安本部警備救難部救難課の高橋正一補佐、秋山寛治係長に協力していただきました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 遠藤仁彦・高橋重雄(1993)：親水性施設の越波に対する安全性の評価方法に関する研究、第40回海岸工学論文集、pp. 1131～1135