

外洋に面した漁港における荒天時避泊状況と種々の問題点

榎 木 亨*・久保雅義**・青木伸一***

1. ま え が き

太平洋沿岸の外洋に面した漁港においては、荒天時、特に秋の台風時には港内避泊している漁船がしばしば被害を被る。現在これらの防御対策として防波堤の延長、低反射岸壁の設置等種々の消波構造物をもって港内静穏の向上がはかられているが、漁港での避泊の状況を十分把握した上で合理的な対策が講じられているとはいいがたく、特に対象船舶が漁船という小型船であることを考慮した特別の配慮がその対策にはらわれねばならないであろう。特に、荒天時漁港の多くはその入口が砕波帯の中に位置することが多く、港内の乱れは予想以上に激しい。したがって、漁港における台風時の港口及び港内の水理現象及び被害状況を明らかにすることは、港の改善あるいは新しい漁港の建設の際の貴重な示唆を与えるものと考えられる。また小型船の避泊状況調査は、近年問題化している荒天時における大型船の港内避泊の解決策を得るためにも意義あるものと考えられる。そこで我々は今回、荒天時（主に台風時）の漁船の避泊状況および被害状況に関するアンケート調査（調査項目は付録に示す）を高知県の漁港 51 港（第 1 種漁港 35 港、第 2 種漁港 8 港、第 3 種漁港 6 港、避難港 2 港）に対して行なうとともに、実際に現地に赴きその実態を現場の人から直接聞く機会を得た。本報告では、第 2 節において主とし

て現地調査を行なった 図一1 に示す 9 港について、現地で問題となっている種々の水理現象について報告するとともに、第 3 節ではアンケート調査をとりまとめ若干の考察を試みた。

2. 荒天時の種々の水理現象について

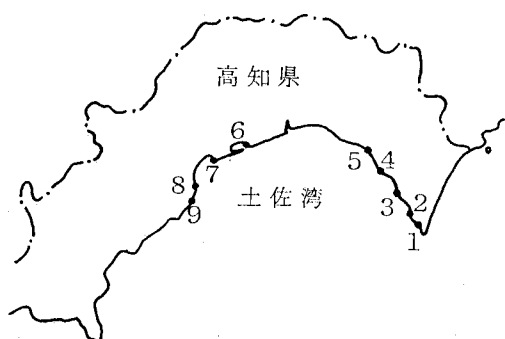
（1）港内水位の上昇

新村港（図一1 参照）では台風時、港内の水位が満潮位から 2~3 m も上昇し、港内は極めて激しい泡立を生じる。そしてこの港内潮位の上昇は数分の周期をもって繰り返されることが報告された。このような水位上昇は、その程度の差はあるが、他の多くの港でも問題となっている。

このような港内水位の上昇には主として次の 3 つの要因が考えられる。すなわち、(i) 高潮 (ii) 砕波後の Wave Set-up (iii) 越波 である。土佐湾沿岸は外洋に面した海岸であるため、大阪湾、伊勢湾等に比べて (i) の高潮による水位上昇はさほど大きくないことが考えられるが、荒天時には外洋に面した海岸であるが故に高波が押し寄せ、先に述べたように港口部は砕波帯内に位置するようになる。したがって港内においても、その砕波に伴う Wave Set-up の影響が大きくなることが予想される。過去の検潮記録を見ても昭和 45 年の 10 号台風では +2.5 m の潮位上昇が記録されている。しかしなが

ら、港内の水位上昇はこのような異常潮位が発生する時だけに起こる現象ではないことを現地の方は指摘している。したがってこの港内の水位上昇については他に原因を求めざるを得ない。その 1 つとして越波の影響が考えられる。小規模の漁港においては港の水域面積は非常に小さいため、越波が水位上昇に及ぼす影響は予想以上に大き

い。波の連が 3, 4 波の連続した高波と 5, 6 波の低い波高を示す波で構成されることからみても、不規則波による越波に伴う水位上昇は港内水位の周期的な変動に十分



図一1 現地調査を実施した 9 港

* 正 会 員 大阪大学工学部土木工学科

** 正 会 員 神戸商船大学船貨輸送研究施設

*** 学生会員 大阪大学大学院工学研究科

関係あるものと考えられる。またこの現象は、2～3分の周期の長周期波が港内に侵入して港内で振動しているとみることできる。海岸線近くの長周期波の発生原因としては、近年、低気圧中心域における微気圧変動および波高の変動性に起因する Surf-Beat 等が提唱されてきている。先に述べた新村港は、荒天時港が砕波帯内に入ることから、この Surf-Beat によるものとも考えられる。しかしいずれにせよこの長周期波は副振動に発達することが考えられ、別途著者らが警告している¹⁾港内係留船の係留索に異常な力を発生せしめる原因となり、港内係留船の安全上無視できる問題ではない。

(2) 港内における流れと渦

図-1 に示す、室津、新村、安芸、宇佐、上ノ加江、矢井賀の各港では、われわれは『潮の流れ』という言葉をよく耳にした。これはすでに(1)で述べたような周期的(2～3分)な水位変動の際に港口に生じる潮の出入による流れを意味している。特に潮が引くときの流れは極めて速く、これによって港口部、水路の隅角部などに大きな渦が生じて船が避泊できなくなるだけでなく、底質が移動して水路を浅くしたり、防波堤や岸壁の基部が洗掘されたりする被害が発生している。以下室津港を例にあげて説明する。

図-2 に室津港の平面図を示す。室津港は外港・内港・新港の3つの水域に区分され、新港と外港は約350mの水路でつながっている。また波の入射方向は、本港が室戸岬の先端部に位置することにより図のA, B 2方向となっている。新港建設以前は、流れ・渦による被害は津波が来襲した時を除いてなかったが、新港建設以後極端に潮の出入が激しくなり、干満時を問わず、特に内港と外港を通じる水路で流れが速くなって渦が巻くようになったという。また新港に通じる水路でもうねりが伝播して、新港内の係留船が転覆する事故が発生している。これに対して水路口に突堤を設けたり、低反射岸壁を設けたりして種々対策が行われているが、その対策工はあまり成果が上がっていないようである。このように新港建設以後港の状況が悪化した原因としては、新港建設

により港の固有周期が変化したこと、あるいは新港建設時に岩場を削って建設された防波堤によってBの波がさえぎられ、これまで岩場で砕波してAの波を減衰させていた効果がなくなったこと等が考えられる。

この流れと渦による被害は先に挙げた各港でも最も大きい被害の1つであるが、この事実から新港建設に当たっては港の固有周期の変化の推定、水路内流況に関する連絡水路の形状の検討などの必要性が強調される。

(3) 港口部での波高の増大

荒天時には魚が多くとれることから、漁師はできるだけ漁業可能な限界まで外海で漁をすることが多い。その際沖ではさほど波高が大きくないのに、帰港してみると港口はすでに2～3mの高波になっており、入港が困難あるいは不能になる場合があるという。これは調査対象港の港内の水深が3～8m程度であるための港口部での水深の変化に伴う波高の増大のみでなく、防波堤からの反射波の影響が極めて大きいと思われる。

また室津港にみられるように、新港増設等のために港内に水深の急変部が残っている港も多い。しかし港内での水深の変化は、海底不連続の場合の波の変化を示す図-3からもわかるように、 $q=0.5$ としてもこの水深変化が波高変化に及ぼす影響は比較的小さい。したがって反射波の有効な減殺方法の開発が行われなければならない。

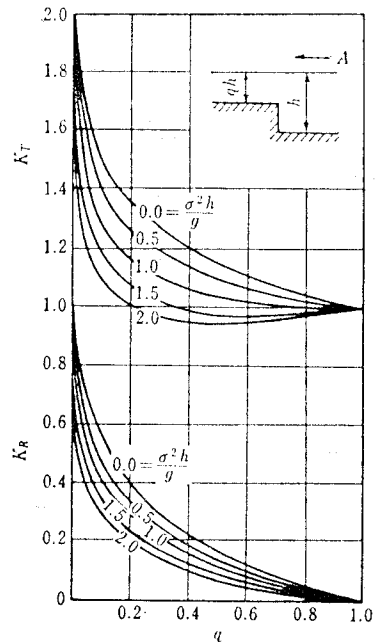


図-3 海底不連続の場合の反射率と通過率(深海部から浅海部へ)(井島による)²⁾

(4) 越波による避泊水面の減少

安芸港(図-1 参照)では、台風時にはD.L.+13.0mの防波堤を越波してくる波によって港内に係留して

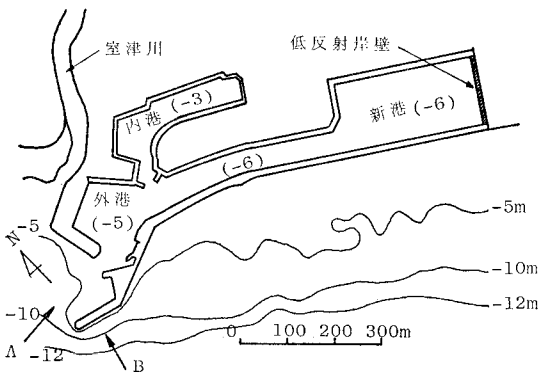


図-2 室津港平面図

ある船のデッキが破損するという事故が発生している。その他の港においても荒天時の越波は避けられず、これによって避泊水面の減少をきたしたり、越波した水塊によって港内が乱されるという問題が生じている。すでに(1)で述べたように越波は港内水位の上昇にも影響するので、防波堤前面での波浪減殺方法を十分に考慮する必要がある。高知における漁港は一般に海底勾配の急な個所に設置されているので、この防波堤前面での消波方法は、従来の消波工法では莫大な費用がかかるので、ここにも新しい消波工法の開発が望まれている。

(5) 魚網による消波効果

野見港(図-1 参照)では比較的港内避泊が容易で、荒天時でも特別な対策はとらない。これは当港が湾内にあることにもよるが、湾内に数多く(約 500)設置されているハマチ養殖の小割(いかだ)に消波効果があるためである。図-4に示すように、この小割は 5mm~2cm 程度の網目の魚網からなりブイに係留されている。

魚網による養殖が潮汐流などの一般流や内部波、内部潮汐による海水交流の影響を強く受けることから従来これらに対する研究は行なわれているが、表面波の小割に及ぼす影響あるいは魚網の消波効果等についてはほとんど研究されていない。しかし実際このように魚網に消波効果があると、漁業と防災の両面での使用が考えられ、波高の比較的小さい湾内でこの種の消波方法は今後さらに研究していく必要があろう。

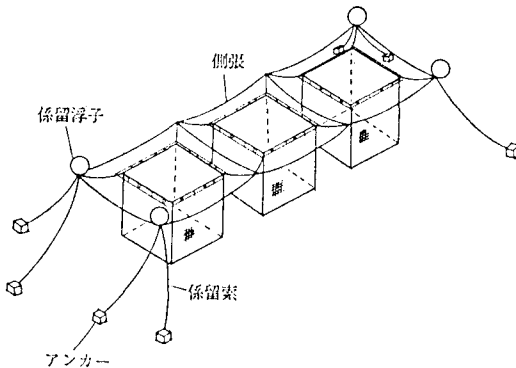


図-4 養殖用小割(中村による)⁸⁾

3. アンケート調査に基く荒天時の避泊状況および被害状況について

(1) 避泊状況および係留方法

図-5は調査対象港における荒天時の避泊状況を示したものである。図中の『他港へ避難する』は漁船の一部が他の安全な港へ避難することを示しており、回答がなかったものは避難しないこととした。これより半分以上の漁港(特に第1種漁港など小規模の港)は港内避泊が厳しく、避難港あるいは大きな漁港に避泊していること

がわかる。したがってこのような避難港には多くの船が係留されることになる。荒天時の係留方法としては、図-6に示すように両岸壁間に大口径のロープ(命網)を張りそれにそれぞれ係留するとともに船相互をも連結している場合が多く、必然的に船相互の間隔は小さくなり、ほとんど接触した状態で係留している。

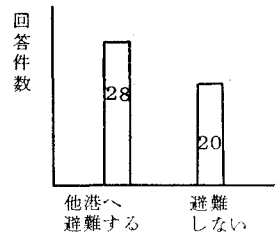


図-5 荒天時避泊状況

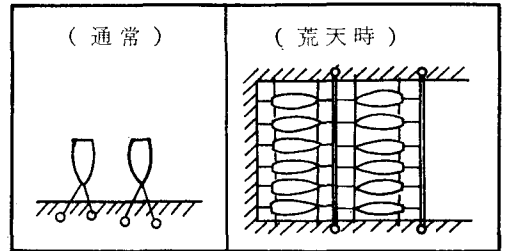


図-6 係留方法の比較

(2) 被害状況

図-7は漁船の被害の種類を示したものである。これによると岸壁・さん橋等との接触と同等に船相互の接触による事故が多いことがわかる。これは(1)で述べたように係留時船相互の間隔がほとんどないため、船の横腹(台張り)の部分が接触して破損することが多いためである。なお被害額は一隻当たり数十万円程度の額が回答されている。

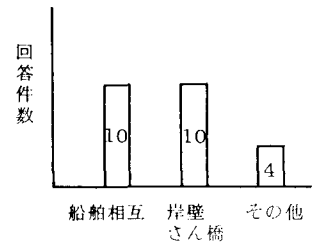


図-7 漁船の被害の種類

次にこれまで述べてきたような被害の発生要因として漁業者がどのようなものを挙げているかを示したのが図-8である。この被害発生原因は極めて地域性の高いものであるので、高知における資料として参考にすべき

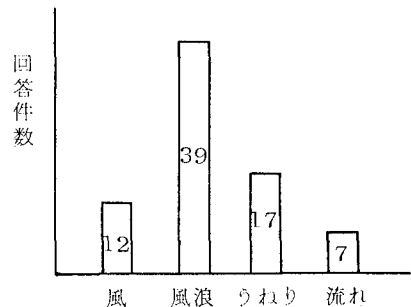


図-8 被害の発生要因

であろうが、これによると荒天時には風浪およびうねりが最も大きな被害をもたらしていることが確認できる。また 2-(2) で述べたような『流れ』を挙げている港も比較的多い。これは瀬戸内海の大港湾における荷役不能時の原因として第 1 位に風があざられているのは非常に異なった結果を示している。この他アンケート調査によると、異常波浪時において漁船の陸揚げがほとんど見出しされていないが、この理由として用地の狭少さを指摘している港が多かった。しかしながら各港の平面図を参照すると、陸揚げ用の斜路がすべて鉛直岸壁に変わっており、その他の陸揚げ設備の不十分さも指摘されている。この港内の一部斜路の設置は港内反射波の低減に極めて有意なものと考えられ、単に平常時の便宜さのみで鉛直岸壁に変えてしまうことについて非常に疑問を抱く。

4. あとがき

以上荒天時に現地で問題となっている水理現象および避泊状況について述べてきたが、その他にも漂砂の問題、台風のあとの流木や川からの廃出物の問題など、漁船の被害事項は極めて雑多である。

しかしながら、今回訪ねた港のうち奈半利港(図-1 参照)は、被害の多く出ている加領郷港、安芸港などと位置的にはさほど変わらないにもかかわらずほとんど避泊には問題のない良好な港であった。奈半利港の平面図を図-9 に示す。当港は港の入口に自然海浜を含んだ広い消波域があり、舟だまりは奥まったところにある。この入口の自然海浜の存在は極めて注目すべき事実であり、先に述べた港内での波消し浜(斜路)の設置とともに今後の漁港改修計画において参考にすべき点と考え

る。その反面被害の多く出ている港では、外海の波が十分消波されないまま港内に侵入し、この波が入りくんだ狭い港内で反復反射を繰り返して反射波災害が著しい。

今回の調査は詳細な資料をもとにしたわけではなく、アンケート調査と現地調査のみによるものであり、甚だ不十分な調査と言わざるを得ない。しかしながら従来報文としては現場での建設計画、建設記録的なものが多いが、本調査において指摘されてきた種々の水理現象はこれからの研究にとって重要なテーマとなり得るであろうし、また解明されなければならない問題であろう。

最後に、本調査を行なうにあたり多大の御協力をいただいた高知県漁港課の方々及び各漁業組合の方々に感謝の意を表する次第である。

なおこの研究の一部は、文部省科学研究費自然災害特別研究(1)(名古屋大学工学部岩田好一朗助教授代表)によったことを付記して謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 樫木 亨・久保雅義・京谷光高: 係留船の長周期船体運動について, 第 9 回海洋開発シンポジウム, 土木学会, 1978.
- 2) 井島武士: 最近の波浪理論における境界値問題の解法とその応用, 1971 年度水工学に関する夏期研修会講義集, B コース, 1971.
- 3) 中村 充: 水産土木, 工業時事通信社, 1979.
- 4) 村山 保・小松義喜: 台風時における港湾の安全性について, 第 28 回海岸工学講演会論文集, 1981.

<付 録>

アンケート項目(概略)

- (1) 港種
- (2) 港の形状・波の入射方向・係留位置
- (3) 漁場より避難港までの距離
- (4) 港内係留船の隻数
- (5) 船の種類
- (6) 代表的な船の大きさ
- (7) 荒天時の係留方法
- (8) 荒天時陸揚げしない理由
- (9) 係留配置図
- (10) 係留索の種類
- (11) 係留時の船の相互間隔
- (12) 防舷材の種類
- (13) 過去の被害状況
 - a) 被害額
 - b) 被害の種類
 - c) 被害の発生場所
 - d) 被害要因
- (14) 荒天時における対策

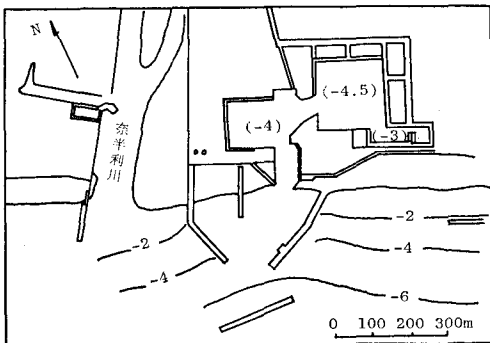


図-9 奈半利港平面図(村山らによる)⁴⁾