

離岸堤のおよぼす海浜変形に関する一考察 (3)

久宝 雅 史*・戸 巻 昭 三**

1. 概 説

著者らは北海道留萌沿岸小平（おびら）海岸における離岸堤工事に関連した調査結果に基づいて、海岸工学講演会^{1),2)} および土木学会年次学術講演会³⁾ で発表した報告の今回は第3報である。

小平海岸は留萌港の北7kmのところ、小平川左岸より白谷漁港（第1種）の約3kmの砂浜海岸で、昭和39年より侵食が進み、昭和41年と43年に災害を受けたので、根固工を有する傾斜護岸を施工してきたが、なお侵食が進むため、これを防止する目的で昭和45年より同48年の間に11基の離岸堤を設置してきたものであ

る。図-1はそれらの離岸堤（No. 1～No. 11）、試験突堤、護岸、基線と測点（No. -200～1700の1900m区間）を昭和46年8月の測量による等深線図に示したものである。離岸堤はいずれも1基延長80m、開口部幅30m、護岸法線よりの距離は35mと45mとである（離岸堤No. 5～11が45m、他が35m）。なお写真-1は、離岸堤11基設置された全景を示したものである。

夏期と冬期に西風が卓越しているため、波はこの小平海岸の汀線にほぼ直角な方向を示し、概して冬期の波高および波形勾配が大きい。冬期には波高（深水波有義波）3.7～4.0m以上、波形勾配0.045以上になることがある。

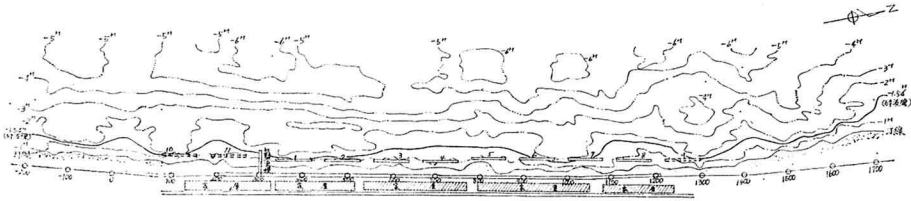


図-1 地形図（昭和46年8月）



写真-1 小平海岸（昭和50年4月撮影）

底質粒径は0.2～0.3mmで大差はないが、汀線ではかなり大きく、昭和45年8月の汀線の底質粒径の分布と、昭和46年1月の分布では若干差がある。

以上のことから考えて、昭和46年8月の測量結果と昭和47年1月の測量結果より、離岸堤の及ぼす地形変化について若干の考察をすることにした。なお図-2は昭和47年1月の実測による地形図であるが、図-1、図-2の実測時点では、試験突堤と8基の離岸堤が施工されていたが昭和49年11月1日ごろ、離岸堤No. 8とNo. 9の開口部より北側の海岸が被災したので、その原因についても考察することにした。

このようにして、この考察は離岸堤によって生ずるトンボロにより、災害防止の効果について述べたものである。

2. 海 浜 変 形

昭和46年8月と昭和47年1月の測量による地形図（図-1と図-2）とを比較してみよう。まず両図の共

* 正会員 工博 日本大学教授 理工学部土木工学科
** 正会員 北海道帯広土木現業所

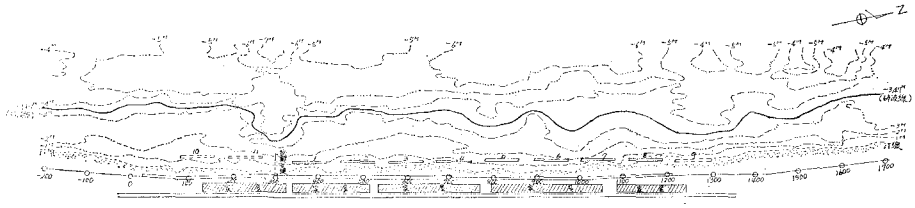


図-2 地形図 (昭和47年1月)

通の点は離岸堤のない区域をふくめて、 -4m と -5m の等深線がほぼ汀線に平行し、それより沖側と浜側とで等深線の形状がかなり違うことである。なお8月と1月の波の大きい場合について、碎波限界水深を推算すると⁴⁾、それぞれ -1.54m と -3.47m に相当する。したがって漂砂の移動しやすい碎波帯が離岸堤に関係が深いものとする、その $-4\sim-5\text{m}$ より沖側にはあまり離岸堤の影響は少ないと見てよいであろう。また -4m \sim -5m より浜側の等深線は離岸堤8基の設置区域では、離岸堤のない区域よりも、概して等深線が汀線に平行に近くなっている。いかえると若干ではあるが、その範囲でこれら離岸堤が等深線の形状に関連したものといえる。たとえば昭和47年1月の測量による 図-2 の示す波の大きい冬期の地形図においては、離岸堤のない区域 (No. $-200\sim 300$) と、離岸堤のある区域 (No. $300\sim 1200$) とで、海浜地形等一般の差が認められない。ただしその 図-2 の波の大きい冬期で試験突堤の沖側と離岸堤 No. 8 の北側 (No. 1300) の沖側で $-3\sim-4\text{m}$ の等深線がかなり起伏を示していることは、若干ながら離岸堤の両端の影響によるものではないかと思われる。

図-1 と 図-2 の差を見るために、これらの図を重ねて、昭和46年8月と昭和47年1月との間に累計的に深くなったところを侵食区域、浅くなったところを堆積区域とよび、これを示すと 図-3 のとおりである。しかしその侵食および堆積はそれぞれの時点の等深線図の差で、もちろんその時点が違えばこれらの侵食および堆積区域の図にも変化があるものと思われる。全体的にわかることは、その侵食区域の面積と堆積区域の面積とがほぼ等しいことである。いかえると、この期間中に漂砂の大部分がこの区域内を移動し、遠いところには達せず、侵食区域の漂砂がそれに隣接する堆積区域に移動したも

のと推測される。たとえば測点 No. 500 の堆積区域の漂砂はその南の No. 300 および No. 800 の侵食区域の漂砂の移動によるものであろうから、ここでは沿岸方向の移動がなされたことになる。これに対して、No. $1000\sim 1400$ の汀線付近の堆積区域と沖側の堆積区域の2領域の漂砂はその間の侵食区域からそれぞれ浜および沖側へ移動し、汀線に直角方向に移動したことになる。さらに No. $-200\sim 200$ 区域ではその侵食および堆積区域の形も複雑で、面積的にもアンバランスであるので、漂砂の移動方向、移動距離などの推測が困難である。もしも離岸堤がその地形的変動に影響をしたとすれば、No. $300\sim 750$ の堆積区域、No. $750\sim 950$ の侵食区域そして No. $950\sim 1200$ の汀線付近の堆積の範囲に離岸堤があり、漂砂が汀線方向または汀線に直角方向に移動したことに関連することになる。しかし、No. 1200 より北 No. 1500 まで 300m 区間の汀線付近の堆積区域には離岸堤が設置されていないので、全面的に離岸堤の影響があったものとはいえない。だが、前述のように $-4\sim-5\text{m}$ の等深線に平行していることと、漂砂移動の方向などが簡単に説明されることは、離岸堤が波や流れをある程度整流したことによると考えると、若干の量的誤差 (上述の 300m) はあるとしても、その離岸堤が海浜地形に影響をあたえると考えて大きな誤りはないものと思われる。

離岸堤が最も影響をあたえるのは、汀線付近の浜であるが、この期間中で離岸堤 No. 1 と No. 2 の開口部が侵食区域となり、同じく No. 5 と No. 6 は侵食区域の中に設置され、No. 5 の背面にわずかな堆積区域を生じ、No. 7, 8 (後に No. 9) は堆積区域に離岸堤が設置されている。

こうしてこの小平海岸は細かく見ると、かなり複雑な

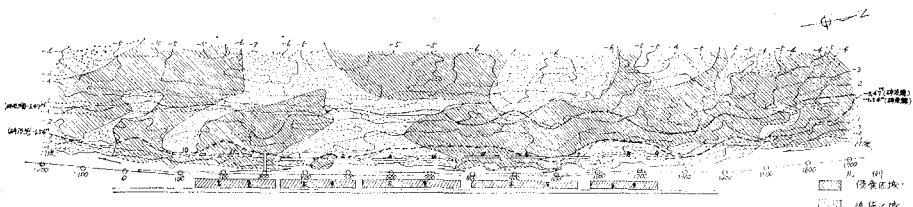


図-3 地形図 (昭和47年1月と昭和46年8月との差)

漂砂移動を示す地区であるということが出来る。

3. トンボロ

離岸堤の背面には、そのピッチに応ずるトンボロが生じている。離岸堤のない区域には、ピッチの判明しないカスプがある。前 図-1 の昭和46年8月の夏期の地形図が示すように、それらのトンボロは離岸堤に達していないが、 図-2 の昭和47年1月の冬期の地形図が示すように、離岸堤 No. 2, No. 4, そして No. 8 はトンボロが離岸堤に達している。しかし、前述の侵食区域の離岸堤 No. 5 と No. 6 はトンボロの先端と離岸堤とがかなり離れている。

いまこのトンボロの消長に関して、測点 No. 330 より No. 1210 (延長 880m) 間の汀線延長、測点間における汀線と護岸法線間の $\pm 0.00\text{m}$ 以上の堆積総量 Q 、月別最大波高、同じく波形勾配を求め、これを各月ごとに示すと 図-4 のとおりになる。いずれも離岸堤が No. 1~8 までの8基に関するものである。

これより明らかなことは、トンボロの汀線長が昭和46年7月から同11月まで大体増大し、それより若干減じ、昭和47年9~10月に増大し、その後若干減じている。しかし概して 980m 前後である。これに対して汀線以上の堆積量は昭和46年7月より昭和47年1月の間に増減があり、途中測量の欠測もあったが、昭和47年4月に最大になり、昭和47年12月にわたって減小し最小になっている。この間の深水波

(有義波)波高、波形勾配の変化を示すと、その図のとおりである。すなわち、まずトンボロ汀線の総延長の変動と波高の変動とがかなり似ている。明らかに違うのは昭和47年2月と同じく5月の2回だけである。すなわち、波の高い時にトンボロが成長しやすいこととなる。汀線以上の堆砂総量の変動と波形勾配の変動とは昭和47年5月の1回を除いて逆になっている。すなわち、波形勾配が大きいと浜の堆積量が減じ、反対にそれが小さい時に漂砂が浜に堆積する。

このようにトンボロの形とその堆砂量が波に関係があるので、トンボロはある時間たつと、それから消長することになる。このようなことか

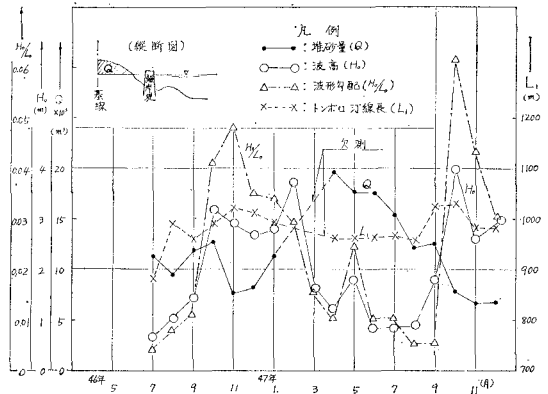


図-4 月別のトンボロなどの変動

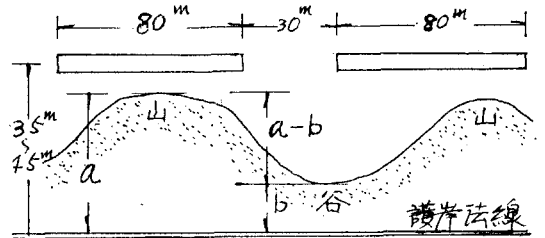


図-5 トンボロの山と谷の位置

ら、小平海岸では離岸堤施工後の昭和46年7月より昭和47年4月の9か月間に、堆積量が最大になり、それよりは波による消長があったものといえよう。

表-1 昭和46年8月と昭和47年1月のトンボロの山と谷について (単位: m)

離岸堤番号 (No.)	昭和46年8月			昭和47年1月			$a_2 - a_1$	$b_2 - b_1$	摘 要
	a_1	b_1	$a_1 - b_1$	a_2	b_2	$a_2 - b_2$			
1.	26			33			+7		
開口部		16	10		11	22		-5	侵食区域
2.	29			30			+1		一部同上
開口部		14	15		9	21		-5	
3.	33			35			+2		
開口部		12	21		14	21		+2	
4.	25			26			+1		
開口部		16	9		9	17		-7	
5.	36			35			-1		侵食区域
開口部		20	16		18	17		-3	同 上
6.	24			24			± 0		同 上
開口部		15	9		20	4		+5	
7.	27			29			+2		
開口部		17	10		20	9		+3	
8.	36			39			+3		
同上北側		17	19		20	19		+3	
平均	29.5	15.9	13.6	31.4	15.1	16.3	+1.9	-0.9	侵食区域のほかは堆積区域

さらに昭和46年8月と昭和47年1月とでは、トンボロの総延長、堆積土砂量ともに大差はないが、その形状に関して、前図-1および2に示した地形測量の結果から、図-5に示すように、護岸法線よりトンボロの平面形の山と谷の距離 a, b (m) を測り、それぞれの変化を検討してみた。まず表-1はそれら a, b などとその変化を示したものである。この表からわかるように、トンボロの山および谷の位置 (a, b) は昭和47年1月の方が昭和46年8月よりも離岸堤の位置によって差が生じやすい。いいかえると冬期の波が大きい場合には、その位置によって a, b の値に差が生じている。次にその山および谷の位置については、両時期とも離岸堤の位置によって、山の方が谷の方よりも若干その変化の差が大きい。すなわち、ほぼ同じ条件の離岸堤であるが、トンボロの山と離岸堤の間隔は、その堤の位置により差が大きく、谷の位置は比較的那差が小さい⁵⁾。しかし前にも述べたようにこの期間中では山および谷の位置の各場所の差はきわめて小さいが、前述の侵食区域および離岸堤 No. 1 の付近では汀線が若干後退し、他は前進している。

しかしこのようなトンボロの山および谷の位置も、前図-4に示したように、小平海岸では時期的に変動があり、必ずしも成長して安定するものではなく、一種の消長があり、それが波高、波形勾配および流れ、地形などに支配されているものと考えられる。

4. 被災

昭和48年に開口部30m、延長80mの離岸堤 No. 9が No. 8の北側延長上に施工され、トンボロが成長していたが、昭和49年10月31日から同11月2日にわたる大きな波によりその No. 8と No. 9の開口部より北側の浜が侵食され、道路の盛土が崩れた。図-6は当時の波などを留萌港で実測⁶⁾したものである。おそらく、49年11月1日4時ごろの最高潮位 +0.68m、有義波高6.5mが直接被災の作用をしたものと推定される。また図-7は被災箇所平面図、写真-2は被災後の状況を示したものである。

この被災地区は、離岸堤 No. 8と No. 9の開口部より北へ向って離岸堤 No. 9の背面からさらに小平川河口へ約100mほどの間である。この区域が他の離岸堤

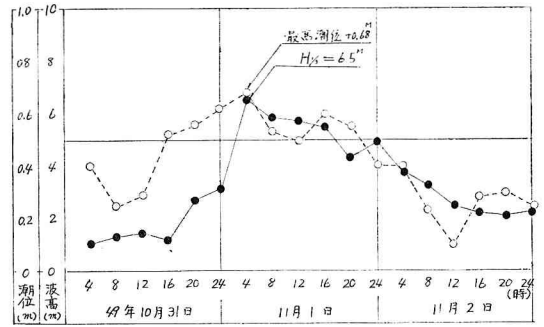


図-6 被災時の海象

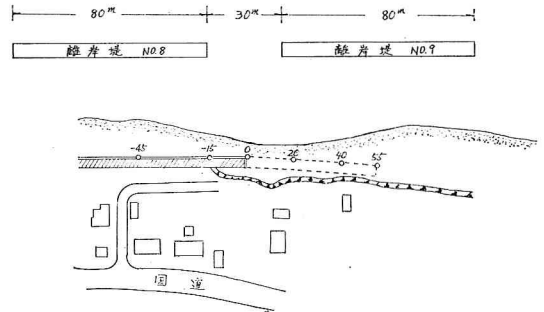


図-7 被災箇所平面図

施工区域と著しく相違する点は護岸工の北端で、これより北には護岸工がなかったことにある。しかもその護岸工の北端がちょうど離岸堤の開口部にあったことも被災の原因として考えなければならない。前述の図-3に示した昭和46年8月と同47年1月の期間では堆積区域に相当し、小平川河口の影響もあり、離岸堤によるトンボロも十分に発達していたにもかかわらず被災をしたことは、やはり背後に護岸がなかったことなどの理由によらなければ説明がつかない。特に小平海岸のようなかなり複雑な海底地形の場合には、防災効果を離岸堤のみに期待するのではなく、同時に護岸工を必要とするものと思われる。

5. 結 語

以上のほか海底勾配についても若干の検討をすることにしてしたが、その結果にばらつきが多く、定性的な傾向も得られなかったので省略することにした。



写真-2 被災状況 (昭和50年4月撮影)

このように離岸堤によって海浜にトンボロを作ることによる災害防止効果と、直接消波による同じ効果とがあるが、小平海岸ではそのトンボロの消長があり、さらに離岸堤開口部における被災があったので、離岸堤の設計計画にあたって十分に検討する必要があると思われる。すなわち、離岸堤の位置、開口部の大きさ、離岸堤施工後の海浜変形の予想など若干の問題点が残されている。ただ、この海岸ではたまたま護岸の終端の離岸堤開口部付近より北側が被災したが、これは離岸堤そのものの欠点ではなかったし、離岸堤施工前に設けた突堤工はほとんど効果がないようであったから、一応この離岸堤にかわる良い工法が見当らなかったのである。そういう点から考えると、この小平海岸のように、わずか1000mでかなり複雑な現象を生じやすい地区で、ほぼ一律な離岸

堤の効果があったものと考えれば、どんな砂浜海岸に施工してもかなりの効果を上げることができるものと思われる。

参 考 文 献

- 1) 久宝雅史・戸巻昭三：北海道留萌沿岸小平海岸における漂砂に関する若干の考察，第19回海岸工学講演会論文集，1972.
- 2) 久宝雅史・戸巻昭三：離岸堤の及ぼす海浜変形に関する一考察(2)，第21回海岸工学講演会論文集，1974.
- 3) 久宝雅史・戸巻昭三：離岸堤の及ぼす海浜変形に関する一考察，第28回年次学術講演会，1973.
- 4) 土木学会編：水理公式集.
- 5) 豊島 修：離岸堤工法について，第15回海岸工学講演会講演集，1968.
- 6) 北海道開発局編：波浪観測台帳.