

能取湖々口における漁港建設に伴う海浜地形変化

菊地 健三*・宇多 高明**・川 森 晃***

1. まえがき

海に隣接して規模の大きな内水面を持つ湖の湖口では一般に湖と外海とを結ぶ水路を通じて、多量の海水の出入りがある。この海水流動は外海と湖内との潮位差によって引き起こされるものであるが、この潮流の存在により湖口部では著しい地形変化が生じることになる。特に、湖口が外洋に面した海岸にある場合、湖口周辺の地形は波と流れの複雑な作用を受けることになる。

一方、このような湖口部は漁港あるいは般路として使われることがしばしばあり、その場合航路維持のために入退潮流の流心を固定することが求められる。湖口が砂浜海岸にある場合にはその対策として防波堤や導流堤が建設されることが多い。こうした例は我が国沿岸で多数見られ、典型的な例は浜名湖の今切口導流堤があげられる(富谷ら, 1987)。防波堤や導流堤の建設に当っては、潮流と波の作用のもとでの地形変化を考慮して最適配置を決めるのが理想的であるが、現実には地形変化の予測が困難なために、経験的手法によって計画が進められているのが実状である。

北海道東部の能取湖では、過去、防波堤の建設が進められ、漁港が建設されてきており、その間構造物周辺では顕著な地形変化が生じた。こうした地形変化の実態を十分理解することは、海浜変形予測モデルを構築する上で欠くことのできない重要性を有する。なぜならば現地海岸での海浜変形の本質を十分理解して初めてその予測が可能となるからである。そこで本研究では、能取漁港の建設に伴う大規模な海浜地形変化の実態を明らかにする。

2. 能取漁港周辺の自然条件と漁港の建設経緯

能取漁港は、オホーツク海に面した能取湖の湖口近傍に建設された(図-1)。能取湖は、面積 58.4 km²、最大水深 23 m、平均水深 9 m の汽水湖である。湖の北側の海浜は、常呂川右岸において円形に突き出た岬と、能取

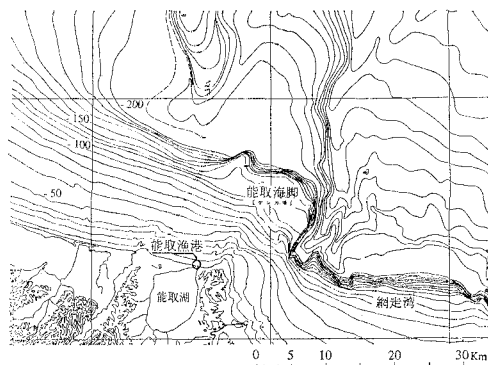


図-1 能取漁港の位置

岬によって区切られており、その延長は 11 km である。この海岸の波浪、漂砂、潮位等については、近藤ら(1968)によりまとめられているので、以下要点を引用する。

まず、当海岸の波浪特性としては、風資料やオホーツク海沿岸の港湾における波浪資料に基づけば W~N 方向からの波浪が卓越し、NE~E 方向からの波浪はかなり少ないと推定されている。推定される波浪の規模としては、1/2 年確率波が $H_0=0.7$ m, $T=5$ s, 1年確率波が $H_0=4$ m, $T=10$ s である。当海岸の底質特性を湖口周辺の汀線付近の底質中央粒径で代表させると、 $d_{50} \approx 0.3$ mm となる。能取湖の湖口は、防波堤の建設以前において毎年夏から秋にかけての波浪で湖と海とをつなぐ水路が次第に狭められ、9月中旬以降に閉塞していた。この場合、湖口閉塞を支配する漂砂は、秋~冬に卓越する東向き漂砂と考えられている。また、海岸沖の沿岸流も全体的に東向きが卓越する。湖口から流出する流れについては防波堤の建設される以前の1965, 1966年に観測が行われており、このときの最大流速は 1.5 m/s 程度であった。当海岸の潮位条件としては、1957年~1965年の網走における潮位実況によると、平均潮位が T.P. 0.049 m、朔望平均満潮位が T.P. 0.651 m、朔望平均干潮位が T.P. -0.573 m である。

能取漁港の防波堤の建設経緯は図-2 に示すようである。新湖口は旧湖口の西 500 m 地点に新たに開削され

* (社)北海道栽培漁業振興公社
 ** 正会員 工博 建設省土木研究所海岸研究室長
 *** 正会員 (株)アルファ水エコンサルタン

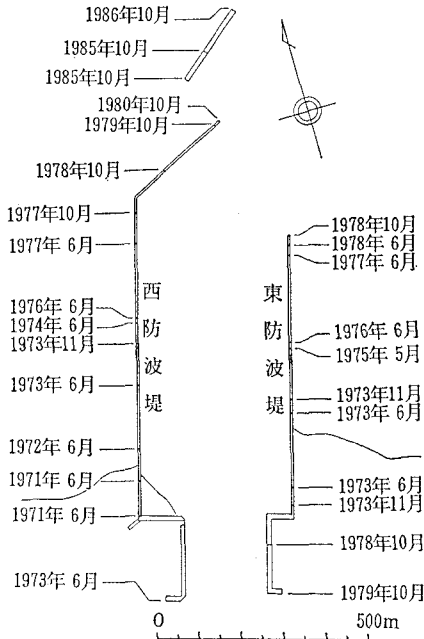


図-2 能取漁港の防波堤の建設経緯

た. 工事は1971年に左岸側より着手され, 間隔400mの平行防波堤が順次延ばされた. 西防波堤の延長工事は東防波堤のそれよりも常に早く行われた. 1978年8月まで防波堤は平行に延ばされ, このときまでの西防波堤の長さは750mとなった. その後, 斜め防波堤と沖合防波堤が建設された.

3. 防波堤建設に伴う等深線形の変化

能取漁港の防波堤は, 1971年6月より経年的に延長されたが, 図-2に示したように1978年を境として斜め防波堤の工事が始まった. これに伴い, 沖合の海底形状は著しく変化した. 以下では深淺データをもとにこれらの特性把握を行うが, 地形変化特性を理解し易いように, 防波堤が平行であった1971年~1978年の時期(第I期)と, 斜め部分が建設され始めた1978年以降(第II期)とを区別して議論する.

3.1 第I期(1971年~1978年)の地形変化

最初に1973年6月の深淺図を図-3に示す. この時点では西防波堤の堤長は310mであり, 先端は-5m以浅にある. また, この時期には湖口は開削されていない. 防波堤の沖合の-5~-10mの間の等深線は海岸線とはほぼ平行であり, この特徴は近藤ら(1968)の実測値と一致する.

1年後の1974年6月になると, 西防波堤は延長されて長さが410mになるとともに, 湖口が開削された結果, 防波堤間が-5mに至るまで大きく侵食され, 深いミオ

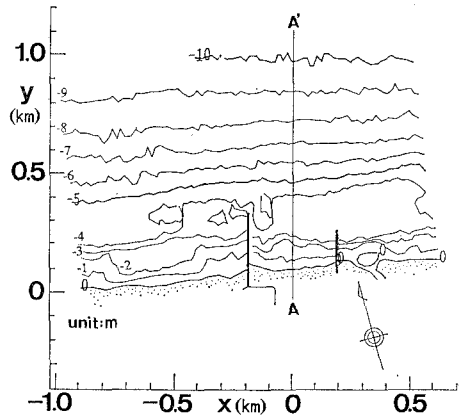


図-3 能取湖々口の深淺図(1973年6月測量)

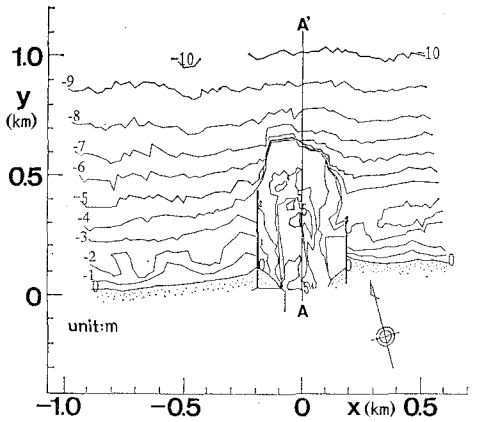


図-4 能取湖々口の深淺図(1974年6月測量)

筋が形成された(図-4参照). これと同時に, 防波堤の沖の-5~-8mの間では土砂が堆積した. 富谷ら(1987)は遠州海岸にある浜名湖今切口導流堤沖の地形変化特性を明らかにし, その中で導流堤の沖にテラス状の平坦面が発達したことを明らかにしたが, ここで得られた平坦面も同一の性格を持っている. 等深線が著しく前進し, 約-4mの平坦面を持つテラス状地形が形成された. また, この平坦面の平面形を詳細に調べると, 防波堤間の中央を通る線に対しその形状が左右非対称であり, 西側で変化が大きい. この原因としては, ①西防波堤の方が長く, これによる流れの導流効果が著しかったこと, ②漂砂および沿岸流の卓越方向が東向きであることなどが考えられる. 更に, 防波堤の沖合の-8m以深では顕著な地形変化は見られない. 以上の点を総合すると, 湖口を開削したために湖からの潮流が通過するようになり, 潮流の掃流力により防波堤間が削られ, 沖合に前置斜面を形成しつつ土砂が堆積したと考えられる.

図-4の状況より更に2年が経過した1976年6月の深淺図を図-5に示す. この間, 東, 西防波堤は各々130

m, 60 m 延長され, 合計の長さは 390 m (東), 470 m (西)となった。図-4 と比較すると, 防波堤が延長され導流効果が高まったため, 広い範囲で地形変化が生ずることになった。防波堤の沖合では -10 m 以浅の全ての等深線が沖方向へ前進した。図-4 の場合, -8 m 以深では地形変化は見られなかったのに, この点は著しい相違点と言える。また, 防波堤間のミオ筋はやや西側に片寄っており, このため西防波堤の先端部に局所洗掘が見られる。また, 1973年6月の汀線形(図-3参照)と比較すると, 防波堤の両側とも前進し, その最大前進量は西側で40 m, 東側で90 mに達した。このように汀線が前進した理由としては, 防波堤により波の遮蔽域が形成されたこと, また沖合に浅瀬が形成されて屈折特性が変化したことなどがあげられる。

第I期の最後の1978年6月の等深線形を図-6に示す。この時期までに防波堤は更に延長され, 東, 西防波堤の長さは各々620 m, 720 mとなった。これと同時に等深線の沖への突出も顕著になった。深淺測量の範囲が狭いために-10 m以深の状況は明らかではないが, 先端

部には明らかに前置斜面が形成された。一方, 防波堤間のミオ筋は, この時期東防波堤に接近する形で流れている。線局, 図-3~図-6に示した第I期(1971年~1978年)の地形変化の特徴は次のように要約される。

①防波堤建設以前, 海岸線に平行であった等深線は沖方向に大きく突出し, 潮流の掃流効果により防波堤先端部には平坦面と前置斜面が形成された。

②防波堤は経年的に延長されたために, 平坦面および前置斜面もこれに合わせて沖方向へとその位置を変えた。

③防波堤の間には潮流の掃流効果によりミオ筋が形成されたが, 防波堤間隔が400 mと広いためにミオ筋の位置は必ずしも固定されず, 東, 西防波堤のいずれか一方に片寄って流れる傾向が見られた。

④防波堤の遮蔽効果および沖合に形成された浅瀬によって波の屈折特性が変化したために, 防波堤の両側では汀線の前進が見られた。

3.2 第II期(1979年~1986年)の地形変化

第I期において平行に延長された防波堤は, 第II期において西防波堤の先端が斜めに伸ばされるとともに, 防波堤の沖に沖合防波堤が建設されることになった。以下では3時期の深淺図の比較によりその間の地形変化実態を明らかにする。

まず, 斜め防波堤が95 m延ばされた1979年6月の海底地形を図-7に示す。斜め防波堤により潮流の流向が変化したため, 沖合の平坦面の形状が防波堤間の中心線に対し左右非対称となり, 東側の前置斜面の発達が著しい。それと同時に, 斜め防波堤の先端は流れが集中するために大きく洗掘され, 先端部の最大水深は-7 mに達した。防波堤間のミオ筋位置は1978年6月(図-6)の場合と良く似ており, 湖口より流出した潮流は一度東防波堤に接近し, その後西寄りに向きを変えている。さらに, 西防波堤の隅角部でも局所洗掘が進み, 先端部の水深は-9 mに達している。これは波の作用にみる隅角部

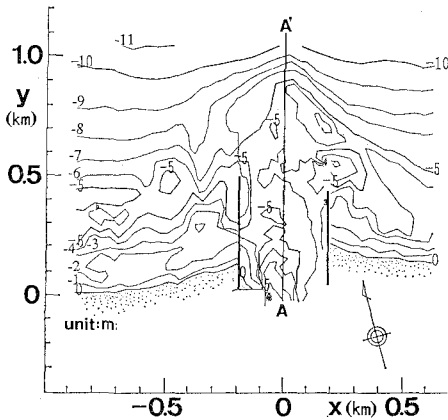


図-5 能取湖々口の深淺図(1976年6月測量)

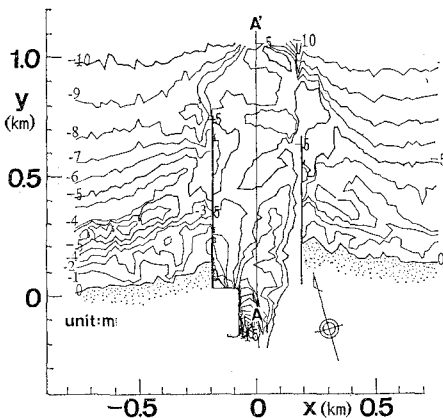


図-6 能取湖々口の深淺図(1978年6月測量)

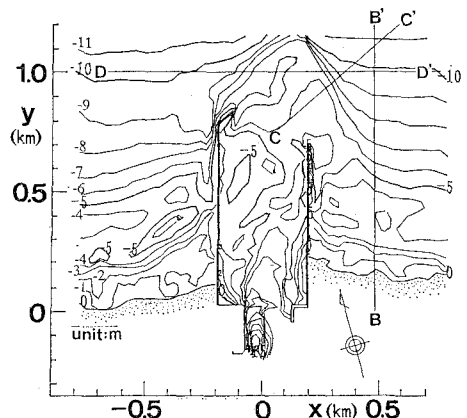


図-7 能取湖々口の深淺図(1979年6月測量)

の洗掘を表わしていると考えられる。

1983年5月になると、斜め防波堤は1979年6月時点と比較して180m延長された。これによって沖合部には大規模な地形変化が生ずることとなった(図-8参照)。1979年段階において防波堤の沖合に存在したテラス状地形が消失し、平坦部は東側へと約300mも移動した。またこれと同時に斜め防波堤の陸側が大きく削られた。このように、斜め防波堤の延長は、浅瀬の位置を防波堤間の中心線より沿岸方向へと移動させ、斜め防波堤の岸側にミオ筋を形成させる効果を持つことが明らかである。

1986年10月になると、斜め防波堤の沖合には新たに防波堤が建設された(図-9参照)。この防波堤は斜め防波堤の先端より130m離れた位置において防波堤の軸と

反時計回りの方向に約15°傾いて建設された。1983年5月の深淺図(図-8)と比較すると、防波堤の建設により防波堤の東側での平坦面がその規模を大きく拡大し、最大水深約-13mに至るまで土砂の堆積が見られる。一方防波堤に沿う形で深いミオ筋が発達した。

4. 代表断面形の変化

前節では1973年~1986年の間に7回測定された深淺図の比較により防波堤の海浜地形へ及ぼす影響を調べた。生じた地形変化をより定量的に調べるために、ここでは代表測線を定め、それに沿う断面形の変化を詳しく調べた。最初に平行防波堤が最も伸ばされた時点(1978年6月)における防波堤間の中央断面(図-6参照)の海浜断面形の変化を図-10に示す。図には1973年から1978年まで4回の断面形を示す。1973年は通水される前の状況であり、海底勾配約1/86の断面形である。防波堤は時間経過とともに伸ばされたが、図には防波堤の先端位置も示した。前節で述べたように、防波堤の延長とともに沖合のテラス状地形も沖方向へ移動したが、その場合、図-10によればテラス上の水深は防波堤の先端水深にほぼ比例して深くなり、また潮口部の水深も大きくなったことが分かる。これらは防波堤を延長した効果と思われる。また、1974年時点での前置斜面の勾配は最大で9°であった。

同様に東防波堤の東約300mに位置する測線B-B'(図-9参照)に沿う断面形の変化を図-11に示す。この断面では、斜め防波堤の建設によるテラス状地形の斜め沖合方向への移動に対応した地形変化が顕著に見られる。すなわち、ほぼ一様な勾配を持った斜面上に最大約4mの厚さで土砂が堆積した。しかも土砂堆積の生じている範囲が-8m~-14mと非常に深い海底であることが特徴である。斜め防波堤の建設とともに防波堤沖の平坦面が斜め沖合に移動した状況は防波堤間の中央を横切る測線C-C'断面および防波堤沖の海岸線と平行方向の測線D-D'断面の変化によっても理解できる(図-12、

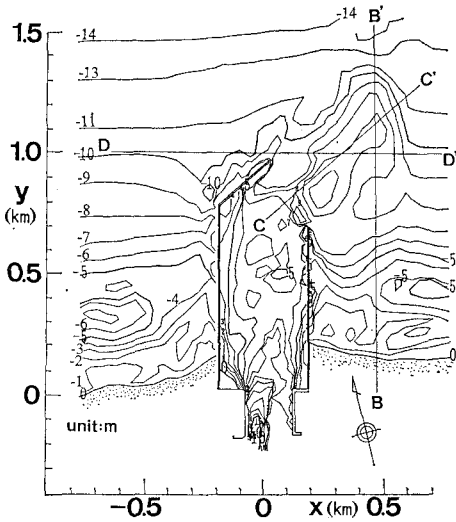


図-8 能取湖々口の深淺図(1983年5月測量)

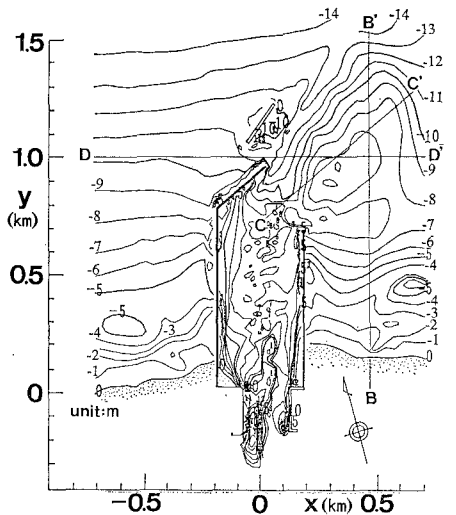


図-9 能取湖々口の深淺図(1986年10月測量)

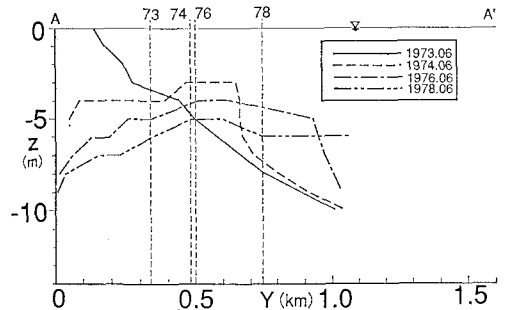


図-10 A-A' 測線に沿う海浜断面形の変化 (1973年~1978年)

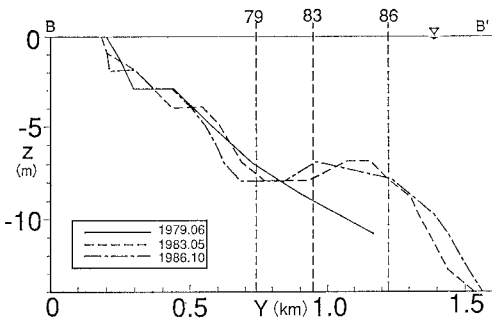


図-11 B-B' 測線に沿う海浜断面形の変化
(1979年～1986年)

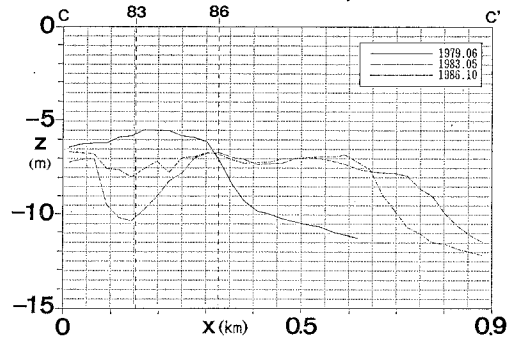


図-12 C-C' 測線に沿う海浜断面形の変化
(1979年～1986年)

13 参照). なお, 測線 C-C', D-D' の位置は 図-9 に示した. 図-12 によれば, 防波堤の延長とともに平坦面の深さを次第に増加しつつ前置斜面が沖方向へ前進したことが分かる. 同様に 図-13 によると, 斜め防波堤に沿ってテラス状地形がほぼ平行移動し, また防波堤に沿って約 2 m の洗掘が生じた. 以上のように, 斜め防波堤の建設により, テラス状地形は斜め沖方向に移動し, その平坦面の水深が増加したことが, また防波堤に沿っては局部的にミオ筋が形成されたことが結論される.

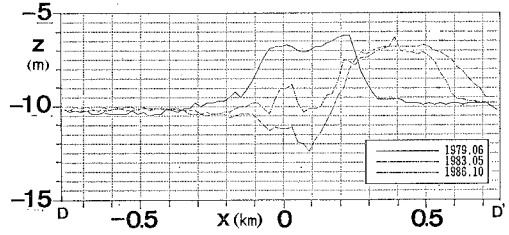


図-13 D-D' 測線に沿う海浜断面形の変化
(1979年～1986年)

5. 結 論

本研究によって得られた結論は次のように要約される.

- ①能取湖々口防波堤の完成後の通水により湖内から沖向きに潮流が生じ, この流れによって防波堤沖にはテラス状地形が形成された. 防波堤の延長に伴い, このテラス状地形は沖方向にその規模を発達させ, テラス上水深は次第に深くなった.
- ②テラス状地形は左右非対称形に発達し, 西側の方が等深線の沿岸方向勾配が大きかった. この原因としては, 西防波堤の方が長く, これによる流れの導流効果が著しかったこと, また, 漂砂および沿岸流の卓越方向が東向きであることなどがあげられる.
- ③防波堤間隔 400 m の間に流出した流れはその流心が蛇行する傾向を示していたが, 斜め防波堤の建設後は流心が固定された.
- ④防波堤の建設によってそれらの両側の区域の汀線は前

進し, 1973年～1986年の間に西側で最大 60 m, 東側で 90 m 汀線は前進した. この原因には防波堤自身の遮蔽効果と, 防波堤沖のテラス状地形による波の屈折特性の変化があげられる.

- ⑤平行防波堤建設に伴って, テラス状地形は急な前置斜面を形成した. その勾配は 1974年では最大で 9°, 1976年では 2° と, 防波堤長が長くなるにしたがい勾配が緩くなった. これは土砂を輸送する退潮流の流速が水深が増すにしたがい減少したことが主要因と考えられる.

参 考 文 献

- 富谷 雄・宇多高明・酒井佳治・山本武司 (1987): 浜名湖今切口導流堤周りの海浜変形, 第 34 回海岸工学講演会論文集, pp. 367～371.
- 近藤俊郎・佐藤 功・田中義一 (1968): 能取湖の湖口閉塞調査, 北海道開発局土木試験場報告, No. 46, pp. 45～59.