

伊万里湾工業用地護岸及び泊地における海底岩盤掘削

松石秀之 原田 暁
(本社海洋開発室)

古賀真綱
(本社海洋開発室)

Sea-Bed Rock Excavation at Nanatsujima Area, Imari Bay

Hideyuki Matsuishi Akira Harada
Masatsuna Koga

Abstract

The revetments and anchorage basin of the Nanatsujima Area, the eastern part of Imari Bay, were investigated by the Sonoprobe Method before and after sea-bed rock excavation was performed. The sea-bed rock excavation was done with grab dredgers.

The basement rocks of this area consist of sandstone, shale and their alternations belonging to the Ainoura Member of the Neogene Period. As a result of the investigation, it was found that shale and the alternations were excavated relatively well, but sandstone, especially massive sandstone, had been almost impossible to excavate with the grab dredgers.

On examination of the results together with excavation performances in the Kanmon Strait and the Bisan Seto Area, it is considered that the limit of excavation by grab dredger would be sea-bed consisting of rocks with unconfined compressive strengths of 200~250 kg/cm² or under.

概要

伊万里湾工業用地の護岸及び泊地の海底岩盤掘削前及び掘削後の状況、掘削対象岩をソノプローブにより調べた。掘削はグラブバケット船により行われた。岩盤は新第三紀の砂岩、頁岩及び両者の互層から成る。掘削状況調査の結果、頁岩及び砂岩・頁岩の互層部の掘削率はよいが、砂岩、特に塊状砂岩の部分ではグラブバケット船による掘削は殆んど不可能であることが確認された。関門航路及び備讃瀬戸における掘削結果とあわせて考察した結果、一軸圧縮強度 200~250 kg/cm² 以下の岩石から成る岩盤がグラブ船による掘削可能範囲であると考えられる。

1. 序

伊万里湾工業用地の造成に当り、護岸及び泊地の海底岩盤掘削が実施された。本工業用地海域は海底岩盤掘削前と掘削後音波探査による地盤地質と掘削状況(昭和47年5月初旬現在)の確認を行なった。掘削については、掘削対象となっている海底岩盤の岩相と掘削形状を確認した。以上の音波探査の結果と、他海域での海底岩盤掘削結果を総合して、主に堆積岩の掘削について検討した。

2. 海底地質

本海域は新第三紀、佐世保層群最下部の相ノ浦層に属する砂岩、頁岩及び両者の互層を基盤とする。基盤上には一部洪積世の砂礫層が分布し、これらを覆って沖積世の砂層、シルト層が広く分布する。

基盤の第三紀層は侵蝕地形が顕著で、2号、4号護岸前方からそれぞれ北東へ伸びる侵蝕谷と、6号護岸前面を西南から北東へ横切る谷及び7号護岸前面から東方へ伸びる4本の侵蝕谷が特徴的である。侵蝕谷は沖積層堆積物で埋められている。

3. 海底基盤岩

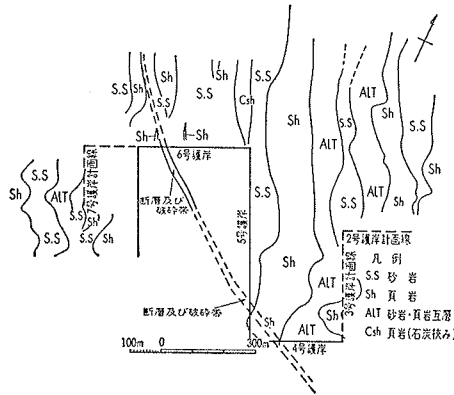
本海域の海底基盤岩は既述の如く、新第三紀、佐世保層群最下部の相ノ浦層に属する砂岩、頁岩及び両者の互層から成る。

砂岩はその組織から塊状砂岩とラミナの発達した砂岩の2種に大別できる。また粒度組成からは粗粒砂岩(粒径 $1/2\sim 2$ mm)、中粒砂岩(粒径 $1/4\sim 1/2$ mm)、細粒砂岩(粒径 $1/16\sim 1/4$ mm)の3種がある。3種の砂岩は漸移し、細粒砂岩は後述の頁岩と漸移する。

頁岩は粒径 $1/16$ mm以下、粒度からは泥岩又はシル

ト岩であるが、殆んどが明瞭なラミナを有するので、頁岩として一括した。砂岩・頁岩の互層を成す部分では砂岩は中粒以下のものが多く、共にラミナの発達が見られる。

砂岩は一般に石英粒を主体とする砂粒をマトリックスが埋め、黄褐色を呈する。細粒砂岩では青灰色を呈



図一 基盤地質図

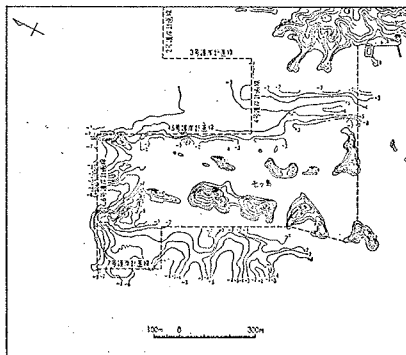
するものもある。砂岩は風化するとマトリックスが脱落し、砂粒となって崩れる。ラミナの発達した砂岩ではラミナの面に沿って剝離する。塊状砂岩は風化によって球果状を呈する。

頁岩はラミナの発達した砂岩と同様な剝離を示すが、表面又は剝離面から粘土化し、水と混じて泥状に溶け出す。

砂岩・頁岩の互層部で両者がほぼ同層厚の部分ではしばしば層理面に垂直な節理が見られる。砂岩、頁岩を問わず層厚が大きくなる程、節理の間隔が大きくなる傾向がある。砂岩・頁岩互層部は、層理面沿いの風化の他に、節理に沿っても風化し、砕け易い。

4. 海底岩盤掘削

4.1. 泊地浚渫及び海底基盤岩掘削前の海底地形



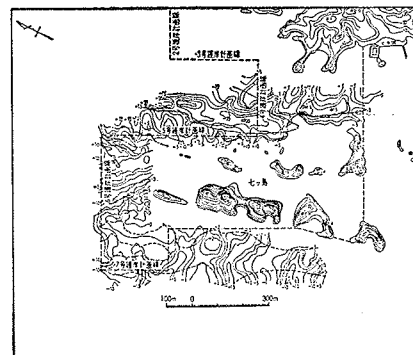
図二 掘削前の海底地形図

掘削前の海底地形は、ほぼ南北に並ぶ七ツ島を基盤の背として、それに直交して西流する2本の谷と、七ツ島東部に、島列と並行して北流する谷が顕著である。これらの海底谷は基盤の侵蝕谷と一致している。海底沖積層は基盤の侵蝕谷を埋めて堆積しており、七ツ島西部を南北に走る侵蝕谷では沖積層の層厚は5~6mで、東部の侵蝕谷中には10~15mの沖積世堆積物が存在する。基盤の侵蝕谷が沖積世堆積物で充填されているのに対し、背をなす残丘部分には沖積層は堆積しておらず、基盤が露出している。沖積層は全てシルトまたはシルト質砂から成る。図一2、図一3に掘削前の海底地形、基盤地形を示す。

基盤は既述の如く新第三紀、佐世保層群最下位の相ノ浦層を構成する砂岩、頁岩及び両者の互層から成る。走向はほぼ南北、傾斜は西落10~20度を示す。基盤岩の地層を砂岩層、頁岩層、両者の互層及び挟炭頁岩層に区分して図一1に示す。一般に侵蝕谷の部分は頁岩、背の部分は砂岩の傾向がある。これは砂岩が頁岩より風化に強いと考えられる。

4.2. 泊地浚渫及び海底岩盤掘削後の海底地形

泊地及び護岸線の岩掘削に先立ち、ポンプ船による海底沖積層の浚渫が行われた。この浚渫により護岸及び泊地に堆積していた沖積層は3号護岸及び前面泊地で厚さ約4m、6号護岸及び前面泊地で2~4m、7号護岸及び前面泊地で5m以上が浚渫された。その後の岩掘削に伴い、-10m以浅に堆積していた沖積層も護岸線ではグラブ船により浚渫され、沖積層は7号護岸を除いて-10m以浅には堆積していない。7号護岸では、海岸線上に厚さ約2mの沖積層が堆積している(測線 No. 33)。沖積層下部の岩盤線は-4~-6mである。また7号護岸前面泊地では層厚6m程の沖積層堆積物が一部基盤の凹地上に存在する(測線 No. 34, P. 10~P. 12 及び測線 No. 35, P. 6~P. 9)。この部分の水深は-6mを示す。掘削後の海底地形および基盤地形を図一4、図一5に示す。



図三 掘削前の基盤等深線図

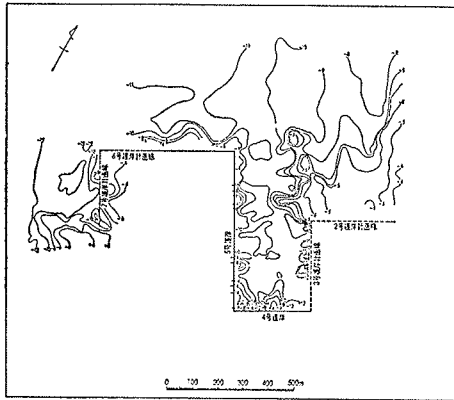


図-4 掘削後の海底地形図

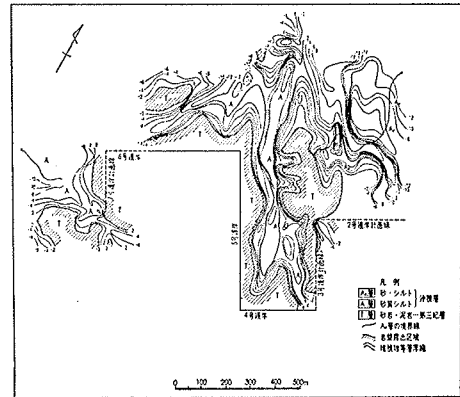


図-5 掘削後の基盤等深線図

5. 実施された岩盤掘削

5.1. 3号護岸

3号護岸の護岸線基底は-12mであり、掘削対称は第三紀層砂岩及び頁岩である。護岸南部では海底に露出する岩盤を深さ約2m掘削しているが、測線 No. 32 では基盤岩が護岸線付近で上昇している為、深さ約8m掘削している。護岸北部では岩盤を1m(測線 No. 5)から5m(測線 No. 6)掘削している。3号護岸線では護岸掘削前に護岸全域に亘って砕岩が行われた。

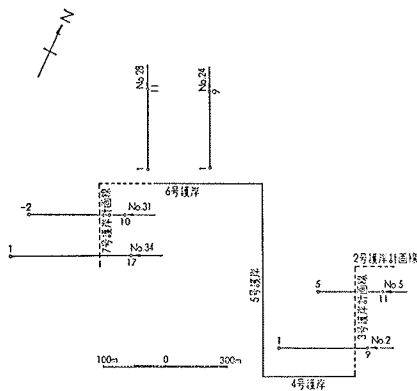


図-6 測線位置図

5.2. 7号護岸

7号護岸の掘削基底は-10mの第三紀層に計画されているが、護岸北部の露岸部(砂岩・頁岩互層, 砂岩)の岩盤掘削は進行していない。護岸南部では層厚約6mの沖積層堆積物を掘削し、更にその下部の基盤岩(砂岩)を掘削して計画基底に達している。7号護岸では南部は砕岩を実施したが、北部では砕岩は行われていない。

5.3. 3号護岸前面泊地

この海域での掘削対象は一部岩盤を除いて全て海底沖積層である。

5.4. 6号護岸前面泊地

この海域では護岸線の50m沖から掘削を実施し、計画掘削基底は-10mであるが、岩盤は殆んど掘削されていない。

5.5. 7号護岸前面泊地

南部護岸前面150~300mの露岩地域を、測線 No. 34 では砕岩後5~6m掘削し、掘削基底は-10~-20mを示すが、測線 No. 35 では砕岩は実施されておらず、岩盤掘削は殆んど行われていない。

岩質は砂岩及び泥岩である。

6. ソノプローブ測線断面図による海底掘削の検討

6.1. 3号護岸線

測線 No. 2: -10m 以浅の沖積層は全て浚渫されており、護岸線は、-12mの掘削基底まで掘削されている。掘削対象は頁岩と、砂岩・頁岩の互層である。

測線 No. 3: P. 8~P. 9 にかけて沖積層が最大層厚

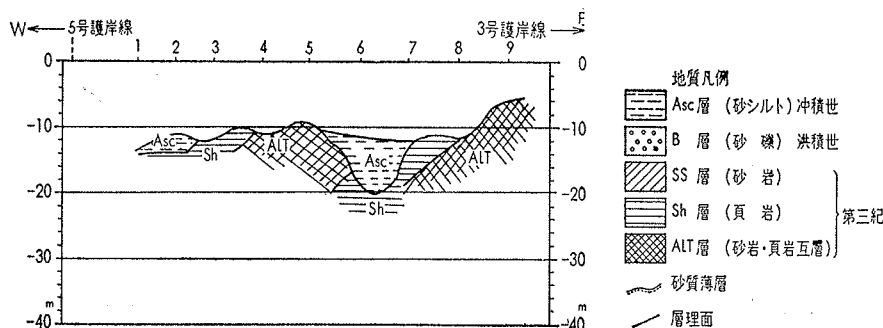


図-7 3号護岸掘削状況1 (測線 No. 2)

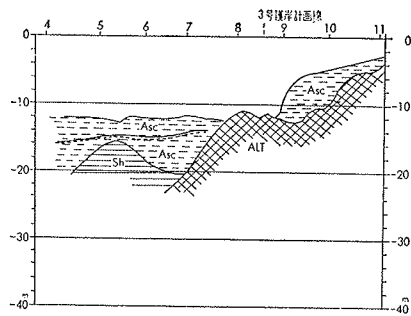


図-8 3号護岸掘削状況2 (測線 No. 5)

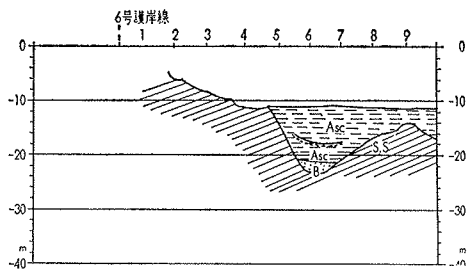


図-9 6号護岸掘削状況1 (測線 No. 24)

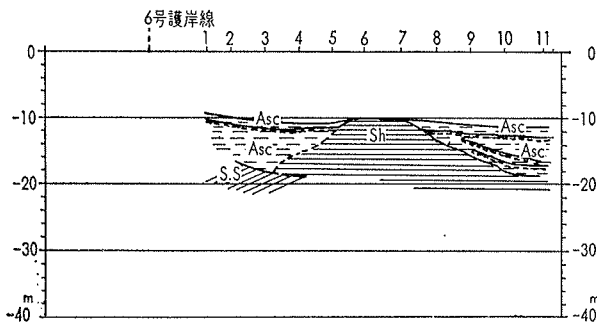


図-10 6号護岸掘削状況2 (測線 No. 28)

8m で分布するが、護岸線は-11~-12m に掘削されている。掘削対象岩石は砂岩・頁岩の互層である。

測線 No. 4: 護岸線は P. 11 と P. 12 の中間にあり、-10m まで掘削されているが、P. 11 に砂岩が-6m の背を成している。護岸の内側には沖積層が深度-4m まで堆積しており、P. 12 で最大層厚10mを示す。

測線 No. 5: 護岸線は、砂岩・頁岩互層を-12mの掘削基底まで掘削している。P. 9 から護岸の内側にかけて沖積層が堆積し、水深は P. 9 の-8m から P. 11 の-3m と浅くなっている。

測線 No. 6: 護岸線は P. 9 と P. 10 の間にあるが、掘削は行われていない。調査実施時の水深約 1m、沖積層の層厚約 3m、その下部に砂岩が存在している。

6.2. 6号護岸前泊地

測線 No. 21: 護岸線は挟炭頁岩層であるが、計画基底の-10m まで掘削されていない。泊地は護岸前面約 100m~300m まで、主に海底沖積層を掘削して-12m

の計画基底に達している。

測線 No. 22: 護岸前方約 50m~150m まで、主に海底沖積層を掘削して計画基底の-12m に達している。基盤は砂岩であるが、護岸から距岸 50m では砂岩を掘削して-12m の計画基底に達している。

測線 No. 23: 護岸線前方約 150m~200m までは掘削により計画基底の-12m に達している。距岸 150m 以上は海底沖積層、距岸 150m 以下は砂岩が掘削された。

測線 No. 24: 距岸約 100m 以上は計画基底まで掘削されている。距岸 150m 以上は海底沖積層、150m 以内は基盤の砂岩が掘削された。距岸 100m 以内は砂岩が露出し、計画基底に達していない。

測線 No. 25: 距岸約 70m 以上は殆んど-12m の計画基底に達しているが、70m 以内では砂岩が露出し計画基底に達していない。

測線 No. 26: 距岸約 50m~200m では-12m の計画基底がほぼ満足されているが、距岸 200m~270m に基盤の背(頁岩)が-8m に達している。距岸 50m 以内は砂岩から成り掘削は計画基底に達していない。

測線 No. 27: 距岸 50m~150m 付近までは海底沖積層を掘削し計画基底に達しているが、距岸 50m 以内及び距岸 150~250m には基盤の背が-8m まで上昇し掘削は計画基底に達していない。

測線 No. 28: ほぼ全域に亘って-10m まで掘削されている。

6.3. 7号護岸

測線 No. 29: 護岸前面約 50m 以上は海底沖積層を掘削して-12m の掘削基底に達している。

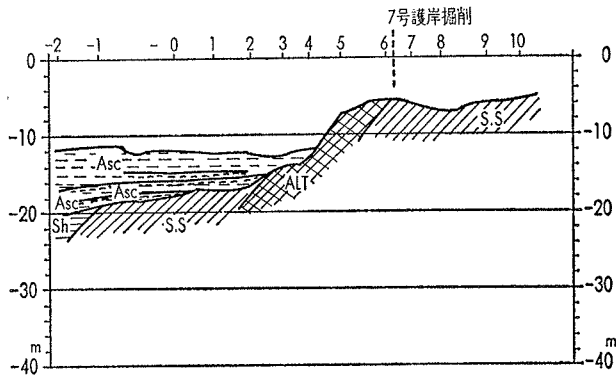
測線 No. 30: 護岸前面約 50m 以上は-12m の計画基底に達しているが、50m 以内は砂岩・頁岩互層及び砂岩が-7m まで上昇し、海底に露出している。

測線 No. 31: 護岸前面 50m 以上は-12m の計画基底に達しているが、50m 以内は基盤が-6m まで上昇し計画基底まで掘削されていない。基盤は砂岩・頁岩互層と砂岩から成る。

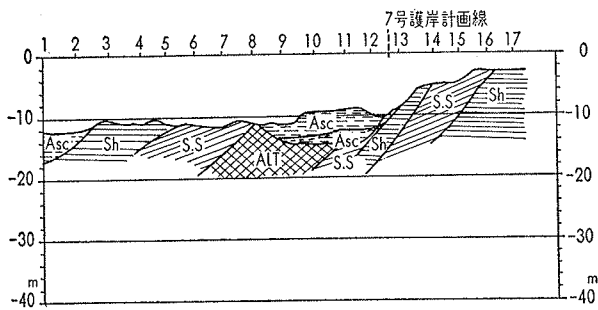
測線 No. 32: 護岸線は-12m の計画基底まで砂岩を掘削した。護岸前方約 25m 基盤の-9m 付近まで掘残しとして存在する。泊地は-12m の計画基底まで掘削されている。

測線 No. 33: 護岸線は砂岩及び頁岩から成り、計画基底まで掘削されていない。護岸前面は護岸前方約 50m の沖積層の掘残しを除いてほぼ-12m まで掘削されている。

測線 No. 34: 護岸線は-9m の沖積層上にある。沖積層の層厚は約 6m、岩盤深度は-15m であり砂岩及



図一11 7号護岸掘削状況1 (測線 No. 31)



図一12 7号護岸掘削状況2 (測線 No. 34)

び、砂岩・頁岩互層から成る。泊地はほぼ-10~-12mに掘削されている。

測線 No. 35：護岸線は-14~-12mに基盤の頁岩と砂岩を掘削している。泊地は掘削が進んでおらず、護岸前方150~200mに砂岩及び頁岩より成る-6mの基盤が露出しており、また、護岸前方30m~100mには沖積層が-7mの深度で残存している。

測線 No. 36~測線 No. 38：護岸線、泊地とも殆んど計画基底まで掘削されていない。

7. 掘削結果の検討

ソノプローブによる掘削形状の検討から、砂岩部に比して、頁岩部及び砂岩・頁岩互層部の掘削状況はよい。6号護岸前面泊地に見られるような塊状砂岩から成る箇所の掘削は進んでいない。

関門航路浚渫の例では、半風化、亀裂の多い頁岩部ではグラブバケット船による掘削が可能であったが、砂岩部分では砕岩なしの浚渫は不可能であった。掘削基底は伊万里湾工業用地が-10~-20m、関門航路は-13mであった。

備讃瀬戸における掘削実験では、-19~-20mの海底花崗岩を第8関門号により掘削したが、岩内部まで風化の進んだ花崗岩以外の掘削率は著しく低下した。

関門航路においてグラブバケット船で掘削された砂岩・頁岩の一軸圧縮強度は100~150 kg/cm²、備讃瀬戸で掘削された風化花崗岩の一軸圧縮強度は150~250 kg/cm²、伊万里湾工業用地海域の砂岩、頁岩の同強度はそれぞれ140~360 kg/cm²、100~250 kg/cm²である。

8. 結語

海底岩盤掘削において、掘削対象が堆積岩の場合、グラブバケット船で掘削可能な岩盤は風化~半風化の頁岩又は亀裂の多い砂岩であり、新鮮な砂岩、塊状砂岩等の掘削は不可能である。また亀裂、節理の影響を無視すると、掘削対象岩盤の一軸圧縮強度200~250 kg/cm²を境界として、この値以下の岩石から成る岩盤がグラブバケット船による掘削可能範囲であると考えられる。