

2. 沿岸漁場整備開発事業における 水陸両用ブルドーザの施工法について

小松建設工業(株) 尾崎忠雄・*三村 充

1. はじめに

昭和45年に建設省の委託を受けて開発された水陸両用ブルドーザ(略称:水陸ブル)は、現在までに港湾, 漁港, 河川等の浚渫, 掘削に使用されている。水産土木分野においても昭和47年度福島県松川浦浅海漁場開発工事を皮切りに現在まで全国の沿岸漁場整備開発事業で使用されている。そのうち岩手県種市町沿岸では昭和50年度より現在まで大規模増殖場開発事業が実施され、今まで不毛の平磯地帯を有用生物の漁場にするため、水陸ブルは、増殖溝掘削機械として有効的に使用されている。増殖溝の施工は、現場の諸条件から従来の建設機械では施工することが困難であったが水陸ブルは、これを容易にしたのである。本文では、陸上の建設機械, 作業船等のいずれでも施工が困難な汀線から碎波帯領域いわゆる浅海域における水陸ブルの施工法について、今年から第2次沿岸漁場整備開発事業として再開された種市地区大規模増殖場開発工事について述べるものである。

2. 種市地区大規模増殖場開発工事の概要

2-1 事業目的と開発方式

種市町の沿岸地域では干潮時に干出する波食台いわゆる平磯岩盤地帯が形成されている。岩盤上は、夏と冬の大潮干潮時に気象の影響を強く受けるため有用生物の生育は皆無の状態であった。事業目的は、この未利用の平磯岩盤上を計画的に整備し有用生物の増殖場として利用することにより地域沿岸漁業の振興を図ることにある。開発方式は、干出岩盤に増殖溝を楕円状に海岸線とほぼ直角方向に掘削し、波エネルギー、沿岸流等を利用し海水交流を促進する方法である。



図-1 位置図

こうすることにより有用生物の生活環境を改善する。増殖用コンクリートブロックを設置し立体的に利用する。

2-2 工事概要

工事名: 種市地区大規模増殖場開発工事

工事場所: 岩手県九戸郡種市町

事業主体: 岩手県

事業実施年度: 第1次 S.50~S.54年度

第2次 S.57~S.61年度

漁場開発面積: 120 ha

対象生物: ウニ, コンブ, アワビ, ワカメ

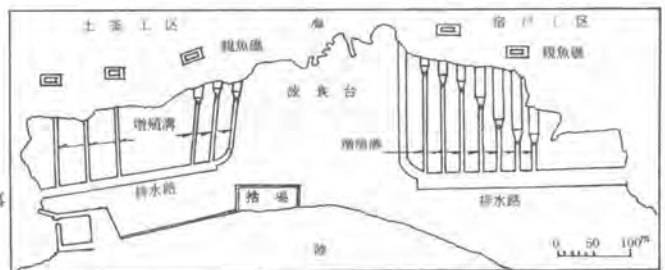


図-2 土釜・宿戸工区平面図

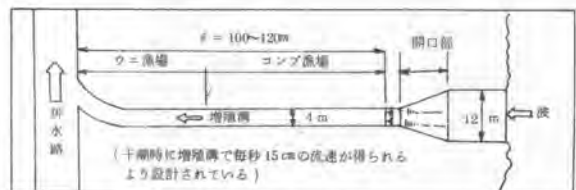


図-3 増殖溝平面図

2-3 現場の地形と土質

原地盤高DL+0.1^m～+0.3^mの波食台は満潮汀線部より100 m～200 m沖合にまで張り出してあり大潮の干潮時以外常時海面下にある。波食岩盤上は、ほぼ平坦であるが100～200 m沖合の波食台の突端付近は、急激に3～4 m落ち込んでおり侵食作用によって形成された亀裂が無数あり非常に複雑な地形を呈している。波食台の岩盤は、白亜紀に属する岩で砂岩、泥岩で構成されている。大部分は、地山弾性波速度V_p=1600～1800^{m/sec}程度、一軸圧縮強度50^{kg/cm²}程度で水陸ブルによりリッピング可能な岩質である。

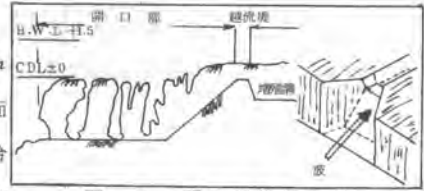


図-4 開口部附近地形

用によって形成された亀裂が無数あり非常に複雑な地形を呈している。波食台の岩盤は、白亜紀に属する岩で砂岩、泥岩で構成されている。大部分は、地山弾性波速度V_p=1600～1800^{m/sec}程度、一軸圧縮強度50^{kg/cm²}程度で水陸ブルによりリッピング可能な岩質である。

2-4 工法の選定

岩盤掘削の工法の選定に当り安全性、岩質、工事費、事業量、工期等の設計条件から水陸両用ブルドーザ工法に決定された。

他工法との比較は、表-1に示す通りである。

表-1 工法の比較

岩盤破碎工法	単価	利点	欠点	適合性
水中発破工法 (ダイナマイトによる)	3,260円/㎡	1. 施工技術が普及しており取組み易い。	1. 定形仕上困難 2. 海水の影響を受けるため危険性が高い。 3. 現場条件により作業日数・時間の制約を著しく受ける。 4. 鉄道、人家密集区では保安上の問題が多い。	△
バックホウ装着大型ブレードによる破碎	4.45万円/㎡	1. 施工断面を小さくでき濁りの発生が少ない。	1. 作業効率が悪く、大規模工事に合わない。 2. 単価が高い。 3. 開口部の施工が不能で水中作業に向かない。	X
水陸両用ブルドーザ(リッパ付)による破碎	破碎 1,200円/㎡ 押土 1,300円/㎡ (20m) 計 2,500円/㎡	1. 水中作業に適し、海象の影響をあまり受けない。 2. 作業能力が高く、大規模工事向き。 3. 単価が安い。	1. 施工最小巾が4mに限定される。 2. 作業中海水の濁りとズリが発生しやすい。	○

3. 水陸両用ブルドーザ工法

水陸ブルの形状を図-5に、諸元を表-2に示した。水陸ブルは、陸上用ブルドーザと比べ共通点が多いが、水深7 mまで作業できるよう水密性になっており、しかも無線遠隔操縦で作業できる

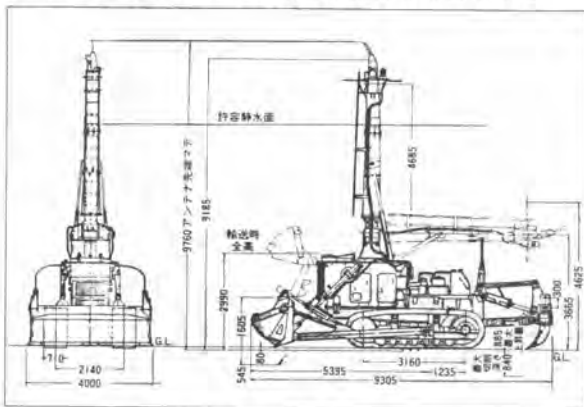


図-5 D155Wの形状

表-2 D155Wの諸元

作業水深(静水時)	7 m
運転整備重量	
陸上	43500 Kg
水中	27900 Kg
性能	
走行速度	前進1速 0～3.6km/h
	前進2速 0～6.5km/h
	後進1速 0～4.3km/h
	後進2速 0～7.7km/h
最小旋回半径	3.8 m
最大けん引力	25000 Kg
寸法	
全長(リッパ付)	9305 mm
全幅	4000 mm
履帯中心距離	2140 mm
履帯長	3160 mm
履帯幅	710 mm
浮力(水中)	0.62kg/cm ²
最低地上高	430 mm
エンジン	
名称(ディーゼル機関)	小松 S6D155-4
シリンダ数・往々行程	6-155mm×170mm
総排気量	19260 cc
定格出力/回転速度	270 PS/2000 rpm

ようになっている。そして気象、海象条件に左右されにくく、波高1～2 m程度でも作業できる。

3-1 リッピング、押土作業

リッピング作業は、陸上工事では岩を破碎する工法として定着しているが水中作業の場合、まだ定着していない。水陸ブルのリッパビリティは、地山弾性波速度V_p=2100^{m/sec}程度まで可能である。地山の岩の割目の状態によってはそれ以上も可能である。

破碎岩、砂質土等の押土作業は、水流等で掘削土を逃がさないようにするため、排土板にエプロン装置が装着され、このエプロン装置で掘削土をくわえて作業する方法が一般的である。トラフィカビリティは、水深4 mでROI=4^{kg/cm²}である。

3-2 アタッチメントによる作業

水陸ブルのリッパ装置をはずして7ton吊のクレーン装置を装着できる。このクレーンを使って水深3mまでの重量物の据付作業が可能である。また重量物の水中運搬作業も18ton積(12.5m³)のキャリオールを索引することによって可能である。この工法は離岸堤設置工事に設計されている。このシステムでは陸上から水中へと一連作業が可能であり汀線から砕波帯領域で威力を発揮する。

4. 大規模増殖場開発工事における施工法

工事施工は、図-6に示した施工パターンで実施した。

4-1 増殖溝掘削

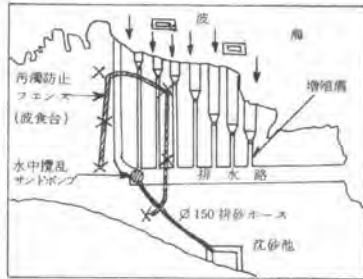


図-6 海水汚濁防止工

増殖溝の施工は、掘削工区毎に汚濁防止フェンスを設置し汚濁水の強制排水を施しながら掘削した。

掘削は、シャック1~2本でリッビングし、破碎岩を40~50m間隔毎に押土集積する方法をとった。集積した破碎岩はその日のうちに処理し満潮時における波による流出を防止した。溝底面は釜状になりやすいので特にリッビングしすぎないように注意し施工に当たった。原地盛高の低い工区では積込機械、ダンプトラックが潮待しても作業ができないので、所定の積込場所へ水陸ブルで運土したこともあった。工種別による組合せ機械は表-3の通りである。

4-2 開口部掘削

開口部は、増殖溝の流速を支配する最も重要な場所であり、砕波帯領域で非常に複雑な地形を呈しているので施工面でも最も困難な場所であった。開口部の施工は最干潮時間帯を利用し、まず水陸ブルが安全に作業できるよう足場を確保することから作業し岩盤の無数の亀裂に履帯を落とさないよう水中誘導員をつけ掘削した。

運転手は、越流堤上あるいは別の水陸ブル等を足場にして運転操作した。リッビングされた破碎岩は、満潮時、波によって波食台上や増殖溝に打ち上げられることのないようエプロン付排土板で丁寧に陸上へ処理した。

尚、開口部付近は、天然漁場のため、ウニ、アワビは施工に当たって事前に移設する処置をとった。

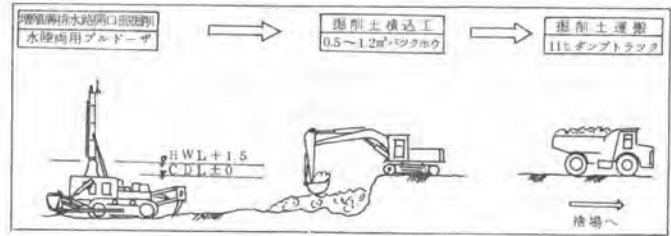


図-7 施工パターン

表-3 施工機械の組合せ

工種	作業内容	使用機械及材料	施工形態
増殖溝掘削 狭さく部掘削 排水路掘削	岩盤リッピンダ 押土集積	水陸両用ブルドーザ D15.5W4 3.5ton	水中施工
	掘削土積込	バツダホウ0.5~1.2m ³	
掘削土処理	掘削土運搬	ダンプトラック 11t, 10t	潮待施工
ズリ処理	微細ズリ処理	水中攪乱サンドポンプ(37ton)	
汚濁水防止工	汚濁防止帆布設置 強性排水	エンジンクレーナ(125kw) 海水汚濁拡散防止膜	



写真-1 開口部掘削

4-3 新增殖溝断面と岩盤全面切下げの施工

当初（昭50～53年）法面勾配は1:0.3であったが海藻の付着面積を大きくするために法の水中距離を3mにするようになった。さらに増殖溝以外の岩盤を全面的に切り下げ漁場としてさらに有効利用する方向へ変っ

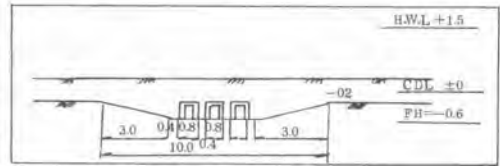


図-8 増殖溝新断面図

てきた。図-8に示したような増殖溝の施工は、増殖溝の計画高と下巾4mを確実に確保してから法面の掘削にとりかかる。増殖溝掘削は、主として溝の縦断方向にリッピング押しし、法面掘削は、横断方向にリッピングする。法面のリッピングされた破碎岩は、増殖溝の中央部へ両肩より押し集積し、さらに沖から破碎岩積込場所まで押し集積した。効率的には悪いが、かなり精度の良い施工が可能である。増殖溝を仕上げてから岩盤切下げの掘削にとりかかる。岩盤切下げの場合通常の岩盤浚渫と違って精度が高く、しかも岩盤の面が出るような施工が要求されるので、作業に当っては水準測量で掘削高を確認しながら計画高を確保するようにした。

4-4 ズリ処理工

掘削作業時に発生した微細ズリは、37kwの水中攪乱サンドポンプや水陸ブルのリッパに装着したズリ処理機を使用し岩盤の面がでるよう丁寧に処理した。岩盤全面切り下げをしない原地盤高の高い工区は、干潮時に岩盤を傷つける事なく効率よくズリがとれるようバックホウのバケット爪部に鉄板を溶接し丁寧に処理した。

4-5 増殖用コンクリートブロックの据付

増殖ブロックの据付は、クローラクレーンを使用していたが、岩盤全面切下げ工区や原地盤高の低い現場は、潮待しても陸上用建設機械では施工できないので、水陸両用クレーン（7ton吊クレーン付水陸ブル）を使用し施工した。



写真-2 増殖ブロック据付

この場合の施工法を述べる。増殖溝の法肩に仮置された増殖ブロックは、溝中に入った水陸両用クレーンで溝の縦横断方向を確認しながら1個づつ据付けた。横断方向に張ったロープにはあらかじめマー

キングしておき、その場所へ適格に据付けける方法をとった。据付作業時の波の影響を防止するため水陸ブルの前方を沖側に向かせ安全かつ施工精度を高めるよう施工した。

5. あとがき

このような工法により砕波帯や浅海域の掘削作業等が可能になり平磯漁場開発に於いても磯資源の貧しかった岩盤上が、有効利用される漁場となり、事業効果も当初予想したよりはるかに上廻った。このような工事は、北海道の稚内西海岸でもコンブを対称に昭和55年より大規模増殖場開発事業として実施されている。さらに種市をはじめとして全国各地でも開発が期待されている。しかし造成した漁場は、海の畑として維持管理していかななくては其の役割を充分生せない。その方面の技術開発、施工機械の開発が進められている。