

運輸省港湾技術研究所

# 港湾技術研究所 報告

---

---

REPORT OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH  
INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT

---

VOL. 7

NO. 1

MAR. 1968

NAGASE, YOKOSUKA, JAPAN



港湾技術研究所報告は第7巻第1号より年4回定期的に刊行する。ただし第1巻から第6巻および欧文編第1号から第15号までは下記のとおり不定期に刊行された。  
報告の入手を希望する方は論文番号を明記して港湾技術研究所長に申し込んで下さい。

和文篇 (Japanese Edition)

- Vol. 1. No. 1 (1963)
- Vol. 2. Nos. 1~3 (1963~1964)
- Vol. 3. Nos. 1~7 (1964)
- Vol. 4. Nos. 1~11 (1965)
- Vol. 5. Nos. 1~15 (1966)
- Vol. 6. Nos. 1~8 (1967)

欧文篇 (English Edition)

- Report Nos. 1~15 (1963~1967)

The Report of the Port and Harbour Research Institute is published quarterly, either in Japanese or in occidental languages. The title and synopsis are given both in Japanese and in occidental languages.

The report prior to the seventh volume were published in two series in Japanese and English as listed above.

The copies of the Report are distributed to the agencies interested on the basis of mutual exchange of technical publication.

Inquiries relating to the Report should be addressed to the director of the Institute specifying the members of papers in concern.

# 港湾技術研究所報告 (REPORT OF P.H.R.I.)

第7巻 第1号 (Vol. 7, No. 1), 1968年3月 (Mar. 1968)

## 目 次 (CONTENTS)

1. The Effect of Overconsolidation on the Undrained Strength of Clays  
.....Akio NAKASE..... 3  
(粘土の非排水せん断強さに及ぼす過圧密の影響 .....中瀬明男)
2. 港湾構造物における高張力異形鉄筋の使用方法に関する調査研究 (第2報)  
.....赤塚雄三・関博..... 25  
(Investigation on Use of High Strength Deformed Bars for  
Harbour Construction Works (Part II)  
.....Yuzo AKATSUKA and Hiroshi SEKI)
3. 排土板とジェット組合せによる地均し力におよぼす効果について  
.....早乙女保二・石塚浩次..... 47  
(On the Effect upon the Leveling in Water by the Combination of  
Blade and Water-Jet  
..... Yasuji SAOTOME and Koji ISHIZUKA)
4. Supplement: Synopses of Reports of Port and Harbour Research  
Institute (Japanese Edition) ..... 61

### 3. 排土板とジェット組合せによる地均し力に およぼす効果について

早乙女保二\*・石塚浩次\*\*

#### 要 旨

本報告は、海底地均し船の排土板前面に大量の土砂が堆積したときに、ウォータージェットと排土板を組合せることによって船の駆動力を軽減する効果を室内実験によって明らかにしたものである。

模型実験は排土板の長さ 1.0 m, 高さ 10 cm とノズル (2, 4, 6, 8 mmφ) を用い、地均し力の節約効果を定性的に調べた。排土板の抵抗力は堆積土砂量に比例することから、ジェットを作用させたときの堆積土砂量を考察することにより、その減少効果を調べた。

その結果、排土板に堆積した土砂を吹き飛ばすジェットの効果は、ジェットの運動量と走行速度に関係することが明らかになった。砂について、ジェットが作用したときの堆積土砂による水平力 ( $H$ ) は排土板の高さが無限のとき、理論的につぎの式で表わせる。

$$H = A_0 \frac{DB^2}{(1 + \alpha \cdot d^2 p / V)} \left\{ 1 + \exp \left( - \frac{K_1 (1 + \alpha \cdot d^2 p / V)}{B} S \right) \right\}$$

ここで、 $D$  は掘削深さ、 $p$  はジェット水圧力、 $B$  は排土板幅、 $S$  は地均し行程距離、 $V$  は走行速度、 $\alpha$  はジェット取付位置、ジェットノズル数、土質、 $A_0$  およびジェット流量係数より決まる値である。

定数  $A_0$  はジェットなしにて地均ししたときの堆積土砂による抵抗力と堆積土砂量の比から求まる。

\* 機材部 主任研究官

\*\* 機材部 作業船研究室

### 3. On the Effect upon the Leveling Power in Water by the Combination of Blade and Water-Jet

Yasuji SAOTOME\*

Koji ISHIZUKA\*\*

#### Synopsis

This report shows the effect for the reduction of driving power of dredger for leveling the bottom of sea, through the combination of water-jet and blade, when a large quantity of sand and soil are piled up before the blade of dredger by laboratory test.

The object of this laboratory test was to examine qualitatively the effect for the reduction of leveling power of blade, using model blade (length=1 m, height=10 cm), and jet nozzles (diameter=2, 4, 6, 8 mm $\phi$ ).

Resistance power of blade is known to be proportioned to volume of piled sand and soil, so we investigate the effect of reduction of leveling power studying the volume of piled up sand soil when water-jet is thrown out to them.

Accordingly, the effect of water-jet upon reduction of leveling power by blowing off the piled sand and soil before blade were proved to be the determined mainly by momentum of water-jet and speed of blade.

Assuming the height of blade is infinitely large, horizontal power of blade ( $H$ ) caused by the piled sand, when water-jet is thrown out, can be expressed theoretically by following equation.

$$H = A_0 \frac{DB^2}{1 + \alpha \cdot d^2 p / V} \left\{ 1 + \exp \left( - \frac{K_1 (1 + \alpha \cdot d^2 p / V) S}{B} \right) \right\}$$

where,  $D$ ,  $p$ ,  $B$ ,  $S$ ,  $V$  and  $\alpha$  are depth of excavation, pressure of jet, length of midel blade, leveling stroke, speed of blade and determined from the places where nozzle is attached number of nozzle; the nature of the soil, constant  $A_0$ , coefficient of discharge of jet-nozzle.

Constant  $A_0$  is obtained from from the ratio of piled sand and soil to resistance power caused by the piled sand and soil, in case of leveling without jetting.

---

\* Senior Research Engineer, Machinery Division.

\*\* Member, Dredger and Construction Equipment Laboratory.

## 目 次

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 要 旨                           | 47 |
| 1. ま え が き                    | 51 |
| 2. 排土板抵抗力減少の解析                | 51 |
| 3. 実験装置と供試材料                  | 52 |
| 3.1. 実験装置                     | 52 |
| 3.2. 排土板およびジェットノズル模型          | 53 |
| 3.3. 供 試 砂                    | 54 |
| 4. 実験方法                       | 54 |
| 4.1. ジェットノズル取付位置実験            | 54 |
| 4.2. ノズル口径, ジェット水圧力, 掘削深さ変化実験 | 55 |
| 4.3. 走行速度変化実験                 | 55 |
| 5. 実験結果と考察                    | 55 |
| 5.1. 排土板の抵抗力特性                | 55 |
| 5.2. ジェットノズル取付位置実験結果          | 56 |
| 5.3. ノズル口径, ジェット水圧力変化実験結果     | 56 |
| 5.4. 走行速度変化実験結果               | 56 |
| 5.5. 実用化考察                    | 59 |
| 6. 結 論                        | 60 |
| 7. あとがき                       | 60 |
| 参考文献                          | 60 |

## 1. まえがき

現在、第五港湾建設局において、名古屋港内のドラグサクション浚渫跡に凹凸が生じ、これを取除くために海底地均し船を建造中である。この作業船はブルドーザ同様の排土板を船体後部に装備し、船の推進力によってけん引する、いわゆる水中ブルドーザである。

ブルドーザの排土板は取り除くべき土砂を運搬する働きを持っているが、大量の土砂が排土板に堆積すると、大きな駆動力が必要になる。排土抵抗力を小さくするために排土板を浮かせると、一様平面にする地均し本来の働きがなくなる。したがって、排土板に堆積した土砂を取り除くことがよいので、本船の設計当時より多数の方法が提案された。その内、有効な方法と思われたものを2, 3 あげると、

- (1) 排土板に後退角を付けて、排土板側方に移動させる。
- (2) ウォータジェットにより吹き飛ばす。
- (3) 堆積土砂を吸い揚げる。
- (4) その他。

があったが、(1)についてはすでに実験済(港研報告6巻6号)で、排土板に後退角を付けると排土板が、斜行または蛇行する傾向があること、および刃先を水平に装備することが難かしいなどの欠点があり、本船の設計にも考慮されて直線形の排土板に決定された。(2)の方法についてはウォータジェットのみによる地均しについては実験されているが(作業船協会の委託研究、未発表)、排土板とウォータジェットの組合せについて、その効果について未解決であった。今回、一応の実験が終わったので報告する。(3)、(4)については今後機会があれば実用化研究する予定である。

本報告は排土板に堆積した砂をウォータジェット(以下ジェットと呼ぶ)によって側方に排除し、排土抵抗力を小さくするジェット水圧力、ノズル取り付け位置、排土板走行速度などによる効果を室内実験によって明らかにしたものである。

## 2. 排土板抵抗力減少の解析

排土板抵抗力は排土板の形状によって支配される他に、堆積土砂の運搬抵抗、純粋な掘削抵抗、堆積土砂による掘削抵抗の増加抵抗に分けられる。本研究は堆積土砂による抵抗を減少させることを目的としているので、

純粋な掘削抵抗の小さい室内で実験を行なっても目的に合うことになる。

排土板の抵抗力を水平抵抗力と垂直抵抗力に分けて考えると、一般に両者の比は排土板の形状、土質により一定になるので、抵抗力の減少効果を調べるにあたっては、いずれか一方を調べれば良いことになる。そのため、本研究は水平抵抗についてのみ調べることにした。

堆積土砂量と水平抵抗力の関係は掘削深さが小さく、土質が軟いと直線関係に近い。一般に掘削深さが増加するにつれて上昇傾向になるが、それは掘削深さの2乗に比例する項が大きくなるためである。したがって、掘削深さをあまり大きくしない程度において、堆積土砂がジェットによりどのようなようになるかを解析すれば、間接的にはあるが水平力とジェットの効果が調べられる。

すなわち、

$$\text{堆積土砂による水平力}(H) \propto \text{堆積土砂量}(Q) \dots (1)$$

堆積土砂量  $Q$  については港研報告6巻6号排土板の地均し抵抗に関する研究より

$$Q = DBS - \int_0^t q dt \dots (2)$$

ここで

$D$ : 掘削深さ

$B$ : 排土板幅

$S$ : 掘削走行距離

$q$ : 単位時間に排土板より流れ去る土砂量

$t$ : 掘削初期からはかった時間

$q$  は前記の研究結果から、次式によって表わせることが知られた。

$$q = K \frac{Q}{B} V \dots (3)$$

$V$ : 排土板の走行速度

ジェットが作用した場合は、ジェットの運動量が  $q$  を増加させる働きをすると考え、(4) にて表わす。

$$q = \frac{Q}{B} (K_1 V + \lambda mv) \dots (4)$$

ここで、

$\lambda$ : 定数

$m$ : ジェットが単位時間に流出する水の質量

$v$ : ジェットの出口速度

ジェットの運動量はつぎのように表わす。

$$mv = \mu d^2 p$$

$\mu$ : 流量係数に関する定数

$d$  : ジェットノズル口径  
 $p$  : ジェット水圧力

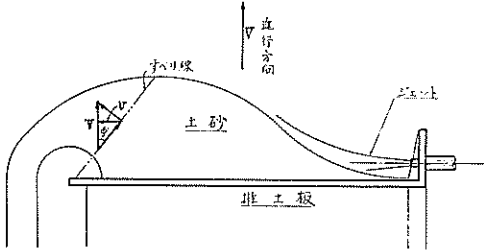


図-1 ジェット効果模

以上から(4)式を整理して

$$q = K_1 \frac{Q}{B} V \left( 1 + \alpha \frac{d^2 p}{V} \right) dt \quad \dots (5)$$

(2)式に(5)式を代入して

$$Q = DBS - \int_0^t K_1 \frac{Q}{B} V \left( 1 + \alpha \frac{d^2 p}{V} \right) dt \quad \dots (6)$$

$V dt = ds$  に置かえて

$$Q = DBS - \int_0^s K_1 \frac{Q}{B} \left( 1 + \alpha \frac{d^2 p}{V} \right) ds \quad \dots (7)$$

または,

$$\frac{dQ}{dS} = DB - K_1 \frac{Q}{B} \left( 1 + \alpha \frac{d^2 p}{V} \right) \quad \dots (7')$$

$V$  を一定として  $Q$  を解き,  $S=0$  で  $Q=0$  とすると,

$$Q = \frac{DB^2}{K_1(1 + \alpha \cdot d^2 p / V)} \left\{ 1 - \exp \left( - \frac{K_1(1 + \alpha \cdot d^2 p / V)}{B} S \right) \right\} \quad \dots (8)$$

よって式(1)より

$$H = A_0 \frac{DB^2}{1 + \alpha(d^2 p / V)} \left\{ 1 - \exp \left( - \frac{K_1(1 + \alpha \cdot d^2 p / V)}{B} S \right) \right\} \quad \dots (9)$$

(9)式が排土水平抵抗力とジェットの効果を表わす式である。この式は排土板の走行距離により変化するが、一般に  $S$  は板幅  $B$  に比して大きいので { } 内は 1 に近くなり、つぎの(10)式が実用上の式になり、また最大値になる。

$$H = A_0 \frac{DB^2}{1 + \alpha(d^2 p / V)} \quad \dots (10)$$

(10)式は排土板の高さが無関係になっているが、これは前研究にても記したごとく、掘削深さが排土板の高さに比してあまり大きくないか、または、排土板の天端よりこぼれ落ちが少ないことが条件になっている。

定数  $A_0$  はジェットなしにて地均した時の堆積土砂による抵抗力と堆積土砂量の比から求め、 $\alpha$  はジェット

取付位置、ジェットノズル数、土質、 $A_0$  およびジェット流量係数などによって決まる値である。

### 3. 実験装置と供試材料

#### 3.1. 実験装置

実験砂槽は既設の研究施設、長さ 12.8 m, 幅 1.8 m, 深さ 1.6 m, 砂層厚 1.0 m を使用し、砂槽への注水は水道により、排水は排水ポンプにより行なった。排土板模型は既設の走行台車に取り付け、走行台車は砂槽両上端のレール上を走行する。図-2 に実験装置を示す。

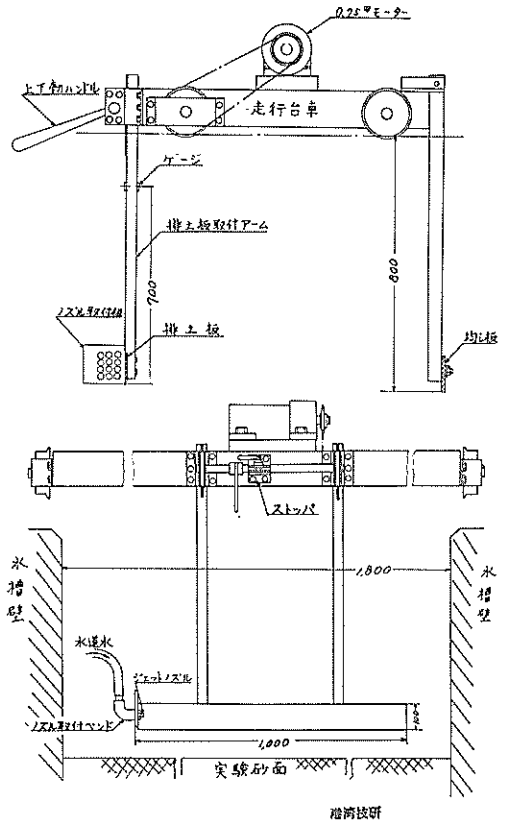


図-2 実験装置

走行速度は既設の速度 1.9 m/min に 2 倍, 3 倍の 2 種類を加え, 3 種の速度変化をチェーン sprocket の取りかえによってできるようにした。排土板模型は 2 本の支持アーム (35 mmφ) の先端に取り付け, レール面下約 80 cm の実験地盤面を上下それぞれ 10 cm, ラックによって上下し得る。

掘削抵抗力の測定は、この排土板支持アームに排土板



## 排土板とウォーター・ジェット組合せの効果

刃先より70cmの点にストレンゲージを貼り、排土水平抵抗力を曲げモーメントとして測定した。したがって、排土水平抵抗力は刃先に換算して、刃先換算水平力と呼んで表わすことにした。

力の検定は排土板模型の刃先横方向中心に水平力をロープによって加えて行なった。その結果、2本の支持アームに均等に作用しなかったが、2本のアームに作用した力の和として全体の力を表わすと、図-3に示す検定結果が得られた。

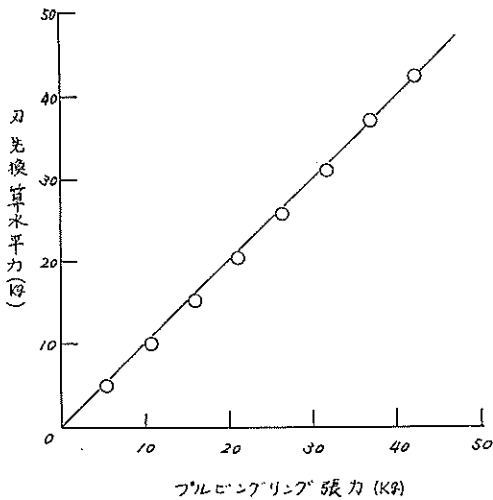


図-3 測定機の検定

力の測定記録は平行移動ペン書きオシログラフを用い、記録の読み取りは力が飽和した点を取り、刃先換算水平力として実験値とした。写真-1に測定記録の一例を示す。

ジェット水は水道より、台車の走行に支障のないように長さ10mのビニールホース(内径19mmφ)で導き、途中に圧力計を挿入してノズル取り付けバンドに導いた。ジェット水圧力の測定は1.0~4.0kg/cm<sup>2</sup>まで測定可能な圧力計を用い、実験結果の圧力表示はすべてこの圧力計によった。圧力計の取付位置は水面より1.0m上にあるので、所定の圧力は0.1kg/cm<sup>2</sup>の値を差引いて圧力を定めた。

### 3.2. 排土板およびジェットノズル模型

排土板は鋼板製で寸法は幅1.0m、高さ10cm、厚さ9mmの平板であり、第五港湾建設局の地均し船排土板の1/10である。排土板の刃先は逃げ角60°とした。

ノズルの取付位置は排土板の一方の側端に図-2に示すごとくノズル取付板を設けた。ノズル取付板にはジェット効果が最適な位置を決める実験用として12個の取付孔を設けた。間隔寸法は図-4に示す。

ジェットノズルは黄銅製で、ノズル取付バンドにねじ込み取付けられる構造とした。ノズル口径は2, 4, 6, 8mmφである。ノズルの長さはジェットの乱れをなくするため、ノズル口径の3倍以上の平行部を設け、またノズル口縁は丸味をつけた。写真-2にノズルと取付ベ

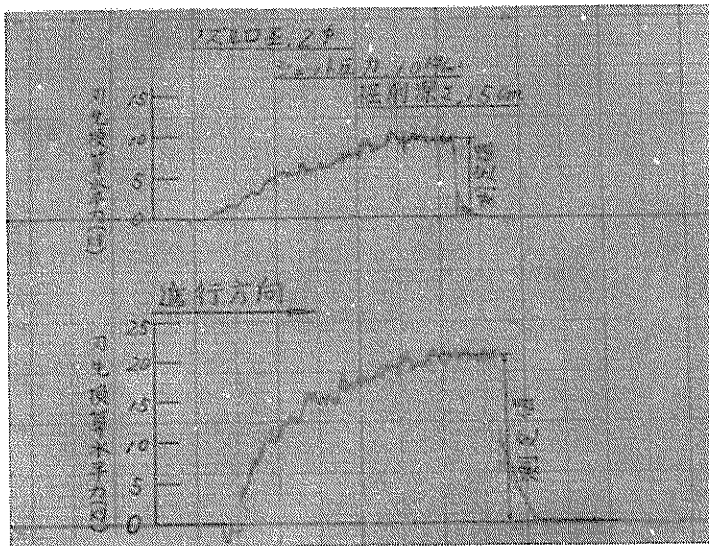


写真-1 測定記録例

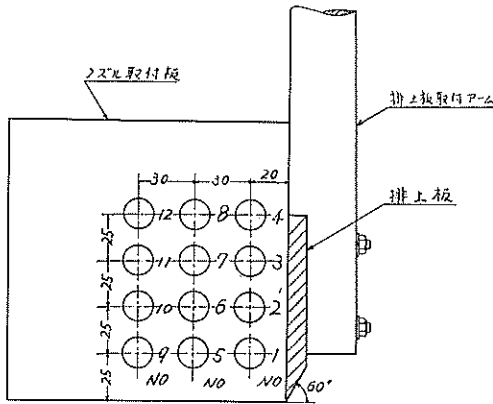


図-4 ジェットノズル取付間隔

ンドを示す。

図-5 はノズルの流量測定結果である。流量係数が0.81~0.87の間にありわずかに低い値であるが、圧力をビニールホースの途中にある圧力計によったためで管摩擦損失によると思われる。なお、ノズル取付バンドは圧力を均一にするためノズル口径に対して十分な大きさに製作した。

### 3.3. 供試砂

実験に使用した砂は高萩産の砂で粒径加積曲線を図-6に示す。50% 粒径は 0.3mm である。真比重は 2.63, 見掛け比重は乾燥状態で 1.54, 水中重量は 0.95 g/cm<sup>3</sup> である。水中安息角は約 36° であった。

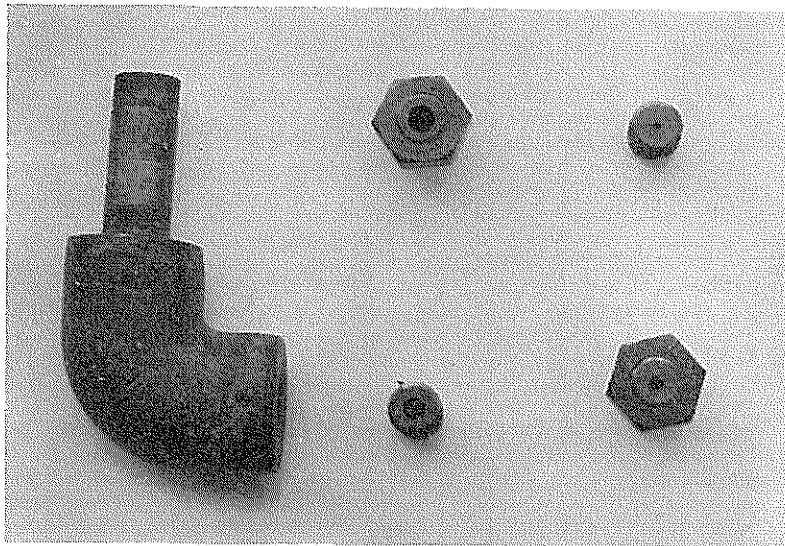


写真-2 ノズルと取付けバンド

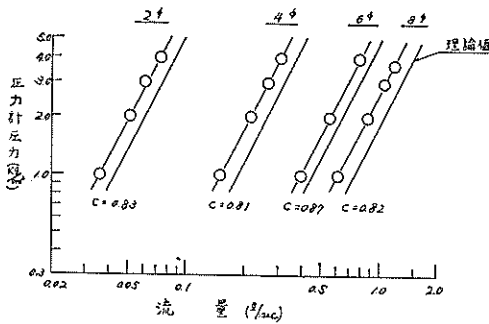


図-5 流量測定結果

## 4. 実験方法

### 4.1. ジェットノズル取付位置実験

最も効果のあるノズル取付位置実験は排土板の長手方向の位置については今回は行わず、側面の位置変化についてのみ行なった。実験はノズル口径4種類について掘削深さ、ジェット水圧力、走行速度を一定にして12の位置について行なった。

実験地盤の作成は砂面の凹凸を少なくしてから、図-2に示した実験走行台車の均し板によって均一な平面に仕上げた。実験はジェットを噴射させ、所定のジェット水

排土板とウォータ・ジェット組合せの効果

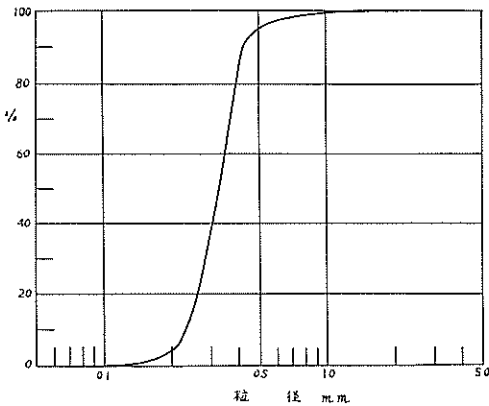


図-6 供試砂粒径加積曲線

圧力、掘削深さに固定した後、実験台車を走行させ測定を開始した。走行距離は抵抗力が飽和するまで走行させて停止し、一回の実験が終了する。以下の各種実験も同一の方法で行なった。

4.2. ノズル口径、ジェット水圧力、掘削深さ変化実験

ノズルの取付位置は4.1の実験により、ジェット効果の最良の位置についてのみ表-1のごとく行なった。表においてジェット水圧力、掘削深さが同一条件になっていないのは予備実験においてジェット水圧力、堆積土砂量の大小によって実験回数を制限するために決定したことによる。

表-1

| ノズル口径<br>mmφ | ジェット水圧力<br>kg/cm <sup>2</sup> | 掘削深さ<br>cm         | 速度<br>m/min |
|--------------|-------------------------------|--------------------|-------------|
| 2            | 1, 2, 3, 4                    | 0.5, 1.0, 1.5      | 1.9         |
| 4            | 1, 2, 3, 4                    | 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 |             |
| 6            | 1, 2, 3, 4                    | 1.0, 2.0, 3.0      |             |
| 8            | 0.5, 1.0, 1.5, 2.0            | 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 |             |

4.3. 走行速度変化実験

走行速度は1.90 m/minと2倍、3倍の3種についてノズル口径、ジェット水圧力、掘削深さを同一に行なった。走行速度が大きくなると抵抗力の飽和が遅くなるので実験地盤は長く作成した。なお、ノズル位置は4.2の実験と同一である。

5. 実験結果と考察

5.1. 排土板の抵抗力特性

ジェットを使用しない場合の本排土板の刃先換算抵抗力

力を図-7, 8に示す。

図-7は堆積土砂量と刃先換算水平力の関係を示したもので、近似的に比例関係と見做せる。図-8は掘削深さとの関係を表わしたもので深さが増加するにつれて、直線関係から差がでるのは、本実験の場合排土板の天端からこぼれ落ちるためである。こぼれ落ちが大量になると抵抗力が飽和することが前記の研究結果から知られている。なお、これらの性質は本排土板と実験地盤の性質によるもので、一般には深さが増加すると、深さの2乗に比例する項が大きくなるためいずれも直線関係をはずれて上向きに上昇するはずである。速度変化による抵抗力

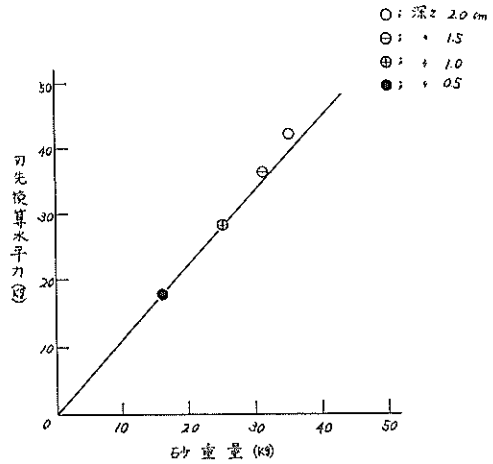


図-7 堆積土砂量と刃先換算水平力

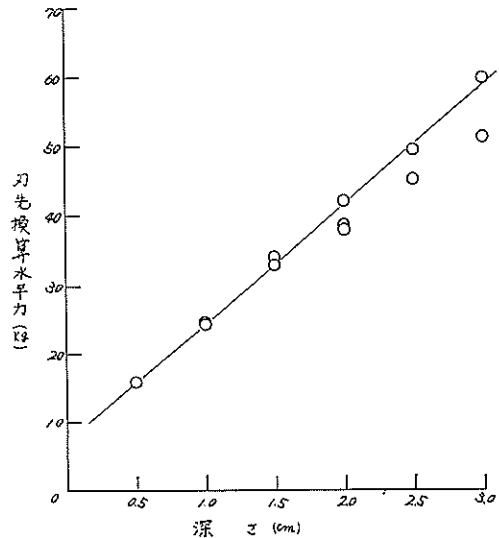


図-8 掘削深さと刃先換算水平力

の変化は堆積土砂量の変動程度と考えられ、速度による変化はほとんどなかった。

### 5.2. ジェットノズル取付位置実験結果

実験結果の一部を 図-9, 10 に示す。本図以外のノズル口径, ジェット水圧力, 掘削深さの組合せについても同様の結果になった。図の横軸は 図-4 に示したノズルの取付位置の呼び番号である。図から排土抵抗力が最も低い値を示す位置は No. 2 になり, 排土板に最も近い列の下から 2 番目に当る。図には示さなかったが, 刃先を極座標の原点にとって調べると, 刃先からの距離に比例して抵抗力が増加している。すなわち, 刃先より遠ざかるにしたがって抵抗力を減少させる効果は少なくなった。実験中の観察から各列の最下点は排土板の所定の掘削深さよりさらにジェットによって掘削し, その土砂が排土板に堆積するために抵抗力を大きく, 結果的には掘削深さを増加させたことになっていた。ジェットが掘削を起こす位置については掘削深さ, ノズル口径, ジェット水圧力などにより変化するので, それらの明確な値については不明であった。

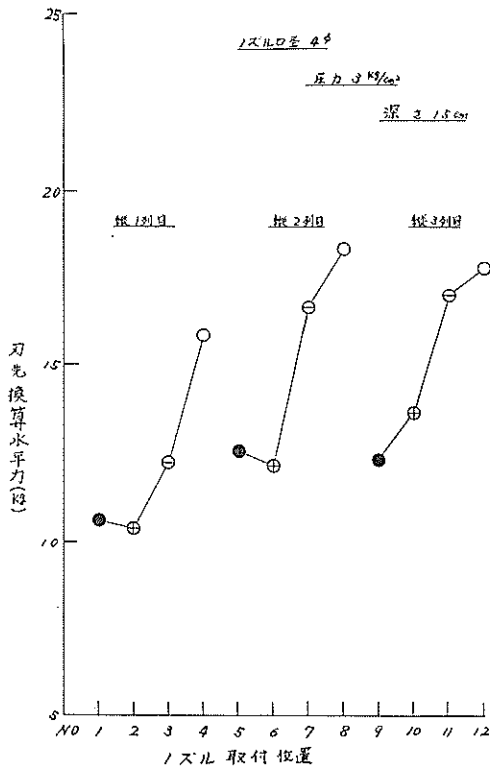


図-9 ノズル取付位置と刃先換算水平力

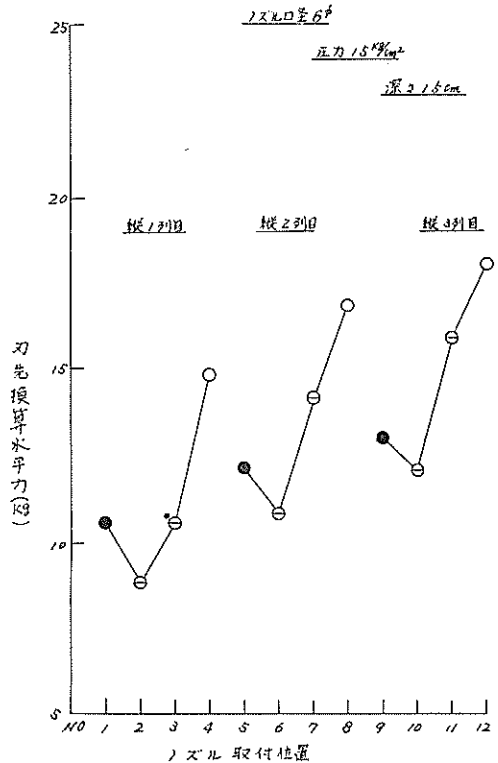


図-10 ノズル取付位置と刃先換算水平力

### 5.3. ノズル口径, ジェット水圧力変化実験結果

ノズル口径, ジェット水圧力による効果の実験は前記したごとく, ノズル位置を排土抵抗力を最小にする No. 2 に限定して行なった。実験結果を 図-11, 12, 13, 14 に示す。また 写真-3 は実験状態である。

図中の実線は式 (10) の  $\alpha$  を 図-8 のジェットなしの抵抗力と実験値により算出して決め, 計算した値である。式 (10) と実験値の傾向はよく一致している。図-15 は同一実験値を掘削深さの変数にして表わしたもので同様式 (10) と実験値との傾向の一致がよい。一般に掘削深さが浅いか, またはジェット水圧力が高くなると計算値から離れるが, これはジェットによって所定の掘削深さ以上になるため実験精度が悪くなったためと思われる。

なお, 全体を通じて, 堆積土砂の形状, 土量が実験ごとに変化するので多少の変動は実験回数が少ないので避けられない。

### 5.4. 走行速度変化実験結果

実験結果を 図-16, 17, 18, 19 に示す。

これも前同様式 (10) と実験値の傾向が全体を通じてよ

排土板とウォーター・ジェット組合せの効果

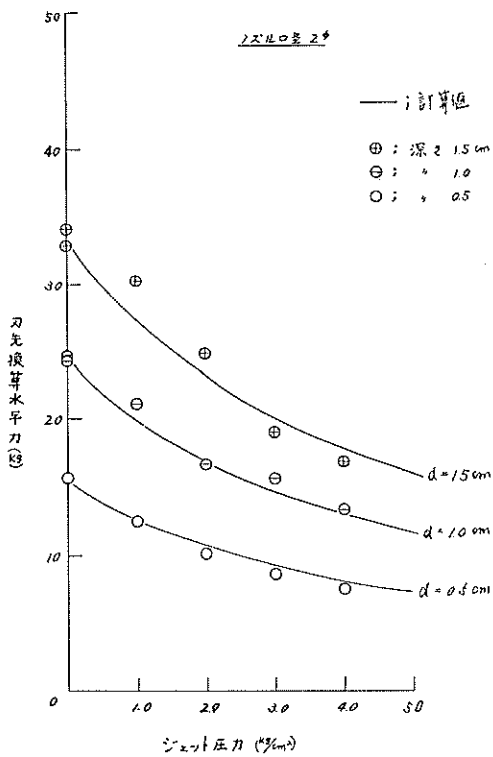


図-11 ジェット圧力と刃先換算水平力

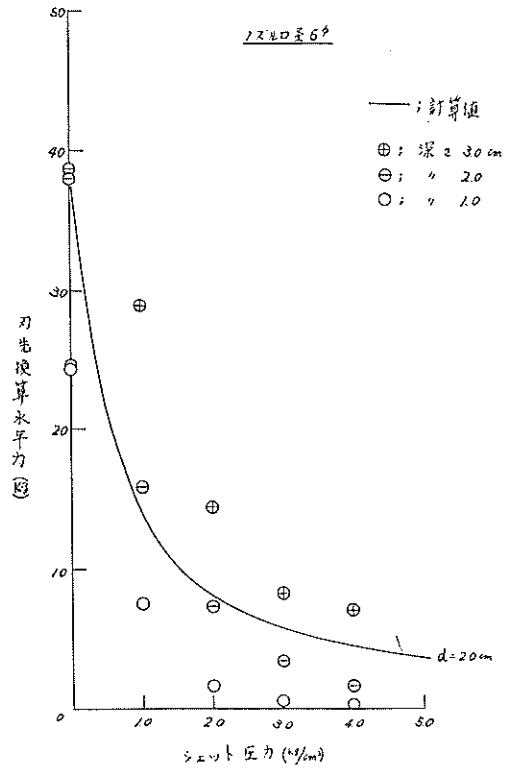


図-13 ジェット圧力と刃先換算水平力

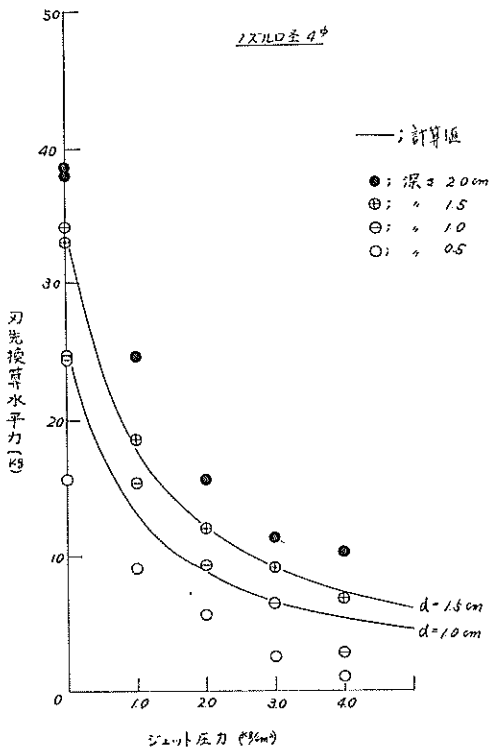


図-12 ジェット圧力と刃先換算水平力

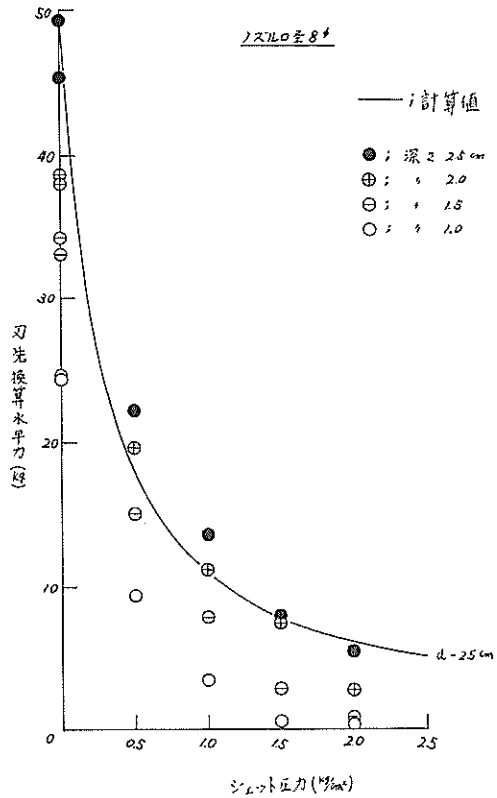


図-14 ジェット圧力と刃先換算水平力

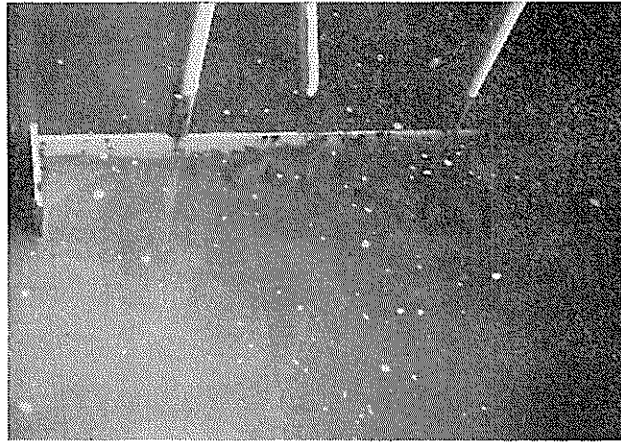


写真-3 実験写真

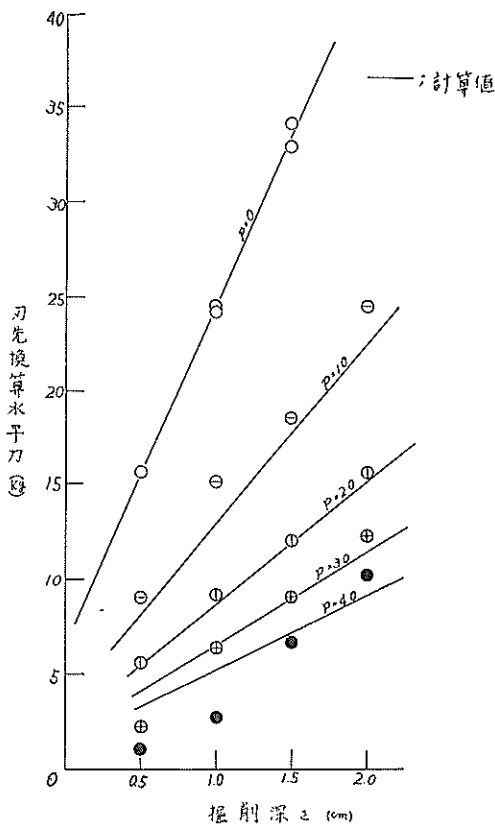


図-15 掘削深さと刃先換算水平力

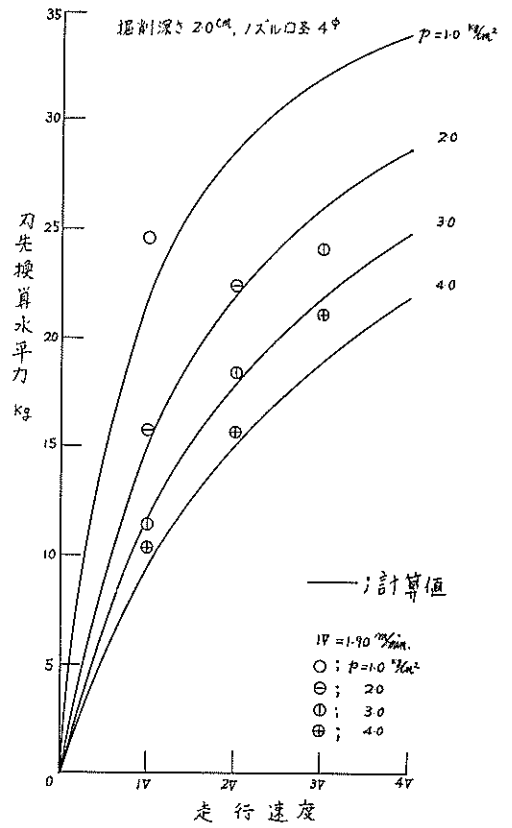


図-16 走行速度と刃先換算水平力

排土板とウォータ・ジェット組合せの効果

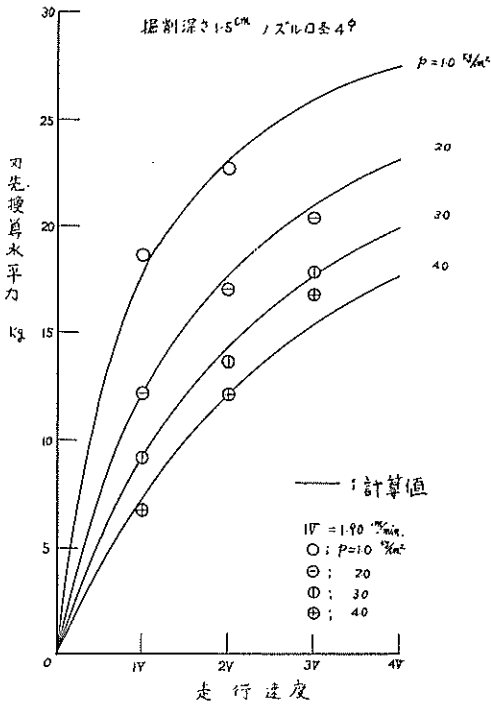


図-17 走行速度と刃先換算水平力

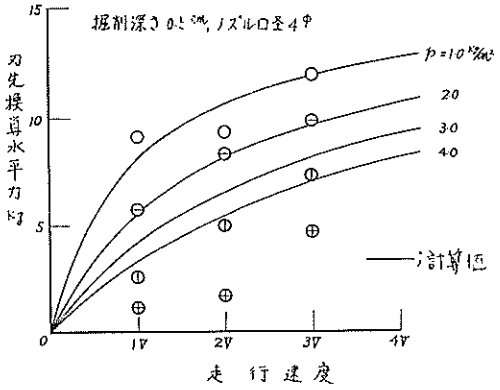


図-19 走行速度と刃先換算水平力

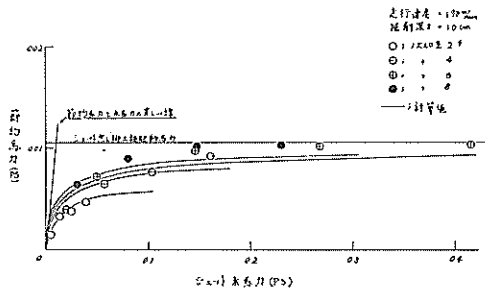


図-20 節約馬力とジェット水馬力

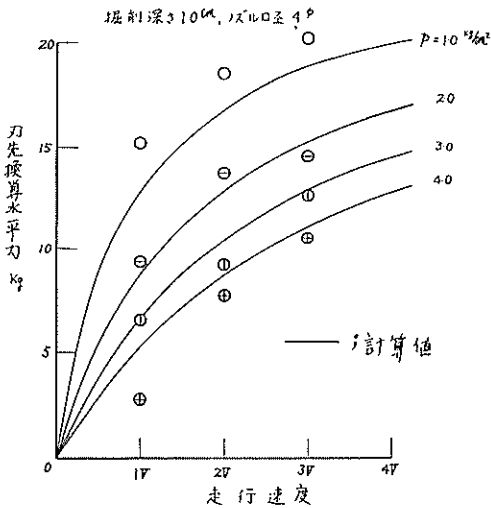


図-18 走行速度と刃先換算水平力

く合っている。この図から常識的であるが、走行速度を速くすると効果がなくなることがわかる。

5.5. 実用化考察

以上、計算式と実験値の傾向がよく一致しているが、実用化にあたっては排土板とジェット組合によって、ど

の程度排土板駆動馬力に利得があるか調べなければならない。本実験において深さ 1.0 cm の時 ノズル口径 2, 4, 6, 8 mmφ について、ジェットによる節約効果を調べると 図-20 になった。

図において水馬力が大きくなると、節約効果は薄れジェットなしの駆動馬力に近づく。節約馬力と水馬力が等しい点の線を引けば図中の直線となり、それより左側の水馬力の範囲で効果があることになる。その水馬力は圧力零から小さい範囲であるが、図-16~19 によれば 図-20 の実験速度 1.9 m/min よりさらに遅くすると、効果ある水馬力の範囲は少し大きくなる。

実用上、ジェットによる効果ある範囲で使用するとすれば、ノズルの間隔を小にして数多く取付けるという方法が考えられる。また曳航船のプロペラ推進効率とジェット用ポンプ効率を比較すると、低速時は一般に推進効率がポンプ効率より低いので、さらに効果があるジェット使用範囲が広まると考えられる。それらの明確な効果割合はわからない。その他効率を上げるノズル取付方法として本実験では行なわなかったが、排土板

堆積土砂の流れの方向，すなわち排土板中央または両端付近で外側に向けてノズルを取付ける方法が考えられる。これらについてはさらに実用化研究が必要である。

## 6. 結 論

以上の実験結果からつぎのことが明らかになった。

- 1) 排土板に堆積した土砂を吹き飛ばすジェットの効果は，ジェットの運動量と走行速度に関係することが明らかになり理論的計算式が得られた。
- 2) 排土板駆動馬力利得のために，ジェットを取付けることは必ずしも有効でないが，今後さらに実用化研究をする必要がある。

## 7. あとがき

第五港湾建設局地均し船設計当時は排土板とジェット

組合せによる方法を検討していたが，定量的にはもちろん定性的にも明確でなかった。そのため本実験を行なったわけであるが，結果的には定性的ではあるが明確になった。本実験は五建地均し船関係として行なわれたが，港湾工事は海中が多いため水ジェットを使用しやすい状態にあるので，五建地均し船関係と合せて今後参考になれば幸いである。

本実験は実習生として来所した群馬高専の佐藤勝君に手伝って戴いたので，ここに記して感謝する次第である。

## 参 考 文 献

排土板の地均し抵抗に関する研究，港研報告 6 卷 6 号，  
早乙女保二，石塚浩次

(昭和 42 年 12 月 21 日受付)