

# 港 湾 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 292      June 1978

噴流式ゴミ回収装置の実船試験

石	塚	浩	二
岩	崎	峯	夫
中	島	忠	男
大	友		健

運輸省港湾技術研究所



# 目 次

1. ま え が き .....	3
2. 噴流式ゴミ回収装置の概要 .....	4
2.1 浮遊ゴミの回収原理 .....	4
2.2 “いしづち”の噴流式ゴミ回収装置概要 .....	4
3. 試 験 内 容 .....	5
3.1 試 験 概 要 .....	5
3.2 測定項目および測定方法 .....	5
4. 測定結果と解析 .....	6
4.1 水ジェット噴射流量測定 .....	6
4.2 導水路内部吸込み流速 .....	7
4.3 導水路前方表面水域の吸込み流速 .....	9
4.4 導水路前方水域の浮遊ゴミ収集速度および時間 .....	11
5. 結 論 .....	16
6. あ と が き .....	16

# A Performance Test on the Sea Surface Cleaning Boat "ISHIZUCHI"

Koji ISHIZUKA\*  
Mineo IWASAKI\*\*  
Tadao NAKAJIMA\*  
Ken OTOMO\*\*\*

## Synopsis

The Dredger and Construction Equipment Laboratory has developed a new sea surface cleaning system with water jets in 1976. The new system consists of water jets, a water channel and a garbage container. The rubbish collecting mechanism is that water jets induce a stream from the bow to the stern and that the induced flow leads rubbish floating around the bow into the garbage container through the water channel.

"ISHIZUCHI" was built as the first boat which installs the new system in 1976. The boat has been working at Matsuyama port from that time.

To investigate the capability of the new system, a field test was carried out at Matsuyama port October, 1977. This paper shows the test results and a general mechanism of rubbish collection.

The test results verify that the new system is capable of collecting rubbish floating three meters ahead of the boat.

The relationships between the stream velocity in the water channel, the depth of the water channel, momentum of water jets, the angle of the water jet nozzles, and rubbish collecting time are made clear.

---

\* Member of Dredger and Construction Equipment Laboratory, Machinery Division  
\*\* Chief of Dredger and Construction Equipment Laboratory, Machinery Division  
\*\*\* Chief of Machinery Section, Machinery Division

# 噴流式ゴミ回収装置の実船試験

石 塚 浩 次\*  
岩 崎 峯 夫\*\*  
中 島 忠 男\*  
大 友 健\*\*\*

## 要 旨

噴流式ゴミ回収装置は、溝形導水路、溝形導水路内部に噴射する複数ノズル、塵芥コンテナーおよびポンプにより構成される。また、清掃船に装備された噴流式ゴミ回収装置は、清掃船の停止状態において溝形導水路内に吸込み水流を発生させ、清掃船前方水域からの浮遊ゴミの回収を行なう。

本報告は、初めて実船（清掃船“いしづち”）に装備された噴流式ゴミ回収装置の浮遊ゴミ回収性能について調査し、明らかになったことがらについて述べたものである。

清掃船“いしづち”の噴流式ゴミ回収装置は、溝形導水路前方3 m水域までの浮遊ゴミの収集が可能であり、溝形導水路前方水域内における浮遊ゴミ収集時間が明らかになった。また、溝形導水路内に発生する吸込み流速は、溝形導水路水深、水ジェット噴射運動量、ノズル噴射角によって計算により求められる。

今回の試験の結果によって、噴流式ゴミ回収装置は、狭あいな水域および港湾構造物付近に浮遊するゴミの回収装置として適当なものと考えられる。

## 1. ま え が き

港湾および河川に浮遊するゴミの回収は、環境を美化するばかりでなく、海洋資源の保護、改善にもつながるもので、今後とも重要な業務といえよう。このような要請を受け清掃船は、国および港湾管理者を始め港湾施設に関係する民間会社において、50年度実績<sup>1)</sup>で33隻が建造され、浮遊ゴミの回収を行なっている。

一般に、浮遊ゴミは、清掃船の航走によって回収されるが、狭あいな水域、港湾構造物付近においては清掃船の航走回収が困難となり、停止に近い状態で浮遊ゴミ回収を行なうことになる。したがって、清掃船の浮遊ゴミの回収装置は、清掃船航走および停止においても同じ回収機能を有するか、別に停止状態に使用する回収装置を装備する必要がある。前者のタイプとして現在ネットコンベア、かき寄せアームの機能を利用した清掃船がある。噴流式ゴミ回収装置は、前者のタイプの清掃船に装備されるもので、清掃船前方水域に吸込み水流を発生させ、その水流によって、浮遊ゴミの回収を行なうものである。従来、このタイプの清掃船には、回転円板方式ゴミ回収

装置が用いられていたが、回転円板方式ゴミ回収装置は、円板外周よりの飛沫の悪影響、浮遊ゴミ回収時の流路障害、装置の大量といった問題があり、その改善が望まれていた。

当研究所機材部においては、回転円板方式の改善の要請を受け、回転円板方式ゴミ回収装置の基本的な性能およびその改善を行なうと同時に新たな方式として噴流式ゴミ回収装置の開発を行なった。<sup>2)</sup>さらに噴流式ゴミ回収装置は、実用化のための大型実験が第三港湾建設局において実施され、1977年に清掃船“いしづち”に装備されたものである。今回の実船試験は、初めて実船に用いられた噴流式ゴミ回収装置の浮遊ゴミの回収能力を調査したもので、当研究所機材部の模型実験と併せて噴流式ゴミ回収装置の基本的な浮遊ゴミ回収能力の把握、実用上の効果および装置の向上を計るために実施したものである。特に実用機における浮遊ゴミ回収性能の良否は、今後、この回収装置の方向を決めるものといえる。

以下、松山港工事々務所において実施された実船試験の内容、測定結果および、解析されて明らかになったことがらについて述べる。

\* 機材部 作業船研究室  
\*\* 機材部 作業船研究室長  
\*\*\* 機材部 機械課長

## 2. 噴流式ゴミ回収装置の概要

### 2.1 浮遊ゴミの回収原理

噴流式ゴミ回収装置は、図-1に示すような溝形導水路（以下単に導水路とする）、その内部に噴射するよう

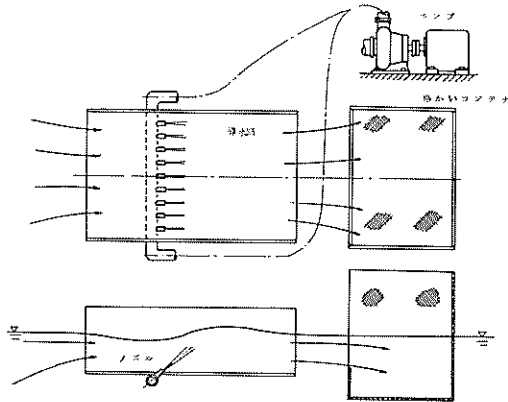


図-1 噴流式ゴミ回収装置の浮遊ゴミ回収原理

に設けられた送水管上の複数個のノズル、塵芥コンテナおよびポンプより構成される。

まず、送水ポンプによる圧力水は、送水管を通して複数個のノズルにより導水路後方に向けて噴射される。このとき導水路内部のノズル後方の水は、噴射水によって後方に押しやられ、ノズル前方には吸込み水流が生じることになる。以上のような原理によって導水路付近の表面水に流れが生じ、導水路前方の浮遊ゴミを収集し、導水路を通じて後方の塵芥コンテナにより回収される。

### 2.2 “いしづち”の噴流式ゴミ回収装置の概要

清掃船“いしづち”の船体概要を図-2に示し、外観を写真-1に示す。清掃船“いしづち”に装備された噴流式ゴミ回収装置は、双胴間の前方に設けられ、甲板上より吊下げ機構によりセットされ使用される。噴流式ゴミ回収装置の使用時には、あらかじめノズルの噴射角を

船体諸元  
 全長 25 m  
 全幅 10.8 m  
 単胴幅 3.8 m  
 深さ 3.1 m  
 総トン数 約160 ton

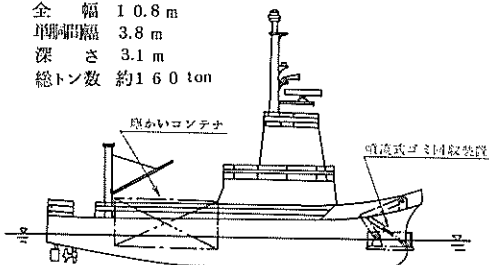


図-2 清掃船“いしづち”の船体概要

手動でセットした後、全て油圧機構により行なわれ、導水路の水深および水面に対する平行度の操作が行なわれる。

噴流式ゴミ回収装置の導水路の形状、寸法、ノズル取



写真-1 清掃船“いしづち”



写真-2 噴流式ゴミ回収装置

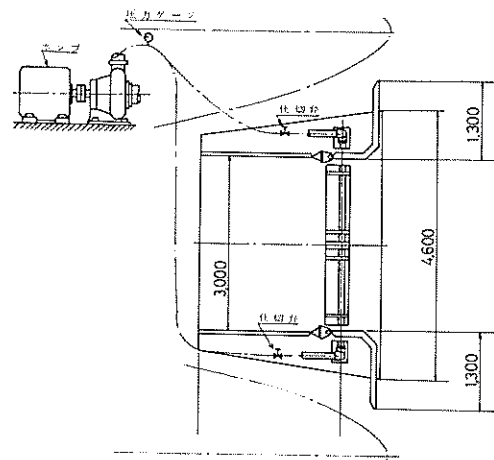


図-3 “いしづち”の噴流式ゴミ回収装置

付位置および送水機構は、図-3に示す通りであり、写真-2には、装置の一部を示す。図-3、写真-2からも分かるように、導水路側板の前方には開閉機構を有する案内板が設けられ、導水路廻りの循環流の防止を行ない前方よりの吸込み流速の発生効果の向上に役立っている。送水路は、ポンプ吐出管の途中で分岐され、フレキシブルホースにより導水路底板上に設けられた送水管の左右に接続されている。分岐前の送水路に圧力ゲージ、分岐後の送水路には仕切弁が設けられ、水ジェット噴射時の圧力のチェック、流量の調整が行なえる。

### 3. 試験内容

#### 3.1 試験概要

噴流式ゴミ回収装置の実船試験は、全て清掃船の停止状態で実施した。実施場所は、松山港々内の停船場で、写真-3に試験実施水域および実験準備の様子を示す。

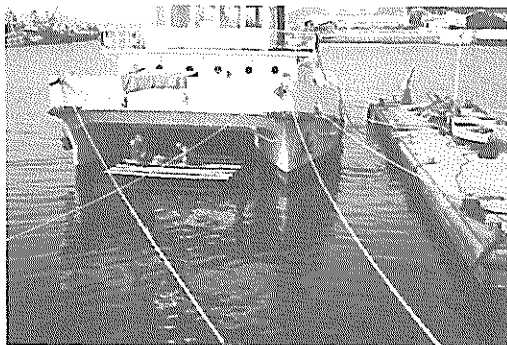


写真-3 吸込み流速測定の様子

清掃船のさん橋側単胴間中心線と浮き橋の距離は、約4.5mであり、清掃船前方の岸壁までは10m以上の距離がある。

噴流式ゴミ回収装置の浮遊ゴミ回収性能は、導水路内に発生する水流および導水路前方水面の収集範囲によって決まるといえる。したがって今回の試験においては、導水路内の流速、導水路前方の速度分布、浮遊ゴミの収集の様子を主な測定項目としている。

#### 3.2 測定項目および測定方法

噴流式ゴミ回収装置による発生水流は、導水路水深（幅が一定なために流路断面積は、水深のみによって変る）、水ジェット噴射圧力、流量、ノズル径、ノズル噴射角度等が考えられる。今回の試験においても、以上のことから変化した場合の導水路内流速、導水路前方流速の測定を行なっている。しかし、導水路前方の表面水の流速、流向分布、浮遊ゴミ回収性能は実験日程上

より、1ケースとした。表-1に測定項目および測定方法を示し、図-4に測定点を示す。測定機器は次のものである。

表-1 測定項目および測定要領

測定項目	測定場所	測定要領
吸込み流速	A, B点	プロペラ流速計による10秒間の平均流速
導水路内流速	A-B, B-C, C-D, D-E	浮遊模擬ゴミ(木板)の通過時間
吸込み流速の流向、流速	×印点	プロペラ流速計分度器
浮遊ゴミの収集速度、時間	導水路前方水面	連写カメラ 浮遊模擬ゴミ(木板)

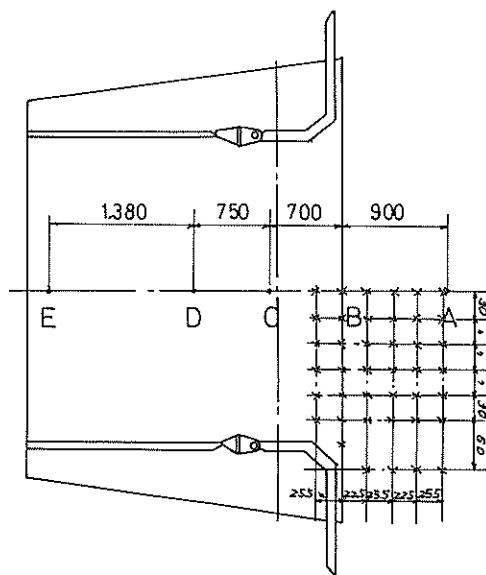


図-4 吸込み流速の測定点

- 1) 小型プロペラ流速計（三光精密工業K.K）2台  
羽根径 2.5 cmφ  
測定範囲 3～60 cm/sec  
50～150 cm/sec  
流速計回転数カウンター（三光精密）1台
- 2) 電磁オシロ（横河製作所）
- 3) 連写カメラ（日本光学K.K）

モータドライブ F-250

4) 模擬ゴミ 木板 7.5 cm × 11 cm × 1.2 cm

5) ノズル 8 mmφ, 11 mmφ, 2種

小型流速計による流速測定は、水深約 5 cm にセットし行なった。プロペラ流速計による流速測定の様子を写真-4に示す。浮遊模擬ゴミによる流速測定は、木

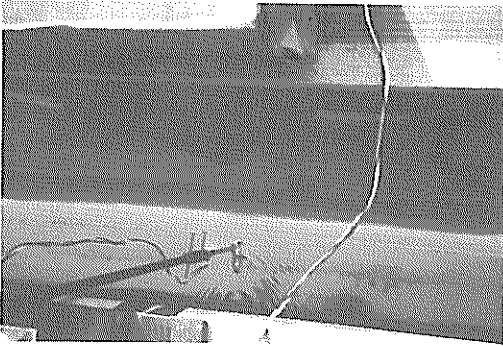


写真-4 吸込み流速測定の様子

板を導水路の前方において投下し、図-4 A~Eの各点の通過時に記録器に接続されたコードのスイッチをon, offして各点間の通過時間を記録紙の送り速度より求め各点の距離とによって求めた。導水路前方表面水の吸込み流速の流向測定は、プロペラ流速計の後部に糸(約5 cm)を結び、流速計と糸が一直線になった時の流向を分度器により求めている。

次に導水路前方水面の浮遊ゴミの収集速度および時間の測定は、清掃船が岸壁に向かって停船した状態で木板を導水路前方水面に浮かべ、連写カメラによって撮影後に座標変換により求めた。座標変換に必要な水面上の定点は、標識板(横9.15 cm × 縦6.4 cm)を浮遊ゴミ連写に先立って水面に浮かべ撮影した。写真-5, 6に座標変換に用いた標識板および連写の様子を示す。

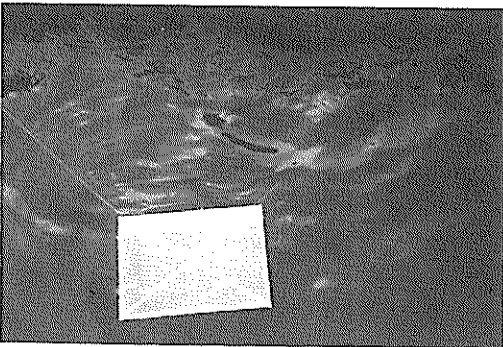


写真-5 座標変換用標識板



写真-6 浮遊ゴミ収集の連写の様子

#### 4. 測定結果と解析

##### 4.1 水ジェット噴射流量測定

水ジェットの噴射流量は、1本のノズルによって代表的に求めたもので、ノズルにビニールホース(内径19 mmφ, 長さ約1.5 m)を取り付け、容器によって測定した。1本のノズルによって代表的に噴射流量を求めた場合、送水管内の動圧、摩擦損失等による噴射流量のバラツキが考えられるが、後の模型再現実験(寸法比、ノズル径1/5, 送水管1/5.33)によれば、ほとんど均一な噴射流量が確認された。またこのときの流量係数は平均0.92であった。

一方、水ジェット噴射圧力を求めるために流量測定時に送水管の静圧測定を行なったが、水ジェット噴射圧力と静圧測定値の関係は、上記模型実験における関係と異なったものであった。静圧測定結果による噴射流量の計算値(流量係数=1)は、流量測定値を上まわることもある。表-2に噴射流量の測定結果、送水管静圧測定結果および模型実験より求めた流量係数(=0.92)を用いて算出した水ジェット噴射圧力を示す。

表-2 水ジェット噴射流量、送水管圧力の測定結果

ノズル径	噴射流量	送水管静圧	噴射圧力 (計算値)
8 mmφ	l/sec × 20 0.79	kg/cm <sup>2</sup> 0.84	kg/cm <sup>2</sup> 1.47
	0.93	1.67	2.06
	1.05	2.46	2.62
	2.32	3.41	3.26
11	1.09	0.39	0.80
	1.38	0.84	1.37
	1.55	1.24	1.60

#### 4.2 導水路内部吸込み流速

噴流式ゴミ回収装置の導水路内に発生する吸込み流速（ノズル前方流速）は、水ジェット噴射流量、圧力、角度および導水路水深、長さ等によって決まるものと考えられる。写真-7には、“いしづち”の噴流式ゴミ回収装置の導水路入口における吸込み流速の様子を示す。

図-5のような水ジェット噴射時における導水路内部



写真-7 導水路入口の吸込み流速

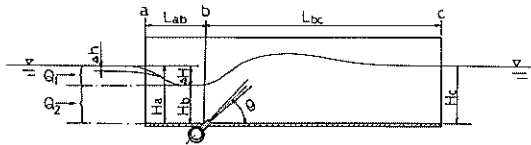


図-5 導水路流れ模図

の流れの状態において、ノズル出口の導水路断面（b断面）と導水路出口断面（c断面）の運動量の釣合いは、次のように表わされる。

$$\cos \theta \frac{\gamma}{g} Q_j V_j + \frac{\gamma}{g} (Q_b V_b - Q_c V_c) - F_{bc} + \frac{\gamma B}{2} (H_b^2 - H_c^2) = 0 \quad \dots\dots(1)$$

- ここで、 $\gamma$  : 海水の単位体積重量 (1.025 g/cm<sup>3</sup>)  
 $g$  : 重力の加速度 (980 cm/sec<sup>2</sup>)  
 $B$  : 導水路幅 (300 cm)  
 $Q_j, V_j$  : 水ジェット噴射流量, 流速  
 $Q_b, V_b$  : 断面 b における流量, 流速  
 $Q_c, V_c$  : 断面 c における流量, 流速  
 $H_b$  : 断面 b における水深  
 $H_c$  : 断面 c における水深

$F_{bc}$  : 断面 b - c 間の摩擦損失

(1)式において、ノズル出口における水ジェット噴射運動量は、ノズル噴射角に応じて水面と平行な方向に釣合う成分（流れの方向）と垂直方向（水面を盛り上げる）に釣合う成分を有すると考えることができる。したがって導水路に沿う流れの運動量の釣合いを考えた(1)式においては、水ジェット噴射運動量と  $\cos \theta$  を乗じている。導水路断面 b - c 間の摩擦損失は、開水路の摩擦損失と同様なものとし、シェジャーの公式およびバザンの公式による次のように表わせる。

$$F_{bc} = \gamma \frac{L_{bc}}{c^2 m} V_{bc}^2 \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここで、 $L_{bc}$  : 導水路断面 b - c 間の長さ

(240 cm)

$c$  : 導水路摩擦係数 { 870 / (1 -  $n/\sqrt{m}$ ) }

$m$  : 導水路水力平均深さ {  $BH / (B + 2H)$  }

$n$  : 定数 (導水路金属塗装面として 0.6)

したがって(1)式は、(2)式および連続の式による  $Q_b + Q_j = Q_c$ 、 $Q_b = Q_a$  (導水路入口における吸込み流量) を考慮すると、

$$\cos \theta \frac{\gamma}{g} Q_j V_j + \frac{\gamma}{g} Q_a V_b - \frac{\gamma}{g} (Q_a V_c + Q_j V_c) - \gamma \frac{L_{bc}}{c^2 m} V_{bc}^2 + \frac{\gamma B}{2} (H_b^2 - H_c^2) = 0 \quad \dots\dots\dots(2')$$

になる。(2)'式において  $H_c - H_b = \Delta H$  (吸込み水頭) とし、 $\Delta H$  と  $Q_a$  の関係をもぐり堰の場合と同様と考えると、図-5を参照して次のようになる。

$$Q_a = Q_1 + Q_2 = \sqrt{2g \Delta H} B (c_1 \frac{2}{3} \Delta H + c_2 H_a) \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 $H_a$  : 導水路入口水深 (=  $H_c$ )

(3)式を(2)'式に代入すると、(2)'式は未知数となり、 $\rho Q_j V_j$ 、 $\theta$ 、 $L/c^2 m$ 、 $H_a$  (=水ジェット無噴射時導水路水深とする。)によって求まる。 $\Delta H$  が求まることによって、導水路入口の吸込み流速は、平均流速として  $\bar{V} = Q_a / B \cdot (H_a - \Delta H)$  によって求めることができる。

一方、吸込み流速の測定値は、導水路中心における底板先端 (図-4 B点) で測定したもので導水路内部の流速と異なる。後章で述べる測定結果によれば、導水路中心内部の表面流速は、測定点の表面流速の 1.3 倍であった。また、導水路中心表面流速は、図-6に示すように



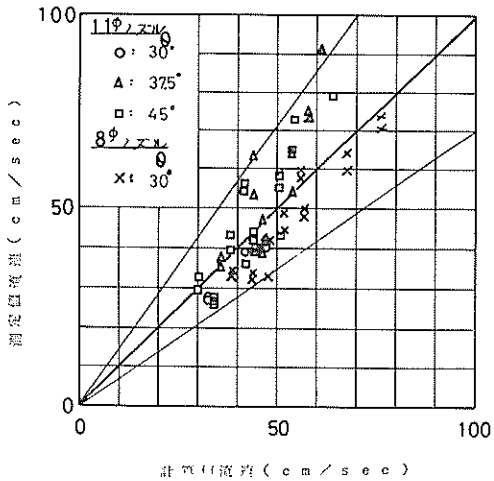


図-12 導水路通過流速の計算値と測定値の比較

の流向, 流速の測定結果は, 図-13に示す通りである。図中のカッコ内の値は, 導水路中心の入口流速に対する比を表わす。導水路前方表面水域の吸込み流速は, 導水路入口から離れるにしたがって減少するが, 導水路幅の範囲における横方向(導水路幅方向)の速度変化はそれほど大きくなく, 導水路前方90 cm付近においては—

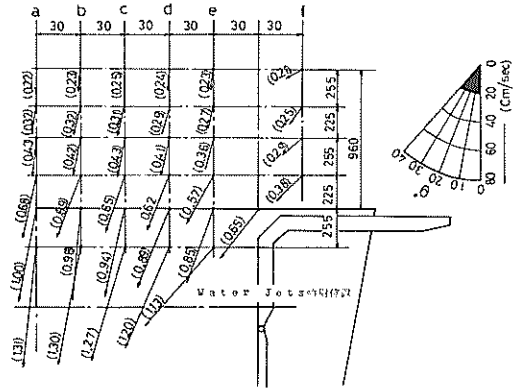


図-13 導水路前方表面水路の吸込み流速, 流向

様な速度となる。また, 導水路前方表面水の吸込み流速は, 導水路中心に向う流れとなっていることがわかる。導水路中心線上の傾いた流れは, 実験水域(浮さん橋)等の影響によるものと思われる。

一方, 図-13において吸込み流速の導水路に向う速度( $y$ 方向速度)と導水路入口からの距離との関係は, 図-13 a~e線上で図-14に示すようになる。すなわち, 導水路前方表面水域の導水路に向う速度( $V_y$ )は, 導水路入口からの距離によって,  $V_y = a \cdot \exp(-n$

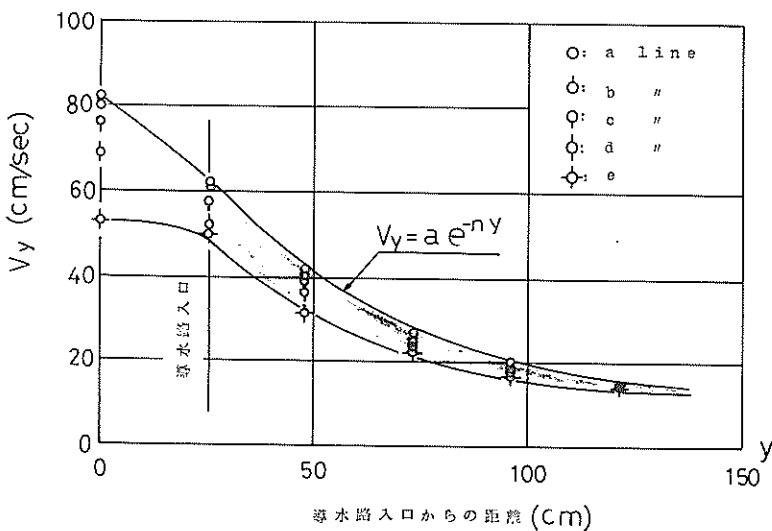


図-14 導水路前方表面水域の導水路方向速度

$y$ )として表わされる。この関係は, 図-13から導水路幅延長表面水域において成り立つと考えることができる。図-14の関係式において,  $a$ は導水路入口速度で

前項の(2)'式および(3)式によっておおよそ求めることができる。しかし,  $n$ は導水路入口からの減衰の様子を示すもので, 導水路水深, 水ジェット噴射運動量, ノズル

噴射角等によって異なると考えられる。導水路中心の入口と前方90 cm点における流速の測定結果によってnの値を調べてみると、表-3に示すようになる。表-3

表-3 導水路前方水域吸込み流速の減衰係数

$\theta$	水深	単位時間当り水ジェット噴射運動量		
		26.1 kg	41.6 kg	51.4 kg
30°	30cm	0.0134	0.0163	0.0171
	43		0.0141	0.0145
	50	0.0117	0.0122	0.0132
37.5°	31	0.0165	0.0182	0.0186
	41	0.0132	0.0148	0.0148
	50	0.0117	0.0123	0.0134
45°	32.5	0.0218	0.0211	0.0211
	40	0.0167	0.0179	0.0182
	50	0.0179	0.0179	0.0179

からnの値は、導水路水深が深く、水ジェット運動量が小さく、またノズル噴射角が小になるにしたがって小さくなる。しかし、ノズル噴射角45°の導水路水深40 cm, 50 cmにおいてnの値の変化は小さく、流速の増加が飽和する傾向を示す。この原因は、ノズル噴射角が大きくなるにしたがって、導水路入口付近の水深方向からの流入が多くなり、前方表面水からの流入が少なくなるとも考えられる。

以上の結果から導水路前方表面水域の吸込み流速は、導水路入口流速の外に導水路水深、水ジェット噴射運動量、ノズル噴射角によって異なるといえる。

導水路中心前方90 cmの点における吸込み流速は、導水路水深、水ジェット噴射運動量、ノズル噴射角によって、図-15に示す実験近似式によって表わすことがで

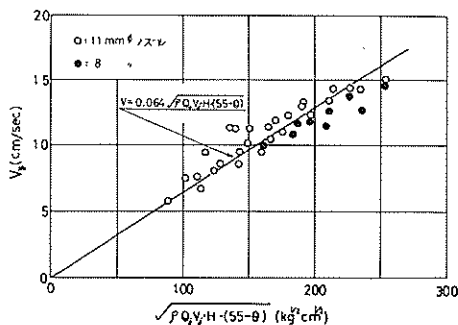


図-15 導水路前方表面水域の吸込み速度比例関係

きる。

#### 4.4 導水路前方水域の浮遊ゴミ収集速度および時間

図-13の流向、流速の測定と同一実験条件における木板浮遊ゴミ収集の様子は、連続写真(2枚/sec)上の浮遊ゴミを解析実水面上の座標に変換し調べた。座標変換式は、実水面で考える座標におけるある点の座標値を( $x_i, y_i$ )とし、その写真上の座標値( $P_i, Q_i$ )とすると次の式が成り立つ。<sup>4)</sup>

$$\begin{aligned} a_1 P_i + b_1 Q_i + c_1 - a_3 x_i P_i - b_3 x_i Q_i &= x_i \\ a_2 P_i + b_2 Q_i + c_2 - a_3 y_i P_i - b_3 y_i Q_i &= y_i \end{aligned}$$

すなわち、未知数8個を含む方程式になる。上式の未知数は、おのおの座標における4つの既知点の $x, y$ 座標値によって求められる。未知数が明らかになると、写真上の浮遊ゴミの座標値は、解析実水面上の座標値として変換できる。写真上の浮遊ゴミの位置を写真-89, 10, 11, 12, 座標変換後の位置を図-16, 17, 18, 19, 20に示す。

座標変換によって水面上の代表点からの収集経過を示すと、図-21のようになる。矢印一つは、1秒に相当する。一方、収集速度は、この座標変換によって求まるが、速度変化は波浪や読み取り誤差等もあり、明らかな結果が得られなかった。撮影時間内の浮遊ゴミ収集の始点と終点距離の平均速さは図-22のようになる。すなわち、浮遊ゴミの収集平均速さは、導水路幅の延長線上水面においては入口からの距離に比例して遅くなるとみなせる。外挿した収集範囲は導水路前方約3mとなる。同図中の△印は導水路幅延長線上から外側水面に浮遊していたもので、図-16のNo. 1, 2, の浮遊ゴミである。浮遊ゴミは、導水路の側方水面にある程収集速度が小さくなるといえよう。

一方、浮遊ゴミの収集時間は、浮遊ゴミの収集速度の導水路中心線方向速度成分、移動距離によって考えることができる。すなわち図-23において、ある水面上の位置から導水路入口までの収集に要する時間Tは、直線y上の運動として考えると、

$$\begin{aligned} T = \Delta T_1 + \Delta T_2 \dots \Delta T_n &= \frac{\Delta y_1}{V_{y1}} + \frac{\Delta y_2}{V_{y2}} \dots \\ &+ \frac{\Delta y_n}{V_{yn}} \dots \quad (6) \end{aligned}$$

$V_y$  は、図-13の導水路前方表面上の速度分布の測定結果から、導水路幅延長線上の範囲内で図-14に示すようになった。したがって、浮遊ゴミの収集時間は、 $V_y = a \cdot \exp(-ny)$ を代入し、積分すると次のように表わされる。

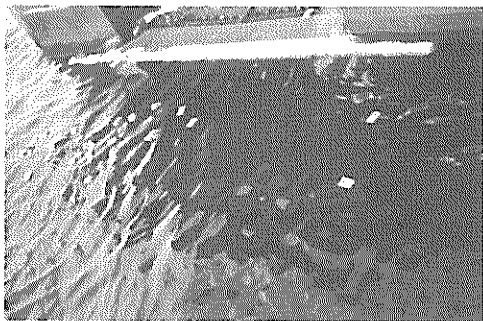


写真-8 浮遊ゴミの収集の様子(撮影開始状態)

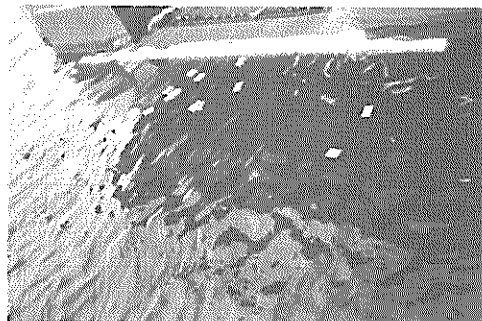


写真-9 浮遊ゴミの収集の様子(撮影開始後3秒経過)

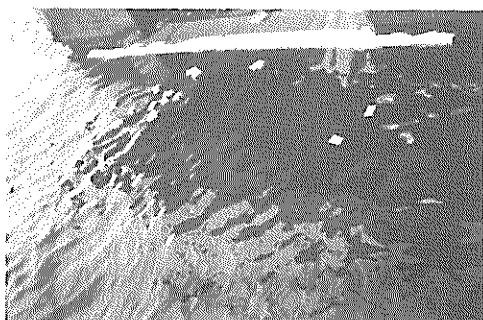


写真-10 浮遊ゴミの収集の様子(撮影開始後6秒経過)

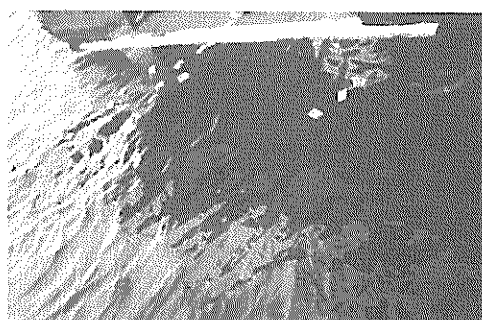


写真-11 浮遊ゴミの収集の様子(撮影開始後9秒経過)

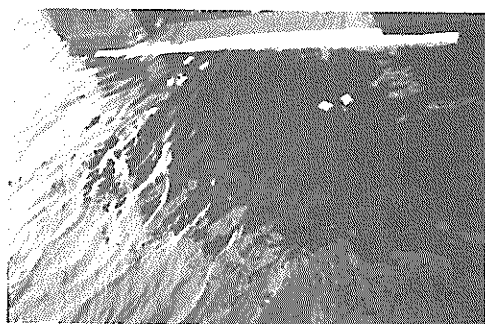


写真-12 浮遊ゴミの収集の様子(撮影開始後12秒経過)

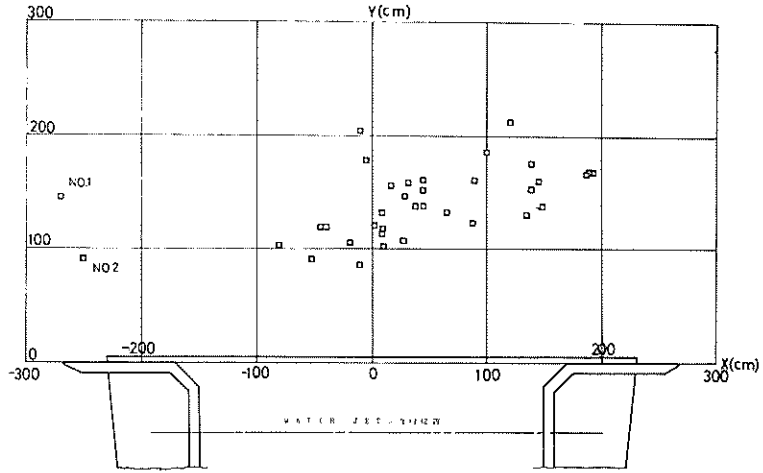


図-16 浮遊ゴミの収集の様子, 撮影開始状態

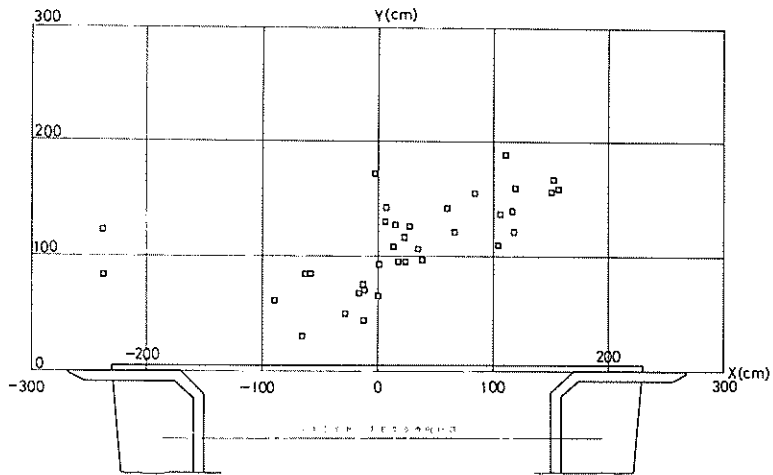


図-17 浮遊ゴミの収集の様子 (撮影開始後3秒経過)

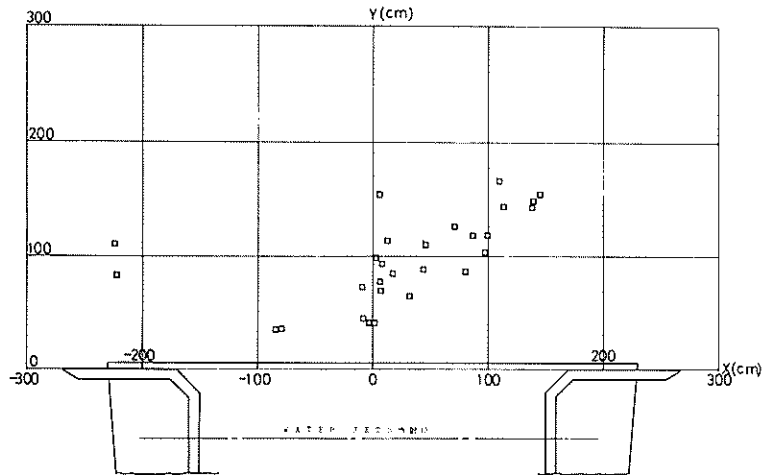


図-18 浮遊ゴミの収集の様子 (撮影開始後6秒経過)

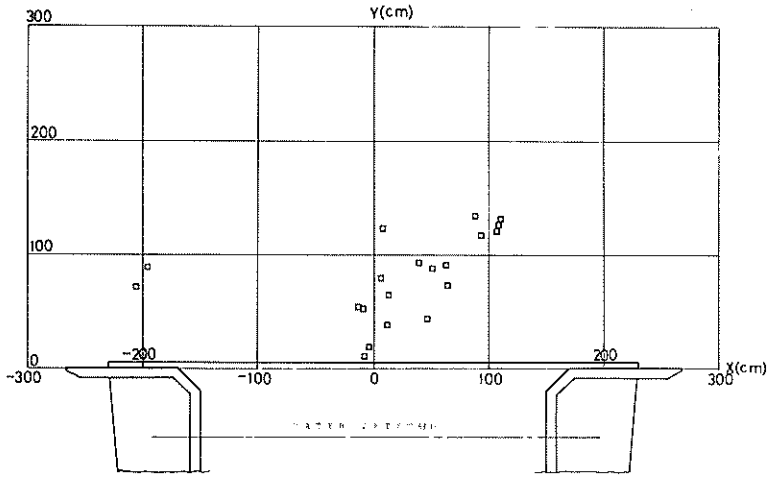


図-19 浮遊ゴミの収集の様子 (撮影開始後9秒経過)

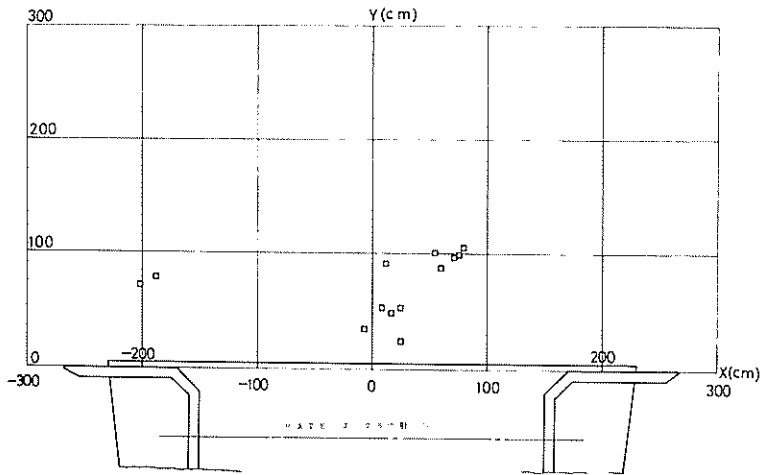


図-20 浮遊ゴミの収集の様子 (撮影開始後12秒経過)

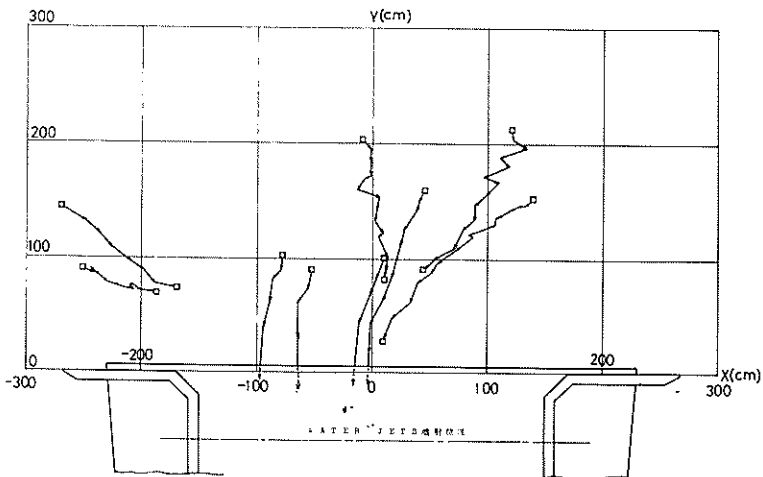


図-21 浮遊ゴミ収集経路

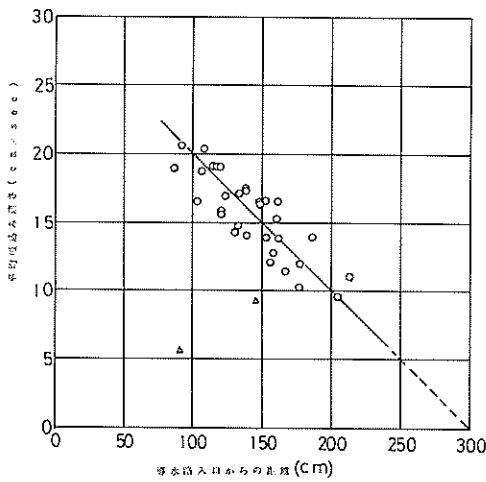


図-22 浮遊ゴミの平均収集速度

$$T = T_n - T_0 = \frac{1}{a n} (e^{a y_n} - e^{a y_0}) \quad \dots (7)$$

(7)式において、 $y_0$  を導水路入口線から考えると、 $y_0 = 0$ 、 $T_0 = 0$  となり、(7)式は次のように表わされる。

$$T = \frac{1}{a n} (e^{a y_n} - 1) \quad \dots (8)$$

(8)式において、 $a$ 、 $n$  は、図-14 の測定結果から  $a = 5.0 \sim 6.2$ 、 $n = 0.0155$  となる。

したがって、導水路幅延長水域からの浮遊ゴミの収集

時間は、浮遊ゴミが導水路入口中心に向うことを考慮すれば、導水路中心および側板延長線上の速度分布を(8)式に適用し求まる範囲として求めることができる。図-14の導水路前方表面水からの吸込み速度と入口からの距離の関係において、上側近似速度分布（導水路中心延長線）、および下側近似速度分布（測定の都合で側板内側30cmの延長線上）によって浮遊ゴミの収集時間を求め測定結果と比較すると図-24に示すようになる。また、収集時間によって導水路方向の平均速度を求め測定結果と比較すると図-25のようになる。

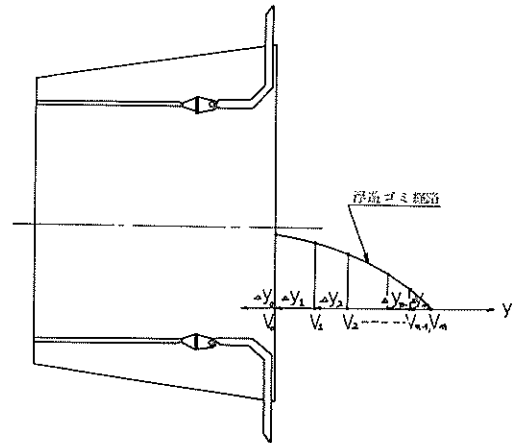


図-23 浮遊ゴミ収集経路の直線運動変換

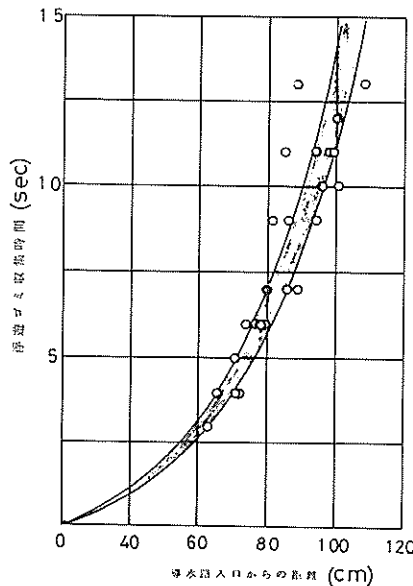


図-24 浮遊ゴミの収集時間

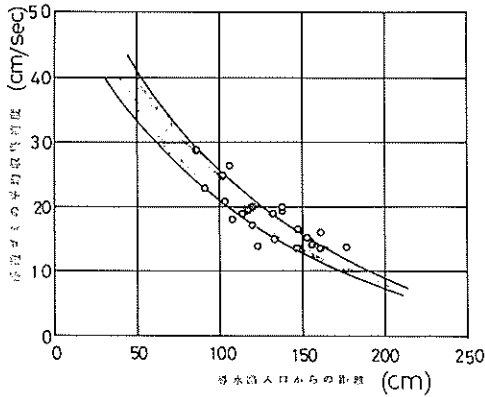


図-25 浮遊ゴミの平均収集速度

## 5. 結 論

噴流式ゴミ回収装置の実船試験の結果、浮遊ゴミの回収性能について次のことが明らかになった。

- (1) 導水路入口における吸込み流速は、導水路水深、水ジェット噴射運動量、ノズル噴射角によって求まり、導水路水深の浅くなるにしたがって、水ジェット噴射運動量の増加によって、また、ノズル噴射角のゆるやかな程増大する。しかし、導水路水深30 cmにおけるノズル噴射角が30°において流速の増加が飽和する傾向を示す。測定値の吸込流速の最大値は、約60 cm/secであった。
- (2) 導水路前方表面水の吸込み流速は、導水路入口からの距離に関係して減衰し、減衰の割合は導水路水深、水ジェット噴射運動量、ノズル噴射角によって異なる。
- (3) 導水路中心前方(入口から90 cm)表面水の吸込み流速は、導水路水深、水ジェット噴射運動量、ノズル噴射角による実験近似式によって求められる。
- (4) 導水路幅前方水面からの浮遊ゴミ収集時間、平均収集速度が、木板のような小さい浮遊ゴミの場合について明らかになった。
- (5) 浮遊ゴミ(木板模擬ゴミ)収集水域は、導水路水深40 cm、水ジェット噴射運動量50 kg、ノズル噴射角30°において導水路前方約3 mと推定される。

## 6. あとがき

噴射式ゴミ回収装置は、港研機材部にちいて開発(特許出願中)されたもので、“いしづち”は噴流式ゴミ回収装置を装備した初めての清掃船である。したがって、今回の実船調査は、模型実験と異なった意義を持つもの

であった。すなわち、今回の試験結果によって噴流式ゴミ回収装置がより実用的であるかどうか明らかになり、浮遊ゴミ回収装置としての発展が判定されることになる。試験の結果、噴流式ゴミ回収性能についておおよそ明らかにすることができたものと考え、浮遊ゴミの収集範囲が導水路前方3 mであったことの良否は、清掃船関係者の判断にゆだねたい。

今後、噴流式ゴミ回収装置の特性を考えれば、流出油回収装置に取り入れることも考えられ、オイルフィンス内の流出油回収に有効な性能を発揮するものと考え。模型実験においては流出油回収性能もあわせて明らかにしたいと考える。

最後に今回の実船試験が松山港工事々務所の関係者の協力と手助けによって行なわれたことに感謝の意を表す。

(1978年3月31日受付)

## 参 考 文 献

- 1) 運輸省港湾局：現有作業船一覧，昭和50年版
- 2) 石塚浩次，藤井喜一郎：海面清掃船の模型実験(その1)一回転円板方式の吸込み流速-，港湾技研資料，No 245，1976.9
- 3) 奥山育英，その他：水域計画手法に関する研究，港湾技術研究所講演集，1976.12，pp. 143～169
- 4) 藤本武助：水力学概論，養賢堂，1964，pp. 147

港湾技研資料 No. 292

1978・6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 日青工業株式会社

Published by the Port and Harbour Research Institute  
Nagase, Yokosuka, Japan.