

港 湾 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF
PORT AND HARBOUR TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORTATION, JAPAN

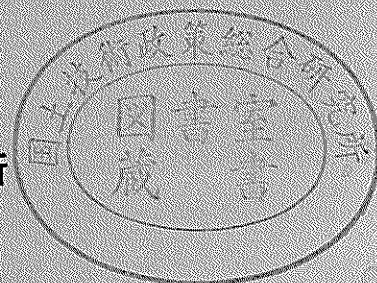
No. 4 October, 1963

作業船調査報告(その2)

大山丸浚渫試験報告 八木 得次 大崎 真弘
早乙女保三 宮田 康弘
宮崎 昭晃

昭和38年10月

運輸省港湾技術研究所



目 次

| | |
|------------------|----|
| § 1. ま え が き | 4 |
| § 2. 大 山 丸 の 概 要 | 4 |
| § 3. 試 験 日 程 | 6 |
| § 4. 土 量 | 7 |
| § 5. 浚 渫 ポ ン プ | 10 |
| § 6. 機 関 関 係 | 27 |
| § 7. ドラグヘッド接地圧 | 28 |
| § 8. サイクルタイム | 28 |
| § 9. 磨 耗 部 材 | 30 |
| § 10. あ と が き | 30 |

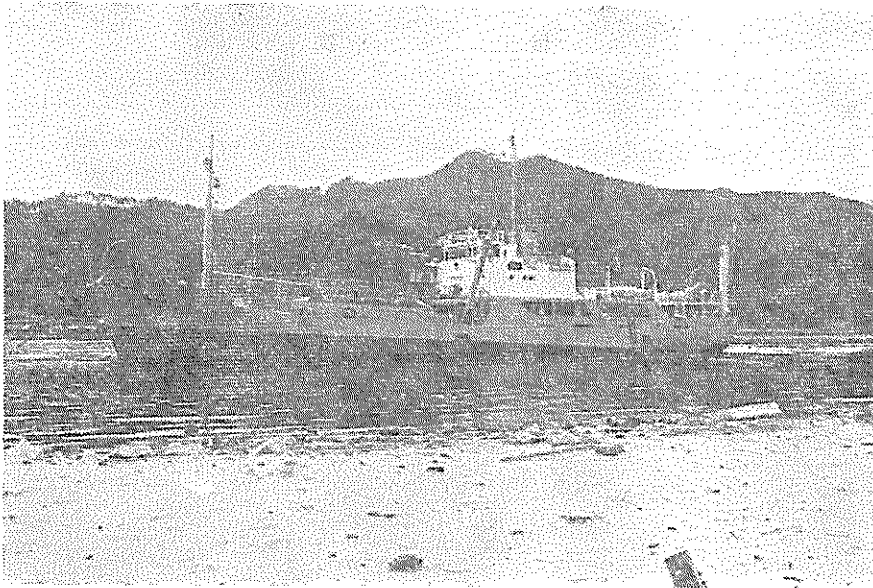


写真-1 大山丸の全景

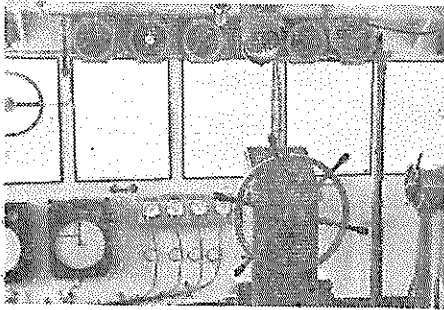


写真-2 操舵室

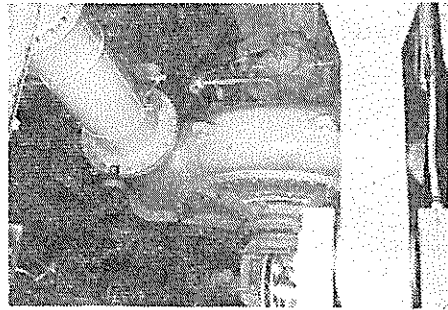


写真-3 浚漕ポンプ

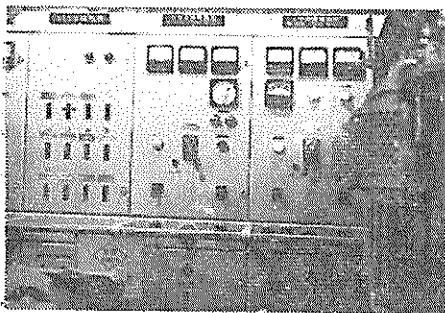


写真-4 機関室配電盤

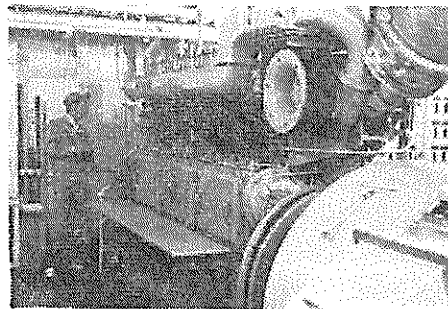
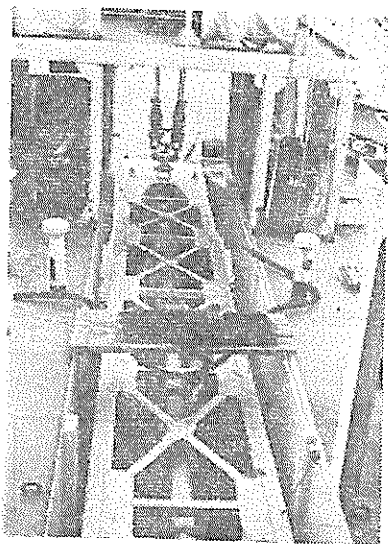
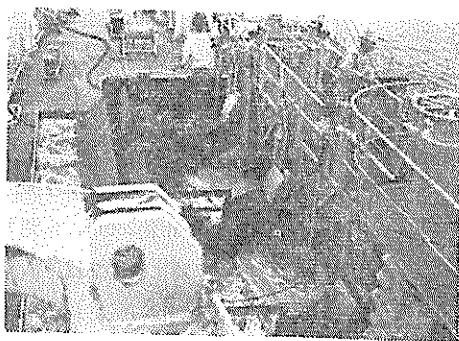


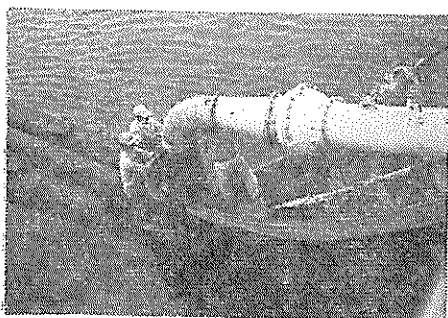
写真-5 浚漕ポンプ用機関



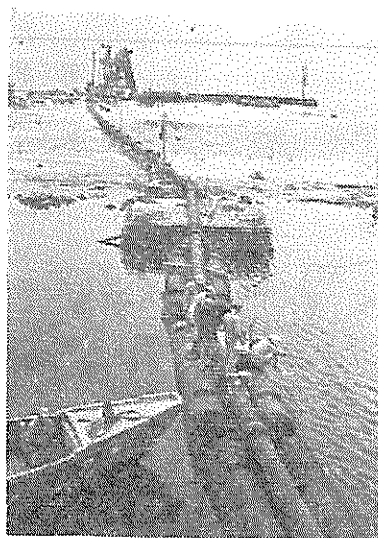
写真—6 サクションラダー



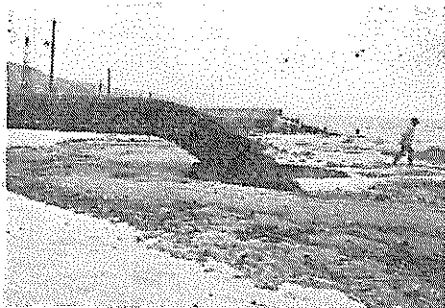
写真—7 浚渫状況



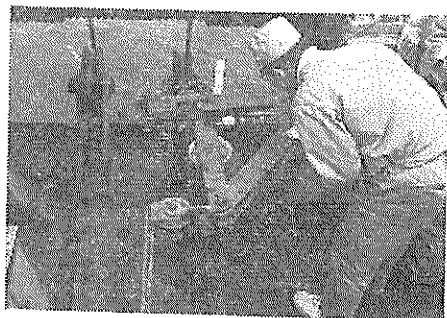
写真—8 船外排出管の接続状況



写真—9 排送管系



写真—10 排砂状況



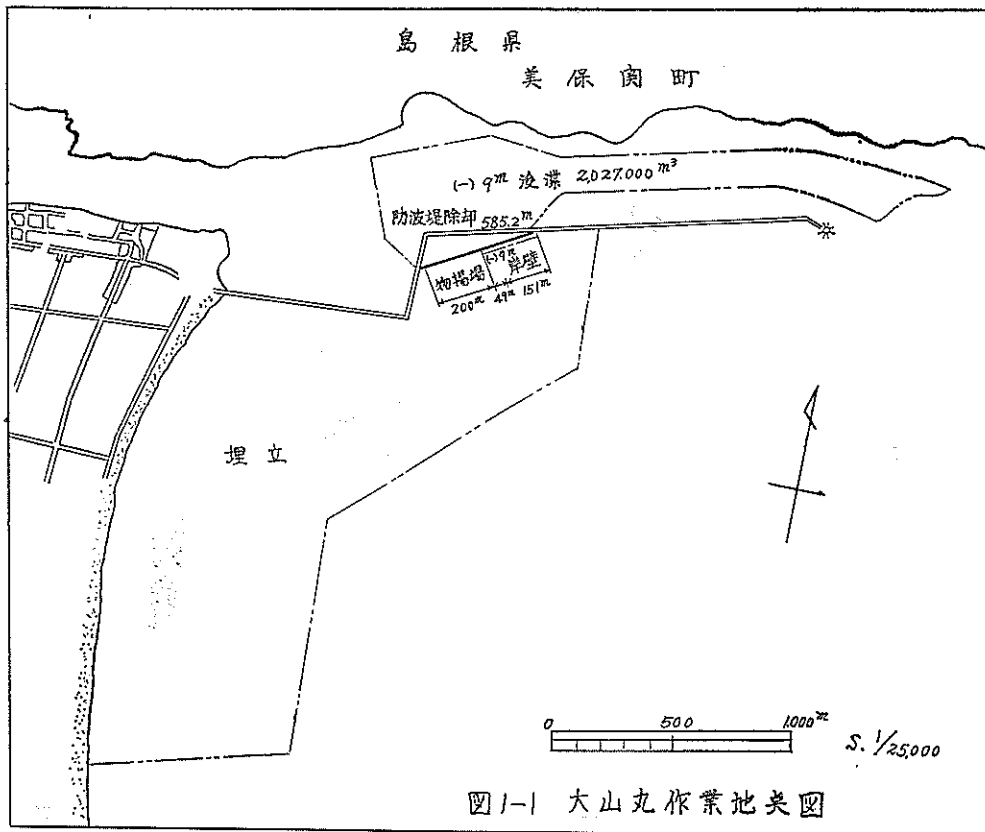
写真—11 ドラグヘッド吊ワイヤ張力測定状況

§ 1 ま え が き

大山丸は、昭和36年6月に竣工した、センタードラグアーム式のドラグサクシオン浚渫船であつて、現在、山陰の境港内航路の浚渫ならびに港南地区の埋立工事に従事している。

本報告は、昭和37年6月7日から9日までの浚渫および排送状況を調査した結果を記述したものである。

境港の航路浚渫計画は、長さ約2,000m、巾約200m、水深9mであつて、5ヶ年で約2,027,000m³の土量を浚渫するものであるが、たまたま、調査当時においては、漁業補償の關係で作業日が制約され、浚渫区域も一部に限られていた。したがつて本船の作業状態は、長さ約700mの間を一往復半の浚渫で満載し、あらかじめ布敷された排砂管に接続して、埋立地への放流を行っている。



§ 2 大 山 丸 の 概 要

本船は、センタードラグアーム式のドラグサクシオン浚渫船であつて、推進器および浚渫ポンプを同時に駆動し、航行しながら土砂を吸引して泥艀内に積込み、浚渫が終ると、船は土捨場所へ移動し、送水ポンプによつて艀内の土砂を稀釈しながら、舷外または陸上へ排土するものである。

本船の主要目を示せば、次の通りである。

(1) 建造所及建造年月日

| | |
|-------|--------------|
| 建造所 | 日立造船株式会社桜島工場 |
| 起工年月日 | 昭和36年1月28日 |
| 進水年月日 | 昭和36年5月6日 |

竣工年月日 昭和36年6月30日

(2) 船体部

| | |
|----------------------------|--|
| 全長(船体) | 54.455m |
| 長さ(垂線間) | 50.00m |
| 巾(型) | 10.40m |
| 深さ(型) | 4.40m |
| 計画満載吃水 | 3.40m |
| 泥艙容量 | 388.5m ³ (オーバーフローレベル迄) 335m ³ (上甲板レベル迄) |
| 総屯数 | 619.87ton |
| 載貨重量 | 683ton (平均吃水 3.40m) |
| 速力 | |
| 試験時速力 | |
| 連続最大出力(約 $\frac{1}{5}$ 載貨) | 9.22kt |
| ” (満載時) | 8.29kt |
| 航海速力(満載時)常用出力 | 約 8kt (深海にて) |
| 浚渫時速力 | 3kt (逆汐 2kt にて) |
| 乗組員 | 16名 (士官 5名, 普通船員10名, 監督官 1名) |

(3) 浚渫機部

| | |
|----------|---|
| 形式 | 船尾センタードラッグ式 |
| 浚渫深度 | 軽荷吃水時 水線下 最大 11m 満載吃水時 水線下 最小 4m |
| 捨土方式 | 船外排出管(陸上排送可能距離 300~400m) |
| ドラッグヘッド | カルフォルニヤ形(硬土質用) フリューリング形(軟土質用) ムアードサクシオン用(同上) |
| サクシオンラダー | 長さ 15.40m (吸入管 560mmφ, 上部 200mmφ, 噴射水管付) ウインチ 10t×12m/min, 30kW 1台 |
| 船外排出管 | 口径 485mm ウインチ 減速歯車付ワイヤドラム 2台 手動及エヤモーター兼用 可搬式 1.6P.S エヤモーター 1台 |
| 浚渫ポンプ | デーゼル機関駆動, 横単吸込1段渦巻式 1台 4,500m ³ /h×15m×166 r. p. m. 口径 560mmφ×520mmφ |
| 送水ポンプ | 主機(左舷)駆動, 横両吸込1段渦巻式 1台 3,600m ³ /h×13m×370 r. p. m. 口径 560mmφ×560mmφ |

(4) 甲板機械

- 揚 錨 機 横電動齒車式 6t×9m/min 18kW 1台
- 舵 取 機 電動油圧式 2 p. s 2台
- ムアリング・ウインチ 横電動 2 段齒車変速式 6/3t×9/18m/min 15kW 2台
- デリックブーム 1×2t 有効長さ7m (マスト付)
- 1×5t " 6.5m (デリックポスト付)

(5) 機 関 部

- 主 機 関 阪神 Z 6 E M, 船用ディーゼル機関 2台
連続最大 300p. s×390r. p. m. (推進軸にて)
常用出力 255p. s×369r. p. m. (")
左舷機送水ポンプ直結駆動
- 推 進 器 3 翼 1 体式, マンガン青銅 2ヶ
直径 1,550mm ピッチ 890mm
- 浚渫ポンプ用機関 ダイハツ 6P. S, Tb-26D ディーゼル機関 1台
連続最大 626p. s×600r. p. m.
常用出力 530p. s×600r. p. m.
- 浚渫ポンプ用伝導装置 流体接手付齒車減速式
- 主発電機用機関 ダイハツ 5PSH-18D ディーゼル機関 2台
定格出力 155p. s×900r. p. m.
- 主 発 電 機 防滴自己通風自励式 2台
A. C 450V×125kVA (100kW)
- (9) 無 線 装 置 超音波無線電話器 10W 1台

§ 3 試 験 日 程

調査期間中における試験日程および作業概要は、表 3—1 に示す通りである。

浚渫試験は、推進器および浚渫ポンプの回転数を 2 通りに変え、これらの組合せで 4 回、排送試験については、浚渫ポンプの回転数を 2 通りとして、それぞれ 2 回宛行い、更に浚渫ポンプ、送水ポンプの送水時性能ならびに、磨耗部材の厚さ測定を行った。

図 3—1 は、調査期間中における本船の運行図を示したものである。

なお、上記の各試験中に測定した項目は、表 3—2 に示す通りであつて、それぞれ 2 乃至 5 分毎に同時計測を行い、これに要した測定人員は 10 名である。

表3—1 試 験 日 程

6月7日

| 試 験 番 号 | 作 業 の 種 別 | 開 始 時 刻 | 終 了 時 刻 | 浚渫ポンプ回転数 | 推進器回転数 | 記 事 |
|---------|-----------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| 1 | 浚 渫 | 時 分 13. 02 | 時 分 13. 59 | r. p. m. 165 | r. p. m. 310 | |
| 2 | 排 送 | 14. 58 | 15. 24 | 165 | — | 吃水(船舷)は連絡不十分のため計測出来ず |
| 3 | 浚 渫 | 15. 53 | 16. 56 | 150 | 310 | |
| 4 | 排 送 | 17. 27 | 17. 59 | 150 | — | |

6月8日

| 試験 番号 | 作業の種類 | 開始 時刻 | 終了 時刻 | 浚渫ポン プ回転数 | 推進器 回転数 | 記 事 |
|----------|---------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------------------|
| 5 | 浚渫ポンプの海水試験 (ホッパー注水) | 時分 10.13 | 時分 10.17 | r.p.m. 165 | r.p.m. — | |
| 6 | 同上 (ホッパー排水) | 10.31 | 10.38 | 165 | — | |
| 7 | 送水ポンプの海水試験 (ホッパー注水) | 10.42 | 10.52 | — | — | 送水ポンプ 回転数 240 r. p. m. |
| 8 | 浚渫ポンプの海水試験 (ホッパー排水) | 10.58 | 11.05 | 150 | — | |
| 9 | 送水ポンプと船底弁の 試験 (ホッパー注水) | 11.10 | 11.20 | — | — | 送水ポンプ 回転数 240 r. p. m. |
| 10 | ラダー揚力試験 | 12.59 | 13.16 | 165 | 310/290 | |
| 11 | 浚 | 13.32 | 14.37 | 165 | 290 | |
| 12 | 排 | 15.13 | 15.38 | 165 | — | |
| 13 | 浚 | 16.12 | 17.20 | 150 | 290 | |
| 14 | 排 | 17.49 | 18.18 | 150 | — | |

6月9日

| | | | | | | |
|----|-----------|---|---|---|---|---------------------------|
| 15 | 磨耗部材の厚さ試験 | — | — | — | — | 電源コードが長く、規定の測定条件が得られなかった。 |
|----|-----------|---|---|---|---|---------------------------|

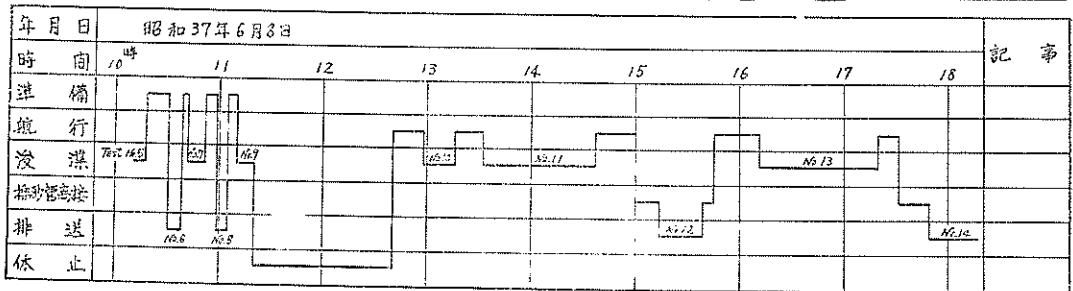
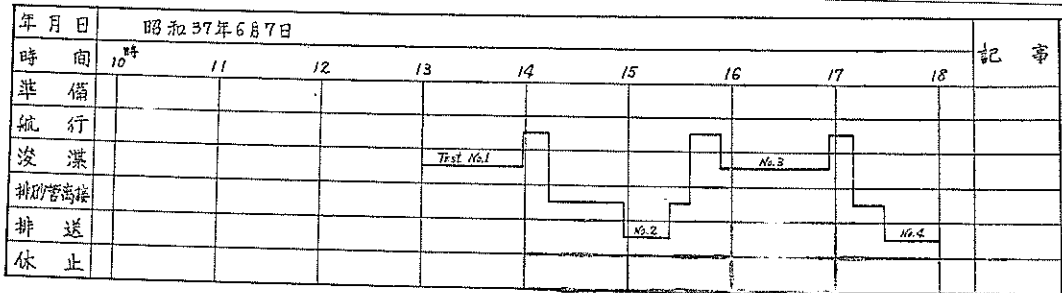


図3-1 試験運行図

表3-2 測定項目

| 測定対象 | 測定内容 |
|----------|-------------------------|
| 主機関 | 給気圧力, 排気温度, ポンプマーク, 回転数 |
| 浚渫ポンプ用機関 | 給気圧力, 排気温度, ポンプマーク, 回転数 |
| 浚渫ポンプ | 吸込圧力, 吐出圧力, 回転数 |
| 送水ポンプ | 吸込圧力, 吐出圧力 |
| 吃水 | 船外および船体傾斜 |
| 速力 | 木片投入および標識間航行時間より |

| 測定対象 | 測定内容 |
|---------|----------------|
| 含泥率 | 簡易含泥量測定器 |
| 管内流速 | 吐出口における流線の写真撮影 |
| サイクルタイム | |

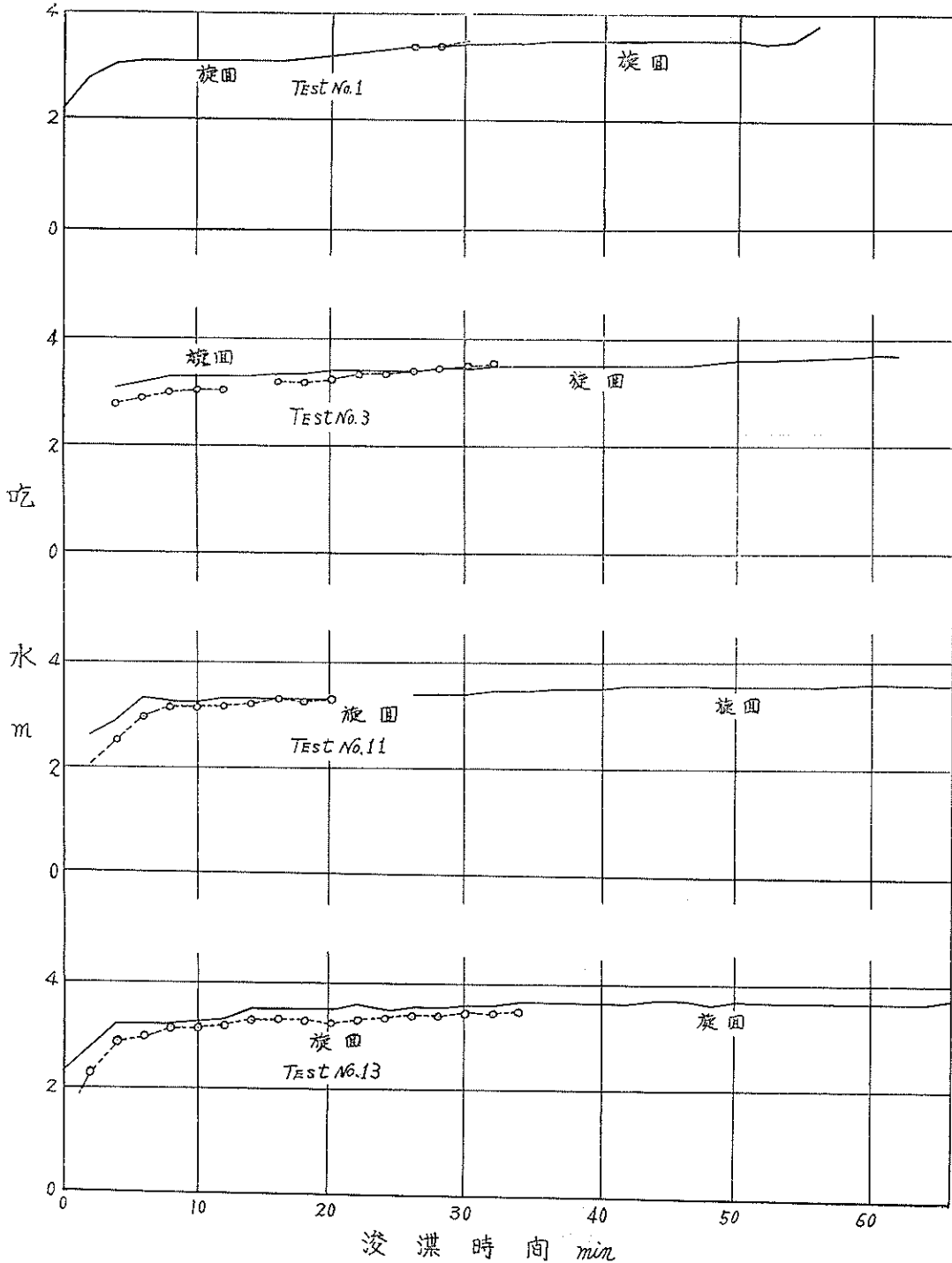


図4-1 浚渫時の吃水

§ 4 土 量

(1) 浚 漑 土 量

浚漑作業は、前記の如く、約 700m の間を約 1 往復半する間に、土砂を満載するもので、この間、浚漑ポンプで吸上げられた土砂はホッパー内に沈殿するが、一部の微粒土砂はオーバフローして舷外に溢出する。

本試験においては、吃水変化から積載量を求め、土量は海底の見掛比重を 1.7 として算出したものである。吃水は船外および船体傾斜を同時に計測して補正を施したもので図 4-1 に浚漑作業中の吃水変化を示してある。

表4-1 浚 漑 土 量

| Test No. | 1 | 3 | 11 | 13 |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| 浚 漑 年 月 日 | 6 月 7 日 | 6 月 7 日 | 6 月 8 日 | 6 月 8 日 |
| 浚 漑 区 域 | 港 内 航 路 | 港 内 航 路 | 港 内 航 路 | 港 内 航 路 |
| 浚 漑 土 質 | 中 砂 | 中 砂 | 中 砂 | 中 砂 |
| 満 載 平 均 吃 水 d m | 3.58 | 3.70 | 3.60 | 3.65 |
| 載 荷 重 量 G ton | 550 | 599 | 556 | 579 |
| 泥 艙 平 均 比 重 γ_H | 1.44 | 1.56 | 1.45 | 1.52 |
| 泥 艙 平 均 含 泥 率 x_H % | 61.6 | 79.3 | 63.0 | 73.5 |
| 浚 漑 土 量 V_s m ³ | 234 | 304 | 242 | 279 |
| 浚 漑 時 間 t min | 46 | 53 | 56 | 57 |
| 浚 漑 速 力 kt | 1.86 | 1.48 | 1.76 | 0.84 |

表 4-1 は、浚漑土量等の測定結果をまとめたものであつて、表中の各項は次の通りである。

載 荷 重 量 G (ton); 浚漑前後の吃水および載荷尺度表による。

泥艙平均比重 $\gamma_H = G/V_H'$

但し、 V_H' は船体傾斜を考慮した泥艙容量 m³

泥艙平均含泥率

$$x_H(\%) = \frac{\gamma_H - \gamma_w}{\gamma_s - \gamma_w} \times 100$$

但し、 γ_s は土砂の海底見掛比重

γ_w は海水の比重

浚 漑 土 量 V_s (m³) = $V_H' \times x_H/100$

但し、船底に残る若干の残土水を含む

以上の測定結果から判るように、1 サイクル当りの浚漑土量は約] 250~30m³ で、泥艙容積に対する容積効率 は、約65~80%である。

表4-2 粒 度 分 析 表 (浚漑土砂)

| 篩 目 (mm) | | 0.075 | 0.11 | 0.25 | 0.40 | 0.85 | 2.0 |
|----------|-----------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| No. 1 | 通 過 量 (g) | 0 | 1.4 | 5.0 | 108.8 | 175.6 | 269.4 |
| | 百 分 率 (%) | 0 | 0.5 | 1.7 | 36.3 | 58.5 | 89.8 |
| No. 2 | 通 過 量 (g) | 0 | 1.0 | 7.2 | 127.0 | 268.6 | 293.2 |
| | 百 分 率 (%) | 0 | 0.3 | 2.4 | 42.3 | 89.5 | 97.7 |
| No. 3 | 通 過 量 (g) | 0 | 1.4 | 11.2 | 243.0 | 291.6 | 298.8 |
| | 百 分 率 (%) | 0 | 0.5 | 3.7 | 81.0 | 97.2 | 99.6 |

浚渫土砂の粒度組成は、表 4-2 に示す如く中砂乃至細砂で、粘土分はない。これらの土砂の中、泥船からオーバーフローし、舷外に溢出するものについて、更に篩分分析すれば、図 4-2 に示す通りである。すなわち、0.1mm 以上のものが、なお50%程度あつて、これらの回収効果如何が積込率に影響する。

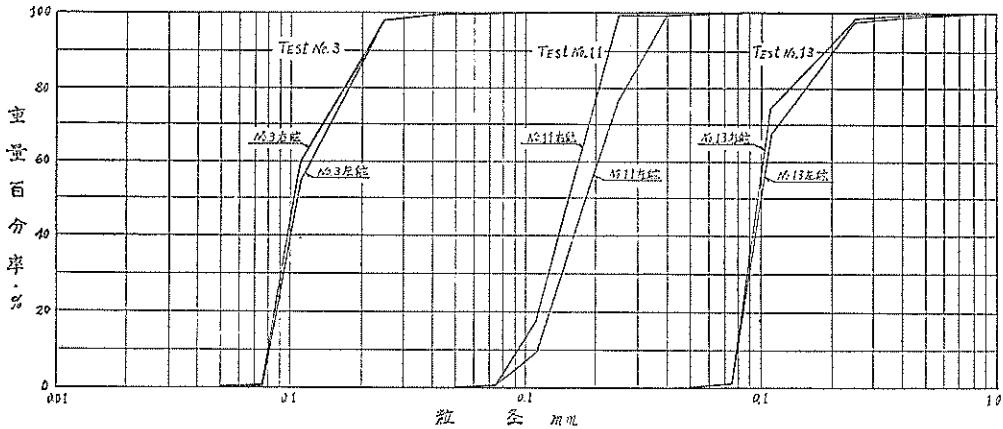


図 4-2 粒度加積曲線(オーバーフロー土砂)

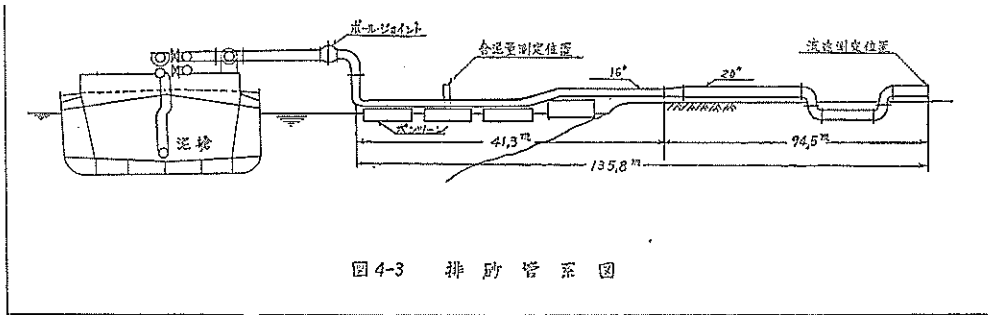


図 4-3 排砂管系図

なお、浚渫ポンプ回転数および浚渫速力と土量の関係等については、次章で検討する。

(2) 排送土量

浚渫作業が完了すれば、本船は直ちに所定の繫留地点へ向い、図 4-3 に示す排砂管系に船外排出管を接続し、再び浚渫ポンプによつて、泥船内の土砂を埋立地へ排土する。

排送作業の間、海上管の途中に含泥量測定器を設置して管内含泥率の変化を測定すると共に、吐出口における流線から、平均管内流速を測定した。図 4-4～図 4-7 は、Test No. 2, 4, 12 および14の測定結果を示すもので、排送土量は、含泥率および流速から算出したものである。

排送中は、船底弁および送水ポンプによつて、泥船内の土砂を稀釈し、浚渫ポンプおよび排砂管内に、土砂閉塞を起さぬ様に含泥率を適当に保持させる。これらの配管系統は、図 4-8 に示す通りであるが、本試験にあつては、送水ポンプの吐出水は、すべて泥船上部より注水した。

送水ポンプの定格値は、370 r.p.m. にて $3,600\text{m}^3/\text{h} \times 13\text{m}$ であるが、実際に使用している回転数は 220～240 r.p.m. である。Test No. 7 の結果から吐出量を算出すれば、図 4-9 に示す如く、約 $1,900 \sim 2,100\text{m}^3/\text{h}$ であつて、浚渫ポンプの吐出量の 65～70%程度である。

§ 5 浚 渫 ポ ン プ

浚渫ポンプは、ディーゼル・エンジンにより、流体接手付減速歯車を介して駆動され、これらの要目は次の通りである。

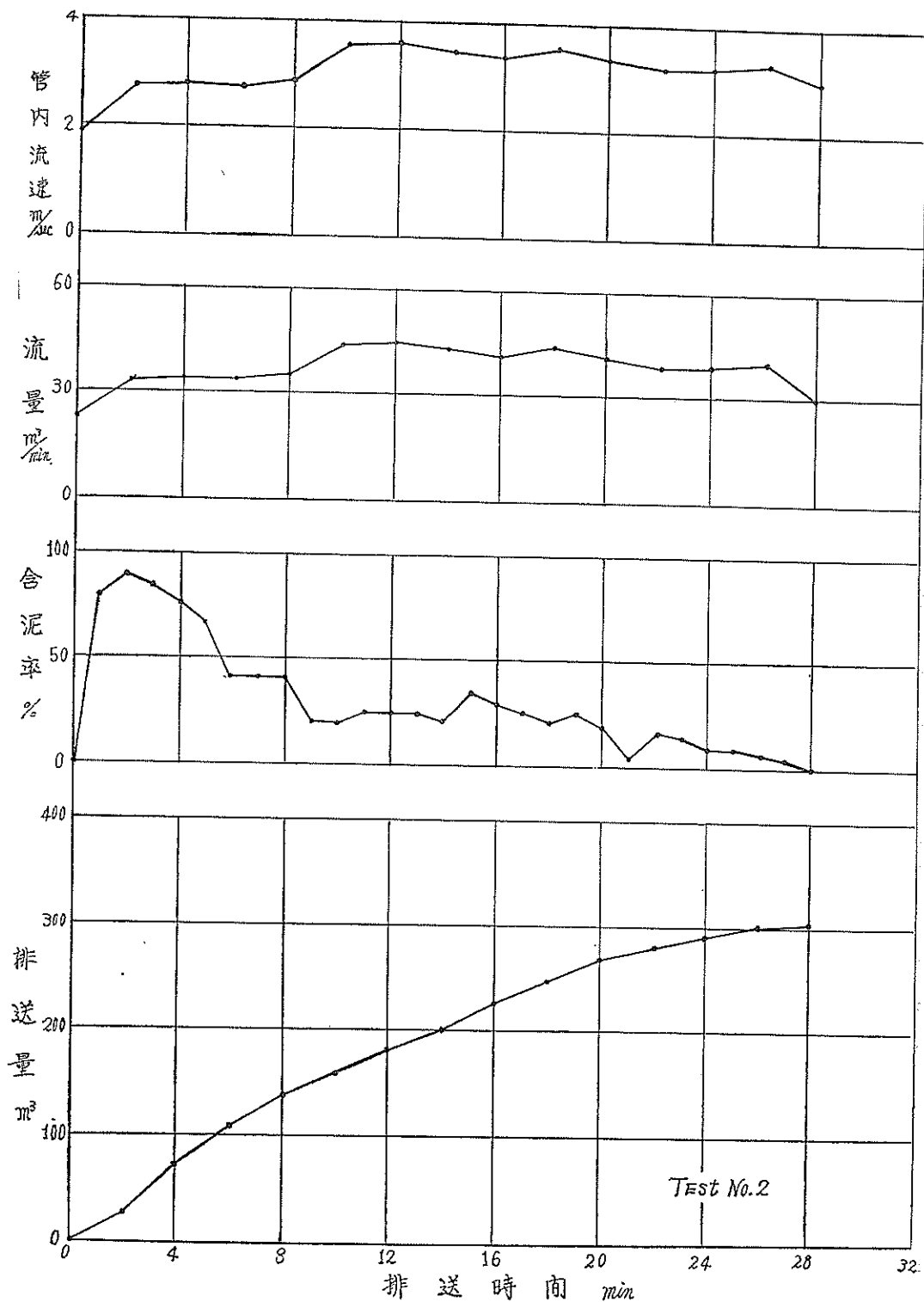


图4-4 排送土量

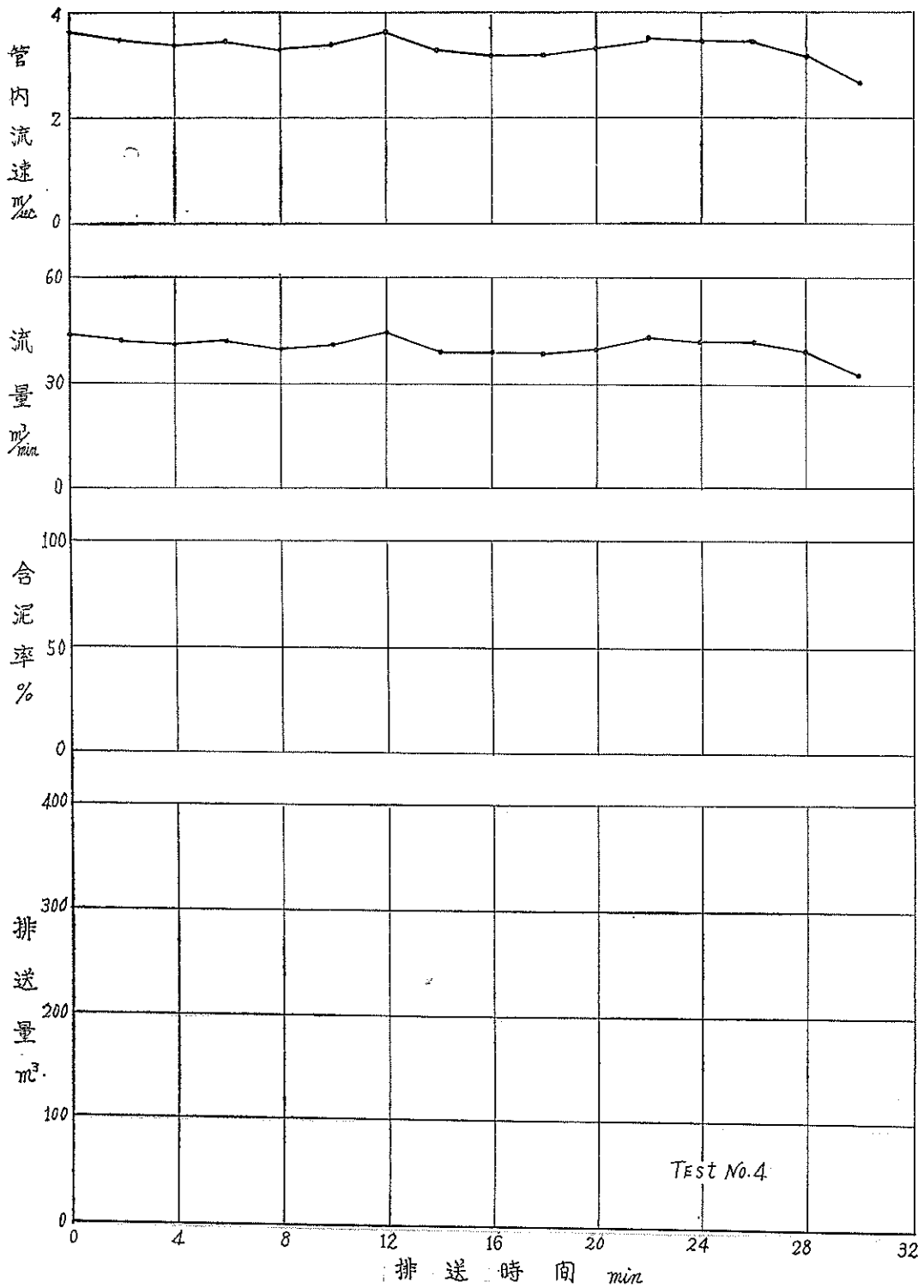


图 4-5 排送土量

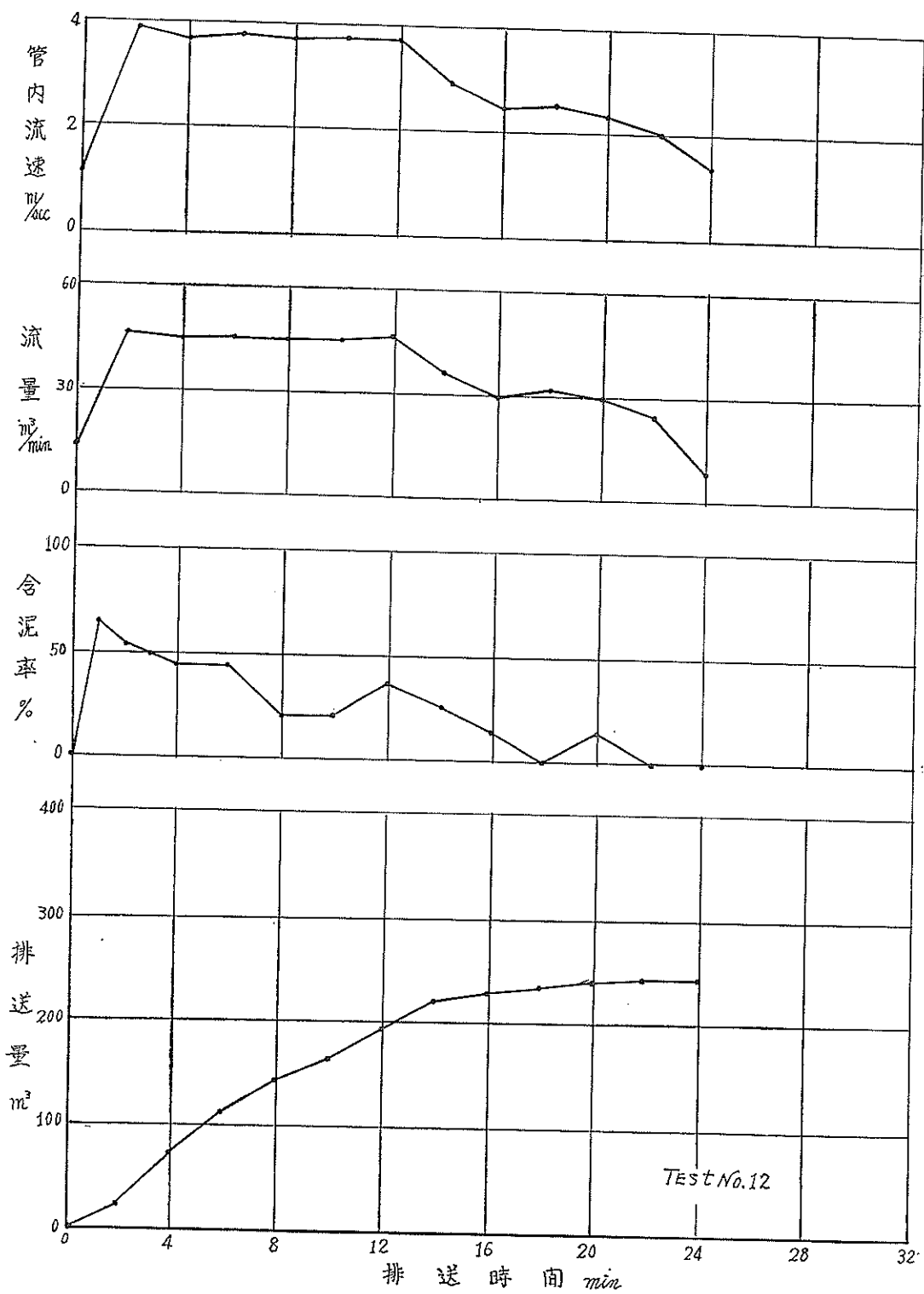


图4-6 排送土量

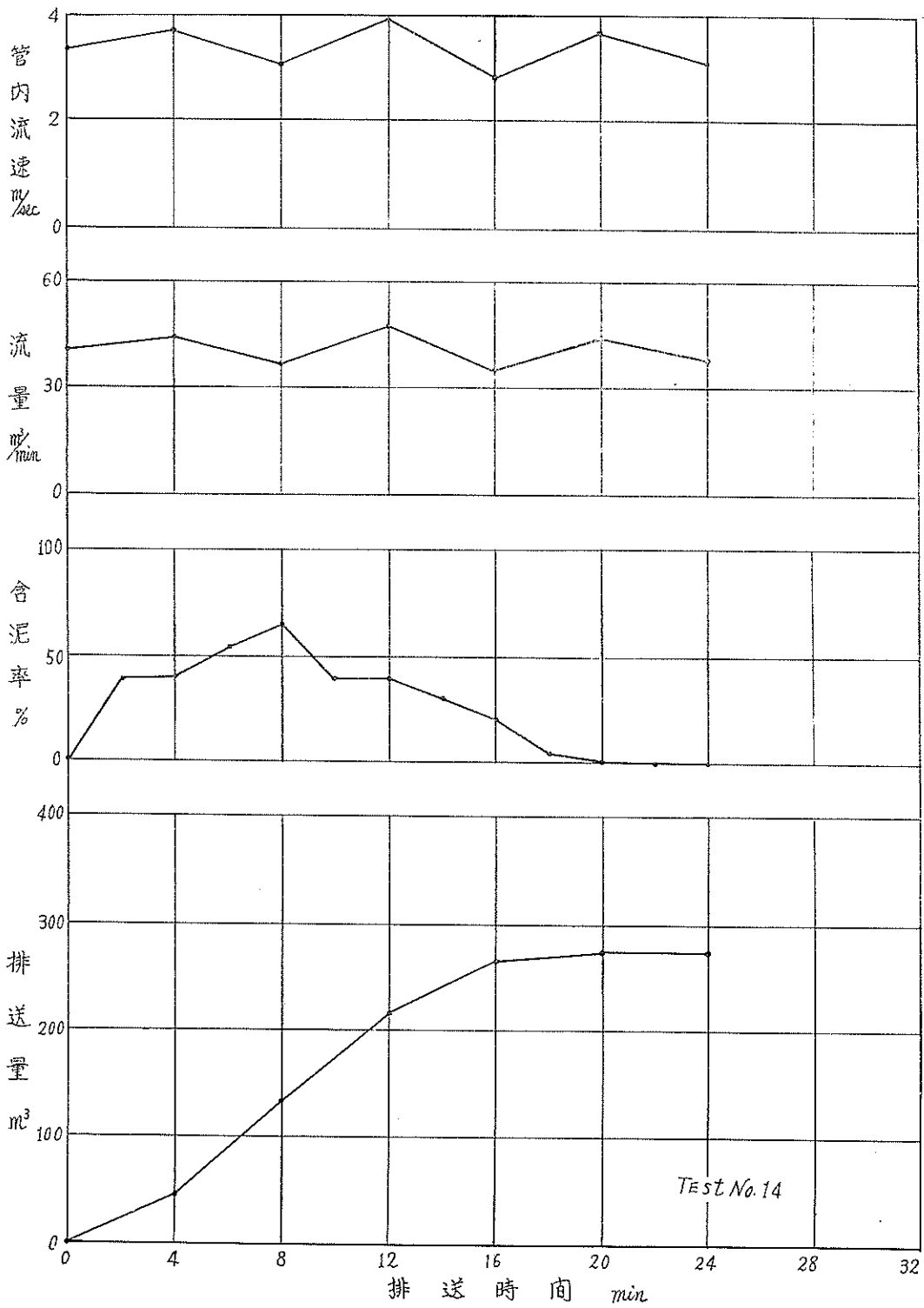


图4-7 排送土量

| | | | |
|-------|------|---|--------|
| 浚渫ポンプ | 浚渫時 | 4,500m ³ /h×15m×166 r. p. m. | } 清水にて |
| | 排送時 | 3,100m ³ /h×20m×183 r. p. m. | |
| 同上用機関 | 常用出力 | 530 p. s. ×600 r. p. m. | |

本船の捨土方式は、すべて船外排出管によるものであるから、浚渫時のみならず排送時における能力も、合綫

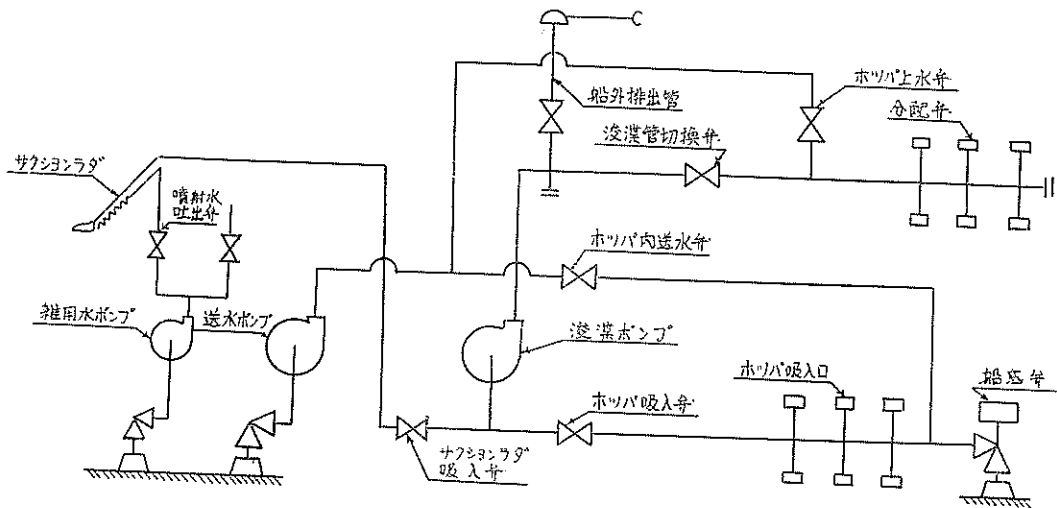


図 4-8 配 管 図

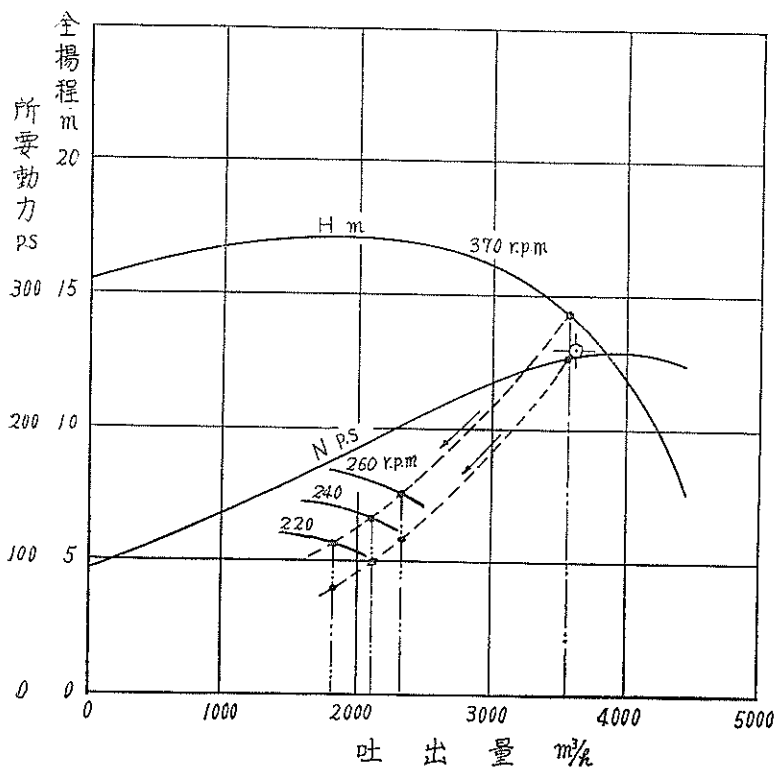


図 4-7 送水ポンプの使用点

能力から見れば、重要な要因である。したがって、本試験においては、浚渫および排送能力の試験を重点的にを行い、ポンプ回転数、吸込圧力、吐出圧力、原動機出力等を2分毎に同時計測した。

浚渫ポンプの能力検討の基本となるべき送水時の性能を求めめるために、Test No. 5 および No. 10 で浚渫状態、Test. No.6, 8 で排送状態の試験を行い、それぞれの結果を、図 5-1 に示した。

また、図 5-2~図 5-5 および図 5-6~図 5-7 には、それぞれ、土砂浚渫時および排送時の測定記録を示

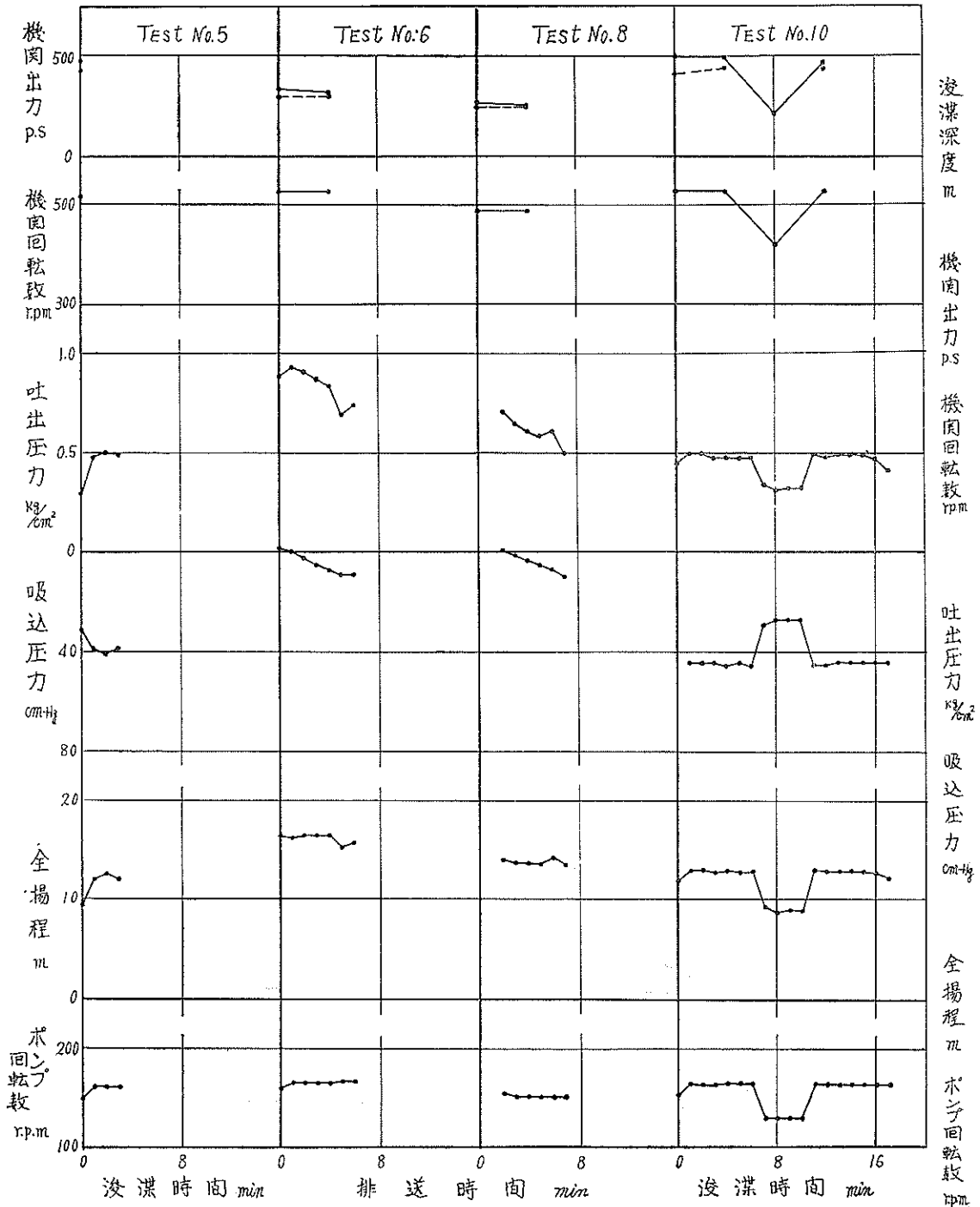


図 5-1 送水試験

してある。

これらの結果から、浚渫ポンプの使用点、浚渫能力および排送能力について検討してみよう。

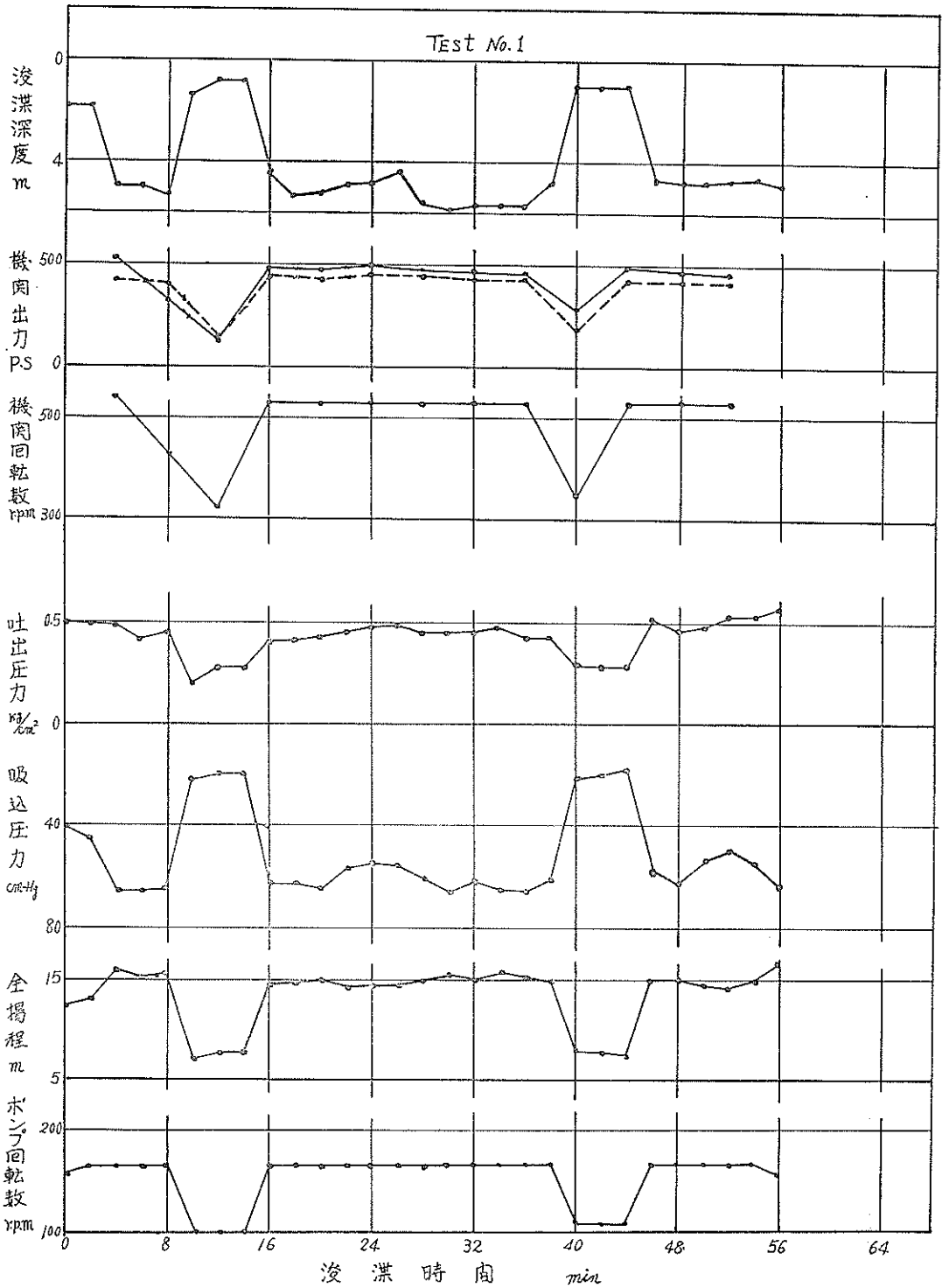


図5-2 浚渫試験記録

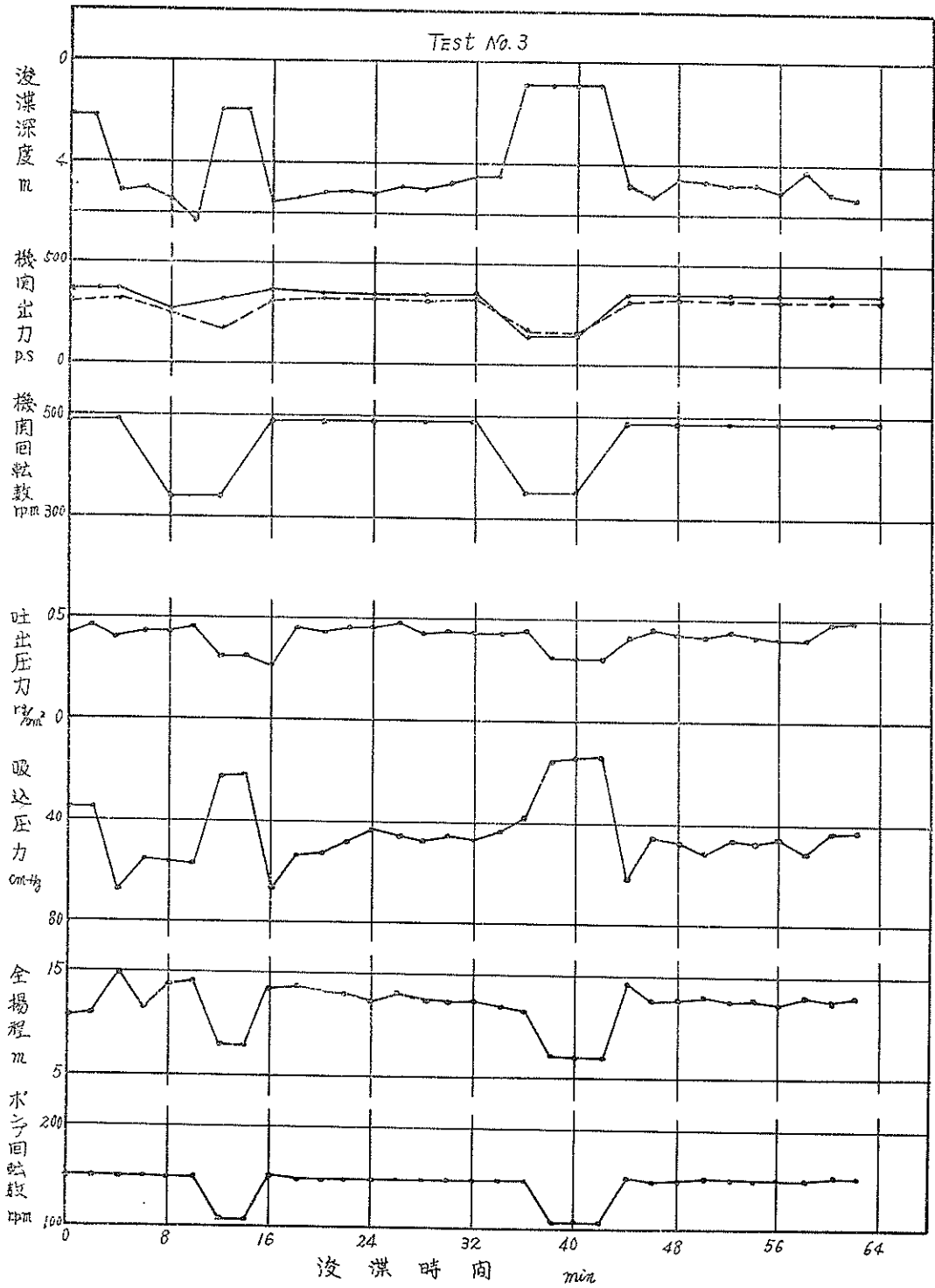


圖 5-3 浸漈試驗記錄

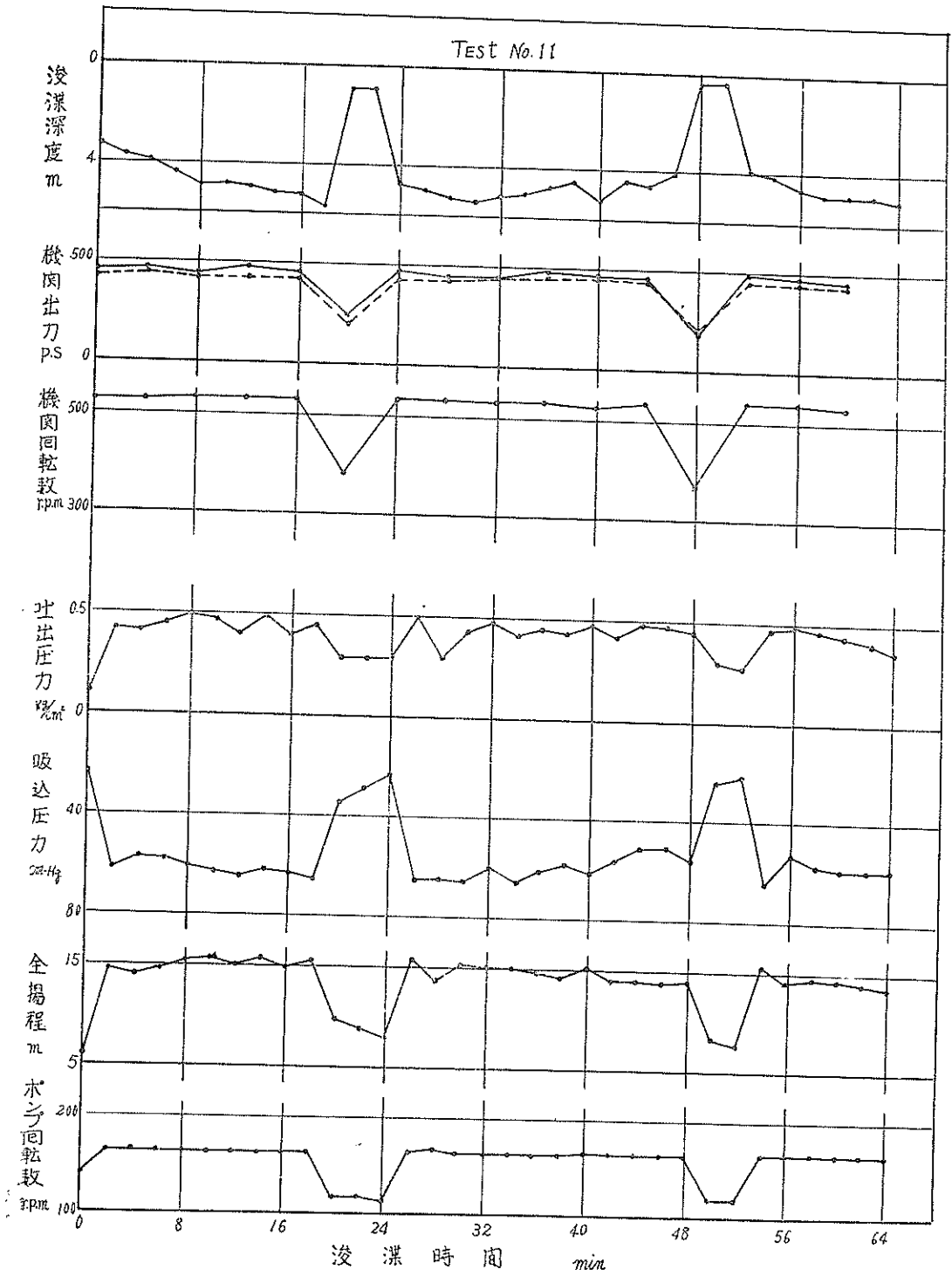


圖 5-4 浸深試驗記錄

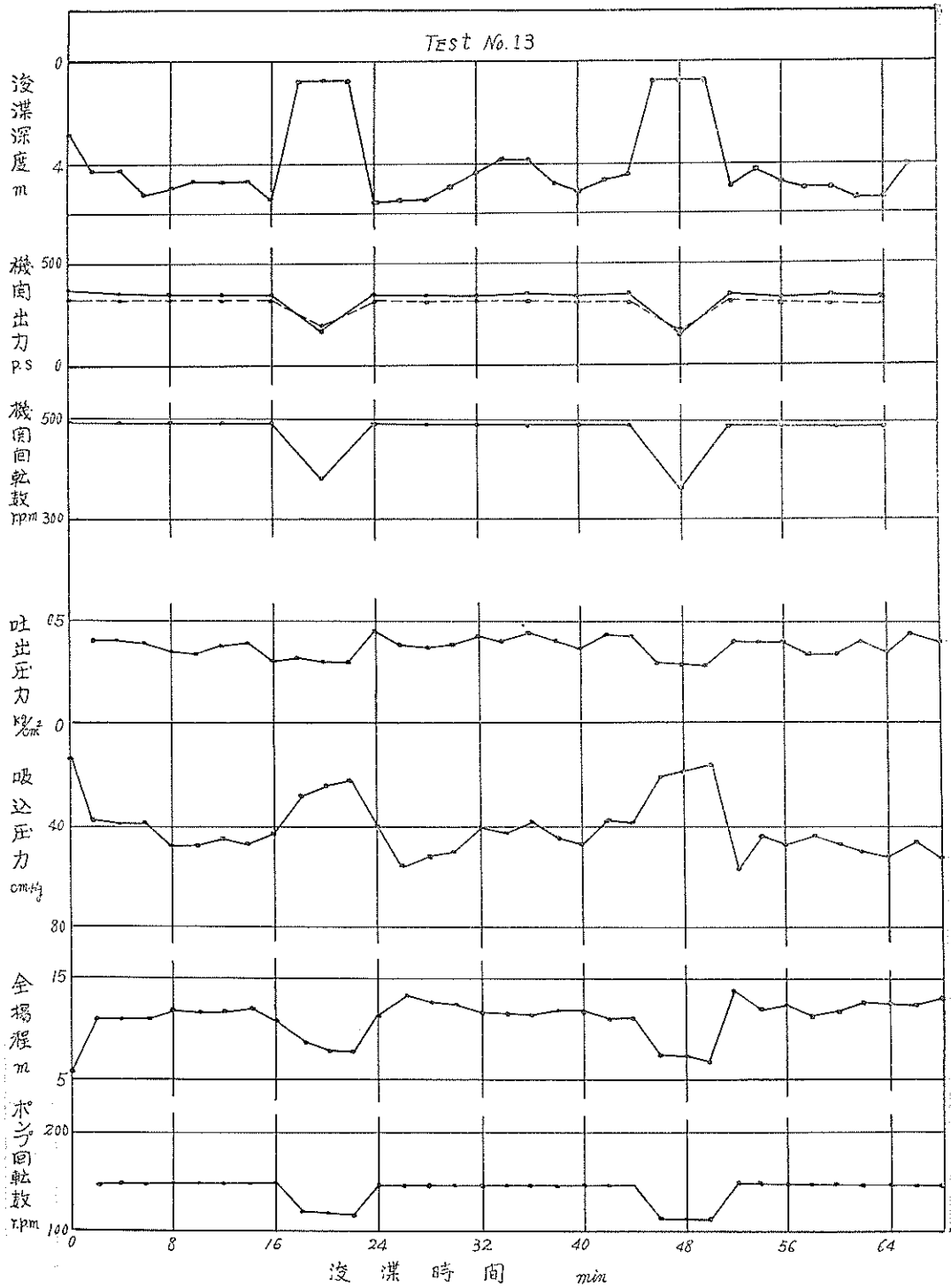


図5-5. 浸漈試験記録

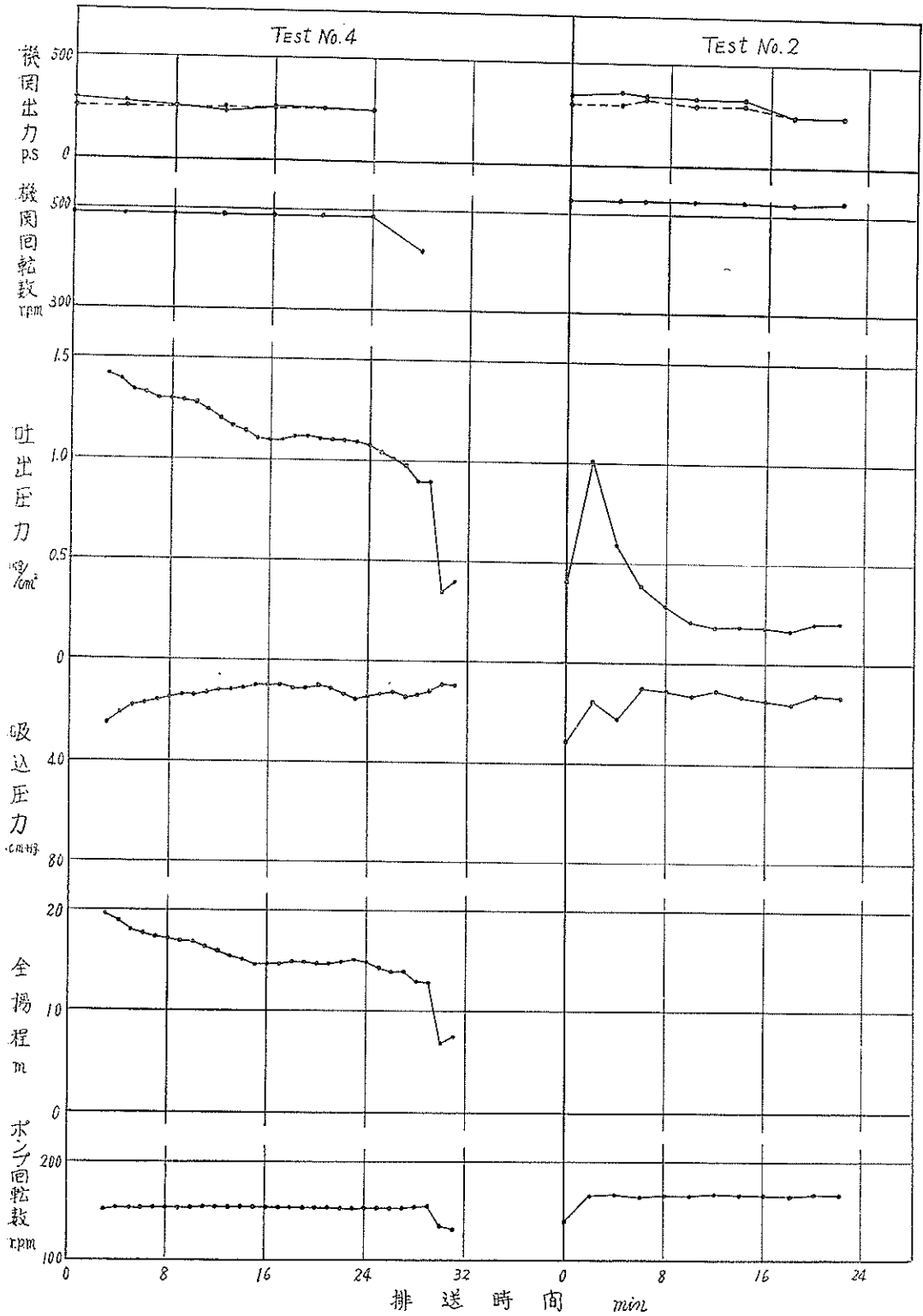


図5-6 排送試験記録

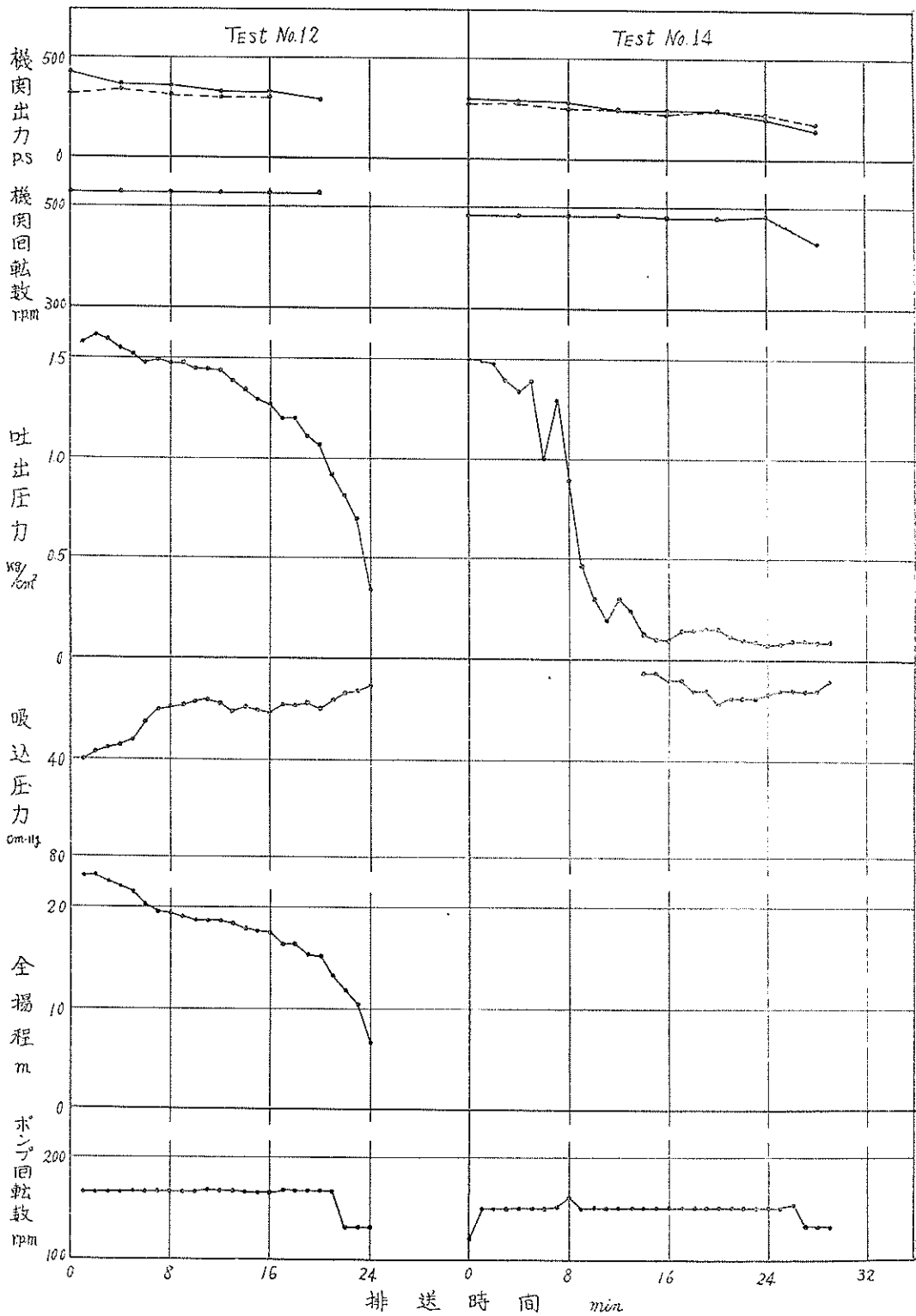


圖 5-7 排送試驗記錄

(1) 浚渫ポンプの使用点

浚渫ポンプの能力を検討するには、まず送水時の使用状態を明らかにしなければならない。そのため、前記の如く送水時の試験を数回行い、特性曲線上の使用点を求めた。すなわち、浚渫状態では泥艀に満杯するまでの時

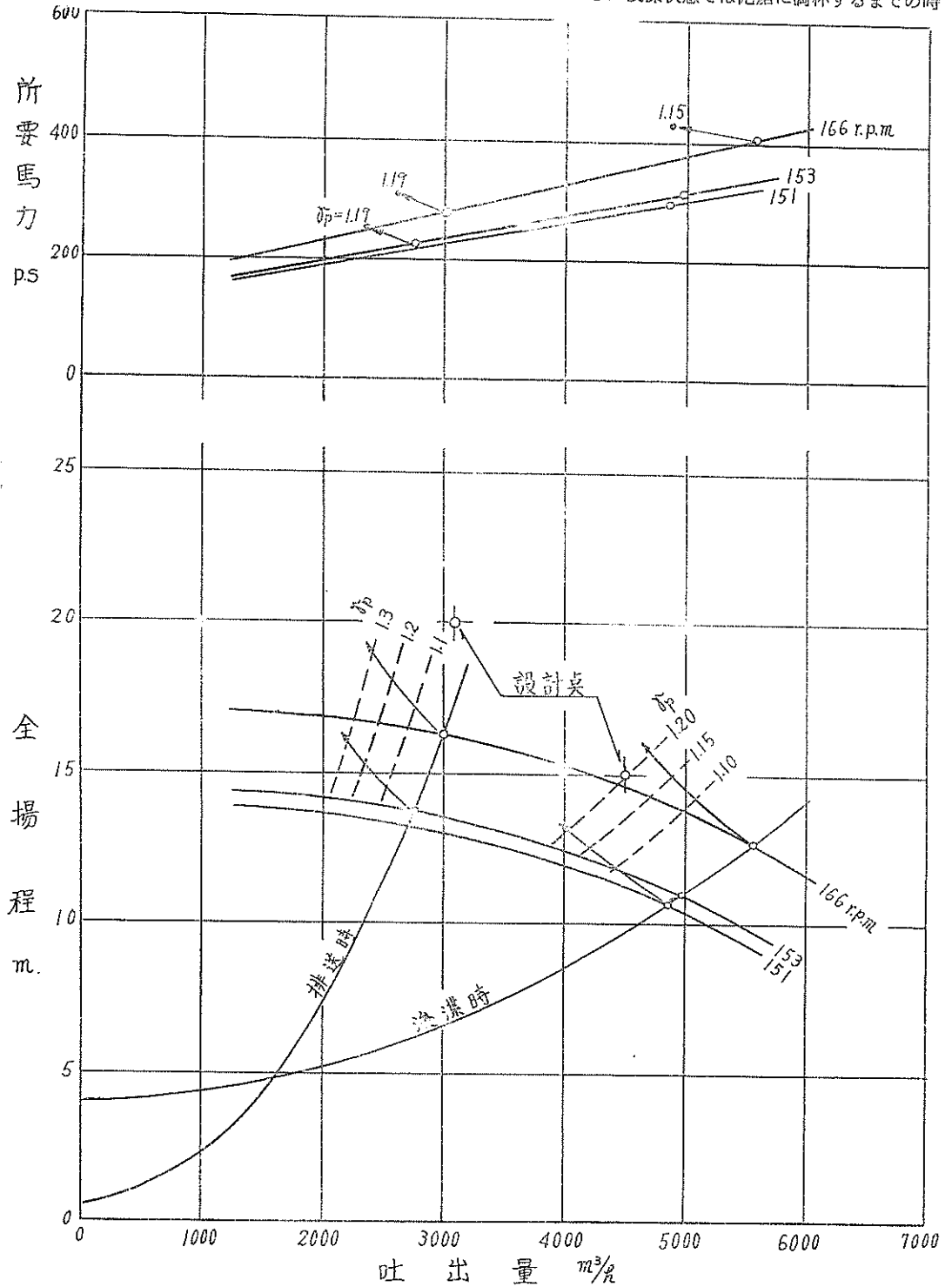


図5-8 浚渫ポンプの特性曲線

間から、また排送状態においては、吐出口の流線および排出時間から、各々のポンプの平均吐出量を測定し、更に圧力の計測値と平均吃水下の抵抗曲線から、使用点を求めれば図 5-8 に示す通りである。

表 5-1 は、試験時の回転数における使用点を、特性曲線および計測値から求めたものの比較である。

表5-1 浚渫ポンプの使用点 (送水時)

| 作業別 | 回転数 r. p. m. | 特性曲線より | | | 計測値より | | | |
|------|-----------------|--------------------------|---------|---------------|----------------------------|-----------------|---------|---------------|
| | | 吐出量 m ³ /h | 揚程 m | 所要馬力 p. s. | 吐出圧力 kg/cm ² | 吸込圧力 cm · Hg | 揚程 m | 機関出力 p. s. |
| 浚渫状態 | 153 | 5,000 | 11.0 | 320 | — | — | — | — |
| | 162 | 5,400 | 12.2 | 385 | 0.49 | 39 | 12.2 | 440 |
| | 166 | 5,550 | 12.7 | 406 | 0.49 | 44 | 12.8 | 460 |
| 排状送態 | 153 | 2,730 | 13.8 | 225 | 1.12 | 4 | 13.7 | 260 |
| | 166 | 2,970 | 16.3 | 280 | 1.41 | 4 | 16.5 | 320 |

(2) 浚渫時の検討

浚渫試験は 4 回行い、主機関および浚渫ポンプの回転数を、それぞれ次表の組合せにして、浚渫能力への影響を調査した。

表5-2 主機関浚渫ポンプ回転数

| Test No. | 1 | 3 | 11 | 13 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| 主機関回転数 r. p. m. | 310 | 310 | 290 | 290 |
| 浚渫ポンプ回転数 r. p. m. | 165 | 150 | 165 | 150 |

浚渫深度その他の測定記録は、図5-2~図5-5に示す通りであつて、浚渫深度は、いずれも約 5 m である。

土砂浚渫時には、土質および含泥率によって、ポンプの使用点が移動するが、下に示す抵抗曲線および揚程から求めることが出来る。

$$h_{rm} = \gamma_p h_t + (\gamma_p - \gamma_w) h_u + \{1 + \beta (\gamma_p - \gamma_w)\} h_{rw}$$

$$H_m = H_w \left\{ 1 + \frac{(\gamma_p - \gamma_w)}{\alpha} \right\}$$

但し、 α 、 β は土質によつて定まる係数

すなわち、図 5-8 に示す如く、矢印方向に移動し、混合比重 γ_p における抵抗曲線の交点で作動する。

以上のことから、計測した揚程を基に、吐出量、含泥率等を求め、これらを § 4 の浚渫土量と対比すれば、次の通りである。

表5-3 平均浚渫能力

| Test No. | | 1 | 3 | 11 | 13 | |
|----------|-------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 正味浚渫時間 | t (min) | 35 | 44 | 46 | 48 | |
| 浚渫土量 | G_H (m ³) | 234 | 304 | 242 | 279 | |
| 泥船平均含泥率 | x_H (%) | 61.6 | 79.3 | 63.0 | 73.5 | |
| 一分当り土量 | G_H/t (m ³ /min) | 0.67 | 0.69 | 0.53 | 0.58 | |
| 浚渫ポンプ | 揚程 | H_m (m) | 15.0 | 12.8 | 14.7 | 12.5 |
| | 吐出量 | Q_p (m ³ /h) | 4,850 | 4,150 | 4,900 | 4,250 |
| | 含泥率 | x_p (%) | 18.5 | 20.0 | 17.0 | 17.0 |
| | 揚土量 | G_D (m ³ /h) | 897 | 830 | 834 | 722 |
| 積込効率 | η_H (%) | 44.8 | 50.0 | 37.9 | 48.4 | |

表 5-3 中の積込効率とは、浚渫時間中における浚渫ポンプの揚土量に対する、泥船内に沈積した土砂量、すなわち浚渫土量としたものである。

$$\eta_H = G_H / G_p \cdot t / 60 \times 100 \quad (\%)$$

以上の結果を図示すれば、図 5-9 の通りである。積込効率は、Test No. 3, 13 すなわち、浚渫ポンプ回転数が低いものがよい。これは、オーバーフロー開始後、ポンプの吐出流によつて泥船内の土砂が覚拌流出するも

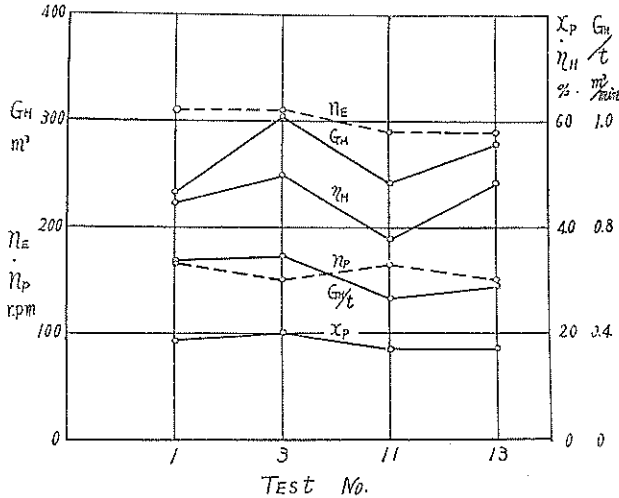


図 5-9 平均浚渫能力

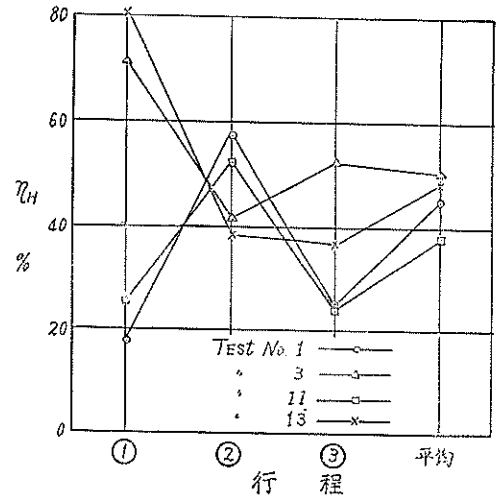


図 5-10 積込効率(行程別)

の多いため、図 4-2 のオーバーフロー土砂の粒度分析結果を見ても、Test No. 11 は Test No. 3, 13 に比して、流出土砂粒径が大きいものに及んでいることが判る。更に、浚渫試験記録図において、浚渫時の吸込圧力は、Test No. 1, 11 にあつては、既にキャビテーション限界にあつて含泥率の増加は望めない状態であろう。

また、一分間当りの積込量は、浚渫速度が速い方が良くなっているが、本試験範囲内のことであつて、なお詳細な試験によつて決論を出すべきであろう。

次に、浚渫作業は、1 往復半、すなわち、3 行程で行われ、各行程間には、船の旋回を伴うため、浚渫は一時中断される。そこで、各行程別に積込効率を前記同様にして求めれば、図 5-10 に示す如くなる。

(3) 排送時の検討

浚渫時と同様にして、浚渫ポンプの特性曲線および測定値から、各試験の排送能力を求めれば、表 5-4 および図 5-11 に示す通りである。

表 5-4 平均排送能力

| Test No. | | 2 | 4 | 10 | 14 | |
|----------|---|----------------|-------|-------|-------|-------|
| 正味排送時間 | t (min) | 24 | 31 | 24 | 28 | |
| 浚渫土量 | G_H (m³) | 234 | 304 | 242 | 279 | |
| 浚渫ポンプ | 回転数 | n_p (r.p.m.) | 166 | 153 | 166 | 150 |
| | 揚程 | H_m (m) | 18.0 | 15.1 | 18.4 | 15.0 |
| | 吐出量 | Q_p (m³/h) | 2,600 | 2,400 | 2,500 | 2,350 |
| | 含泥率 | x_p (%) | 23.6 | 24.5 | 25.9 | 24.5 |
| | 管内流速 | v_D (m/sec) | 3.54 | 3.27 | 3.40 | 3.20 |
| 排送量 | $G_D = x_p \cdot Q_p \cdot t / 60$ (m³) | 245 | 303 | 259 | 268 | |
| 一分当り排送量 | G_D/t (m/min) | 10.20 | 0.98 | 10.79 | 0.96 | |

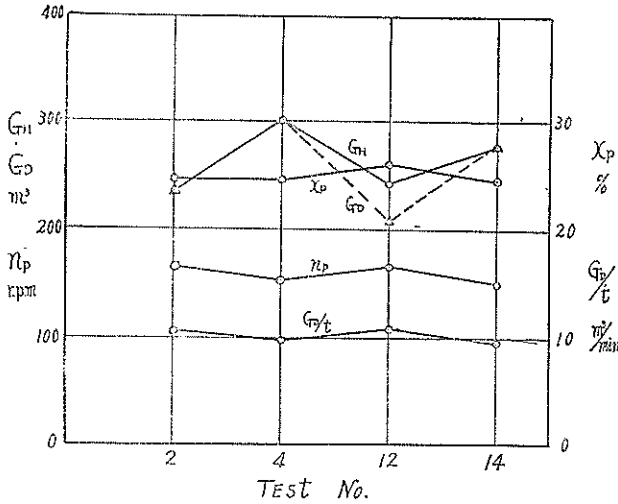


図 5-11 平均排送能力

殆んど押込側に働くから、吸込圧力の急増はなく、運転初期の高含泥率時のみ注意すればよい。本試験結果から推定するに、浚渫ポンプ回転数を 183 r.p.m. に上げて、最高 55~60 cm-Hg 以内に納まるものと思われる。

次に本船による輸送可能な排送距離について考えてみる。但し、初期条件として、船内管、海上管および実揚程は、試験時の配管系と同じとし、これに接続する陸上管の延長部分のみを考える。

試験時（送水時）の揚程および各抵抗の関係は次式で示す通りである。

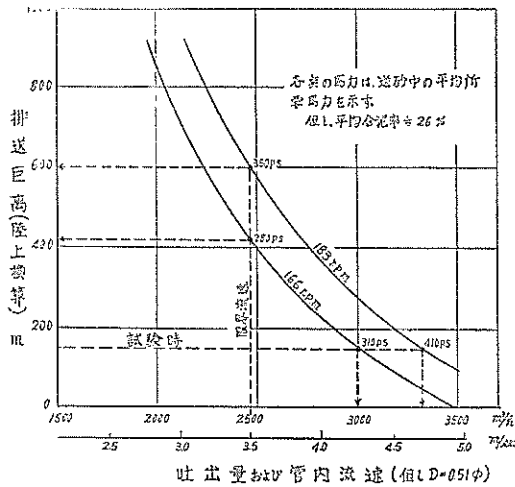


図 5-12 吐出量と排送巨距離の関係

$$L_{1m} = \frac{H_n - (h_t + \sum h_{rn})}{H_0 - (h_t + \sum h_{r0})} \left(\frac{v_0}{v_n} \right)^2 L_{10}$$

上式から、 L_{1m} を計算すれば図 5-12 に示す通りである。

さて、境港の土質は § 4 で示した通り、中砂であつて、これを排送する場合には、送水時の管内流速は 3.5 m/sec 程度で輸送可能と思われる。（但し管径は 0.51 φ とする）したがつて、浚渫ポンプの回転数が 166 r.p.m. および 183 r.p.m. の場合の排送可能距離は、それぞれ 420 m, 600 m であり、図中の各点の肩に示す数字は、平均含泥率 26% で排送した場合の平均所要馬力を示している。

また、試験時の配管系において回転数を 183 r.p.m. に増せば、流量は約 10% 増となり、含泥率が同じでも、

以上の結果から判る様に、排送能力は浚渫ポンプの回転数に略々比例している。

§ 6 に示す如く、浚渫ポンプ並びに送水ポンプの機関には、かなりの余力を残しており、また、管内含泥率は、図 4-4 ~ 図 4-7 の如く、運転開始直後は 50~60% の高含泥率となるが、以後漸減し、平均含泥率は、いずれも約 25% 程度であつて、管内での土砂の沈澱現象は見られない。したがつて、原動機の許容範囲内にあつて回転数を増大し、排送時間の短縮を計ることが得策と思われる。なお、回転数を増加した場合には、吸込圧力の増加に伴ない、N. P. S. H. が低下するが、排送状態においては、

$$H_0 = h_t + \sum h_{r0} + h_{10} = h_t + \sum h_{rn} + \lambda \frac{v_0^2}{2g} \frac{L_{10}}{D_i}$$

但し、 H_0 : 試験時の揚程 m-aq

h_t : 実揚程 m

$\sum h_{r0}$: 海上管までの全抵抗 m-aq

h_{10} : 陸上管のみの抵抗 m-aq

λ : 抵抗係数

v_0 : 管内流速 m/sec

L_{10} : 陸上管長（直管に換算したもの） m

D_i : 陸上管径（ここでは 0.51 φ とする） m

次に、 $Q-H$ 線上の任意の点における揚程、管内流速および海上管までの全抵抗を、それぞれ H_n , v_n , $\sum h_{rn}$ とすれば、その点における陸上管長 (L_{1n}) は次式で示される。

それだけ排送時間の短縮を計ることができよう。この場合でも、浚渫ポンプの所要馬力（含泥率 26% にて）は 410p.s 程度であつて、原動機には、なお余裕がある状態である。

§ 6 機 関 係

本船には、推進用機関として、連続最大出力 300p.s×390 r.p.m. のも 2 台を搭載し、それぞれ推進軸に直結されている。また左舷機の船首側軸端には、送水ポンプが接続されて、排送時の給水を行っている。

浚渫ポンプ用機関は、フルカンギヤを介してポンプ軸に接続され、機関回転数は 1/3.17 に減速して伝達される。

本試験に際しては、上記両機関の給気圧力、排気温度、ポンプマークおよび回転数を計測して出力を算出した。図 6—1～図 6—4 は浚渫時の出力、回転数および船の対水速力を示したものである。

また、浚渫時および排送時の出力、回転数の平均指示値を示せば、表 6—1 および表 6—2 の通りである。

表6—1 浚渫時の出力

| Test No. | 主 機 関 | | | | 浚渫ポンプ用機関 | | 浚渫ポンプ | |
|----------|------------|-----|--------|-----|---------------|-----------|---------------|-------------|
| | 回転数 r.p.m. | | 出力 p.s | | 回転数 r.p.m. | 出力 p.s | 回転数 r.p.m. | 所要馬力 p.s |
| | 左 舷 | 右 舷 | 左 舷 | 右 舷 | | | | |
| 1 | 310 | 310 | 250 | 250 | 530 | 455 | 166 | 430 |
| 3 | 310 | 310 | 350 | 245 | 490 | 340 | 151 | 330 |
| 11 | 290 | 290 | 200 | 200 | 534 | 460 | 166 | 430 |
| 13 | 290 | 290 | 200 | 200 | 490 | 340 | 151 | 330 |

表6—2 排送時の出力

| Test No. | 主 機 (左舷) | | 送 水 ポ ン プ | | 浚渫ポンプ用機関 | | 浚渫ポンプ | |
|----------|-----------------|------------|-----------------|----------------|-----------------|------------|-----------------|----------------|
| | 回 転 数 r.p.m. | 出 力 p.s | 回 転 数 r.p.m. | 所 要 馬 力 p.s | 回 転 数 r.p.m. | 出 力 p.s | 回 転 数 r.p.m. | 所 要 馬 力 p.s |
| 2 | 220 | 80 | 220 | 85 | 530 | 325 | 166 | 310 |
| 4 | 20 | 88 | 230 | 95 | 490 | 255 | 153 | 250 |
| 12 | 230 | 88 | 230 | 95 | 530 | 325 | 166 | 315 |
| 14 | 220 | 80 | 220 | 85 | 485 | 240 | 150 | 235 |

表中の送水ポンプおよび浚渫ポンプの所要馬力は、図 4—9、図 5—8 の特性曲線から計算したものである。

機関については、先に造船所側において現地試験を行い、「主機関の運転限度は 240 p.s×310r.p.m. また変動があつても 270p.s×320 r.p.m. を越えてはならない。また浚渫ポンプ用機関は、出力にかなりの余裕があることから、回転数を増大すべきである」としている。

したがつて、主機関については、本試験の Test No. 1, 3 において、略々運転限度に達していることから、浚渫速力を増すことは、現在のままでは困難であるが、ドラグヘッドの形状を変え、掘削抵抗等の軽減によつて、速力増大を計るのも一法であろう。

また、浚渫ポンプ用機関は、浚渫時に出力の余裕があるからと云つて、徒らに回転数を増せば、泥艀での沈澱効果に悪影響をおよぼすから、オーバーフロー後は、むしろ回転数を下げて使うべきである。排送時においては、回転数の増加、すなわち、単位時間当りの排送量を増大し、排送時を短縮する様、許容範囲内において、回転数の増加を計ることが得策であろう。

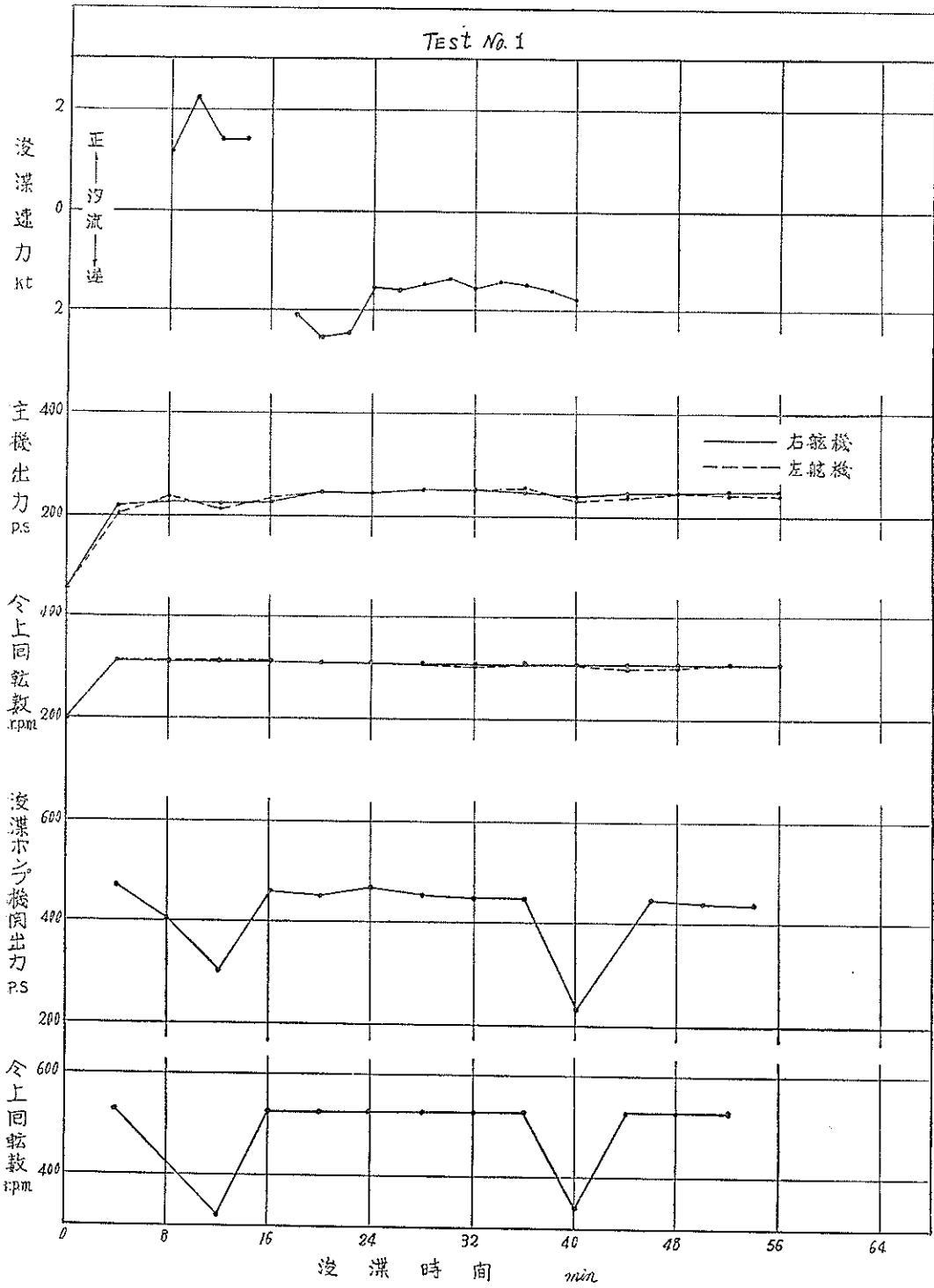


図6-1 機関および浸漈速度

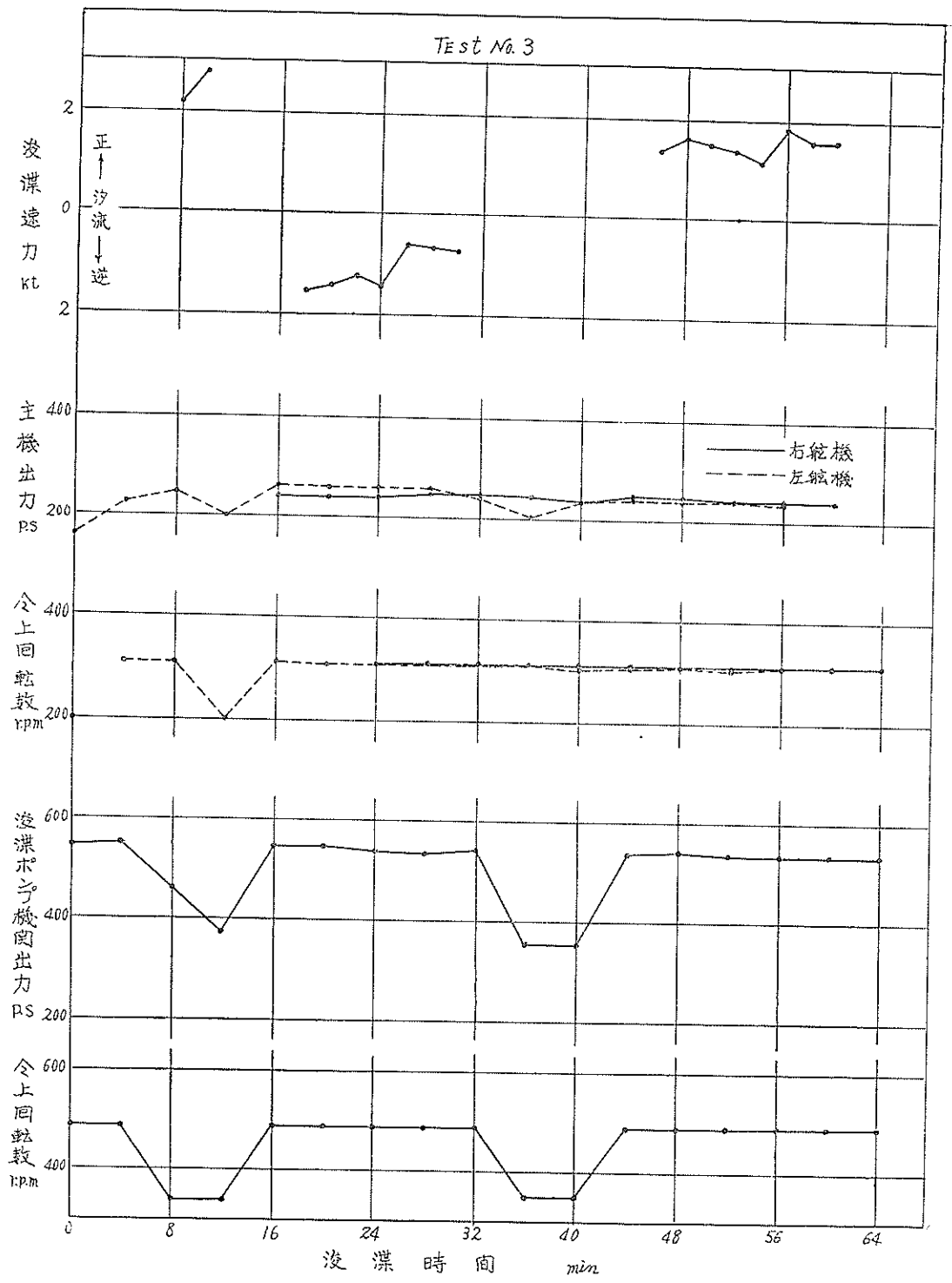


図6-2 機関および流漂速度

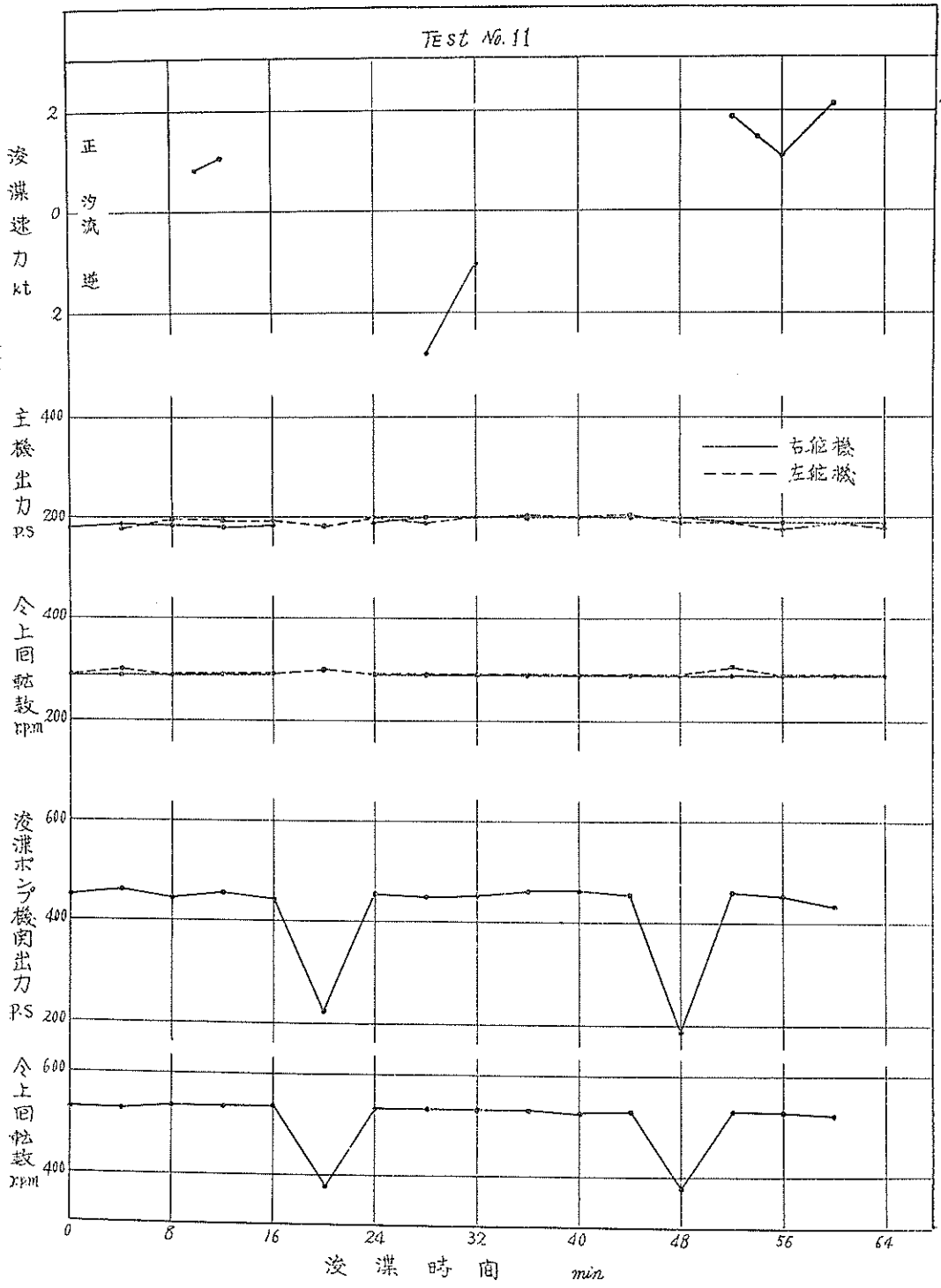


図6-3 機関および浸漉速度

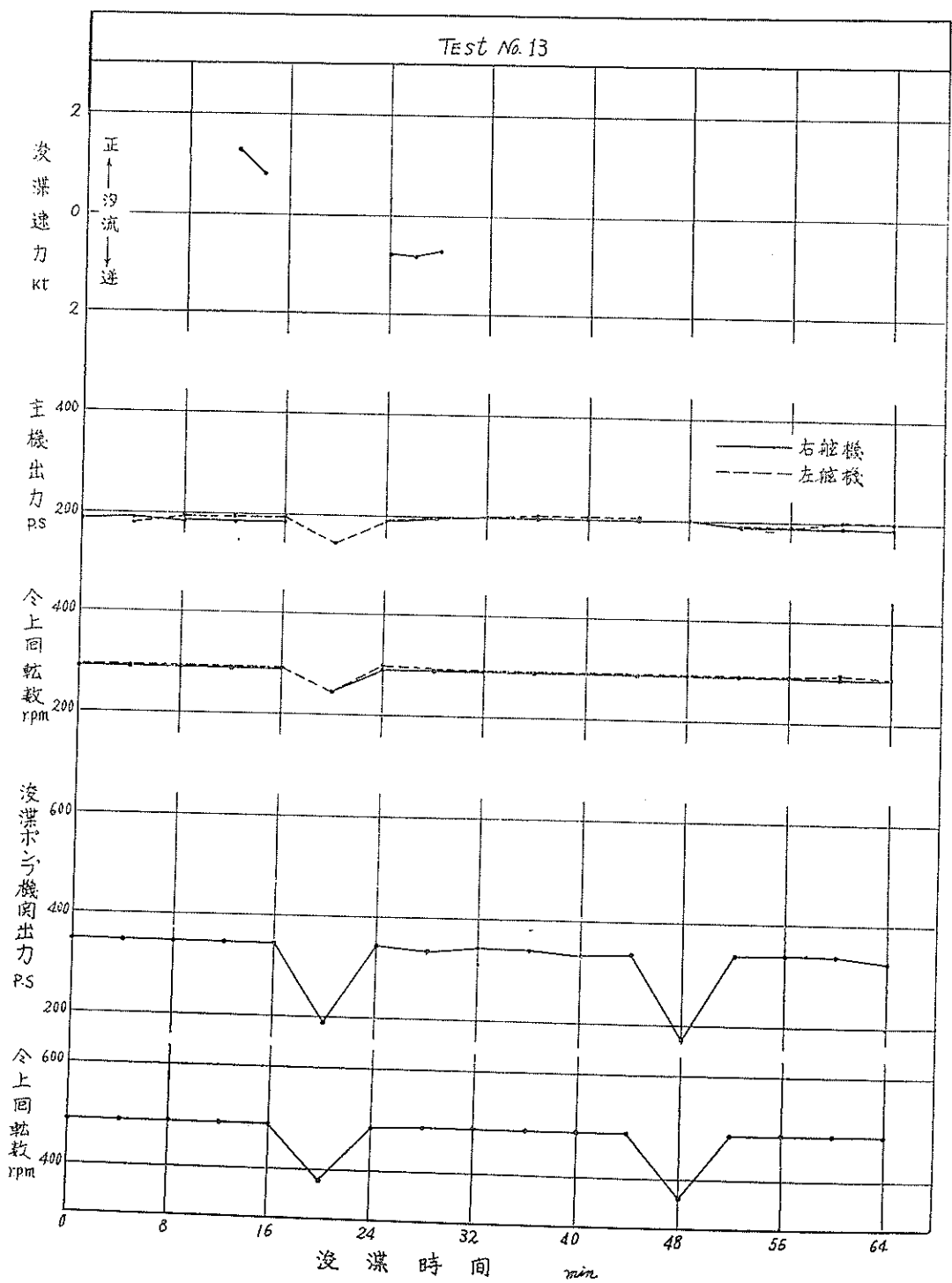


図6-4 機関および浸漂速度

§ 7 ドラグヘッド接地圧

ドラグヘッドの接地圧の、浚渫能力に与える影響は、かなり微妙なものと思われるが、これを直接測定することは中々困難である。そこで本試験においては、ドラグヘッド吊ワイヤの張力を図7-1で示すワイヤロープ張力計で測定し、これらの傾向を求めた。図7-2は、それぞれの試験中における張力変動を図示したものである。本船は、スエルコンペンセーターを装備していないため、ドラグヘッド位置の調整は、吐出水の濃淡を視測しながら、ウインチによつて行われる。したがつて図7-2に見られる如く、浚渫中における張力変動は大きいが、Test No. 3 では、殆んど張力ゼロ、すなわちヘッドの重量は、土面にかかつており、比較的円滑な浚渫状態を示している。これらを § 5 で述べた浚渫ポンプの含泥率と対比すれば、Test No. 3 で 20%、No. 1 で 18.5%、No. 11、13 で 17%を示し、比較的均一な浚渫状態を行つ

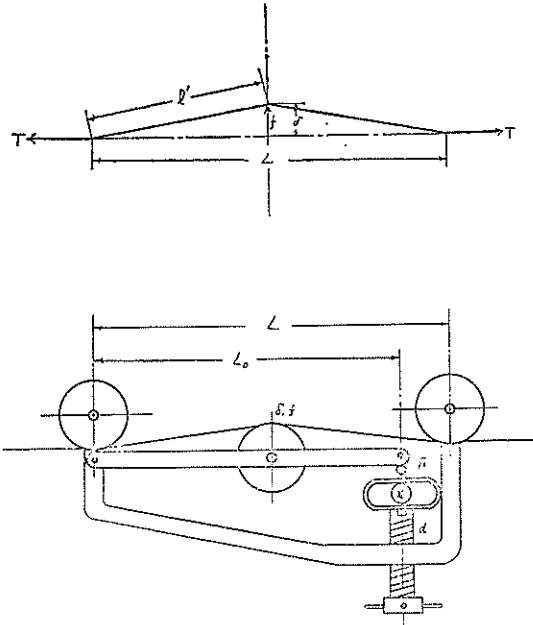


図7-1 ワイヤロープ張力計

た Test No. 3 がもつとも良好な成績である。但し、浚渫能力に与える要因は、接地圧のみではない。したがつて、その他の要因との相関関係については、今後に残された問題とならう。

§ 8 サイクルタイム

本船の稼働状況は、通常午前 8 時 30 分から午後 5 時迄の間に、2 サイクル行つている。

ドラグサクシオン浚渫船にあつては、サイクルタイム中のロスタイムを如何に少なくするかが、エコノミックローディングを行う上の一つの重要な要因である。そのためには、サイクルタイムを形成する各作業内容および時間を検討し、上記目的に沿う様に作業体系の改善を計ることが必要であらう。

本試験中における各作業別の所要時間を列記すれば、表 8-1 の通りである。

表8-1 サイクルタイム

| 作業別 | Test No. | 1 & 2 | | 3 & 4 | | 11 & 12 | | 13 & 14 | |
|------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | | 所要時間 | min. sec | % | min. sec | % | min. sec | % | min. sec |
| 浚渫 | | 46' 00 | 30.0 | 53' 10 | 38.8 | 55' 50 | 42.6 | 57' 20 | 42.2 |
| 旋回 | | 16' 30 | 10.8 | 15' 30 | 11.3 | 13' 30 | 10.3 | 13' 10 | 9.7 |
| 航行 | | 8' 30 | 5.6 | 8' 20 | 6.1 | 9' 00 | 6.9 | 8' 20 | 6.1 |
| 接続切離 | | 56' 00 | 36.6 | 28' 05 | 20.5 | 27' 40 | 21.1 | 28' 00 | 20.6 |
| 排送 | | 26' 00 | 17.0 | 31' 55 | 23.3 | 25' 00 | 19.1 | 29' 10 | 21.4 |
| 計 | | 153' 00 | 100.0 | 137' 00 | 100.0 | 131' 00 | 100.0 | 136' 00 | 100.0 |

各作業中、「旋回」および「航行」は、サイクルタイム中に占める割合も少なく、ここでは除外し、「浚渫」

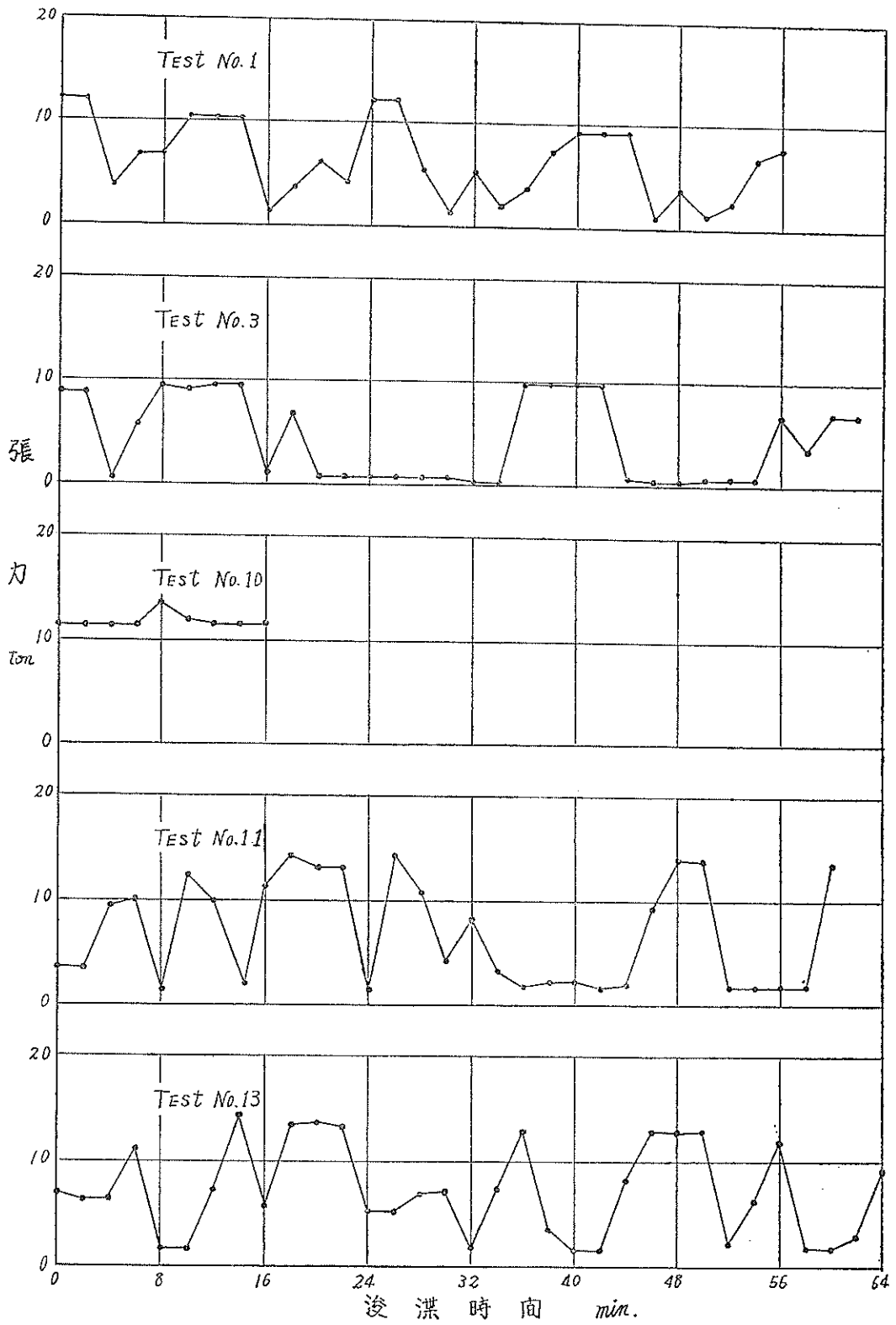


図7-2 ドラグヘッド吊ワイヤ張力

「接続切離」および「排送」の各作業について検討してみよう。

浚渫作業は、浚渫ポンプ含泥率および泥船内の沈澱効果を如何に良くするかが問題である。したがって、前記の如くオーバーフロー後は、浚渫ポンプの回転数を下げ、土砂の溢出をなるべく防ぐと共に、掘削抵抗の軽減を計るべくドラグヘッドの改良も考えてよいだろう。更に、操縦室において常に積載状況を把握するために、積載土量計の完備が望ましい。

接続切離作業は、1サイクル中、約20秒強を占めており、本船の如き捨土方式から云つて、必ず行う作業であるから、管端部の着脱方式の改善が欲しい。

また、排送作業は、泥船内の土砂をなるべく速やかに排土するのが目的であるから、浚渫作業とは逆に、浚渫ポンプの回転数を増大することによつて、排送時間の短縮を期待することが出来よう。

以上の如く、各作業の作業方法の改善を行えば、1サイクル増にすることも可能であり、総合能力において20～30%の向上が期待出来るものと思われる。

§ 9 磨 耗 部 材

ドラグサクシオン浚渫船において、土砂による磨耗部は、主として浚渫ポンプ管系および泥船壁であつて、その磨耗程度は、船の保守、修理等の重要な参考資料の一つである。

本試験では、これらの磨耗部の板厚を、磁気不飽和型鉄板厚み計（検出器 2～15m/m 用）を使用して測定したものである。計器用電源は、船のバッテリーを用いたが、電源コードの延長が長く、また若干容量不足もあつて、計器の指示が不安定となり、特に排砂管測定時は、電圧降下が著しきため、測定は不能であつた。したがつて、泥船鋼板のみについて、測定結果を示すが、以上のことから、若干の誤差は免れないものと思われ、参考程度に留めるものである。

泥船鋼板の測定箇所は、左右側壁の船首部、中央部および船尾部の3ヶ所とし、各々について、底部および底部より約 1.5m上の壁面である。

表9-1 泥 船 鋼 板 厚 さ mm

| 測 定 個 所 | 左 舷 | | | 右 舷 | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 船 首 部 | 中 央 部 | 船 尾 部 | 船 首 部 | 中 央 部 | 船 尾 部 |
| 底 部 | 8.6 | 9.5 | 9.4 | 8.6 | 9.3 | 8.5 |
| 底 部 より 1.5m 上 | 8.6 | 9.3 | 9.4 | 8.6 | 9.2 | 9.1 |

以上の測定結果から、直ちに磨耗度を知ることは出来ないが、建造当初の厚さ（真厚ではない）9m/m から推定すれば、一般に、泥船隅部、特に船首側の磨耗量が多い様である。

§ 10 あ と が き

以上、ドラグサクシオン浚渫船「大山丸」の浚渫試験の結果を示したものであるが、いずれにしても、実験回数が少なく、且つ外的条件が不均一であることが想像されることから、軽々に決論は下せない。したがつて、上記各項の検討事項も、本調査内でのことであるから一応の目安とし、今後の実験或は運転実績等を加味して、詳細検討を行うべきものである。

なお、今回の試験は、浚渫一般の概要把握に止まつたが、次の機会には、これらを補足すると共に、ドラグヘッド部分の問題、或は浚渫航行時の各種抵抗等に調査対象を進めるつもりである。

最後に、本調査に際し、終始御協力を頂いた第三港湾建設局、ならびに大山丸乗組員の各位に御礼申上げる次第である。

以 上

港 湾 技 術 資 料 No.4

1963年10月

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
横須賀市川間 162

印 刷 所 株式会社 白 泉 社
東京都港区麻布霞町7