

禁持出

企 画 課

港 湾 技 研 資 料

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

No. 700 Mar. 1991

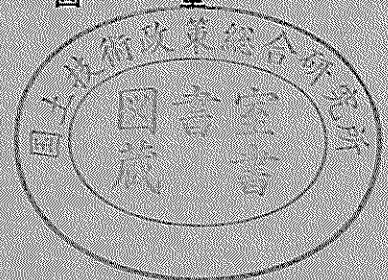
均しブレード併用ドラグヘッドの浚渫特性(その2)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 岡 | 山 | 義 | 邦 |
| 鮎 | 貝 | 基 | 和 |
| 鈴 | 木 | | 誠 |
| 福 | 本 | 裕 | 哉 |
| 中 | 島 | | 晋 |

付録 港湾技研資料目録 (No.601~700)

企 画 室

運輸省港湾技術研究所



目 次

| | |
|----------------------------------|----|
| 要 旨 | 3 |
| 1. まえがき | 4 |
| 2. 実験装置 | 4 |
| 3. 実験の方法および条件 | 8 |
| 4. 実験の結果と検討 | 10 |
| 4. 1 垂直管差圧と含泥率の関係 | 10 |
| 4. 2 均しブレード取付位置の影響 | 13 |
| 4. 3 2条掘りの実験結果 | 17 |
| 4. 4 地盤硬さの違いによる掘り跡の影響 | 17 |
| 4. 5 非連続型ドラグヘッド模型による染料吸引実験 | 17 |
| 5. 結論 | 22 |
| 6. あとがき | 23 |
| 参考文献 | 23 |
| 記号一覧 | 23 |
| 付録 港湾技研資料目録 (No. 601~700) | 73 |

Dredging Characteristics of Draghead with leveling blades(2)

Yoshikuni OKAYAMA*

Motokazu AYUGAI**

Makoto SUZUKI**

Hiroya FUKUMOTO**

Susumu NAKASHIMA***

Synopsis

Sea going trailing hopper dredger executes the dredging activities with the dredging speed of 3 to 4 knots. Therefore its mobility is fairly high compared with another stationary type dredgers.

However the dragheads which are hold in her both sides forms long straight dredging tracks with narrow width, and the dredged sea bottom is mostly rough compared with that by a cutter suction dredger. Further the dredging efficiency is always unsatisfactory especially at final execution stage due to its high dredging speed of nearly 3 knot, and that results in additional dredging cycle to clear shallow points above nominal dredging level.

For the improvement of the inefficient aspects, the idea of the use of leveling blades attached to the both side of draghead was considered. Then the model dredging tests have been carried out on the use of leveling blades attached to draghead in Port and Harbor Research Institute. Through the tests the basic dredging characteristics such as dredging configuration, dredging concentration, drag force and flow patters of dredged materials around the draghead were mainly investigated. The result on the studies was issued already.

This time, another study on the model tests which will be applied for "KAIHO MARU" owned by the 4 th Port Construction Bureau was performed. In this case, several kind of blades of which position to the draghead are varied respectively were used and the dredging tests with double tracks were also carried out.

Through the tests, the influences of the blade's position on the general dredging characteristics similar in the former works for each blades were mainly investigated. In this paper, the results are described. Further, the leveling effects by the special draghead with wider double inlet are also discussed together with the partial introduction on the newly designed wide draghead with multi-suction-holes.

Key Words : Dredging, Work Vessel, Dredge, Trailing Hopper Dredge

* chief of Dredging and Reclamation Laboratory, Machinery Division

** member of Dredging and Reclamation Laboratory, Machinery Division

*** former member of Dredging and Reclamation Laboratory, Machinery Division
(present:the fifth Port Construction Bureau)

均しブレード併用ドラグヘッドの浚渫特性（その2）

岡 山 義 邦 *

鮎 貝 基 和 **

鈴 木 誠 **

福 本 裕 哉 **

中 島 晋 ***

要 旨

ドラグサクシオン浚渫船は、3～4ノットで自航しながら浚渫作業を行う。したがって、機動力は他の浚渫船に比べはるかに高い。しかしながら、船体の両わきに抱え込んだドラグアームの先端（ドラグヘッド）を海底に接地させながら浚渫が行われるために、浚渫方向に細く、長い掘り跡が生じる。さらに、この掘り跡断面はかなりの凹凸があり、浚渫の仕上げ段階にさしかかるにつれてこの凹凸をいかに平坦に均すかに浚渫作業の大きなウェイトがかけられている。また、凹凸部分が少なくなり、浅い部分が点在してくるにつれて、船体およびドラグヘッドを浚渫すべき浅い部分に持って来るのに時間を要し、全体の浚渫効率は著しく低下せざるを得ない。

港湾技術研究所では、従来のドラグヘッドに均しブレードを取り付けるという小規模な改造にとどまり、かつ仕上げ浚渫作業の効率改善にもつながる一つの手段すなわち、均しブレード併用ドラグヘッドに対する浚渫模型実験を行ってきた。

前回の報告で、一般に使用されているカリフォルニアタイプドラグヘッドに簡単なブレードを取り付け、従来型に比べ掘削形状、浚渫濃度、曳引抵抗、ヘッド周辺の土砂の流れ等の浚渫基礎特性がどのように変化するかを模型実験を通して調べるとともに、均しブレードの有すべき要件を明らかにした。

今回、第四港湾建設局の依頼により、海鵬丸を対象とした均しブレード付きドラグヘッドの基礎的浚渫特性とともに、当研究室で製作した2連吸入口を持つ幅広型ドラグヘッドを用いた浚渫状況の調査を行った。

本研究は、前回の報告と同様に一般に使用されているカリフォルニア型ドラグヘッドに均しブレードを装着した場合の浚渫基礎特性がどのように変化するかを模型実験を通じて調べたものであるが、特に、ブレードの取付位置による浚渫特性の変化ならびに既設の掘り跡のすぐ横を浚渫した場合どうなるかという点について新しく調べている。模型地盤は前回と同じく細砂を使用して作製した。

この結果、従来型ドラグヘッドに均しブレードを取り付けた場合の浚渫性能の低下傾向は前回と同様に観測されたが、ブレード取付位置を工夫すれば浚渫性能の低下をある程度抑えられることがわかった。すなわち、従来のドラグヘッドに、単に張り出し部を設けるのであれば、従来ヘッドにおいて浚渫能力を稼ぎ、均しもある程度実行できる方法として、従来型ドラグヘッドのできるだけ曳引方向後方に均しブレードをつける方が得策であるということになる。

さらに、浚渫性能、均し効果のいずれも従来のドラグヘッド以上の効果を期待するのであれば、2連吸入幅広型ドラグヘッドのように吸入口まで広げる必要があるということもわかった。この他、

* 機械技術部 浚渫埋立研究室長

** 機械技術部 浚渫埋立研究室

*** 前機械技術部 浚渫埋立研究室（現 第五港湾建設局）

2条掘り実験結果より、既存の浚渫掘り跡に対しどの程度離れて浚渫すれば、均し効果も含めて高い効率を得られるかについて一定の知見を得ることが出来た。

また、ドラグヘッドを今までとはまったく違う角度から着目して考案した非連続タイムシェアリング型ドラグヘッドを試作したが、その特徴を染料によるヘッドの吸引状況とあわせて紹介している。

キーワード：浚渫，作業船，浚渫船，ドラグサクシオン

1. まえがき

ドラグサクシオン浚渫船は、3～4ノットで自航しながら浚渫作業を行う。したがって、機動力は他の浚渫船に比べはるかに高い。しかしながら、船体の両わきに抱え込んだドラグアームの先端（ドラグヘッド）を海底に接地させながら浚渫が行われるために、浚渫方向に細く、長い掘り跡が生じる。さらに、この掘り跡断面はかなりの凹凸があり、浚渫の仕上げ段階にさしかかるにつれてこの凹凸をいかに平坦に均すかに浚渫作業の大きなウェイトがかけられている。また、凹凸部分が少なくなり、浅い部分が点在してくるにつれて、船体およびドラグヘッドを浚渫すべき部分に持ってくるのに時間を要し、全体の浚渫効率は著しく低下せざるを得ない。このため、仕上げ浚渫の段階では特殊な地均し専用船を用いて、全体の効率をあげている例もある^{(1),(2)}。

以上述べたような、ドラグサクシオン浚渫船における宿命的ともいえる問題を解決する簡単な平坦浚渫の一つの方法として、従来型のドラグヘッドに均しブレードを取り付け、幅広く浚渫を行うと同時に均し作業も行えるという方法がある。これについては、既に第五港湾建設

局の清龍丸を対象とした模型実験により、その均し、浚渫特性を調査し、その結果を報告している⁽³⁾。

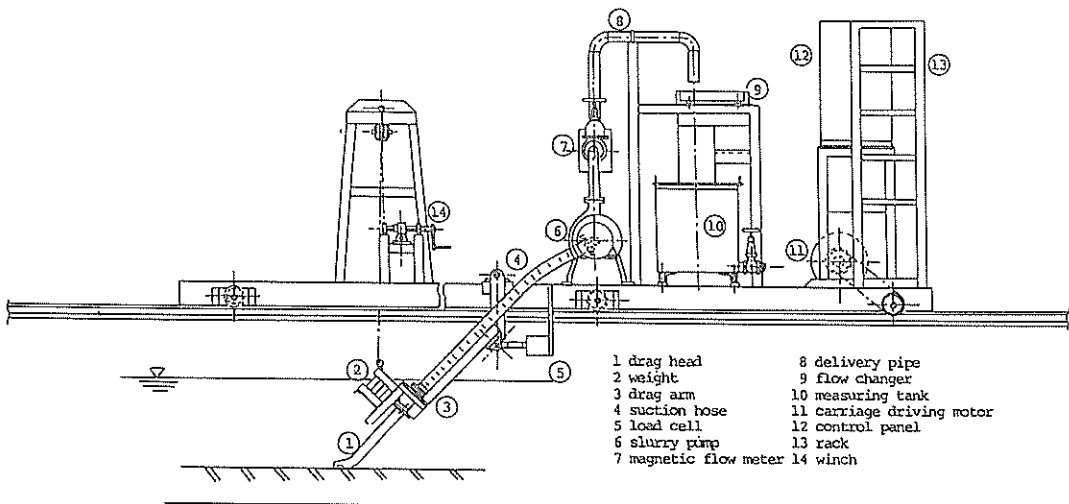
今回、第四港湾建設局の依頼もあって、さらに、若干地盤が硬い場合、また浚渫掘り跡の側方を浚渫する2条掘り等といった前回とは若干異なる条件下でのデータを得ることが出来た。この実験では、取り付けるブレードの位置関係と浚渫性能ならびに均し効果についても重点的に調べている。

ここでは、これらの均しブレード付きドラグヘッドの基礎的浚渫特性とともに、当研究室で製作した2連吸入口を持つ幅広型ドラグヘッドを用いた浚渫状況の観察結果や浚渫特性調査結果について報告する。

また、ドラグヘッドを今までとはまったく違う角度から着目して考案した非連続タイムシェアリング型ドラグヘッドを製作し、染料によるヘッドの吸引状況を調査した。これも合わせて紹介する。

2. 実験装置

実験装置の概略を図一に示す。模型ヘッドは台車に取り付けられたアームの先端にあり、台車とともに模擬地盤上を移動し浚渫を行う。



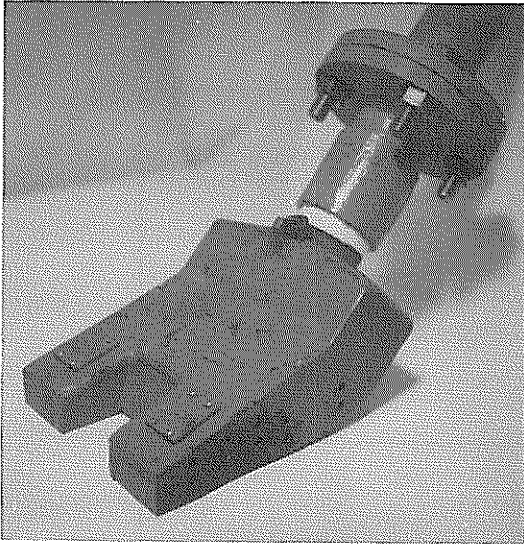
図一 実験装置概略

表-1 実験装置および模型ドラグヘッドの仕様

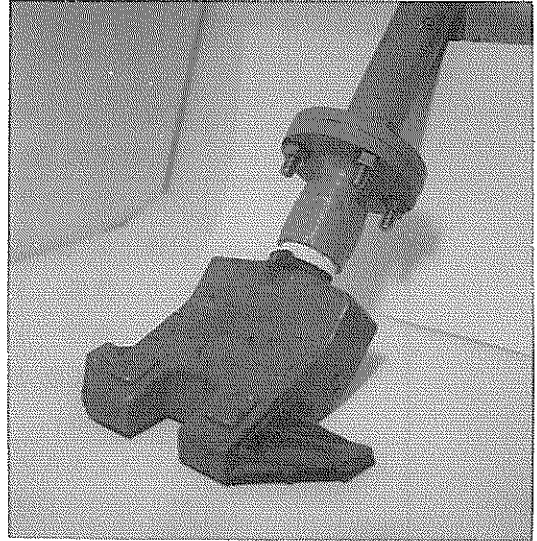
| | |
|---------|--|
| 水槽 | 水槽 : 幅 0.8 m、高さ 0.8 m、長さ 10.4 m 側面観察窓: 縦 0.45 m、横 0.9 m 強化ガラス6面 |
| 浚渫ポンプ | 型式: 遠心渦巻ポンプ 口径: 40 mm 能力: 流量 330 Q/min 揚程 13 m 回転数 1420 r.p.m. 動力: 2.2kw |
| ドラグヘッド1 | カリフォルニア型 幅 : 136 mm 幅 : 256 mm (均しブレード装着時) 底面積 : 138 cm^2 (接地面積) 開口部面積: 138 cm^2 |
| 均しブレード | 幅 : 60 mm (1個) 投影面積 : 60.6 cm^2 (1対) |
| ドラグヘッド2 | 2連吸入幅広型 幅 : 260 mm 底面積 : 182 cm^2 (接地面積) 開口部面積: 130 cm^2 |
| | 水中ポンプ: 遠心渦巻ポンプ : 口径 32 mm : 能力 流量 80 Q/min 揚程 4 m 回転数 3000 r.p.m. : 動力 0.15 kw |
| 掘り跡測定装置 | 超音波式音響測深器: 周波数 10MHZ |

従来の実験装置ではヘッドが進行方向に対して直角方向には移動しないようになっていたため、一つの模擬地盤に対して1条掘りしかできなかった。今回、模型ドラグヘッドを水槽の幅方向に移動させることにより任意のヘッド間隔で多条掘りができるように装置を改造した。

実験装置および模型ヘッドの仕様を表-1に示す。写真-1～写真-3が模型ヘッドの写真である。以後文中において模型ヘッドの種類をブレード番号で示す場合があるが、そのときのブレード番号と模型ヘッドの対応は図-2に示す通りである。均しブレードの取付位置は四



写真一 カリフォルニア型ヘッド

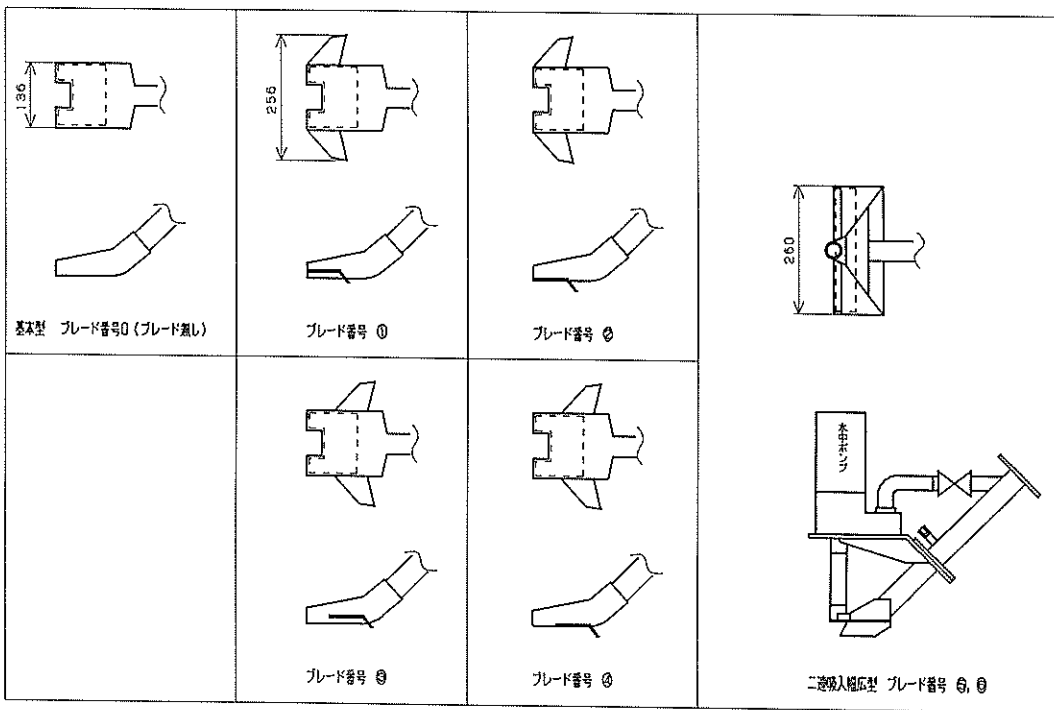


写真二 均しブレード付きカリフォルニア型ヘッド

種類で、図一3に具体的な位置の違いを示す。

2連吸入口を持つ幅広ドラグヘッドについては、ヘッド下面にある吸入口は幅がヘッドの幅と等しく、この吸

入口が台車上のスラリポンプにつながっており土砂の吸入は主にここから行われる。さらに、ヘッド上面にはもう一つの吸入口があり水中ポンプを経由して台車上のス



図一2 ブレード番号と模型ヘッドの対応

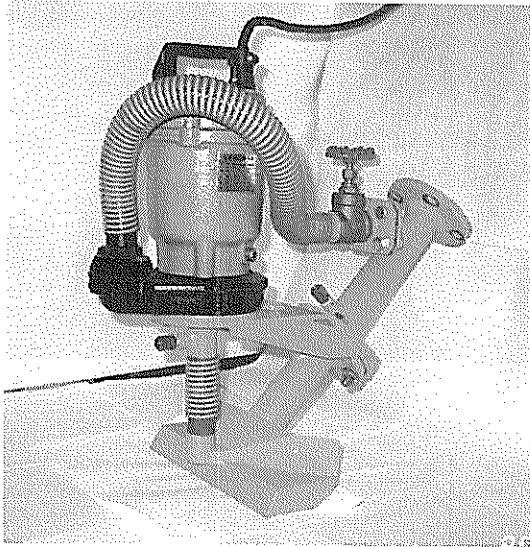


写真-3 2連吸入幅広型ヘッド

ラリポンプの吸入管に合流している。図-4は2連幅広ヘッドの中央部の断面を表している。

圧力データの取り出し位置を図-5に、また台車および測定記録機器、超音波測深器の外観を写真-4～写真-6に示す。

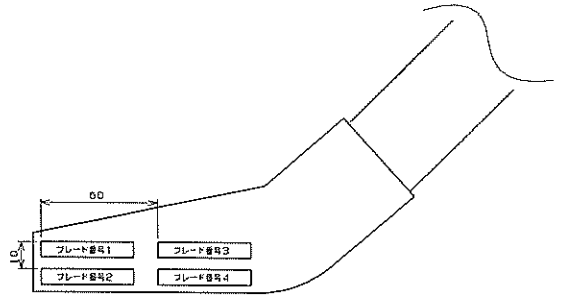


図-3 ブレード番号と均しブレードの位置関係

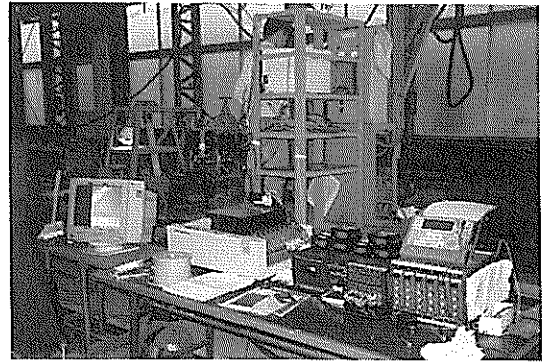


写真-4 台車(奥)と測定記録機器(手前)の外観

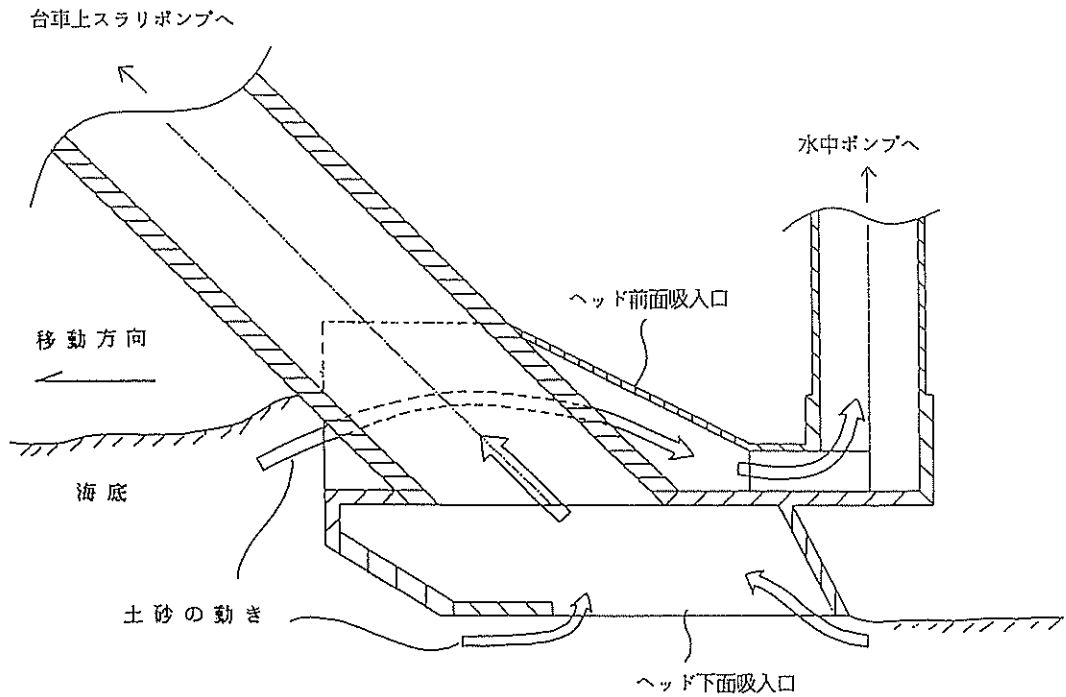


図-4 2連幅広ヘッドの中央部断面図

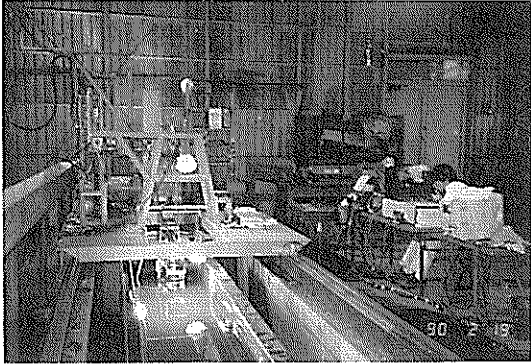


写真-5 台車, ドラグアームの外観と圧力データ等の測定

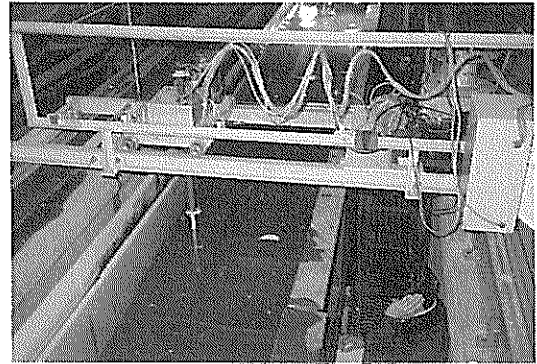


写真-6 超音波測深器での測定

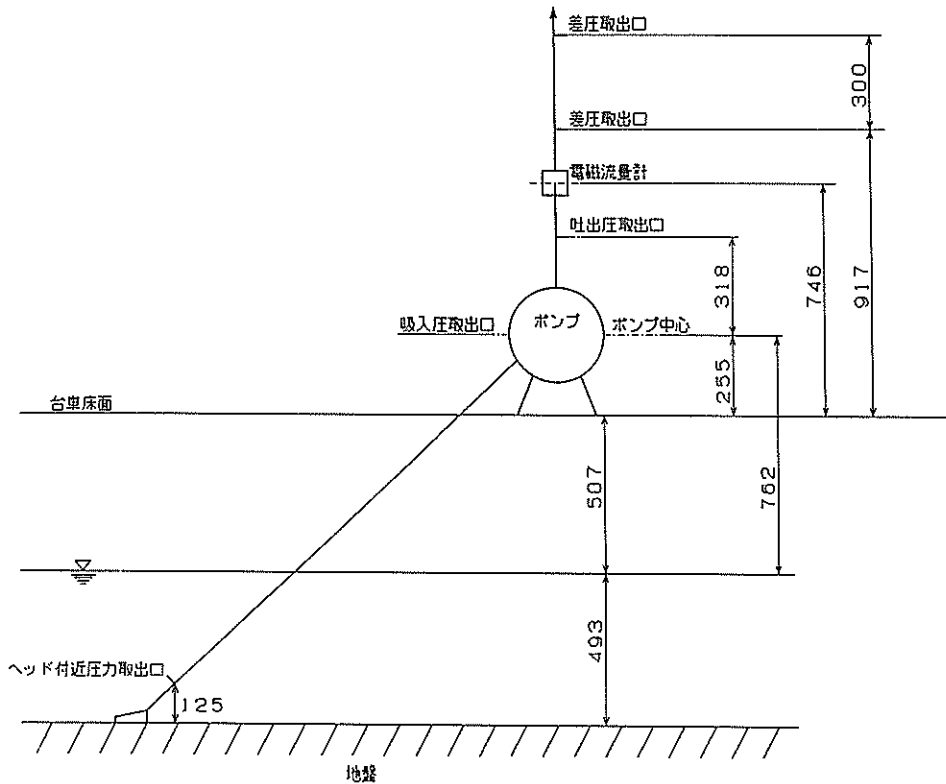


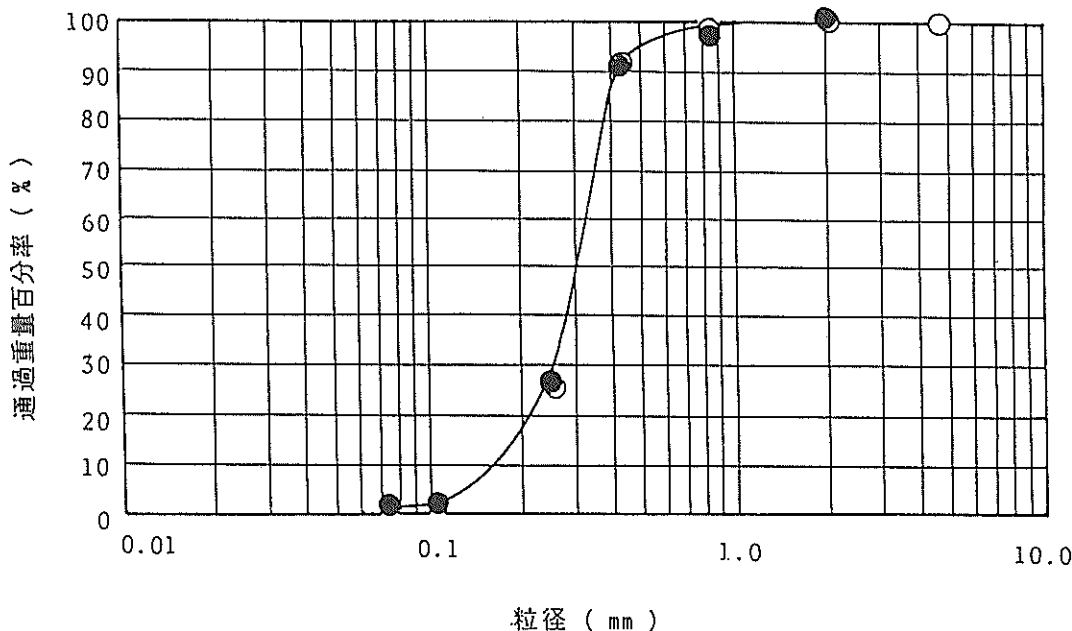
図-5 圧力データ取り出し位置

3. 実験方法および条件

表-2 に実験条件, 図-6 に供試土砂の粒径加積曲線, 表-3 に模擬地盤のデータを示す。模擬地盤は, 実験水槽内の土砂を掘り返し均一に攪拌した後, 模擬地盤内に空気が残るのを防ぐために予定模擬地盤上面位まで水をいれ, 模擬地盤盤作用地均し板を装置した台車を4~5

回往復させてフラットに仕上げた。ヘッド移動速度0.133m/s~0.332m/sは, 実機で1ノット~2.5ノットに相当する。

ここで「1条掘り」、「2条掘り」という言葉について説明する。前者は, 一つの模擬地盤に対して一回の浚渫を行ったことを示し, 後者は, 一つの模擬地盤に対して二回の浚渫を行ったことを示す。この場合, 二回目の浚渫時点では前回の浚渫掘り跡が残っているところに大き



図一六 供試土砂の粒径加積曲線

| | | |
|-------------|--------------------|---|
| 接地圧 | ブレード無 有 2連幅広 | 59.4 gf/cm ² 42.3 gf/cm ² 58.2 gf/cm ² |
| ヘッド移動スピード | | 0.133 m/s ~ 0.332 m/s |
| スラリ流速 | | 約 2.8 m/s (SGP40A) |
| 均しブレード取付位置 | | 図-3 に示す 4カ所 |
| 2条掘り時のヘッド間隔 | | 130mm, 240mm |
| 掘り跡測定箇所 | | ヘッド進行方向1m間隔に 4カ所 |

表一 実験条件

| 土質 | 細砂 |
|------------------|----------------------------|
| 50%平均粒径 d_{50} | 0.285 mm |
| 粒子真比重 γ_s | 2.68 |
| せん断強さ τ | 0.0167 kgf/cm ² |

表一三 模擬地盤データ

な特徴があり、より実際の浚渫条件に近くなっているといえよう。

この実験では従来、1条掘りで行っていたドラッグヘッドの模型実験を、ヘッドを進行方向に直角に移動させることによって、130mmと240mmの二種類の間隔で2条掘りを行った。ヘッド間隔130mmは、均しブレードを付けな

い場合のヘッド幅(136mm)にほぼ等しく、240mmは均しブレードを付けた場合のヘッド幅(256mm)にほぼ等しい。

2条掘りを行った場合の掘り跡測定は、まず1条目を掘った後に測定を行い、つづいて2条目の実験を行い1条目の測定箇所と同じ場所で二回目の測定を行った。

ポンプ流量は台車を動かす前に清水状態で3.1m/s (SGP40A)に合わせた。それからヘッドを模擬地盤に接地させ台車を動かし各実験を行った。実験中のスラリ流速は約2.8m/sであった。2連幅広型で水中ポンプを使用した場合(ブレード番号6)は水中ポンプ側の管路を閉じた状態で清水流速を3.1m/s (SGP40A)に合わせ、この状態から水中ポンプ側の管路を全開にし水中ポンプを起動した後実験を行った。実験中、水中ポンプの流量の制御は行っていない。また、実験中の水中ポンプの流量は測定していないが、清水実験では、水中ポンプ側の管路を閉じた状態での流量を3.7m/s (SGP40A)に合わせた場合、水中ポンプ側の管路を全開にし水中ポンプを起動することによって、全体の流量が約0.03m/s (約0.8%)増えた。全体の流量があまり増えていないという事は、水中ポンプを使用することによってヘッド下面からの吸入量が減少している事が考えられる。

台車上の各種圧力データや掘り跡データは、データレコーダにより磁気テープに記録した。また、浚渫時のヘッド周辺(前面と側面)の様子を、それぞれVTRで撮影

表-4 測定項目と使用機器

| 計測項目 | 使用計測器及び計測方法 |
|------------|----------------------|
| ドラッグヘッド付近圧 | 圧力変換器による連続記録 |
| ポンプ吸入圧 | 圧力変換器による連続記録 |
| ポンプ吐出圧 | 圧力変換器による連続記録 |
| 垂直管差圧 | 圧力変換器による連続記録 |
| 曳引抵抗 | ロードセルによる連続記録 |
| 清水及びスラリー流量 | 電磁流量計による連続記録 |
| 平均スラリー流量 | 計量槽(スケール目測) |
| 平均含泥率 | 計量槽(ブルーピングリングにて重量測定) |
| 前面液深状況 | ビデオカメラによって水中撮影 |
| 側面液深状況 | ビデオカメラによって撮影 |
| 掘削跡 | 掘削断面を超音波測深器により連続記録 |

した。測定項目と使用機器を表-4に示す。

4. 実験結果と検討

表-5に清水試験、表-6に1条掘り実験、表-7に2条掘り実験結果一覧表をそれぞれ示す。この中で、ブレード番号、ヘッド間隔、掘削回数そして曳引速度は、2章および3章で説明したとおりである。

ヘッド付近圧力は図-5でわかるように、ヘッドの内部ではなく少しパイプ側に入った部分の圧力である。垂直管差圧はスラリー濃度を連続的に捉えるために設置したものであるが、そのキャリブレーションのためにホッパで平均的濃度を測定している。結果一覧に示す平均濃度はホッパによる値である。

今回の実験では1条掘削した掘り跡を残した状態で、その側面を再度液深する(2条掘り)といったより実際に近いものとなっている。このため、一回目の液深掘り跡をドライ状態で計測出来なかったため、水槽に水を張ったままで計測出来る超音波測定器を使用した。

掘り幅、掘り深さ、断面積の液深掘り跡に関するデータは全てこの小型超音波測深器によるものである。なお、掘り深さの変化について、ドライ状態で行った実測値との比較も行っている。計測方法の違いによる掘り跡断面を付図-1.1~付図-1.4に示すが、両者ともほぼ同様の結果を示しており、実測値のみを使用していた従来の実験結果との比較は十分可能であるといえる。なお、このような水中での掘り跡計測が可能となったため、模擬地盤の調整も水槽に水を張った状態でおこなうことが出来、地盤表面への空気の混入を減少させることができた。

また、表に示す単位時間当たり揚土量はホッパ計測値であり、供給土量とは平均掘削断面積に曳引速度をかけて得られるものである。なお、曳引抵抗は実験台車に対

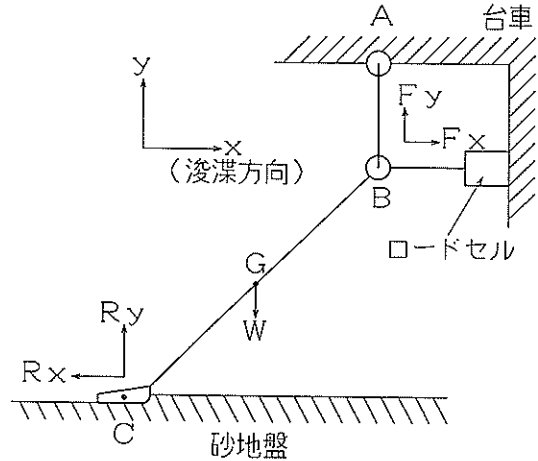


図-7 曳引抵抗測定法

するドラッグアームの引っ張り力をロードセルで測定し、ドラッグヘッドの抵抗を算出している。図-7にこの測定原理を示す。

以下、これらの結果一覧表を基にした検討結果を述べる。

4.1 垂直管差圧と含泥率の関係

ドラッグヘッドによる液深掘り跡は必ずしも均一なものではない。特に、掘り跡の幅において周期的なくびれと拡大が見られることから、地盤に対するドラッグヘッドの上下動は一定の周期をもっているとも考えられる。このことは、当然含泥率にも影響を与えることを意味し、均しブレードによる液深特性を調べる上でスラリー濃度を連続的に捉えることが重要になる。

従来、ホッパによる平均濃度のみを取り扱ってきたが、今回非常に短い垂直区間(約30cm)の差圧から連続的に濃度を測定することを試みた。

このためにはまず、清水流送時の管内流速と差圧の関係を求める必要がある。

今回の実験では、式(1)の関係が得られた。

$$P_{wv} = 0.0085 \times V_w^2 \dots\dots\dots(1)$$

ここで、

V_w : 清水流送時の管内流速

P_{wv} : 清水流送時の垂直管差圧

この式(1)を利用することにより、平均差圧計と平均流速から式(2)を用いて含泥率を求めることができる。

すなわち

$$C_{nc} = 1 / (\gamma_s - \gamma_w) \times (P_{dv} - 0.0085 \times V_m^2) \dots\dots(2)$$

ここで、

表一5 清水試験結果一覧表

| テスト番号 | SGP40A換算 浸透時流速 V_m (m/s) | ボンプ吸入圧 P_v (mHg) | ボンプ吐出圧 P_p (mHg) | ボンプ全圧 P_t (mHg) | 垂直管差圧 P_d (cmHg/m) |
|-------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|
| W1 | 0.81 | -1.234 | 17.749 | 18.98 | 0.53 |
| W2 | 1.62 | -1.714 | 15.707 | 17.42 | 2.73 |
| W3 | 2.44 | -2.417 | 12.998 | 15.41 | 5.71 |
| W4 | 3.24 | -3.287 | 10.173 | 13.46 | 8.16 |
| W6 | 3.64 | -3.871 | 9.084 | 12.95 | 9.93 |
| W9 | 2.81 | -2.558 | 11.820 | 14.38 | 6.93 |
| W10 | 2.03 | -1.638 | 14.535 | 16.17 | 3.21 |
| W11 | 1.22 | -1.132 | 16.791 | 17.92 | 1.44 |
| W12 | 0.41 | -0.890 | 18.494 | 19.38 | 0.03 |

表一6 1条挿実験結果一覧表

| テスト番号 | ブレード 取付位置 番号 | 吸引速度 V_s (m/s) | SGP40A換算 浸透時流速 V_m (m/s) | ヘッド付近 圧力 P_h (mHg) | ボンプ吸入圧 P_v (mHg) | ボンプ吐出圧 P_p (mHg) | ボンプ全圧 P_t (mHg) | 垂直管差圧 P_d (cmHg/m) | 吸引抵抗 F (kgf) | 流速低下 V_m/V_w | 平均 含泥率 C_v (%) | 掘幅 W (mm) | 掘深 D (mm) | 断面積 A (cm ²) | 揚土量 Q_{sh} (ℓ/s) | 供給土量 Q_{st} (ℓ/s) | Q_{sh}/Q_{st} |
|-------|--------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|
| T0 | 0 | 0.266 | 2.58 | -0.927 | -3.753 | 14.239 | 17.99 | 30.85 | 10.1 | 0.841 | 13.37 | 168.0 | 28.0 | 30.95 | 0.876 | 0.823 | 1.064 |
| T1 | 1 | 0.266 | 2.50 | -0.838 | -3.588 | 14.161 | 17.75 | 29.70 | 12.2 | 0.814 | 11.95 | 222.0 | 25.0 | 35.03 | 0.758 | 0.932 | 0.814 |
| T2 | 2 | 0.266 | 2.61 | -1.008 | -3.771 | 13.996 | 17.77 | 30.87 | 13.6 | 0.848 | 11.08 | 219.0 | 22.0 | 28.87 | 0.733 | 0.715 | 1.025 |
| T3 | 3 | 0.266 | 2.69 | -0.866 | -3.642 | 13.718 | 17.36 | 29.40 | 11.9 | 0.877 | 10.42 | 205.0 | 22.0 | 30.43 | 0.712 | 0.809 | 0.880 |
| T4 | 4 | 0.266 | 2.64 | -0.822 | -3.578 | 13.819 | 17.40 | 28.18 | 12.3 | 0.861 | 11.66 | 205.0 | 19.0 | 24.91 | 0.782 | 0.663 | 1.180 |
| K1 | 1 | 0.133 | 2.63 | -0.449 | -3.059 | 13.825 | 16.68 | 21.15 | 5.8 | 0.857 | 7.12 | 239.0 | 22.0 | 35.63 | 0.475 | 0.474 | 1.003 |
| K2 | 2 | 0.133 | 2.69 | -0.651 | -3.244 | 13.041 | 16.29 | 23.25 | 7.2 | 0.876 | 7.02 | 221.0 | 25.0 | 35.37 | 0.479 | 0.478 | 1.002 |
| K3 | 3 | 0.133 | 2.84 | -0.551 | -3.245 | 12.222 | 15.47 | 20.28 | 6.3 | 0.925 | 5.28 | 218.0 | 22.0 | 33.56 | 0.381 | 0.446 | 0.853 |
| K4 | 4 | 0.133 | 2.75 | -0.630 | -3.145 | 12.697 | 15.84 | 23.43 | 7.0 | 0.895 | 6.17 | 224.0 | 22.0 | 34.06 | 0.430 | 0.453 | 0.950 |

表一7 2条掘実驗結果一覽表

| テスト番号 | ブレード取付位置番号 | ヘッド間隔(mm) | 掘回数 | 削回数 | 曳引速度 V _h (m/s) | SOP40h換算 流速 V _m (m/s) | ヘッド附近 圧力 P _h (atm) | 吸入圧 P _v (atm) | ポンプ 吐出圧 P _p (atm) | ポンプ 全圧 P _t (atm) | 垂直差圧 P _e (cmHg/m) | 曳引抵抗 F (kgf) | 流量下 V _m /V _h | 平均 含泥率 C _v (%) | 掘幅 W (mm) | 掘深 D (mm) | 断面積 A (cm ²) | 揚土量 Q _{sh} (t/s) | 供給土量 Q _{st} (t/s) | |
|-------|------------|-----------|-----|-----|------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----|
| D011 | 0 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.55 | -0.687 | -3.153 | 14.217 | 17.37 | 21.52 | 25.82 | 7.8 | 0.829 | 7.30 | 184.0 | 34.0 | 41.41 | 0.511 | 0.927 | |
| D012 | 0 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.70 | -0.699 | -3.366 | 13.707 | 17.07 | 25.92 | 25.92 | 8.9 | 0.878 | 7.45 | 418.0 | 36.0 | 89.70 | 0.510 | 1.193 | |
| D021 | 0 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.68 | -0.742 | -3.488 | 13.699 | 17.19 | 27.17 | 27.17 | 8.8 | 0.871 | 9.87 | 184.0 | 37.0 | 34.00 | 0.677 | 0.970 | |
| D022 | 0 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.66 | -0.757 | -3.367 | 13.677 | 17.04 | 28.86 | 28.86 | 8.7 | 0.867 | 9.39 | 419.0 | 27.5 | 65.00 | 0.655 | 1.293 | |
| D031 | 0 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.37 | -0.830 | -3.593 | 14.308 | 17.90 | 30.51 | 30.51 | 9.3 | 0.837 | 12.85 | 166.0 | 27.0 | 29.90 | 0.838 | 1.053 | |
| D032 | 0 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.66 | -0.881 | -3.746 | 13.919 | 17.68 | 31.41 | 31.41 | 10.8 | 0.866 | 12.80 | 410.3 | 29.0 | 37.60 | 0.864 | 1.532 | |
| D041 | 0 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.87 | -0.993 | -3.622 | 13.622 | 17.46 | 34.99 | 34.99 | 10.2 | 0.870 | 14.70 | 168.0 | 22.0 | 25.70 | 0.853 | 1.168 | |
| D042 | 0 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.63 | -1.013 | -3.845 | 13.930 | 17.77 | 34.85 | 34.85 | 7.7 | 0.857 | 14.78 | 403.0 | 23.3 | 49.90 | 0.968 | 1.595 | |
| D111 | 1 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.69 | -0.653 | -3.306 | 13.285 | 16.59 | 21.51 | 21.51 | 7.2 | 0.877 | 7.88 | 294.0 | 28.3 | 41.70 | 0.598 | 0.555 | |
| D112 | 1 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.79 | -0.683 | -3.450 | 12.747 | 16.20 | 21.78 | 21.78 | 11.4 | 0.907 | 7.06 | 471.0 | 28.0 | 75.20 | 0.499 | 1.000 | |
| D121 | 1 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.85 | -0.879 | -3.755 | 12.594 | 16.29 | 26.99 | 26.99 | 8.7 | 0.926 | 10.03 | 215.0 | 23.5 | 33.10 | 0.649 | 1.099 | |
| D122 | 1 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.81 | -0.816 | -3.694 | 12.810 | 16.50 | 27.08 | 27.08 | 11.6 | 0.914 | 9.70 | 457.0 | 24.5 | 65.20 | 0.691 | 1.297 | |
| D131 | 1 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.74 | -0.949 | -3.783 | 13.415 | 17.20 | 32.88 | 32.88 | 10.0 | 0.890 | 11.19 | 295.0 | 22.3 | 29.70 | 0.777 | 0.790 | |
| D132 | 1 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.83 | -0.990 | -3.965 | 12.957 | 16.92 | 28.89 | 28.89 | 13.3 | 0.921 | 11.55 | 473.0 | 22.0 | 57.80 | 0.823 | 1.337 | |
| D141 | 1 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.80 | -1.074 | -4.045 | 13.266 | 17.31 | 31.25 | 31.25 | 10.5 | 0.912 | 13.47 | 223.0 | 19.3 | 24.80 | 0.958 | 1.163 | |
| D142 | 1 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.80 | -0.976 | -3.991 | 13.106 | 17.10 | 30.46 | 30.46 | 12.3 | 0.912 | 12.94 | 465.0 | 19.3 | 50.90 | 0.920 | 1.577 | |
| E111 | 1 | 130 | 1条目 | 1条目 | 2.88 | -0.720 | -3.563 | 12.577 | 16.14 | 21.87 | 21.87 | 8.1 | 0.935 | 7.34 | 232.0 | 25.0 | 42.80 | 0.595 | 0.569 | |
| E112 | 1 | 130 | 2条目 | 2条目 | 2.83 | -0.627 | -3.319 | 12.708 | 16.03 | 20.11 | 20.11 | 11.6 | 0.921 | 5.99 | 352.3 | 32.0 | 78.20 | 0.402 | 1.040 | |
| E121 | 1 | 130 | 1条目 | 1条目 | 2.80 | -0.860 | -3.729 | 13.018 | 16.75 | 26.93 | 26.93 | 9.5 | 0.910 | 9.15 | 293.3 | 26.8 | 42.90 | 0.649 | 0.842 | |
| E122 | 1 | 130 | 2条目 | 2条目 | 2.88 | -0.785 | -3.573 | 12.901 | 15.87 | 24.20 | 24.20 | 11.6 | 0.937 | 6.89 | 362.0 | 34.0 | 79.20 | 0.503 | 1.376 | |
| E131 | 1 | 130 | 1条目 | 1条目 | 2.80 | -0.950 | -3.914 | 12.780 | 16.69 | 30.46 | 30.46 | 10.4 | 0.912 | 12.28 | 245.3 | 23.0 | 34.40 | 0.873 | 0.915 | |
| E132 | 1 | 130 | 2条目 | 2条目 | 2.85 | -0.811 | -3.714 | 12.543 | 16.26 | 23.04 | 23.04 | 11.8 | 0.928 | 9.30 | 357.0 | 28.3 | 59.00 | 0.672 | 1.559 | |
| E141 | 1 | 130 | 1条目 | 1条目 | 2.75 | -1.014 | -4.007 | 13.087 | 17.09 | 33.08 | 33.08 | 10.5 | 0.894 | 13.19 | 236.0 | 19.3 | 26.20 | 0.919 | 0.870 | |
| E142 | 1 | 130 | 2条目 | 2条目 | 2.83 | -0.800 | -3.755 | 12.686 | 16.44 | 27.51 | 27.51 | 11.4 | 0.920 | 10.48 | 348.0 | 23.8 | 47.60 | 0.751 | 1.580 | |
| E011 | 0 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.71 | -0.661 | -3.356 | 13.053 | 16.41 | 24.99 | 24.99 | 7.5 | 0.862 | 8.66 | 201.0 | 39.3 | 41.10 | 0.595 | 0.547 | |
| E012 | 0 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.82 | -0.606 | -3.254 | 12.299 | 15.55 | 21.41 | 21.41 | 8.5 | 0.918 | 6.29 | 329.3 | 34.3 | 76.70 | 0.450 | 1.020 | |
| E031 | 0 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.75 | -0.873 | -3.799 | 13.199 | 17.00 | 32.42 | 32.42 | 8.5 | 0.896 | 11.64 | 187.3 | 25.0 | 31.10 | 0.813 | 0.827 | |
| E032 | 0 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.78 | -0.746 | -3.693 | 12.862 | 16.56 | 26.24 | 26.24 | 9.0 | 0.904 | 10.11 | 304.0 | 26.3 | 58.00 | 0.712 | 1.543 | |
| E041 | 0 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.78 | -1.028 | -3.910 | 12.987 | 16.87 | 33.30 | 33.30 | 8.4 | 0.905 | 11.35 | 173.0 | 20.0 | 24.40 | 0.801 | 0.810 | |
| E042 | 0 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.85 | -0.778 | -3.674 | 12.455 | 16.13 | 27.34 | 27.34 | 10.4 | 0.929 | 9.30 | 303.0 | 22.5 | 48.70 | 0.674 | 1.550 | |
| E051 | 5 | 240 | 1条目 | 1条目 | 0.133 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| E052 | 5 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.70 | -0.570 | -3.407 | 12.461 | 15.87 | 26.96 | 26.96 | 13.3 | 0.878 | 9.40 | 518.0 | 28.5 | 104.70 | 0.644 | 1.393 | |
| E061 | 6 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.77 | -0.861 | -4.049 | 12.857 | 16.91 | 38.75 | 38.75 | 11.3 | 0.900 | 14.75 | 297.0 | 19.0 | 40.70 | 1.035 | 1.083 | |
| E062 | 6 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.73 | -0.773 | -3.918 | 12.596 | 16.51 | 35.51 | 35.51 | 12.0 | 0.889 | 13.59 | 520.0 | 24.3 | 87.30 | 0.941 | 2.322 | |
| E0611 | 6 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.83 | -0.072 | -2.910 | 12.126 | 15.04 | 23.55 | 23.55 | 10.1 | 0.922 | 8.19 | 266.0 | 20.0 | 40.80 | 0.568 | 0.543 | |
| E0612 | 6 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.80 | -0.073 | -2.965 | 12.233 | 15.20 | 25.36 | 25.36 | 11.5 | 0.910 | 7.36 | 503.0 | 27.5 | 93.00 | 0.522 | 1.237 | |
| E0631 | 6 | 240 | 1条目 | 1条目 | 2.80 | -0.189 | -3.332 | 12.739 | 16.07 | 32.47 | 32.47 | 10.9 | 0.912 | 13.08 | 272.0 | 19.0 | 37.50 | 0.930 | 0.938 | |
| E0632 | 6 | 240 | 2条目 | 2条目 | 2.81 | -0.163 | -3.313 | 12.660 | 15.97 | 31.11 | 31.11 | 11.8 | 0.913 | 13.16 | 514.0 | 21.3 | 72.20 | 0.937 | 1.321 | |

γ_s : 供試土砂の比重

γ_w : 清水の比重

P_{dm} : 浚渫時の垂直管差圧

V_m : 浚渫時の管内流速

C_{vc} : 差圧計から求めた平均含泥率

この差圧計から求めた含泥率の平均値 C_{vc} と計量槽で測定した平均含泥率 C_v との関係は、図-8 で示すようにほぼ直線的となる。これを式に表すと次のようになる。

$$C_v = 0.8 \times C_{vc} \dots\dots\dots(3)$$

この式(3)の関係を用いて、差圧連続データを含泥率として表示したものが付図-2. 1 ~ 付図-2. 55 であり、図中の番号 1 は管内流速 (SGP40A)、2 は差圧計からもとめた含泥率 (C_{vc})、3 は曳引抵抗 (F_{RM}) を表す。濃度測定値がかなり変動しているが、これが測定方法に起因するものなのか、それとも先に述べた掘り跡の周期的変動と関係を持っているのかといった点については、今後これらのデータを利用して解析する予定である。

なお、この種の差圧を利用したスラリ濃度測定は 1メートル近い管径を持つ実際の浚渫船でも利用されている例は多い⁽⁴⁾。

4. 2 均しブレード取付位置の影響

各種ドラグヘッド別に 1 条掘りで実験を行い、均しブレードの取付位置によって含泥率、曳引抵抗、掘り跡、

揚土量といった浚渫特性がどのように影響を受けるかについて検討した。

(1) 含泥率に対する検討

この図-9 の含泥率とは真容積濃度と言えスラリ中の砂粒子の体積濃度のことである。図にはヘッド移動速度の違うデータが示してあるが、均しブレード位置の違いによる傾向はヘッド移動速度が変わってもほぼ同じで、これは明らかに均しブレードの取付位置がスラリ濃度に影響している事を示している。均しブレードを付けることによりブレード無しに較べて濃度が下がっているが、これは当研究室が以前行った実験結果にあるように、ヘッドの両サイドからの砂の流れが均しブレードによって妨げられているとともに、地盤を掘ることによるヘッドの地盤への沈み込みを均しブレードが妨げ、掘削部分のヘッドと地盤のクリアランスが部分的に大きくなり水を多量に吸い込んでいるためと考えられる。

2 連幅広ヘッドは含泥率が高く、特に水中ポンプを使用しない場合のほうが高い。水中ポンプを使用すると使用しない場合より含泥率が下がる。つまり今回使用したような砂地盤においては、ヘッド上部の水中ポンプ側の吸入口からは、ヘッド下面より高い濃度のスラリは吸入されていないと考えられる。

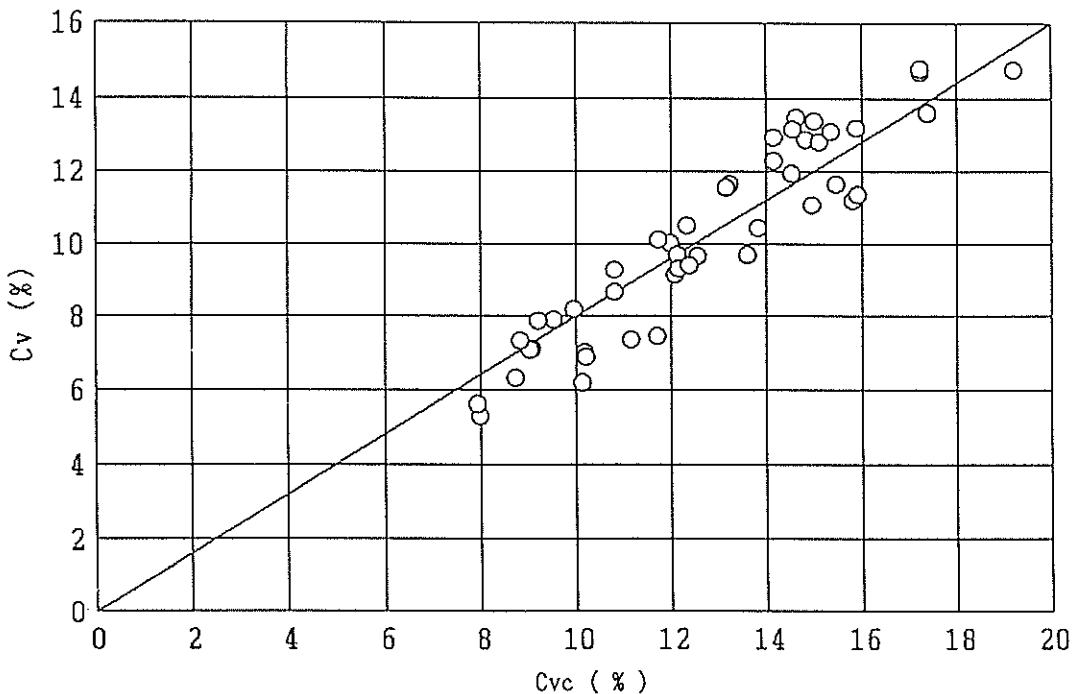


図-8 二種類の含泥率測定法による平均含泥率比較

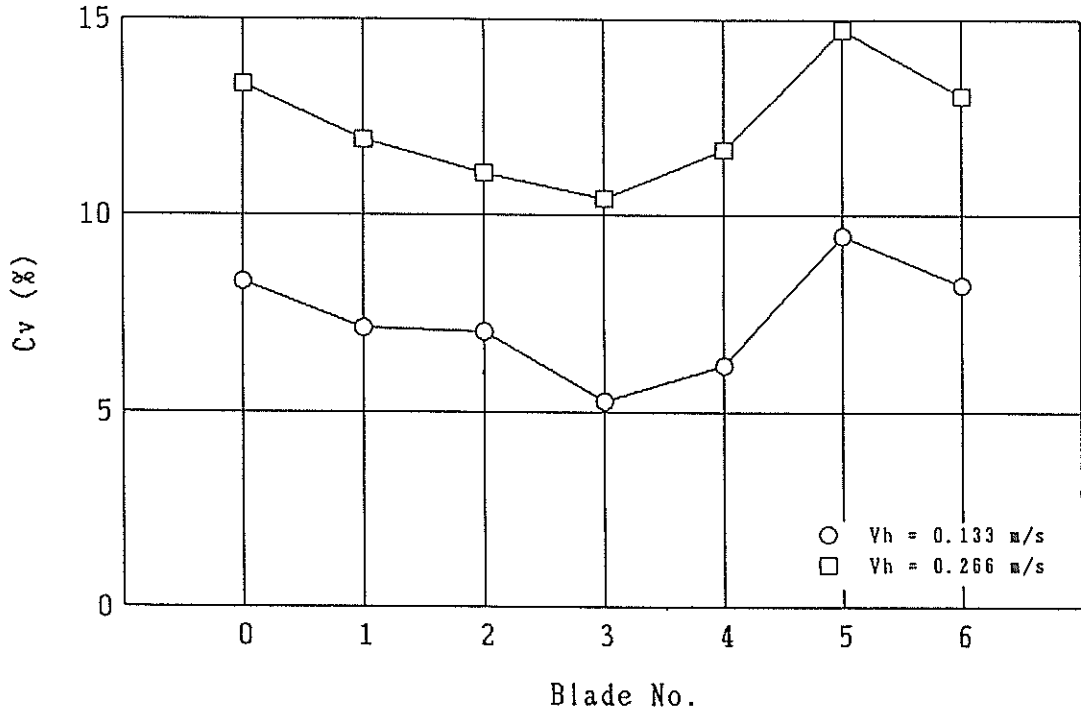


図-9 ブレード番号と含泥率

水中ポンプの効果を見るには軟泥による模擬地盤を作製し、ドラグヘッドをかなり埋没させた状態で実験する必要があるかもしれない。

均しブレード付きのドラグヘッドと幅広型のドラグヘッドでは、全幅、ヘッド底面の開口部面積、接地圧、スラリ流量ともほぼ同じであるが、含泥率は幅広型ヘッドの方が高い。したがって、ある範囲の幅を均す目的でドラグヘッドに均しブレードを付けるのであれば、同じ全幅を持つ幅広型のヘッドの方が含泥率に関しては有利であると思われる。また、均しブレードを付けた場合、ブレード番号1、2が他より比較的高い濃度を示す傾向にある。ブレード番号1、2は、ブレード番号3、4番よりヘッドの後方に位置している。つまり均しブレードはヘッド開口部分に対し後方に取り付けた方が良いと思われる。理想的には均しブレードを、土砂の吸入にとって重要なヘッド両側の部分に付けずに、ヘッドから独立してヘッドより後ろに付ければ、ブレード番号0なみのスラリ濃度を得られ、かつ均し効果も期待でき、ヘッドの性能が向上する可能性があると考えられる。

(2) 曳引抵抗の検討

図-10は、ブレード番号と曳引抵抗の関係を示したものである。ヘッドスピードが速いと均しブレードを付けることで曳引抵抗が増すが、おそい場合はあまり差が現われていない。図-11の掘り跡断面積を見るとヘッドスピードが遅いと均しブレードを付けることにより掘り跡断面積が減少しているが、スピードが速いと断面積はほぼ一定である。このことから、一般には均しブレードを付けることにより地盤から受ける抵抗が大きくなり曳引抵抗が増すが、この模擬地盤の場合、ヘッドスピードが遅いと均しブレードを付けることによりヘッドの地盤への食い込み量が少なくなり、従って地盤からの抵抗がそれほど増すことが無いために曳引抵抗が増加しないのではないかと考えられる。

(3) 掘り跡断面積の検討

図-11は、ブレード番号と掘り跡断面積の関係を示したものである。均しブレード付きのヘッドの中では、ブレード番号1が掘り跡断面積が最も大きい。全体ではブレード番号5が最も大きい。

(4) 掘り跡の平坦度の検討

図-12は、ブレード番号と掘り跡の平坦度の関係を示したものである。平坦度とは掘り跡の最大深さ

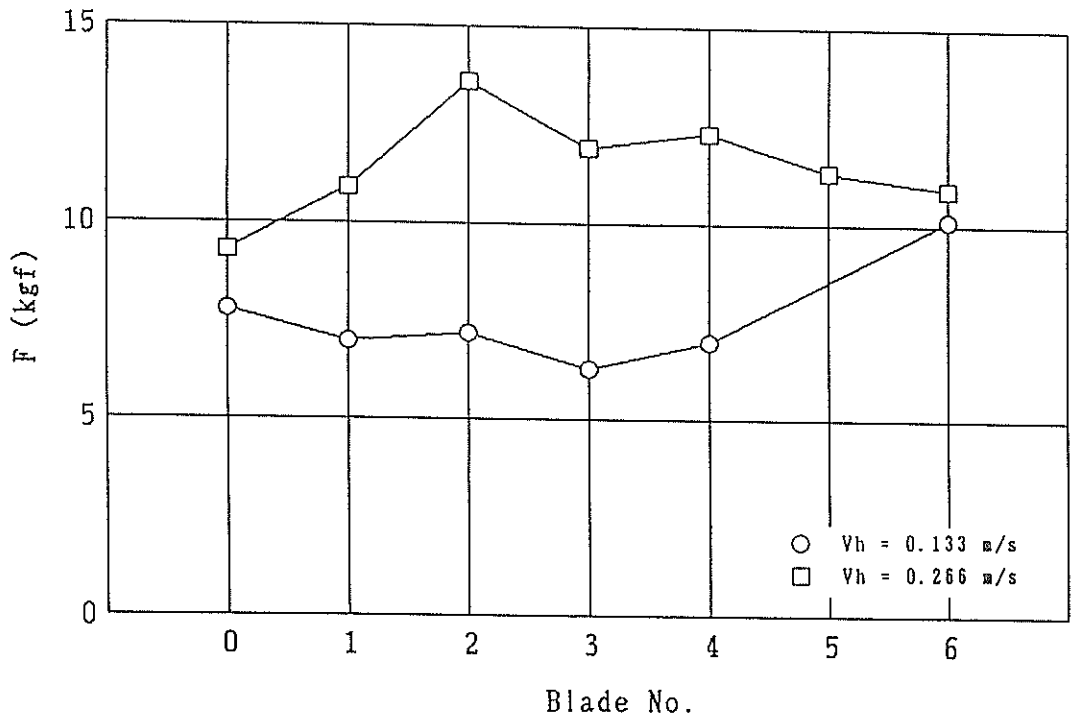


図-10 ブレード番号と曳引抵抗

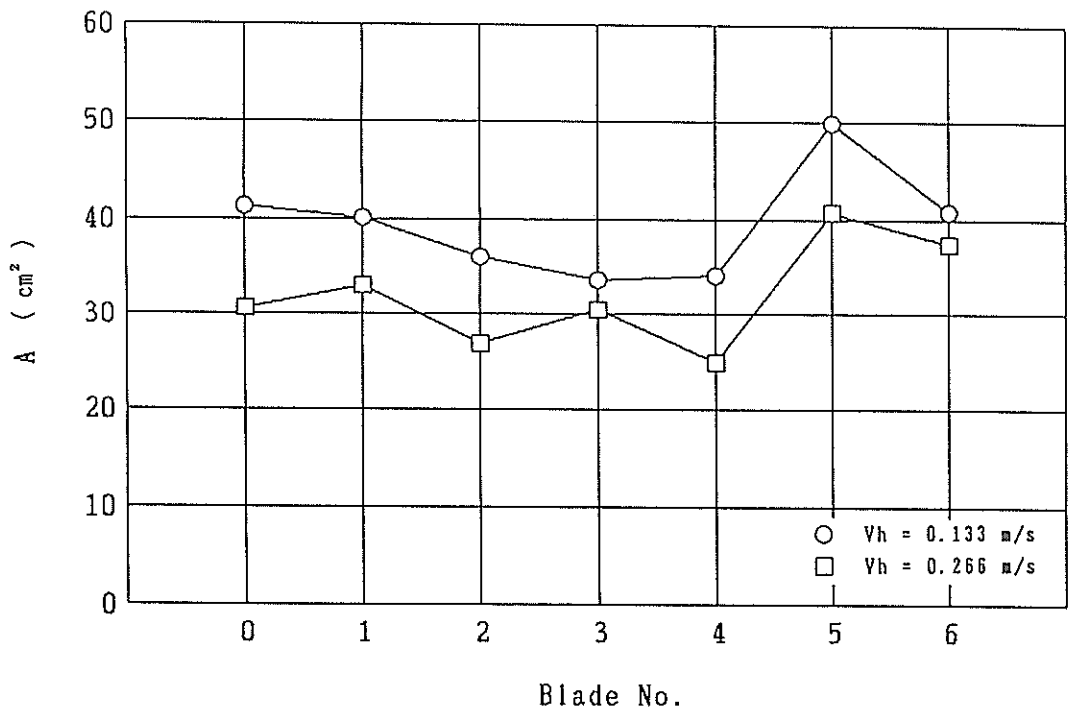


図-11 ブレード番号と掘り跡断面積

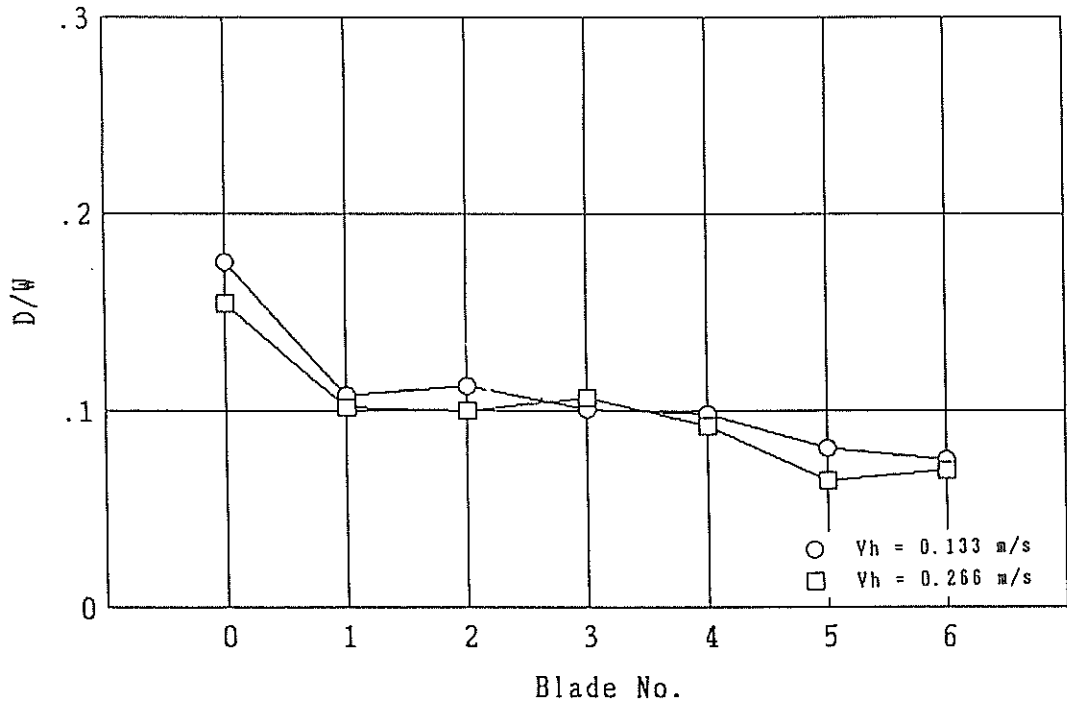


図-12 ブレード番号と掘り跡の平坦度

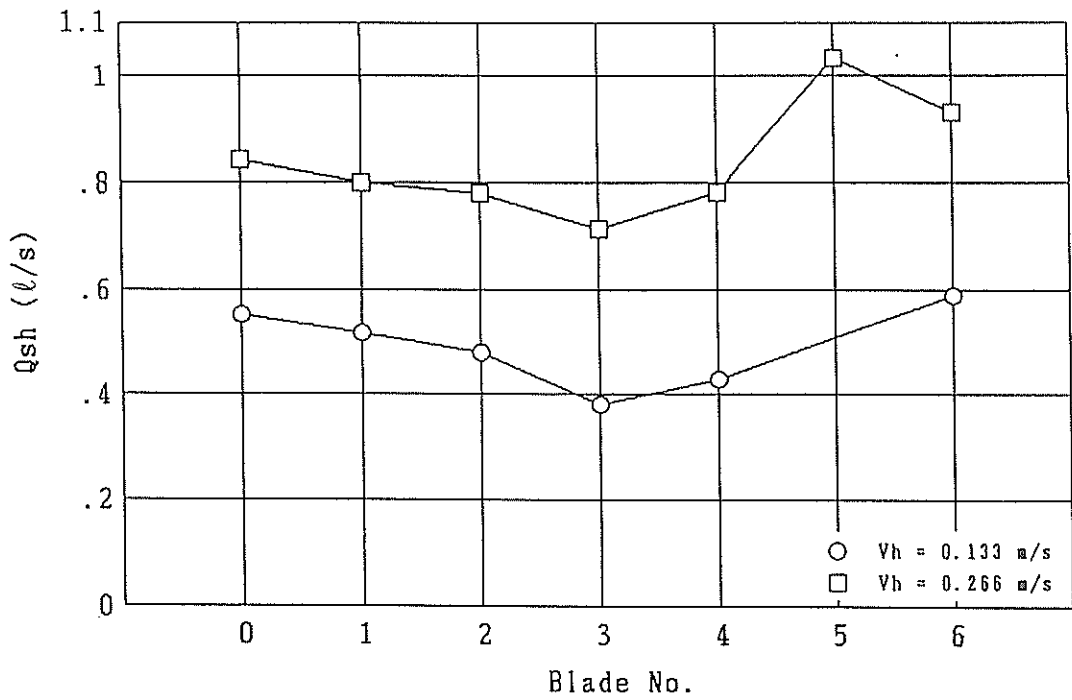


図-13 ブレード番号と揚土量

を掘り幅で割ったもので、この値が小さいほど薄く広く掘れていることになる。これによると均しブレードの効果が良く現われているが、均しブレードの取付位置による差はほとんど見られない。

全体でみると幅広ヘッドが最も平坦な掘り跡となっている。

(5) 揚土量の検討

図-13に、ブレード番号と揚土量(Qsh)の関係を示した。Qshは、ヘッドからの揚土量のことで模擬地盤の見かけ比重を1.9と仮定して計算した。スラリー流量がどのブレード番号でもほぼ同じであるため、結果は含泥率にほぼ対応している。

以上の結果から均しブレード付きドラッグヘッドの中ではブレード番号1が最も成績が良いと考えられる。また全体ではブレード番号5が良い結果を示した。

次に各ブレード番号における1条掘りの掘り跡測定結果を、ヘッドスピード0.266m/sの場合は付図-3.1~付図-3.5および付図-3.26(A),付図-3.28(A)に、またヘッドスピード0.133m/sの場合は付図-3.6~付図-3.9および付図-3.10(A),付図-3.25(A),付図-3.27(A)に示す。図中の点線は実験前の地盤を示す基準線で、実線が掘り跡形状である。図-14はヘッドの模式図を説明したものである。図中の◀印で示すような基準線よりずれた部分があるが、これは実験により浚渫した部分ではなく模擬地盤を造る段階での誤差である。また、掘り跡部分の基準線上に模型ヘッドの模式図を示してある。

4.3 2条掘りの実験結果

4.2の1条掘りの結果よりヘッドの種類をブレード番号0、ブレード番号1、ブレード番号5、ブレード番号6に絞って、ヘッド移動速度を4段階に変えて2条掘りの実験を行った。

(1) 含泥率に対する検討

図-15は1条目と2条目のヘッド間隔が240mm、図-16は130mmの場合の含泥率の結果である。ヘッド間隔が130mmのときは、付図-3.14(B)あるいは、付図-3.21(B)の掘り跡データからも分かるように2条目に1条目の掘り跡の影響がでていて、若干含泥率が低下している。ヘッドスピードの影響についてはスピードが増すほど含泥率が高くなる。

(2) 掘り跡断面面積の検討

図-17は1条目と2条目のヘッド間隔が240mm、

図-18は130mmの場合の掘り跡断面面積の結果である。掘り跡断面面積についても、ヘッド間隔が130mmの場合は2条目に1条目の影響がでて、若干断面面積が減少している。

付図-3.10(A)~付図-3.28(B)に2条掘りの掘り跡測定結果を示す。この測定結果よりヘッド間隔が240mmのときは、ブレード無しでは1条目の掘り跡と2条目の掘り跡は独立していると考えられる。ブレード番号1の場合でも両方の掘り跡の間が十分に均されているとまではいかないようである。ブレード番号5,6の場合は、2つの掘り跡がつながって平坦で幅の広い掘り跡となっている。

また、ヘッド間隔が130mmのときはブレード番号0でも2つの掘り跡がつながり平坦な掘り跡となるが、2条合わせた掘り幅はブレード番号1の方が広くなる。

このことから均しブレード付きのドラッグヘッドの場合、ヘッドの間隔が130mmでは狭すぎ、240mmでは多少開きすぎであるといえる。つまり、ヘッド間隔が均しブレード無しのヘッドの幅より大きく均しブレード付きのヘッドの幅より小さい場合に、均しブレードの効果が最も効率的に掘り跡に反映される可能性があると考えられる。

4.4 地盤硬さの違いによる掘り跡の影響

均しブレード無し(ブレード番号0)とブレード番号1において、実験で採用したせん断強さ(0.0167kgf/cm²)より緩い状態(0.0091kgf/cm²)でヘッドスピード0.133m/sについて、掘り跡だけについて実験計測を行った。緩い状態の地盤は、昭和61年に行った実験地盤のせん断力に近いものである。これは水槽から水を抜いた状態で浚渫用ベッドを作製したものであり、空気砂地盤への混入が今回のベッド調整法より多かったものと考えられる。

掘り跡の比較図を付図-3.29(A),(B)に示す。付図-3.29(A)が、若干緩い地盤における掘り跡断面図である。締まった地盤の方が緩い地盤より平坦な掘り跡になっている。

4.5 非連続型ドラッグヘッド模型による染料吸引実験

いままで検討したように、平坦浚渫を実現するには浚渫と同時に強制的に均してゆくことが必要である。しかしながら、シルト質土砂による埋没が考えられるような場所での維持浚渫においては、はじめから幅広く土砂吸引を行ってゆくことも必要であり、平坦浚渫の効果も高いと思われる。

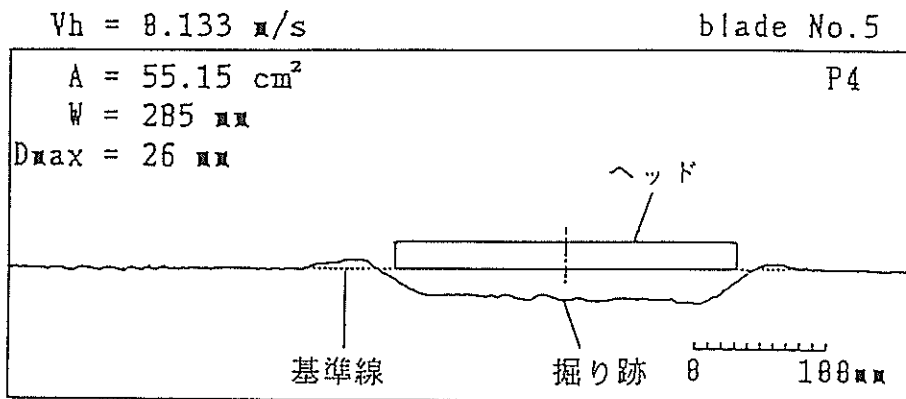
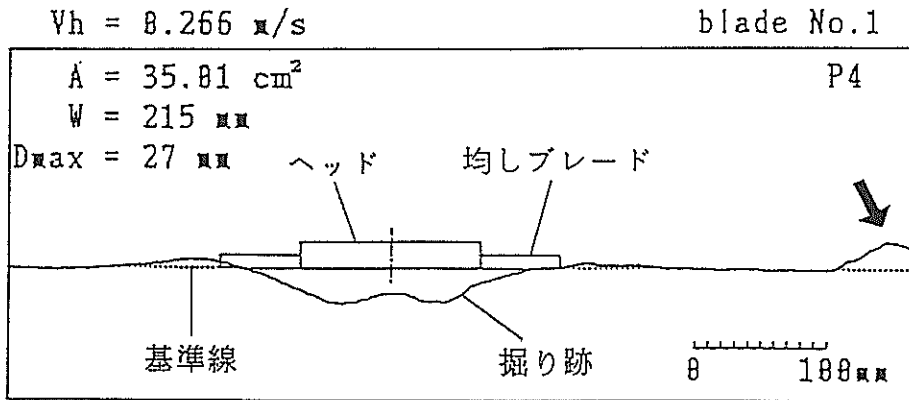
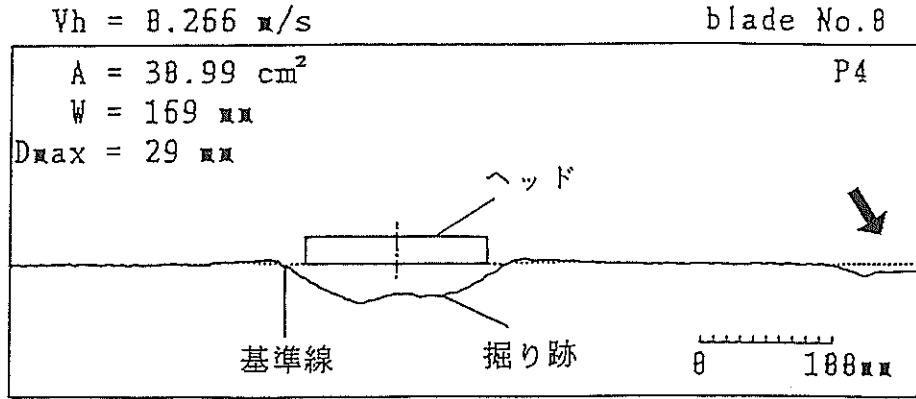


図-14 掘り跡データの説明

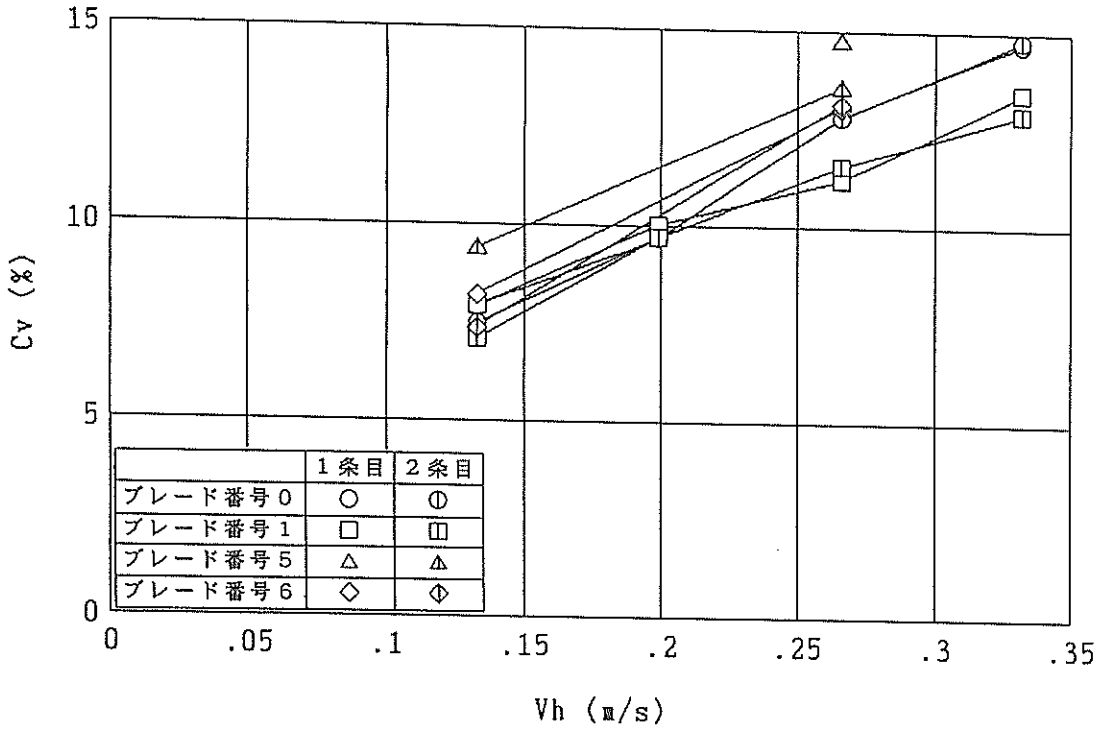


図-15 ヘッド間隔240mm時の含泥率

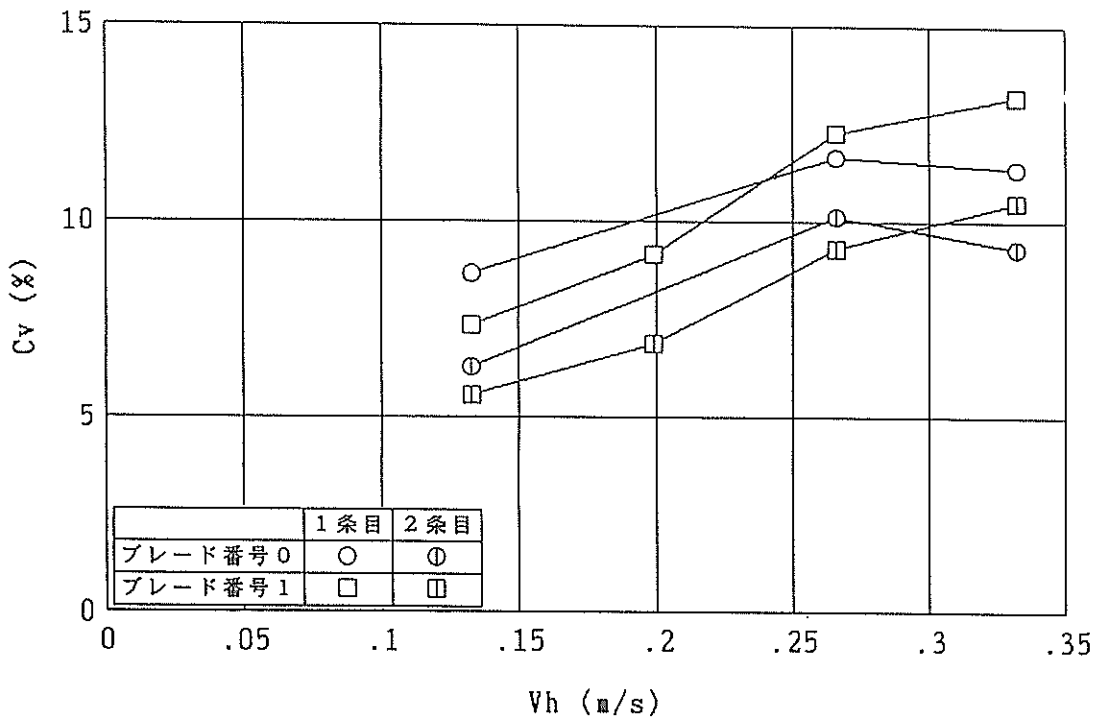


図-16 ヘッド間隔130mm時の含泥率

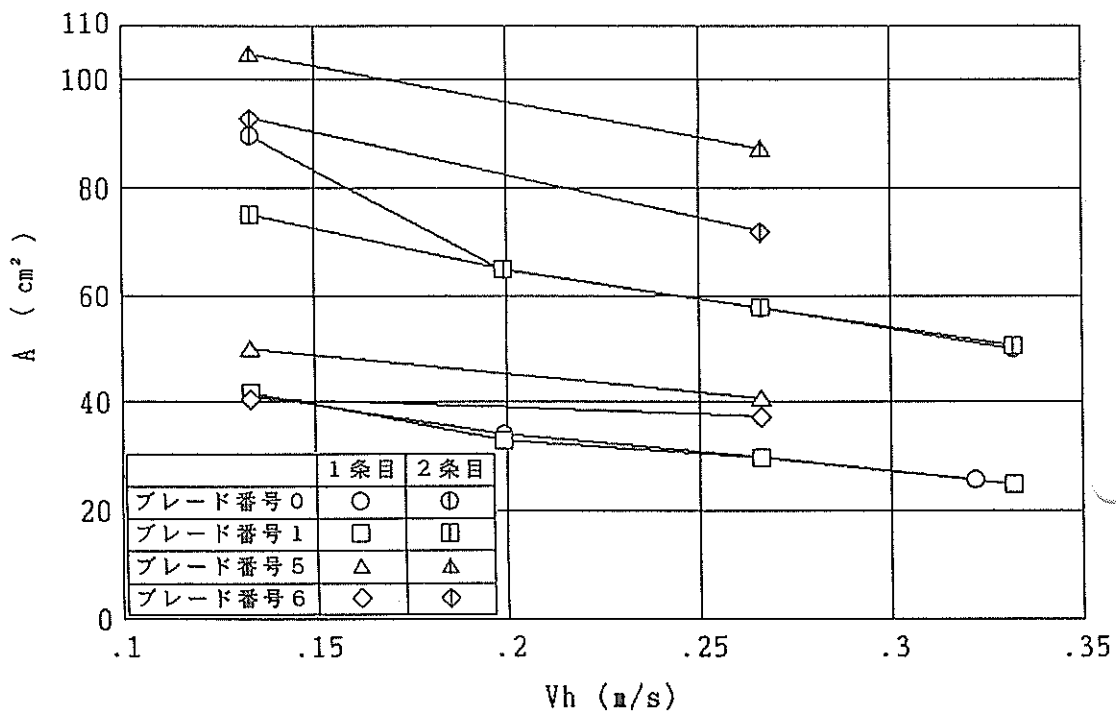


図-17 ヘッド間隔240mm時の掘り跡断面積

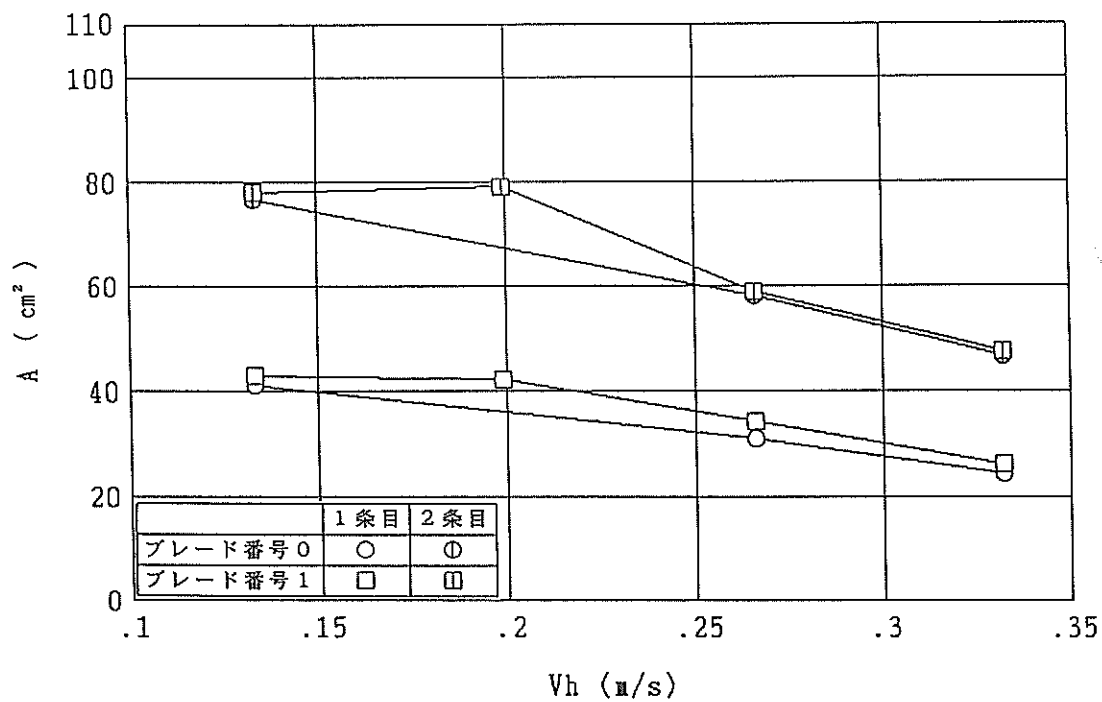


図-18 ヘッド間隔130mm時の掘り跡断面積

ここで紹介する非連続吸引方式ドラグヘッドにおいては、幅の広い部分を全体として連続的に土砂の吸引を行っているようにみえるが、複数の吸引口のそれぞれをとってみれば非連続的に吸引が行われている。いわば、

タイムシェアリング方式のドラグヘッドである。特に、シルト質浚渫地盤の維持浚渫、あるいはシルテーションの多い場所の維持浚渫などで幅広く、効率的に浚渫する場合有効であると考えられる。特に、浚渫ポンプ容量と

ポンプ制御用インバータ

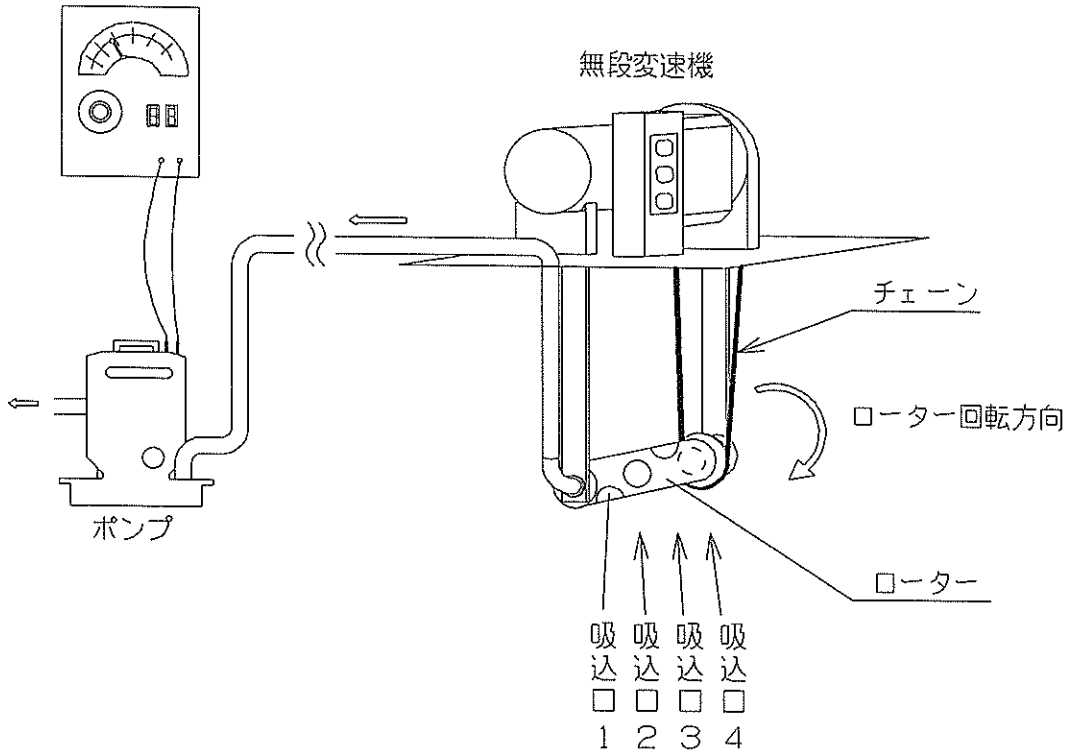


図-19 非連続ドラグヘッド模型実験装置概略

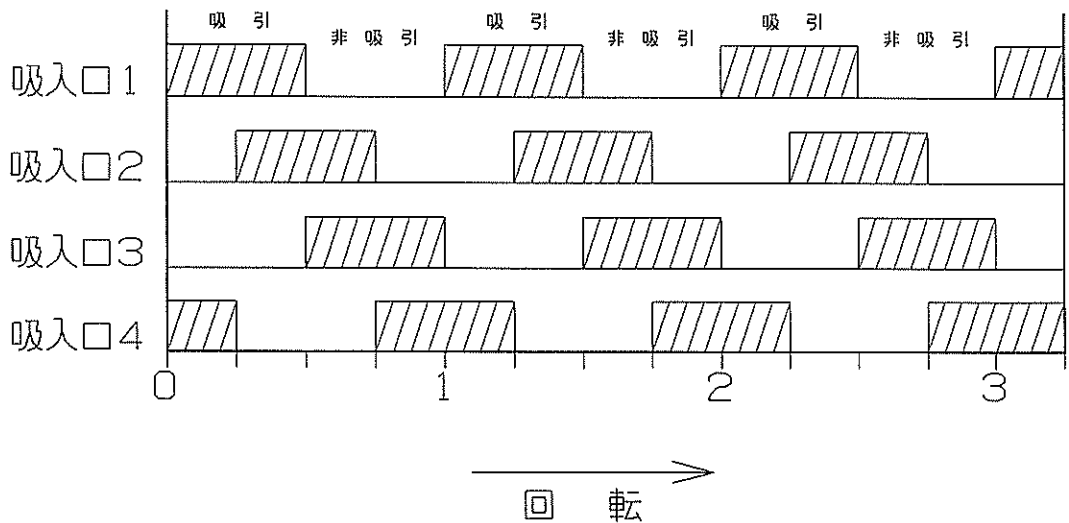


図-20 回転する吸入口の各々の吸引状況図

して一個の吸引口のみを対象とすれば良く、非常に小型となる。

図-19に非連続ドラグヘッド模型実験装置概略図、図-20に回転する吸入口の各々の吸引状況を示す。また、写真-7が非連続ドラグヘッド正面写真である。このドラグヘッドは、回転ロータ、パイプをかねた中空軸、回転ロータ駆動用無段変速器からなり、ロータへの動力はチェーンで伝達される。

今回は写真-8、写真-9に示すような染料吸引状況を観察することにより、設計段階で想定したようなタイムシェアリング方式での吸引状態となることを確認した。

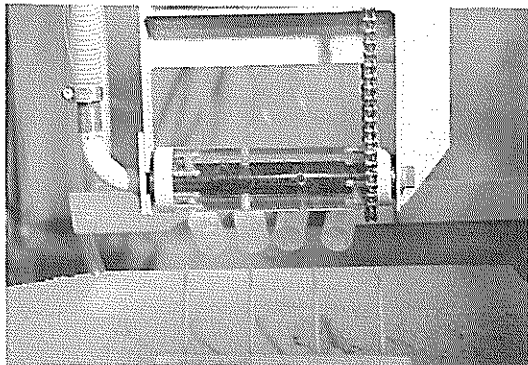


写真-7 非連続型ドラグヘッド正面

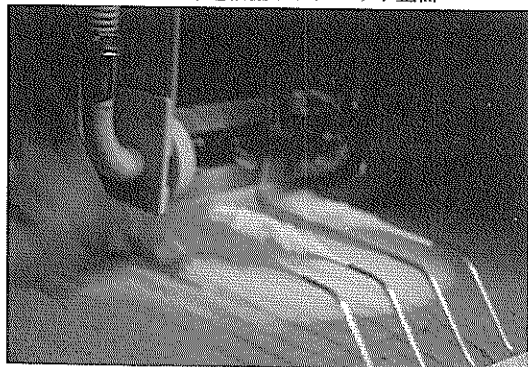


写真-8 染料吸引状況

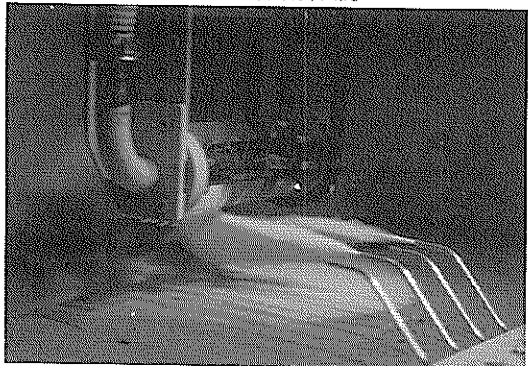


写真-9 染料吸引状況

5. 結論

従来使用されてきたカリフォルニアタイプドラグヘッドに、簡単な均しブレードを張り出させた幅広型ドラグヘッドの浚渫特性、並びに均し効果について実験した。この実験は、前回のものとほぼ同様なものであるが、地盤の硬さがやや異なること、また1条掘りに平行してその側面を再度浚渫する（2条掘り）といったより実際に近いものとなっている。

ここで明らかになった知見を取りまとめると次のようになる。

- (1) 浚渫性能、均し効果のいずれも従来のドラグヘッド以上の効果を期待するのであれば、2連吸入幅広型ドラグヘッドのように吸入口まで広げる必要があると考えられる。
- (2) 従来のドラグヘッドに、単に張り出し部を設けるのであれば、従来ヘッドにおいて浚渫能力を稼ぎ、均しもある程度実行できる方法として、従来型ドラグヘッドのできるだけ曳引方向後方に均しブレードをつける方が得策であると考えられる。
- (3) (2)に示す検討事実を極端に押し進めると、ドラグヘッドと均し装置は分離して設置し、浚渫した直後を均してゆく竣工方法がベストであるということになる。この手法を別々の作業船で実現しているのが第四港湾建設局のドラグサクション浚渫船「海鵬丸」と地均し船「金竜丸」である。しかしながら、別々の作業船である点で効率の悪い面が多々存在する。ここでいう高能率化のポイントは、浚渫直後に同一浚渫地点を均すことにあり、別個の作業船では実現が難しい。
- (4) 既存の浚渫掘り跡に沿って浚渫する場合、均し効果を考慮すれば、ヘッド間隔が均しブレード無しの場合のヘッドの幅より大きく均しブレード付きのヘッドの幅より小さい場合に、均しブレードの効果が最も効率的に掘り跡に反映される可能性がある。
- (5) 本稿に示した実験結果の定量的側面は地盤の硬さによりかなり変化する可能性があると考えられる。2連吸引幅広型ドラグヘッドの水中ポンプの効果も含めて固めの軟泥地盤で更に検討する必要がある。
- (6) タイムシェアリング方式で幅広く浚渫出来る非連続吸引ドラグヘッドの実用化に際しては、回転ロータと中空軸との接触面の潤滑方法およびスラリ侵入防止、スラリ非吸引時の気密性保持、回転ロータの駆動方法など改良すべき点は多々ある。今後とも、それらの改良を検討していく必要がある。

6. あとがき

ポンプ浚渫船等のいわば固定式浚渫船に比べ、ドラグサクシオン浚渫船の掘り跡が凹凸の大きなものになるというのはその浚渫形式からして宿命的と言わざるを得ない。にもかかわらず、その高い機動性のために欧米の大都市港湾での浚渫工事に利用される場合は非常に高い。

日本におけるドラグサクシオン浚渫船単独による平坦浚渫技術が成功し、効率の高い竣工性が確立されるならば、それらの技術は広く海外へ移転されるようになるであろう。

本報告の内容が、ドラグサクシオン浚渫船を保有する各建設局の平坦浚渫への取り組みにとって何らかの参考になれば幸いである。

(1990年11月30日受付)

参考文献

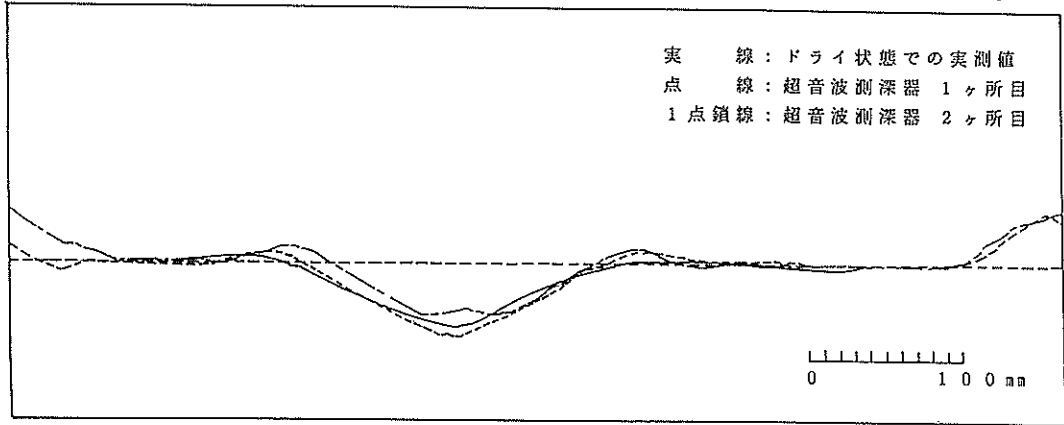
- 1) C. J. Van de Graaf, The Use of Bed Levellers in Maintenance Dredging, *World Dredging and Marine Construction*, pp.20-24, April 1986.
- 2) 三井造船(株), 地均し船 金竜丸, 作業船, No.58, pp.3-8, June 1968.
- 3) 岡山義邦, 笠場和宏, 中村裕二, 鮎貝基和, 均しブレード併用ドラグヘッドの浚渫特性, 港湾技研資料, No.586, pp.1-59, June 1987.
- 4) 岡山義邦, 浚渫におけるスラリ輸送技術の展望, 港湾技術研究所平成元年度講演会講演集, pp.1-27, Dec. 1989.

記号一覧

| | |
|------------|------------------------------------|
| A | : 掘り跡断面積 (cm ²) |
| C_r | : 真容積濃度 (含泥率) |
| C_{vc} | : 差圧計から求めた平均含泥率(含泥率) |
| C_{vx} | : 差圧計から求めた含泥率の連続データ (含泥率) |
| D | : 最大掘り深さ平均 (mm) |
| D_{max} | : 最大掘り深さ (mm) |
| D/W | : 平坦度 |
| F | : 曳引抵抗 (kgf) |
| F_{int} | : 曳引抵抗連続データ (kgf) |
| P_t | : 垂直管差圧 (mAq/m) |
| P_{tm} | : 浚渫時の垂直管差圧 (mAq/m) |
| P_{dr} | : 清水流送時の垂直管差圧 (mAq/m) |
| P_h | : ヘッド付近圧 (mAq) |
| P_s | : ポンプ吸入圧 (mAq) |
| P_r | : ポンプ吐出圧 (mAq) |
| P_i | : ポンプ全圧 (mAq) |
| Q_{sh} | : 単位時間当たりの揚土量 (ℓ/s) |
| Q_{st} | : 単位時間当たりの供給土量 (ℓ/s) |
| V_b | : 曳引速度 (m/s) |
| V_m | : 浚渫時の管内流速 (m/s) |
| V_r | : 清水流送時の管内流速 (m/s) |
| W | : 浚渫幅 (mm) |
| γ_s | : 供試土砂の比重 (kgf/m ³) |
| γ_r | : 清水の比重 (kgf/m ³) |
| τ | : 模擬地盤せん断強さ (kgf/cm ²) |

浚深掘跡比較図（超音波－実測）・・・ケース 1

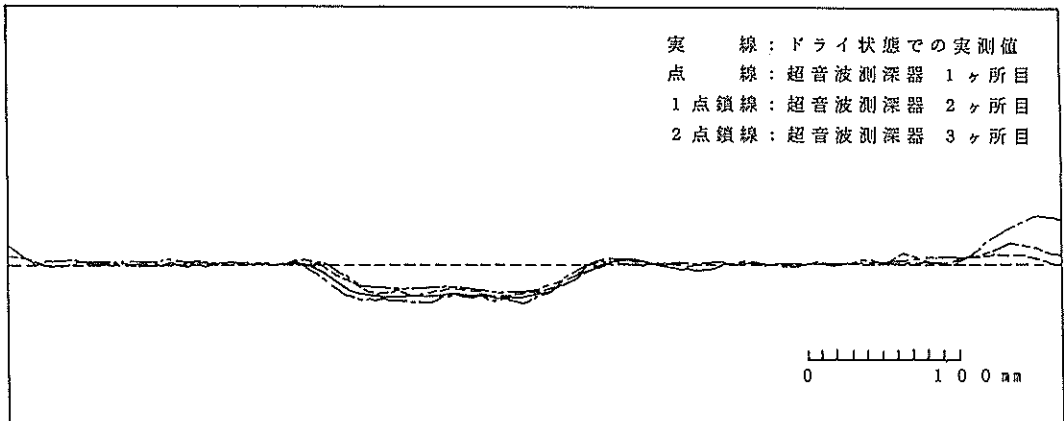
地盤を若干緩めた状態 ブレード番号0



付図-1. 1 浚深掘跡比較図（ケース1）

浚深掘跡比較図（超音波－実測）・・・ケース 2

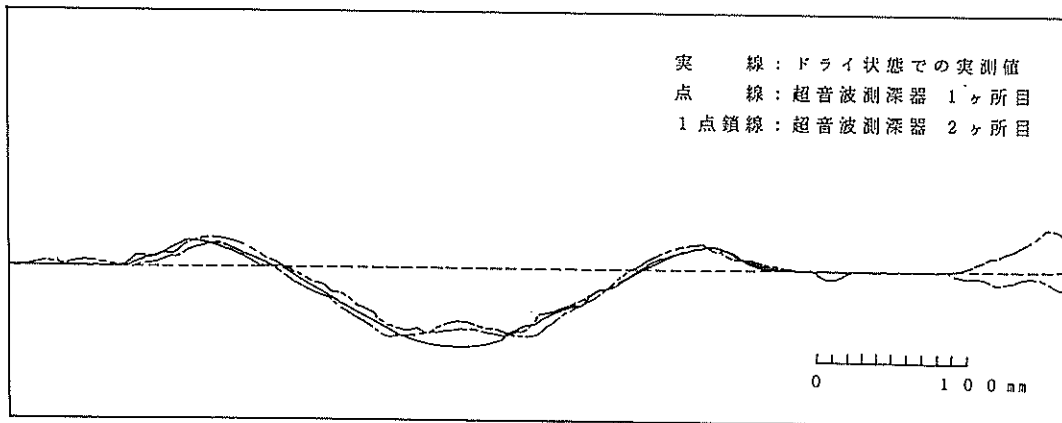
ブレード番号0



付図-1. 2 浚深掘跡比較図（ケース2）

浚渫掘跡比較図（超音波－実測）・・・ケース 3

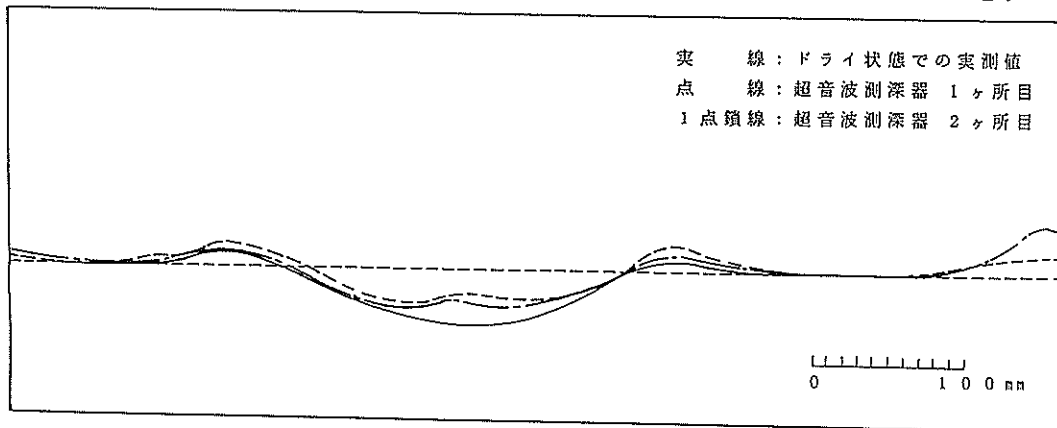
地盤を若干緩めた状態 ブレード番号1



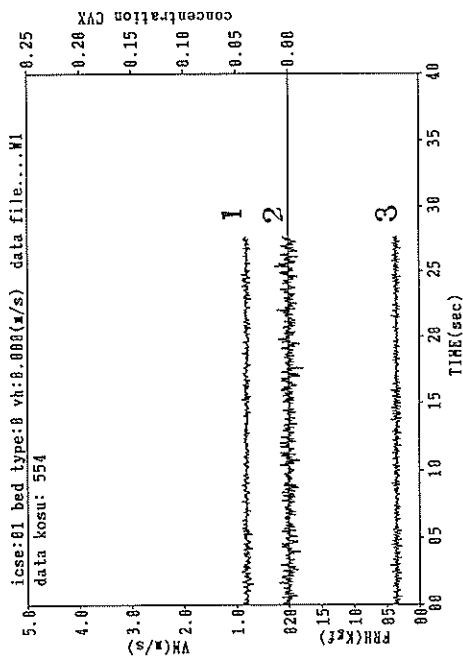
付図-1. 3 浚渫掘跡比較図（ケース3）

浚渫掘跡比較図（超音波－実測）・・・ケース 4

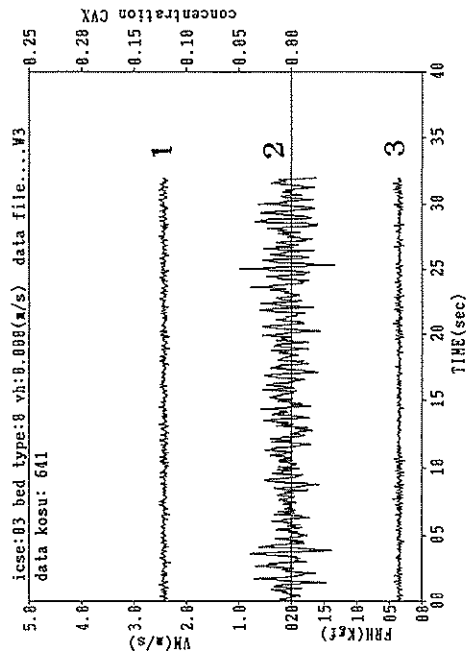
ブレード番号1



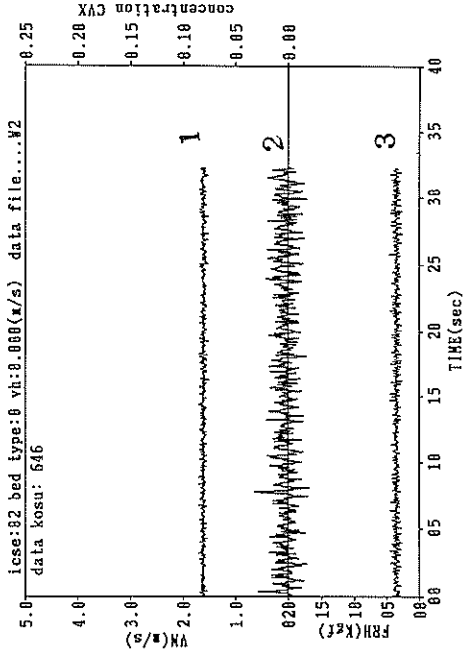
付図-1. 4 浚渫掘跡比較図（ケース4）



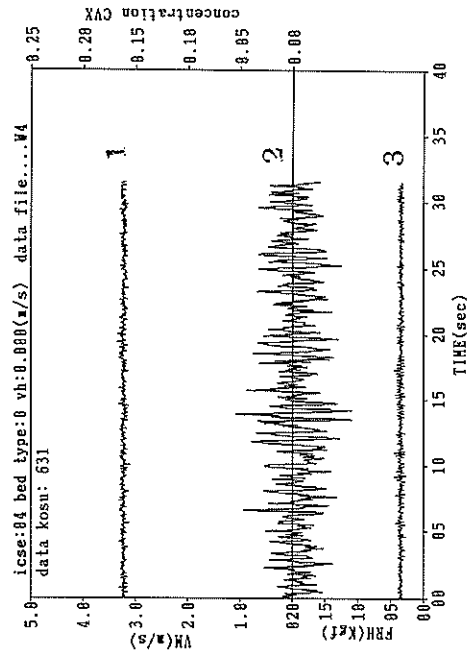
付図一2.1 連続記録 (W1)



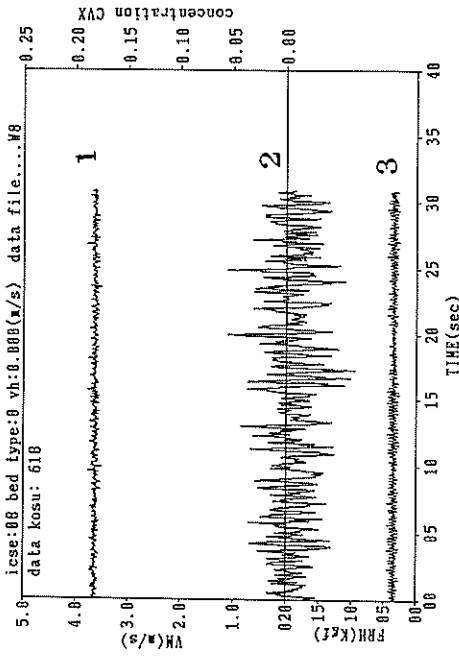
付図一2.3 連続記録 (W3)



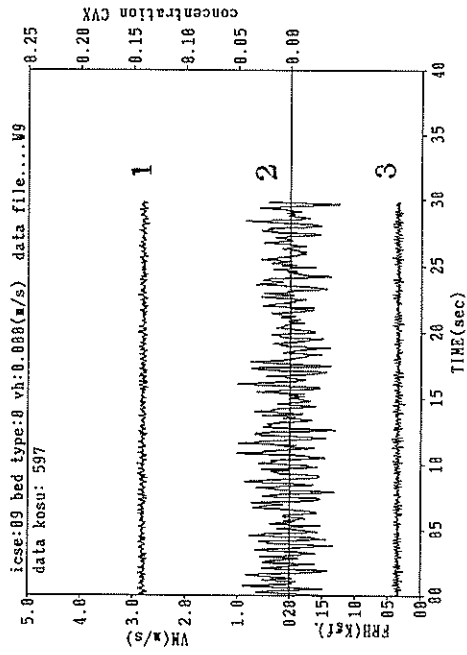
付図一2.2 連続記録 (W2)



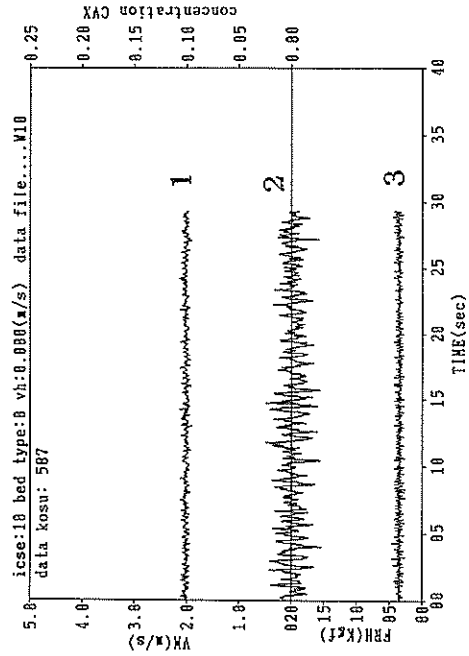
付図一2.4 連続記録 (W4)



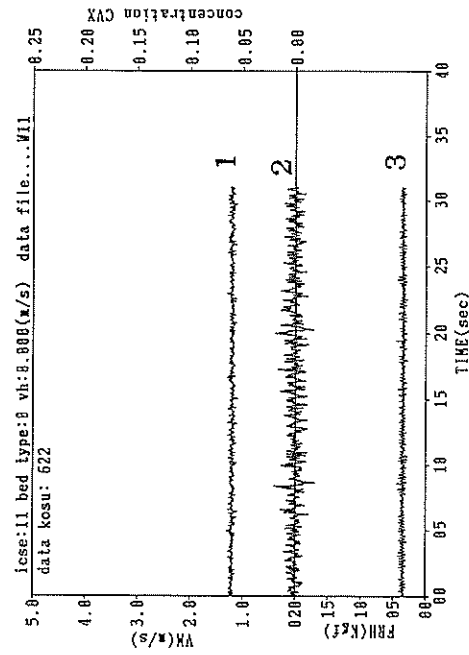
付図一2.5 連続記録 (W8)



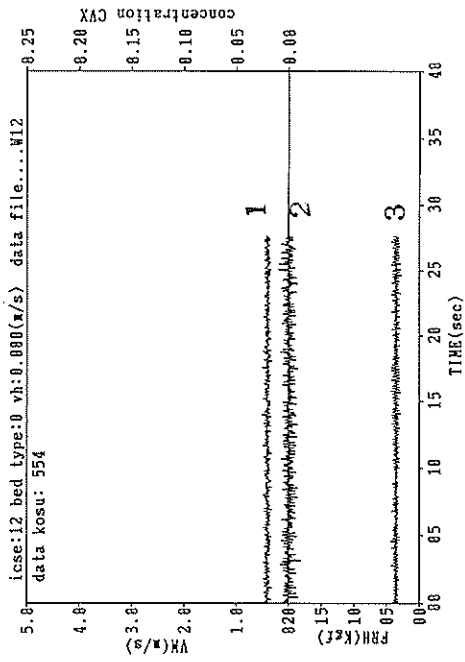
付図一2.6 連続記録 (W9)



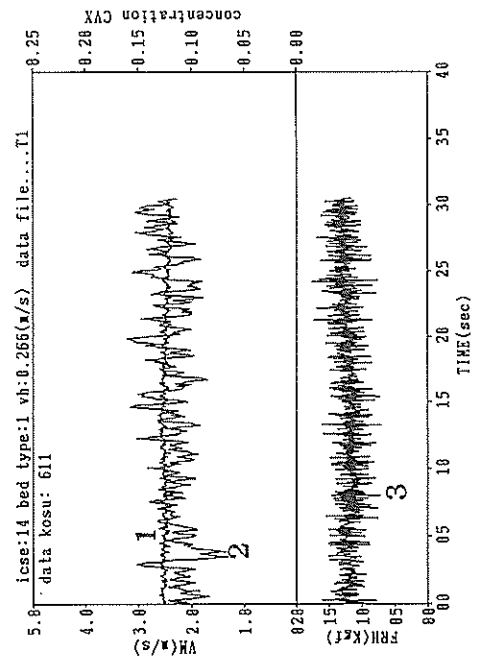
付図一2.7 連続記録 (W10)



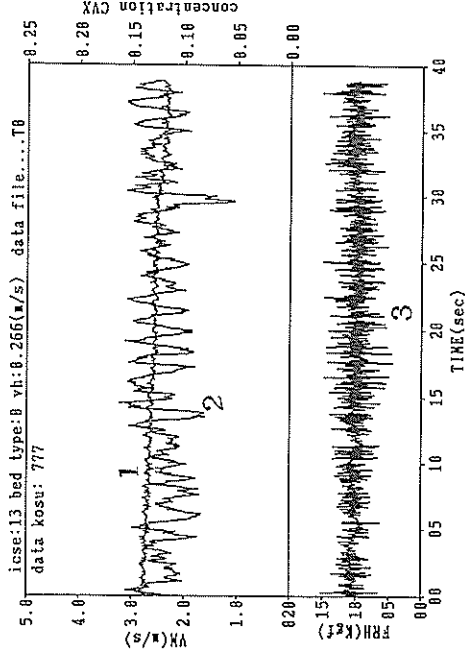
付図一2.8 連続記録 (W11)



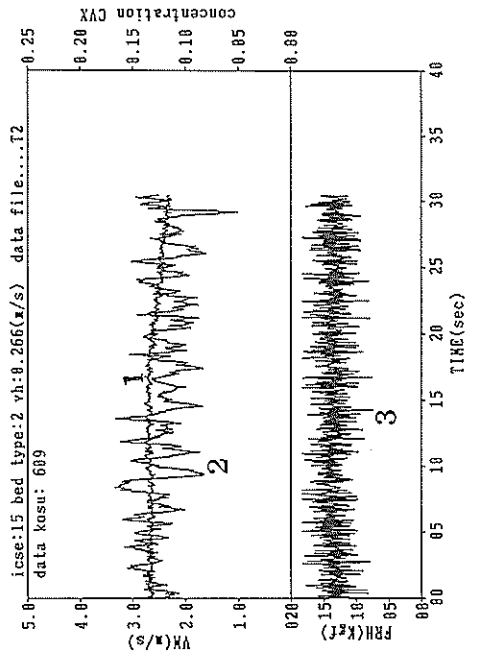
付図-2. 9 連続記録 (W12)



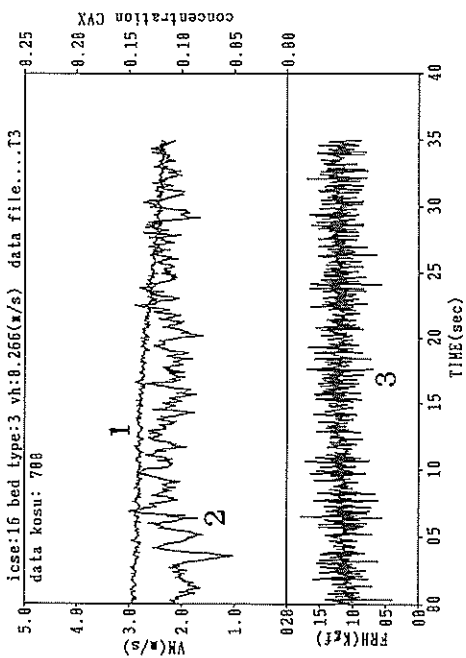
付図-2. 11 連続記録 (T1)



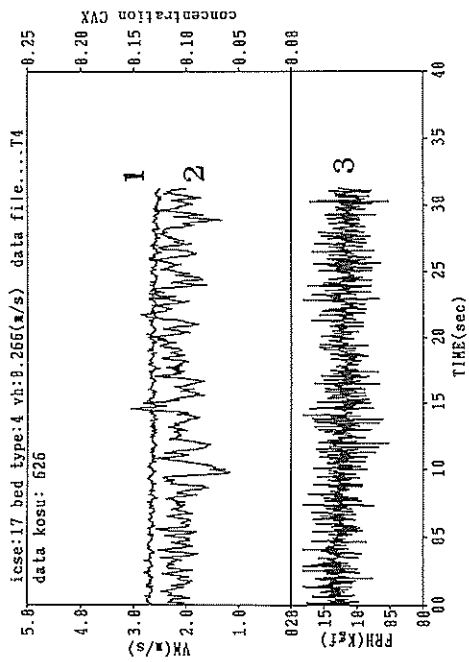
付図-2. 10 連続記録 (T0)



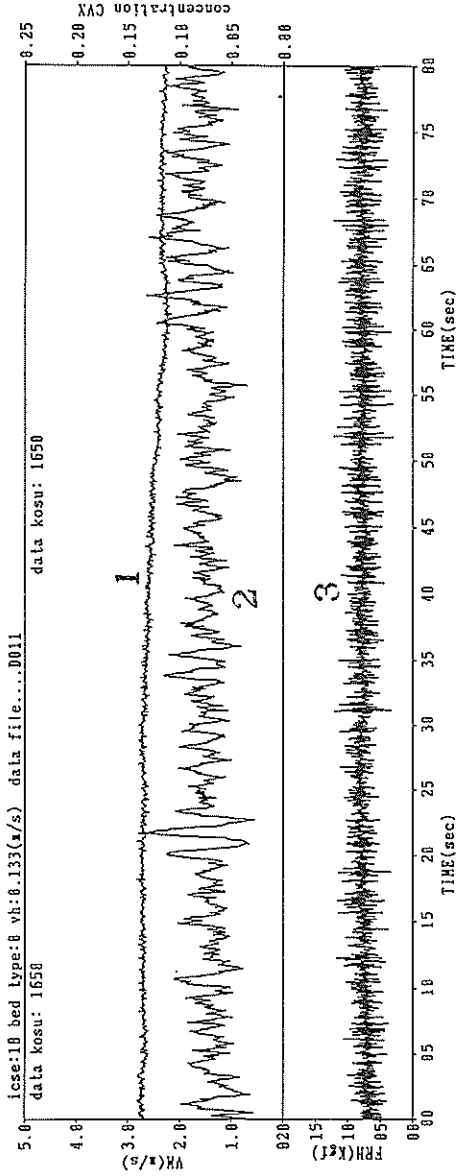
付図-2. 12 連続記録 (T2)



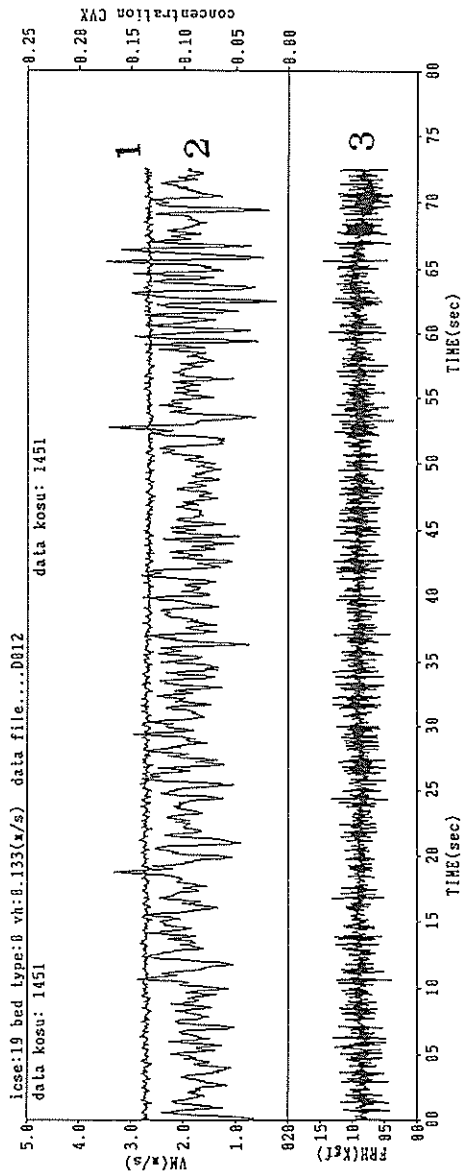
付図一2.13 連続記録 (T3)



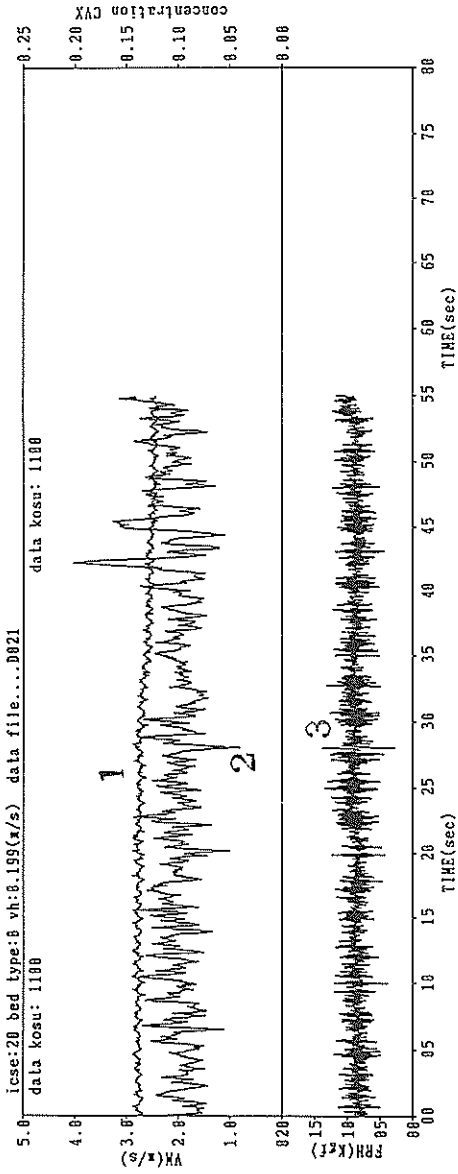
付図一2.14 連続記録 (T4)



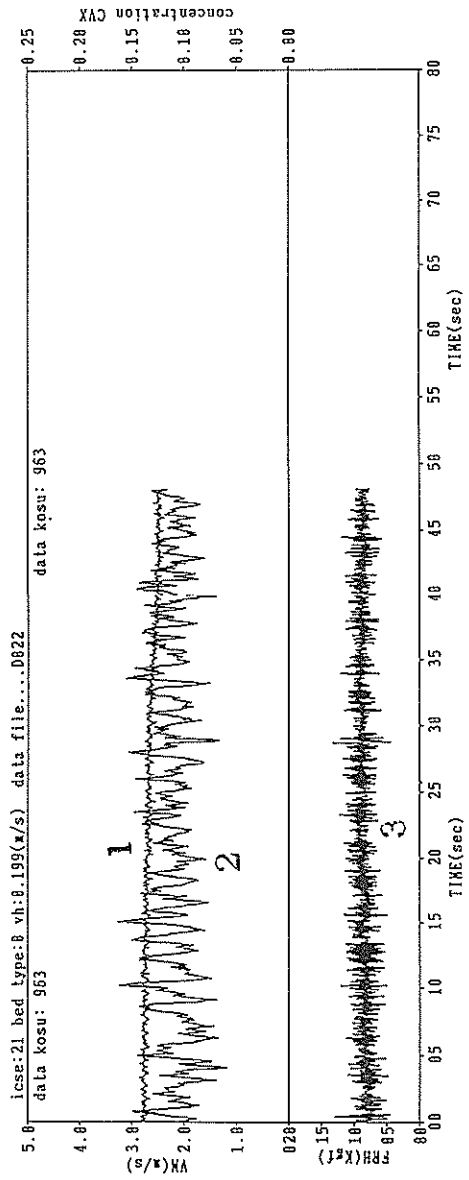
付図—2.15 連続記録 (D011)



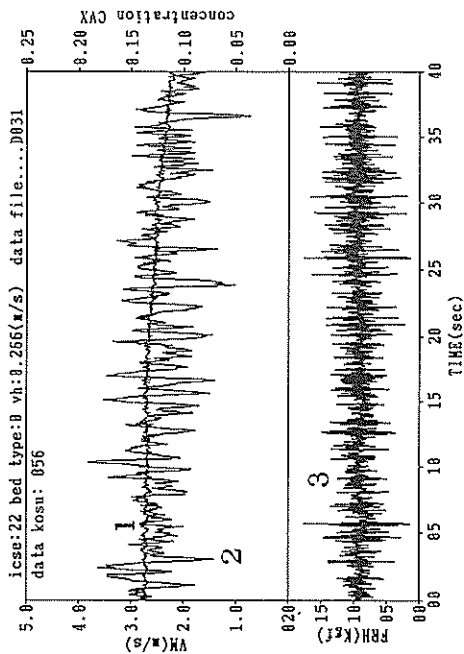
付図—2.16 連続記録 (D012)



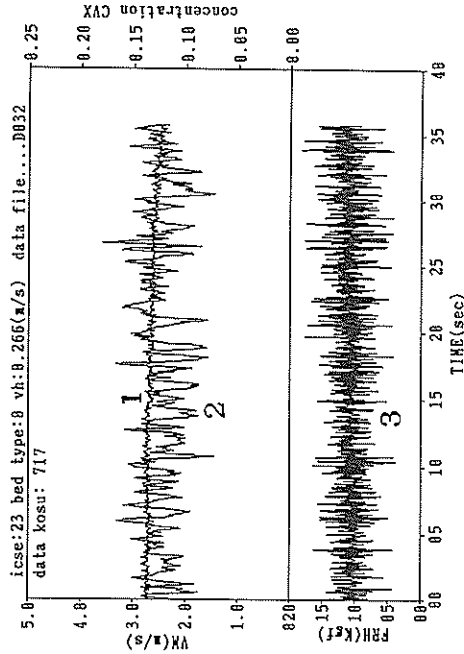
付図一 2. 17 連続記録 (D021)



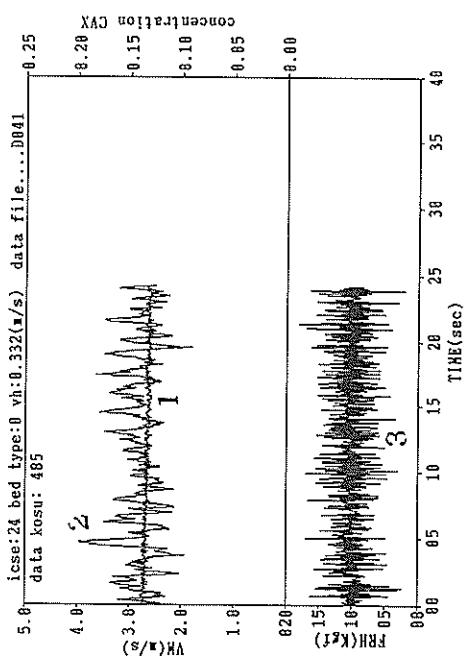
付図一 2. 18 連続記録 (D022)



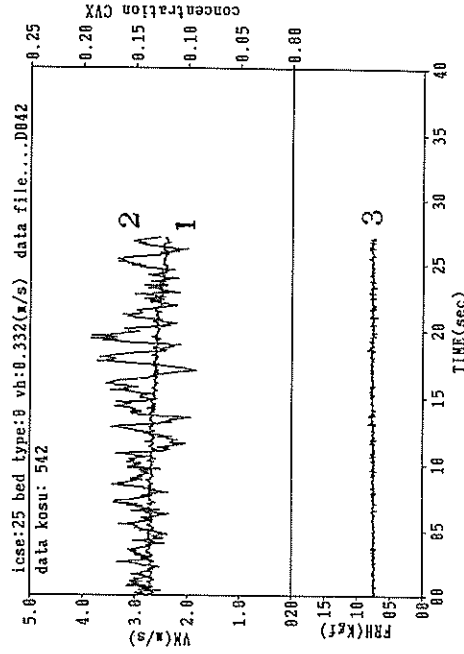
付図一2.19 連続記録 (D031)



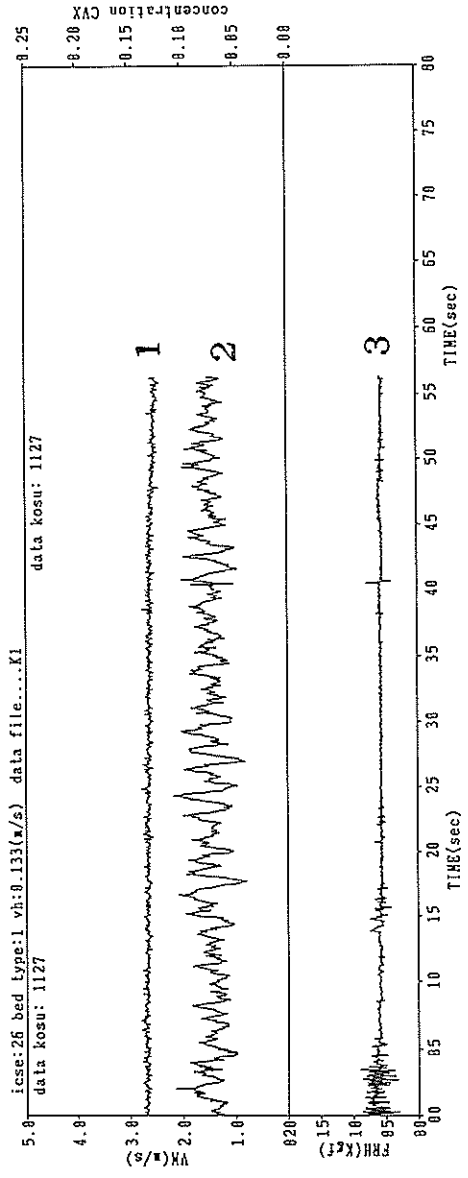
付図一2.20 連続記録 (D032)



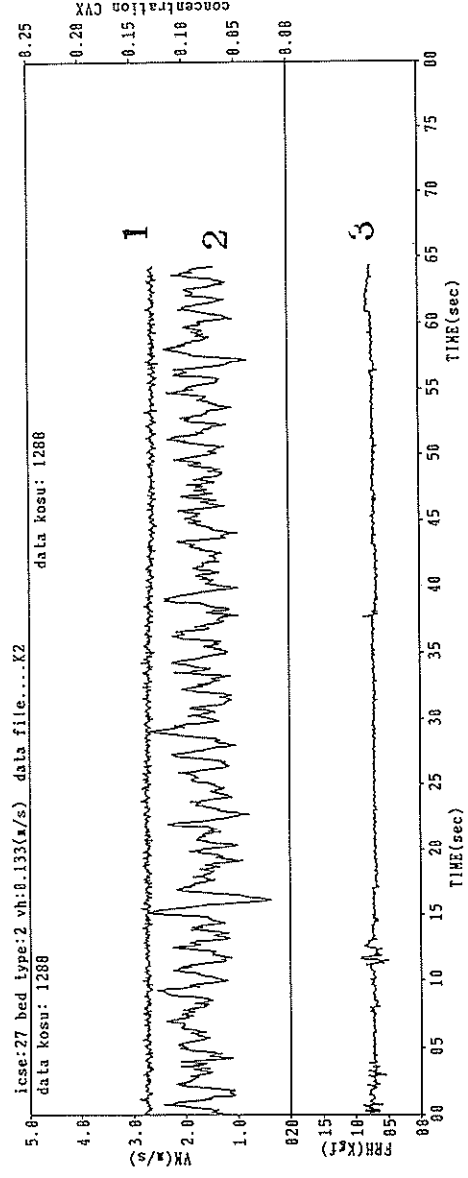
付図一2.21 連続記録 (D041)



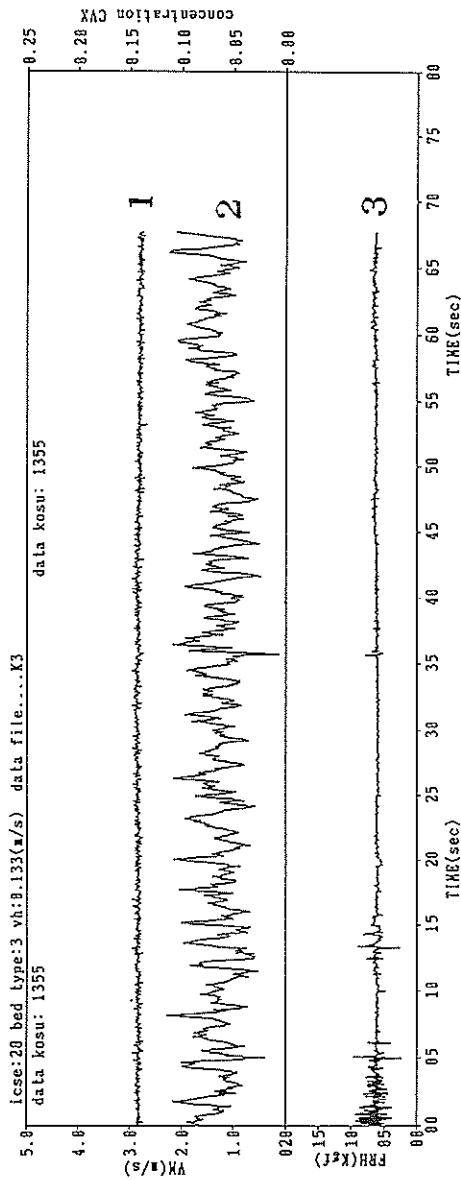
付図一2.22 連続記録 (D042)



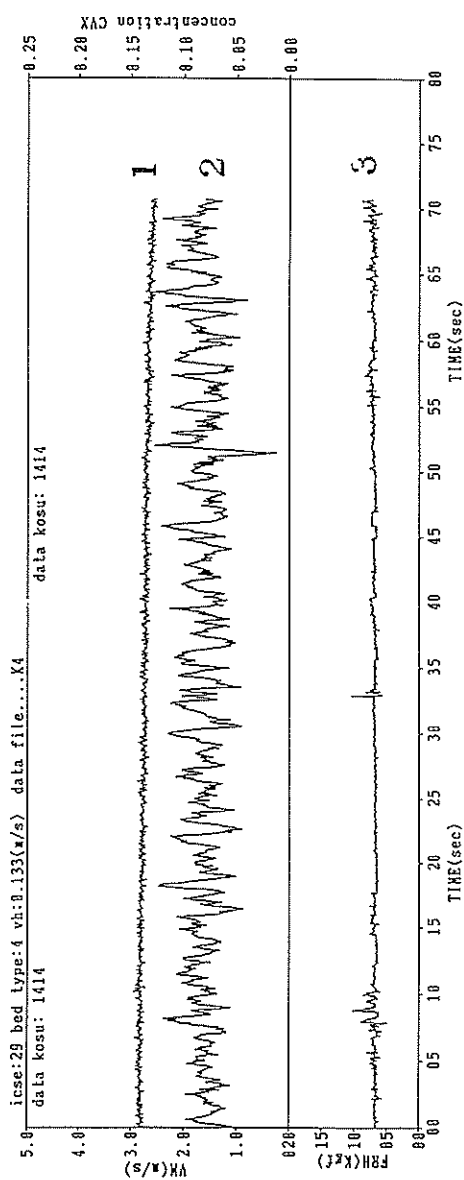
付図一 2. 23 連続記録 (K1)



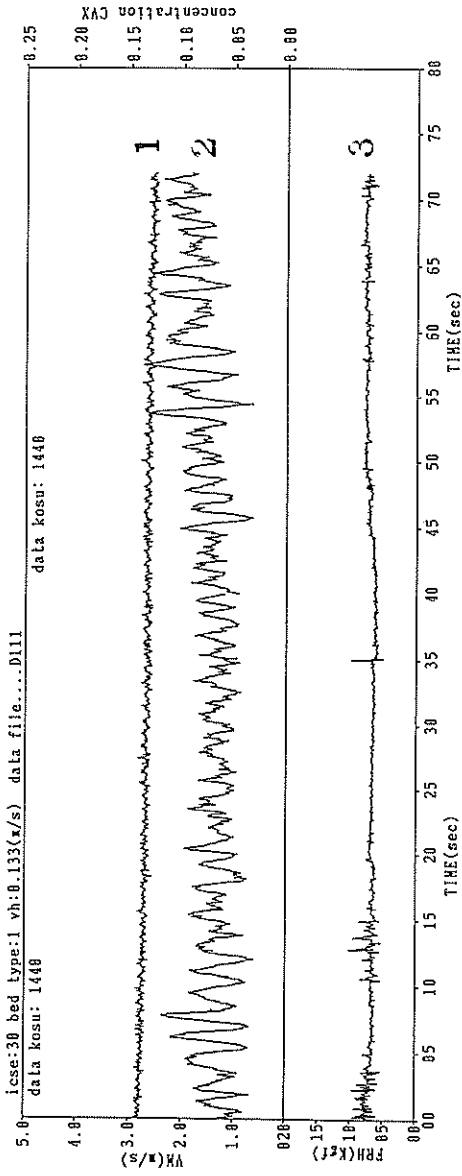
付図一 2. 24 連続記録 (K2)



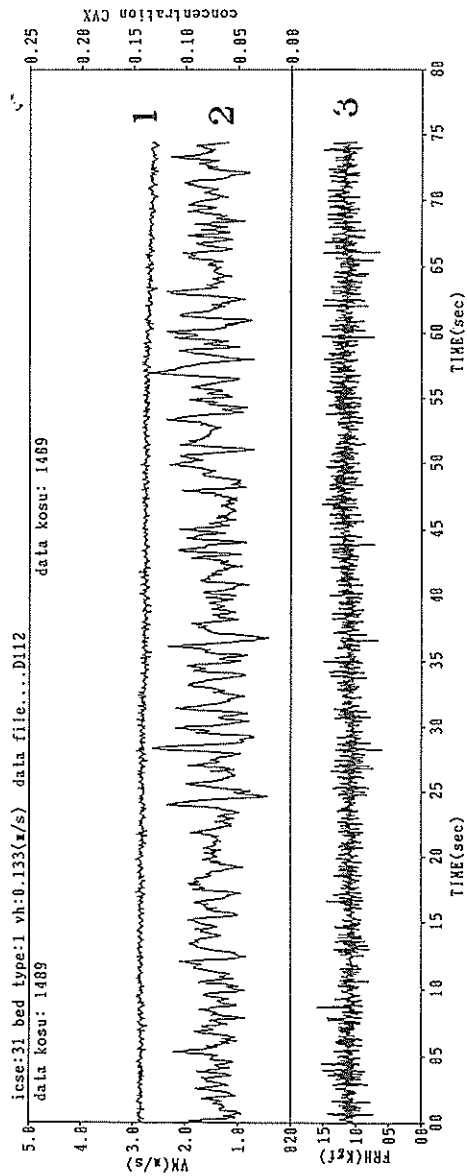
付図-2.25 連続記録 (K3)



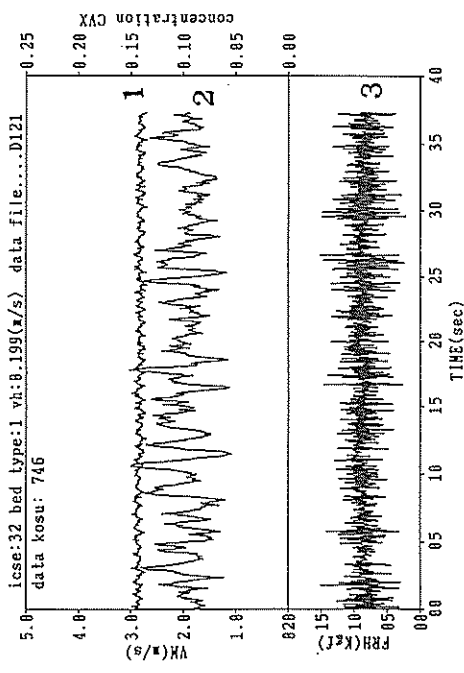
付図-2.26 連続記録 (K4)



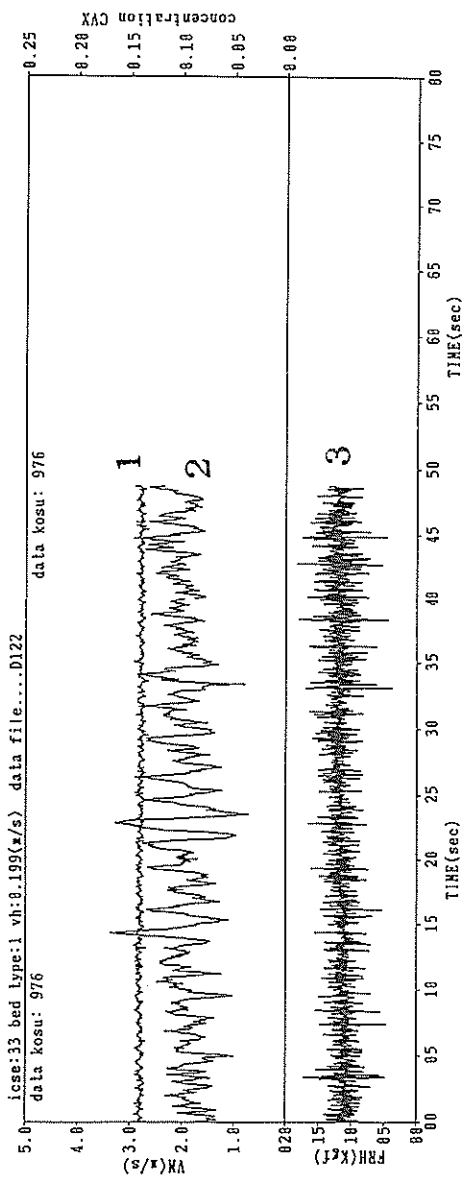
付図-2.27 連続記録 (D111)



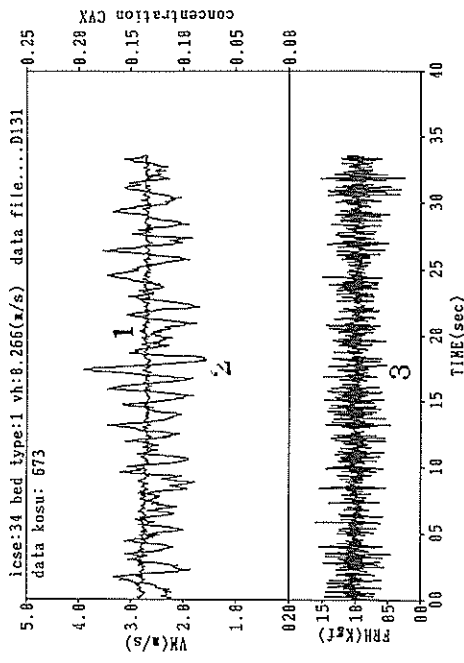
付図-2.28 連続記録 (D112)



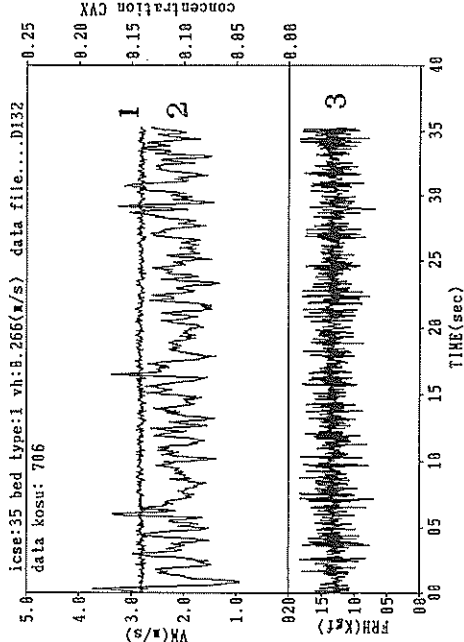
付図—2. 29 連続記録 (D121)



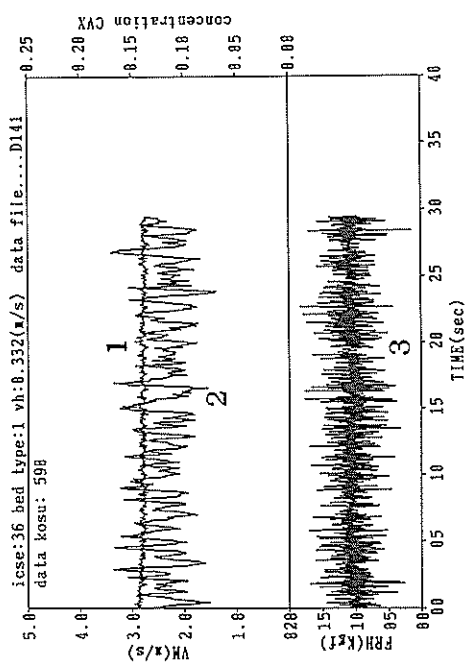
付図—2. 30 連続記録 (D122)



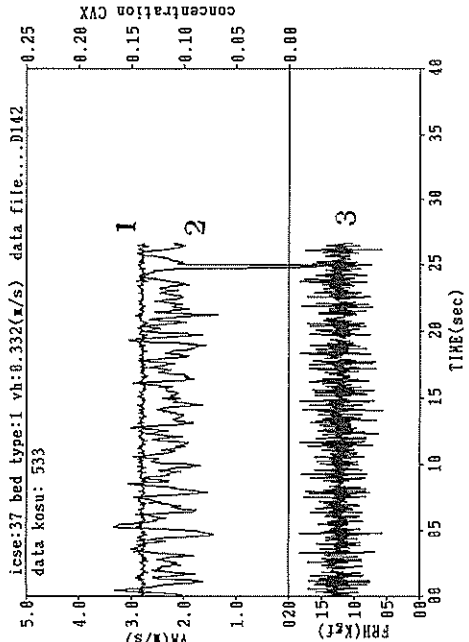
付図—2.31 連続記録 (D131)



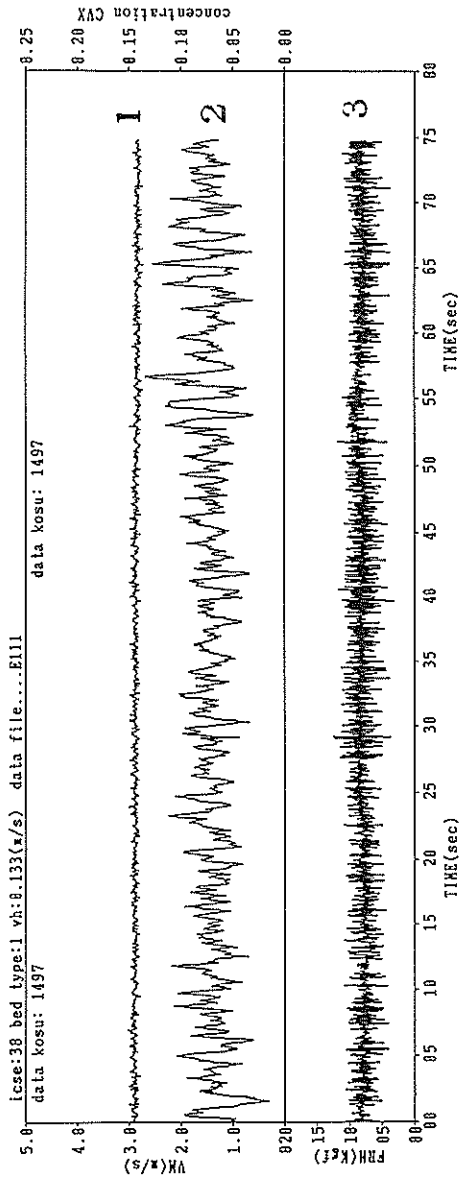
付図—2.32 連続記録 (D132)



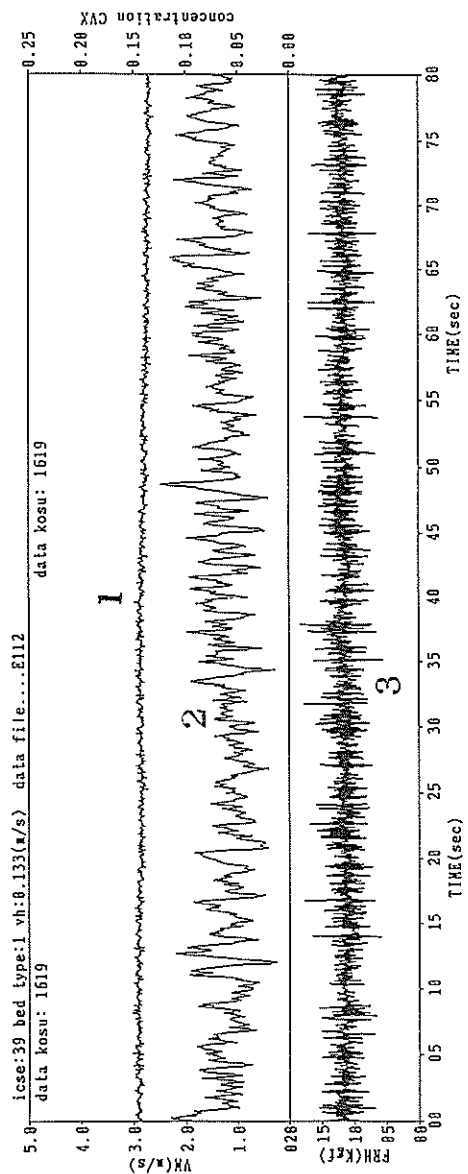
付図—2.33 連続記録 (D141)



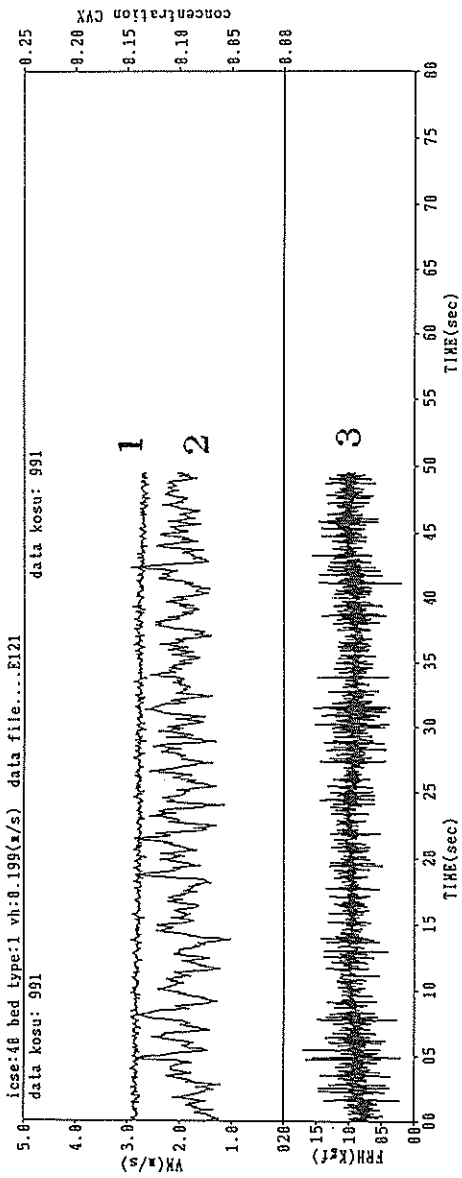
付図—2.34 連続記録 (D142)



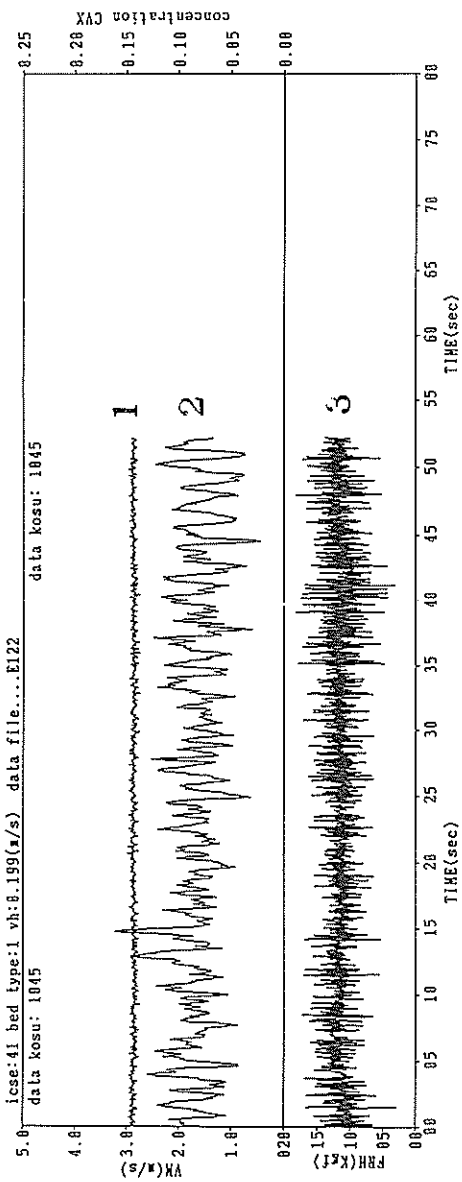
付図—2. 35 連続記録 (E111)



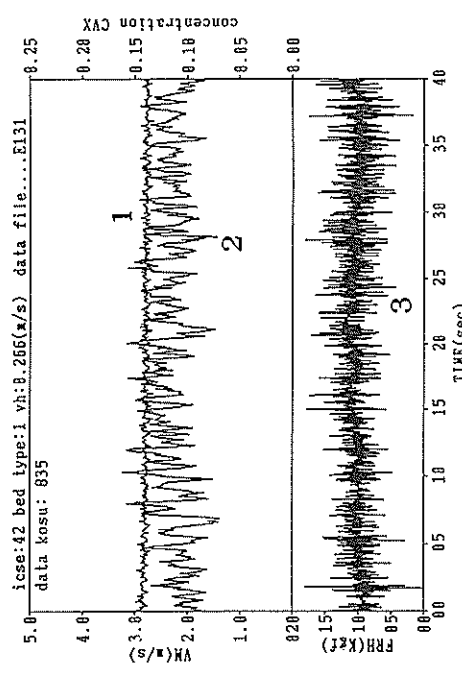
付図—2. 36 連続記録 (E112)



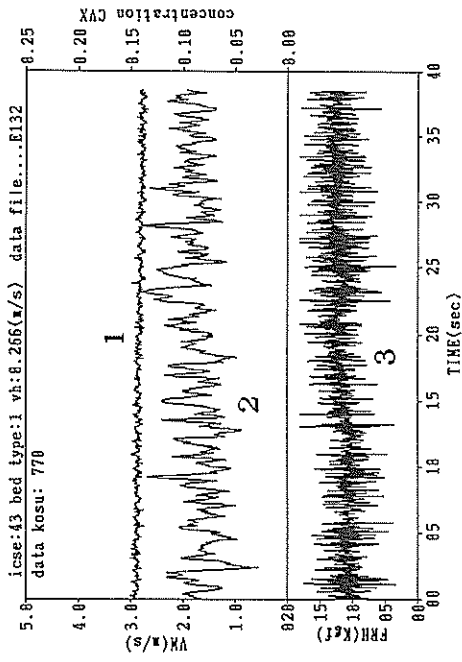
付図一2.37 連続記録 (E121)



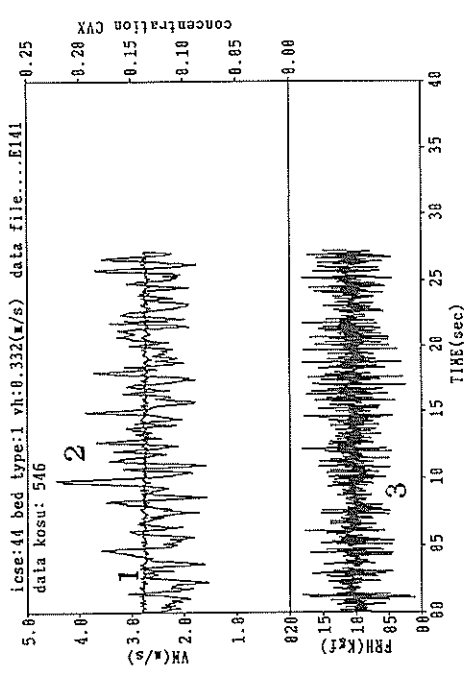
付図一2.38 連続記録 (E122)



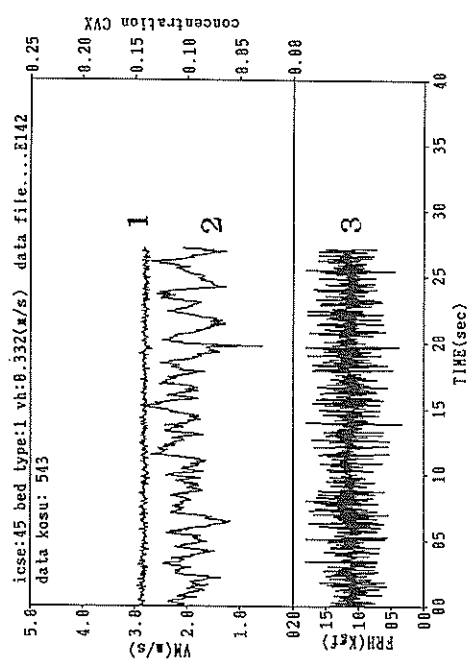
付図-2.39 連続記録 (E131)



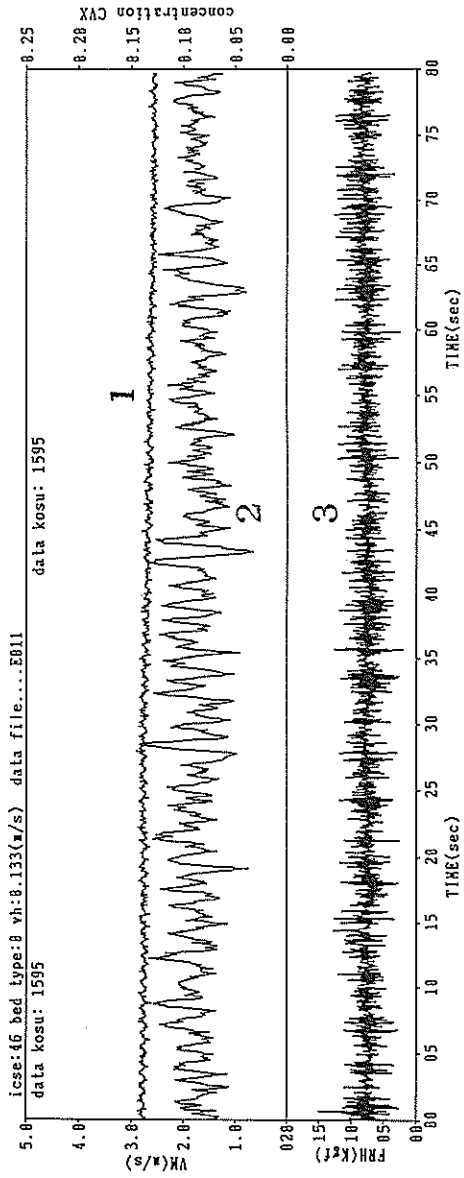
付図-2.40 連続記録 (E132)



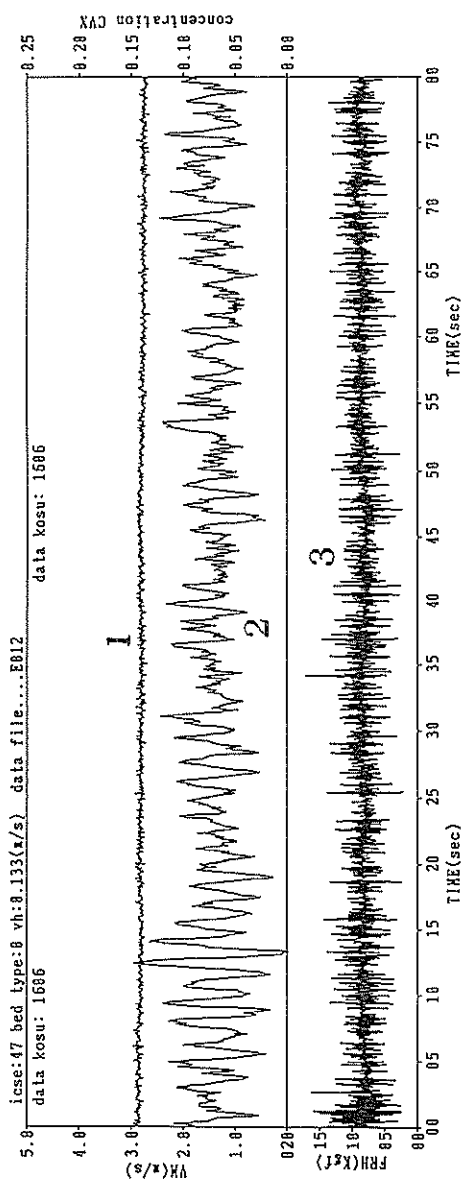
付図-2.41 連続記録 (E141)



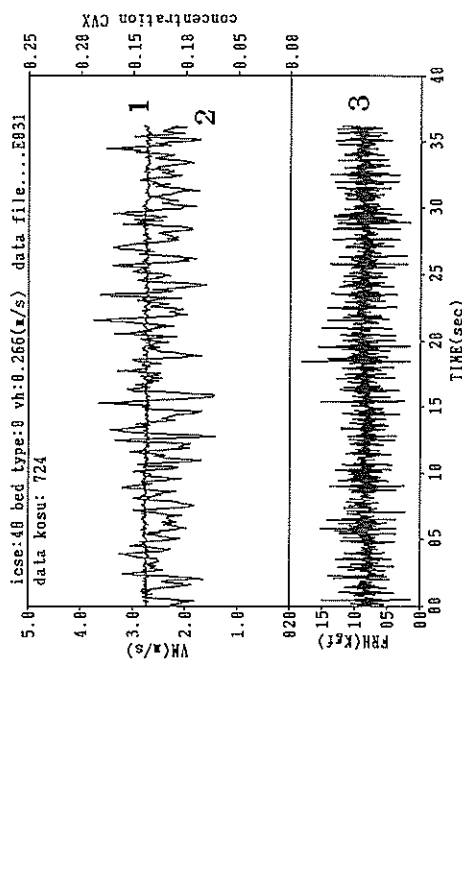
付図-2.42 連続記録 (E142)



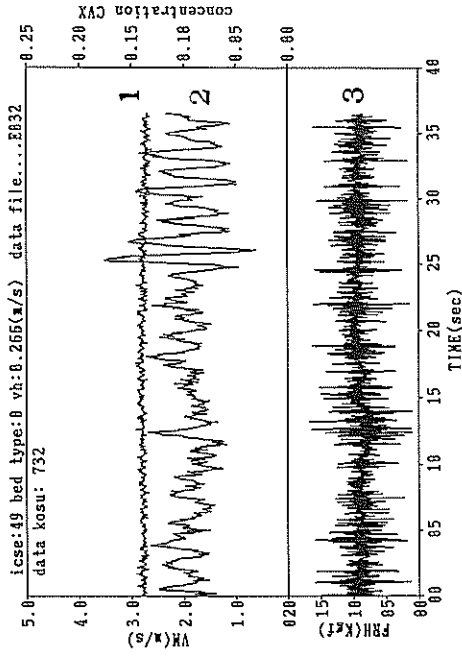
付図—2. 43 連続記録 (E011)



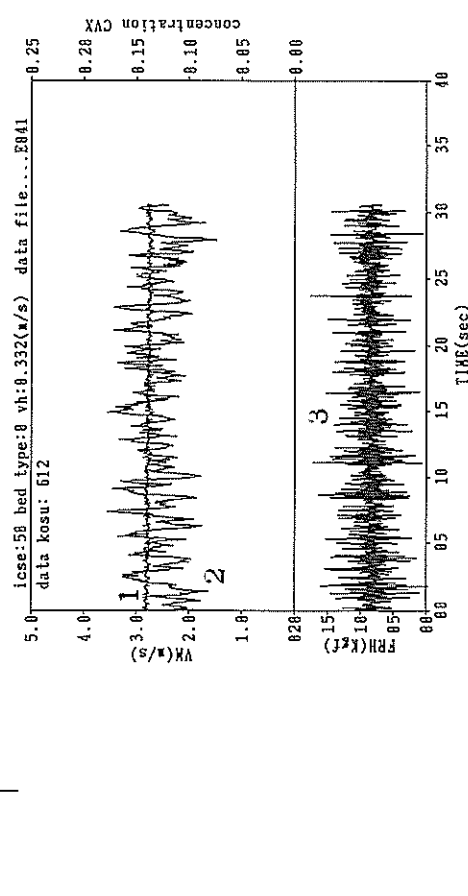
付図—2. 44 連続記録 (E012)



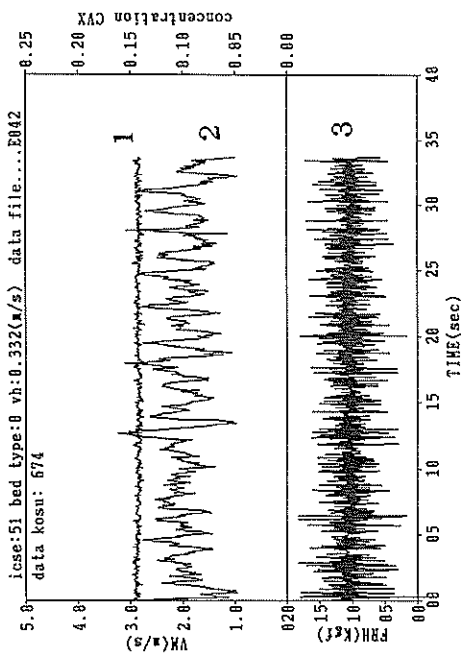
付図—2.45 連続記録 (E031)



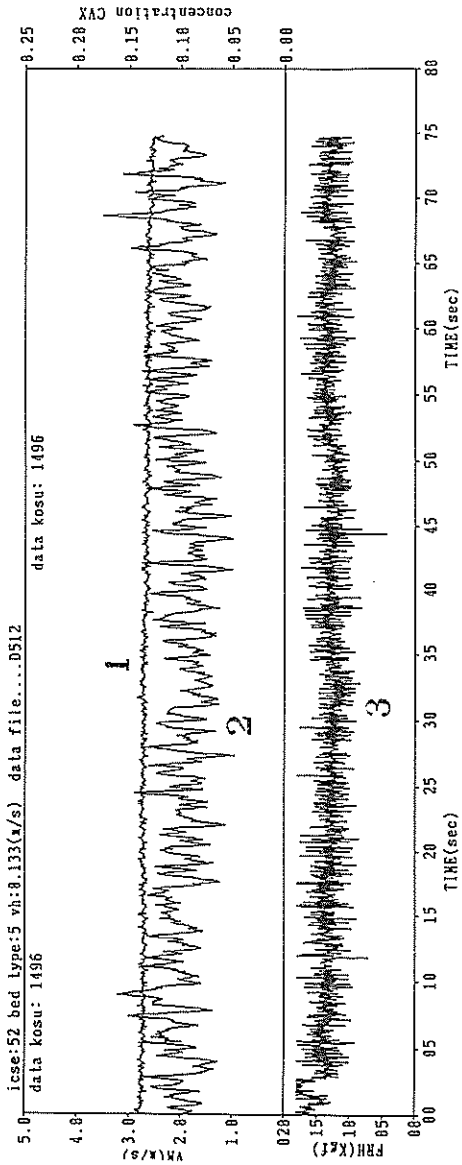
付図—2.46 連続記録 (E032)



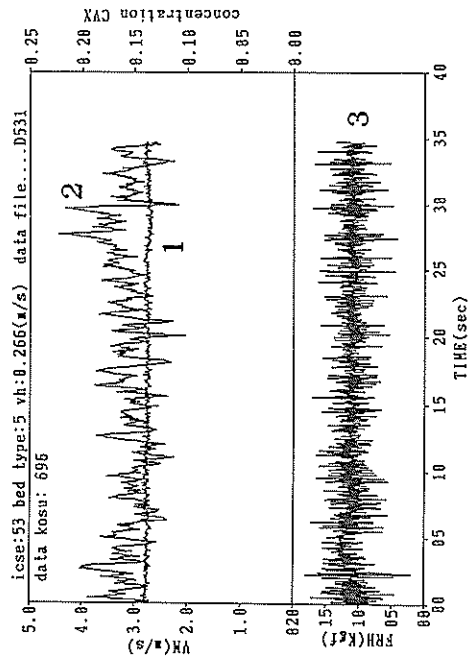
付図—2.47 連続記録 (E041)



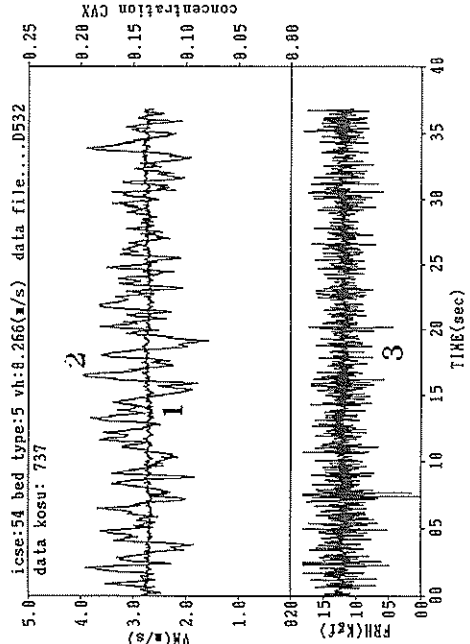
付図—2.48 連続記録 (E042)



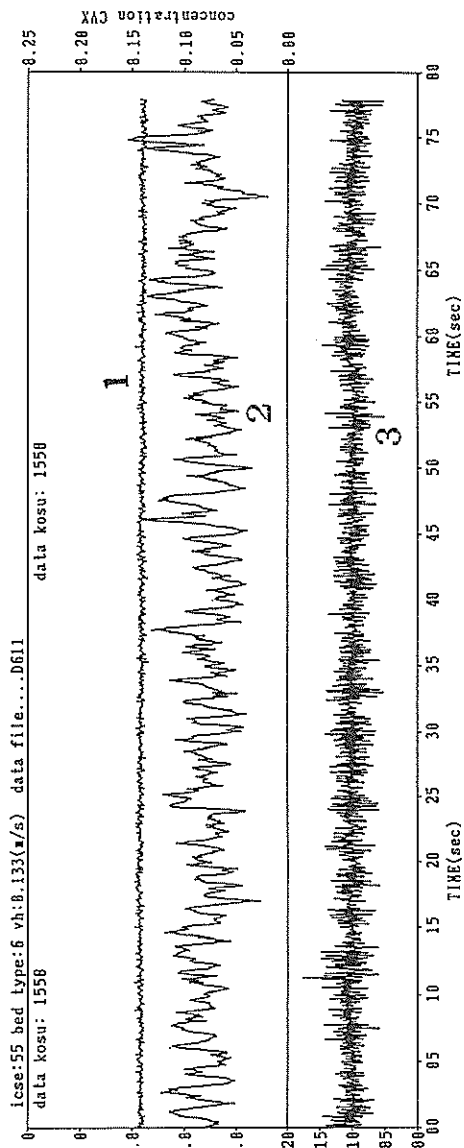
付図—2.49 連続記録 (D512)



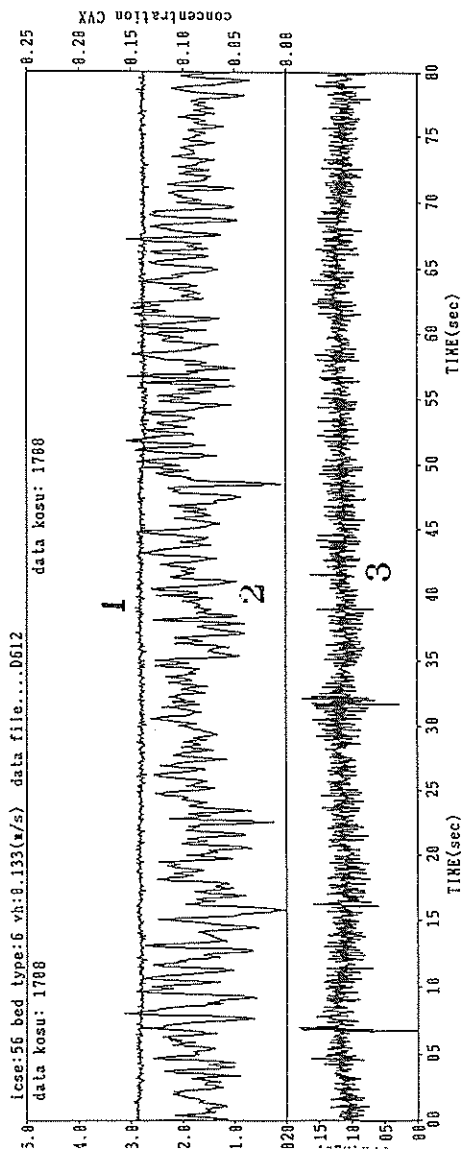
付図—2.50 連続記録 (D531)



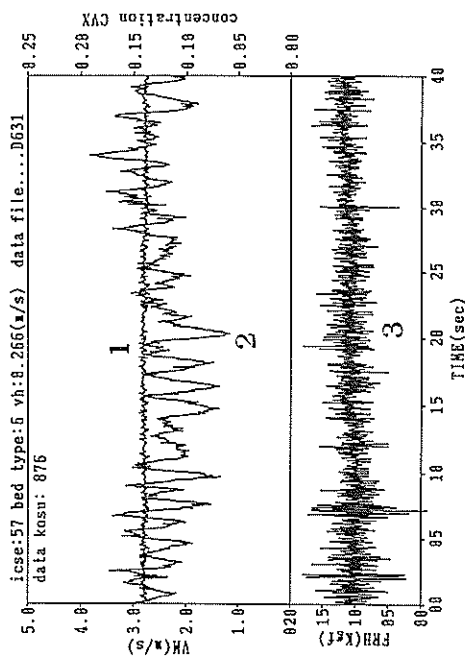
付図—2.51 連続記録 (D532)



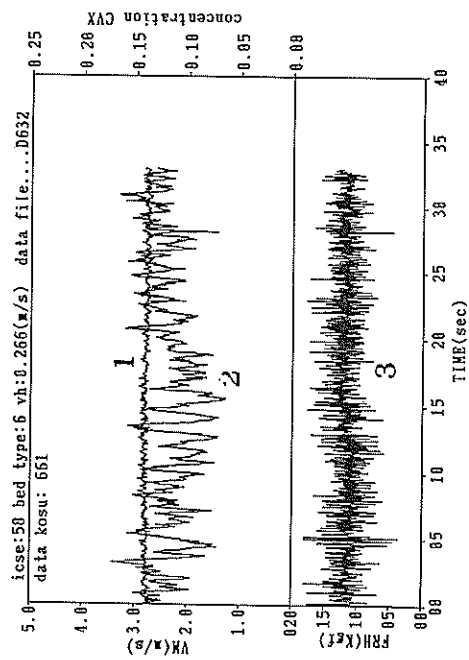
付図—2. 52 連続記録 (D611)



付図—2. 53 連続記録 (D612)



付図—2. 54 連続記録 (D631)

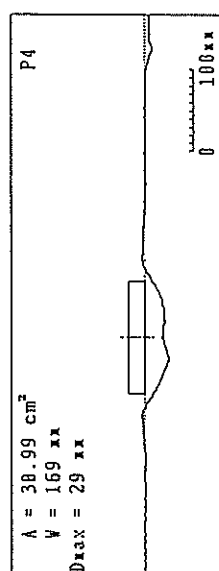
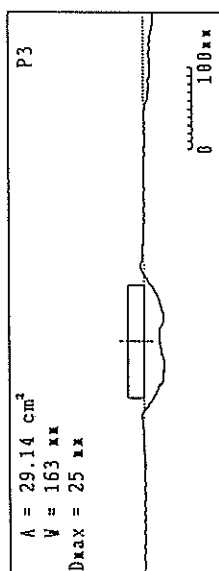
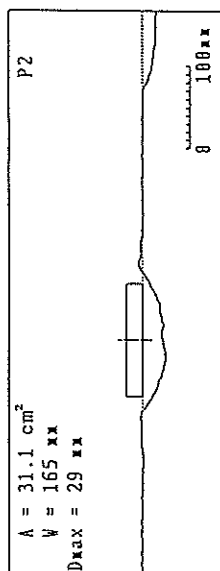
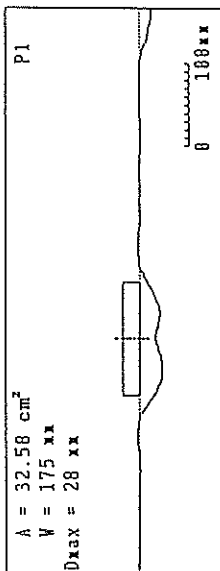


付図—2. 55 連続記録 (D632)

テストNo T0

$V_h = 8.266 \text{ m/s}$

blade No.8

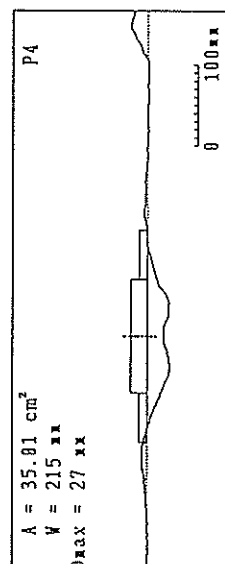
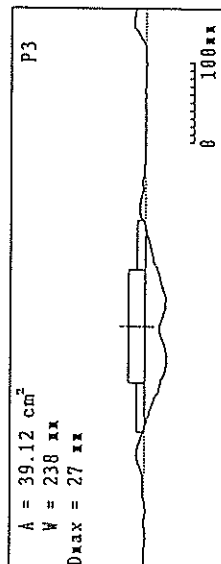
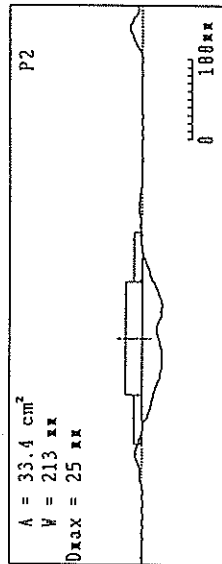
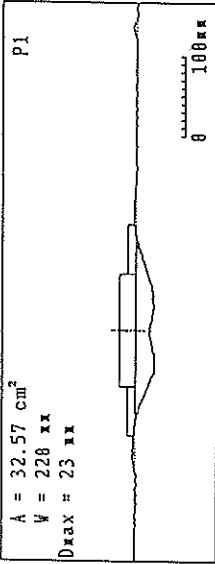


付図-3.1 掘跡断面 (T0)

テストNo T1

Vh = 8.266 m/s

blade No.1

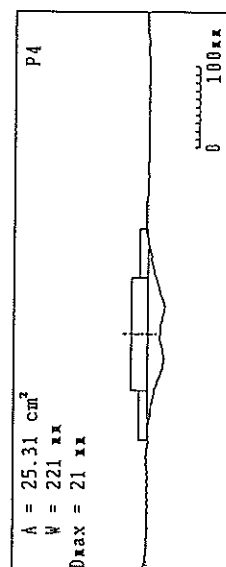
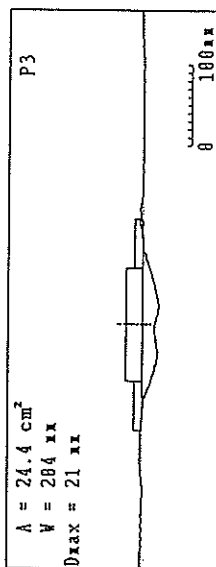
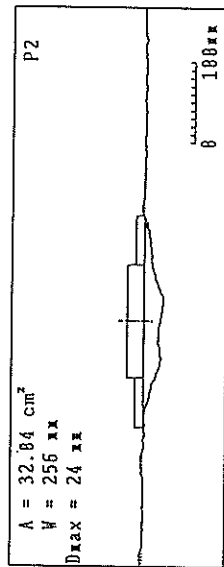
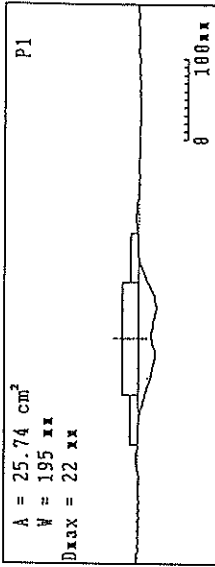


付図-3.2 掘跡断面 (T1)

テストNo T2

Vh = 8.266 m/s

blade No.2

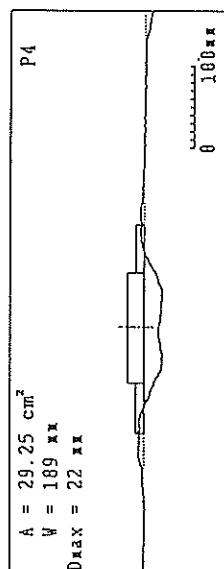
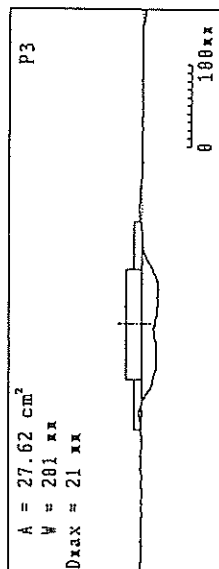
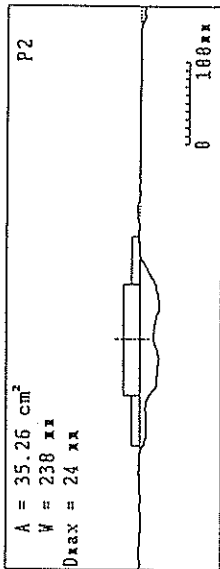
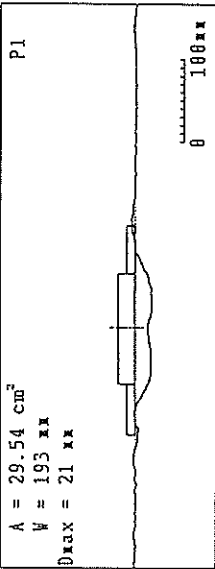


付図-3.3 掘跡断面 (T2)

テストNo T3

Vh = 8.266 m/s

blade No.3

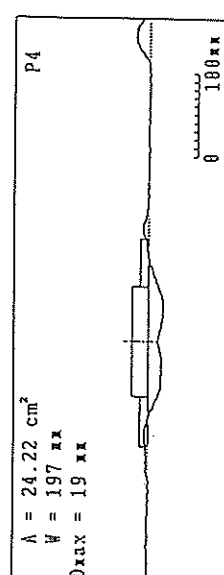
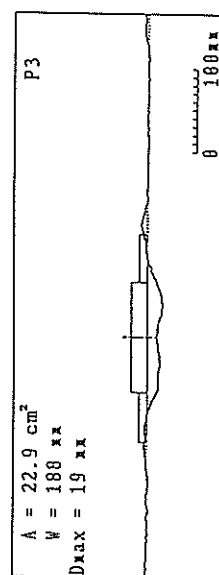
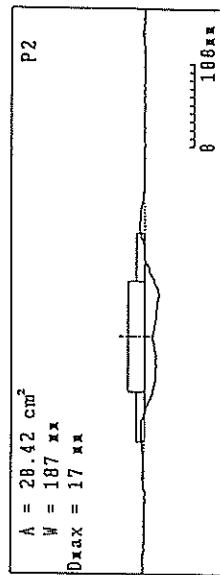
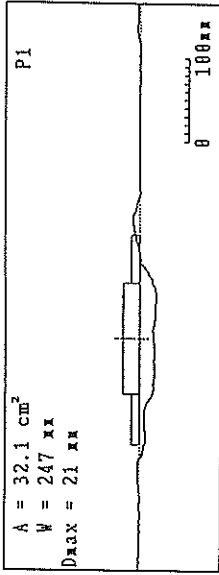


付図-3.4 掘跡断面 (T3)

テストNo T4

Vh = 8.266 m/s

blade No.4

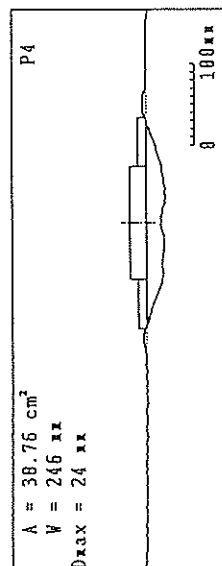
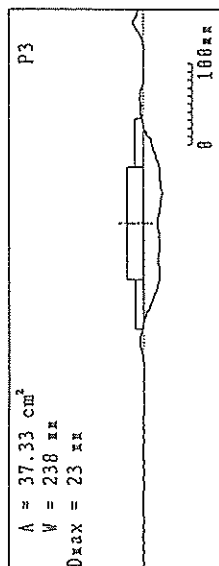
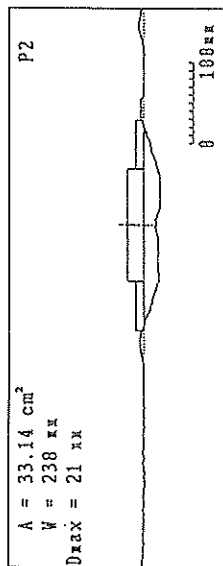
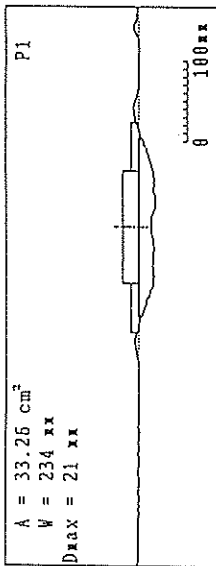


付図-3.5 掘跡断面 (T4)

テストNo K1

$V_h = 8.133 \text{ m/s}$

blade No.1



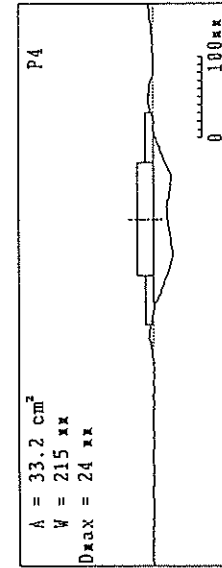
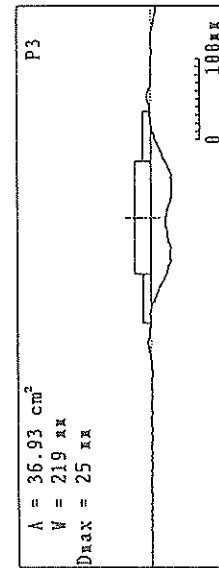
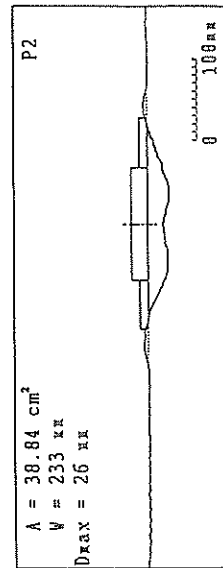
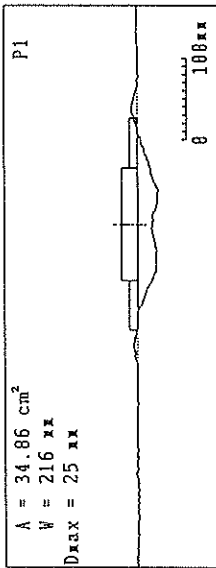
付図-3.6 掘跡断面 (K1)

3

テストNo K2

$V_h = 8.133 \text{ m/s}$

blade No.2



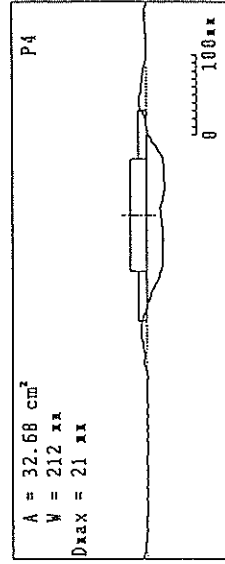
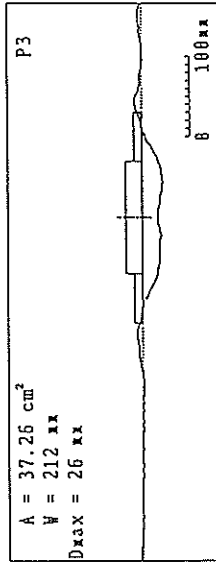
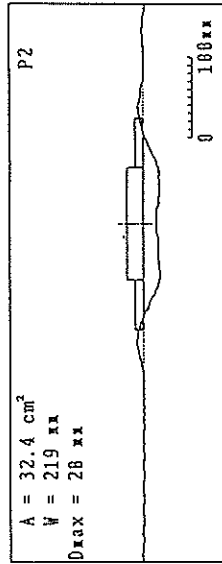
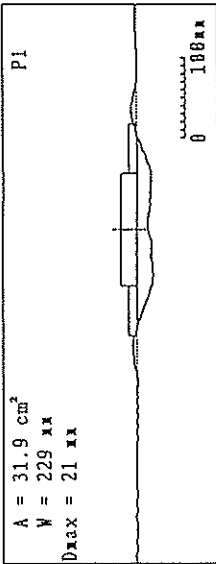
付図-3.7 掘跡断面 (K2)

3

テストNo K3

Vh = 8.133 m/s

blade No.3

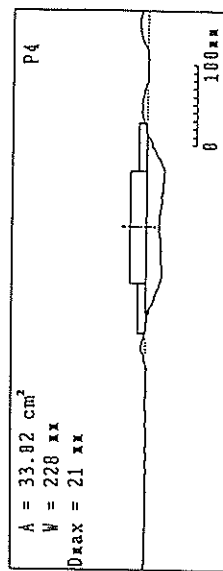
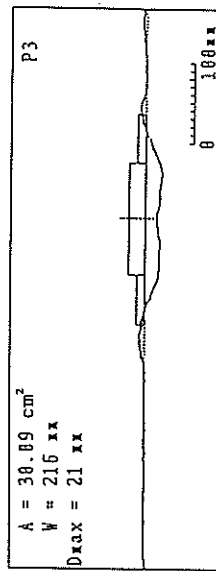
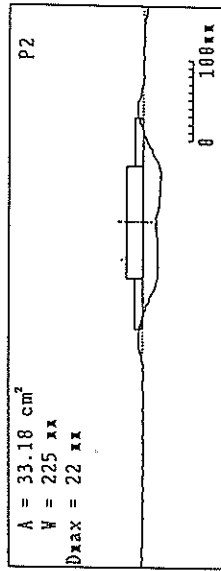
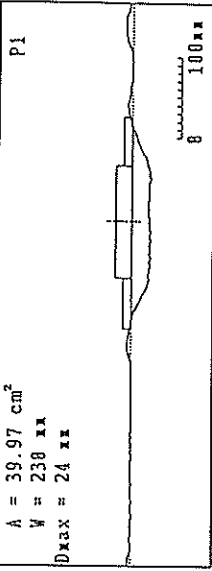


付図-3. 8 掘跡断面 (K3)

テストNo K4

Vh = 8.133 m/s

blade No.4

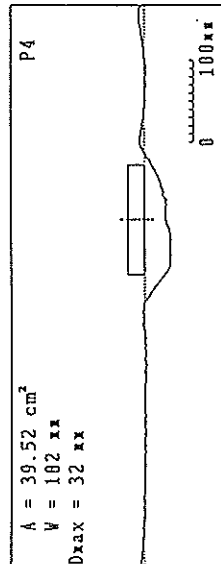
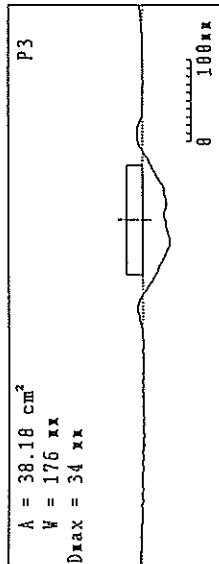
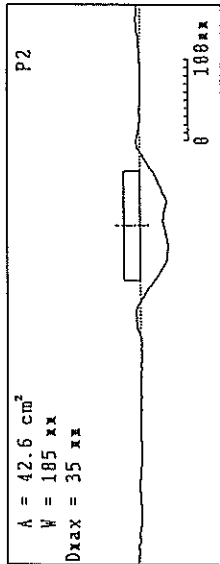
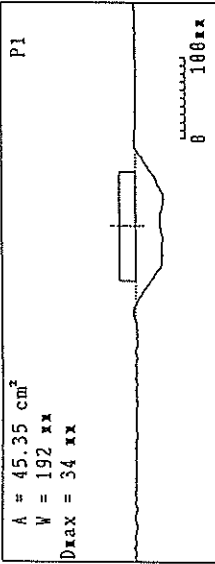


付図-3. 9 掘跡断面 (K4)

テスト№ D011 (1条目)

Vh = 8.133 x/s

blade No.0

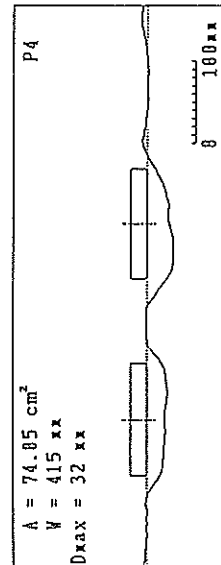
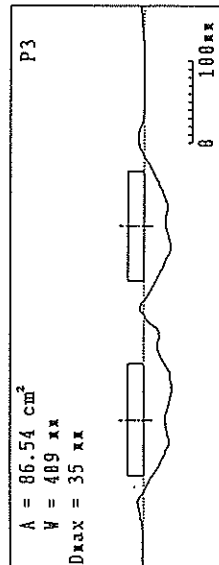
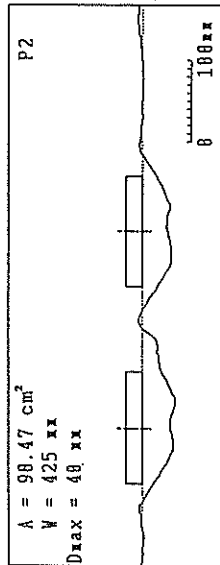
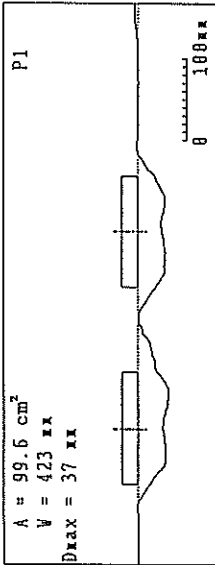


付図-3.10 (A) 掘跡断面 (D001) 1条目

テスト№ D012 (2条目 ヘッド間隔240mm)

Vh = 8.133 x/s

blade No.0

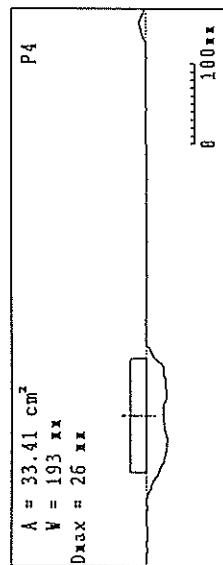
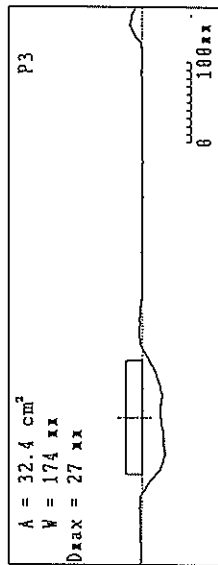
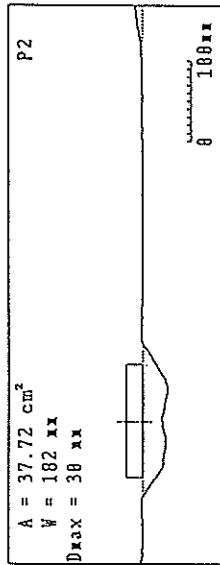
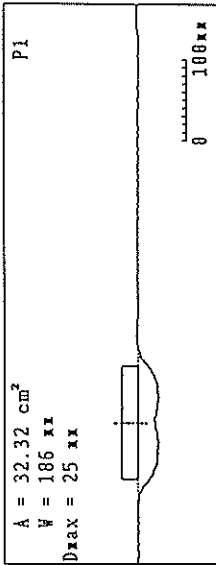


付図-3.10 (B) 掘跡断面 (D012) 2条目

テストNo D021 (1条目)

Vh = 9.199 m/s

blade No.8

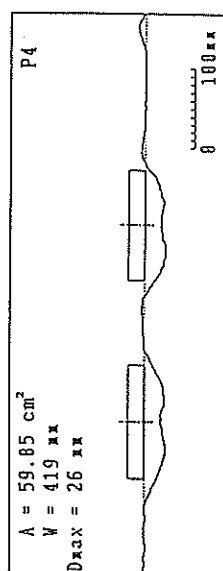
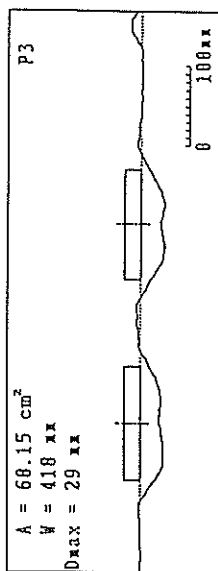
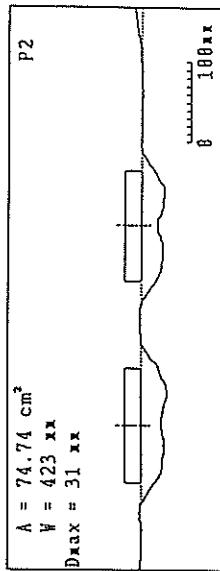
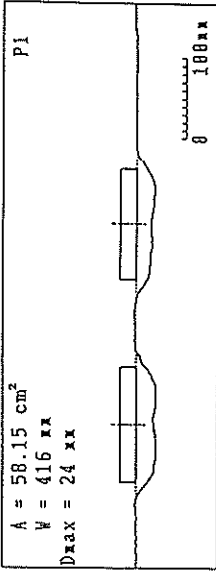


付図-3.11 (A) 掘跡断面 (D021) 1条目

テストNo D022 (2条目)

Vh = 9.199 m/s

blade No.8

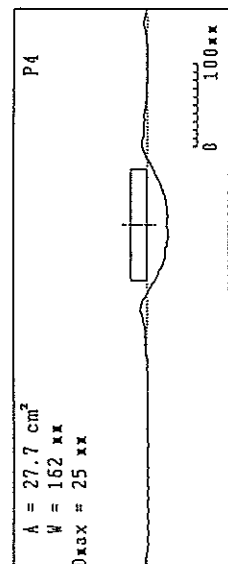
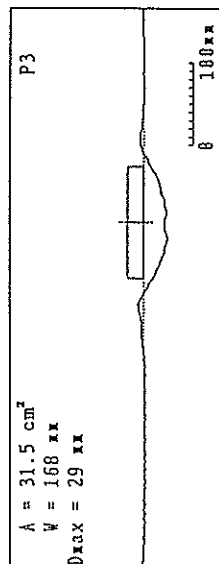
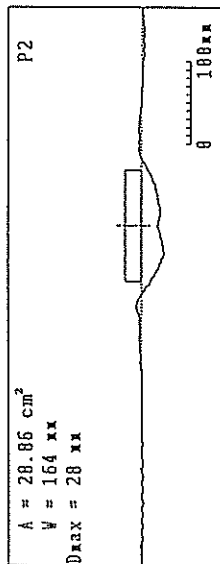
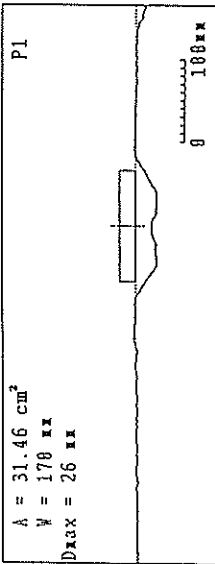


付図-3.11 (B) 掘跡断面 (D022) 2条目

テスト№ D031 (1条目)

$V_h = 0.255 \text{ m/s}$

blade No.8

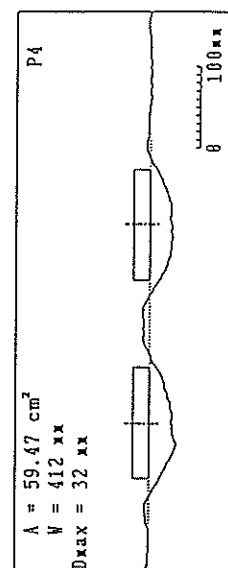
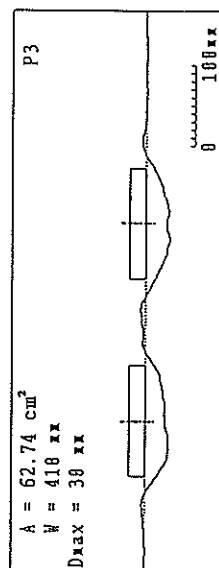
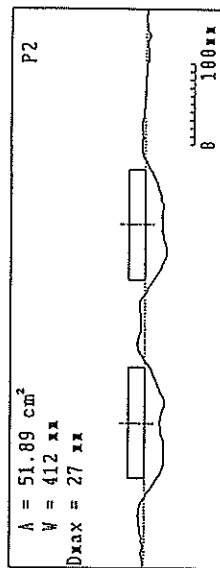
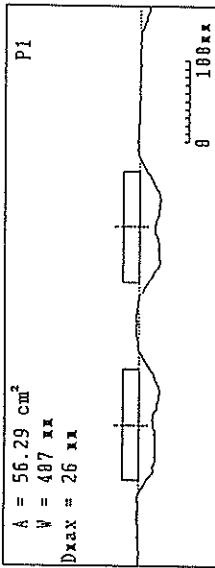


付図-3.12 (A) 掘跡断面 (D031) 1条目

テスト№ D032 (2条目 ヘッド間隔240mm)

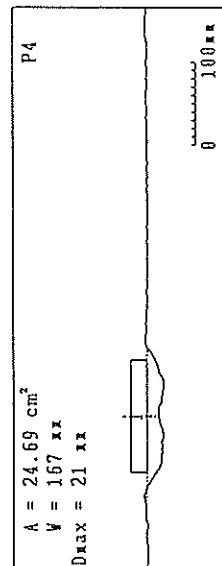
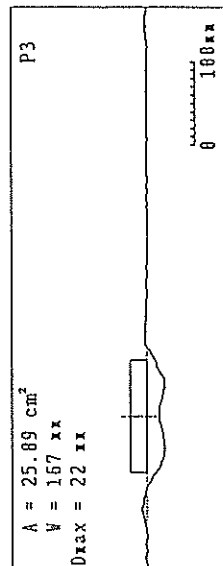
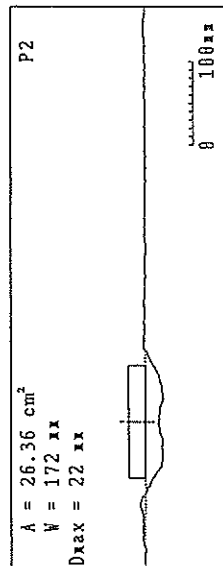
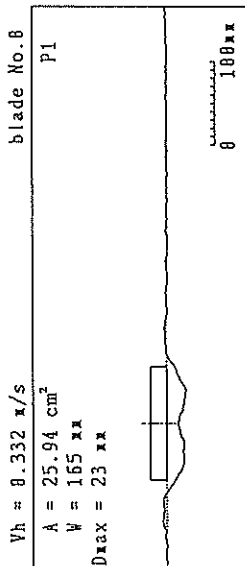
$V_h = 0.266 \text{ m/s}$

blade No.8



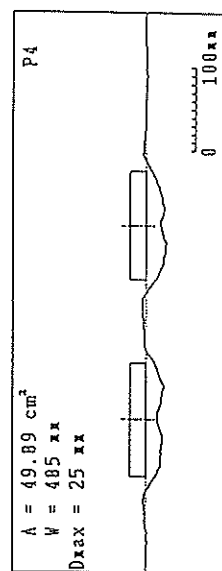
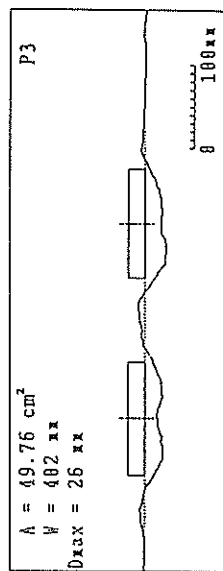
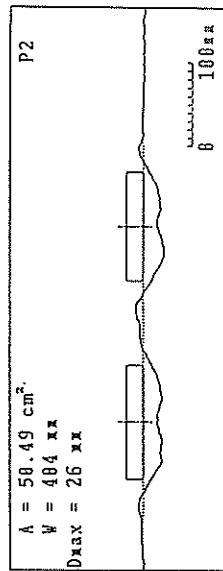
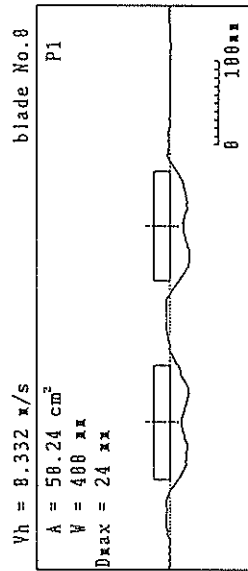
付図-3.12 (B) 掘跡断面 (D032) 2条目

テストNo D041 (1条目)



付図-3.13 (A) 抽跡断面 (D041) 1条目

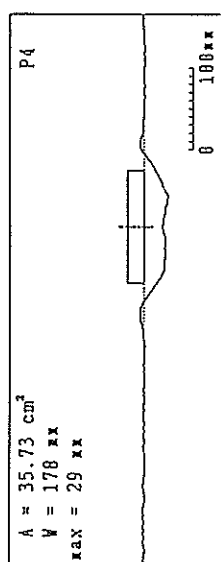
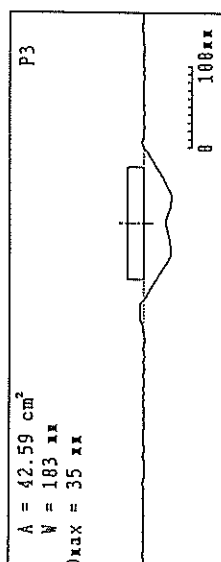
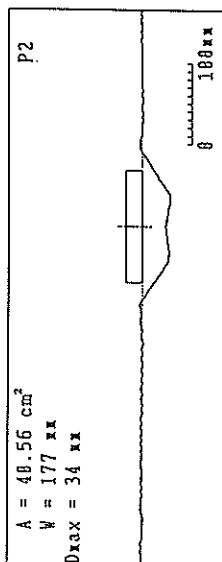
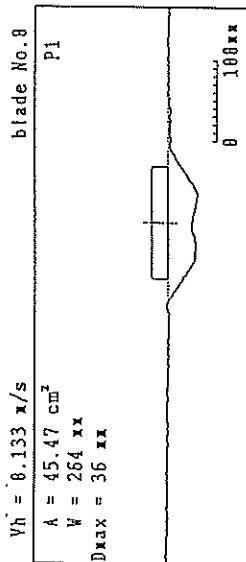
テストNo D042 (2条目 ヘッド間隔240mm)



付図-3.13 (B) 抽跡断面 (D042) 2条目

テストNo E011 (1条目)

$V_h = 8.133 \text{ m/s}$

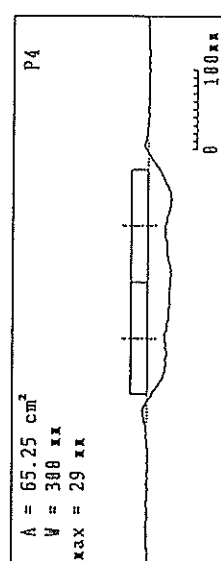
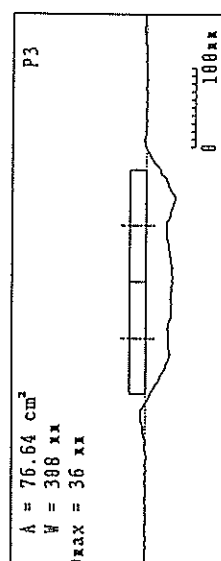
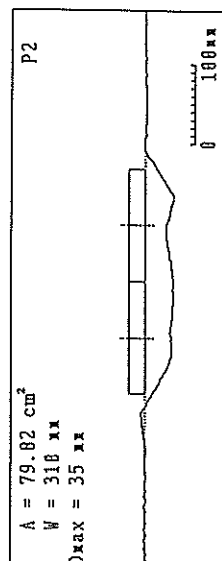
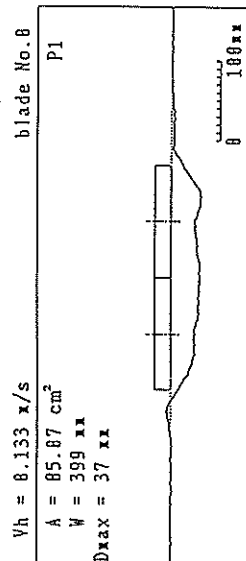


付図-3.14 (A) 掘跡断面 (E011) 1条目

3

テストNo E012 (2条目 ヘッド間隔130mm)

$V_h = 8.133 \text{ m/s}$



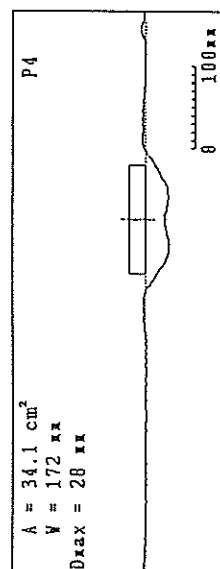
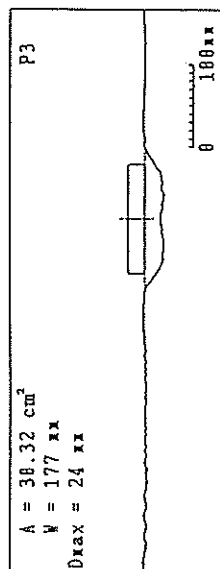
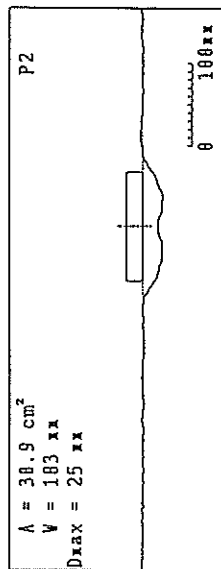
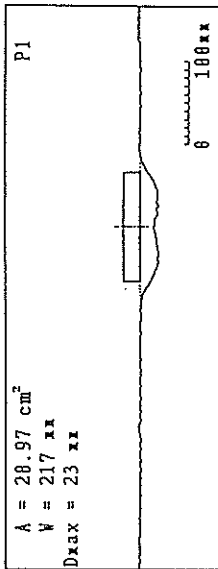
付図-3.14 (B) 掘跡断面 (E012) 2条目

3

テストNo E031 (1条目)

$V_h = 9.266 \text{ m/s}$

blade No.8

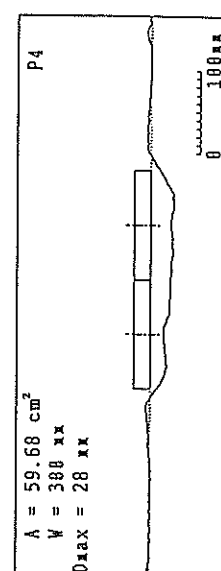
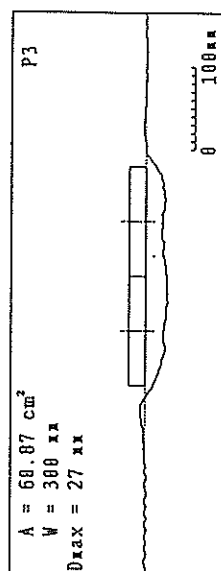
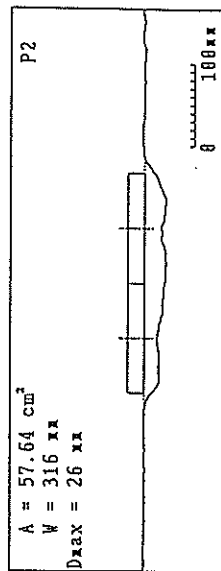
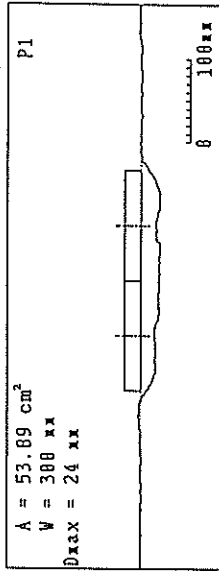


付図—3. 15 (A) 掘跡断面 (E031) 1条目

テストNo E032 (2条目 へつり間隔130mm)

$V_h = 9.266 \text{ m/s}$

blade No.8

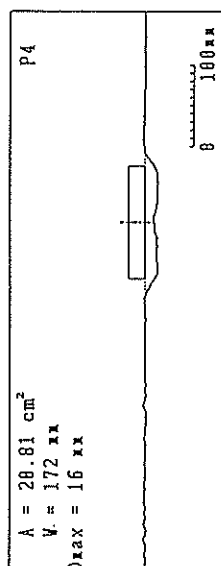
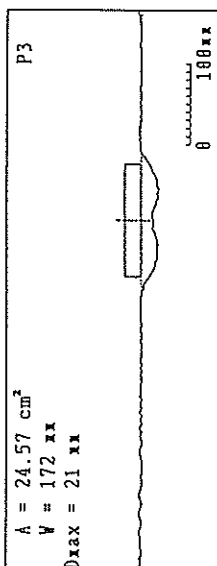
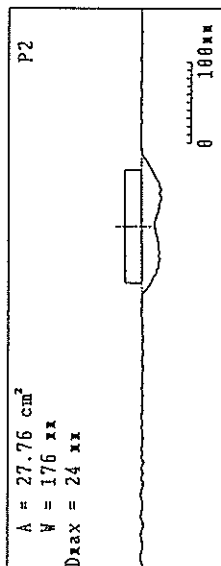
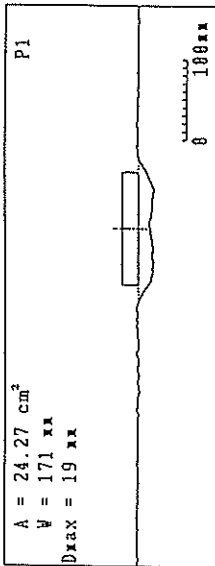


付図—3. 15 (B) 掘跡断面 (E032) 2条目

テストNo E041 (1条目)

Vh = 8.332 m/s

blade No.8

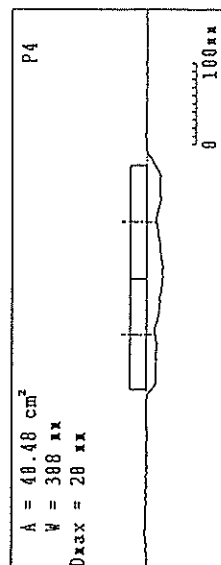
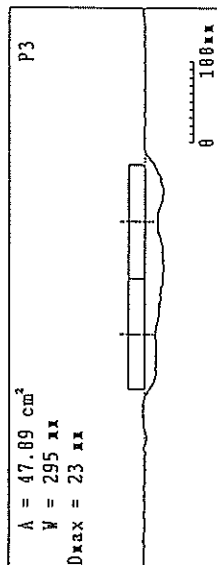
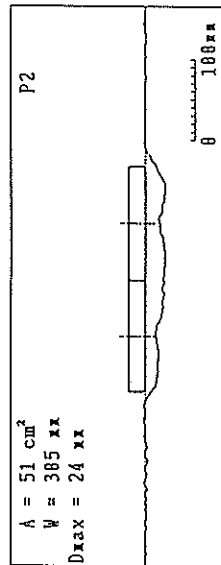
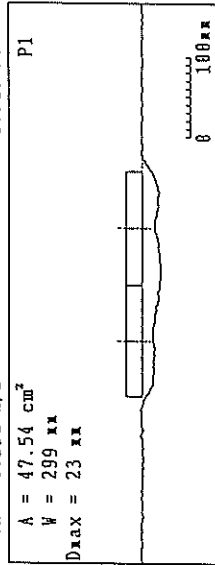


付図-3.16 (A) 掘跡断面 (E041) 1条目

テストNo E042 (2条目 ヘッド間隔130mm)

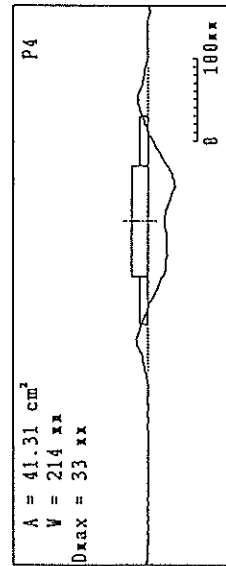
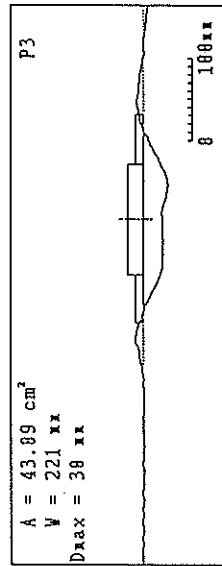
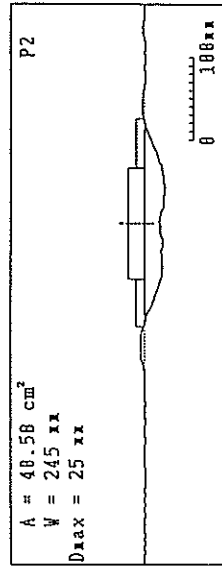
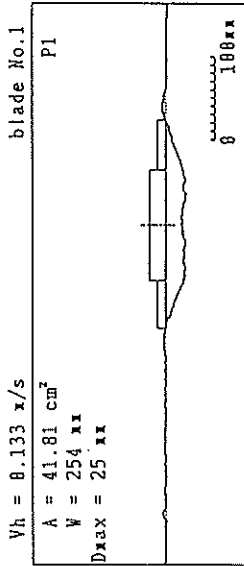
Vh = 8.332 m/s

blade No.8



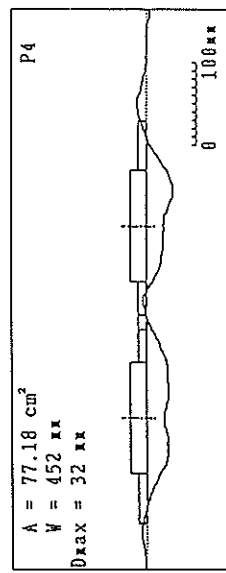
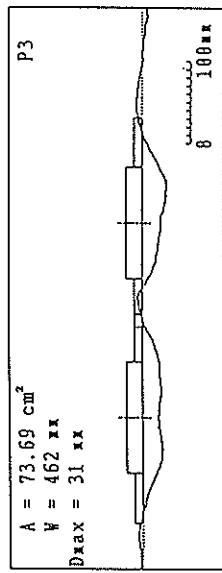
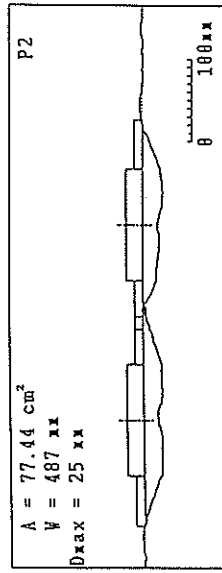
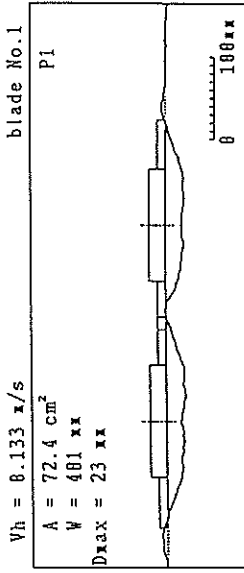
付図-3.16 (B) 掘跡断面 (E042) 2条目

テストNo D111 (1条目)



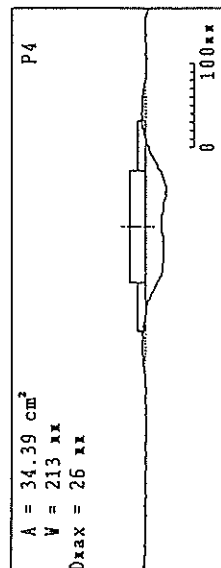
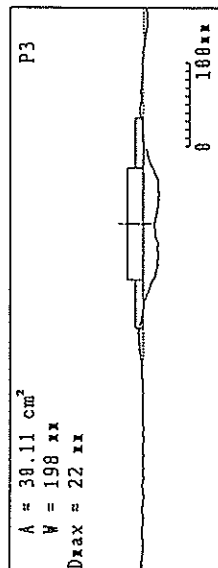
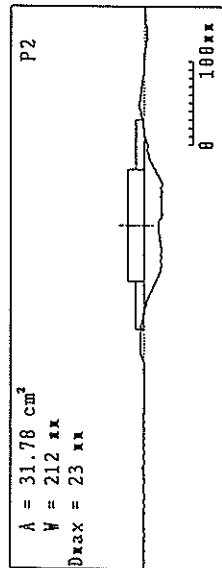
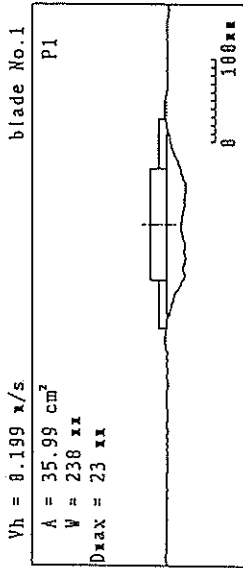
付図-3.17 (A) 掘跡断面 (D111) 1条目

テストNo D112 (2条目 ヘッド間隔240mm)



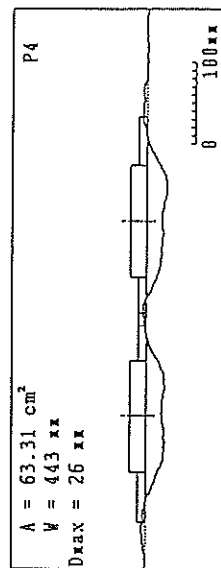
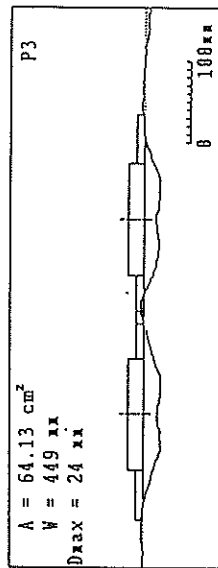
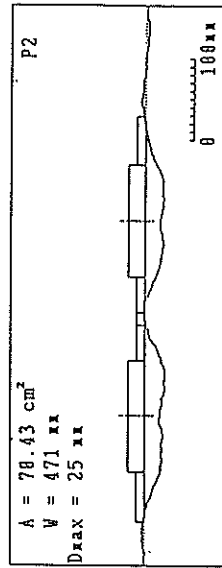
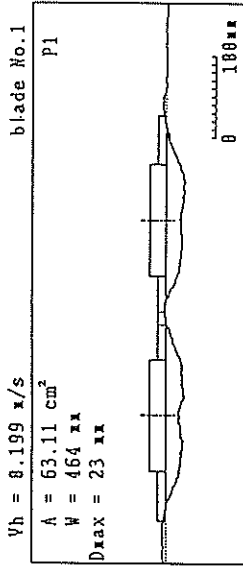
付図-3.17 (B) 掘跡断面 (D112) 2条目

テスト№ D121 (1条目)



付図-3.18 (A) 掘跡断面 (D121) 1条目

テスト№ D122 (2条目 ヘッド間隔240mm)

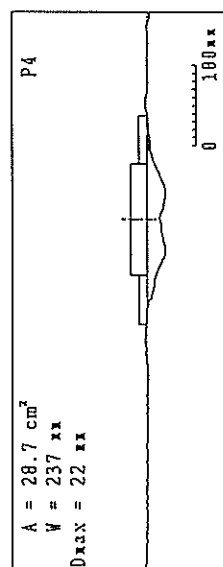
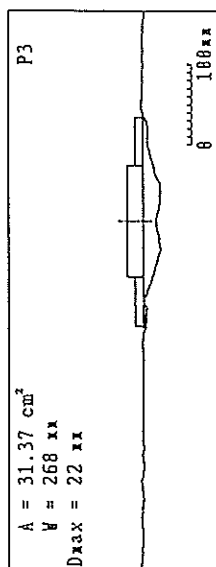
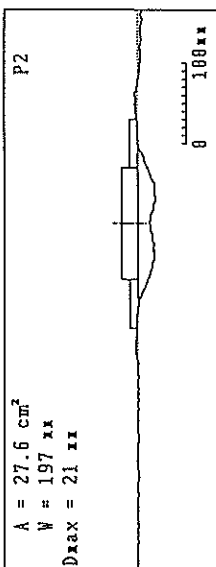
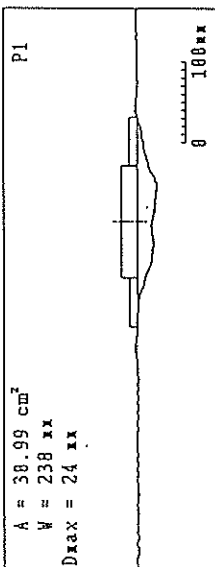


付図-3.18 (B) 掘跡断面 (D122) 2条目

テスト№ D131 (1条目)

$V_h = 0.256 \text{ m/s}$

blade No.1

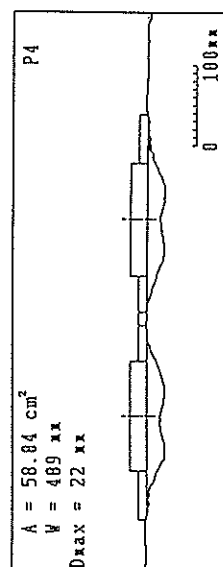
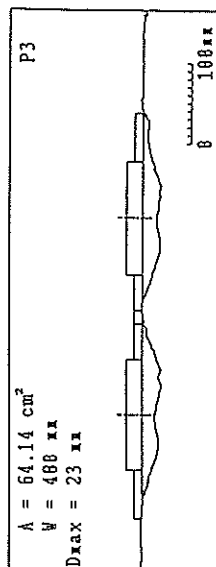
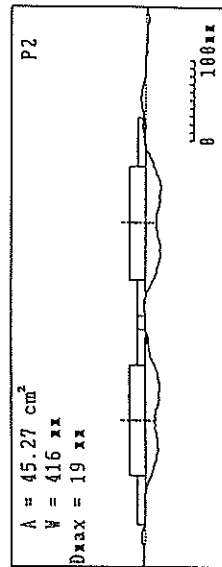
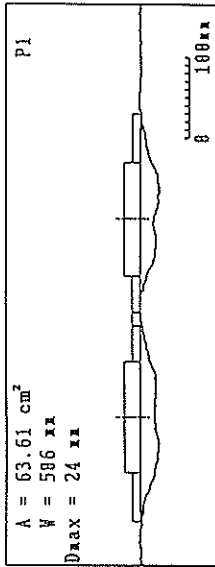


付図-3.19 (A) 掘跡断面 (D131) 1条目

テスト№ D132 (2条目 ヘッド間隔24.0mm)

$V_h = 0.266 \text{ m/s}$

blade No.1

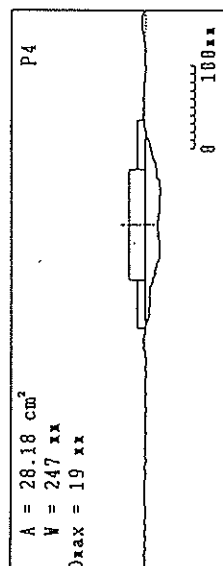
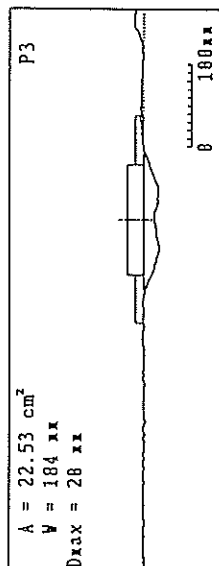
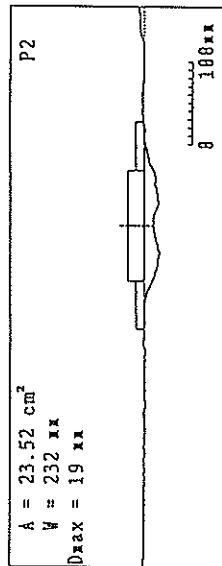
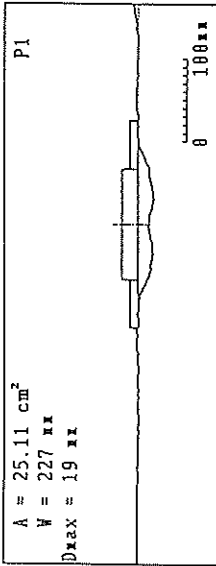


付図-3.19 (B) 掘跡断面 (D132) 2条目

テスト№ D141 (1条目)

Vh = 8.332 m/s

blade No.1



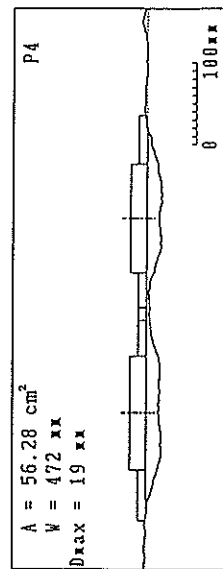
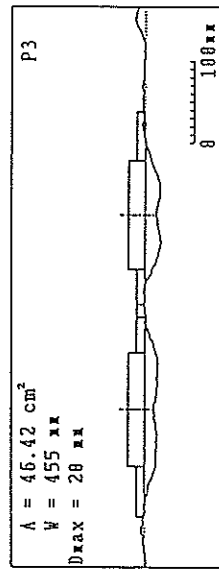
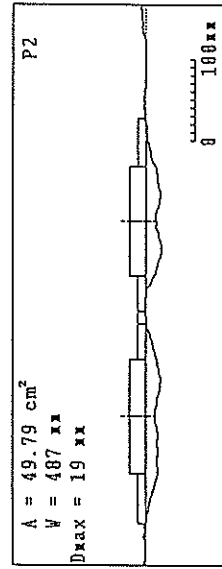
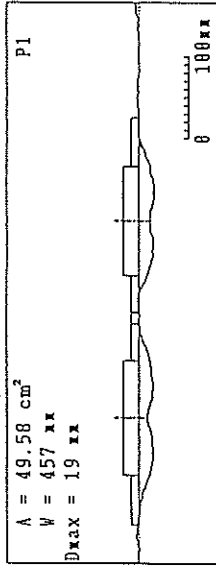
付図-3.20 (A) 掘跡断面 (D141) 1条目

3

テスト№ D142 (2条目 ヘッド間隔240mm)

Vh = 8.332 m/s

blade No.1



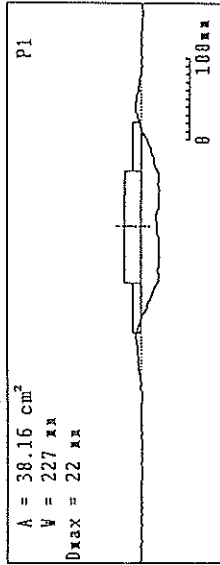
付図-3.20 (B) 掘跡断面 (D142) 2条目

3

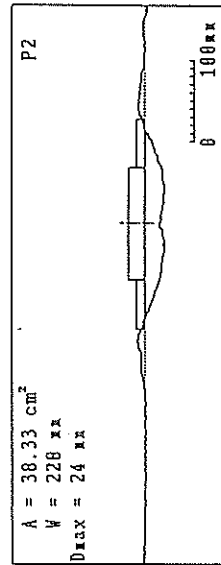
テスト№ E111 (1条目)

Vh = 8.133 m/s

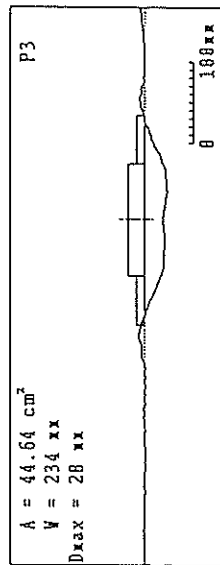
blade No.1



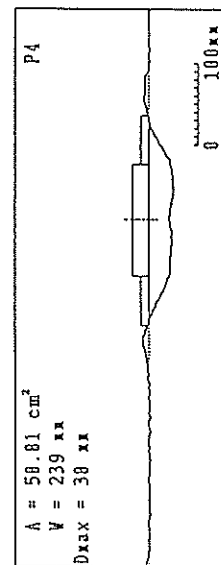
A = 38.16 cm²
 W = 227 mm
 Dmax = 22 mm



A = 38.33 cm²
 W = 228 mm
 Dmax = 24 mm



A = 44.64 cm²
 W = 234 mm
 Dmax = 28 mm



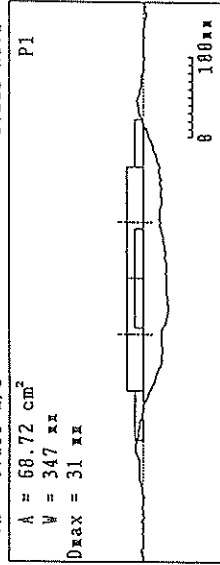
A = 58.81 cm²
 W = 239 mm
 Dmax = 38 mm

付図-3.21 (A) 掘跡断面 (E111) 1条目

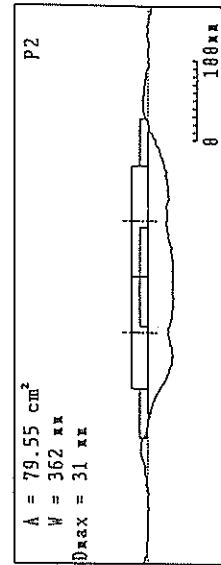
テスト№ E112 (2条目 ヘッド間隔130mm)

Vh = 8.133 m/s

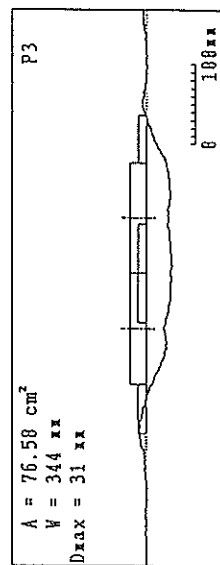
blade No.1



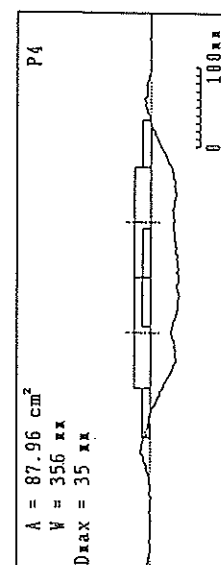
A = 68.72 cm²
 W = 347 mm
 Dmax = 31 mm



A = 79.55 cm²
 W = 362 mm
 Dmax = 31 mm



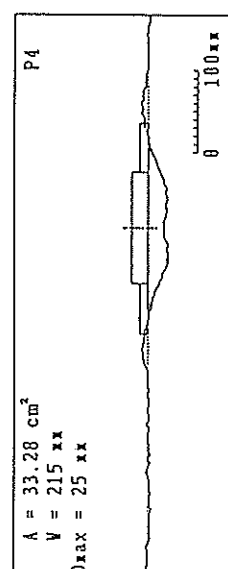
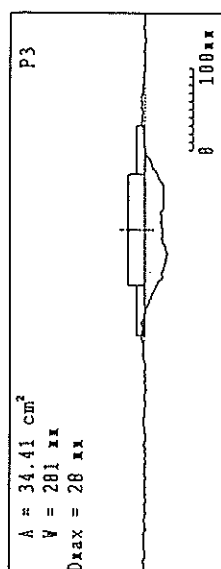
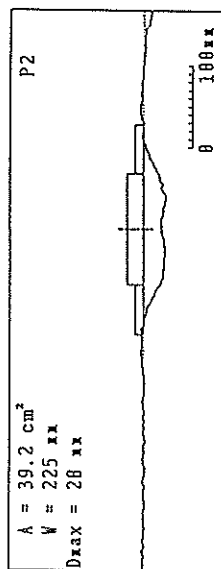
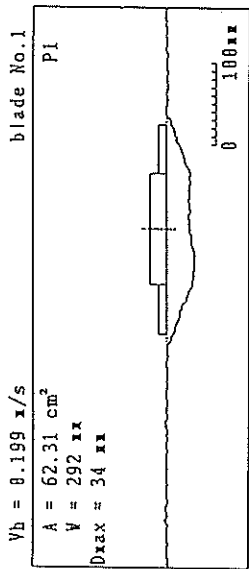
A = 76.58 cm²
 W = 344 mm
 Dmax = 31 mm



A = 87.96 cm²
 W = 356 mm
 Dmax = 35 mm

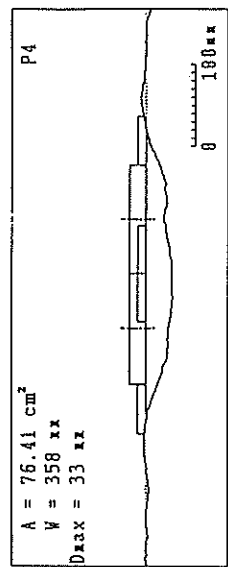
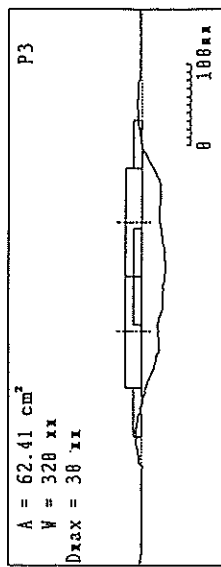
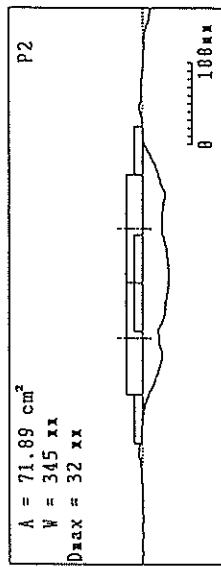
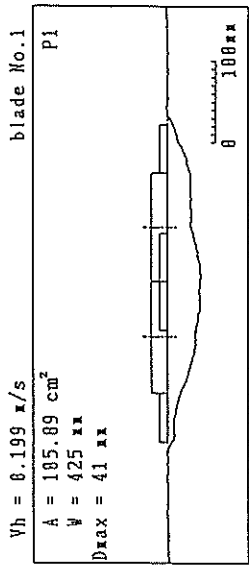
付図-3.21 (B) 掘跡断面 (E112) 2条目

テストNo E121 (1条目)



付図-3.22 (A) 掘跡断面 (E121) 1条目

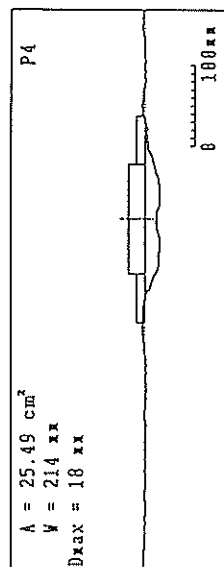
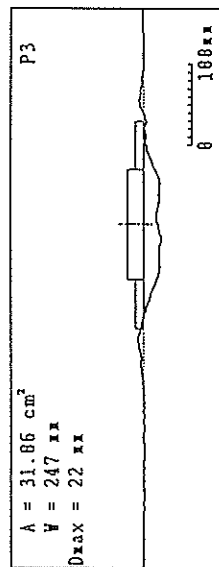
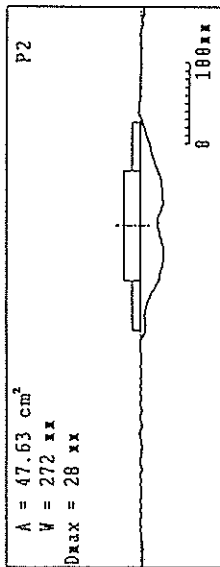
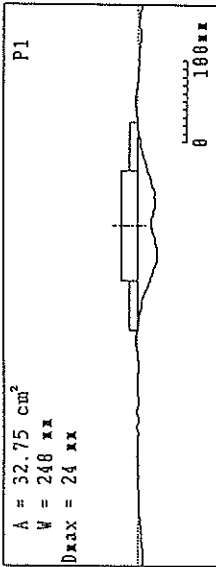
テストNo E122 (2条目 ヘッド間隔130mm)



付図-3.22 (B) 掘跡断面 (E122) 2条目

テストNo E131 (1条目)

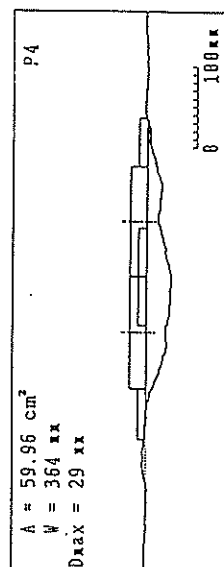
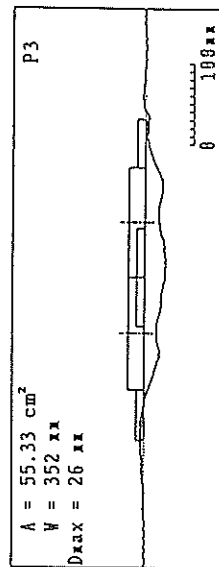
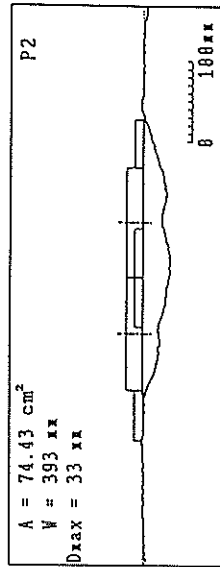
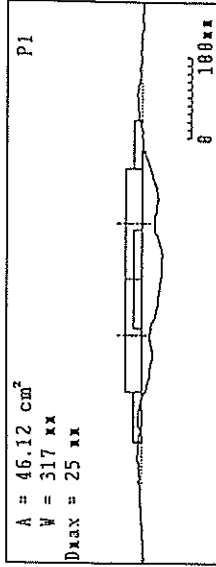
Vh = 0.266 m/s blade No.1



付図-3.23 (A) 掘跡断面 (E131) 1条目

テストNo E132 (2条目 ヘッド間隔130mm)

Vh = 0.266 m/s blade No.1

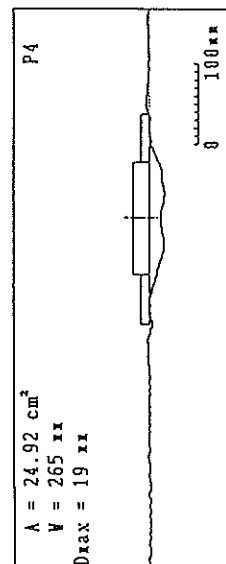
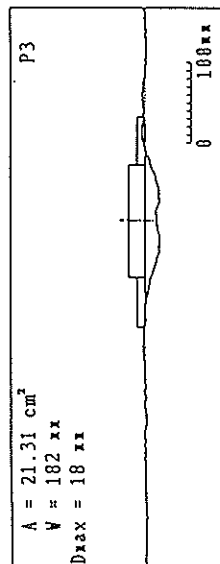
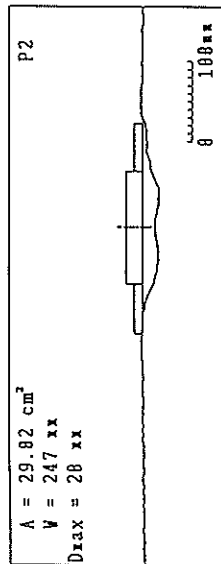
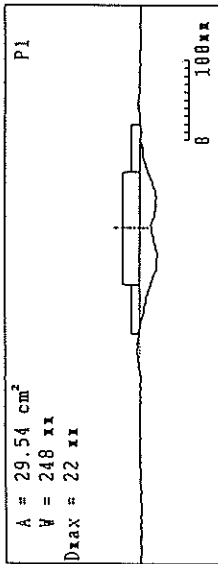


付図-3.23 (B) 掘跡断面 (E132) 2条目

テスト№ E141 (1条目)

Vh = 8.332 x/s

blade No.1



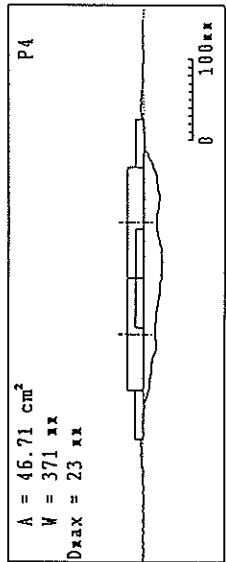
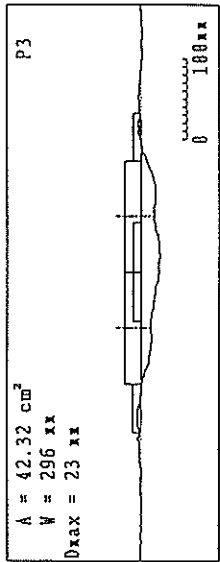
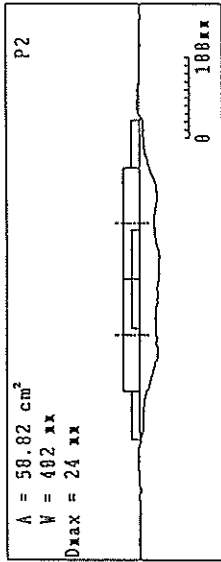
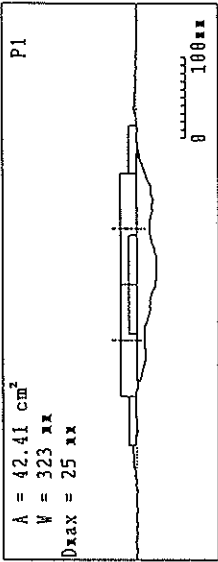
付図-3.24 (A) 掘跡断面 (E141) 1条目



テスト№ E142 (2条目 ヘッド間隔130mm)

Vh = 8.332 x/s

blade No.1

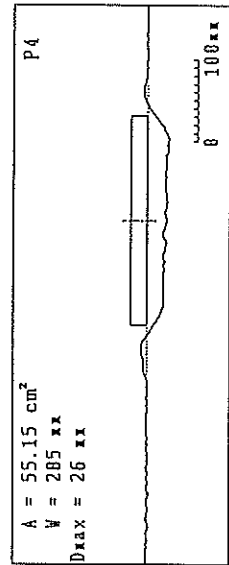
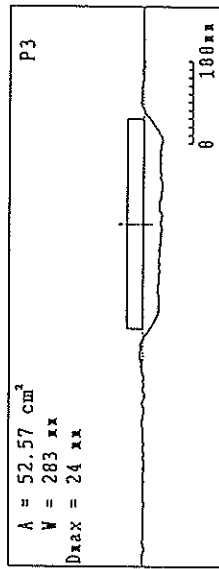
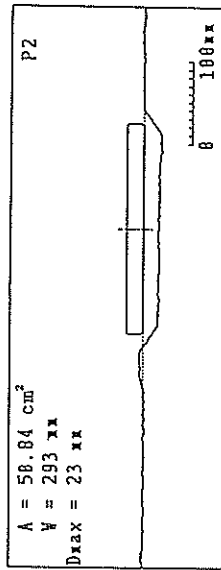
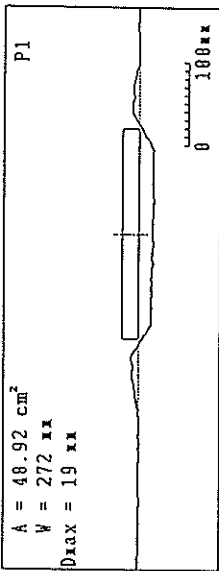


付図-3.24 (B) 掘跡断面 (E142) 2条目

テストNo D511 (1条目)

Vh = 8.133 m/s

blade No.5

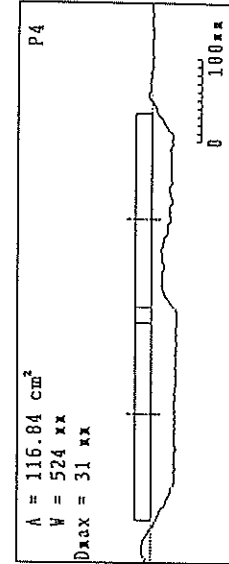
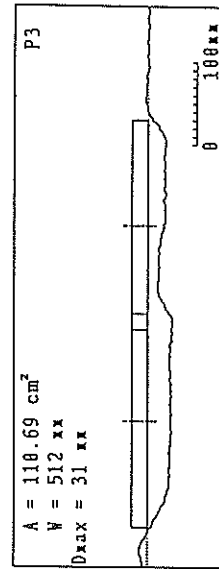
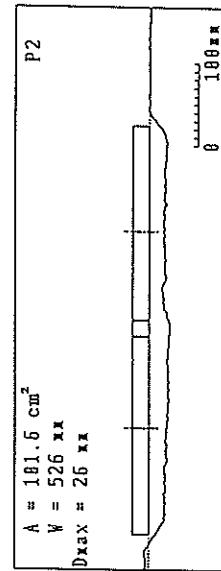
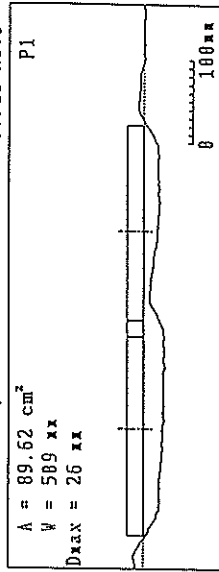


付図-3.25 (A) 掘跡断面 (D511) 1条目

テストNo D512 (2条目 ヘッド間隔240mm)

Vh = 8.133 m/s

blade No.5

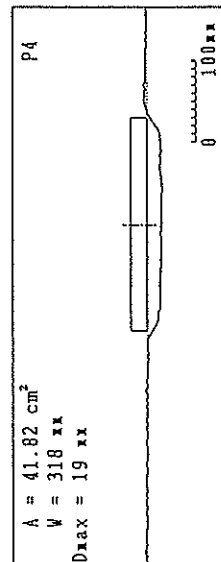
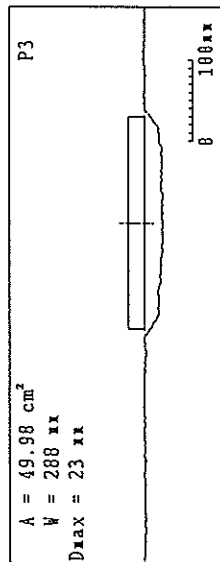
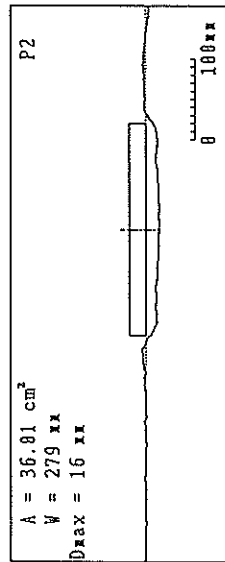
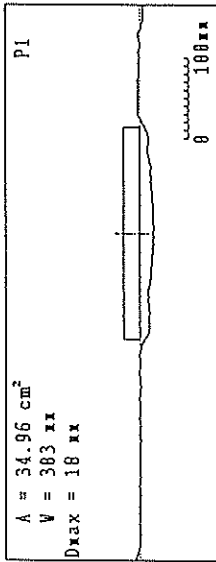


付図-3.25 (B) 掘跡断面 (D512) 2条目

テスト機 D531 (1条目)

Vh = 8.266 x/s

blade No.5

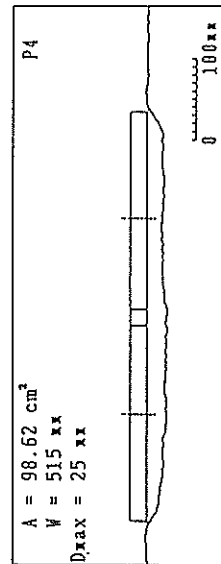
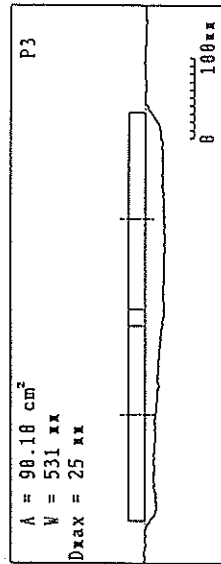
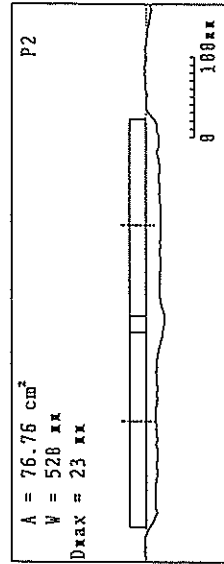
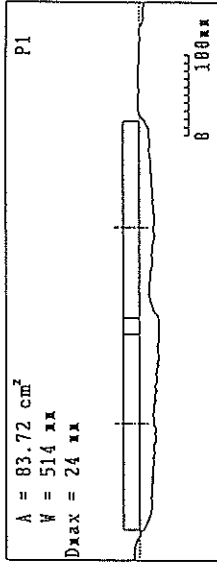


付図-3.26 (A) 掘跡断面 (D531) 1条目

テスト機 D532 (2条目 ヘッド間隔240mm)

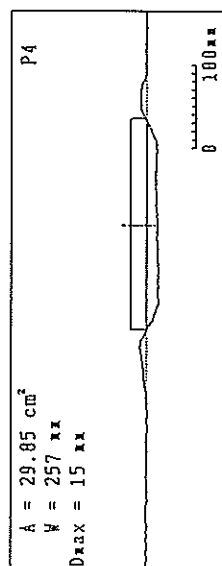
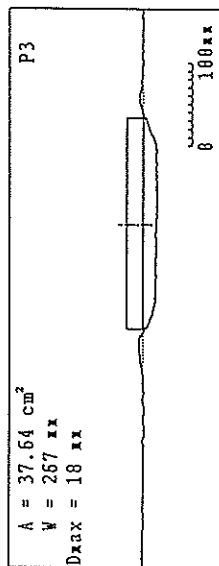
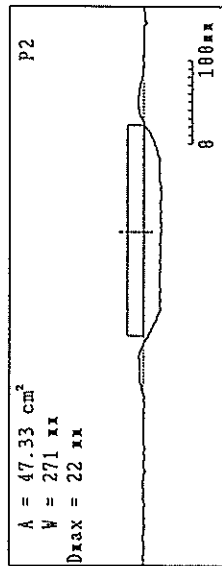
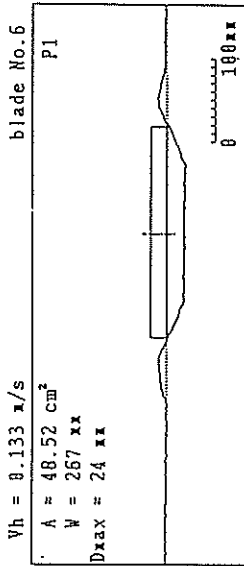
Vh = 8.266 x/s

blade No.5



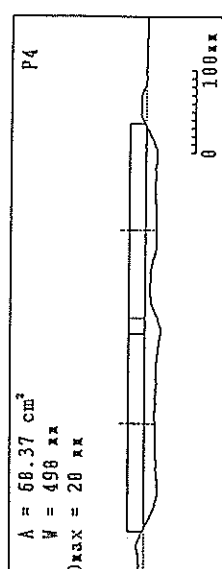
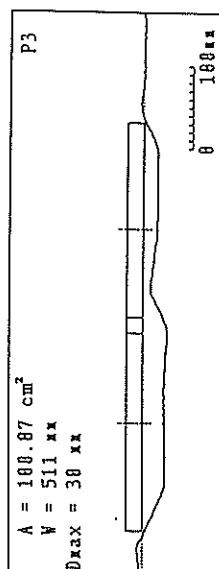
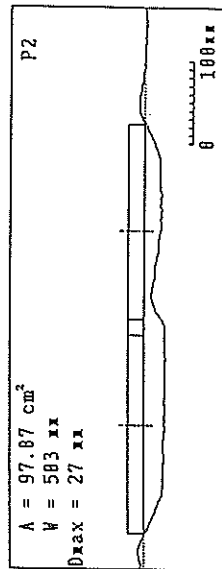
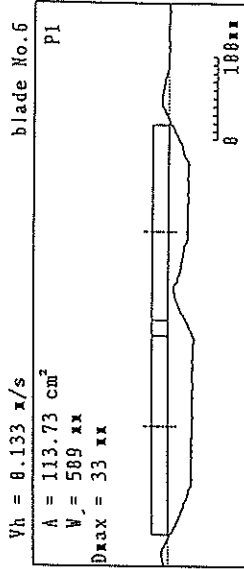
付図-3.26 (B) 掘跡断面 (D532) 2条目

テスト№ D611 (1条目)



付図-3.27 (A) 掘跡断面 (D611) 1条目

テスト№ D612 (2条目 ヘッド間隔240mm)

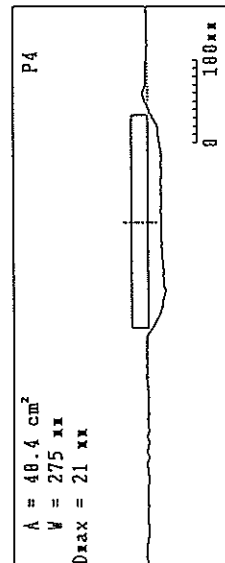
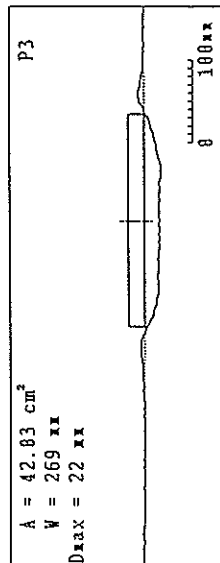
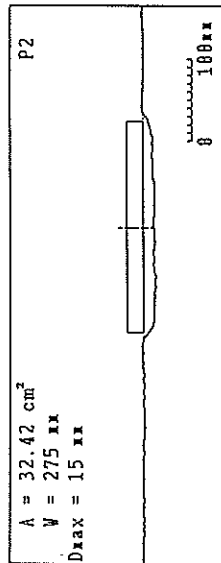
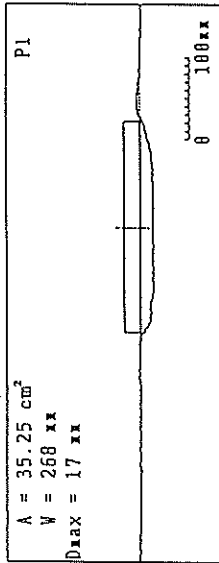


付図-3.27 (B) 掘跡断面 (D612) 2条目

テストNo D631 (1条目)

Vh = 8.266 m/s

blade No.6



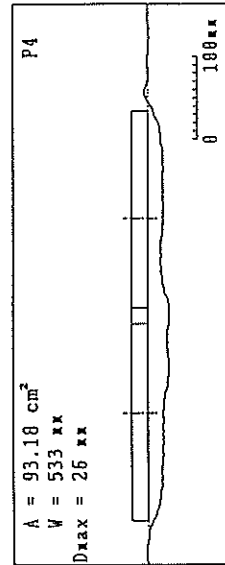
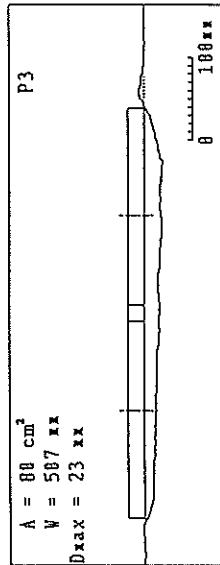
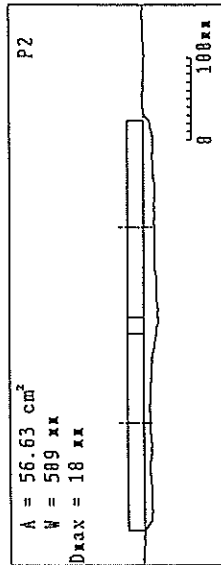
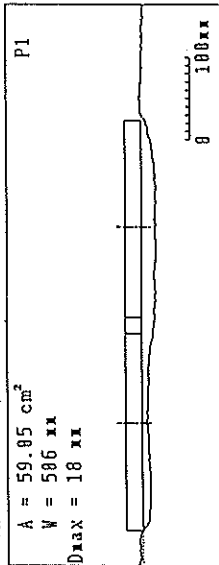
付図-3.28 (A) 掘跡断面 (D631) 1条目

3

テストNo D632 (2条目)

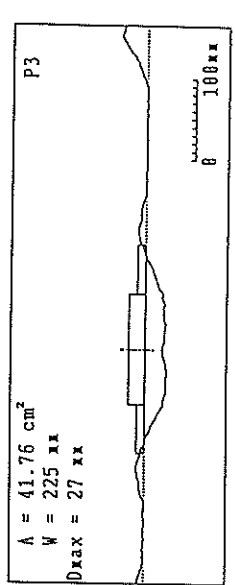
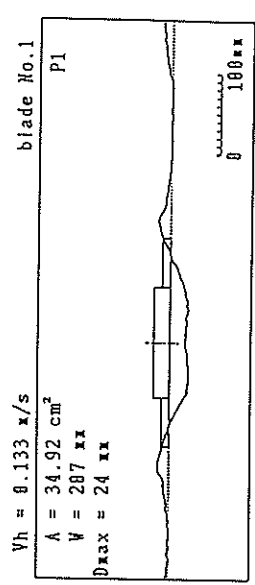
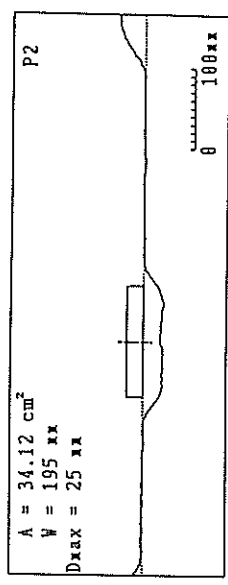
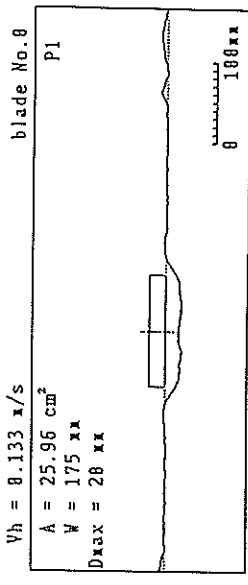
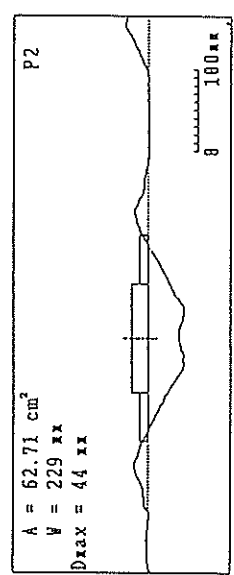
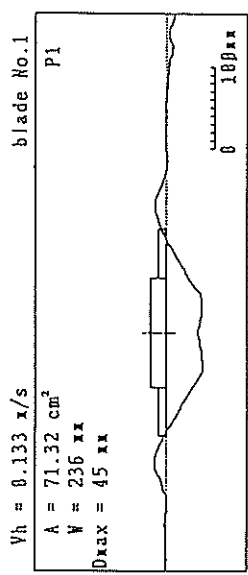
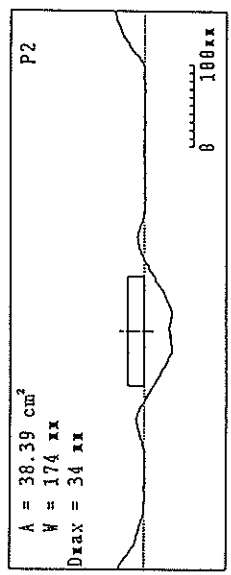
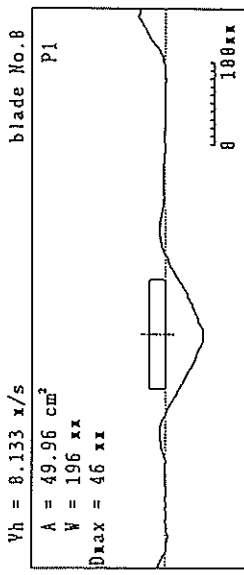
Vh = 8.266 m/s

blade No.5



付図-3.28 (B) 掘跡断面 (D632) 2条目

3



付図-3. 29 (A) 掘跡断面 (若干緩い地盤)

付図-3. 29 (B) 掘跡断面

港湾技研資料 No. 700

1991・3

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 横浜ハイテクプリンティング株式会社

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

Copyright © (1991) by P.H.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a
maching language without the written permission of the Director General of P.H.R.I.

この資料は、港湾技術研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本資料の全部又は一部の転載、複
写は、港湾技術研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。