

土木 むかし

浚渫の話

その
(1)

五洋建設(株) 土木本部 機械部

室田恭宏

浚渫とは

浚渫とは、水底の土砂を浚う(さらう)ことです。広辞苑では、「浚」という字も「渫」という字も「さらう」と読み、川や井戸などの底にたまる土砂やごみを取り除くことを意味します。

浚渫の目的は、①航路浚渫、②泊地浚渫、③埋立、④床掘などに分けられます。

- ① 航路浚渫……船舶が安全に航行する幅と水深を確保します。
- ② 泊地浚渫……船舶が安全に停泊できる場所を確保します。
- ③ 埋立……水底の土砂を採取して、土地造

成に使用します。

- ④ 床掘……構造物の基礎を築造するために不良土を除去します。
- ⑤ その他……覆土、中詰め、養浜などの目的に使用する土砂を採取します。

浚渫は港湾工事の先駆け

港湾工事の歴史を語るとき、江戸時代に行われた大阪安治川の川浚えを抜かすことはできません。次頁の図表1は1831(天保2)年の様子を描いたもので、江戸時代に行われたこの川浚えは、別名「天保の大浚え」とも呼ばれ、港湾工事の先駆けといわれています。

当時の安治川河口は、海の玄関として大阪の繁栄を支えていましたが、堆積した土砂で船の航行に支障をきたしたようです。そこで航路浚渫を行い、浚渫した土砂を天保山へ運搬して埋め立てたそうです。町人が延べ10万人動員され、2年がかりで工事が行われました。

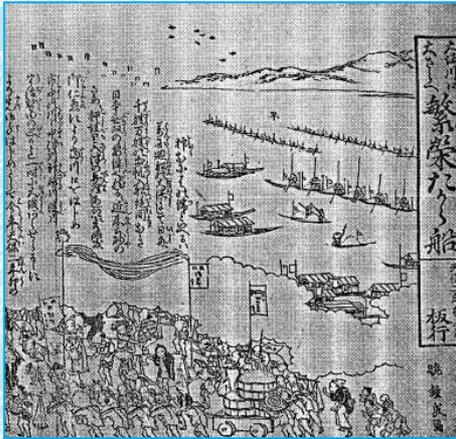
図表1の作業の様子を次頁の図表2のとおり拡大してみます。長い竹棹の先に鋤簾(じょれん)がつけられ、これを水底に落とし、棹を肩にして、撓みを利用して、両手で揺り寄せて土砂を掻き上げていたようです。

浚渫船の登場と推移

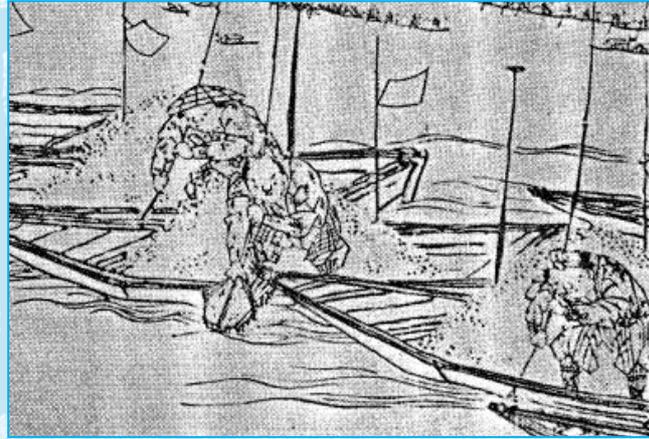
「1868年、慶応4年1月、石川島近辺の水底をさらって大船の出入りの便を良くするために川浚船を造りました。これに肥田浜五郎がオランダで購入した蒸気機関を据え付けました。」という記録が残っています(日本作業船協会「作業船」第158号(1985年3月)32頁より引用)。動力として蒸気機関を据え付けた浚渫船が江戸時代の終わりに登場しました。

旧内務省の西壽夫氏がこの川浚船の資料を集め、仕様を推定し、図面を描いています(次頁図表3)。非自航のバケット浚渫船で、船体の長さが21m、幅が6mでした。浚渫深度は水面下3mで、浚渫能

図表1 安治川の川浚え（全景）



図表2 安治川の川浚え（大写し）



出所 図表1・2とも日本作業船協会「作業船」第159号（1985年5月）45頁

力は $48\text{m}^3/\text{h}$ 程度です。

1945（昭和20）年までバケット浚渫船は浚渫工事の主役でした。明治時代に90隻、大正時代に35隻、昭和初期に38隻が建造されています。

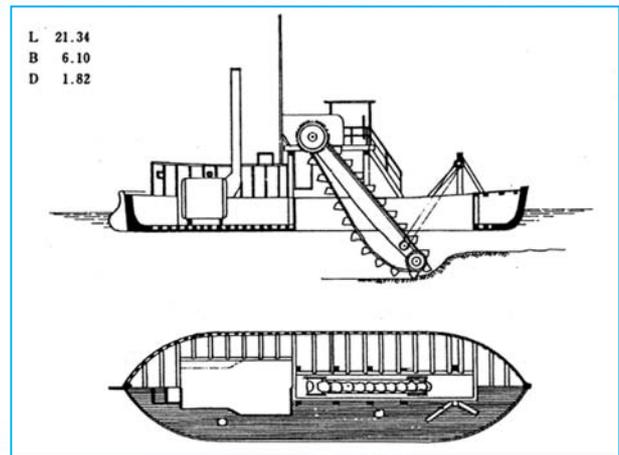
エンジンは石炭炊きの蒸気エンジンで、船体は鋼製ではなく木造の船も多かったようです。浚渫能力は、初期の10倍の約 $500\text{m}^3/\text{h}$ まで大型化されました。

1945（昭和20）年以降、バケット浚渫船からポンプ浚渫船へ主役が交代しました。ポンプ浚渫船は、スパッドにより船体を保持し、固定点を中心に船体をスイングさせながら、カッターで海底土砂を掘削すると同時に浚渫ポンプで水とともに吸引し、排送します（図表4）。

1960年代、工業立地の適地として臨海地域が注目され、埋立による用地造成が増え、ポンプ浚渫船は100隻以上建造されました。1962（昭和37）年にはディーゼルエンジン駆動8,000PS（馬力）の出力のポンプを装備した船が建造されました。1時間に約 $1,000\text{m}^3$ の土砂を浚渫して、約5 km先の埋立地まで排送することが可能となりました。

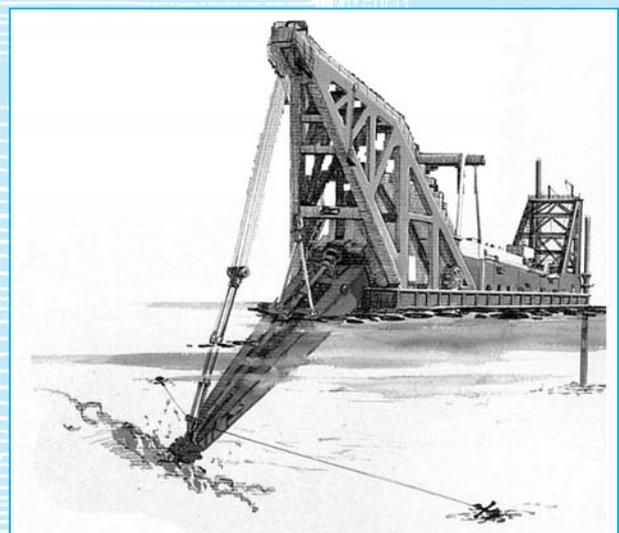
1970（昭和45）年以降、浚渫工事は多様化が求められてきました。浚渫土砂の処分地が遠く、浚渫規模が比較的小さい工事にグラブ浚渫船を使用することが増えました。この30年にわたって、500隻以上が全国の港に点在しています。1995（平成7）年にはグラブ容量 200m^3 の船が建造されました（次頁写真1）。

図表3 日本初の浚渫船



出所 日本作業船協会「作業船」第158号（1985年3月）34頁

図表4 ポンプ浚渫船



出所 五洋建設資料より抜粋

写真1 グラブ浚渫船



出所 日本作業船協会『作業船40周年のあゆみ』(1998年4月) 38頁

一般的にグラブ浚渫船は船の四方へ係留索を約100 m張り、船の位置を固定します。係留索を張った区域は一般船舶が航行できない区域となります。最近のグラブ浚渫船の特徴として、移動装置を付加したスパッド方式が見られます。係留索を使用しないので、占有面積を最小限に抑えられ、港の中の航路や泊地の増深工事で活躍しています。

水位を測る

1875(明治8)年にオランダ人技術者を招聘し、利根川を浚渫(総土量2億2,000万m³)して盛土し堤防を整備する工事が行われた際、わが国で初めての量水標が登場しました。

量水標とは、写真2にあるとおり河川や港湾の水位を測る設備で、垂直に立てた支柱に目盛りが振られており、これを目視で読み取るもので、洪水や増水の際に報告される水位は、この量水標の読取値です。なお、東京湾の平均海水面をT.P.(Tokyo Peil) トウキョウ ペイル といい、Peilはオランダ語で「基準面」を意味しています。

現在では、自動水位計測システムが使用されています(図表5)。圧力計で水面からの圧力を計測して、圧力値を水深値や潮位に変換し、データを無線で浚渫船に送ります。浚渫船ではリアルタイムに水位や潮位を知ることができます。

位置を測る

何もない水面で自らの位置を測ることは容易ではなく、以前は次頁の図表6にあるような六分儀を使用して浚渫船の平面位置を計測していました。

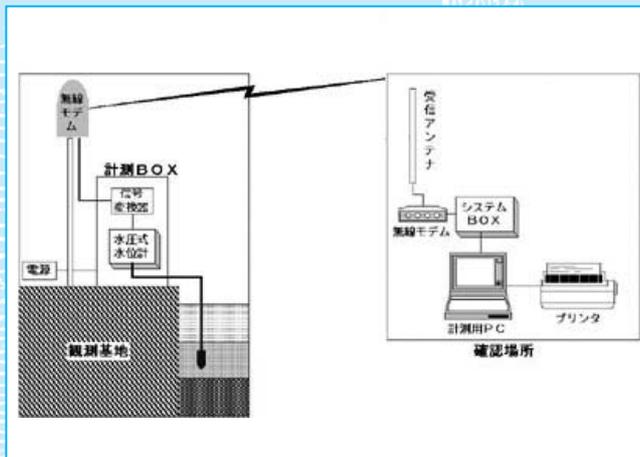
測量方法は、まず陸上に2つ以上の基準点を設置します。そして浚渫船のスパッドの位置に立ち、六分儀で基準点を視準し、角度を読み上げます。その角度を図面に落とし、浚渫船のスパッドの座標を確認しました。

また、陸上から浚渫船の位置を計測する場合は、トランシットや光波測距儀を使用していました。それらは測定距離に限界があるので、浚渫船が陸上か

写真2 量水標

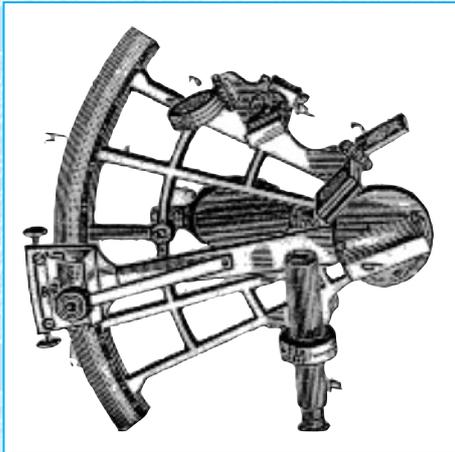


図表5 自動潮位計測システム



出所 写真2・図表5とも五洋建設資料より抜粋

図表6 六分儀



出所 五洋建設資料より抜粋

ら2 km 以上離れる場合には、海上に測量槽を設置したり、測定距離が数十 km に及ぶ電波式の船位測定器を使用したりしました。

1993 (平成5) 年以降から GPS 技術が導入されるようになりました。GPS は、人工衛星からの電波を用いた位置測定システムで、高度2万 km 上空を飛ぶ人工衛星からの1 GHz 帯のマイクロ波を利用して、空が見渡せる場所であれば、昼夜天候に左右されることなく、地球上のどこでも利用することができます。

特にリアルタイムキネマティック-GPS (RTK-GPS) 方式は、リアルタイムで移動しながら数 cm

の精度で計測することができるようになっていきます (図表7)。このシステムは、陸上に設置する基準局と浚渫船に設置する移動局があり、それぞれ GPS アンテナ、受信機とデータの送受信機から構成されています。海上 GPS 利用推進機構が提供する高出力の無線方式では、距離が15km 以内の範囲で利用できます。

水深を測る

1870年頃の明治時代に水の深さを測る場合、レッド (測鉛) をつけたロープを測量船から下ろして水深を測っていました (次頁図表8)。

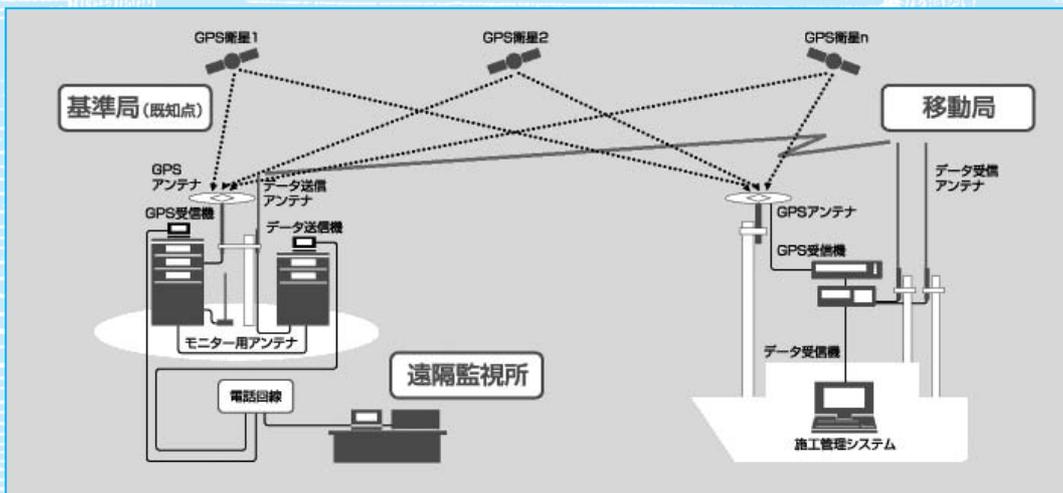
1945 (昭和20) 年以降からは、単素子の音響測深器を測量船に設置して音波を発信し、海底から跳ね返ってくるまでの時間から水深を測るようになりました (次頁図表9)。これは上記の方法と異なり航行しながらの測深が可能となりました。

さらに1950年代からは、単素子音響測深器を複数使用することにより、幅広く測深するようになりました (次頁図表10)。

RTK-GPS の登場とリンクして、1990年代中盤からナローマルチビームを利用したシステムを測量船に設置して測深する技術が開発されました。

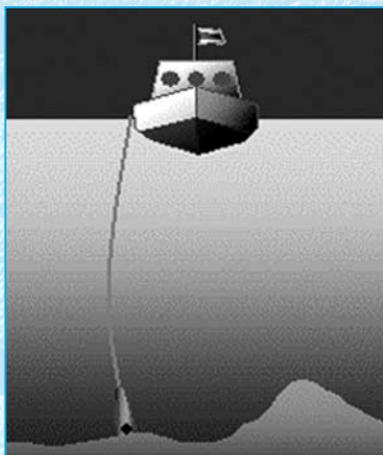
この測深器は、指向性の鋭い超音波を一度に扇状

図表7 RTK-GPS システム構成

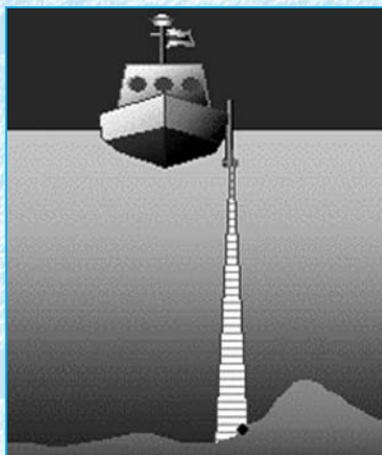


出所 海上 GPS 利用推進機構 HP

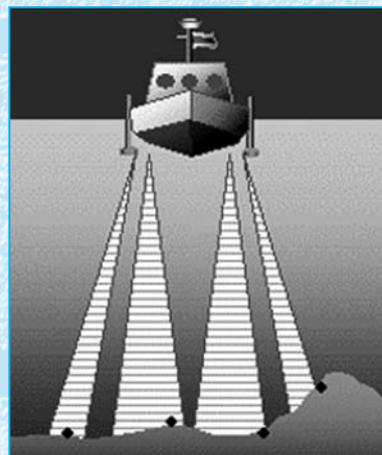
図表8 レッド測深



図表9 単素子音響測深

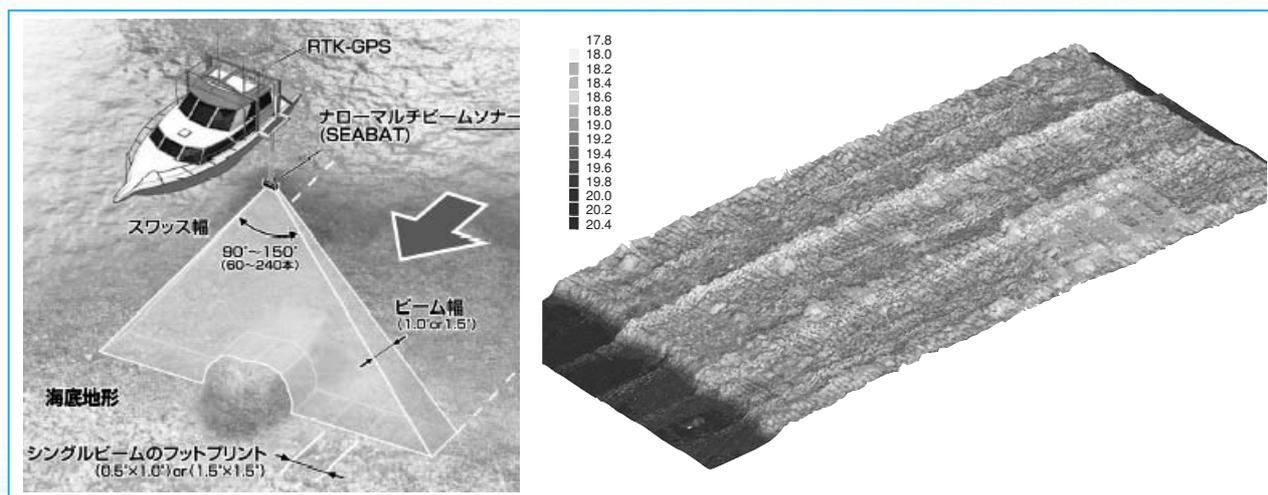


図表10 多素子音響測深



出所 図表8・9・10とも第九管区海上保安本部 HP

図表11 ナローマルチビームを利用した深浅測量システム



出所 五洋建設「ナローマルチビームを利用した深浅測量システムパンフレット」(2002年)

に送受信します。測量船の動揺と高低差を補正して、精密に海底地盤を計測することが可能となっています。図表11にナローマルチビームを利用した深浅測量システムの概要と測量結果を示します。

【参考文献】

- 日本作業船協会「作業船」第158号 (1985年3月) 34頁

- 日本作業船協会「作業船」第159号 (1985年5月) 45頁
- 日本作業船協会『作業船40周年のあゆみ』(1998年4月) 38頁
- 海上 GPS 利用推進機構ホームページ
- 第九管区海上保安本部ホームページ
- 五洋建設「ナローマルチビームを利用した深浅測量システムパンフレット」(2002年)