

講 座

建設の機械化について〔II〕

正員 伊 丹 康 夫*
正員 伊 叶 清**

2. 土 工

1. 最近の機械化土工工事の傾向

最近の土工工事の特性は、その第一が新しい施工機械の出現にともなつて新しい施工法が採用され、作業が能率化されたことであり、第二が土質工学の急速な発達にともなつて土工に各種の機械が使用されるように合理的に施工できるようになつたことである。

(1) 作業の能率化 従来、わが国における土工の工事規模とその施工速度は、これに使用された施工機械の作業能率と、年間の工事予算に支配されていたといえる。工事が大規模であつて、比較的施工能率があげ得られる河川工事においてさえも、ラダーエクスカベータ (120 m³/h) と機関車 (20 t) の組合せにおいて年間 10~15 万 m³、バケット容量 2 m³ のタワーエクスカベータで年間 12~15 万 m³ 程度が、最も機械化された年間の施工単位として考えられた。

最近数年間は新たにブルドーザ、パワーショベル、ドラグライン、ダンプトラック、スクレーバを主力の土工機械とした施工方式が、河川、道路、アースダムの土工工事に広く行われるようになった。これらの新しい機種による施工方式は掘削を機械化したことと、軌条 (rail) を利用しないで、無限軌道 (Crawler) 及びタイヤ (Tires) により土運搬を行うことが特徴である。またこれらの機種ほとんどがポータブルで機動性に富んでいることである。

従つてこれらの新しい機種による施工方式は機動性のある機械の組合せを数系列使うことにより、軌条による運搬方式と異なつて、多数の機械を1カ所で集中的に使用することができ、1ヵ月数万、1年間数十万 m³ の作業能率をうる事が容易である。これはなお機械の大型を使用することにより増大させることができる。

(2) 土工の合理化 従来土工工事においては土の性質に関する研究が進んでいなかったため、設計においても信頼性が乏しく、また現場の施工は単に土工

夫の経験に依存して行われていた。近年土工工事が機械化され、トラクタを主体とする機械が導入されるとともに、土質工学が急速に発達し、盛土の締固め、地盤の沈下、地盤の改良、法面の崩壊、地耐力等について問題が設計上考えられるようになった。従つて従来の工法では不可能であつたものが、新しい施工機械を使用することによつて可能となつてきた。特に盛土の施工においては土の締固めが行われるようになった結果、高い盛土も土質の調査と施工の管理を十分にすることにより、信頼性が得られるようになった。従来と異なつて、2~3年後でないと期待できない自然沈下による締固まり効果を待たずに、すぐに強度と安定度を得られるようになった。

また一方、クローラ型あるいはタイヤ型の運搬機械を使用する場合は、運搬と同時に自らの機械で締固めが行われるために、土質が軟弱な場合は土運搬ができない。真砂土は雨の上つたときから作業が可能であるが、ローム質、粘土質の土壌では冬期、雨期は含水量が増加して、土運搬が困難になる。もちろん締固めもできない。わが国の土工工事の対象となる土は概して土中の含水量が締固めの最適含水比を過ぎる場合が多いので、土中の水分を低下させる工法が必要に迫られている。人工的に土を乾かす工法は、国有鉄道小千谷発電所調整池の築堤工事で試みられたが、工費が非常に高くなるので実用性に乏しい。

(3) 機械化施工と土質の関係

a) 土質調査：新しい機械化土工においては、土質の良否が施工能率に及ぼす影響は大きく、土工計画にききだつて土質調査を行う必要が認識されてきた。工事の規模が大きくなればなるほど、設計と施工にききだつて、組織的な土質調査と試験を実施しなければならない。

土質調査は土の切取部及び盛土部の土質あるいはこれに関連ある土質を測量することで、その作業は予備調査、現地踏査、土層断面の測定、試料土の採取、地下水、湧水、岩石の有無の調査等である。

調査結果より判定すべきことは、使用機械の選定、盛土用土の適否及び土取場の選定、施工時期及び施工

* 電源開発株式会社

** 運輸省港湾局機材課

法の決定, 切盛土量, 排水等の計画についてである。

また気象の変化は土質の性状にはなほだしく影響を及ぼすから, 土質調査と平行して, 雨量, 気温, 日中時間, 降霜等の調査及び作業可能日数の調査をせねばならない。

圧縮性の大きな有機質の粘土及びシルトの処理は気象条件のよい乾燥期を選んで処理しないと, 作業能率が上がらない。新しい機械化施工では冬季は積雪や降霜等のために作業を休止せねばならないので, わが国では土質の種類により異なるが, 締固めをとまなう年間の土工の作業可能日数はいちじるしく少いのが例である。参考までにその概略の作業可能日数を示すと次のようである。

東北, 北陸, 山陰地方……………	85~120 日
関東, 中部(表日本)地方……………	120~190 日
山陽, 四国, 九州地方……………	160~200 日

b) 締固め試験: 締固め機械による土の締固め効果は, 機械の種類, 土の種類はもちろんのこと, 土の含水量, 締固め層の厚さ及び通過回数, 通過速度により影響されるので, 土質及び工法に適する締固め機械を選定することは, これらの各種条件についての数多くの試験成績が十分整理されていない現段階では非常に困難である。

単一な機械については, 層厚をどの程度に選ぶべきか, 含水比をどのくらいにしろとかいう一応の基準は次第に明らかにされつつある。著名な試験とその報告文献は次のとおりである。

- (1) 山王海アースダムにおける各種ローラの輾圧試験 (昭和 25 年)
建設の機械化, No. 20 齋藤匡明
アースダムの科学的施工法 河上房義
(鹿島建設技術研究所発行)
- (2) 戸塚国道における輾圧機械による土の締固め実験 (昭和 27 年 8 月)
道路工事の機械化 (日本建設機械化協会)
最上武雄 他
- (3) 羽鳥アースダムにおける締固め管理について (昭和 27 年 8 月)
土と基礎, Vol. 1, No. 1 渡辺滋勝
- (4) 新穂村アースダムの締固め管理について (昭和 28 年)
土と基礎, Vol. 1, No. 3 渡辺喜一
- (5) 各種輾圧方式による土の締固めの研究
第 2 回日本道路会議論文集 齋藤義治 他
- (6) 土の輾圧に関する 2, 3 の考察
第 2 回日本道路会議論文集 久野悟郎
- (7) 締固め機械による締固め試験
昭和 28 年度より建設省の直轄技術研究要望課題として各地方建設局において実施し, 試験は継続してい

るが, 28年度の結果をとりまとめると一応次の事項が判定されている。

i) 表面沈下が少ない割合に密度が大きくなるもの, すなわち, 土が側方に逃れずに締固めが有効にきくのは, シープスフートローラで, トラック, ブルドーザ等は効果が落ちる。

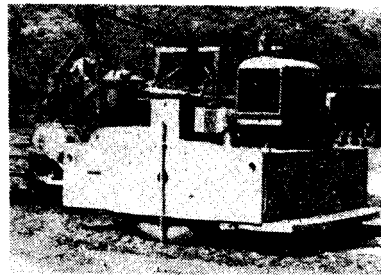
ii) 最適含水比を超えた土は, こねかえしによる強度の低下がいちじるしい。従つて土の乾燥が第一の条件であるが, 止むを得ざる場合, 締固め機械の選定と, 回数の限定により, ある程度締固めることができる。

iii) 型式の異なつた 2~3 種の締固め機械を併用すれば有効な締固めができる。すなわち最適含水比付近またはこれをいくらか超えた含水比の土については, ブルドーザが有効であり, その後の含水比の減少をまつてローラの重転圧を使用するのがよい。

(8) タイヤ式振動締固め機械試験

試験機械としては写真-1のごとき振動式タイヤローラを使用した。自重載荷時 11.3t, 発振機回転数は

写真-1 振動式タイヤローラ
(前方は索引トラクタ)



600~1300/min である。試験は建設省土木研究所沼津支所において行われ, 砂, ローム質土について幅 4m, 長さ 7m, 厚さ約 50cm の試験道路を造り, この上に試験ローラを 1~5 回通して盛土の密度変化, 表面沈下, 内部沈下, 土圧, 振動の効果等について実測した。

試験の結果, この機械は盛土直後の締固めに使用することは困難で, タンピングローラ等で初期締固めを行つたのちに使用するのが原則のようである。実験土質は含水比が多かつたことより, 試験機械の効果を十分に発揮できなかつたが, 密度の増加, 表面沈下量, 内部土圧の測定より相当効果があがることは認められた。ただ日本のような気象条件の国では粘土, シルト系の多い土質には適さないで, 砂質でできるだけ最適含水比の得られやすい現場で使用するのが好ましい。

c) 最近の締固め機械の傾向: 欧州においては, 強力な振動式または衝撃式の締固め機械が各国において製作使用され, 米国においても同様な高能率な機械が使用され, それらの機械による締固め効果の試験成績も数多く発表されつつある。

不幸にしてわが国は締固めにくい高い含水比の土質

及び路床土が広範囲に存在し、締固め条件が悪いことも原因となつて、吹米で使用されているような振動式または衝撃式締固め機械の経験がきわめて浅く、わづか代表的な二、三の締固め機械が最近輸入され試験的に使用されている段階にある。

最近わが国で使用されることが予想される締固め機械についての紹介は、昭和 29 年度土木学会夏季講習会パンフレット「新材料と新工法」の中の「新しい建設機械」(伊丹康夫著)に記述されている。

3. 掘削工事

(1) 掘削工事の傾向 掘削工事は機械力を最も有効に発揮できるので、最近では土砂の掘削にショベル系掘削機が広く用いられている。河川の掘削にはタワーエクスカベータが堆積土砂を排除するのに効果をおさめ、河川の水路掘削にはラダー式掘削機が古くから使用されている。しかし最近の例を見ると、災害復旧工事のように緊急な土工にはブルドーザを主力として、スクレーパ、ショベル等をこれに併用する方式が、能率を上げる上にきわめて有利である。

最近ではダム建設工事が活発に行われるにともなつて、爆破した砕岩の掘削積込みにショベルが多く使用されている。この場合機械の切削部の磨耗が激しいのと、爆破のたびにショベルが待避する必要がある点が問題とされている。砕岩の積込みに大型のショベルが能率がよい。

トンネルの掘削においては岩質のよいときは全断面掘削が行われるようになり、これにはドリルジャンボ及びローダーの各種が使用されている。

(2) 最近の掘削積込機械の傾向 ショベル系掘削機で 0.6 m^3 程度までのものは、各方面で使用実績も多く、国産品もかなりの水準に達している。ダム工事現場で使用されているものは、岩石を取扱う点と、施工能率を特に向上させる点で大型のものが使用される。これらのうちにはディーゼル電気式が採用されるものもあり、ワードレオナードコントロールを使用することにより、負荷の増減にともなつて自動的に速度が変化するので、機械に無理な力がかからなく操作が容易になつた。また岩盤での掘削積込みに使用されるパワーショベル、ローダー類は、機械の切削部の磨耗が激しいこと及び衝撃が大きいこと等に対し、これを補強改造することとともに、材質向上の研究に努力が払われている。

わが国で製作されるようになった大型ショベルは石川島コーリング 605 型 (1.2 m^3)、神戸製鋼 75 K (1.9 m^3)、51 K (1.5 m^3)、日立製作 0-12 (1.2 m^3) 及び同じく 0-16 (1.6 m^3) である。わが国で使用されてい

るずり積機として大容量のものはアイムコロッカーショベル 40 H 型 ($3/4 \text{ yd}^3$)、同じく 104 型 ($1-1/4 \text{ yd}^3$) 及びコンウェイショベル 100 型 (1 yd^3) が代表的であり、40 H 型級まではわが国でも製作を始めた。

4. 運搬工事

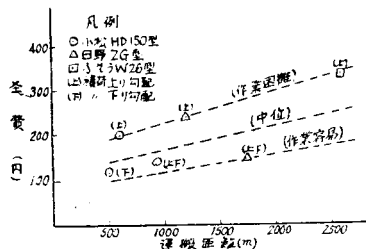
(1) 運搬工事の傾向 近距離運搬をとまなり土工にブルドーザを使用することは、わが国でも広く普及した。運搬距離が少し延びるとブルドーザでは能率が低下するので、タイヤドーザを使用するか、スクレーパを使用する傾向にある。

タイヤドーザはクローラ式のブルドーザと比較して一長一短はあるが、走行速度が速いのでスクレーパの牽引作業及び運搬距離が延びた場合、ブルドーザより有利である。ダム建設工事の一部では不整地の走行と、狭隘な場所での走行に有利なダンプターが使用されており、またパワーショベルの大型化と平行して、ダンプトラックも大型化し、国産でも 15 t 級のものが使用されるようになった。

(2) 国産大型ダンプトラックの実績 国産の 15 t 級大型ダンプトラックは昭和 29 年 9 月より各地のダム工事現場において、パワーショベルにより積込まれた岩石、土砂の運搬の実作業試運転を行い、実作業による性能、使用実績等を調査した。この実作業試運転に供試された車は、日野 ZG 10 型及び 11 型 (12 t)、小松 HD 150 型 (15 t)、ふそう W 26 型 (15 t) の 4 種で、試験の結果、運転日数率、機能時間率とも 80% 以上を示した。

またこの試験より大型ダンプトラックによる運搬作業において、土量 1 m^3 当りの経費を運転距離の増減に従つて算定した結果は図-1 のようになる。この場

図-1 大型ダンプトラック運搬土量 1 m^3 当り経費



合の経費とは償却費、修理費、燃料油脂費、現場小修理費、運転員賃金からなる。詳細は「建設の機械化」誌 No. 63 を参照されたい。

(3) 最近の運搬機械の傾向 ブルドーザは米国キャタピラ D-7 (15 t) 級のものとまで国産機として実用に供せられている。最近では D-8 (18~20 t) 級のものが製作され実用化される傾向にある。なかでも小松製

作D-120はその欠陥であつたメインクラッチをオイルクラッチに改造した。また日本特殊鋼 NTK-12はトルクコンバータを採用して、負荷に応じて自動的に車速が変り、運転操作を容易にした。また軟弱地盤特に泥炭地の走行のための履帯として三角シューがわが国で発明されて実地試験に成功した。

タイヤドーザは国土開発KKにおいて昭和28年米国より輸入したのが最初で、現在では国産でも小松製作所及び三菱日本重工で製作されるようになったが、まだ本格的には使用されていない。

5. 機械化土工の工費

(1) 施工機械の種類と工費

a) 工費の性質：機械化土工の工費は機械の種類により多少の差はあるが、工費の内訳を運転費、修理費、償却費、輸送費、管理費に区分してそのおのおのの比率を見ると表一のごとくである。

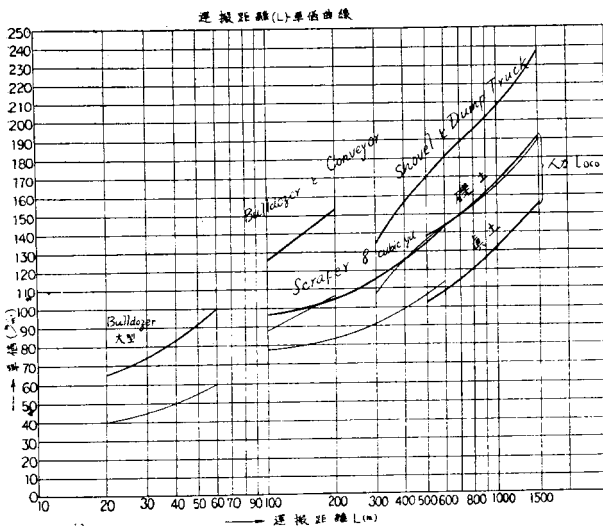
表一 工費内訳の比率

施工法	運転費 (%)	修理費 (%)	償却費 (%)	輸送費 (%)	管理費 (%)
ブルドーザ	17~22	20~30	20~30	6~8	20
スクレーパ	20~26	20~30	20~28	5~7	20
ショベル系	16~22	17~25	25~30	4~6	20
グレーダ	12~15	17~25	25~30	7~20	20

表一よりわかるように修理費と償却費で全工費の50%を占めている。これより工費中で修理費と償却費の重要さがよくわかる。

b) 運搬距離と工費：図一に運搬距離別に各種工法の1m³当りの工費を示したが、太線は一般の8時間勤務と考えて計算したもので、すなわち1日作業時

図一



間6時間、稼働率50%、1時間当たり作業量は連続作業の50%としたものである。細線は現場で努力した場合の工費で、すなわち1日7~8時間作業、稼働率は60~75%とした値である。これらでみてわかるように短距離、中距離は機械施工がきわめて有利であり、かつ機械施工はこのように作業の能率を向上することにより工費が大幅に軽減することも特長である。

(2) 容量と工費 機械施工は一般に大型の方が小型より工費は安くなる。その理由は機械の製作費、運転費等が容量の増大した比率ほど実際に高くないからである。いまこの関係をアメリカの資料よりダンプトラックに例をとり述べよう。22tと15tの容量の機械について工費を比較する。

22t ダンプトラック

- 償却費 2.6\$/hr (10000時間償却として)
- 購入費 30130\$
- 輸送費 690"
- 引取価格 30820"
- タイヤ費 4764" (消耗品として除く)
- 償却費 26056"
- 利子, 税, 保険, 保管費 0.62\$/hr
- 10%と考える (利子6%, 税2, 保険・保管2)
- 年2000時間, 5年償却として年購入費の60%と考える。

$$\frac{30820 \times 0.6}{2000} \times 0.1 = 0.62 \text{ $/hr}$$

- タイヤ費 1.59\$/hr
- 前輪 14.00-24, 20 プライ 2本 924\$
- 後輪 18.00-24, 24 " 4 " 3840"
- 3000時間使用として 1.59\$/hr
- タイヤ修理費 タイヤ費の15%として 0.20 \$/hr
- 修理費 1.24 "
- 燃料費 4.5 ガロン/hr 0.63 "
- オイル・グリース 0.25 "
- 運転手 1.50 "
- 全経費 8.63
- トン当たり 0.39\$

同様に計算して15tダンプトラックでは1トン当たり0.505\$となる。これより22tの方が約20%安いことがわかる。

参考文献

1. 重土工機械の組合せと能率 齋藤義治著
2. 建設機械施工法便覧 伊丹康夫著
3. 日本建設機械要覧 (1953年版) 日本建設機械化協会編
4. 建設機械化 (昭和27年度夏季講習会) 土木学会編

5. 新材料と新工法 (昭和 29 年度夏季講習会)
土木学会編
6. ブルドーザ土工の設計及び施工 伊丹康夫著
7. 土木施工法 谷口三郎著
8. 土木機械の計画法 斎藤義治著
(伊丹康夫 記)

3. 浚 渫

1. 浚渫船と浚渫工法の趨勢

浚渫船に対する欧米における最近の一般的傾向は

(1) ポンプ浚渫船の能力の増大と利用範囲の拡大、

(2) 動力のディーゼル化、
等である。

わが国においては、ポンプ浚渫船についてこの傾向は認めにくい、動力のディーゼル化は同傾向である。

最近のわが国の浚渫船の趨勢は次のとおりである。

(1) グラブ浚渫船は、従来、小規模の浚渫に使用されていたが、最近その大型化に成功して、中程度の規模の浚渫に使用できるようになった。

(2) バケツ浚渫船は、グラブまたはポンプ浚渫船の利用範囲の拡大にともない、次第に使用範囲を狭めつつあるが、比較的硬い土質の航路等の浚渫で、埋立をとまわらない大量浚渫に利用されている。

(3) ポンプ浚渫船は、当初、自航のムーアドサクシオン式のもの、捨土処分用の非航式のもの(カッターなし)が入ってきたが、その後、カッター付のポンプ浚渫船が、浚渫と埋立を同時に施工する場合に最も効果的であつたために、この型式が急速に進歩発達して、次第に強馬力強カッターとなり、いちじるしく利用範囲を拡大して、現在の浚渫工事の大半は、本型式のポンプ浚渫船によつている。

(4) 硬土盤の浚渫については、軟岩の場合は、ディッパー浚渫船等により、硬岩の場合には、砕岩船または発破による方法によつて砕岩したものを、ディッパー浚渫船等により浚渫している。

2. グラブ浚渫船による浚渫

一般に、非航船が使用され、狭隘な場所の浚渫または小規模の維持浚渫等に限られているが、建造費が安く修理費も格安であるので最も広く利用されている。グラブ容量を次第に大きくする傾向にあり、わが国では、従来、グラブ容量が 1.3 m³ 程度の E 型グラブ浚渫船が最大であつたが、最近大型化に成功し、グラブの容量も 4 m³ 程度となり、中型のバケツ浚渫船に十分匹敵する能力を発揮できるようになった。

この新造大型グラブ浚渫船の特長は、

(1) グラブ容量を増大し、浚渫能力を大きくした、

(2) ディーゼル エレクトリック駆動方式として、
運転費の軽減をはかつた、

(3) 運転容易動作軽快として、能力の向上と労力の軽減をはかつた、

等である。本船の主要目を在来船と比較すると表一 1 のとおりである。

表一 1 グラブ浚渫船の主要目

船種	ハーフト イングラ ブ容量 (m ³)	長 (m)	巾 (m)	深 (m)	吃水 (m)	主機の種類 及び馬力 (HP)	公称浚渫 能力 (m ³ /h)
新造大型	4.0	26.4	11.0	2.5	1.35	ディーゼル エレクトリック 320×2	240
E 型	1.3	19.0	7.5	2.0	1.25	スチーム 80	65

この大型グラブ浚渫船は、すでに 6 隻建造され、京浜、神戸、伏木、洞海等の諸港で稼働しているが、いづれも浚渫能力がよく、グラブ浚渫船による浚渫に対する従来の考え方を一変せしめている。

浚渫費は、在来船に較べ、きわめて低廉であつて、京浜港における 28 年度の実績によると表一 2 のとおりである。

表一 2 大型グラブ浚渫船の 100 m³ 当り浚渫費

材 料 費	労 力 費		合 計	摘 要		
	その他	計			員数	金額
重油 457 755円	125 ^円	880 ^円	1.3 ^人	1320 ^円	2200 ^円	計画
661 940 ^円	455 ^円	1395 ^円	3.7 ^人	3000 ^円	4395 ^円	粘土、武蔵号 の実績

いうまでもなく、浚渫単価は、土質または作業条件等によりいちじるしく相違するものであつて、伏木港で軟かい埋没土砂の浚渫を行つている大型グラブ浚渫船佐渡号の実績によると、100 m³ 当り浚渫費が約 1900 円、うち材料費 720 円、労力費 1180 円であつて、計画単価を下廻つている。なお、表一 4 によりバケツ浚渫船の浚渫費と比較願いたい。

次に、泥船を持つた自航式のものがあるが、わが国ではあまり利用されていない。外国では数台の浚渫機を有するものがある。伏木港では、2 台の浚渫機をもつものが埋没土砂の浚渫工事を行つているが、同港のごとく、狭い港内の浚渫工事で、風波の荒い港外に土捨てを必要とするような場合に適している。

3. バケツ浚渫船による浚渫

バケツ浚渫船は、浚渫能力も相当大きく、比較的広範囲の土質に適するので、浚渫土量が多く、またポンプ浚渫船が不適で使用できないような浚渫工事、例えば埋立をとまわらない航路の浚渫工事等に使用されている。海底の掘跡が平坦に仕上がる長所がある。

表—3 バケツ浚渫船の主要目

船種	総屯数 (t)	長 (m)	巾 (m)	深 (m)	吃水 (m)	バケツ			主機の種類及び馬力 (HP)	公称浚渫能力 (m ³ /h)	乗組員 (人)	浚渫深度 (m)
						容量 (m ³)	数 (個)	毎分通過数				
新造新形式	470	43.0	10.5	4.2	3.0	0.3	66	36 または 18	ディーゼルエレクトリック 600	450	16	15
旧形式 (中型)	527	45.7	10.4	4.3	2.9	0.5	39	12	スチーム 300×2	360	22	14

現在、新形式のバケツ浚渫船を建造中であるが、そのおもな改良点は、

(1) ディーゼル エレクトリック駆動方式として、各部の操作を電動とし、極度に乗組員の減員をはかり運転費の軽減をねらった、

(2) 中央やぐらを低くし、船体の安定をよくした。そのため排土装置にベルト コンベヤー方式を採用した、

(3) 連続式バケツ、すなわちクローズドタイプとし、さらにバケツの回転速度を速くし、2段変速を可能として、硬土盤の浚渫にも適するとともに、浚渫能力の増大をはかった、

等である。本船の主要目を、同程度の在来のバケツ浚渫船と比較すれば、表—3 のとおりである。

この新形式のバケツ浚渫船の浚渫単価は、在来のバケツ浚渫船に較べきわめて安価となるはずであるが、目下建造中のため実績がないので、本船計画時の 100 m³ 当りの浚渫費を記せば、表—4 のとおりである。なお、参考として、同程度の在来の中型バケツ浚渫船の京浜港における実績の一例を併記した。

表—4 新形式バケツ浚渫船 100 m³ 当り浚渫費

船種	材 料 費			労 力 費		合計	摘 要
	主燃料	その他	計	員数	金額		
新造新形式	重油 38 t 645 円	95 円	740 円	1.2 人	1190 円	1930 円	計画
旧形式 (中型)	石炭 0.6 t 3480 円	295 円	3775 円	3.1 人	2515 円	6290 円	砂、軟土バケツ浚渫船浮島丸の実績

4. ポンプ浚渫船による浚渫

ポンプ浚渫船は、浚渫船のうちで浚渫能力が最も大きく、浚渫費が格安で、排砂管を有するものは、浚渫と埋立を同時に施工できる等すこぶる利点が多いので広く利用されており、わが国の浚渫工事の大半はこのポンプ浚渫船によつてゐる。しかし、土質に制約を受け、また埋立をとまなわぬ浚渫に対してはその土砂処分困る等の欠陥もあるので、各国ともあらゆる角度から研究し、その利用範囲の拡大と作業能率の向上をはかつてゐる。

欧米における一般的傾向は、

(1) ドラグ サクション式の自航船については、

(i) 船型の大型化と自航速力の増大、

(ii) 吸入管カッターまたは泥船扉の確保、溢水設備または泥土の沈澱促進装置等の研究により、作業能率を増大すること、

(2) 非航船については、

(i) ポンプ用馬力の増大とポンプ効率の向上、

(ii) カッター用馬力の増大と、地盤の硬軟により形状並びに材質の違つたカッターを使用して浚渫能力の強化をはかつてゐること、

(iii) ポンプの磨耗に対して、形状、材料の改良、特殊材料のライナーの使用等によつて、これが解決をはかること、等である。

わが国においては、ポンプ浚渫船の約 80% は電動であるが、最近、電力設備に隘路の多い離島、僻地等における港灣の浚渫のために、流体継手を使用したディーゼル駆動のものが建造されている。近年、電力供給のためのみの発電船も建造された。

ポンプ浚渫船操縦のためのスパッドは、船体の不安定と橋梁下の通過に困難があるため、その利用範囲を狭めているので、スパッドを起倒式したり、または伸縮式とすることが考えられた。

また、小型の陸上可搬式のものが実用されている。

最近、運転能率向上のため、運転時、時々刻々変化する含泥率を測定自記する装置が試作された。

なお、ポンプ浚渫船による浚渫費については、目下のところ、画期的新形式のものが建造されていないので、ここではふれない。

5. 硬土盤の浚渫

硬土盤といつても、軟岩と硬岩により、工法がいろいろしく相違する。一般に軟岩の場合は、硬さの程度により、バケツまたはディッパー浚渫船が用いられ、硬岩に対しては砕岩船または発破によつて砕岩し、砕岩したものを、前者の場合はバケツ浚渫船、後者の場合はディッパー浚渫船によつて浚渫することが多い。

(1) ディッパー浚渫船による浚渫 ディッパー浚渫船は、他の浚渫船ではとうてい浚渫できないような硬土盤の浚渫に最も適している。在来のディッパー浚

裸船より、掘削力を増大することに主眼をおいた新型式のディッパー浚渫船を、わが国で目下建造中であるが、その特長は、

- (1) ディゼル エレクトリック駆動方式とした、
 - (2) ブームを俯仰式として、ディッパー アームと巻上げ鋼索とのなす角を大きくして、在来船の約2倍の掘削力に増大した、
- 等である。本船のような設計は、欧米にも類例がなくディッパー浚渫船による浚渫の範囲を、さらに硬質のものに拡張するものと考えられる。

この新型式のディッパー浚渫船による浚渫費として建造計画時のものを示せば表-5のとおりである。この単価は、在来船では浚渫できない程度の硬質のものを対象としているので、比較にはならないが、京浜港における在来のディッパー浚渫船の実績の一例を参考として併記した。

表-5 新型式ディッパー浚渫船の 100 m³ 当り浚渫費

船種	材 料 費			労 力 費		合計	摘 要
	主燃料	その他	計	員数	金額		
新造 新型式	重油 267 t 4 530円	620 円	5 150 円	4.8 人	4 800 円	9 950 円	計画
旧型式	石炭 3.5 t 18 750 円	935 円	19 685 円	9.9 人	7 930 円	27 615 円	硬粘土 ディッパー浚渫 船勝浦号の実績

(2) バケット浚渫船による浚渫 小容量のバケットで、バケットの歯を鋸歯状または爪状のものをつけて硬土盤の浚渫に使用している例がある。最近、宇部港で、バケットに3本の爪をつけて、相当硬い岩盤の浚渫を施工している。

(3) 砕岩船による砕岩 砕岩効率を上げるためには、砕岩棒は短くて重いものを使用し、落下高を大きくし、落下回数を多くすることが肝要である。岩質が軟かで割れ目の多いもの、あるいは砕岩する層の薄いときには、この方法も経済的である。

(4) 発破による方法 インガーソルランドの水中削岩機による方法が最も進歩した方法である。わが国では、戦前地質調査用のボーリング機械を船に取付け

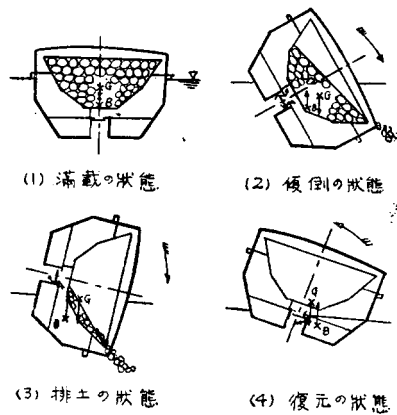
て使用したが、その後ほとんど進歩していない。米国では、最近、ドリル型式爆薬等に改良が加えられている。

6. 浚渫土砂の運搬

曳船については、動力のディゼル化または可変ピッチ プロペラの採用等により、経費の節減と運転効率の向上をはかっている。

土運船については、人力によらない扉の開閉装置、船体重量の軽減、追従性の向上等各種の改良が加えられている。特に最近 120 m³ 積の土運船で、電気的に傾倒して土捨てを行い、土捨て後は、自動的に復元する乗組員の全く不要な無人土運船(傾倒式土運船)が建造されるに至った。図-1はこの土運船の傾倒復元の状態を示したものである。

図-1 無人土運船の機構



7. 将来の浚渫の方向

ポンプ浚渫船は浚渫船のうちで、最も合理的で経済的な型式であるから、今後、同船に各種の改良が加えられて、浚渫工事のほとんどがポンプ浚渫船によつて施工されるようになるものと考えられる。硬土盤の浚渫については、現状では、浚渫費も高く能率も悪いので、現有型式の画期的な改良または新型式のものが研究され、硬土盤浚渫の経済的的施工を可能としたいものである。

(叶 清 記)

40 巻 4 号講座「放射性同位元素と土工学 (III)」正誤表

ページ	行	誤	正
200	左列, 下から 16 行目	$\pm \sqrt{\left(\frac{\mu_i}{t_i}\right)^2 + \left(\frac{\mu_0}{t_0}\right)^2}$	$\pm \sqrt{\left(\frac{\sqrt{\mu_i}}{t_i}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{\mu_0}}{t_0}\right)^2}$
200	左列, 下から 3 行目	となる。表-2 は、……	となるが、ここに真値 Z_A, Z_B はやはり不明であるから、これらの代りに \bar{Z}_A, \bar{Z}_B を用いて計算を進める。表-2 は、……
200	右列, 表-2, ⑦行最左列	$(\sqrt{x/t^2})$	$(\sqrt{x}/t)^2$
200	右列, 表-2, ⑨行右欄外	$\bar{f} \pm Z$	$\bar{f} \pm R$