

1.3 貯水池内の排砂技術

貯水池内に堆積した土砂を除去する方法を大別すると、掘削・浚渫による方法と掃流力を利用した方法がある。また、掘削・浚渫による方法は、陸上掘削工法とポンプ系・グラブ系浚渫船等による水上掘削工法があり、貯水池の掃流力を利用した方法には、フラッシング方式とスルーシング方式あるいは密度流排砂方式が用いられている。これらの工法の選択にあたっては、ダムの立地条件、地形、堆砂の性状・形状、土量、処分方法などを考慮して経済的方法を選定するとともに、周辺環境条件等も検討し実施する必要がある。

1.3.1 掘削・浚渫

堆砂の掘削除去は、比較的上流の砂礫系の堆砂に対して、陸上走行重機による掘削方法が最も経済的で効率的になることから、貯水池水位を低くして、できるだけ陸上掘削方法を採用することが一般的である。しかし、利水上から貯水池水位を下げるのが難しいダム等は、陸上掘削する部分が限られてくる。また、美和ダムのように軟弱な堆砂となるダムでは、重機類の走行ができないため、排砂量の85%を水上掘削とした事例もある。

掘削・浚渫工法は、図-1.3.1に示すように掘削・浚渫方法、運搬方法、土砂処分方法をシステムとして全体を計画する必要がある。

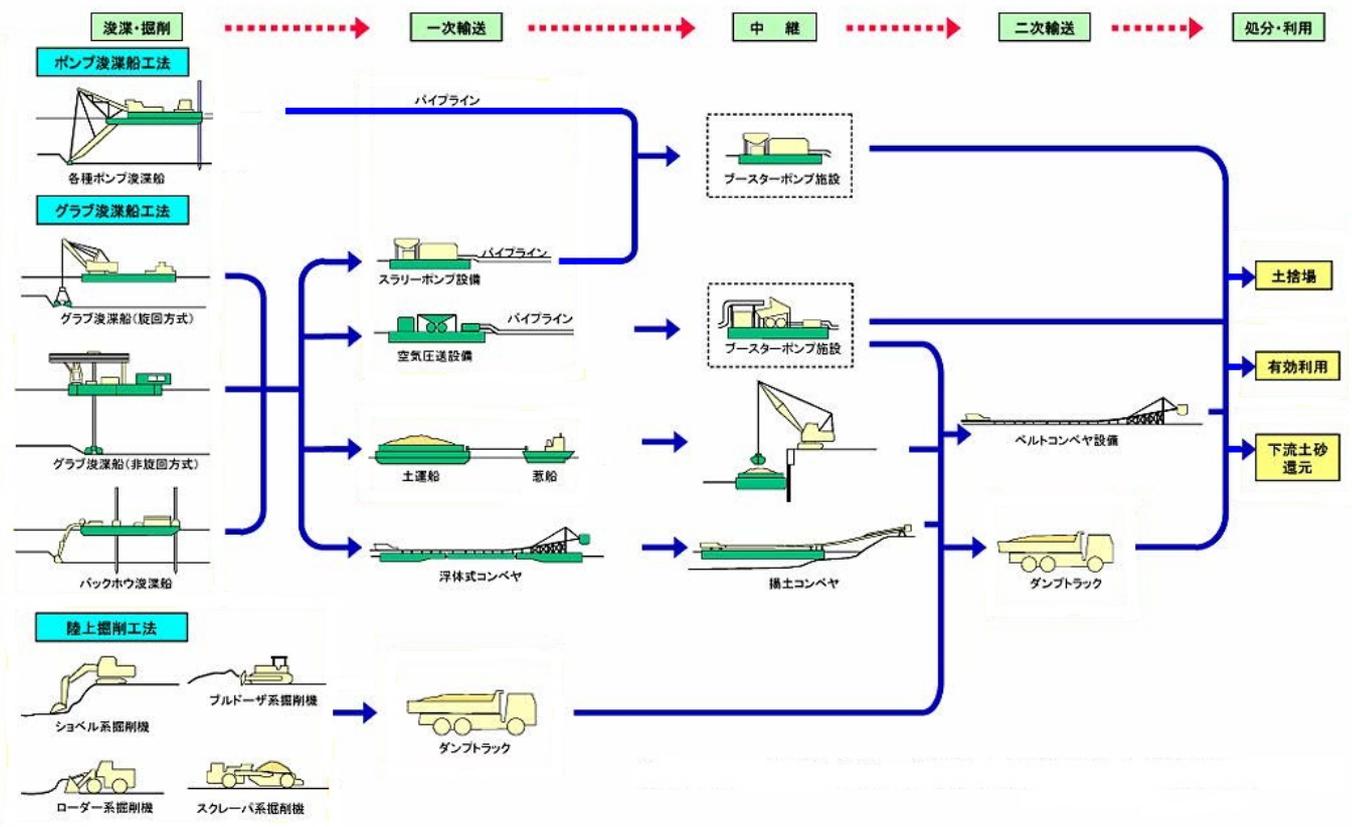


図-1.3.1 ダム堆砂排除システム施工フロー²⁷⁾

(1) 陸上掘削工法

陸上掘削工法においては、図-1.3.2に示すような掘削機械がダム貯水池に適用が可能になる。一般的には、特殊な場合を除きショベル系のうちバックホウの実績が多く、他の機械については施工能力や障害物および地耐力等で問題が多いと評価されている。図-1.3.3に主な陸上掘削機、表-1.3.1に各種掘削機械の適用性に関する一般的評価を示す。

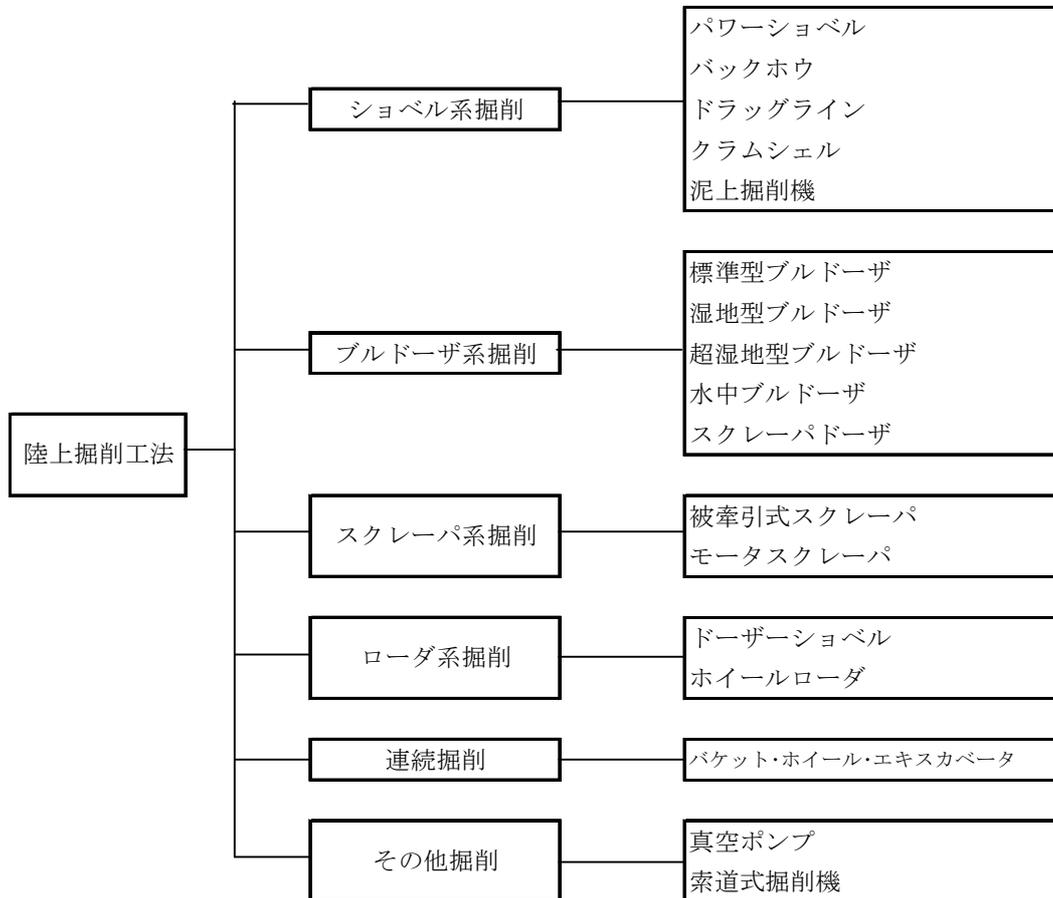


図-1.3.2 陸上掘削機の分類²⁶⁾



水中ブルドーザ



クラムシェル

図-1.3.3 主な陸上掘削機²⁶⁾

表-1.3.1(1) 各種掘削機械のダム貯水池への適用性の評価²⁶⁾

工法名称	ショベル系掘削	ブルドーザ系掘削	スクレーパ系掘削
評価項目	PS:パワーショベル BH:バックホウ CS:クラムシェル DL:ドラグライン FS:泥上掘削機	BD:ブルドーザ WB:水中ブルドーザ SD:スクレーパドーザ	TS:被牽引式スクレーパ MS:モータスクレーパ
工法の概要	掘削・積込み作業に適し、泥上掘削機は特に超軟弱地盤上の作業に適している。走行形態はそれぞれクローラ式が一般的である。ショベル系掘削機械の規格は通常バケット容量で表され、一般に0.6m3未満は小型、0.6~3.0m3クラスは大型とされる。	掘削、短距離、敷均し、整地等の作業に適し、水中ブルドーザは主に水中作業に、スクレーパドーザは掘削～運搬～敷均しの一連の作業を行う場合に適している。また、ブルドーザには接地圧の違いにより標準型、湿地型、超湿地型があり、一般に地盤条件に応じて選択される。	掘削～運搬～捨土または敷均しの一連の作業が可能であり、トラクタやブルドーザによって牽引する被牽引式スクレーパと、自走式のモータスクレーパがある。被牽引式は、運搬距離60~400m程度に適し、自走式はこれ以上の長距離運搬に適するが、専用の運搬路が必要となる。
施工実績	バックホウとクラムシェルについてはダム、湖沼、河川のそれぞれにおいて数多くの実績があり、泥上掘削機には湖沼、河川での実績が数例あるが、その他の機械にはない。	ブルドーザは、ダム、湖沼、河川のそれぞれにおいて実績があるが、その他の機械にはない。ただし、ブルドーザは主に補助機械として土砂集積等に使用されている。	ダム、湖沼、河川においては実績がないが、一般には造成工事等を中心とする大規模土工事に多くの実績がある。
適応土質	軟弱土から硬質土・礫までの広範囲に適応する。ただし、ドラグラインとクラムシェルは硬質土や礫には適さない。	粘性土から硬質土・礫までの広範囲に適応する。なお、ブルドーザについては、リップの装着により岩盤の掘削も可能である。	粘性土から硬質土までの広範囲に適応する。ただし、軟弱土および硬質土については、作業性が著しく低下するために適さない。
適応箇所	パワーショベルを除き、基面下・水面下の掘削にも適する。ドラグラインとクラムシェルは水面下の掘削に適するが、施工能力は低下する。機械の接地圧は、一般に0.04~0.11MPa(0.4~1.1kgf/cm ²)程度、泥上掘削機では0.01MPa(0.1kgf/cm ²)程度である。	水中ブルドーザは、水深15m程度までの水面下にも適するが、その他の機械は水面下には適しない。なお、ブルドーザの接地圧は、標準型で0.04~0.08MPa(0.4~0.8kgf/cm ²)程度、湿地型で0.02~0.04MPa(0.2~0.4kgf/cm ²)程度、超湿地型では0.01~0.02MPa(0.1~0.2kgf/cm ²)程度である。	水面下の掘削には適しない。走行可能な勾配は、自走式で10~15%以下である。また、所要コン指数は被牽引式で0.7MPa(7kgf/cm ²)以上、自走式で1MPa(10kgf/cm ²)以上、超ワイド低圧タイヤタイプで0.4MPa(4kgf/cm ²)以上である。
障害物への対応	ドラグラインを除き、沈木や転石等の大型障害物にはある程度の大きさまで対応できる。小型障害物については別途選別・除去が必要である。	沈木や転石等の大型障害物には容易に対応できるが、小型障害物とともに別途選別・除去が必要である。	大型障害物への対応が困難であり、別途対応を要する。小型障害物についても別途選別・除去が必要である。
環境面への影響	水面下掘削時の濁りの発生は多い。騒音は一般的なレベルではあるが、低騒音型ではやや小さい。	水面下掘削には水中ブルドーザのみ施工時の濁りの発生は多い。騒音は一般的なレベルではあるが、低騒音型ではやや小さい。	水面下の掘削には適しないため、掘削時の濁りの発生はない。騒音は一般的なレベルではあるが、低騒音型ではやや小さい。
可搬性(機械運搬)	一般にトラック運搬で対応可能であるが、大型の規格については一部分解して運搬する。	一般にトラック運搬で対応可能であるが、大型の規格については一部分解して運搬する。	一般にトラック運搬で対応可能であるが、大型の規格については一部分解して運搬する。
ダム貯水池への適用性	PS:パワーショベル 適応土質の範囲が広く、施工能力も高いが、基面下の掘削に適できないことから、ダム貯水池の掘削には適さない。	BD:ブルドーザ 適 応土質の範囲が広く、施工能力も高いが、基本的に積込み能力がないことから、ダム貯水池の掘削には適さない。	TS:被牽引式スクレーパ 掘削・運搬の一連の作業に適するが、積込み能力がなく、所要の地耐力も大きいことから、ダム貯水池には適さない。
	BH:バックホウ 適応土質の範囲が広く、施工能力も高い。障害物にも対応し、調達も容易なことから、ダム貯水池に広く適用できる。	WB:水中ブルドーザ 水中での掘削・押し土に適するが、積込み能力なく、調達も困難であることから、ダム貯水池の掘削には適さない。	MS:モータスクレーパ 掘削・運搬の一連の作業に適するが、積込み能力がなく、所要の地耐力も大きいことから、ダム貯水池には適さない。
	DL:ドラグライン 礫質土にも適応し、水面下の掘削に適するが、施工能力が低下し、大型障害物にも弱いから、ダム貯水池には適さない。	SD:スクレーパドーザ 掘削・運搬の一連の作業に適するが、積込み能力なく、調達も困難であることから、ダム貯水池の掘削には適さない。	
	CS:クラムシェル 礫質土にも適応し、水面下の掘削に適するものの、施工能力が低下するため、ダム貯水池の掘削には適さない		
	FS:泥上掘削機 適応土質の範囲が広く、軟弱地盤にも適するが、現有機械が少ないため、ダム貯水池の掘削には適さない		

表-1.3.1(2) 各種掘削機械のダム貯水池への適用性の評価²⁶⁾

工法名称	ローダ系掘削	連続掘削	その他掘削
評価項目	DS:ドーザショベル WR:ホイールローダ	BWE:バケット・ホイール ・エキスカベータ	VP:真空ポンプ CE:索道式掘削機
工法の概要	掘削・積込み作業に適し、押し土、敷均し、短距離運搬等にも使用される。ドーザショベルはクローラ式であり、不整地における作業に適している。また、ホイールローダは大型低圧タイヤを装着したもので、ドーザショベルに比べて機動性に富むが、不整地には適さない。	クローラ式の走行機械に6~10個程度のバケットを有する回転ホイールを取り付けたものであり、機動性には劣るが、多量の土砂を連続的に掘削する場合に適している。掘削した土砂は、一般に本体付属のベルトコンベアで機械後部に運ばれた後、各種運搬・輸送機械に積み込まれる。	真空ポンプは、吸入管を介して土砂を吸引するもので、一般にはトラックシャーシに装備された自走式のものが多く使用されている。索道式掘削機は、一定距離をおいて2本のタワーを設置し、その間に張ったワイヤーロープにバケットを取り付けて掘削するものである。
施工実績	ダム、湖沼、河川のそれぞれにおいて実績があるが、主に補助機械として土砂積込み等に使用される。	ダム、湖沼、河川においては実績がないが、一般には長期にわたる大規模土工や露天掘による採鉱等に多くの実績がある。	真空ポンプは、ダム、湖沼、河川のそれぞれにおいて実績があるが、そのほとんどが浄化のための底泥除去工事である。索道式掘削機については、特殊機械であるため、現有数が少ない。
適応土質	粘性土から礫までの広範囲に適応するが、ショベル系やブルドーザ系掘削機械に比べて掘削力は弱い。	粘性土から硬質土・礫までの広範囲に適応する。	真空ポンプはシルト以下の軟泥のみに適応する。索道式掘削機は、軟弱土から礫質土までの広範囲に適応する。
適応箇所	基面下の掘削には適応しない。なお、機械の接地圧は、ドーザショベルで0.04~0.09MPa(0.4~0.9kgf/cm ²)程度、ホイールローダでは標準タイヤ空気圧程度である。	水面下の掘削は可能であるが、あまり適さない。なお、機械の接地圧は、一般に0.084~0.14MPa(0.84~1.4kgf/cm ²)程度である。	真空ポンプは低水位での掘削は可能であるが、あまり適さない。索道式掘削機は、施工区域の地形に左右されずに、ワイヤーロープの長さに応じて水深100m程度までの水面下の掘削にも適応するが、施工範囲は比較的狭い。
障害物への対応	沈木や転石等の大型障害物には容易に対応できるが、小型障害物とともに別途選別・除去が必要である。	大型障害物への対応が困難であり、別途対応を要する。小型障害物についても別途選別・除去が必要である。	真空ポンプは障害物に対応できず、事前の除去処理が必要である。索道式掘削機は、大型障害物への対応が困難であり、別途対応を要する。
環境面への影響	水面下の掘削には適応しないため、掘削時の濁りの発生はない。騒音は一般的なレベルではあるが、低騒音型ではやや小さい。	水面下掘削時の濁りの発生は多い。騒音は一般的なレベルである。	水面下掘削時の濁りの発生は、真空ポンプは少なく、索道式掘削機ではやや多い。騒音は両者一般的なレベルである。
可搬性(機械運搬)	一般にトラック運搬で対応可能である。	一般に分解または一部分解して、トラック運搬により対応する。	真空ポンプは、一般に自走またはトラック運搬で可能である。索道式掘削機は分解して運搬する。
ダム貯水池への適用性	DS:ドーザショベル 適応土質の範囲が広く、施工能力も高いが、基面下の掘削に適応できないことから、ダム貯水池には適さない。	BWE:バケット・ホイール・エキスカベータ 適応土質の範囲が広く、施工能力も高いが、障害物に弱く接地圧も高い。調達も困難であり、ダム貯水池には適さない。	VP:真空ポンプ 適応土質が軟泥のみであり、障害物に弱く、施工能力的にも劣ることから、ダム貯水池には適さない。
	WR:ホイールローダ 適応土質の範囲が広く、施工能力も高いが、基面下の掘削に適応できないことから、ダム貯水池には適さない。		CE:索道式掘削機 適応土質の範囲が広く、大深度にも適応するが、大型障害物に弱い。設備も大掛かりであり、ダム貯水池には適さない。

(2) 浚渫工法(水上掘削工法)

浚渫は水面下の作業になるため、特殊な例外を除き非航式または自航式の浚渫船が使用される。浚渫技術の分類として、一般的には浚渫機構の違いから表-1.3.2に示すように、ポンプ系浚渫工法とグラブ・バケット系浚渫工法の2工法に大きく分けられる。また、他に浚渫する土質の違いによっても分類されている。

表-1.3.2 浚渫機構の違いによる分類²⁶⁾

工法分類	工法の概要
ポンプ系浚渫工法	各種ポンプを搭載した浚渫船によって、強制的な吸引により浚渫を行なうもの。
グラブ・バケット系浚渫工法	各種グラブ・バケット系の掘削機械を搭載あるいはグラブ・バケット系の掘削機械を有する浚渫船によって、船上からの掘削方式によって浚渫を行なうもの。

1) ポンプ系浚渫工法

ポンプ系浚渫工法においては、水とともに吸引した土砂をスラリー状態でパイプライン輸送するため、浚渫土砂の含泥率や揚土場の規模についても考慮する必要がある。一般的には、ダム貯水池には障害物や礫が多いことなどから適用されていない。図-1.3.4にポンプ系浚渫工法の分類、図-1.3.5に主なポンプ系浚渫船を示す。

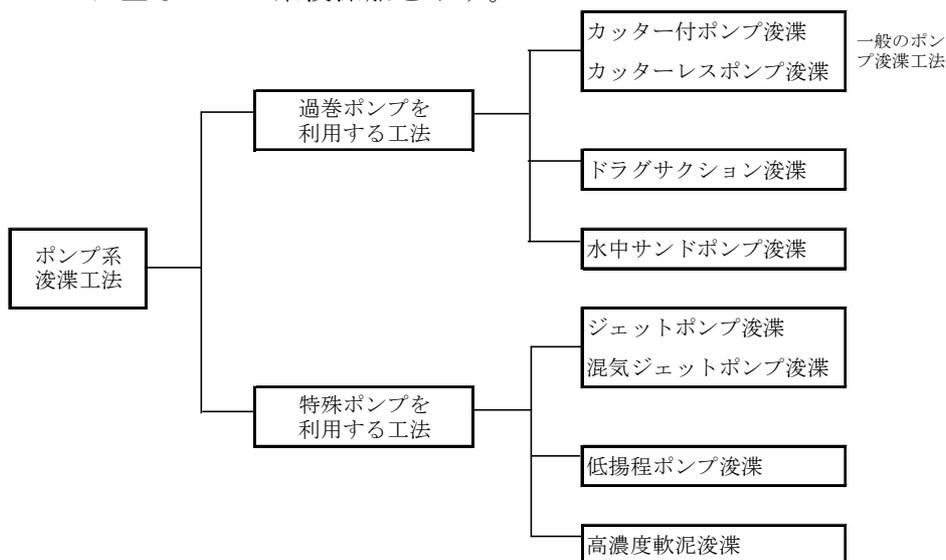


図-1.3.4 ポンプ系浚渫工法の分類²⁶⁾



ポンプ浚渫船



高濃度軟泥浚渫船

図-1.3.5 主なポンプ系浚渫船²⁶⁾

2) グラブ・バケット系浚渫工法

グラブ浚渫は、適応土質の範囲が広く、適応深度も深いことから、ダム貯水池では多く使用されている。図-1.3.6にグラブ・バケット系浚渫工法の分類、図-1.3.7に主なグラブ・バケット系浚渫船、表-1.3.3に各種工法の一般的な評価を示す。

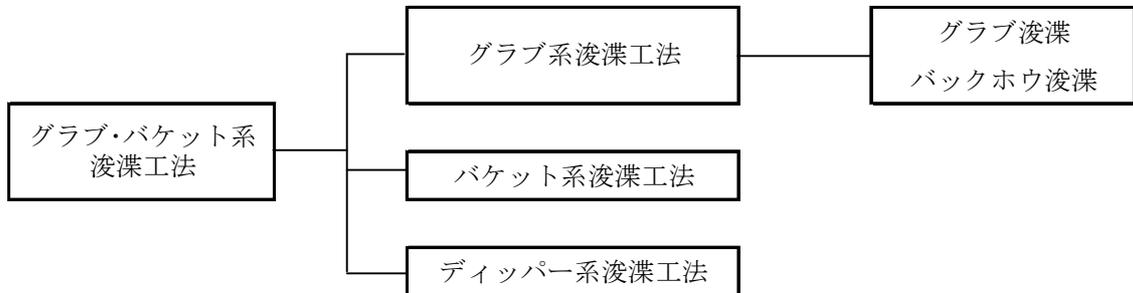
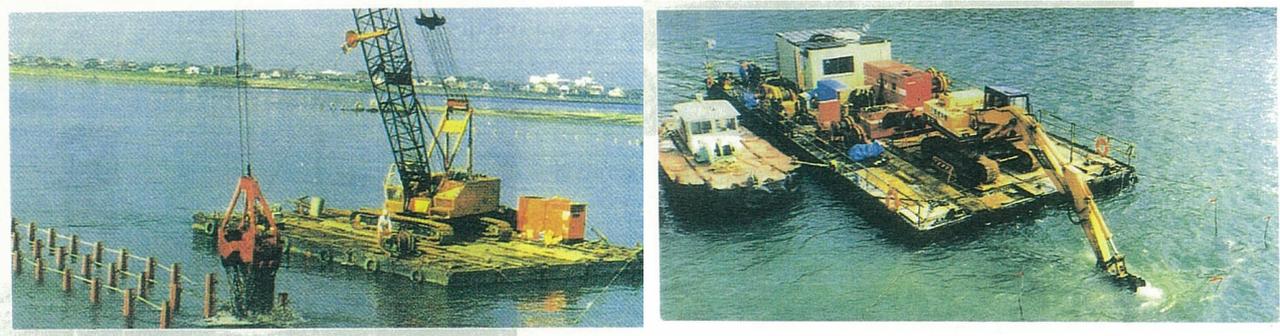


図-1.3.6 グラブ・バケット系浚渫工法の分類²⁶⁾



グラブ台船

バックホウ台船



バックホウ浚渫船

ディッパー浚渫船

図-1.3.7 主なグラブ・バケット系浚渫船²⁶⁾

表-1.3.3(1) グラブ・バケット系のダム貯水池への適用性に関する一般的評価²⁶⁾

評価	工法名	グラブ浚渫	バックホウ浚渫	バケット浚渫
工法の概要		クレーン装備を搭載した形式の浚渫船によって、グラブバケットで水底の土砂をつかみ上げる方式により浚渫する。 グラブ浚渫船には、自航式と非航式があり、グラブバケットの支持方式によって旋回式と直動式があるが、非航旋回式が最も一般的である。また、グラブバケットには一般に用いられる開放型と、主に軟泥浚渫等に使用される密封型とがある。	台船上に陸上掘削機械であるバックホウの主要本体を搭載した形式の浚渫船によって、掘削方式により水底土砂の浚渫を行う。 バックホウ浚渫船は、非航式が一般的であり、バックホウのアタッチメントの交換により、クラムバケットを装着する場合もある。	多数の鋼製バケットを有するバケットラインを船体中央のラダーに装備した浚渫船によって、バケットラインをラダーに沿って回転させて水底土砂を連続的にすくい上げる方式により浚渫を行う。 バケット浚渫船には、自航式と非航式があり、比較的浚渫能力が大きいとともに、広範囲に錨鎖を振り回す必要があるため、大規模で広域にわたる浚渫に適している。
施工実績		河川を中心に、非航旋回式による実績が多くある。ダムにおいては、主に非航直動式またはクローラ台船が採用され、直動式については10例程度の実績があり、採用規格は全て5.5m ³ である。	ダム、湖沼、河川のそれぞれにおいて数多くの実績がある。 なお、ダムにおける実績では、最大規格3.2m ³ までが採用されている。	ダム、湖沼、河川においては実績がない。
適応土質		軟弱土から軟質岩盤までの広範囲に適応する。	軟弱土から礫質土・硬質土までの広範囲に適応する。	対象土質に適合した形状のバケットを使用することで、軟弱土から硬質土までの広範囲に適応する。 なお、通常は平型バケットを硬質土には楕型バケットを使用する。
適応深度		現有船のうち、旋回式2.0～2.5m ³ クラスでは最深10～30m程度までに、同5.0～6.0m ³ クラスでは最深20～40m程度までに適応するものが多い。また、直動式5.5m ³ では最深30mまでに適応する。	現有可搬式船の最大規格に相当する2.0m ³ 級においては、最浅1.0～3.0m、最深7.0～10.0mの範囲に適応するが、基本的にバックホウの掘削可能深度および台船への搭載位置に応じた深度まで適応可能である。	国内現有船では、最浅7.0m～最深18.5mの範囲に適応する。
障害物への対応		沈木や転石等の大型障害物には容易に対応できるが、小型障害物については別途選別・除去が必要である。なお、障害物積込み用台船や陸揚機械などが別途必要となる。	大型障害物のうち、転石等にはある程度まで対応できるが、沈木については別途対応を要し、小型障害物についても別途選別・除去が必要である。なお、障害物積込み用台船や陸揚機械などが別途必要となる。	大型障害物への対応が困難であり、事前の除去処理が必要である。小型障害物についても別途選別・除去が必要である。
環境面への影響		浚渫時の濁りの発生はグラブバケットの形式によって異なり、開放型では多く、密封型では少ない。騒音はやや大きい。	浚渫時の濁りの発生は多い。騒音は一般的なレベルである。	浚渫時の濁りの発生は多い。騒音もやや大きい。
ダム貯水池への適用性		環境面での対策が必要であるが、適応土質の範囲が広く、適応深度も深い。また、施工能力が比較的高く、大型障害物にも適応可能であることから、ダム貯水池に広く適用できる。なお、現時点では現有可搬式船の規格の面から直動式が有利である。	環境面での対策が必要であるが、適応土質の範囲が広く、施工能力も比較的高い。また、障害物にもある程度の対応が可能で、ダム貯水池を含む実績も多い。ただし、適応深度に制限があることから、浚渫深度が比較的浅い等の場合に適用できる。	適応土質の範囲が広く、施工能力も大きい。基本的には可搬式に適した工法ではないために、ダム貯水池には適さない。

表-1.3.3(2) グラブ・バケット系のダム貯水池への適用性に関する一般的評価²⁶⁾

評価	工法名	ディッパー浚渫	クラムシェル台船	バックホウ台船
工法の概要		台船上に陸上掘削機械であるパワーショベルの主要本体を搭載した形式の浚渫船によって、強度の大きいスティック(アーム)を介してバケットに強力な力を集中させて掘削する方式により、水底地盤の浚渫を行う。 ディッパー浚渫船は、非航式が一般的であり、非常に大きな掘削力が得られるため、硬質地盤の浚渫に適している。	組立可搬式の台船上にクローラレーンを艀装して、クラムバケットの装着によりグラブ浚渫と同様にして水底土砂の浚渫を行う。	組立可搬式の台船上にバックホウを艀装して、バックホウ浚渫と同様にして水底土砂の浚渫を行う。
施工実績		ダム、湖沼、河川においては実績がない。	ダム、河川に数多くの実績がある。なお、ダムにおける実績ではクラムバケットの規格は、0.6~2.0m ³ の範囲のものが採用されている。	ダム、湖沼、河川のそれぞれにおいて数多くの実績がある。なお、ダムにおける実績では、艀装用のバックホウの規格は、主に0.6~1.2m ³ 級の範囲のものが採用されている。
適応土質		硬質土から軟質岩盤の範囲に適応する。なお、割れ目が多い等の条件によっては、硬質岩盤にも適応可能である。	軟弱土から硬質土までの広範囲に適応する。	軟弱土から礫質土・硬質土までの広範囲に適応する。
適応深度		国内現有船では、最浅2.5~5.0m、最深11~18mの範囲に適応する。	旋回式グラブ浚渫船の適応深度が参考となるが、基本的に陸上掘削機械としてのクラムシェルの施工能力に準じる。ただし、浚渫深度の水中掘削、障害物等に応じた施工能力の低下が見込まれる。	バックホウ浚渫船の適応深度が参考となるが、基本的に陸上掘削機械としてのバックホウの施工能力に準じる。ただし、浚渫深度や水中掘削、障害物等に応じた施工能力の低下が見込まれる。
障害物への対応		大型障害物への対応が困難であり、事前の除去処理が必要である。小型障害物についても別途選別・除去が必要である。	中型以上の障害物のうち、バケットでつかめない大型障害物については、事前の除去処理を要し、小型障害物についても別途選別・除去が必要である。なお、障害物積込み用台船や陸揚機械などが別途必要となる。	中型以上の障害物のうち、バケットに入らない大型障害物については、事前の除去処理を要し、小型障害物についても別途選別・除去が必要である。なお、障害物積込み用台船や陸揚機械などが別途必要となる。
環境面への影響		浚渫時の濁りの発生は多い。騒音もやや大きい。	浚渫時の濁りの発生は多い。騒音もやや大きい。	浚渫時の濁りの発生は多い。騒音もやや大きい。
ダム貯水池への適用性		硬質地盤までに適応し、施工能力も比較的大きいが、基本的に可搬式に適した工法ではないために、ダム貯水池には適さない。	グラブ浚渫に比較して、小型規格が中心であるため施工能力的に劣り、大型障害物にも弱いものの、調達容易でダム貯水池を含む実績が多いことから、比較的超小規模で大型障害物の少ない場合に適用できる。	バックホウ浚渫に比較して、小型規格が中心であるため施工能力的に劣り、適応深度が浅く大型障害物にも弱いものの、調達容易でダム貯水池を含む実績が多いことから、比較的超小規模で浚渫深度が浅く、大型障害物の少ない場合に適用できる。

(3) 運搬・輸送工法

貯水池からの排砂計画にあたり、掘削・浚渫方法、運搬方法、土砂処分方法をシステムとして捉え、搬出先までの地形条件、各種条件等に応じた適切な組合せを選定することが重要になる。図-1.3.8 に運搬・輸送工法の分類を示す。また、図-1.3.9 に土運搬船における揚土積替え作業例、表-1.3.4 に各システムの一般的評価を示す。

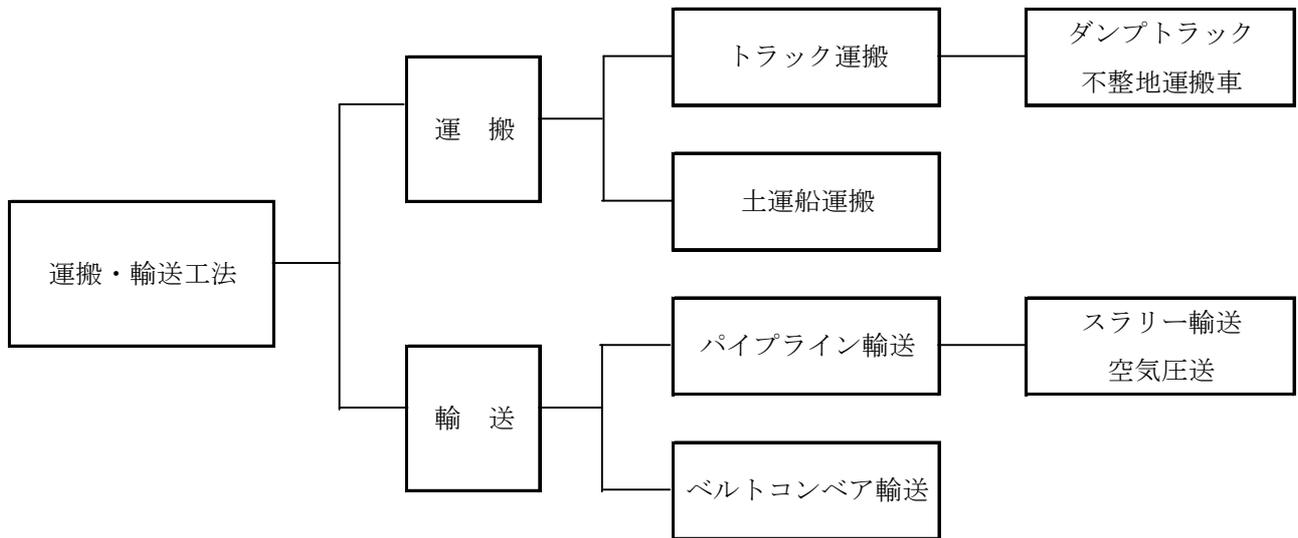


図-1.3.8 運搬・輸送工法の分類²⁶⁾

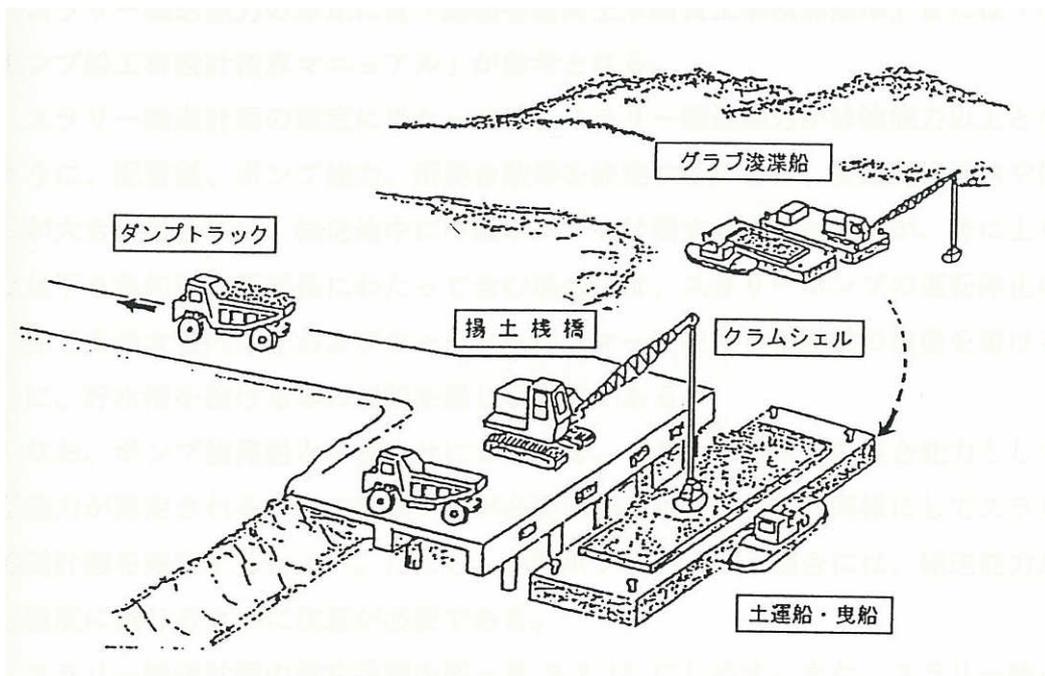


図-1.3.9 土運搬船における揚土積替え作業例(2次運搬:ダンプトラック)²⁶⁾

表-1.3.4 各システムの一般的評価²⁶⁾

システム	ポンプ浚渫船+スラリー輸送	グラブ浚渫+土運船+ダンプトラック	グラブ浚渫船+スラリー輸送	グラブ浚渫船+空気圧送	陸上掘削機械+ダンプトラック
浚渫深度	10～15mの深さに対応。これ以上の深さには、大深度用に改造が必要	30～40mの深さまで、通常の作業効率の範囲に対応。それ以上の深さでは、作業効率が大きく落ちる。	30～40mの深さまで、通常の作業効率の範囲に対応。それ以上の深さでは、作業効率が大きく落ちる。	30～40mの深さまで、通常の作業効率の範囲に対応。それ以上の深さでは、作業効率が大きく落ちる。	機械の足場下から7～8m程度まで対応できる。
適応土質	砂質土から粘性土までの範囲に適応。	礫から粘性土までの範囲に適応。	砂質土から粘性土までの範囲に適応。	粘性土に適応する。礫、砂では効率が大幅に低下する。	礫から粘性土までの範囲に適応。
施工能力	小～大(ポンプ能力による)	小～中(運搬能力に左右される)	小～大(ポンプ能力による)	小～大(ポンプ能力による)	小～中(運搬能力に左右される)
障害物対策	事前処理等の対策が必要。カッターに防護が必要。	特に大型の障害物のみ事前処理を施す。施工中は別途処理で対応。	事前処理等の対策が必要。輸送時に選別スクリーン等が必要。	事前処理等の対策が必要。輸送時に選別スクリーン等が必要。	施工中は別途処理で対応。
運搬・輸送距離	数kmまでは支障ない。中継ポンプにより長距離輸送も可能。	ダンプトラックによって、長距離運搬にも支障なく対応。	数kmまでは支障ない。中継ポンプにより長距離輸送も可能。	数kmまでは支障ない。中継ポンプにより長距離輸送も可能。	ダンプトラックによって、長距離運搬にも支障なく対応。
造成地形態 (最終場土地の地形条件)	傾斜地や狭隘地への適用も可能だが、一般には平坦で広い場合に向く。	急傾斜地や狭隘地にも容易に対応。(搬入路の確保が前提)	傾斜地や狭隘地への適用も可能だが、一般には平坦で広い場合に向く。	傾斜地や狭隘地への適用も可能だが、一般には平坦で広い場合に向く。	急傾斜地や狭隘地にも容易に対応。(搬入路の確保が前提)
造成地における土性	含水比が特に高い。	含水比は比較的低い。	含水比が特に高い。	含水比は比較的低い。	含水比は低く良好。
余水処理	必要	必要ない	必要	小規模でよい	必要ない