

5-3 VM・LVM・RM・ARM

・BH-ARM工法 (自走式施工法)

5-3-1 施工概要

自走式施工法は表5-4に示すように、その攪拌機構の違いによりVM工法(垂直式施工法)、LVM工法(長尺垂直式施工法)、RM工法(ロータリー式施工法)、ARM工法(自動ロータリー式施工法、特許第3215634号)の4タイプに分類されるが、基本的には泥面上を自走できるフロート構造の特殊処理機を用いて、スラリー状のセメント系固化材を対象地盤と攪拌混合して軟弱地盤を改良する固化処理工法である。

本工法は、横行式施工機で施工のできない部分(横行式処理機の占有部・端末部・処理サイド部等)の固化処理工法として開発されたものであり、機動性に富むことから、埋立地(浚渫ヘドロ)、河川、湖沼、池などに堆積した複雑な地形や狭隘地の軟弱地盤等を比較的小規模～中規模に固化処理するのに最適な施工法である。

本工法は、①処理機の移動が自走式である、②処理目的等に応じた施工ができる、といった特長を有している。スラリープラントで製造された固化材スラリーはグラウトポンプで処理機まで圧送される。圧送距離は200m程度(固化材スラリーを定量吐出させるため)であり、それ以上の距離がある場合は中継プラントを設置することにより、

固化材スラリー供給が可能となる。

スラリープラントから送られた固化材スラリーは、流量計を通してそれぞれの攪拌装置の吐出孔より対象地盤中に吐出され攪拌混合される。

5-3-2 施工方法

1) 施工手順

自走式施工法の施工手順は、図5-14のフローに示す。また、施工概念図を図5-15に示す。

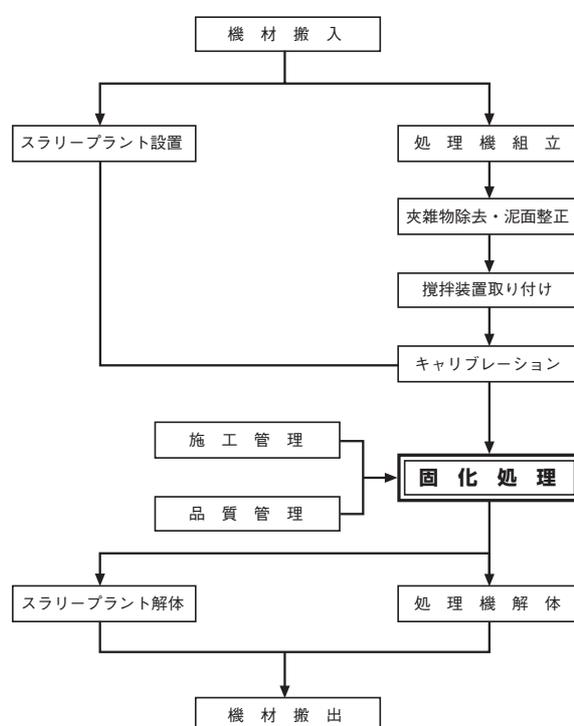
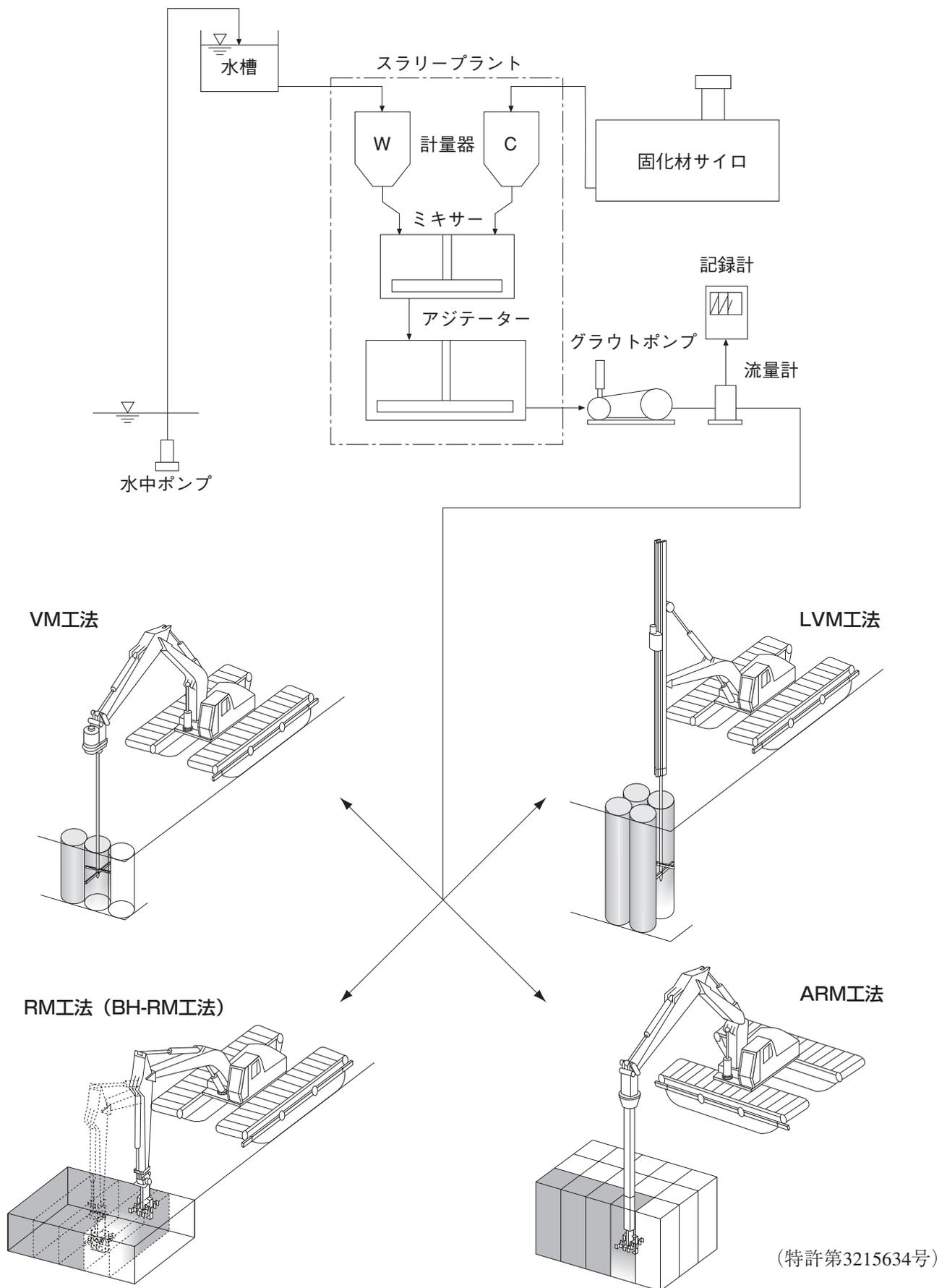


図5-14 自走式施工フロー

表5-4 自走式施工法の概要

工法名	処理深度	攪拌方式	施工方法	スラリー吐出位置	固化形状
VM工法 (垂直式施工法)	3m	水平攪拌	貫入→引抜き	攪拌翼	円柱状
LVM工法 (長尺垂直式施工法)	6m	水平攪拌	貫入→先端処理→引抜き	攪拌翼	円柱状
RM工法・BH-RM工法 (ロータリー式施工法)	3m	鉛直攪拌	貫入→引抜きの繰り返し	駆動端部	ブロック状
ARM工法 (自動ロータリー式施工法)	7m	鉛直攪拌	貫入→引抜き	駆動端部	角柱状

注) LVM工法、ARM工法では処理機の安定性確保のため、施工位置の平坦性およびある程度のトラフィックビリティを必要とする。地盤が比較的良好な場合、クローラタイプでの組み合わせが可能。



(特許第3215634号)

図5-15 自走式施工概念図

2) 固化処理法

a) VM工法(垂直式施工法) (図5-16)

- ① 攪拌翼を回転させ、固化材スラリーを吐出させながら、一定速度で所定深度まで貫入を行なう。
- ② 所定深度に到達したら、一定速度で攪拌機の引

抜きを行なう。

- ③ 泥面に攪拌翼が出た時点で次の施工位置に攪拌機をセットし、①の作業に入る。①～③を繰り返す。
- ④ 所定幅の処理を行なった後、攪拌機を引き上げ、処理機本体を自走移動させ次の施工ブロックに位置決めする。

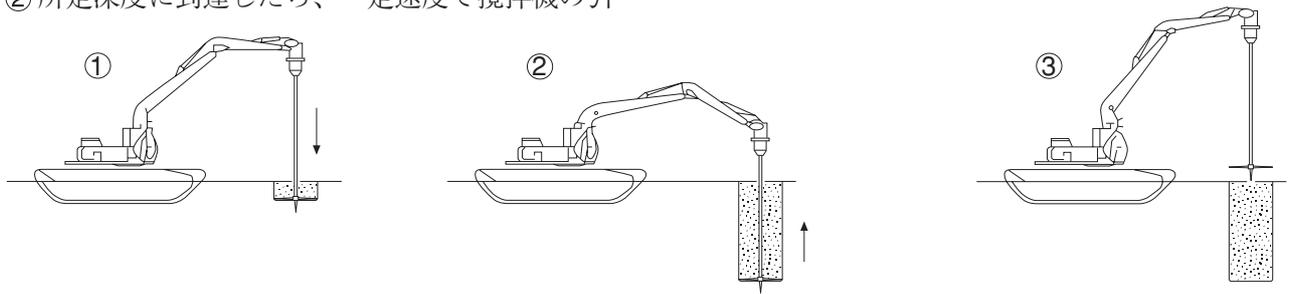


図5-16 VM工法施工模式図

施工位置への処理機のセットの例を図5-17に示す。

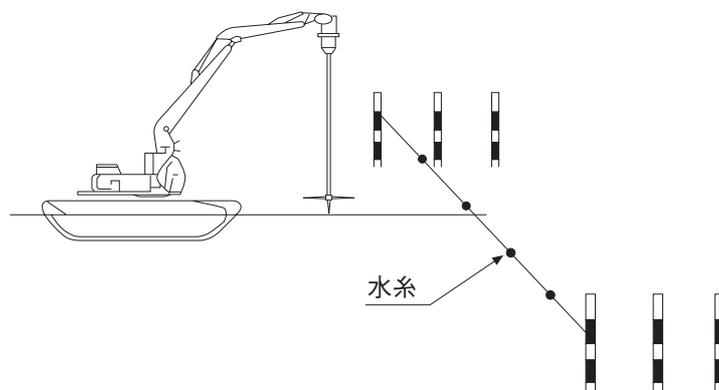


図5-17 VM工法の施工位置セット模式図



b) LVM工法(長尺垂直式施工法)(図5-18)

- ① ② 所定位置にセットした後、攪拌翼を回転させ攪拌ガイドリーダーにより、所定深度まで一定速度で貫入を行なう。
- ③ 所定の深度で貫入とスラリー吐出を停止し、

先端部処理を行なう。

- ④ 再びスラリー吐出を開始し、泥面まで一定速度で引抜きを行なう。
- ⑤ 次の施工位置に攪拌機をセットし、①～④を繰り返す。

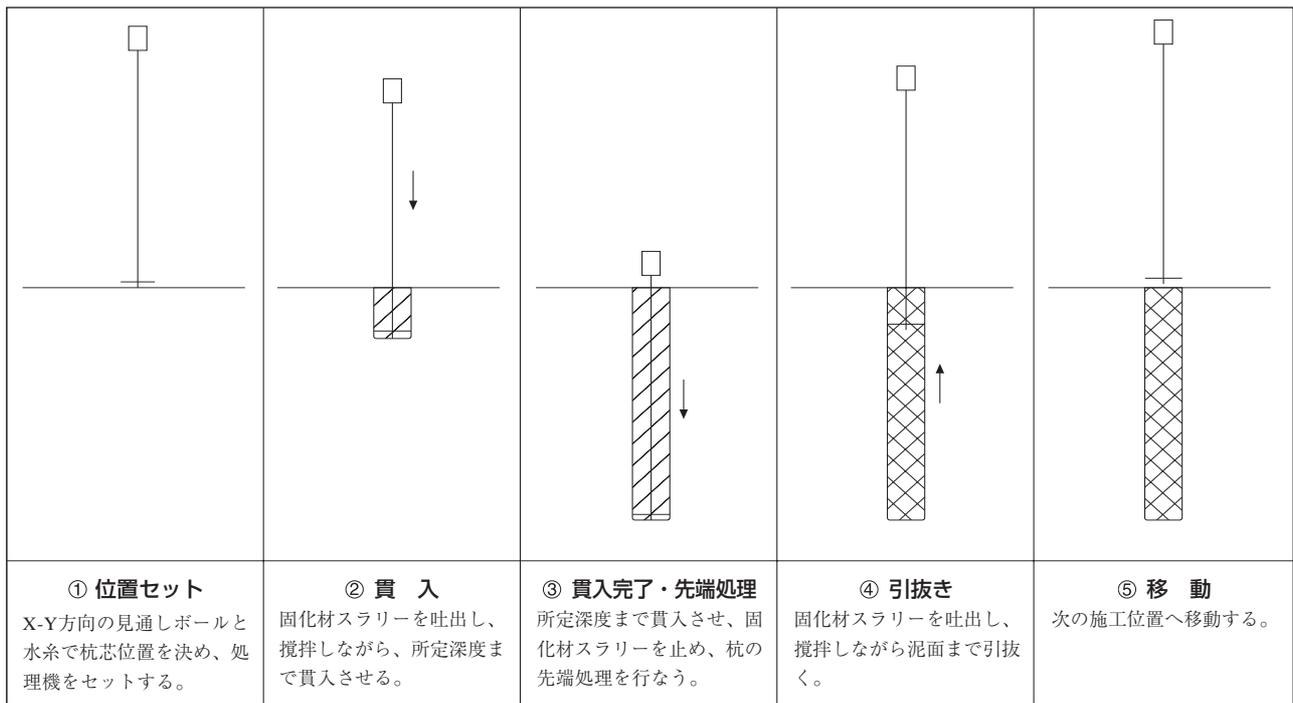


図5-18 LVM工法施工模式図

施工位置への処理機のセットの例を図5-19に示す。

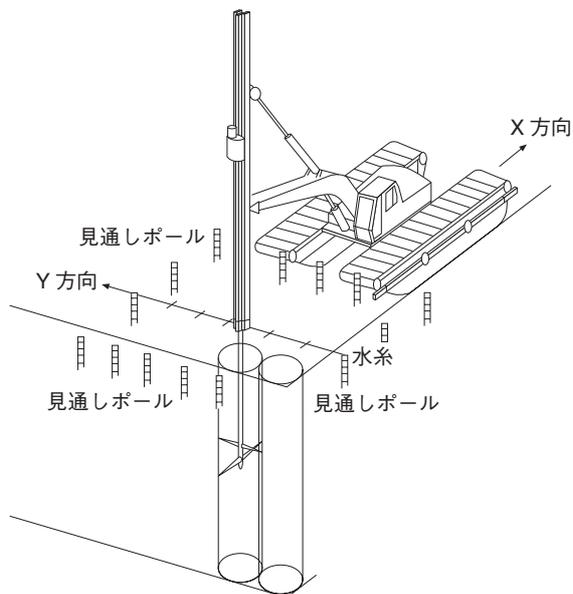


図5-19 LVM工法の施工位置セット模式図



c) RM工法(ロータリー式施工法)(図5-20)

- ① 処理機を所定位置にセットする。
- ② 攪拌翼を回転させ固化材スラリーを吐出しながら、一定速度で所定の深度まで貫入を行なう。
- ③ 所定の深度に到達したら、一定速度で攪拌機の引抜きを行なう。
- ④ 泥面に攪拌機が出た時点で、次の施工位置(攪拌翼の1/2)に攪拌機をセットする。ブロックの施工が完了したら、次のブロックへ処理機を自走移動させる。

施工位置への処理機のセットは、図5-21に示すように行なう。

- ① X-Y方向に区割りポールをたて、施工区割りピッチを表示する。
- ② 攪拌機を区割りポールの見通し線上に来るようにセットする。

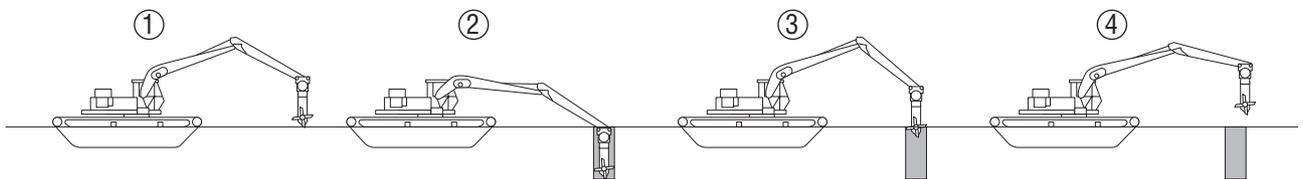


図5-20 RM工法施工模式図

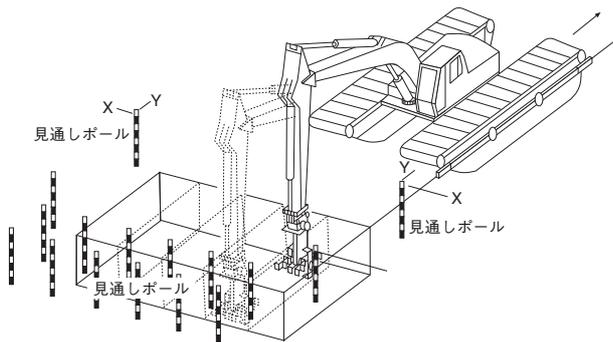


図5-21 RM工法の施工位置セット模式図



d) ARM工法(ロータリー式施工法)(図5-22)

- ① 処理機を所定の位置にセットする。
- ② 攪拌翼を回転させつつ固化材スラリーを吐出しながら貫入・引抜きを行なう。
- ③ 攪拌機が泥面上に出た時点で、攪拌機を90°回転させる。
- ④ 同じポイントで再び貫入・引抜きを行なって1本の施工を終了した後、隣接する地点の処理を行なう。

所定の区割りブロックの処理を行なった後、攪拌機を引上げ処理機を自走移動して次の施工ブロックに位置決めする。

施工位置への処理機のセットは、図5-23に示すように行なう。

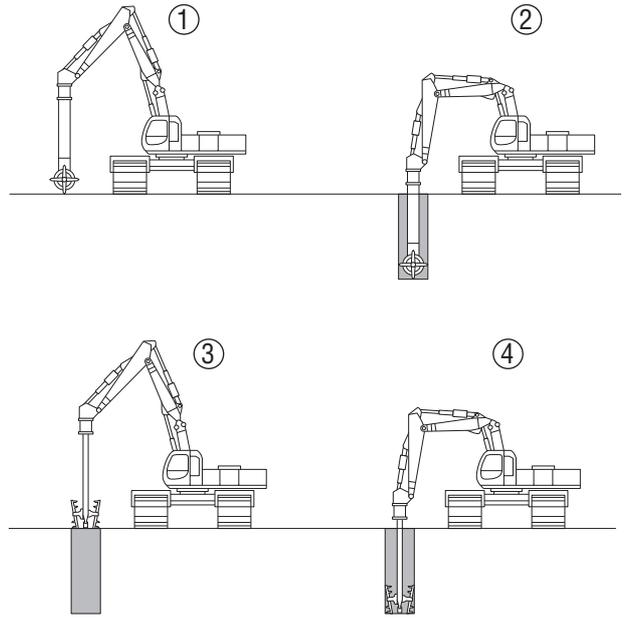
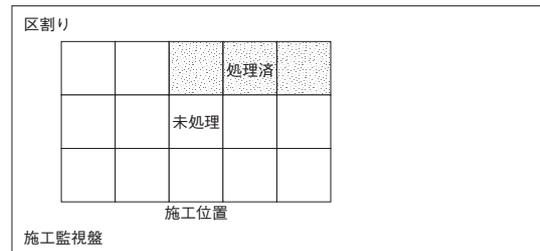


図5-22 ARM工法施工模式図

- ① X-Y方向に区割りポールをたて、施工区割りブロックを表示する。
- ② 2ヶ所に攪拌機をセットし、位置を施工監視盤に記憶させる。
- ③ 処理機上の施工監視盤で位置を合わせ順次施工する。

また、施工監視盤を図5-24に示す。



施工監視盤は処理機運転室にあり所定の区割りブロックを示す。攪拌翼の中心を示す印を各格子の中心に合わせることで施工位置がセットされる。また、処理済と未処理部分は色別される。

図5-24 処理機の施工監視盤

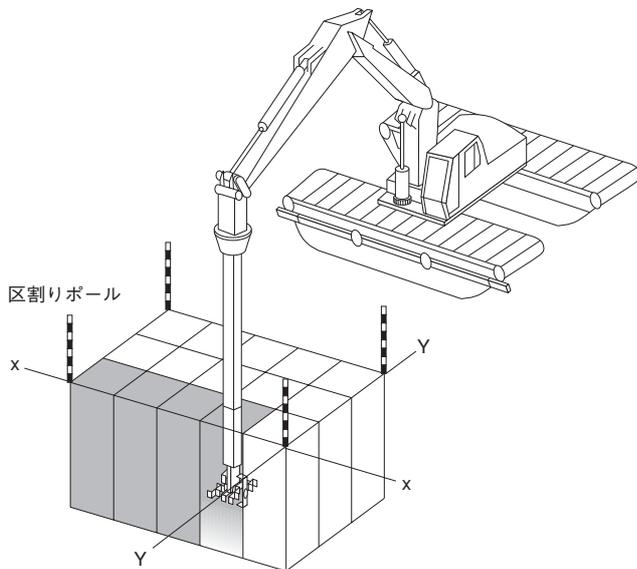


図5-23 ARM工法の施工位置セット模式図



3) 攪拌混合方法

工法別の攪拌混合方法を以下に示す。

a) VM工法(垂直式施工法)

攪拌機を一定速度で貫入・引抜きさせながら、同時に一定速度で回転する攪拌翼にある吐出孔より固化材スラリーを吐出させ、対象地盤と攪拌混合を行なう。

貫入・引抜きの往復動作により、改良体1本の処理が完了する。

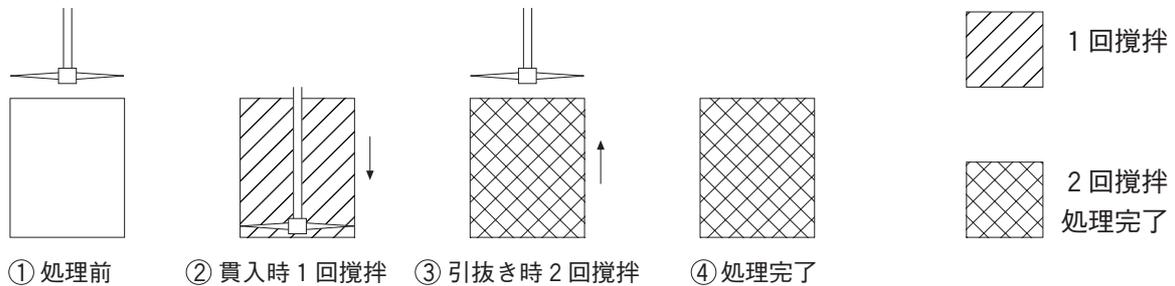


図5-25 VM工法施工模式図

b) LVM工法(長尺垂直式施工法)

処理深度が深くなるので、処理機に攪拌機をガイドするリーダー部材を取り付け、VM工法と同様の攪拌混合を行なう。

ただし、処理部下端についてはその位置で攪拌機を止めて先端処理を1分間行なった後、引抜きを行なう。

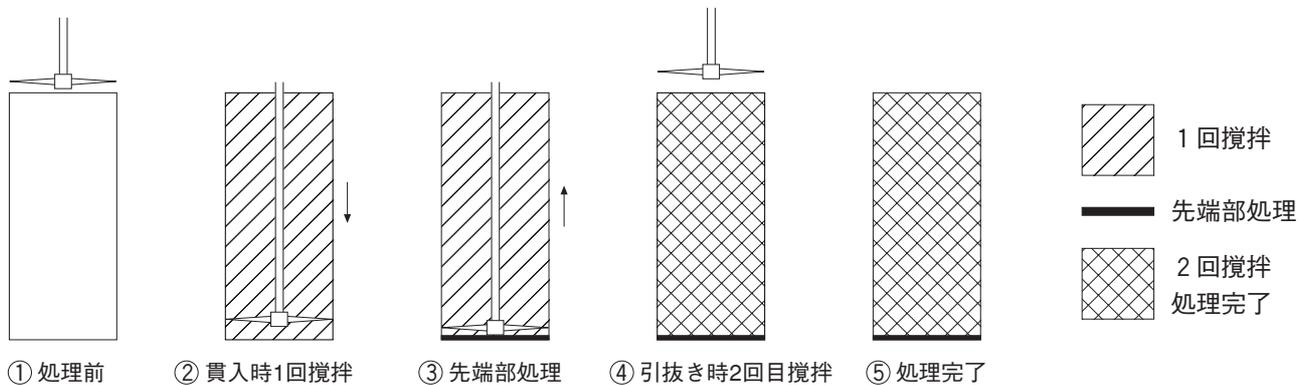


図5-26 LVM工法施工模式図

c) RM工法(ロータリー式施工法)

攪拌翼を鉛直回転させ一定速度で、貫入・引抜き
の往復動作を行なう。なお、1回目の貫入・引
抜きが終わると、攪拌翼径の1/2だけ移動して次
の貫入・引抜きを行なうので、同一面で4回の攪
拌が行なわれることになる。

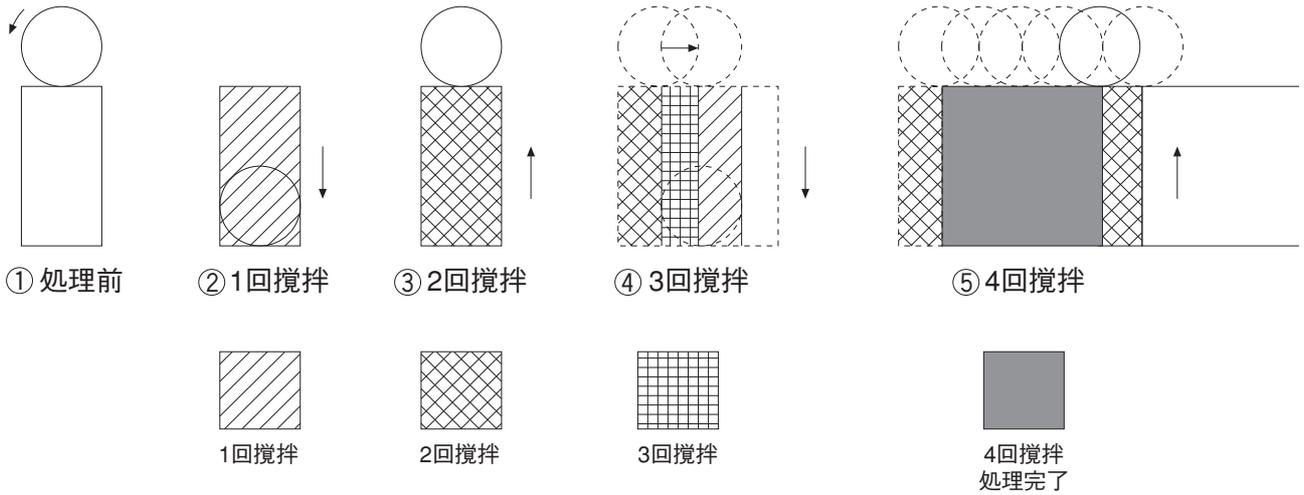


図5-27 RM工法施工攪拌模式図

d) ARM工法(自動ロータリー式施工法)

攪拌翼を鉛直回転させつつ一定速度で貫入・引
抜き行なった後、攪拌部を90度回転させ、同じ時
点で再び貫入・引抜きを行なう。

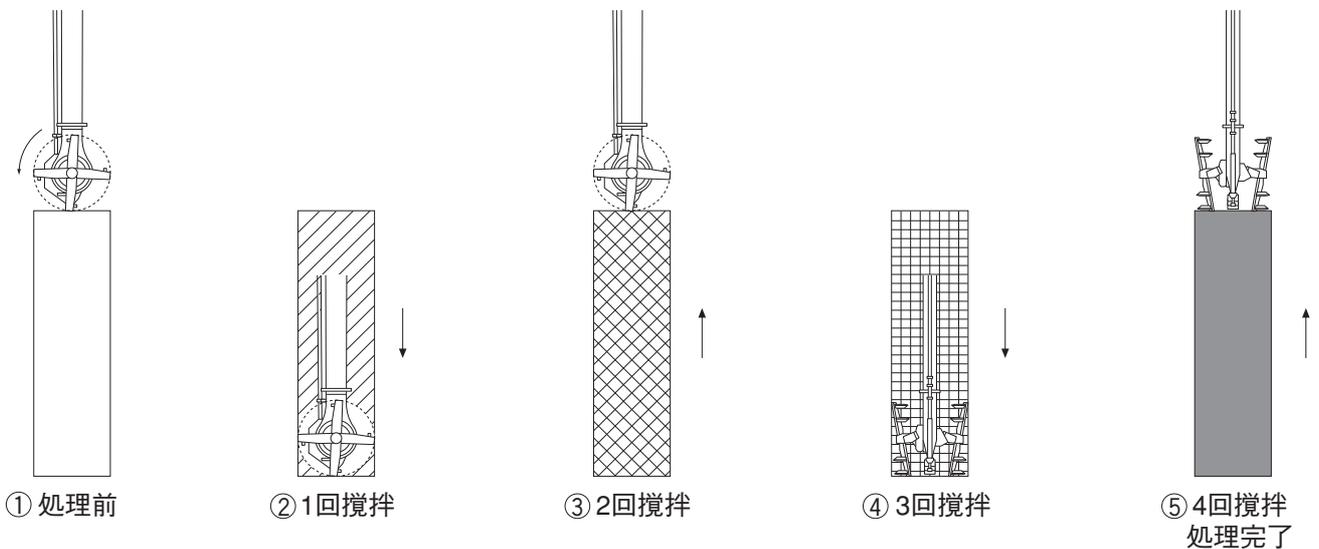


図5-28 ARM工法施工模式図

5-3-3 使用機械

使用する機械を一覧表として表5-5に示す。また、各工法の施工機械姿図を図5-29～図5-33に示す。

表5-5 使用機械一覧表

	機 械 名	数 量	単 位	構 造 形 式
処 理 機	VM工法処理機	1	台	処理機出力92 kW 攪拌翼径 ϕ 1000～1200 * 最大深度3m、油圧駆動
	LVM工法処理機	1	台	処理機出力92 kW 攪拌翼径 ϕ 800～1000 * 最大深度6m、油圧駆動 油圧昇降、攪拌リーダー部含む
	RM工法処理機	1	台	処理機出力92 kW 攪拌翼径 ϕ 1000 最大深度3m
	ARM工法処理機	1	台	処理機出力99 kW 攪拌翼径 ϕ 1000～1300 * 最大深度7m(深度記録計装)
	BH-RM工法処理機	1	台	処理機出力104 kW 攪拌翼径 ϕ 1000 最大深度3m
プ ラ ン ト	スラリープラント	1	台	10m ³ /h
	固化材サイロ	1	台	30t
	スクリュウコンベア	1	台	20t/h *
	グラウトポンプ	1	台	250 ℓ /分 *
動力	発動発電機	1	台	100kVA
付 属 品 等	管理記録計	1	台	流量積算記録
	高圧ホース 注)	200	m	ϕ 38mm
	水 槽	1	基	10m ³
	高圧洗浄機	1	台	ノズル径 1/2インチ プラント清掃用
	敷鉄板	6	枚	1524×6096×22
	電気溶接機	1	台	250 A ディーゼルエンジン付

* 現場条件、施工条件により変更します。

注) スラリープラントの位置と施工場所が200 m以上ある場合には、中継プラント施設(アジテータ槽 [3m³]、グラウトポンプ[250 ℓ /分]、発電機[45kVA])が必要となる。スラリープラントから直接定量性をもって、固化材スラリーを圧送できる距離は、200m程度である。

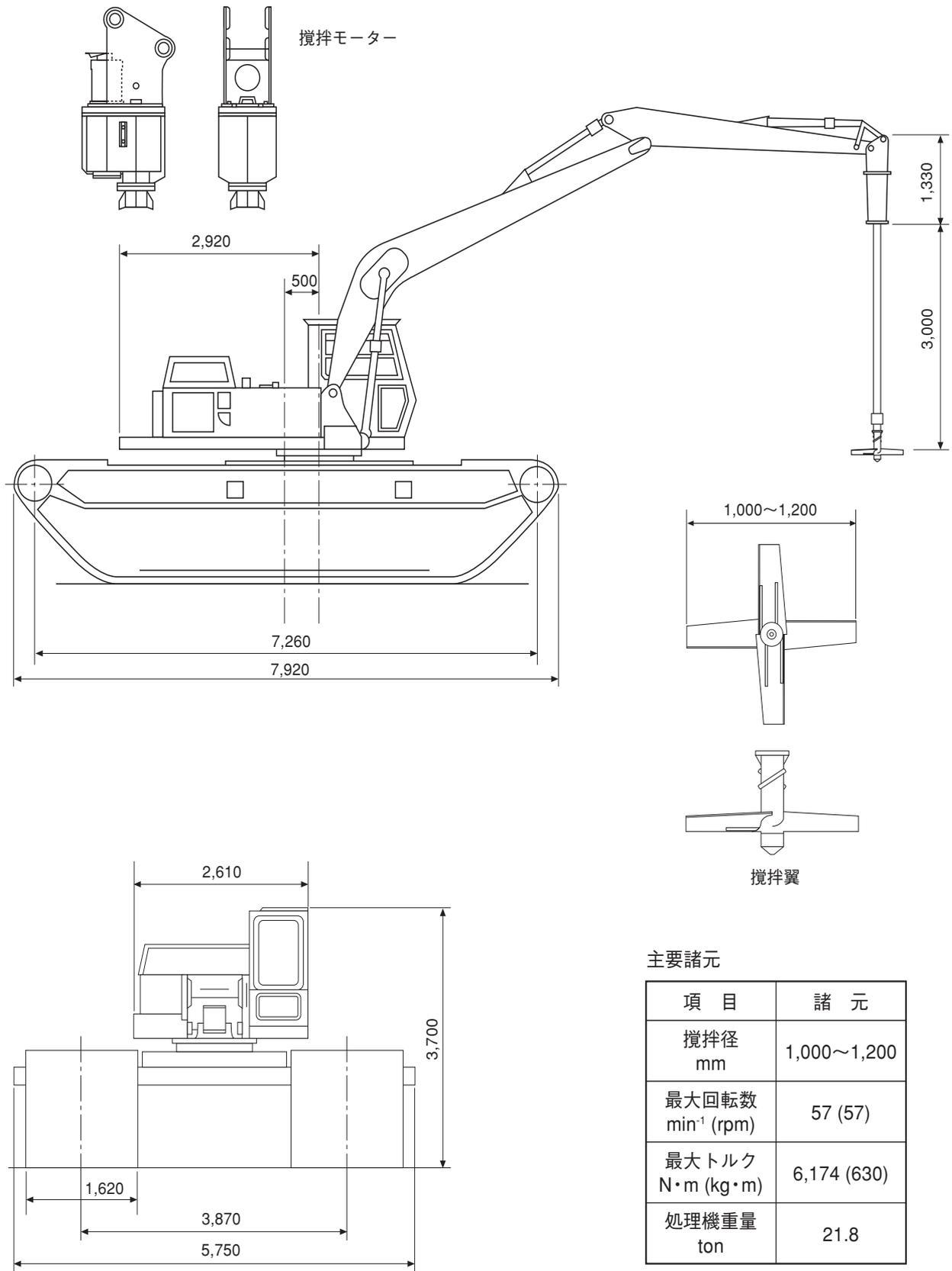
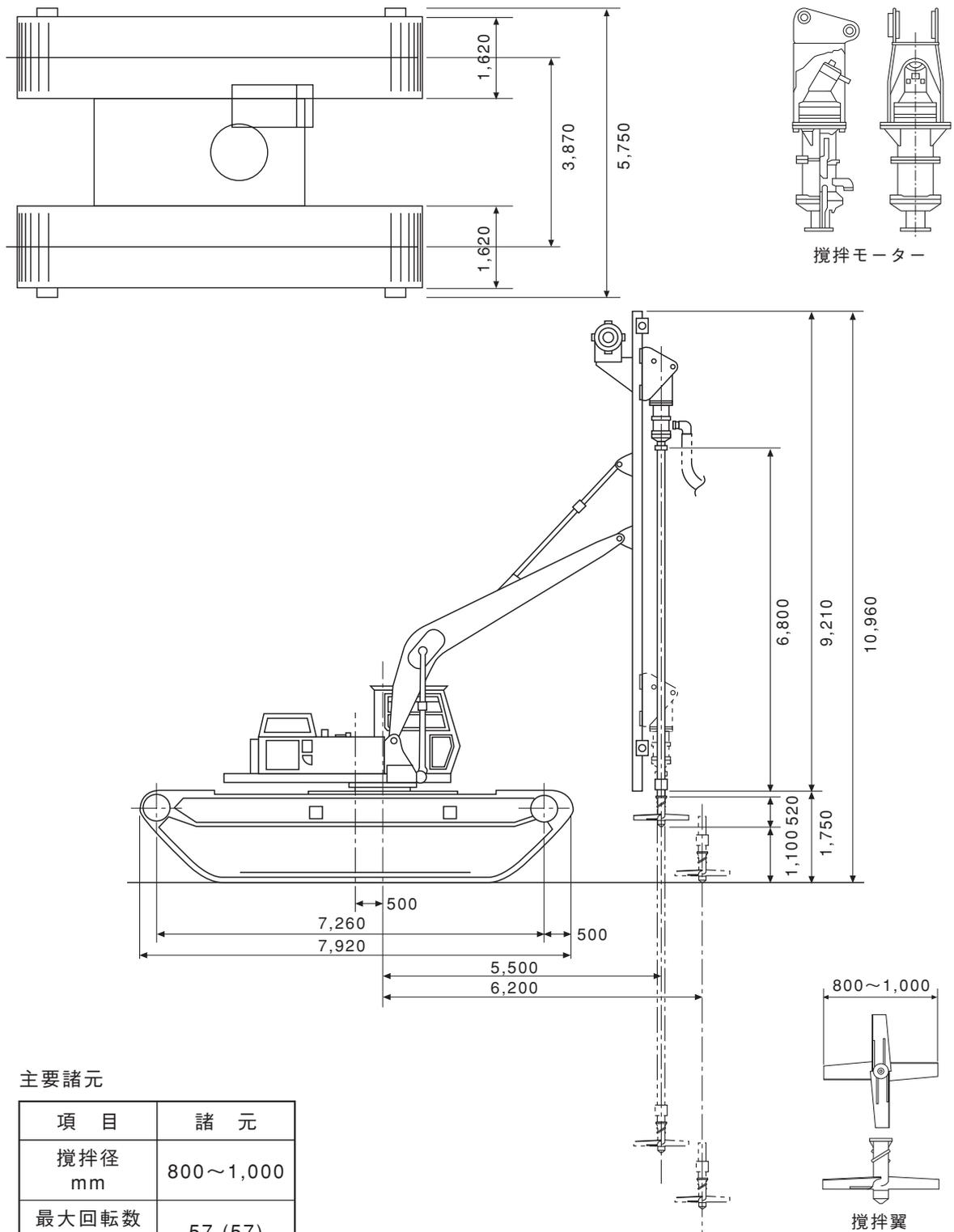


図5-29 VM工法処理機



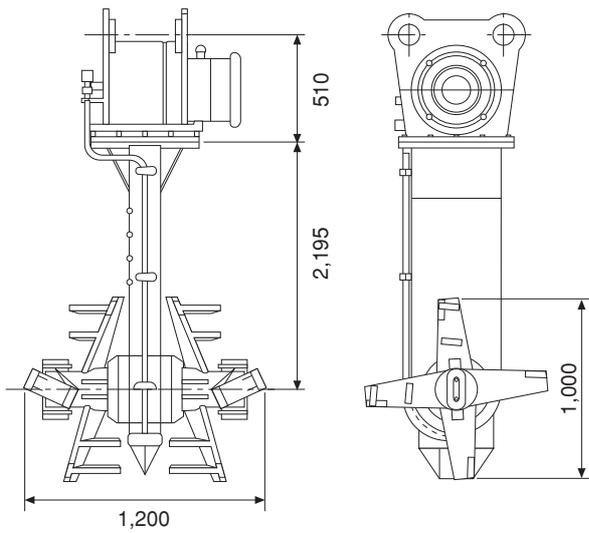
主要諸元

項目	諸元
攪拌径 mm	800~1,000
最大回転数 min ⁻¹ (rpm)	57 (57)
最大トルク N・m (kg・m)	6,174 (630)
処理機重量 ton	23.2

図5-30 LVM工法処理機

主要諸元

項目	諸元
攪拌径 mm	1,000
攪拌幅 mm	1,200
最大回転数 min ⁻¹ (rpm)	70 (70)
最大トルク N・m (kg・m)	8,830 (900)
処理機重量 ton	22.3



攪拌機

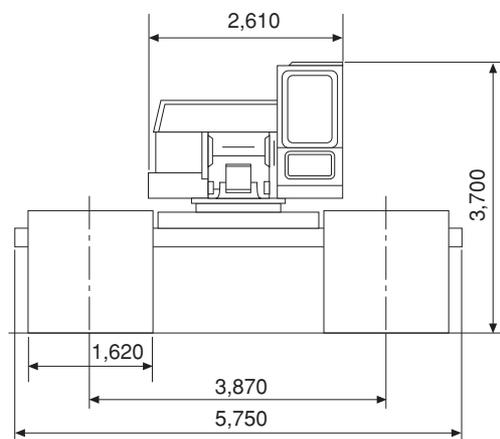
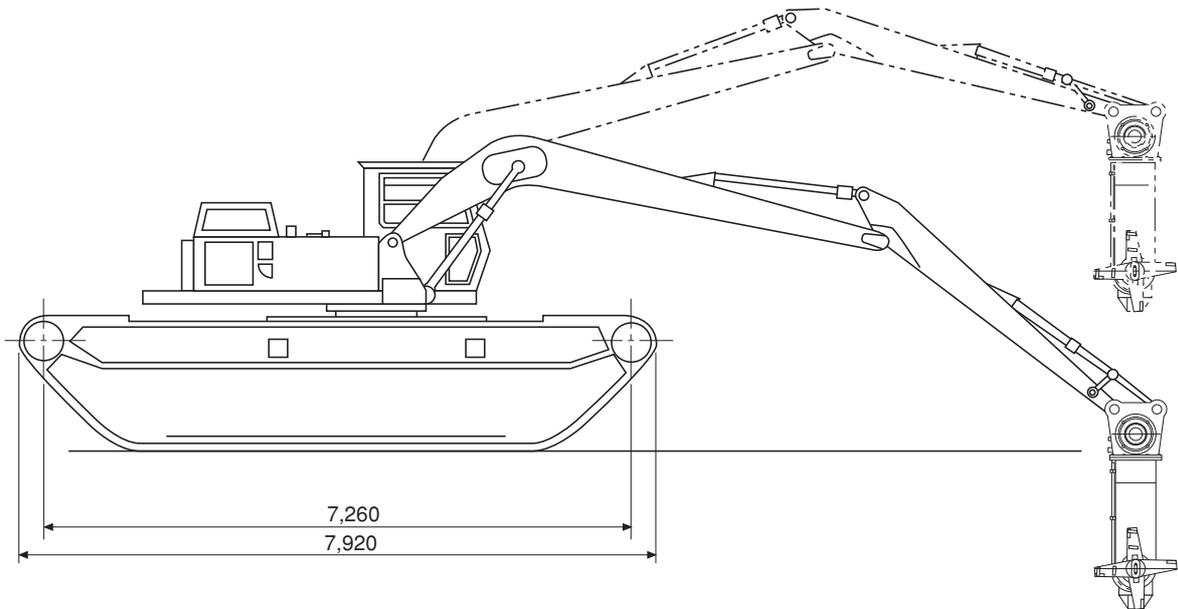


図5-31 RM工法処理機

主要諸元

項目	諸元
攪拌径 mm	1,000~1,300
攪拌幅 mm	1,000~1,300
最大回転数 min ⁻¹ (rpm)	50 (50)
最大トルク N・m (kg・m)	9,800 (1,000)
処理機重量 ton	24.5

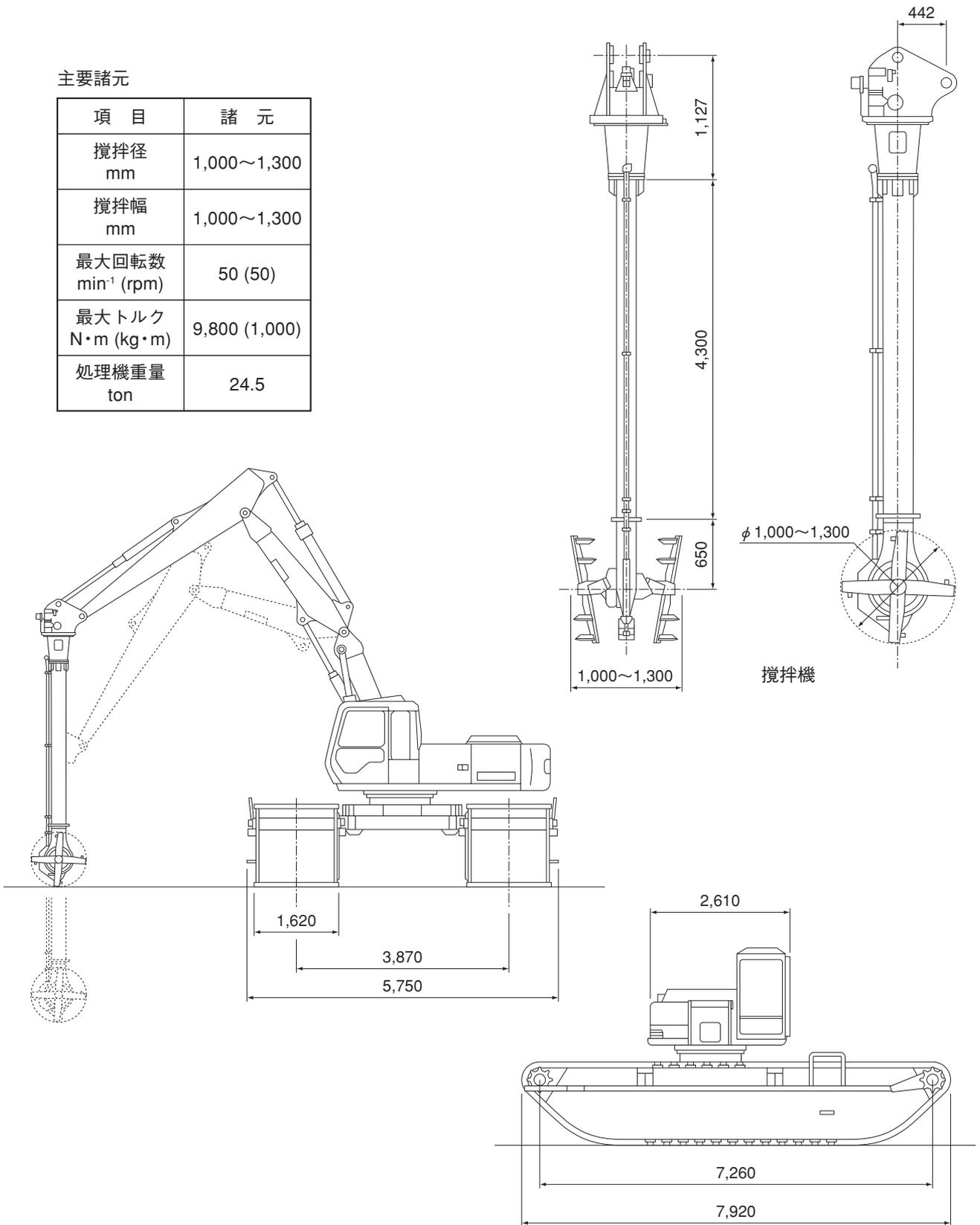
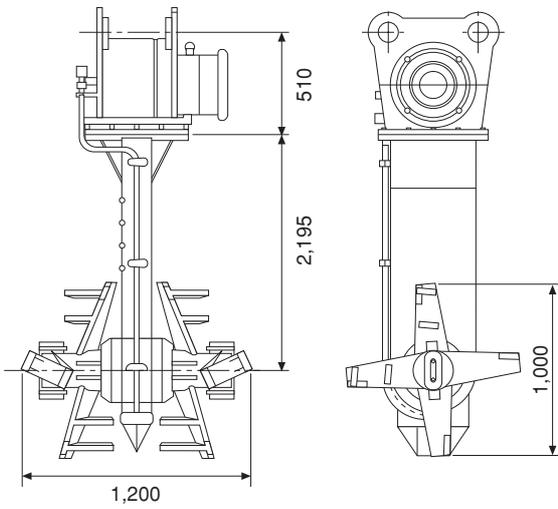


図5-32 ARM工法処理機

主要諸元

項目	諸元
攪拌径 mm	1,000
攪拌幅 mm	1,200
最大回転数 min ⁻¹ (rpm)	70 (70)
最大トルク N・m (kg・m)	8,830 (900)
処理機重量 ton	21.1



攪拌機

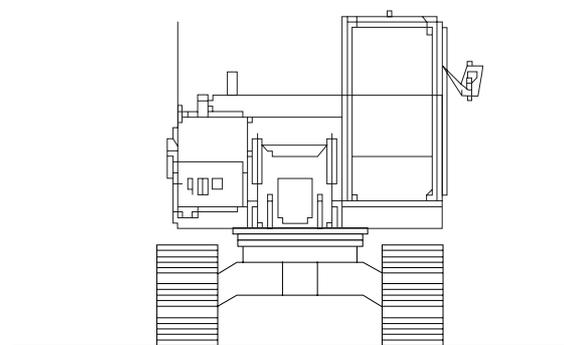
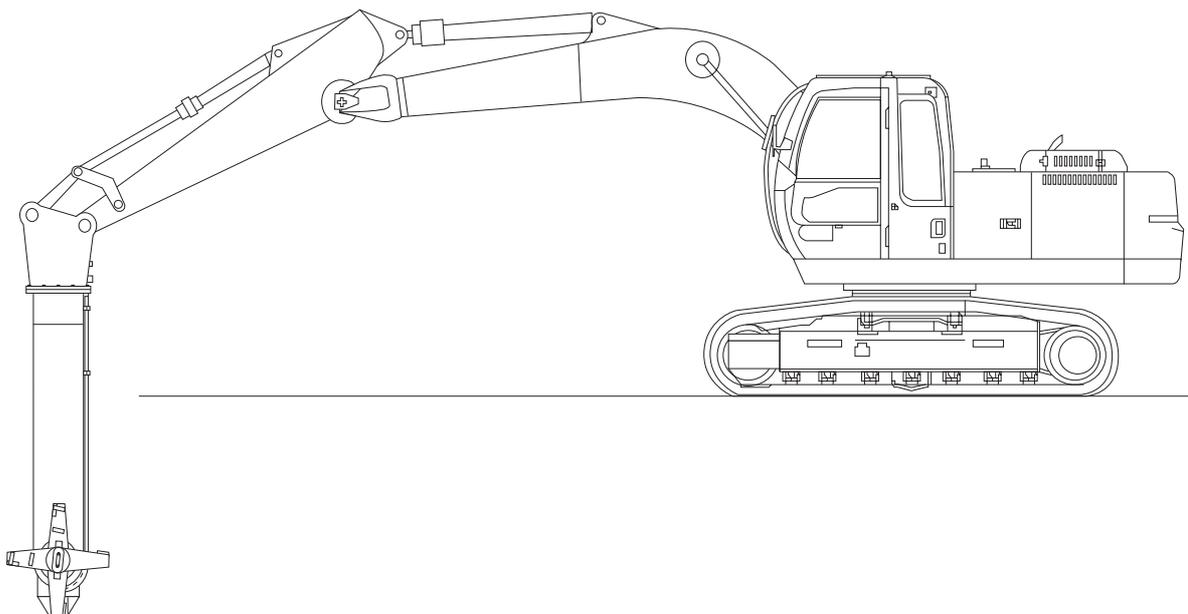


図5-33 BH-RM工法処理機

5-3-4 仮設

1) 機材の搬入

処理機、プラントなどの機材は、すべてトラック輸送可能な大きさに分解して現地に搬入する。ただし、施工現場の状況により、水上搬送する場合がある。

2) 夾雑物の除去・軟弱土面整正

あらかじめ固化処理の支障となる夾雑物・地中障害物を除去するとともに、必要に応じ軟弱土面整正を行なう。

3) 自走式処理機の組立、解体

組立には35t吊り以上のラフテレーンクレーンを使用するので、あらかじめ組立ヤードを確保する必要がある。ヤードの広さは(処理機分6m×8m + ラフテレーンクレーン分8m×10m)程度必要である。

ラフテレーンクレーンにより足回りフロート部を組立泥面に吊り降ろし、機関部を取り付け、油圧配管パイプを接続する。続いて機関部の先端に攪拌部を取り付ける。さらにスラリープラントか

ら供給される固化材スラリーを通すホースを配管する。組立には2日程度、解体には1日程度を要する。

施工現場の状況により陸上部から離れた箇所に処理機を降ろす場合、ラフテレーンクレーンに代わってクレーン台船を使用することもある。

4) スラリープラントの組立、解体

あらかじめ計画された組立用地に機材を搬入し、35t吊りラフテレーンクレーンにより組み立てる。プラント機材の配置は現場状況、固化材搬入ローリー車や資機材搬入車両の通行および処理機へのスラリー圧送方向を検討し、決定する。プラント用地は最小15m×10m程度必要であり、機材や資機材搬入車両の重量に耐えられる地盤が良い。

組立には3日程度、解体には2日程度の日数を必要とする。

陸上部にスラリープラントの設置が不可能な水上では、台船上(200tクラス以上)にプラント機材をクレーン台船を使用して組み立てる。

スラリープラントと処理船の距離がグラウトポンプの圧送限界(200m)以上になる場合は中継プラントを使用する場合がある。