

第1章 軟弱土固化処理工法の概要

1-1 軟弱土の分類

軟弱土(ヘドロおよび汚泥)についての明確な定義はないが、一般にヘドロは自然的要因あるいは人為的要因によって発生した微粒子が河川・湖沼あるいは海域の水底に堆積したもので、比較的有機物が多いと言われている。一方、汚泥は上下水処理施設あるいは企業の産業廃棄物等、主として人為的要因から発生する泥状物質であるが、広義にはヘドロや汚泥も軟弱土の範疇に入ると言われている。

当研究会では軟弱土を広義に解釈してヘドロや汚泥を含めることとし、さらにそれらで埋立てた超軟弱地盤までを対象とする。

軟弱土を分類すると次のようになる。

- ① 海域ヘドロ
- ② 淡水域ヘドロ
- ③ 産業廃棄物
- ④ 上下水処理汚泥
- ⑤ 建設廃泥
- ⑥ 埋立地の超軟弱土

1-2 軟弱土の特徴

軟弱土の特徴の第一は、含水比が非常に大きいことである。特に水域に堆積した軟弱土の含水比は200~250%であることが多く、表層部では400~500%にも及ぶことがある。湿潤密度は含水比が大きくなるに従って小さくなるが、その関係を図1-1に示す。

第二の特徴は表層部が特に超軟弱化されていることである。軟弱土の堆積深さと含水比および湿潤密度の関係は図1-2のように報告されており、上層部20~30 cmが特にゆるい堆積状態にあることが明らかにされている。

第三の特徴は、有機物を多く含んでいることである。強熱減量が多いもので45%にも達するものがあり、COD(化学的酸素要求量)も強熱減量が多くなるにつれて大きくなることも報告されている(図1-3参照)。

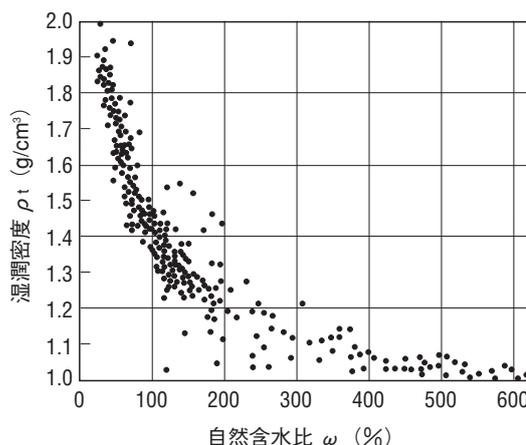


図1-1 湿潤密度と自然含水比

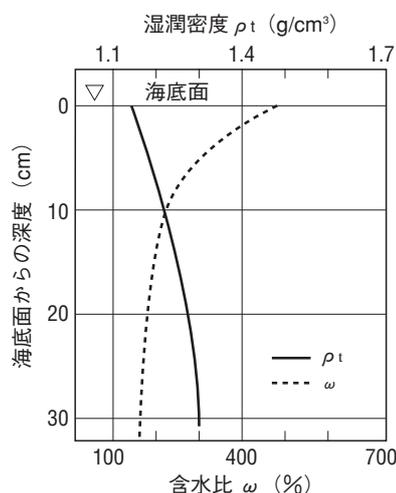


図1-2 軟弱土の堆積深さと含水比・湿潤密度

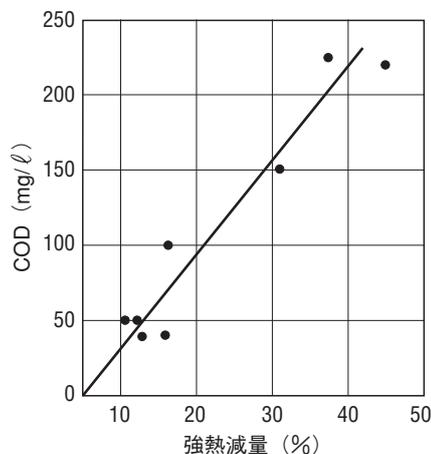


図1-3 軟弱土の強熱減量とCOD

1-3 軟弱土固化処理工法の特長

軟弱土の固化処理は、処理対象が多様であるばかりでなく、処理目的および処理方法も多岐にわたっている。そのため、工事計画から効果の確認までの主要な流れを図1-4に示すとともに、それぞれの特長を以下に示す。

1)適用範囲の拡大

固化強度を任意に設定できるので、処理土を盛土材や護岸背面の止水材等に再利用することが可能である。

2)環境規制の遵守

対象土が有害物を含有する場合は、固化処理に特殊セメントを使用して有害物を封じ込めることができる。

3)所要強度の確保

セメントおよびセメント系固化材から適切な固

化材を選定し、設計上必要とされる強度を得ることができる。

4)工期の短縮

固化強度は時間の経過とともに増大するが、一般には7日、28日目の材令で強度をチェックする。工程計画を立案する際に適切な強度、固化材の添加量、材令を設定することによって工期を短縮することができる。

5)泥上施工が可能

施工機は、泥上および水上での施工に対応できる。特に、泥上用の施工機械は人が歩けないような浮泥上での作業が可能なシステムである。

6)狭隘地施工が可能

小規模から大規模な工事に対応できる施工機械がある。狭隘地対策としてコンパクトな仕様のものであれば、バックホウが搬入できるような場所での施工が可能である。

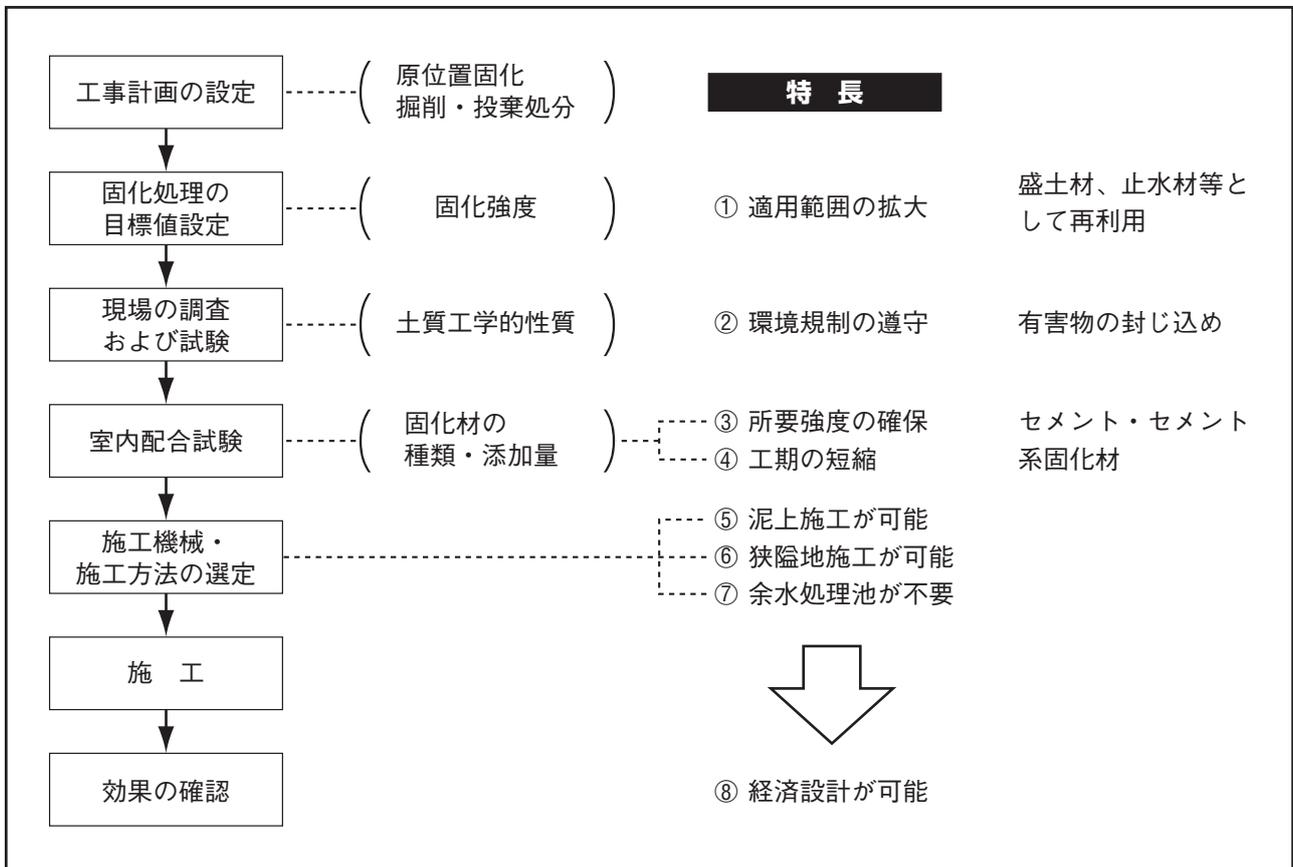


図1-4 軟弱土固化処理工法の流れ

7)余水処理池が不要

従来、堆積汚泥をポンプ浚渫した後は含泥率が低い
ため、余水処理池に圧送して軟弱土を沈降させ
余水排水をする必要があった。本工法では、水
中固化方式によって原位置固化することにより、
直接、掘削・運搬することができる。

8)経済設計が可能

- ① 軟弱土を除去する場合は目標強度が低いので、
固化材添加量を貧配合として検討できる。
- ② 軟弱土除去を可能とするためには、必ずしも対
象面積を全面処理しなくてもよい。

1-4 軟弱土固化処理工法の種類

表層固化処理工法は、対象土の処理・処分目的
によって施工方法が異なり、図1-5に示すように
原位置固化処理と搬出固化処理に大別できる。

1)原位置固化処理

原位置固化処理とは、浚渫・埋立した泥土や堆
積した軟弱土等を原位置において固化処理する方
法であり、安定材としてスラリーを使用する方法
と固化材を粉体のまま使用する方法がある。

2)搬出固化処理

搬出固化処理とは、浚渫した泥土や建設発生土
等を再利用するために固化処理するもので、一旦
原地盤土を混合処理プラントに運搬して混合処理
した後、搬出する方法である。

当研究会の軟弱土固化処理工法は、図1-5の点線
で囲んだ工法であり、全て安定材にはスラリーを
使用する。

各工法の模式図を図1-6に示すが、設計目的、
工事規模、改良深度等を勘案して適切な工法を選
定する必要がある。

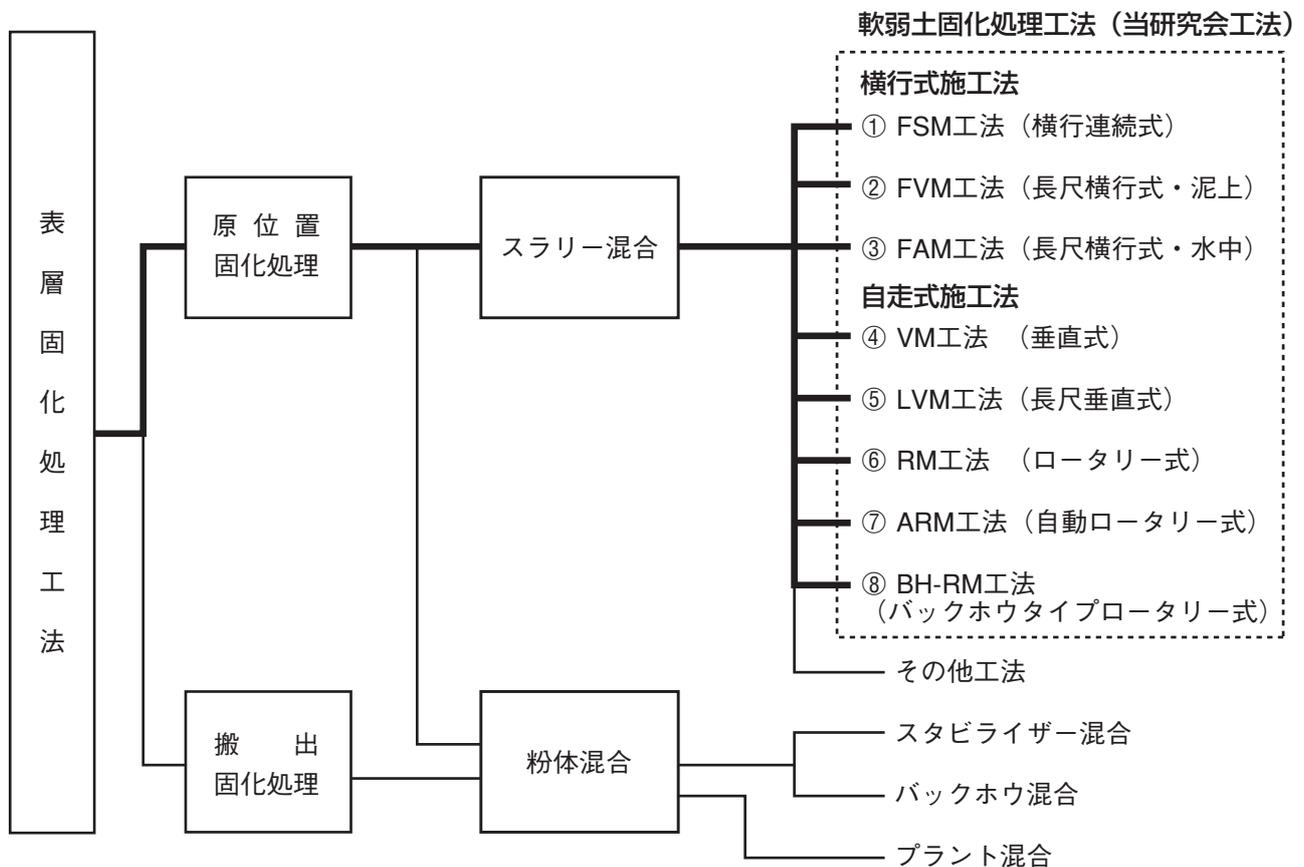
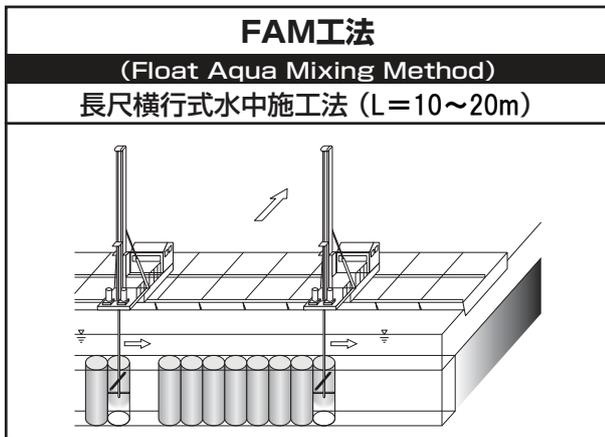
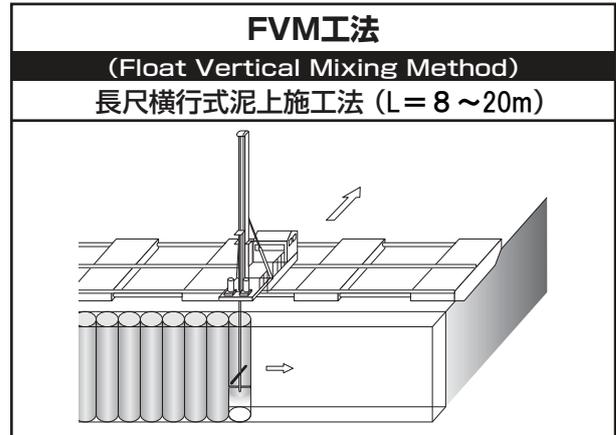
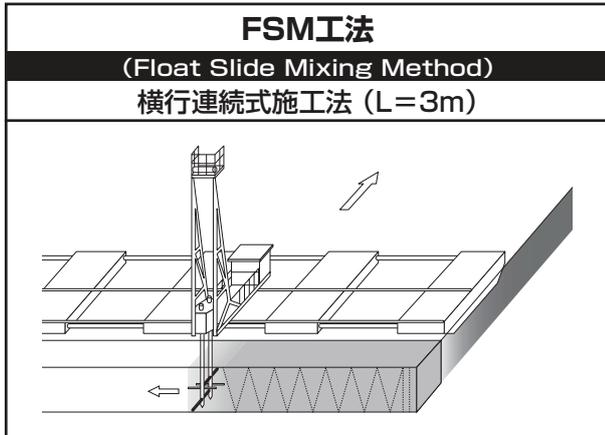


図1-5 表層固化処理工法の種類

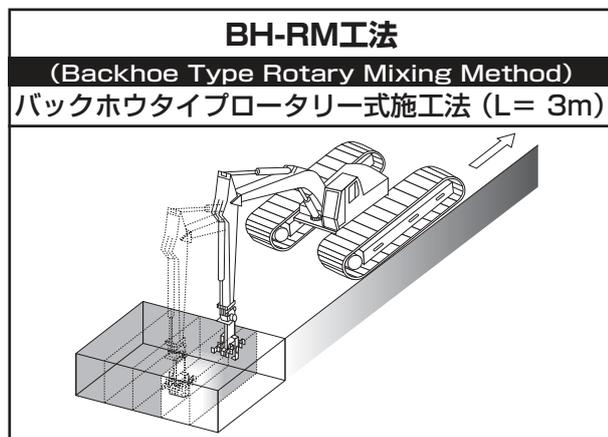
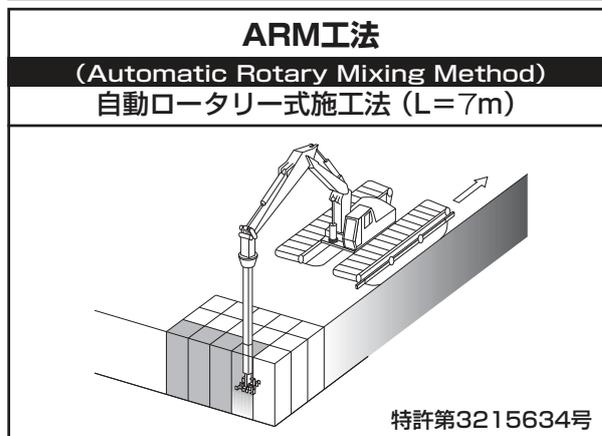
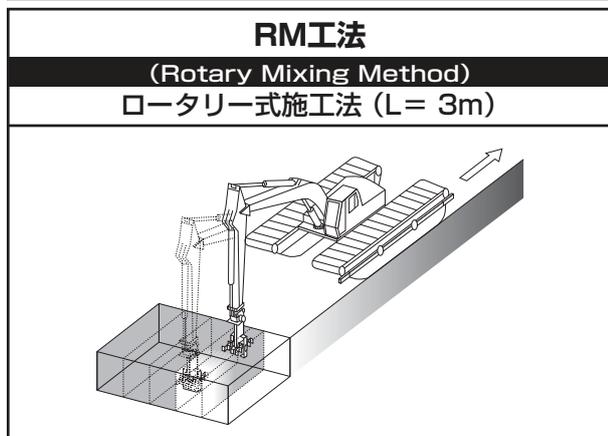
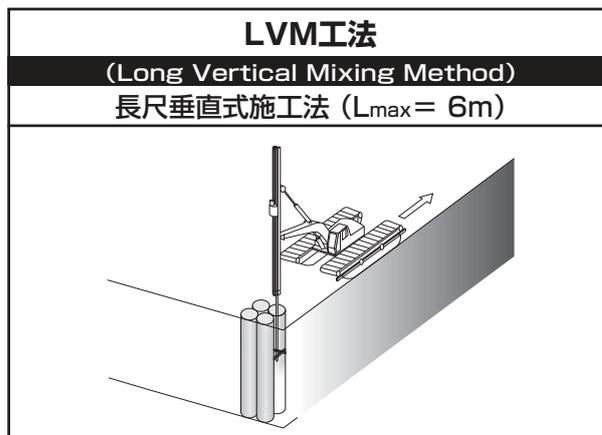
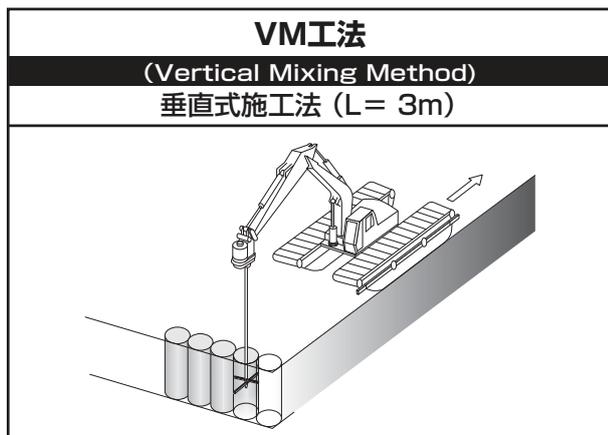
横行式施工法



各工法は、地盤条件及び現場条件において船体幅(7.5m~50.0m)までの対応が可能です。
この他にも大深度、高N値対応が可能な組合せがあります。
詳細については、研究会までお問い合わせください。
FVM(FAM)工法は、改良深さに応じて10m級と20m級の2タイプがあります。

図1-6-1 工法別概要図

自 走 式 施 工 法



RM工法、BH-RM工法の最低処理厚は、特殊な場合を除き1m以上を基本とします。

施工足場が比較的良好な場合、クローラタイプでの組合せも可能です。

図1-6-2 工法別概要図

1-5 適用例、処理パターンおよび出来型パターン

1-5-1 適用例

軟弱土固化処理工法を適用する場合の代表的な適用例を図1-7に示す。

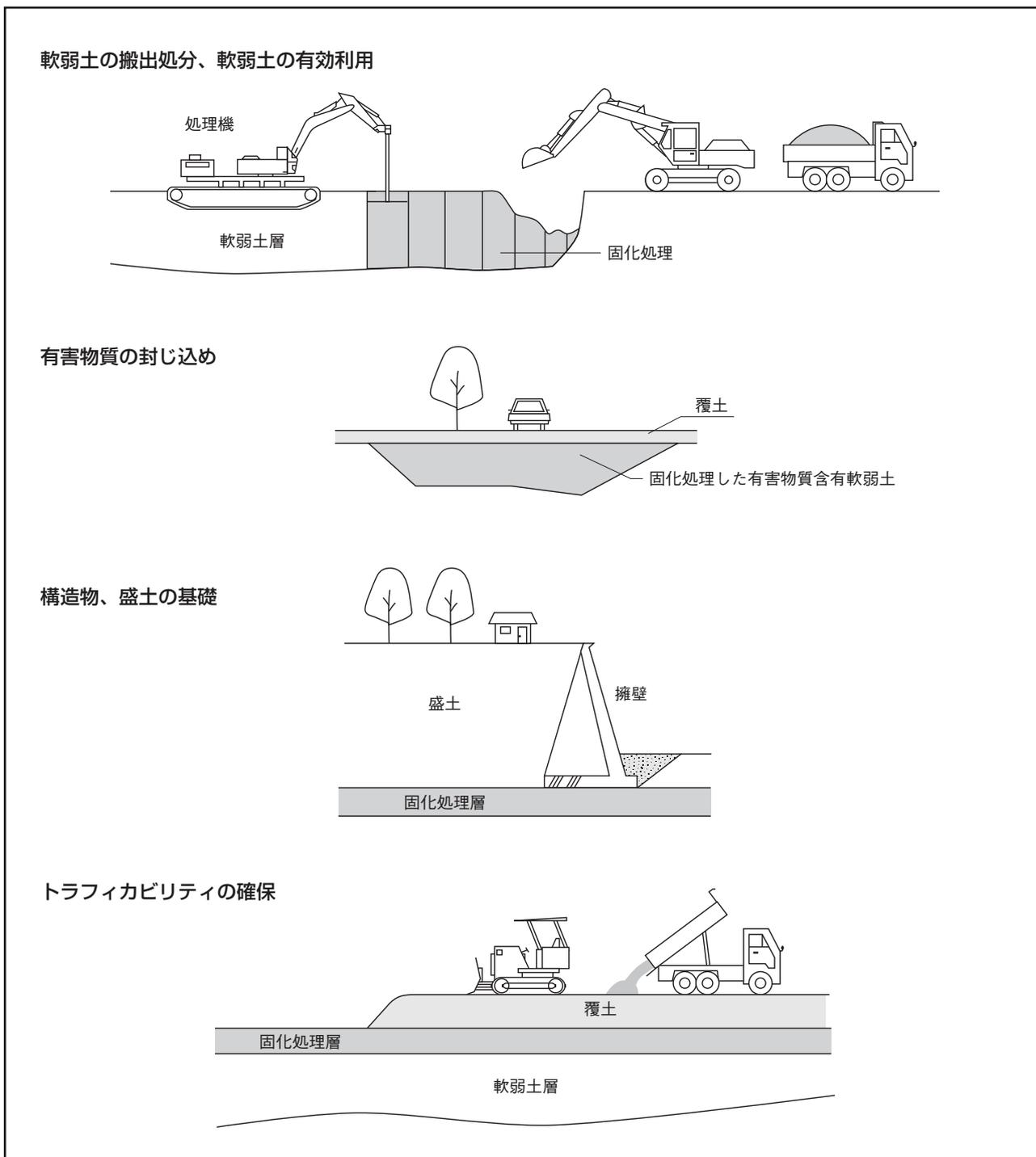


図1-7 適用例

1-5-2 処理パターン

各種処理パターンを深度方向で分類して図1-8に、また平面的に分類して図1-9に示す。

なお、軟弱土層上に土砂を撒き出す際(帯状処理または格子状処理の場合)、土砂のもぐり込み

を防ぐため図1-10のようにシート・ネットを敷くことが多い。この時の固化処理層の間隔は施工条件、適用目的等によって異なる。

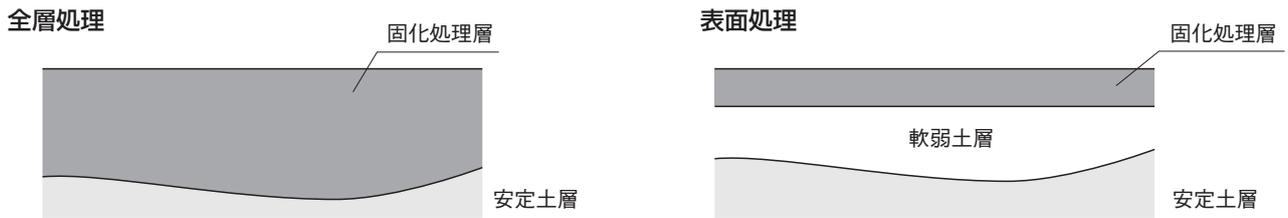


図1-8 深度的処理パターン

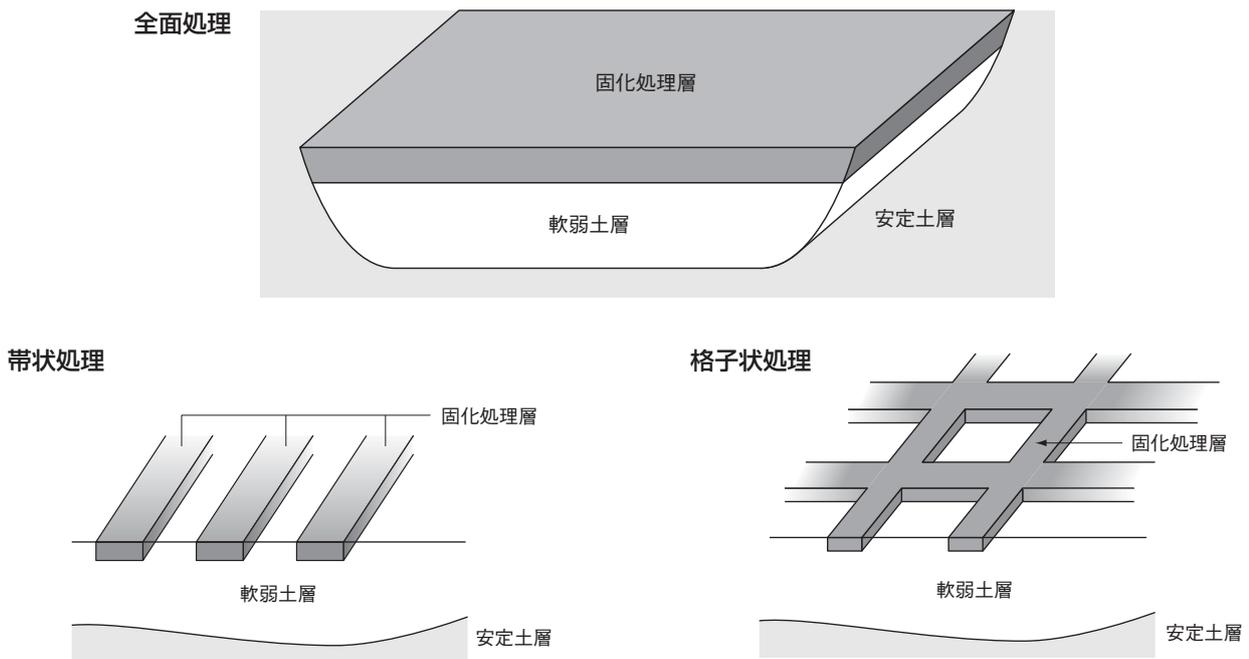


図1-9 平面的処理パターン

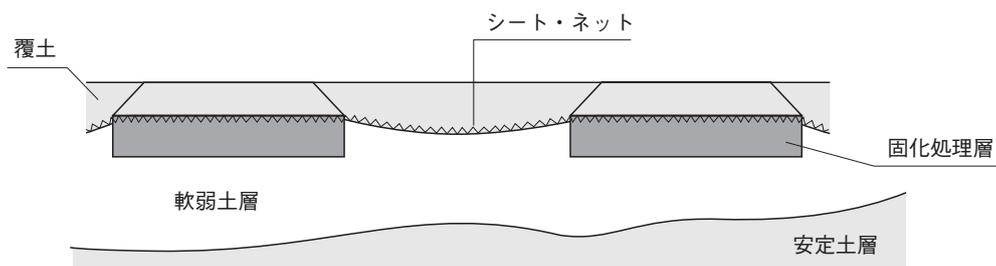
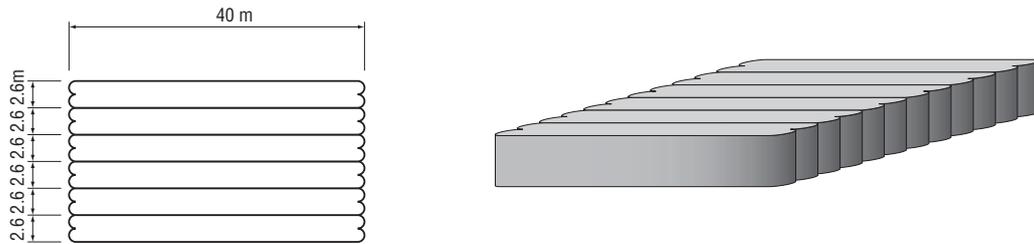


図1-10 シート・ネットとの併用

1-5-3 出来型パターン

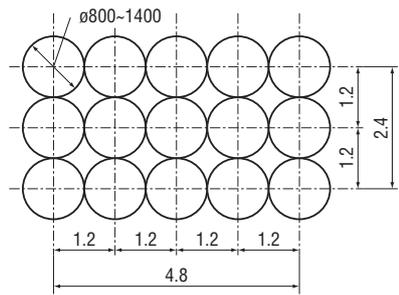
各工法の処理後の出来型パターンを図1-11に模式図として示す。

FSM工法の処理例

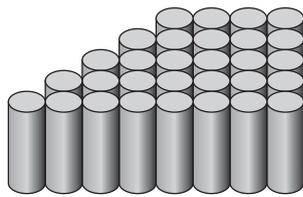


FVM・FAM、VM・LVM工法の処理例

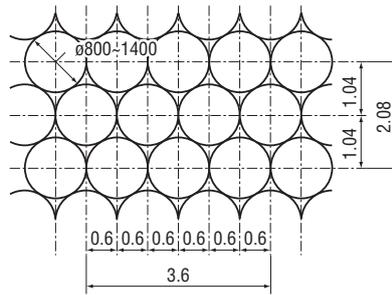
a) 接円格子型 改良率78.5%



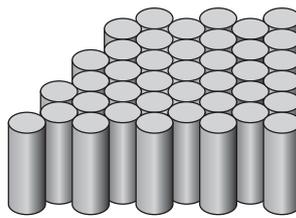
($\phi 1200$ の場合)



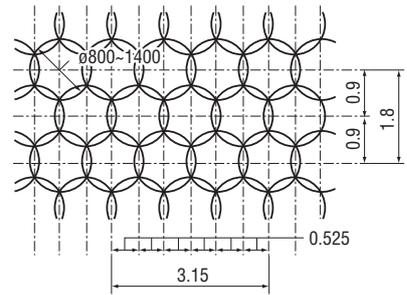
b) 接円千鳥型 改良率90.5%



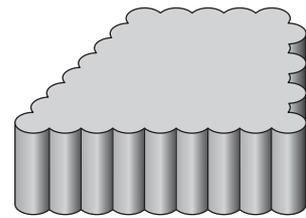
($\phi 1200$ の場合)



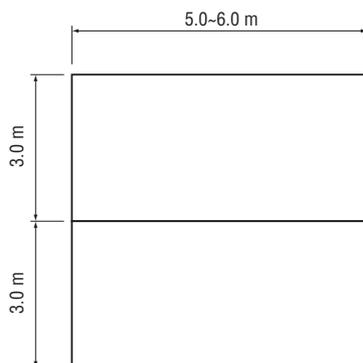
c) ラップ型 改良率100%



($\phi 1200$ の場合)



RM・ARM・BH-RM工法の処理例



ブロック状処理 改良率100%

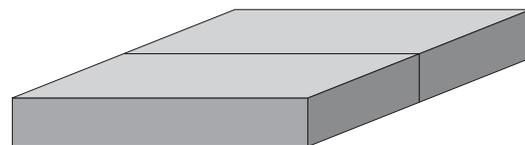


図1-11 出来型パターン

1-6 軟弱土固化処理の手順

軟弱土の固化処理にあたっては、その計画あるいは設計の段階における事前調査に始まって、固化材の種類、添加量等を決定するために現場施工

に先立って実施する室内配合試験、ならびに施工後に品質管理の一環として行う事後調査といくつかの段階毎に調査あるいは試験を実施しなければならない。これらの流れをまとめて図1-12に示す。

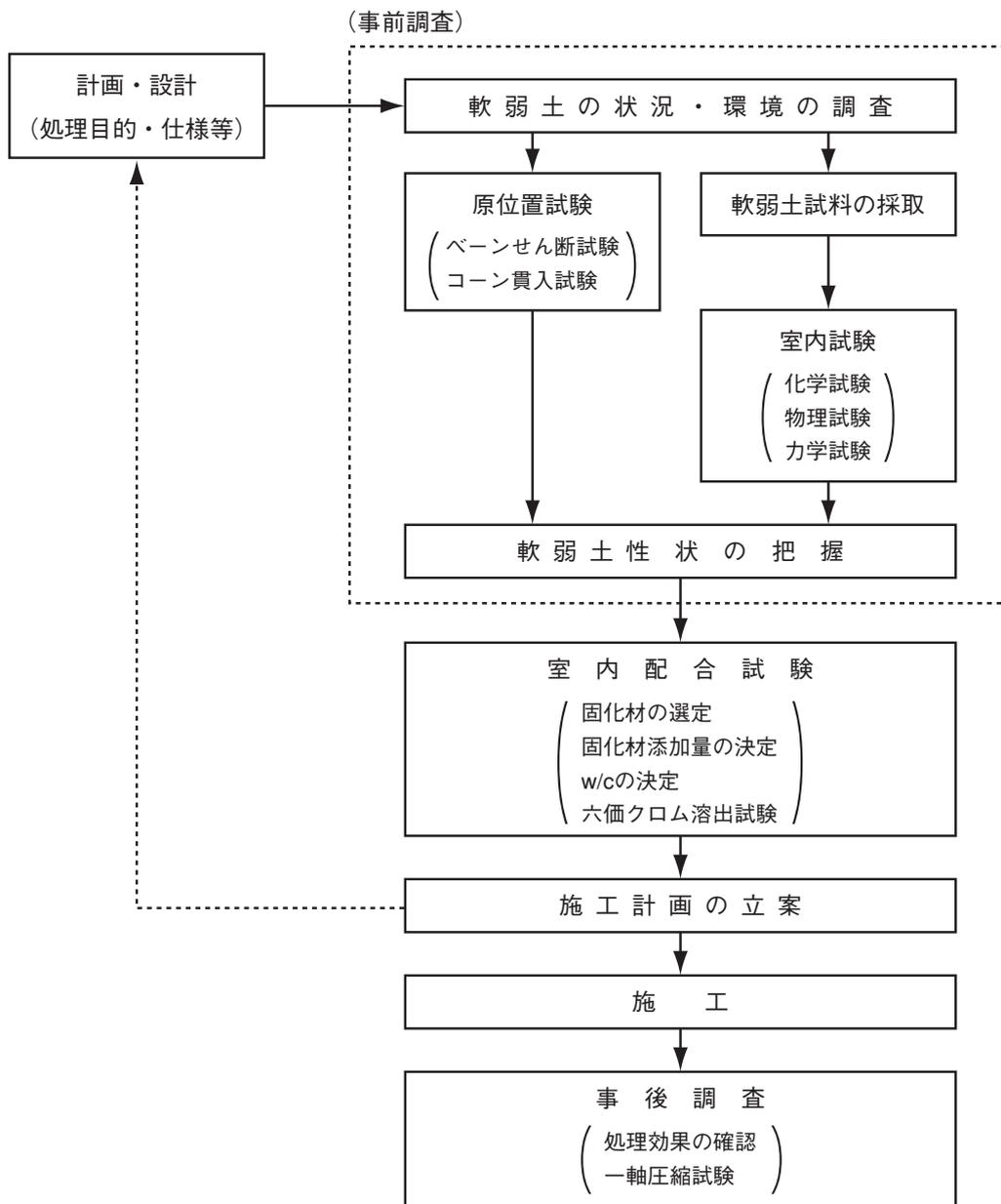


図1-12 軟弱土固化処理の手順

【参考文献】

- 1) 嘉門雅史：ヘドロの工学的性質について、「土と基礎」、Vol.26, No.1, (1978)
- 2) 平岡正勝：汚泥処理処分ならびに再資源化の最新技術、「一般概説—汚泥研究年報'80」, 環境技術研究会, (1979. 12.1)
- 3) セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル, (1994)
- 4) 日本汚泥固化研究会：超軟弱土の固化処理システム 標準積算資料