

# 46. セメント系安定処理剤スラリーを用いる 軟弱地盤改良機械の現状と展望

北川鉄工所 白木 久 沢口 達 栄

## 1 はじめに

地盤改良工事における対象地盤の地盤条件は、年毎に悪化の傾向をたどる方向にある。これは、陸上工事、海上工事の区別なく、むしろ四方が海で囲まれた日本の、現在まで続いた活発な経済活動からみて、当然発生した時代の社会的環境変化であろう。この社会的環境変化の要請に、ほぼ対応して満足に発展している軟弱地盤改良技術のひとつが、これから紹介する — 軟弱地盤の改良に安定処理剤を用い、軟弱土と共に混合攪拌して化学的にこれを強化する — 軟弱地盤改良機械である。

本稿では、実用化段階に移り、多数が稼動状態にある、セメント系安定処理剤スラリーを用いる軟弱地盤改良機械の混練メカニズムと使用の現状を、更に用途から分類して陸上用と海上用の夫々を紹介し、今後の展望をあわせて述べる。

## 2 混練メカニズム

改良地盤を工学的に評価するとき、力学的な強度の増加が特定部分にかたよることなく、改良箇所全体が平均した強度増加になることが好ましい。換言すれば、バラツキの少ない、均一な改良地盤であることが望まれる。

混練メカニズムは、かゝる問題解決のかねめであり、混合性能、攪拌性能および安定処理剤の節約におよぼす影響が大きい。この混練メカニズムの概要を紹介し、軟弱地盤改良機械理解の一助に供したい。

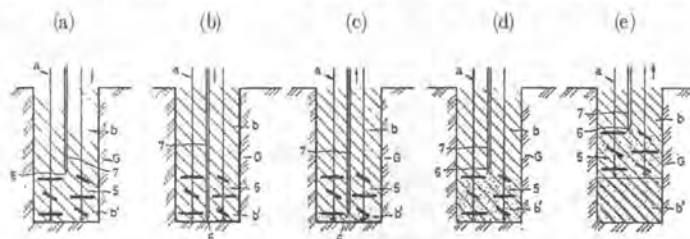
### 2-1 杭状施工をするための混練メカニズム

軟弱地盤中へ安定処理剤を供給し、周辺軟弱土と共に混合攪拌し杭状硬化層を施工する作業で重要な事項は、●支持層に到達した杭状硬化層であること、●平均した改良強度増加であること、●安定処理剤が有効に損失なく使用されることがあげられる。各々についての具体的技術を次に説明する。

#### 2-1-1 安定処理剤供給装置の工夫

支持力の充分なる発揮と沈下を防止するためにも杭状硬化層は、支持層に到達すべきである。これには、攪拌部分へ合理的に安定処理剤を供給するよう努めなければならない。第1図に攪拌翼5と安定処理剤供給管7を独立状態にて作動させる例を示す。この例の特徴は、安定処理剤供給管7の供給口が攪拌翼の上限位置から下限位置まで移動できるので、攪拌部分

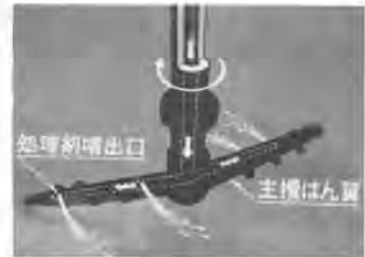
への安定処理剤供給が良好となり上述目的が達成できる。しかし、安定処理剤供給が供給口位置に片寄ることから、供給された安定処理剤を攪拌部分全域へ均等に混



第1図 杭状施工の攪拌翼と安定処理剤供給管の作動状態

させるには、相当の攪拌時間を必要とする傾向にある。

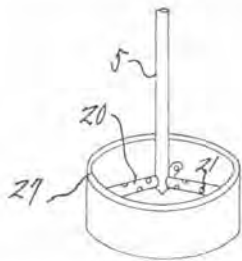
第2図の攪拌翼は、内部が中空になっており、中空回転軸の供給路から供給される安定処理剤を矢印方向へ案内し、攪拌翼壁面に明けられた多数の噴出口より外方へ放出することで上述傾向の改善をはかった。これらの工夫により、支持層に到達した平均的改良強度の杭状硬化層が施工可能となつた。



第2図 中空構造攪拌翼

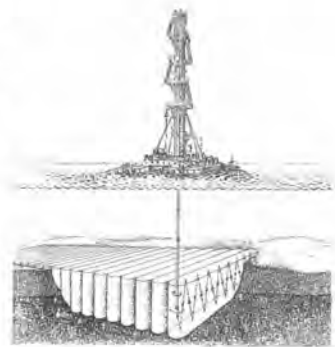
### 2-1-2 安定処理剤節約の工夫

安定処理剤の節約は、混練メカニズムと無関係ではあり得ない



第3図 規制筒攪拌翼

。第3図は、攪拌翼20先端に規制筒27を設ける例で、安定処理剤が噴出口21から外方へ噴射される時、その到達距離を、規制筒で規制することにより、攪拌部分域外への流出を防止し、かつ安定処理剤供給量を確実に保ち、これの節約をはかるに有役な工夫である。この規制筒は、別な効果として杭状硬化層の外径をそろえる利点、回転軸5の貫入指向方向を安定させる利点をもつ。



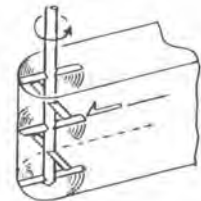
第4図 壁状施工の状態

### 2-2 壁状施工をするための混練メカニズム

杭状硬化層を並設して壁状にする施工法は、杭と杭との間に部分的な未改良部隙間を生じ、平均した改良強度増加が望めない。第4図は、壁状硬化層を海底の堆積軟弱土中に施工している状態の斜視図で、この混練メカニズムを次に説明する。

#### 2-2-1 攪拌翼の移動軌跡

攪拌効果をあげるには、攪拌翼のもつ運動エネルギーを最大限に利用すべきである。この攪拌翼のもつ運動エネルギーの、エネルギー伝達の経路を、攪拌翼の移動軌跡から分類すると次のようになる。



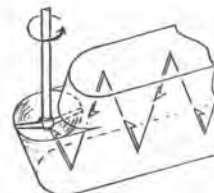
第5図 1次元移動

##### (1)攪拌翼を1次元方向へ移動する

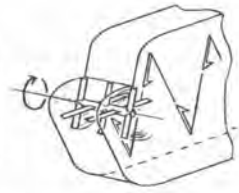
回転する垂直攪拌翼(水平攪拌翼)を、所定指向方向へ直線的に第5図のように移動する。

##### (2)攪拌翼を2次元方向へ移動する

回転する垂直攪拌翼(水平攪拌翼)を昇降させながら所定指向方向へ折れ線的に第6図(第7図)のように移動する。



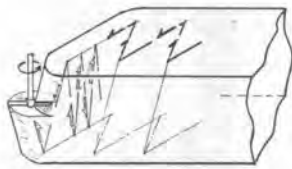
第6図 2次元移動



第7図 2次元移動

##### (3)攪拌翼を3次元方向へ移動する

回転する垂直攪拌翼(水平攪拌翼)を、昇降を繰返しながら、ジグザグ運動をくわえて所定指向



第8図 3次元移動

動させ、未処理部分の発生を解消する具体例である。

### 2-2-2 用いる安定処理剤の工夫

ここに紹介する軟弱地盤改良機械は、セメント系安定処理剤をスラリー化して使用できる構造に製作してある。スラリー化は、●安定処理剤の供給装置が単純で、かつ遠距離圧送が容易である。●軟弱土とのなじみが良く、混合攪拌性に優れている。●安定処理剤の供給量把握が簡単、正確である。●連続供給ができるなどの長所をもつ。第10図にセメント系安定処理剤の反応プロセスを示す。

### 3 軟弱地盤改良機械の現状

セメント系安定処理剤をスラリー化するには、スラリー化のための生産プラントがある。このプラントの能力規模の大きなものは、時間当たり140 $m^3$ ぐらいのスラリーが製造できる。一方、軟弱土へこのスラリーを供給し、両者を混合攪拌するための軟弱地盤改良機械の能力規模として大きなものは、時間当たり300 $m^3$ の軟弱地盤を改良することができる。これら機械の国内保有台数を参考までにあげれば、陸上用としては、約40台弱（うち深層用が20台弱）、海上用は、10台強が稼働状態にある。代表的な機種の概略仕様を写真に併記すれば、次のようである。



写真-1 陸上表層機と同攪拌翼

表-1 要目

|      |                           |
|------|---------------------------|
| 攪拌翼径 |                           |
|      | 1600 $\frac{mm}{mm}$ ×6×2 |
| 改良巾  | 10 m                      |
| 改良深度 | 3 m                       |
| 定格出力 | 80KW                      |
| 総重量  | 42TON                     |
| 接地圧  | 0.04Kg/cm $^2$            |



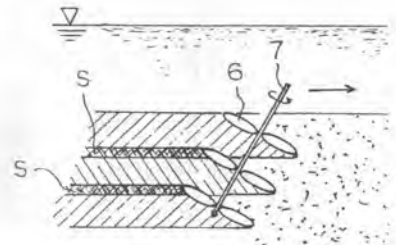
表-2 要目

|      |                         |
|------|-------------------------|
| 攪拌翼径 |                         |
|      | 1000 $\frac{mm}{mm}$ ×2 |
| 改良面積 | 1.5 $m^2$               |
| 改良深度 | 22 m                    |
| 定格出力 | 300 KW                  |
| 総重量  | 75 TON                  |
| 接地圧  | 0.27Kg/cm $^2$          |

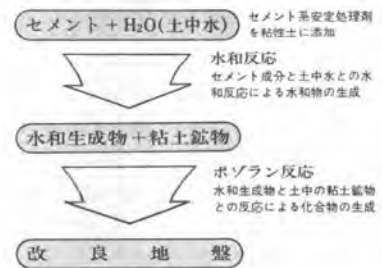
写真-2 陸上深層機

方向へ第8図のように移動する。

以上に説明した攪拌翼の移動軌跡で重要なことは、いかに未改良部分を生じないようにすかである。第9図は、攪拌部分の必要量を重合させた重複部分Sが形成されるようして攪拌翼を



第9図 重複部分(S)の施工例



第10図 安定処理剤の反応



写真-3 海上深層船



写真-4 海上深層船



写真-5 海上深層船



写真-6 海上深層船



写真-7 海上深層船



写真-8 海上深層船

表-3 海上深層船の要目

UNT; m

|      | 船体寸法(長×巾×深) | 塔高(m) | 攪拌翼径                | 改良面積             | 改良深度 | 駆動源 |
|------|-------------|-------|---------------------|------------------|------|-----|
| 写真-3 | 28×15×2.1   | 34.5  | 2000×1 <sup>m</sup> | 3.1 <sup>m</sup> | -26  | 電動式 |
| 写真-4 | 46×25×4.5   | 55.9  | 2000×2              | 7.0              | -50  | 油圧式 |
| 写真-5 | 60×30×4.5   | 67.4  | 2000×4              | 12.0             | -60  | 電動式 |
| 写真-6 | 60×28×4.0   | 67.4  | 1620×4              | 7.5              | -60  | 電動式 |
| 写真-7 | 24×12.5×2.3 | 42.3  | 1200×2              | 2.0              | -32  | 油圧式 |
| 写真-8 | 44×21×3.5   | 57.0  | 1200×2              | 2.0              | -37  | 電動式 |

#### 4 軟弱地盤改良機械の展望

セメント系安定処理剤スラリーを用い、軟弱地盤を化学的に強化する軟弱地盤改良機械の今日発展の源は、生活基盤や産業基盤の改

善にあつた。この改善努力は、国民の願ひであり、これからも確実に進めなければならない。港湾の整備拡充、海上空港の建設、備蓄施設の建設など、軟弱地盤改良機械の前途は明るい。

#### 5 おわりに

研究、投資の重複排除に努め、利害を譲り合つて将来の困難に立ち向う勇気を持ち、過とう競争を避け、軟弱地盤改良機械の性能向上と自動化をはかることが、依頼される新工法に発展させる理であろう。紙面の都合で省いた、軟弱地盤改良機械の問題点や構造の詳しい説明および施工した工事の概要などは、スライドを使用して補充する。