

26. 深層混合処理工法における スラリー製造・供給の自動化

フドウ技研(株)：*山口好一郎

(株)安川電機：田本 純一

トーマン建機(株)：植野 進一

1. はじめに

深層混合処理工法は、一定速度で貫入、引抜きし固化杭を造成するものであり、貫入時に固化材（セメントスラリー）を吐出するのが一般的である。セメントスラリーを貫入吐出する場合、地盤が硬いと貫入速度が不安定になる。そのため過大なスラリーが投入されることになり（以下スラリーロスという）、杭体の品質がばらつくとともに不経済な施工になる事例が増えてきた。

また、近年建設業への労働力不足に対応した施工の省力化および作業環境の改善をめざす要求が高まってきた。

今回これらの問題に対し、一定のスラリー量が供給される自動システムを導入したスラリー製造・供給装置を開発し、工事に適用したのでその概要を以下に述べる。

2. スラリー自動製造・供給システムの概要

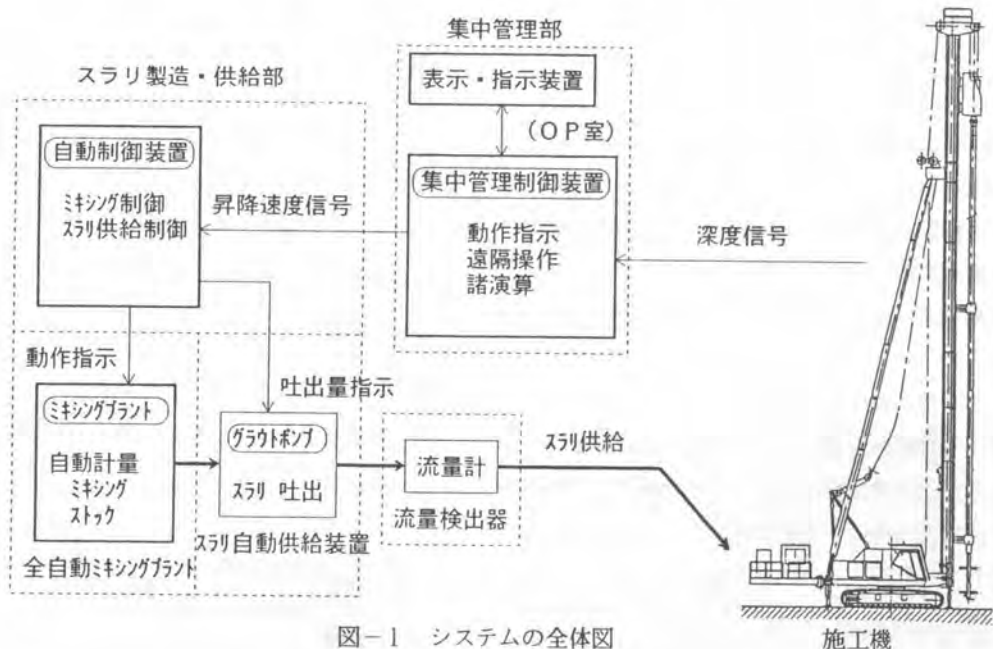
2-1. システム構成

本システムは全自動ミキシングプラント（写真-1に示す）、集中管理制御装置（写真-2に示す）オペレータへの運転状況表示・指示装置（写真-3に示す）、深度計（写真-4に示す）、グラウトポンプ（写真-5に示す）および電磁流量計から構成されている。図-1に本システムの全体を示す。

2-2. 動作手順

動作手順は次に示すとおりである。

- ①1日の打設予定本数を入力し、全自動ミキシングプラントの運転を開始する。
- ②全自動ミキシングプラントは、設定したセメントおよび水を計量しミキシングを自動的に行う。セメントスラリーが一定量ストックされると打設開始の指示が出て施工を開始する。
- ③深度計のエンコーダから入力したパルスにより集中管理部で昇降速度を演算し、信号に変換して自動制御装置に伝送する。
- ④自動制御装置はその信号に見合う量を信号に変換してグラウトポンプに吐出量を指示する。
- ⑤グラウトポンプは指示された量を吐出する。
- ⑥全自動ミキシングプラントのアジテータのストック量が設定値以下に減少すると、自動制御装置から全自動ミキシングプラントにセメントスラリーの製造を指示する。
- ⑦②から⑥の動作を繰り返し行い、製造量を自動チェックする機能により必要量に達したらスラリー製造の全動作を終了する。
- ⑧打設が終了した時点から、ミキサ、アジテータ、圧送ホース、攪拌軸と順に濯ぎ洗浄を行う。



2-3. システムの特徴

システムの特徴は次に示すとおりである。

- (1) 製造時のスラリロスの低減を図るため、1日の打設本数に応じたスラリ必要量と製造量の自動チェック機能の設備。
- (2) 打設時のスラリロスの低減を図るため、昇降速度に比例したスラリ最適供給システムの導入。
- (3) 省力化を達成するため、ミキシングから濯ぎ洗浄までの一連の動作の自動化。
- (4) トラブルの早期復旧と保守管理の支援をするトラブルシューティングの導入。
- (5) オペレータ室からの遠隔操作できる集中管理制御機能の構築。



写真-1 全自動ミキシングプラント

2-4. 全自動ミキシングプラント

水の計量精度の向上を図るためミキシングプラントの上部に水槽を設置した。さらにセメントの供給時間の短縮を図りミキシングサイクルタイムの短縮をねらいとしてストック用ホップを設置した。自動制御装置は集中管理部との遠隔操作が可能な機能を持たせた。全自動ミキシングプラントの仕様を表-1に示す。

2-5. 集中管理制御装置

集中管理制御装置はスラリー製造・供給システムや他の施工要素技術システムを集中管理し、動作指示、情報の伝送・表示等を行い、全制御システムを円滑に制御する装置である。

2-6. 遠隔操作

全自動ミキシングプラントと集中管理制御装置とはケーブルでデータや情報の伝送を行う。さらに集中管理制御装置と運転席に設置した表示・指示装置とは通信回線により動作指示および情報の伝送・表示をさせることで遠隔操作を可能とした

2-7. トラブルシューティングシステム

トラブルシューティングは、各装置にトラブル検知センサを装備せず量的制限、時間的制限あるいは通電等を活用したソフト処理によるシステムとした。トラブルが発生した場合には運転席に設置した表示・指示装置にトラブル箇所を表示する。さらに全自動ミキシングプラントのグラフィックパネルには故障の原因および処置方法を表示し、トラブルの早期復旧と機器の保守管理が容易にできるようにしたものである。

3. 現場での施工結果

今回開発した本システムを工事に適用したのでその概要を述べる。

スラリー製造の自動システムは、2-2項で既述したミキシング動作とセメントサイロからセメントホ

表-1 全自動ミキシングプラント仕様

名称	仕様
プラント寸法・重量	6.5m, 2.0m, 4.5m 6.5t
プラント電源・容量	200V, 50Hz, 35KW
分電盤容量	1.000A
水槽容量	3.5ℓ
セメントホップ容量	1.000kg
スラリー製造能力	21m ³ /H
最大計量値	C=750kg, W=750kg
ミキシングサイクルタイム	2.8min/バッチ(1m ³)
ミキシング容量	1m ³ /バッチ
貯水容量	3.0m ³



写真-2 集中管理制御装置

ッパへの供給動作および水槽への水供給の動作がシステム通りに正常に作動し、仕様通りの成果を得ることができた。

以上のことから、プラントマンがプラントに常駐しなくてもいい体制ができたことになる。

一方、スラリ供給の自動システムについては、グラウトポンプからの吐出量は貫入速度の変化にシステム通り追従することが確認された。

しかし、貫入速度の変化に従ってグラウトポンプは可変吐出する。その際ポンプのモータの慣性力によってオーバーランを起こし、指示値まで到達し安定する間の量が過多となった。また、グラウトポンプ吐出量性能が直線でなかったため吐出量が確保できる側に設定した。このため、これらの要因によってスラリロス率は4～5%という結果となった。

以上のような問題点があるが本システムが工事に適応できることが実証されたことになる。

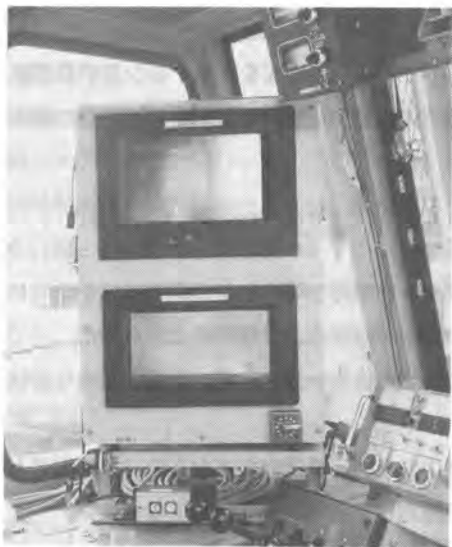


写真-3 表示・指示装置

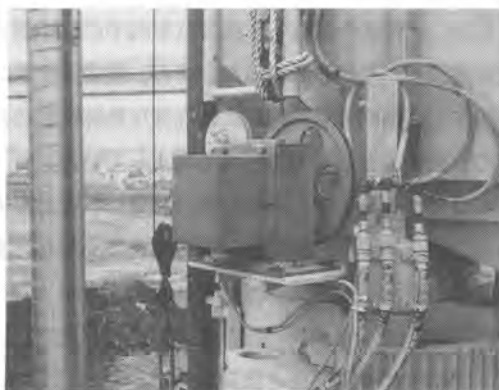


写真-4 深度計

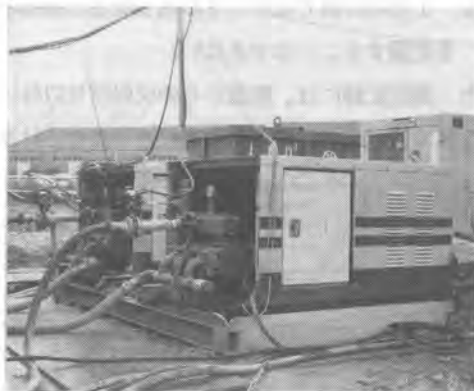


写真-5 グラウトポンプ

4. おわりに

本技術は深層固化系の施工技術の高度化や全自動化（ロボット化）を目指す要素技術の1つとして期待できるものとする。今後はさらに、現場で使い込み、改善、改良を重ねて実用的なシステムの完成をめざす計画である。