

## 52. 動圧密工法群管理システムの開発と実施例

日本国土開発(株)：二宮 康治

コマツ：\*清水 憲治

### 1. はじめに

沖積平野や埋立地は、軟弱地盤を形成しているために地震時の液状化防止、あるいは支持地盤増強沈下低減のために地盤改良が必要となる場合が多い。その地盤改良工法には多くの種類があるが、その中で締固め工法に分類される動圧密工法は締固めエネルギーにより、地盤の密度を増大する工法で岩砕・砂質土の地盤改良に有効な方法である。

しかし、動圧密工法は施工機械が広範囲に展開することから集中管理が難しく、また技術管理の大部分が人力で行うため、工事の進捗に合った施工管理が困難であった。そこで、広範囲に展開する動圧密機を集中管理して、各々の動圧密機の施工状況と地盤改良状態(施工情報)をリアルタイムに把握する動圧密工法群管理システムの開発を、コマツと日本国土開発(株)の共同で行い関西国際空港地盤改良工事に適用した。その結果、均質な地盤改良、省力化、作業の安全性に効果があり施工コスト低減が達成されたので、ここに報告する。

### 2. システムの概要

全体システムは、各々の動圧密機に設置しているオペレーションユニットとランニングユニット、および、コントロールルームに収納するステーションユニットで構成されている。システムの概要を図-1、動圧密機単体を図-2に示す。

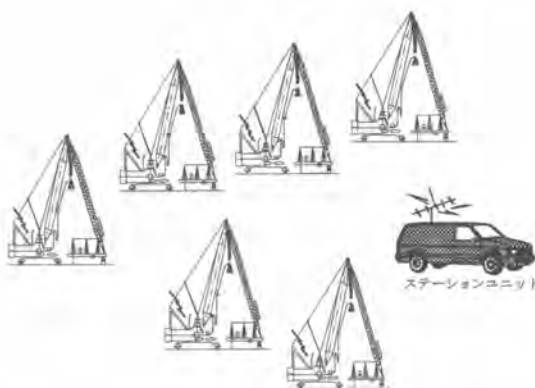


図-1 動圧密工法群管理システム

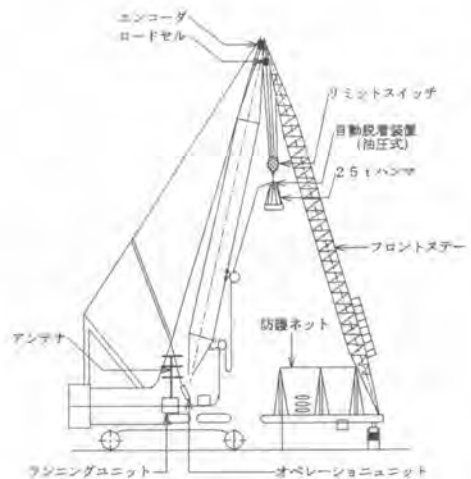


図-2 動圧密機単体

## 2-1. オペレーションユニット・ランニングユニット

オペレーションユニットは、クレーンオペレータに打撃点・打撃回数・貫入量等の施工状況を提供するとともに、オペレータからも情報を入力出来るようになっている。

一方、ランニングユニットは、ハンマの打撃回数貫入量等をコンピュータで処理し、可搬式のディスクに保管すると共に、無線によりステーションユニットに転送するシステムである。ランニングユニットの構成を図-3、ランニングユニットのシステムブロック図を図-4に示す。

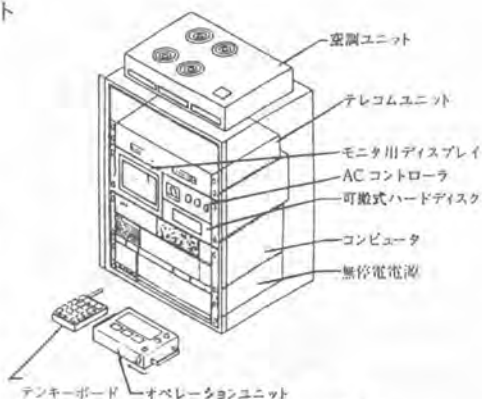


図-3 ランニングユニット外観

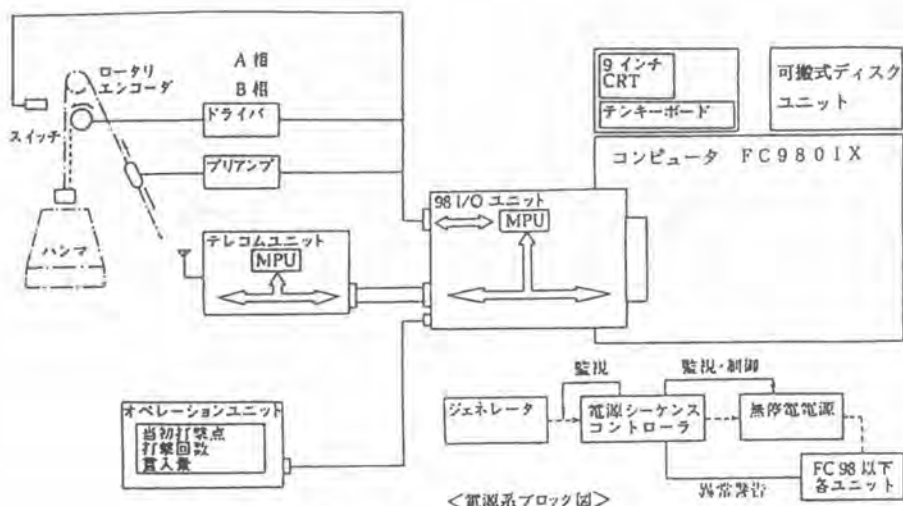


図-4 ランニングユニットシステムブロック図

## 2-2. ステーションユニット

ステーションユニットは各々の圧密機と離れた位置にあり、移動車両等に搭載されたハウス（コントロールルーム）内に収納されている。そして、動圧密機の情報を受信しそのデー

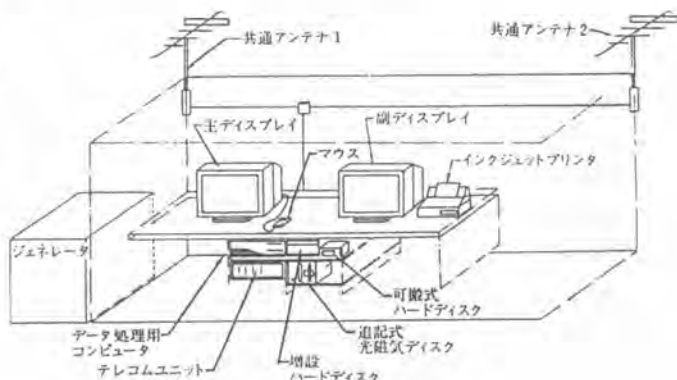


図-5 ステーションユニットの構成

タを現場における動圧密機の位置情報とともにコンピュータで処理して工事全体の進捗状況を工事管理者が見やすいCRT（ブラウン管）上に表示するとともに、プリンタによるデータシートとして提供する機能を有しているシステムである。ユニットの構成を図-5、システムブロック図を図-6に示す。

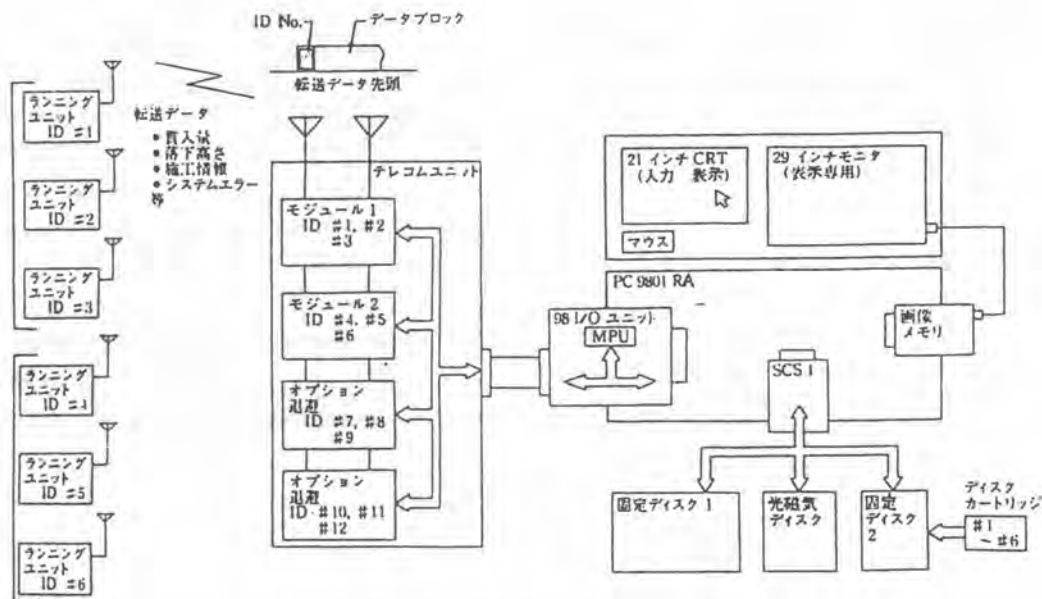


図-6 ステーションユニットシステムブロック図

### 2-3. システムの仕様・性能

#### (1) 無線通信

- ・通信方式 : 双方向通信
- ・変調方式 : MSK変調
- ・通信速度 : 2400bps
- ・送信出力 : 10mW (特定小電力)
- ・通信距離 : 見通して約300m
- ・送受信周波数 : 400MHz帯
- ・チャンネル数 : 6チャンネル (群管理台数: 6台)

#### (2) 耐環境、その他

- ・使用環境温度 :  $-5^{\circ}\text{C} \sim +5.5^{\circ}\text{C}$
- ・使用環境湿度 : 80%以内
- ・耐衝撃性 : 10G以内

## 2-4. システムの機能

本システムの機能として、地盤改良区域をメッシュに区切り、これらの位置情報をベースに、ハンマ貫入量・打撃回数等を動圧密機ごとにデータを収集する。このデータは、ステーションユニットより各動圧密機のランニングユニットにリクエストすると無線送信され収集できる。これを一括集中管理するシステムである。（システムは図-4、6を参照）

本システムで、各動圧密機ごとにリアルタイムに施工管理・技術管理情報を提供する項目は以下のりである。

- ・打撃回数 ・各打撃点の落下高さ ・各打撃毎のハンマ貫入量 ・ハンマ地切り力
- ・日報作成 ・施工進捗図

## 2-5. システムの特徴

- (1) 広範囲に複数の動圧密機が稼働している場合でも、一箇所で施工管理・技術管理ができる。
- (2) 打撃回数・貫入量・落下高・地切力をリアルタイムに計測・データ処理し、日報作成ができる。
- (3) 打撃回数と貫入量の関係から各打撃点の打撃回数を、変更する事により均一な地盤改良が可能となる。
- (4) 動圧密機に設置したオペレーションユニットにより、クレーンオペレータが打撃回数・落下高・次回打撃点の確認が容易にでき、安全性・施工能率が向上する。
- (5) 動圧密機に設置したランニングユニットのセルフチェック機能により、施工データが確実に収集できる。

## 3. 実施例

### 3-1. 関西国際空港地盤改良工事の概要

関西国際空港の建設において、埋立地盤の改良工法としてサンドコンパクションパイル工法、重錘落下締固め（動圧密）工法、マンモスタンプ工法がおこなわれていた。本システムを、動圧密工法の動圧密機の集中管理に適用実施した。

動圧密工法は、主に約深度10mの改良に用いられている。これまでにエネルギーセンター地区・コンクリート地区・海上アクセス地区の鉄道・道路部・排水処理施設・国際貨物地区・国内貨物地区・整備地区滑走路・誘導路で採用され、改良面積は609、980m<sup>2</sup>ある。施工の最盛期には、フロントステーション方式の動圧密機が5台、その他のタイプの動圧密機が8台稼働している。動圧密工法により改良された箇所を図-7に示す。

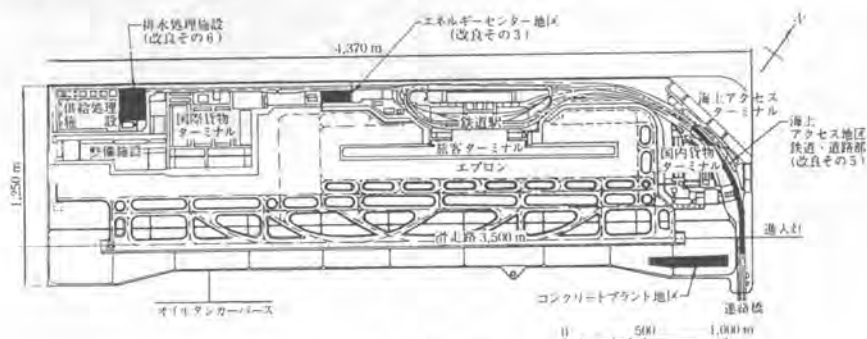


図-7 改良区域位置図

### 3-2. 施工管理例

実際の施工現場での実施例を示す。複数台の動圧密機の集中管理を行うため施工前に以下の準備を行なう。

#### (1) マップの作成 (図-8 参照)

地盤改良を行う範囲をステーション側で設定し、改良範囲は簡単な操作で矩形三角形など任意の形状に設定できる。

#### (2) 各動圧密機の移動登録

(1) で作成したマップをもとに各動圧密機の移動 (施工) 順序を設定する。移動順序は随時変更可能であり、各打撃点の打撃回数も同時に設定する。

なお、登録した内容は、可搬式ディスクを介して各動圧密機のランニングユニットに無線で転送され、同時にオペレータ席に設置したオペレーションユニットに表示される。

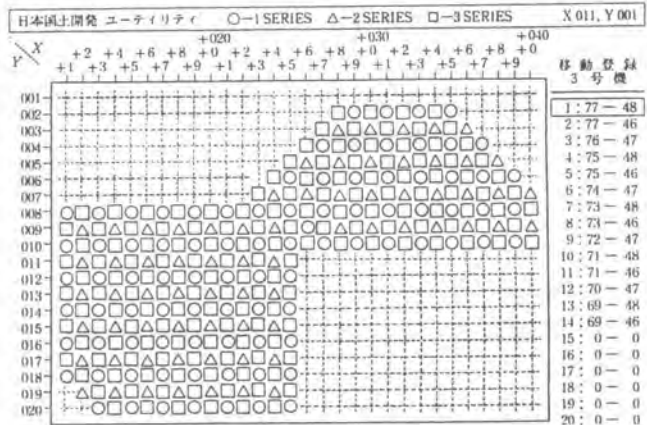


図-8 打撃点 (マップ) の登録

#### (3) 施工状況

動圧密機による関西国際空港での施工状況を写真-1に示す。各シリーズの施工時には写真のように各打撃点ごとに地盤の圧縮により生じたクレータができる。

#### (4) 施工管理状況

各シリーズの打撃に伴う各動圧密機ハンマの貫入量打撃回数との関係は、複数台同時にモニタ画面 (図-9 参照) に表示され、また各動圧密機別にシリーズ・パス・ハンマ落下高も表示される。

ハンマ貫入量をこのシステムで測定した値を水準測量による値と比較したものを図-10に示す。これより両者はニアな関係にあることが確認された。



写真-1 関西国際空港施工状況 (滑走路部分)

#### 4. 効果

(1) 従来は、均質な地盤改良をするため技術管理（貫入量・打撃回数）を手作業で行っていたが、本システムにより自動計測できるため、均質な地盤改良が可能となった。

(2) 更には、上記自動計測によりハンマの打撃回数と貫入量をリアルタイムに把握できるため、クレーンオペレータのミスがなくなり、効果的で効率的な動圧密工法が可能となった。

(3) また、手作業による計測がなくなり作業員が打撃中にハンマ近傍に行く必要がなく、安全性が格段に向上した。

当然、作業員 2～3 名/1 台を無人化し省力化が計られた。

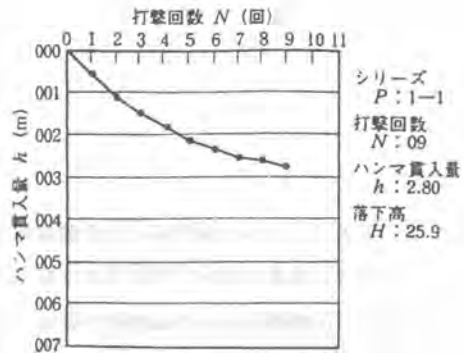


図-9 ハンマ貫入量

#### 5. まとめ

今回開発した群管理システムは、動圧密工法の施工において均一な地盤改良を行うための一手段であり、従来の管理手法の自動化をはかったものである。

今後は、データの蓄積、分析を計り管理手法を確立させるとともに、今回の群管理システムをもとに各動圧密機の位置情報のシステムへの導入、またハンマのリバウンド量などから地盤の固さを判定するシステムへと発展させていきたい。

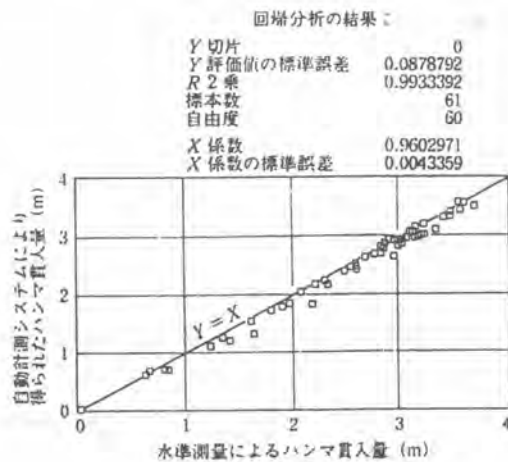


図-10 ハンマ貫入量計測例