

## 32. シールド総合施工管理システム (KSGS)の開発

鹿 島：\*柴田 学・竹村 健一  
佐藤 竜郎

### 1. はじめに

シールド工事の施工では、安全で品質の良い施工、省力化、苦渋作業解消を課題として、各種の自動化が進められている。

これまでに、シールド機の運転状況を管理する掘進管理システム、シールド機の位置・姿勢を計測・管理する線形管理システム、ファジィ推論を採用した自動方向制御システム、セグメント自動搬送・自動組立てシステムなどを開発実用化し、全自動化にむけ個々のシステムの整備も進んでいる。この様に個々のシステムが出来上がってくると、当然これらの各システムを統合し、より監視・操作が容易なシステムが必要になる。

本シールド総合施工管理システム（KSGS：Kajima Shield General control System）は、シールド機や施工に必要な各種プラント、自動方向制御システム、セグメント自動組立て、自動搬送システムなどを高速ネットワークで統合し、総合施工管理室（中央制御室）において、集中的に操作、制御、管理を行うものであり、より高度な自動化、施工管理に対しても柔軟に対応可能とした。



写真-1 総合施工管理室操作状況

## 2. システムの概要

総合施工管理室（中央制御室）に、ラインコンピュータ、オペレータコンソールを設置し、運転信号、監視・施工管理データは、通信ケーブル、インターフェイス盤を経て、シールド機やその他の設備に接続し受渡しする。

シールド機やその他の設備の運転は、表示される施工管理データ、監視データにより、施工状況や機械の稼働状況を把握しながら、オペレータコンソールのタッチパネルにより行う。

特徴を以下に記す。

### ◎KSGSの特徴

- ①操作、監視、施工管理に必要な画面をまとめ、施工、設備状態をリアルタイムに表示するので確実な施工ができる。
- ②画面はタッチパネル式で簡単に操作ができ、切替式なので少ないモニターで運転が可能。
- ③シールド機やその他の設備の運転を自動化し、オペレータの負担を軽減した。
- ④シールド設備の操作・制御・管理ツールを標準化したので、現場間での施工品質のばらつきを小さくでき、またオペレータの早期育成が可能になる。
- ⑤総合施工管理室を一般のF A化した工場・プラントと同等のものとし、3 Kの現場イメージを払拭した。

### (1) システム構成

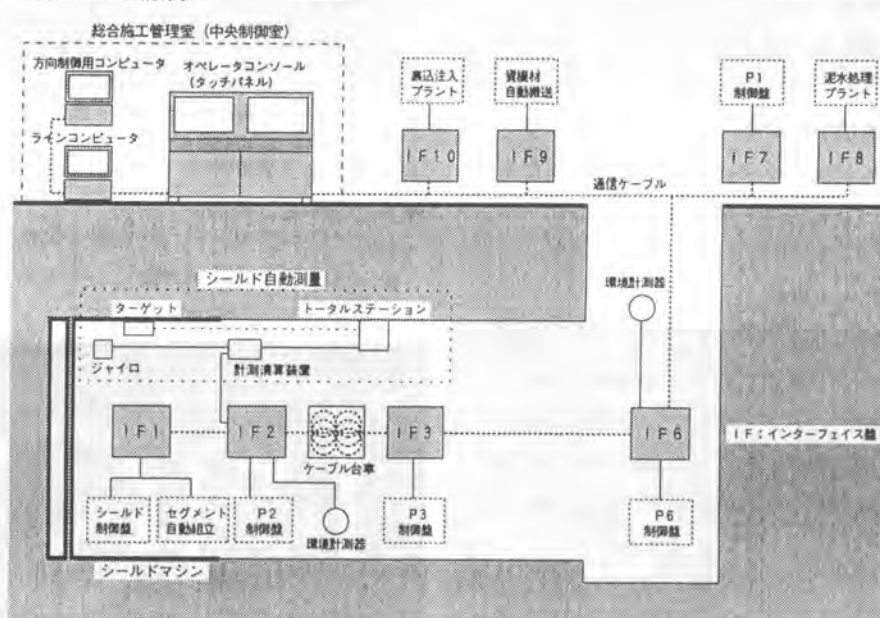


図-1 システム構成図

### (2) 構成機器の機能

#### ① ラインコンピュータ（CPU）

KSGSシステムのすべてをコントロールする。1台のコンピュータで、各種演算及び

管理グラフ処理、帳票処理、データ蓄積、ネットワークの通信制御を行う。また、線形管理画面、掘削管理画面を表示する。

② オペレータコンソール

操作用タッチパネル・画面コントロール用のタッチキー等で構成され、シールド機、他の各設備の運転、遠隔制御を画面2面の切替えで行う。

③ インターフェース盤（IF盤）

KSGSシステムとシールド機・送排泥ポンプ・泥水処理プラント・裏込プラント等の各設備の制御盤と結線し、遠隔操作指令及び運転データなどの信号を送受信する。

④ シールド自動測量システム

トータルステーション・ターゲット・ジャイロコンパス等で構成され、シールド機の現在位置及び姿勢（ピッチング・ローリング・ヨーイング）をリアルタイムで自動計測するシステムである。測定結果は、インターフェース盤を通じてラインコンピュータへ送る。

⑤ 自動方向制御用コンピュータ

ラインコンピュータで処理された、シールド機の位置と掘進計画線と差と姿勢により、計画線への摺付け位置を演算し、シールド機の方向修正量に見合ったジャッキパターンを選定する。結果は、ラインコンピュータを通じて、オペレータコンソールに送る。

⑥ 通信ケーブル

KSGSのネットワーク用の通信用ケーブル。総合施工管理室のラインコンピュータ、オペレータコンソールと各インターフェイス盤を接続する。

### 3. システムの機能

#### (1) 操作画面（オペレータコンソール画面）

機械や設備のイメージで画面を構成し、画面のタッチパネルにより機械の運転を行う。写真-2 は、シールド機の運転画面例で、パワーユニット起動、推進ジャッキの選択、カッターモータなどの運転を行う。

写真-3 は、泥水輸送設備の運転画面例で、掘削運転、バイパス運転を行う。

泥水の流れているラインの色替により、フローの状況を表現した。

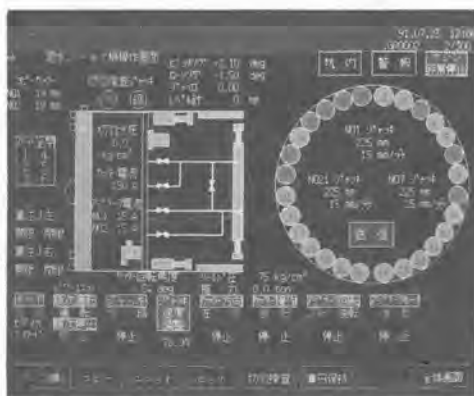


写真-2 操作画面

(2) 監視画面 (オペレータコンソール画面)

操作を含まない計測、監視を行う。

写真-4 は、環境監視画面例で、各場所の酸素濃度、メタンガス濃度、温度、湿度などの環境データを表示する。濁水処理設備の排水 pH、濁度、排水量の監視も可能である。

写真-5 は、異常・故障監視画面例で、各設備や機器の異常・故障・警報を集中表示する。異常、故障、警報表示中は、ブザーを鳴らしオペレータに注意を促す。

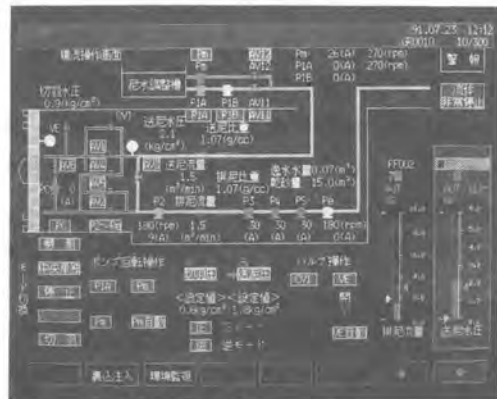


写真-3 操作画面



写真-4 環境監視画面



写真-5 故障監視画面

(3) 線形管理画面 (ラインコンピュータ画面)

自動測量装置より、シールドマシン先・後端座標を受け、掘削計画線からの離れ量をリアルタイムに数値及びトレンドグラフに表示する。

自動測量装置を組込まない場合でもジャイロシステムにより姿勢位置計測を行い線形管理が可能である。

写真-6 は、線形管理画面でシールド機の姿勢 (ピッチング、ローリング、ヨーイング)、掘進距離、選択中のジャッキパターン、上下・左右の先・後端の計画線からの離れを表示する。

また、上下・左右の先・後端の計画線からの離れは、トレンドグラフで表示し、掘進履歴の把握を容易にした。

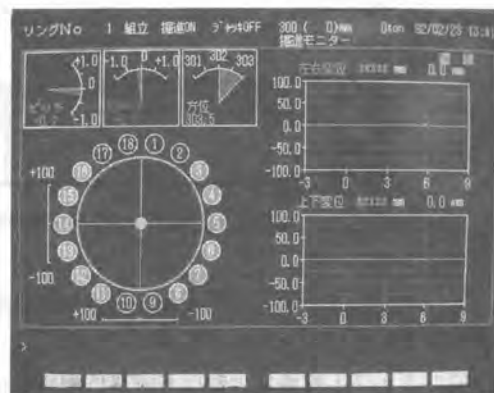


写真-6 線形管理画面

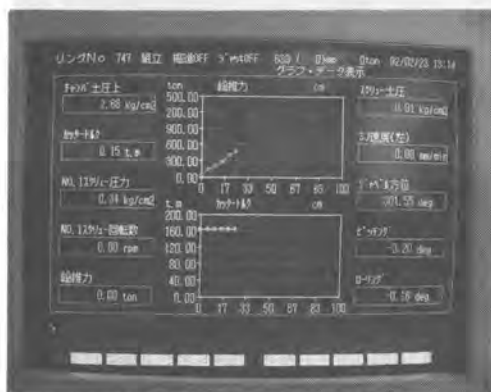
#### (4) 切羽安定管理画面（ラインコンピュータ画面）

横軸を掘進ジャッキストロークで管理グラフをリアルタイムに表示する。デジタル表示、グラフとも任意に割付けができる。

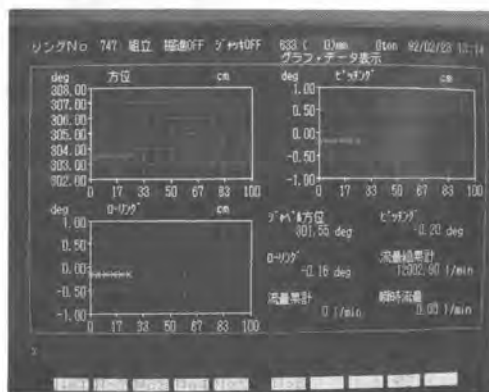
他にも、任意データを散布図、折れ線、棒グラフ、分布図などを使用できる。

写真－7 は、切羽安定管理画面で切羽土圧の表示や、推力等のグラフ表示を行う、また掘削土量のグラフも表示する。

写真－8 は、その他の管理画面で様々はグラフ表示が可能。

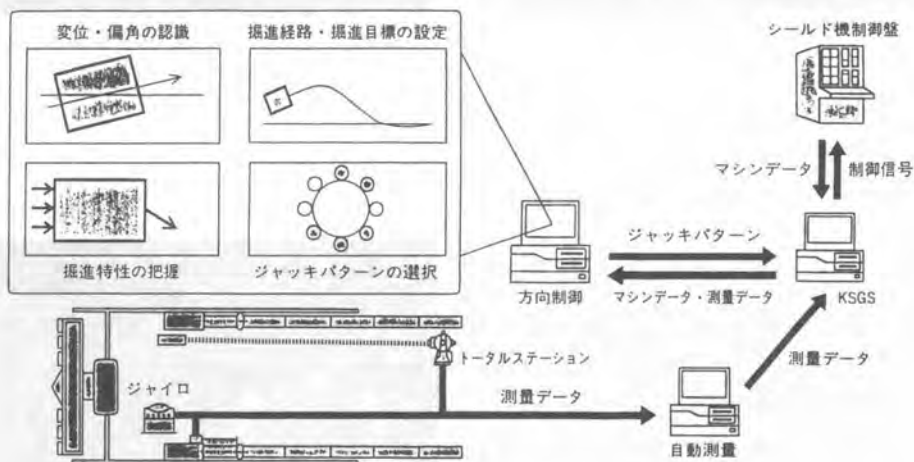


写真－7 切羽安定管理画面



写真－8 管理画面

#### (5) 自動方向制御機能



図－2 シールド自動方向制御概念図

#### [動作概要]

##### ① ファジィ推論による計画線への摺付け位置演算

掘削軌跡と現在の計画線に対する変位・偏角から、計画線にシールド機を摺付けるための掘進目標までの距離と目標までの経路を決定する。

② 曲り易さをファジィ推論で把握し、方向修正量を演算。

目標角（シールド機を制御目標に向けるための角度）とシールド機の制御状況からファジィ推論を行い現在のシールド機の曲り易さを角度（特性角）として得る。この目標角及び特性角から修正の角度量（制御角）を求める。

③ ジャッキパターン選択演算

制御角と偏向角度（曲がった角度）の関係式により、シールド機に与える力点位置を求め、最もその力点位置に近いジャッキパターンを選択する。

④ 選択したジャッキパターンはネットワークを通じてシールド機の制御盤に送られ、ジャッキのON/OFFを行う。

#### (6) 自動運転機能

手動運転ではシールド機や他の各設備を機器ごとに運転を行っていたが、自動運転では、シールド機や他の各設備の機器を連動で起動し、自動で運転する。

図-3 自動運転フロー参照

#### 4. 使用実績

このシステムは、91年から下記の工事のほか10現場で使用し、現場で高度な施工品質の保持、省力化、安全な施工に貢献している。

また、東京湾横断道路工事にも設置を予定している。

#### [実績]

近畿地方建設局	2号西淀川共同溝工事
日本鉄道建設公団	片福連絡、大川T他工事
名古屋市交通局	高速鉄道6号線野並橋工区新設工事
大阪市下水道局	大阪市平野～住之江幹線管渠築造工事

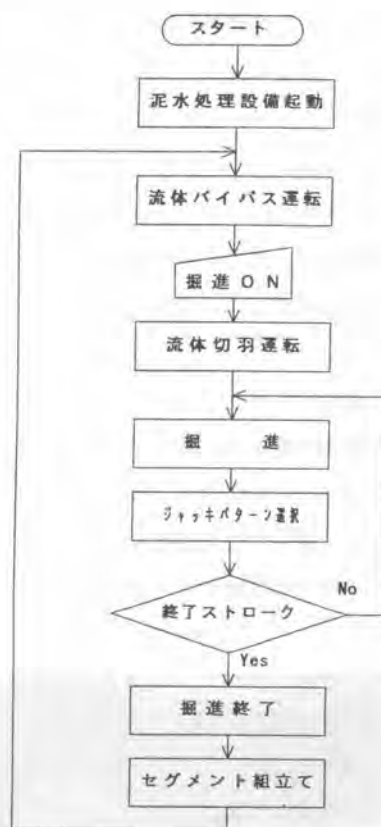


図-3 自動運転フロー

#### 5. 今後の展開

シールドの標準装備として、さらに活用を広げていくながら、サブシステムを充実し、シールド工事の全自動化施工に対応していく予定である。