

VI-116

シールド工事総合管理システムの開発と適用

清水建設（株）：正会員 ○菊池雄一， 正会員 長谷川裕員， 佐藤等
正会員 河野重行， 正会員 鈴木康正

1. はじめに

建設業は3Kで象徴されるように，危険・苦渋作業が多く，作業環境が悪い．このような社会的背景から，現在では作業の自動化・ロボット化が行われている．特にシールド工事の自動化，ロボット化は早くから進められ，各作業における自動化はほとんどが実現されている．しかし自動化することにより，装置の状態を監視，操作する熟練のオペレータが必要となるが，作業員の高齢化が進んでいる現在，監視や操作の自動化が望まれてきている．

2. システムの概要

本システムは，シールド工事におけるシールドマシン，裏込め，泥水輸送，泥水処理，資材搬送，労務管理やガス検知などの複数の装置からの信号を集約的にコンピュータで管理し，掘進操作を自動化したものである．このシステムは以下に示す，掘進管理システム，資材管理システム，労務管理システムといった3つのサブシステムと診断システムから構成されている．

掘進管理システム：掘進作業に直接係わるシールドマシン，泥水輸送，泥水処理プラント，裏込め，自動方向制御，セグメント組立てに関する監視と操作を行う．

資材管理システム：掘進作業に伴う資材の搬送装置や取り付け装置の監視，資材の在庫管理を行う．

労務管理システム：坑内環境を監視するシステムであり，人員の配置状況や坑内のガス検知を監視する．

診断システム：掘進作業中にトラブルや異常が発生した場合の処理を円滑に行うためのナビゲートや装置の停止操作を行う．

本システムには，監視機能，操作機能，データ処理機能がある．各機能についての詳細を次に述べる．

(1) 監視機能

各装置の状態は，常にシステム内に取り込まれており，現場の状況はシステムの画面上でグラフィカルな表現を用いて，リアルタイムに表示される．図-2に掘進運転中の画面例を示す．

また，各装置の状態を正常な場合の値と比較することにより，異常発生を監視している．装置のトラブルや異常が発生した場合には，異常を画面上に表示して作業員に知らせ，診断システムを呼び出して適切な処理を行う．診断システムでは，各装置の構造やマニュアルから得られた知識と熟練のオペレータの経験的ノウハウをヒアリングによって得られた知識を用いて状況判断を行っている．

異常状態は5段階に分類されており，発生した異常の状態によって柔軟な処理を可能にしている．例えば，異常度が低いレベルの場合は作業員の確認を待ちつつ，操作は継続して行なわれる．しかし，異常度が高いレベルの場合は，システムがこのまま操作を続けることが危険だと判断した時点で，自動的に停止操作を行なう．また過去に発生した異常状態を事例としてデータベースに持っているため，異常に対する対処を作業員に提示し操作をナビゲートすることができる．

(2) 操作機能

本システムでは，タッチパネルを用いており，人とシステムの対話はモニタ画面を通じて行われる．シ

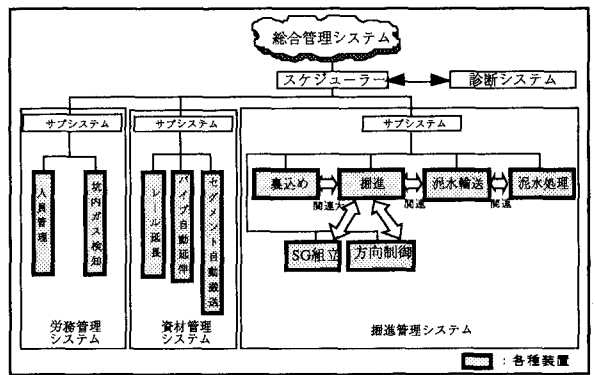


図-1 総合管理システムの構成

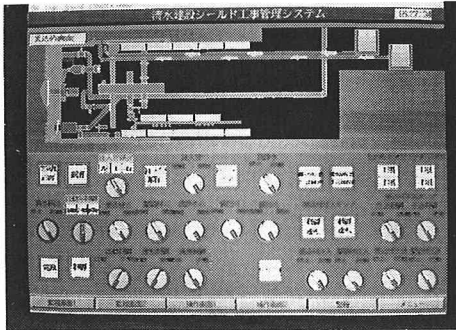


写真-1 画面の例1

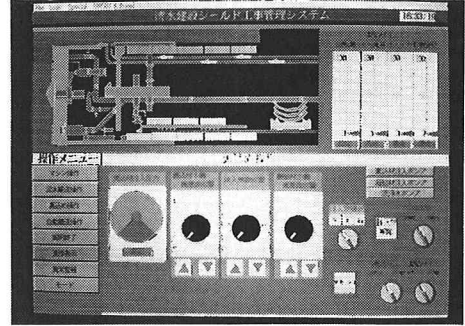


写真-2 画面の例2

システム操作は手動操作と自動操作が用意されている。

手動操作：各装置の操作盤上のスイッチや計器類と同じものを全てシステムの画面上で実現しているため、オペレータは従来操作盤で手動操作しているのと同じように作業を行うことができる。（写真-1）

自動操作：従来、熟練のオペレータが行っていたさまざまな作業手順（図-2）を抽出しており、各装置の状況から、適切な次操作を推論するプログラムを用いて自動操作を実現している。この次操作を推論するプログラムをスケジューラと呼んでおり、図-3に示すようなデータのやり取りを行って処理している。

また、掘進中は必要最小限のスイッチや計器のみ画面上に表示し、各装置の状況が一目で認識できるようにしている。（写真-2）

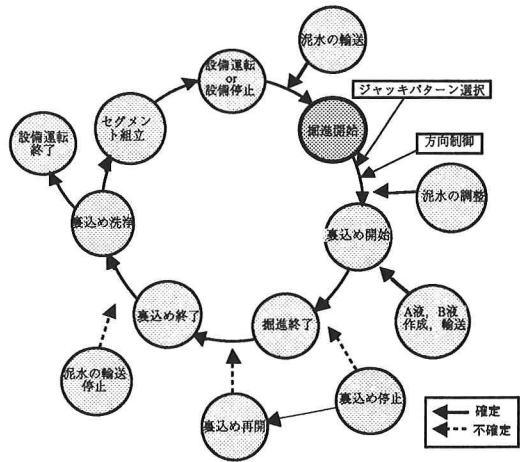


図-2 基本サイクル

（3）データ処理機能

掘進中に取り込まれたデータを統計計算やグラフ化して状況の分析を行う。また日報などの出力を行うことができる。

3. 適用の効果

本システムは、現在、東京都内のシールド工事で稼働中であり、以下のような効果がある。

- （1）施工データの集録が一元化し、次現場への計画資料として蓄積され、改善活動が容易になる。
- （2）自動運転を行うことによりオペレータに対する負担が軽減できるようになった。また現場の状況はグラフィックを用いて表現されているため、状況認識することが容易になった。
- （3）診断システムを用いることにより、異常検出や故障予測の信頼性が向上した。

今後の課題として、操作手順のルールを増やすことにより、より柔軟な操作の実現を目指している。また、異常事例を追加して行くことにより、診断システムの性能を向上させる。そして、多くの現場で使用するにより、汎用性を高めていく。

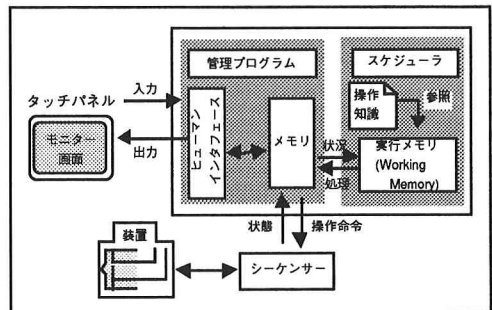


図-3 システムの情報のやり取り