

VI-279

エキスパートを用いたシールド自動掘進管理システム

飛島建設㈱ 正会員○八巻 秀一 滝本 幸夫
 飛島建設㈱ 下境 常男 河野 正雄
 飛島建設㈱ 西内 克至

1. 開発の背景と目的

シールド工法は、大断面化・大深度化・長距離化などのニーズの多様化と熟練技術者の不足や労働者の高齢化等に対応するために、各設備において自動化・ロボット化が推し進められて、それらを集中管理することが一般的になりつつある。しかし、設備の高度化・大規模化による監視・管理・制御の複雑性が增大しているにもかかわらず、掘進状況に対する判断は依然オペレータに委ねられている。

これらの問題に対処すべく、シールド機の掘進開始から終了までの一連の作業を、エキスパートシステムを中核とするコンピュータシステムにより集中監視・状況判断・制御する「自動掘進管理システム」を開発した。

なお、本システムはシールド掘進時の管理作業において広範囲なデータ・知識を提供することから、略称を S E R V (Shield Engineering seRVice system) とした。

2. 本システムの構成と機能

本システムは、シールド機や泥水輸送などの独立した各設備の情報を集中管理して、オペレータに代わり指示を出すものである。

本システムの構成を図-1に、機能の概要を以下に示す。

①情報収集管理機能

高速ネットワークにより各設備のリアルタイムな情報を収集管理する機能であり、運転状態を常時監視し、設備相互の関連状態を認識して調整できる。

②エキスパートシステムによる掘進状態の監視診断機能

エキスパートシステムにより常時掘進状態の監視診断を行い、操作指示を出す機能。この機能により、必要とされるタイミングを逃すことなく迅速な対処が可能となり、また、設備の異常を見逃さずに対応することができる。

③制御指令機能

掘進作業の進捗に合わせて、必要な時期に必要な情報を自動的に提供する機能。これにより、掘進作業の標準化が図れると同時にオペレータの作業負担を低減することができる。

④情報の管理・蓄積機能

各設備の情報を一元的に管理・蓄積する機能。設備相互の情報の総合的な検討が可能になるため、情報の有効活用が図れる。

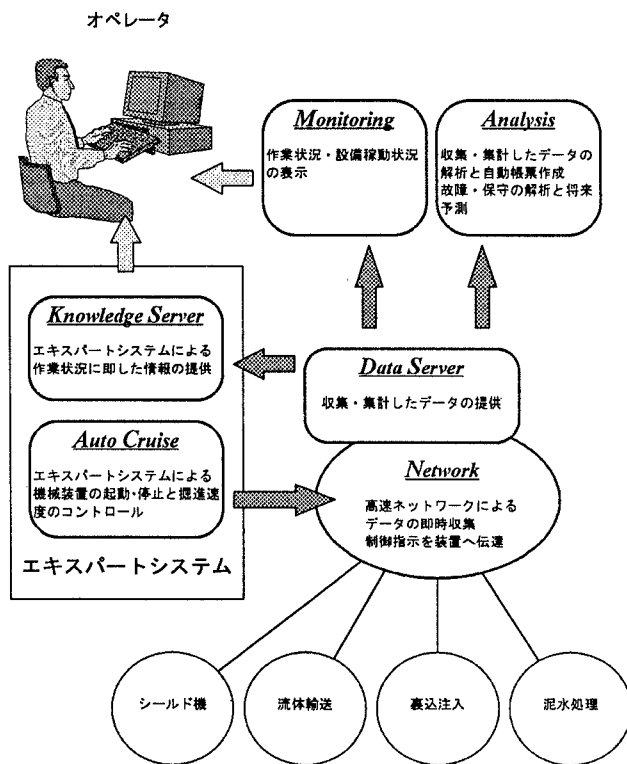


図-1 システム構成図

3. エキスパートによる推論

システムの中核となるエキスパート部では、リアルタイムで収集しているデータを基に監視診断や掘進判断・推論・制御を実行する。システムの実行環境にワークステーションを用いることで、画面への出力やオペレータとの対話処理などのプロセスと推論プロセスを非同期で並列に実行可能とし、安定した推論サイクルを確保している。以下に、エキスパートを用いた推論・診断について述べる。

①作業進捗の把握と情報の提供

各設備の作業段階がどこにあるかを推論・判断し、作業の進捗に合わせて重要監視項目の経時変化グラフが自動的にオペレータに示されるとともに、監視項目が安定した場合の次作業が指示される。常時監視が必要な項目において異常が発生した場合、発生以前からの経時変化グラフとともに必要な対処を提示する。さらに、掘進前においては過去のデータより推論して得られた設定に関する値を次回の掘削で用いるようオペレータに対して指示する。

これらの推論ロジックは施工担当者のノウハウを基に作成されたもので、その推論結果をビジュアルにオペレータに提示することから「知識サーバ」と位置付けている。

②設備に対する制御指令と自動運転

上記知識サーバにより提示された次作業・対処・設定は、各設備に対して制御指令としてネットワークを介して送信する。これは、オペレータが提示された画面の情報を確認することで実行されるが、一定時間経過後に確認がなくても自動的に各設備に対して制御指令を送信することにより、自動運転を可能としている。

③掘進速度制御

本システムでの速度制御は、掘進速度を直接制御するのではなく、各設備（シールド機・流体輸送・裏込注入・泥水処理）の負荷状況より、掘進速度を下げるべきなのか、上げるだけの余裕があるのかを判断し、あらかじめ設定した掘進速度の増減量として制御指示を出力する。（図－2）

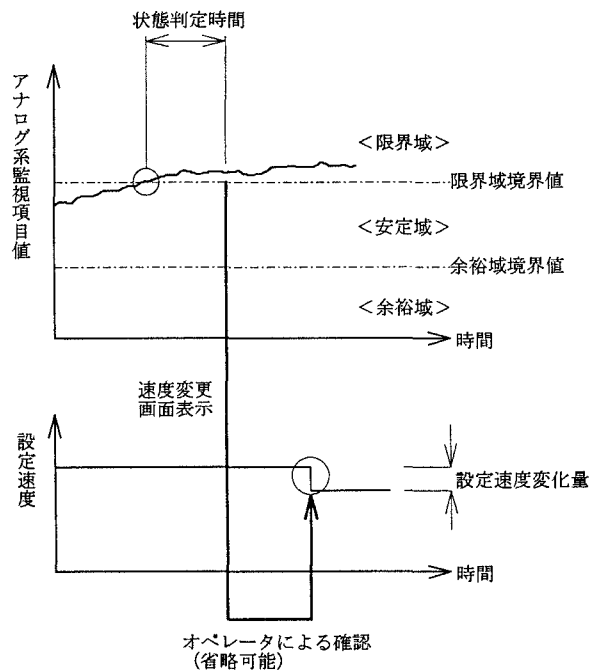
速度の変更に関係する計測値に対して、過負荷状態領域（限界域：掘進速度を低下させなければならない領域）と正常状態領域（安定域：制御を必要としない領域）と負荷に余裕のある領域（余裕域：掘進速度をあげても設備能力上問題ない領域）の3つの領域に区分し、計測値の推移を観測することで負荷状況がどの領域にあるか判断する。複数設定さ

れている計測値のうち、1つでも限界域に入った場合は設定速度を下げる制御指令が出力される。反対に、すべての計測値が余裕域にある場合、設定速度を増加させる制御指令が出力される。

4. おわりに

本システムは、大規模化するシールド工事に対して品質管理、安全管理の向上、作業環境の改善を目的に開発したものであり、その概要とエキスパートシステムの応用について報告した。

なお、本システムは東京湾横断道川人南工事に採用されており、その適用結果を基にさらに実用的なシステムに改良していきたいと考えている。



図－2 速度制御の推論ルール