

シールド自動解析診断システム(NS-BRAINS)の開発

西松建設(株) 技術研究所 正会員 ○田中 勉
 西松建設(株) 技術研究所 田口 毅
 西松建設(株) 関東土木支社 正会員 坪井 広美
 西松建設(株) 関東土木支社 北本 正弘

1. はじめに

シールド工事においては、シールド掘進中の土質変化や、地盤変状、設備の変調等、トラブルの前兆を捕捉し、遅滞なく必要な対策を行うことが品質向上かつ安全な施工をする上で非常に重要である。従来手法では、予め設定した処理フローや管理値、人の経験則等により異常の有無を判定していた。しかし想定外のトラブルでは、取得できる施工データを分析し、原因を究明するまでは時間を要していた。結果として、対応の遅れによる大幅な工程および工費の損失等が発生していた。また、トラブル予兆やトラブル時の対応がデータベース化されていない等の課題もあり、今後、熟練者の減少に伴い、施工技術・技能の経験部分に当たる「暗黙知の継承」が課題となっている。

そこで、シールド掘進中の様々な自動計測データを即時解析・活用して施工状況を客観的に解析・診断する「シールド自動解析診断システム『NS-BRAINS』(Nishimatsu Brain for Real Analysis Information System)」を開発した。本報告では、開発したシステムの機能概要について報告する。

2. シールド自動解析診断システムの概要

シールド自動解析診断システムは、これまでのシールド掘進管理に関する暗黙知を形式知とすることで、①リスク計画（リスクの特定、リスク原因の分析、リスク対応策）②リスク監視（モニタリング、モニタリング結果の分析）③リスクコントロール（②から①により対応策を出力）が出来るシステムである。

システムは、メインシステム（リスク管理、品質管理、進捗管理）とサブシステム（管理値、統計解析、要因分析）から構成され、現場における各種情報（設計・施工データ等）をシステム内に取り込み、①～③の項目をモニタリング表示・警報発報（図-1）することにより、トラブルを未然に防ぎ、高品質、高効率な施工を支援するシステムである。

システムは1台のPCと4台のモニタより構成され、現場の施工データを一定周期で取込み、システム内部の現在計測値として取扱っている。

3. システムの機能

(1) メイン画面

メイン画面では、メニューツリーボタンの操作によりシステムの設定変更や画面の編集、特性要因図等の編集が行える機能を有している。また、特に管理したい項目を抽出し簡易グラフによるリスク管理が行える。

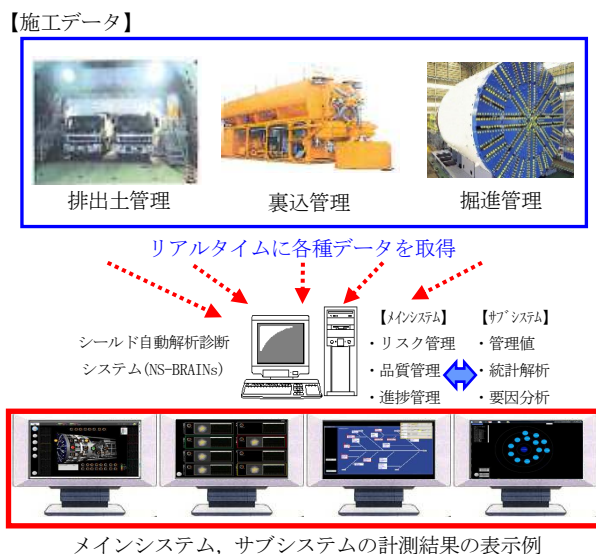


図-1 システムの概念図

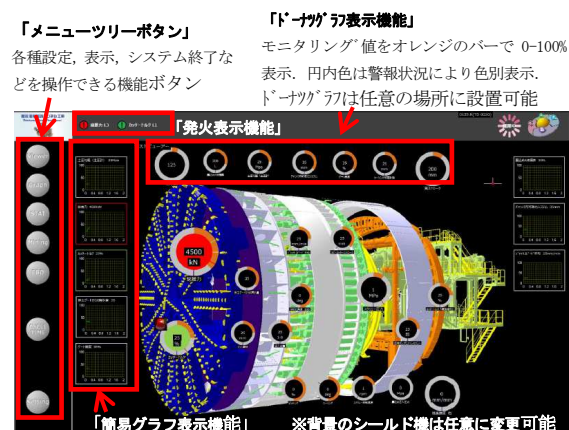


図-2 メイン画面の構成例

キーワード シールド、掘進管理、リスク管理、自動モニタリング、データマイニング

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門1丁目17番1号 西松建設株式会社 技術研究所 TEL. 03-3502-0247

(2) 管理画面

①グラフ管理機能

グラフ管理機能は、1画面で最大8項目の管理項目（任意選択）が表示でき、レーダーチャートの歪みおよびグラフの推移により掘進状況の異常を把握するものである。

またリスク発生時には、グラフ枠が色替し異常のレベルを瞬時に把握できる。

②統計解析機能

統計解析機能は、各種結果（相関図、分散分析図、X-R管理図、ヒストグラム図、多変量解析図等）から得られた結果をもとに、掘進管理の健全性を管理・監視できる。

③特性要因図機能

特性要因図機能は、一次要因に対し二次要因、三次要因として何が考えられるかを掘り下げて、大要因に関する中小の要因を見つけ出し関連性を整理するものである。

特性要因図では各要因に対し予め寄与点（点数）を定めておき、また要因の重み付けも加味した加点方式でリスク判定を行う。また、任意に追加（マイニング結果等により関連要因を追加）・変更可能でリスク発生の予兆・劣化を高精度に判断する。

④データマイニング機能

データマイニングは、未知の結果を予測するために、大量のデータに含まれている異常値、パターン、相関を発見する方法で、この機能を用いて未知の関連性を発掘し、新たな管理値やリスク計画に引用し管理値の精度向上（特性要因図に反映）を図る。円の中心は任意に指定された「目的変数」となり、計測データの相関係数 R が大きいほど中心に近くなる。

4. システムの特徴

- ①施工管理データの変調やトラブルの予兆を早期発見し、対応の遅れによる重大なトラブルを防止できる。
- ②特性要因図は任意に追加・変更可能でリスク発生の予兆・劣化を高精度に判断できる。
- ③各々のデータの推移やバラツキ等から統計的手法を基にし、従来は見落としがちであったトラブルの予兆を捕捉できる。
- ④大量の施工管理データを自動モニタリングできる。
- ⑤リスク要因の分析結果から必要な対策工を参照、選定できる。
- ⑥分析・評価フローの繰り返しをデータとして蓄積・フィードバックすることで、システムを継続的に改善・高度化し、リスク低減を図れる。

5. まとめ

シールド工事におけるシステム標準仕様の確立を目指すシールド自動解析診断システムを開発した。今後は、現場における運用により、更なるシステムの改良と小口径から大口径まで適応可能な柔軟性の高いシステム構築を目指し、システムの改良を図っていきたい。

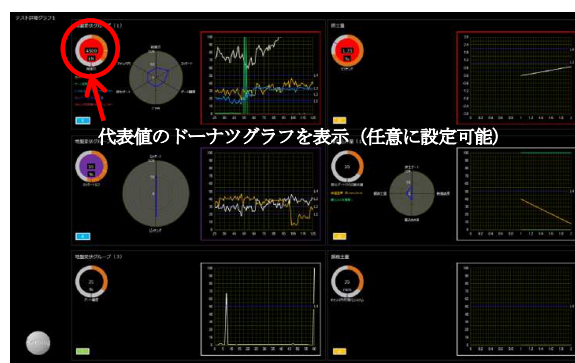


図-3 グラフ管理画面の表示例

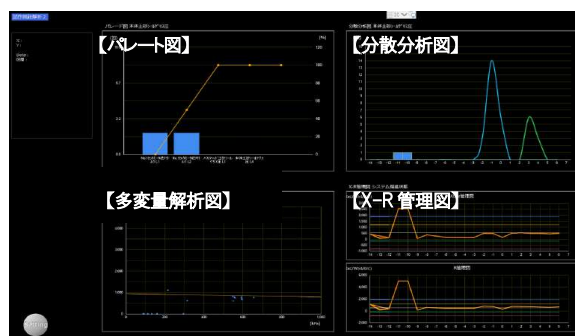


図-4 統計解析画面の表示例

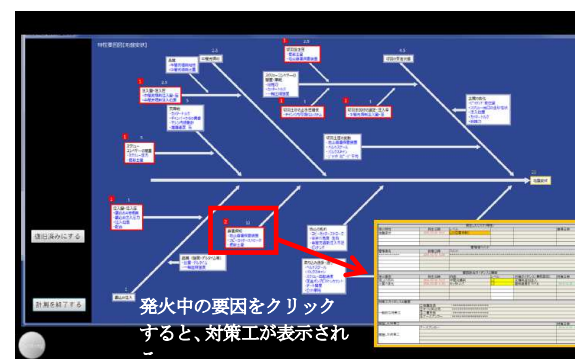


図-5 特性要因図の表示例

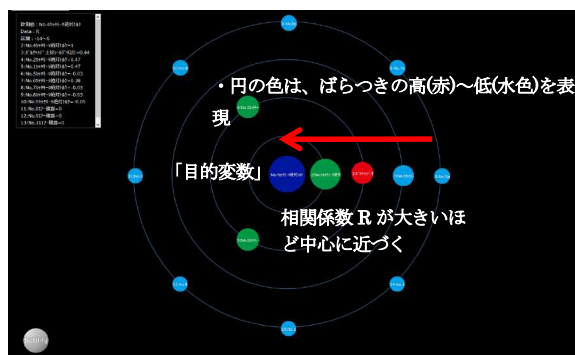


図-6 データマイニングの表示例