

シールド自動解析診断システム「NS-BRAINS (エヌエスブレインズ)」の開発

田中 勉* 坪井 広美**
 Tsutomu Tanakao Hiromi Tsuboi
 田口 毅* 北本 正弘**
 Takeshi Taguchi Masahiro Kitamoto
 行川 起央**
 Okio Namekawa

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が発生した際には、施工データを分析し、原因を究明するまでに時間を要すことで、対応の遅れによる大幅な工程および工費の損失が発生する場合があった。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るため、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。本稿では、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）を可能とするものである。

本システムは、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、現場の各種情報（設計・施工デ

* 技術研究所先端技術グループ

** 関東土木（支）横浜湘南道路工事事務所

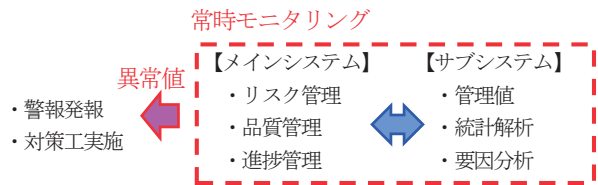


図-1 シールド自動解析診断システムの構成

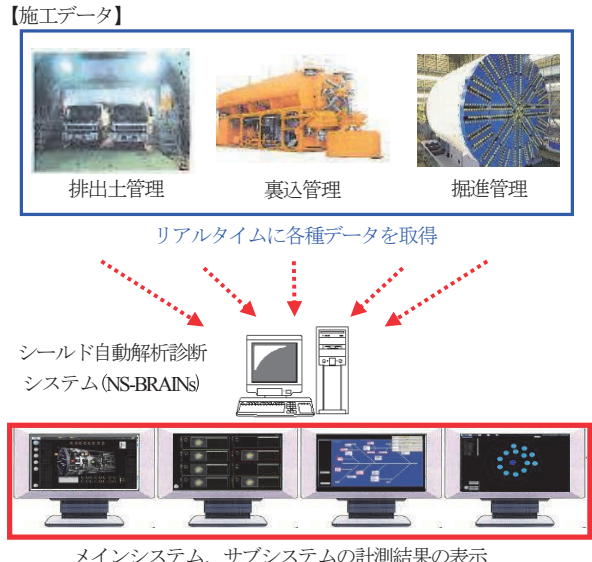


図-2 シールド自動解析診断システムの概念図

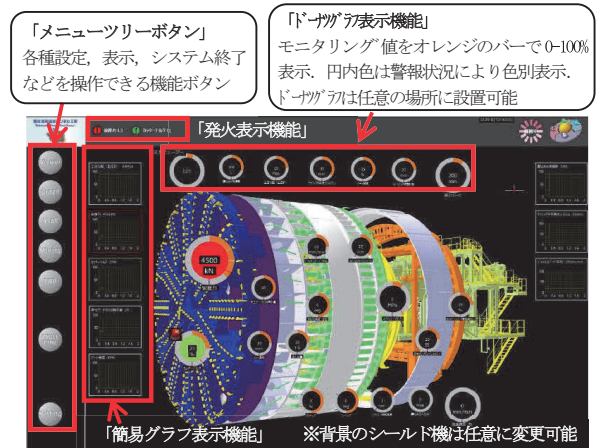


図-3 メイン画面の構成

ータ等)を取り込み、①～③の項目をモニタリング表示・警報発報することにより、トラブルを未然に防ぎ、施工の高品質、高効率化を推進するものである（図-1）。

システムは1台のPCと4台のモニターより構成され、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（図-2）。

3. システムの主な機能

(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

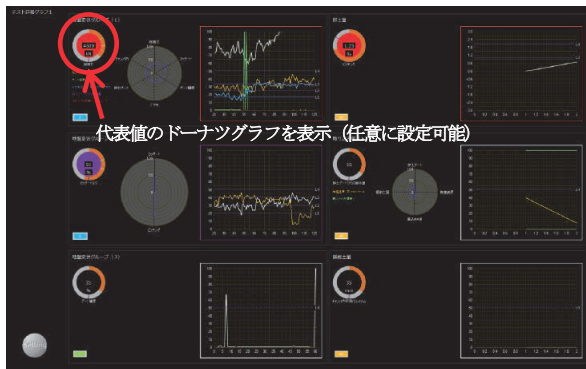


図-4 グラフ管理画面の表示例

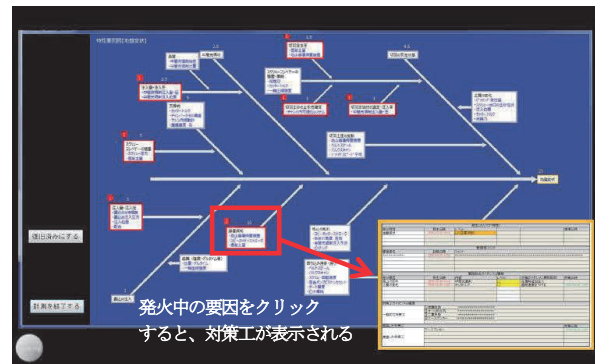


図-6 特性要因図における対策工の表示例

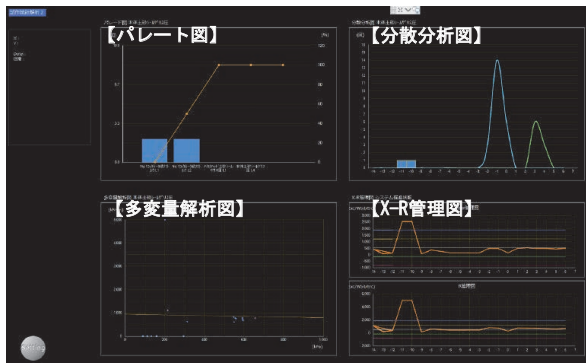


図-5 統計解析画面の表示例

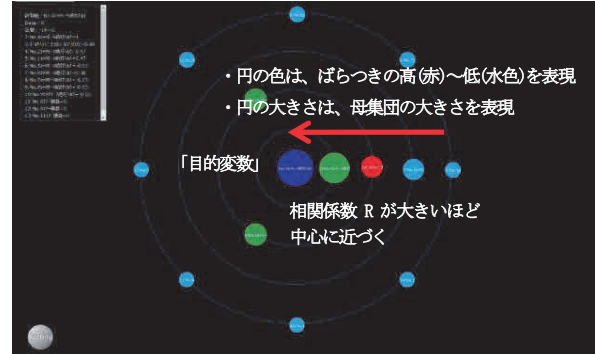


図-7 データマイニング画面の表示例

を抽出し簡易グラフによるリスク管理が行える(図-3)。

(2) 管理画面

① グラフ管理機能

グラフ管理画面は、最大8項目(任意選択)表示ができ、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、グラフ枠が色替り異常のレベルを瞬時に把握できる(図-4)。

② 統計解析機能

統計解析は、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・監視する(図-5)。

③ 特性要因図機能

特性要因図は、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(図-6)。

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(図-7)。

4. システムの主な特長

- 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て、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. おわりに

西松建設シールド工事におけるシステム標準仕様の確立を目指し、中枢部であるシールド自動解析診断システムを開発した。今後は、現場運用結果のフィードバックによる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、システムのバージョンアップを図っていきたい。