

山岳トンネル用計測管理システム

鹿島建設(株) 建設総事業本部

土木技術本部工務部 鍛冶茂仁

土木設計本部設計技術部 高橋祐治

土木設計本部設計技術部 ○島崎省二

大阪支店油坂第二トンネル工事 福田博之

1. はじめに

トンネルを安全かつ経済的に建設するためには、トンネル周辺地山の地質特性・力学特性について事前に十分検討し、的確な判断を下すことが重要である。しかし、山岳トンネルは、被りが大きく、また線上構造物であるため、事前に十分な調査を行うことが困難であることが多い。そこで、施工時には地山挙動の観察・計測・解析を綿密に行い、その結果を設計・施工に反映させることが必要となる。

情報化施工の基本となる施工時の計測項目としては、内空変位・天端沈下・地表面沈下・ロックボルト軸力・地中変位・吹付けコンクリート背面土圧・吹付コンクリート内応力・鋼製支保工応力等がある。これらの計測項目の内、トンネル内空変位計測とトンネル内壁面各部の沈下量計測は、トンネル安定性評価に最も有用なデータであり、したがって、計測頻度が高い。これまで、前者はコンバージェンスメジャー、後者はレベル・スタッフ(標尺)を使用して計測しており、計測が困難であったり、時間がかかったり等の多くの問題点を抱えていた。また、計測したデータの整理・解析においてもリアルタイムで情報を得ることが出来ない等の問題があった。

これらの問題点を解決するために、『山岳トンネル用計測管理システム』を開発した。本システムの開発により、データの収集から整理・解析までの一連の作業の効率が飛躍的に向上した。さらに、『新三次元トンネル計測システム』の導入により、計測精度の向上、計測時間及びデータ入力時のミスを低減することができた。本論文では、内空変位・沈下計測データを中心に、本システムのデータ収集・整理・解析機能について報告する。

2. システム構成

『山岳トンネル用計測管理システム』は、内空変位・天端沈下等のトンネル内壁面の変位状況を計測する『新三次元トンネル計測システム』と、トンネル掘削時の各種計測データを整理し、トンネル挙動の予測解析を行う『計測データ処理システム』とから成っている。新三次元トンネル計測システムは、①測定部、②測点部、③データ集積部の3つの部分から成っている。計測データ処理システムは、①計測データ整理システム、②収束変位量予測システム、③逆解析システムの3つのサブシステムから構成されている。

内空変位・天端沈下計測データを中心に、山岳トンネル用計測管理システムのフローを図-1に示す。

また、本システムの機器構成は、図-2に示す通りである。事務所に置く計測データ処理システムは、N5200(NECパーソナルコンピュータ)を中心に構成されている。トンネル坑内で計測された内空変位・天端沈下のデータは、データコレクタに保管され、事務所内のコンピュータに直接データを転送することができる。

3. システムの概要

3.1 新三次元トンネル計測システム

新三次元トンネル計測システム(New-MAST; New Measurement and Analysis System for Tunnelling)は次に示す3つの部分で構成されている。トンネル坑内の測点に設置した複数の反射シートの位置(3次元の座標値)を、高精度光波測定機で計測したデータは、その場でデータコレクタに記録される。データコレクタ

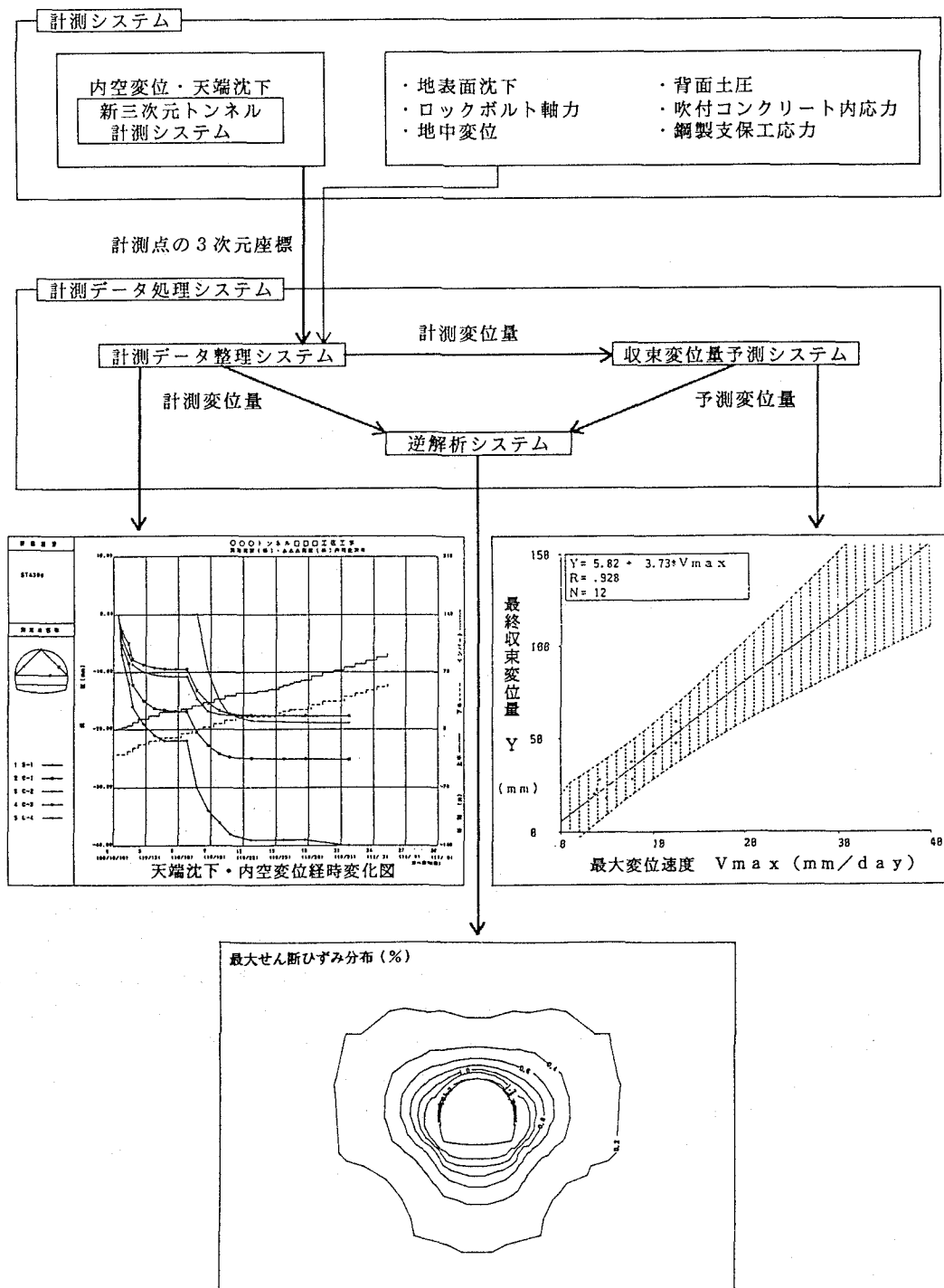


図-1 山岳トンネル用計測管理システム概略フロー

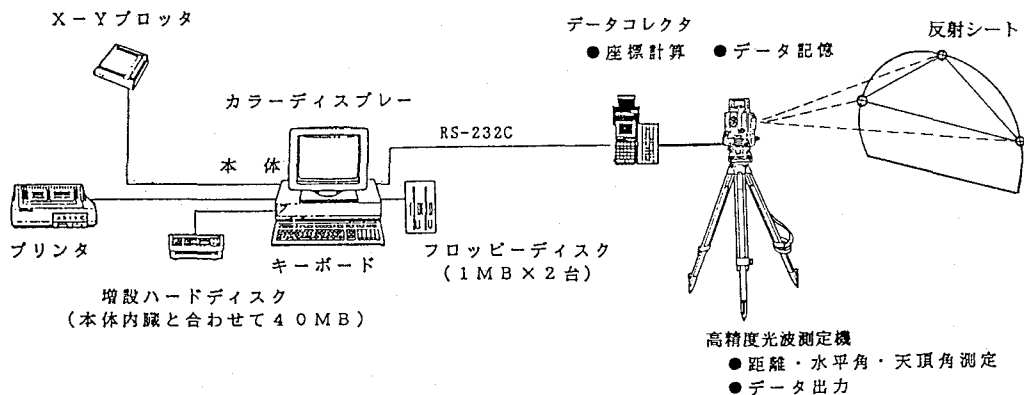


図-2 使用機器構成

は事務所内に置かれたコンピュータに接続し、計測データ整理システムにデータが転送される。

- ①測定部；高精度光波測定機
（距離、水平角、天頂角同時測定）
- ②測点部；反射シート（ターゲット）
（道路交通標識等に使用されている反射材と同じ材料）
- ③データ集積部；データコレクタ
（16ビットのハンドヘルドコンピュータ）

図-3に新三次元トンネル計測システムによる計測の概念図を示す。計測方法は、3次元の座標値が分かっている基準点を視準することにより、X、Y、Z軸を設定し、計測点の3次元の座標値を得るものである。

また、図-4に内空変位・天端沈下データ転送時の画面フローの一例を示す。

本システムの主な特徴を列挙すると以下の通りである。

- ①これまで電気信号化が困難であった内空変位・天端沈下データを電気信号化することにより、データコレクタを介して事務所内のコンピュータに、直接データを転送することが可能となり、迅速化・省力化が図れるとともに、読み取り・書き間違いによる入力ミスが無くなる。
- ②計測データ整理システムへの転送時に計測データの取得位置を自動判定し、所定のファイルに格納するシステムになっているため、『どこかのデータ』かを意識せず計測できる。
- ③変位データを三次元のベクトルでとらえることができる。
- ④切羽近傍に障害物（核残し、重機）がある場合でも計測ができる。
- ⑤坑内作業に左右されず、計測ができる。

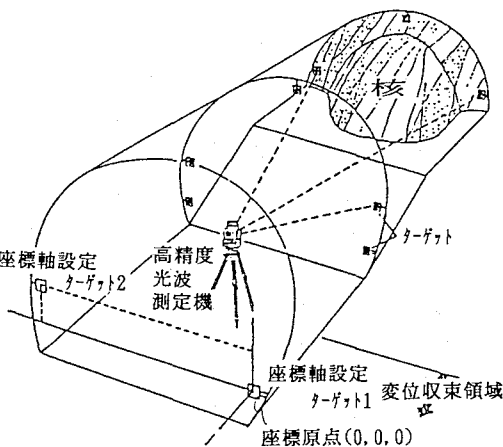


図-3 計測の概念図

3.2 計測データ処理システム

図-1に示したように『計測データ整理システム』に転送されてきた内空変位・天端沈下計測データはここで経時変化図・経距変化図・各種分布図・データの一覧表に整理され、計測管理に用いられるとともに、収束変位量予測解析や逆解析のデータとしても使用される。

『収束変位量予測システム』は、まだ収束していない計測変位から、内空変位・天端沈下の収束変位量を予測する。『逆解析システム』は、収束変位量予測システムによる予測変位量または計測変位量を用いてトンネル周辺のゆりみ域推定のための解析を行う。

本システムの主な特徴は以下の通りである。

- ①本システムではデータは全て一元化されており、同じ情報を繰り返し入力する必要がない。
- ②コンピュータの知識が無くても操作できるようにメニュー対話形式になっている。
- ③ディスプレイおよびプロッターへの出力は全てカラーで、見やすい。

4. おわりに

山岳トンネルにおける情報化施工の基本は、現場技術者が計測によって得られる情報から地山の安定性、支保の安全性および経済性に対して的確な判断を早期に下すことである。今回、山岳トンネル用計測管理システムの開発・導入により、データの収集から整理・解析までの一連の作業の効率を飛躍的に向上させることができ、的確な判断をより早期に下すことが可能となった。

将来的には計測データが統一されたフォーマットで収集されることから、計測データのデータベース化に取り組んでいきたいと考えている。

また、現在、新三次元トンネル計測システムを応用して地表面沈下やトンネル坑口部地すべりの計測管理システムを開発中である。これらについても近々報告したいと考えている。

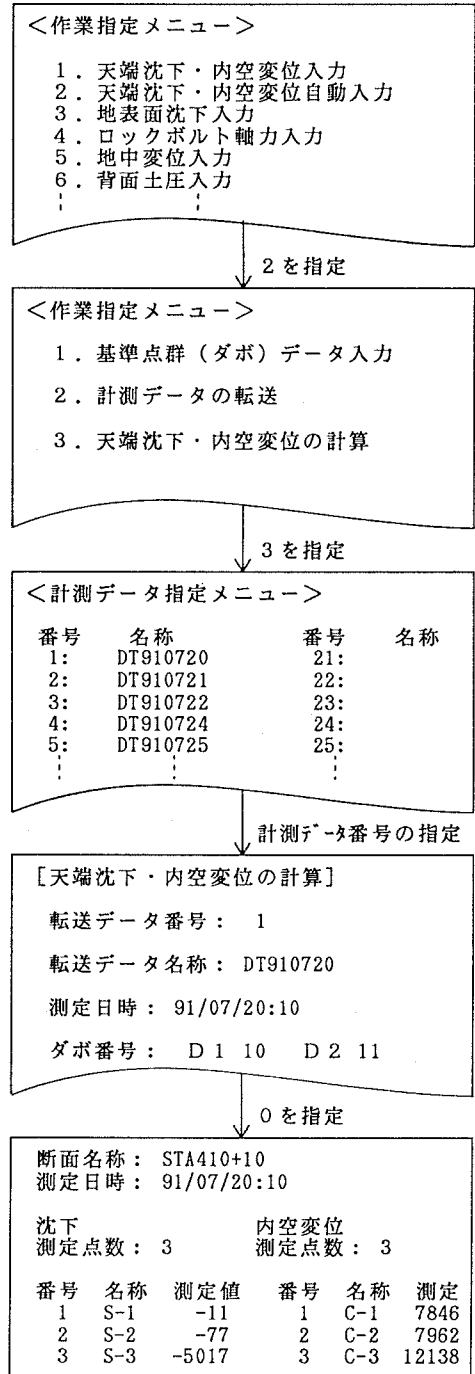


図-4 天端沈下・内空変位データ転送の画面フロー（一例）