

地下鉄博多駅新設工事における大規模自動計測システム

日本国有鉄道下関工務局

佐藤 真太郎

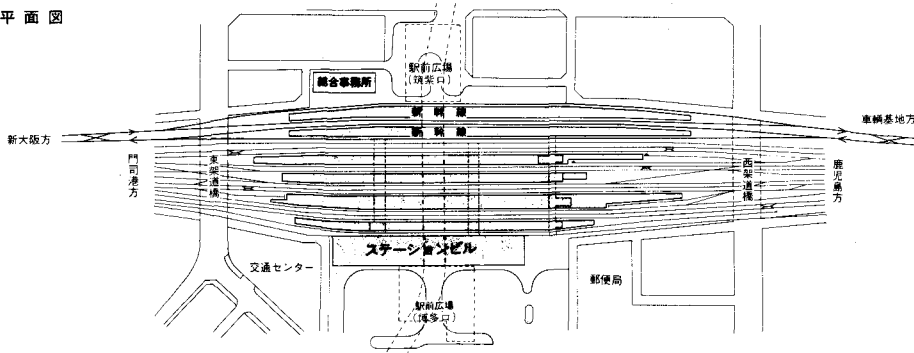
清水建設㈱ 土木技術部 正会員○亀崎 和也

1. まえがき

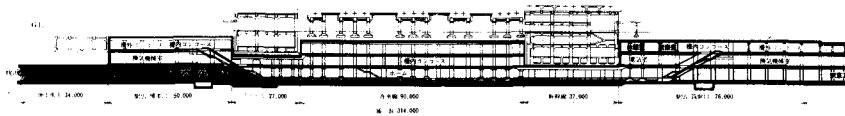
福岡市高速鉄道は、福岡市を中心とする約30km圏の都市交通に対処するために、1号線（姪浜－博多間 9.8 km）と2号線（中洲川端－貝塚間 5.0 km）が地下鉄として施工中であり、一部（室見－呉服町間 7.2 km）が実用に供している。

このうち、地下鉄博多駅は既設の国鉄博多駅中央部直下に交差して建設され、新幹線ビル、在来線高架橋、ステーション・ビル、駅前広場地下街などの大規模な仮受け（アンダー・ピーニング）を行なう必要が生じた。特に、在来線では中央コンコース内での施工となり、支障移転などを含め、旅客流動、営業施設に対する阻害を最小限に抑える必要がある。そこで、これら重要構造物の変状防止などのため、既設構造物、仮設構造物、地下鉄本体構造物の挙動を常時計測し、施工へ反映する大規模自動計測システムを開発し、実際に稼動している。本文では、今回開発された本システムの構成と特徴さらに、どの様に施工へ反映しているのかについて概要を述べる。図－1に地下鉄博多駅計画図を示す。

平面図



縦断図



図－1 地下鉄博多駅計画図

2. 計測システムの概要

本工事の自動計測システムを開発するにあたって、下記の項目について重点をおいた。

- 信頼性の高い（使用実績の高い）計算機システムとする。
- データ伝送（Max, 1.5 km）を高速・高信頼性とする。
- データ処理を現場完結型で行ない、長期間のデータ保存を行なう。

以上の条件のもと実際に開発したシステムのハード・ウェア（機器関係）の概要とソフト・ウェア（プログラム関係）の概要を述べる。

2-1 ハード・ウェアの概要

現場導入のミニ・コンピューター及びその周辺機器を説明する。

- ① 中央演算処理装置（C・P・U）

PDP 11/34 (アメリカDEC社製)

主記憶容量 256 KB (キロバイト)

② 補助記憶装置

磁気ディスク 20 MB (メガバイト)

磁気テープ 5 MB (")

③ 出力装置

プリンター (コンソール) 132 文字 / 行

グラフィック・ディスプレイ 640 × 462 ドット

打点記録計 12 打点式 × 10 台 (5 秒 / 点)

④ データ伝送方式

電氣的仕様 RS-232C

システム DPM (DEC 社)

速度 56 K ビット / 秒

ケーブル 2 対シールド線

端末装置 DPMO 1 (ループ・ステーション)

⑤ 測定器・切替器・各種計器

各メーカーにより仕様が異なる。

写真 1 ~ 3, 図 - 2 参照

2 ソフト・ウェアの概要

機器を利用するためのソフト・ウェアは下記の 2 つに大別でき、それぞれについて説明する。

① 機器そのものを動かすプログラム

i) RSX-11M (DEC 社)

○オペレーティング・システム

○マルチタスク・プロセスコントロール・システム

ii) FORTRAN IV

○フォートラン原語翻訳プログラム

② ユーザーが使用するためのプログラム

(アプリケーション・プログラム)

このプログラム群は本工事に今回開発したものであり、施工管理に有効利用するために、各種構造物ごとに計測項目、計測物管理図表を決定し、それぞれについてプログラム化した。その出力例を図 - 3 に示し、詳細について図 - 4 に示す。

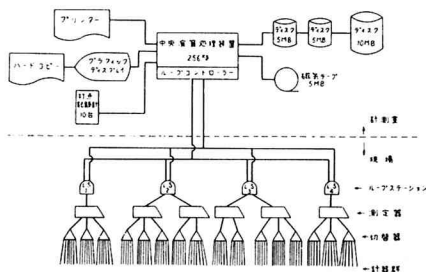


図 - 2 ハード・ウェア概要図

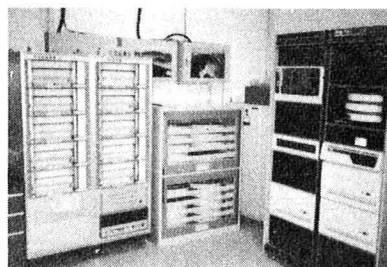


写真 - 1 打点記録計及びミニコン本体

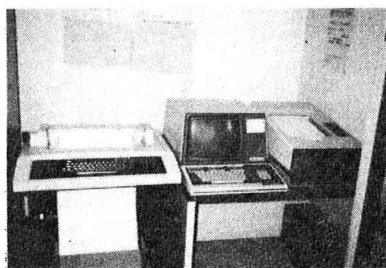


写真 - 2 出力機器群

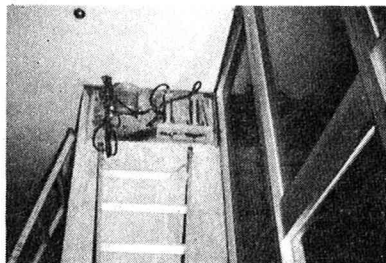


写真 - 3 末端部沈下計及び傾斜計

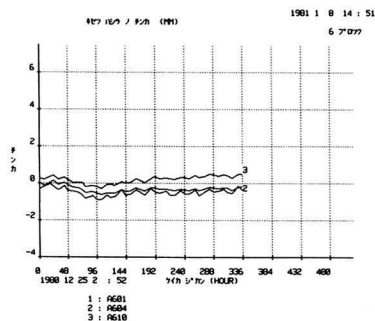


図 - 3 出力例

3. 計測システムの稼働

現在、工事に伴ない本計測システムは有効に利用されており、その実稼働状況について説明する。

3-1 計測点数

計測最大可能点数 1,500 点

計画時予定計器点数 約 1,200 点

3-2 計測頻度

計測の頻度は15分に1回であり、毎回ごとに5段階設定できる管理値と比較を行ない、管理値を越えるとウォーニングとして、ベルの音とともにその情報がプリンターに出力される。また、各計測データはバラツキがあるため、このシステムでは、計測データの移動平均処理（6回）を行なっている。また、管理値としてこの移動平均処理の傾き（データの変動）も設定可能である。図-5参照

3-3 データ保存

データ保存は2種類に分かれており、それぞれについて説明する。

① 定時データ保存（長期的保存）

1日3回定時にデータ保存を行なう。このデータ保存は全項目を行ない、3回のうち1回は必要な図表を自動出力し、ハードコピーの状態で作成する。

② 非定時データ保存（短期的保存）

特定工種の施工管理のために、一定時間ごともしくは必要に応じて必要な計測項目だけを保存するものである。

計測データは磁気ディスクに保存を基本と考え、容量がいっぱいになった時点で、磁気テープに移行し保存する。

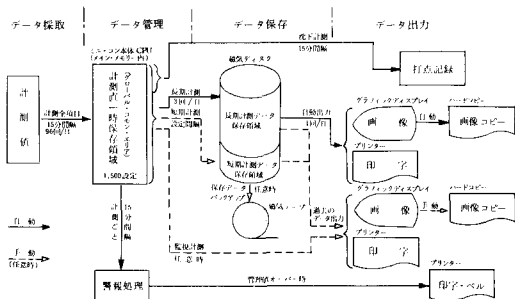


図-5 計測頻度

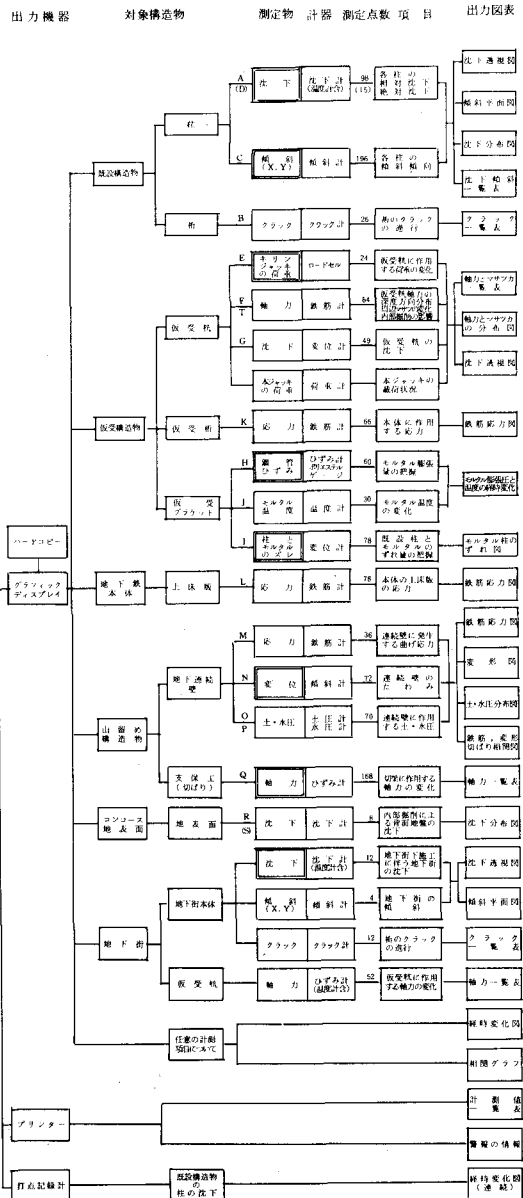


図-4 ソフトウェア一覧表

3-4 打点記録

今回特に重要な管理項目である既設構造物の沈下に関しては、常時打点記録計にて記録している。この打点記録はコンピューターにより制御しており、経時の変化、即時にデータを確認したい場合などに有効である。

3-5 計測担当者の作業

自動計測システムからの計測情報は、即時かつ大量に、そして、ある程度整理されて提供されるが、最終的な判断はあくまで、計測担当者か施工担当者が行なう。計測担当者は下記の項目を十分理解し、計測システムから提供されるデータを判断し、最終判断者である施工担当者へ連絡する。

- | | |
|------------------|---------------|
| 1)出力データの値および変化状況 | 6)計器の特質 |
| 2)過去のデータの推移 | 7)計器におよぼす外的要因 |
| 3)他のデータとの相互関連 | 8)過去の実例 |
| 4)施工状況 | 9)異常データ時の判断処理 |
| 5)管理値決定の根拠 | 10)施工場所周辺の状況 |

計測データの処理の流れを図-6に示す。

3-6 データ解析と施工管理への適用

ステーションビル部および新幹線ビル部では、仮受桁に鉄筋計を設置し、鉄筋応力を求める。次に、事前に作っておいた連続梁の構造計算プログラムにより、くい頭反力および既設の柱荷重を求め、仮受時の実荷重との比較等を行うことによって、実荷重と鉄筋計より求まる荷重との関係を求め、仮受くいの不等沈下等が生じた場合の対策の目安となるよう計画している。

また、在来線部の連続地中壁、切梁に、鉄筋計、固定傾斜計、土水圧計、ひずみ計を設置し、鉄筋計から求まる曲げモーメント、固定傾斜計から求まる変形等を連続地中壁設計々算書との値と比較する一方、土水圧計からの測定値で設計々算をやり直し、曲げモーメント、変形、切梁軸力を計画から求めた値と比較し、当初設計法の再検討を行ない、必要に応じて、設計法、施工法の修正を行なう計画である。

4. あとがき

本工事は、既存の各種営業施設に対して最小限の影響で施工しなければならない。したがって、施工管理の目安である各種管理値は、今までにないような厳しい値となっており、そこから派生する問題も多い。このため、与えられた現場条件のもとで、必要な計測精度を確保するため、既存の計器の改良や各種補正などの維持管理を十分に行なっている。

本計測システムは、与えられた管理値と計測データを比較し、各種分析を行なっているが、今後の同様な計測管理システムの方向としては、管理目標値を設定し、その目標値に対する各種要因の寄与率を分析してその要因を変化させ、次の計測データを目標値に合致させるように制御して施工を進める手法がとられるであろう。また、この施工の事前評価には、各種対策や施工条件、さらに金額的要素も含めた評価関数の導入を考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 本間伝, 宮本征夫 : 博多駅構内地下鉄博多駅建設工事の概要, 土木学会誌 1982年2月号
- 2) 宮本征夫, 敷田和久: 地下鉄博多駅新設工事における大量場所打ちぐいの設計と施工

土木施工 23巻1号

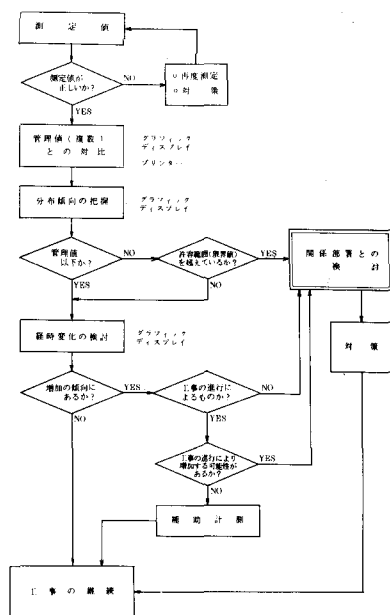


図-6 計測データの流れ