

II-6 PHSを利用したトンネルの施工管理システム

大明（株） 小林秀雄

// 奥山二郎

// 竹村康司

NTT 大竹昌志

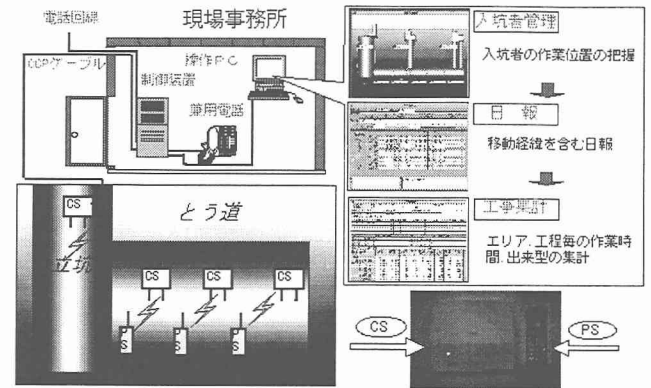
1. はじめに

現在、トンネル工事では、無線、坑内電話、入坑者センサーなど、様々な入坑管理ツールが設置されているがこれらは独立した設備のため、配線設備が多くなる上、運用に当たって人の補助が各々に必要である。また現場での施工管理においては日報、週報、進捗管理表などを個々に作成する必要があるが、現状では部分的なOA化に終始している。そこでPHSシステムの情報伝達・位置検知機能に着目し、表計算ソフトを利用した施工管理ツールを開発、通信トンネルの設備工事に導入した。

2. システム概要

当システムはとう道内に設置するPHS用アンテナであるCS (Cell Station) と、事務所に設置するPHS制御装置、操作パソコンで構成される。ここに公衆回線を接続することによって坑内・坑外の直接通話やグループ通話、モバイルツールを使用しての画像転送などを行える。また事務所に置かれた操作パソコンでは入坑者管理、作業日報の作成、稼働集計・進捗管理を行う。(入坑者表示については1000台まで可能だが、通話は1CSあたり同時に3回線までとなる。)

3. 事前検討



※位置検知機能付きPHSを活用

図1. システム概要図

第一に、CSの設置に当たって、トンネル内での使用実績がほとんどないため、設置間隔の検討を行った。各種条件下のとう道で電波伝搬特性を実測、電波の到達距離の把握を行った結果、有効設置間隔は最大300mとなった。(見通しのきかない屈曲部、曲線部では設置間隔、エリア割への考慮が必要) また立坑部は1基のCSで50mをカバーすることが判明した。その上で施工管理面（従事者への連絡、作業位置の確認）、データ面（積算資料、積算原価管理への反映）からの必要性和、経済性、試行現場の1日当たりの施工量、初期データ収集であることを考慮した結果、アンテナ設置間隔を立坑各1基、トンネル部100m間隔とした。なお経済性の検討として従来システムとの比較も行ったが、開発段階での比較にもかかわらず、約10%の設備コストの削減が可能と判明した。

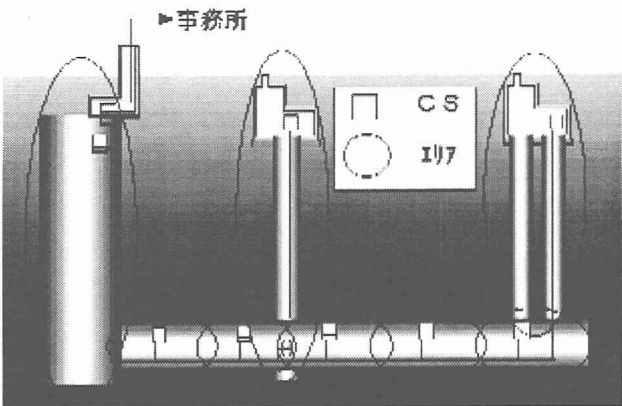
次に施工管理面の検討項目として入坑者管理、作業日報、稼働集計について検討した。

項目	機 能	備 考
入坑者管理 (現在位置表示)	- 入坑者の坑内での滞在エリア(セルゾーン)の表示。 - 一定時間での情報の更新	人間の歩行速度が約80m/分であることから情報更新を1分間隔とした。
作業日報	- 現状の日報と同等の記録様式の仕様。 - 入坑者の滞在エリアの記録を集計し、移動経緯として記録表示。 - 移動経緯に合わせて作業工程も同時に記録。	滞在記録を単純に作業の記録とすることは、無理があることから時間単位を15分毎に、工程は代表的な工程に集約。
稼動集計 (集計画面)	- 全体工程及び各工程、全エリア及び各エリアから任意に集計表示。 - 任意の日付間での集計表示 - 日報で記録されている出来型を利用し、進捗、日当たり施工量なども合わせて計算・表示。	

表 1. 機能概要

4. 試行現場

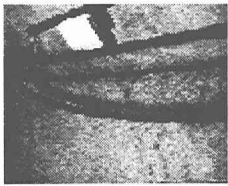
試行現場は都内でのとう道内設備工事現場とした。システムの現場設置概要は以下の通り。



現場構成



坑内状況



CS 設置状況

図 2. 施工現場概要

5. 試行システムの仕様

試行現場は立坑 3 基、亘長 500m のとう道内に金物 34.9 t を設置するものである。検討の結果、次のような仕様を持たせた。

(1) 現在位置表示

現場内を任意のエリア（立坑各 1 基、とう道内 100m 毎）に分割し、1 分ごとにどのエリアに誰がいるか最新の情報を表示する機能があり、1 画面上に同時に 6 人の名前を表示可能であり、それ以上に関しては画面をスクロールして表示させることができる。

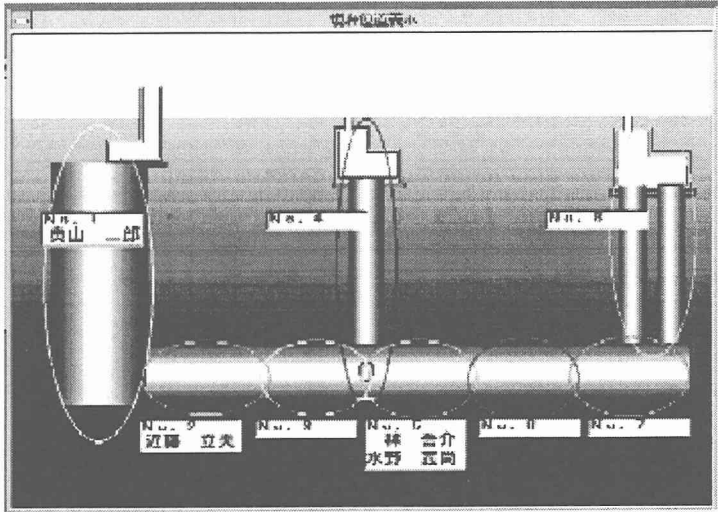


図 3. 位置表示例

(2) 作業日報

記録者、出来型、記事などの他に当日の作業内容を各従事者の移動経緯と合わせて記録し、日報を作成するできる。また当日の移動経緯についても随時確認可能であり、作業者別・作業工程別の滞在位置の分布も確認できる。

図4. 作業日報例

(3) 集計画面

日報で記録された時系列的な各作業員ごとの位
置エリアごとに集計・表示、作業日報の作成・進捗
管理ができる。

図5. 作業集計例

が明確になり、作業実態把握に有用なデータが採
取できた。また作業日報作成の省力化にもなった。

(3) 集計画面

各工程ごとの稼働時間と全体及び任意のエリア
ごとの集計・表示が可能になったため、木目細か
い施工管理・進捗管理が可能となった上、進捗管
理など現場管理業務の省力化にもなった。また貼
り付け人員の実体データの蓄積は同時に工程別の
作業能率の改善にも活用できると考える。

7. まとめ

今回の開発システムを試行した結果、経済性、
施工管理の効率化への有効性は認められ、有益で
ある事が実証されたが、今後の課題としてPHS
の軽量・小型化があげられる。これは本システム
を運用するための絶対条件となるのは入坑者全員
のPHSの携帯だが、システム構成上、自営PH
Sシステムを使用しているため公衆PHSシステ
ムに比べ重量・体積が大きい。今回使用した位置検
知機能を持った市販の自営システムのPHSは、
幅54mm×高さ152mm×奥行き35mm 重さ240g
にもなるため、携帯ホルダーによりベルトに取付
けて入坑するが、作業時にははずしてしまったり、
構内に置き忘れるものもいた。これに対し、軽量・
小型化するのが最善の対応だが、多大な開発費が
かかるため、通信機器の開発に委ねることとした。

一方、現場サイドにおいても置き忘れ防止につ
いて検討が必要と考えている。更にソフト面でも
本システムは12時間対応となっているが、24時
間管理への仕様変更、PHS使用者登録およびエ
リア割の簡素化、シールド工事でのバッテリーカ
ーの位置情報、シールドマシン運転状況なども同
時に表示・記録できるようシステムの開発を行っ
ていく予定である。

6. 試行結果

(1) 現在位置表示

個別の作業者の現在位置が把握できるため、配
置指示応援要請等が適任者に連絡でき、作業効率
が向上した。

(2) 作業日報

当日の作業内容を各従事者の移動経緯と合わせ
て記録、当日の移動経緯の確認も随時可能になっ
たため、作業員別・作業工程別の滞在位置の分布

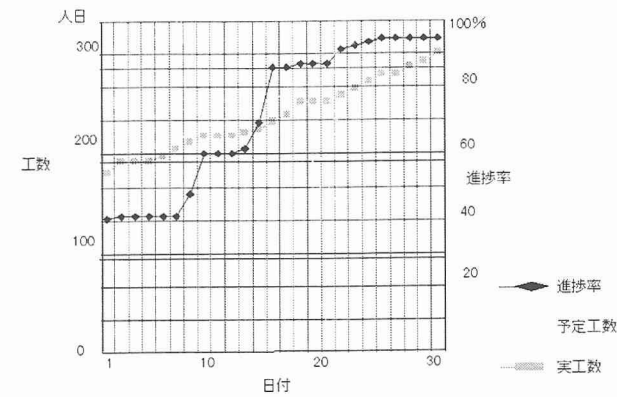


表 2. 10 月期進捗及び工数管理表

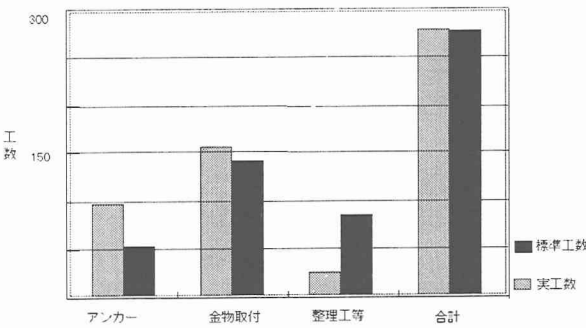


表 3. N o 1 エリア工数比較表

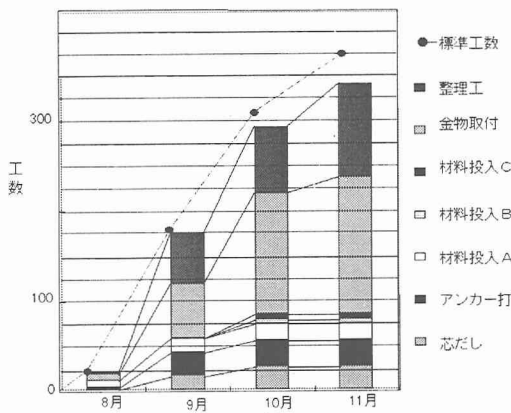


表 4. 月別工数管理表

8. おわりに

シールド工事は近年、飛躍的に技術革新が進み、数百メートルだった推進長が1～2km、中には5km を超える工事も出てきている。このような状況の中でただ人が坑内に入っているという管理だけでなく、何処に誰がいるか、緊急時の連絡が何処からでもできるかなどが必要になってくると思われる。

また、坑内がモバイルツールの使用環境下になったことで今まで感じられた閉鎖性も解消される上、機械のメンテ・修理などの利便性も向上される。

今回の施工管理システムは上記「まとめ」でもあげた通り、様々な課題も残るが、今後のシールド工事では必要となってくる管理及び現場支援ツールであり、安全に効率よく施工するための重要な設備になる可能性があると考えている。

参考文献

兼長敏満 谷島章彦
「通信用トンネルにおけるPHS端末位置検出方法の検討」
1997. 3 電子情報通信学会総合大会