

トンネル内位置把握システムの開発

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	○佐藤 勝 俊
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	小 林 敬 一
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	堀 口 弘 行
ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社	正会員	長谷部 国彦

1. 背景と目的

土木構造物・設備の維持管理には、定期的な検査と変状の記録が欠かせない。鉄道施設の場合、変状位置は一次元の座標軸である路線毎のキロ程によって管理されており、現場においても一般にキロ程表示杭や表示板で表されている。

トンネル内においても、設置されているキロ程表示板により目測でキロ程を確認している。しかし、暗さなどの環境条件と、高所作業車上での作業条件などにより見通しが悪く、キロ程表示板の確認に時間を要し、作業効率向上が困難な状況である。また、携帯電話が利用できない長大トンネルでは連絡手段が沿線電話に限られ、外部からのトンネル内作業従事者の所在確認が困難である。

このような背景の下、市販の廉価な超音波センサー等の組み合わせにより、携帯可能なサイズの機器によって、GPS 機器のように手軽にトンネル内でのキロ程を把握すること、また外部からトンネル内作業従事者の所在を確認するシステムを開発した。

2. 距離測定装置の概要

トンネル内位置把握システムで用いた距離測定の仕組みは、超音波の伝達速度 ($v=340\text{m/s}$) と電波速度 ($v=30\text{万 Km/s}$) の違いを利用し、速度差による超音波と電波の到達時間差から距離を測定する方法を採用している。計測に超音波を利用したことで、装置そのものが簡素化できコストを抑えることができた(図-1)。

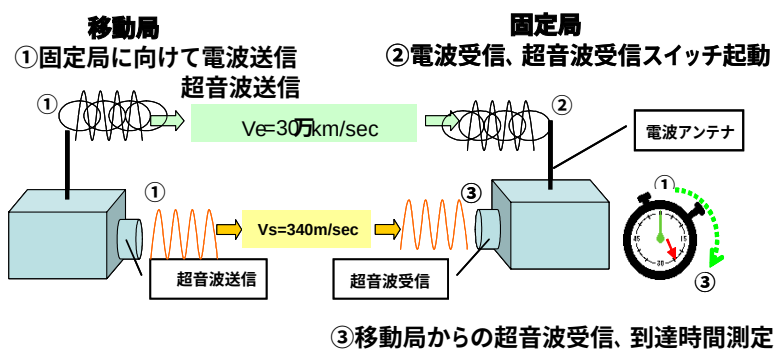


図-1 超音波と電波の速度差を用いた距離測定

3. トンネル内位置把握システムの開発

写真1に示す携帯端末(移動局)と固定局を製作し、装置は図-2に示す構成で試験実施箇所へ設置した。主に次の機能から成る。

1) トンネル横断方向の距離を補正して精度向上をするため、2箇所以上の固定局と移動局間の3辺を計測している。2) 上下線の固定局と移動局の通信の混信を防ぐために、機器にそれぞれの識別IDを付与した。3) 軌陸車走行時や高所作業車上での利用を想定し、移動局はセンサー部分と表示部分を分離しBluetooth通信により接続した。

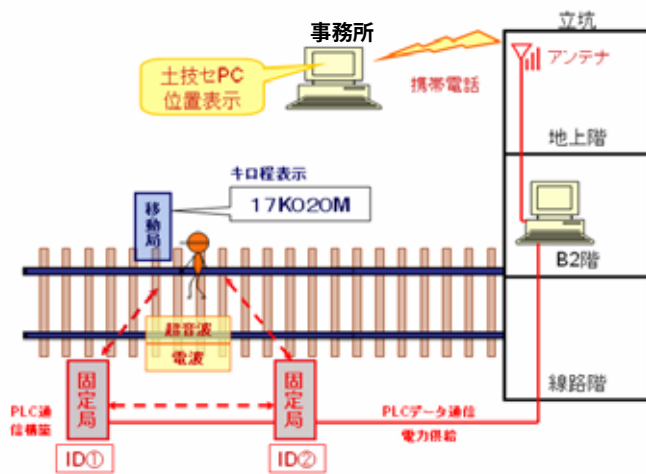


図-2 試験実施箇所におけるシステム構成

キーワード 鉄道, 測位, キロ程, 距離測定, トンネル, GIS, GPS

連絡先 〒101-8612 東京都千代田区外神田1-17-4 東日本旅客鉄道(株) 東京土木技術センター TEL:03-3257-1691

4)トンネル内照明用電源を利用した PLC 通信を採用することにより、固定局への電源供給及び固定局間の通信を行っている。5)立坑にサーバーを設置し、測位結果により得たトンネル内作業員の位置情報を移動局及び事務所 PC へ転送することができる。

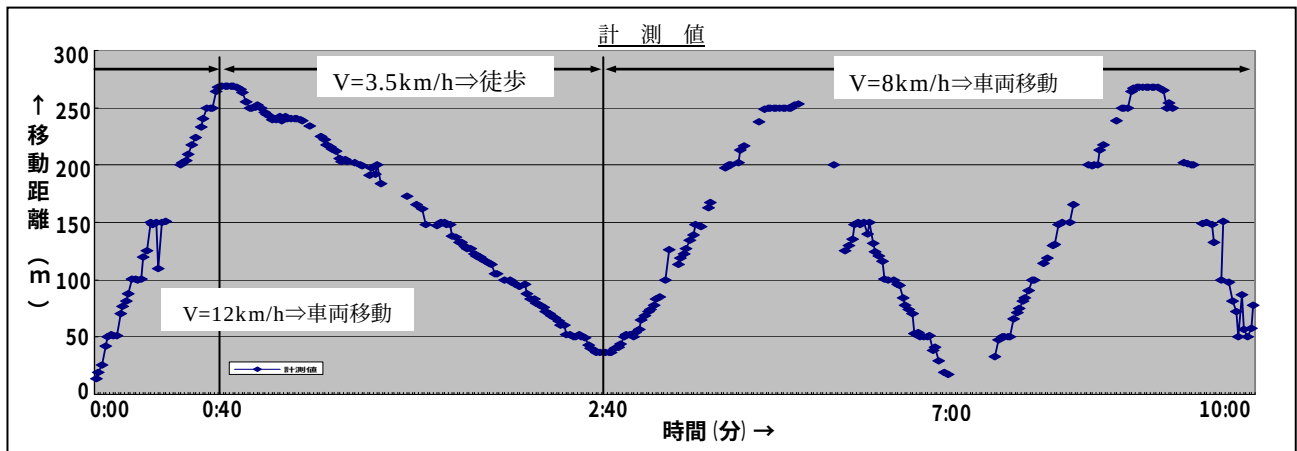
写真－1 携帯端末（移動局）と固定局設置の状況



4. JR 営業線でのキロ程把握試験

(1)試験概要：営業線トンネル内において、「徒歩移動による点検を想定した試験」、「高所作業用軌陸車による作業を想定した試験」を実施した。

(2)試験結果：計測試験の結果、ノイズ、計測エラーが少なからず生じているものの、ほぼ連続的位置測位ができていることが確認できた。記録された計測結果をグラフ上にプロットし、X軸を時間軸（分）、Y軸を移動距離（m）としてみると、徒歩では速度である傾きが緩く、車両移動では傾きが急であることから、徒歩、車両による移動速度の違いを表現できていることが確認できた。図－3 に計測値の一部を掲載する。



図－3 キロ程把握システムの試験結果

5. まとめ

トンネル内位置把握システムの開発により、次の効果が得られた。1)従来の目視による場合は個人差(2～3 m)があったが、1 m以下の精度でのキロ程把握をできることにより、検査位置の記録精度が向上した。2)変状キロ程を把握するまでの所要時間が従来方法 10～20 秒であったのに対し、本システムでは約 2 秒で位置把握ができ作業効率が向上した。3)従来は照明器具を用いキロ程表示板を探しながら目測でキロ程を確認していたため、注意力が散漫となりがちであった。本システムが設置された範囲では常時計測結果が携帯端末に表示されるため、キロ程把握に注意をそがれることがなく作業の安全性向上が期待される。4)外部からトンネル内での作業従事員の所在を確認できることにより、迅速に異常時の状況把握ができる。

今後は、1)計測速度の向上、2)軌陸車などで高速移動時の計測精度向上、3)機器および設置工事のコストダウン、4)トンネル内環境での耐久性の向上を目指していく予定である。

参考文献：岩坂 照之(1997 年)「PHS を利用した坑内管理システムの開発」土木学会年次学術講演会講演概要集第 6 部