

現場計測におけるアドホック技術の利用に関する基礎的検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○戸塚 淳也
 正会員 桑原 清
 大成建設株式会社 正会員 宮崎 裕道
 近藤 高弘

1.はじめに

鉄道営業線近接工事などにおける現場計測では、各計測器までのケーブルを作業現場内に配線するのが一般的である。しかし、工事が大規模になると設備が膨大かつ複雑になり、設置にかかる費用や工事の進捗に伴う盛り替え費用、更には工程上や安全管理上の負担が増大する。そこで、この問題を解決する手段として、ワイヤレスアドホックネットワーク技術に着目した。これは、無線通信において基地局からの電波が端末（ノード）まで届かない状況であっても、端末同士がネットワークを構築し、自律的に良好な通信ルートを確認して通信を行う技術で、これを活用した場合には次の利点が生じる。

- 配線にかかる工費が軽減される。
- 線路閉鎖作業や保守管理が軽減される。
- 状況の変化に伴う盛り替え作業がなくなる。
- 断線の恐れがなくなる。
- 遮蔽物が生じても通信経路を確保できる。



写真-1,2 現場内に配線されたケーブルの状況

そこで今回、通信接続アルゴリズムを組み込んだ簡易な信号処理装置を試作した。ここでは、この装置の基本性能試験を実施したので報告する。

2.装置の概要

本試験で試作したシステムは、インテリジェントな無線ネットワーク機能を有する無線ネット部と、計器への接続及び処理機能を有するセンサー・スキャナー部から構成されている（図-1）。

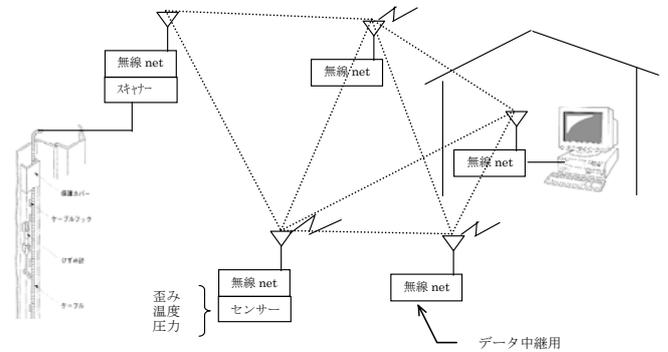


図-1 システムの構成

無線ネット部については、現場の状況に応じてノードの追加や削除、自律的な通信経路の再構成を行えるよう、以下の機能を備えている。

- ◆ルーティングパス情報の保持機能
- ◆自律的なネットワークを構成する機能
- ◆各ノードの電界強度情報の保持機能

センサー・スキャナー部については、センサー及びスキャナーを接続するインターフェースまでを試作しており、スキャナー及びアンブ類については既存の装置を用いている。

なお、ノードについては無線モデム（429MHz）を追加できるようにし、以下の項目を有している。

- ◆自己 ID を設定用するためのロータリースイッチ
- ◆強制的に通信を制御するためのディップスイッチ
- ◆屋内試験用の二線式半二重 RS485 の通信ポート
- ◆無線モデムを搭載するためのソケット

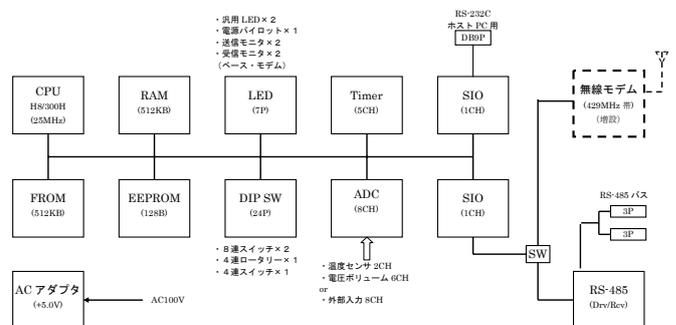


図-2 ノードのブロック

キーワード 現場計測 アドホック ネットワーク 無線

連絡先 東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 工事管理室 〒152-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 TEL03-3379-4353

- ◆モニターパソコン用の通信ポート
- ◆気温観測及び模擬データを計測する機能

3. 試験の概要

接続アルゴリズムやシステムの実用性を検証するため、次の項目について試験を行った。

3-1. 距離による影響

一対の無線モデム付きノードを用い、ノード間の距離と電界強度の関係を調査。

3-2. 気象による影響

一対の無線モデム付きノードを用い、気象変化による電界強度への影響を調査。

3-3. 遮蔽物による影響

作業現場内に図-3 のように複数の無線モデム付きノード ID1~5 を設置 (写真-3) し、電車や防護柵といった遮蔽物による通信障害状況を調査。

3-4. 混信による影響

図-3 における無線モデム付きノード間の通信に対し、近接するチャンネルの周波数を発信して混信による通信障害状況を調査。

3-5. ノードの増減による影響

複数の無線モデムなしノード同士を無線と等価な有線で接続 (RS-485) し (図-4)、通信遮断をした際の通信経路の再構成やその所要時間、通信速度を検証。

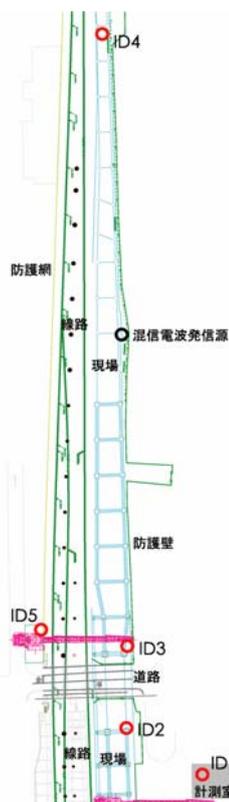


図-3 現場内配置状況



写真-3 現場での設置状況

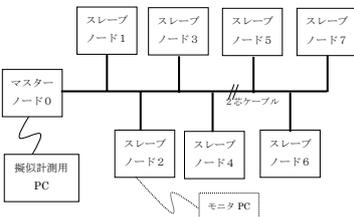


図-4 有線による接続状況

4. 試験の結果

前項における試験結果を記す。なお、ノードの増減による影響については調査中の段階である。

4-1. 距離による影響

図-5 に、無線モデム間の距離と電界強度の関係を示す。これにより、150m 程度までは-100dBm 以上の

安定した通信を行えることが分かった。

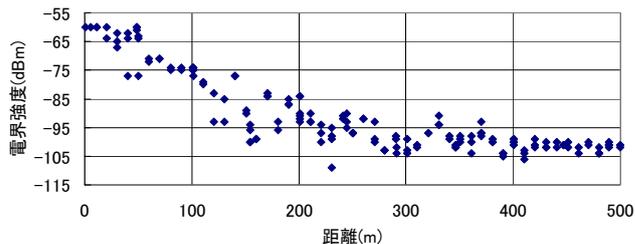


図-5 距離による影響の結果

4-2. 気象による影響

新潟市にて天候、気温、湿度、気圧と電界強度の変化を調査した。その結果、何れの項目においても通信の乱れは認められなかった。

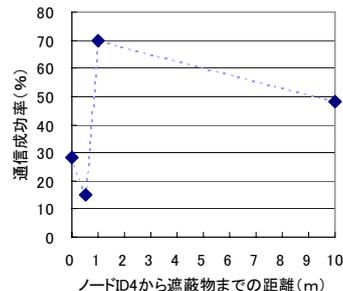


図-6 遮蔽物による影響の結果

4-3. 遮蔽物による影響

図-6 に、ID1→2→5→4、ID1→2→5→3→4、ID1→2→3→5→4 の通信経路に対し、ID4 付近に設置した遮蔽物の距離を変化させた場合の通信成功率を示す。これにより、波

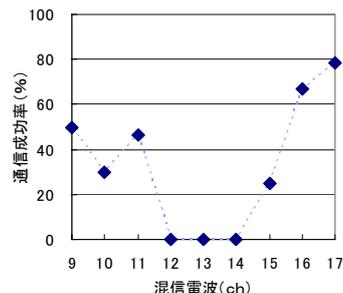


図-7 混信による影響の結果

長である 70cm 付近まで成功率は低いが、それ以遠では回折などにより通信が安定することが分かった。

なお、通信成功率についてであるが、実用に際しては通信経路構成や通信頻度により確実性を向上できるため、ここでは大まかな指標として用いている。

4-4. 混信による影響

図-7 に、上記経路において 13ch で通信した時、ID3、4 間で 9~17ch の混信電波を発生させた場合の通信成功率を示す。これにより、同等或いは直近の電波が存在した場合に通信困難となることが分かった。

5. まとめ

今回の試験では、1.ノード間の距離は 150m 程度以下の範囲が実用的である、2.気象による通信の乱れはない、3.ノードは遮蔽物より 1m 程度以上離して設置するのがよい、4.周辺環境を考慮して使用電波を決める必要があるといったことを確認した。これらを踏まえ、今後も実用化に向けた研究を進めていきたい。