

I-17

連続衝撃測定センサー用データ転送システムの開発

NTT北海道移動通信網(株) ○正会員 平間 和夫

北海道大学工学研究科 正会員 氏平 増之

北海道開発局 正会員 今野 久志

北海道開発局 正会員 佐藤 昌志

1. はじめに

携帯電話の急激な普及により、我が国においては3人に1人が携帯電話を利用する時代になった。

移動通信のインフラストラクチャ拡充、また、新たな機能、コンセプトの携帯情報端末の登場により音声による通話からデータ通信によるコミュニケーション、すなわち、モバイルコンピューティングの環境が整いつつある。若年層を中心にプライベートな領域においてもインターネットやE-mailが使用されるようになってきており、どこでも使用できる携帯情報端末がコミュニケーションツールとして広く認識されようとしている。また、企業活動においては、ノートパソコンやハンドヘルドPCと携帯電話を組み合わせることで、どこにいてもバーチャルオフィス環境が整うことから、事務所と移動先を結ぶモバイルコンピューティングの概念が浸透してきている。また、1996年から山間部等の携帯電話の電波が届かない地域においても通信可能な衛星移動通信が開始され、「いつでも、どこでも」通信ができる環境になっている。また、移動通信網を用いた工学的な計測データや制御信号の伝送についても様々な用途において徐々に応用が図られようとしている。

本報では著者等が新たに開発した移動通信網を用いた衝撃計測センサー用データ転送システムについて述べる。

2. 移動通信におけるデータ伝送法の概要

移動通信網は、接続機能、自動追跡接続機能及び中継機能等、極めて優れた機能が集積された通信網である。図1は移動通信網におけるデータ伝送の概略図を示す。

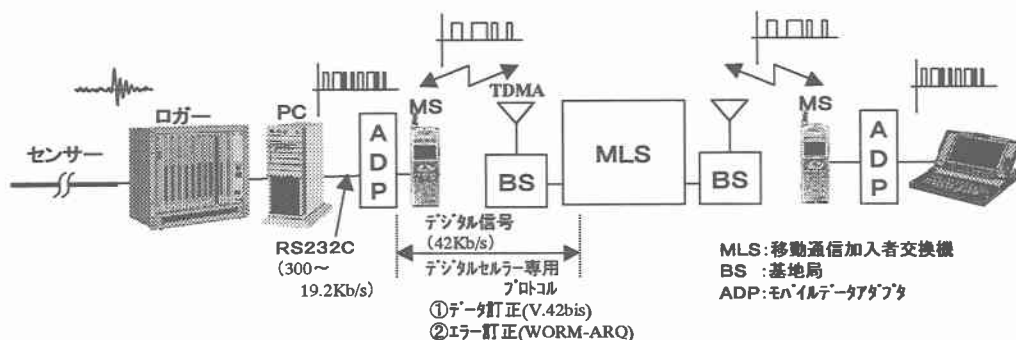


図1 データ伝送概略図

Study on Development of the signal transmission system for the string sensor for vibration detection.

By K. Hirama (NTT Hokkaido Mobile Communications Network Inc.)

M. Ujihira (Hokkaido University)

H. Konno (Hokkaido Development Bureau)

M. Satou (Hokkaido Development Bureau)

同図において、センサーからのアナログ信号をデータロガーに取り込み、サンプリングポイントの数値を0、1の信号に変換しパソコンへ送出する。パソコンでファイルを作成し、RS-232Cのシリアルポートを介してモバイルデータアダプタから携帯電話に接続される。基地局はTDMA方式を採用している。移動通信網専用のプロトコルを備えデータ圧縮、エラー訂正を実施している。移動通信では高速で深いフェージングが発生する。フェージングは電波の反射あるいは大気の急激な変化により発生し回線品質を劣化させる。

フェージングを軽減し通話品質を向上させるためダイバーシチ受信を実施している。また、基地局のアンテナはビームチルト（垂直面内において主ビーム方向を変化させる）機能を採用している。無線ゾーン（基地局のサービスエリア）は、図2に示すようにサービスエリアの連続性から複数の基地局のサービスエリアが隣接する形態で構成される。通話中に無線ゾーンを移行した場合、受信レベルが低下して通話ができなくなる恐れが発生する。この場合移動先無線ゾーンの通話チャンネルに切り替える。チャンネル切替実施の判断条件には、品質劣化（ビット誤り）・レベル劣化・強電界の3要素がある。また、前述の他に周波数干渉を契機とした干渉検出チャンネル切替がある。これらの通話品質の監視は上り（移動機から基地局）通話品質（レベル、ビット誤り率）は通話中の基地局が監視し、下り通話品質は移動機で監視し通話品質を確保している。

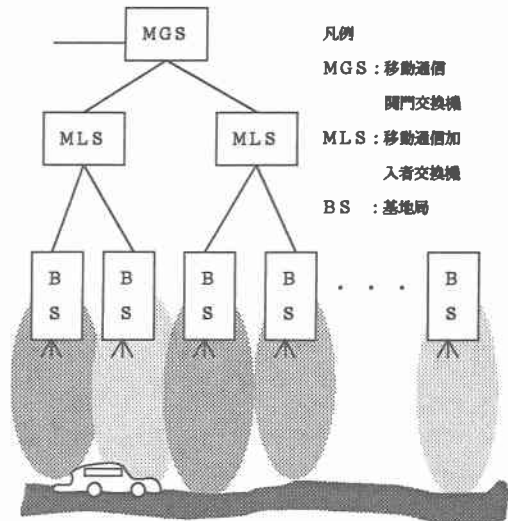


図2 移動通信網構成

3. 連続衝撃測定センサー用データ転送システムの信号伝送法概要

連続衝撃測定センサを含めた信号伝送システムの構成を図3に示している。衝撃測定センサー用データ転送システムは大別して現場側と事務所側に別れており、これらを、移動通信網（携帯電話、衛星携帯電話の選択が可能）と接続する構成となっている。具体的なシステムの動作概要は以下のとおりである。

衝撃測定センサが直接的な衝撃あるいは伝搬してきた弾性波の波形信号をアンプ（倍率 5 倍）を通して設定レベル値（トリガレベル）以上になった場合にデータロガー（サンプリング速度 100 kHz、メモリ容量 6 Mbyte/CH、最大 64 CH）へ入力する。2byte/データとしているためサンプリング時間はちょうど 30 s である。また、分解能は 12bit である。信号入力開始から 30 s 経過後にコンピュータ内で伝送用のファイルを作成する。今回は、衝撃測定センサが衝撃による信号を感知した時刻から 100 μs おきのデータを 100 ms の波形表示用データファイルとして送信側コンピュータのメモリに作成する。

100 ms の波形表示用データから読み取った各チャンネルの最大最小値のデータもこのファイルに含まれている。ファイル作成後送信側コンピュータが携帯電話に接続開始の制御信号を送り接続動作を開始する。接続終了後送信側コンピュータのメモリ上にあるファイル名がまず伝送され、受信側コンピュータで受信し、同じ名前のファイルを用意し、受信側から送信側へ準備が整った旨返送される。この時点からデータ通信が始まる。データの総量は 48kbyte であり、1kbyte おきにデータチェックを行い、仮にデータ伝送中にデータの誤りが発生した場合、中断されたブロックから再送送を行うソフトウェア構成をとっている。受信側では、通信終了後落下位置と相対的な振動の強さを示す図形であるトポグラフィが事務所側コンピュータのディスプレイ上に自動表示する。同時にもう一台のディスプレイ上に各 CH の振動波形と最大最小値を自動表示する。

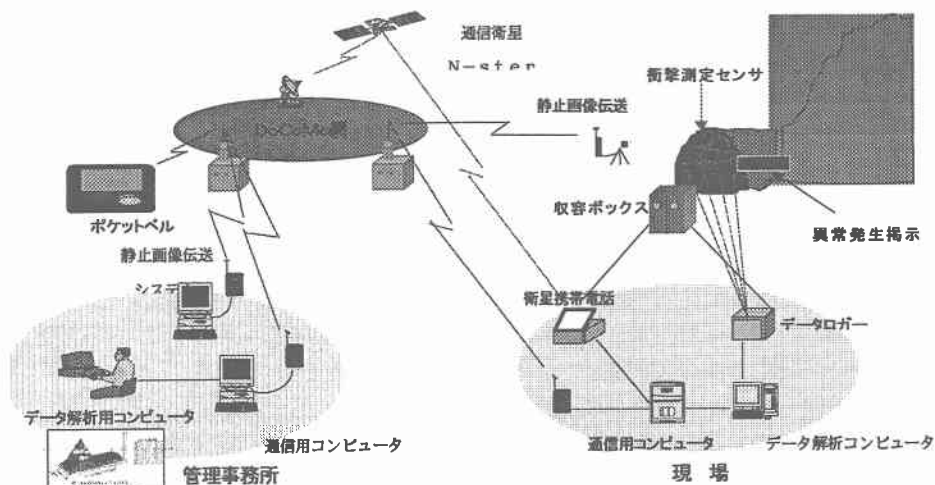


図3 衝撃測定センサーデータ転送システム概要

4. データ伝送試験の方法

落石検知に関する総合的な実験は日高町の旧JR覆道で実施しているが、データ伝送時間の試験は本格的に実施していなかったため、今回、札幌、日高、稚内からそれぞれデータ伝送試験を実施した。前述のシステムと同様の構成にし、図4のとおりシリアルモニター測定器により下記のデータを計測した。

- ①送信側携帯電話から受信側携帯電話を接続しデータ伝送への状態が確立される時間
- ②データ伝送の開始から終了の時間
- ③それぞれ①、②項時の受信電界入力

札幌に受信側を設置し、データは前述の48kbyteのテストデータファイルを用いそれぞれ50回伝送した。

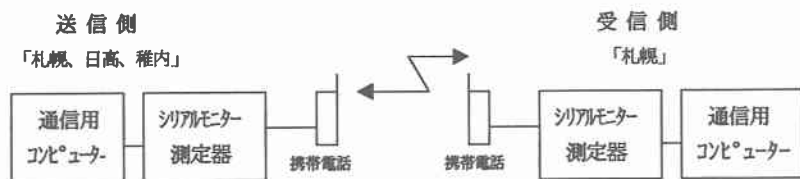


図4 計測概略図

データ伝送時間概略分布は図5のとおりである。今回はデータの取込み時間、データファイルの作成時間及び図形表示のための処理時間は一定と考え、接続時間とデータ伝送時間及び各々の受信入力電界値を測定し相関について検証した。シリアルモニター測定器は移動通信において接続状態の不具合発生時の調査並びにサービスエリア調査に使用されており、今回のような使用事例は少ない。



図5 データ伝送時間分布図

5. 信号伝送時間に関する試験結果

データ伝送試験における携帯電話の接続時間は図6に示すように13～18秒の間に分布し、平均的には

約15秒である。同図に示すように接続時間については送信地の違いによる特異な傾向は見当たらなかった。また、受信入力電界の変動と接続時間との関連を図7に示す。受信入力電界の単位は $\text{db}\mu\text{V}$ で通常 $1\mu\text{V}=0\text{db}\mu\text{V}$ を基準とし、 $\text{db}\mu\text{V}=20\log_{10}E$ であらわせる。Eの単位は(μV)である。同図において、接続完了時間の違いに係わらず約 $20\text{db}\mu\text{V}\sim 45\text{db}\mu\text{V}$ の範囲で変動をしている。接続時間が長く17秒間要している受信入力電界の変動状況に着目すると、他より低い受信レベルで急峻な変動曲線を呈しているが、他の13～15秒に分布しているデータにも同様の傾向があり、これが接続時間の遅延の要因と断定はできない。また、データ伝送時間の平均は約1分36秒で、図8は移動機の送信レベルと通信時間の関連を示している。全般的な傾向として接続時間、通信時間はレベル値に関係なく一定の時間で推移しているが、同一受信レベルで通信時間が大きく異なる○印部の26回目、39回目の詳細データを図9に示す。 $10\text{db}\mu\text{V}\sim 30\text{db}\mu\text{V}$ の間で急激に変化しており、この値は平均値のため瞬時値は更に低い受信レベルであることが推測され、この変動がデータ伝送時間の遅延に影響を与えていることが推測される。

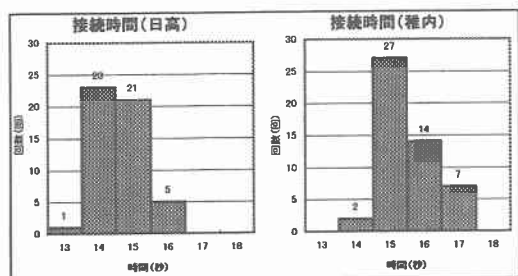


図6. 接続時間分布

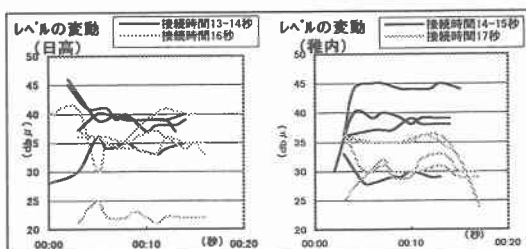


図7. レベル変動と接続時間の関連

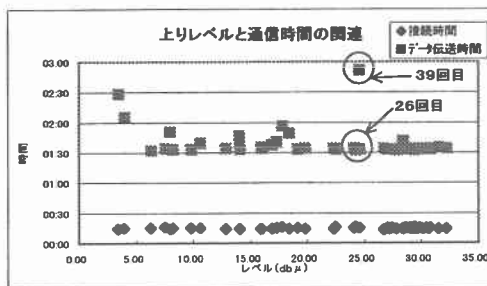


図8. 受信レベルと通信時間の関連



図9. レベル変動と通信時間の関連

6. まとめ

以上、本報文では連続衝撃測定センサー用データ転送システムの信号伝送法並びにシリアルモニター測定器を使用してのデータ伝送試験結果について述べた。本システムでは携帯電話の接続時間は平均15秒で、データ伝送時間は平均1分36秒で伝送可能になったことが明らかになった。落石等の事象発生から事務所のパソコンへ表示する時間も含めて約2分40秒前後で送れるシステムを開発できた。更にテストを重ねるとともにソフトウェアの機能改善を図る。新たに開発した連続衝撃測定センサー用データ転送システムは、土木工学分野においても有効に使用できると考えている。

- 参考文献 1) 氏平 地之・小川 健太・鈴木 新吾・藤谷 昭吾・佐伯 浩・駒崎 征明：ケーブルセンサによる落石予知の可能性について、寒地技術論文・報告集 vol. 12, No. 2, p. 844～850, (1996)
- 2) 氏平 地之・鈴木 新吾・佐伯 浩・駒崎 征明・平岡 和夫・川北 豊：ケーブルセンサと移動通信網を用いた落石検知システムの現場実験、寒地技術論文・報告集 vol. 13, No. 2, p. 631～637, (1997)
- 3) 駒崎 征明・氏平 地之・鈴木 新吾・平岡 和夫・佐伯 浩・川村 洋平・岩間 俊秀：落石検知用ケーブルセンサの経時変化と出力波形の特性、寒地技術論文・報告集 vol. 14, No. 2, p. 736～742, (1998)