

I-12 GPSを導入した道路施設点検支援システムの効率化について

IMPROVEMENT OF THE EFFICENCY IN THE HIGHWAY FACILITIES INSPECTION
SUPPORTING SYSTEM(HI-FIS) USING GLOBAL POSITIONING SYSTEM大林成行¹、小島尚人²、服部昇司³、笠松保志⁴

S.Obayashi, H.Kojima, S.Hattori and Y.Kasamatsu

抄録：本研究は、道路維持管理業務の支援を目的とし、筆者らが開発を進めてきた道路施設点検支援システム(HI-FIS:Highway Facilities Inspection Supporting system)の性能を高めたものである。HI-FISではビデオ映像と対応付けられるキロポストによって工種別の情報を一元的に管理している。これらの情報の検索精度を向上させ、システムの運用・管理を効率化する上で、GPSを導入した点に本研究開発の特徴がある。管理事務所単位でのGPS導入に伴う費用対効果、GPSによる計測データをシステムに取込むまでの許容精度、データベース構造や機能構成等、点検業務支援を目的としたGPS導入に関わる特色ある提案事項が盛り込まれている。結論として、①点検作業の簡易化、②ビデオライブラリ編集作業の効率化、③情報検索精度の向上を図り、HI-FISの性能を高めるとともに維持管理業務の効率化を実現している。

Abstract:The objective of this study is to improve the performance in the Highway Facilities Inspection Supporting system(HI-FIS), which have been developed by ourselves since 1993, for executing the effective inspection work. As for the feature of this system, various kinds of information related to the maintenance of road are managed in unitary with the K.P data corresponded to the video image. For calculating the K.P data accurately, the GPS(Global Positioning System) was applied to the HI-FIS as a new function. The effectiveness applying GPS are as follows:1)The simplification of operating for highway facilities inspection on board a car was achieved. 2)The video library on the inspection of road facilities could be produced efficiently. 3)Furthermore, the high precision of referring the information on highway facilities was obtained. As a new application of GPS, this study contributed to the development of image database system dealing with video images as well as stationary images for supporting the maintenance and management of road.

キーワード：道路施設点検、道路維持管理、GPS、画像データベース、ビデオ映像

Keywords:inspection of road facilities, maintenance and management of road, global positioning system, image database, video image

1. はじめに

道路供用延長と供用年数の増加とあいまって、的確かつ効率的に道路維持管理業務を遂行していくことが益々重要となってきている。日常点検から補修計画立案/実施に至るまで、一連の維持管理業務を支援するべく、維持管理に関わる情報を扱う各種の情報処理システムの研究開発が多くなってきていることもその証拠の一つと言える¹⁾。このような中、筆者らは道路内の点検ビデオ映像を取り入れた「道路施設点検支援システム(HI-FIS: Highway Facilities Inspection supporting System)」の設計・開発を進めてきた²⁾。ビデオ撮影時の条件(撮影工種、走行速度、気象状況等々)、ビデオ映像のライブラリ化とその管理方法、さらにはビデオ映像から工種別のデータベースへのアクセス方式等を含めて、道路施設点検支援を目的とし

たシステム開発における新たな設計指針が整理されるとともに、成長性のあるシステムを実現できた²⁾。しかし、実際に点検作業を進めビデオライブラリを整備していくにつれて、「道路点検作業をもっと簡易化でき、ビデオライブラリ編集作業を迅速に行え、しかも情報の検索精度を高められないか」といったシステム全体としての「性能を高める要求」があがってきた。

HI-FISでは、ビデオ映像のタイムコードとキロポストをシステム内部で対応付け、情報を一元的に管理しており、上記の問題に応えるためには、現場での点検中の位置を高い精度で連続的に自動計測できることが必要条件となる。

このような計測作業を連続的かつ効率的に行う試みとして、最近、GPSを導入したシステム開発が目撃されている。例えば、建設分野では土地測量、地形測量、精密定点測量等を対象として実用化システムが数多く公表されてきており^{3),4)}、GPSの活用分野の拡大に期待が寄せられている。

¹正会員 工博 東京理科大学教授 理工学部土木工学科²正会員 工博 東京理科大学講師 理工学部土木工学科³正会員 東京理科大学研究生(現:東関東道路エンジニア(株))⁴学生員 東京理科大学大学院

(〒278 千葉県野田市山崎2641 TEL: 0471-24-1501)

以上の背景のもとに、本研究では、

- ①道路施設点検作業の簡易化
- ②ビデオライブラリの編集作業の効率化
- ③点検情報の検索精度の向上

といった3つの研究目標を設定した上で、H I - F I SへのGPSの導入方法を提案するとともに、得られる導入効果について検討した。

GPS導入にともなって必要となる処理機能の設計・開発、GPSによる計測データをH I - F I Sに取り込む上での許容精度やデータの処理・管理の方法等、道路施設点検支援を目的としたGPS導入に関わる特色ある提案事項が盛り込まれている。

2. 従来の研究と本研究開発の意義

(1) H I - F I S運用の現状

H I - F I Sでは、ビデオ映像から構造物の損傷や異常を発見した箇所を静止画像にし、映し出されている対象構造物に関わる情報の検索へと展開できる。システム内部ではビデオのタイムコードとキロポストが対応付けられており、ビデオ映像による情報の一元管理を実現している。しかし、システムを利用するにつれて「現場での点検、ビデオライブラリの作成、情報の検索」といった3つのシステム運用環境において、それぞれ次のような問題があがってきた。

①道路点検作業の簡易化：H I - F I Sではビデオのタイムコードとキロポストを対応付ける上で、点検中の走行速度をできる限り一定にしなければならない。また、走行中にも常に一定の間隔でキロポストの通過時刻を記録し、ビデオタイムコードとキロポストの対応付けの処理精度を落とさないように配慮する必要がある。このような点検撮影時の制約条件をなくし、簡易化することが必要となる。

②ビデオライブラリ編集作業の効率化：一般走行車によって極端に点検車の走行速度が変化したり、点検撮影が途切れたりした場合には、現場においてキロポストとビデオタイムコードを合わせる作業が必要となるだけでなく、室内でのビデオ編集作業に手間を要する。ビデオライブラリ編集作業の効率化が望まれる。

③点検情報検索精度の向上：ビデオライブラリ編集作業の効率化の問題に加えて、ビデオタイムコードとキロポストを対応付ける際に誤差が伴うといった問題がある。この問題に対し、H I - F I Sでは映像をフ

リーズした状態のキロポストを基準として前後300mの範囲に入る情報を検索・表示し、その中から利用者が最終的に所望とする情報を絞り込むといった検索方法で対処している。したがって、情報の検索精度を高めるためには、ビデオタイムコードとキロポストの対応付けの処理精度を高めることが必要となる。

(2) 本研究開発の位置付けと意義

以上の問題に対して体系的な対応を考えていくことが、本研究開発を着手するに至った経緯である。つまり、本研究は「①道路施設点検作業の簡易化、②ビデオライブラリの編集作業の効率化、③点検情報の検索精度の向上」といった3つの目標を設定し、H I - F I Sの性能を高める研究開発に位置付けられる。これらの目的を達成するために、GPSを導入する点が本研究の特徴となる。

GPSを導入したシステム開発は数多く見られるが、わが国において「道路施設点検支援」を目的としたシステムへの導入事例は、各種の文献検索を通して著者らの知る限り見当たらない。

諸外国に目を向けて見ると、オハイオ大学マッピングセンターでは、GPSとデジタルビデオカメラを組合わせた車載装置を開発している⁵⁾。これは道路を走行しながら修繕を要する施設や危険箇所、事故現場の位置をビデオで撮影し、車両の位置情報とともにイメージ情報をマッピングセンターに伝送するようにしたシステムである。また、モンタナ州道路局では、GIS (ARC/INFO) とGPSをリンクさせた「GeoLinkシステム」と称するプロトタイプシステムを開発している⁶⁾。これは走行車内から道路標識等の位置情報を送信する維持管理システムである。

いずれも現場から得られる情報を管理センターへ送信・記録するといったシステムであるが、現場の位置情報や点検情報から工種別のデータベースにアクセスでき、維持管理業務へと展開できるトータルシステムを指向することも望まれる。H I - F I Sはこの点を目標としたものであり、本研究開発は従来までの位置情報の取得だけを目的としたGPSの活用方法とは異なっている。つまり、道路施設点検に必要とされる、あるいは収集される多種多様な情報を一元的に管理する上で、GPSの導入に関わる新たな設計指針が整理されるとともに、H I - F I Sの機能性を向上（前述の3つの目的）させる点において本研究の意義がある。

3. 研究開発の流れ

本研究開発の流れを図-1に示す。

①フィージビリティスタディ (STEP1)

GPSを導入した研究開発事例を調査し、道路施設点検支援を目的としたシステム開発におけるGPS導入の意義と研究開発の範囲を明確化する(第2章)。

②GPS導入に伴うシステムの基本設計 (STEP2)

本研究開発では、H I - F I Sの機能性を高める上で、新たにGPS情報管理・提供機能を開発する。この機能群と、既に装備されている「共通情報管理・提供機能、工種情報管理・提供機能、ビデオ情報管理・提供機能」²⁾といった3つの機能群との関係を明確にし、取り扱う情報の内容と必要となる機能の設計・開発を進める。さらに、GPS計測値や関連する情報を管理する上でのデータベースの構造について入念に検討する。ここでの検討は、H I - F I Sの機能拡充を進める上での基本的な設計指針となり、システム開発のライフサイクルを効率化する上でも重要な位置を占める(第4章)。

③GPS導入に関わる検討 (STEP3)

本研究では、複数の管理事務所でシステムの利用を考えることから、ハードウェアやソフトウェアを含めた費用対効果も重要な検討項目となる。特に、GPSの機種については、高い計測精度を要求すれば、当然のことながら高価な装備となる。H I - F I Sに導入する上で許容できる計測精度や費用対効果について検討し、システム設計・開発に反映させる(第5章)。

④まとめと今後の課題整理 (STEP4)

H I - F I Sは操作マニュアルを必要とせず、画面

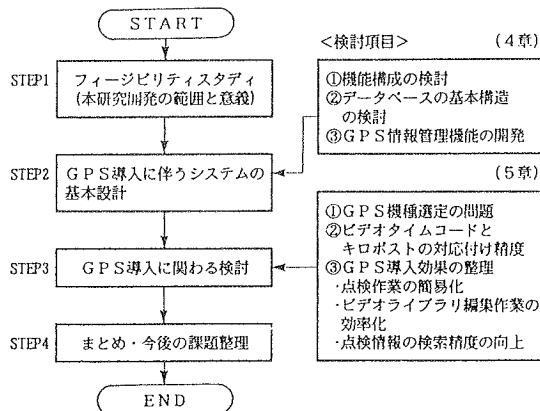


図-1 研究開発の流れ

表-1 H I - F I Sの機能の主な役割

機能群	主な役割
①ビデオ情報管理・提供機能	・点検撮影の状況に関する情報や道路施設、構造物の位置情報等を管理・提供 ・ビデオライブラリの管理
②共通情報管理・提供機能	・平面図や縦横断面図、航空写真等の共通に利用する情報を管理・提供
③工種情報管理・提供機能	・H I - F I Sで扱う12工種の工種別データベースの情報を管理・提供
④GPS情報管理・提供機能	・GPSによる計測データの収集・管理 ・ビデオタイムコードとGPSによる計測データの対応付け処理と生成データの管理

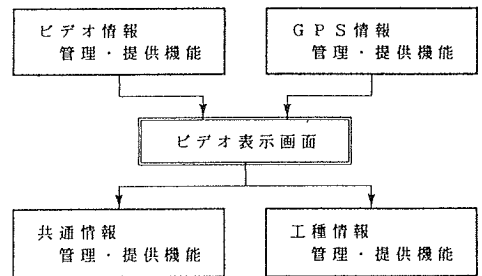


図-2 H I - F I Sの機能構成

の指示に従えば目的とする情報を検索できるようになっているが、種々の機能が用意されていることから、一連の処理の流れの理解を助けるために、マニュアルとして文書化しておく。また、GPSによるリアルタイムな位置計測情報を活かし、さらにGUI (Graphical User Interface) に優れた点検支援システムとすべく今後の課題を整理する。

4. GPS導入に伴うシステムの基本設計

H I - F I Sの全体構成の詳細については、既に参考文献(2)に述べてあるので割愛するが、本論ではGPS導入に伴うシステムの基本設計に焦点を当てる。

(1) H I - F I Sの機能構成

H I - F I Sでは、大きく分けて表-1に示す4つの機能群から構成され、これらは図-2のような関係にある。GPS情報管理・提供機能が本研究開発の特色となり、GPSによる計測データとビデオタイムコードを対応付けてキロポスト(KP)を計算する機能や、計算されたKPデータ群をデータベース化して管理する諸機能を装備している。

(2) データベースの基本構造

データベースの基本構造は、図-3に示すように基

本情報データベースと詳細情報データベースに区分されている²⁾。中核をなす基本情報データベースに付随して派生する膨大な量の情報を詳細情報データベースに受け持たせることによって多種多様な維持管理業務に対応できるマンマシンシステムを指向している。本研究の特徴となるG P S計測データやその他の関連情報は、G P S情報データベースに蓄積・管理される。

(3) G P S情報管理機能の設計・開発

a) 稼働環境

システムの稼働環境は、図-4のように現場での「点検作業環境」と管理事務所での「ビデオライブラリ編集作業環境」および「情報検索・活用環境」に大別される。このうち点検作業とビデオライブラリ編集作業において、それぞれG P S情報管理・提供機能およびビデオ情報管理・提供機能が役割を担っている。

①点検作業環境：走行車両から道路施設をビデオ撮影するとともに、G P Sにより位置座標を連続計測する。計測データは、フロッピーディスクに自動的に記録される。ビデオ撮影と同期させる開始スイッチを押すだけでG P Sによる計測は開始され、煩わしい作業は一切ないように配慮されている。

②ビデオライブラリ編集作業環境：システム管理者は、点検者から点検ビデオとG P Sによる計測データが記録されたフロッピーディスクを受け取り、ビデオライブラリを編集する。点検ビデオへのビデオタイムコードの付与、G P Sによる計測データのシステムへの取り込み、タイムコードに対応するキロポストの計算等の処理を行う(5(2)で詳述)。なお、これらの処理は、システムと対話しながら進められるので、システム管理者が常駐できない場合でも点検者自らがビデオライブラリを編集できる。

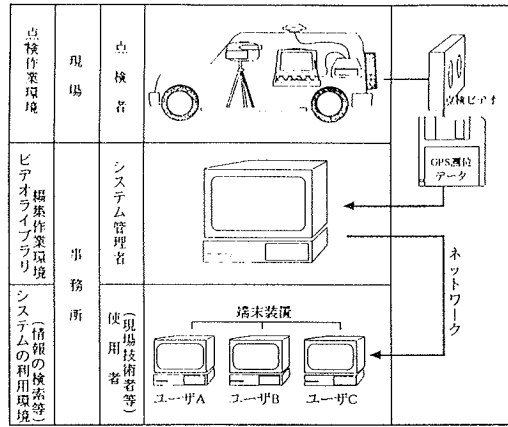


図-4 システムの稼働環境

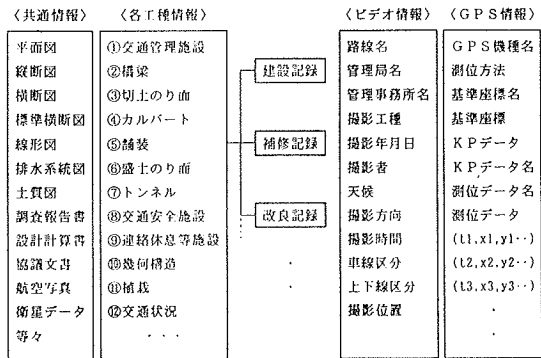


図-5 情報区分

b) 取り扱う情報の区分

柔軟性、成長性あるシステムを構築し、運用していくためには、取り扱う情報の区分を明確にすることが不可欠となる。H I - F I Sでは、図-5に示すように「共通情報、工種情報、ビデオ情報」といった3つの情報区分にしたがって、分散型データベースの構築を進めてきた。新たに追加されるG P Sに関連する情報、例えばG P S機種名、測位方法、G P S計測データ、K Pデータ等は、G P S情報データベースに含まれ、運用・管理されている。

c) G P S情報管理・提供機能の構成

G P S情報管理・提供機能は、次の4つの機能群に分けられる。これらの機能群の関係は図-6のようにになっている。

①入力・更新機能：この機能は、点検の度に収集されるG P Sやビデオに関連する情報をH I - F I Sに取り込むための入力処理と、既にデータベース化され

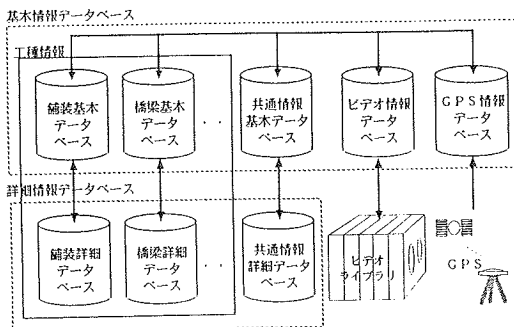


図-3 データベースの基本構造

ている情報の更新処理を担う。

②データベース管理機能：データベース化されたGPS情報を管理する機能である。情報の検索、追加、削除、加工といったDBMSとしての基本的な機能が装備されている。

③キロポスト計算機能：ビデオタイムコードとGPSによる計測データに対応付け、キロポストに変換する処理機能である。変換されたキロポストは図-6に示すようにデータベース化され、インデックスを介してビデオ情報とリンクされる。これらの処理は、ビデオライブラリを編集するシステム管理者が携わる。実際の処理の内容は後述するが、対話型の簡便な操作で処理でき、システム管理者に対してもユーザインターフェースの面においてきめ細かい配慮がなされている。

④キロポスト表示機能：図-7のようにビデオ映像が表示されている地点のキロポストを画面（矢印で指示した箇所）に表示する機能である。このキロポストによって情報を一元管理し、メニューに表示されている共通情報や関連情報の検索へと展開できる。

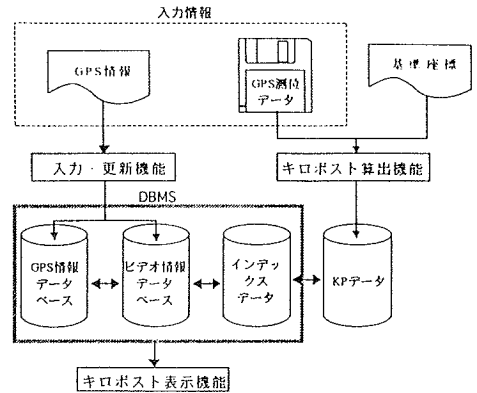


図-6 GPS情報管理・提供機能の構成

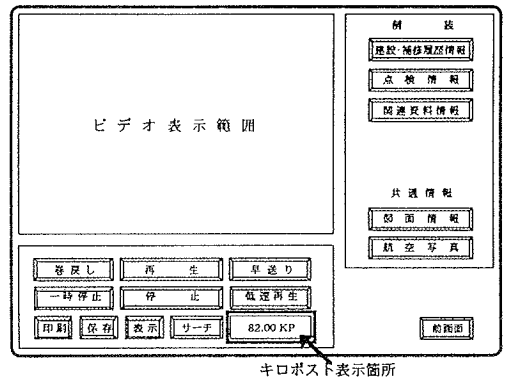


図-7 ビデオ映像に対応するキロポストの表示例

5. H I - F I SへのGPS導入に関わる検討

(1) GPSの機種選定上の問題

GPSの測位は、単独測位方式（絶対測位）と相対測位方式（DGPS:Differential GPS）に大別される。

a) 単独測位方式：この方式はカーナビゲーションや位置計測に広く利用されており、小型化されたハンドヘルドタイプのもも開発されている。位置計測精度は10~100mとばらつきがあり、測量用には利用できないが、価格が数十万円単位で安価である。

b) 相対測位方式：一般の受信機がそのまま使用できる「トランスロケーション方式」と搬送波相対位相計測と高度の処理ソフトウェアを有する測量用の受信機を使用する「干渉測位方式」に分けられる。さらに、干渉測位方式には動的干渉測位（キネマティック）と静的干渉測位方式がある。トランスロケーション方式の位置計測の誤差は2~10m程度、動的干渉測位方式では2~5cm程度である。しかし、長距離の連続相対測位を常時リアルタイムで継続するためには、無線機等の通信装置が必要となり、導入経費がかさむことになる。また、固定局、移動局、通信装置からなる相対測位システムの価格は一式約1~2千万円にもなる。H I - F I Sは管理事務所単位で利用されるこ

とが基本要件であることから、周辺機器としての位置付けであるGPSの費用対効果がシステム構築上の問題となってくる。また、システム内部では0.1キロポスト毎（100m間隔）で情報を管理していることから、cm単位での位置計測精度は必要としない。

以上のことから、本研究開発では、複数の管理事務所へGPSを導入する上でのトータルコストをできるかぎり低くし、しかも操作の簡便性を念頭に置き、単独測位方式によるキロポスト計算精度について検討を進めることとした。

(2) ビデオタイムコードとキロポストの対応付け

a) キロポストの計算：キロポスト計算の考え方をわかりやすくするために、データの構造を表-2に示した。GPSから計測されるデータは「GPS計測座標(m)」と「計測時間(秒)」であり、1秒毎にフロッピーディスクに記録される。走行開始地点を原点として、1秒毎に累加距離 KP_n' (m)を計算してい

く。1キロポストの間隔は1000mであるから、累加距離を1000mで除すれば、GPS計測値から計算されるキロポストn'となる。

b) キロポスト計算精度評価の考え方：情報の検索精度を高めるためには、ビデオタイムコードとキロポストの対応付けの精度が問題となる。GPSによる計測開始と同時にビデオタイムコードも秒単位でフロッピーディスクに記録されることから、GPS計測値から計算されるキロポストn'と1対1に対応している。したがって、ビデオタイムコードとキロポストの対応付けの精度は、表-2に示すように、評価用キロポスト

表-2 GPS計測データと計算されるキロポストの関係

誤差評価のための基準として設定するキロポスト (既知)		GPS計測データ		累加距離 KP _{n'} (m)	キロポスト誤差 (m)
現場KP _n (m)	現場KP _n 座標 (m)	GPS計測座標 (m)	計測時間 (秒)		
KP ₀ =0	KP ₀ (0,0)	G ₁ (0,0)	1	KP ₀ ' = 0	KP ₀ ' - 10
		G ₂ (22,15)	2		
		.	.		
KP ₃ =3000	KP ₃ (2500,1520)	G ₁₄ (2490,1550)	14	KP _{2,93} ' = 2930	3000-2930 = 70
		.	.		
		.	.		
KP _n =n×1000	KP _n (5100,2600)	G _{t-1} (X _{t-1} ,Y _{t-1})	t-1	KP _{n-1} '	KP _n ' - n' × 1000
		G _t (X _t ,Y _t)	t		
		G _{t+1} (X _{t+1} ,Y _{t+1})	t+1		

の累加距離KP_nとGPS計測データから計算される累加距離KP_{n'}との差を評価することに相当する。

現場での計測の様子を示すと図-8のようになり、評価用キロポスト通過時刻に対するKP_nとKP_{n'}の差が誤差となる。点検車が約80(km/時)前後で走行するとした場合、1秒間に約20~25m移動することから、評価用キロポストの間隔としては、0.1キロポスト毎(100m毎)に設ければよいものと判断した。

ここで注意しなければならない点は、点検車が評価用のキロポストを通過する時刻を指示する際の人為誤差を避けることはできず、厳密な意味で車両の通過地点を特定することも困難である。GPSによる移動体の位置計測精度を正確に評価するためには、移動体が評価の基準となる地点を通過したことを検知できるセンサを複数配置することも必要となるが⁷⁾、前述したように、本研究ではこのような計測体制を数く程の精度は要求しない。精度評価の結果は、数10m前後の誤差を含むことになるが、以降の検討の視点はキロポスト単位での情報の計測・管理精度がどの程度向上するのかといった点にある。

c) キロポスト計算精度の検証：以上述べたように、

注1) $KP_{n'} = KP_{n-1}' + \sqrt{(X_t - X_{t-1})^2 + (Y_t - Y_{t-1})^2}$ (m)

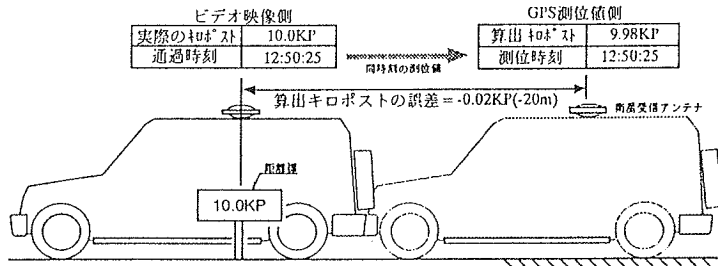


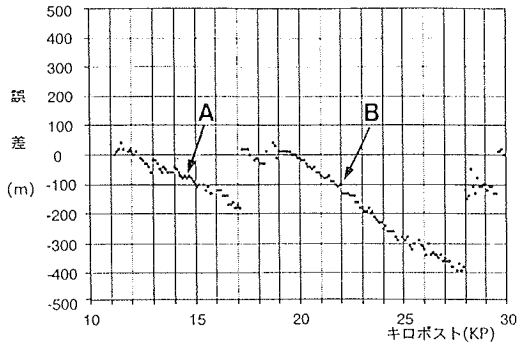
図-8 キロポスト計算精度評価の概念図

GPS計測値からのキロポストの計算精度は、累加距離の精度を評価することになることから、距離の加算に伴って累積されていく誤差(以下、累積誤差)がどの程度現れるのかを検証しなければならない。本研究では、次の2ケースを設定して累積誤差を検証した。

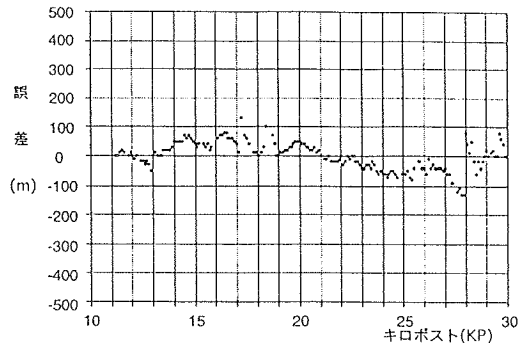
①ケース1：点検開始地点を基準点として、1秒毎の移動距離(単位移動距離)を加算していく方法。

②ケース2：ケース1の方法では、計測距離が長くなる程、累積誤差が大きくなっていく。これを避けるために基準点を設け直し(盛替え基準点)、これを基準として単位移動距離を加算していく方法。

ケース1の方法で累積誤差を計算した結果を図-9(a)に示す。点検車が通過した評価用のキロポストの位置(横軸)に対して、GPS計測値から単位移動



(a) ケース1：盛替え基準点を設けない場合



(b) ケース2：盛替え基準点を設けた場合

図-9 GPS計測値からのキロポスト計算誤差(単位移動距離の累積誤差)

距離を累加して計算されたキロポストの誤差をプロット(縦軸:m単位)してある。図中、17キロポストで値が大きく変化しているが、これは誤差の累積の割合を調べるために、システムをリセットしたものである。直線Aと直線Bはほぼ平行しており、点列の傾きから1キロポスト当り約80m程度の割合で誤差が累積されていくことが読み取れる。

そこで、ケース2では1キロポスト移動する際のキロポスト計算精度を±100m以内に収めるために、500m間隔で盛替え基準点を設定し、累積誤差を計算した。その結果が図-9(b)である。キロポスト計算精度はほぼ±100m以内に収まっていることが判る。この結果より、H I - F I Sではケース2の方法を用いてキロポストを計算し、ビデオタイムコードと対応付けることとした。

(3) H I - F I SへのGPS導入効果

以上までの検討結果から、次のようなGPS導入効果が得られる。

a) 道路点検作業の簡易化

今まではビデオタイムコードとキロポストを対応付けるために、点検開始から終了まで出来る限り定速に走行する必要があった。また、ビデオタイムコードとキロポストを対応付けるために、走行時に一定間隔でキロポスト通過時刻を記録するといった煩わしい作業が必要であった。GPSを導入したことによって、これらの制約はなくなり、点検時の走行速度が変化しても問題はない。また、走行開始時にシステムの稼働スイッチを入れるだけで、その後は特別な操作は一切必要とせず、走行中の点検作業にも専念できるようになった。点検作業が極めて簡便化されたことになる。

b) ビデオライブラリ編集作業の効率化

点検走行時の速度が変化したり、ビデオ映像が中断した場合等には、ビデオタイムコードとキロポストのデータを対応付けるために、エディタを用いてデータを調整する等といった手間のかかる処理が必要であった。GPSを導入したことによって、キロポストとビデオタイムコードの対応付けがコンピュータ処理を通して自動化された。GPS計測データが記録されたフロッピーディスクとビデオテープを室内に持ち帰り、図-10のようなGPS情報管理・提供機能が提供するメニュー画面にしたがって処理すれば、ビデオライブラリの編集が効率的に実施できるようになっている。

c) 点検情報の検索精度の向上

従来まではビデオタイムコードとキロポストとの対応付けの精度が悪かったことから、ビデオ映像を停止させた状態のキロポストを基準として、前後300m(0.6キロポスト間隔)の範囲に入る情報を検索・表示していた。GPSの導入によって、ビデオタイムコ

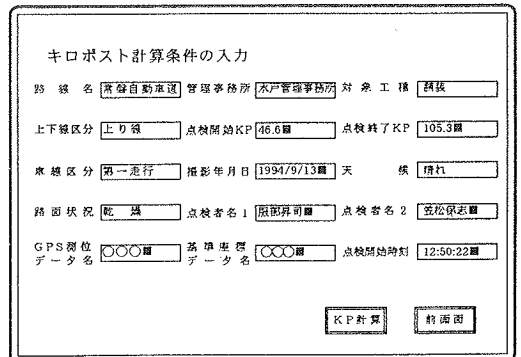


図-10 ビデオライブラリ作成時のメインメニュー

ードとキロポストの対応付けの精度が±100m以内(0.2キロポスト間隔)に収めることができたことから、キロポスト単位で情報を検索・表示する精度(検索速度含む)は約3倍程度向上したことになる。

以上を総括すると、GPSを導入したことにより、点検作業の簡易化、ビデオライブラリ編集作業の効率化、情報検索精度の向上といった3つの効果が得られたことになる。

6. まとめ

本研究開発の成果は次の4点にまとめられる。

①システム開発の要件整理：H I - F I Sの機能性の向上を目標としたGPS導入に関わるシステムの基本要件を整理した。費用対効果の問題を含めて、道路施設点検支援を目的とした従来までの研究開発事例を調査し、本研究開発の位置付けと意義を示した。

②機能構成の検討：GPS導入に伴って必要となる機能群とそれらの関連性について検討するとともに、新たにGPS情報管理・提供機能を設計・開発した。これにより、ビデオ関連情報を含めてGPSに関わる情報を効率的に蓄積・管理することが可能となった。

③要素機能の開発と評価：GPS計測値からキロポストを計算し、ビデオタイムコードと対応付ける機能を開発し、処理精度について検討した。検討の結果、キロポスト計算精度は、情報を一元的に管理する上で十分に許容できることが判った。

④トータルシステムとしての評価：ビデオタイムコードとキロポストの対応付けにおいて、点検時あるいは室内での人手を介した煩わしい作業が一切必要なくなった。コンピュータ処理を通して作業が自動化でき、ビデオライブラリ編集作業が効率化された。結論として「点検作業の簡易化、ビデオライブラリ編集作業の効率化、情報検索精度の向上」といった当初設定した3つの開発目標を達成することができた。

H I - F I Sでは、図-5に示したように工種別に様々な点検情報を扱っている。施設の位置管理や走行中の点検車両の位置をビデオ映像と同時に表示し、点検情報へと検索できるようにする等といったG U Iに優れたシステム設計・開発へと展開することも今後の課題として残されている。

ビデオやGPS等のメディアが、一般に普及するようになってから久しくなるが、最近では通信、ネット

ワークを通して、さらにこれらを統合利用するといった、いわゆるマルチメディアとしてのシステム化指向に多くの人達が注目している。しかし、ここで注意しなければならない点は、複数のメディアの導入が必ずしもシステム全体のパフォーマンス(レスポンスタイムやターンアラウンドタイムを含む)を高めることにはつながらないといったことである。高機能化が進むメディアをどのように活用するにしても、入念な「適用業務分析」を通じてシステムに組込む上での費用対効果、具備すべき機能や取り扱う情報の質と量等といったシステムの基本要件を明確にした上で、設計/開発を進めることが大切と言える。本研究の内容が道路施設点検のみならず、維持管理全般に関わるシステムアプローチ、さらにはGPSの活用面での新たな技術展開において何らかの形で寄与できれば幸いである。

最後に、本研究で使用したGPS受信機(Trimble System Surveyor II 4000)は、三井建設(株)・技術研究所のご協力により借用させていただくことができました。ここに記して御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 岩松幸雄、早川祐史、原田隆郎：道路構造物の維持管理システムに関する研究、土木学会論文集、No. 444/VI-16、pp. 69~76、1992年3月
- 2) 大林成行、小島尚人、前嶋尚人、平野宜一：ビデオ映像を導入した道路施設点検支援システムの構築、土木情報システム論文集、Vol. 2、pp. 17~24、1993年10月
- 3) 佐田達典、高田知典：GPSを用いた測量システムのリアルタイム化、第18回土木情報システム講演集、pp. 13~16、1993年10月
- 4) 神崎正、西沢修一、他：建設分野における人工衛星GPS精密測位システムの実用化、土木学会論文集、No. 474/VI-29、pp. 11~14、1993年9月
- 5) 水町守志：GPS導入ガイド、衛星測位システム協議会編、日刊工業新聞、1993年
- 6) Technical Review: Highway Maintenance goes high tech, The GIS/GPS Link, Public Works, Vol. 122, No. 1, pp. 58-60, 1991.
- 7) 浜田賢二、石崎武、三浦英夫、他：海上作業船の位置測量のためのリアルタイムGPS測量システムの開発、土木学会論文集、No. 510/VI-26、pp. 153~163、1995年3月