

東京電機大学 大学院○三瓶辰之
東京電機大学 理工学部 松井邦人
日本舗道(株) 技術部 井上武美

1. はじめに

道路舗装は、補修を繰り返しながら半永久的に使用することが前提とされている。しかし供用限界以後の放置は、道路本来の機能を著しく低下させる懸念があるばかりではなく、それにともない道路利用者、沿道地域そして周辺住民への様々な被害を与える原因となる。以上のことなどから計画的な維持修繕の実施が求められきており、またその維持修繕計画には舗装の種類、解析期間及び修繕工法とその時期の選択をも含めたライフサイクルという観点からの検討も必要とする時代となってきた。そして、この検討には合理的かつ効果的なシステムの開発が重要な問題となっている。

本研究は、舗装の維持修繕システムの開発を目指し、そのサブシステムとして舗装の構造的評価を行うものとして、筆者らが提案した逆解析手法を導入した構造的評価診断システムと、この結果から修繕設計案を提示するシステムの開発を行った。

2. 基本設計とシステム構成

2-1. 基本設計

1) ハードウェア

- ・本システムの基本的なハードウェアは32ビットEWS(エンジニアリング・ワークステーション)と16ビットパーソナルコンピュータとから構成されている。当初パーソナルコンピュータ上でのみの運用を目的としていたが、計算処理能力と記憶容量の関係からファイルサーバーと計算処理関係を受け持たせるためにEWSを導入した。パーソナルコンピュータ側には入出力処理関係を受け持たせ、各々のデータ転送はRC232Cケーブルによって通信を行っている。また、レーザービームプリンタによりEWS、パーソナルコンピュータ双方からの出力が可能となっている。

2) ソフトウェア

- ・使用言語は計算部をFORTRAN77、入出力部にはCを用いており、計算部においては計算精度、計算効率に配慮し、入出力部ではマンマシンインターフェイスを考慮した設計を心がけた。

2-2. システム構成

1) ハードウェア構成

- ① EWS(東芝社製AS4330)
 - ・メインメモリ 8MB
 - ・磁気ディスク 327MB
 - ・磁気テープ 150MB
- ② パーソナルコンピュータ(NEC社製PC9801VX)
 - ・メインメモリ 640KB
 - ・RAMディスク 2MB
 - ・ハードディスク 40MB
 - ・数値演算プロセッサ
- ③ レーザービームプリンタ(キャノン社製LBP-B406S)

2) ソフトウェア構成

- ① オペレーティング・システム
 - ・EWS ... UNIX(SunOS R.4.03)
 - ・パソコン ... MS-DOS Ver. 3.1
- ② システム開発言語
 - ・FORTRAN77
 - ・C

3. 開発システム

本システムは以下の基本サブシステムから構成される。

- ① 路面性状調査システム
- ② FWD測定システム
- ③ 構造診断評価システム
- ④ 修繕設計支援システム

本システムの流れを図-1に示す。

① 路面性状調査システム

- ・調査区間または路線毎に舗装路面の破損状態を目視あるいは測定器を用いて路面を評価し、FWD測定位置を選定する。

② FWD測定システム

- ・載荷方式に衝撃荷重を用いる非破壊試験装置 Falling Weight Deflectometer(FWD)による舗装のたわみを測定し、記録する。(図-2参照)

③ 構造診断評価システム

- ・②データから舗装各層の強さ(弾性係数)を多層弾性論による逆解析法により推定し、等値換算係数 a_i を計算し、在来の舗装をアスファルトコンクリート厚に換算した残存 T_R を求める。なお、逆解析法として最小2乗法の概念に基づく Gauss-Newton法¹⁾を採用している。

④ 修繕設計支援システム

- ・路床弾性係数から求めたCBRと残存 T_R の関係を整理し、設計交通量と路面性状の良・不良の調査そして構造評価とから検討した修繕厚 T_R を求める。

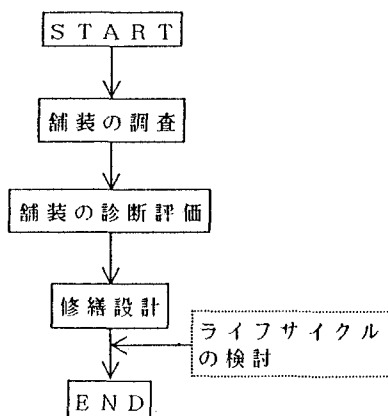


図-1 本システムの基本的な流れ

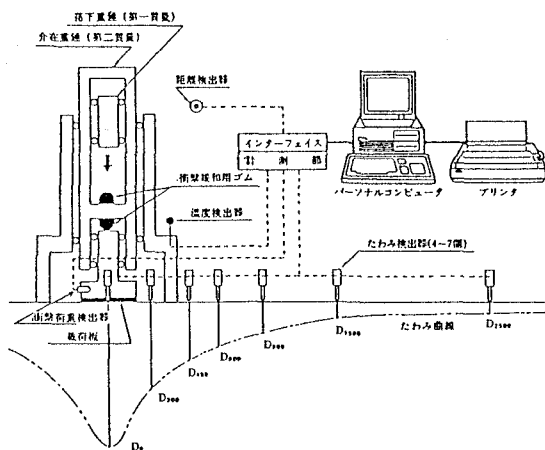


図-2 FWD測定システム構成図

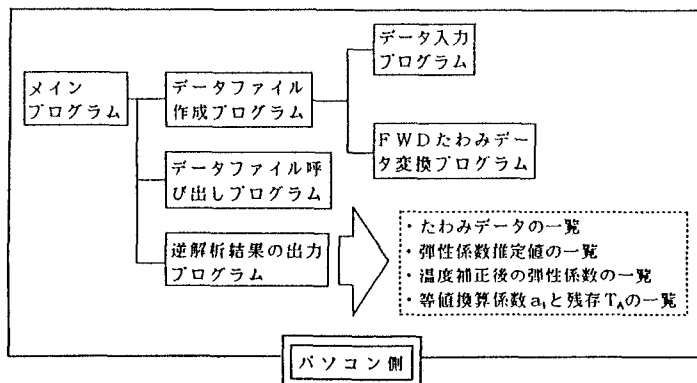


図-3a 構造診断評価システムの実行プログラム(パソコン)

4. システムの処理例

本システムの中の“構造診断評価システム”において使用される実行プログラムの一覧を図-3に示す。

1) パーソナルコンピュータ側

パーソナルコンピュータの入力メニュー画面を図-4、図-5に示す。

・データファイル作成プログラム

逆解析プログラム実行のため舗装構造、その他の諸条件等の入力を行うサブプログラムと、たわみ測定装置FWDのデータを逆解析プログラム用に変換するサブプログラムから成っている。そして、これらのサブプログラムによって一つの入力データを作成することができる。また、キー入力の際には、対話形式、データの一括入力及び一括表示形式をとっており、入力時におけるヒューマンエラーの防止に配慮している。

・データファイル呼び出しプログラム

既存逆解析データファイルの呼び出しを行い、入力データの確認及び一部修正が可能である。

・逆解析結果の出力

EWSによる逆解析計算処理後、以下の出力を行うことができる。

- ①タイトル、舗装構造、その他すべての入力データ
- ②入力された測定たわみの一覧
- ③逆解析計算による弾性係

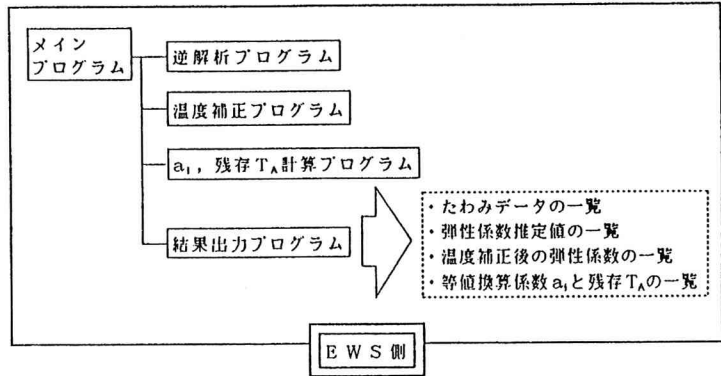


図-3b 構造診断評価システムの実行プログラム(EWS)

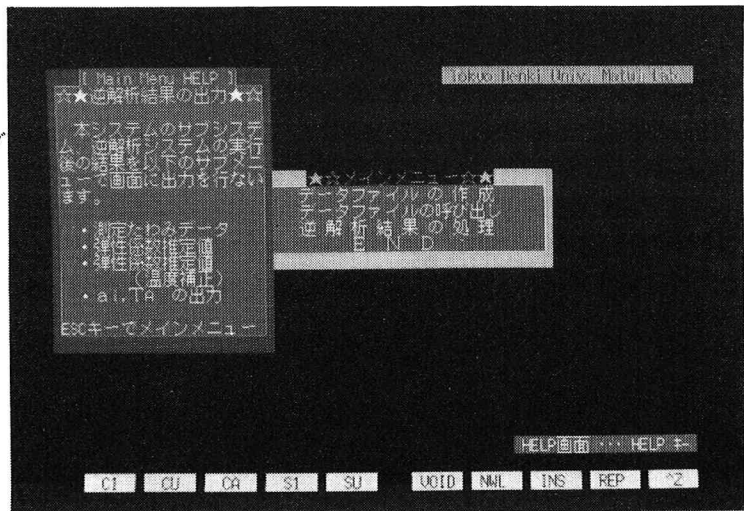


図-4 入力メニュー画面(1)

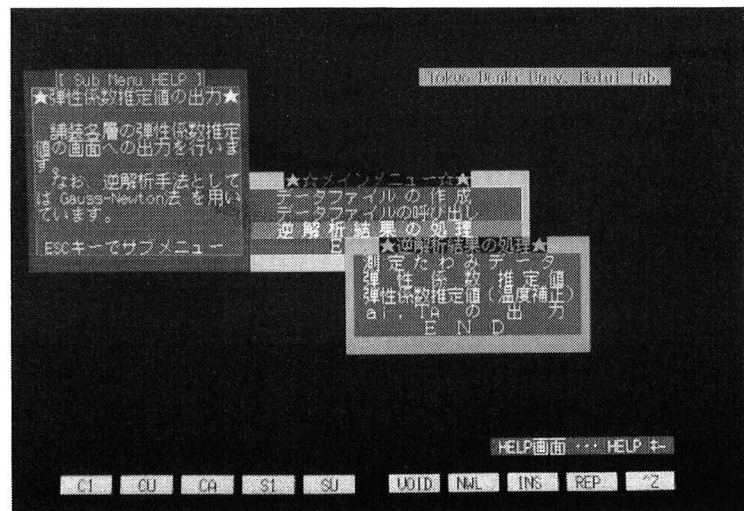


図-5 入力メニュー画面(2)

数推定値の一覧

④ アスファルトコンクリート層の温度補正後の弾性係数推定値の一覧

⑤ 等値換算係数 a_i と残存 T_n の一覧

各項目にわけて画面への出力を行うことができる。

2) EWS側

EWSの出力結果の例を図-6に示す。

・ 逆解析プログラム

前記データファイル作成プログラムによるデータを用いて舗装各層の弾性係数を推定することができる。また、オプションとして収束するまでの弾性係数、各イ

テレーションにおける解析たわみ、そして測定たわみと解析たわみの一致度などを所定ファイルに出力することができる。さらに本プログラムは複数組のたわみデータを処理することが可能である。

・ 温度補正プログラム

逆解析プログラム実行後、アスファルトコンクリート層の温度補正を行うことができる。

・ a_i 、残存 T_n 計算プログラム

推定された弾性係数より、アスファルトコンクリート層と路盤層のそれぞれについて等値換算係数 a_i ²⁾を求め、それを用いて(社)日本道路協会のアスファルト舗装要綱³⁾の T_n 法を用いた残存 T_n を求めることができる。

・ 結果出力プログラム

パーソナルコンピュータ側と同じものでありそれぞれの結果を一つのファイルに出力することができる。

5. まとめ

舗装の構造的診断評価システムと修繕設計支援システムの開発を行った。エンジニアリング・ワークステーションの導入により計算効率が向上し、パーソナルコンピュータ上でのC言語のグラフィックス機能による数値的及び視覚的判断も可能となつて、より合理的な舗装の構造的診断評価とこれを基にした修繕設計が可能となった。しかし本システムはその一部が試用されてきてはいるが、システムとしては初期の段階にあるため今後各システムの充実化を計っていく予定である。

<謝辞>本研究にあたり、東京電機大学理工学部建設工学科の卒業研究生、田中博晶君の協力を得たことを記し、ここに感謝の意を表します。

<参考文献>1)松井邦人・井上武美・三瓶辰之:舗装各層の弾性係数を表面たわみから推定する一手法,土木学会論文集,第420号,1990年。2)井上武美・内田精一・井原 務:舗装用路盤材料の等値換算係数の検討第23回土質工学研究発表会,1988年。3)(社)日本道路協会:アスファルト舗装要綱,1988年。

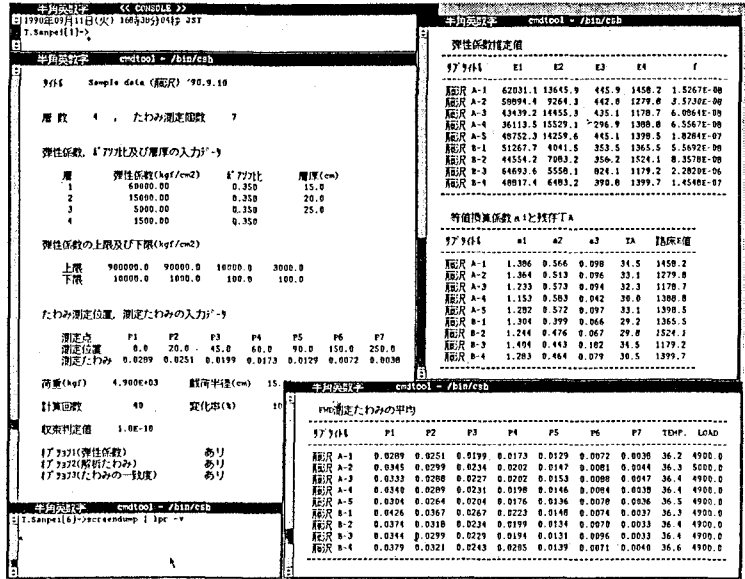


図-6 EWSの出力例