

(98) 耐震工学データベース構築の試み

- SERMデータベースシステムの作成 -

中国電力 正員 ○山田恭平
京大工学部 正員 亀田弘行
京大工学部 正員 杉戸真太
京大工学部 正員 後藤尚男

1. はじめに 近年の耐震工学における数値解析の多くは、強震記録などを中心とした大規模数値データ群を大型計算機上で処理している。しかし、これらの基礎データ群の管理と整合性の保持に多くの努力を要し、時として同一グループの研究者が互いに矛盾したデータを用いる場合すらある。したがって、これら基礎的な数値データについて、その収集、編集、効率的利用について考察し、耐震解析に有用な情報を簡便に取りだせるデータベースシステムを作成することは、きわめて有意義と思われる。

データベース化の利点としては、①データの共同利用、②データの冗長性を必要最小限に留めることができる③データ相互間の矛盾を少なくできる、④応用プログラムの作成が容易になる、⑤データの安全確保などの制御が容易になる、などが挙げられる。データベース化によってもたらされる利益ははかり知れぬ程大きいですが、その長所を生かすためには、多くの課題を解決しておかなければならない。

当研究室では、強震記録、地震資料、地盤資料など、耐震工学の基礎データの収集に努めてきたが、本研究でこれらのデータを基にして、複数の情報を有機的に結合させる耐震工学データベースシステムの骨格部分（SERMデータベースシステム）を作成した。SERMとは、Seismic Risk and Microzoningの略である。

2. SERMデータベースシステムの特徴 本データベースシステムは、一般にサービスされている文献検索用データベースシステムと比較すると多くの相違点を持っている。列挙すると以下のようになる。

①対象とするデータは主として数値情報で、大規模に大量に存在する。②データ作成およびその取捨選択に高度な工学的判断が必要である。③データ管理システムを独自に開発する必要がある。④データ加工についてかなり高度な処理機能を持たせる必要がある。⑤データベースシステムは拡張性のあるよう柔軟な設計がされなくてはならないこと。

3. SERMデータベースシステムの基礎となるデータ これまで当研究室で収集されてきたデータのうち、SERMデータベースシステムの基礎となるデータは、以下のようになる。これらのデータは本研究によってデータベース化され、利用法が統一され、データ相互

表-1 日本の強震記録一成分の構成

間の矛盾が解消された。なお、これらのデータは汎用性を考慮し、レコード長80バイトのカードイメージで作成されている。

①強震記録 わが国で得られた代表的記録254成分を、当研究室で開発された基線及び計器特性に関する補正を行なって、統一的に利用できるよう表-1に示すような書式で保管している。記憶容量は約30Mb必要であり、現在MSSと呼ばれるファイル装置に記憶させている。データは区分編成で

文字型情報 (80文字×20行) ; 地震名, 観測地点名等
整数型情報 (1018 × 5行) ; 各時刻歴の個数, 観測地点 震央位置, 発生時刻等
実数型情報 (10F8.3× 5行) ; 各時刻歴の刻み巾, マグニ チュード, 震央距離等
加速度時刻歴 (10F8.3)
速度時刻歴 (")
変位時刻歴 (")

通し番号を基本にメンバー名を付けた。地震、観測地点についてそれぞれ調査し、整合性を持たせた。米国で得られた 986成分の記録も同様に保管している。記憶容量は約85Mb必要である。

②地震資料 宇佐美¹⁾によってまとめられた被害地震について、震央の緯度・経度、震源深さ、マグニチュード、発生時刻を基礎データとし、入力レファイルを作成した。

③地盤資料 強震観測地点23地点、及び京都市、仙台市について 500×500 m²メッシュごとのN値データを入手し、計算機に入力レファイルを作成した。入力した基礎データは、層数、地点番号、各層のN値、深さ、土質の種類である。

④白地図用データ 出力結果を地図上に表示するときのために、日本、及び京都市、仙台市の白地図を作成するためのデータファイルが作成されている。

4. SERMデータベースシステムの構成 SERMデータベースシステムは、データの作成、管理からデータ処理までを含めたシステムである。システムの構成の概要を図-1に示す。以上のプログラムのうち、本研究では検索、基本処理、出力制御プログラム(ユーザ領域)を重点的に作成し、データベース管理プログラムによって制御を行うようにした。作成、管理プログラム(データベース管理者領域)に関しては未だ手作業による部分が多い。

数値データベースシステムの処理機能は、文献情報システムとは異なり、検索結果に統計処理と問題解析処理を施し、さらにその処理結果を作表すると同時に、自動図化もしくは計算機の記憶ファイルへの転送が必要となる。しかもこれら一連の作業がデータベースシステムの側で自動的に行われ、利用者側の複雑な作業を必要としないことが望ましい。また、管理機能に関しても、データの形態の独自性、データ相互のつながりを重視して作成されなくてはならない。これら複雑かつ多種多岐にわたるデータベースシステムを設計、作成するためには確固とした設計思想を持つ必要がある。

本データベースシステムは、京都大学大型計算機センターの FACOM M-382システム上に作成されており、主として当研究室に設置されている各種端末機器を用いて操作される。SERMデータベースシステムの機器構成を図-2に示した。なお、本データベースシステム作成に関しては、ソフトウェアの開発、利用の簡便さ、さらに検索後の図形処理のことも考えあわせ、京都大学大型計算機センターの機能を最大限利用することとしている。

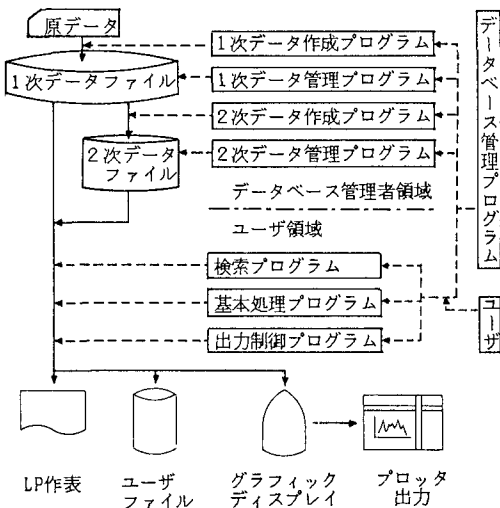


図-1 SERMデータベースシステムの構成の概要

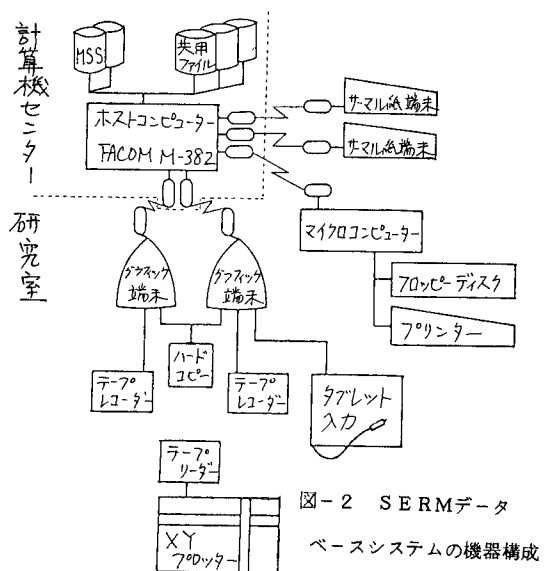


図-2 SERMデータベースシステムの機器構成

さて、以上のプログラムは FORTRAN77を使用言語としている。これは、編集，検索，加工が一環して行え、利用者の作成するソフトウェアと容易に結合でき、しかもファイルの動的割当てが可能であることによる。これらのプログラムを一連の流れに乗せて実行させるために、システム制御言語としてコマンドプロシジャを利用している。できるだけ独立の機能を持つ小分割のプログラムを作成することによって、将来の追加，変更が容易に行えるようにし、拡張性を持たせた。

4. S E R Mデータベースシステムの処理機能 S E R Mデータベースシステムの処理機能は、会話型で進める方法と、ユーザプログラム中から起動を行う方法の二種類ある。一般のデータベースシステムでは、会話型で処理を進めていくのが普通であるが、S E R Mデータベース利用者は、処理データをさらにユーザプログラム中で呼び出して処理することが多いと思われるからである。

①プログラム中からの呼び出しによる処理機能 ユーザプログラム中からCALL文によって呼び出される処理機能で、サブルーチンと同じである。これらは主に、当研究室で作成された耐震解析について汎用性の高いサブルーチン群で、現在当研究室用の私用ライブラリーとして活用しているものである。本ライブラリーは多数のサブルーチンから成っているが、機能の面から7つに分類することができる。①作図用、②各種応答解析、③強震記録の処理と応用、④マイクロゾーニング、⑤統計解析、⑥地震動予測、⑦その他、である。各内容については、紙面の都合上詳述しないが、特に、③のうちの強震記録割当て用のサブルーチンは、引数に整数型の強震記録の通し番号を入力するだけで強震記録が呼び出せる。このサブルーチンによって強震記録を連続して一括処理することが可能となった。また、①では、呼び出すだけで白地図用データファイルをアクセスし作図を行うサブルーチン、③では、所定の引数を与えるだけでマイクロゾーニングマップを作成するサブルーチンを含んでいる。これらは、引数が入力するコマンドに対応する処理機能と考えることができる。

これらのサブルーチンの多くはデータベースシステムの機能として作成されたものでなく、今後の改良が望まれるが、本ライブラリーは耐震工学において、きわめて汎用性の高いルーチン群であると思われる。以下に説明する会話型処理機能は本ライブラリーを駆使して作成された。

②会話型処理機能 会話型処理機能のソフトウェア作成に関しては、独立言語方式によるコマンド入力方式は避けた。入力はデータベースシステムの質問に答える形式で行い、そのためデータベースシステムは徹底したプロンプティングを行い入力を促す。入力におけるFORMATエラーを避けるために、リストダイレクト文を採用した。また、図形処理を行う際のグラフィック画面のウィンドウ設定は行う必要がないようにした。現在までに作成されたサブシステムは、1)地震危険度解析、2)アテニュエーション算定、3)模擬地震動作成、の3個であり、それぞれ以下のようなデータ検索および処理機能を持つ。

1) 地震危険度解析 本データベースシステムでは、地震発生モデルを設定する際に不可欠である地震資料を用意する機能（地震検索機能）と、地震発生モデルにユーザの創意工夫が盛り込まれ、しかも地震危険度マップが容易に作成できる機能の、二種類を作成した。地震検索は、震央位置、マグニチュード、発生時刻についての検索が複合して行え、検索結果は一覧表の出力及びファイルの転送が行える。地震危険度マップ作成機能は、ユーザが地震発生モデルを盛り込んだサブルーチンを用意すると、データベースシステムがこのサブルーチンを自動的にプログラムと結合し実行することによって、得られる。

2) アテニュエーション算定 地震の規模と震央距離から地震動の強度を算定するために、対象とする強震記録の検索を行う機能と、対象とする強震記録に関して地震動強度パラメータを算定し、マグニチュードと、震央距離との重線形回帰分析を行う機能の二種類を作成した。強震記録検索は、記録成分、最大地動（補正前最大加速度，最大加速度，最大速度，最大変位），震央距離，継続時間についての検索が複合して行え、検索結果は一覧

表の出力及びファイルの転送が行える。地震動強度パラメータ算定に関しては、ユーザが強震記録時刻歴よりの算定法をサブルーチン化し用意すると、データベースシステムがこのサブルーチンを自動的にプログラムと結合し、対象とする強震記録に関して実行し、重線形回帰を行う。出力として、アテニュエーション式の係数及び変動係数が得られる。

3) 模擬地震動作成 本データベースシステムでは、Kameda,Sugito,Asamura²⁾の研究に基づいて模擬地震動を発生させ、図形表示やファイル転送が行える機能を作成した。図-3に、SERMデータベースシステムの会話型処理機能の起動から模擬地震動の発生、地震動パラメータの作表、図形処理を行った一例を示した。下線部がユーザによって入力された情報で、その他は全てデータベースシステムによる表示である。なお、1),2)の会話型処理の一例は当日 OHPを用いて発表する予定である。

5. おわりに SERMデータベースシステムは現在も作成段階にあり、特にデータの作成、管理機能に関しては今後の発展によってシステムによる完全制御が行えるようになるであろう。

近年、耐震工学の研究の進展とともに、そのための資料の収集、有効利用が重視されるようになってきた。

それを達成するために、

データの体系的整備とそれらを効率的に処理するためのデータベースシステム

の確立は、耐震工学全般にとって重要と思われる。このような認識のもとに、本研究をさらに進めたいと考えている。

参考文献 1)宇佐美:日本被害地震総覧,昭.50.

2)Kameda,Sugito,Asamura

"Simulated Earthquake Motions Scaled for M,

△,and Local Soil Conditions",7WCEE,1980.

```

*** WELCOME TO 'SERM DATABASE ***
      SPTF, SCHOOL OF CIVIL ENG. KYOTO UNIV.
INPUT FOLLOWING NUMERAL IF YOU WANT :
      SEISMIC ACTIVITY => 1
      ATTENUATION      => 2
      SIMULATION       => 3
PLEASE INPUT >>3
*** SIMULATION START ***
INPUT MAGNITUDE
7.8
INPUT EPICENTRAL DISTANCE (KM)
80.0
IF YOU WANT DETERMINISTIC PARAMETERS, INPUT 0
IF YOU WANT RANDOM PARAMETERS, INPUT 1
1
INPUT INITIAL RANDOM NUMBER(PHASE ANGLE)
198211
INPUT INITIAL RANDOM NUMBER(ALPHA)
772
INPUT INITIAL RANDOM NUMBER(TP)
773
INPUT INITIAL RANDOM NUMBER(TS)
774
INPUT MODEL LEVEL
3
DO YOU HAVE A S-WAVE VELOCITY DATA? Y=>1,N=>0
0
WHAT KIND OF N-VALUE DATA DO YOU HAVE?
FROM TERMINAL=>1 S.D.NUMBER=>2 USER FILE=>3
2
INPUT S.D.NUMBER(0=>ALL S.D.NOS. ARE LISTED)
2
WHAT IS EARTHQUAKE NAME?
TEST
WHAT IS SITE NAME?
TEST(2)
INPUT FOLLOWING NUMERAL FOR RESULTING DATA TRNFER
GRAPHIC=>0 FILE=>1 PARAMETER LIST=>2
PLEASE INPUT >>2

```

```

*** TYPICAL PARAMETERS OF SIMULATED ACCELEROGRAM ***
EARTHQUAKE NAME TEST
STATION NAME TEST(2)
MAGNITUDE = 7.80
EPICENTRAL DISTANCE = 80.00 KM
AMAX = -252.40 GAL
VMAX = -15.30 KINE
DMAX = 3.36 CM
TOTAL POWER = 0.202E+06 (GAL**2)*SEC
DURATION TIME = 23.8 SEC
LEVEL = 3 (SN= 0.20)
RANDOM AMPLITUDE (COEF= 0.73)

INPUT FOLLOWING NUMERAL FOR RESULTING DATA TRANSFER
GRAPHIC=>0 FILE=>1 PARAMETER LIST=>2
PLEASE INPUT >>0

```

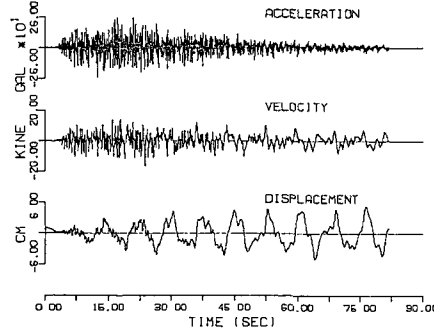
START OF TAPE
MODE/OPTION?C
SIMULATED ACCELEROGRAM, VELOCITY AND DISPLACEMENT,
RESPONSE SPECTRA AND ACCELERATION FOURIER SPECTRUM.

TEST
TEST(2)

```

Magnitude= 7.8      Distance= 80.0 km
Amax= -252 Gal    Vmax= -16 kine    Dmax= 5.3 cm
Site Condition  Sn=0.2G  C0=1.18  Cv=1.56
Level II (IP=198211)
Random amplitude (ISG=772, ITP=773, ITS=774, COEF=0.73)

```



SPTF, SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING,
KYOTO UNIVERSITY

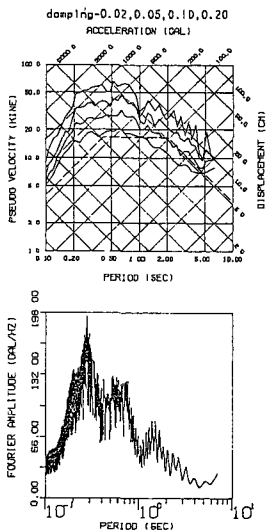


図-3 模擬地震動作成機能例 (下線部は入力情報)