

耐震工学のためのデータベース構築の試み

京大工学部 正会員 ○亀田 弘行
京大工学部 正会員 杉戸 真太
中国電力 正会員 山田 恭平

1. はじめに 耐震工学研究の方法は多岐にわたるが、地震発生の記録や強震記録などを入力情報としたデータ解析や数値シミュレーションの技法は、地震危険度解析、構造物の地震応答解析、地震荷重評価など、多くの分野で重要な役割を果たしている。この場合、入力に用いる種々のデータがうまく整備されているかどうかは、解析の能率のみでなく、結果の質をも左右する。筆者らはこれまで行ってきた耐震工学の研究の過程で、発生地震のデータ、強震記録、強震観測点や都市規模のメッシュをカバーする地盤資料などのデータを活用してきたが、これらのデータファイルをできる限り標準仕様のもとで作成するよう努めてきた。その結果、個々のデータについてはかなり統一されたファイル群とすることができたが、データ量が増大し、全体として内容が複雑化すると、これらのデータ利用を迅速かつ誤りなく実行するため、データへのアクセスの簡素化と検索機能の強化を図ることが必要となった。そのため、将来のデータの拡充・整備を視野に入れたデータベースの構築を試みることにし、システムの全体構成を描くとともに、現在その骨格部分の作成を終ったところである。現状では未完成の部分も多く、完成度を高めるために、今後も多くの努力を払わねばならないが、これまで考えてきた構想と現在の到達点を報告して、御批判を仰ぐこととしたい。

なお、ここで構想しているデータベースシステムをSERM(Seismic Risk and Microzonation)データベースと呼ぶ。

2. SERMデータベース作成の要点

本データベースシステムは、耐震工学関連の数値データを扱う、数値データベースであり、主として文献検索を目的に作成されている既存のデータベース作成システム(例えばFAIRSなど)ではデータ容量、検索・処理機能のうえで十分な仕様を得るのが困難である。そこで、基本処理言語にはFORTRAN77を用いて、データベースシステム全体を新たに作成することとし、次のような基本方針のもとにシステム設計を行った。

- (1) コマンドプロシジャによる会話型の利用と、ユーザプログラムからサブルーチンライブラリを直接呼び出す形態の、2とおりの利用形態が可能であること。前者はデータの検索と定形的な基本処理、後者は大量のデータをユーザファイルに移し、より高度な処理を行う場合に適している。
- (2) データの検索は、できるだけ柔軟性を持たせ、いくつかの基本パラメータ(例えば地震の震央の範囲、マグニチュード、震央距離、強震観測点など)について反復的に選択を行えるようにすること。
- (3) 検索したデータに対していくつかの基本的なデータ分析(応答スペクトル、フーリエスペクトル、アテニュエーション特性による地震動強度の変化など)は会話型で行え、図形表示できること。
- (4) データの追加・修正を組織的に行えるような管理プログラムを備えること。

3. 扱うデータの種類

これまで筆者らが耐震工学の研究のために収集してきたデータのうち、以下のものがSERMデータベースに組入れられている。これらは今後のデータ収集や地震の発生により追加修正を行うべきものであることは当然である。

- (1) 地震発生資料: 宇佐美²⁾によりまとめられたわが国の被害地震の、震央の緯度・経度、震源深さ、マグニチュード、発生日月日・時刻、および地震名(または被害を受けた地域名)のデータファイル。

- (2) 強震記録：わが国で得られた代表的な強震記録 254成分を、当研究室で開発した基線および計器補正を行い、得られた加速度・速度・変位の時刻歴を収録している²⁾。各強震記録データの構成は、まず発生地震・観測地点・強震計・波形補正フィルター・記録の仕様などに関する名称・番号や数値データなどが配置され、それに引続いて波形の時刻歴データが収められている。また、米国で得られた強震記録(Caltechデータ³⁾)988成分も同様にファイル化されている。
- (3) 地盤資料：土質およびN値の深さ方向分布を示したデータファイルで、大別して2つのグループからなる。一つは強震記録23地点のデータで、強震地動に対する地盤条件の影響の実証的研究⁴⁾に役立つ。他の一つは都市規模の地盤資料で、現在京都市および仙台市の 500×500m²メッシュごとのデータを収録し、マイクロゾーニングやライフライン系の耐震問題などの研究に役立てている⁵⁾。
- (4) 地図作成用データ：出力結果を地図上に表示する場合に白地図を作成するためのデータ。現在日本地図、京都市および仙台市の地図作成のためのデータが収録されている。京都市と仙台市については、上記のメッシュを重ねて描くためのデータも収められている。

4. 基礎となるプログラム資源

これまで当研究室で耐震研究のために開発されたサブプログラムのうち、汎用性が高いものはライブラリ化(SPTFライブラリ)して利用しており、その内容を機能面から分類すると、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その他となる。SPTFライブラリに含まれるサブプログラムの多くはSERMデータベースの作成に活用できるものであることから、SERMデータベースはSPTFライブラリの支援のもとに機能するようシステム設計を行った。また、SERMデータベースのために開発したサブプログラム群のうち汎用性の高いものはSPTFライブラリに組み入れて行く方針としている、このほかホストコンピュータ(京都大学大型計算機センターFACOM M-382)に整備されている種々のソフトウェアを最大限に利用することはいうまでもない。

5. SERMデータベースのシステム構成

SERMデータベースのシステム構成とデータの流れを示したのが図-1である。これまではユーザ領域(同図下半)の検索・処理プログラムの整備に努めてきており、今後もこの部分の充実を図るが、現在はデータ管理者領域のプログラム群の組織化に着手し、データベース管理機能の強化を進めているところである。

図-2は、SERMデータベースを利用する際のデータへのアクセスに関する指令の流れを示したものであ

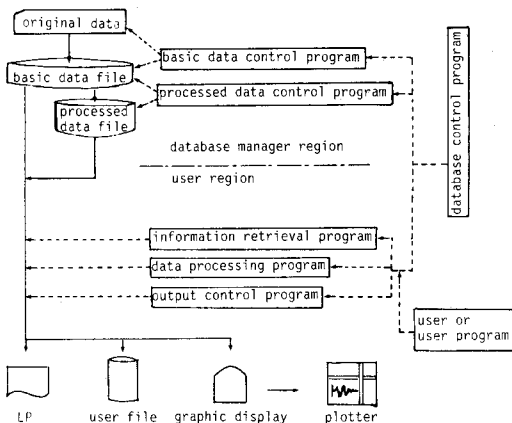


図-1 SERMデータベースシステムの構成の概要

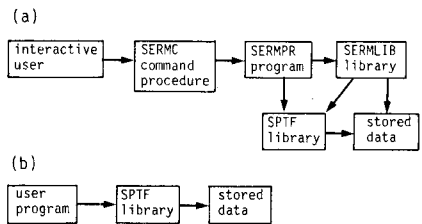


図-2 SERMデータベースシステムのデータへのアクセス指令関係図

図-2(a)は端末機より会話形式で直接SERMデータベースを起動する場合で、データの検索と定形的なデータ処理および出力、データの簡単な追加・修正などを行うときにこの形態がとられる。ここでは、ユーザは種々のコマンドプロシジャ(SERNC)を入力することによって、検索・処理プログラム群(SERMPR)を起動させ、SPTFライブラリおよびSERMLIBライブラリ(SERMPRをサポートするためのライブラリ)を介してデータファイルにアクセスする。

一方図-2(b)はユーザプログラムからSERMデータベースを利用する形態で、SPTFライブラリの適当なサブルーチンを直接呼出すことによってデータファイルにアクセスする。この場合、データはユーザファイル(計算機センターの共用ファイル)に転送され、SERMPRプログラムの仕様のない高度な解析・処理に用いられることになる。

図-3はSERMデータベースを利用する際の機器構成を示したものである。本データベースは京大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、研究室に設置されている各種端末機器により大部分の利用と管理を行えるようになっている。

6. SERMデータベースの検索・処理機能

これまでに整備した検索・処理機能の一覧を表-1に示した。同表では、SERMデータベースの機能を(a)

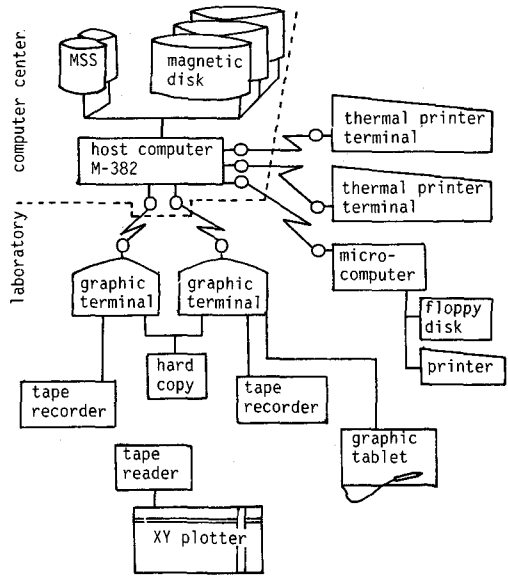


図-3 SERMデータベースシステムの機器構成

表-1 SERMデータベースの検索・処理機能

(a) 検索機能

対象データ	検索パラメータ	出力先	出力内容	命令形式
i) 被害地震	発生時刻, マグニチュード 震央位置, 通し番号	端末 共用ファイル	番号, 地震名, マグニチュード 年月日 上記の内容+震源の緯度・経度・ 深さ	会話型
ii) 強震記録	成分(上下・水平), 最大地 動(補正前加速度, 補正加速 度, 速度, 変位), 震央距離 継続時間, 記録番号	端末	記録番号	会話型

(b) データ出力機能

対象データ	指定パラメータ	出力先	出力内容	命令形式
i) 強震記録	記録番号	ユーザプログラム グラフィック端末/ プロッタ/プリンタプロッタ	指定記録番号の全データ 波形, 応答スペクトル フーリエスペクトル	ユーザプログラム (会話型)
ii) 地盤資料	資料番号	ユーザプログラム (端末)	層深さ, 土質, N値	ユーザプログラム (会話型)

(c) 基本処理機能

処理結果	使用データ	入力パラメータ	出力先	出力内容	命令形式
i) 最大地動分布図	(a) i) の 検索結果	アテニュエーション式 メッシュ数 コンター数	プロッタ/ プリンタプロッタ	コンター図	会話形式
ii) 非正常地震動 ⁷⁾	———	マグニチュード 震央距離, 乱数指定 地盤条件指定	共用ファイル グラフィック端末/ プロッタ	模擬地震動 波形	

注) 命令形式欄の会話型は図-2(a), ユーザプログラムは図-2(b)の利用形態を指す。

検索機能, (b) データ出力機能, および(c) 基本処理機能に分けて掲げている。これらのうち, (a), (b) はデータベースの基本的機能として当然のものであるが, (c) では当研究室の研究の動向に即して, やや応用的色彩のある処理機能を持たせる試みを行ったものである。

図-4に, 強震記録検索(表-1(a)ii)の例を示す。同図において, アンダーラインはユーザの入力情報, 枠内は検索結果または中間結果の出力情報である。検索パラメータの範囲を指定するに伴い, それらの積集合として強震記録の数が絞られてくるのがわかる。

```

*** SEARCH FOR ACCELEROGRAPH: START ***
INPUT FOLLOWING NUMERAL FOR SEARCH BY:
OBSERVATION STATION ==>1
RECORD DIRECTION ==>2
MAX. VALUE OF GROUND MOTION ==>3
EPICENTRAL DISTANCE ==>4
DURATION ==>5
DISPLAY OR ADD/OMIT ==>6
00310 ?
E
*** RECORD DIRECTION: START ***
IF VERT. COMP. TO BE EXCLUDED, INPUT 1
IF NOT, INPUT 2
00430 ?
L
*** END
[135 RECORDS HAVE BEEN LISTED.]
IF YOU WANT "SEARCH FOR ACCELEROGRAPH", INPUT 1
IF NOT, INPUT 0
01480 ?
L
INPUT FOLLOWING NUMERAL FOR SEARCH BY:
OBSERVATION STATION ==>1
RECORD DIRECTION ==>2
MAX. VALUE OF GROUND MOTION ==>3
EPICENTRAL DISTANCE ==>4
DURATION ==>5
DISPLAY OR ADD/OMIT ==>6
00310 ?
E
*** EPICENTRAL DISTANCE: START ***
SPECIFY RANGE OF EPICENTRAL DISTANCE
EG. FROM 20(KM) TO 300(KM) ==> 20.0 300.0
00850 ?
0.0 30.0
*** END
[31 RECORDS HAVE BEEN LISTED.]
IF YOU WANT "SEARCH FOR ACCELEROGRAPH", INPUT 1
IF NOT, INPUT 0
01480 ?
L
INPUT FOLLOWING NUMERAL FOR SEARCH BY:
OBSERVATION STATION ==>1
RECORD DIRECTION ==>2
MAX. VALUE OF GROUND MOTION ==>3
EPICENTRAL DISTANCE ==>4
DURATION ==>5
DISPLAY OR ADD/OMIT ==>6
00310 ?
E
*** MAX. VALUE OF GROUND MOTION: START ***
INPUT FOLLOWING NUMERAL FOR SEARCH BY:
UNCORRECTED ACCELERATION ==> 1
ACCELERATION ==> 2
VELOCITY ==> 3
DISPLACEMENT ==> 4
00580 ?
E
SPECIFY RANGE OF ACCELERATION
EG. FROM 50(GAL) TO 700(GAL) ==> 50.0 700.0
00730 ?
50.0 200.0
*** END
[20 RECORDS HAVE BEEN LISTED.]
IF YOU WANT "SEARCH FOR ACCELEROGRAPH", INPUT 1
IF NOT, INPUT 0
01480 ?
L
INPUT FOLLOWING NUMERAL FOR SEARCH BY:
OBSERVATION STATION ==>1
RECORD DIRECTION ==>2
MAX. VALUE OF GROUND MOTION ==>3
EPICENTRAL DISTANCE ==>4
DURATION ==>5
DISPLAY OR ADD/OMIT ==>6
00310 ?
E
*** DISPLAY OR ADD/OMIT: START ***
INPUT FOLLOWING NUMERAL IF YOU WANT TO:
DISPLAY RECORD NO. ==> 1
DISPLAY DESCRIPTION ==> 2
ADD RECORD NO. ==> 3
OMIT RECORD NO. ==> 4
01130 ?
L
RECORD NOS. ARE:
46 47 62 83 84 95 96 107 113 114
116 126 129 139 141 142 145 147 148 150
IF YOU WANT "DISPLAY OR ADD/OMIT", INPUT 1
IF NOT, INPUT 0
01420 ?
E
IF YOU WANT "SEARCH FOR ACCELEROGRAPH", INPUT 1
IF NOT, INPUT 0
01480 ?
L
*** END OF SEARCH FOR ACCELEROGRAPH ***
0

```

図-4 強震記録検索の例

7. おすび

SERMデータベースは未だその基本部分を作成したのみで, 表-1の3つの機能について, なお多くのシステム開発を行わねばならない。また, 今後のデータの充実を図るため, データ管理プログラムの整備も早急に行う必要がある。このような方向で引続き努力を続ける計画である。

参考文献 1) 宇佐美: 日本被害地図総覧, 昭.50. 2) SL,SPTF,School of Civil Eng.,Kyoto Univ.,

"Corrected and Integrated Earthquake Motion Accelerograms," March 1982. 3) ERTL, CIT, "Strong Motion Earthquake Accelerograms," Part A-Y, April 1971, Sep. 1975. 4) Kameda, Sugito and Goto, "Microzonation and Simulation of Spatially Correlated Earthquake Motions," Third Int'l Microzonation Conference, 1982, Vol. III. 5) Kameda, Goto, Sugito and Asaoka, "Seismic Risk and Performance of Water Lifelines," Probabilistic Methods in Structural Engineering, ASCE, 1981. 6) Kameda and Goto, "System Reliability and Serviceability of Water Supply Pipelines under Seismic Environment," to appear in 8WCEE, 1984. 7) Kameda, Sugito and Asamura, "Simulated Earthquake Motions Scaled for Magnitude, Distance, and Local Soil Conditions," 7WCEE, Sep. 1980, Vol.2.