

(67) 強震動アレー観測記録データベースの開発

京都大学工学部 杉戸真太, 京都大学防災研究所 澤田純男

飛島建設 森伸一郎, 清水建設 片岡俊一, 建設省建築研究所, 鹿嶋俊英

1. はじめに

1991年5月、(財)震災予防協会では、わが国の各研究機関および関係企業等でそれぞれ蓄積されてきている地震動アレー観測記録を収集し、広く地震工学研究に有効に利用できるためのデータベース化を目的として、「強震動アレー観測記録データベース推進委員会」、ならびに「同・作業部会」を組織した。わが国特有の強震観測の事情を考慮しつつ貴重なアレー記録のデータベース化が現在進められており、その第一版のデータベースが1992年10月に出版・配布されている^{1) 2)}。このデータベースの開発は、これに先立つ様々な予備的検討³⁾ 4)、多くの機関のプロジェクトに対する絶大なる御理解と御協力、および推進委員会、作業部会のメンバーによる運営面や技術面での様々な項目に関する慎重な検討といった多くの機関、関係者の努力に基づくものである。ここでは、このような活動の中でもとくにデータベースの技術面、すなわちデータベースの具体的なデータ構造等について検討し取り決めた結果について報告する。

2. データベースの全体構造

アレー観測記録データベースの全体構造の概要について述べる。データベース開発においては、先のSMARD⁵⁾を参考にして、データ独立を考慮した修正が容易な構造とすることに主眼をおいたが、SMARDの場合と異なる以下の要件を踏まえて、より一般性のある完成度の高いものを目指した。

- ◎ データベースを格納する媒体は、大量のデータを収納できランダムアクセスが可能なCD-ROMとする。
- ◎ 毎年のデータの追加分、テーブルの追加と修正分を、各年度作成するCD-ROMに格納する。
- ◎ アレー観測システムの数が多く、付随する地盤資料等が大量でしかも各機関毎の資料の精粗が異なっている。したがって、地盤資料の数値化はせず、各機関から提供されたものをデータベースの解説資料集に全て掲載することとする。

以上のことを踏まえ、データベースの全体構造を図-1のようにした。データベースは、地震動記録より成るデータファイルと、アレー観測点に関するテーブル群、地震に関するテーブル、地震動記録に関するテーブル群、さらに、これらのテーブル群から編集される付属的な検索ファイル群と検索プログラムより成る。これら全てがCD-ROMに格納される。各テーブルの内容については次節に簡単に説明する。また、それらの詳細および検索ファイルと検索プログラムについては本データベースの解説資料集²⁾に詳しく述べられている。

3. データベース開発における基本方針と各データテーブルの構成

2. で述べたように、本データベースは、基本的な枠組みは先のSMARDに従ってはいるが、テーブルの構成やパラメータの規定については以下の項目を考慮して修正・変更をおこないつつ開発された。

- ◎ 各パラメータの定義にできるだけ一般性を持たせる
- ◎ 他の既存のデータファイルとの整合性をできるだけ保つ
- ◎ 各機関で規定されている情報を可能な限り残す

本データベース開発にあたって、これらの要件を考慮して検討・規定したことを以下に項目別に示す。

[1] テーブル構成

本データベースはデータ独立を考慮したテーブル群とデータファイル、それらより編集されるデータ検索用ファイルと検索プログラムより成る。このうち、基本となるテーブルは観測点テーブル(STテーブル)、地震テーブル(EQテーブル)、強震記録テーブル(SMテーブル)である。各テーブルのパラメータ名は6つ

の英文字で表され、末尾の2または3文字はテーブルへの属性を表している。各テーブルには、キーパラメータ（以下の表では☆印で示されている）があり、これらキーパラメータによりテーブル間を参照できる構造になっている。また、他のテーブルのキーパラメータは←印、他のテーブルで既に定義されているパラメータは△印を付けて表されている。

観測点テーブル（STテーブル）

STテーブルには、提供機関を定義する(a)提供機関テーブル、観測地点の情報を定義する(b)観測地点テーブル、設置された個々の地震計に関する情報を定義する(c)地震計テーブル、がある。これらの各サブテーブルは、キーパラメータにより関係づけられ、(c)→(b)→(a)と参照できる。表-1に、これらのテーブルのパラメータの定義を示した。なお、(c)地震計テーブルのアレーレイアウトを規定するパラメータについては、後の[3]アレーレイアウトを参照されたい。

地震テーブル（EQテーブル）

EQテーブルのフォーマットは、データベースを利用する各機関の利便性を考えて、(財)日本気象協会が頒布しているMTのフォーマットと同様とした。但し、(財)日本気象協会頒布のデータ中には、今回のデータベースでは不要と考えられものもあり、その部分は空欄にした。0.1秒の単位まで地震の発生時刻を一連の15桁の整数と見て、これを地震番号とした。これにより、気象庁の作成した他の地震諸元表などからの検索が可能になる。なお外国の地震については、発生時刻を日本標準時に変換して表記した。一つの地震の諸元が表-2に示したように、一つのレコード(レコード長80バイト)に記載されている。

強震記録テーブル（SMテーブル）

強震記録に関する情報を定義するテーブルとして、データファイルのファイルヘッダ1行目の情報を定義している(a)ファイルテーブルと、データファイルの中のデータブロックの1行目の情報を定義している(b)データテーブルがある。つまり、(a)は1ファイル毎の情報を、(b)は時刻歴波形1成分毎の情報をそれぞれ定義している。それぞれのテーブルの最後には修正フラグを設けて、CD-ROM配布後に修正があったかどうかかわかるようになっている。表-3(a)、(b)に、これらのテーブルのパラメータの定義を示した。

[2] ファイルフォーマット

波形データが記述されているデータファイルは、1地震1観測点のデータに対して1ファイルの構成になっている⁶⁾。各データファイルは、16行のファイルヘッダとこれに続く複数の波形データのブロックより構成されている。1データブロックは1成分の時刻歴波形を表し、1行のデータヘッダとこれに続く波形データよりなる。詳細については、解説資料集²⁾を参照されたい。

[3] アレーレイアウト

アレー観測点のレイアウトは、図-2に示されるように規定した。すなわち、各地震計は、基準とする地震計からの相対的な位置を示す3つのパラメータ(基準点からの水平距離、基準点との高低差、真北からの角度)と地表面からの設置深さで規定されている。また、基準地震計は、その緯度、経度、設置位置の標高、埋設深さで規定される。これらのパラメータは、観測点テーブル群の中に入っている。

[4] 地盤資料

各機関から提供されるアレー観測記録に付随する資料は膨大であり、その精粗もまちまちである。特に地盤資料は複雑で、データ化においては担当者により異なる要素が多い。したがって、本データベースでは、アレー観測地点におけるボーリング資料のような地盤資料のデータ化はあえてせず、別途刊行される解説資料集に原図の形で載せることとした。解説資料集には、各アレー観測点毎に得られているこれらの地盤資料のほかに、アレーレイアウトの詳細、システム構成等が含まれている。

[5] 地震計機種番号の規定

地震計の種別については、独立したテーブルを作らず、地震計の精度や形式など最小限必要な情報を5桁の整数(パラメータ:NOIDSG)で表わし、観測点テーブル群における各設置地震計に関するテーブルに地震計機

種番号として含めた。地震計機種番号に含めるべき情報として、次の5つの項目を選定した。

1. 換振器の種類、 2. 換振器の動作原理、 3. 記録方式、 4. 記録精度、 5. 刻時方式

表-4に、地震計機種番号の各桁の定義を示した。詳細については、解説資料集²⁾を参照されたい。

謝辞：本報告の内容は、(財)震災予防協会に設置された「強震動アレー観測記録データベース推進委員会」(委員長：表 俊一郎、副委員長：片山恒雄)、ならびに「同・作業部会」(部長：亀田弘行)において審議されたことに基づいたものであることを記すとともに、本データベース開発に御協力頂いている関係機関の方々に深謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) (財) 震災予防協会：強震動アレー観測記録データベース、推進委員会/作業部会1991年度報告書、1992.10.
- 2) (財) 震災予防協会：強震動アレー観測記録データベース：解説資料集、1992.10.
- 3) 強震動アレー小委員会：地震動アレー観測記録データベース開発に関する研究調査報告、土木学会耐震工学委員会・強震動アレー小委員会、1988年6月.
- 4) Working Group for Strong Motion Array(SMA):Research Report on Development of a Database for Strong Motion Array Records, Earthquake Engineering Committee, Japan Society of Civil Engineers, May 1989.
- 5) 杉戸・亀田・高山：地震動アレー観測記録データベース(SMARD)の開発、京大耐震研究報告、No. 87-4、1987.10.
- 6) 澤田・杉戸：強震動アレー観測記録データベースのファイルフォーマット、地震学会秋季大会予講集、1992.10.

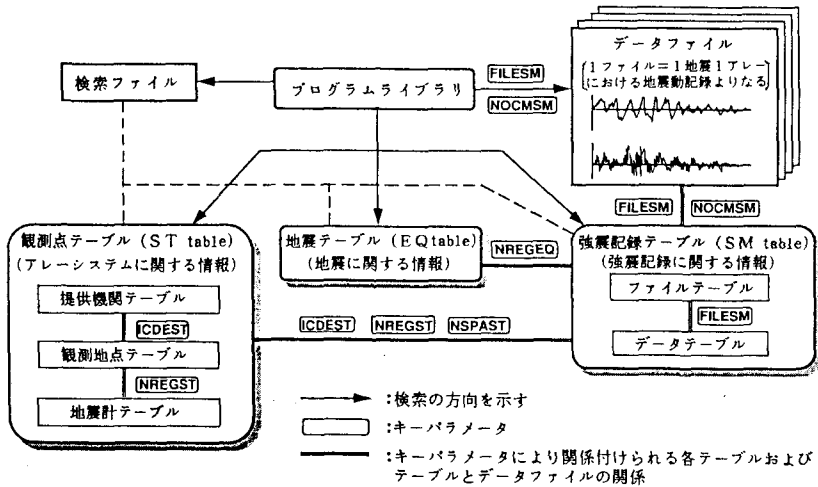
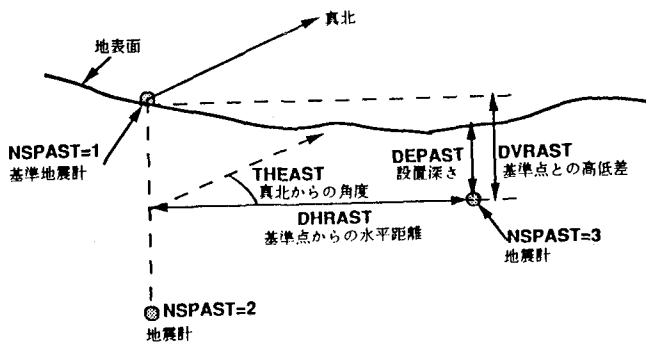


図-1 データベースの全体構成



基準地震計(NSPAST=1)に対する地震計(NSPAST=3)のパラメータ(DHRAST, DVRAST, THEAST, DEPAST)を示している。基準地震計には、その設置点の緯度(FLATST)、経度(FLONST)、標高(ELEVST)が与えられる。

図-2 アレー観測点のレイアウト

表-1 観測点テーブルのパラメータ

(a) 提供機関テーブル (変数末尾ST)

パラメータ	意味	単位	フォーマット	レコード中の位置
☆ICDEST	提供機関番号		I 6	1~6
ORGNST	提供機関名		A 4 8	9~56

(注) それぞれのデータファイルでは、実際に観測した機関と提供機関と異なる場合があるので、このテーブルで定義された提供機関名は、データファイル群の観測機関名には、反映されていない。

(b) 観測地点テーブル (変数末尾ST)

パラメータ	意味	単位	フォーマット	レコード中の位置
☆ICDEST	提供機関番号		I 6	1~6
☆NREGST	観測地点番号		I 6	7~12
FLONST	観測地点経度	度	F 8. 3	13~20
FLATST	観測地点緯度	度	F 8. 3	21~28
ELEVST	基準点の高さ	m	F 8. 3	29~36
NOSMST	地震計設置点数		I 6	37~42
NOSGST	基準点地震計番号		I 6	43~48
NAMEST	観測地点名		A 3 2	51~82

(c) 地震計テーブル (変数末尾AST)

パラメータ	意味	単位	フォーマット	レコード中の位置
☆ICDEST	提供機関番号		I 6	1~6
☆NREGST	観測地点番号		I 6	7~12
☆NSPAST	地震計番号		I 6	13~18
DHRASST	基準点からの水平距離	m	F 8. 2	19~26
DVRASST	基準点との高低差	m	F 8. 2	27~34
DEPAST	設置深さ	m	F 8. 2	35~42
THEAST	真北からの角度	度	F 8. 2	43~50
NCOAST	観測成分数		I 3	51~53
NYRASST	観測開始年		I 6	54~59
NMNASST	観測開始月		I 3	60~62
NDYASST	観測開始日		I 3	63~65
NFNASST	観測終了年		I 6	66~71
NOIDSG	地震計機種番号 (5桁のベクトル)		5 I 1	73~77
NAMESG	地震計機種名等		A 5 0	80~129

表-3 強震記録テーブルのパラメータ

(a) ファイルテーブル (変数末尾SM)

パラメータ	意味	単位	フォーマット	レコード中の位置
☆FILESM	ファイル名		A 8	1~8
☆NREGEQ	地震番号		I 1 5	10~24
☆ICDEST	提供機関番号		I 8	25~32 a)
☆NREGST	観測地点番号		I 8	33~40 a)
NCOMSM	ファイル成分数		I 8	42~48 a)
NTRYSM	トリガー年		I 4	50~53 a)
NTRMSM	トリガー月		I 2	55~56 a)
NTRDSM	トリガー日		I 2	58~59 a)
NTRHSM	トリガー時		I 2	61~62 a)
NTRNSM	トリガー分		I 2	64~65 a)
FTRSSM	トリガー秒		F 6. 3	67~72 a)
△NAMEST	観測地点名		A 3 2	73~104 a)
NFGASM	修正フラグ		I 2	105~106 b)

a) データファイルのファイルヘッダ1行目と同じ。
b) NFGASM=0: 修正なし
NFGASM=1: 修正あり

(b) データテーブル (変数末尾SM)

パラメータ	意味	単位	フォーマット	レコード中の位置
☆FILESM	ファイル名		A 8	1~8
☆NOCMSM	ファイル成分番号		I 8	9~16
FMAXSM	データ最大値		F 8. 0	17~24
NDGTSM	データサンプル数		I 8	25~32 a)
DLTTSM	時間間隔	秒	F 8. 0	33~40 a)
☆NSPAST	地震計番号		I 6	41~46 a)
NCOMPST	地震計成分番号		I 2	47~48 a)
△DEPAST	設置深さ	m	F 5. 0	52~56 a)
COMPST	成分表示		A 5	60~64 a)
FUNTSM	データ単位		F 8. 0	65~72 a)
△NOIDSG	地震計機種番号 (5桁のベクトル)		5 I 1	76~80 a)
NFORSM	フォーマット表示		I 4	81~84 a)
NCORSM	補正表示		I 4	85~88 a)
OFSSTSM	オフセット値		F 8. 0	89~96 a)
DCOMSM	データコメント		A 8	97~104 a)
NFGBSM	修正フラグ		I 2	105~106 b)

a) データファイルのデータヘッダと同じ。
b) NFGBSM=0: 修正なし
NFGBSM=1: 修正あり

表-2 地震テーブルのパラメータ (変数末尾EQ)

パラメータ	意味	単位	フォーマット	レコード中の位置
☆NREGEQ	地震番号		I 1 5	1~15
NYAREQ	地震発生年		I 4	1~4 a)
NMONEQ	月		I 2	5~6 a)
NDAYEQ	日		I 2	7~8 a)
NHUREQ	時		I 2	9~10 a)
NMINEQ	分		I 2	11~12 a)
NDSEEQ	秒	0.1秒	I 3	13~15 a)
LATDEQ	震央緯度	度	I 3	19~21
LATMEQ	震央緯度	分	I 2	22~23
LATEEQ	震央緯度	0.1分	I 1	24~24 b)
LONDEQ	震央経度	度	I 4	28~31
LONMEQ	震央経度	分	I 2	32~33
LONEEQ	震央経度	0.1分	I 1	34~34 b)
NDEPEQ	震源の深さ	km	I 3	38~40
MDEPEQ	震源の深さ	0.1km	I 1	41~41 c)
FMAEQ	マグニチュード	0.1	I 2	44~45
AREAEQ	地域名		A 2 7	54~80

a) 地震番号は発生年月日時分秒の15桁整数で表わす。
b) 1981年以前は分単位までしか求められていないので、スペースになっている場合もある。
c) 1984年以前はkm単位までしか求められていないので、スペースになっている。また、現在も地震月報ではこの数値を四捨五入してkm単位で表示。
(注)
1) データに小数点は含まれていないうえスペースの場合もあるので、単位が0.1となっている場合には必ず整数数として読んだ後に単位をかける。
2) 16~18, 25~27, 35~37, 42~43, 46~53バイトは空欄(スペース)。

表-4 地震計機種番号の定義

(地震計機種番号: NOIDST=ABCDE)

- A : 換振器の種類
= 1 : 加速度計
= 2 : 速度計
= 3 : 変位計
= 4 : ひずみ計
= 5 : その他 (間隙水圧計など)
- B : 換振器の原理
= 1 : サーボ型 (速度帰還方式)
= 2 : サーボ型 (変位帰還方式)
= 3 : 圧電型
= 4 : 動電型
= 5 : 力平衡型 ()
= 6 : たすきがけ振り子式 (村松式速度計)
= 7 : ひずみゲージ型
= 9 : その他
- C : 記録方式
= 1 : アナログ
= 2 : デジタル (12ビット)
= 3 : デジタル (14ビット)
= 4 : デジタル (16ビット)
= 5 : デジタル (12ビット、オートゲインコントロール)
= 6 : デジタル (14ビット、オートゲインコントロール)
= 7 : デジタル (16ビット、オートゲインコントロール)
- D : 記録精度、ダイナミックレンジ
= 1 : 40dB以上
= 2 : 50dB以上
= 3 : 60dB以上
= 4 : 70dB以上
= 5 : 80dB以上
= 6 : 90dB以上
= 7 : 100dB以上
= 8 : 120dB以上
- E : 刻時方式
= 0 : 絶対刻時なし
= 1 : 時計、1地点独立刻時、自動校正なし
= 2 : 時計、1地点独立刻時、自動校正あり (J J Y、NHK)
= 3 : 時計、全地点同期刻時、自動校正なし
= 4 : 時計、全地点同期刻時、自動校正あり (J J Y、NHK)
= 5 : 水晶時計、1地点独立刻時、自動校正なし
= 6 : 水晶時計、1地点独立刻時、自動校正あり (J J Y、NHK)
= 7 : 水晶時計、全地点同期刻時、自動校正なし
= 8 : 水晶時計、全地点同期刻時、自動校正あり (J J Y、NHK)