



地盤情報データベース

2. 地盤情報データベースの変遷と現状

三 村 衛 (みむら まもる)

京都大学防災研究所 准教授

山 本 浩 司 (やまもと こうじ)

防災地域 地盤 環境 研究所 主席研究員

2.1 はじめに

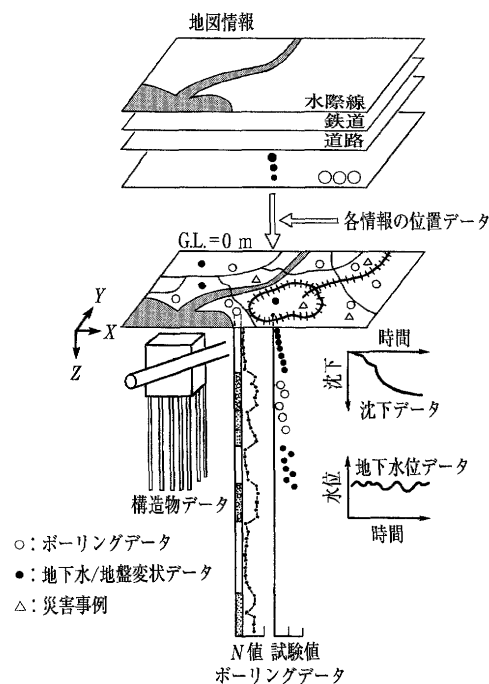
この四半世紀の間に、コンピュータ・通信処理技術が飛躍的に発達し、いとも簡単に膨大な情報を操ることができる世の中となった。そして、その巨大化した情報群の中から必要な情報を即座に入手し、さらに付加価値を引き出すことが、「情報」に対する新たな見方となった。「情報」が生み出す格差は、一昔前の“知るか知らざるか”という立場的な優位性から“使いこなせるか出来ないか”という能力的な差別化へと推移した。そのような情報戦略の中核にある情報処理技術が「データベース(DB; Database)」である。そして、その技術を“地盤”に適用したものが「地盤情報データベース」である。

地盤情報データベースは、1971年に我が国初取り組み¹⁾が報告されて以来、データベース技術の急速な発達に促されながら成長を続け、現在の成熟に至っている。そのデータベース技術自体も、情報工学分野における重要な研究テーマの一つとして開発が進められ、第1章に述べたようにコンピュータ技術・能力の急速な発達を背景に進化し、現在の情報処理システムの基礎を成す技術として確立された。その恩恵を受けて、地盤情報データベースも、現在では多数が構築されている。そのすべてが順風というわけではないが（その課題は次章以降を参照）、ともかく、ある程度のレベルまでの地盤情報データベースは容易に構築でき、利用する機能もある程度までは簡単に実現できる時代となった。このことは、コンピュータ・通信処理技術の発達をもたらした時代の産物であり、その進化の歩みが停止することのない限り、地盤情報データベースも新時代の形へと導かれ、進化を続けるであろう。その未来図は第8章を参照されたい。

本章では、現時点までに構築された地盤情報データベースの歴史的経緯と現状について、その定義、歴史と動向、構築技術、今後の課題を述べる。コンピュータの発達は急速なので、極端な話、本講座が掲載される頃にはこの内容は技術的には遺物化しているかもしれないが、“温故知新”という観点で基礎知識とされたい。

2.2 地盤情報とそのデータベース

「地盤情報」とは、図—2.1のイメージ図に示すように、広義にはボーリング調査をはじめ、地形・地質、地下水、地球物理学などの種々の地盤調査情報と、地中構造物や地盤造成履歴、地盤挙動計測等の各種情報を含む地盤に

図—2.1 地盤情報とその関係の概念²⁾

関連する情報（データ）の総称である。しかし、一般的には、狭義に、ボーリングデータを主とする地盤調査情報を指す場合が多い。また、地盤調査情報のほとんどは建設活動のための調査結果なので、報告書（紙、電子納品前）に記載されたその情報は、調査の目的が達成された後に、死蔵され、霧散することも多かった。

そのような膨大な既存の地盤情報（情報資産）を一元的に集積し、新たな建設活動や学術研究、防災検討などに再利用する技術が「地盤情報データベース」である。1960年代の地盤図（アナログDB）の時代を経て、1970年代よりコンピュータによる地盤情報データベース（デジタルDB）の時代が始まった（第3章後述）。そして、1980年代以降のコンピュータ・通信技術の発達とともに地盤情報データベースの構築技術が進展し、多くのシステムが本格的に実現された。そして、その活用技術も地図情報（2次元データ）の処理を得意とする地理情報システム(GIS; Geological Information System)や3次元表示ツール等の応用プログラム(AP; Application Program)の進化とも相まって更に発展を続けている。

2.3 地盤情報データベースの歴史と動向

2.3.1 創生期から現在

1970年代初頭に、幾志ら (1971)¹⁾が大型計算機を用いて土質柱状図のデータベース化を行ったことが、我が国における地盤情報データベースの走りである(報文内では「土質柱状図ファイル」と表現)。これには、土質名のコード化など、現在にも継承された基礎技術が示されている反面、当時のコンピュータ能力に制約されたデータ容量の圧縮や記憶媒体(カード、磁気媒体)、ラインプリンター活字による柱状図の表現など、涙ぐましい努力の跡が記されている(口絵写真—15参照)。このことは、現在の、特にここ数年にコンピュータに勤しんだ方々には想像もできないことであろう。また、報文には「残された課題」も示されている。(1)地点および標高の決定、(2)資料中の誤りの発見および訂正、(3)計算機と人間との間のすみやかな応答体系(対話)を作ることが望ましいこと、の3点が指摘されている。(3)の意味は人間の総合的判断力を生かすための支援技術のことである。驚くことに、これらは現在においても指摘される重要な課題である。

その後、1980年代に入りEWS(Engineering Work Station)やパソコン(PC; Personal Computer)が一般に普及し始め、その性能がコンパクトに向上すると、地盤情報データベースの研究開発も一気に活発化した。表—2.1に地盤情報データベース創生期(1970~1985年頃)における年譜³⁾を示す。備考欄のパソコン普及状況に対比されるように、身近なコンピュータ環境の出現に呼応して、国、自治体、大学、研究機関が一斉に地盤情報データベース開発(構築)の取り組みを始めている。そして、この内の幾つかは活動を継続・発展させて大規模なデータベースへと成長を続け、現在に至るまで有効に活用されている。

その一つが、1975年に発表された東京都土木研究所(現土木技術センター)の地盤情報データベース⁴⁾である。これは他のものよりも一足早く構築が始まり、大型計算機上で汎用のデータベース管理システム(DBMS; Database Management System)を用いて構築された。機能的にも地図上でのボーリング検索や断面図表示などの応用プログラム(AP)が既に備わっており、先駆的であった。現時点の入力ボーリングデータ数は、東京都圏に限定されるが、約7万本に達している。

西日本の代表格である関西圏地盤情報データベース⁵⁾の構築は、1983年から財大阪土質試験所(現財地域地盤環境研究所)による地盤情報DBシステム「DIG」(Database system for Information of Ground)の開発²⁾に始まる。DIGは多量の土質試験データを綿密にデータベース化するためのシステムとして開発され、20年を経た現在も関西圏地盤情報データベースの基本ツールとして機能している。現時点のボーリングデータ数は大阪湾から京阪神地区を中心に約5万本である。

運輸省港湾技術研究所(現国土交通省港湾空港技術研

表—2.1 地盤情報データベース創生期の年譜³⁾

西 暦	主な構築システム (発表年)	備 考
1970	国立防災科学技術センター (幾志ら, 1971)	
1975	GEODAS(弘原海, 1975) 東京都土研(徳善ら, 1975)	
1980	SOIL(山本ら, 1979)	パソコン出荷開始
1985	名古屋地盤(多賀ら, 1983) 川崎地質(森島ら, 1983)※ 大阪土質(諏訪ら, 1983) 運輸省港研(石井, 1985) 豊橋技科大(栗林ら, 1985)※ 建設省/JACIC(岩田, 1986) 佐賀大(岩尾ら, 1986)※ 熊本大(中山ら, 1986)※ 東北大(岩原ら, 1986)※ 八戸工大(諸戸ら, 1986)※ (以下略)	パソコン出荷 100 万台突破 EWSへ各社参入

(注) ※: PC システム

究所)においても、時を同じく、DIGと同様に海域軟弱地盤の土質試験情報をデータベース化するシステムが開発された⁶⁾。この「港湾版土質データベース」は、港湾設計への業務支援を目的に1984年から運用が始まり、初期の大型計算機からMS-DOS版、Windows版へと移行しながら、1970年頃から全国の港・空港で実施された約28300本のボーリングデータを集積している。

建設省のJACIC様式によるデータベース化の試みは、現在は国土交通省の各地方整備局内のイントラネットで運用される「TRABIS」(技術文献・地質情報提供システム; Technical Report And Boring Information System)に引き継がれている。登録されているボーリングデータは、道路、河川区域を対象に全国で約11万本となっている。なお、2008年度より、「国土地盤情報検索サイト KuniJiban」での一般・無料公開も始まっている。

このように、この時代は本格的な地盤情報データベースの基礎が構築され始めた、まさに創生期であった。

2.3.2 熟成期から最近の動向

表—2.2に、1985年以降から現在までの地盤情報データベース(または地盤情報)に関する主な動向⁵⁾を示す。このように、この数年間に、活動が急速に展開し始めている。特に、関西圏地域が20年以上の歳月をかけて行ってきた地盤研究を機軸とする活動に倣うかのように、各地域においても地盤情報データベースの構築・活用を一体的に推進する動きが活発化している(第3章に詳細)。このように地域の活動が活発化した背景には、地盤情報データベースの有用性と、資産としての価値の認知度の高まりが考えられる。特に、1995年兵庫県南部地震を契機に地震防災検討における地盤情報の重要性が再認識され、地域を網羅した地盤情報が必要とされたことで、各機関が所有する地盤調査情報をデータベース化することの重要性に発想が至ったのだと考えられる。

2007年3月にそろって提示された二つの提言、「地盤

表—2.2 地盤情報データベースに関する歴史と動向⁵⁾

年度	地盤情報に関する関西と全国の主な動向
1985	「地質調査資料整理要領(案)」作成(技術管理業務連絡会, 建設技術情報部会)
1986	運輸省港湾技術研究所が「土質データベースシステム」を作成 建設省「地質データベースシステム」開発(1988年まで) 土質工学会「地盤情報のデータベース化に関する調査委員会」設置(1年間)
1987	土質工学会関西支部・関西地質業協会「新編大阪地盤図」出版 全国地質調査業協会連合会「ボーリングデータ管理システム」開発
1988	土質工学会関西支部「大阪湾海底地盤情報データベース」構築開始 土質工学会「地盤情報のデータベース化に関する研究委員会」設置(3年間) 土質工学会「土と基礎」で「地盤情報のシステム化と活用」を特集 土木学会土木情報システム委員会報告書(建設支援のための土木情報システム)～地盤情報システムについての提言～ 全国地質調査業協会連合会「ボーリングデータ管理システム」販売 建設省各地建で地質データベースが稼動開始
1989	土質工学会中部支部「名古屋地盤データバンク研究委員会」設置 土質工学会関西支部「関西地盤調査データベース」構築開始
1990	国土庁「土地分類調査」でボーリングデータの収集開始 運輸省港湾技術研究所がパソコン用土質データベース入力システムを作成(FDによる提出義務付け) 土質工学会関西支部「大阪湾海底地盤」出版
1991	土質工学会「地盤情報のデータベースに関するシンポジウム」開催
1992	土質工学会関西支部「関西地盤」出版
1993	土質工学会「地盤情報データベースの評価と高度利用に関する研究委員会」設置(3年間) 土質工学会中部支部「地盤情報のデータベース化と将来像に関するシンポジウム」開催 日本建設情報総合センター「建設技術情報データベースの改良に関する検討」開始
1994	建設省「土木技術資料」で「建設環境データベースの開発と利用」を特集 全国地質調査業協会連合会「地質と調査」で「地盤情報データベースの現状と利用」を特集
1995	土質工学会関西支部「海底地盤—大阪湾を例にして—」と「海底地盤情報と解説CD-ROM」を発行 土と基礎で「地盤工学者のための地形・地質情報の活用入門～地質情報データベース化の現状とその利用」を特集 建設省地質調査資料のFD提出義務付け 関西地盤情報活用協議会設立(至2003年)・・・①
1996	地盤工学会北海道支部「北海道(道央地区)地盤情報データベース」CD-ROMを公開
1998	関西地盤情報活用協議会「新関西地盤—神戸および阪神間—」と「関西地層分布図—大阪平野—」出版
1999	大阪湾地盤情報の研究協議会設立(至2003年)・・・② 神戸市「神戸JIBANKUN」CD-ROMを公開
2001	関西地盤情報活用協議会「関西地盤調査情報データベース」CD-ROMを公開 国土交通省がXMLによる「地質調査資料整理要領(案)」(電子納品要領)を作成
2002	関西地盤情報活用協議会「新関西地盤—京都盆地—」出版 大阪湾地盤情報の研究協議会「バリエアの地盤と建設—大阪湾を例として—」出版 地盤工学会「ATC10:Asian Regional Technical Committee No.10 for Urban Geo-Informatics」設置
2003	関西圏地盤情報の活用協議会設立(①と②の一体化)・・・③ 地盤工学会北海道支部「北海道地盤情報データベース ver.2003」を公開
2004	四国地盤情報活用協議会設立 および 「四国地盤情報データベース」の構築開始・同CD-ROMの公開 地盤工学会関西支部「GISによる地盤情報の共有と活用に関する研究委員会」設置
2005	関西圏地盤情報ネットワーク(KG-NET)設立(③の組織再編;KG-C, KG-A, KG-Rの独立組織化) 地盤工学会九州支部「九州地盤情報共有データベース」CD-ROMを販売
2006	文部科学省科学技術振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」の研究(代表:防災科学技術研究所)開始 北陸地盤情報活用協議会設立および「はくりく地盤情報システム(仮称)」構築開始
2007	地盤工学会関東支部「地盤工学会関東支部における地盤情報共有データベース」の構築方針(案)を提案 土木研究所(地盤情報の集積及び利活用に関する検討会)「地盤情報の高度な利活用に向けて提言—集積と提供のあり方—」 産業技術総合研究所(地質地盤情報協議会)「地盤情報の整備・活用に向けた提言—防災, 新ビジネスモデルなどに資するボーリングデータの活用—」 地盤工学会関西支部「地盤情報シンポジウム(第1回)」開催 KG-NET・関西圏地盤研究会「新関西地盤～大阪平野から大阪湾～」出版

情報の高度な利活用に向けて 提言～集積と提供のあり方～」(独土木研究所・地盤情報の集積および利活用に関する検討会)⁷⁾と「地盤情報の整備・活用に向けた提言—防災, 新ビジネスモデルなどに資するボーリングデータの活用—」(独産業技術総合研究所・地質地盤情報協議会)⁸⁾は, とともに国としての姿勢を示すものである。特に, 前者は「国土交通省が目指す地盤情報の集積・利活用の課題と今後の取り組み」ともなっている⁹⁾。

また, これらの提言と並行して(または活動の中で), 2006年より文部科学省科学技術振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」の研究活動¹⁰⁾が開始された。研究では, 地震防災など社会の安全・安心と持続的発展を実現するため, 国民共有の公的財産である国土の地下構造に関する情報を収集・整理し, 表層地盤から深部に至る系統的・網羅的な統合化地下構造データベース

を構築すること, およびデータの標準化と地質と物性特性など異なるデータ間の統合化を進め, 各機関に分散したデータベースの相互利用・公開を進めるための分散管理型ネットワークシステムを開発・普及することなどが, 研究テーマとなっている。詳細は第4章を参照されたい。この活動で, 地盤工学会は「表層地盤情報データベース連携に関する研究」を担当し¹¹⁾, 地域のデータベースを連携する手段として「全国電子地盤図」を起案して全国展開を始めている¹²⁾。詳細は第3章を参照されたい。

最後に, 各自治体が構築した自己の地盤情報のデータベースについて, 情報公開の流れに即してインターネットを介した公開が進んできている。その公開内容は, 現状では柱状図データがPDFで提供される程度で未熟ではあるが, 今後の展開が注目される動向の一つである。

2.4 地盤情報データベースの構築技術

2.4.1 データベース化の技術

データベースは、コンピュータの能力を活用して様々な利用者が種々のデータを共同で利用できるように工夫した共用ファイルとして定義されるが、一般には、システムも含めて広義に“データベース”という場合が多い(第1章に詳細)。ここでは、データベースの基本概念を述べる。

(1) ファイル処理とデータベース処理

データベースとしての条件は、“プログラムとデータの独立性”が確保されていることにある。したがって、以下の説明で対比する「ファイル処理」も、第1章では広義にデータベースの範疇にくくったが、本来の意味でのデータベース処理機能は有していない。データベースを理解するには、その違いを認識する必要がある。

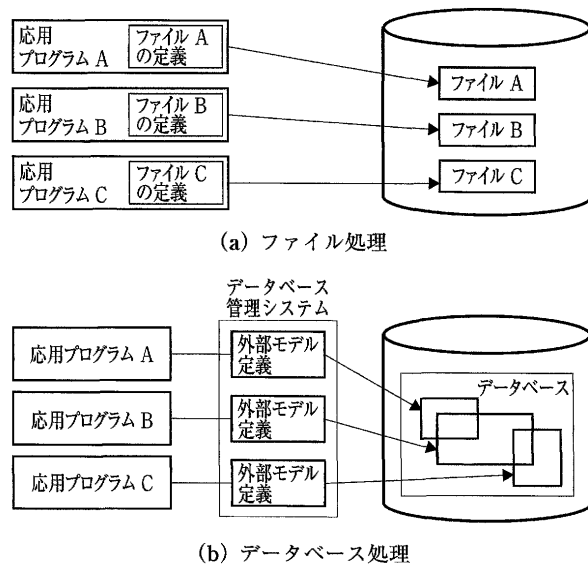
図—2.2にファイル処理とデータベース処理の違い¹³⁾を示す。また、図—2.3にデータベース・システムの三層構成法の概念¹⁴⁾を示す。データベースとは、データの共用と独立といった機能を持つ大量のデータファイル群が、一つのルールに従って、コンピュータの中(記憶媒体上)に集積されたものである。よって、データベースの基本的発想は、アプリケーション(利用者の見方である各種のデータ処理プログラム; AP)から独立してデータの管理・運用が行えることにある。

図—2.2のように、データベース処理ではデータ量の増大やデータ項目の変更に対してファイルの一元的な管理が行えるが、ファイル処理ではアプリケーション個々にファイルの定義や操作を行う必要が生じる。つまり、ファイル処理ではアプリケーション毎にファイルが作成され、その物理的定義や操作などもアプリケーションの側で行うため、それが多数の場合はデータが重複して冗長なものになる。また、ファイルを共有する場合は、物理的定義の変更に伴って、関係するアプリケーションの操作部すべてに修正が必要となる。

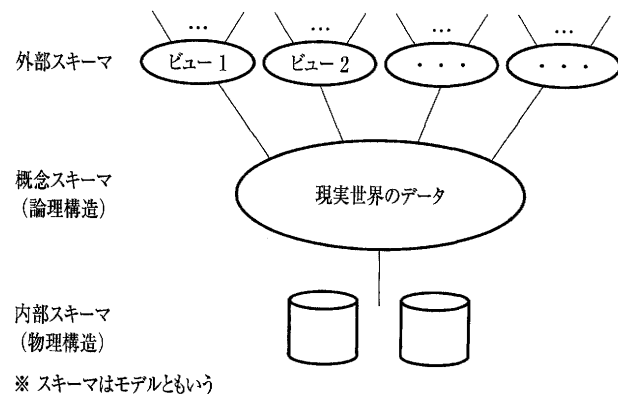
データベース処理には、図—2.3のように、データの共用と独立を実現してシステムの変更を容易にするために三層構成法の考え方がある。これは、データベースの構造を三つのスキーマ(またはモデル)に分割した三層で構成することによって、データの独立性を達成する考え方である。三つのスキーマとは、コンピュータ内部のファイル構造を規定する物理的な「内部スキーマ」、データベースの外側に位置するアプリケーションや利用者の見方(ビュー)の「外部スキーマ」、ビューを包括した現実世界のデータを論理構造化した「概念スキーマ」である。データベース処理は、このような構造を実現し、一部のビューの変更や追加に対しても内部スキーマを変更せずにシステムを使うことを可能にする技術である。

(2) データ構造のモデル

現実世界のデータ構造をモデル化してファイル(データベース)を作成する方法は、次の三つのモデルが代表的である。図—2.4に各モデルの概念図を示す。



図—2.2 ファイル処理とデータベース処理¹³⁾



図—2.3 データベース・システムの三層構成法¹⁴⁾

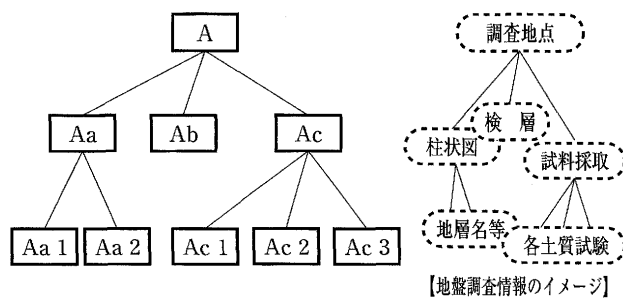
- (1) 階層型(木型)モデル
- (2) ネットワーク型(網型)モデル
- (3) リレーショナル型(関係型または表型)モデル

各モデルの違いは、データ(ファイル)間の関係の持たせ方の違いにある。それはデータ検索の自由度やデータ構造の変更・追加の容易さなどに影響する。また、現実世界のデータ構造の多くは階層的な関係にあるが、コンピュータ上では検索処理などに対して効率的なファイル構造に、その関係をモデル化することが必要となる。なお、これらの他にオブジェクトデータモデルやカード型データモデルというものもある。

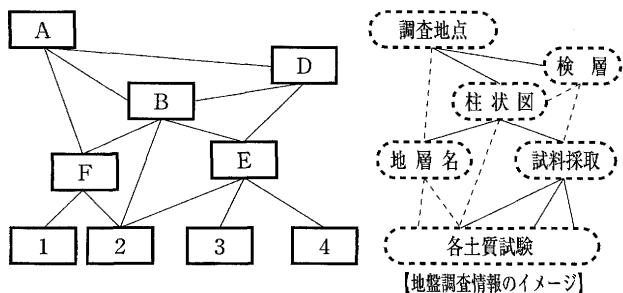
各モデルの特徴は、以下のとおりである

〔階層型モデル〕データの構造を樹木のように幹から枝が分かれていくように関係づけたもので、枝分かれ毎に階層が下位となる。よって、検索は必ず幹の第1階層のデータから始まる一方向のみである。図中右図のように地盤調査情報のつながりは階層構造をイメージできる。

〔ネットワーク型モデル〕二つのデータ間の関係を親と子の2種類と考える方法であり、1対多の対応を表す親子構造を基本にしている。親に対しては値の指定で直接その部分へ行けるようにし、構造も木構造に制限しないという形で一般化が行われており、検索の自由度は階層



(1) 階層型モデル



(2) ネットワーク型モデル

【調査ラベルの表】

調査件名	調査No.	座標 X	座標 Y	調査会社	コード	..
〇〇建物基礎調査	No.1	135.658°	34.987°	□調査(株)	B001	←
〇〇建物基礎調査	No.2	135.656°	35.002°	□調査(株)	B002	

【調査内容の表】

コード	調査地住所	調査会社	調査長	地盤高	孔内水位	..
B001	大阪市北新町	□調査(株)	103.5m	TP5.2m	GL-1m	
D002	大阪港地先	△コンサル	55.2m	TP-8m	-	

(3) リレーショナル型モデル

図-2.4 データベースの代表的なデータモデル

型よりも高い。同右図のように地盤調査情報をネットワーク化するには、調査の時点ではつながっていない情報間の関係を新たに付加することになる。この関係付けは後天的なので、作業が複雑となる場合が多い。

【リレーショナル型モデル】データを表の形で表現したものであり、他のモデルにおけるデータ間の関係の非対称性が解消されている。よって、リレーショナル型モデルは、他のモデルに比べてデータの独立性と利用者の見方に対する自由度が高く、データ項目の追加・変更といった増殖性も容易であり、非常に優れたモデルであると評価されている。図は地盤調査情報の一部を例示したものである。このように、データの階層性を個々の表に置き換えることで、検索の自由度が高い効率的なデータベースとなる。この例ではコードが両表をつなぐキーの一つとなっている。ただし、地盤調査情報の現実世界のデータ構造は、階層型やネットワーク型のモデル構造に近いので、データ入力の方法を工夫する必要がある。

2.4.2 地盤情報データベースの構築方法

ここでは、具体的に地盤情報データベースの構築方法について、ボーリング調査情報のデータベース化を取り上げ、著者らが関西圏地盤情報データベース⁵⁾に発展したシステムの構築で行ったモデル設定等²⁾を解説する。データベース形式はリレーショナル型モデルを基本としている。データベース設計の一例として参考にされたい。

(1) 現在の地盤情報データベースの基礎

地盤情報データベース（ボーリング DB）の構築が本格化した1980年代を振り返り、現在のデータベースの基礎を学ぶ。現在の地盤情報データベースのほとんどは先人達が熟考した設計図上で構築が始まったものであり、20年以上を経過した今も機能する技術の骨格である。

当時、ボーリング調査情報のデータベースを構築する方法は、集積するデータの範囲から大きく2分された。一つは、ボーリング柱状図（地層、 N 値）を主体としたデータベース化を行うもので、土質試験データを扱う場合は試験結果一覧表の情報程度（代表値）を対象としていた。もう一つは、柱状図から土質試験・検層データの詳細に至るまでをデータベース化するものであった。前者は、陸域の地盤を対象としたものに多く、当時のデータベース化の主流であり（現在も同様）、既に完成度の高いデータベース⁴⁾が構築されていた。一方で、後者のようなタイプは海域の軟弱地盤を対象とした数例^{2),6)}が見られる程度であった。

システムの構成においても二つの指向があった。一つは大型汎用コンピュータを用いたもので、もう一つはパソコン（PC）やEWSを用いたものであった。前者は、データベースを管理するシステムを汎用 DBMS に委ねるケースが多く、実用化された地盤情報データベースの主流であった。後者は、パソコンやEWSの能力（演算速度、記憶容量、外部記憶補助装置）の急速な発達とともに構築が始まったもので、当初は、狭く限られた地域や小容量のデータベースに多く、DBMS も独自に開発する必要があった（現在は市販・提供されている）。関西圏地盤情報データベースは、後者の独自開発のシステム DIG²⁾ の上で構築され、現在もその方式が継承されている。また、その頃よりパソコン用の汎用 DBMS の提供も始まり、システム化が試みられ始めた¹⁵⁾。現在はパソコン能力の増大とともに、その垣根はほぼ消え去った。

いずれにしても、地盤情報データベースはあらゆる情報を利用者に提供できることが理想なので、その構築では集積するデータのモデル設計が重要な位置を占めることになる。しかしながら、現実には多種の情報をデータベース化するには極めて多くの労力を要するので、情報の利用頻度（または重要度）や経済性の面から入力情報を制限することが行われる。システム（DBMS や AP）についても、構築するデータベースの目的に即したシステムを独自に開発するには相当の労力と技量を要するため、汎用 DBMS を用いてハード依存型のデータベースを構築することが多い。そのような事情は、現在も大き

講 座

くは変わらない。入力情報の面からは、例えば、圧密試験のデータがなければ圧密沈下予測はできないが、そのことを目的に置かなければその情報は割愛される。システムの面からは、汎用 DBMS は簡便にデータベースが実現できるが、コンピュータの機種 (OS) を限定するためにコンピュータを更新する度にシステムを再構築する必要がある。また、地盤情報データベースは種々の情報処理を行うための機能も様々に付加されるため、ハード依存型のシステムはコンピュータ技術の進歩に即応して機能を改善できないばかりか、システム自体の寿命を維持できない場合もある。DBMS 等の独自開発を行う環境は、EWS が身近になり、パソコンとともに高性能・高性能化が加速し始めた頃より十分に整っている。

(2) データモデルの設計

地盤情報データベースの特徴は、扱うデータの種が多く、用途が多様で、表示・解析機能の利用頻度も高いので、データの独立性を保つことが重要であり、高度なシステム化が必要とされる。反面、新たな地点の情報が追加されることはあるが、一度入力された情報の更新はまれで主に読み出し専用に使われるシステムである。

現在の地盤情報データベースのほとんどは、扱う情報に違いはあるもののリレーショナル型またはその思想に準じたデータモデル設計がなされている。ここで、対象とする地盤情報をどのように選択し、各データ項目をどのように表の関係に置き換えるかが第一の課題である。後者のモデル化では、まず最初に現実世界の地盤調査・試験情報を概念的にモデル化するが、軸となる情報 (柱状図データ等) については、いずれもほぼ同様な考え方が導入されている。つまり、地盤調査情報は、「調査地域→調査地点→(地層→) 深度→試験・検層データ」の順に情報がつながっているため、この特性に従ったモデル化が行われている。著者たちは、その関係の枠組みの表現として地盤調査情報を次の 3 種に大別した。

- ① 調査内容に関する情報 (ラベルデータ)
- ② 柱状図 (地層, N 値), サンプリング, 原位置試験, 物理検層の各情報
- ③ 土質試験情報 (物理試験, 一軸圧縮強度試験, 三軸圧縮強度試験, 圧密試験など)

各々の地盤情報は、調査地域の下に位置し、それぞれが「地点毎」または「地点→深度毎」に一つにまとまる組を形成するので、①→②→③の階層順に関係づけられる。そして、データベースの内部では各組を一つの表にモデル化し、リレーショナル型のデータ (ファイル) 構造とすることができる。例えば、「地層情報」は各地層が堆積する深度毎に土質名と色調、混入物等を 1 組とし、「土質試験情報」はサンプリング深度毎に各試験データを 1 組として、表の形式にモデル化できる。このモデルの中で元のデータ構造を再現するには、階層関係をたどって各表の結合を行えばよい。

図 2.5 に、地盤調査情報のモデル化 (表の関係) の事例²⁾を示す。図中の枠で囲まれた各々が一つの

情報モデル (表) を示しており、各表の間には従属関係が階層づけられている。この時点で、従属関係は 0~3 の 4 ランクが設定してあり、将来的に「→」や「↓」の位置に新たな情報モデルを追加することも可能である。各モデル (表) の入力データの項目と内容は、文献⁵⁾に詳しく述べられているので参照されたい。なお、各表間のリンク (連結) は、各データ項目に付したユニークなキーコードを介して行われる。また、各表のデータ項目の内、数値データについてはデータベース化のための加工は必要としないが、文字データについては AP が判別処理を必要とするデータに対してはコード化が行われる。例えば、地層情報の土質・岩相名、色調、混入物、成状、地質年代にはコード化を施すことが一般的である。例えば、土質名は、[砂質粘土] を [CLSA] や [0102] のように処理している。このことは、創生期におけるコンピュータ記憶容量の不足に対処するという歴史的な名残でもある。

(3) データの入力と管理

設計したデータモデルに従って、その箱 (ファイル) の中にデータを入れる作業を「入力」という。この作業にデータベース構築のほとんどの時間が費やされる。最近では、電子納品化¹⁶⁾が進んでいるので、直接コンバートできるものは作業時間が大幅に軽減できるが、調査報告書の紙資料上のデータは手作業で入力することになる。ここで留意すべきことは、作業量が膨大であるがゆえに、入力データの品質管理が何よりも重要なことである。

著者らは、パソコンを用いる入力ソフトを作成し、対話形式による直接入力の方式を採用した。情報を順不同に入力できるように工夫して入力作業の効率化を図るとともに、入力データの品質管理を補助するために入力日時や入力作業状況を記録する機能や、誤入力に対する警告を行う機能等を付加している。この一連の入力手順と品質管理の流れは、図 2.6 と以下のとおりである。

まず、資料収集の時点で整理した地盤調査報告書の情報 (実施機関、調査会社、調査時期等) と各ボーリング

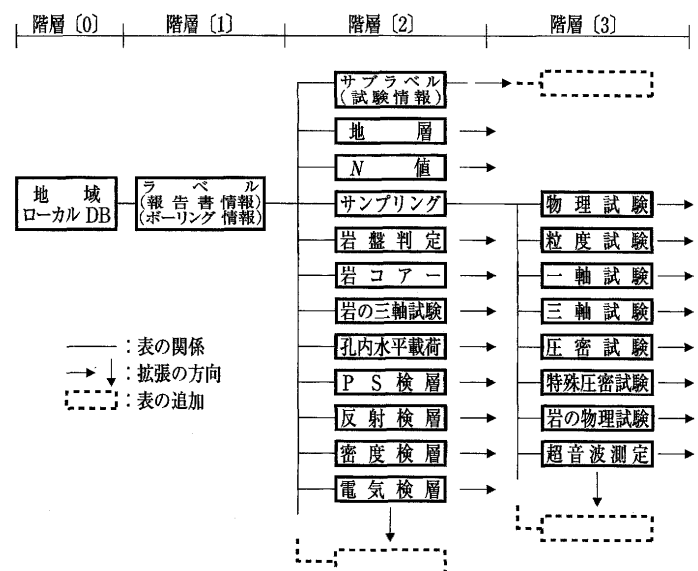


図 2.5 地盤調査情報のモデル化 (関係表のつながり) の事例²⁾

調査の内容に関する情報（調査位置、孔口標高、調査長、試験実施項目等）を簡易な資料管理データベース（パソコン版の汎用 DBMS）に予備入力する。このすべてのボーリング調査のラベル情報より、優先的に入力するボーリングを選定する。そして、選定したボーリングの調査・試験データを用意された入力項目毎にパソコン上で入力ソフトを用いて小さなデータベースの器に入力する。なお、各ボーリングの位置情報について、以前は 1/1 万、1/2.5 万の地形図を用いて原資料の位置図から調査位置を転記しデジタイザで座標を読み取って入力していたが、現在は GIS 等を用いている。ちなみに、調査位置の作業上の精度は 1/1 万地形図の場合は 5～10 m である。

また、入力データの品質（データベースの信頼性）の確保にも留意している。品質を劣化させる要因としては、入力時のミス、原資料の記載ミス、調査・試験のミスがある。入力時のミスは、入力作業時の品質管理で対処できるので、図—2.6 に示す 3 段階の工程により対処している。まず、①入力後に原本との照合確認を行って誤入力を修正する。次に、②チェックプログラムにより入力データの整合性をチェックして修正を行う。そして更に、③各種 AP を用いて入力データを図化し、目視により整合性を確認する。一方で原資料の記載ミスや調査・試験のミスについては、明らかな間違いは修正が可能であるが、微妙なものや、それを判断する情報が不足している場合は、対応は困難である。このようなデータは、データベースを利用する中で間違いと判断された時点で、削除あるいは修正を行う。その点で、地域地盤研究はデータベースの品質向上にも寄与している。なお、調査・試験そのものの品質不良の問題もあるが、ここでは誌面の都合で割愛するので、文献^{17),18)}等を参照されたい。

(4) 情報処理機能の付加

データベースという箱に入れた地盤情報を取り出すために、①基本的な出力機能（従来は手作業で行っていた処理の効率化）、②応用的に様々な活用システム（AP）と連携する機能を付加して、データベースが完成する。

①については、位置図上や調査内容によるボーリング検索、リスト・テキストファイル出力、図化出力（地層断面図、深度図、相関図、圧密関係図、物性値模式表示

図など）を行う基本機能である。口絵写真—16～18 に、幾つかの事例を示したので参照されたい。また、②については、地盤特性の抽出、地層同定データベース作成、設計地盤定数の設定、広域的な地震動・液状化予測などの活用を支援する応用プログラムである。第 5～7 章に、その活用事例の一部を紹介するので参照されたい。

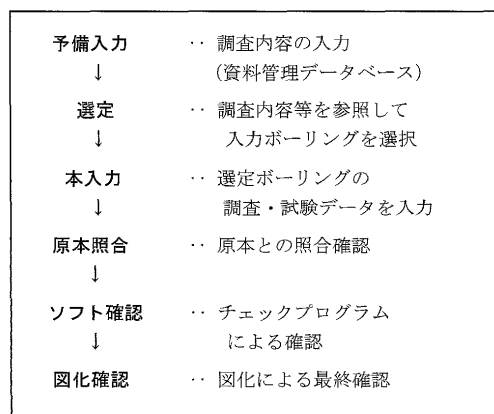
2.5 現在の地盤情報データベースの課題

最後に、現在の地盤情報データベースの課題として、高精度・高品質化への取り組みについて、関西圏の活動に触れておきたい。関西圏では約 20 年の歳月をかけて大阪平野等のボーリング調査情報のデータベース化を行い、地域地盤研究⁵⁾などに広く活用してきた。この成果は地盤情報データベースの有用性を具体的に示唆するものだが、それは“情報量”に基づく展開であった。今後は情報の質を高めて活用の範囲を広げるために、“情報の質を補い向上”させる活動に取り組んでいる。

関西圏地盤情報データベースの約 5 万本のボーリングデータは、過去 50 年間の調査データの集積である。この間にはサンプリング技術や土質試験法の改善と基準化が進められてきた時代的な背景があり、データには年代的な品質格差が内在している^{17),18)}。また、データ密度は、軟弱粘土層が厚く堆積する海域の調査では連続的に 1.5 m 前後の間隔で試料採取が行われ土質試験も豊富であるが、陸域では 3 m 間隔程度の調査（地層の上、中、下）が主であり、土質試験の密度が疎である。データベースに集積された地盤情報は建設活動のための調査が主なので、質的にその品質・密度の範囲を上回することはできない。また、堆積環境を知るための地質分析の情報も不足している。したがって、この情報レベルを補い向上させることが、地盤情報データベースの活用範囲を広げ、その効果を高めるうえで更に必要な要素である。

そのデータベースの情報を質的に向上させるには、地域に基準となる精緻な地盤情報（土質・地質分析）を付加することが有益である。地域の地盤特性を抽出する手順を例にとれば、口絵写真—19 に示すようである。つまり、図中において、レベル 1 の少数情報では各地点の地盤情報が提供されるが周辺の地盤像は不明である。レベル 2 では、情報量の増加（データベース）により、周辺の成層状況が浮び上がってくる。レベル 3 では、地層のつながりを解釈して同定することにより地層の分布状況が情報化される。レベル 4 では、既往の地盤情報の範囲で地層の堆積状況が推察される。この例では、粘土層が海成層であることが知識化されているので、液性限界の深度分布から間接的に左側の粘土層部分が河川浸食により削剥されたと推察されるが、その解釈は地質学的な堆積環境の情報に裏づけされたものではない。したがって、レベル 5 で、右端の情報のような詳細な土質試験や地質分析情報が加わることにより、この解釈が確定される。

そのような観点から、詳細な地質分析・土質試験情報をデータベースに付加するために、基準ボーリングに取



図—2.6 データベースへの入力手順の例⑤

講 座

り組んでいる。詳細は文献⁵⁾を参照されたい。

2.6 おわりに

地盤情報データベースの開発は、ボーリングデータを提供するプロジェクト主体の協力と、先達の献身的な努力によって支えられてきた。したがって、現在この課題に携わっている我々もこれを国民共有の財産として次世代に引き継いでいく義務を負っている。そして今後は、地盤情報データベースを、より使いやすく、かつ有用なものにしていくために、必要な情報が過不足なく格納され、ユーザーフレンドリーな使用環境を持たせた品質の高いものにしていくことが重要なミッションとなる。

IT 情報技術の進歩の速度は目覚ましいものがあり、今日の技術は明日には陳腐化し、より高度で便利なシステムが構築されていく。こうした技術の下支えにより、電子地図やグーグルアース (Google Earth) 等に代表される地上のデータは、高精度で視覚的な製品として我々に提供されている。地図では目的地に到達できない人でもカーナビゲーションに誘導されれば「自分で考えたり判断したりすることなく」アクセスできるという事実は、可視化の威力を余すことなく証明している。その意味では、地下の地盤の可視化が地盤の理解を大きく前進させ、地盤工学や地盤防災に大きく貢献することも容易に想像できる。

一方、ボーリングデータを集めて電子化すれば直ちに有益なデータベースになるわけではないし、地盤情報データベースができれば地下構造が正確に可視化できるわけでもないことも強調しておきたい。地上で切盛りによる土地の改変があるように、地下では堆積や削刻による自然の切盛りの痕跡が地盤を形作っており、さらには断層活動による大きな構造変化も内蔵している。当然同時代の地層であっても強度変形特性に違いが現れることになる。したがって、高品質の地盤情報データベースを構築するためには、地形、地質、地盤工学など多角的な視点に基づいた高度な解釈 (interpretation) が不可欠である。また、こうしてできあがった地盤情報データベースを使って地下構造モデルを作成する場合にも、ボーリング間の補間やボーリングデータの無い地点の外挿が必要となり、その際にやはり地盤の高度な解釈が求められる。つまり、地下地盤情報のデータベース化やモデル化とはボーリングデータの集積、電子化、入力という単純作業ではなく (もちろん非常に重要なパーツではあるが)、学際的な地盤研究によって作り上げていく高度に知的な営みであることを認識すべきである。

第3章以降で紹介されるが、地盤情報の整備と活用は国レベルのプロジェクトとして動き出している。地域や機関を横断する情報ネットワークも構築されることになっており、比較的容易に多くの地盤情報データベースに自由にアクセスできる環境が整えられる。これを契機と

して、地盤研究や地域防災に有効に活用されるような、質の高い地盤情報データベースが各地域で構築されることが期待される。

参 考 文 献

- 1) 幾志新吉・菅原正己・清水良作：電算機による都市地盤土質柱状図資料の一検索法 (第一報), 土と基礎, Vol. 19, No. 4, pp. 23~30, 1971.
- 2) 山本浩司・岩崎好規・諏訪靖二：地盤情報データベースシステムの開発と大阪地域地盤への適用, 土質工学会「地盤情報のデータベースに関するシンポジウム」発表論文集, pp. 143~150, 1991.
- 3) 土質工学会・地盤情報のデータベース化に関する研究委員会：委員会報告 I, 地盤情報のデータベース化に関するシンポジウム論文集, pp. 1~7, 1991.
- 4) 石村賢二・中山俊雄：地盤情報システムにおける地盤柱状図データベース化, 昭和61年度東京都土木技術研究年報, pp. 259~266, 1986.
- 5) KG-NET・関西圏地盤研究会：新関西地盤一大阪平野から大阪湾一, pp. 296+pp. 66(資料), 2007.
- 6) 石井一郎：土質データベースシステムの開発について, 運輸省港湾技術研究所港湾技研資料, No. 515, 1985.
- 7) 土木研究所・地盤情報の集積および利活用に関する検討会：「地盤情報の高度な利活用に向けて 提言 ~集積と提供のあり方~」, 10p., 2007.
- 8) 産業技術総合研究所・地質地盤情報協議会：「地盤情報の整備・活用に向けた提言ー防災, 新ビジネスモデルなどに資するボーリングデータの活用ー」, 38p., 2007.
- 9) 五道仁実：国土交通省が目指す地盤情報の集積・利活用の課題と今後の取り組み, JACIC 情報, 86号, 日本建設情報総合センター, Vol. 22, No. 2, pp. 28~32, 2007.
- 10) 藤原広行：統合化地下構造データベースの構築に向けて, シンポジウム 統合化地下構造データベースの構築に向けて 予稿集, 防災科学研究所, pp. 9~22, 2007.
- 11) 安田 進・藤堂博明：表層地盤情報データベース連携に関する研究, シンポジウム統合化地下構造データベースの構築に向けて予稿集, 防災科学技術研究所, pp. 35~40, 2007.
- 12) 三村 衛・山本浩司・安田 進・藤堂博明：表層地盤の電子地盤図作成について, 第2回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」データベースの連携で築く公共の地盤情報 予稿集, 防災科学技術研究所, pp. 31~36, 2008.
- 13) 山本嘉一郎・諏訪靖二・山本浩司ほか：新編大阪地盤図第5章 地盤情報のデータベース化, 土質工学会関西支部, コロナ社刊, pp. 65~79, 1987.
- 14) 上林弥彦：データベース・システムの基礎, bit 別冊, 最近のデータベース・システムとその応用, 共立出版, pp. 16~37, 1984.
- 15) 山本浩司・諏訪靖二・山本嘉一郎：汎用 DBMS を用いたパーソナルコンピュータによる地盤情報データベースの作成, 土木学会第42回年次学術講演会, 第Ⅲ集, pp. 640~641, 1987.
- 16) 国土交通省大臣官房技術調査課監修：地質調査資料整理要領 (案), 財団法人建設情報総合センター, 2002.
- 17) 奥村樹郎：粘土のかく乱とサンプリング方法の改善に関する研究, 港湾技研資料, No. 193, 1974.
- 18) 山本浩司・諏訪靖二・大西翼美：軟弱地盤における土質調査の品質について, 土質工学会「昭和63年度サンプリングシンポジウム」論文集, pp. 9~14, 1989.
- 19) 山本浩司・濱田晃之：地盤情報データベースの活用における今後の課題, 第41回地盤工学研究発表会, 2006.