地震防災のための統合化地下構造データベースの構築

大井昌弘¹⁾、藤原広行²⁾、河合伸一³⁾

1) 正会員 独立行政法人 防災科学技術研究所、主任研究員 博士（工学）

e-mail : ooi@bosai.go.jp

2) 正会員 独立行政法人 防災科学技術研究所、総括主任研究員 博士（理学）

e-mail : fujiwara@bosai.go.jp

3) 非会員 独立行政法人 防災科学技術研究所、主任研究員 博士（理学）

e-mail : kawai@bosai.go.jp

要 約

本研究では、地震防災に資することを目的として、表層から深部に至る地下構造の地球物理学的情報と地質学的情報を統合的に収集・管理するとともに、利用者が広くデータを利活用できる統合化地下構造データベースを構築した。各機関が保有している地下構造データベースの相互利用やデータ公開を促進するため、データの標準化を行うとともに、ネットワーク経由でデータベースを統合化できる分散管理型システムを開発した。分散管理型システムを用いた「ジオ・ステーション」では、各機関が管理している地下構造データベースと連携しているため、利用者は同じ背景地図上で各機関のデータを閲覧することが可能となった。

キーワード： 地下構造、データベース、統合化、分散管理、メタデータ

1. はじめに

我が国では、過去、膨大な地下構造調査が実施されているが、それらデータは限定された目的以外に活用されることなく、死蔵の状態にあるものも少なくない。また、一部のデータは散逸の危機にあるが、我が国には地下構造に関するデータを網羅した全国的なデータベース自体が存在していないという問題がある。地下構造に関するデータの散逸を防ぐとともに、誰もが利用可能なデータベースを構築して公開することは重要な課題である。しかし、地下構造に関するデータは、様々な目的を持った調査結果から得られるため、各府省、地方自治体、関係機関等に散在しているデータを統合化して利用可能にするためには、これら機関の連携が必要不可欠である。

こうした背景のもと、平成18年7月から開始された科学技術振興調整費重要課題解決型研究「統合化地下構造データベースの構築」¹⁾（研究代表機関：独立行政法人防災科学技術研究所）では、地震防災に資することを主たる目的として、表層から深部に至る地下構造の地球物理学的情報と地質学的情報を統合的に収集・管理するとともに、利用者が広くデータを利活用できる統合化地下構造データベースの構築を実施した。

時を同じくして、平成19年3月に地盤情報データベース構築の必要性に関する2つの提言が公表された。国土交通省の「地盤情報の集積および利活用に関する検討会（委員長：小長井一男）」では、「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～」²⁾を取りまとめ、その中では国土交通省が所有する地盤情報を広く国民に提供することが盛り込まれている。国土交通省では、この提言を受けた取り組みとして、平成20年3月から国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」³⁾においてボーリングデータの公開を開始した。平成24年11月15日現在、北海道開発局、東北から九州までの各地方整備局、内閣府沖縄総合事務局、そして港湾空港関係が保有するボーリングデータが公開されており、総計で約110,500本となっている。また、独立行政法人産業技術総合研究所が主催する地質地盤情報協議会では、「地質地盤情報の整備・活用に向けた提言 ―防災、新ビジネスモデル等に資するボーリングデータの活用―」⁴⁾を取りまとめ、その中で、地質地盤情報は国民が共有すべき社会的資産・知的基盤情報として位置づけられ、データベースを構築し、その利活用に向けた新ビジネスモデル創出の必要性が指摘されている。

地下構造に関するデータベースの構築は、昭和46年に国立防災科学技術センター（現、独立行政法人防災科学技術研究所）が大型計算機による土質柱状図ファイルの整備⁵⁾を実施しており、地方自治体では、東京都土木技術研究所（現、東京都土木技術支援・人材育成センター）が昭和50年に大型計算機を用いて、地図上でボーリングデータの検索等ができる先駆的なシステムを開発している⁶⁾。東京都では、現在に至るまで継続的にボーリングデータを集積しており、平成19年3月から「東京の地盤（Web版）」でボーリングデータを公開している⁷⁾。また、建設省（現、国土交通省）では、昭和61年から整備された「技術文献・地質情報提供システム（TRABIS）」が地方整備局内のイントラネットで運用されており、運輸省の港湾技術研究所（現、独立行政法人港湾空港技術研究所）では、昭和59年から整備された「港湾版土質データベース」が港湾施設の設計等に活用されている⁸⁾。

平成13年の情報公開法の施行後、東京都や千葉県をはじめとする地方自治体では、ボーリングデータをWeb公開しているが、公開データはそれぞれの地方自治体が所有するものに限定される。例えば、神奈川県川崎市内では、川崎市の「川崎市地質図集」、神奈川県の「かながわ地質情報MAP」、国土交通省の国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」において、各機関が所有するボーリングデータがWeb公開されているため、利用者が川崎市のある地域のボーリングデータを閲覧する際、3機関のWebサイトにアクセスしなければならない。各機関が個別にWeb公開しているボーリングデータが同じ地図上で表示できれば、利用者はボーリングデータの検索や閲覧の利便性が向上することになる。

「統合化地下構造データベースの構築」では、参画機関である独立行政法人産業技術総合研究所、独立行政法人土木研究所、社団法人地盤工学会に加えて、地方自治体等が保有している地下構造に関するデータの相互利用や公開を進めるため、データの標準化を行うとともに、ネットワーク経由でデータを統合化して利活用できる分散管理型システムの研究開発を実施した。分散管理型システムを用いた「ジオ・ステーション」の構築により、ジオ・ステーションに登録された参画機関や地方自治体のデータが同じ地図上で一元的に表示されるとともに、メタデータを用いた連携機能の開発によって、地方自治体がWeb公開しているボーリングデータも同じ地図上で一元的に表示できるようにした。また、地方自治体において死蔵や散逸の危機にあるボーリングデータの電子化やジオ・ステーションによる公開を支援するソフトウェアを開発した。さらに、本研究を支援するため、「地下構造データベース構築ワーキンググループ」⁹⁾を設立し、データの利活用や法的整備等について検討を行った。

2. 分散管理型システム

本研究では、地下構造に関するデータを「国民共有の公的財産」と位置づけ、その利活用の幅を広げることを目指すと同時に、「統合化」という言葉をキーワードとしたデータベースの開発を実施した。この「統合化」には、図1に示すように、次の6つの観点からの統合化が込められている。

- ① 多機関のデータベースの統合化
- ② 全国のデータの統合化
- ③ オリジナルデータからモデルデータまで

図1 統合化のイメージ

のデータ内容の統合化

- ④ 浅部から深部までの深さ方向の統合化
- ⑤ 地質、物性値等の情報の質的統合化
- ⑥ ネットワークを介した分散管理による統合化

地震防災に係わる研究や政策立案において、各機関の保有する地下構造に関するデータが統合化されたデータベースの存在は有益である。また、データの標準化・統合化や公開・利活用の促進は、データの有効利用のためには不可欠である。地下構造に関するデータを保有する機関は、国内に多数存在しており、地盤情報データベースや地質情報データベースなどの基礎データベースが個々に整備されつつある。地下構造に関するデータが利用者側で統合化されることは、地震災害低減に資する調査研究への活用のみならず、各機関が保有するデータそのものの価値を高めることにつながるものである。これら基礎データベースを統合化する仕組みとして、分散管理型システムの開発を実施した。

多くの機関が継続的に参加するためには、導入、維持、メンテナンスに係わるコストダウンとデータの相互利用や運用の確保が必要となる。そこで、分散管理型システムでは、次のコンセプトに基づいた開発を実施した。

- ① 採用するソフトウェアはオープンソースとする。
- ② ポータルサイトの設置により各機関は自前のデータのみ管理責任を持つようにする。
- ③ データの配信では国際標準規格であるWMS（Web Map Service）/WFS（Web Feature Service）を採用する。

各機関のデータベース上にある地下構造データをポータルサイト経由で一元的に公開するため、分散管理型システムの開発では、GISエンジンはMapServer、空間データベースはPostGIS/PostgreSQL、WebサーバはApache、OSはLinuxという代表的なオープンソースソフトウェアを採用した。分散管理型システムのシステム構成は、図2に示すように、データベース管理サーバとポータルサイトから構成されている。

図2 分散管理型システムの概念図

2.1 データベース管理サーバ

データベース管理サーバは、図2に示すように、各機関が保有する地下構造に関するデータをデータベースに登録して管理する機能に加え、WMS/WFSによるデータの配信機能やデータのダウンロード機能が整備されている。また、ポータルサイトへ登録する際の事前チェック用として、地図上で地下構造データの表示や検索を行うことができる機能も整備されている。

データベース管理サーバで提供される機能は、以下のものである。

① データベース管理機能

地下構造に関するデータを変換して、サーバのデータベースに登録や更新を行う。管理は、ブラウザを用いたHTTPアクセスによるリモート管理を基本とする。

② 地理情報配信機能

データベースに登録された空間データをWMS/WFSで配信する。

③ ダウンロード機能

ポータルサイトからの要求に従い、データをダウンロードする。

2.2 ポータルサイト

ポータルサイトとは、Webサイトの入口であり、地下構造に関するデータを名称、カテゴリー、エリア、住所などで検索することが可能である。ポータルサイトの構築によって、各機関の地下構造データベース上にあるデータのサービスが統合されるため、利用者はInternet Explorer等のWebブラウザでポータルサイトにアクセスすることにより、各機関のデータの検索やダウンロードをすることができるようになる。ポータルサイトでは、図3に示すように、各機関のデータベース管理サーバから配信されるボーリングデータ、メッシュデータ、WMS/WFS情報、カタログ情報に対して、統括的な管理や表示・検索・情報提供などを行っている。また、他機関がWeb公開している地下構造データと連携するため、ボーリングデータや物理探査データのメタデータ、インデックスデータ、WMS/WFS情報の登録が可能である。

ポータルサイトで提供される機能は、以下のものである。

図3 ポータルサイトのシステム構成図

- ① データベース管理機能
登録されているデータを管理する。
- ② 情報検索機能
ボーリングデータ等に対して空間検索や属性検索を行う。
- ③ ダウンロード機能
検索結果に該当するデータをダウンロードする。
- ④ マッピング機能
利用可能な空間情報データを地図上に重ねて表示する。
- ⑤ ボーリングデータクエリ機能
照会機能により、地図上のボーリングデータをクリックすると、ボーリングデータの情報を表示する。
- ⑥ ジオコーディング機能
都道府県名、市区町村名、大字・字名をプルダウンメニューで選択すると、その住所を中心にして所定の拡大率で地図が表示される。
- ⑦ 情報提供機能
登録されているボーリングデータやWMS/WFSの情報等をリスト表示する。

3. ジオ・ステーション

地下構造データベースの分散管理では、図4に示すように、データを提供する機関は複数となるため、分散管理型システムを用いた「ジオ・ステーション (Geo-Station)」、<http://www.geo-stn.bosai.go.jp/>」を防災科学技術研究所に構築して、平成21年9月からデータ公開を開始している。

ジオ・ステーションによって公開されるデータは、ボーリングデータに加えて、模式柱状図モデル、メッシュデータ（微地形区分、地盤モデル）、メタデータ（物理探査、ボーリング柱状図）、インデックスデータである。また、ジオ・ステーションでは、WMSでデータ配信しているサイトを登録することで、背景図として表示することも可能である。例えば、産業技術総合研究所が配信しているWMSサービスをジオ・ステーションに登録することにより、地質図を背景図として利用することができる。

図4 ジオ・ステーションによる地下構造データベースとの連携

3.1 ボーリングデータの公開

ボーリングデータは、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、土木研究所ともに、国土交通省の地質・土質調査成果電子納品要領（案）の平成16年6月版¹⁰⁾もしくは平成20年12月版¹¹⁾に準拠したボーリング交換用データ（XML形式）で公開している。ボーリングデータの標題情報に関しては、表1に示すように事業・工事名、調査名、発注機関、調査会社、技術者名などの項目は公開するが、調査会社の電話番号等は非公開としている。ジオ・ステーションには、標題情報とコア情報とともに、検索に必要な情報が登録されている。調査会社の管理技術者やボーリング責任者等の技術者名は、地質調査の品質保証となる情報のためボーリングデータには記載されているが、個人情報の観点から技術者名で検索することはできない。

ジオ・ステーションには、防災科学技術研究所の強震観測網K-NETと基盤強震観測網KiK-netのボーリングデータ、産業技術総合研究所の地質標準ボーリングデータ、そして国土交通省の国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」で公開されているボーリングデータが登録されており、図5に示すように、他機関のボーリングデータを同じ地図上で表示することが可能である。ボーリングデータの検索では、位置情報、孔口標高、総掘進長、孔内水位などの値による検索に加えて、土質試験結果の有無による検索が可能である。また、利用者は、選択した土質試験結果の試験項目を柱状図の標準貫入試験の欄にグラフ表示することもできる。ボーリングデータは、柱状図表示や任意の断面線に対する対比図表示に加えて、データのダウンロードも可能である。

表1 ボーリングデータの項目

	項目	提供項目
柱状図	標題情報	事業・工事名、調査名、調査目的、調査対象、ボーリング名、緯度・経度、調査位置、発注機関、調査期間、調査会社、技術者名、孔口標高、総掘進長等
	コア情報	土質岩種区分、色調、観察記事、標準貫入試験等の原位置試験結果等
土質試験結果	土質試験結果一覧表	地点名、緯度・経度、試料番号、採取番号、採取深度、試験結果等

図5 ジオ・ステーションの画面例 (<http://www.geo-stn.bosai.go.jp/>)

（青：防災科学技術研究所のボーリングデータ、赤丸：産業技術総合研究所のボーリングデータ、黄丸：国土交通省のボーリングデータ、茶丸：茨城県土木部のボーリングデータ）

地方自治体のボーリングデータの公開を支援するため、茨城県土木部、滋賀県交通土木部、長崎県土木部から公開依頼を受けたボーリングデータについては、防災科学技術研究所のデータベース管理サーバに登録することによって、図6に示すようにジオ・ステーションから公開されている。地方自治体が県民や市民に対してボーリングデータをWeb公開するためには、Web-GISの地盤情報システム等を新たに構築して運用する必要があるが、ジオ・ステーションを活用することにより、地方自治体の担当者はジオ・ステーションにボーリングデータを登録するだけで、地図上にボーリングデータをWeb公開することが可能となる。

3.2 メタデータを用いた地方自治体の公開データとの連携

ボーリングデータは、建築や土木の事業において必要不可欠な地盤情報であり、毎年、ボーリング調査によって大量のデータが生成されている。また、ボーリングデータは、国土の地下地質や地盤情報として極めて有用な情報のため、「国民共有の公的財産」として誰もが利用可能な状態で公開されなければならない。関東の地方自治体では、東京都や千葉県を先駆けに、神奈川県、群馬県、栃木県、埼玉県、横浜市、川崎市がボーリングデータをWeb公開している。また、茨城県については、3.1節で述べたように、ジオ・ステーションの活用により、ボーリングデータをWeb公開している。地方自治体では、公共事業で得られた情報が散逸するのを防ぎ、新たな社会資本整備や地震防災等への活用を図ることを目的として、公共事業で得られたボーリングデータの情報をWeb公開している。しかし、地震防災では、行政界を越えて、ボーリングデータに基づいた地質学、地盤工学、強震動学等の研究が必要である。

関東の地方自治体では、公共事業等に伴うボーリングデータがWeb公開されており、利用者は各地方自治体がWeb公開しているボーリングデータベースにアクセスし、地図上に表示されたボーリング地点をクリックするとボーリング柱状図の閲覧が可能である。しかし、他の地方自治体がWeb公開しているボーリングデータを利用者が閲覧するためには、再度、その地方自治体がWeb公開しているボーリングデータベースにアクセスしなければならない。ジオ・ステーションでは、ボーリングデータをWeb公開している地方自治体と連携を行うため、ボーリングデータの位置、総掘進長、URL等を含むメタデータの登録機能が整備されている。地方自治体から提供されたボーリングデータの位置、総掘進長、URLな

図6 自治体のボーリングデータ公開支援の例

どのメタデータをジオ・ステーションに登録することにより、利用者はジオ・ステーション経由で地方自治体が公開しているボーリングデータベースにアクセスしてボーリング柱状図を閲覧することが可能である。メタデータの項目としては、ファイル名、ボーリング名、緯度、経度、孔口標高、総掘進長、市町村名、町名、支持層上面深度、深度20mの平均N値、責任組織名、情報源の名前、情報元URLとなっている。

メタデータを用いた連携により、地方自治体がWeb公開しているボーリングデータとジオ・ステーションに登録されたボーリングデータが同じ地図上で一元的に表示されることによって、利用者はWeb公開されているボーリングデータの情報を把握することが可能となる。また、地方自治体がWeb公開しているボーリングデータベースに対して、ジオ・ステーション経由でアクセスしてボーリング柱状図の閲覧が可能となるため、利用者の利便性だけでなく、ボーリングデータを公開する地方自治体等にとっても、利用者層の拡大や近隣の地方自治体との連携に繋がるものと考えられる。ジオ・ステーションでは、図7に示すように、下記の地方自治体とメタデータを用いた連携を実施している。

- ① 東京都土木技術支援・人材育成センター：東京の地盤（Web版）
- ② 財団法人神奈川県都市整備技術センター：かながわ地質情報MAP
- ③ 栃木県県土整備部技術管理課：とちぎの地盤マップ
- ④ 公益財団法人群馬県建設技術センター：群馬県ボーリングMap
- ⑤ 川崎市環境局環境対策部環境対策課：川崎市地質図集
- ⑥ 埼玉県環境部温暖化対策課：e～コバトン環境マップ
- ⑦ 千葉県環境生活部水質保全課：千葉県地質環境インフォメーションバンク

神奈川県都市整備技術センターがWeb公開している「かながわ地質情報MAP」のボーリングデータのメタデータをジオ・ステーションに登録すると、図8に示すように、ジオ・ステーションに登録されているボーリングデータ（○）と「かながわ地質情報MAP」で公開されているボーリングデータ（△）を同じ地図上で一元的に表示することが可能となる。利用者は、地図上において、「かながわ地質情報MAP」のボーリングデータを選択すると、メタデータに登録されているURL情報により、「かながわ地質情報MAP」で公開されているボーリング柱状図が表示されることになる。ジオ・ステーションでは、各公開

図7 メタデータを用いた関東の地方自治体のボーリングデータベースとの連携
(茨城県のボーリングデータはジオ・ステーションから公開されている)

図8 メタデータを用いた「かながわ地質情報MAP」との連携
(○: ジオ・ステーションに登録されているボーリングデータ、△: 「かながわ地質情報MAP」で公開されているボーリングデータ)

サイトの利用規約が登録されているため、利用者が「かながわ地質情報MAP」の利用規約を承認した場合のみ、「かながわ地質情報MAP」のサイトにアクセスできる仕組みとなっている。

3.3 メタデータを用いた物理探査データの公開

物理探査データについては、これまでに防災科学技術研究所が実施してきた物理探査に関する位置情報や探査関連情報に加えて、文部科学省地震関係基礎調査交付金で各地方自治体を実施した物理探査に関する位置情報や探査関連情報がメタデータとして所内データベースに登録されている。

ジオ・ステーションでは、メタデータを用いた物理探査データの登録・公開機能が整備されており、防災科学技術研究所が関東地域で実施してきた物理探査データについては、図9に示すように公開されている。また、産業技術総合研究所では、関東地域で実施してきた物理探査データのメタデータ¹²⁾が「関東平野の地下地質・地盤データベース」¹³⁾で公開されており、ジオ・ステーションに対してもそれらメタデータが登録されている。防災科学技術研究所と産業技術総合研究所のメタデータの仕様は、今後の物理探査データの管理・公開を踏まえ、同一の仕様になっている。

メタデータの項目としては、図9に示すように、調査名、測線名、都道府県名、実施機関、実施時期、開始年、測線長、震源、台数・薬量・容量等、垂直重合数、発震点間隔、総発震点数、発震周波数、発震時間、受振器、アレイ、受振点間隔、総受振点数、探鉱器、チャンネル数、サンプリング間隔、記録長、水平 (CMP) 重合数、CMP間隔、CMP数、CMP開始点、概略解析深度、備考、文献、URLを網羅している。また、画像データとして、詳細測線図、時間断面図、マイグレーション時間断面図、深度断面図を登録することができる。

3.4 メッシュデータの公開

メッシュデータは、各機関において作成の目的が異なるため、3次地域メッシュ、1/2分割メッシュ、1/4分割メッシュ、1/8分割メッシュに加えて、1/10細分メッシュ、1/20細分メッシュに対応しており、ヘッダー情報、被覆情報、層情報の3つのファイルから構成されている。ヘッダー情報ファイルには、デー

図9 メタデータを用いた物理探査データ公開例
(青線：防災科学技術研究所の物理探査測線、赤線：産業技術総合研究所の物理探査測線)

タを構成する基本情報、収録範囲、項目等が記載されており、被覆情報ファイルには、微地形区分コード等が記載されている。また、層情報ファイルには、層厚、N値、土質記号、密度、S波速度、P波速度等を記載することができる。ジオ・ステーションでは、250mメッシュの微地形区分データに関するヘッダー情報、被覆情報を登録することでWMS配信が可能である。また、地震ハザードステーションJ-SHIS¹⁴⁾がWMS配信している1kmメッシュの日本全国深部地盤構造モデル¹⁵⁾が登録されているため、利用者はこれらを背景図として利用することができる。

現在、地震動予測精度の向上を目的として、ボーリングデータに基づいた250mメッシュでの浅部地盤モデル¹⁶⁾の作成を関東地域等で実施しており、その研究成果である地盤モデルは、ジオ・ステーションによって公開することが可能である。

4. 地方自治体のボーリングデータの公開支援

4.1 アンケート調査

防災科学技術研究所では、地震に関する様々な調査研究において得られたデータの散逸を防ぐとともに、地盤モデル作成等の研究に利活用することを目的として、文部科学省地震関係基礎調査交付金による活断層調査や堆積平野の地下構造調査をはじめとした地下構造に関するデータを収集し、データベース化を実施している。地下構造モデルの作成を目的としたデータベースの構築では、自治体が保有するボーリング調査資料を地道に収集する必要がある。ボーリング調査資料は、地方自治体が整理した上で積極的に公共の利用に供することが望ましいが、調査資料が十分活用されないまま散逸の危機に直面しているのが現状である。そこで、全国の自治体に対して、公共事業に伴うボーリング調査資料等に関するアンケート調査を平成19年度に実施し、データベースの整備状況を調査した。

アンケートの主な項目は以下のとおりである。

- ① ボーリング等のデータ整理の有無
- ② 整理をしていない場合は今後の整理の予定
- ③ データ整理の形式

- ④ ボーリング位置の地図上での検索方法
- ⑤ データベースの公開予定
- ⑥ 未登録の古いデータについての登録予定
- ⑦ データの整理や維持、管理にあたっての問題
- ⑧ 電子納品仕様としている業務の割合
- ⑨ その他データベースに関する意見や要望

アンケート調査では、全国1886の地方自治体を対象として、810の地方自治体（回答率43%）から回答を得ている。多くの地方自治体ではボーリング調査資料のデータ整理が進んでおらず（図10(1)）、今後新たに整理を進めようとしている自治体は僅か1%である（図10(2)）。データ整理をしている地方自治体においても大半が紙資料での整理であり、電子化を進めている自治体が非常に少ないことがわかる（図10(3)）。ボーリング位置の検索では、約半数の地方自治体が別途位置図を作っているものの（図10(4)）、ボーリングデータをWeb公開している地方自治体は僅か3%である（図10(5)）。古い調査報告書まで遡ってデータ整理するという考えの自治体は少なく、古い報告書の多くは既に破棄されているのが現状である（図10(6)）。また、地盤調査の電子納品の導入状況は、都道府県では7割以上で実施されているのに対して、市区町村では一部の市を除いてほとんど実施されていないこともわかった。

アンケート調査からは、紙資料のボーリングデータを電子化するための費用や手間の問題が指摘されている。ボーリング調査資料の整理をしていない地方自治体では、古い資料の劣化や紛失に加えて、報告書の保管スペースの不足などの問題が指摘されているが、データ整理の必要性を感じているという意見が多かった。また、データベースの構築により、事業計画から施工や維持管理、防災面などに利活用され、さらに他機関のデータも利活用できるようになれば非常に有意義であるとの意見も多かった。

地方自治体では、ボーリング調査資料をデータ整理するためのマンパワーの問題、電子化の手間の問題、維持管理にかかるコストの問題、データベース化の技術不足の問題など現実的な問題に直面しており、国レベルでのデータベースの構築、あるいは国からの技術指導や予算的補助、電子化支援ソフトの開発や配布が要望されている。

図 10 地方自治体のボーリング調査資料に関するアンケート調査結果

4.2 ボーリングデータの電子化と公開の促進

ボーリングデータは、別々の機関に紙資料の形で分散して保存されている場合が多く、法律的な保護の仕組みもないため散逸の恐れがある。ボーリングデータの主な保有機関は地方自治体であるが、平成19年度に実施したアンケート調査からは、ボーリングデータの保存やその公開に取り組んでいる地方自治体はそれほど多くないことがわかった。その原因としては、地方自治体の予算や人員が乏しいという背景に加えて、ボーリングデータを電子化してデータベース化できる無料または安価なソフトウェアがないことがあげられた。これら問題を解決するため、紙資料のボーリングデータを電子化するボーリングデータ処理システム、ボーリングデータのデータベース化ができるボーリングデータ公開支援システムに加えて、ジオ・ステーションからダウンロードした地下構造データを可視化することができる地下構造ビューアを開発した。

4.2.1 ボーリングデータ処理システム

防災科学技術研究所と産業技術総合研究所は、紙資料のボーリングデータを国土交通省の「地質・土質調査成果電子納品要領（案）」にあるボーリング交換用データ（XML形式）の形式で電子化し、それを利用するためのボーリングデータ処理システムを開発した¹⁷⁾¹⁸⁾。ボーリングデータ処理システムは、防災科学技術研究所と産業技術総合研究所のWebサイトにおいて公開されている。ボーリングデータ処理システムは、図11に示すように、それぞれ入力・編集機能、品質確認機能、表示・解析機能を持った7つのシステムから構成されている。

防災科学技術研究所は、ボーリング交換用データから各種様式のボーリング柱状図を表示する「ボーリング柱状図表示システム」、ボーリング交換用データの形式等をチェックする「ボーリングデータ品質確認システム」の開発を担当した。また、産業技術総合研究所は、ボーリング交換用データを作成する「ボーリング柱状図入力システム」、ボーリング柱状図の土質名の規格化とコード化を行う「ボーリング柱状図土質名変換システム」、CSV形式とXML形式の相互変換を行う「ボーリングデータXML変換システム」、ボーリング柱状図の断面図表示と地下地質・地盤構造モデルの解析を行う「ボーリング柱状図解析システム」の開発を担当した。ボーリング交換用データのバージョンを最新バージョンに変換する「ボーリングデータバージョン変換システム」については、防災科学技術研究所と産業技術総合研究所が共同で開発した。

図 11 ボーリングデータ処理システムの構成図

4.2.2 ボーリングデータ公開支援システム

防災科学技術研究所では、ボーリングデータ処理システムの開発と併せて、地方自治体等におけるボーリングデータの利活用と公開促進を目的としたボーリングデータ公開支援システムの開発を実施した。地方自治体等においてボーリングデータの利活用を促進させるためには、システムのインストールやメンテナンス等、職員の負担を極力軽減させることが必要不可欠である。ボーリングデータ公開支援システムは、Windows上で稼働するアプリケーションであり、CD-RからPCへのインストール作業等も簡単に行うことが可能である。

ボーリングデータ公開支援システムは、分散管理型システムのデータベース管理サーバとポータルサイトにおいて、ボーリングデータに関する機能を1つのパッケージとしたものである。そのため、ボーリングデータ公開支援システムは、機関内における共用データベースとしての利活用は言うまでもなく、各機関のインターネットの公開セグメントに接続することによって、ボーリングデータを公開することが可能である。また、自治体等がボーリングデータを公開する際の連携を考慮して、防災科学技術研究所のポータルサイトに標題情報やカタログ情報を登録する機能が整備されている。利用者は、Internet Explorer等のWebブラウザを利用してボーリングデータ公開支援システムにアクセスすると、登録されているボーリングデータの柱状図表示やダウンロードを行うことができる。

4.2.3 地下構造ビューア

防災科学技術研究所に構築されているポータルサイト「ジオ・ステーション」では、図4に示すように、各機関が公開しているボーリングデータやWMSで配信された地形データや地質データなどが地図上で一元的に表示できるとともに、データのダウンロードが可能である。ジオ・ステーションで公開されているデータの利活用を促進するため、Windows上で稼働する利用者向けの表示システム「地下構造ビューア」を開発した。利用者は、地下構造ビューアを利用することにより、PC上にダウンロードしたボーリングデータに対して登録・表示・検索が可能であり、メッシュデータの登録や表示、任意断面の選択によるモデル断面図表示の機能も整備されている。また、地下構造ビューアでは、国土地理院の基盤地図情報やShape形式の地図情報に加えて、図12に示すようにWMSで配信されている地質図を背景図として表示することもできる。

図 12 地下構造ビューアの表示例

地下構造ビューアには、産業技術総合研究所がWeb公開している「三次元統合システム」¹⁹⁾と同等のボーリングデータ解析機能が整備されている。土質名や層厚等の値を設定することで、ボーリングデータに対して、指定深度までの平均N値、支持層上面標高、軟弱層下端標高、軟弱層の層厚、指定土質の層厚を求めるとともに、得られた値からIDW (Inverse Distance Weighted) 法やB-スプライン法²⁰⁾によってグリッド補間を行い、地図上にコンター図を作成することが可能である。

5. 今後の課題

地下構造に関するデータの統合化と連携の取り組みについて、科学技術振興調整費重要課題解決型研究「統合化地下構造データベースの構築」の一環で実施した研究成果について述べた。本研究では、これまで個別プロジェクト等で収集・整理されてきた地下構造に関するデータを1つにまとめるとともに、府省をまたがる関係機関と連携して、データをネットワーク経由で利用者に提供することを目的とした。分散管理型システムを用いた「ジオ・ステーション」の構築によって、各機関の地下構造データベースと連携するための基本的な仕組みが整備されており、統合化地下構造データベースの構築における成果は着実に積み上げられてきている。今後とも継続して参画機関が保有する地下構造データを順次公開するとともに、地方自治体等のデータ公開を支援する取組みを進めることが重要である。

ボーリングデータの入力・編集・品質・表示・処理の基本ツールであるボーリングデータ処理システムの公開により、地方自治体等のボーリングデータの電子化・公開・流通を促進させるとともに、ボーリングデータを利用した地質・地盤工学・地震動分野における研究やそれに関係するビジネスの進展が期待される。また、高密度で質の高いボーリングデータの公開やそれらボーリングデータに基づいた高精度な地盤モデルが公開されることによって、地震防災をはじめ都市地盤整備や環境保全対策に役立つものと期待している。

地下構造に関するデータの円滑な流通は、地下構造データベースの活用において実務的な面からも重要なことである。しかしながら、まだ課題も多く残っている。今後のデータ公開を促進するためには、自治体等のデータベース構築機関に対する技術的、財政的、制度的、人的側面での支援をはじめとして、地下構造データの取得、保持、開示の義務、及び利用に関わる諸権利（所有権、財産権、個人情報保護法など）を踏まえた法的な整備を視野に入れた取り組みが必要である。また、構築されたデータベースを継続的に維持管理できる体制づくりを進めるためには、データベースの利活用の推進とそのための環境整備を進めることが重要である。

4.1節のアンケート調査では、データベースの構築により、事業計画から施工や維持管理、防災面などに利活用され、さらに他機関のデータも利活用できるようになれば非常に有意義であるとの意見が多かった。これらの意見を踏まえ、今後の私達の目指すべき方向としては、地下構造に関する情報が一般の人々にとって身近でわかりやすいものとなるような情報公開の仕方、各種データの相互利用による付加価値の高い情報の創出、そしてデータを利活用するための環境整備にあると考えている。今後、さらなる地下構造データの拡充をするためには、各地方自治体に眠っている数十万本を越える紙資料のボーリングデータを電子化するための予算措置を府省連携で実施するとともに、データの利活用基盤の整備が必要不可欠であり、地下構造のリソース（データ、地盤モデル、アプリケーション、地図サービス等）をネットワーク経由で「共有」することができる基盤環境として、「地下構造クラウドシステム」の構築が必要である。

本研究で構築してきた各機関のデータベースは、今後、各機関の責任の下、データベース継続のための取り組みを実施するとともに、データベースの連携については、例えば、総合科学技術会議で進められている災害リスク情報の共有化に関する府省連携の取り組みや地震調査研究推進本部による地下構造のモデル化に関する府省連携の取り組みなどに協力して、関係機関の連携の継続・強化に取り組みたいと考えている。

謝辞

本研究は、科学技術振興調整費重要課題解決型研究「統合化地下構造データベースの構築」（平成18年度～平成22年度）の一環として、研究実施機関である独立行政法人産業技術総合研究所、独立行政法

人土木研究所、公益社団法人地盤工学会、東京大学地震研究所の額田教授、東京工業大学の翠川教授との協力・連携のもとで実施された。地下構造データの収集では、多数の関係機関から多大なる協力を頂いている。関係者の皆様に心から感謝申し上げます。

また、3人の査読者から原稿を改善するにあたり大変貴重な意見を頂いた。記して感謝致します。

参考文献

- 1) 独立行政法人防災科学技術研究所：第5回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」予稿集、2011年3月。
- 2) 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～、2007年3月。
- 3) 独立行政法人土木研究所：国土地盤情報検索サイト KuniJiban、<http://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/>。
- 4) 地質地盤情報協議会：地質地盤情報の整備・活用に向けた提言 ―防災、新ビジネスモデル等に資するボーリングデータの活用―、2007年3月。
- 5) 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。
- 6) 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。
- 7) 松村真人、中山俊雄：東京都地盤情報のインターネットによる公開、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」予稿集、2008年2月。
- 8) 倉橋稔幸、佐々木靖人、稲崎富士：国土交通省における地盤情報の提供、基礎工、Vol.40、NO.2、pp.12-14、2012。
- 9) 独立行政法人防災科学技術研究所：統合化地下構造データベースの構築 <地下構造データベース構築ワーキンググループ報告書>、2011年3月。
- 10) 国土交通省：地質・土質調査成果電子納品要領（案）平成16年6月、2004。
- 11) 国土交通省：地質・土質調査成果電子納品要領（案）平成20年12月、2008。
- 12) 木村克己、根本達也、水野清秀、尾崎正紀、高橋学、横倉隆伸、村田泰章、小松原純子、納谷友規、川上源太郎、廣瀬亘、大津直、石原与四郎、松島紘子、岡田真介、船引彩子、康義英、花島裕樹：地質地盤情報データベース・地質モデルの整備とWEB公開システムの開発、第5回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」予稿集、2011年3月。
- 13) 独立行政法人産業技術総合研究所：関東平野の地下地質・地盤データベース、<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/boringdb/>。
- 14) 独立行政法人防災科学技術研究所：地震ハザードステーション J-SHIS、<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>。
- 15) 藤原広行、河合伸一、青井真、森川信之、先名重樹、工藤暢章、大井昌弘、はら憲性、早川譲、遠山信彦、松山尚典、岩本鋼司、鈴木晴彦、劉瑛：強震動評価のための全国深部地盤構造モデル作成手法の検討、防災科学技術研究所研究資料、第337号、2009。
- 16) 大井昌弘、藤原広行、遠山信彦：強震動評価のための南関東地域の浅部地盤モデル、第12回日本地震工学シンポジウム論文集、2006、pp.318-321。
- 17) 独立行政法人防災科学技術研究所：ボーリングデータ処理システム、<http://www.geo-stn.bosai.go.jp/software/boring/index.html>。
- 18) 独立行政法人産業技術総合研究所：ボーリングデータ処理システム、<http://gsj3dm.muse.aist.go.jp/software/boring/index.html>。
- 19) 独立行政法人産業技術総合研究所：三次元統合システム、<http://gsj3dm.muse.aist.go.jp/3dm/index.html>。
- 20) 野々垣進、升本眞二、塩野清治：3次B-スプラインを用いた地層境界面の推定、情報地質、Vol.19、No.2、2008、pp.61-77。

（受理：2012年6月1日）
（掲載決定：2012年11月29日）

Development of Integrated Geophysical and Geological Information Databases for Earthquake Disaster Prevention

OOI Masahiro ¹⁾, FUJIWARA Hiroyuki ²⁾ and KAWAI Shinichi ³⁾

1) Member, Senior Researcher, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Dr. Eng.

2) Member, Principal Senior Researcher, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention,
Dr. Sci.

3) Senior Researcher, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Dr. Sci.

ABSTRACT

We have developed a management system on sharing for integrated geophysical and geological information databases to support researches on earthquake disaster prevention. The database consists of borehole information, geological data, geophysical data, and surface soil structures. Our target is to use the database on computer network. People can access the data sets on the underground database by using web browser like Internet Explorer. The management database system is based on the concept of establishing a portal site for individual agency to be responsible for its own data.

Key Words: Underground Structure, Database, Integrated, Management of Sharing, Metadata