

全国電子地盤図の作成と地盤防災への適用性に関する研究

—地域への適用と閲覧機能の視覚化—

山本浩司*・三村 衛・矢田部龍一**

* (財) 地域地盤環境研究所

** 愛媛大学大学院工学研究科

要 旨

全国的に地盤情報データベースの構築が活発である。また、その地盤情報を統合化する研究も進められている。これらの目的は、地域に大量に存在する地盤情報資産を安全・安心な国土形成に役立てることであり、その結果として建設活動や地震防災検討などへの利活用が促される。その基礎として、地盤情報の品質レベルを揃えて共有化する技術や地域に潜在する災害リスクに関わる地盤情報を抽出し、一般の方々も含めて多くの人々へ分かりやすく提供する技術が必要とされている。本稿では、これまでに構築された地域の浅層地盤情報を広域に連携・統合するための“全国電子地盤図”システムを他地域へ適用し、その成果を情報提供するための閲覧機能の視覚化に取り組んだ結果を報告する。

キーワード: 表層地盤, 地盤情報, データベース, 電子地盤図

1. はじめに

日本全国にはさまざまな特徴を有する地盤が存在している。そのような地域地盤の特性を知るために、特に大都市圏においては古くから地盤調査情報（ボーリングデータ）を地盤図や地盤情報データベースに集積することが行われてきた。そして最近、地盤情報データベースの構築技術が広く浸透すると同時に、各地域でその活動を推進するための組織づくりも活発化している（地盤工学会，2007）。このような活動は、地域の地盤研究のみならず、地震防災や建設活動等に地盤情報資源を有効活用することを目的としている。

一方、このような全国に分散する地盤情報データベースを統合・連携し、地震ハザード評価等の全国的な活用に資するための体制作り（統合化、連携）を目的に、平成18年度から「統合化地下構造データベースの構築」（文部科学省科学技術振興調整費研究）が始まった（藤原，2007）。地盤工学会はこの中で「表層地盤情報データベース連携に関する研究」を分担し、「全国電子地盤図」構想を提起した（地盤工学会，2007；安田ほか，2007，2009）。そして、

この構想を展開するために「電子地盤図作成支援システム」の開発が始まった（地盤工学会，2008；三村ほか，2008）。本研究では、昨年度に「関西圏地盤情報データベース」（関西圏地盤協議会，2007）を用いて、大阪平野地盤を対象に電子地盤図の作成方法に関するパイロット・スタディーを実施し、電子地盤図（代表的地盤情報）の抽出・モデル化方法を提示した（山本ほか，2008；吉田ほか，2008）。

本研究は、昨年度に検討した「全国電子地盤図」作成手法の基礎技術を関西圏以外の地盤に適用するための機能と地盤モデルの表示・閲覧を行うための機能の追加を目的として、各地域地盤への適用を進めた。その一つとして、多様な地盤特性を有する四国地域の松山平野地盤等への適用を行った。また、電子地盤図を参照して活用するための表示・閲覧システムの構築方法について検討を行った。これより、例えば、地震防災において脆弱な地盤環境に対比される沖積層の分布を、電子地盤図情報から取り出して平面分布図等に分かりやすく表示する閲覧機能の視覚化に取り組んだ。

2. 全国電子地盤図構想

「全国電子地盤図」は、全国の地盤情報（データベース）を連携するための基本スキルの一つとして提起された。既に各地域で構築済みまたは構築中のデータベースは、構築システムやデータの内容が多様多様であるのでそれらを単純に連結する事は困難であり、連結できたとしてもデータの利用に障害が残る。また、全国規模でデータベースを利用しやすいように連携するには、生データの解釈や品質が一定の基準で統一化されている必要がある。さらに、地盤情報の公開を前提とした場合、各地域で構築されたデータベースには所有権・著作権の問題や公開に対する制約を有するものが少なくない。

以上の問題を解決することと、単なる生データではなく地域地盤の研究を基に解釈された地盤情報を提供するために、全国を250m区画に分割し、浅層地盤について各区画の地盤モデルを電子的に作成して保存、追記、表示できるシステムを作ることが計画された。このシステムは表層地盤情報データベース連携の基礎となるもので「全国電子地盤図システム」と命名された。各地のデータベースのボーリングデータを利用して作成する全国電子地盤図には、個別データの所有権や著作権の問題は発生しない。しかも、データベースの連結を行ったと同様な成果が得られ、信頼できるデータを基に地層の解釈が行われた結果として、利用者にとってはより使いやすい信頼度の高い情報を提供することが可能となる。

電子地盤図には最低限の情報として250m区画メッシュの位置座標、地盤標高、柱状図、N値、地下水位、主要な地質時代（沖積層など）の情報がモデル化される。土質名は土質試験法「地盤材料の分類名と現場土質名の対応」を参照して、礫質土（G）、砂質土（S）、粘性土（Cs）、有機質土（O）、火山灰質粘性土（V）、高有機質土（Pt）、人工材料（Am）の7種類を基本とする。その他、代表的な地層断面、土質試験データ、原位置試験データ、PS検層などの情報も将来的には随時付加できるシステムとし、データの種類に対する制約は設けないとしている。

Fig.1に、全国電子地盤図の構築フローを示す。全国電子地盤図システムを作成する手順は、各地域で構築された既存の地盤調査・試験のデータベースから対象となる250mメッシュ周辺のデータを抽出し、地質的解釈・工学的解釈を加えてそのメッシュを代表する地盤モデルを作成する。ここで重要なのは、メッシュ内の1本のボーリングを選んで代表とするのではなく、周辺の地盤状況を検討した上で代表地盤を決めるという事である。つまり、単にメッシュ中の地盤調査データの平均ではなく、メッシュ

を代表する地盤条件を示す（例えば、脆弱性を優先）。地盤モデルの作成手順は次のようである。

- ① 各ボーリング柱状図に対象層を設定（入力）する。
- ② 国土地理院の地域標準メッシュ（約250m四方）を指定してデータを選別する。
- ③ 周辺の地形・地質を考慮してボーリングデータより、メッシュの地層と土質の地盤モデルを作る。
- ④ 地盤モデル作成には「表層地盤情報データベース連携に関する研究委員会」が平成19年度に作成した入力支援ソフトを用いる。このソフトは全ての作業を自動的に行うのではなく、技術者の判断によるモデル化を支援するソフトである。

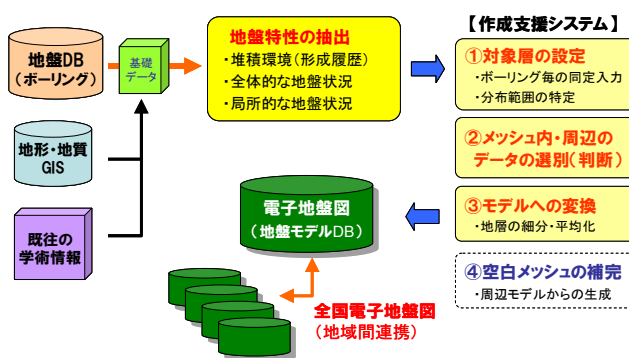


Fig.1 Procedure for development of the representative soil profile model.

3. 松山平野地盤への適用

沖積低地から丘陵地等の斜面地盤を有する地盤として四国地域の松山平野を選択し、「電子地盤図作成支援システム」を適用した。この結果より、「表層地盤情報データベース連携システム」の有効性を確認するとともに、同種地盤における運用上の問題点を抽出した。

なお、本検討は四国地域の電子地盤図の作成を主導することを目的に設置された「四国電子地盤図作成検討委員会（委員長：矢田部龍一、愛媛大学教授）」（地盤工学会四国支部と四国地盤情報活用協議会研究部会との共催）が主体となって実施した（矢田部ほか，2009）。

3.1 松山平野の地盤概要と地盤情報

四国地域はプレートの付加体によって形成された山岳地形を呈し、地盤環境が急峻な地形と脆弱な地質からなる。その代表的な平野地盤である松山平野は、Fig.2とFig.3に見られるように海側に沖積低地が広がり、5～15km内陸側に扇状地、洪積台地、山地・丘陵の斜面性の地盤が分布する。山地からは重信川を中心に石手川や小野川が流下・合流する地域である。

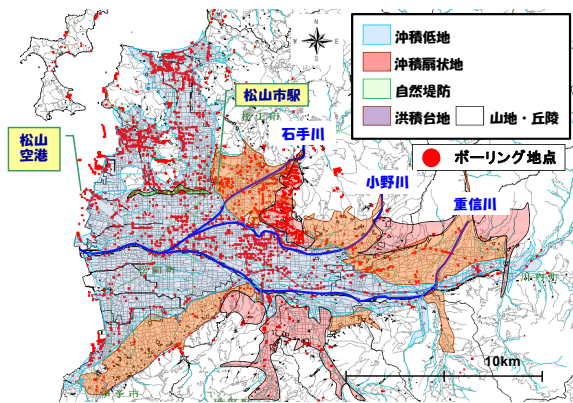


Fig.2 Geological condition of Matsuyama plain and the location of borings.

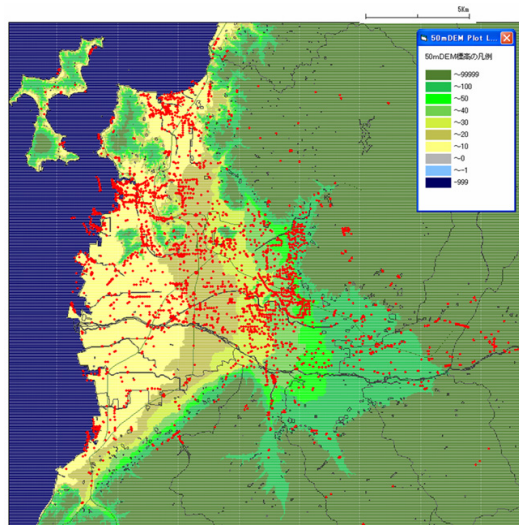


Fig.3 Relief map of Matsuyama plain and the location of borings.

また、四国地域の地盤情報（ボーリングデータ）は、四国地盤情報データベース（四国地盤情報活用協議会）に集約されている（矢田部ほか、2005）。松山平野については、2003年に平野地盤の全体を捉えた松山地盤図（愛媛県建設研究所、2003）が作成され、その研究活動が地盤情報のデータベース化の発端となった。その後、愛媛大学においてデータベースの拡張が毎年、継続的に実施され、2008年までに約2500本のボーリングデータが集積された（高橋ほか、2004）。現在は他機関のものも含めて約3500本のボーリングデータが四国地盤情報データベースの一部として集積されている（Fig.2, 3）。

3.2 松山平野における沖積層の区分

松山平野の沖積地盤の区分は、榊原ほか（2002）および愛媛県建設研究所（2003）により、構成土質の特徴から Table 1 のように区分されている。しかしながら、いわゆる土質工学で一般的に用いる沖積層と洪積層の境界（約 1 万 8,000 年前）をすべてのボーリングデータに確定するのは困難である。それ

は、ボーリングの調査長が短いものが多いということのほか、鍵層となる火山灰の連続性が悪いことや、重信川、石手川による堆積物の層相が水平方向に著しく変化すること、扇状地堆積物の礫層とそれより下位の砂礫でN値が類似していることなどの理由による。

したがって、今回の電子地盤図作成においては、沖積層を上部と下部に区分し、その境界（上部沖積層下面）を対象の沖積層として表現することにした。なお、層厚的には下部沖積層は上部沖積層層に比べて薄いので、上部層の情報から松山平野全体の沖積層の分布状況を捉えることができる。また、境界部の下部層の礫層はN値 40 以上で良く締まっており、工学的基盤としての意味合いも有している。区分の指標となる沖積層の特徴は次のとおりである。

【松山平野における沖積層の特徴】

- ① 上部沖積層の鍵層としてアカホヤ火山灰を含む。
- ② 上部沖積層は、海進期の比較的細粒な堆積物と海退期の比較的粗粒な堆積物が連続的に見られる（海岸に近い低地）。また、海進が始まるときの細粒な堆積物の層準が最下層となる箇所もある。
- ③ 重信川流域の上部沖積層は、海退期に粗粒な礫層が最上部に載る地点がある（海岸からやや内陸部に入った場所、標高では 5~10m 程度の箇所）。
- ④ 上部沖積層には、海進期の潟の堆積物と見られる有機質土を含む層準が多い。
- ⑤ 下部沖積層の上面（上部沖積層との境界）は、礫層の上面であることが多くN値は40を越し、全体の堆積構造は平坦~緩傾斜を示す。礫層は火山灰の下方でN値40前後の安定的に高い数値を示す。同層準で部分的に低いN値を示す礫層もある。

Table 1 Quaternary Stratigraphy of Matsuyama plain and the characteristics of each stratum.

(based on Sakakibara et.al,2002; Ehime Institute,2003)

年代	氷河期	海面変動	地質時代と(地層)	工学的区分	地層区分	特徴
現在 約6000年前	後氷期	ほぼ安定 0m	完新世 (上部完新統)	沖積層	上部沖積層	砂からシルトまでの細粒堆積物を主とし、黒色腐食質粘土層を含む。
約10000年前	ヴェルム氷期	海面 上昇 -40m	完新世 (下部完新統)		下部沖積層	海岸部は貝殻を混入した砂質層が多い。平野内部は砂から礫の堆積層が主体である。アカホヤ火山灰を含む。
			更新世 (上部更新統)		先沖積層	全体的に粗粒で淘汰が悪い。平野内部では玉石を含む礫層を主体とする。
約18000年前	最低位海面	海面低下 -140m	更新世 (下部更新統)	洪積層	北部は礫まじりの砂層または砂礫層および砂・粘土の成層した互層。海岸付近は、礫まじり砂、砂および粘土の互層からなり、時に貝殻を含む。	

3.3 松山平野電子地盤図の作成

(1) 沖積層の抽出

3.2節に述べたように、松山平野地盤の地層層序は最も海水面が低下した約 18,000 年前以降の堆積物である沖積層と、これ以前の先沖積層に区分される。さらに、沖積層は「上部沖積層」と「下部沖積層」に区分される。これより、松山平野の電子地盤図のモデル化対象層は、工学的に軟弱な「上部沖積層」を主体とした。

そのため、当地における堆積システムを十分に理解することを基礎とし、微地形の特徴（堆積物供給源と堆積場）、海水準変動による層相変化、扇状地の形成、河川による堆積形態などを検討し、ボーリングデータ情報（火山灰、N値・粒度分布）を見ながら各々に地層同定を行った。ただし、斜面性の地質地盤においては、地層のつながりや地層境界の同定が困難であったため、N値から工学的基盤に相当する深度を対象層とした。

松山平野地盤は重信川の水系がもたらす扇状地性堆積物の砂礫が主体で堆積していることが大きな特徴である。臨海部においては、上部沖積層の層厚は約 20m と比較的厚く砂主体で堆積している。全体的には上部沖積層のN値は粘性土で 0~5、砂質土で 10 程度、礫質土で 20~40 程度である。その特徴的な地形としては、3.2 節に述べたように石手川、小野川、重信川の扇状地と堀江地区、三津浜地区が挙げられる。以下に、その中より数例を示す。

Fig.4 は沿岸部（松山空港）から石手川扇状地に至る断面である。断面左側の沿岸部では砂主体の堆積が見られる一方、断面右側の扇状地では土石流による礫が堆積している。浅い深度からN値の大きい礫層が確認できるが、石手川の上流には河川後背地の粘土層や、旧河道と考えられる砂層の堆積も見られる。

Fig.5 は堀江地区の断面である。同地区は、松山市中心部から北側へ向けて細長く分布する低地で地溝性の低地帯とされている。上部沖積層は約 15m と厚く、浅層には内湾性の堆積環境による砂層が厚

く広く分布している。

また、三津浜地区は断面図を割愛したが、分離丘陵に囲まれ、宮前川の堆積作用で形成された小規模な低地である。上部沖積層は約 20m と厚く堆積し、表層に砂層、その下位に粘土層が厚く広く分布し、海退・海進を示す海浜の堆積環境であることがうかがえる。

層序の鍵層となるアカホヤ火山灰は、堀江・三津浜地区では 30cm 程度の層厚が確認できるので、両地区の上部沖積層の同定作業は容易に行うことができた。一方、石手川扇状地にはこの鍵層が見られないので、地層同定は扇状地の形態による深度とN値、周辺地盤からの連続性から推定した。このように堆積環境の差異を念頭に置いて、地形の違い、海進海退期の影響、土石流堆積物などの影響を考慮した地形・地質特性を把握することで、電子地盤図（代表的地盤モデル）の対象層をボーリングデータベース

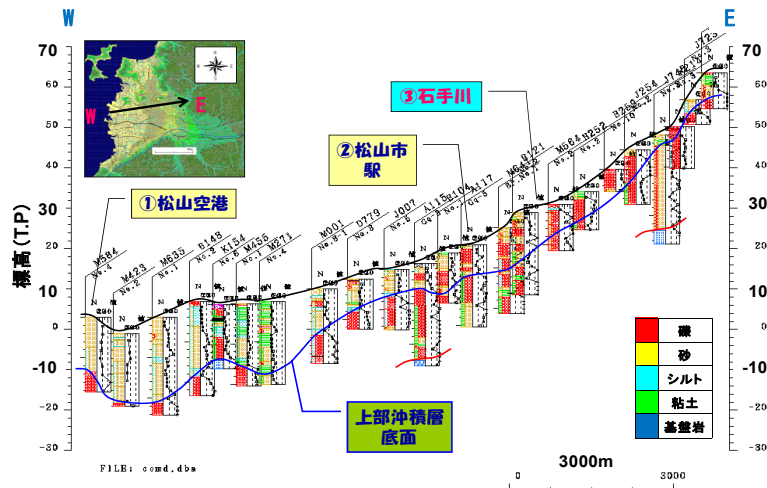


Fig.4 Representative subsoil cross-section between the coastal line and Ishitegawa alluvial fan.

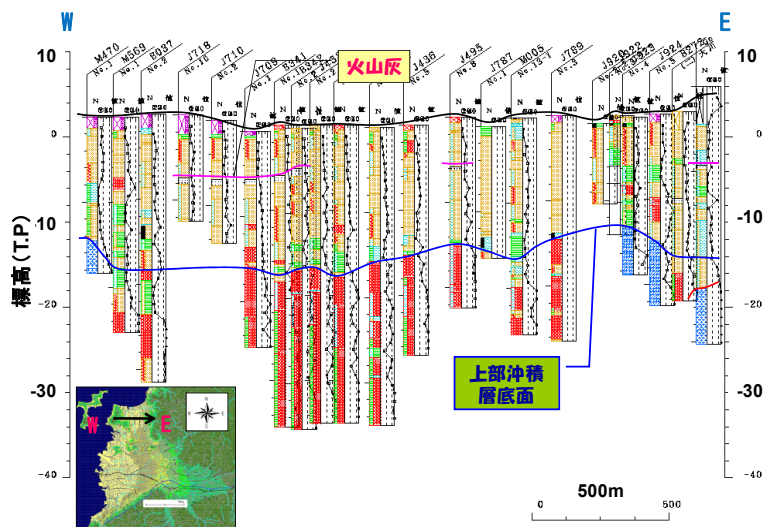


Fig.5 Representative subsoil cross-section of Horie district.

から抽出した。

約 3500 本のボーリングデータに対して沖積層の抽出・同定を行った結果より、Fig.6 にボーリング点の沖積相当層の層厚分布を示す。また、Fig.7 に各ボーリング点における沖積相当層の優勢土質の層厚分布を示す。ここで、優勢土質とは沖積層の中で最も

層厚が厚い土質のことをいう。両図から、前述の各断面図に示した地層構成の面的な分布状況を見ることが出来る。すなわち、沿岸域では沖積層が砂層を主体に厚く堆積し、重信川に沿って上流側に移るにつれて扇状地地盤等の礫主体の地層に変化していることが概観できる。

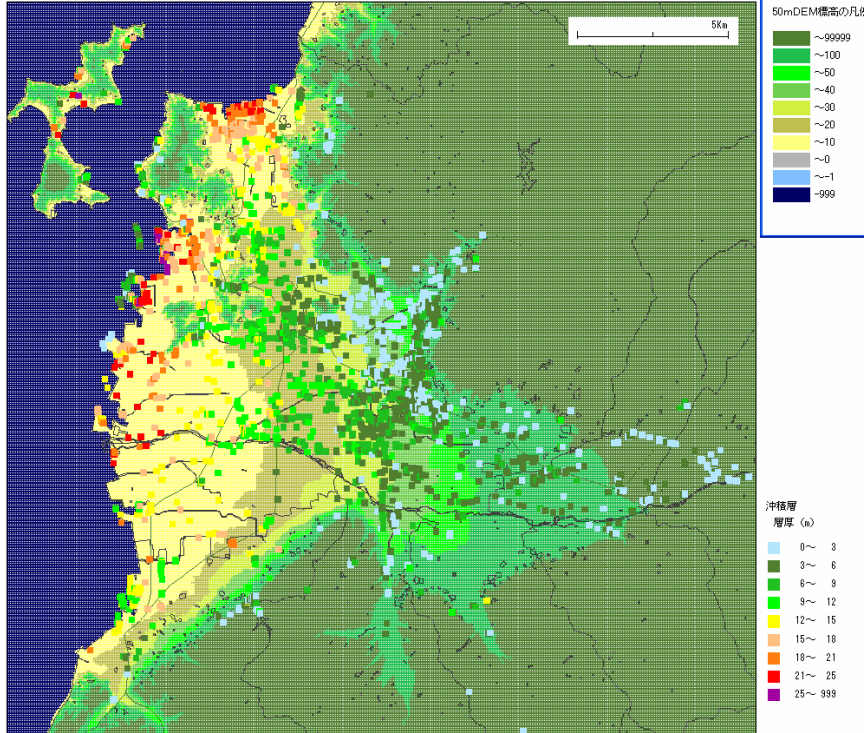


Fig.6 Distribution of thickness of alluvial deposits at boring points.

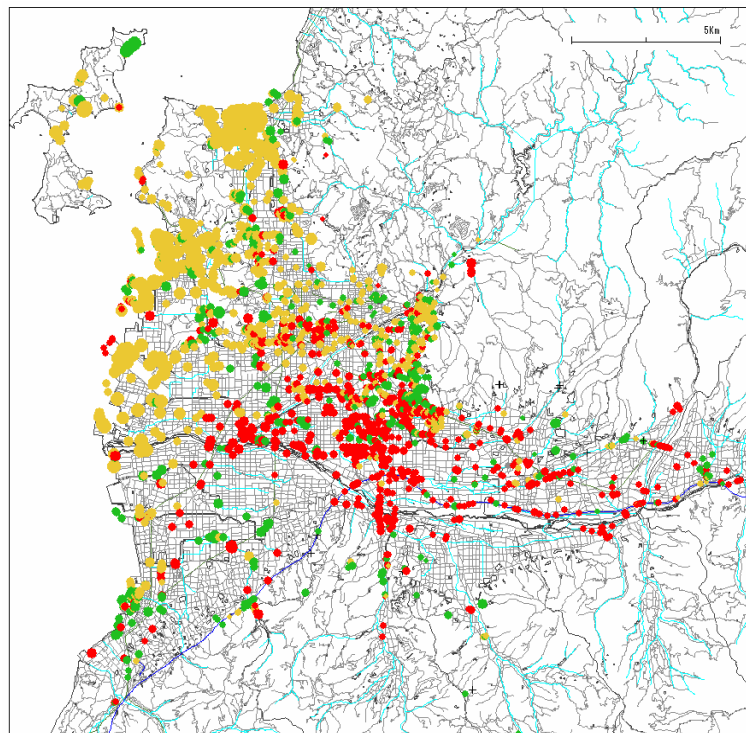


Fig.7 Distribution of thickness of predominant soil type and averaged N-values at boring points.

(2) 電子地盤図の作成

電子地盤図のモデル化は、3.2節に前述したように「上部沖積層」を対象とした。作成方法は、関西支部によるパイロットスタディー（山本ほか、2008）により検討された手順を基本とした。各 250m メッシュに対応させるボーリングデータは、海岸部、山の斜面、河川などの特殊な地形の場所に対して地盤条件が全体的・局所的に代表するものを選別した。メッシュ内のボーリングデータの偏りに対しては、ボーリング本数が 2 本以上：メッシュ内のボーリングデータを単純に平均、1 本のみ：2 本以上になるまでメッシュ範囲を徐々に拡大して単純平均、0 本：モデル化しない、という手順で処理した。

Fig.8 に電子地盤図（上部沖積層）の層厚分布を示す。ボーリングの面的な粗密のため、モデル化は重信川以北に偏る結果となった。この補間方法は今後の課題である。Fig.9 は松山空港から石手川扇状地に至る地盤モデル断面である。Fig.4 に示した扇状地の地形がモデルに反映されていることがわかる。

(3) 斜面地盤への適用上の課題

沖積低地の地盤は、地質学的知見と火山灰等の情報より明確に上部沖積層の抽出・モデル化が行えた。つまり、地質学的な解釈が適切に加わることで、昨年度までに作成された「電子地盤図作成支援システム」が有効に機能したといえる。

一方、松山平野に見られる斜面性の地盤への適用性については、以下のような課題が把握された。このことより、地盤工学会の研究活動ではシステムの改善と機能の追加が行われた（地盤工学会、2009）。

- ① 斜面地盤への適用上の着目点として、次のことが挙げられる。
 - ・微地形区分・堆積物供給源と堆積場の理解
 - ・扇状地の理解・自然堤防の集合、土石流堆積
 - ・河床勾配と集水面積・河川形態変化、碎屑物量
- ② 扇状地地盤では、①の堆積形状に照らしてボーリングデータを吟味し、加えて工学的視点からN値データより下限の境界線を設定した。そのため、背景図として地形情報を併記することが効果的であった（Fig.6 参照）。
- ③ モデル化細分層は 2m 層厚としたが深度方向の細かな層相変化を表現するには粗かった。そのため、1m 層厚のモデル化を併用できる機能を提案した。
- ④ 面的にも、特に山地・丘陵の裾野の斜面地盤では層相変化が激しく、その状況を表現するには

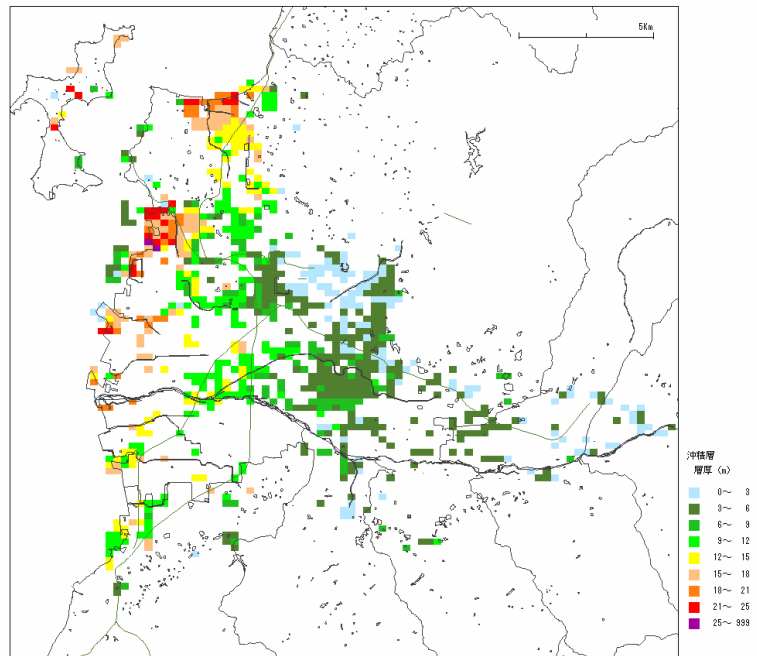


Fig.8 Thickness of the upper alluvial deposits by the Representative soil profile model.

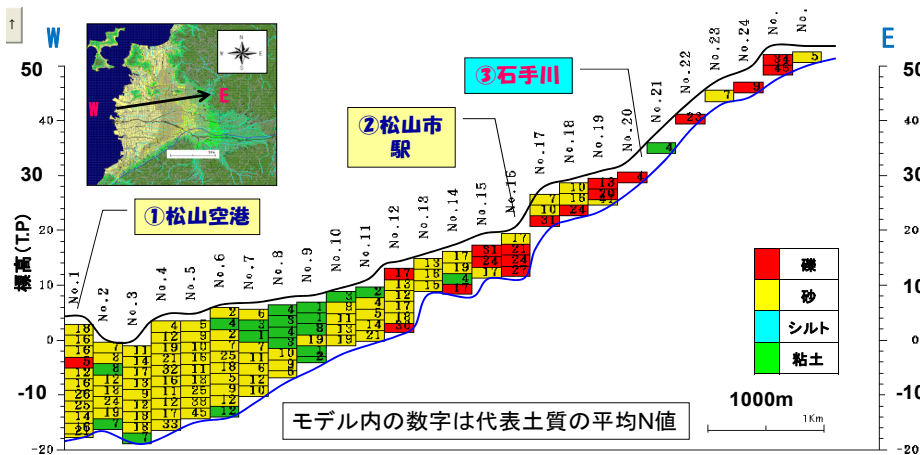


Fig.9 Subsoil cross-section by the representative soil profile model. (between the Matsuyama Airport and Ishitegawa alluvial fan)

250m メッシュのサイズが大きく思われるケースが多かった。これは従来からの課題である。

4. 電子地盤図閲覧システムの検討

電子地盤図（代表的地盤情報）がさまざまな用途に活用されるように、一般の人々も対象として広く情報提供を行うための閲覧システムが必要である。このシステムの構築における課題は4.2節に述べるようであるが、その中でも代表的地盤情報としてモデル化された電子地盤図に込められた意味（地域の地盤の特徴）を分かりやすく伝えることが最も重要な課題である。そこで、ユーザーがまず知りたいと思うであろう地域の地盤像が容易に理解できるように、電子地盤図を提示するための閲覧機能の視覚化に取り組んだ。

4.1 ネットワーク構成

一般ユーザーが全国電子地盤図を閲覧するためのシステムは、web 上でネットワーク化することになる。地盤工学会の「表層地盤情報データベース連携に関する研究」の中では、Fig.10 のように考えられている（地盤工学会，2009）。ここで構成されるネットワークは、ユーザーサイドからの利用（入り口）の時間・空間の任意性ととも、このプロジェクトに参加する機関が互いの地盤情報を共有する（重ね合わせる）という2つの側面がある。

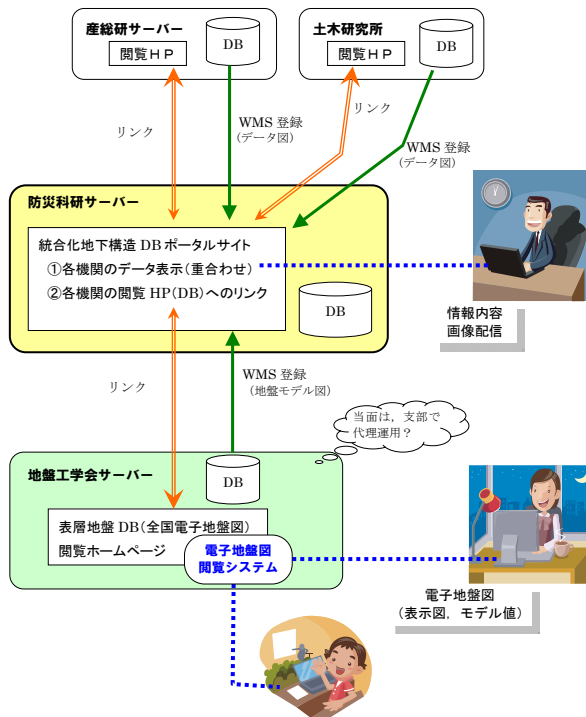


Fig.10 Proposed networking for public reading of the representative soil profile model. (JGS, 2009)

4.2 システム構築に向けての課題

(1) 電子地盤図に対する見方

閲覧システムは、一般ユーザーも対象とする公開システムである。通常、地盤の情報は、技術者には地域地盤特性（地層構成と土質特性の概要）の把握、地震防災上の検討（表層地震応答解析、液状化予測）、建設活動上の検討（問題点の抽出、沈下予測、安定解析）等の種々の技術的検討のための基礎資料として位置づけられる。一方で、一般ユーザーが求める情報は、必ずしも技術的ではなく、地盤に関わる種々の評価結果に相当する情報に注目していると考えられる。たとえば、地震に対しての安全性（危険度、リスク）や地盤の良質性のような評価情報である。

このような視点の違い（幅広さ）は、電子地盤図に対する見方を考えるときに考慮すべき点である。以下の2種類の情報提供が想定される。

- a) 地域の地盤概要の閲覧・技術者から一般ユーザーまでを対象と考える。
- b) 地盤モデル情報の閲覧・技術者のみを対象に考える。

(2) 分かりやすさと使いやすさ

①可視化表現

特に、a) の閲覧については一般ユーザーも対象となるので、解釈された情報などの分かりやすい表現や専門用語の解説をつけるなどの工夫が有効である。その一つとして、可視化表現は有効な手段ではあるが、地上空間の3次元表現（景観表示等）に比べると、地下空間を分かりやすく表現することは容易でない。また、技術者には理解できるが一般ユーザーには理解できないということも、両者の基礎知識に大きな差があるので当然生じる。したがって、まずは色彩表現やボリューム的表現を組み合わせる意味する内容をイメージ的に補足する手法を基本に採用し、以後、段階的に表現機能の開発・補充を図るように進めることが適当と考えられる。

②動作速度

情報を閲覧する動作速度の速さは、ユーザーの興味をこのシステムの中に引き込むという意味でも極めて重要である。そこに貴重な情報が存在することが分かっているにもかかわらず、レスポンスの遅いシステムに対してはストレスが蓄積され、閲覧しようとする意欲を阻害することになる。

この問題は、システム機能自体の設計上の効率性の問題とサーバー能力に依存する問題でもある。後者については、一度にアクセスが集中すると使用速度の低下を招く恐れがあるので、アクセス数に応じた機器の増強やアクセス制限などの処置が必要になる。

(3) データの管理

① データのメンテナンス

全国電子地盤図は各地域において順次、構築・更新されるものである。したがって、情報の更新や追加に即時にかつ容易に対応できるようにシステムを構築する必要がある。

② データの連携

閲覧システム（電子地盤図情報システム）は、分散管理型システムによる地下構造データベースの一部として連携されることになるので、Fig. 11 に示すようにポータルサイトに対する情報連携用のデータ作成機能が必要である。

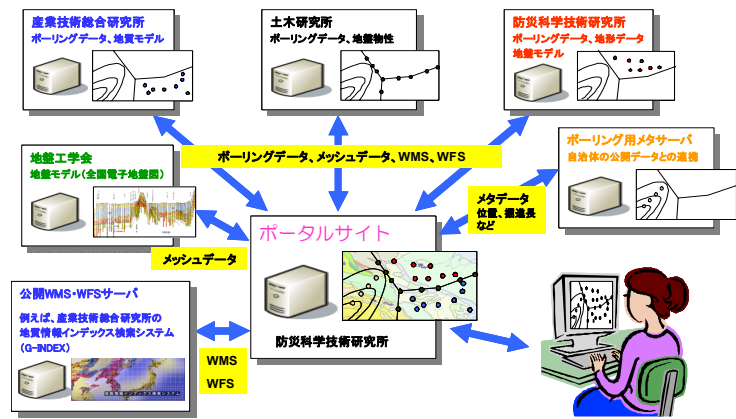


Fig.11 Management system on sharing integrated geophysical and geological information database. (Ooi, 2009)

(4) セキュリティ

システムへの不正アクセスへの対応が必要である。つまり、外部からの意図的なデータ破壊や、サーバーシステムを設置するネットワークシステムの障害発生へのセキュリティ対応が必須である。

(5) 拡張性

閲覧システムは段階的にさまざまな改良・追加の要望が発生すると考えられる。そのために、できる範囲で今後のシステム拡張に対応しやすい構成に配慮しておく必要がある。

4.3 閲覧機能の視覚化

(1) 電子地盤図の情報と閲覧

電子地盤図（代表的地盤情報）は、沖積相当層を対象とし、地域地盤の脆弱性の抽出に視点を置いて作成される。空間的には平面・鉛直方向に 250m メッシュ・1-2m 層厚の立方体を吊り下げたようなモザイク状に粗視化された情報であり、その個々は土質（礫質土、砂質土、粘性土などの分類）と N 値（硬質の指標）および標高と地下水位の情報より構成されている。将来的には種々の土質試験情報等も追加されるが、現時点では簡素な内容で構成されている。また、各メッシュのモデルの作成に用いたボーリングデータや作成者の情報も保管されており、各モデルの基礎データの厚みを知ることできる。

このように、電子地盤図自体は簡素に集約された地盤モデルなので、その意味をユーザーに伝えるには表示方法等の工夫が必要である。閲覧システムから情報が広く参照されるように、地盤の全体像を分かりやすく表現する閲覧機能が必要とされる。

(2) 分かりやすい表現

電子地盤図に限らず、地盤情報を活用するうえでユーザーの理解を助けるために地盤に関する種々の情報を分かりやすく表現する手法の開発（工夫）が行われている。当然ながら、最も優れた方法は実態

をそのままに提示することであり、3次元表示や写真画像等による直接的な表現方法が“理解を助ける”という意味では実に効果的である。しかしながら、そのような手法は、地上空間（個々の物体）の実態表現を主体として発達したものである。中身が詰まった地盤空間（その空間自体が表現の対象）の表現手法としては必ずしも“分かりやすい見方”ではなく、何らかの工夫が必要である。そこで、今回は斬新な手法を模索するのではなく、従来の手法を分かりやすいものに改善することを行う。例えば、模式的な表現（カラー化など）は効果が見込まれる。

カラー表示について以下の例を示しておきたい。Fig.12は土質毎のN値のカラー表示のパレットの提案である。土質をイメージした色使いとN値が示す軟らかさ～硬さのイメージが連続的な濃淡で示してある。特に一般に対しては抽象的で良いので、このような分類表示が地盤特性を概観するには違いが端的に提示されて効果的である。技術者の地盤情報に対する興味も、このような感覚的な見方が出発点となることが多い。この他にも、層厚は「とても厚い→厚い→薄い→ない」、地震リスクは「揺れやすい、揺れにくい、液状化しやすい、液状化しにくい」というような大雑把な分類を表示の起点にすればよい。技術者からすれば、その閾値をどのように決めるかということに注意が行くが、連続的な色使いで表現することによってその抵抗感は薄れる。

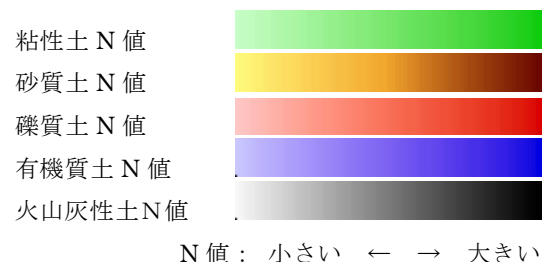


Fig.12 Color legend of soil type and N-value.

(3) 表示機能の試作

試作した3つの事例を示す。内容の詳細は割愛するが、各図は電子地盤図のモデルデータから作成したものであり、各々に地盤の地域特性をうかがうことができる。ここで、Fig.13は任意深度で地盤を切り出したときの土質とN値の表示である。Fig.12のカラーパレットを使用している。対象層や優勢土質の層厚分布なども同様に表示できる。Fig.14は優勢土質・層厚のコンター分布と地層断面の表示機能を組み合わせて表示したものである。技術者には理解しやすいが、一般向けには解説を併記する必要がある。Fig.15は任意に位置を指定して電子地盤図よりその土質断面をパネル表示したものである。色分けされた土質の分布（緑：粘土、黄色：砂、赤：礫）

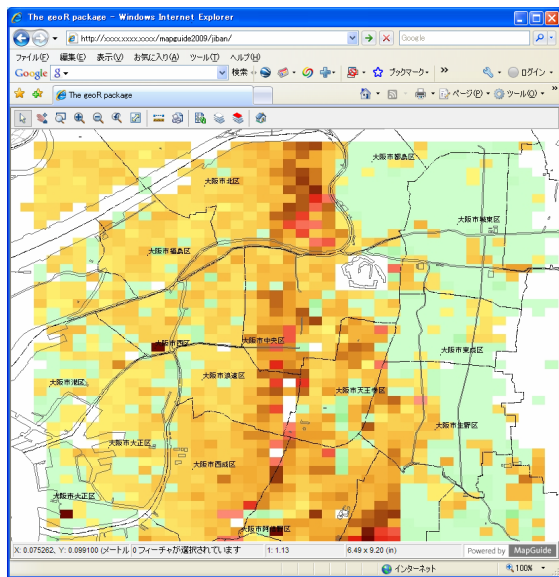


Fig.13 Distribution of soil type and its N-value for a typical depth of GL-5m in Osaka plain.

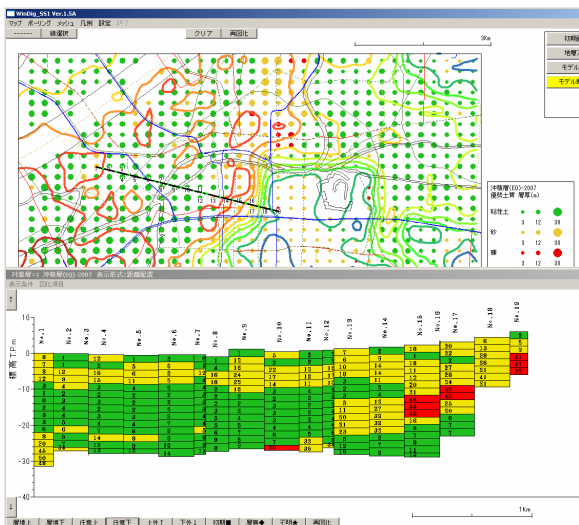


Fig.14 Contour map of the thickness distribution of predominant soil type and cross-section by the representative soil profile model.

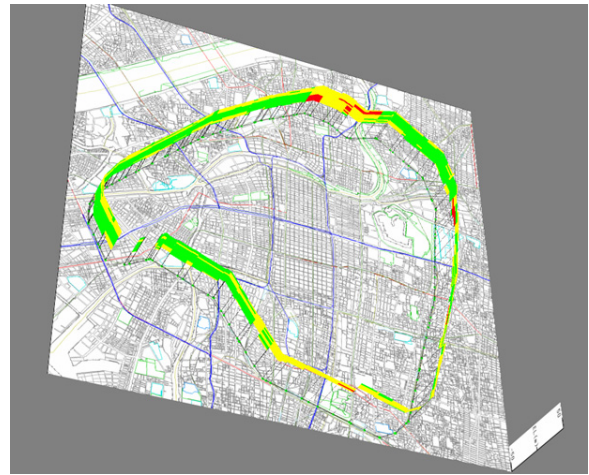


Fig.15 Panel diagram of typical cross-section by the representative soil profile model. (ex. around the JR Osaka loop line)

を地図上に空間的に現すことで、地層分布（沖積相当層）の全体像が容易に理解される。

4.4 閲覧システムの全体像

以上の「表示機能」を組み込む閲覧システムの全体像について触れておく。

閲覧システムは、前出の Fig.11 の連携システムの一つとして、Fig.10のようにwebホームページ（地盤工学会）を入口とする。そこからの画面遷移は、まずユーザーが情報を得たい地域に到達するための「地域選択機能」が用意されている。次に、その地域の電子地盤図を閲覧するために、前述の「表示機能」より地盤特性を概観する。さらに「ダウンロード機能」により必要があれば電子地盤図データを入力することができる。

動作環境は、webGIS を用いてネットワーク上で実現することが効率的である。その際の、システム構築の課題は4.2節に述べたとおりである。GIS機能を用いることにより、閲覧システムに欠かせないデジタル地図の表示制御と地盤情報の面的な重ねあわせが容易となる。

5. おわりに

地域における浅層地盤情報（地盤情報データベース）を広域に連携・統合するために「全国電子地盤図システム」が起案され、開発が進められている。この開発の起点となった大阪平野とは別の地域地盤へシステムを適用して種々の地盤に適用する場合の機能的な課題を検討するとともに、電子地盤図に集積された代表的地盤情報（モデル）を一般から技術者にまで広く提供するためのシステムを検討し、必要な機能として閲覧機能の視覚化に取り組んだ。

他地域への適用では、沖積低地から丘陵地等の斜面地盤を有する松山平野地盤を対象に「電子地盤図作成支援システム」の適用上の問題点を抽出した。斜面地盤への適用上の着目点として、微地形区分・扇状地の理解・河床勾配と集水面積が挙げられ、その参照情報として背景図に地形を表現するために50mDEMの視覚化を行った。なお、その他にも幾つかの改良点が把握されたが、松山平野地盤特性を検討することの補助的な役割も含めて、本システムは全体として概ね有効に機能した。

電子地盤図（代表的地盤情報）がさまざまな用途に活用されるように、広く情報提供するための閲覧システムについて検討を行った。システム構築に向けての課題を整理するとともに、ユーザーがまず知りたいと思うであろう地域の地盤像が容易に理解できるように電子地盤図を分かりやすく提示するための閲覧機能の視覚化に取り組んだ。ここでは、斬新な表現手法ではなく、webGISによる表示機能の作成を基本に従来からの平面分布表示等に情報の意味を分かりやすく伝えるための方法の検討と試作を行った。一例として、土質毎のN値のカラー表示のパレット（土質をイメージした色使いとN値が示す軟らかさ～硬さのイメージの連続的な濃淡表示）を試作した。また、閲覧システムの全体像についても解説を加えた。

本研究は、平成18年度から始まった「統合化地下構造データベースの構築」の中で地盤工学会が担当する「表層地盤情報データベース連携に関する研究」と連携して実施した。今後、2年間をかけて電子地盤図システムと情報提供体制が完成・実現される予定であり、本研究の成果の一部もシステムに導入される見込みである。

謝 辞

本研究は、地盤工学会の「表層地盤情報データベース連携に関する研究委員会」および同四国支部と四国地盤情報活用協議会研究部会との共催による「四国電子地盤図作成検討委員会」の活動と並行に、京都大学防災研究所・平成19-20年度一般共同研究19G-09の一環として行ったものである。関係各位に謝意を表す。

参考文献

愛媛県建設研究所（2003）：松山平野地盤図。
大井昌弘（2009）：分散管理型システムによる地下構造データベースの連携，第3回シンポジウム 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.37-44。
KG-NET・関西圏地盤研究会（2007）：新関西地盤—大阪平野から大阪湾—，pp.296+66。
榊原正幸・小松正幸・市原寛：松山平野周辺の地盤地質，愛媛大学芸予地震学術調査団最終報告書，pp.101-112，2002。
高橋大輔・矢田部龍一・松田和範・山本浩司（2004）：松山平野地盤情報データベースの構築，第39回地盤工学会研究発表会，pp.177-178。
地盤工学会・表層地盤のデータベース連携に関する研究委員会（2007）：「表層地盤のデータベース連携に関する研究」平成18年度研究報告書。
地盤工学会・表層地盤のデータベース連携に関する研究委員会（2008）：「表層地盤のデータベース連携に関する研究」平成19年度研究報告書。
地盤工学会・表層地盤のデータベース連携に関する研究委員会（2009）：「表層地盤のデータベース連携に関する研究」平成20年度研究報告書。
藤原広行（2007）：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，防災科学技術研究所，pp.9-22。
三村衛・山本浩司・安田進・藤堂博明（2008）：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。
安田進・藤堂博明（2007）：表層地盤情報データベース連携に関する研究，第3回シンポジウム 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。
安田進・藤堂博明・三村衛・山本浩司（2009）：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.49-58。
矢田部龍一・木下賢司・山本浩司・ネトラ・バンダリー：四国地盤情報DBの構築と活用，土と基礎，Vol.53，No.6，pp.28-30，2005。
矢田部龍一・長谷川修一・廣田清治・前田裕也・山本浩司（2009）：松山平野における全国電子地盤図の作成，第43回地盤工学会研究発表会，投稿中。
山本浩司・三村衛・三田村宗樹・大島昭彦・小田和広（2008）：大阪平野における全国電子地盤図の作成—パイロット・スタディー—，第43回地盤工学会研究発表会。
吉田光宏・三村衛・山本浩司・近藤隆義（2008）：地盤情報DBによる代表的地盤情報の抽出—電子地盤図の作成手法について—，第43回地盤工学会研究発表会。

Development of Digital Underground Map System and Modeling for Regional Ground

Koji YAMAMOTO*, Mamoru MIMURA and Ryuichi YATABE***

* Geo-Research Institute, Japan

** Dept. Civil Engineering, Ehime University, Japan

Synopsis

The system for developing “Representative Soil Profile Model” (RSPM) has been established based on the boring data stored in the Kansai Geoinformatics Database, in the study of 2007. The topic is a part of the national project of “Cooperation of Underground Database”. In this study of 2008, the RSPM system was applied for modeling of other regional ground such as some plains in Shikoku area. And the software was improved for adding some functions of impression to provide the RSPM data for public reading. The derived RSPM and this system will be connected and cooperated with other databases, and actively utilized for considering the regional disaster prevention and mitigation plans, and so on.

Keywords: Subsurface ground, Geotechnical information, Database, Representative soil profile model