

関東支部 地盤情報を活用した首都直下型地震に 対する宅地防災検討委員会

活動報告

委員長：清木隆文(宇都宮大学)
幹事：王寺秀介(中央開発(株))

1

～委員会の目的～

- 本委員会では、近い将来の発生が想定されている**首都直下型地震**に対して特に**宅地被害等に着目**。
- 関東地域に多数存在する**スウェーデン式サウンディング**などの現地調査データの活用等も検討し、**地盤モデルの高精度化**を実施。
- 地震応答解析等に基づいた地盤増幅評価や液状化評価に関する考察を行い、**将来起こり得る地震に対する地震被害想定の高精度化**を目指す。
- 検討成果は、地震防災や減災に役立てるため、**第3版の「続・関東の地盤」(仮題)**としての発刊を目指す。

2

研究会メンバー構成

No	会務	氏名	所属	部署
1	委員長	清木 隆文	宇都宮大学	大学院工学研究科地球環境デザイン学専攻
2	顧問委員	龍岡 文夫	東京理科大学	理工学部土木工学科
3	幹事	王寺 秀介	中央開発株式会社	ソリューションセンター
4	委員	穴太 聖哉	東京ガス株式会社	デジタルイノベーション本部 基盤技術部 基盤技術研究所
5	委員	石川 敬祐	東京電機大学	理工学部 理工学科 建築・都市環境学系
6	委員	大井 昌弘	国立研究開発法人 防災科学技術研究所	マルチハザードリスク評価研究部門
7	委員	落合 努	神奈川大学	工学部建築学科
8	委員	木村 克己	公益財団法人 深田地質研究所	
9	委員	小荒井 衛	茨城大学	理学部理学科地球環境科学コース
10	委員	後藤 聡	山梨大学	大学院医学工学総合研究部
11	委員	佐々木 修平	住友林業株式会社	住宅・建築事業本部 技術商品開発部
12	委員	芝村 圭	独立行政法人都市再生機構	岩手震災復興支援本部 陸前高田復興支援事務所
13	委員	末政 直晃	東京都市大学	工学部 都市工学科
14	委員	鈴木 一成	株式会社ダイヤコンサルタント	経営本部 情報システム部
15	委員	鈴木比呂子	千葉工業大学	創造工学部 建築学科
16	委員	関口 徹	千葉大学	大学院工学研究院
17	委員	武田 啓司	独立行政法人都市再生機構	技術・コスト管理部 建設マネジメント室
18	委員	塚本 良道	東京理科大学	理工学部 土木工学科
19	委員	辻 浩平	ジャパンホームシールド株式会社	
20	委員	中尾 健人	ベースロードパワージャパン株式会社	事業開発部
21	委員	細川 聡美	株式会社シーエスエンジニアズ	設計部
22	委員	丸山 昌則	基礎地盤コンサルタンツ株式会社	情報システム部
23	委員	三上 武子	基礎地盤コンサルタンツ株式会社	技術本部 先端土質試験室
24	委員	安田 進	東京電機大学	総合研究所
25	委員	山口 恵美	関東学院大学	
26	委員	吉澤 睦博	株式会社竹中工務店	技術研究所 未来空間研究部 リスクアセスメントグループ
27	委員	渡邊 康志	ジャパンホームシールド株式会社	
28	委員	和田 里絵	応用地質株式会社	技術本部 研究開発センター
29	オブザーバー	辻 昌宏	東京都	土木技術支援・人材育成センター
30	バー	西 喜士	川崎市港湾局	港湾振興部 庶務課 (技術監理担当)

3

委員会の活動について

□(一財)全国住宅技術品質協会の研究助成を頂く

□3つのWGで構成

- ①地盤情報の収集整理・地盤モデルの高精度化に関する検討WG
- ②地盤モデルを用いたハザードマップの高精度化に向けた検討WG
- ③サウンディングのデータの地盤モデルへの活用手法の検討WG

□これまで委員会6回、講習会2回を開催

講習会は、第1回グリッドモデル講習会（2019年7月4日）、第2回グリッドモデル講習会（2019年12月12日）を開催

①地盤情報の収集整理・地盤モデルの高精度化に関する検討WG(WG1)

(主査：石川委員(東京電機大学),副査：丸山委員(基礎地盤C))

ロボーリングデータの収集整理

2014年度に出版した「関東の地盤(第2版)」は、国や都県等から提供頂いた約70,000本のボーリングデータを地盤情報データベースとして収集整理した。本委員会では、更に**2014年度で収集できなかった都県や市町村、民間データの地盤情報を収集する。**

具体的には、地盤情報を所有している機関を対象に**アンケート調査を実施し、地盤情報の実態を調査**した。

地盤情報データベースは後述する書籍「続・関東の地盤(第3版)」の付録資料として添付する予定である。

ロ地盤モデルの高精度化

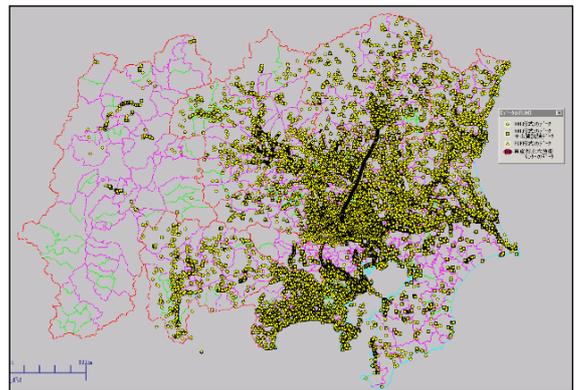
地盤モデルについては、**3次元グリッドモデルの作成方法の高度化を検討し、作成範囲のエリア拡大を目指す。**3次元グリッドモデルとは、ボクセルモデルの一種で江藤ほか(2008)が開発した構築手法を基礎に、木村ら(2016)が地層境界面で制約する手法を追加した地盤3次元モデルの構築手法である。

ボーリングデータの収集整理

「関東の地盤(第2版)」の地盤情報データベース

DVDに収納したデータの内容

ご提供頂いた公的機関名	登録データの内容	
	柱状図数	室内土質試験および岩石試験
国土交通省関東地方整備局	13,093本 (XMLおよびPDF)	6,876本のボーリングに対して、40,003試料の試験結果
旧港湾	3,849本 (PDF)	—
茨城県	10,801本 (XML及びPDF)	—
栃木県	791本 (XML及びPDF)	150本のボーリングに対して、563試料の試験結果
宇都宮市	2,676本 (PDF)	—
900本 (PDF)	—	—
群馬県	1,320本 (XML及びPDF)	—
2,110本 (XML及びPDF)	—	—
埼玉県	4,167本 (PDF)	—
さいたま市	2,960本 (XMLおよびPDF)	—
千葉県	839本 (XML及びPDF)	433本のボーリングに対して、1,817試料の試験結果
480本 (XML及びPDF)	—	146本のボーリングに対して、535試料の試験結果
浦安市	396本 (XMLおよびPDF)	—
東京都	ボーリング位置 7,339箇所登録 (柱状図は東京都の地盤(Web版)で検索、閲覧する)	
神奈川県	11,051本 (PDF)	—
337本 (XMLおよびPDF)	—	—
川崎市	2,933本 (PDF)	—
山梨県	641本 (XML及びPDF)	51本のボーリングに対して、192試料の試験結果
1,544本 (XML及びPDF)	—	29本のボーリングに対して、140試料の試験結果
独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構	176本 (XML及びPDF)	—
つくばエクスプレス	—	—
武蔵野線	831本 (XML及びPDF)	119本のボーリングに対して、827試料の試験結果
東日本旅客鉄道株式会社※	473本 (PDF)	—
東京メトロ	103本 (XML及びPDF)	—
副都心線	—	—
合計	69,810本	7,804本のボーリングに対して、44,163試料に試験結果



関東の地盤(第2版)のボーリング位置図

「続・関東の地盤(第3版)」では、3万本のボーリングデータ追加を目指す。

※ 2013年度版で新規に追加したデータ

地盤情報に関するアンケート調査の実施

データ使用の目的及び取扱い

①書籍「続・関東の地盤2020年度版」付属資料として添付する**地盤情報データの提供及び公開を依頼**。

調査対象

関東地域の都県及び中核都市

提供及び公開許諾を依頼する資料

- ①**機関の所有するボーリングデータ**
位置データを含むボーリング柱状図（数値データ）
土質試験結果などの計測データ（数値データ）
- ②**建築確認申請書の地盤調査データ**
位置データを含むボーリング柱状図（数値データまたは紙資料）
土質試験結果などの計測データ（数値データ）

**→今回新しい試みとして、建築確認申請書の地盤データに対してアンケートを実施
ただし、提供可能な自治体は今のところなし。**

地盤モデルの高精度化

木村ら(2011)が開発した**三次元グリッドモデル**をもとにして、これまで電子地盤図ではモデル化が困難であった**地盤情報データがない領域の補間方法**を検討した。

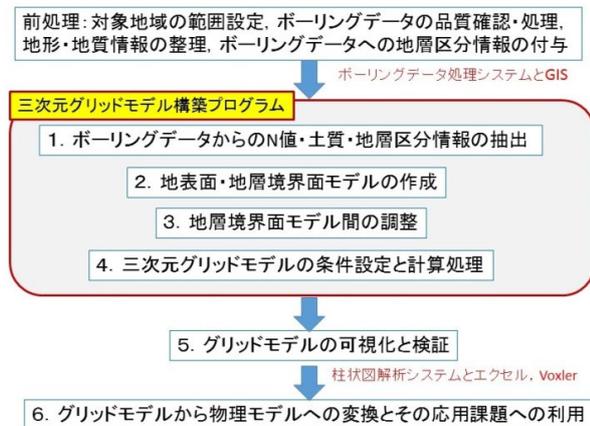
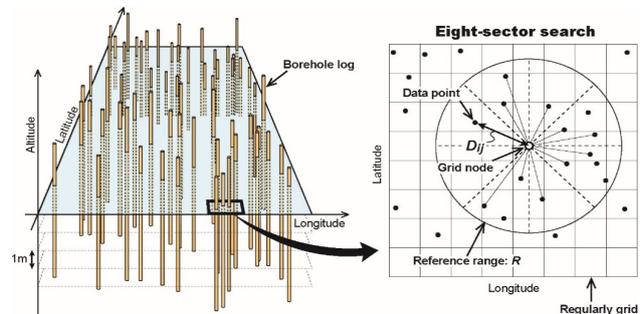


図1 三次元グリッドモデル構築のデータ処理過程



逆距離加重法（江藤ほか（2008）を基礎に作成

三次元グリッドモデルの特徴

- ボーリングデータが存在しない場所でもモデル化が可能。
- **地層境界面を制約条件**とすることで、地層年代の違いをモデルに表現。

地盤モデルの違いによる神田川沿いの谷底低地の地震応答特性

東京電機大学 安田 進、石川 敬祐、奥倉 大樹

- 神田川沿いの谷底低地に対して、①**ボーリングデータ（地質学的解釈による断面図）**、②**全国電子地盤図(250m)**、③**三次元グリッドモデル(100m)**を用いた**地震応答解析**を実施した。
- 二次元地震応答解析はAdvanced FLUSH/Winを用い、せん断波速度、初期せん断剛性はN値から道路橋示方書の推定式より求めた。入力地震動は、日本建築防災協会による東京湾臨海部模擬地震波を解放基盤動と設定した。
- 谷底低地の形状や地層構成をより**詳細に表現できる三次元グリッドモデルは、他の地盤情報を用いた場合よりも比較的細かな地震応答**が見られる。

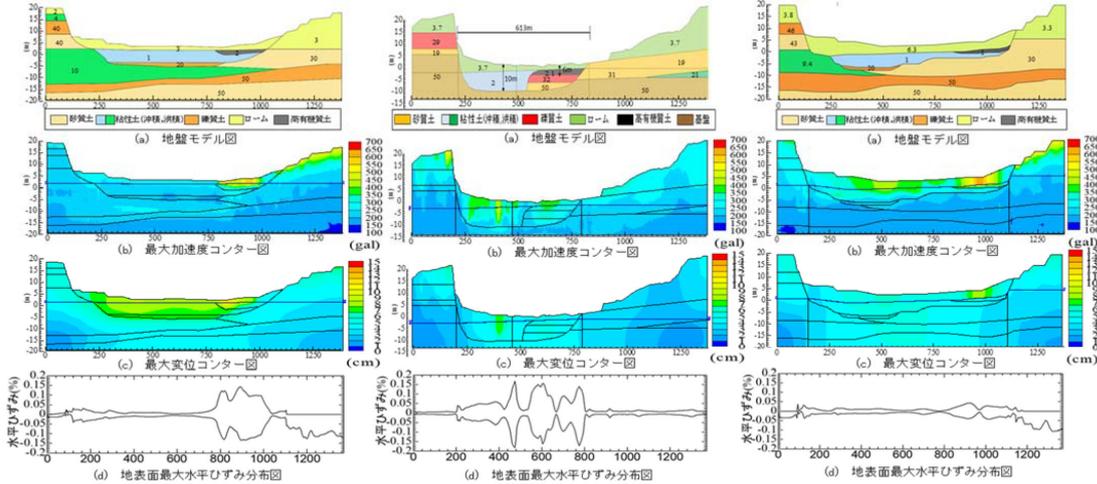


図2 ボーリングデータを用いた解析結果

図3 全国電子地盤図を用いた解析結果

図4 三次元グリッドモデルを用いた解析結果

東京低地における大正関東地震による建物被害と表層地盤構造の関係

千葉大学 倉田 悠暉、関口 徹

- 隅田川周辺の東京低地を対象に、三次元グリッドモデル手法に基づく表層地盤のモデル化と現地での微動計測を行い、大正関東地震の地震被害と表層地盤構造の関係を検討した。
- 現地微動単点計測の固有周期と三次元グリッドモデルから求めた固有周期を比較した。台地と波食台での固有周期は0.2s~0.4s 付近、河成段丘面では0.8s~1.0s 付近となっており、**計測と地盤モデルから求められた結果は調和的なもの**となった。(図-1)
- 微動アレイ計測から推定されたS波速度構造とモデルから推定した土質、N値と合わせて示す。概ね調和的であるが、**極表層地盤でのS波速度について検討する必要がある**。(図-2)

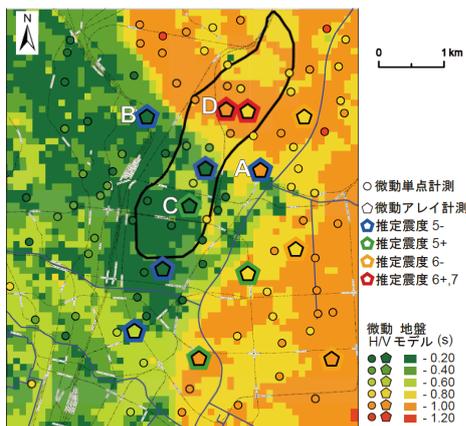


図1 微動H/Vスペクトルの卓越周期と表層地盤モデルの固有周期の分布

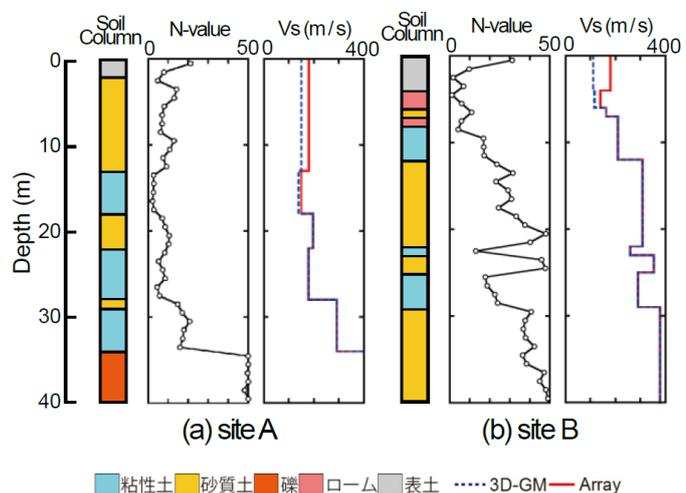


図2 推定された地盤のS波速度構造

③ サウンディングデータの地盤モデルへの活用手法の検討WG(WG3)

(主査：末政委員 (東京都市大学) , 辻委員 (ジャパンホームシールド))

ロスウェーデン式サウンディングデータの活用

地盤モデルの作成精度は、ボーリングデータの分布具合によるところが大きい。そこで、ボーリングデータを補足する情報として、スウェーデン式サウンディングデータの活用を検討する。具体的には3次元グリッドモデルのインプットデータとしてスウェーデン式サウンディングデータを使用する。

ロ宅地 (一般住民) 向けの液状化検討マニュアル

一般市民がサウンディングデータを活用して、液状化検討を行える「**宅地 (一般住民) 向けの液状化検討マニュアル**」を作成する。そのためにサウンディング結果から液状化被害可能性判定をする手法を検討する。

スウェーデン式サウンディング調査はこれまでかなり数量が実施されているが、二次的な活用はほとんどされていないのが実情である。スウェーデン式サウンディングデータ活用の課題は、換算N値の精度、調査深度がボーリング調査と比較して浅いこと、砂と粘土の区分ができないこと等が挙げられる。

SWS 試験の換算N値、換算 s_u 値

大島昭彦：宅地地盤評価に関わる技術的問題 (SWS 試験による宅地地盤の評価技術) , 地盤工学会誌2020Vol.68 No.2 Ser. No.745

大島(2020)は過去10年間に日本各地で実施したSWS試験結果とN値及び粘性土の非排水せん断強さ s_u 値との比較結果から新たな相関式を提案した。

〈 $W_{sw} \cdot N_{sw}$ と N 値の関係〉

砂質土 : $N = 4 W_{sw} + 0.040 N_{sw} [N_{sw} \leq 300]$

$N = 16 + 0.022 (N_{sw} - 300)$

$[300 < N_{sw} \leq 600]$

粘性土 : $N = 1 W_{sw} + 0.044 N_{sw} [N_{sw} \leq 300]$

〈 $W_{sw} \cdot N_{sw}$ と s_u 値の関係〉

粘性土 : $s_u = q_u / 2 = 38 W_{sw} + 0.36 N_{sw}$

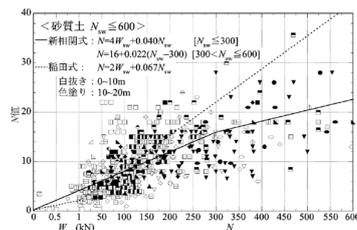


図-1 29地点の砂質土の W_{sw} , N_{sw} と N 値の関係

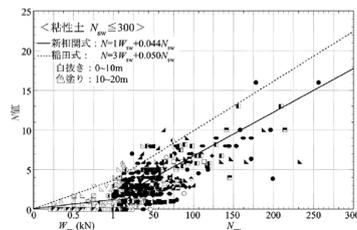


図-2 28地点の粘性土の W_{sw} , N_{sw} と N 値の関係

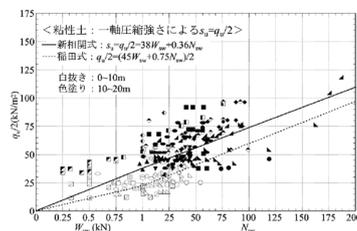
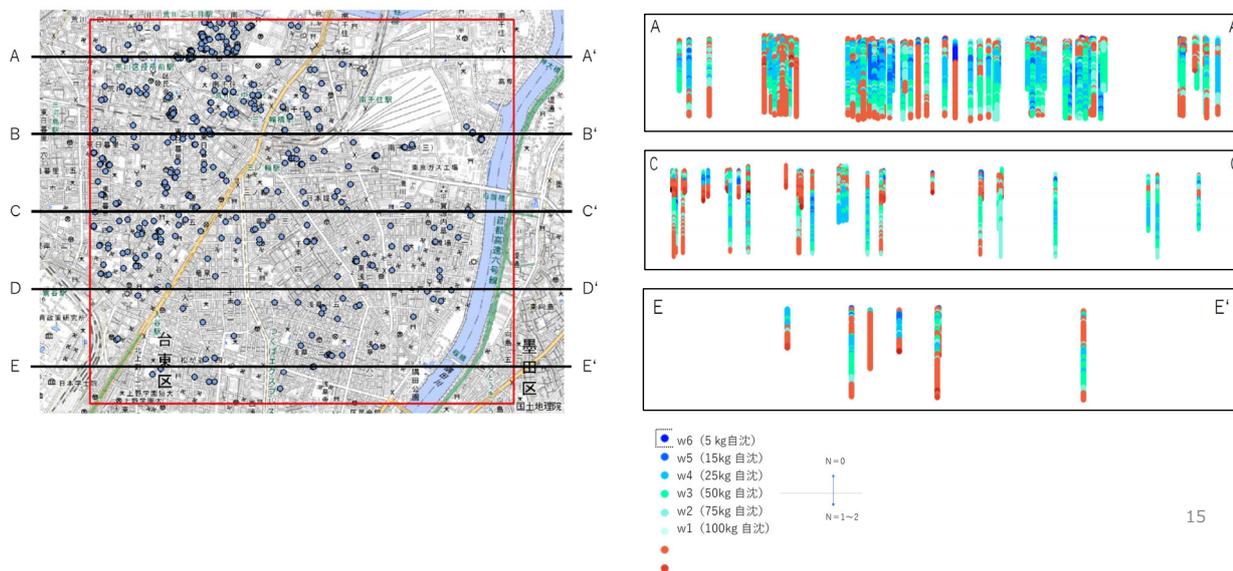


図-3 20地点の粘性土の W_{sw} , N_{sw} と s_u 値の関係

SWS試験の活用例

東京都台東区・荒川区付近のSWSデータの活用例

SWSデータを収集し、断面図上に展開した。
視覚的に自沈層が連続していることがわかる。



サウンディングデータを活用するための 検討課題

検討課題①：サウンディングデータを有効利用して、高精度
のハザードマップを作るためには

検討課題②：サウンディングデータを活用して、「宅地（一
般住民）向けの液状化検討マニュアル」を作ることためには

- サウンディング結果で**ボーリングデータで補完できそう**である。
 - 土質や F_c はどう判断するか
- 盛土など**表層に近い部分の地盤の性状を確認できそう**である。
- 地下水等の情報を得ることができるか検討
 - 地下水位等の情報をどのように取得するか

まとめ

これまで

- ① 地盤情報の収集整理・地盤モデルの高精度化に関する検討WG
- ② 地盤モデルを用いたハザードマップの高精度化に向けた検討WG
- ③ サウンディングのデータの地盤モデルへの活用手法の検討WG

で活動を実施してきたが、コロナ災禍で活動を自粛。
2020年7月29日の幹事会から活動を再開。

今後

研究期間を延長して、**地盤情報の取集、地盤モデルの高度化、サウンディングデータの活動を本格化。**
第3版の「続・関東の地盤」(仮題)の執筆準備を開始