YNU 横浜国立大学
YOKOHAMA National University

第3回
地球環境未来都市シンポジウム

RESEARCH CENTER FOR THE FUTURE CITY DESIGN
CORRESPONDING TO GLOBAL ENVIRONMENT PROBLEMS
RESEARCH GROUP FOR THE FUTURE CITY DESIGN
CORRESPONDING TO GLOBAL ENVIRONMENT PROBLEMS
http://future-cities.ynu.ac.jp

【講演資料】微動探査による地盤構造調査

独立行政法人防災科学技術研究所　客員研究員
先名　重樹　氏

足元から考える環境未来都市「秦野」

地下地質・水熱循環構造から解き明かす秦野市の環境と防災

2013年9月14日〔土〕13:00→17:00

秦野市保健福祉センター〔神奈川県秦野市緑町16番3号/☎0463-84-5511〕

主催　横浜国立大学/環境工学秦野協働研究会/地球環境未来都市研究会　**後援**　秦野市/神奈川県/横浜市/都留市
地球環境未来都市研究会幹事会員　神奈川県政策研究・大学連携センター/横浜市温暖化対策統括本部/都留市/（独）海洋研究開発機構アプリケーションラボ/東京大学登坂博行研究室/横浜国立大学地域実践教育研究センター/㈱日立製作所情報・通信システム社/大成建設㈱技術センター/東京ガス㈱エネルギー企画部/ESRI・ESRI Japan㈱

微動探査による地盤構造調査

先名　重樹　氏
独立行政法人防災科学技術研究所　客員研究員

先ほど、地質モデルを作られるという話がありましたが、私のグループでは、微動探査による地盤構造調査を行い、揺れやすさに関する物性値をその地質構造に付けて、最終的に揺れやすさマップを作るということに取り組んでいます。調査自体はまだ始まったばかりなので、本日は微動探査の内容とこれからどうしていくかという話をさせていただきます。

1.　微動って何？

そもそも微動とは何かというと、人が感じない程度の微小な揺れです。地震動とは違い、工場などの人間活動や波浪などの自然により、地面は普段でも揺れています（図 1）。

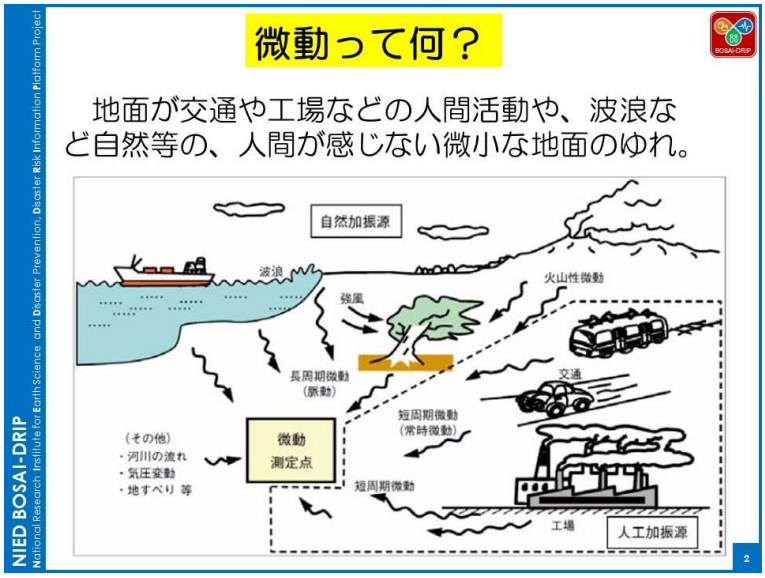

図 1

2.　微動探査によって何が分かる（出来る）？

図 2 にアレイ式の観測イメージが描いてありますが、微動探査とは、三角型に置いた高性能の地震計でいろいろな方向から来る揺れに網を掛け、地震計を通過してきた速度を測ることで地下の速度構造を求めるという調査です。

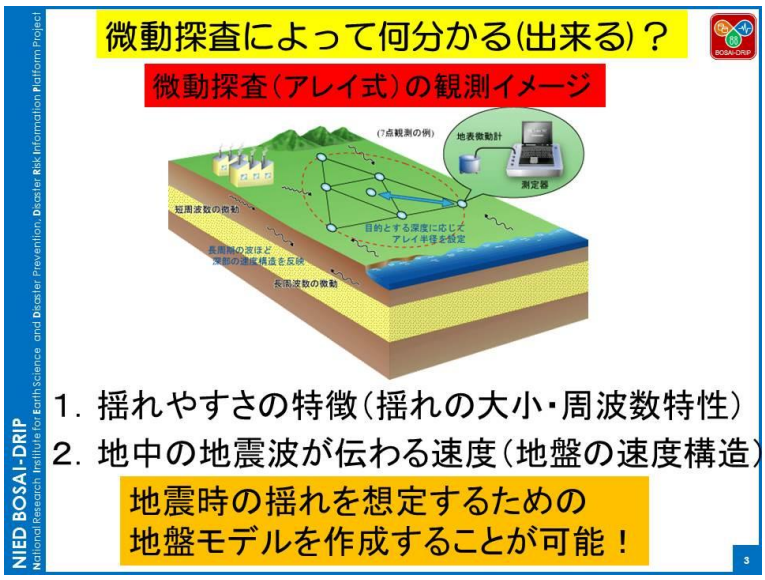

図 2

これで分かるのは、一つは揺れやすさの特徴です。揺れが大きくなるのか小さくなるのか、それから周波数特性といって、どのような周期の波が強くなるのかが分かります。もう一つは、地中の地震波が伝わる速度(地盤の速度構造)です。こういったものがダイレクトに解析結果として出てきます。これが分かることで、先ほどの地質構造と合わせて、地震時の揺れを想定するための地盤モデルを作成することができます。

3. 常時微動観測状況

実際に観測を行う機械は今は非常に便利になっていて、20cm 立方ぐらいの大きさで、その中にバッテリーやセンサー等が全部入っており、ボタンを押せば測れる状態になっています。このような微動観測機器を 15 分ぐらい置いて観測すると、結果が出てきます(図 3)。

図 3

今回はパイロット的に 1 測線を測っていますが、この機械を 4 台、三角形に網を張るような形で置いて観測しています。

4.　微動観測からわかること

その観測結果から何が求められるかというと、一例として、先ほど地震波が地中を伝わる速度が得られるという話をしましたが、まず、観測機器の間を通ってくる位相速度が分かります。周波数ごとにどれぐらいの速さで出てくるかが分かるわけですが、それを解析することで地中の速度構造が柱状図のように出てきます（図 4）。このような結果が出てくると、S 波速度が遅いほど揺れが大きくなることが分かります。要するに、ボーリングを使った PS 検層と同じような速度構造の結果が、微動探査によって非破壊の状態で得られるということです。

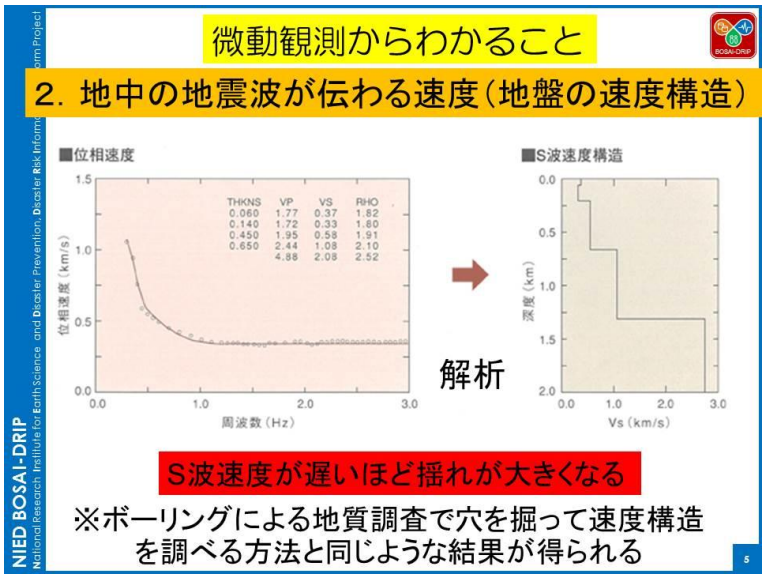

図 4

5.　秦野市で予定している微動探査測線

秦野市で始まったばかりという話をさせていただきましたが、地盤構造モデルを作るに当たって、約 500m 間隔で秦野盆地を切り、その間で 200m ぐらいのピッチで 20 観測点ほど観測しました。今回、先行調査で、緑で示されている渋沢駅～桜土手古墳公園～北小学校～山地までの測線を観測してみました（図　5）。その結果を、次に紹介します。

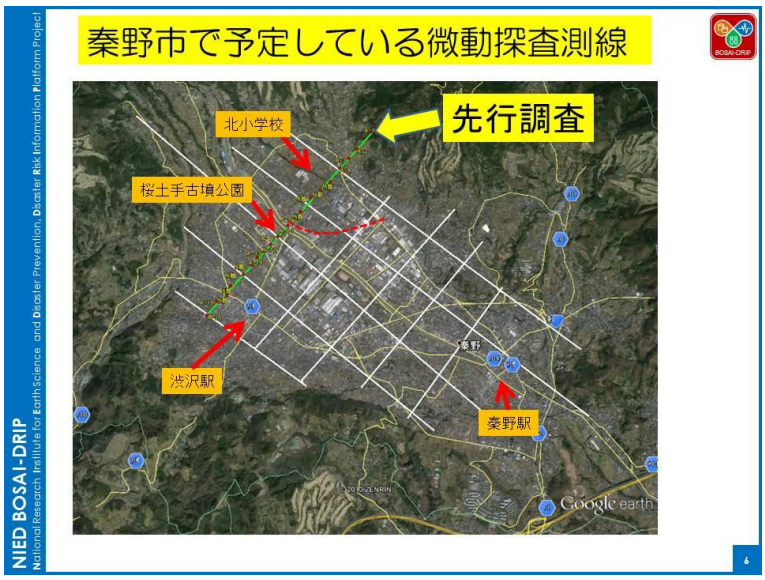

図 5

6. 観測結果による地盤構造の様子

図 6 は、その結果出てきた絵です。横軸が距離、縦軸が標高で、少しスケールが変わりますが、渋沢駅、桜土手古墳公園、北小学校、そこから標高がどんどん上がっていくという形になっています。色で表しているのが、先ほど言った S 波速度構造が小さいのか大きいのか、要するに軟らかいのか硬いのかということです。

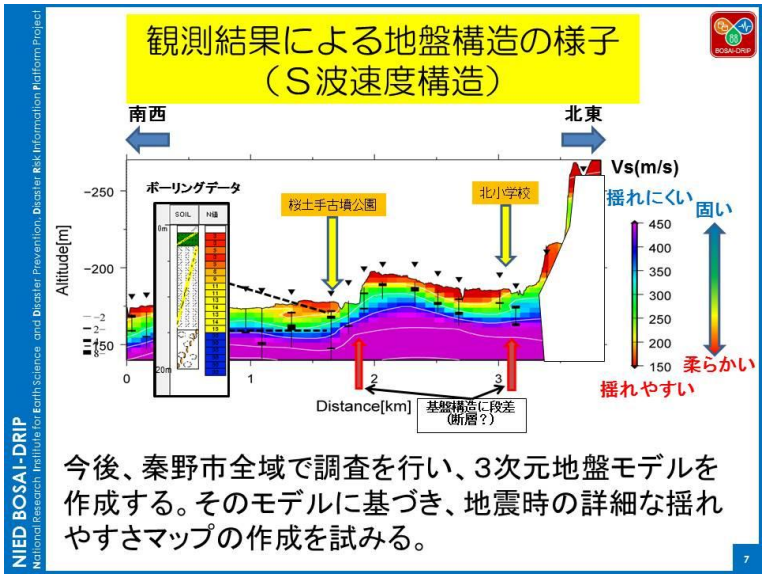

図 6

これを見てみますと、地表付近に 6～7m ぐらい、赤い層が入っています。これが、先ほど地質の説明でもありましたローム層です。その厚さがここにはっきり出てきているわけですが、水無川や北小学校の横に流れている川沿いには、あまりローム層は見られません。恐らく流れてなくなったのだろうという推測が立てられます。

下に向かって速度が速くなっていくのですが、青く見えているところが Vs400 といって、われわれが工学的基盤と言っているところです。この部分がどれぐらいの深さにあるかが、はっきりイメージとして見えてくるわけです。

この中で、北小学校の付近に、基盤が 10m ほど急に落ちているところがあります。桜土手公園の水無川のところでも大きく落ちているところがあります。これは観測では非常に大きな差で、赤い線が引いてあるところに恐らく基盤構造に段差がある。要するに、先ほど断層がたくさん走っているという話がありましたが、断層の可能性があるのではないかということが、このような調査でも見えてくるわけです。

今後、秦野市全域で 500m の井形に組んだグリッドで調査を行って 3 次元地盤モデルを作成し、そのモデルに基づいて、地震時の詳細な揺れやすさマップの作成を試みたいと考えています。

7. 作成する地盤構造モデルと揺れやすさマップのイメージ

最後に、これはまだ秦野では作っていないのですが、藤沢市で同じようなことをしています。藤沢で、地質構造断面図を 50m 間隔で作り、そこに微動観測の結果を入れることで、揺れやすさマップが作成できます（図 7）。赤に近づくと揺れやすい（Vs が遅い）構造で、青に近づくと揺れにくい（Vs が速い）構造ということで、細かい揺れやすさの空間分布が出てきます。こういったものを今後作っていこうと考えています。以上です。

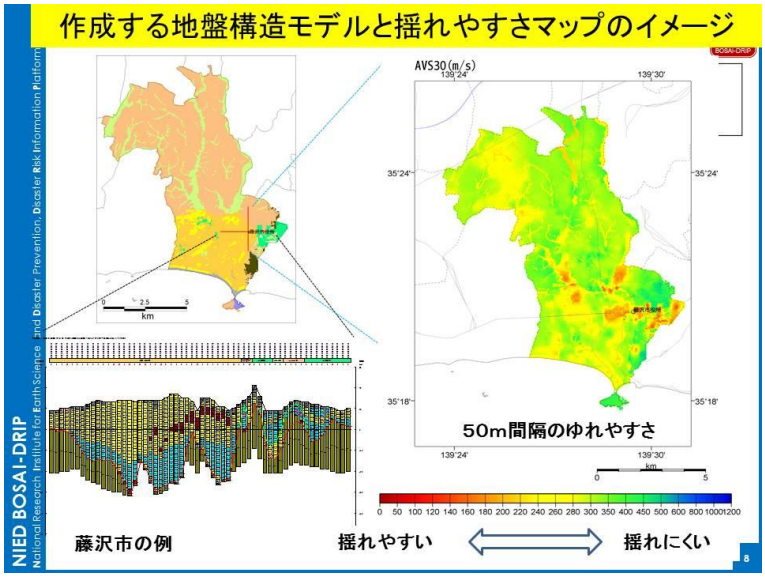

図 7

（司会）　今後、これまで作ったモデルやシミュレーションにどこまで妥当性があるか、正確であるかをきちんと検証していきたいと思っています。また、このような細かいモデルを作ることで、特に秦野市の場合は非常に地下構造が複雑なのですが、地質モデルと今のような微振動モデルなどを組み合わせて、これから最新のモデルを作り上げていこうと考えています。これは住友財団の補助を受けて進めています。

このモデルを作って、できれば登坂先生にお渡しして新しいシミュレーションを試みていただきながらサイクルを回していきたいと考えています。ちなみに、今の断面図は、遠藤先生のグループが作られた断層面図とぴったり一致しています。約 1 年後には、いろいろなアプローチによる高解像のものが、成果として出していけるのではないかと思っています。

これを秦野市の 17 万人の命を守るためのプランづくりの基にしていただければということで、今進めているところです。将来的には横浜市の MM（みなとみらい）21 地区を中心とした液状化の問

題や、神奈川県全域の防災マップづくりなどに展開していければと考えていますので、後ほど議論していただければと思います。以上、地圏・水圏の現状の報告をいたしました。