

3. 3. 9 地下構造モデル化の研究（強震観測）

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 高密度強震観測によるモデル化

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
東京大学地震研究所	助教授	鷹野 澄	takano@eri.u-tokyo.ac.jp
東京大学地震研究所	教授	額 額一起	koketsu@eri.u-tokyo.ac.jp
北海道大学大学院	助教授	笹谷 努	sasatani@ares.sci.hokudai.ac.jp
京都大学防災研究所	助教授	松波孝治	matunami@egmdpri01.dpri.kyoto-u.ac.jp
京都大学防災研究所	助手	大見士朗	ohmi@rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp
九州大学大学院	助教授	竹中博士	takenaka@geo.kyushu-u.ac.jp
独立行政法人防災科学技術研究所	特別技術員	大井昌弘	ooi@bosai.go.jp

(c) 業務の目的

高精度の強震動予測を行うためには、震源モデルの構築、広域地下構造モデルの構築、表層地下構造モデルの構築などの高精度化を進める必要がある。これを進めるにあたって必要不可欠なものが、大都市圏をカバーする広域かつ高密度の強震観測網の観測波形データである。広域かつ高密度の強震観測網から得られる観測データは、震源モデルと地下構造モデルから推定される強震動推定値と比較することによって、これらのモデルの検証や改善を可能にする。また、強震動シミュレーションから得られる理論波形データと観測波形データを比較することによって、シミュレーション手法の検証と改善を可能にする。

平成 11 年度の補正予算により、6 大都市圏の各拠点大学に、大都市圏強震動総合観測ネットワークが整備され、これまでほとんど収集がされていなかった自治体等の震度計の強震波形データの収集が、大都市の自治体等の協力のもとに開始された。首都圏においてもこれまで 5 都県市の震度計の波形データが東大地震研に収集され、首都圏強震動総合ネットワーク（SK-net）として整備されている。データが揃いはじめた平成 15 年度からは、地震研究所の共同利用を利用した共同研究体制もスタートしている。また、近畿圏においても京都大学防災研究所が中心となって、京阪神地域の大阪府、京都市、滋賀県の震度計の波形データが収集され整備されている。

今回の大大特プロジェクトにおいては、これまでの大都市圏強震動総合観測ネットワークを強化して高密度強震波形データベースを充実していく。またそれにより、高密度強震観測データを用いた、地下構造モデルの検証、モデルの高精度化のための手法の開発、強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証、等の研究を推進していく。

(d) 5 ヶ年の年次実施計画

1) 平成 14 年度：

- ・大都市圏強震動総合観測ネットワークのデータベースの充実

東大地震研では、首都圏強震動総合ネットワーク SK-net について、これまでの 5 都県

市のみのデータではまだ不十分であることから、首都圏において、周辺の自治体の震度計の波形データの収集を進める。平成 14 年度は、山梨県の協力のもと、県の震度計 64 点の波形データの収集システムを県庁に設置させて頂き、ダイヤルアップによる収集を開始した。京都大学防災研究所では、これまで近畿圏を対象として、大都市圏強震動総合観測ネットワークを整備して、これまでに、大阪府と滋賀県の計測震度情報ネットワークと京都市消防局ネットの波形データを収集した。

- ・強震観測データを用いた地下構造モデルの検証ならびに高精度化

北海道大学では、平成 14 年度、札幌市が平成 13 年度に市内に展開した震度計ネットワークの観測データを解析して、札幌市地下構造モデルの検証を行った。

東大地震研では、高密度強震波形データを用いて、地下構造モデルの高精度化のための手法の開発を行った。

- ・強震観測データを用いた強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証

東大地震研や横浜市大のグループでは、高密度強震波形データを用いて首都圏における表面波の伝播過程を解明し、伝播経路に起因する強震動の生成過程の解明を進めている。

また東大地震研では、震源モデルと地下構造モデルを仮定して強震動シミュレーションを行い、実際の観測波形データと比較検討し、強震動シミュレーションの検証を行った。

2) 平成 15 年度：

大都市圏強震動総合観測ネットワークのデータベースの充実としては、首都圏において、引き続き周辺の自治体の震度計の波形データの収集を進める。平成 15 年度は、群馬県 59 点の波形収集システムを開発し、地震研究所からの夜間ダイヤルアップ収集を開始した。また、群馬県以外にも、栃木県、茨城県、静岡県周辺の各自治体と、波形データ収集の実現に向けた協議を行った。

また高密度強震観測データを用いた、地下構造モデルの検証、モデルの高精度化のための手法の開発、強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証、等の研究を推進した。平成 15 年度は、首都圏における地盤増幅特性の研究では、横浜市内の観測点の地盤増幅特性を逐次解法によって精度よく求めることができた。近畿圏においては、滋賀県観測網を使って予察的に増幅度分布を調べ、琵琶湖東岸沿いに増幅度の大きい地域が見られること、湖岸沿いでも局所的に増幅度の小さい地域が点在することなどについて地盤構造などから考察した。

3) 平成 16 年度：

大都市圏強震動総合観測ネットワークのデータベースの充実としては、首都圏において、引き続き周辺の自治体の震度計の波形データの収集を進める。平成 16 年度は、栃木県 47 点、茨城県 79 点の波形収集システムを開発し、地震研究所からの夜間ダイヤルアップ収集を開始した。また、茨城県が回線を NTT 回線から衛星防災無線回線に変更するのを受けて、県庁経由での波形データ収集の実現に向けた協議を開始した。さらに、長野県の波形データ収集方法についても協議を開始した。

また高密度強震観測データを用いた、地下構造モデルの検証、モデルの高精度化のための手法の開発、強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証、等の研究を推進した。

4) 平成 17 年度：

大都市圏強震動総合観測ネットワークのデータベースの充実としては、首都圏において、引き続き周辺の自治体の震度計の波形データの収集を進めた。平成17年度は、茨城県において、衛星防災無線接続に変更された観測点からの波形データ収集システムを開発して、県庁経由での波形データ収集を開始した。また、長野県120点の震度計の波形データ収集システムを開発して、地震研究所附属信越観測所からの夜間ダイヤルアップ収集を開始した。また、静岡県が独自に波形データ収集システムを開発したことから、それを経由した波形データ収集についての協議を開始した。しかしながら、横浜市のような場合を除くと、既存の自治体の観測網でもまだ観測密度が不十分であることから、将来、より高密度な強震観測を比較的安価に実施できることを目指して、最近のIT技術を利用した次世代強震観測システムの研究を開始した。

またこのようにして得られた高密度強震観測データを用いた、地下構造モデルの検証、モデルの高精度化のための手法の開発、強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証、等の研究を推進した。

5) 平成18年度：

大都市圏強震動総合観測ネットワークのデータベースの充実としては、首都圏において、引き続き周辺の自治体の震度計の波形データの収集を進める。平成18年度は、静岡県が独自に開発した波形データ収集システムで収集された波形データを、オンラインもしくはオフラインで受けてデータベースに入れる。また、平成17年度に開始したIT技術を利用した次世代強震観測システムの研究を進める。

また得られた高密度強震観測データを用いた、地下構造モデルの検証、モデルの高精度化のための手法の開発、強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証、等の研究を推進していく。

(e) 平成18年度業務目的

・大都市圏強震動総合観測ネットワークのデータベースの充実

大都市圏の広域高密度強震観測データは、地下構造モデルの検証と高精度化に必要な不可欠なものである。このため、平成18年度も引き続き、大都市圏周辺の自治体等の強震波形データの収集を進めデータベースを充実する。東大地震研では、首都圏を対象として、これまで、山梨県、群馬県、栃木県、茨城県（電話回線系）、茨城県（衛星回線系）、長野県の波形データ収集を新たに開始し整備した。平成18年度は、残された静岡県からの波形データ収集を、県が独自に開発した波形データ収集システムからオンラインまたはオフラインで受け取りデータベースに格納するシステムを構築する。これら既存の自治体等の観測点の波形収集に加えて、より高密度のネットワークを最近のIT技術を利用して展開することを目的とした次世代強震観測システムの研究開発を行う。

・強震観測データを用いたモデル化研究の推進

東大地震研では、首都圏強震動総合ネットワーク SK-net を利用した全国共同研究を推進していく。取組んでいる研究課題は、高密度強震観測データを用いた地下構造モデルの検証、強震観測データを用いた地下構造モデルの高精度化のための手法の開発、強震観測データを用いた強震動の伝播特性の解明、強震観測データを用いた強震動シミュレーションの検証などである。また、その他の大都市圏においても、得られた高密度強震観測データ

を用いた、地下構造モデルの検証、モデルの高精度化のための手法の開発、強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証、等の研究を推進する。

(2) 平成18年度の成果

(a) 業務の要約

首都圏強震動総合ネットワーク **SK-net** を強化して高密度強震波形データベースを充実するために、引き続き首都圏周辺の各自治体のデータ収集を進めた。これまでは、山梨県、群馬県、栃木県、茨城県（電話回線系）、茨城県（衛星回線系）、長野県などの、独自に波形データを収集していない自治体に対して、既存の自治体システムに影響を与えない形で、観測点から波形データを収集するシステムの開発を行い、データ収集を行ってきたが、平成18年度は、残された静岡県から、県が独自に収集した波形データをオフラインで受け取りデータベース化するようにした。また、より高密度のネットワークを最近のIT技術を利用して展開することを目的とした次世代強震観測システムの研究開発を行い、今回開発した安価なセンサー装置で、震度1の弱いユレの場合でも、地震による建物のユレの特徴を正確に観測できることを確認した。また高密度強震観測データを用いた、地下構造モデルの検証、モデルの高精度化のための手法の開発、強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証、等の研究を実施するとともに、**SK-net** については、全国共同利用も推進した。

(b) 業務の成果

・大都市圏強震動総合観測ネットワークのデータベースの充実

首都圏強震動総合ネットワーク(**SK-net**)¹⁾²⁾については、山梨県64点、群馬県59点、栃木県47点、茨城県79点（電話回線、衛星回線）、長野県120点に加えて、静岡県78点が追加されて、平成18年は11都県市の13の強震観測網から合計約930点の震度計・強震計の強震波形データが収集されるようになった(図1)。静岡県の場合、県が独自に波形データ収集システムを開発し平成17年度より運用開始していたので、そのデータを定期的にオフラインで送って頂くことになり、それをデータベースに変換して格納するプログラムを開発した。この結果、図1の領域の**K-net**と**KiK-net**観測点、気象庁震度観測点の合計が約360点に対して、**SK-net**の観測点はその約2.6倍に及ぶものとなっている。なお、各観測網のデータは、各自治体等の観測システムの現状に応じて、オンラインやオフラインで数日から1年遅れで収集されて、共通のデータフォーマットに変換されて保存されている。このため全部のデータが集まり、利用可能になるには、1年以上かかっている。

一方で、**SK-net**でデータ収集している13の強震観測網は、それぞれ収集方法、データ形式、収集システムなどが異なるため、各観測網向けに波形収集装置や波形変換プログラムが必要で複雑なシステムになっている上に、自治体統合などによる観測点情報の更新も多く今度の保守・維持管理作業に課題を残している。

首都圏強震動総合ネットワーク観測点分布

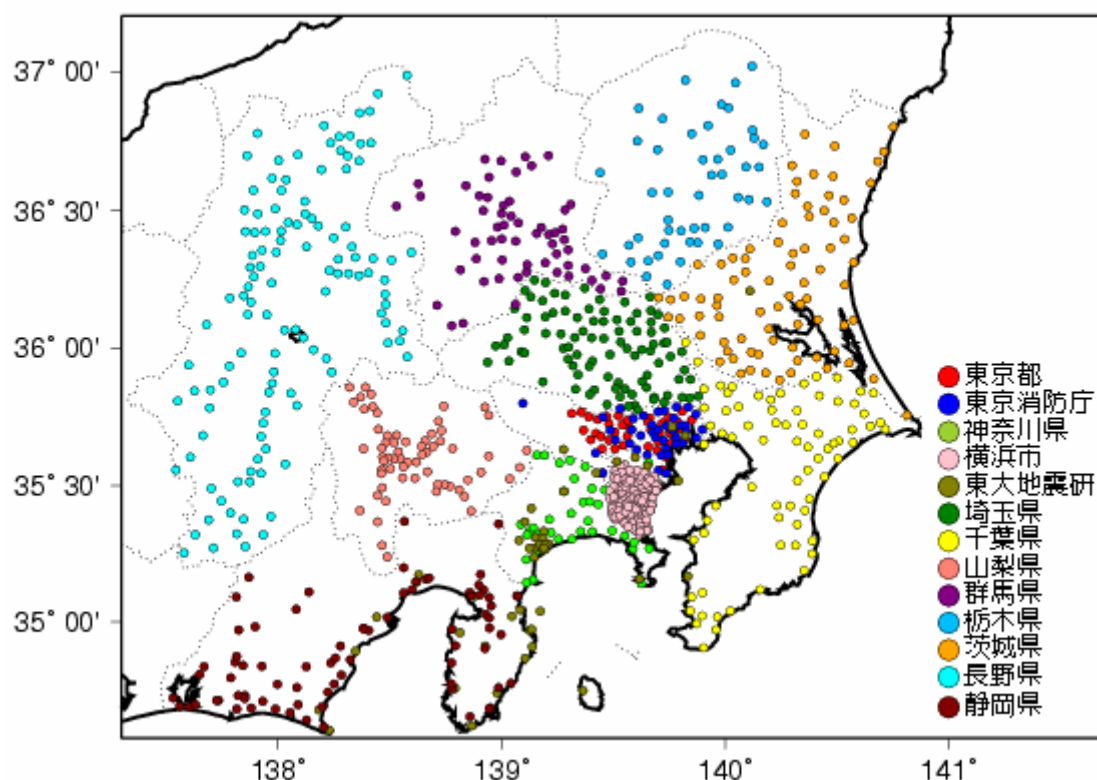
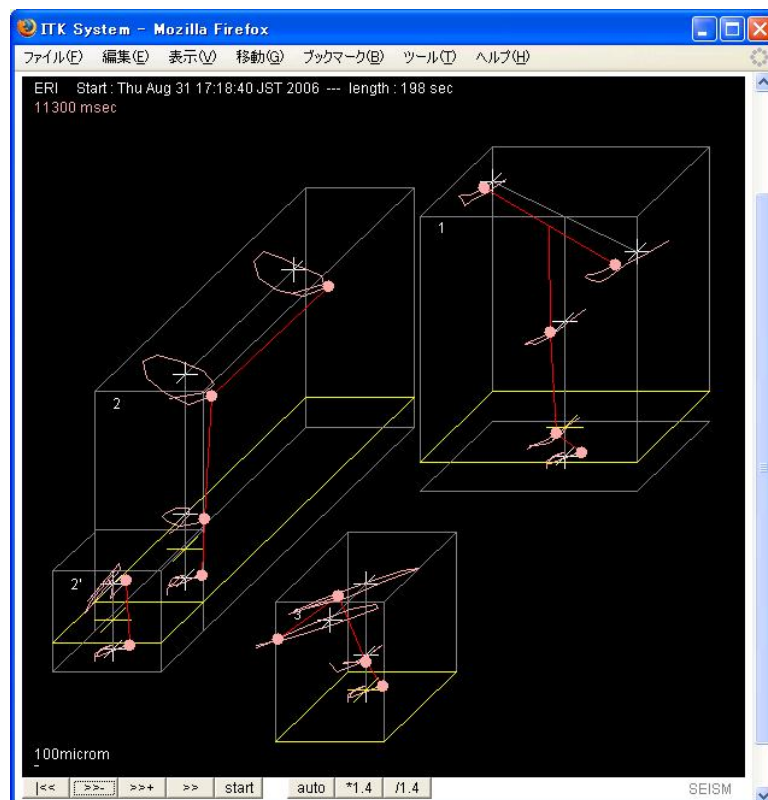


図1 首都圏強震動総合ネットワーク(SK-net)で収集している観測点

一方で、既存の自治体等の観測点と防災科研の K-net/KiK-net や気象庁震度観測点などをあわせても、まだまだ横浜市に比べて観測点密度は不十分であり、より高密度の強震観測網を比較的安価に実施できる次世代強震観測システムが必要である。高密度観測の実現の為には、1台150万円から200万円もする強震計の価格と回線費等の維持費が問題となる。そこで首都圏に広く利用されている常時接続のブロードバンド回線を利用して展開することを目的とした、廉価版 LAN 接続型強震計(IT 強震センサー)を研究開発している。

図2 IT 強震センサーの観測データから再現された3種類の建物の地震によるユレの様子(Java アニメーション)



今年度は、最初に試作した 1 2 台の装置を地震研究所の 3 つの建物に設置して、地震時の揺れを観測データから再現し、震度 1 程度の弱い地震でも建物のユレの特徴を正確に捉えられることが確認された(鷹野・他, 2006)。図 2 は、平成 1 8 年 8 月 3 1 日の東京湾の地震(文京区本郷の震度 3)の観測記録から免震造、鉄筋コンクリート造、鉄骨造の 3 種類の建物のユレをアニメーションで再現したもので、それぞれの建物の揺れ方の違いが鮮明に再現されている(鷹野・他, 2006)。この IT 強震センサーはその後改良されて、PoE(Power over Ethernet)方式を採用し LAN から電源供給可能なモデルも試作されている。

以上の成果から、今後は、廉価版 LAN 接続型強震計を多数設置した次世代の高密度強震観測システムの研究を進める予定である。

・ 強震観測データを用いたモデル化研究の推進

大都市圏の高密度強震観測データを用いた、地下構造モデルの検証、モデルの高精度化のための手法の開発、強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証、等の研究については、以下のような研究を実施した。

九州大学のグループでは、福岡圏強震動ネットワークとして収集した福岡県などの震度計の波形データ、ならびに、気象庁や防災科研の K-net/KiK-net の波形データなどを用いて高密度の強震観測データの解析を実施している。竹中らは昨年度、2005 年福岡県西方沖地震(M7)において観測された波形記録から主要動の水平変位の軌跡(震動方位)を調査し、福岡県西方沖地震の断層面の走行が、N304° E にほぼユニークに求められること、断層面の傾斜角についても、震源と推定した断層線から、87 度と推定できること、観測波形を解析して主破壊の開始点が求められることなどを明らかにした(Takenaka et al., 2006)が、それをさらに進めて、アスペリティーを高密度強震網で観測 P 波を用いてイメージングすることに成功した(図 3)。

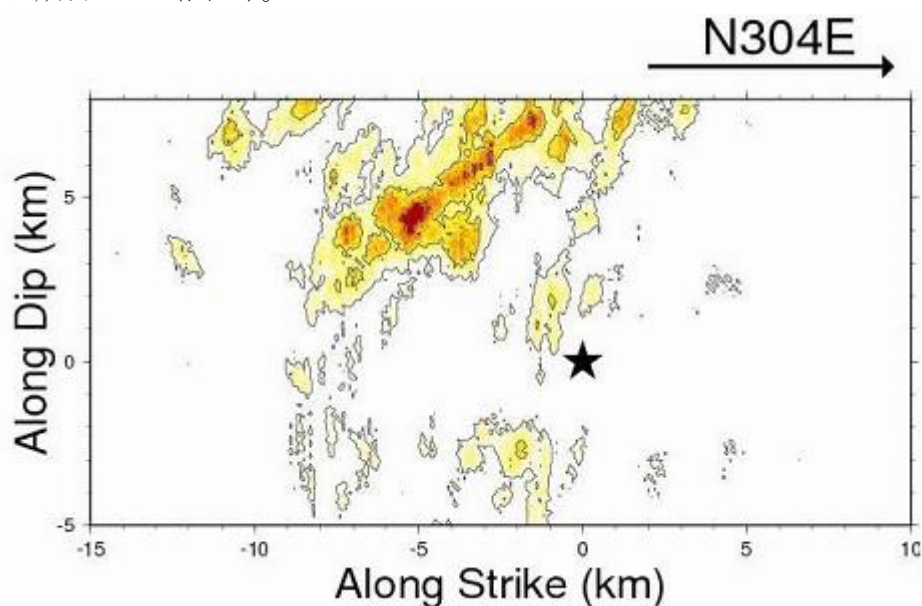


図 3 高密度強震網の観測 P 波を用いた 2005 年福岡県西方沖地震(M7)のアスペリティーのイメージング(赤い領域:P 波の放射強度が高い領域=アスペリティー領域)

そして、震源近傍の P 波波形記録を用いて、アスペリティー位置を即時的に推定する手法を考案した（竹中ほか，2006）。大地震の場合は、震源（破壊開始点）と強震動発生域（アスペリティー）の位置が離れていることが多く、本年度本格運用開始された緊急地震速報では震源の情報しかないので、大地震の場合の強震動予測が大きく外れることが懸念されている。ここで考案されたような方法で、地震発生直後にアスペリティーの位置がリアルタイムで推定可能になれば、地震直後の強震動予測の精度が格段に向上するものと期待される。

京都大学防災研究所のグループでは、近畿圏強震動総合ネットワークの高密度強震観測データを用いた研究を実施している。松波は、強震時の地盤の変形・破壊（液状化）と間隙水圧応答について、盛土住宅地盤での地震動と間隙水圧の観測データより、強震時における地震動に対する間隙水圧応答モデルを提案した。

盛土地盤では、雨水等の浸透により地盤下部は水で飽和され、上部は不飽和のいわゆる飽和-不飽和不整形地盤が形成され、1995 年兵庫県南部地震，2003 年十勝沖地震，2004 年新潟県中越地震などの強震時の際，自然地盤及び人工地盤を問わず液状化に起因すると考えられる無数のクラック，沈下，噴砂等による数多くの被害を受けた。今後，海溝型巨大地震や都市直下型地震が発生した際，同様な飽和-不飽和型不整形地盤が変状・変動して被災する危険性の高い都市は数多く潜在しており，強震時の盛土住宅地盤の震動特性，及び変形・破壊特性の評価に基づく減災対策は急務である。

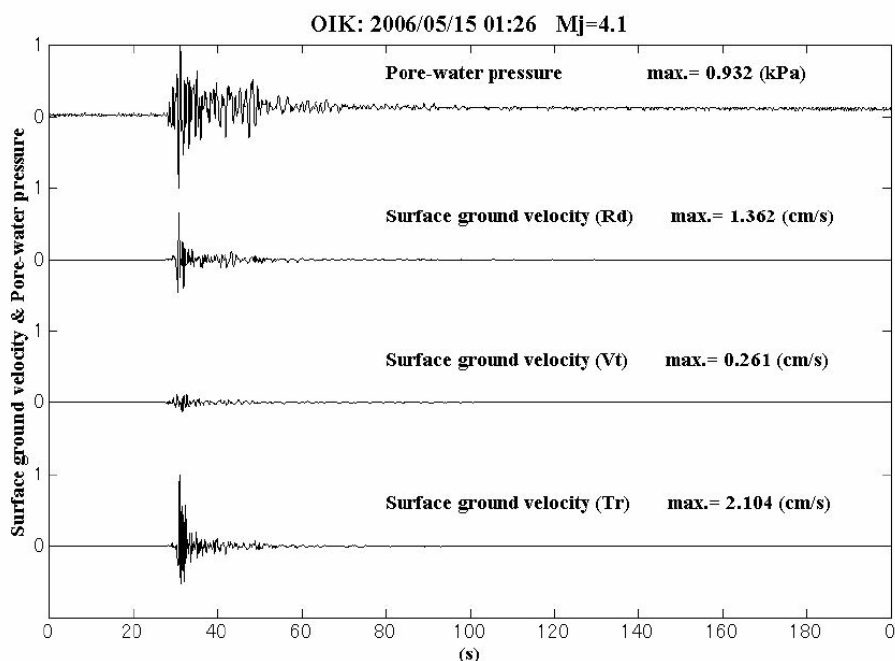


図 4 2006 年 5 月 15 日和歌山県北部 Mj4.1 地震時の間隙水圧計（地下 3m）と速度型強震計（地表）の記録。水圧計の S 波部分には明瞭な階段状の上昇（過剰間隙水圧）が見られる。

松波らは、和歌山市内の典型的な谷埋め盛土住宅地盤で地震動（地表）と間隙水圧（地中）の同時観測を実施し，弱震時には入力地震動の強さに応じた地盤の線形的挙動が間隙

水圧変化から見る事ができ、また、強震時には強い入力地震動による残留間隙水圧の発生（間隙水圧の階段状の上昇、図4）を明瞭に捉えることができた。これらの観測から、弱～強の入力地震動強さに応じた地盤の線形及び非線形挙動を間隙水圧変化及び地盤歪から定量的に議論出来ることがわかってきた（郷・他、2006a）。

そこで、地震動による地盤の変形・破壊を考察するために、S波主要動部分における間隙水圧変化（時刻歴）の物理的モデルを提案した（郷・他、2006b）。このモデルでは、間隙水圧変化 P は、 P_{comp} 成分（体積ひずみによる）と P_{shear} 成分（SH波せん断変形に起因する体積収縮）から成る（図5）。

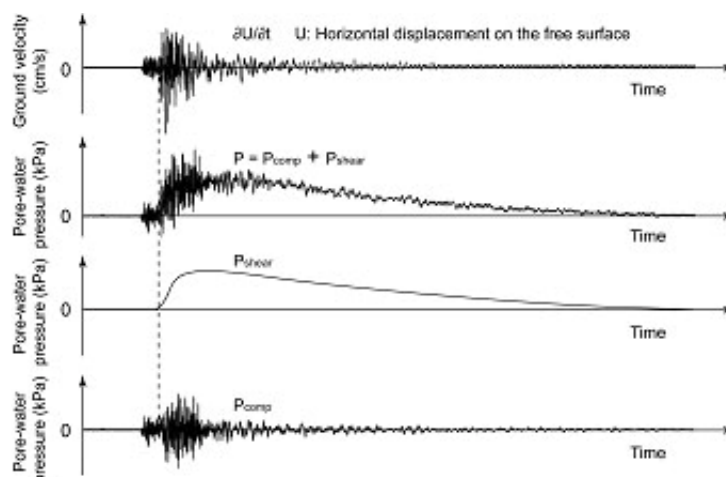


図5 強震時の間隙水圧変化（時刻歴）モデル。間隙水圧変化は P_{comp} 成分及び P_{shear} 成分から構成される。

このモデルでは、間隙水圧変化は、地盤が入力地震動レベルに応じて弾性的領域から弾塑性的領域に移り、部分的破壊を起こし終には完全破壊（液状化）に至る夫々のステージにおける地盤の体積変化に対応していると考ええる。従って、弱～強震時の観測データの蓄積によって、入力地震動レベルと（地盤の変形・破壊状態を表す）間隙水圧変化の間の経験式（間隙水圧比曲線）の構築を期待できる。更に、想定大地震時の強震動予測値をこの経験式に適用する事により地盤破壊損傷度（液状化危険度）予測に活用出来る事が期待できる。

今後、強震時における観測データを蓄積する事により、地震動に対する間隙水圧応答から表層飽和地盤の不安定化過程を明らかにし、シナリオ地震の強震動（波形）予測に基づき液状化危険度評価へと発展させる展望が得られた。

・首都圏強震動総合ネットワーク SK-net を利用した全国共同研究の推進

首都圏強震動総合ネットワーク (SK-net) では、地震研究所の共同利用を通じて多くの機関の研究者により、高密度強震観測データを用いた研究を実施している。平成 15 年当初は 16 機関から 35 名の利用登録があったが、その後順調に利用者が増えて、平成 18 年度は 20 機関から 50 名の利用登録があった（毎年更新）。

(d) 結論ならびに今後の課題

首都圏では、多くの周辺自治体の協力のもとにデータベースが充実してきた。データの収録は、翌日に実施される場合もあるが、観測網によっては、1 年以上かかる場合もあり、

すべての観測網のデータが迅速に揃うわけではないが、多くの自治体の協力によって、徐々にデータが揃いつつある。これらのデータは、首都圏の広域地下構造モデルを構築するために将来にわたり活用できるものである。2004 年 紀伊半島沖地震や新潟県中越地震の際は、首都圏を襲う長周期地震動の研究に広域高密度という SK-net の特徴がいかに発揮された。

一方で、SK-net の 13 の観測網は、それぞれシステムなどが異なり、その結果 SK-net のシステムは複雑化し、今度の保守・維持管理作業に課題を残した。また自治体の合併による観測点情報の変更、データ収集回線の変更などから、急なシステム改変も必要な場合がある。観測網によっては、観測点で保存できる波形データ量が少なく、新しい地震が観測されると古い波形データが上書きされて消失してしまうという問題もあり、大地震の後に余震が続く場合は、現在の収集方法では大事なデータが欠落する可能性もある。また、工事などでデータが上書きされてしまうケースもまま発生している。精密な解析には良質なデータセットが不可欠であるので、なるべく欠測のないように、引き続き、各自治体の担当者と協力して、安定的にデータ収集するように変更・整備を進める必要がある。

また、将来、より高密度な強震観測を推進するためには、IT を活用した安価な強震計の開発が必要である。

今後とも、大都市圏の強震動総合ネットワークで得られた高密度強震観測データを充実し整備していき、地下構造モデルの検証、モデルの高精度化のための手法の開発、強震動の伝播特性の解明、強震動シミュレーションの検証、等の研究を一層推進していく予定である。

(e) 引用文献

- 1) 首都圏強震動総合ネットワーク(SK-net)報告書, 平成 17 年 7 月, 東京大学地震研究所, 2005.
- 2) 鷹野澄・瀬戸一・工藤一嘉・古村孝志・山中佳子・ト部卓・土井恵治: 首都圏強震動総合ネットワーク SK-net, 記念シンポジウム「日本の強震観測 50 年」—歴史と展望—, 2004.
- 3) 鷹野澄・菊地正幸・山中佳子・瀬戸一・古村孝志・工藤一嘉・ト部卓・武尾実: 首都圏強震動総合ネットワークと Seismic Kanto プロジェクト, 震災予防, No.184, pp22-25, 2002.
- 4) 竹中博士, 山本容維, 中村武史, 豊国源知, 川瀬博: 福岡県西方沖地震 2006, 強震計の記録が語るその震源断層像, 『環境管理』第 35 号, (財)九州環境管理協会, 2006.
- 5) Takenaka, H., Nakamura, T., Yamamoto, Y., Toyokuni, G. and Kawase, H.: Precise location of the fault plane and the onset of the main rupture of the 2005 West Off Fukuoka Prefecture earthquake, Earth Planets and Space, Vol.58, No.1, pp.75-80, 2006.
- 6) 竹中博士, 山本容: P 波を用いたアスペリティーのリアルタイム・イメージング: リアルタイム強震動予測/推定へ向けて, 日本地震学会 2006 秋季大会, 2006.
- 7) 鷹野澄, 伊藤貴盛, 原徹夫: IT 強震計—その概念と試作—, 日本地震学会 2004 秋季大会, 2004.
- 8) 鷹野澄, 伊藤貴盛: 建物用 IT 強震計システム, 日本地震学会 2005 秋季大会, 2005.

9)鷹野澄，伊藤貴盛：IT 強震計でみた地震研建物の震度 1 の揺れ，日本地震学会 2006 秋季大会，2006.

10)三宅弘恵・額額一起：2004 年紀伊半島南東沖地震による長周期地震動，日本地震学会 2004 秋季大会，2004.

11)Miyake, H. and Koketsu, K.: Long-period ground motions from a large offshore earthquake: The case of the 2004 off the Kii peninsula earthquake, Japan, Earth Planets and Space, 2005.

12)郷隆之，松波孝治，中村正夫：地動速度に対する間隙水圧応答による表層飽和地盤の変形-破壊過程の考察，平成 17 年度京大防災研究所研究発表講演会，P.17，2006.

13)郷隆之，松波孝治，中村正夫：地震時における盛土住宅地盤の変形・破壊過程-和歌山市での地震動・間隙水圧観測から-，地震学会，2006 年度秋季大会，講演予稿集，P.136，2006.

14) Koketsu, K. and Kikuchi, M.: Propagation of seismic ground motion in the Kanto basin, Japan, Science, Vol.288, No.19, pp.1237-1239, 2000.

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
Takenaka, H., T. Nakamura, Y. Yamamoto, G. Toyokuni and H. Kawase	Precise location of the fault plane and the onset of the main rupture of the 2005 West Off Fukuoka Prefecture earthquake	Earth Planets and Space, Vol.58(1), pp.75-80	2006
竹中博士・山本容維	P 波を用いたアスペリティーのリアルタイム・イメージング:リアルタイム強震動予測/推定へ向けて	日本地震学会 2006 年秋季大会	平成 18 年 10 月 31 日
郷隆之・松波孝治・中村正夫	地動速度に対する間隙水圧応答による表層飽和地盤の変形-破壊過程の考察	平成 17 年度京大防災研究所研究発表講演会	平成 18 年 2 月 22 日
鷹野澄・伊藤貴盛	建物用 IT 強震計システムの開発と今後の展望	第 836 回地震研究所談話会	平成 18 年 2 月 24 日
鷹野澄・伊藤貴盛	IT 強震計でみた地震研建物の震度 1 の揺れ	第 840 回地震研究所談話会	平成 18 年 6 月 23 日
鷹野澄・伊藤貴盛	IT 強震計でみた建物の揺れ	第 842 回地震研究所談話会	平成 18 年 9 月 15 日
鷹野澄・伊藤貴盛	IT 強震計でみた地震研建物の震度 1 の揺れ	日本地震学会 2006 年秋季大会	平成 18 年 10 月 31 日

(g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2)ソフトウェア開発

なし

3)仕様・標準等の策定

なし