

平成 22年度共同利用実施報告書(研究実績報告書)

1. 共同利用種目 (該当種目にチェック)

- 特定共同研究(A) 特定共同研究(B) 特定共同研究(C) 一般共同研究
 地震・火山噴火予知研究 施設・実験装置・観測機器等の利用
 データ・資料等の利用 研究集会

2. 課題番号または共同利用コード 2010-G-05

3. プロジェクト名、研究課題、集会名、または利用施設・装置・機器・データ等の名称

和文: 方向性を持つ異常震域の機構解明に関する研究英文: A study of directivity on Suwa basin4. 研究代表者所属・氏名 信州大学・工学部建築学科・田守伸一郎(地震研究所担当教員名) 額瀨一起

5. 利用者・参加者の詳細 (研究代表者を含む。必要に応じ行を追加すること)

氏名	所属・職名	利用・参加内容または 施設,装置,機器,データ	利用・参加期間	日 数	旅費 支給
田守伸一郎	信州大学工学部	地震観測機器	1年間	365	無し

6. 研究内容 (コンマ区切りで3つ以上のキーワードおよび400字程度の成果概要を記入)

キーワード: 異方向性, 異常震域, 震度, レシーバー関数

本研究は、諏訪盆地において地震動の到来方向により地震動の振幅が異なる機構を解明することを目的としている。研究にあたっては、諏訪盆地内に設置されている地震観測点においてS波速度構造を推定し、常時微動観と地震記録のレシーバー関数の逆解析により得られたS波速度構造から3D地盤モデルを作成した。このモデルを用いて3次元差分法による震動シミュレーションをおこなった。検討方法はリッカーウエーブを異なる方角から入射し、結果として得られた最大速度分布及び、速度波形から推定した地震波の伝播経路を震源方向別で比較することによって。

検討の結果、盆地の西側から波動が入射した場合に振幅が大きく、盆地北東・北西方向から波動が入射した場合は振幅が小さくなる事を確認した。この現象は、諏訪盆地の細長い形状に起因していることがわかった。今後は観測された地震動を用いてこの現象を解明する予定である。

7. 研究実績報告 (公表された成果のリスト*¹または2000~3000字の報告書)

筋野亮, 田守伸一郎, 額瀨一起, 諏訪盆地における3次元差分法による異方向性の検討, 日本建築学会北陸支部研究報告集, 2011, 謝辞への記載あり, ポイント4

報告書

1. はじめに

本研究では建物内に地震計が設置されている観測点において S 波速度構造を推定し、それを相関性のある常時微動観測結果による S 波速度構造と組み合わせ、3D 地盤モデルを作成し、3次元差分法による震動シミュレーションを行う。検討方法は地震動を異なる方角から入射し、結果として得られた最大速度分布及び、速度波形から推定した地震波の伝播経路を震源方向別で比較する。これにより地震動の特性が震源方向によって異なっている事を示し、異方向性が生じている機構を解明する。

2. 諏訪盆地の特徴

諏訪盆地は日本列島を縦断する糸魚川 - 静岡構造線を西端とし、平行して走る東端の断層との間の地溝帯にできた構造盆地であり、長径 15km、短径最大幅 5km の紡錘型をなしている。諏訪盆地の地盤は、諏訪湖に流れ込む河川の堆積物により平地となった堆積層の厚い諏訪湖南部、断層運動により高位段丘面が発達し堆積層の薄い岡谷地区の諏訪湖を挟んだ 2 つに分類される。諏訪盆地は地震の際、周辺地域よりも大きな振幅となる事がわかっており、その原因として厚い堆積層、船底形の地下構造などが挙げられる。

3. レシーバー関数による S 波速度構造の推定

観測地震動によるレシーバー関数を遺伝的アルゴリズムにより逆解析する事で S 波速度構造を推定する。解析地点は建物内に地震計のある田中小学校(以下 TNK)、諏訪湖スタジアム(以下 SWS)、豊田公民館(以下 TYD)の 3 地点である。地震観測記録による S 波速度構造のうち、これまでの研究における S 波速度構造の解析地点は、湊小学校(以下 MNT)、K-net(以下 NGN015)、文出保育園(以下 FMD)、中洲公民館(以下 NKS)の 4 地点である。また解析の際、結果の妥当性を検討するため方角の異なる地震を選定した。選定条件は①初期微動と主要動が明確に地震波形に現れているもの、②地震波の初動部分が比較的長いもの、の 2 点である。これらの地震動をもとに、レシーバー関数を同定し遺伝的アルゴリズムによる逆解析を行い、S 波速度構造を推定した。

4. 諏訪盆地における 3D 地盤モデルの作成

3次元差分法による震動シミュレーションを行うにあたり、必要となる 3D 地盤モデルをレシーバー関数及び常時微動観測による S 波速度構造を用いて作成する。また地盤モデルとする際に用いた S 波速度は常時微動観測による S 波速度構造において共通してデータの存在する S 波速度 : 0.4, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0(単位 : km/s)とした。

5. 3次元差分法による諏訪盆地の異方向性の検討

震動解析には(独)防災科学技術研究所によってパッケージ化された 3次元差分法により地震波伝播のシミュレーションのためのツール群(以下 GMS)を使用した。検討方法は地震モーメント : $M_0 = 1.0 \times 10^{15} (\text{N} \cdot \text{m})$ 、中心周波数 0.5(Hz)のリッカーウェーブを異なる方向から入射し、諏訪盆地における異方向性についての検討を行う。GMS 解析にあたり解析領域は長さ×幅×深さが 20×10×10(単位 : km)で、格子間隔は上限周波数を 1.0(Hz)とした事から 0.08(km)とした。格子点数は約 200 万点である。また時間刻みは安定条件として 0.05 秒、ステップ数は 6,000 とした。地盤の物性値は S 波速度構造をもとに P 波速度、密度、Q 値を設定した。震源位置は様々な角度から地震波を入射し、地震特性が方向に依存している事を確認するために図 1 のような震源位置とした。

6. 解析結果の比較による諏訪盆地の異方向性の検討

検討には解析により得られた最大速度分布及び、速度波形を用いて推定した地震波の主要な伝播経路を地図上に図示したものを比較し、諏訪盆地における異方向性を確認する。本来地震波は震源を中心として同心円状に伝播していくものであるが、波の進行方向を線で図示し、震源方向による違いを検討した。今回は 6 方向から同条件のリッカーウェーブを入射し、特性の違いを検討した。6 方向のうち、最大速度分布については特徴の似ているものは省略し、4 方向からの入射について検討する。

図1における①の震源位置から地震動を入射した時、最大振幅は $1.82 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ となった。振幅が大きくなっているのは X5~7, Y2 及び Y3 の地点（地点名は図2参照）となった。②の震源から地震動を入射した時、最大振幅は $4.49 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ となり4つのうち最大であった。諏訪湖南部においてはほぼ全域で振幅が大きくなっているのに対し、諏訪湖北部においては振幅が小さい事がわかる。③の震源位置から地震動を入射した時、最大振幅は $2.23 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ であった。諏訪湖南部において特に振幅が大きくなっている事がわかる。また諏訪盆地における長辺方向からの入射では広い範囲で振幅が大きくなる事がわかる。④の震源から地震動を入射した時、最大振幅は $1.82 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ であった。盆地端部を除く諏訪盆地のほぼ全域において振幅が大きくなっている。その中でも諏訪湖岸沿いが陸地ではもっともよく揺れている事がわかる。

以上4個の最大速度分布の比較から震源方向によって最大振幅の値、良く揺れる地点が異なる事がわかった。また揺れの大きくなる地点は震源から近い盆地端部ではなく、盆地の中央部となるのが共通した特徴であった。この最大速度分布の比較から、振幅の大きくなっている地点は震源に近い位置ではなく、盆地中央部である事から入射した地震動が、盆地内部において増幅を起こしていると考えられる。

伝播経路を比較してみると、震源方向が違う事で盆地端部における地震波の跳ね返りや主要な伝播経路に違いが見られた。図2に見られるように諏訪盆地において短辺方向からの入射の際には主要な伝播経路が2つ存在し、長辺方向からの入射においては1つであった。また方角がほぼ同じであっても盆地内部に入射する際の特性や、盆地端部における地震波の跳ね返りの特性が異なるため、振幅が大きくなる地点が震源位置によって異なると考えられる。この事から諏訪盆地における地震動の増幅は震源の方向に対する依存度が高いと言える。

7. まとめ

本研究は諏訪盆地を対象に3次元差分法を用いた波の到来方向による波動の振幅の差異(異方向性)の検討をおこなった。建物内地震動を用いたS波速度構造を推定し、それを基にした地盤モデルで諏訪盆地における3次元差分法による異方向性の検討をおこなった。

盆地の西側から波動が入射した場合に振幅が大きく、盆地北東・北西方向から波動が入射した場合は振幅が小さくなる事を確認した。

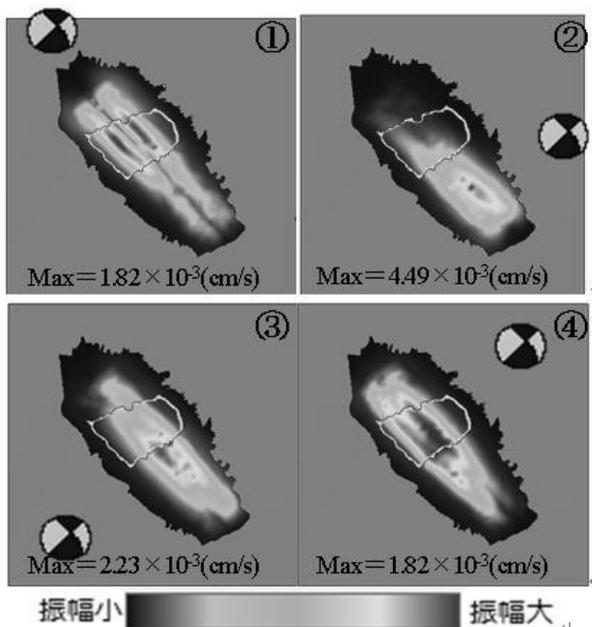


図1 リッカーウェーブによる地表面の振幅

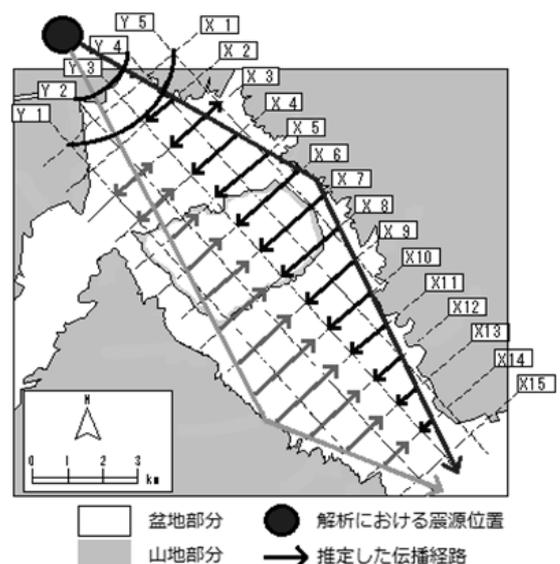


図2 波の伝播経路の検討