

アンケート調査に基づくマイクロゾーニング地震地盤微細区分図作成手法の開発

—大分・宮崎県境深発地震による大分市震度分布を例として—

正会員 表 俊一郎^{*1} 同 〇 宮崎 雅徳^{*2}同 河野 行良^{*3} 同 二石 卓也^{*4}

§1. 序

1943年9月10日、鳥取地震(M=7.5)の際、河角による震度調査票を用いて通信調査による精密震度分布の調査に機会が、我が国では以後約30年と数える大地震毎に通信調査の繰返し多くの研究者達により試行されてきた。しかし、これら大部分の大地震(気象庁震度Ⅶ以上)の際には通信調査解析結果があり、調査地域も非常に狭く、震央付近のかなり広域での震度分布を正確に求める事を目的としていた。これら大地震を対象とした通信調査は同一地域での繰返し調査が困難な事、また大地震発生、経験のない地域では調査が全く不可能な事等から、筆者等一人等が同様な通信調査票を改良して中程度地震や中程度の都市に適用し、そこでMicroな震度分布を求め、その結果から地盤特性の2次元の分布等を推定し、大地震時での被害を軽減させる所謂、都市の防災計画のための基礎的資料を提供していった。

今回筆者等は1978年7月14日午前11時41分頃、宮崎県北部山中(震源深さ120km)の中程度の地震を経験し、太田裕 筆者等一人等により改良された調査票をほとんどそのままだ地震発生約2週間後、大分市街を中心とした市全域に渡り、配布して大分市での精密震度分布を求める事になった。先の大分県中部地震の通信調査票の解析結果から地盤種別と震度分類の望みしと結論が得られた事過去の地震の経験から地震動災害と地盤特性

地震特性等とは同様の相関性及び特に地盤地質の問題で地震災害の大小を左右する最も大きな比率を占める要因である事等や定性的に指摘されている。今回の地震は直下型の深発性地震である事から、地震震源(通常より地層)へ入射する地震波はほぼ震源直上域と考えられる大分市にあり、一発に及ぶと想定出来、大分市におけるSeismic Micro Zoningが可能な事と云う有利な条件を備えている地震であると考えられる。更に上下部成分としてP波による震度分布への影響も十分に判断される事から、調査票の第10項目[19](以下に、地震をもっとも強く感じられた、どのような揺れが最も多かったか)に対する解答のうち、1)ドンと突き上げ、2)くるくるの揺れ、2)かなり速い繰返し横揺れ、3)ゆ、くりと横揺れ、の三成分の解答別割合を、1)・2)・3)の解答が各々628枚・588枚・396枚とかなりあり、P波成分と考えられる震動をもっとも強く感じられた人が最も多く、以下速い繰返し・ゆ、くりと横揺れ(米5波成分と考える)の順でこの地震の特性を極めてよく表している事と地盤特性に対する重要な情報を明示している事に注目する。そこで、各々の項目別、1)は極めて短周期の上下動、2)は短周期の横揺れ、3)は少し長周期の横揺れと判断分類して、各々に対するSeismic Micro Zoning Mapを求めたものを相互比較しながら地盤条件との相関関係も考察しようとするものである。

§2. 調査方法

調査票の配布に先立ち、如何なる地震を調査するか、配布・回収の具体的方法、配布枚数、と決める必要である。所用の目的と達成するに相当な高密度にしか出来ない広範囲をまんべんなく計画的に配布しなければならぬ。今回は、宮崎県北部山中の深発性地震(震源深さ120km)に対し、大分市街を中心とする市全域に通信調査票を配布して大分市の精密震度分布を求め地盤地質条件との相関性を解析する事を目的とした。更に地震被害の分布の概略100mのスケールでその程度を要するに

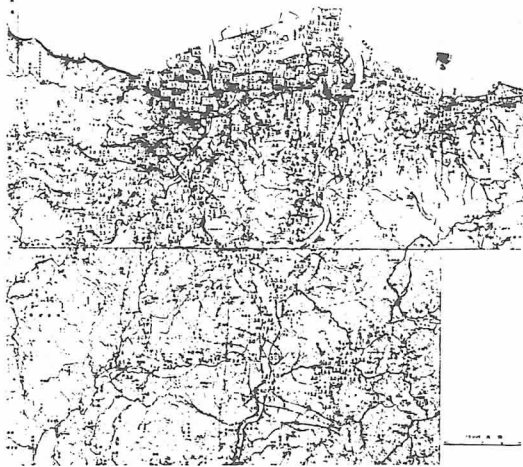


図-1 宮崎県北部山中地震・地震震度分布(大分市)

言つて過去、調査結果を踏まえて、筆者ら自ら現地へ足を運び大分市へ出来るだけ均一に配布出来る様努めた。即ち大分市街では市街地と埋立地を区別し、市街地では各戸市民に対し直接あるいは各自治会長へ又会社・工場・商店へは直接個人又は担当者へ事情を乞ふ都度説明しながら人教へ応じ、埋立地では直接協力に依頼し、更に埋立地では市街地と異なり従業員が多い会社・工場等には大分県庁建築課・同防災課へ特に御協力をお願いし、会社・工場の防災担当者・関係者等へ直接事情説明を行ない相対多数の人教へ調査票を配布・回収する御協力をいただいた。次に大分市郊外段丘・山地部では各戸住居が集中してない事から大分県教育委員会へ御協力を乞ひ各小中学校単位へ事情説明を行ない生徒教へ応じ、人教へ調査票を依頼し、教職員・生徒父兄等へ協力をいただいた。いずれにしても一戸所につき5枚以上の回収を期し依頼人教へ出来るだけ多くし、又回収の際には、調査票配布先が大分市内で依頼者の福岡県内にある事、依頼先が極めて不特定多数である事等の理由から全て郵送による回収を行ない、結果人口密度の高い大分市街・埋立地で回収率が高く、市郊外・山地部での回収率が低く、調査票が回収されずたり、行渡らなずたり、人の住んでいないところにある空地が多く現われた。配布した調査票は合計4900枚で、内訳は大分市街1200枚、埋立地より多人数送達委員へ会社・工場・社宅等へ700枚、市郊外・山地部へ3000枚である。回収は合計2734枚で内訳は大分市街より670枚、埋立地等より655枚、市郊外より1409枚である。このうち棄物に棄てたり、投棄中の生徒から特定の同一解答集団であったり、その他虚偽の(感じの悪い)等虚偽分布調査へ使用出来ないデータは約500枚程度あり、実質回収率は約45パーセントであり、一応は満足出来る回収率であると考えている。

なお、調査票の配布・回収は大分県建築課同防災課及び同教育委員会等各関係者へ皆様の格別な御配慮により大分市下へ広く多数の調査票を配布する事が出来、更に井田鉄大分製鉄所・昭和電工石油化学工業・九州石油精製所・住友化学大分製造所・鶴崎パルプ・西日本電線等各関係担当者へ皆様の格別な御配慮をいただき直接調査票の配布・回収へ御協力をお願いいたしました。その他電力会社等にも多方面へ各関係担当者へ皆様の非協力的御協力をいただきました事、特に記してこれら御関係各位へ深く感謝致し御礼申し上げます。

又、回収された調査票のうちには太田裕一プログラムと同様の御好意により使用させていだき、電子計算機を使用して調査票毎の震度を求め、各調査票毎の解答者の地震時の位置を出来るだけ正確に求め、その地点毎に求められた震度を平均した平均震度分布を求めた。

3. 大分市・地盤地質

大分市はE-W15km N-S10km 面積3540km²の広がりを持ち、北はリアス式海岸、別府湾と臨み埋立地・工場地帯、南は九竜山系に連なる丘陵地帯が続き、市中央は大分川・東大分川・西大分川が北流し、地形はここが大分市街を形成

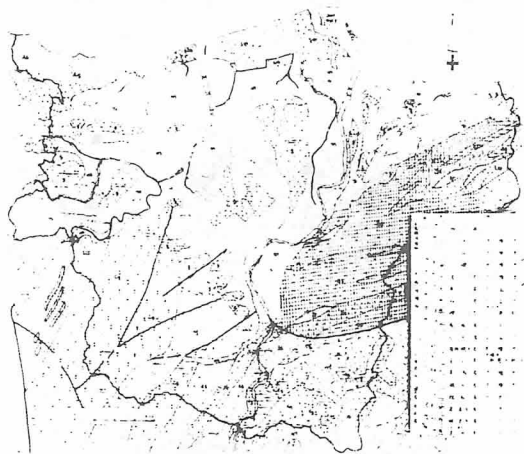


図-2 大分市震度分布地図

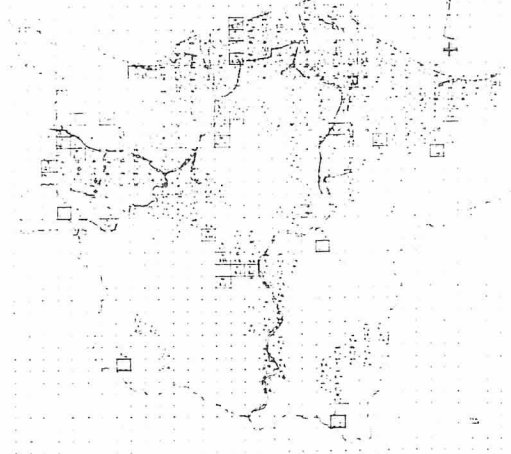


図-3 宮崎県北部市町の地震震度分布図 (Oita Mic. Micro Seismicity Map)

[illegible]

(199)

初期堆積物（砂・砂・粘土）崖壁，扇状地生成物の層序である。又大谷川と大野川は共に塊積谷にシテ地下に谷の地形を造り陸地での沖積層の層厚に關係している。即ち、日豊本線のはば東西の線より南側では20mを越え、北側は別府湾に望みでは急激に深くなるという。

以上、大谷市の地盤地質についてその概略を述べたが、大谷市は地質年代から見てかなり古い物から成る年代の地質。地層や岩体は、火成作用・熱成作用と多く、特徴を有し、更に地殻変動の変化に富み、これらの集約されて極めて複雑な地質分布を呈していると考えられる。

3.4. 解析結果及び考察

3.2に述べた様に、配布・回収した調査票に基づいて大谷市の震度分布を求めた（図-1参照）。これは調査票1枚毎に地震を感じた際の正確な住所を基に地図上にその点をPlotし（この点を1次点と称し以下同様と称す）各1次点での1次点の平均震度を求め、更にその近傍の1次点を括弧で調査票の少ないと5枚以上になる様な2次点を求め、その位置での平均震度（0.5単位）を5点平均の再分類した震度分布図である。即ち各1次点及び各2次点の求めた平均震度と関係しては全調査票の枚数と震度による重み付けを行なっている。この震度分布図からは、今市地盤地質の施別及び地形・沖積層厚等との明確な相関を見る事は出来ず、但し、これは今回調査した地震の直下型の深発性地震である事を起因すると考えられる。そこで筆者らはこの地震の特性に着目し調査票質問項目[19]について2の解析を行な、その結果この地震は上下動・短周期の横ゆれが少なく長周期の横ゆれと各々波・S波成分と共に十分含み、深発性地震（直下型で震源深さ120kmと平均）の特性を明示していると判断出来る。そこで結果の調査票とこの成分の割合を各成分毎の1次点について0.2毎の平均震度分布図を作成し、更に北緯33°10'東経131°30'を基点とした600x750(m)メッシュのSeismic Micro Zoning Mapを作成した（図-3・4・5・6参照）。なお、空白部分はデータが無い事、黒塗部分は震度の値が卓越した位置（平均震度3.8以上）、黒枠部分は逆に震度が特に低い位置（平均震度2.2以下）を示し、メッシュ内数値は震度と（）内数値はデータ数を示す。これら各成分毎のZoning Mapの相対的な概略と定性的に比較検討し地盤地質との関係を解析した結果、1)図-3より震度が特に卓越している位置は河川沿・三角州及び浅硬土・軟弱層・岩盤の表層部が起伏しているところである。そう考えられる地域を点記している。又特に低い震度の地域は極く少なく、古生代・中生代の下層の岩盤（三波川変成岩・大野川層群）の地表に露出してある地域を点記している。概して平滑化された震度分布を示す。2)図-4より、震度が特に卓越している位置は中生代古第三紀、浅硬土・岩盤が起伏しているところと考えられる地域を点記している。又低い震度の地域は1)に述べた古生代・中生代の岩盤上に点記している。これら特別な場合を除けば、概して地盤地質の条件と無関係に平均的な震度分布を示す。3)図-5より、全般的に高い震度分布を示し、特に卓越する震度は河川沿・三角州の低い地域に濃く分布している。又特に低い震度が分布する地域は少なく、前述1)の地域及び上下動が卓越した硬い岩盤上に点記した位置ではデータが少なく、ほとんど震度が0（横ゆれがほとんど）となる程度で、これは上下動のみが振動される事を起因すると考えられる。4)図-6より、全般的に平均的な震度分布を示し、特に卓越する震度は河川沿・三角州の特に厚い表層部（沖積層）を有するところと考えられる地域に高き程度で分布している。そこで卓越する部分は短周期の横ゆれも卓越している。又低い震度も示す地域は少なく、短周期成分の場合（3）とほとんど同じ傾向を示す。

※以上述べた様に、今回の直下型の深発性地震は、上下動・短周期の横ゆれ、少くも長周期の横ゆれが卓越した震度を有する地域があり、これら結果として多量のデータによる震度分布図と作成するよりも出来ればもう少し地震動成分を分離したデータを用いて例として上下動・短周期・長周期の横ゆれ成分等、の地盤特性との対応を考察しようとする有用な情報をもたせようと考えられる。これらのことは今後の解析に於いて、興味ある問題である。この報告では、この点に報告して置く。なお、今回の調査解析の際、京都大学及び京大教授の多大の協力を得たこと、記して感謝の意を表す。

参考文献：有瑞

九州産業大学教授 現職 九州産業大学講師 工学 工学部土木系 工学 工学部土木系 工学 工学部土木系