

# 地震被害と地形分類との関連について -2004年新潟県中越地震の小千谷市を対象とした検討-

長岡技術科学大学 地震工学研究室 富所 滉大朗

## 1. はじめに

2004年新潟県中越地震の際、震央から約6km離れた小千谷市では、多数の家屋被害が報告された。報告された家屋の被害規模には偏りがあり、信濃川の左岸側に多い傾向が確認されている。そして被害の多い地区は山の麓や段丘崖の境界部となっている。小千谷市では家屋被害と地形分類による概略研究が行われており、被害は氾濫平野や扇状地、丘陵の境界部に集中する傾向があるとされている<sup>1)</sup>。概略的な既往研究から被害の全体傾向が把握し、詳細な分析に繋げることができる。そして、詳細分析によって概略的な結果の確認や結果の一致しない部分の理由について検討することができる。そこで本研究は小千谷市を対象に地震時の家屋被害と地盤との関連についてミクロな視点で検討を行なう。そして過去の地震を対象とした検討手法の一例として実施事項や考え方を整理することも目的の1つとする。

## 2. 実施事項

本研究は大きく3つのステップに分けられる

- (1) 家屋被害分布の再現
- (2) 地盤特性の推定
- (3) 家屋被害と地盤との関連について検討

## 3. 家屋被害分布の再現

家屋被害分布の再現方法として、本研究では地震前後の空中写真と住宅地図の比較することを選択した。これらの比較では被害の有無や家屋の変化を確認出来る反面、側面や細かな被害を判断することができない。そのため本研究では、独自の指標を作成し、被害判定を実施し、その後の現地踏査によって結果の補正を行った。被害の多い信濃川左岸を対象地域とし、空中写真と住宅地図から目視で1軒ずつ確認した。図-1に作成した被害分布図を示す。

## 4. 地盤特性の評価

本研究では図-1の円で囲まれた桜町で地盤特性の評価を実施した。桜町は地区の中心にある関越自動車道を境に被害に差があり、本研究の目的

に適していると考え選択した。

地盤特性を評価するに辺り、得たい情報は、深度方向の層構成と連続的な地盤構造である。今回は解析により深度方向と進行報告の2次元せん断波速度分布を作成出来る表面波探査を選択した。表面波探査を実施する場合、測線上に交差点を含まないこと、交通量の少ないことなどの条件があり、地区内の全てで計測することが難しい。そのため広範囲を解析から地盤の固有振動数を明らかにできる常時微動観測で補填した。常時微動観測は簡易的に計測ができ、面的な計測に適している。図-2に桜町の被害分布と表面波探査、常時微動観測の計測位置を、図-3に固有振動数と被害分布を重ねたものを示す。図中の丸印は1軒ごとの被害の有無を表している。丸印を赤く囲った範囲は大被害エリア、青く囲った範囲は小被害エリアとして分類した。常時微動観測から得られた固有振動数によって地盤を定性的に評価することが可能である。振動数が相対的に低い場合は、軟質な地盤、反対に振動数が相対的に高い場合は強固な地盤と考えられる。被害分布と比較してみると、大被害エリアの多くは相対的に固有振動数の低い2.00Hz以下の範囲と一致していることがわかる。一般的に家屋被害は「共振」と「揺れの強さ」に影響を受け発生すると言われている。家屋の固有振動数は2.0~10.0Hzと言われているが、桜町の被害は2.00Hz以下の範囲に集中している。

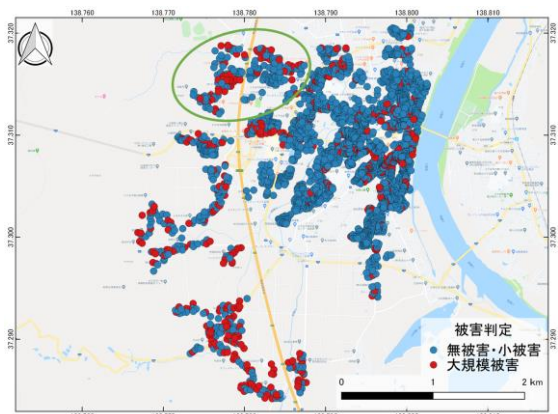


図-1 被害分布図

従って、本地区は「揺れの強さ」によって被害が支配されていると考えられる。

図-4 に表面波探査から得られた測線 A の 2 次元せん断波速度構造を示す。赤い矢印は被害家屋を、青い矢印は無被害家屋を表す。一見、せん断波速度構造と被害には関連が無いように見える。しかし、被害ありの A 地点と無被害の C 地点の地盤構造を詳細に比較してみると A 地点には C 地点にない中層に軟弱層がある。反対に C 地点は深くなるに従って徐々に S 波速度が早くなっている。この違いが家屋被害に影響があると考え、2 地点のサンプルモデルを作成して 1 次元等価線形解析によって地表面の最大加速度応答を比較した(図-5)。中間に軟弱層があるモデル A で僅かに加速度応答が大きくなった。家屋の応答を考慮出来ていないため一概には言えないが、家屋周辺のせん断波速度構造は家屋被害に関係がないとは言いきれないとサンプルモデルの解析により明らかになった。

## 5. まとめ

本研究では、空中写真と住宅地図の比較から家屋被害分布を再現し、2 つの物理探査によって桜町の地盤特性を評価した。常時微動観測のような概略的な評価でも関連性を確認することが出来るが、表面波探査のような詳細な分析をすることの重要性を確認することが出来た。今後はデータ数を増やし、市内の他の地区でも同様の傾向が見られるか確認する必要がある。

## 謝辞

国土地理院作成の治水地形分類図を使用させて頂きました。また同撮影の空中写真を使用させて頂きました。

## 参考文献

- (1) 大塚悟・藤澤誠二・落合弘和・磯部公一・高原利幸：新潟県中越地震における家屋被害と地形分類の相関分析，土木学会論文集 A1，Vol.66,No.1,414-424,2010.

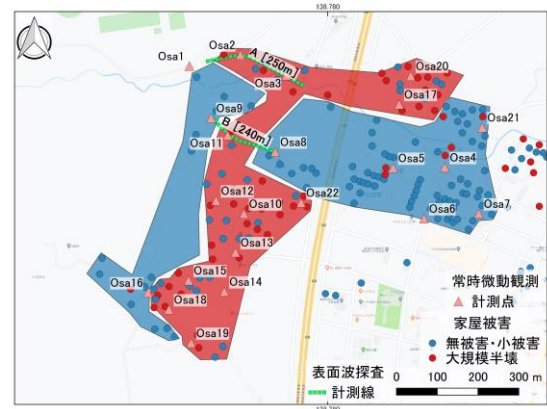


図-2 桜町の被害分布と計測位置



図-3 桜町の被害分布と常時微動観測の結果

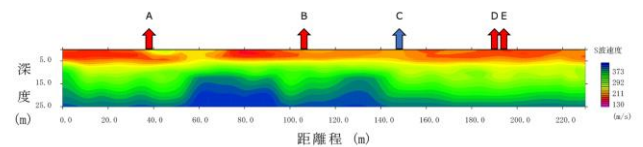


図-4 測線 A の 2 次元 S 波速度分布

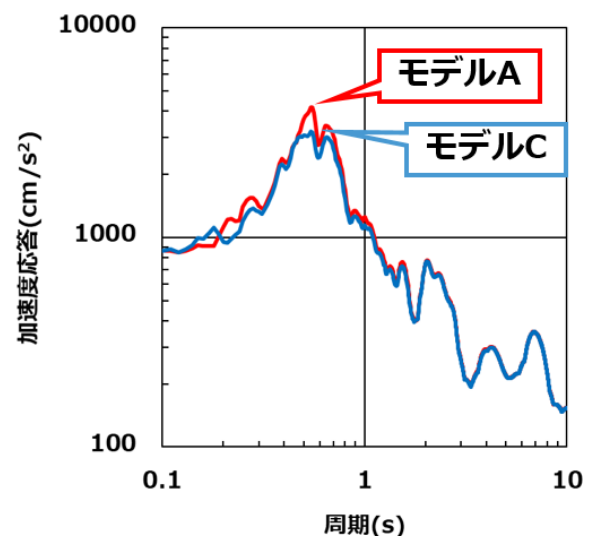


図-5 サンプルモデルの加速度応答