

2007年新潟県中越沖地震における柏崎市西本町の木造住宅基礎被害と地形の関係

柏崎市西本町 木造住宅基礎被害 地形

防災科学技術研究所 国際会員 ○新井 洋
 京都大学防災研究所 国際会員 田村 修次
 東京工業大学大学院 国際会員 時松 孝次
 京都大学大学院 学生会員 肥田 剛典 坂本 忠
 京都大学大学院 非会員 前田 修宏

1. はじめに

2007年7月16日の新潟県中越沖地震において、柏崎市の中心部では、地盤や建物に甚大な被害が生じた。とくに、同市西本町の周辺では、地盤変状と木造住宅基礎の被害が顕著であった。この地域は砂丘の西端部に位置し、標高の変化による微地形が複雑であること、同地域の多地点で噴砂が確認されていること¹⁾などから、この地域では、地盤の液状化や傾斜による流動が住宅基礎の被害に影響した可能性が推察される。そこで本報では、柏崎市西本町周辺において、建物の悉皆調査を行い、航空レーザ計測に基づく標高データとの比較から、木造住宅基礎の被害と地形の関係を検討する。

2. 柏崎市西本町周辺の地形および建物悉皆調査の概要

図1に、地震後の航空レーザ計測から求めた柏崎市西本町周辺の標高分布を1m間隔の等高線(0-23m)で示す。標高の算出点は、世界測地系の平面直角座標の南北・東西方向に2m間隔で、その水平・鉛直精度は、絶対値でそれぞれ±0.3m, ±0.15m, 相対値ではそれ以下と考えられる。図には、森ら²⁾が現地踏査および地形図³⁾から判読した砂丘の領域境界を太破線で示す。図から、砂丘は、標高3-8mから15m程度の東北東-西南西方向に伸びる島状の微高地に対応している。また、砂丘の北側では、南側に比べて等高線の間隔が密で、地表面の傾斜が大きい。

建物の悉皆調査は、図1の太鎖線の範囲で、2007年7月31日および8月1, 19-21日の5日間に行った。調査では、2人1組の複数チームにより区域を分担し、建物各棟の位置、築年数(10年以下, 10-30年, 30年以上)、用途、構造種別、階数、基礎形式、沈下・傾斜、地盤変状の有無、上部構造および基礎の被災度を判定した。被災度の判定基準は、上部構造については、岡田・高井⁴⁾に基づき、D0(無被害)、D1-D3(一部破損・半壊)、D4-D5(全壊)の3段階、基礎構造については、G0(無被害)、G1(部分的)、G2(顕著)の3段階とし、判定方法は、いずれも外観目視に基づく合議とした。調査した建物の数は1,027棟、そのうち840棟(約82%)が木造住宅であり、本報では木造住宅の被害を検討対象とする。なお、調査した木造住宅の階数、構法、基礎形式は、いずれも8-9割が2階建て、在来構法、布基礎であった。

3. 木造住宅の被害率と地形および地盤変状の関係

図1の範囲を南北・東西方向50m間隔のメッシュに分割し、このメッシュに沿う100m四方のブロック内に木造住宅が10棟以上存在する場合に、建物の被害率を算定した。図2に、被害率算定に用いたブロックの位置および

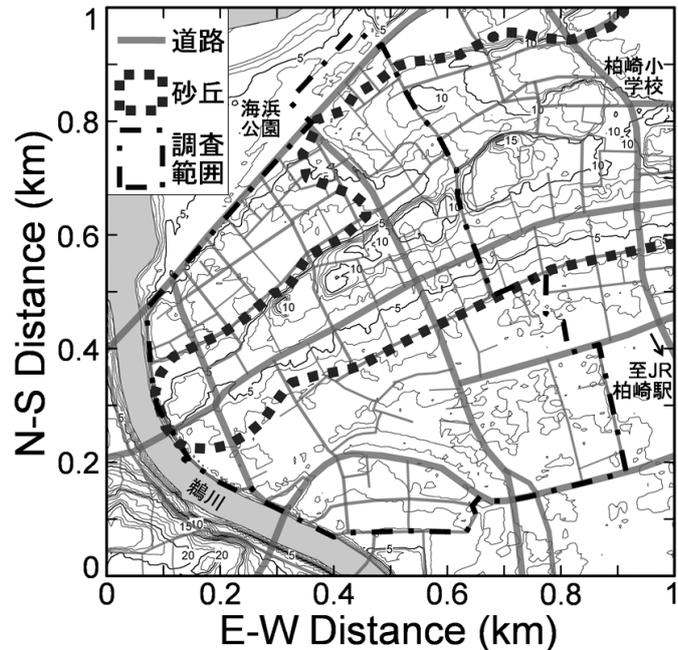


図1 航空レーザ計測から求めた柏崎市西本町周辺の標高分布、森ら²⁾による砂丘の領域境界、および悉皆調査範囲

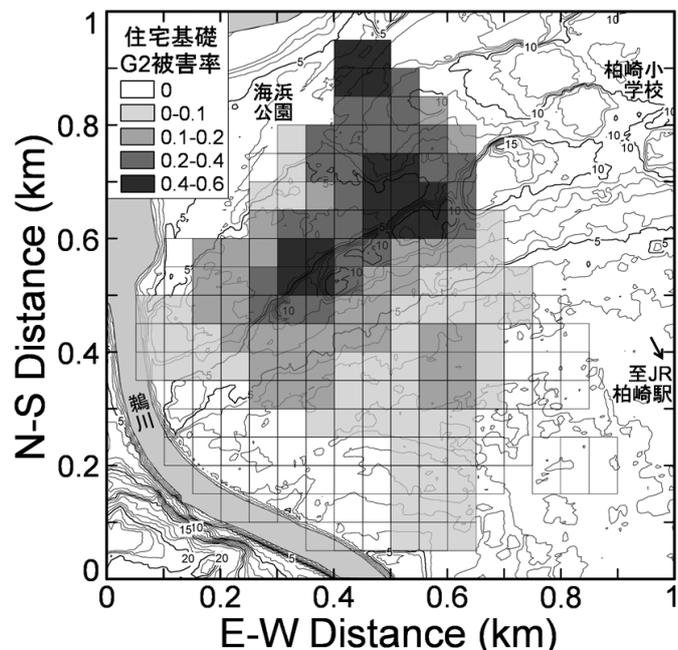


図2 柏崎市西本町周辺の木造住宅基礎のG2被害率の分布と標高分布の比較

Relationship between topography and damage to wooden-house foundations in Nishihoncho, Kashiwazaki city, during the 2007 Niigata-ken Chuetsu-oki earthquake

Hiroshi ARAI (NIED), Shuji TAMURA (DPRI, Kyoto Univ.), Kohji TOKIMATSU (Tokyo Tech.), Takenori HIDA (Kyoto Univ.), Tadashi SAKAMOTO (ditto), and Nobuhiro MAEDA (ditto)

各ブロックの住宅基礎の G2 被害率の分布を、標高分布と重ねて示す。図 2 から、G2 被害率の値は、砂丘の南側に比べて北側で大きく、等高線間隔が密な地域で最大 (0.4-0.6) となっており、地盤の傾斜が住宅基礎の被害に強く影響した可能性が示唆される。また、住宅基礎被害に影響を与える要因として、地盤変状の有無が予想される。

そこで、標高データから文献 5)の方法により地表面傾斜量の分布を求め、各ブロック内の平均値 (以下、平均傾斜量) と木造住宅の被害率 (上部構造の D1-D5 被害率, D4-D5 被害率, 基礎の G1-G2 被害率, G2 被害率) との関係を図 3 に示す。また、各ブロック内の調査住宅のうち地盤変状有りだと判定された割合 (以下、地盤変状発生率) と住宅被害率との関係を図 4 に示す。図 3, 4 から、上部構造については、D1-D5 被害率の大小と平均傾斜量の大小 (図 3(a)) に、若干の相関がありそうである。しかし、D4-D5 被害率と平均傾斜量あるいは地盤変状発生率との間 (図 3(b), 4(b)) に、対応関係は認められない。一方、基礎については、G2 被害率の大小と平均傾斜量の大小 (図 3(d)) , G1-G2 被害率の大小と地盤変状発生率の大小 (図 4(c)) に、比較的明瞭な対応関係が認められる。このことは、木造住宅の上部構造の被害は地盤の傾斜や変状との関連は比較的薄い、基礎の被害発生については地盤変状が、基礎の甚大な被害については地盤の傾斜が、それぞれ強く関係している可能性を示唆している。ここで、基礎の G2 被害率の大小と地盤変状発生率の大小 (図 4(d)) にも、ある程度の対応関係が認められるが、地盤変状発生率が大きくても G2 被害率が小さい場合も見受けられる。このことは、図 3(d), 4(c)の考察から、地盤変状が生じて傾斜が小さい場合には、基礎に被害が生じて甚大には至らなかった可能性を示唆している。

さらに考察のため、各ブロック内の調査住宅のうち築 30 年以上と判定された割合 (以下、築 30 年超過率) と基礎 G2 被害率との関係を図 5(a)に示す。図 5(a)から、築 30 年超過率が大きい (比較的古い住宅が多い) 地域では基礎に甚大な被害が生じにくい可能性が示唆される。ただし、本調査の築 30 年超過率は、外観目視判定に基づく値であるため、不確定な部分も大きいと考えられる。そこで、築 30 年超過率と地盤変状発生率の関係を図 5(b)に示す。図 5(b)から、築 30 年超過率が小さい (比較的新しい住宅が多い) 地域ほど地盤変状が多く発生した可能性が示唆される。逆に、比較的古い住宅の方が地盤条件の良い場所を選んで建てられている可能性も考えられ、これは図 4(d), 5(a)の傾向と概ね符合する。なお、被害率算定における建物母数は、平均傾斜量、地盤変状発生率、築 30 年超過率 (図 3-5 の横軸) いずれに対しても、10-40 棟の範囲で概ね均等に分布している。

4. まとめ

柏崎市西本町周辺において、建物の悉皆調査結果と標高計測データを用いて、木造住宅基礎の被害と地形の関係を検討した。その結果、1) 住宅基礎被害の発生には地盤変状が強く関係した可能性、2) 基礎被害の大小には地盤の傾斜が強く関係した可能性、3) 新しい住宅が多い地域ほど地盤変状が多く発生した可能性が示唆された。

<参考文献> 1) 森ほか: JAEE 大会, 494-495, 2007. 2) 森ほか: 同, 492-493, 2007. 3) 国土地理院: 25,000 分の 1 地形図 小千谷近傍, 1912. 4) 岡田, 高井: AIJ 構造系論文集, 524, 65-72, 1999. 5) 神谷ほか: 情報地質, 10(2), 76-79, 1999.

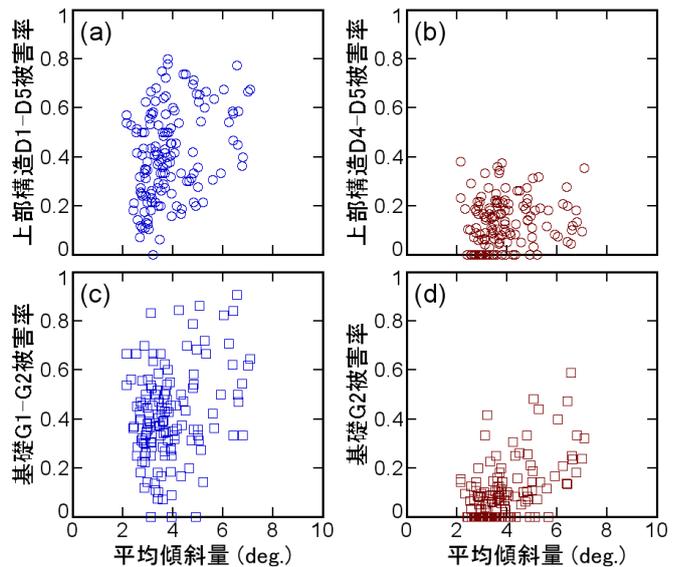


図 3 地表面の平均傾斜量と木造住宅の被害率 (上部構造の D1-D5 被害率, D4-D5 被害率, 基礎の G1-G2 被害率, G2 被害率) の関係

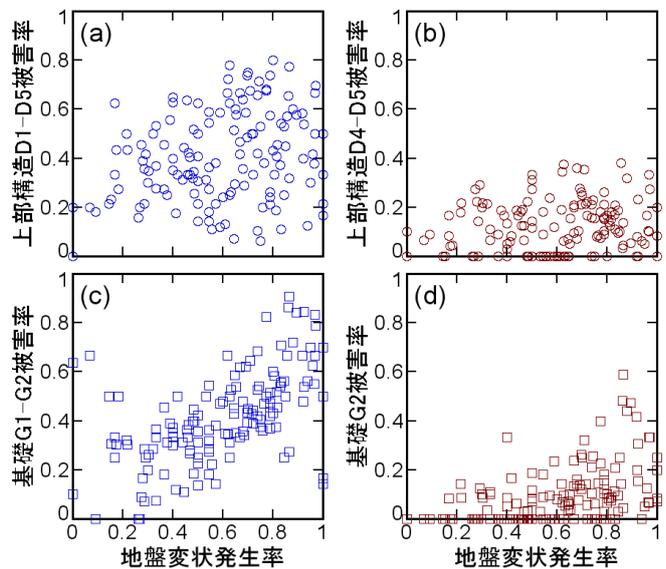


図 4 地盤変状有りだと判定された割合 (地盤変状発生率) と木造住宅の被害率 (上部構造の D1-D5 被害率, D4-D5 被害率, 基礎の G1-G2 被害率, G2 被害率) の関係

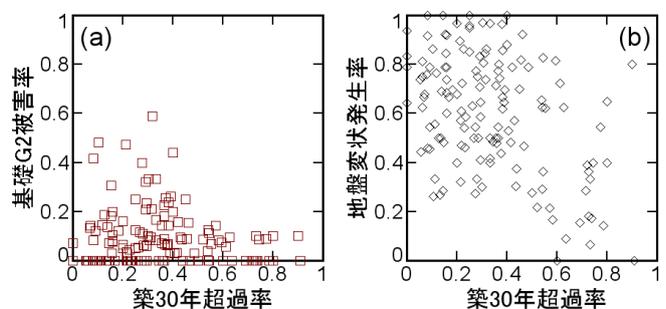


図 5 築 30 年以上と判定された割合 (築 30 年超過率) と木造住宅基礎 G2 被害率および地盤変状発生率の関係