

2018年北海道胆振東部地震による札幌市里塚地区の宅地被害の悉皆調査

正会員 新井 洋*¹ 同 柏 尚稔*²
 同 久世 直哉*³ 同 大橋 征幹*⁴
 同 戸松 誠*⁵ 同 竹内 慎一*⁶
 同 千葉 隆史*⁷ 非会員 廣瀬 亘*⁸

北海道胆振東部地震 谷底平野 地盤沈下
 住宅基礎 傾斜 悉皆調査

1. はじめに

2018年9月6日の北海道胆振東部地震では、札幌市清田区里塚地区において、地盤沈下による住宅被害が多数発生した。この被害様相を把握するため、筆者らは、9月18日に被害甚大な地域で悉皆調査を行い、その結果を既報¹⁾に示した。また、筆者の1人は、10月5日に残りの地域で追加調査を行った。本稿は、これらの調査結果を総括的に報告する。

2. 悉皆調査の概要

図1に、里塚地区の9月18日と10月5日の調査範囲、顕著な地盤沈下の生じた地域、地形分類で谷底平野または低位段丘面とされる地域を示す(文献2,3から作図)。図から、顕著な地盤沈下は、主として、地形分類で谷底平野とされる長さ300m程度の帯状の地域で生じている。しかし、谷底平野でも顕著な地盤沈下が生じなかった地域も少なくない。



図1 里塚地区の悉皆調査の範囲、顕著な地盤沈下の生じた地域、地形分類で谷底平野または低位段丘面とされる地域(文献2,3から作図)

調査では、図1に示す335棟の建築物を対象とした。各棟の位置を記録し、写真を撮影するとともに、敷地の地盤変状の有無、基礎形式、上部構造の損傷による被災度、基礎の損傷による被災度を、外観目視により判定した。この際、上部構造の損傷による被災度の区分は、文献4を参考に、無被害、一部損壊、半壊、全壊の4段階とした。基礎の損傷による被災度の区分は、無被害、部分的、顕著、不明の4段階とした。また、各棟の基礎立上り部分の傾斜(梁間方向と桁行方向)について、簡易傾斜計を用いて計測した。なお、用途、構造種別、建築年、階数は、2014年度札幌市都市計画基礎調査データを参照し、Google Street Viewの画像情報により補正した。

3. 顕著な地盤沈下や地盤変状と住宅被害との関係

地盤沈下の生じた地域や地形分類の分布を参考に、調査範囲を図1に示すA-Kの11地区に分けて、結果を整理する。

図2(a)は、全335棟について、敷地の地盤変状(沈下、陥没、水平変位、亀裂などの地表痕跡)の有無の分布を示している。図から、地盤変状は、B地区とC地区の8-9割程度、D地区の6割程度、H地区の7割程度、I地区の4割程度で認められる。また、図1との対比から、地盤変状は、顕著な地盤沈下が生じた帯状の地域および地形分類で谷底平野または低位段丘面とされる地域を中心に、広い範囲で生じている。

図2(b), (c), (d)は、全335棟について、建築年、用途、構造種別の分布を示している。図2(d)の構造種別の表現は、札幌市都市計画基礎調査データの記載による。これらの図から、この地域の建築物の殆どは、A地区では2000年以降の簡易耐火構造の住宅、それ以外の地区では1979年以降の木構造または簡易耐火構造の住宅で、住宅は全335棟の327棟を占める。図は省略するが、住宅327棟の321棟が2階建てである。なお、図2(a), (b)の対比から、1979-1980年の建築物が多い地区ほど地盤変状が生じた場合の少ない傾向が示唆される。

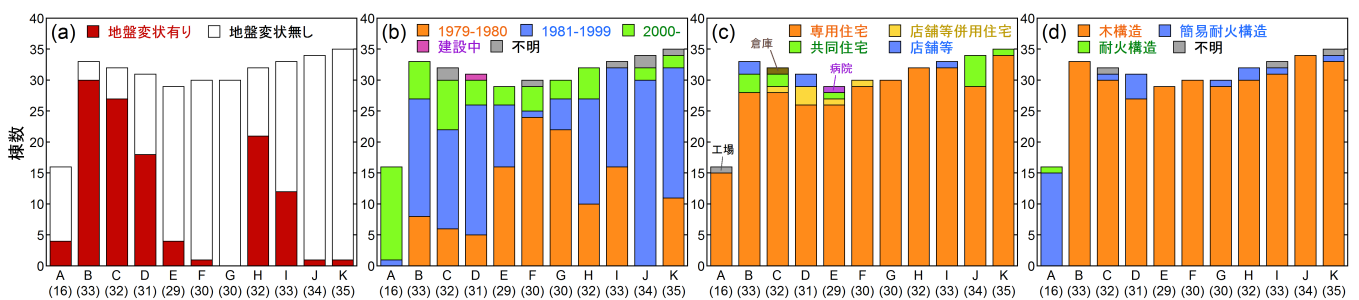


図2 全335棟の(a)敷地の地盤変状の有無、(b)建築年、(c)用途、(d)構造種別の分布(()内は各地区の棟数)

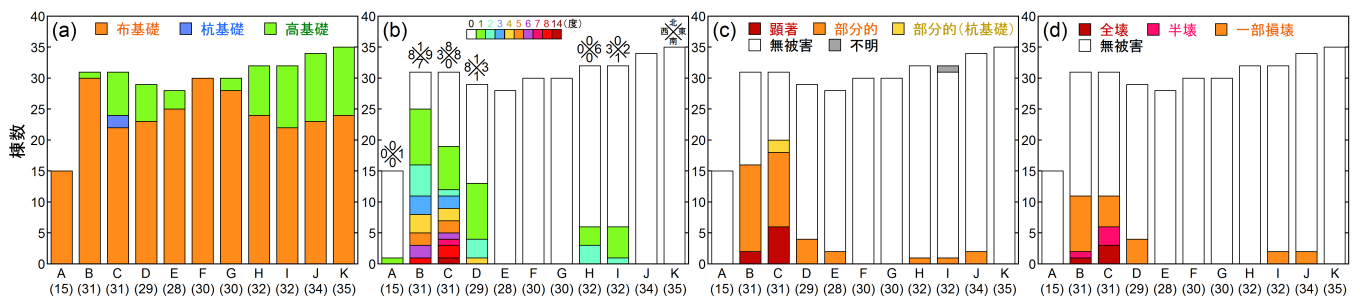


図3 住宅327棟の(a)基礎形式, (b)基礎立上り部分の傾斜の角度と方向, (c)基礎の損傷被害, (d)上部構造の損傷被害の分布 (()内は各地区の棟数)



写真1 地盤変状により基礎・上部構造ともに損傷した共同住宅と専用住宅

図3(a)は、住宅327棟について、基礎形式の分布を示している。図から、この地域の住宅の266棟が布基礎、59棟が高基礎（地上1層をRC造の車庫等とし、これを基礎とするもの）、2棟が杭基礎である。杭基礎の2棟は、顕著な地盤沈下によって杭体が露出したことで確認されたが、これら以外にも杭基礎の住宅があるかもしれない。この2棟では、杭体の微小なクラックや杭頭の剥離など部分的に基礎の損傷が見られたが、基礎立上り部分の傾斜や上部構造の損傷は見られなかった。

図3(b), (c), (d)は、住宅327棟について、基礎立上り部分の傾斜の角度と方向、基礎の損傷被害、上部構造の損傷被害の分布を示している。基礎立上り部分の傾斜は、計測した梁間方向と桁行方向の結果をベクトル合成し、傾斜角度は0.1度の位を四捨五入して正の整数とした。傾斜方向は、図3(b)において、傾斜角度の頻度（棟数）を示す棒グラフの頂部に、東西南北に4分割した方向に傾斜した棟数を記載して大凡の分布を示した。これらの図と、図1, 2(a)との対比から、次の点が指摘される。

i) 図3(b)より、顕著な地盤沈下の生じたB-D地区（全91棟）では、57棟の住宅の基礎に傾斜が生じている（最大14度（1/4））。また、多数の地盤変状が生じたH-I地区（全64棟）では、12棟の住宅の基礎に傾斜が生じている（最大2度（1/30））。一方、それ以外の地区では、顕著な地盤沈下や地盤変状は殆ど生じておらず、基礎に2度（1/30）以上の傾斜が生じた住宅は見られない。これらより、顕著な地盤沈下や地盤変状の有無が住宅の基礎の傾斜に強く影響した可能性が示唆される。

ii) 図3(b)より、住宅の基礎の傾斜方向は、B-D地区とH-I地区のいずれも東西方向の場合が多く、さらに、B地区では南方向、C地区では北方向の場合も多い。これらの方向は、B-DおよびH-Iの各地区から見て、それぞれ直近の地形分類で谷底平野とされる帯状の地域の谷底筋（B地区とC地区の境界線およびH地区とI地区の境界線）の走向に直交する方向と概ね対応している。

iii) 住宅の基礎に傾斜が生じた分布（図3(b)）と、何らかの損傷被害が生じた分布（図3(c)）は、似た形状をしている。すなわち、いずれの被害棟数も、B地区またはC地区が最大、次いでD地区が多く、A, F, G, K地区がほぼゼロである。また、基礎に6度（1/10）以上の傾斜が生じた分布と、顕著な損傷被害の生じた分布にも、同様の傾向が見られる。これらより、住宅の基礎の傾斜が大きくなると基礎の損傷被害も大きくなる傾向が示唆される。

iv) 住宅の上部構造の損傷被害の分布（図3(d)）は、前述の基礎の傾斜の分布（図3(b)）や基礎の損傷被害の分布（図3(c)）と、概ね似た形状をしている。また、上部構造の損傷被害は、写真1に示すように、基礎の損傷を伴って土台の直上で生じていることから、上部構造の慣性力により生じたのではなく、地盤や基礎の強制変位により生じたように見える。これらより、住宅の上部構造の損傷被害にも顕著な地盤沈下や地盤変状が少なからず影響した可能性が示唆される。

4. まとめ

札幌市清田区里塚地区で生じた宅地被害の様相を把握するため、悉皆調査を行った。今後、地盤沈下のメカニズムと宅地の被害要因を検討する必要がある。

謝辞：9月18日の調査は、国土交通省都市局都市安全課の要請を踏まえて、札幌市都市局宅地課、同市建設局道路維持課ならびに北海道開発局事業振興都市住宅課の協力を得て実施した。記して謝意を示す。

【参考文献】1) 新井ら：JGS大会, 2019（発表予定）2) 石川ら：北海道胆振東部地震による液状化被害, 土木学会地震工学委員会ホームページ公開資料, http://committees.jsce.or.jp/eec2/system/files/報告会_20180921_石川修正版_0.pdf 3) 国土地理院：札幌市清田区地形復元図（地形分類図）, <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30-hokkaidoiburi-east-earthquake-index.html> 4) 岡田, 高井：AIJ構造系論文集, 524, 65-72, 1999

*1 建築研究所 構造研究グループ 上席研究員・博士(工学)
 *2 国土技術政策総合研究所 建築研究部 主任研究官・博士(工学)
 *3 ベターリビング つくば建築試験研究センター 主席試験研究役
 *4 国土技術政策総合研究所 都市研究部 主任研究官
 *5 道総研 北方建築総合研究所 地域研究部 研究主幹・博士(工学)
 *6 道総研 北方建築総合研究所 地域研究部 主査
 *7 道総研 建築性能試験センター 安全性部 主査
 *8 道総研 地質研究所 地域地質部 主査・博士(理学)

*1 Chief Research Engineer, Building Research Institute, Dr. Eng.
 *2 Senior Research Officer, Building Dept., NILIM, Dr. Eng.
 *3 Tsukuba Building Research Testing Lab., Center for Better Living
 *4 Senior Research Officer, Urban Planning Dept., NILIM
 *5 Northern Regional Building Research Institute, HRO, Dr. Eng.
 *6 Northern Regional Building Research Institute, HRO
 *7 Building Performance Testing Center, HRO
 *8 Geological Survey of Hokkaido, Dr. Sci.