

地形と地盤が建物の地震被害に与える影響

前橋工科大学 学生会員 ○新藤理恵
前橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

1.はじめに

建物の地震被害に対しては基礎と地盤の影響が大きいと考えられる。著者らはかねてから地震で発生した建物被害状況と地盤の関係について調べてきた¹⁾。本研究では調査規模を拡大し、従来の調査だけでは分らなかった地震動と地形・地盤と被害の関係を調べた。

2. 被害事例

(1) 1995年兵庫県南部地震

(a)地盤等高線の密な所の地震動粒子軌跡は長円形を示し、その長軸方向は等高線に対してほぼ直角方向で(図-1の①~⑤)、等高線間隔が疎い所の粒子軌跡は南北方向と東西方向の振幅がほぼ等しい(図-1の⑥、⑦)¹⁾。

(b)マンションNは夙川東側の自然堤防沿いの埋没谷部で、2階が層崩壊し北側に倒壊した²⁾。夙川沿いの埋没谷地盤が北側から南側の傾斜方向に動いた時(図-2)、この建物の支持杭基礎が地盤の動きを急激に止めたため、地盤から偏土圧を受けて被害が生じたことが推定される。

(c)神戸市役所2号館建物は、自然堤防(砂礫層からなる)と盛土地(砂礫層中間に軟弱粘性土層を挟む)の境界線に斜めに建てられていて(図-3)、地震の時、盛土地から基礎が南向きの偏土圧を受け、6階部分が層崩壊した²⁾。

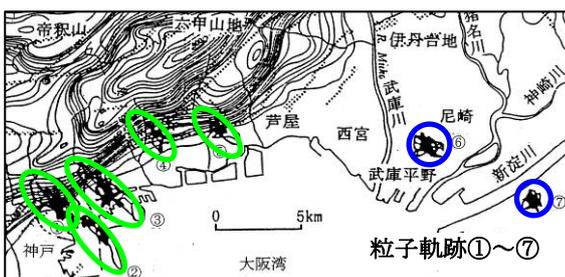


図-1 1995年兵庫県南部地震の速度記録の粒子軌跡(緑色と青色の円内)と六甲山周辺の接峰面図との関係¹⁾

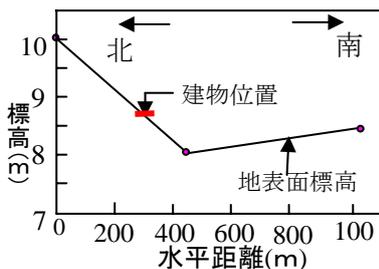


図-2 地形³⁾と建物の位置関係(マンションN)

(d)大規模免震構造物の WEST-1ビルは、旧版地形図では東側半分が旧池の上に位置しており、その埋立地盤が軟弱で動きやすいことが分る(図-4)。内陸の直下型地震で大きな揺れを生じたが無被害で、そのときの変位粒子軌跡⁶⁾は地盤等高線にほぼ直角に長円形を描いている。

(2) 福岡県西方沖地震

図-5の余震の粒子軌跡をみると、それは警固断層線にほぼ直角に長円形に振動していることが分る。

(3) 1978年宮城県沖地震

東北大工学部建設系研究棟建物は丘陵の谷間の北側斜面部の盛土上に位置し、この1978年の地震でその斜面の最大傾斜方向(谷軸直角方向)の梁間方向に強い地震力を受け妻壁に亀裂等が生じた(図-6)。また、1995

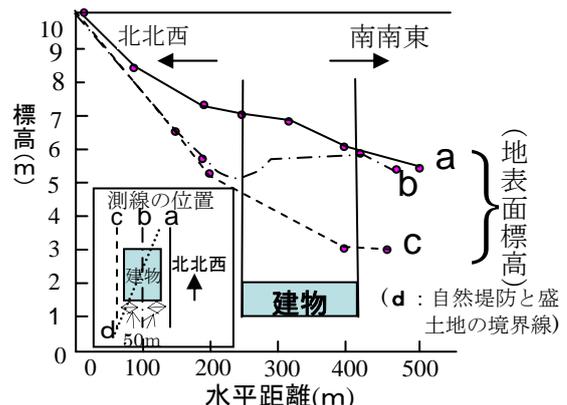


図-3 地形と建物の位置関係(神戸市役所)⁴⁾

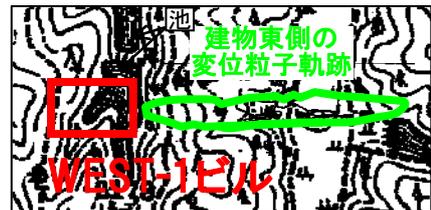


図-4 明治43年測量旧版地形図⁵⁾と変位粒子軌跡⁶⁾の関係(WEST-1ビル)

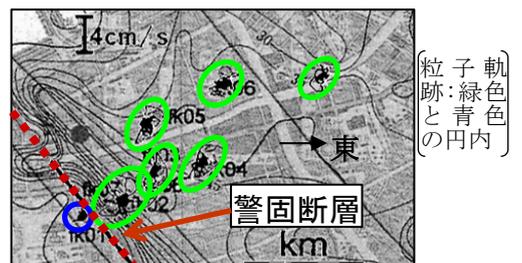


図-5 警固断層付近の余震記録の粒子軌跡(等高線は第三紀層上面の等深線(周期:0.1-5秒,集成)⁷⁾

キーワード：地震被害、地形、地盤、建物、地震動軌跡

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 Tel：027-265-7342 E-mail：nasu@maebashi-it.ac.jp

年の地震では埋没谷軸方向(西側から東に傾斜)に地震力が作用して柱等に亀裂が生じた¹⁾。両地震の作用方向は共に谷の埋立盛土の厚さの変化方向である。

(4) 2005年宮城県沖地震

東工大(横浜市, 震央距離約380km)の超高層免震建物が震度3を観測した。建物は急斜面の造成地上に位置している。この地震により免震層の層間変形オーバー(建物東側と西側の⁸⁾)が長円形を示した(図-7)。また、この図をみるとそれは地盤の等高線にほぼ直角に地震力が加わって生じたことが推定される。

(5) 2007年新潟県中越沖地震

クリーンセンターかしわざきの高さ約59mの煙突が損傷し、6mほど短くなって傾いた¹⁷⁾。図-8をみると、煙突が地盤の等高線に対して、地震力がほぼ直角方向に作用して倒壊したことが推定される。

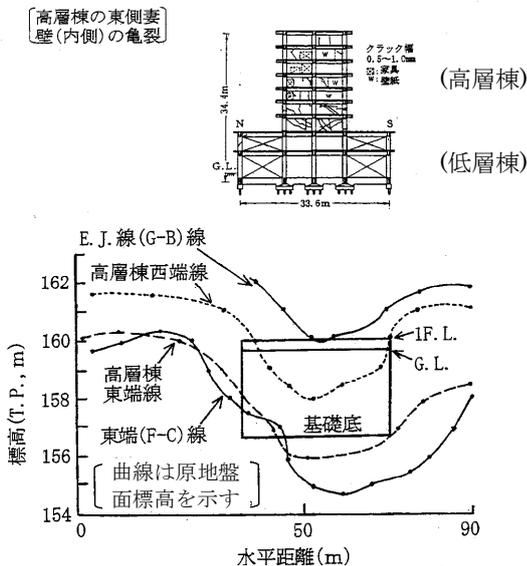


図-6 東北大学人間環境系建物の東側妻壁内側の亀裂と地盤の関係¹⁾



図-7 昭和32年測量旧地形図⁹⁾と粒子軌跡⁸⁾(緑色の長円形内)の関係(東工大)

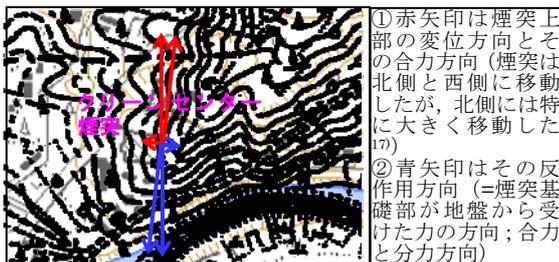


図-8 明治44年測量地形図・現在地形図の合成図^{10,11)}とクリーンセンターかしわざきの煙突変位方向¹⁷⁾と推定地震力作用方向

(6) 2003年十勝沖地震

(a) 幕別町役場庁舎の柱・梁・壁にせん断亀裂やせん断破壊を生じた。図-9をみると、庁舎は異種支持地盤状態にあり^{13,14)}、西側地盤が東側と比べて軟弱であり、庁舎の東側と西側の地盤境界部で地盤に不同変位等が生じ被害が発生したと考えられる。

(b) 釧路空港出発ビル-中央部の吹抜け部分で、天井内の約1/2の天井材と野縁が落下した(図-10)¹²⁾。旧版地形図をみると、この建物は沢の源頭部に位置し(異種支持地盤)、沢の源頭部寄りの天井が著しく落下した(図-10)。西側の硬い地盤部分で天井落下はみられない。

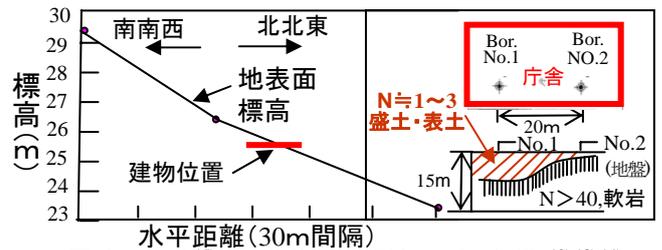


図-9 地形¹⁵⁾と建物位置の関係(幕別町役場)^{12) 13) 14)}

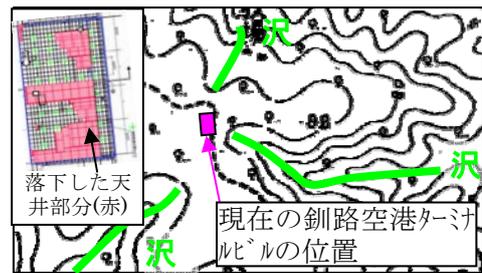


図-10 大正10年測量旧版地形図¹⁶⁾と沢筋、落下した天井部分(赤色の網掛け部分)¹²⁾の関係

3.まとめ

今回の調査結果によると、規模の大小に関係なく地震時には地盤がその等高線にほぼ直角に動く性質がある。また、建物等の地震被害は人工改変地盤の硬軟地盤境界部などで多くみられ、しかも地盤の等高線にほぼ直角な方向に地震力が作用して発生している。終わりに、以上の調査に当ってお世話になった関係者と、引用させて頂いた文献の著者に厚く御礼を申し上げます。

参考文献:1)那須誠:地震被害への地盤の影響と被害機構の推定,前橋工科大学研究紀要,第5号,pp.39-46,2002.3. 2)那須誠:橋梁等構造物の地震被害への隣接構造物の影響の考察,第6回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集,pp.273-280,2003.1. 3)国土地理院編:1/1万地形図,西宮,1996.2.1. 4)国土地理院編:1/2.5万地形図,新港西部,1996.2.1. 5)国土地理院編:1/5万地形図,道塚川原,明治43年測量. 6)郵政事業庁施設情報部編:郵政施設の免震・制振建築,H13.3. 7)関塚尚貴:地盤条件変化点における地震動,第24回自然災害学会,pp.61-62,H18.11. 8)山田哲他:超高層免震建物における地震観測の概要日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.963-964,H19.8. 9)国土地理院編:1/5万地形図,原町田,明治32年測量. 10)国土地理院編:1/5万地形図,柏崎,明治44年測量. 11)国土地理院編:1/2.5万地形図,柏崎,2007.11. 12)下坪聖:2003年十勝沖地震における建物被害と地盤の関係,前工大卒業論文,2007.3. 13)幕別町庁舎新築工事設計図,1971. 14)幕別町庁舎新築敷地地盤調査結果,1970.12. 15)国土地理院編:1/2.5万地形図,幕別,2007.10. 16)国土地理院編:1/5万地形図,釧路,1923.6. 17)日本技術株式会社編:地震被害報告,2007年7月16日新潟中越沖地震(クリーンセンターかしわざき),http://www.jecc.co.jp/topics/kb/2007chuetsu_oki/structure/clean/clean.html,2007.