

地震時の回転あるいは捩じれ現象への地盤の影響の考察

元前橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

1. はじめに

地震時に回転現象あるいは捩じれ現象が発生することがある。今回その事例を幾つか集めて調べたところ、それらの現象に対して地盤の影響が大きいことが推察されたので、以下にその結果を報告する。

2. 地震による回転現象の事例と地盤の関係

1) 長野・善光寺(1847年善光寺地震)

1847年5月8日(弘化4年3月24日)の善光寺地震(M7.4程度)で、長野の善光寺では本堂の内陣造作等の大破、山門・栓堂の小破等が発生したが、本堂をはじめ山門・経堂・鐘楼などは災害から免れた。大勸進では万善堂・護摩堂・聖天堂など7か所が大破した。また、この地震で図-1に示すように、本堂の向拝柱が捩じれたといわれる¹⁾。

2) 横浜正金銀行(1923年関東地震)

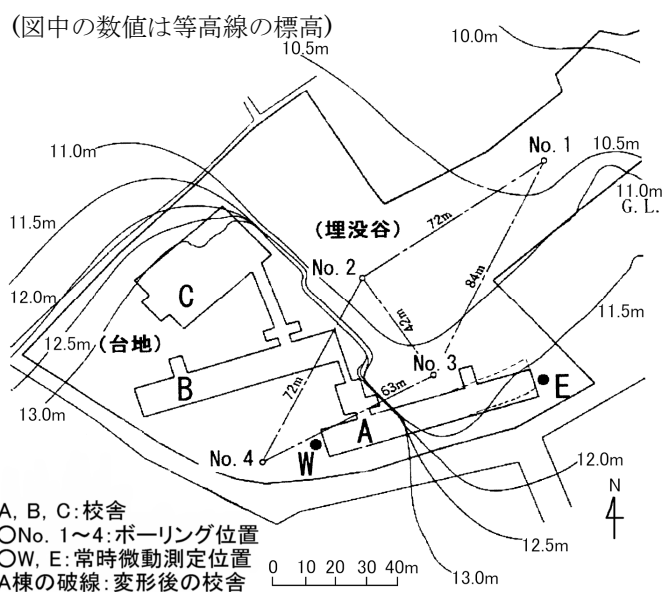
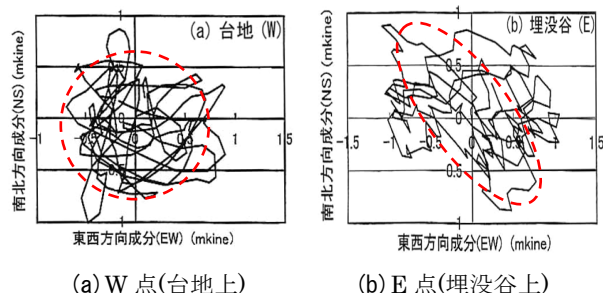
1923年9月1日の関東地震(M7.9)で、和田倉橋付近の龍口から呉服橋・常盤橋方面に向かう濠跡の埋立地に沿って幾つかの建物が被害を受けた²⁾。その中の横浜正金銀行丸の内支店に回転現象が発生したが³⁾、それは図-2に示すように建物の一部がその濠跡埋立地に掛かっていたため生じたことが考えられる²⁾。

3) 高校建物(1968年十勝沖地震)

1968年5月16日の十勝沖地震(M7.9)でH高校建物のA棟校舎は図-3の破線のようにくの字形に捩じれたが、校舎は台地・埋没谷境界部に存在している。図-4は同校舎西端(W点)と東端(E点)の地盤の常時微動の粒子軌跡を示し、その包絡線形状(同図の赤色破線)は台地部では円形、埋没谷部では長円を描く。長円の主軸は埋没谷軸方向を示し、地震時に埋没谷がその方向に大きく変位して、建物が捩じれたことを裏付けた結果となっている⁶⁾。

図-1 善光寺本堂の向拝柱の捩じれ¹⁾

図-2 捩じれた横浜正金銀行と地盤(文献3)~5)を集成

図-3 高校建物変形と地盤⁶⁾図-4 高校の常時微動測定結果(土粒子の軌跡図、測定位置W, E点は図-3参照)⁶⁾

キーワード 地震被害, 回転, 捩じれ, 地盤不連続点, 面外方向相対変位

での自然堤防と埋没谷での常時微動測定結果からも得られている(図-5、赤色破線は包絡線)⁶⁾。

4) 宮城野貨物線行人塚高架橋(1978 年宮城県沖地震)

1978年6月12日の宮城県沖地震(M7.4)で東北貨物線行人塚高架橋(RCラーメン, 良好な砂利層に独立のベタ基礎型式フーチング)は大きな被害を受け, 脚柱上端部にせん断破壊やひびわれ等が集中的に発生した。その集中原因として, フーチングの回転, コンクリート打継目付近の施工不良, 柱帯鉄筋量の不足等が考えられた。また, この地震で被害の大きいブロックR8, R9, R10(図-6)と比較的小さいブロックが明確に分かれた原因として支持地盤強度差が考えられた⁷⁾。被害の大きいブロックには水路が近接していることから, フーチングの回転や被害出現状況に, 現河道位置と異なる元々の河道部の比較的軟質な地盤の影響が前項3)のように考えられる。

5) 民間住宅の振じれ(2004 年新潟県中越地震)

2004年10月23日の新潟県中越地震(M6.8)で斜面下部の住宅に図-7に示すように振じれが発生した⁸⁾。それは3)を参考にすると, 建物が比較的良好な地盤(同図(b)の上部)と同軟弱な地盤(同図(b)の下部)に跨って建てられていたため発生したことが推察される。

3. おわりに

以上に述べた地震時の構造物の回転あるいは振じれ現象は常時微動測定結果等を参考にすると, その多くは地盤の不連続点にあつて地盤の面外方向の相対水平変位によって発生したことが考えられる。このように以上の現象も既に報告した地盤の不連続点における3種の地盤変位抵抗型被害(不同沈下, 振じれ, 押出し被害)⁶⁾の1種であることが分かった。

参考文献

- 1) 長野市地附山地すべり災害誌編集委員会編: 真夏の大崩落, 長野市地附山地すべり災害の記録, pp. 214-215, 長野市発行, 1993. 3.
- 2) 那須誠, 羽矢洋: 建物の地震被害と地盤構造, 鉄道総研報告, Vol. 4, No. 4, pp. 35-44, 1990. 4.
- 3) 復刻版大正十三年関東大地震震害調査報告, 第3巻と付図(下), 土木学会, 1984. 9

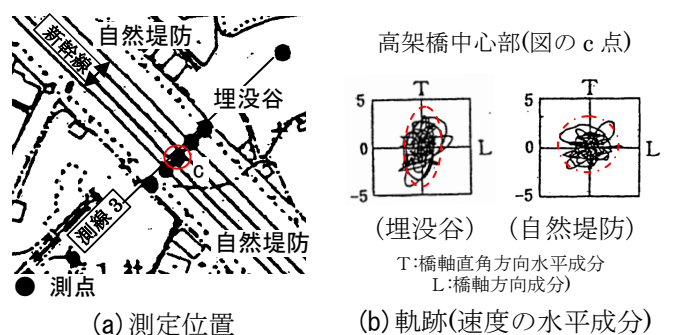


図-5 下食満高架橋の常時微動測定結果⁶⁾

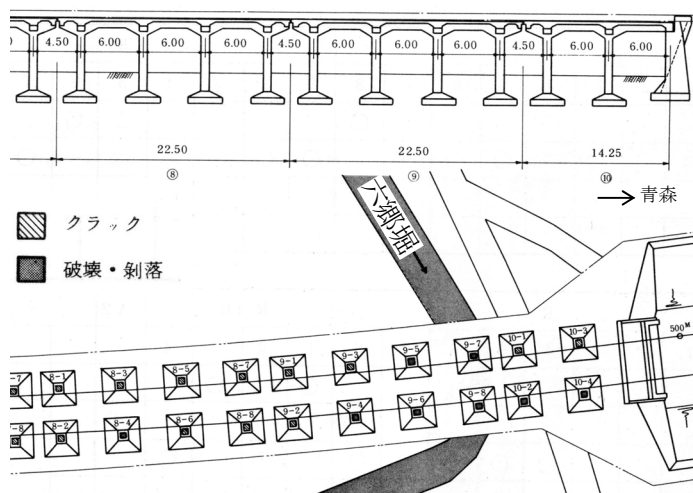


図-6 行人塚高架橋と被害箇所⁷⁾

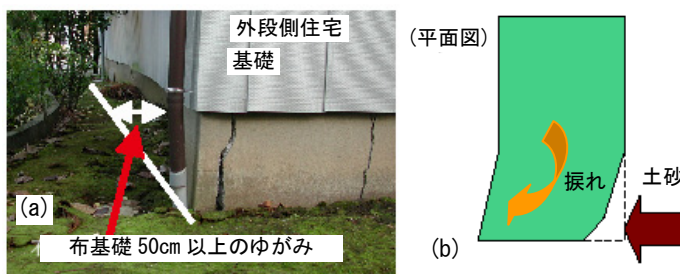


図-7 斜面下部の住宅の振じれ被害状態⁸⁾

- 4) 日本建築学会, 土質工学会, 東京建築士会編: 東京地盤図, 技報堂, 1959. 6
- 5) 江戸明治東京重ね地図, エーピーピーカンパニー, 丸善, 2004.
- 6) 那須誠: 各種構造物の地震被害機構と地盤不連続点の関係, 第31回土木学会地震工学研究発表会講演論文集2011, No.2-129, 2011.
- 7) 宮城県沖地震調査グループ編: 1978 年宮城県沖地震調査報告, 鉄研報告, No.1111, 1979. 3.
- 8) 平成16年新潟県中越地震建築物被害調査報告(速報)全体版, 建築研究所, 2005. 2.