

東北地方の地震被害と地盤の関係

元前橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震等で東北地方において発生した、幾つかの構造物の地震被害と地盤の関係について考察した結果を報告する。

2. 地震被害と地盤の関係例

(1) 仙台東部道路東部高架橋で東北地方太平洋沖地震の際に桁全体の横ずれや積層ゴム支承の破断・亀裂等が発生した(図-1)^{1),2)}。図-2 より橋脚 P56 と P58 は氾濫平野と自然堤防境界部で不同地盤変位で被害が発生しやすい所にあり、P56(I 桁側)で支承全部破断し橋軸直角方向に大きくずれたのは地盤不連続点にあったためと考えられる¹⁾。なお同図中の地震動記録は南西方向に離れた位置のものであるが、橋桁の変位方向と対応する²⁾。

(2) さくら野デパートの南側壁が東北地方太平洋沖地震で損傷落下した。道路はす向かいの位置で旧仙台グランドホテル北側壁の窓ガラスが 2008 年岩手・宮城内陸地震で破損落下した。付近の地盤調査結果(図-3)から両者が盛土・表土層(B, 西側)と洪積層粘土層(Dc, 東側)の境界部(太破線位置)で発生したことが分かる。なお、旧仙台グランドホテルの窓ガラス落下と、2005 年福岡県西方沖地震での福岡ビルの窓ガラス落下が壁面沿いの歩道に段差が存在し、地盤の不連続点であることが推察される³⁾。

(3) 東北大学人間環境系建物(旧名建設系建物)が東北地方太平洋沖地震で甚大な被害を受けたが、過去の地震でも被害を受け、その都度補修補強されてきた。建物は図-4,5 によると丘陵の谷間の北側斜面部に盛土で造られた。1978 年宮城県沖地震で谷軸直角方向(斜面の最大傾斜方向)の梁間方向、1998 年仙台市近郊地震では谷軸方向(桁行方向)、共に谷埋盛土厚さの変化

方向に強い地震力を受けた。建物は異種支持地盤状態で被害を受けた。なお、土質柱状図が示す深さ 7m 付近と 22m 付近の N 値極小値の軟弱粘性土層も地震時の地盤の動き(滑り、増幅等)に大きく影響したことが考えられる⁴⁾。

(4) 東北工業大学の建物に 1978 年宮城県沖地震等で被害が発生した。敷地は段丘上の沢地形に存在し(図-6)、旧 3 号館付近(No1 Bor.)の深度 14.7~15.5m に高含水比、極軟弱で無水

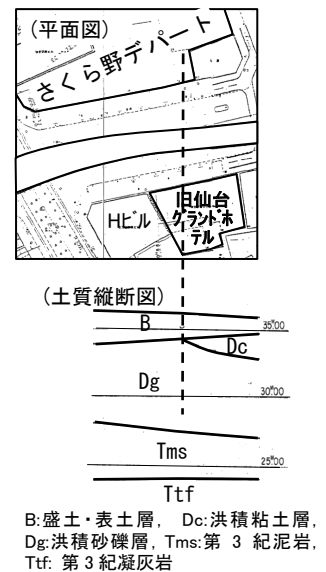


図-3 側壁落下地点付近地盤³⁾

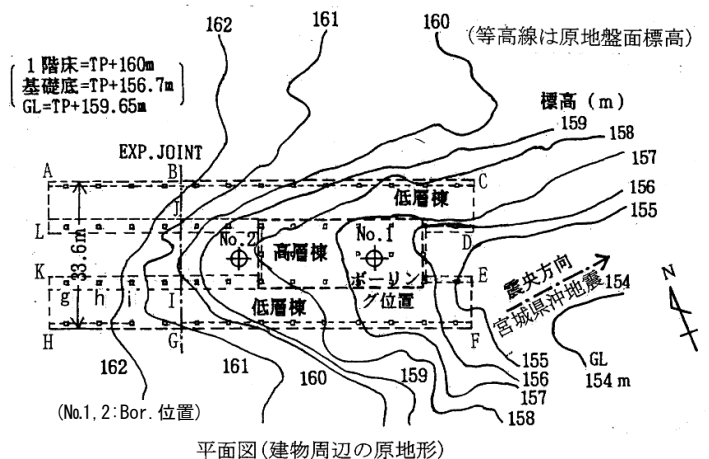


図-4 東北大学人間環境系建物の位置と地盤状態⁴⁾

掘進でもコア採取不可能弱層があり、そのような地盤状態が被害に影響したと推察される⁵⁾。

(5) サニーハイツ高砂が東北地方太平洋沖地震で被害を受けた。1978 年宮城県沖地震でも被害を

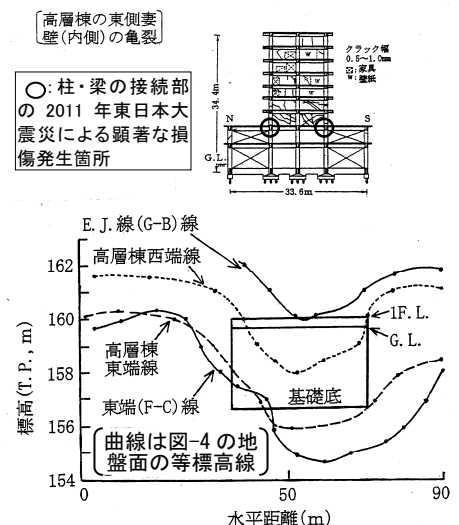


図-5 人間環境系建物変状(1978 年宮城県沖地震の際の亀裂と地盤の関係図に追加)⁴⁾

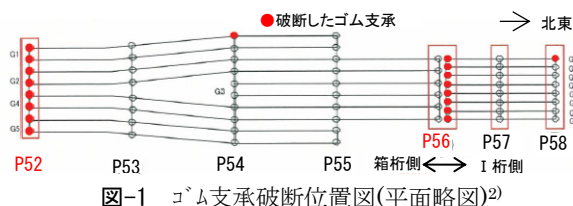


図-1 ゴム支承破断位置図(平面略図)²⁾

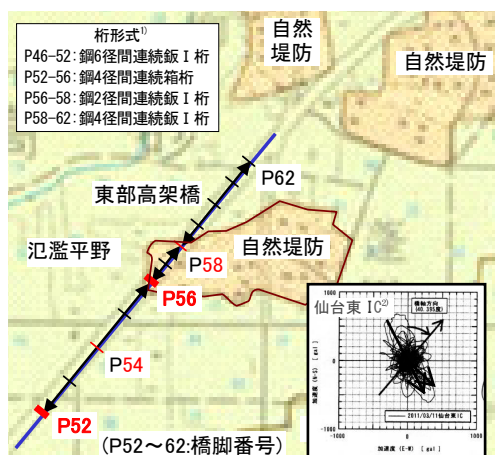


図-2 仙台東部道路東部高架橋の地盤¹⁾

キーワード: 2011 年東北地方太平洋沖地震等, 東北地方, 構造物, 被害, 地盤不連続点
連絡先: 埼玉県所沢市東所沢

受けたが、地盤は軟弱であるが上方の地盤がそれ程弱くないのに中間に弱層(多くは粘性土)がある上下逆転地盤になっていたため被害が生じたことが考えられる⁶⁾。

(6)JX日鉱日石エネルギー(旧東北石油)仙台製油所で東日本大震災の際に大規模火災が陸上出荷設備で発生した。ここでは1978年宮城県沖地震で屋外タンク底部の側板とアンジュ接合部の破断による内容物流出、配管破損による漏洩、不同沈下等が生じた。大規模な内容液スロッシング、タンク側壁座屈等が地盤内基盤の傾斜部分で普段からの不同沈下方向(基盤面傾斜方向)に発生した(図-7)。ここでは以前から火災や内容物漏洩等が複数回発生しており、それらに地盤の不同沈下や水平変位差が大きく影響したことが推察される⁴⁾。

(7)仙台市ガス局原町工場内の有水式ガスホルダーの上部支柱が1978年宮城県沖地震で倒壊した原因は、ガスホルダーの上部支柱・下部支柱の接合ボルトの腐食にあり地盤との直接的な関係はないとされている。しかし、周辺の表層地盤は洪積台地であるが、倒壊したガスホルダーは建設前の

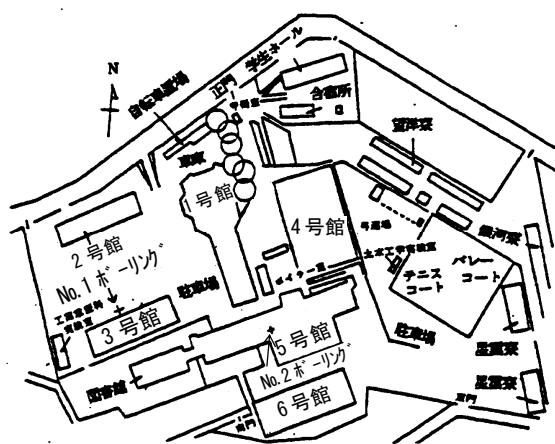


図-6 建物の配置図⁵⁾

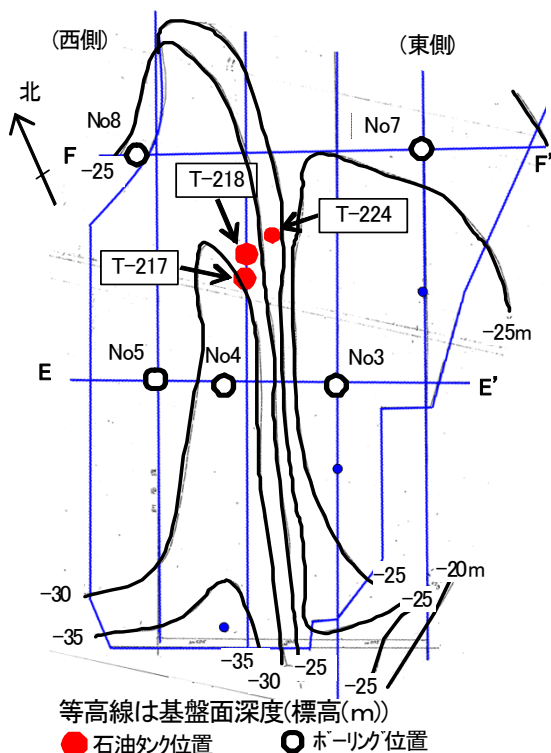


図-7 側壁破断石油タンクの位置と地盤⁴⁾

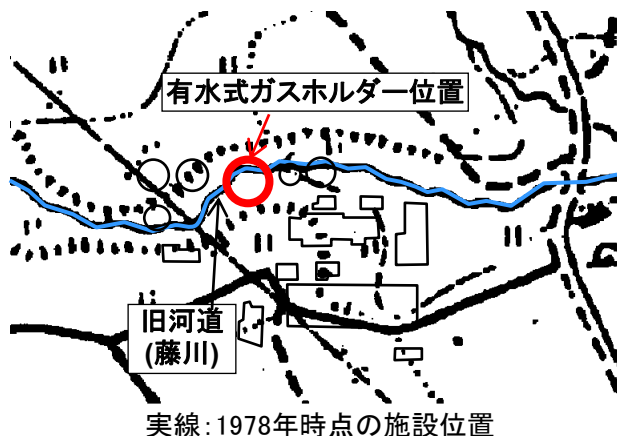


図-8 仙台市ガス局付近の旧地形図(文献に加筆)⁷⁾

旧地形図(図-8)をみると地山と旧河道の境界部に造られ、さらに旧河道中心方向の埋立軟弱地盤の厚くなる方向へ倒壊したため、ガスホルダーは埋立軟弱地盤厚さの変化点に存在して被害を受けたことが分る⁷⁾。

(7)八戸ター(八戸遊園地のター)先端部が1968年十勝沖地震で太さの急変部で曲がった原因が不同沈下といわれる。敷地は沖積地盤(長根堤跡)に接する洪積台地端部の崖際で、その跡地に建てられた弓道場の建物には東北地方太平洋沖地震で亀裂等が多数発生したといわれている⁸⁾。また、付近の旧八戸図書館(現更上閣別館)が同地震⁹⁾と東北地方太平洋沖地震で被害を受けたが、敷地は洪積台地端部の崖際にあり(図-9)、南東側壁面東端部に南西側に下がる斜め亀裂がみられる(2012年7月現在)。前述の弓道場も地続きで被害を受けているので、両者とも地盤は一樣でなかったことが考えられる。

3. おわりに

以上の比較的大きい地震被害が地盤の不連続点で発生しており、地盤の影響の大きいことが認められる。なお、今回の調査で参考になされ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: 2011年東北地方太平洋沖地震による橋梁被害と地盤の関係, 第67回土木学会年講CD-ROM, I-254, pp.507-508, 2012.9.
- 2) 山田金喜外: 東北地方太平洋沖地震により被災した東部高架橋の被災要因の推定について, 第15回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集(2012年7月), pp.353-360.
- 3) 那須誠: 地震による建物の天井落下や窓ガラス破損への地盤の影響, 第7回地盤工学会関東支部研究CD-ROM, No.114, pp.328-331, 2010.11.
- 4) 那須誠: 東日本大震災等による各種構造物被害と地盤の関係, 土木建設技術発表会 2011 概要集, III-7, 2011.7.
- 5) 那須誠: 地震被害と地盤条件(その10), 第46回土木学会年次学術講演会講演概要集, III-PS10, pp.20-21, 1991.9.
- 6) 那須誠: 建物の地震被害と異種支持地盤の関係, 第35回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1881-1882, 2000.6.
- 7) 那須誠: 各種タンクの被害と地盤の関係, 第13回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.776-783, 2010.11.
- 8) 那須誠: 東日本大震災等による各種構造物被害と地盤の関係(その3), 第57回地盤工学シンポジウム論文集, pp.207-214, 2012.11.
- 9) 1968年十勝沖地震調査報告, 同左調査委員会編, 1969.3.
- 10) ベンリン住宅地図, 青森県, 八戸市①, 南部, 2009.11.

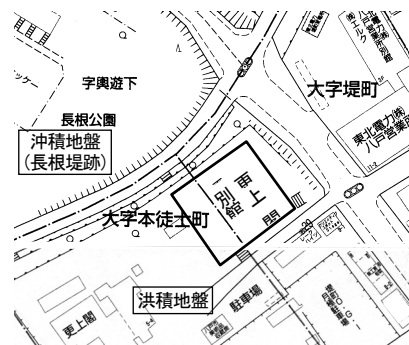


図-9 更上閣別館位置(文献10)に加筆