

地震時の工場における被害と地盤との関係

前橋工科大学 学生会員 ○小林康人
前橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

1. はじめに

2007年7月16日に起きた新潟県中越沖地震によってリッの柏崎事業所をはじめとする関連工場が被害を被った。¹⁾工場という大規模な土地を使用する場所での地盤は様々ではないと推測され、本研究ではそのような地盤に立地しやすいと思われる工場の地震被害について調査・考察を行う。

表1 調査対象工場一覧

発生年月日	地震名	対象工場名	所在地	被害状況 ¹⁾⁵⁾⁸⁾¹⁰⁾¹²⁾¹⁵⁾¹⁷⁾	地形・地盤 ²⁾⁶⁾⁹⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁶⁾
H19.7.16	新潟中越沖地震(M6.8)	リッ柏崎工場	柏崎市北斗町 1-37	設備の転倒・倉庫の損傷	沖積層・砂丘堆積物
S53.6.12	宮城沖地震(M7.4)	仙台ガス局原町工場	仙台市宮城野区幸町 5丁目 13-1	ガスホルダーの倒壊	洪積台地
H15.5.26	三陸南地震(M7.0)	宮城沖電気	黒川郡大衡村沖の平 1番	拡散炉の石英ガラスが損傷	浮石凝灰岩・礫岩・砂岩
S58.5.26	日本海中部地震(M7.7)	秋田火力発電所	秋田市飯島字古道下川端 217-6	舗装の亀裂・陥没・橋の損傷	砂丘砂・砂浜
H19.7.16	新潟中越沖地震(M6.8)	原酒造	柏崎市新橋 5-12	貯蔵庫、事務所の倒壊	沖積層・砂丘堆積物
H7.1.17	兵庫東南部地震(M7.3)	猪名川浄水場	尼崎市田能 5丁目 11-1	ロック形成池等の損傷による漏水	自然堤防・谷底平野
H14.10.23	新潟県中越地震(M6.8)	三洋電機半導体	小千谷市大字千谷甲 3000	クリーンルーム内のガス漏洩	谷底平野

2. 被害事例

今回の調査事例を表1に示す。

(a)リッ柏崎工場：新潟中越沖地震により工場内のほとんどの設備が位置ズレもしくは転倒し、工場建屋については倉庫の一部が損壊している¹⁾。周辺地盤は新生代第四紀完新生新期砂丘堆積層が広がっている。表層地盤は砂、その下部には砂の他礫・泥などの層となっている³⁾。旧地形図(図2)⁴⁾をみると工場建物は桑畑とそうでない地盤に跨っていることから表層地質に変化があり異種支持地盤状態で被害を受けたことが推察される。



図1 リッ周辺付近の新地形図²⁾



図2 リッ周辺付近の旧版地形図⁴⁾



図3 仙台ガス局付近の旧版地形図⁷⁾



図4 宮城沖電気付近の地質図⁹⁾

(b)仙台市ガス局原町工場：1978年宮城沖地震により有水式ガスホルダーの上部支柱が倒壊した⁵⁾。この周辺の表層地盤は洪積台地である⁶⁾。倒壊原因はガスホルダーを支える上部支柱と下部支柱との接合部の腐食にあり、地盤との直接的な関係はないとされたが⁵⁾、図3⁷⁾をみると倒壊したガスホルダーは旧河道に位置し、さらに旧河道の軟弱地盤の方へ倒壊しており倒壊後の破壊形状に地盤が関わっていたことが分る。

(c)宮城沖電気：2003年5月26日の三陸南地震によって設備の損傷の外、拡散炉の石英ガラスが割れるなどの被害が出た。同年7月26日の宮城北部地震でも被害を受けた⁸⁾。図4⁹⁾をみると表層地盤が複雑な土地で、建物は種類の異なる地盤(地質 Hg と Ht, Mt と Hg)の上に跨って作られ、異種支持地盤状態であったことが地震被害の主要因であると推定される。

キーワード：工場、地盤、地震被害

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

(d)秋田火力発電所：1983年日本海中部地震でボイラー本体振止めのサポーターが一部に軽微な損傷の外、10号タウクの付属装置にスラックに伴う浮き屋根の付属装置の接触破損、構内道路の一部舗装に亀裂発生、敷地に極めて局部的陥没が発生した¹⁰⁾。地盤は図5¹¹⁾に示すように複雑に入り組んだ土崎砂丘台地であるが砂丘間低地にも跨って施設がつくられており、ここに切土盛土されている。被害原因は燃焼タウク等の液面振動等¹⁰⁾であるとされているが、図6¹⁰⁾をみるとN値が極小値を示す弱点層が位置によって異なる深さに存在しており、施設は異種支持地盤状態であることがわかる。

(e)三洋電機：建設前に地盤調査を実施し、工場は震度6の耐震設計をされていたが、地震のときクリソームのガス漏れ、生産・検査設備等に損壊があった¹²⁾。この表層地盤は礫・砂・泥等である。¹³⁾工場は河川の氾濫原にあり、図7¹⁴⁾をみると桑畑(緑枠内)が点在しており、工場は異種支持地盤状態につくられていることが分る。

(f)阪神水道企業団猪名川浄水場：管理棟屋上のろ過池洗浄水槽(800 m³)の受梁や排水処理施設等に被害が生じた¹⁵⁾。図8¹⁷⁾をみると敷地には自然堤防(集落)や後背湿地(田圃)、草地(砂がち地盤)があり、施設は異種支持地盤状態でつくられているものが多い。

(g)原酒造：昭和12年建築の貯蔵庫用土蔵5棟や事務所など約6割の建物が倒壊した¹⁸⁾。図9⁴⁾をみると左側の自然堤防の右端付近に建物が存在しており、建物は異種支持地盤状態であることがわかる。

3. 結論

以上の結果をみると、これら工場総ては種類の異種の地盤に跨ってつくられており、それには自然に出来た地盤どうしのものもあれば、旧河道埋立地と地山でできたものなどがある。即ち、今回調べた建物等は異種支持地盤状態¹⁹⁾につくられて、地震時の不同変位で被害を受けたことが推察される。終わりに以上の調査でお世話になった多くの関係者に厚く御礼を申し上げます。



図5 秋田火力発電所付近の旧版地形図¹¹⁾

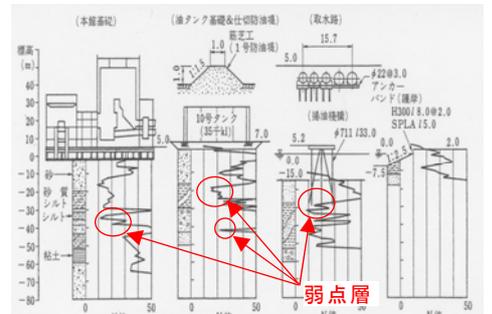


図6 秋田火力発電所内の土質柱状図⁹⁾



図7 三洋電機付近の旧版地形図¹⁴⁾

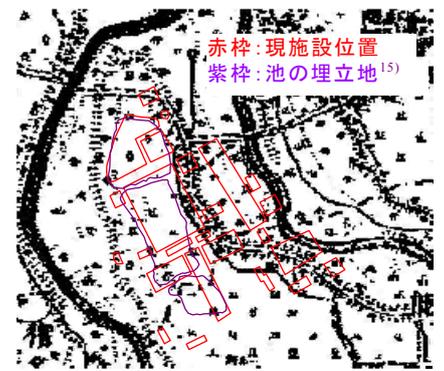


図8 猪名川浄水場付近の旧版地形図¹⁷⁾



図9 原酒造付近の旧版地形図⁴⁾

参考文献 1) 倅リケン HP, <http://www.riken.co.jp/news/index.html>, 2007.7 2) 国土地理院編, 地図閲覧サービス, 2万5千分1地形図, 柏崎[北東] 3) 国土調査課編, 都道府県土地分類基本調査 1/50000, 柏崎, 表層地質図(昭和54年発行) 4) 国土地理院編, 柏崎(大正3年発行) 5) 1978年宮城県沖地震調査委員会編, 1978年宮城県沖地震調査報告書, (社)土木学会東北支部, pp. 367-369, S55.4 6) 国土調査課編, 都道府県土地分類基本調査 1/50000, 仙台, 表層地質図(昭和42年発行) 7) 国土地理院編, 仙台市北部(昭和6年発行) 8) 倅沖電気工業 HP, <http://www.oki.com/jp/>, 2004.10.2007.7 9) 国土調査課編, 都道府県土地分類基本調査 1/50000, 吉岡, 表層地質図(昭和55年発行) 10) 土木学会日本海中部地震災害調査報告委員会編, 1983年日本海中部地震災害調査報告書, 土木学会, pp. 718-721, S61.10 11) 国土調査課編, 都道府県土地分類基本調査 1/50000, 秋田, 表層地質図(昭和41年発行) 12) 国土地理院編, 土崎(大正2年発行) 13) 倅三洋半導体製造 HP, <http://www.semic.sanyo.co.jp/ssmc/index.html>, 2004.10 14) 国土地理院編, 小千谷(明治45年発行) 15) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会編, 阪神淡路大震災被害調査報告(ライフライン施設の被害と復旧), 土木学会, pp. 44-51, 1997.9 16) 国土調査課編, 都道府県土地分類基本調査 1/50000, 大阪西北, 表層地質図(平成10年発行) 17) 国土地理院編, 伊丹(昭和2年発行) 18) 「日々の映像」HP, <http://www.enpitu.ne.jp/usr2/22831/>, 2007.7 19) 那須誠著, 地震による被害構造物と無被害構造物の地盤の違い, 土木建設技術シンポジウム 2003, pp. 299-306, 2003.7, 東京