

1-4 被害の特徴と要因

アンケートによる被害傾向を踏まえ、今回の特徴的な被害である管路の周辺地盤の液状化による被害と処理場・ポンプ場の津波被害について、代表的な被害のあった自治体や処理場・ポンプ場を選定し、詳細な被害傾向を分析し、対策方針を検討した。

(1) 管路の液状化被害

1) 被害傾向分析の対象

周辺地盤の液状化が発生した地域は、東京湾岸部と利根川下流域に集中している。被害分析の対象自治体は、これらの地域の中から特に被害の大きい自治体（アンケート結果より周辺地盤の液状化被害の大きかった自治体）を選定して実施する。対象自治体は、表 I-1-20 のとおり。

表 I-1-20 被害傾向分析の対象自治体

| 周辺液状化地区 | 対象自治体 | 被害延長 |
|------------------|--------|--------|
| 東京湾岸の 液状化地区 | 千葉県浦安市 | 22.3km |
| | 千葉県千葉市 | 7.6km |
| 利根川下流域の 液状化地区 | 茨城県稲敷市 | 15.2km |
| | 千葉県香取市 | 13.1km |

2) 被害分析における整理事項

周辺地盤の液状化は、地域の地盤特性による影響を受けるとともに、発生する管路被害形態に特徴が見られる。ここでは、表 I-1-21 に示すとおり、地盤特性と被害形態に着目し、詳細な被害状況及び原因について分析を行う。なお、各被害形態の分析にあたっては、特に顕著な被害が見られた自治体を対象として分析した。

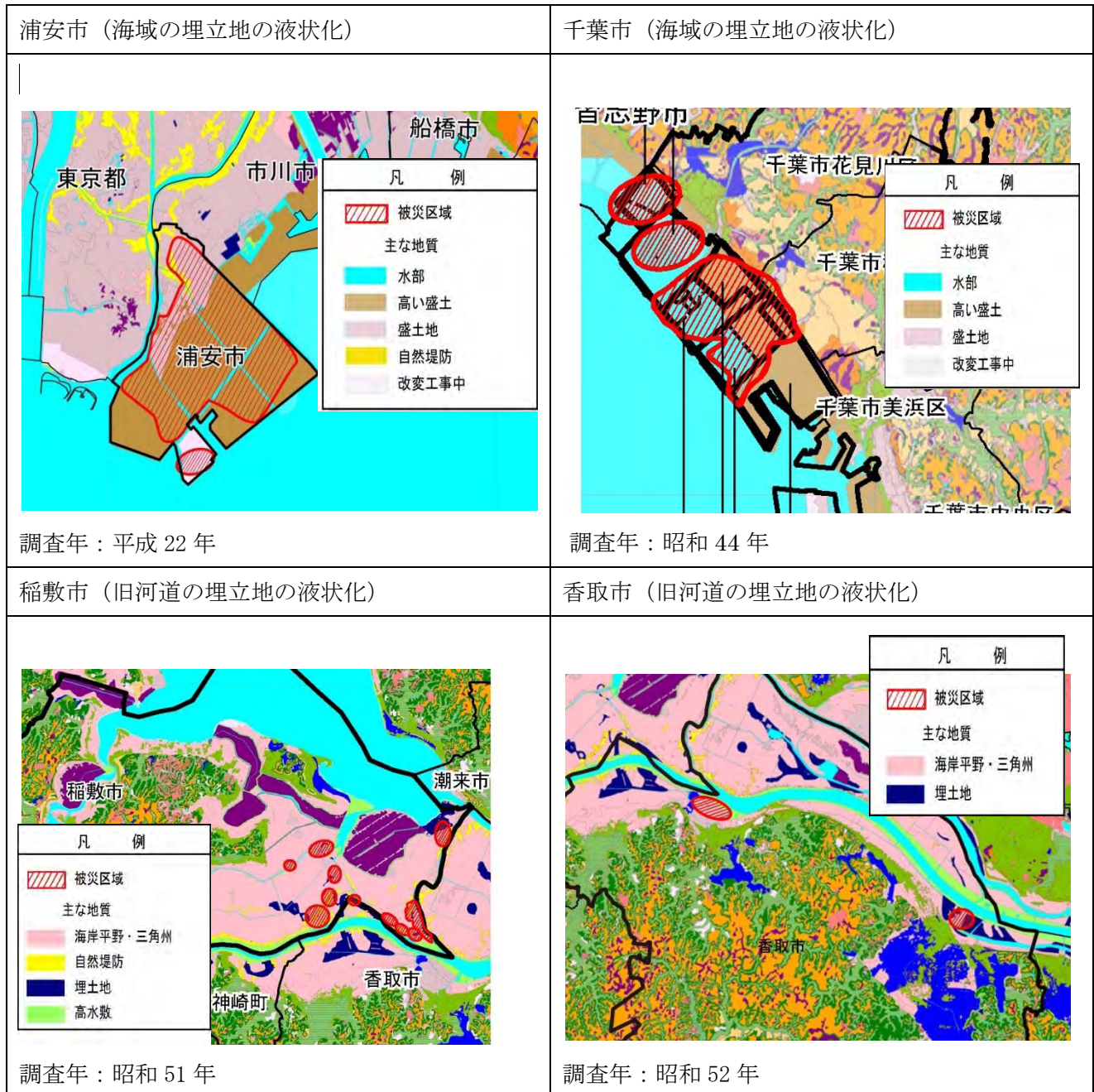
表 I-1-21 被害分析における整理事項

| 被害分析における整理事項 | 対象自治体 |
|--------------------|-----------------|
| (1) 被害の発生しやすい地盤特性 | 浦安市、千葉市、香取市、稲敷市 |
| (2) 人孔の躯体ズレ被害 | 浦安市 |
| (3) 人孔の沈下被害 | 千葉市 |
| (4) 側方流動による継手の抜け被害 | 稲敷市 |
| (5) 管きよ内への土砂堆積被害 | 浦安市、千葉市、香取市、稲敷市 |

3) 周辺地盤の液状化被害傾向分析結果と対策方針

①被害の発生しやすい地盤特性

対象とした4自治体について、下水道管路施設の被害箇所と土地条件図を重ね合わせて、被害の分布状況を確認した(図I-1-38)。



出典：国土地理院(土地条件図)

図 I -1-38 管路被害箇所と土地条件図の重ね合わせ

周辺地盤の液状化により下水道施設の被害のあった場所は、浦安市や千葉市では海域での埋立地(高い盛土)、香取市や稲敷市では海岸平野・三角州(旧河道)の埋立て地域であり、共に人工改変地区に被害が集中していることが分かる。

②人孔の躯体ズレ被害

人孔躯体のズレ被害が多かった浦安市を対象として要因分析を行う。

浦安市の被災地区は昭和 45 年ごろから造成に伴い下水道整備が行われている。その間に下水道用人孔も JIS の側塊ブロックのタイプから JSWAS 規格のものへと構造が変化しており、この変化と被害の関係を調べるために、人孔の布設年度（規格）と被害の関係を整理した。また、道路占用位置の違いによる被害も整理した。

人孔躯体の接合部構造の違いについては、図 I-1-39 に示すとおり、側塊人孔（図左）は接合面をモルタル等で固定するのみであり、躯体同士が容易にズレやすい構造である。一方、組立人孔（図右）は、接合面の凹凸によりズレを防止するとともに、接合剤やボルトなどにより躯体同士が固定される構造となっている。

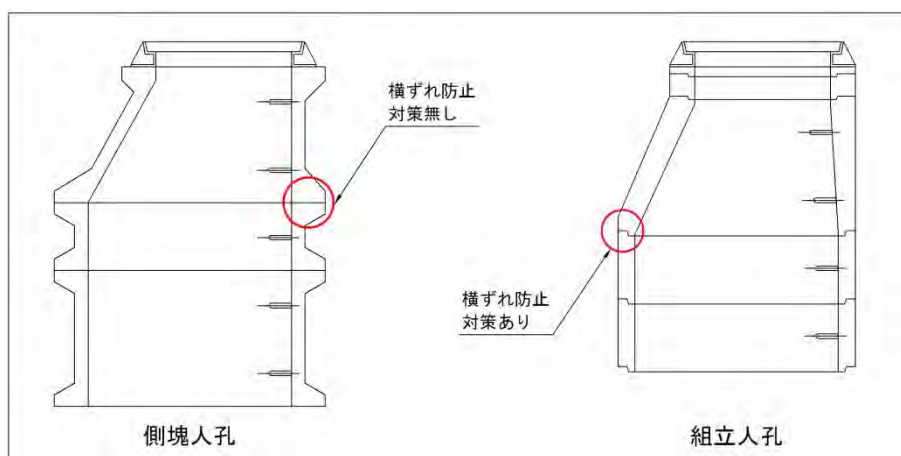


図 I-1-39 側塊人孔と組立人孔の構造の相違

液状化した地盤で人孔躯体ズレ被害が発生すると、躯体ズレにて生じた隙間より液状化した土砂が人孔内に流入し、管閉鎖の原因となる。（図 I-1-40）

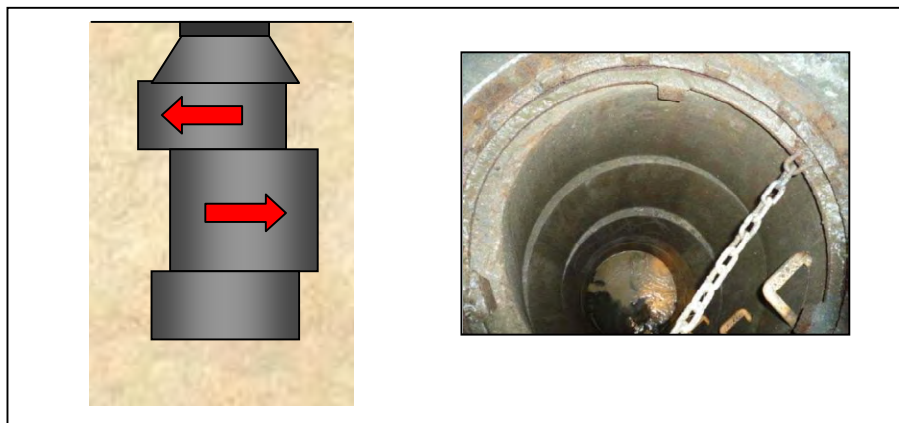


図 I-1-40 人孔躯体ズレ被害状況

a. 人孔の布設年度との関係

組立人孔の変遷を踏まえ、人孔の布設年度と躯体ズレ被害を整理すると図 I-1-41 のようになる。側塊人孔が主流の昭和 43 年から昭和 54 年までに布設された人孔では、躯体ズレの平均ズレ被害率が 4.1% と高い傾向である。

組立人孔が市場に導入された昭和 55 年以降は平均ズレ被害率 2.9%、平成元年の下水道協会 II 類認定以降は平均ズレ被害率 2.0% と低くなっている。

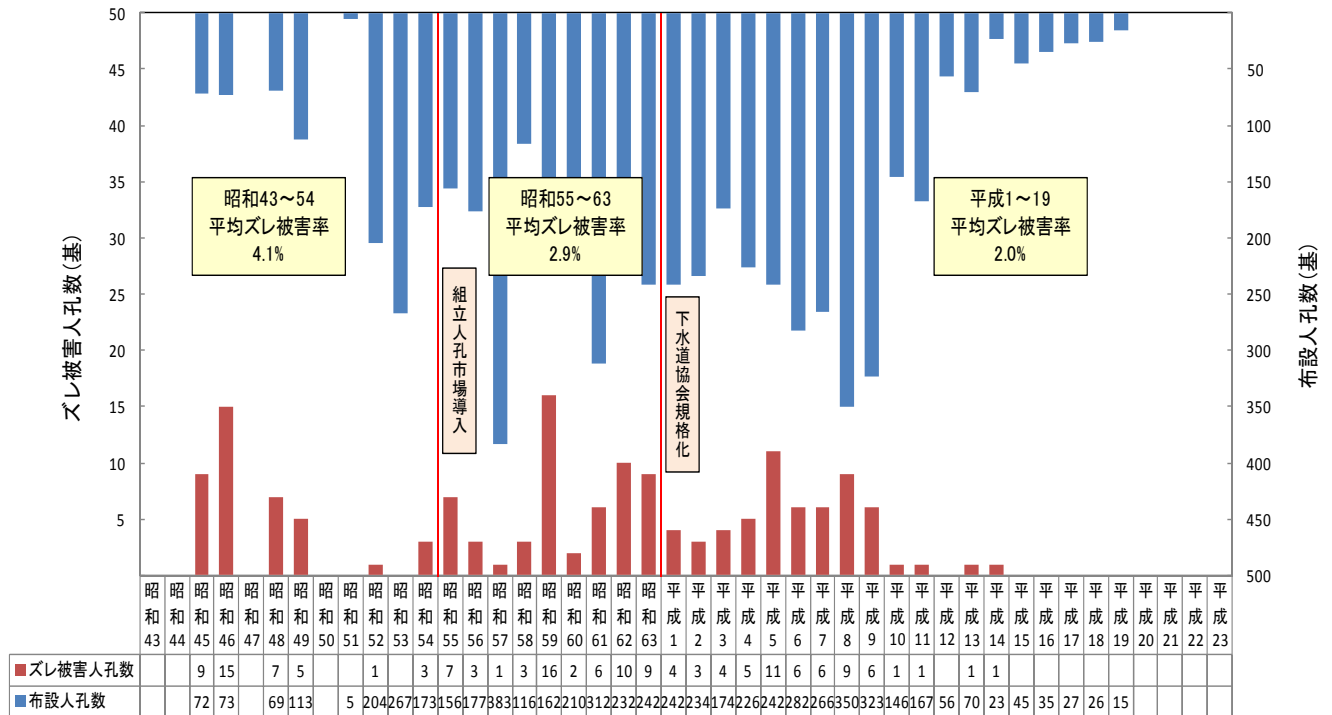


図 I-1-41 布設年度とズレ被害の人孔数

以上より、浦安市において組立人孔が採用された時期が不明確ではあるが、下水道協会規格規定後の人孔にはズレは無く、組立人孔でのズレ被害は少ない傾向にあると考えられる。

b. 道路占用位置との関係

人孔の道路占用位置の違いによる被害傾向について整理する。

ここでは査定によって躯体ズレ、沈下、側方流動による継手の抜け、土砂堆積などの被害があった人孔の総数（被災人孔数）と被災した人孔のうちズレの被害があったもの（人孔ズレ被害数）について比較を行った。

浦安市の道路占用位置における被災人孔数は、図 I-1-42 に示す通り、車道に埋設されている人孔が 417 基、歩道部に埋設されている人孔が 183 基、植樹帯に埋設されている人孔が 10 基であるが、この内、人孔のズレ被害の占める割合（被害率）は、歩道部に埋設されている人孔が最も高く 45%（83 基）であった。

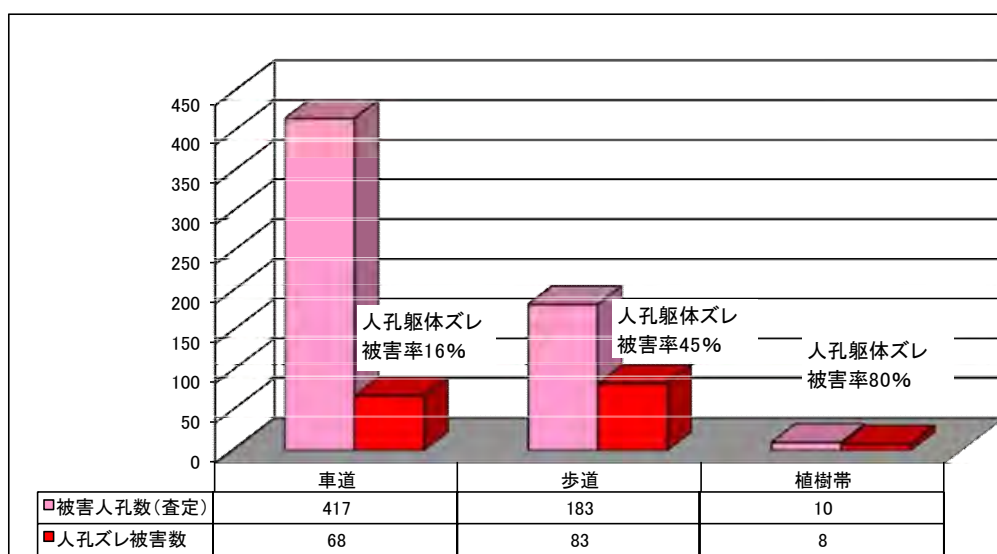


図 I-1-42 各道路占用位置における人孔ズレ被害数

c. 人孔突出被害との関係

人孔の突出被害と躯体ズレ被害との関係について整理を行った。

図 I-1-43 に示す通り、突出被害のあった人孔での躯体ズレ被害の割合は、布設年度の古い人孔で 53.6% であった。一方、布設年度の新しい人孔では 22.2% と古い人孔に比べ低い傾向であった。

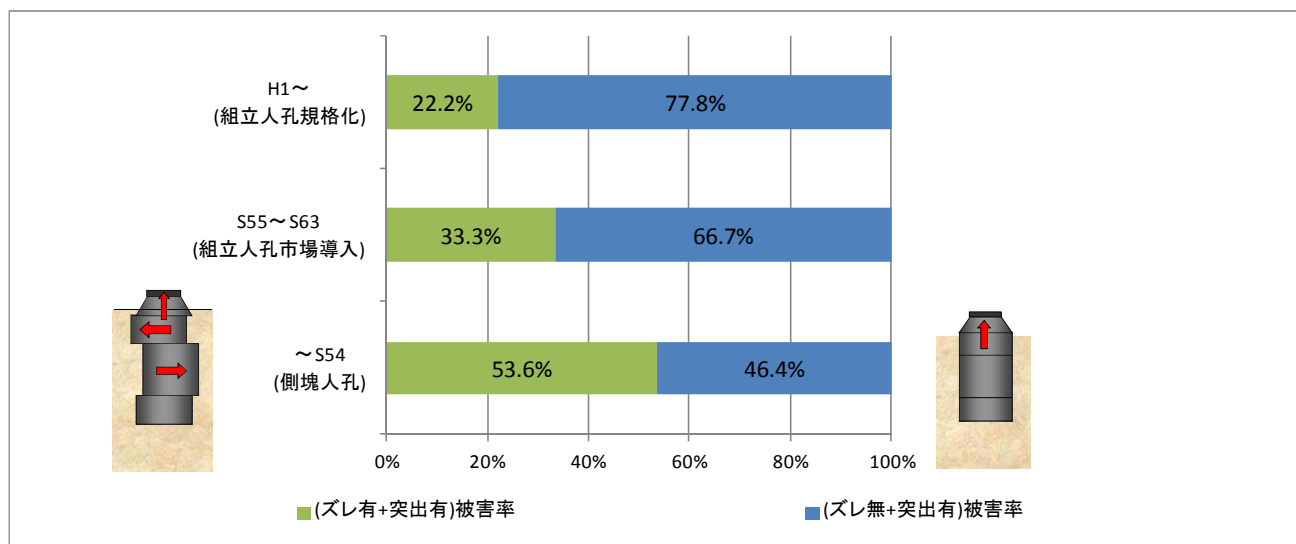


図 I-1-43 突出被害のあった人孔での躯体ズレ被害の割合

d. 人孔躯体ズレ被害のまとめ

人孔躯体ズレ被害の傾向をまとめると、人孔の布設年度からは、ズレ防止対策のない側塊人孔で被害が多かった。一方、組立人孔では接合面の凹凸によりズレを防止するため躯体ズレ被害が少なかった。

道路占有位置との関係については、車道部よりも歩道部において被害率が高かった。これは、車道や歩道などの舗装厚の違いによる拘束力や地盤の締固め度合いなどの違いによるものと考えられる。

突出被害との関係については、布設年度の古い人孔では、躯体ズレ被害と突出被害がほぼ同じ割合で発生していることから、躯体ズレ防止対策及び人孔浮上防止対策の両方の対策が必要と考えられる。一方、布設年度の新しい人孔では、躯体ズレによる被害は比較的少なく、突出被害の割合としてもズレ被害が生じない場合に多い傾向を示していることから、主な対策として人孔浮上防止対策が考えられる。

④ 人孔の沈下被害

過去の新潟県中越地震などでは、埋戻し部の液状化による被害として、人孔の突出被害が多く発生したが、今回の周辺地盤の液状化では、人孔が沈下（図 I-1-44 の A タイプ）する被害が多く発生した。

ここでは、測量により A タイプ被害が明確に確認されている千葉市を対象として、不同沈下量と被害率に関する傾向分析を実施した。

なお、地震後に沈下した地盤高より更に沈下した B タイプ（図 I-1-44）も千葉市で確認されているが、交通の影響のない軽度の被害であり（千葉市は最大 7cm）、発生した頻度も少なかった（千葉市で沈下人孔数 6 箇所）ため、ここでは省略する。B タイプの被害状況を写真 I-1-9 に示す。

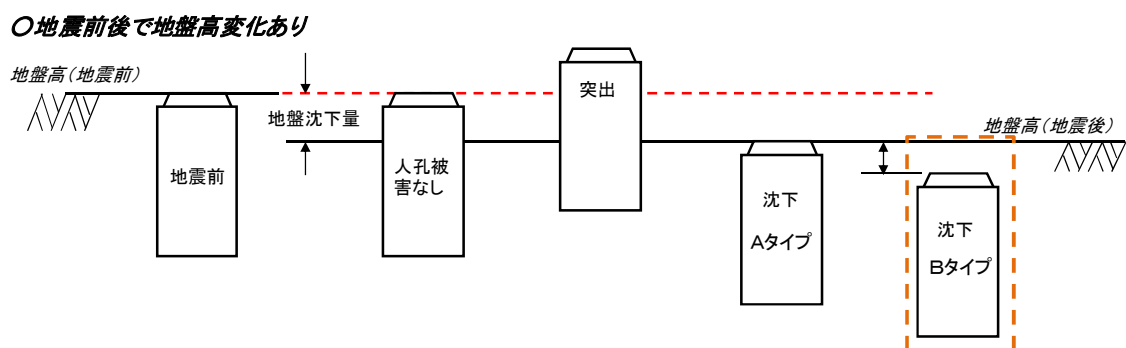


図 I-1-44 地震前後の人孔の状態



写真 I-1-9 人孔沈下被害例（Bタイプ）

a. 千葉市での地盤の沈下状況

千葉市では震災後に、地盤の沈下量（水平移動、沈下量、人孔蓋の沈下量）を測量している。図 I-1-45 より、水平方向の移動については、地盤全体が東方向へ 30cm 程度の移動が観測されている。一方、沈下量については地域にバラツキがあり 5cm から 50cm 程度の沈下が観測されている。

(図 I-1-46)

図 I-1-47 は、地盤沈下量の特に大きかった地区における人孔の沈下量を示したものである。大半の人孔が地盤とともに沈下（最大 50cm 程度）しており、液状化層が人孔深より深かったことが伺える。

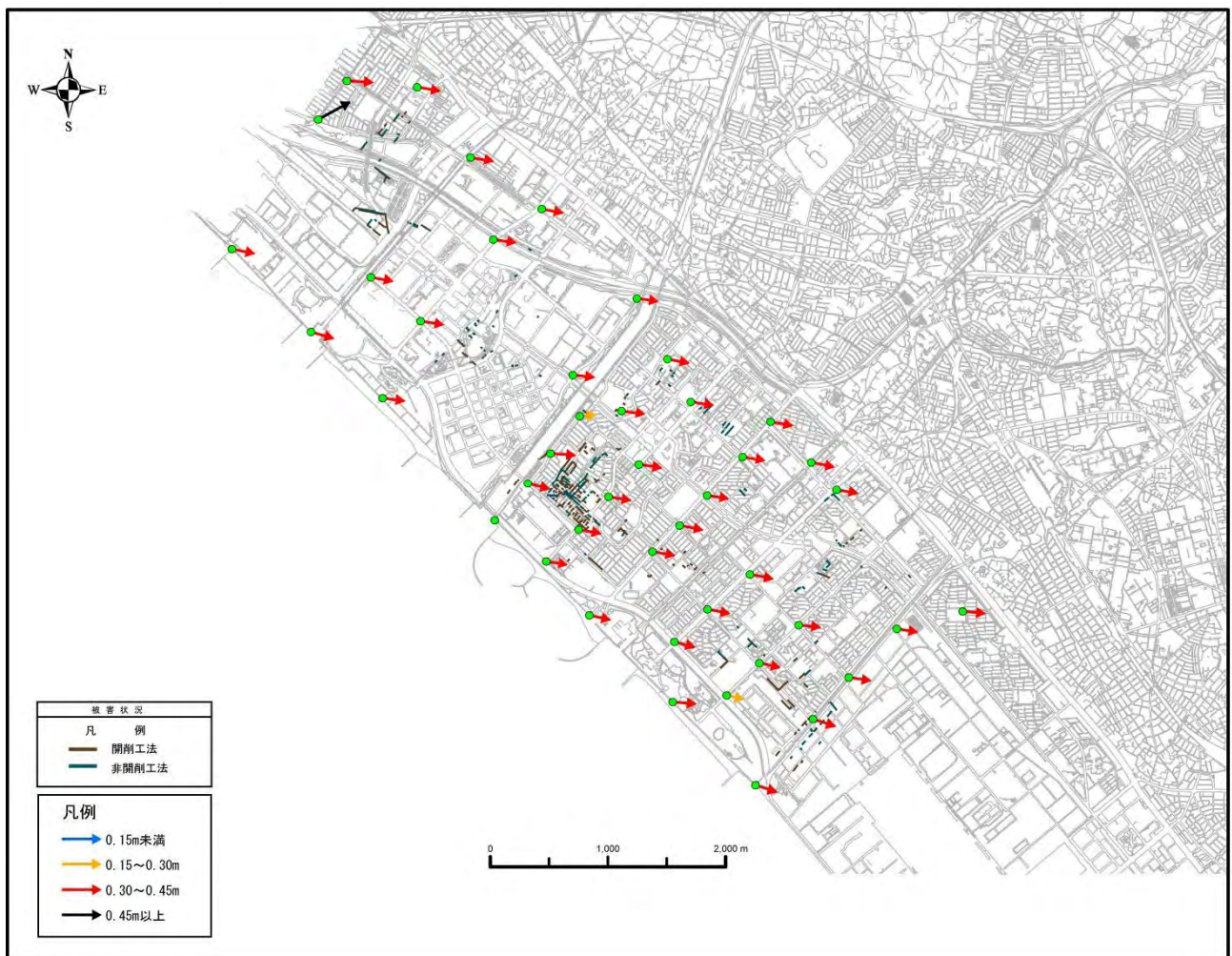


図 I-1-45 地盤の水平移動状況図

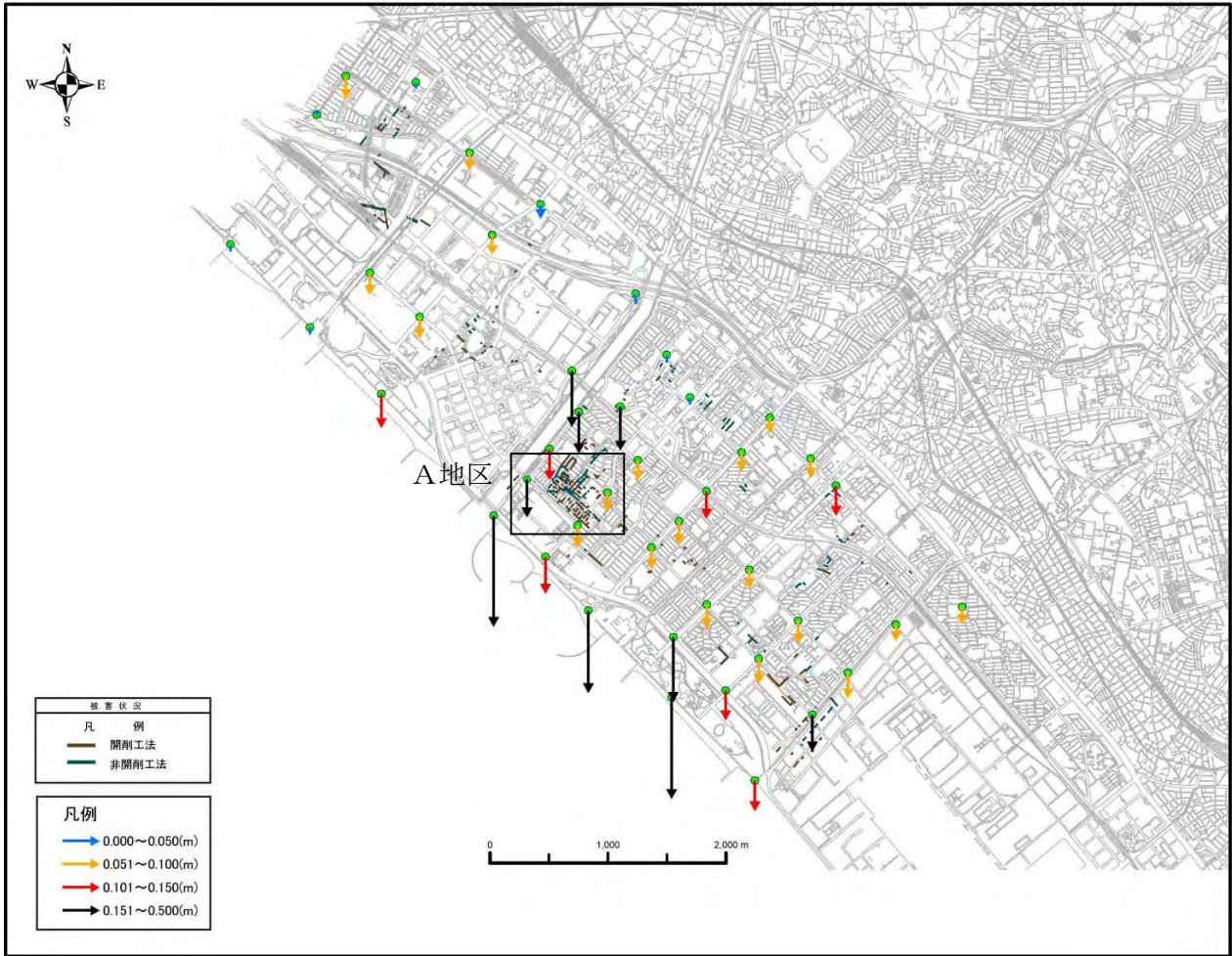


図 I-1-46 地盤の沈下状況図

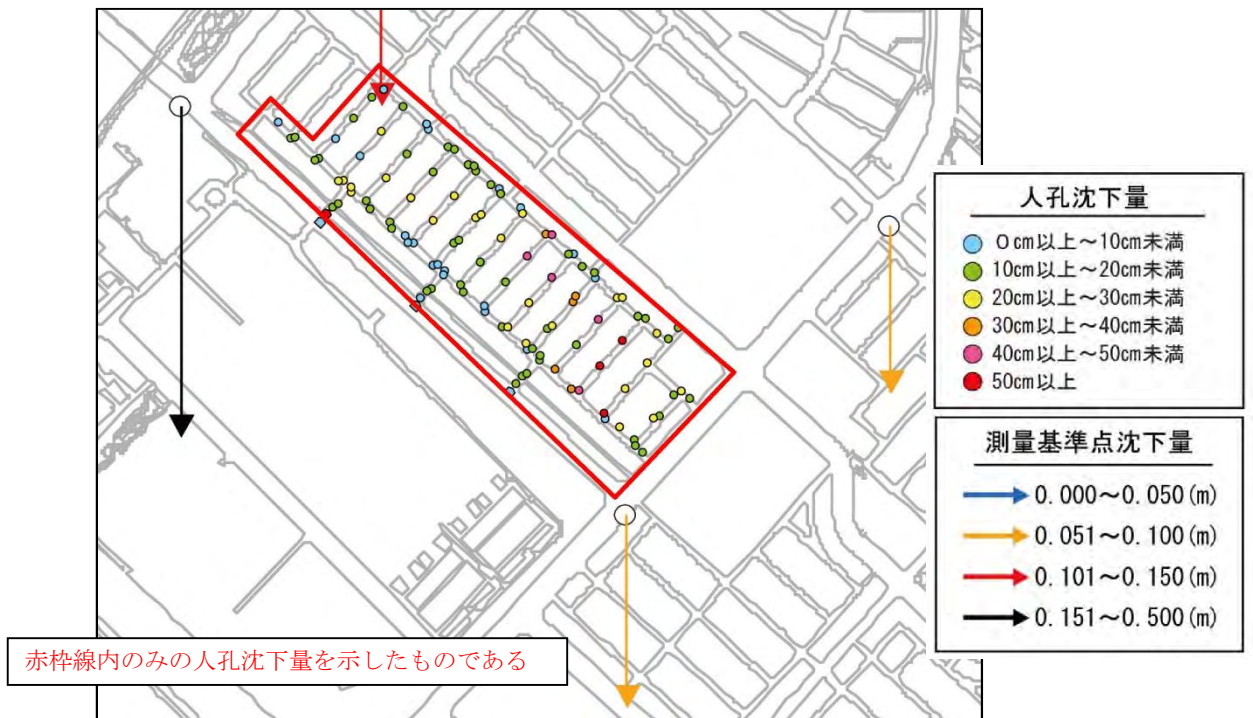


図 I-1-47 人孔沈下量の状況図 (A地区)

b. 人孔の不同沈下量と管きよ被害率の関係

人孔の不同沈下量（図 I-1-48）と管種別の管きよ被害率の傾向を把握するにあたり、管きよのたわみ、破損、逆勾配等の被害が多く発生していると考えられることから、人孔の不同沈下量を震災後の上流人孔の沈下量と震災後の下流人孔の沈下量の差(絶対値)を用いて、管種別の被害率との関係を整理した（表 I-1-22）。

この結果、人孔不同沈下量と管きよの被害率の傾向は、ヒューム管、塩ビ管とも不同沈下量が大きくなるほど被害率が高くなる傾向が見られた（図 I-1-49）。

表 I-1-22 不同沈下状況と被害箇所数の関係

| 不同沈下状況と被害箇所数の関係 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|--|
| 不同沈下量 (cm) | スパン数 (本) | 被害有 (本) | 被害無 (本) | 被害率 (%) | HP | | | | VU | | | | |
| | | | | | スパン数 (本) | 被害有 (本) | 被害無 (本) | 被害率 (%) | スパン数 (本) | 被害有 (本) | 被害無 (本) | 被害率 (%) | |
| 1.0未満 | 113 | 42 | 71 | 37.17 | 43 | 22 | 21 | 51.16 | 63 | 18 | 45 | 28.57 | |
| 1.0以上～2.0未満 | 186 | 84 | 102 | 45.16 | 87 | 48 | 39 | 55.17 | 85 | 29 | 56 | 34.12 | |
| 2.0以上～3.0未満 | 144 | 54 | 90 | 37.5 | 42 | 26 | 16 | 61.9 | 93 | 25 | 68 | 26.88 | |
| 3.0以上～4.0未満 | 110 | 48 | 62 | 43.64 | 41 | 24 | 17 | 58.54 | 65 | 23 | 42 | 35.38 | |
| 4.0以上～5.0未満 | 84 | 45 | 39 | 53.57 | 30 | 20 | 10 | 66.67 | 52 | 24 | 28 | 46.15 | |
| 5.0以上～6.0未満 | 57 | 26 | 31 | 45.61 | 26 | 15 | 11 | 57.69 | 27 | 9 | 18 | 33.33 | |
| 6.0以上～7.0未満 | 50 | 25 | 25 | 50 | 22 | 12 | 10 | 54.55 | 26 | 13 | 13 | 50 | |
| 7.0以上～8.0未満 | 53 | 26 | 27 | 49.06 | 25 | 16 | 9 | 64 | 26 | 9 | 17 | 34.62 | |
| 8.0以上～9.0未満 | 35 | 23 | 12 | 65.71 | 13 | 10 | 3 | 76.92 | 20 | 13 | 7 | 65 | |
| 9.0以上～10未満 | 246 | 145 | 101 | 58.94 | 86 | 59 | 27 | 68.6 | 136 | 75 | 61 | 55.15 | |
| 10以上 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 不明 | 2 | 2 | 0 | 100 | 2 | 2 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 合計 | 1080 | 520 | 560 | 48.86 | 417 | 254 | 163 | 59.6 | 593 | 238 | 355 | 34.1 | |

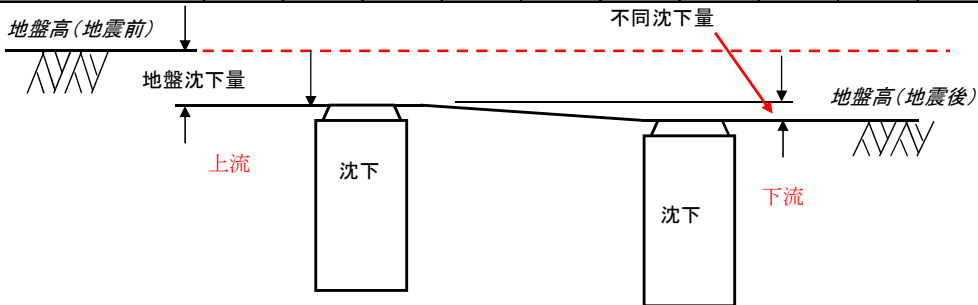


図 I-1-48 人孔の不同沈下状態

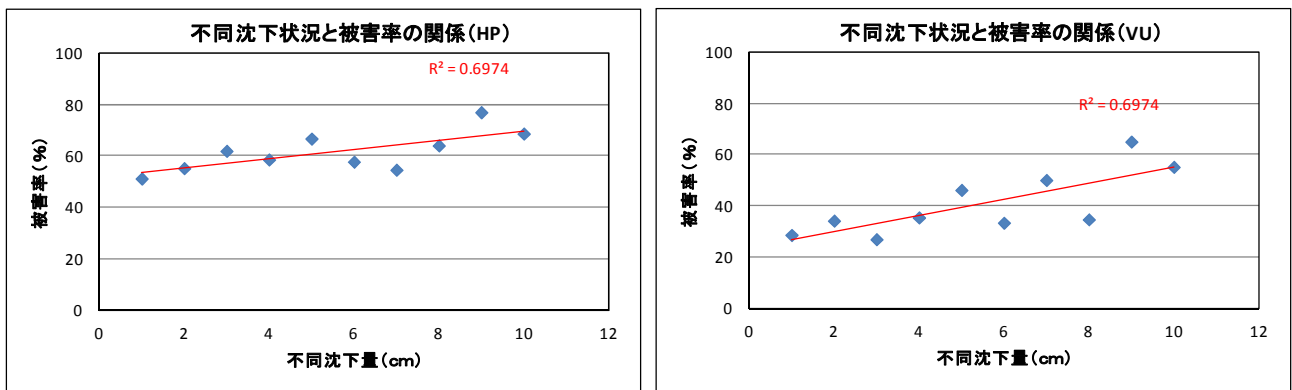


図 I-1-49 不同沈下状況と被害率の関係（左：ヒューム管、右：塩ビ管）

c. 人孔の沈下被害のまとめ

人孔の沈下被害としては、噴砂の流出により地盤と一緒に人孔が沈下したものと考えられる。よって、人孔沈下を防止するためには、周辺地盤が液状化しても下水道施設の被害が最小限となるように、他の公共インフラも含めた多面的・総合的な対策を検討する必要がある。

④側方流動による管きよの抜け被害

側方流動による管きよの抜け被害が確認された稲敷市において、被害の分析を行う。

稲敷市では側方流動により河川の護岸が崩壊し、護岸周辺の住居に被害が発生した地区があり、またその近辺で管きよの抜け被害が多く発生している。今回の検討対象エリアを図 I-1-50 に示す。



図 I-1-50 検討位置図

a. 管きよの抜出し量からの地盤移動量の推定

検討対象エリアでは、震災後に実施したTVカメラ調査において、「隙間ずれ」が集中的に発生した。ここでは、地盤の揺れと「隙間ずれ」との関係を明らかにするために、TVカメラ調査の判定結果を利用して、管きよ継手部の抜出し量を算定する。

TVカメラ調査では、「隙間ずれ」を、隙間の大きさによりA～Cに区別して判定する(表 I-1-23)。ここでは、A判定を10cmの抜出し、B判定を5cm、C判定を2.5cmと仮定して、各スパンにおける総抜出し量を算定した(表 I-1-24)。

この抜出し量を地盤移動量と仮定すると、最も大きい箇所では約50cmの変位量があったと想定される。

表 I-1-23 TVカメラ調査判定基準と仮定抜出し量の関係

| | | | |
|-------------------------|---|--------------|--------------------|
| | A判定 | B判定 | C判定 |
| 稲敷市TVカメラ判定基準 継手隙間・ずれ | 脱却 | 30mm以上 | 20mm以上 |
| 仮定の抜出し量 | 100mm | 50mm | 25mm |
| | JSWAS K-13 リブ付塩 ビ管の呼び径150受口長 さとした | A判定の1/2の値とした | B判定とC判定の中心値 とした |

表 I-1-24 TVカメラ調査結果に基づく推定抜出し量

| 路線番号 | 管径 (mm) | 路線 延長 (m) | TVカメラ調査判定結果 【隙間ずれ】(箇所数) | | | 判定結果からの 単位抜出し量(cm) | | | スパン間の 地盤移動量(cm) (①×④+②×⑤+ ③×⑥) | | |
|------|------------|-----------------|----------------------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|---|--|--|
| | | | A (①) | B (②) | C (③) | A (④) | B (⑤) | C (⑥) | | | |
| 2 | 200 | 21.55 | | 3 | | 10 | 5 | 2.5 | 15.0 | | |
| 4 | 200 | — | 調査不能箇所 | | | | | | 調査不能箇所 | | |
| 5 | 200 | 41.20 | | 4 | 6 | | | | 35.0 | | |
| 6 | 200 | 37.00 | | | 3 | | | | 7.5 | | |
| 7 | 200 | 33.55 | 1 | | 3 | | | | 17.5 | | |
| 8 | 200 | 13.00 | | | 6 | | | | 15.0 | | |
| 10 | 150 | 37.45 | | 2 | 1 | | | | 12.5 | | |
| 11 | 200 | 14.56 | 4 | 2 | | | | | 50.0 | | |
| 12 | 200 | 25.31 | 1 | 1 | 3 | | | | 22.5 | | |
| 14 | 200 | 40.03 | | | 1 | | | | 2.5 | | |
| 15 | 200 | 50.69 | | 2 | 5 | | | | 22.5 | | |
| 16 | 200 | 72.64 | | | 1 | | | | 2.5 | | |
| 17 | 200 | — | 調査不能箇所 | | | | | | 調査不能箇所 | | |
| 18 | 200 | — | 調査不能箇所 | | | | | | 調査不能箇所 | | |
| 19 | 200 | 75.25 | | | 4 | | | | 10.0 | | |
| 20 | 200 | 75.15 | | | 1 | | | | 2.5 | | |
| 22 | 200 | 62.10 | | | 1 | | | | 2.5 | | |
| 23 | 200 | 132.68 | 1 | 3 | | | | | 25.0 | | |
| 25 | 200 | 70.90 | | | 3 | | | | 7.5 | | |

※「隙間ずれ」被害のなかった路線は掲載していない。

b. 管きよ継手の拔出し量と路線位置

表 I-1-24 より算出されたスパン間の地盤移動量を現地路線図に合わせると図 I-1-57 となる。

河川護岸の崩壊方向にかかわらず全体的に抜け被害が確認された。最もスパン間での移動量が大きかったのは路線番号⑪で、この箇所では民家のコンクリート塀が 50 cm 程度ズレていたことが現地で確認されている。

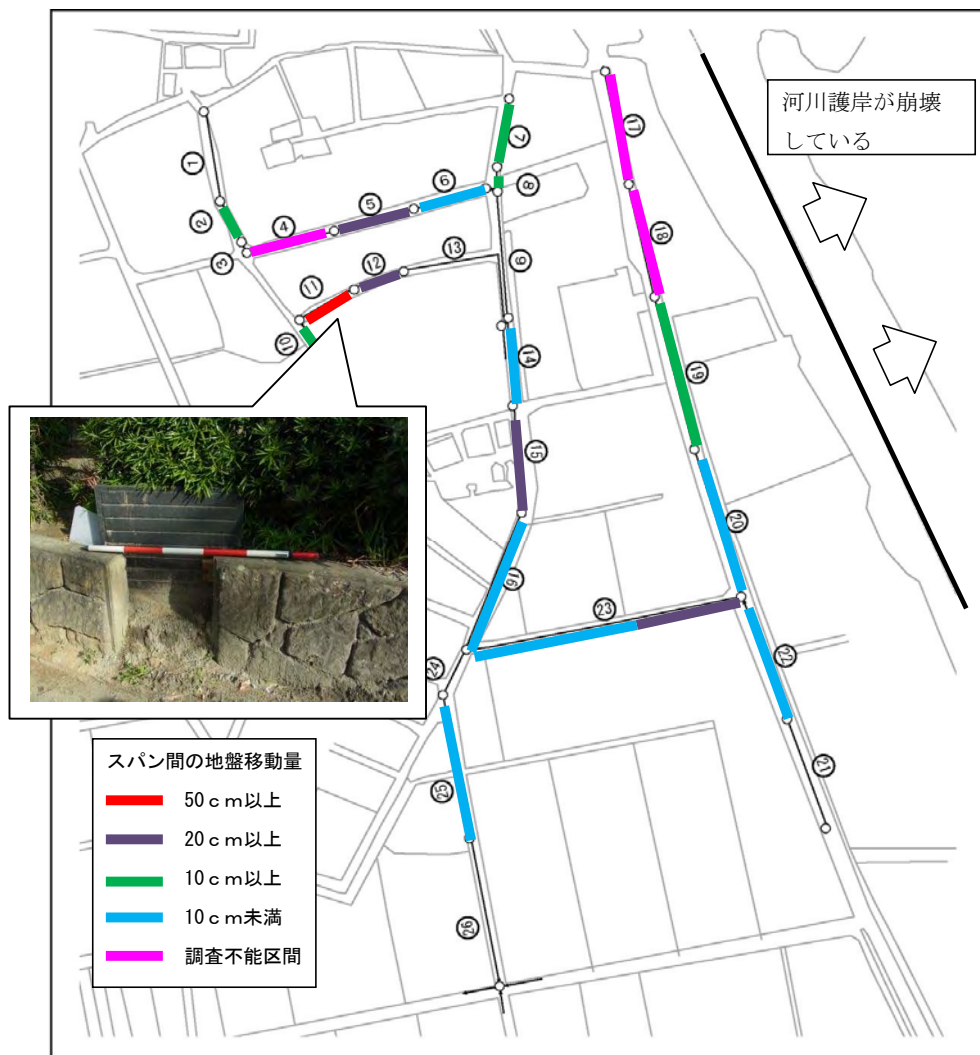


図 I-1-51 スパン間の地盤移動量

c. 側方流動による継手の抜け被害のまとめ

稲敷市における側方流動による抜け被害について、TVカメラ調査結果から抜け出し量の推定を行い、現地路線図と照合した。この結果、河川護岸の崩壊箇所に近い地区で、管きよの抜け被害が多く発生し、特に護岸に対して直角に位置する路線での被害が顕著であり、側方流動による影響が護岸から 200m 程度離れた管きよにまで影響していると考えられた。

なお、側方流動による下水道施設への被害防止は、下水道単独でこれに対処することは困難であり、護岸補強など他事業と連携した対策が必要と考えられる。

⑤管きよ内土砂堆積被害

周辺地盤の液状化が発生した地域では、管路内へ大量の土砂が流入し管閉塞が起こり、浦安市、香取市、稲敷市では、下水道の使用制限が長期化した。ここでは、管路内への土砂流入経路を特定するために、流入した土砂の粒度と、土砂流入を招くと考えられる管路被害状況について検討した。

a. 管きよ内に流入した土砂の粒度

周辺地盤の液状化が発生した東京湾岸部及び利根川下流域における噴砂については、東京電機大学安田教授が詳細な調査を実施している。図 I-1-52 は、新潟県中越地震と今回地震（東京湾岸部）の噴砂の粒径加積曲線を示している。今回の地震の噴砂は、粒径 0.3mm 以下の非常に細かい砂が 90% を占めており、細かな砂層（シルト系細砂や砂質シルト）が液状化したと考えられる。

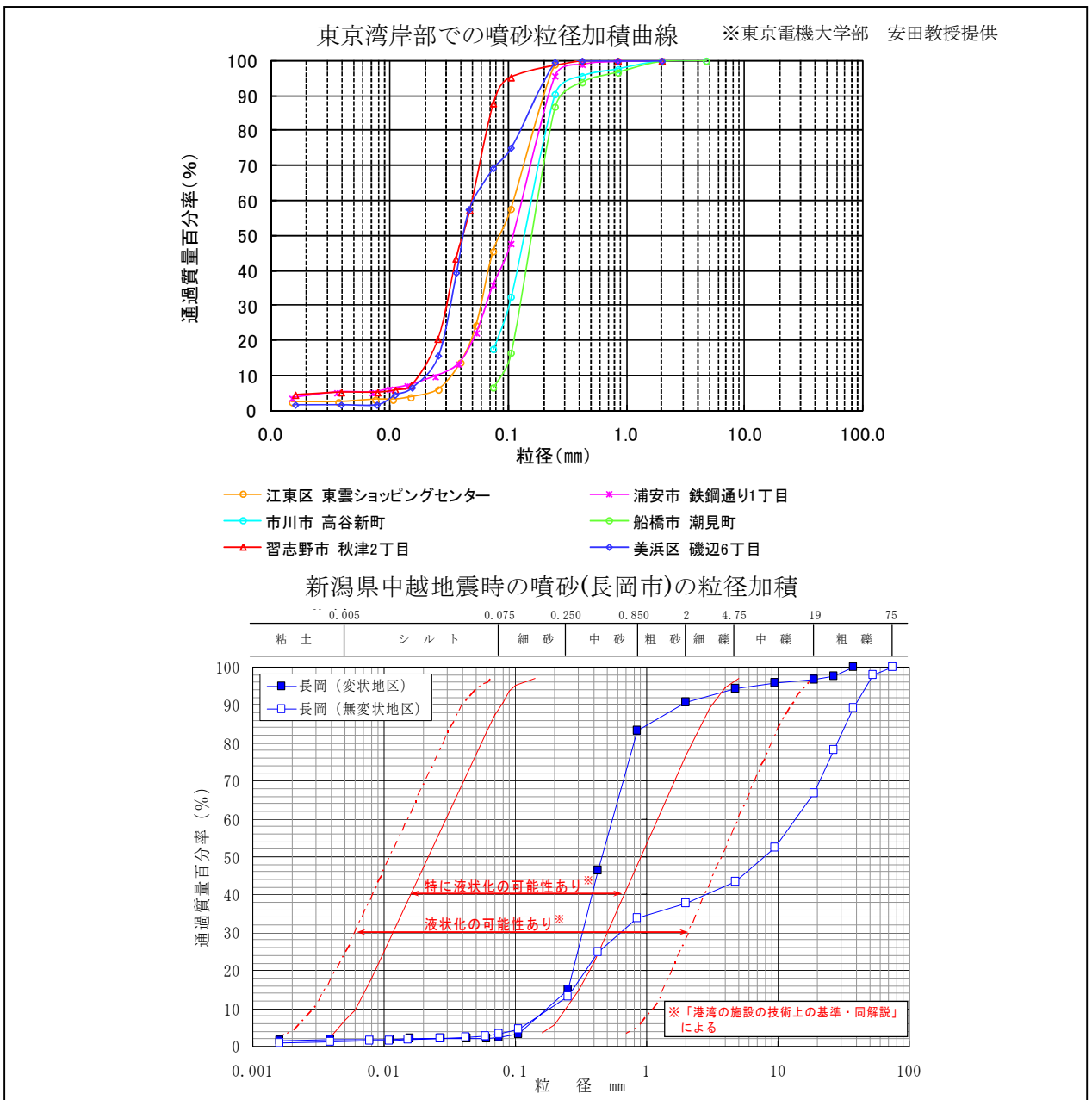


図 I-1-52 噴砂の粒径加積曲線図

b. 土砂流入を招くと考えられる管路の被害

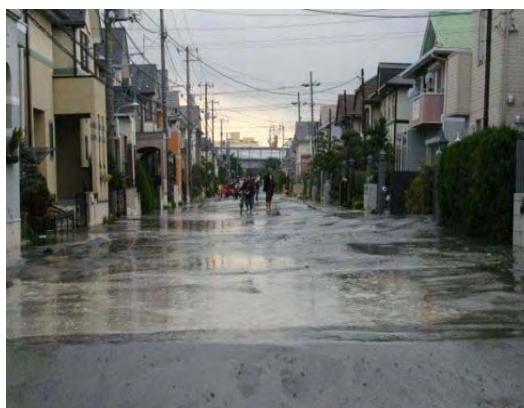
周辺地盤の液状化による土砂堆積被害の土砂流入経路について分析を行う。

写真 I-1-10は、浦安市での噴砂の状況を経過時間ごとに写したものである。この写真より、地上に噴砂が見られない状態で既に人孔蓋より噴砂が発生していることから、地中にて管路内に流入したものと考えられる。

また、その後は地上へ流出した噴砂が人孔蓋のガス抜き孔等から人孔を通して、管路内に流入したことも考えられる。



3月11日 15:10



3月11日 15:21

写真 I-1-10 浦安市の噴砂の状況 (小川氏撮影)

ここでは、管路内の被害箇所から土砂が流入したと仮定し、土砂流入を招く可能性のある、人孔躯体ズレ、取付管破損、本管破損、人孔と管きよの接合部（管口）破損の4つの被害発生箇所数と、土砂堆積の認められたスパン数の関係を整理した。なお、被害箇所数は、4市において実施されたTVカメラ調査結果等に基づく箇所数を用いる。

表 I-1-25 に各市における土砂堆積スパン数と管路被害発生箇所数、図 I-1-53 に管路被害発生箇所数と土砂堆積スパン数の関係を示す。

表 I-1-25 土砂堆積箇所数と想定される土砂流入経路の被害箇所数

| 自治体名 | 土砂堆積 (箇所) | 取付管破損 (箇所) | 人孔躯体 ズレ (箇所) | 本管破損 (箇所) | 人孔と管 接合部の被害 (箇所) |
|------|--------------|---------------|--------------------|--------------|------------------------|
| 浦安市 | 1,260 | 125 | 150 | 124 | 36 |
| 千葉市 | 411 | 40 | 50 | 71 | 53 |
| 稲敷市 | 81 | 11 | 5 | 69 | 2 |
| 香取市 | 368 | 31 | 7 | 27 | 27 |

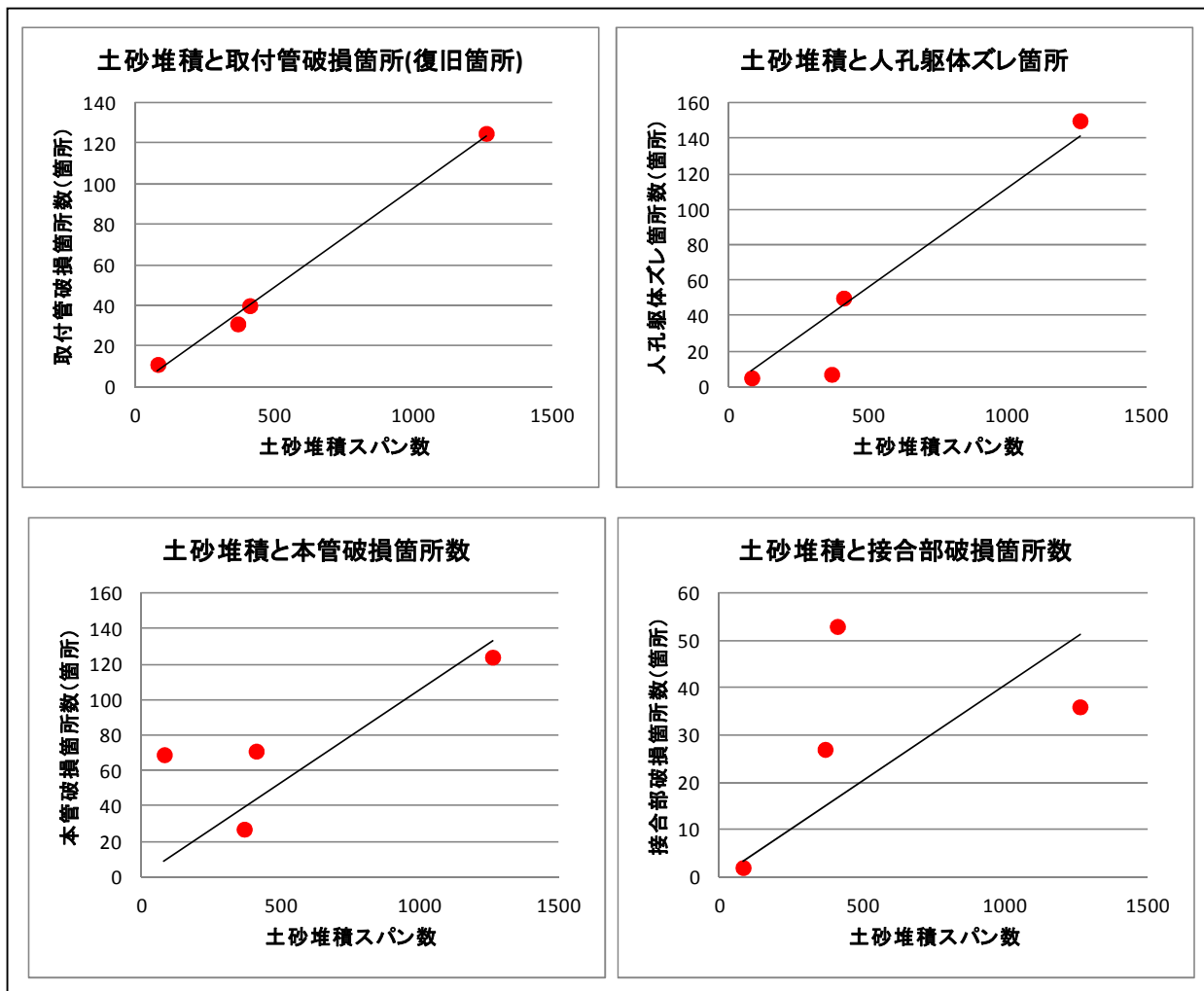


図 I-1-53 土砂堆積箇所数と想定される土砂流入経路の相関

土砂堆積スパン数と管路被害発生箇所の間を整理すると、どの被害も関連性が認められるが、特に人孔躯体ズレ及び取付管破損において高い相関が見られる。

また、管きよの抜け被害箇所と土砂流入の関係についてヒアリングを行った結果、浦安市では抜け被害箇所が 30 箇所と市内の他の被害箇所数よりも少なく、その他の市でも箇所数を明確に把握していなかったが、被害箇所は少ない状況であった。

以上から、さまざまな箇所からの流入も想定されるが、主な管路内への流入経路としては、人孔躯体ズレ箇所及び取付管破損箇所からと考えられる。

c. 管きよ内への土砂堆積被害のまとめ

土砂の流入経路としては、取付け管破損部及び人孔の躯体ズレ箇所や、記録としては集計できないが宅地内排水管の破損部等からも流入したものと考えられる。また今回発生した噴砂は非常に細かかったため、小さな隙間からでも管きよ内に流入することで大量に土砂堆積したと考えられる。

また、埋戻し部の液状化に比べて、周辺地盤の液状化では液状化層が厚く、広範囲であったことから噴砂が多量に発生した。このことも被害拡大の一因となったと考えられる。

土砂堆積の対策としては、想定される流入経路に対して可とう性、伸縮性の優れた継手等の設置が必要と考えられる。

⑥被害傾向分析結果

被害傾向分析の結果と考えられる対応策を以下にまとめる。

a. 被害の発生しやすい地盤特性

- ・ 周辺地盤の液状化が発生したのは人工改変地区である。
- ⇒他の公共インフラも含めた多面的・総合的な対策が必要と考えられる。

b. 人孔の躯体ズレ被害

人孔の躯体ズレ被害は、側塊ブロックタイプで被害が多い傾向であった。

⇒既存の人孔に対しては躯体のズレ防止や土砂流入防止対策が必要と考えられる。

c. 人孔の沈下被害

- ・ 人孔沈下被害で、人孔間で不同沈下量が大きくなるほど管きよの被害率が高くなる傾向である。
- ⇒他の公共インフラも含めた多面的・総合的な対策が必要と考えられる。

d. 側方流動による継手の抜け被害

- ・ 液状化による側方流動が起これると局部的に管きよの抜け被害が多くなる。
- ⇒他の公共インフラも含めた多面的・総合的な対策が必要と考えられる。

e. 管きよ内への土砂堆積被害

- ・ 土砂流入は、取付け管、ます、管きよにおける継手部、人孔躯体のズレ箇所等から流入したものと考えられる。
- ⇒可とう性、伸縮性の優れた継手の開発、人孔躯体の土砂流入防止対策が必要と考えられる。

4) 被害総括と対策方針

①被害総括

周辺地盤の液状化被害と埋戻し部の液状化被害についての被害傾向を以下にまとめる。

a. 周辺地盤の液状化被害

- ・人孔の躯体ズレ
- ・人孔の沈下
- ・管きょ内への土砂流入による流下機能障害

b. 埋戻し部の液状化被害

- ・管きょ被害では、路面異常や滞水被害が大半を占めている。
- ・人孔被害は、躯体や突出の被害が多くなっている。
- ・管きょは震度階級にほぼ比例して被害率が増加する。
- ・管種別の被害率は、陶管、塩ビ管が、ヒューム管と比較して大きくなっている（今後、詳細な分析が必要）。

②対策方針の整理

周辺地盤の液状化被害と埋戻し部の液状化被害についての対策方針を以下にまとめる。

a. 周辺地盤の液状化

周辺地盤の液状化被害の発生しやすい地域としては、埋立地等の人工改変地区であった。

人孔の沈下被害や側方流動による継手の抜け被害についての対策方法としては、他の公共インフラも含めた多面的・総合的な対策を検討する必要があるが、下水道施設の被害が最小限となるよう、従来の液状化対策に加え、以下のような新たな対策を検討する必要がある。

- ・取付管および支管、継手の受口に対する可とう性及び伸縮性の優れた継手の開発が必要である。

(図 I-1-54)

- ・側塊ブロックタイプの人孔で被害が多く発生しており、躯体のズレ防止または目地部からの土砂流入を防止する対策が必要である。
- ・完全に管路内への土砂流入を防ぐことは困難なため、事後対応として管路清掃業者との連携体制を構築しておく必要がある。

b. 埋戻し部の液状化

埋戻し土の液状化に対しては、現行の耐震対策指針にある埋戻しの液状化対策工法にて対応する。

表 I-1-26 に、下水道管路における現行の下水道施設の耐震対策指針と今後の対策方針についてまとめた。

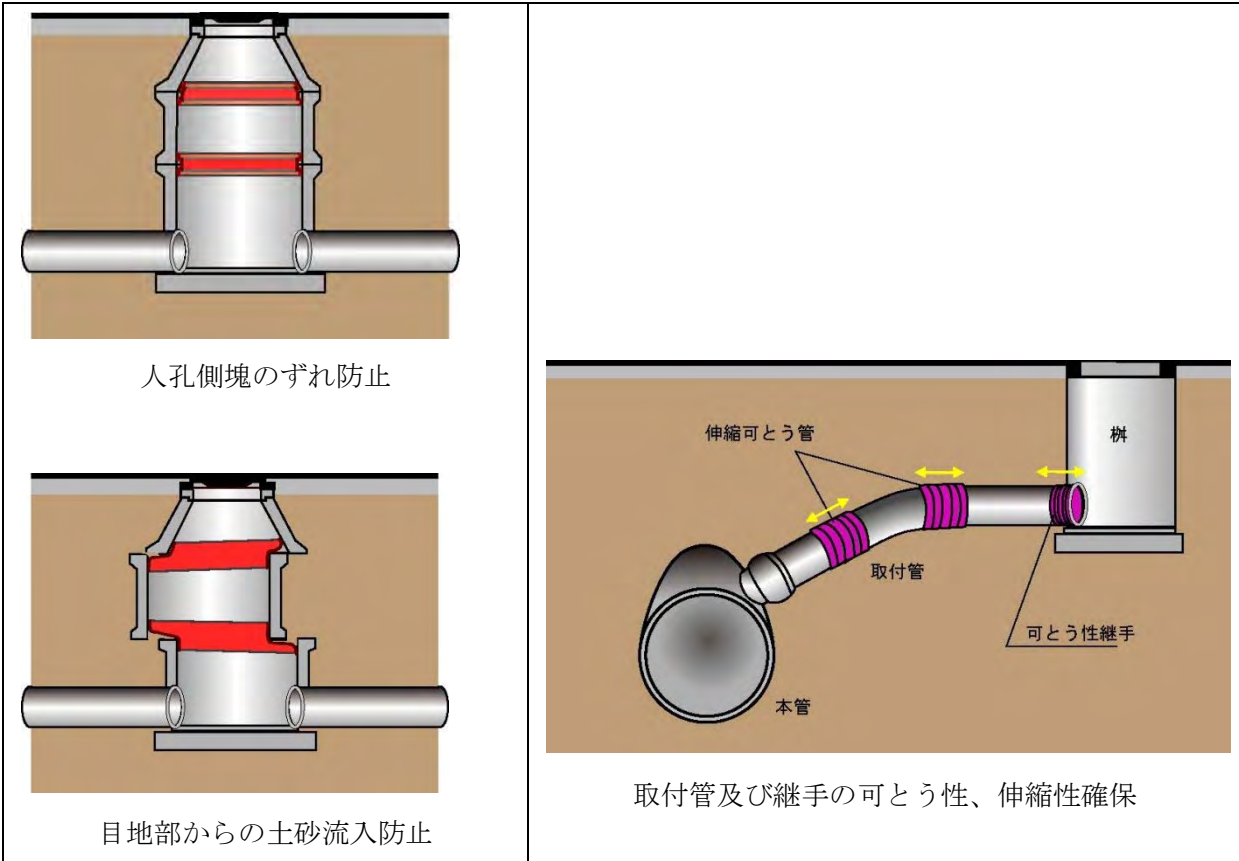


図 I -1-54 周辺地盤の液状化に備えた対策イメージ

表 I-1-26 下水道管路における現行の下水道施設耐震対策指針と対策整理

| | 下水道管路施設被害状況 | 被害原因 | 耐震対策指針 | | 対策方針 | |
|------|--|--|--|--|---|---|
| | | | 現行の下水道施設の耐震対策指針 | ハード対策 | ソフト対策 | |
| 津波 | 水管橋の流出 マンホール蓋飛散・流出 マンホールポンプの停止 マンホール浮上 管渠のたるみ・破損 管渠の浮上 道路陥没 侵入水 | <ul style="list-style-type: none"> 津波の波圧による破損 吐き口からの逆流によるマンホール蓋の飛散 津波の波圧による破損 未対策箇所での被害発生 固化対策でのセメント混合のバラツキによる強度不足により被害発生 | なし | <ul style="list-style-type: none"> 吐き口ゲートを閉じ、津波の侵入を防止する。 | <ul style="list-style-type: none"> 可能な場所にはフラップゲート等の設置(逆流防止対策) 飛散防止蓋の使用 | <ul style="list-style-type: none"> BCP等で地震後の対応強化 |
| | | | 埋め戻し土 | <ul style="list-style-type: none"> 固化による埋め戻し現場における一軸圧縮強度の平均値で、50KPa～100KPa 砕石による埋め戻し 透水性の高い材料(例えば、10%通過粒径(D10)が1mm以上の砕石、又は排水効率が確認されている材料) 締め固めによる埋め戻し 締め固め度で90%程度以上 | <ul style="list-style-type: none"> 混合管理の徹底 使用材料の徹底 特記仕様書等に締め固め管理の明記 | <ul style="list-style-type: none"> BCP等で地震後の対応強化 |
| 地震動 | マンホール浮上・沈下 管渠のたるみ・破損 管渠の浮上 道路陥没 侵入水 側方流動 マンホール駆体スレ | <ul style="list-style-type: none"> 未対策箇所での被害発生 | <ul style="list-style-type: none"> 第8節 液状化対策 3.8.2 管路施設における液状化対策の手法 (2)埋め戻し土の対策 | <ul style="list-style-type: none"> マンホールと管渠の継手部は、耐震設計で得られた屈曲角と拔出し量に対応した耐震性能を有する可とう継手あるいは継手部付きの短管を用いる。 管渠と管渠の継手部は拔出しによる離脱を防止するため差込長の長尺化を図るとともに曲げが生じても継手部で屈曲可能な構造とする。管材料、材料強度、管種を検討する | <ul style="list-style-type: none"> 左記同様とし、変更無し | <ul style="list-style-type: none"> 左記同様とし、変更無し |
| | | | 周辺地盤 | <ul style="list-style-type: none"> 第8節 液状化対策 3.8.2 管路施設における液状化対策の手法 (1)周辺地盤の対策 | <ul style="list-style-type: none"> レベル1液状化のおおそれのない埋め戻しを行う レベル2埋め戻し土の対策を検討するほか、必要に応じて周辺地盤の地盤改良等の対策を行う | <ul style="list-style-type: none"> 左記同様とし、変更無し |
| 地盤沈下 | 造成盛土崩壊による管路破損 管路から周辺地域での浸水 排水不良 | <ul style="list-style-type: none"> 側塊ブロックタイプでの駆体ズレ被害 未対策箇所での被害発生 伸縮性不足 | <ul style="list-style-type: none"> 第6節 マンホール目地部の検討 3.6.2 | <ul style="list-style-type: none"> 組立式マンホールは、ブロック継手間の接合構造を変更して目地開きが起こらないようにする | <ul style="list-style-type: none"> 既設人孔も含めて、側塊ブロック人孔に対しては、スレ止め又は土砂流入防止を施す | <ul style="list-style-type: none"> BCP等で地震後の対応強化 |
| | | | 盛土の変状 | <ul style="list-style-type: none"> 第7節 他の管路施設の耐震設計 3.7.4 取付け管 | <ul style="list-style-type: none"> 取付け管は、原則として復旧の容易な構造とし、特に重要と判断される箇所については耐震構造とする。 取付け管の継手部は差込み長さを長くし、本管及びマスの接合部は、可とう性継手をを用いて変位を吸収させるような配慮が望ましい | <ul style="list-style-type: none"> 取付け管の継手部は差込み長さを長くし、本管及びマスの接合部は、可とう性継手をを用いて変位を吸収させるような構造とする(液状化対策手法) |

(2) 処理場・ポンプ場の津波被害

1) 被害傾向分析の対象施設

処理場及びポンプ場に対して、津波による波圧・漂流物と津波による浸水の2つの被害要因毎に、被害傾向分析の対象施設を選定する。

選定については、アンケート結果より津波による被害施設数が多いことを基準に、傾向把握を効果的に行える処理場・ポンプ場を選定した。

対象施設の選定結果を表 I-1-27、図 I-1-55 に示す。

表 I-1-27 被害傾向分析の対象施設

| 被害要因 | 処理場 | ポンプ場 |
|-----------------|--|---|
| 津波による 波圧・漂流物 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 南蒲生浄化センター(宮城県仙台市) ・ 県南浄化センター(宮城県) ・ 大船渡浄化センター(岩手県大船渡市) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 蒲生排水ポンプ場(宮城県仙台市) ・ 新町ポンプ場(宮城県名取市) ・ 石巻第6汚水中継ポンプ場(宮城県) |
| 津波による 浸水 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 仙塩浄化センター(宮城県) ・ 石巻東部浄化センター(宮城県) ・ 大平下水処理場(岩手県釜石市) ・ 鹿島浄化センター(福島県南相馬市) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 北新田排水ポンプ場(宮城県仙台市) ・ 閑上雨水ポンプ場(宮城県名取市) ・ 名取ポンプ場(宮城県) ・ 八戸市汚水中継ポンプ場(青森県八戸市) |

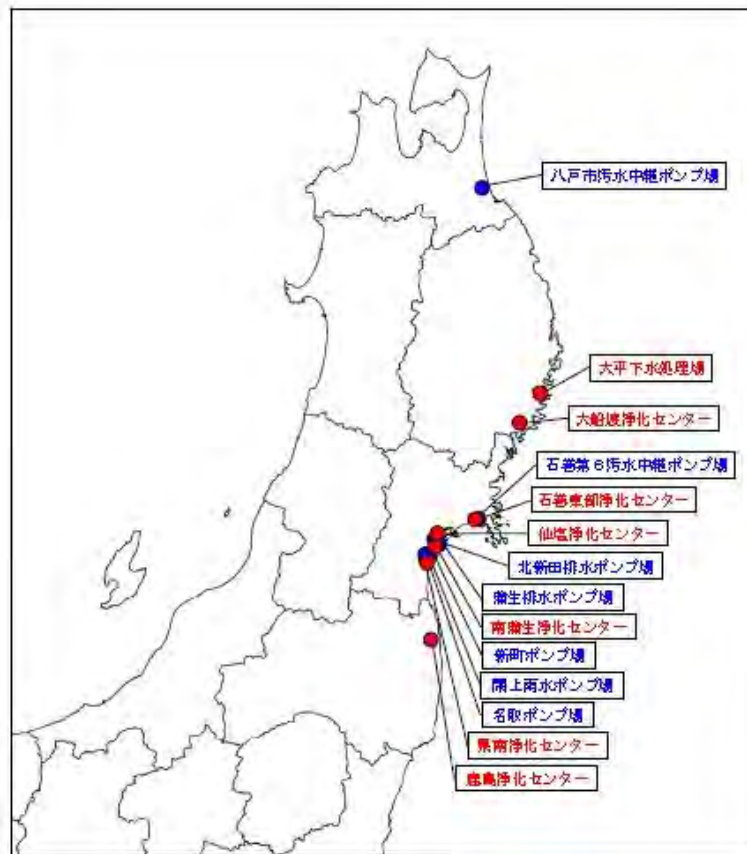


図 I-1-55 被害傾向分析の対象施設位置図

2) 被害傾向分析における整理事項

アンケート結果では津波被害の特徴として、波圧による被害に対しては海岸からの距離と被害との関係、浸水被害に対しては津波による浸水深と被害との関係を確認した。

被害傾向分析では、第3次提言「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」での配慮すべき事項と被害状況との関係把握の観点等から、表 I-1-28 の項目について整理を行うものとする。概略図を図 I-1-56 に示す。

表 I-1-28 被害傾向分析における整理事項

| 被害傾向分析における整理事項 | 第3次提言の内容（その他の傾向把握） |
|---|--|
| (1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向（津波浸入方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置との比較） | 津波が想定される場合は、浸入方向を検討し、その方向にできるだけ平行な配置とする。 |
| (2) 津波の浸入方向と建物開口部（扉・窓）位置における被害傾向 | 施設の玄関、搬入扉等は津波浸入方向と平行に配置する。 |
| (3) 水処理施設の開口部覆蓋の被害傾向 | コンクリート製蓋等により水処理施設の開口部に覆蓋を設置する。 |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | 施設は鉄筋コンクリート造とする。 |
| (5) 漂流物の種類 | （漂流物の種類による被害傾向） |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | （浸水による機械・電気設備の被害分析） |

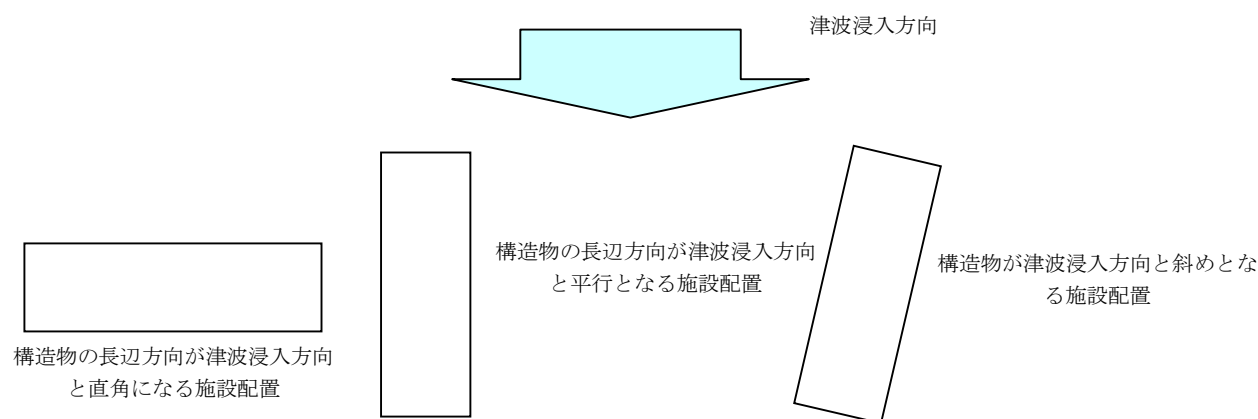


図 I-1-56 津波浸入方向と建物配置

3) 処理場・ポンプ場の津波被害傾向分析結果と対策方針

①被害傾向分析（処理場・ポンプ場）

被害傾向分析における整理事項と被害傾向分析結果を以下に示す。

a. 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

処理場の建築物の損傷について、津波の浸入方向に対して長辺直角方向と長辺平行方向、斜め方向で全損傷の施設割合を整理すると図 I-1-57 の通りとなる。

- ・長辺直角方向施設(被害のあった 17 施設)での全損被害率=7 施設/17 施設 (41%)
- ・長辺平行方向施設(被害のあった 14 施設)での全損被害率=2 施設/14 施設 (14%)
- ・構造物が斜め方向となる施設(被害のあった 9 施設)での全損被害率=2 施設/9 施設 (22%)
- ・全損被害のあった施設の方向内訳=長辺直角方向 64% : 長辺平行方向 18% : 斜め方向 18%

以上、津波の浸入方向に対して長辺直角方向の建築物は被害が大きい傾向であると判断できる。

また、津波の浸入方向に対しては出来る限り長辺平行方向等での配置が望ましいと考えられる。

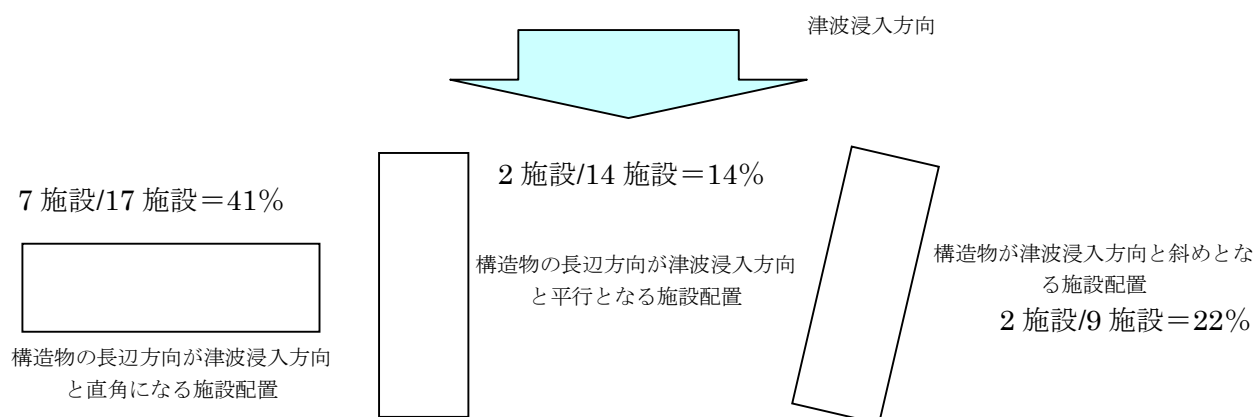


図 I-1-57 津波浸入方向と全損傷の施設割合

b. 津波の浸入方向と建物開口部（扉・窓）位置における被害傾向

第3次提言では、「施設の玄関、搬入扉等は津波浸入方向と平行に配置する」とある。

ここでは、津波の浸入方向と開口部被害との関係性を、以下の条件に基づき検討した。

- 開口部の位置による被害傾向の違いを把握するため、開口部被害は、津波浸入方向に対し、直角方向（海側）、直角方向（陸側）、平行方向、斜め方向（海側）、斜め方向（陸側）の5ケースに分けて図 I-1-58 に整理した。
- 開口部の種類による被害傾向の違いを見るため、開口部被害は、扉と窓の2種類に分けて整理した。
- 浸水深の違いによる被害傾向を把握するため、浸水との関連も整理した。なお、ここでの開口部の被害集計は全て浸水深以下のものを対象としている（浸水深より高い位置にあった開口部は対象外としている。）

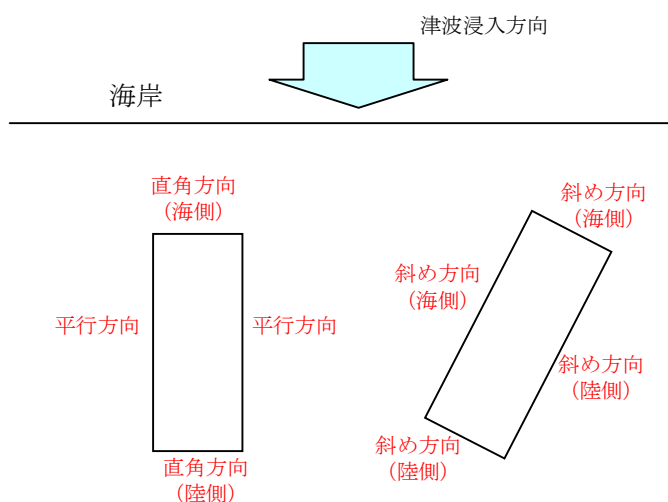


図 I-1-58 開口部方向概要図

上記の条件に基づき、開口部被害の詳細が明らかになっている4処理場（南蒲生浄化センター、石巻東部浄化センター、大平下水処理場、県南浄化センター）、及び6ポンプ場（蒲生排水ポンプ場、石巻第6ポンプ場、北新田排水ポンプ場、閑上雨水ポンプ場、名取ポンプ場、八戸市汚水中継ポンプ場）を対象に、津波浸入方向と浸水深以下の開口部被害の関連を浸水深及び施設の配置方向とその扉・窓の開口部被害について整理した。結果を表 I-1-29 に示す。

津波浸入方向と浸水深以下の開口部被害については、以下の傾向が確認された。

- 開口部の被害割合は全体的に高く、被害割合は86%となっている。
- 津波浸入方向との関係で見ると、開口部の位置が直角方向（海側）や斜め方向（海側）の場合の被害率が95%と最も高く、次いで直角方向（陸側）や斜め方向（陸側）で90%であり、最も被害率が低いのは平行方向に配置しているケース（78%）であった。なお、陸側開口部の被害

が90%と高く、引き波の影響が大きいと考えられる。

- ・扉と窓の被害割合を見ると、全体では扉 89%、窓 84%で扉の方がやや高い結果となっている。これは、窓についてはガラスブロックのような構造的に丈夫なものが含まれているためと考えられる。また扉は窓と比べ低い位置に設置され、開口面積が大きいことも理由として考えられる。なお、平行方向に配置されている場合は、扉・窓の被害率はともに78%であり、同程度の被害軽減効果が期待できると考えられる。
- ・浸水深と被害率の関係を図 I-1-59 に示す。ただし、浸水深と被害率の関連性は明確ではないが、浸水深以下では80%以上の被害率を示す結果であった。
- ・浸水深 4.0mで被害率が少なかった施設は、南蒲生浄化センターの自家発電棟（0%）と汚泥処理施設等（62%）であった。その理由としては、海岸から離れた汚泥処理エリアに建設されていたことや、海岸から平行方向に設置した扉数が多かったことが考えられる。
- ・石巻第6ポンプ場や名取ポンプ場は、他に比べて比較的被害率が低い。これはともに窓被害が少ないことによる。その理由は石巻第6ポンプ場においては構造的に丈夫なガラスブロックの窓が含まれていたこと、名取ポンプ場においては浸水深が1.3mと浅く窓が完全に浸水深以下になっていなかったと考えられる。

以上より、浸水深以下の開口部については、基本的には津波の浸入方向にかかわらず対策が必要であり、できる限り津波の浸入方向と平行方向での配置が望ましいと考えられる。

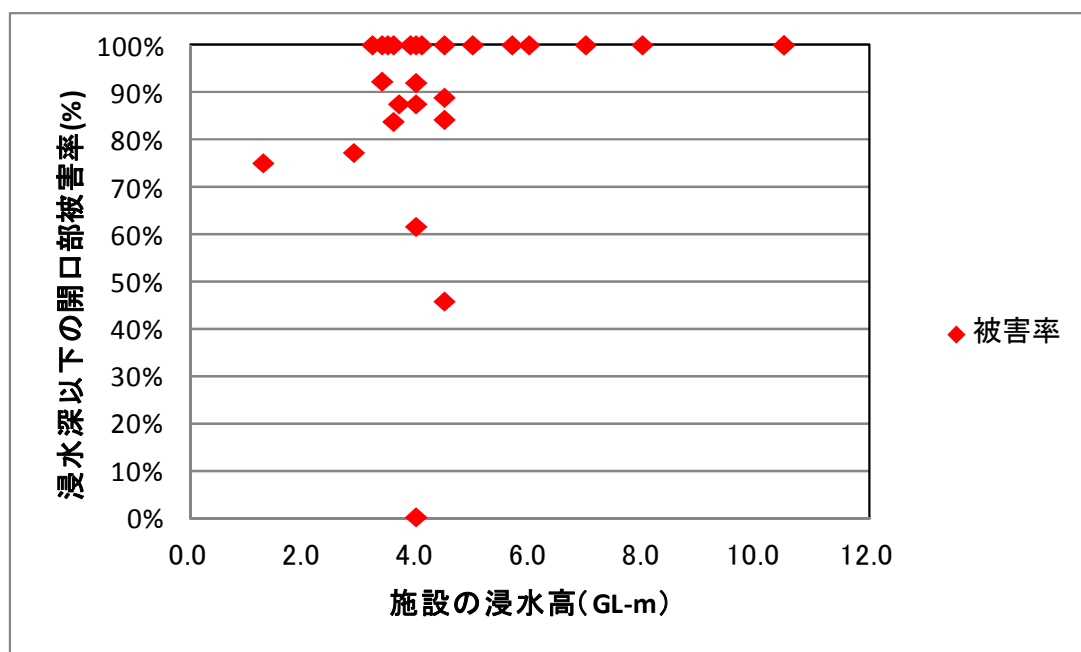


図 I-1-59 浸水深と開口部被害率の関係

表 I-1-29 津波浸入方向と浸水深以下の開口部被害の関連

| 名称 | 施設名 | 浸水深 GL+ | 直角方向 (海側) | | | | 斜め方向 (海側) | | | | 直角方向 (陸側) | | | | 斜め方向 (陸側) | | | | 平行方向 | | | |
|-------------|----------|------------|--------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|--------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| | | | 扉 | | 窓 | | 扉 | | 窓 | | 扉 | | 窓 | | 扉 | | 窓 | | 扉 | | 窓 | |
| | | | 総 数 | 被害 数 | 総 数 | 被害 数 | 総 数 | 被害 数 | 総 数 | 被害 数 | 総 数 | 被害 数 | 総 数 | 被害 数 | 総 数 | 被害 数 | 総 数 | 被害 数 | 総 数 | 被害 数 | 総 数 | 被害 数 |
| 南蒲生浄化センター | 管理棟 | 4.0 | 1 | 1 | 5 | 5 | | | | | 2 | 2 | 4 | 2 | | | | | 1 | 1 | 3 | 3 |
| | 污水ポンプ施設 | 10.5 | 2 | 2 | 11 | 11 | | | | | 0 | 0 | 16 | 16 | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | 返送汚泥ポンプ室 | 7.0 | 1 | 1 | 9 | 9 | | | | | 0 | 0 | 9 | 9 | | | | | 3 | 3 | 4 | 4 |
| | 消毒棟 | 10.5 | 1 | 1 | 5 | 5 | | | | | 6 | 6 | 3 | 3 | | | | | 2 | 2 | 5 | 5 |
| | 特高受電棟 | 4.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 1 | 1 | 0 | 0 |
| | 自家発電機棟 | 4.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 6 | 0 | 0 | 0 |
| | 汚泥処理棟 | 4.0 | 4 | 4 | 9 | 9 | | | | | 6 | 3 | 9 | 5 | | | | | 11 | 6 | 13 | 5 |
| | 焼却炉棟 | 4.0 | 3 | 3 | 6 | 6 | | | | | 4 | 4 | 0 | 0 | | | | | 5 | 5 | 7 | 5 |
| 石巻東部浄化センター | 管理棟 | 4.5 | | | | | 1 | 1 | 12 | 9 | | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | |
| | 砂ろ過室 | 4.5 | | | | | 6 | 6 | 6 | 6 | | | | | 5 | 5 | 5 | 5 | | | | |
| | 脱水機棟 | 4.5 | | | | | 1 | 1 | 6 | 6 | | | | | 4 | 4 | 7 | 5 | | | | |
| 大平下水水処理場 | 管理棟 | 3.4 | | | | | 1 | 1 | 5 | 5 | | | | | 6 | 5 | 1 | 1 | | | | |
| | 汚泥処理棟 | 3.4 | | | | | 3 | 3 | 2 | 2 | | | | | 2 | 2 | 4 | 4 | | | | |
| | 滅菌棟 | 3.23 | | | | | 1 | 1 | 3 | 3 | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | |
| 県南浄化センター | 管理棟 | 3.6 | 7 | 7 | 0 | 0 | | | | | 2 | 2 | 0 | 0 | | | | | 6 | 6 | 22 | 16 |
| | 沈砂池ポンプ棟 | 2.9 | 0 | 0 | 9 | 9 | | | | | 5 | 5 | 3 | 1 | | | | | 16 | 10 | 24 | 19 |
| | 塩素滅菌室 | 4.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 2 | 2 | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | 4 | 4 |
| | 自家発電機室 | 3.9 | 7 | 7 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 6 | 6 | | | | | 3 | 3 | 6 | 6 |
| | 機械濃縮棟 | 6.0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | | | 2 | 2 | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 | 21 | 21 |
| | 送風機棟 | 3.7 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 4 | 4 | 19 | 16 |
| | 脱水機棟 | 5.7 | 8 | 8 | 3 | 3 | | | | | 5 | 5 | 6 | 6 | | | | | 1 | 1 | 15 | 15 |
| 蒲生排水ポンプ場 | ポンプ棟 | 8.0 | 0 | 0 | 2 | 2 | | | | | 0 | 0 | 4 | 4 | | | | | 2 | 2 | 6 | 6 |
| 石巻第6ポンプ場 | ポンプ棟 | 4.5 | 0 | 0 | 7 | 3 | | | | | 2 | 2 | 4 | 1 | | | | | 6 | 6 | 16 | 4 |
| 北新田排水ポンプ場 | ポンプ棟 | 5.0 | 0 | 0 | 4 | 4 | | | | | 0 | 0 | 4 | 4 | | | | | 1 | 1 | 3 | 3 |
| 閑上雨水ポンプ場 | ポンプ棟 | 3.6 | 2 | 2 | 1 | 1 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 名取ポンプ場 | ポンプ棟 | 1.3 | 0 | 0 | 2 | 0 | | | | | 2 | 2 | 0 | 0 | | | | | 7 | 6 | 2 | 0 |
| 八戸市汚水中継ポンプ場 | ポンプ棟 | 3.5 | | | | | 3 | 3 | 5 | 5 | | | | | 2 | 2 | 8 | 8 | | | | |
| 合計 | | | 38 | 38 | 74 | 68 | 16 | 16 | 39 | 36 | 39 | 36 | 69 | 58 | 24 | 23 | 30 | 28 | 80 | 62 | 174 | 136 |
| 被害割合 | | | 100% | | 92% | | 100% | | 92% | | 92% | | 84% | | 96% | | 93% | | 78% | | 78% | |
| 被害割合(2) | | | 95% | | | | | | 90% | | | | | | 78% | | | | | | | |
| 被害割合(3) | | | 86% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ※ 扉と窓の被害割合 | | | 扉: | 89% | | 窓: | 84% | | | | | | | | | | | | | | | |

c. 水処理施設の開口部覆蓋の被害傾向

水処理施設の開口部覆蓋の被害について、蓋の種類と被害割合を整理した（表 I-1-30）。被害例を写真 I-1-11 に示す。

- ・ 覆蓋または水槽開口部に蓋のある 12 施設のうち覆蓋の流出被害があったのは 9 施設（75%）
- ・ 被害のあった覆蓋でFRP、FFU（合成木材）製のものは 7 施設（被害割合 78%）
- ・ 被害のあった覆蓋で鋼製かグレーチングであったものは 2 施設（被害割合 22%）

基本的に二重覆蓋のあった施設に関しては、開口部覆蓋の被害はみられなかったが、石巻東部浄化センターの最初沈澱池では、二重覆蓋への浸水によりFRP製覆蓋が一部流出する被害があった。FRP製覆蓋などの比較的軽量の覆蓋は、津波による浸水での浮力作用により流出被害が生じ易い。

以上から、津波被害が想定される場合、水処理施設の開口部には鋼製またはコンクリート製の覆蓋や流出防止対策を施した覆蓋の設置が望ましいと考えられる。

表 I-1-30 水処理施設の開口部覆蓋の被害状況

| 処理場名 | 対象施設 | 二重覆蓋の有無 | 開口部覆蓋の材質 | 被害状況 | 蓋(または覆蓋あるもの) | 被害があったもの | 全体被害率 | 軽量蓋、覆蓋(FRP、FFU)被害 | 重量蓋、覆蓋(鋼製グレーチング)被害 |
|------------|-------|---------|----------|------|--------------|----------|-------|-------------------|--------------------|
| 南蒲生浄化センター | 最初沈澱池 | | FRP | 流出 | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 |
| 石巻東部浄化センター | 最初沈澱池 | 有(RC) | FRP | 一部流出 | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 |
| | 反応タンク | 有(RC) | 鋼製 | 被害無 | 1 | 0 | 0% | 0 | 0 |
| 大船渡浄化センター | 最初沈澱池 | | FFU | 流出 | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 |
| | 反応タンク | | FRP | 流出 | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 |
| | 最終沈澱池 | | グレーチング | 流出 | 1 | 1 | 100% | 0 | 1 |
| | 塩素混和池 | | グレーチング | 流出 | 1 | 1 | 100% | 0 | 1 |
| 大平下水処理場 | 最初沈澱池 | | FRP | 流出 | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 |
| 仙塩浄化センター | 最初沈澱池 | 有(RC) | 鋼製 | 被害無 | 1 | 0 | 0% | 0 | 0 |
| | 反応タンク | | 鋼製 | 被害無 | 1 | 0 | 0% | 0 | 0 |
| 県南浄化センター | 最初沈澱池 | | FRP | 流出 | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 |
| | 反応タンク | | FRP | 流出 | 1 | 1 | 100% | 1 | 0 |
| 鹿島浄化センター | 無 | | — | — | 0 | 0 | — | 0 | 0 |
| 集計 | | | | | 12 | 9 | 75% | 7 | 2 |
| | | | | | | | 被害割合 | 78% | 22% |



被災前



被災後

写真 I-1-11 大平下水処理場（FRP 覆蓋の流出）

d. 躯体の構造形式における被害傾向

被害傾向分析ケースにおいて表 I-1-31 の示すとおり、津波による全機能停止のあった施設は 16 施設で、そのうち RC 構造は 10 施設、鉄骨や鋼製構造は 6 施設であった。被害例を写真 I-1-12 に示す。

RC 構造への被害については、主に波圧及び漂流物によるものと考えられる。また、3.5m 以上の浸水深のあった処理場・ポンプ場で被害が発生している。鉄骨構造や鋼製のガスタンク等についても波圧及び漂流物が被害要因と考えられるが、鋼製のガスタンクの転倒流出被害については、浸水時の浮力作用による影響も要因と考えられる。

以上から、波圧及び漂流物の被害が想定される場合は、浸水深を想定した構造補強や防護壁の設置などの対策が必要と考えられる。

表 I-1-31 躯体の構造形式における被害状況

| 処理場名 | 破壊された施設 | 構造 | 浸水深 (m) | 津波被害要因 | | | 機能状況 A 問題無 B 一部停止 C 全停止 | 全機能停止施設数 | RC | 鋼製鉄骨 |
|-------------|---------|-------|----------|--------|----|-----|----------------------------------|----------|----|------|
| | | | | 浸水 | 波圧 | 漂流物 | | | | |
| 南蒲生浄化センター | 第3ポンプ棟 | RC | 4.0~10.5 | | ○ | | C | 1 | 1 | |
| | 送風機棟 | RC | | | ○ | | C | 1 | 1 | |
| | ガスタンク | 鋼製 | | | ○ | | C | 1 | | 1 |
| 石巻東部浄化センター | 中間ゲート室 | RC小規模 | 4.5 | | ○ | ○ | C | 1 | 1 | |
| | 機材倉庫 | 鉄骨 | | | ○ | ○ | C | 1 | | 1 |
| | ガスポンベ室 | RC小規模 | | | ○ | ○ | C | 1 | 1 | |
| 大船渡浄化センター | 管理棟 | RC | 5.07 | ○ | ○ | ○ | C | 1 | 1 | |
| | ポンプ棟 | RC | | ○ | ○ | ○ | C | 1 | 1 | |
| | 電気室・倉庫 | RC小規模 | | ○ | ○ | ○ | C | 1 | 1 | |
| 大平下水処理場 | 無 | 無 | 3.4 | | | | - | | | |
| 仙塩浄化センター | ガスタンク | 鋼製 | 1.5~2.0 | | ○ | | C | 1 | 1 | |
| 県南浄化センター | ガスタンク | 鋼製 | 4.1 | | ○ | | C | 1 | 1 | |
| | 倉庫 | 鉄骨 | | | ○ | | C | 1 | | 1 |
| | 汚泥燃料化施設 | 鉄骨 | | ○ | ○ | ○ | C | 1 | | 1 |
| 鹿島浄化センター | 無 | 無 | 1.7~2.8 | | | | - | | | |
| 蒲生排水ポンプ場 | ポンプ棟 | RC | 8.0 | | ○ | ○ | A | | | |
| 名取市新町ポンプ場 | ポンプ棟 | 鉄骨 | 不明 | ○ | ○ | ○ | A | | | |
| 石巻第6ポンプ場 | 新ポンプ棟 | RC | 4.5 | ○ | ○ | ○ | C | 1 | 1 | |
| | 旧ポンプ棟 | RC | | ○ | ○ | ○ | C | 1 | 1 | |
| 北新田排水ポンプ場 | ポンプ棟 | RC | 5.0 | | ○ | ○ | A | | | |
| 閑上雨水ポンプ場 | 無 | 無 | 2.5 | | | | - | | | |
| 名取ポンプ場 | 無 | 無 | 1.3 | | | | - | | | |
| 八戸市汚水中継ポンプ場 | ポンプ棟 | RC | 3.5 | | ○ | | C | 1 | 1 | |
| 集計 | | | | | | | | 16 | 10 | 6 |



県南浄化センター（汚泥燃料化施設）



県南浄化センター（ガスタンクの流出）

写真 I-1-12 県南浄化センターの被害状況

e. 漂流物の種類

津波による漂流物としては表 I-1-32 の示すとおり、主にガレキ・ガラ、車両や流木などがあり、その衝撃による躯体への損傷や水処理施設内などへの堆積に伴う機能停止被害が生じた。被害例を写真 I-1-13、写真 I-1-14 に示す。

漂流物の被害に関しては撤去等の対応から復旧の長期化が懸念されるため、施設の周辺状況から漂流物の想定を行うと共に、漂流物の浸入を防ぐための開口部の覆蓋化や防護壁、防護柵の設置などの対策が必要と考えられる。

なお、漂流物の衝突による施設被害の可能性が想定される場合などは、周辺状況を考慮した津波シミュレーション等による検討も必要に応じて実施することが望ましいと考えられる。

表 I-1-32 漂流物種類と主な被害及び想定される周辺状況

| 漂流物種類 | 主な被害 | 被害のあった 処理場・ポンプ場数 | 想定される周辺状況 |
|--------|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| 車両 | 流入ゲート・柵損傷、水槽内落下・落下に伴う散気装置損傷 | 3 | 周辺に駐車場等が存在する |
| 流木 | 外壁損傷、機械・電気設備損傷 | 2 | 海岸との間に防潮林などが存在する |
| ガレキ・ガラ | 施設内堆積 | 7 | 周辺が市街地で主に木造建物等が存在する |
| 土砂 | 施設内堆積 | 3 | ほぼ全ての津波浸水域にて存在する |



(送風機棟への流木浸入)

写真 I-1-13 南蒲生浄化センター



(水処理施設への車両浸入)

写真 I-1-14 大平下水処理場

f. 機械設備・電気設備の浸水による被害傾向

機械設備及び電気設備の浸水による被害傾向について、以下の観点から被害傾向を把握する。

- ・機械設備に関しては、設備の種別毎に被害の程度や被害原因を整理・比較することで、どの設備が浸水による被害を受けやすいかを整理した。
- ・電気設備に関しては、浸水すれば原則として撤去更新扱いとなる（査定結果）ため、今回被害を受けなかった設備に着目し、その設置条件を整理した。

【機械設備】

機械設備の被害傾向分析は、機械設備の種別毎の整理が可能（資料が取り揃っている）な2処理場（石巻東部浄化センター、大平下水処理場）、及び3ポンプ場（石巻第6ポンプ場、閉上雨水ポンプ場、名取ポンプ場）を対象に実施した。以下より整理結果を示す。

査定結果に基づき、設備種別毎の被害程度（更新(撤去し1式取り換え)、補修(部品取り換え)、無被害)を整理した結果を表I-1-32に示す。浸水した電気設備は全て更新扱いであるのに対し、機械設備の場合は、部品の交換や分解整備といった補修で半数の50%が対応可能である結果となっている。また、このうち、更新(撤去し1式取り換え)の割合が高い設備は、フロア類や濃度計類（蓋、タンク水槽除く）である。逆に、補修や無被害の割合が特に高かった設備としては、ゲート・可動堰やクレーン等搬出入機械が挙げられる。

なお、ここでの機械設備と電気設備の区分けは査定資料に従っている。電動機はポンプに付属するものであり機械設備とする。制御盤はポンプ用のものは機械設備とする。

表 I-1-32 機械設備の被害程度の傾向

| 機械設備 | 被害程度(査定結果) | | |
|-----------------------------|------------|-----|-----|
| | 更新 | 補修 | 無被害 |
| ポンプ・電動機 | 79 | 90 | 5 |
| 弁類 | 41 | 46 | 2 |
| 配管類(雑排水管、ダクト管) | 6 | 10 | 1 |
| クレーン等搬出入機械 | 7 | 13 | 8 |
| ゲート、可動堰 | 5 | 53 | 40 |
| スクリーン、自動除塵機など 沈砂池設備やろ過設備 | 19 | 35 | 7 |
| 攪拌機、掻寄機、掻上機 | 13 | 28 | 2 |
| フロア (ばっ気装置、空気発生機) | 35 | 10 | 3 |
| タンク、水槽 (加圧水槽、次亜塩タンク他) | 6 | 17 | 4 |
| 蓋(FRP蓋、スクリーン蓋) | 6 | 1 | 0 |
| 濃度計、流量計 | 9 | 0 | 0 |
| 脱臭装置 | 3 | 6 | 4 |
| 制御版類 | 11 | 1 | 0 |
| 汚泥脱水機 | 2 | 13 | 5 |
| 給水ユニット、ガスユニット、除 湿機その他 | 10 | 3 | 0 |
| 集計 | 252 | 326 | 81 |
| 割合 | 38% | 50% | 12% |

※機械設備と電気設備の区分けは査定資料に従っている。電動機はポンプに付属するものであり機械設備とする。制御盤はポンプ用のものは機械設備とする。

以上の結果より、更新の割合が特に高い理由や、逆に補修や無被害の割合が特に高い理由を把握するため、設備種別毎の被害原因を表 I-1-34、図 I-1-60 に整理した。

- ・全体的な傾向としては電気部品（電動機等）の冠水が6割以上を占めている。
- ・ブロー類と濃度計類が更新の割合が特に高いのはブロー類（特にファン）では電動機が主要部であるため部品交換より更新が安価となる場合が多いこと、濃度計類は電装品が冠水で使用不可となるという理由によると考えられる。
- ・ゲート・可動堰とクレーン等搬出入機械で無被害の割合が高かったのは、ゲート・可動堰は電動式以外の手動式のものが多く含まれることや、高所に設置されているためと考えられる。クレーン等搬出入機械の補修が多い理由は、本体が破損していなければ電動機等部品の交換で対応できるためと考えられる。

よって、機械設備の主な被害要因は電気部品の冠水であることから、設備の防水化（冠水対応型）や高所設置などの対策が必要と考えられる。

表 I-1-34 機械設備の被害原因の傾向

| 機械設備 | 被害原因(1機械に複数原因あり) | | | | |
|-------------------------|------------------|------|--------|----|----------|
| | 電気部品冠水 | 腐食発錆 | 砂等異物混入 | 流出 | 水圧等による破損 |
| ポンプ・電動機 | 161 | 48 | 47 | 0 | 0 |
| 弁類 | 85 | 28 | 8 | 0 | 0 |
| 配管類(雑排水管、ダクト管) | 0 | 0 | 4 | 0 | 14 |
| クレーン等搬出入機械 | 16 | 10 | 3 | 0 | 0 |
| ゲート、可動堰 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| スクリーン、自動除塵機など沈砂池設備やろ過設備 | 56 | 19 | 3 | 0 | 0 |
| 攪拌機、掻寄機、掻上機 | 40 | 17 | 5 | 0 | 0 |
| ブロー(ばっ気装置、空気発生機) | 33 | 11 | 8 | 0 | 0 |
| タンク、水槽(加圧水槽、次亜塩タンク他) | 7 | 4 | 5 | 0 | 2 |
| 蓋(FRP蓋、スクリーン蓋) | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 |
| 濃度計、流量計 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 脱臭装置 | 3 | 1 | 4 | 0 | 1 |
| 制御版類 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 汚泥脱水機 | 10 | 2 | 6 | 0 | 0 |
| 給水ユニット、ガスユニット、除湿機その他 | 10 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 集計 | 461 | 142 | 94 | 7 | 17 |
| 割合 | 64% | 20% | 13% | 1% | 2% |

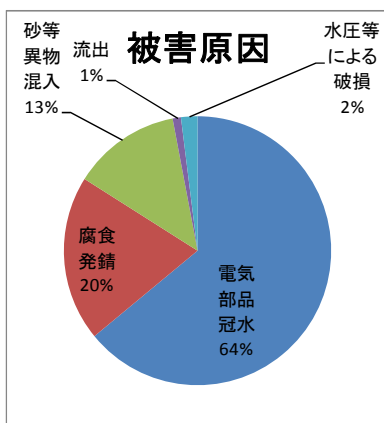


図 I-1-60 機械設備の被害原因割合

【電気設備】

電気設備の被害傾向分析は、7処理場（南蒲生浄化センター、石巻東部浄化センター、大船渡浄化センター、大平下水処理場、仙塩浄化センター、県南浄化センター、鹿島浄化センター）、及び7ポンプ場（蒲生排水ポンプ場、新町ポンプ場、石巻第6ポンプ場、北新田排水ポンプ場、閑上雨水ポンプ場、名取ポンプ場、八戸市汚水中継ポンプ場）を対象に実施した。以下より整理結果を示す。

- ・被害傾向分析対象の施設の中で、電気設備の被害を受けていないものを表 I-1-35 に示す。これらは、1階施設で施設の防水性が高く内部が浸水しなかったものや2階に設置されていて浸水を受けなかった施設である。
- ・電気設備については設備そのものの防水対策より設備の浸水深以上への設置や施設の防水などによる対策が必要と考えられる。

表 I-1-35 電機設備での被害を受けなかった要因

| 施設名 | 被害を受けなかった建屋と電気設備 | 理由 |
|-------------|---------------------------------------|----------------|
| 南蒲生浄化センター | 自家発電電気室 1 階（自家発電装置、発電機盤） | 建屋の防水性のため |
| 石巻東部浄化センター | 脱水機棟 2 階（現場盤） 管理棟 2 階発電電気室（自家発電設備） | F L が浸水深より高いため |
| 鹿島浄化センター | 機械棟 1 階電気室 | 電気室の防水性のため |
| 閑上雨水ポンプ場 | ポンプ棟 2 階監視制御室（計装盤、操作盤、共通制御盤） | F L が浸水深より高いため |
| 八戸市汚水中継ポンプ場 | ポンプ棟 2 階ホッパー室（ホッパー重量計） | F L が浸水深より高いため |

②被害傾向分析結果

被害傾向分析結果と考えられる対応策を以下に示す。

a. 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

- ・津波の浸入方向に対して長辺直角方向の建築物で被害が大きい傾向にある。
⇒津波の浸入方向に対しては出来る限り長辺平行方向での配置が望ましいと考えられる。

b. 津波の浸入方向と建物開口部（扉・窓）位置における被害傾向

- ・開口部の被害割合は全体的に高く、全体の被害割合は86%となっている。
- ・津波浸入方向との関係で見ると、最も被害率が低いのは平行方向に配置しているケースであった。
⇒浸水深以下と想定される開口部については、基本的には津波の浸入方向にかかわらず対策が必要であるが、できる限り津波の浸入方向と平行方向での配置が望ましいと考えられる。

c. 水処理施設の開口部覆蓋の被害傾向

- ・FRP製覆蓋など軽量覆蓋は、津波による浸水での浮力作用により流出被害が生じ易い。
⇒鋼製やコンクリート製の覆蓋や流出防止対策を施した覆蓋の設置が望ましいと考えられる。

d. 躯体の構造形式における被害傾向

- ・構造形式にかかわらず波圧及び漂流物により全機能停止被害が生じている。
⇒波圧及び漂流物の被害が想定される場合は、海岸からの距離や浸水深を想定して構造補強や防護壁の設置などの対策が必要と考えられる。

e. 漂流物の種類

- ・津波による漂流物としては主にガレキ・ガラ、車両や流木などである。
- ・漂流物の被害に関しては撤去等の対応から復旧の長期化が懸念される。
⇒周辺状況から漂流物の想定を行うと共に、漂流物の浸入を防ぐための開口部の覆蓋化や防護壁、防護柵の設置などの対策が必要と考えられる。(必要に応じて津波シミュレーションの活用)

f. 機械設備・電気設備の浸水による被害傾向

- ・機械設備は60%以上が電気部品(電動機、スイッチ、開閉機)といった電気部の冠水がもっとも多く、ついで駆動部分の可動部分の砂や異物の浸入や本体の腐食である。
⇒設備の防水化(冠水対応型モーター等の採用)が必要である。
- ・電気設備は冠水、水没部は全損となっている。⇒設備関連の高層階への設置が必要である。

③アンケート結果による被害傾向との照合（参考）

a. 海岸との距離と被害との関係(処理場)

被害傾向分析の対象施設における海岸からの距離と被害との関係を図 I-1-61 に示す。

アンケートによる被害傾向では、海岸との距離が短いほど施設被害は大きく、海岸より 1,000 mまでは全機能停止率(全機能停止施設÷全施設)が約 50%であり、それ以上になると減少傾向となっている。(図 I-1-33)

選定した被害傾向分析の対象施設においても同様な傾向であった。

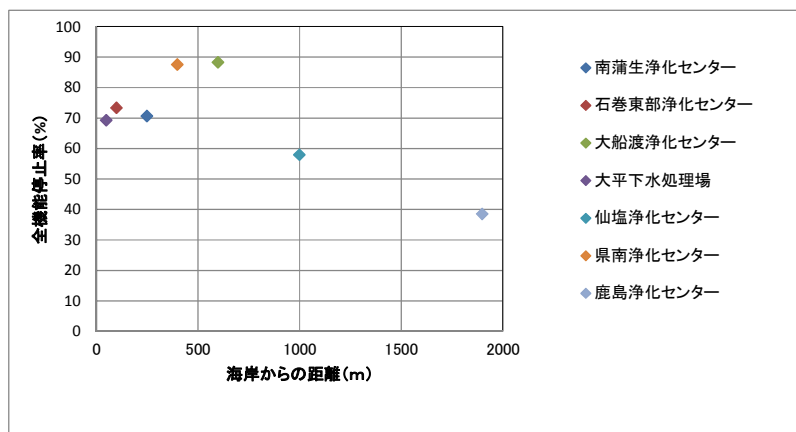


図 I-1-61 海岸からの距離と被害の関連

表 I-1-36 に示す海岸からの距離と被害要因についてはアンケート結果のとおり、海岸からの距離が短いほど波圧による被害が多く、長くなれば浸水や漂流物による被害割合が増加する傾向であった。しかし、対象施設の中で海岸との距離が短かった大平下水処理場と石巻東部浄化センターにおいては、波圧による被害割合が低い結果であった。この要因としては、どちらも津波の浸入方向に水産加工の倉庫など、遮蔽物となる施設が隣接していたために、津波による波圧での被害を低減させたものと考えられる。(写真 I-1-15、写真 I-1-16)

津波による被害については、津波の浸入方向や施設の配置状況など、各々の配置状況及び周辺の土地利用状況により被害要因が異なると考えられる。



(津波浸入方向に隣接施設有り)
写真 I-1-15 石巻東部浄化センター



(写真奥が津波浸入方向：隣接施設有り)
写真 I-1-16 大平下水処理場

表 I-1-36 海岸からの距離と被害要因の状況

| 処理場名 | 海岸からの距離 (m) | 波圧被害施設 | | 漂流物被害施設 | | 浸水被害施設 | | 施設総数 | 被害特徴 |
|------------|-------------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|------|------------|
| | | 被害施設数 | 比率 | 被害施設数 | 比率 | 被害施設数 | 比率 | | |
| 大平下水処理場 | 50 | 4 | 30.8% | 3 | 23.1% | 8 | 61.5% | 13 | 主に浸水被害が多い |
| 石巻東部浄化センター | 100 | 8 | 53.3% | 2 | 13.3% | 12 | 80.0% | 15 | 主に浸水被害が多い |
| 南蒲生浄化センター | 250 | 15 | 88.2% | 15 | 88.2% | 14 | 82.4% | 17 | 全ての被害要因が混在 |
| 県南浄化センター | 400 | 14 | 82.4% | 12 | 70.6% | 16 | 94.1% | 17 | 全ての被害要因が混在 |
| 大船渡浄化センター | 600 | 14 | 82.4% | 15 | 88.2% | 15 | 88.2% | 17 | 全ての被害要因が混在 |
| 仙塩浄化センター | 1000 | 9 | 47.4% | 4 | 21.1% | 14 | 73.7% | 19 | 主に浸水被害が多い |
| 鹿島浄化センター | 1900 | 1 | 7.7% | 5 | 38.5% | 4 | 30.8% | 13 | 比較的被害が少ない |

※被害施設数はアンケートによる重複回答を含む数値である。施設総数は全施設数

b. 津波による浸水深と被害の関連(処理場)

被害傾向分析の対象施設における津波による浸水深と被害との関係を図 1-1-62 に示す。

アンケート結果では、浸水深が 1.0m~1.5m以上で全機能停止が半数を超える傾向であった。これに対し、被害傾向分析の対象として抽出した対象施設は、鹿島浄化センターのみがその傾向と異なり、全機能停止率が 38%と半数を下回る結果であった。

鹿島浄化センターにて全機能停止が少ない理由としては、津波の浸入方向に隣接している野球場が津波での波圧等を低減させたことと、機械棟電気室に水密扉を採用しており、電気設備の浸水被害を軽減させたと考えられる。(場内の浸水深は GL+2.0m以上であったが、機械棟電気室内の浸水深は FL+0.2mであった) (写真 I-1-17)

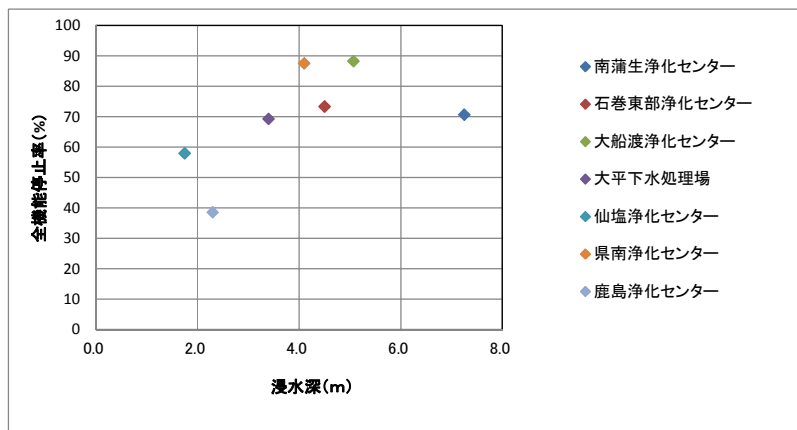


図 I-1-62 津波による浸水深と被害の関連



写真 I-1-17 機械棟電気室の水密扉(鹿島浄化センター)

【被害傾向分析ケースの被害状況整理結果】

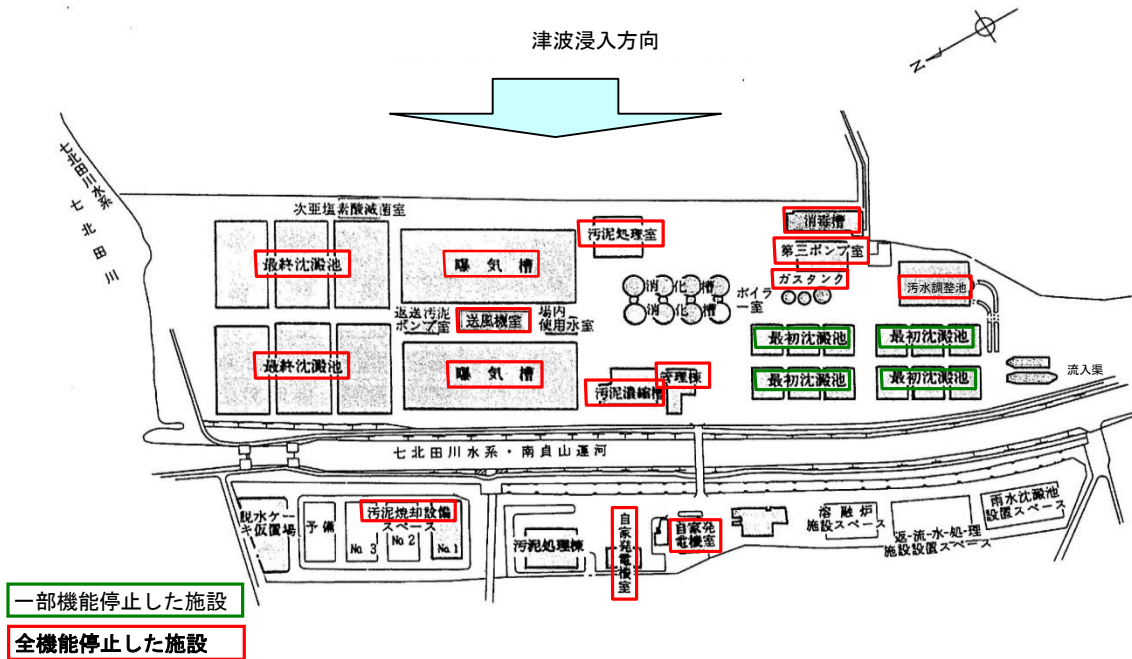
1. 宮城県仙台市南蒲生浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 39 年 10 月
- 2) 処理方式：標準活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：434,400m³/日最大（水処理 2 系列）
 現有：398,000m³/日最大（水処理 2 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水-焼却 → 焼却-セメント原料
- 5) 耐震対策：全施設未耐震

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因(重複有) | 浸水深(m) | 全機能停止 | 被災項目(重複有) | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 施設名 | 覆蓋有無 | 被害有無 | 機能状況 | 機械・電気設備の被害程度(全停止率=全停止被害÷全被害) | |
|------------|-----------|--------|------------|----------------|--------------|--------|--------|------|------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | | | | | | | 上機械 | 下電気 |
| 250 | 波圧 | 15 | 4.0 ~ 10.5 | 12 / 17 = 0.71 | 土 11 | ガスタンク | 車両(大型) | 初 | F | — | 12 / 13 = 0.92 | |
| | 浸水 | 14 | | | 建 9 | | 流木 | 反 | 無 | 全 | 13 / 14 = 0.93 | |
| | 漂流物 | 15 | | | 機 13 | | | 終 | 無 | 全 | | |
| | | | | | 電 14 | | | 塩 | 無 | — | 全 | |

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、

—：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | 電気 機能 状況 |
| 250 | 管理棟 | 4.0 | 長辺直角 | B | C | B | C | B | C |
| | 污水ポンプ施設 | 10.5 | 長辺直角 | C | C | C | C | C | C |
| | 送風機室 | 8.0 | 長辺直角 | C | C | C | C | C | C |
| | 返送汚泥ポンプ室 | 7.0 | 長辺直角 | C | C | C | C | C | C |
| | 消毒棟 | 10.5 | 長辺直角 | C | C | C | C | C | C |
| | 特高受電棟 | 4.0 | 長辺平行 | C | C | - | - | C | C |
| | 自家発電機棟 | 4.0 | 長辺平行 | B | B | B | B | B | B |
| | 汚泥処理棟 | 4.0 | 長辺平行 | A | A | A | A | A | A |
| | 焼却炉棟 | 4.0 | 長辺平行 | B | C | B | C | B | C |

【損傷状況】

A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷

【機能状況】

A: 機能に問題無 B: 一部機能停止
C: 全機能停止

※A とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 |
|------------------------------|---|
| | (宮城県仙台市南蒲生浄化センター) |
| (1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 | 津波の浸入方向に対して長辺直角で海岸に近い施設については、建築・機械・電気において損傷・機能停止が生じた |
| (2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の浸入方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生している。方向別の傾向は①海側(扉100%窓100%)②内陸側(扉83%窓85%)③平行(扉67%窓72%)の順番で被害率が高い。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | 最初沈殿池のFRP製覆蓋が流出した |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | RC構造の2施設(第3ポンプ棟、送風機室)に津波波圧による被害が生じた その他、鋼製の消化タンクが津波浸水の浮力により流出した |
| (5) 漂流物の種類 | 廃棄物運搬車、流木 |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 機械設備の被害は部品交換で対処できている。電気設備はすべて更新となっている。 |

(6) 参考写真



最初沈殿池にのりあげたガスタンク



送風機施設への流木等の浸入



漂流車両による流入ゲート損傷

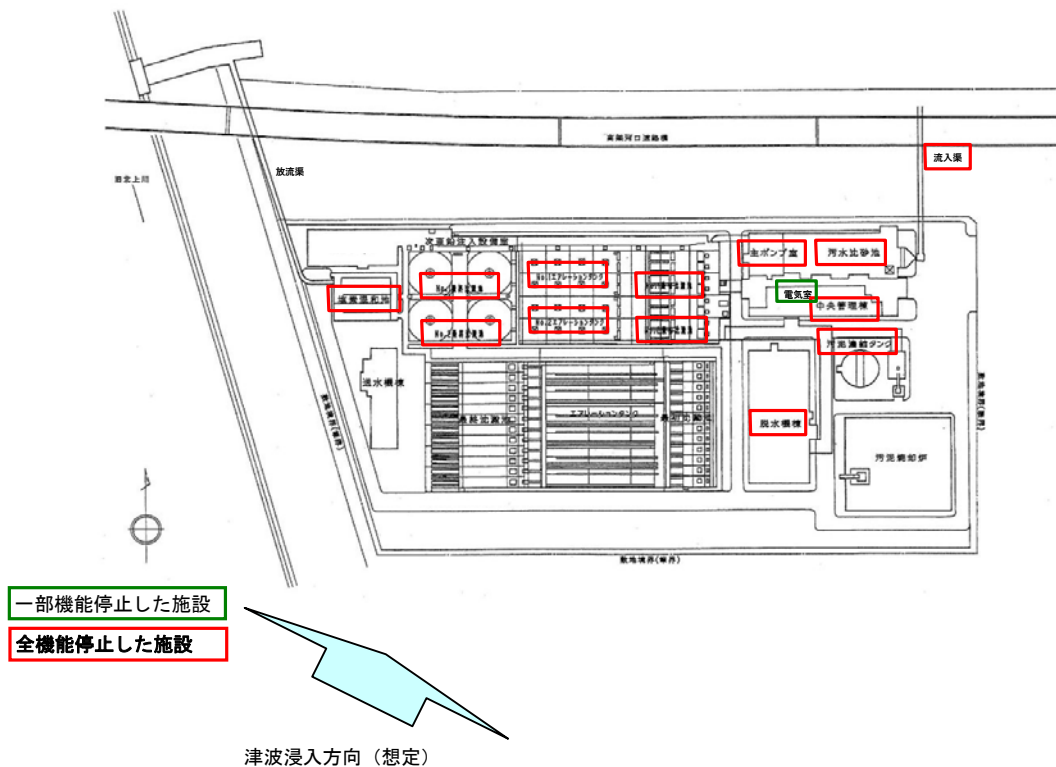
2. 宮城県石巻東部浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成 12 年 4 月
- 2) 処理方式：純酸素活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：29,900m³/日最大（水処理 4 系列）
現有：16,300m³/日最大（水処理 3 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水-焼却 → 有効利用
- 5) 耐震対策：消毒設備、場内管きょ、放流渠及び汚泥処理施設は未耐震、管理棟はレベル 1 対応、他施設はレベル 2 対応

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因 (重複有) | | 浸水深(m) | | 全機能停止 | | 被災項目 (重複有) | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 施設名 | 覆蓋有無 | 被害有無 | 機能状況 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) | | |
|------------|------------|----|--------|-------|----------------|------|------------|--------------|--------|-----|------|------|----------------|-------------------------------|---|--|
| | 波圧 | 浸水 | 漂流物 | 全機能停止 | 被災項目 | 上機械 | | | | | | | | 下電気 | 全 | |
| 100 | 波圧 | 8 | 4.5 | | 11 / 15 = 0.73 | 土 3 | | ガレキ | 初 | 二 | 一 | 全 | 10 / 10 = 1.00 | | | |
| | 浸水 | 12 | | | | 建 7 | | | 反 | 二 | 無 | 全 | 11 / 13 = 0.85 | | | |
| | 漂流物 | 2 | | | | 機 10 | | | 終 | 無 | 全 | 全 | | | | |
| | | | | | | 電 13 | | | 塩 | 無 | 全 | 全 | | | | |

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、銅：鋼製、

一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

| 海岸からの距離 | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | 【損傷状況】 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷 【機能状況】 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止 ※A とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したものの。 |
|---------|------|------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| | | | 津波進行方向に対する施設配置 | 建築損傷状況 | 建築機能状況 | 機械損傷状況 | 機械機能状況 | 電気損傷状況 | 電気機能状況 | |
| 100 | 管理棟 | 4.5 | 斜め方向 | B | C | B | C | B | C | |
| | 砂ろ過室 | 4.5 | 斜め方向 | C | C | C | C | C | C | |
| | 脱水機棟 | 4.5 | 斜め方向 | A | A | C | C | C | C | |

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 |
|------------------------------|---|
| | (宮城県石巻東部浄化センター) |
| (1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 | 津波の浸入方向に対して斜め方向の全施設においては脱水機棟については、機械・電気設備において損傷、機能停止が生じたが、建築の損傷・機能停止は生じなかった。汚泥焼却炉については建築のみ損傷・機能停止が生じなかったが、その他の施設(管理棟、砂ろ過室)において損傷・機能停止が生じた |
| (2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の浸入方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生している。方向別の傾向は①海側(扉100%窓88%)②内陸側(扉100%窓87%)の順番で被害率が高い。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | 二重覆蓋内の最初沈澱池のFRP製覆蓋が流出した |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | RC構造の2施設(中間ゲート室、ガスポンペ室)に津波波圧と津波漂流物による被害が生じた 鉄骨構造の機材倉庫が津波波圧と津波漂流物による被害が生じた |
| (5) 漂流物の種類 | ガレキ |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 浸水深は施設全体でGL-4.0m程度である。機械設備は全施設のうち30%が更新で50%が修繕(部品とりかえ)であった。電気設備は水没、冠水部分は全損であった。 |

(6) 参考写真



ガレキの侵入

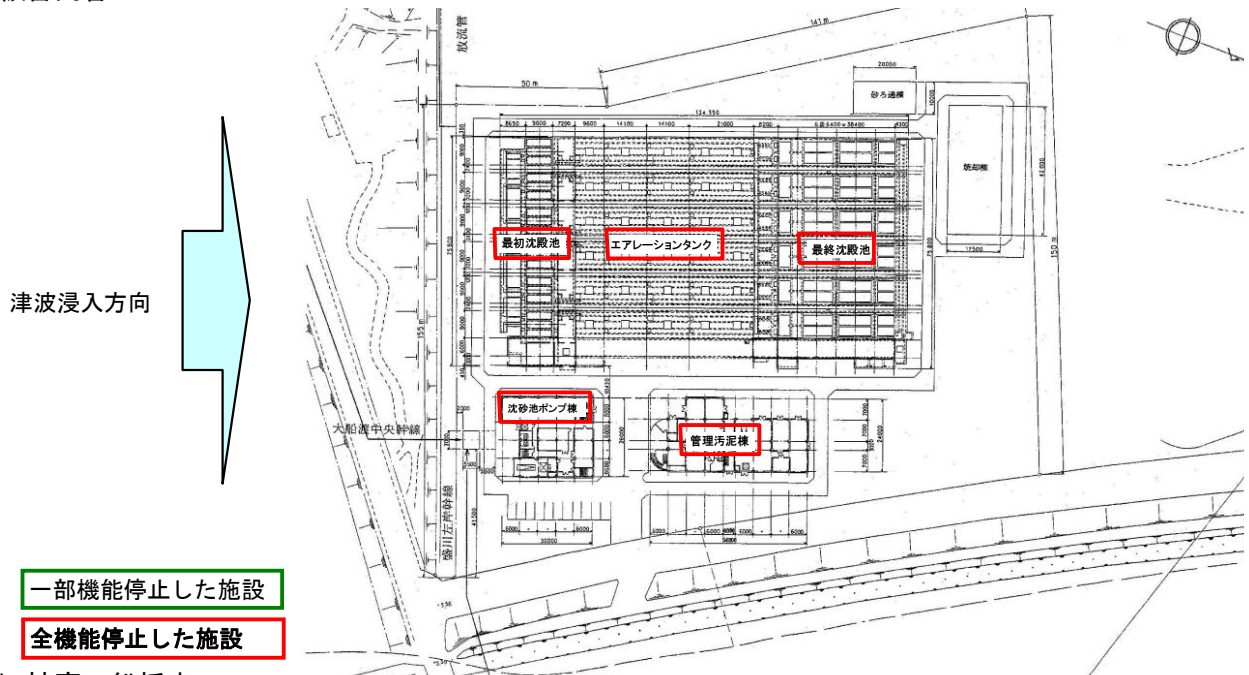
3. 岩手県大船渡市大船渡浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成6年10月
- 2) 処理方式：長時間エアレーション法
- 3) 処理能力：全体：15,100m³/日最大（水処理5系列）
現有：6,400m³/日最大（水処理2系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水-焼却 → 標記無し
- 5) 耐震対策：流入渠はレベル2対応、初期沈殿池、反応タンク、最終沈殿池は未耐震、他施設はレベル1対応

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因(重複有) | 浸水深(m) | 全機能停止 | 被災項目(重複有) | 建造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 覆蓋有無 | | | | 機械・電気設備の被害程度(全停止率=全停止被害÷全被害) | | | | |
|------------|-----------|--------|-------|-----------|--------------|--------|------|------|------|------|------------------------------|-----|----|----|------|
| | | | | | | | 施設名 | 覆蓋有無 | 被害有無 | 機能状況 | 上機械 | 下電気 | 全 | 一部 | 全 |
| 600 | 波圧 | 14 | 5.07 | 土 5 | | 流木 | 初 | F | 全 | 全 | 4 | / | 4 | = | 1.00 |
| | 浸水 | 15 | | 建 10 | | | 反 | F | 全 | 全 | 13 | / | 13 | = | 1.00 |
| | 漂流物 | 15 | | 機 4 | | | 終 | グ | 全 | 全 | | | | | |
| | | | | 電 13 | | | 塩 | グ | 全 | 全 | | | | | |

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、

一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

| 海岸からの距離 | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | |
|---------|---------|------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 津波進行方向に対する施設配置 | 建築損傷状況 | 建築機能状況 | 機械損傷状況 | 機械機能状況 | 電気損傷状況 | 電気機能状況 |
| 600 | 管理棟 | 5.1 | 長辺平行 | B | C | B | C | B | C |
| | 初沈殿池上屋 | 5.1 | 長辺平行 | A | A | B | C | C | C |
| | 終沈殿池上屋 | 5.1 | 長辺平行 | A | A | C | C | C | C |
| | 汚水ポンプ施設 | 5.1 | 長辺直角 | B | C | B | C | B | C |

【損傷状況】
A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷

【機能状況】
A: 機能に問題無 B: 一部機能停止
C: 全機能停止

※A とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 |
|------------------------------|--|
| | (岩手県大船渡市大船渡浄化センター) |
| (1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 | 津波の浸入方向に対して長辺直角の施設(汚水ポンプ施設)については、建築・機械・電気において損傷・機能停止が生じた 長辺平行の施設については、初沈殿上屋及び終沈殿上屋の建築を除いて、損傷・機能停止が生じた |
| (2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | マンホールポンプ棟は内陸方向の扉が全損している。汚泥管理棟の1階は写真にて津波平行方向の窓が全損していることが確認できる。最終沈殿池上屋は漂流物により開口部が大きく損傷している。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | 最初沈殿池の合成木材製覆蓋、反応タンクのFRP製覆蓋、最終沈殿池及び塩素混和地のグレーチング製覆蓋が流出破損した |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | RC構造の管理棟、ポンプ棟、電気室・倉庫が、地震力・津波波圧・津波漂流物による被害が生じた |
| (5) 漂流物の種類 | 流木 |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 機械設備、電気設備に水没被害があった。機械は散機装置の破損、掻き寄せ機の破損。電気は電気盤の倒壊や水没 |

(6) 参考写真



最初沈殿池上屋への漂流物による壁面破断

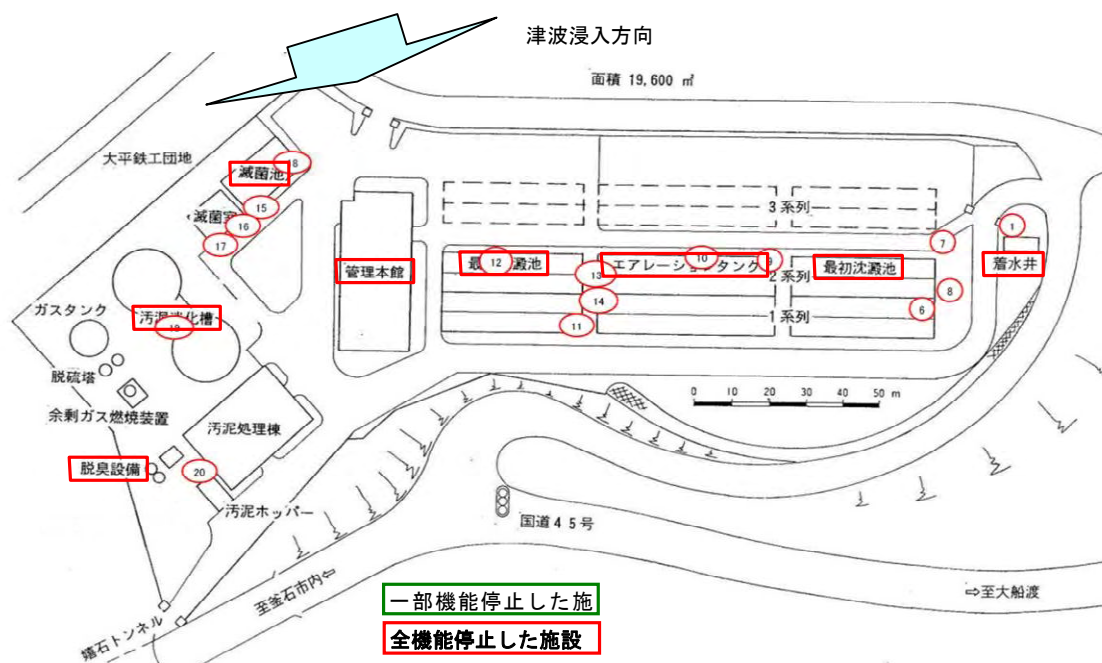
4. 岩手県釜石市大平下水処理場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 53 年 12 月
- 2) 処理方式：標準活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：18,100m³/日最大（水処理 5 系列）
現有：14,480m³/日最大（水処理 5 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-消化-脱水 → コンポスト
- 5) 耐震対策：不明

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因(重複有) | 浸水深(m) | 全機能停止 | 被災項目(重複有) | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 施設名 | 覆蓋有無 | 被害有無 | 機能状況 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気 | | | | |
|------------|-----------|--------|-------|---------------|--------------|--------|-----|------|------|------|---|---|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | 8 | 7 | 8 | 7 | |
| 50 | 波圧 | 4 | 3.4 | 9 / 13 = 0.69 | 土 4 | 車両 | 初 | F | 全 | 全 | 8 / 8 = 1.00 | | | | |
| | 浸水 | 8 | | | 建 0 | | 反 | 無 | 全 | 全 | 7 / 7 = 1.00 | | | | |
| | 漂流物 | 3 | | | 機 8 | | 終 | 無 | 全 | 全 | | | | | |
| | | | | | 電 7 | 塩 | 無 | 全 | 全 | | | | | | |

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、
一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | | 【損傷状況】 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷 【機能状況】 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止 ※A とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。 |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | 電気 機能 状況 | |
| 50 | 管理棟 | 3.4 | 斜め方向 | A | A | C | C | C | C | |
| | 汚泥処理棟 | 3.4 | 斜め方向 | A | A | A | A | A | A | |
| | 滅菌棟 | 3.23 | 斜め方向 | A | A | C | C | C | C | |

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 |
|------------------------------|---|
| | (岩手県釜石市大平下水処理場) |
| (1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 | 津波の浸入方向に対して全施設(管理棟、汚泥処理棟、滅菌棟)は斜め方向に位置しており、建築については損傷・機能停止は生じなかった 機械・電気設備については、汚泥処理棟の機械設備において損傷・機能停止がなかったことを除き、全損傷・全機能停止が生じた |
| (2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の浸入方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生している。方向別の傾向は①海側(扉100%窓100%)②内陸側(扉90%窓100%)の順番で被害率が高い。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | 最初沈澱池のFRP覆蓋が流出した |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | 建屋破損の報告なし |
| (5) 漂流物の種類 | 車両、ガレキ |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 浸水深は施設全体でGL-3.4m程度である。機械設備は全施設のうち64%が更新で36%が修繕(部品とりかえ)であった。電気設備は水没、冠水部分は全損であった。 |

(6) 参考写真



漂流車両の浸入

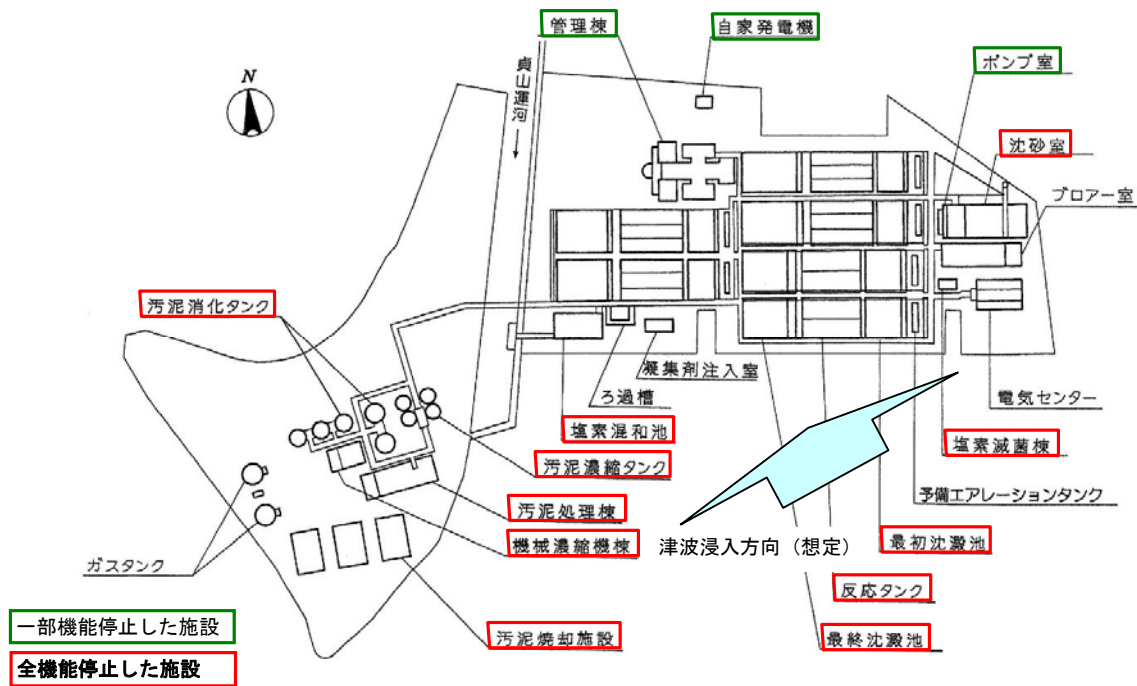
5. 宮城県仙塩浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 53 年 6 月
- 2) 処理方式：標準活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：246,190m³/日最大（水処理 5 系列）
現有：199,434 m³/日最大（水処理 4 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水-焼却 → アスファルト材料
- 5) 耐震対策：管理棟、ポンプ施設、最初沈殿、反応タンク、最終沈殿池、受変電棟、電気室、機械棟及び焼却炉はレベル 2 対応、他は未耐震

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因(重複有) | 浸水深(m) | 全機能停止 | 被災項目(重複有) | 建造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 施設名 | 覆蓋有無 | 被害有無 | 機能状況 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) | | |
|------------|-----------|--------|-----------|----------------|--------------|--------|-----|------|------|------|----------------------------------|-----|---|
| | | | | | | | | | | | 上機械 | 下電気 | 率 |
| 1000 | 波圧 | 9 | 1.5 ~ 2.0 | 11 / 19 = 0.58 | 土 9 | ガスタンク | 土砂 | 初 二 | 全 全 | 全 全 | 11 / 11 = 1.00 | | |
| | 浸水 | 14 | | | 建 9 | | ガレキ | 反 鋼 | 全 全 | 全 全 | 11 / 13 = 0.85 | | |
| | 漂流物 | 4 | | | 機 11 | | | 終 無 | 全 全 | 全 全 | | | |
| | | | | | 電 13 | | | 塩 無 | 全 全 | 全 全 | | | |

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | 電気 機能 状況 |
| 1000 | 管理棟 | 1.5 | 長辺直角 | B | B | A | A | B | B |
| | 沈砂池ポンプ棟 | 1.5 | 長辺直角 | A | A | C | C | C | C |
| | 濃縮棟 | 2.0 | 長辺直角 | B | C | B | C | B | C |
| | 汚泥脱水機棟 | 2.0 | 長辺直角 | B | C | B | C | B | C |
| | 焼却炉 | 2.0 | 長辺平行 | B | C | B | C | B | C |

【損傷状況】

A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷

【機能状況】

A: 機能に問題無 B: 一部機能停止
C: 全機能停止

※△ とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 |
|------------------------------|--|
| | (宮城県仙塩浄化センター) |
| (1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 | 津波の浸入方向に対して長辺直角の施設については、沈砂池ポンプ棟において建築の損傷・機能停止が生じなかった。他の施設については、管理棟、汚泥脱水機棟の機械設備において損傷・機能停止がなかったことを除き、損傷・機能停止が生じた 長辺平行の施設(焼却炉)については損傷・機能停止が生じた。 |
| (2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 津波浸水深は1.5mと浅く、アンケートの被害写真では開口部被害は確認できていない。管理棟はがれきの浸入で機能停止があり、開口部の被害がその時あったものと思われる。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | 鋼製蓋が設置されていたが被害はなかった。 |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | 鋼製の消化タンクが浸水の浮力により転倒損壊した |
| (5) 漂流物の種類 | 土砂、ガレキ |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 機械設備は汚泥脱水機設備における査定資料では浸水深はGL-2.0m程度で、機械設備は全施設のうち4%が更新で61%が修繕(部品とりかえ)であった。 |

(6) 参考写真



転倒したガスタンク



路面陥没

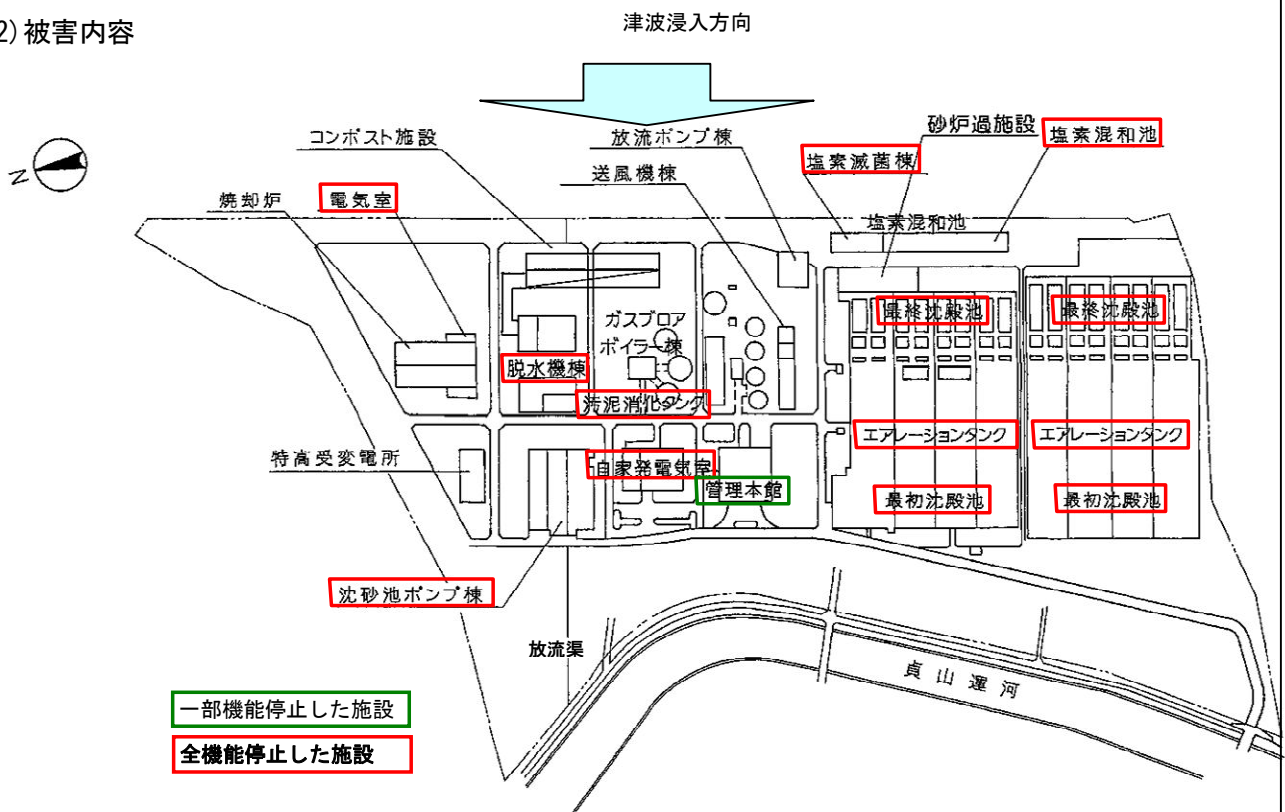
6. 宮城県県南浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 60 年 1 月
- 2) 処理方式：標準活性汚泥法
- 3) 処理能力：全体：215,242m³/日最大（水処理 8 系列）
現有：125,000m³/日最大（水処理 4.5 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-消化-脱水 → 汚泥造粒乾燥
- 5) 耐震対策：管理棟のみレベル 2 対応、他は未耐震

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因(重複有) | 浸水深(m) | | 全機能停止 | 被災項目(重複有) | 建造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 施設名 | 覆蓋有無 | 被害有無 | 機能状況 | 機械・電気設備の被害程度(全停止率=全停止被害÷全被害) | |
|------------|-----------|--------|-----|----------------|-----------|--------------|--------|-----|------|------|------|------------------------------|-----|
| | | | | | | | | | | | | 上機械 | 下電気 |
| 400 | 波圧 | 14 | 4.1 | 14 / 16 = 0.88 | 土 6 | ガスタンク | ガレキ | 初 | F | 全 | 全 | 13 / 14 = 0.93 | |
| | 浸水 | 16 | | | 建 8 | 倉庫(SC) | | 反 | F | 全 | 全 | 14 / 15 = 0.93 | |
| | 漂流物 | 12 | | | 機 14 | | | 終 | 無 | 全 | 全 | | |
| | | | | | 電 15 | | | 塩 | 無 | 全 | 全 | | |

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | 電気 機能 状況 |
| 400 | 管理棟 | 3.6 | 長辺直角 | B | B | B | B | B | B |
| | 沈砂池ポンプ棟 | 2.9 | 長辺平行 | C | C | C | C | C | C |
| | 塩素滅菌室 | 4.1 | 長辺直角 | C | C | C | C | C | C |
| | 自家発電機室 | 3.9 | 長辺直角 | C | C | C | C | C | C |
| | 機械濃縮棟 | 6.0 | 長辺平行 | A | A | C | C | C | C |
| | 送風機棟 | 3.7 | 長辺平行 | A | A | C | C | C | C |
| | 脱水機棟 | 5.7 | 長辺直角 | B | C | B | C | B | C |

【損傷状況】

A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷

【機能状況】

A: 機能に問題無 B: 一部機能停止

C: 全機能停止

※A とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 |
|------------------------------|--|
| | (宮城県南浄化センター) |
| (1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 | ・津波の進行方向に対して長辺直角の施設では、全施設において損傷・機能停止が生じ、長辺平行の施設より被害程度が大きい傾向が見られた ・長辺平行の施設については、沈砂池ポンプ棟において機械・電気の全損傷・全機能停止が発生したが、建築については損傷・機能停止が生じなかった |
| (2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の進行方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生している。方向別の傾向は①海側(扉100%窓100%)②内陸側(扉100%窓81%)③平行(扉81%窓87%)の順番で被害率が高い。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | 最初沈殿池、反応タンクのFRP製覆蓋が流出した |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | 鋼製の消化タンクが浸水の浮力により、処理場から1.5km流出 RC構造の油脂棟が液状化、津波波圧による被害が生じた |
| (5) 漂流物の種類 | 土砂、ガレキ |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 場内最大浸水深はGL+6.0mである。屋外設備および1階・地下階の機器はすべて浸水している。 |

(6) 参考写真



敷地外まで流出したガスタンク



瓦礫の侵入

7. 福島県南相馬市鹿島浄化センター

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成 12 年 4 月
- 2) 処理方式：O D 法
- 3) 処理能力：全体：2,800m³/日最大（水処理 2 系列）
現有：1,400m³/日最大（水処理 1 系列）
- 4) 汚泥処理：濃縮-脱水 → 陸上埋立

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因(重複有) | 浸水深(m) | 全機能停止 | 被災項目(重複有) | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 施設名 | 覆蓋有無 | 被害有無 | 機能状況 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気 | |
|------------|-----------|--------|-----------|---------------|--------------|--------|-----|------|------|------|---|---|
| | | | | | | | | | | | 上 | 下 |
| 1900 | 波圧 | 1 | 1.7 ~ 2.8 | 5 / 13 = 0.38 | 土 2 | 瓦礫 | | | | | 4 / 5 = 0.80 | |
| | 浸水 | 4 | | | 建 2 | | | | | | 3 / 4 = 0.75 | |
| | 漂流物 | 5 | | | 機 5 | | | | | | | |
| | | | | | 電 4 | | | | | | | |

※ 浸水深はアンケート及び収集資料 初：最初沈殿池、反：反応槽、終：最終沈殿池、塩：消毒、二：二重覆蓋、F：FRP、鋼：鋼製、一：一部損傷 一部停止、全：全損傷 全機能停止

(4) 津波の浸入方向と施設の配置方向における被害傾向

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | 【損傷状況】 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷 【機能状況】 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止 ※A とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。 |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | |
| 1900 | 管理棟 | 2.8 | 斜め方向 | B | C | B | C | B | C |
| | 機械棟 | 2.7 | 斜め方向 | B | B | B | B | A | A |

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 |
|------------------------------|--|
| | (福島県南相馬市鹿島浄化センター) |
| (1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 | 津波の浸入方向に対して斜め方向の全施設においては、防水扉の設置されていた電気室内の電気設備のみが損傷・機能停止が生じなかったが、他の設備については損傷・機能停止が生じた |
| (2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 管理棟入口ドア、機械棟シャッター、汚泥ポンプ室ドアに大きな破損がある。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | 蓋無 |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | 建屋破損の報告なし |
| (5) 漂流物の種類 | ガレキ |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 機械設備の被害は掻き寄せ機のサポート破損、塩素接触タンク給水ユニット変形が報告されている。電気設備の被害は現場盤の流出、管理棟の監視装置の流出が報告されている。 |

(6) 参考写真



ガレキの侵入

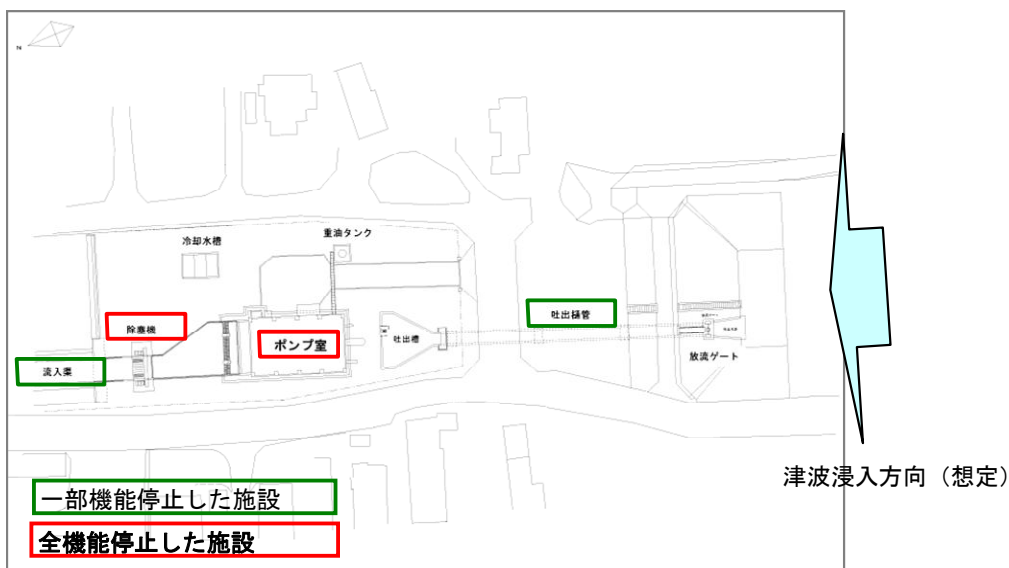
8. 宮城県仙台市蒲生排水ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 50 年 4 月
- 2) 処理方式：雨水処理
- 3) 能力：15,756m³/時

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因 (重複有) | | 浸水深(m) | | 全機能停止 | | 被災項目 (重複有) | | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気 | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------|---|--------|--|-------|---|------------|---|--------------|--------|--|--------|---|---|---|---|------|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 600 | 波圧 | 5 | 8.0 | | 3 | / | 5 | = | 0.60 | 土 | 0 | ガレキ(木) | 4 | / | 5 | = | 0.80 | | | | | | |
| | 浸水 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 漂流物 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の浸入方向と施設の配置との関連

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | | 【損傷状況】 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷 |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | 電気 機能 状況 | 【機能状況】 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止 |
| 600 | ポンプ棟 | 8.0 | 長辺平行 | B | A | C | C | C | C | ※△ とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。 |

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 (宮城県仙台市蒲生排水ポンプ場) |
|---|--|
| (1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波進行方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分) | 津波の進行方向に対して施設は長辺平行に位置しており、機械・電気設備については全機能損傷が生じた。建物は一部損傷したが、建築の機能損傷は生じなかった。 |
| (2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の進行方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生している。被害率は100%であるため被害傾向はつかめない。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | — |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | ポンプ棟(RC構造)が津波波圧、津波漂流物により損傷が生じた。 |
| (5) 漂流物の種類 | ガレキ |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 浸水深がGL+8.0mで機械・電気共施設は水没している。機械設備、電気設備とも更新をしている。 |

(6) 参考写真



ポンプ場入口フェンス流出



スクリーン部にガレキ



2階操作室内設備の破損・流出



堤防決壊

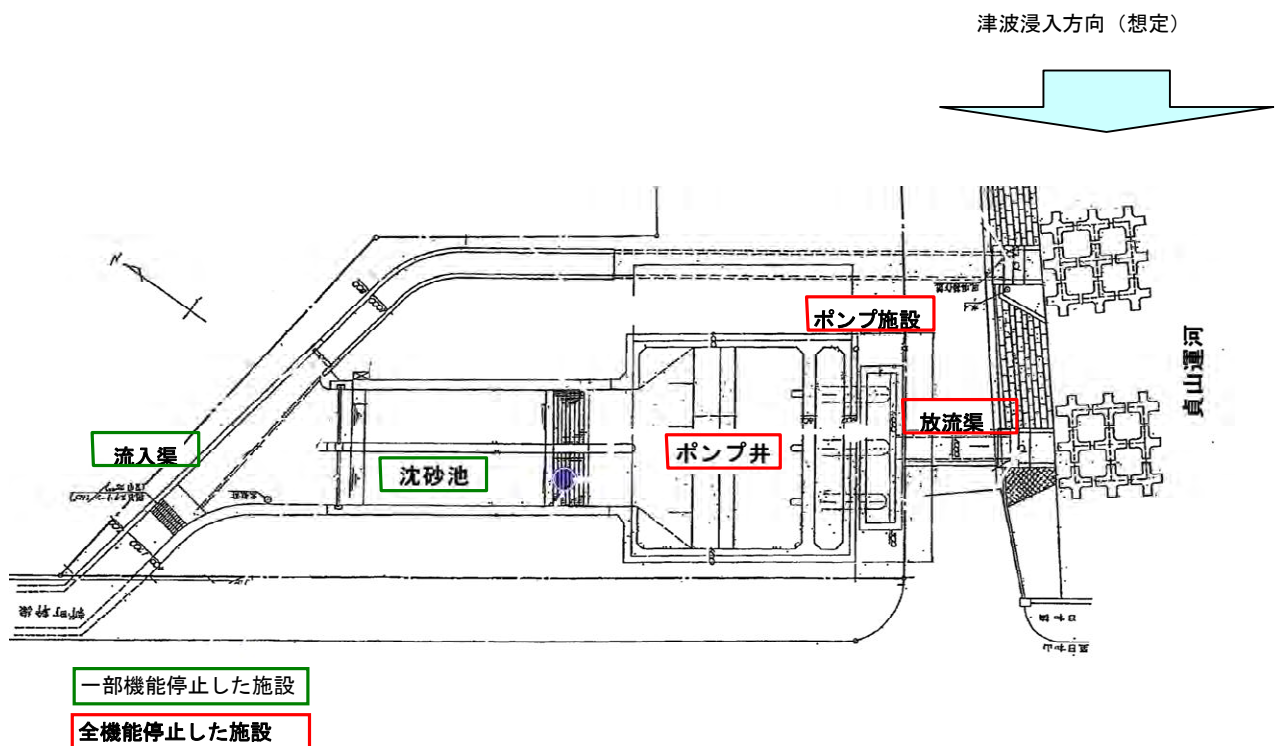
9. 宮城県名取市新町ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 51 年 10 月
- 2) 処理方式：雨水
- 3) 処理能力：1,800m³/時

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因 (重複有) | | 浸水深(m) | | 全機能停止 | 被災項目 (重複有) | | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気 | | |
|------------|------------|---|--------|--|--------------|------------|---|--------------|--------|---|--|--|
| | | | | | | | | | | | | |
| 900 | 波圧 | 4 | 不明 | | 2 / 5 = 0.40 | 土 | 3 | | 土砂 | 2 / 3 = 0.67 | | |
| | 浸水 | 3 | | | | 建 | 0 | | ガラ | 2 / 2 = 1.00 | | |
| | 漂流物 | 5 | | | | 機 | 3 | | | | | |
| | | | | | | 電 | 2 | | | | | |

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の浸入方向と施設配置との関連

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | | 【損傷状況】 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷 【機能状況】 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止 ※A とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。 |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | 電気 機能 状況 | |
| 900 | ポンプ棟 | 不明 | 長辺直角 | C | C | C | C | C | C | |

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 |
|---|---|
| | (宮城県新町ポンプ場) |
| (1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波浸入方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分) | 津波の浸入方向に対して施設は長辺直角に位置しており、機械・電気設備については全機能損傷が生じた 建物は全損傷し、上屋は完全に破壊された。(被害写真より) |
| (2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 上屋は全損であるため被害傾向は確認できなかった。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | — |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | ポンプ棟(鉄骨構造)が、地震力・津波波圧・津波漂流物により損傷が生じた |
| (5) 漂流物の種類 | ガラ、土砂 |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 上屋が津波により消滅し、機械電気設備も消滅している。 |

(6) 参考写真



ポンプ場全景

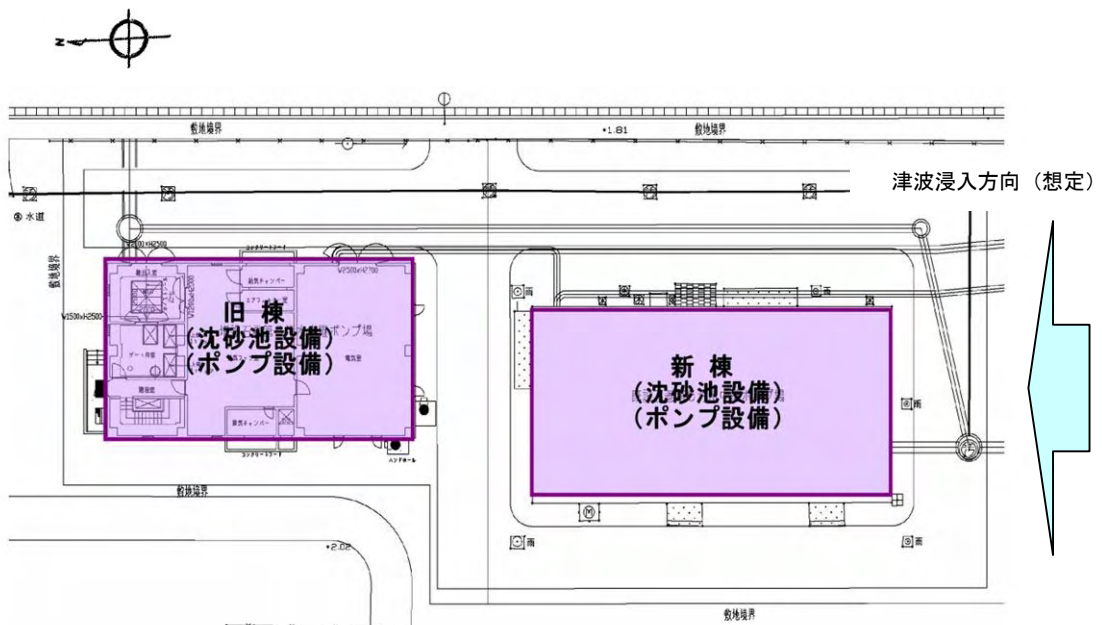
10. 宮城県石巻第6汚水中継ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成4年3月
- 2) 処理方式：汚水
- 3) 処理能力：864m³/時

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因(重複有) | | 浸水深(m) | | 全機能停止 | | 被災項目(重複有) | | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気 | | | | |
|------------|-----------|---|--------|--|-------|---|-----------|---|--------------|--------|--|---|---|---|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 300 | 波圧 | 4 | 4.5 | | 4 | / | 4 | = | 1.00 | 不明 | 3 | / | 3 | = | 1.00 |
| | 浸水 | 4 | | | | | | | | | 4 | / | 4 | = | 1.00 |
| | 漂流物 | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 機 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 電 | | | | | | |

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の浸入方向と施設配置との関連

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | 電気 機能 状況 |
| 300 | ポンプ棟 | 4.5 | 長辺平行 | C | C | C | C | C | C |

【損傷状況】
A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷

【機能状況】
A: 機能に問題無 B: 一部機能停止
C: 全機能停止

※A とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 (宮城県石巻第6汚水中継ポンプ場) |
|---|---|
| (1) 津波の進行方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波進行方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分) | 津波の進行方向に対して施設は長辺直角に位置しており、 建築・電気・機械において全損傷・全機能停止が生じた |
| (2) 津波の進行方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の進行方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生している。 方向別の傾向は①海側(窓43%)②内陸側(窓25%) ③平行(窓25%)の順番で被害率が高い。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | — |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | 新ポンプ棟(RC構造)、旧ポンプ棟(RC構造)が津波波圧、 津波漂流物により損傷が生じた |
| (5) 漂流物の種類 | 種類不明 |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 浸水深は4.5mで設備は水没している。機械設備は全施設 のうち60%が更新で28%が修繕(部品とりかえ)であった。 電気設備はすべて更新をしている。 |

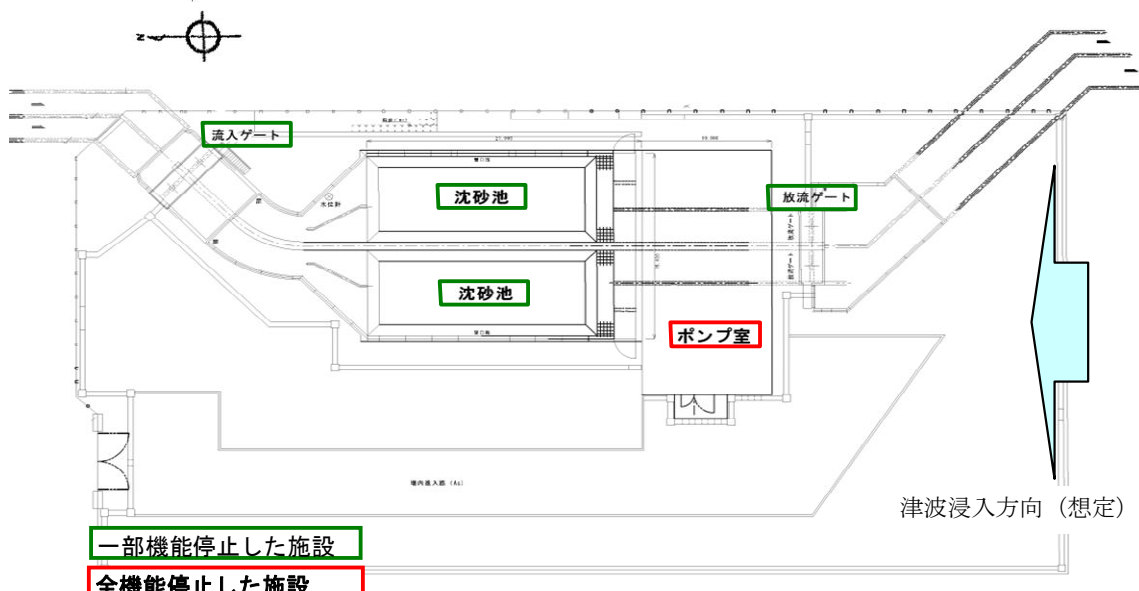
11. 宮城県仙台市北新田排水ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：昭和 50 年 4 月
- 2) 処理方式：汚水
- 3) 処理能力：7,200m³/時

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因 (重複有) | | 浸水深(m) | | 全機能停止 | | 被災項目 (重複有) | | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気 | | | | |
|------------|------------|-----|--------|-----|-------|---|------------|---|--------------|--------|---|---|--------|---|---|
| | 波圧 | 浸水 | 5 | | 2 | 5 | 土 | 建 | | | 機 | 電 | 2 | 4 | 3 |
| 300 | 波圧 | 浸水 | 5 | 5.0 | 2 | 5 | = 0.40 | 土 | 3 | 車両(大型) | 2 | 4 | = 0.50 | | |
| | | 浸水 | 3 | | | | | 建 | 0 | | 2 | 3 | = 0.67 | | |
| | | 漂流物 | 4 | | | | | 機 | 4 | | | | | | |
| | | | | | | | | 電 | 3 | | | | | | |

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の浸入方向と施設配置との関連

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | 電気 機能 状況 |
| 300 | ポンプ棟 | 5.0 | 長辺直角 | B | A | B | C | B | C |

【損傷状況】

A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷

【機能状況】

A: 機能に問題無 B: 一部機能停止
C: 全機能停止

※△とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | | 被害状況 (宮城県北新田排水ポンプ場) |
|----------------|---|--|
| (1) | 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波浸入方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分) | 津波の浸入方向に対して施設は長辺直角に位置しており、建築に損傷は生じたが建築の機能停止は生じなかった。機械・電気設備においては損傷・機能停止が生じた |
| (2) | 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の浸入方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生している。被害率は100%であるため被害傾向はつかめない。 |
| (3) | 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | — |
| (4) | 躯体の構造形式における被害傾向 | ポンプ棟(RC構造)が、津波波圧・津波漂流物により損傷が生じた |
| (5) | 漂流物の種類 | 車両 |
| (6) | 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 浸水深は5.0mで設備は水没している。機械設備被害はあったが更新か修繕のうちわけは不明である。電気設備はすべて更新をしている。 |

(6) 参考写真



ポンプ場南西部車両漂流物



ポンプ場南東部 車両漂流物



ポンプ場内部



高圧受電盤他転倒

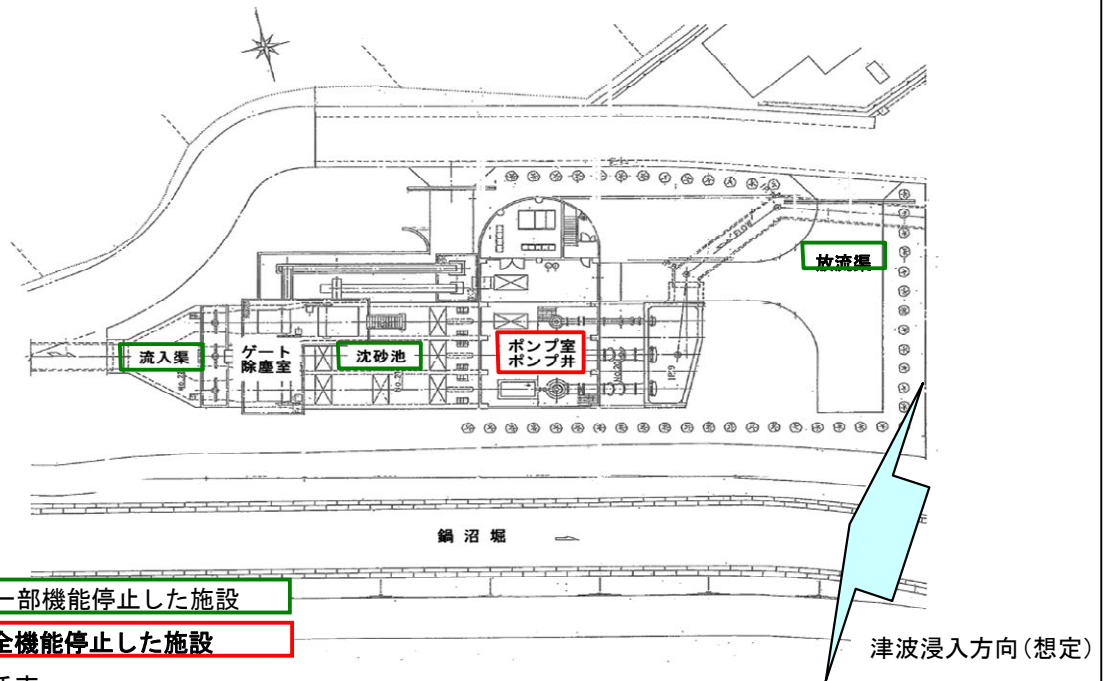
12. 宮城県名取市閑上雨水ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成10年4月
- 2) 処理方式：汚水
- 3) 処理能力：16,866m³/時

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因(重複有) | | 浸水深(m) | | 全機能停止 | 被災項目(重複有) | | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気 | | | |
|------------|-----------|----|--------|-----|--------------|-----------|---|--------------|--------|---|----|---|------|
| | 波圧 | 浸水 | 波高 | 浸水深 | | 土 | 建 | | | 機械 | 電気 | 上 | 下 |
| 1,250 | 波圧 | 4 | 2.45 | | 2 / 5 = 0.40 | 土 | 3 | | 土砂 | 1 | 3 | = | 0.33 |
| | 浸水 | 3 | | | | 建 | 0 | | ガラ | 2 | 2 | = | 1.00 |
| | 漂流物 | 5 | | | | 機 | 3 | | | | | | |
| | | | | | | 電 | 2 | | | | | | |

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の浸入方向と施設配置との関連

| 海岸からの距離 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | | 【損傷状況】 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷 【機能状況】 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止 ※A とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。 |
|---------|--------------|------------|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行 方向に対 する施設 配置 | 建築 損傷 状況 | 建築 機能 状況 | 機械 損傷 状況 | 機械 機能 状況 | 電気 損傷 状況 | 電気 機能 状況 | |
| 1,250 | ポンプ棟 | 2.45 | 長辺直角 | A | A | B | C | B | C | |

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | | 被害状況 (宮城県閉上雨水ポンプ場) |
|----------------|---|--|
| (1) | 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波浸入方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分) | 津波の浸入方向に対して施設は長辺直角に位置しており、 建築に損傷は生じたが建築の機能停止は生じなかった。 機械・電気設備においては損傷・機能停止が生じた |
| (2) | 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の浸入方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生して いる。被害率は100%であるため被害傾向はつかめない。 |
| (3) | 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | — |
| (4) | 躯体の構造形式における被害傾向 | 建屋破損の報告なし |
| (5) | 漂流物の種類 | ガレキ、土砂 |
| (6) | 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 浸水深は2.45mで設備は水没または冠水している。機械設 備は全施設のうち4%が更新で77%が修繕(部品とりかえ)で あり更新の割合が少ない。電気設備は水没、冠水被害があっ たが復旧方針は二次調査後に決定することとなっている。 |

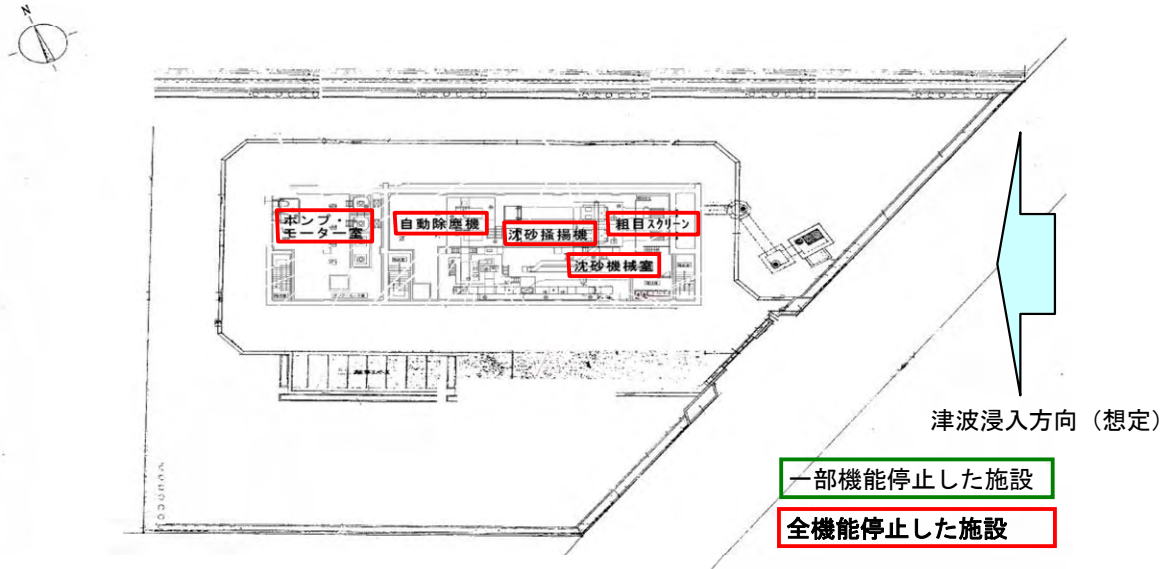
13. 宮城県名取ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成1年4月
- 2) 処理方式：汚水
- 3) 処理能力：3,696m³/時

(2) 被害内容



(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因 (重複有) | | 浸水深(m) | | 全機能停止 | | 被災項目 (重複有) | | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気 | | | | |
|------------|------------|-----|--------|-----|-------|---|------------|---|--------------|--------|--|---|---|---|--------|
| | 波圧 | 浸水 | 5 | 1.3 | 4 | 5 | 土 | 建 | | | 機 | 電 | 4 | 4 | 4 |
| 2,500 | 波圧 | 浸水 | 5 | 1.3 | 4 | 5 | = 0.80 | 土 | 2 | | 不明 | 4 | 4 | 4 | = 1.00 |
| | | 浸水 | 5 | | | | | 建 | 3 | | | 3 | 4 | 4 | = 0.75 |
| | | 漂流物 | 4 | | | | | 機 | 4 | | | | | | |
| | | | | | | | | 電 | 4 | | | | | | |

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の浸入方向と施設の配置関連

| 海岸からの距離 (m) | 施設名 | 浸水深 GL+ | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | |
|----------------|------|------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 津波進行方向に対する施設配置 | 建築損傷状況 | 建築機能状況 | 機械損傷状況 | 機械機能状況 | 電気損傷状況 | 電気機能状況 |
| 2,500 | ポンプ棟 | 1.3 | 長辺平行 | A | A | C | C | C | C |

【損傷状況】

A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷

【機能状況】

A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止

※Aとは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | 被害状況 |
|---|--|
| | (宮城県名取ポンプ場) |
| (1) 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波浸入方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分) | 津波の浸入方向に対して施設は長辺直角に位置しており、建築に損傷は生じたが建築の機能停止は生じなかった。機械・電気設備においては損傷・機能停止が生じた |
| (2) 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の浸入方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生している。方向別の傾向は①内陸側(扉100%)②平行(扉86%)の順番で被害率が高い。 |
| (3) 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | — |
| (4) 躯体の構造形式における被害傾向 | 建屋破損の報告なし |
| (5) 漂流物の種類 | 種類不明 |
| (6) 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 浸水深は1.3mで設備は水没または冠水している。完全な水没ではない。機械設備は被害施設のうち24%が更新で76%が修繕(部品とりかえ)であり更新の割合が少ない。電気設備は全部更新となっている。 |

(6) 参考写真



流入ゲート、操作盤浸水



自家発電施設浸水



ホッパー室津波により操作盤浸水



津波による建屋損傷、周囲浸水

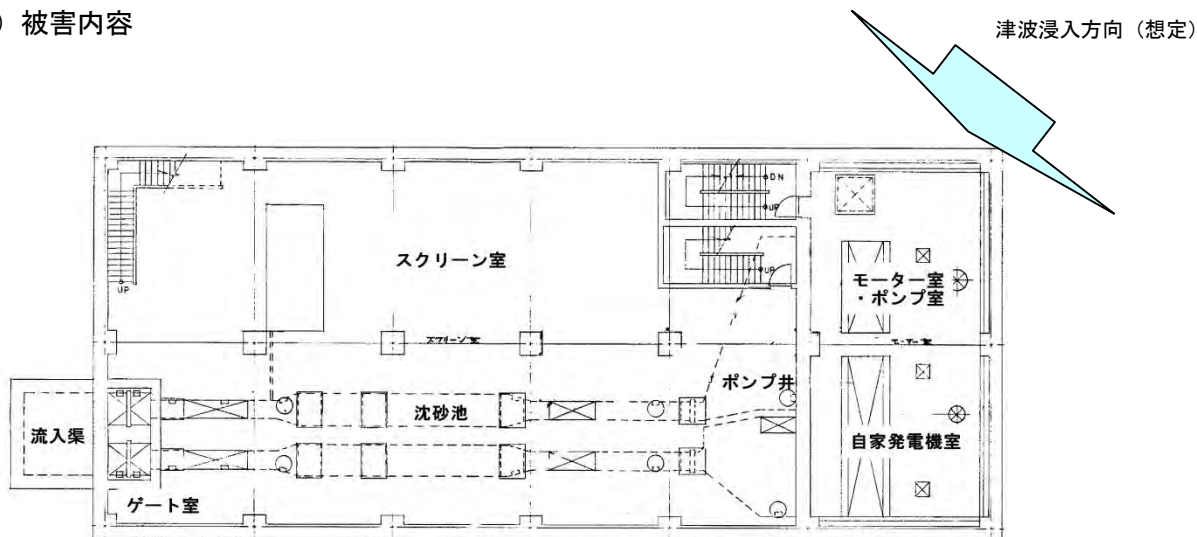
14 青森県八戸汚水中継ポンプ場

(1) 施設概要の整理



- 1) 供用開始：平成2年4月
- 2) 処理方式：汚水
- 3) 処理能力：696m³/時

(2) 被害内容



一部機能停止した施設

全機能停止した施設

(3) 被害の総括表

| 海岸からの距離(m) | 被害要因(重複有) | 浸水深(m) | 全機能停止 | 被災項目(重複有) | 構造物の流出及び転倒被害 | 漂流物の種類 | 機械・電気設備の被害程度 (全停止率=全停止被害÷全被害) 上機械 下電気 | | |
|------------|-----------|--------|--------------|-----------|--------------|--------|--|---|--------|
| | | | | | | | 2 | 2 | = 1.00 |
| 200 | 波圧 | 0 | 3 / 4 = 0.75 | 土 0 | | 被害無 | 2 | 2 | = 1.00 |
| | 浸水 | 4 | | 建 1 | | | 3 | 4 | = 0.75 |
| | 漂流物 | 0 | | 機 2 | | | | | |
| | | | | 電 4 | | | | | |

※ 浸水深はアンケート結果及び個別調査結果より

(4) 津波の浸入方向と施設の配置関連

| 海岸からの距離(m) | 施設名 | 津波進行方向と被害の関連 | | | | | | | | 【損傷状況】 A: 損傷なし B: 一部損傷 C: 全損傷 【機能状況】 A: 機能に問題無 B: 一部機能停止 C: 全機能停止 ※△とは、アンケートで被害なしの報告であったが写真で損傷を確認したもの。 |
|------------|------|--------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| | | 浸水深 GL+ | 津波進行方向に対する施設配置 | 建築損傷状況 | 建築機能状況 | 機械損傷状況 | 機械機能状況 | 電気損傷状況 | 電気機能状況 | |
| 200 | ポンプ棟 | 3.5 | 斜め方向 | C | C | C | C | C | C | |

(5) 被害状況

| 被害傾向分析における整理事項 | | 被害状況 |
|----------------|---|---|
| | | (青森県八戸汚水中継ポンプ場) |
| (1) | 津波の浸入方向との施設の配置方向における被害傾向 (津波浸入方向に対して長辺直角配置と長辺平行配置とで区分) | 津波の浸入方向に対して斜め方向に位置しており、建築に損傷は生じたが建築の機能停止は生じなかった。 機械・電気設備においては損傷・機能停止が生じた |
| (2) | 津波の浸入方向と開口部位置における被害傾向 | 津波の浸入方向に関係なく、浸水深以下は被害が発生している。被害率は100%であるため被害傾向はつかめない。 |
| (3) | 水処理施設の開口部における覆蓋の被害傾向 | — |
| (4) | 躯体の構造形式における被害傾向 | ポンプ棟(RC構造)が津波波圧により損傷が生じた |
| (5) | 漂流物の種類 | 被害無 |
| (6) | 機械設備、電気設備の浸水による被災傾向 | 機械: 水没箇所の電気部品(電動機、制御機器、計測機器類)及び物理的に変形したものは交換し、その他は洗浄やグリース添付で対処している。更新か修繕の内訳は不明 電気: 浸水深はGL-5.9mで地下は全水没、1階は2/3水没した。地下、1階の設備はすべて更新となった。2階ホッパー室の被害はなかった。 |

(6) 参考写真



流入ゲート開閉操作器の電気設備が浸水、全機能停止 (流入きよ)



機械・電気設備水没、全機能停止 (沈砂池搬出機)



機械・電気設備水没、全機能停止 (自動除塵機)



機械・電気設備水没、全機能停止 (汚水ポンプ施設)



機械・電気設備水没、全機能停止 (汚水ポンプ施設)



発電機及び発電機盤他水没、全機能停止

4) 被害総括と対策方針の整理

①被害総括

津波による波圧、漂流物、浸水被害についての被害傾向を図 I-1-63 にまとめる。

a. 浸水被害

- ・機械・電気設備の水没、軽量覆蓋・設備の流出（浮力作用）、ガスタンク等の流出（浮力作用）

b. 波圧被害

- ・構造物の損傷、機械・電気設備の損傷、ガスタンク等の流出

c. 漂流物被害

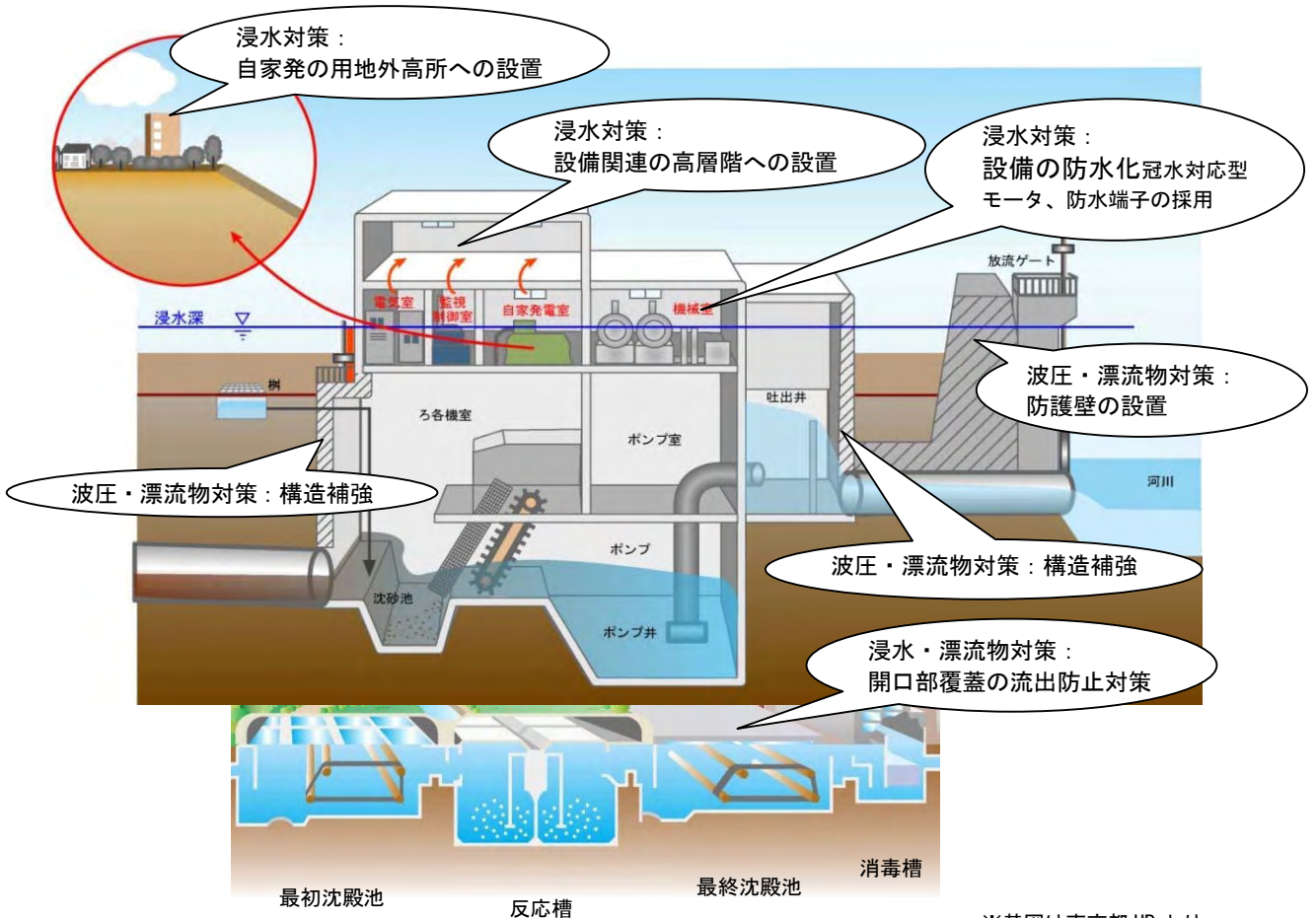
- ・構造物の損傷、漂流物の浸入による損傷、機能停止

②対策方針の整理

被害傾向分析の結果を踏まえ、図 I-1-63 に第 3 次提言に基づいた主な対策方針を以下に示す。

- ◆浸水被害：設備関連の高層階への設置、開口部覆蓋の流出防止対策、設備の防水化など
- ◆波圧被害：構造補強、津波浸入方向を考慮した建物配置、建築物の開口部位置変更など
- ◆漂流物被害：構造補強、防護壁の設置、水処理施設の開口部の覆蓋化など

表 I-1-37 に処理場・ポンプ場における現行の下水道施設の耐震対策指針と対策についてまとめた。



※基図は東京都 HP より

図 I-1-63 津波による波圧・漂流物・浸水の対策イメージ

表 I-1-37 処理場・ポンプ場における現行の下水道施設耐震対策指針と対策整理

| | 処理場・ポンプ場の被害状況 | 被害原因 | 現行の処理場・ポンプ場の耐震対策指針 | | 対策方針 (最大クラスの津波を対象) | |
|-----|------------------|-------------|-------------------------|---------------------------------------|--|-------------|
| | | | 耐震対策指針 | 耐震指針の考え方 | ハード対策 | ソフト対策 |
| 浸水 | 機械・電気設備の水没 | 浸水による水没 | 下水道の地震対策マニュアル 2006年版 | ・津波発生時の対応 防潮ゲートの閉鎖 流入ダダートの締切 など | ・設備の防水化(冠水対応型) ・設置されている室の防水化 ・浸水高さ以上に開口部を設置 ・高所への設置 | ・代替機能の確保 |
| | 軽量覆蓋、設備の流出 | 浸水による流出 | なし | | ・流出防止型覆蓋の設置 (コンクリート製覆蓋等) | ・代替機能の確保 |
| | ガスタンク等の流出 | 浮力による流出 | なし | | ・浮力を考慮した基礎ボルト設置 | |
| 波圧 | 構造物の損傷 | 波圧による被害 | なし | | ・構造補強 ・防護壁の設置 ・津波進入方向を考慮した配置 ・浸水高さ以上に開口部を設置 | ・津波シミュレーション |
| | 機械・電気設備の損傷 | 波圧による被害 | なし | | ・防護壁の設置 ・浸水高さ以上に開口部を設置 | ・代替機能の確保 |
| | ガスタンク等の流出 | 浮力及び波圧による流出 | なし | | ・浮力及び波圧を考慮した基礎ボルト設置 | |
| 漂流物 | 構造物の損傷 | 漂流物による被害 | なし | | ・構造補強 ・防護壁の設置 ・津波進入方向を考慮した配置 ・浸水高さ以上に開口部を設置 | ・津波シミュレーション |
| | 漂流物の侵入による損傷、機能停止 | 漂流物による被害 | なし | | ・開口部の覆蓋化 ・防護壁の設置 | |