

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液状化被害、処理場・ポンプ場の津波被害についていくつかの個別対象から詳細な被害傾向分析を行い、対策方針の検討を行う。

(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には、東京湾岸地域と利根川下流域に集中しており、これらの地域から被害傾向分析の対象自治体を選定する。

選定については、アンケート結果より周辺地盤の液状化被害で被害の大きかった自治体より選定し結果を以下に示す。

表 I-1-18 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	22.30km
	千葉県千葉市	7.60km
利根川下流域の 液状化地区	茨城県稲敷市	15.20km
	千葉県香取市	13.10km

2) 被害傾向分析の考え方

周辺地盤の液状化が発生しやすい地盤特性について整理する。被害傾向分析に上げた自治体でのアンケート結果から、各自治体での被害の特徴は、浦安市では人孔の躯体ズレ被害、千葉市では人孔の沈下、稲敷市では側方流動による継手の抜け、全ての対象自治体に対して管きょ内への土砂堆積について整理する。

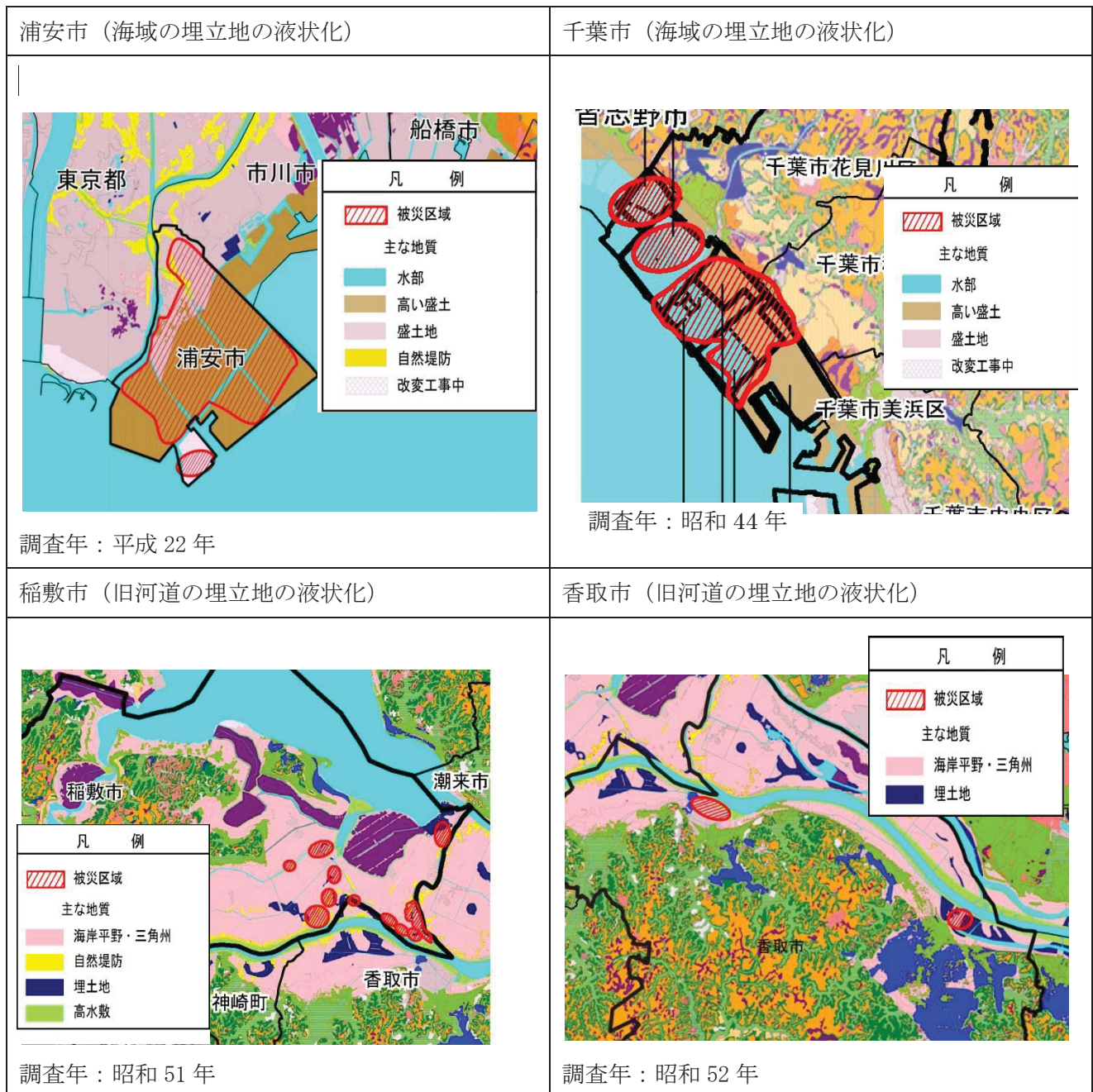
表 I-1-19 被害分析における整理事項

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)管きょ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、土地条件図を基に下水道施設の被害箇所を照らし合わせ、被害の分布状況を図I-1-34に整理する。



※出展：土地条件図（国土地理院）

図 I -1-34 被害箇所と土地条件図

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、共に人工改変地区で被害が発生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について浦安市を対象として要因分析を行う。

浦安の被災地区は昭和 45 年ごろから造成に伴い下水道整備が行われてきている。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 規格のものへと変遷していることから、各時代で布設した人孔タイプによって被害率の状況が異なると想定し、人孔の布設年度との関係を整理した。また、道路占用位置の違いによる被害も想定されるため道路占用位置についても整理した。

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次のようになる。

側塊人孔が主流の S 43 年から S 55 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 4.2%と高い傾向である。

組立人孔が市場に導入された S 55 年以降は平均ズレ被害率 2.5%、平成元年に下水道協会Ⅱ類認定以降は平均ズレ被害率 2.4%と低くなっており、下水道協会規格取得の H17 年以降では被害が起きていない。

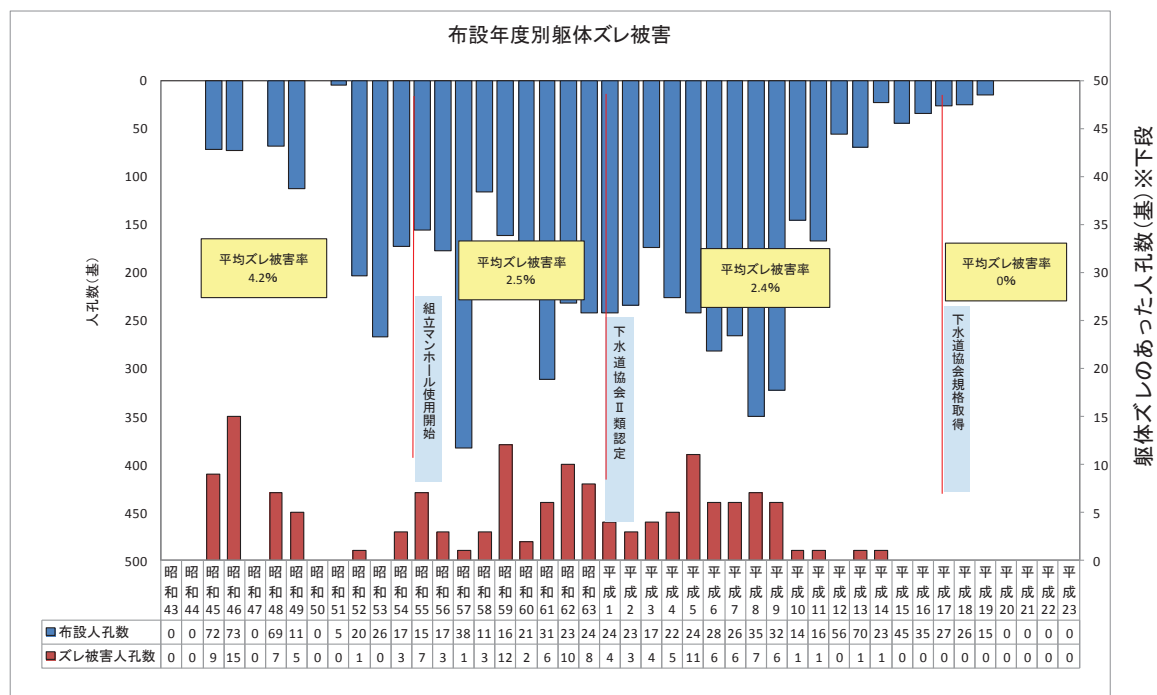


図 I-1-35 布設年度とズレ被害の人孔数

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

次に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。

浦安市の道路占用位置における人孔ズレ被害は、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 基となっている。一方、今回の地震による人孔のズレ被害は、歩道部に埋設されている人孔の被害数が高い (83 基) 傾向である。

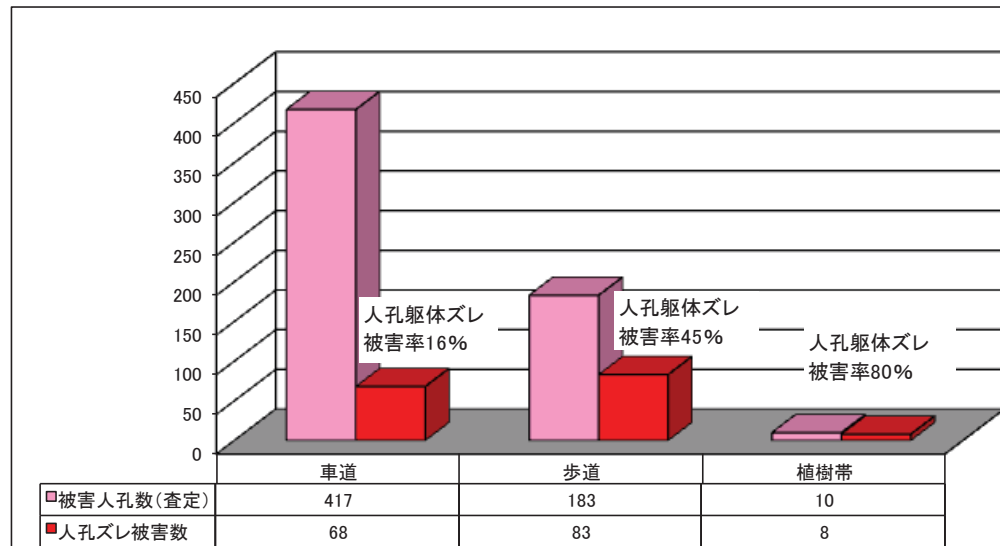


図 I-1-36 各道路占用位置における人孔ズレ被害数

c. 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、組立人孔では構造上各ブロックを連結していることが被害を軽減させたものと考えられ、側塊タイプは各ブロックが連結されていないため被害が大きくなったと考えられる。また周辺地盤の液状化は、埋戻し土の液状化に比べて、地盤の支持力低下が広範囲にわたり、地震動や地盤流動による現地盤の揺れ幅が大きくなることから、この揺れ幅が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り人孔のズレや破損被害の発生に大きく関係していると考えられる。よって、周辺地盤の液状化においては、人孔の躯体ズレ防止対策が有効と考えられる。

③人孔の沈下被害

人孔の突出被害については、過去の新潟県中越地震などで埋め戻し部の液状化として特徴的な人孔被害だったが、今回の周辺地盤の液状化では逆に人孔が沈下(表面上は被害なし状態)する被害が発生した。このため、人孔の沈下被害を、被害の多かった千葉市にて不同沈下量と被害率に関する傾向分析を行う。

a. 千葉市での地盤の沈下状況

千葉市では測量基準点に対して地盤の沈下量を計測している。計測結果から沈下量の大きなところでは、45cm の沈下が観測されている。一方、水平方向の移動については、地盤全体が東方向に30cm 程度の移動が観測されている。

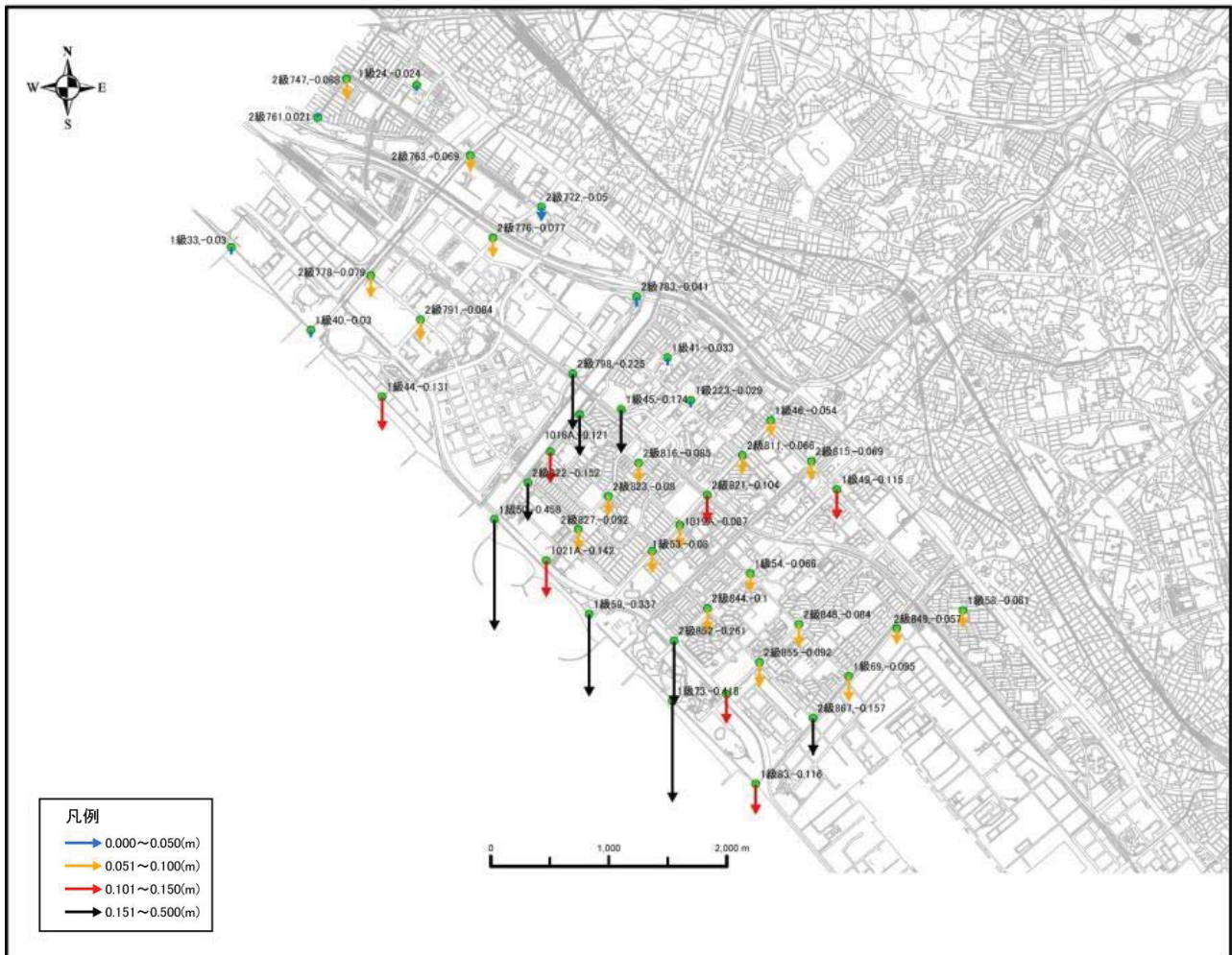


図 I-1-37 地盤の沈下状況図

b. 人孔の不同沈下量と管きょ被害率の関係

千葉市での人孔沈下は、人孔が地盤と一緒に沈下した事による被害である。そこで、人孔の沈下被害の傾向を把握するに当たり、災害査定資料にて被災前後での地盤高が測定されていることから、その結果を基に人孔の不同沈下量（上流側沈下量と下流側沈下量の差(図 I-1-39))を算出し、管種別の被害率との関係を整理することとした。(表 I-1-20)

表 I-1-20 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

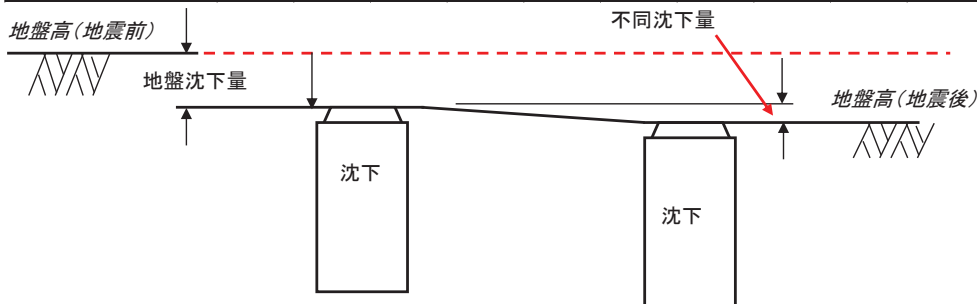


図 I-1-39 人孔の不同沈下状態

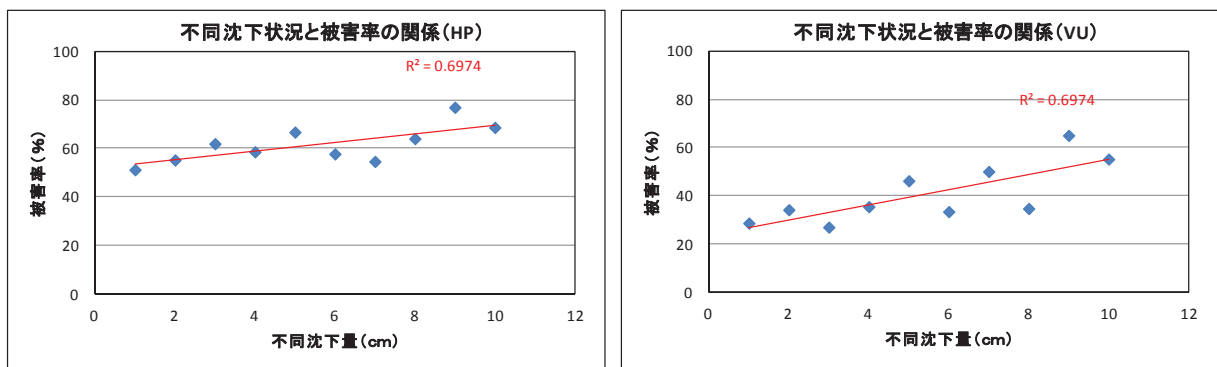


図 I-1-40 不同沈下状況と被害率の関係

結果として、人孔不同沈下量と管きょの被害率の傾向は、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得られた。(図 I-1-40)

c. 人孔の沈下被害のまとめ

人孔の沈下被害では、地表面上は被害のないAタイプ（図 I-1-41）が発生した場合でも、埋設されている管きょには被害が発生し、その被害は管種に関係なく人孔の不同沈下量が大きくなれば同様に被害も大きくなる傾向がある。

また、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-1-41）は、千葉市、浦安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、浦安市では最大11cm）、発生した頻度も少なかった。（浦安で10cm以上の沈下人孔数7箇所）

これらの人孔沈下被害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な対策を検討する必要がある。

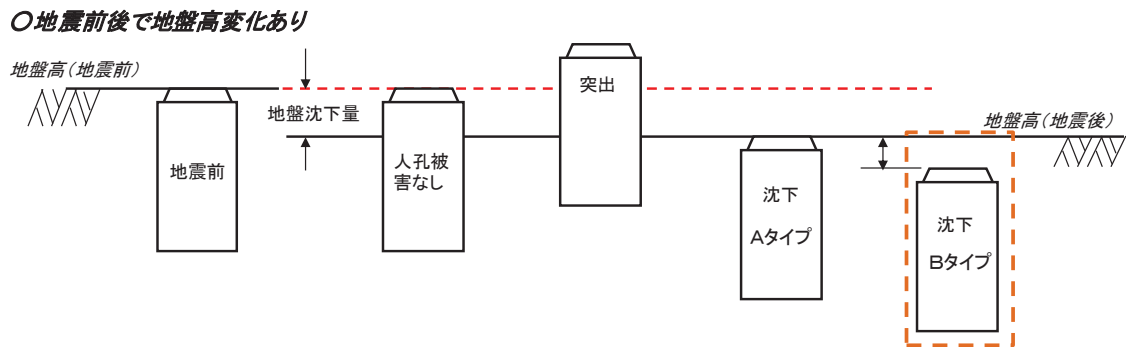


図 I-1-41 地震前後の人孔の状態



写真 I-1-9 人孔沈下被害例（Bタイプ）浦安市

④側方流動による継手の抜け被害

管きょの抜け被害については、被害の多かっ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ょの抜け被害が多く発生していることから抜け被害の対象とした。

a. 管きょ継手の拔出し量からの地盤移動量の算出

震災後のTVカメラ調査結果を基に「隙間ずれ」に着目し、TVカメラ調査判定結果から想定した管きょ継手部の拔出し量を、A判定を10cm、B判定を5cm、C判定を2.5cmの拔出し量（隙間ずれ）と仮定して（表I-1-22）算出し、各スパンでの水平移動距離については結果を表I-1-21に示す。この値は、全てが管軸方向の変位量ではなく縦断方向の変位も含まれているが、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-1-21 TVカメラ調査結果からの拔出し量の想定

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 単位拔出し量(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。

表 I-1-22 TVカメラ調査判定結果からの仮定拔出し量

	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
仮定の拔出し量	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

b. 管きょ継手の拔出し量と路線位置

表 I -1-21 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 -1-42 となる。

最もスパン間での移動量が大きかったのは路線番号⑪の箇所、この箇所では民家のコンクリート塀が約 50cm 程度のズレが生じていたことが現地で確認されている。

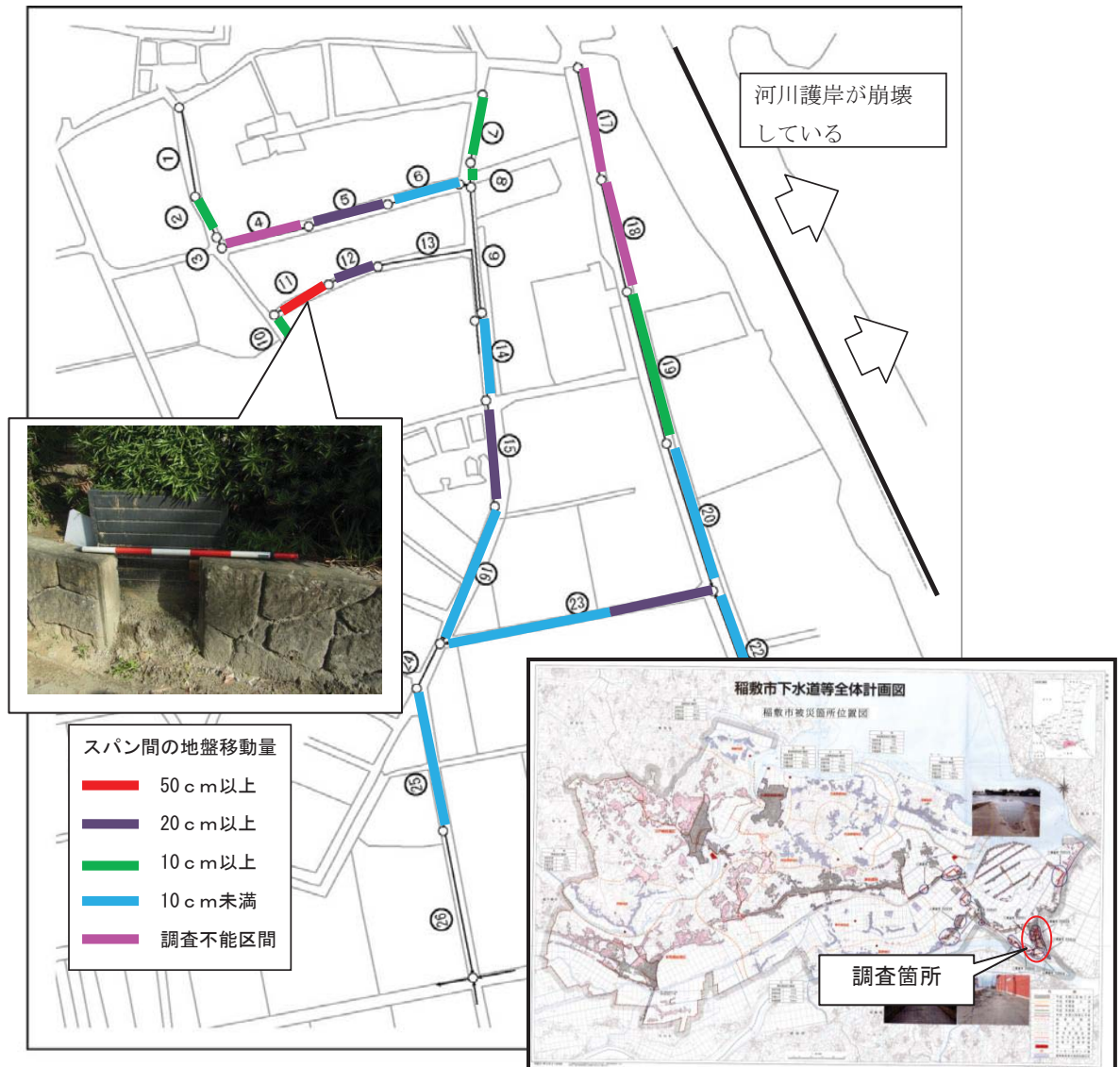


図 I -1-42 スパン間の地盤移動量

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としては、河川に垂直方向の路線(④,⑤,⑪,⑫)では管軸方向の抜けが発生し、河川に平行方向の路線(⑬,⑭,⑮)では、水平方向(蛇行)の地盤の移動により抜けが発生したものと考えられる。

対象地域での地盤変位の特徴としては、路線⑬で抜け被害が発生していないことを踏まえ、路線⑪を境に全体的に河川側へ移動したものと考えられる。

側方流動の対策としては、護岸補強などと連携した対策が必要と考えられる。

⑤管きょ内土砂堆積被害

周辺地盤の液状化が発生した地域では、管路内へ多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、下水道の使用制限を行うまでの被害に繋がった。ここでは、管路内への流入経路と流入した土砂の粒度について分析を行う。

a. 管きょ内への流入経路

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。

下の写真は、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がわかる。

このことにより、管きょ内に堆積した土砂は地上に噴出したものが管路内に流入したものではなく、地中において管路内に流入したものと考えられる。

よって、流入経路としては下記に上げた場所が考えられる。



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)

【想定される土砂流入経路】

- ・取付け管の破損箇所
- ・人孔躯体のズレ箇所
- ・本管破損、抜け箇所
- ・人孔と管との接合部の破損箇所
- ・宅地内排水管破損箇所

今回各地で発生した土砂堆積被害のあった管路スパン数と、各被害事象との相関を見るため、土砂堆積箇所数と被害数をグラフ化した。

※本管の抜け箇所に関しては、ヒアリング結果及び浦安市でのTVカメラ調査結果より、継ぎ目ズレAランク被害(脱却)を集計したところ、約 40 箇所と少ない結果であったことより対象外とした。

表 I-1-23 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

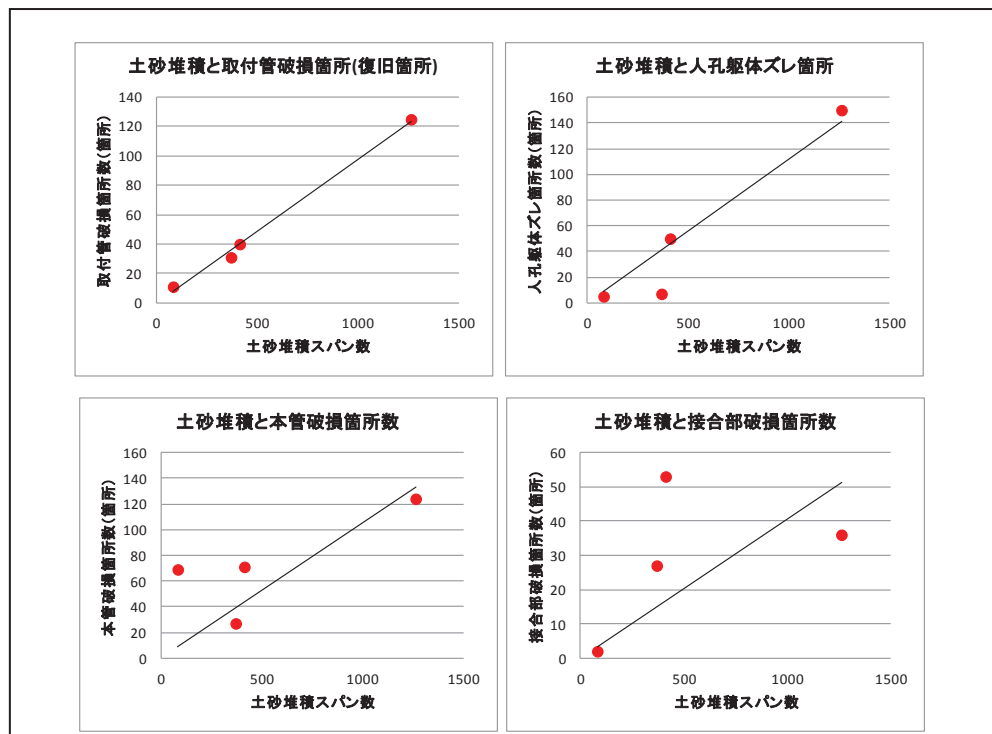


図 I-1-43 土砂堆積箇所数と想定される土砂流入経路の相関

人孔躯体ズレ箇所及び取付管破損箇所(復旧箇所)については、相関性が高い結果となった。
以上から、人孔躯体ズレ箇所及び取付管破損箇所から土砂が流入した可能性が高いと考えられる。

b. 管きょ内に流入した土砂の粒度

今回周辺地盤の液状化が発生した関東地域で発生した噴砂は、細かな砂層(シルト系細砂や砂質シルト)が液状化したと思われ、噴砂は非常に細かったと考えられる。

図 I-1-44 は新潟県中越地震発生時の噴砂と今回の地震による関東地域での噴砂の粒径加積曲線を示している。今回の地震による関東地域での噴砂は、粒径 0.3mm 以下で 90%を占める非常に細かい噴砂だったことがグラフより確認できる。

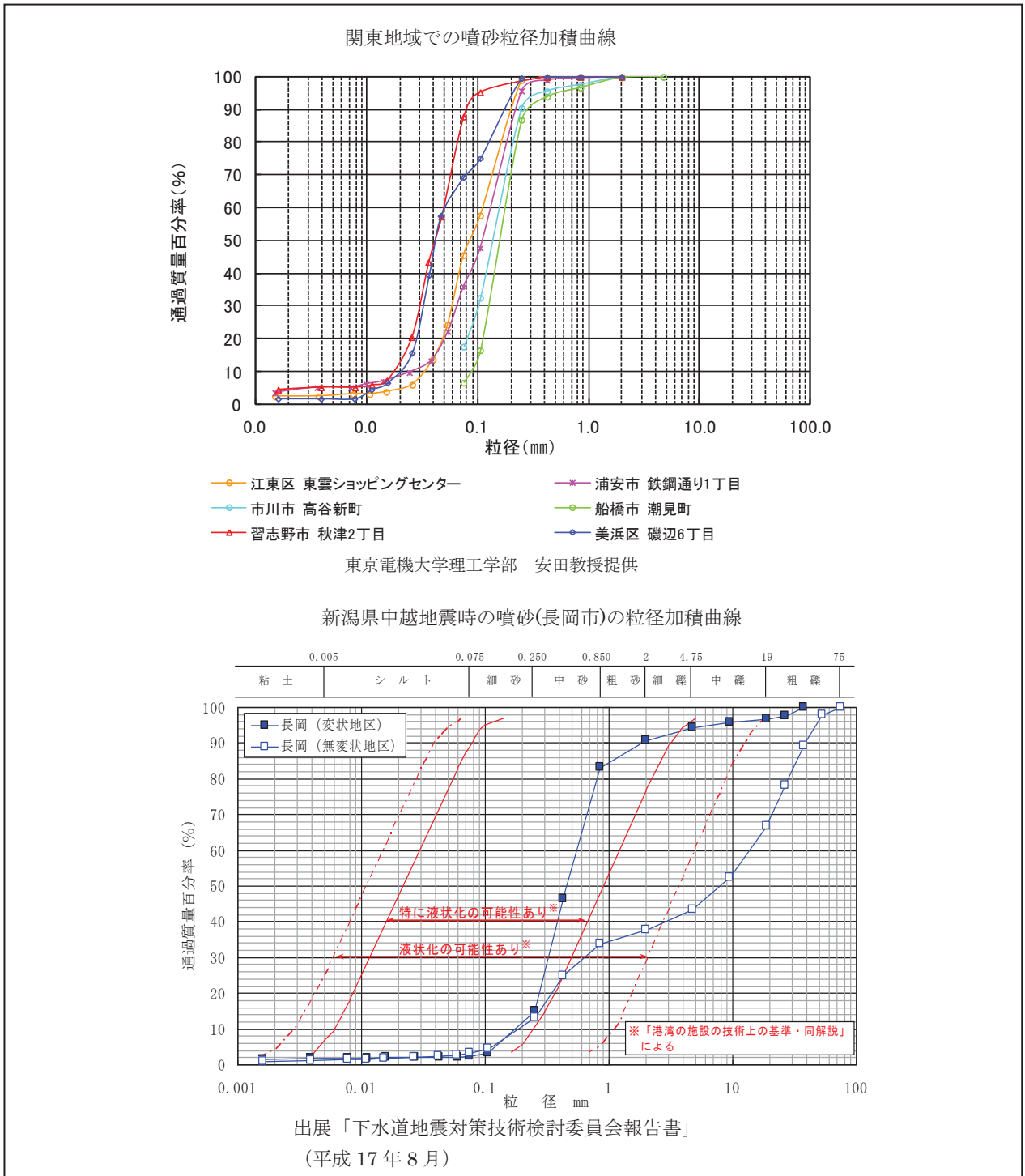


図 I-1-44 噴砂の粒径加積曲線図

c. 管きょ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ったため、小さな隙間からでも管きょ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した層厚が厚く、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して以下にまとめる。

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ょ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ると局部的に管きょ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な対策が必要と考えられる。

e. 管きょ内への土砂堆積被害

- ・ 土砂流入は、取付け管、ます、管渠における継手可とう性や伸縮性不足による損傷部、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の整理

①被害総括

周辺地盤の液状化被害と埋め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. 埋め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、ヒューム管の順で大きくなっている。

②対策方針の整理

周辺地盤の液状化被害と埋め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

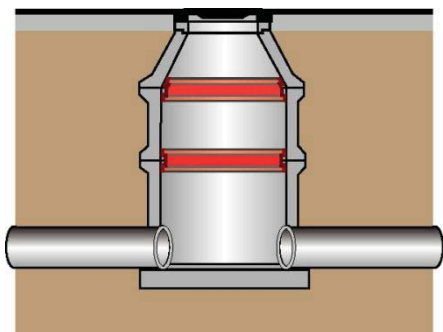
周辺地盤の液状化被害の発生しやすい地域としては、埋立地等の人工改変地区であった。

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な対策としては、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。

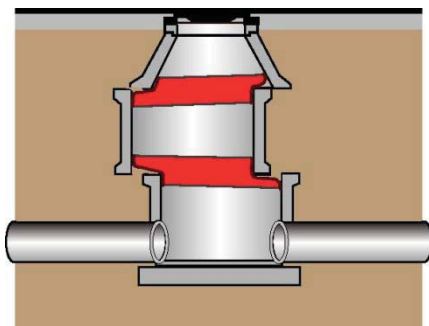
- ・取付管および支管、継手の受口に可とう性及び伸縮性の優れた継手の開発が必要である。
- ・今回の東京湾岸地域では側塊ブロックタイプの人孔が多数採用されており、躯体のズレ被害を増加させたものと考えられ、既設の側塊ブロックタイプの人孔には、躯体のズレ防止または目地部からの土砂流入を防止する対策が必要である。
- ・完全に管路内への土砂流入を防ぐ事は困難なため、事後対応として管路清掃業者との連携体制を構築しておく必要がある。

b. 埋め戻し部の液状化

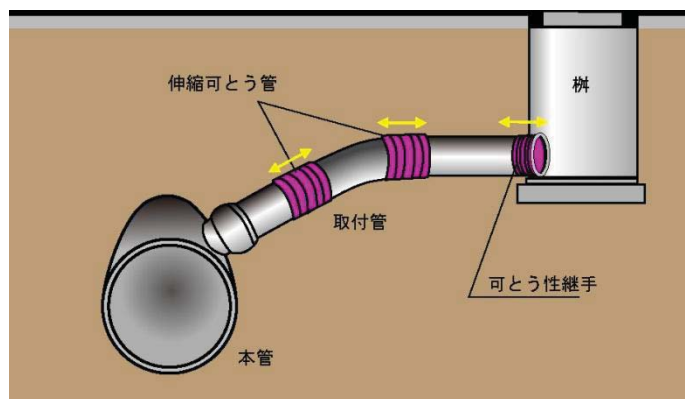
埋め戻し土の液状化に対しては、現行の耐震対策指針にある埋戻しの液状化対策工法にて対応する。



人孔側塊のずれ防止対策



目地部からの土砂流入防止対策



取付け管及び継手の可とう性、伸縮性対策

図 I-1-45 全面液状化地区の対策イメージ

表 I-1-24 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対策整理

	下水道管路施設被害状況	被害原因	現行の下水道施設の耐震対策指針		対策方針	
			耐震対策指針	耐震指針の考え方	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	津波の波圧による破損 飛散	なし	耐震対応マニュアル 地震対応マニュアル	・吐き口ゲートを閉じ、津波の侵入を防止する。	・BCP等で地震後の対応強化
	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	・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パラッキによる強度不足により被害発生	なし	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	・混合管理の徹底	・BCP等で地震後の対応強化
	埋め戻し土	・未対策箇所での被害発生	第2節 差込み継手管渠の耐震設計 3.2.4 照査方法と対策	・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抜出し量に对应的な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抜出しによる離脱を防止するため差込み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	・左記同様とし、変更無し	
液状化	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	・未対策箇所での被害発生	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	・レベル1 液状化の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	・左記同様とし、変更無し	
	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	・側塊ブロックタイプでの躯体スレ被害	第6節 マンホールの耐震設計 3.6.2 マンホール目地部の検討	・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らないようにする	・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	
	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	・未対策箇所での被害発生 ・伸縮性不足	第7節 他の管路施設の耐震設計 3.7.4 取付け管	・取付け管は、原則として旧田の容易な構造とし、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、差込み長を長くし、本管及びマスとの接合部は、可とう性とし、本管及びマスとの接合部は、可とう性継手を用いて変位を吸収させるような配慮が望ましい	・取付け管の継手部は、差込み長を長くし、本管及びマスとの接合部は、可とう性継手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)	
地盤沈下	土砂流入	・宅地内排水設備、取付け管破損、マンホール躯体スレ箇所等からの流入	なし	・周辺地盤の液状化対策と同様	・上記、取付け管及び人孔躯体対策等の実施	・BCP等で地震後の対応強化
	造成盛土崩壊による管路破損	・未対策箇所での被害発生	第8節 液状化対策 3.8.1 管路施設における液状化対策の基本方針 (2)液状化対策	・周辺地盤の液状化対策と同様		・BCP等で地震後の対応強化 ・住宅局との連携
	管渠から周辺地域での浸水 排水不良	・管路施設が沈降し、排水が出来ない	なし		・放流水面と吐き口との高さの確保	・BCP等で地震後の対応強化

（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

処理場とポンプ場の各々に対して、津波による波圧・漂流物と津波による浸水の２つの被害要因毎で、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以下に示す。

表 I -1-25 被害傾向分析の対象施設

	処理場	ポンプ場
津波による 波圧・漂流物	・ 宮城県仙台市南蒲生浄化センター ・ 宮城県県南浄化センター ・ 岩手県大船渡市大船渡浄化センター	・ 宮城県仙台市蒲生排水ポンプ場 ・ 宮城県名取市新町ポンプ場 ・ 宮城県石巻第6汚水中継ポンプ場
津波による 浸水	・ 宮城県仙塩浄化センター ・ 宮城県石巻東部浄化センター ・ 岩手県釜石市大平下水処理場 ・ 福島県南相馬市鹿島浄化センター	・ 宮城県仙台市新北田排水ポンプ場 ・ 閑上雨水ポンプ場 ・ 宮城県名取ポンプ場 ・ 八戸市汚水中継ポンプ場

2) 被害傾向分析の考え方

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、以下の項目について整理を行うものとする。

表 I-1-26 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）

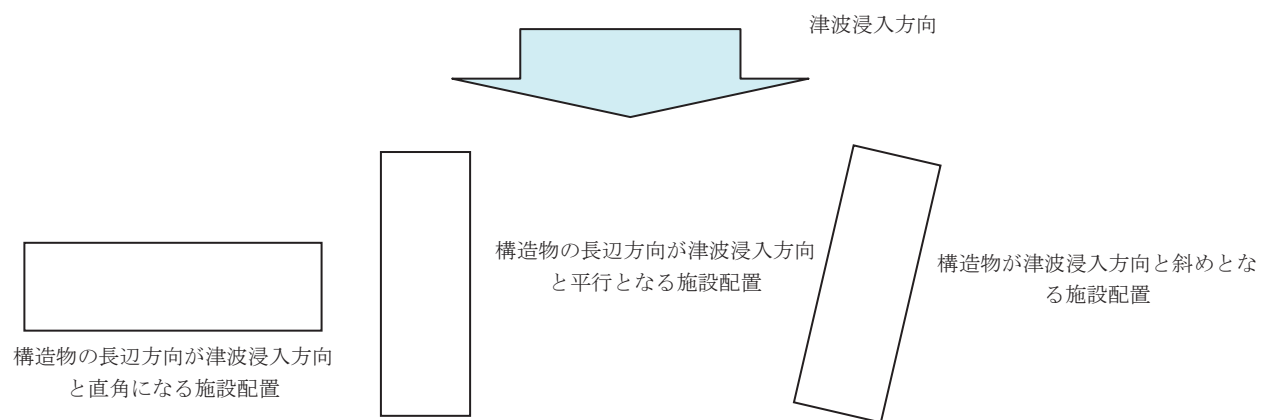


図 I-1-46 津波浸入方向と建物配置

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みると、以下の結果であった。

- ・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%

以上から、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。

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。

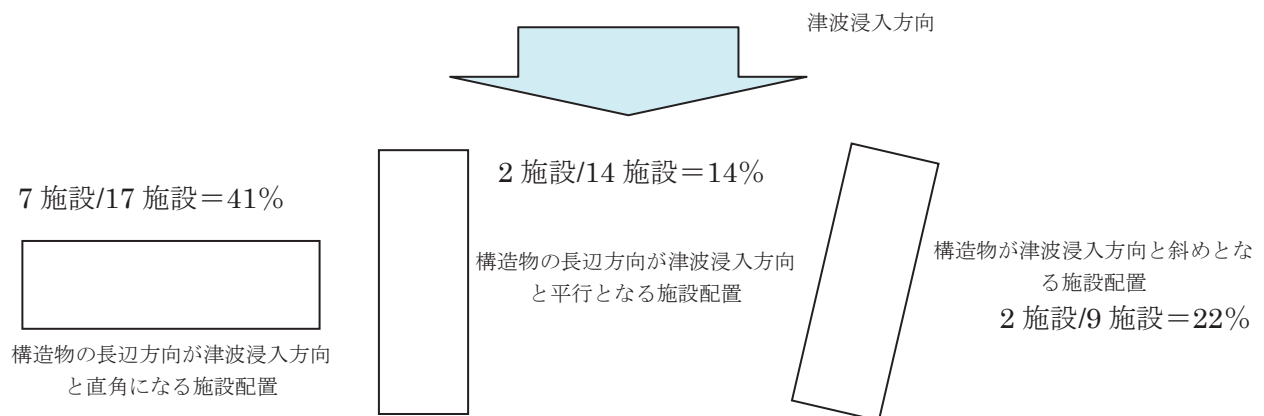


図 I -1-47 津波浸入方向と全損傷の施設割合

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、津波の進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、津波進入方向に対し、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ケースに分けて整理した（図 I-1-48 参照）。
- 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、扉と窓に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。）

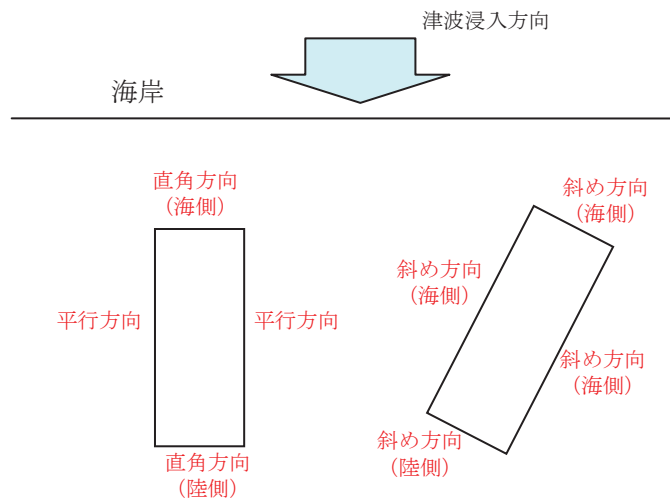


図 I-1-48 開口部方向概要図

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（宮城県仙台市南蒲生浄化センター、宮城県石巻東部浄化センター、岩手県大平下水水処理場、宮城県県南浄化センター）、及び6ポンプ場（宮城県仙台市蒲生排水ポンプ場、宮城県石巻第6ポンプ場、宮城県仙台市北新田排水ポンプ場、宮城県名取市閑上雨水ポンプ場、宮城県名取ポンプ場、青森県八戸市汚水中継ポンプ場）を対象に、開口部被害を整理した結果を表 I-1-27 に示す。

以下より整理結果を示す。

- 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、開口部の位置が直角方向（海側）や斜め方向（海側）の場合が被害率が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ことが想定される。

- ・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理由によるものと考えられる。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散布図として図 I-1-49 に示す。但し、浸水深と被害率の間には深い関連性は確認できない結果であった。
- ・宮城県石巻第6 ポンプ場や宮城県名取ポンプ場は、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ことが考えられる。

以上より、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。

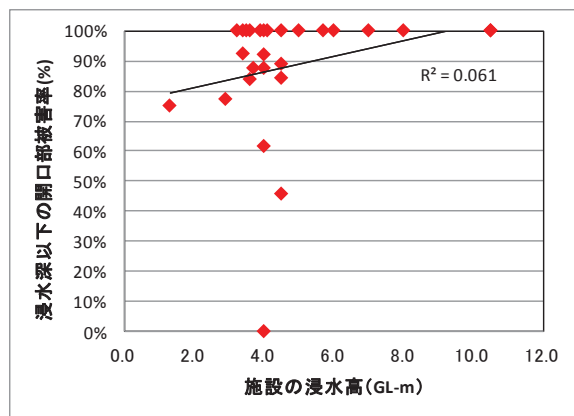


図 I-1-49 浸水深と開口部被害率の関係

表 I-1-27 津波浸入方向と開口部被害の関連

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
宮城県仙台市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
	汚水ポンプ施設	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
宮城県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				
岩手県大平下水処理場	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				
宮城県県南浄化センター	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
宮城県仙台市蒲生排水ポンプ場	ポンプ棟	8.0	0	0	2	2					0	0	4	4					2	2	6	6
宮城県石巻第6ポンプ場	ポンプ棟	4.5	0	0	7	3					2	2	4	1					6	6	16	4
宮城県仙台市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
宮城県名取市関上雨水ポンプ場	ポンプ棟	3.6	2	2	1	1					0	0	0	0					0	0	0	0
宮城県名取ポンプ場	ポンプ棟	1.3	0	0	2	0					2	2	0	0					7	6	2	0
青森県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としては以下の結果であった。

- ・ 覆蓋または水槽開口部に蓋のある 12 施設のうち流出被害にあったのは 9 施設（75%）
- ・ 被害のあった覆蓋で F R P、F F U（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殿池では、二重覆蓋への浸水により F R P 製覆蓋が一部流出する被害があった。F R P 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など流出防止型の覆蓋設置が望ましいと考えられる。

表 I-1-28 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)被害
南蒲生浄化センター	最初沈殿池		FRP	流出	1	1		1	0
石巻東部浄化センター	最初沈殿池	有(RC)	FRP	一部流出	1	1		1	0
	反応タンク	有(RC)	鋼製	被害無	1	0		0	0
大船渡浄化センター	最初沈殿池		FFU	流出	1	1		1	0
	反応タンク		FRP	流出	1	1		1	0
	最終沈殿池		グレーチング	流出	1	1		0	1
	塩素混和池		グレーチング	流出	1	1		0	1
大平下水処理場	最初沈殿池		FRP	流出	1	1		1	0
仙塩浄化センター	最初沈殿池	有(RC)	鋼製	被害無	1	0		0	0
	反応タンク		鋼製	被害無	1	0		0	0
県南浄化センター	最初沈殿池		FRP	流出	1	1		1	0
	反応タンク		FRP	流出	1	1		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%



写真 I-1-11 大平下水処理場（F R P 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 R C 構造は 10 施設、鉄骨や鋼製構造は 6 施設であった。

R C 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-1-29 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
	ガスタンク	鋼製			○		C	1		1
県南浄化センター	倉庫	鉄骨	4.1		○		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。

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の設置などの対策が必要と考えられる。

なお、漂流物による施設被害の可能性が想定される場合などは、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-1-30 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

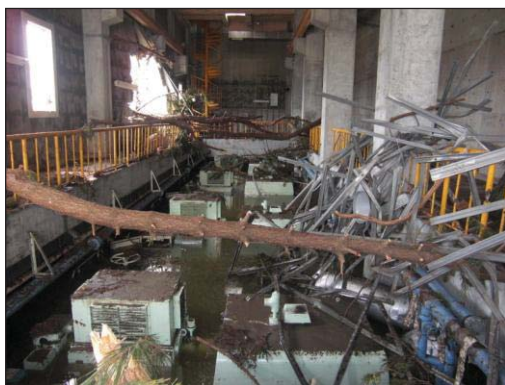


写真 I-1-13 南蒲生浄化センター
(送風機棟への流木浸入)



写真 I-1-14 大平下水処理場
(水処理施設への車両浸入)

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（宮城県石巻東部浄化センター、岩手県釜石市大平下水処理場）、及び3ポンプ場（宮城県石巻第6ポンプ場、宮城県名取市閑上雨水ポンプ場、宮城県名取ポンプ場）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-1-31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、ブローア類や濃度計類（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-1-31 機械設備の被害程度の傾向

	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	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
ブローア	35	10	3
タンク、水槽	6	17	4
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
ユニット、小機械その他	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-1-32 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、濃度計類は電装品で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が補修や無被害の割合が特に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これらが無被害であったこと。クレーン等搬出入機械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ことの理由によるものと考えられる。

以上から、機械設備の主要原因は電気部品の冠水であり、設備の防水化（冠水対応型）などの対策が必要と考えられる。

表 I-1-32 機械設備の被害原因の傾向

	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	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	33	11	8	0	0
タンク、水槽	7	4	5	0	2
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
ユニット、小機械その他	10	1	1	1	0
集計	461	142	94	7	17
割合	64%	20%	13%	1%	2%

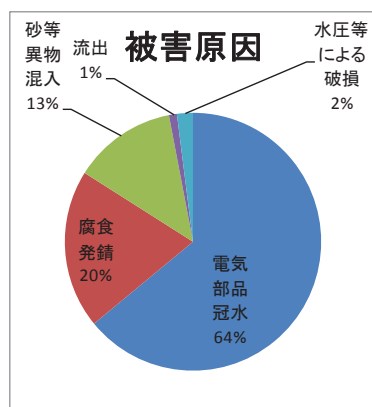


図 I-1-50 機械設備の被害原因割合

【電気設備】

電気設備の被害傾向分析は、7 処理場（宮城県仙台市南蒲生浄化センター、宮城県石巻東部浄化センター、岩手県大船渡浄化センター、岩手県釜石市大平下水処理場、宮城県仙塩浄化センター、宮城県県南浄化センター、福島県南相馬鹿島浄化センター）、及び 7 ポンプ場（宮城県仙台市蒲生排水ポンプ場、宮城県名取市新町ポンプ場、宮城県石巻第 6 ポンプ場、宮城県北新田排水ポンプ場、宮城県名取市閑上雨水ポンプ場、宮城県名取ポンプ場、青森県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-1-33 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-1-33 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
宮城県仙台市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
宮城県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
福島県南相馬鹿島浄化センター	機械棟 1 階電気室	電気室の防水性のため
宮城県名取市閑上雨水ポンプ場	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は被害が大きい傾向である。
⇒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。
⇒鋼製またはコンクリート製の覆蓋など流出防止型の覆蓋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等による検討）

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-1-51 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 1,000m 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。

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ることを確認した。

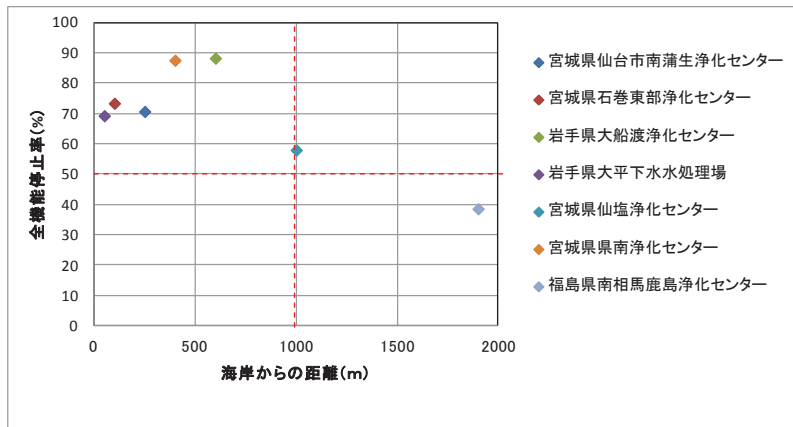


図 I-1-51 海岸からの距離と被害の関連

海岸からの距離と被害要因について、アンケート結果では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。

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、各々の状況により被害要因が異なると考えられる。



写真 I-1-15 石巻東部浄化センター
(津波浸入方向に隣接施設有り)

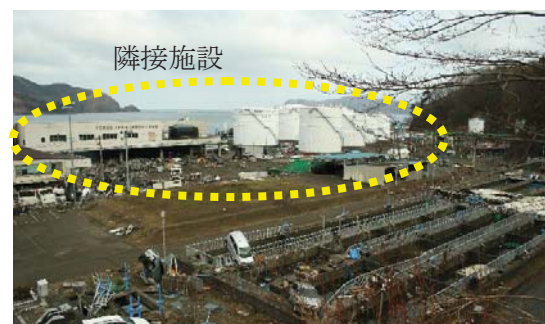


写真 I-1-16 大平下水処理場
(写真奥が津波浸入方向：隣接施設有り)

表 I-1-34 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 1-1-49 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が、全て 1.5m 以上の浸水深であった対象施設において、福島県南相馬市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)

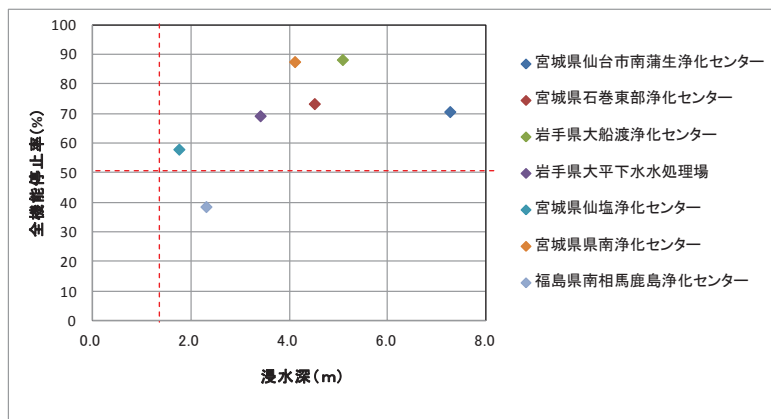


図 I-1-52 津波による浸水深と被害の関連



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】

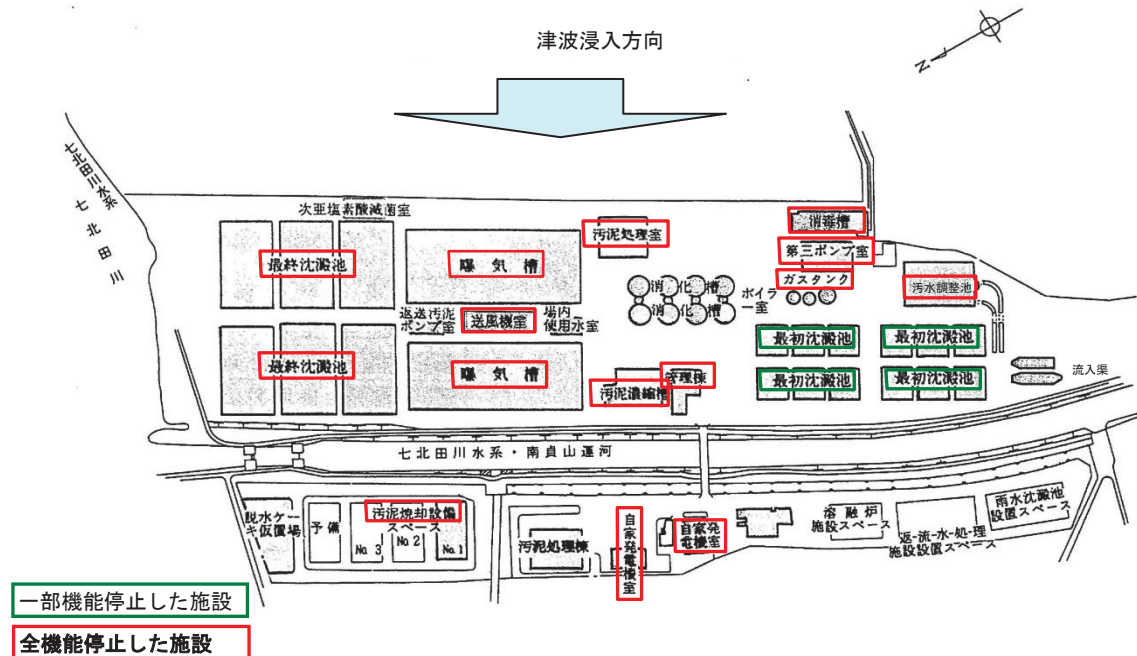
1. 宮城県仙台市南蒲生浄化センター

(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：398,000 m³/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)	建造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	施設名	設置有無	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
	汚水ポンプ施設	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

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

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

(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

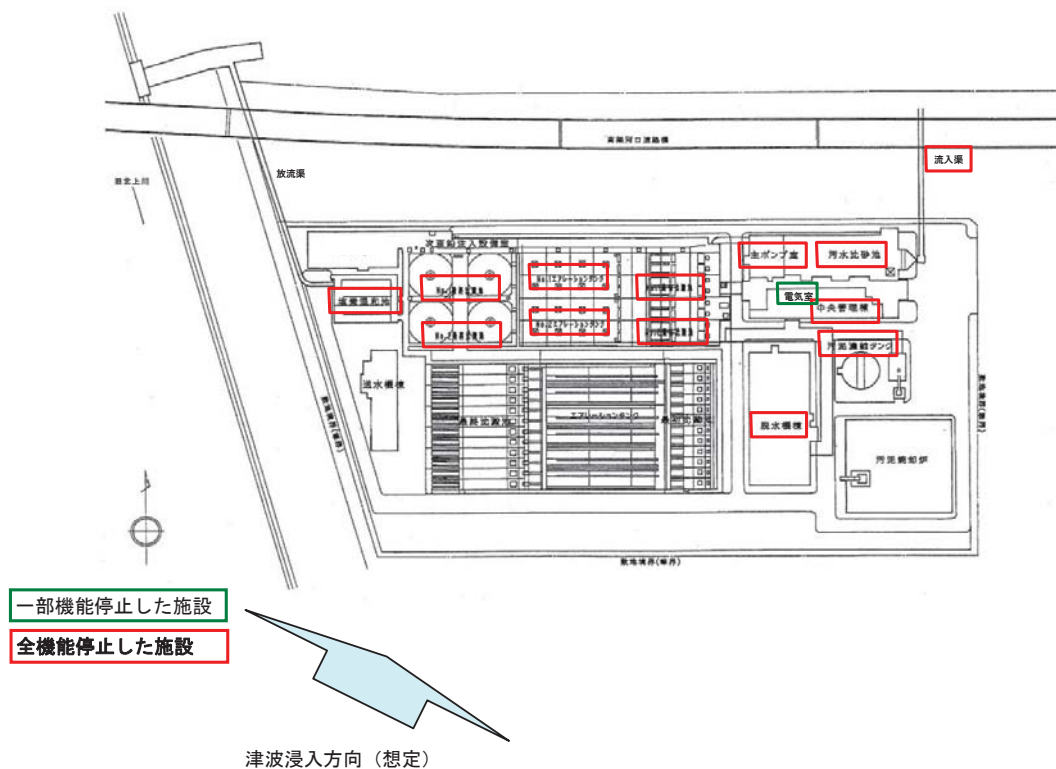
2. 宮城県石巻東部浄化センター

(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：16,300 m³/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、場内管渠、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) 上機械 下電気					
																		10	/	10	=	1.00	
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、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
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

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

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

(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、ガスボンベ室)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。

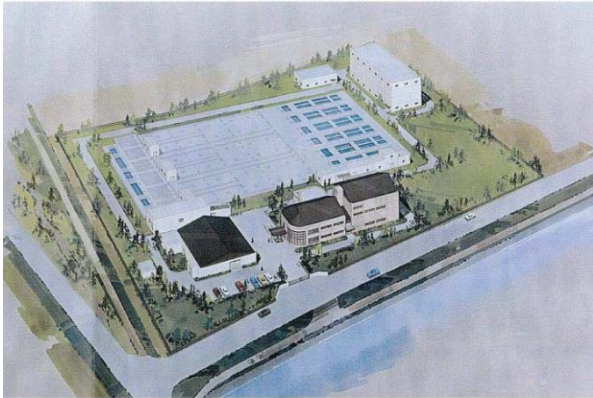
(6) 参考写真



ガレキの進入

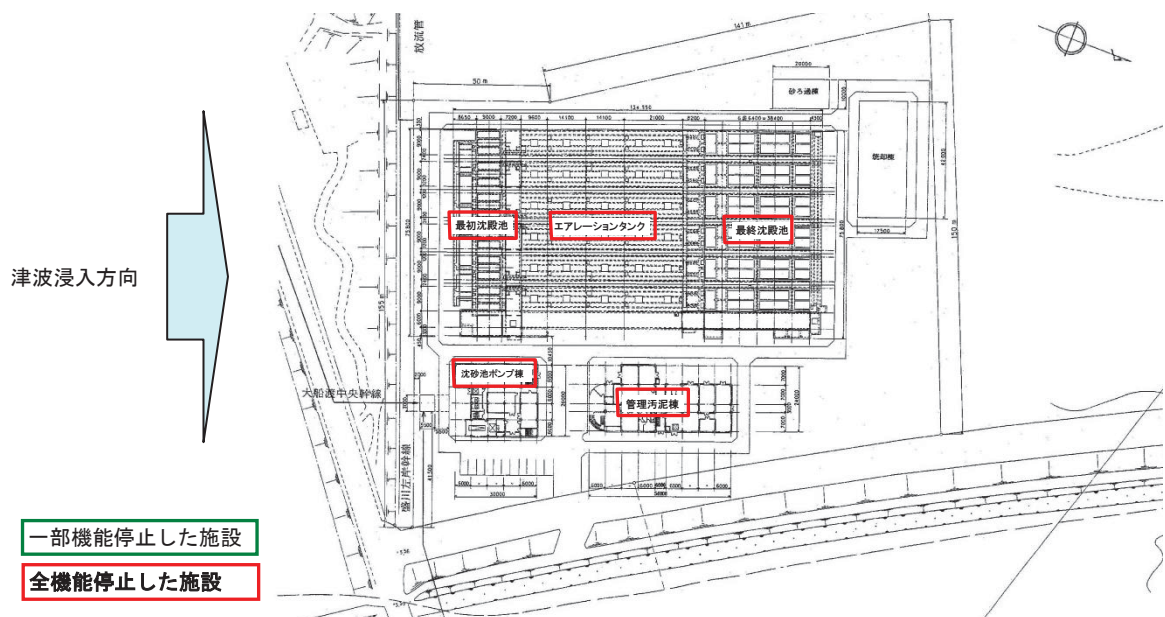
3. 岩手県大船渡市大船渡浄化センター

(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：6,400 m³/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)	構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) 上機械 下電気			
										施設名	覆蓋有無	被害有無	機能状況				
600	波圧	14	5.07			15 / 17 = 0.88	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	G	全	全				
							電 13			塩	G	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
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

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
 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

(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

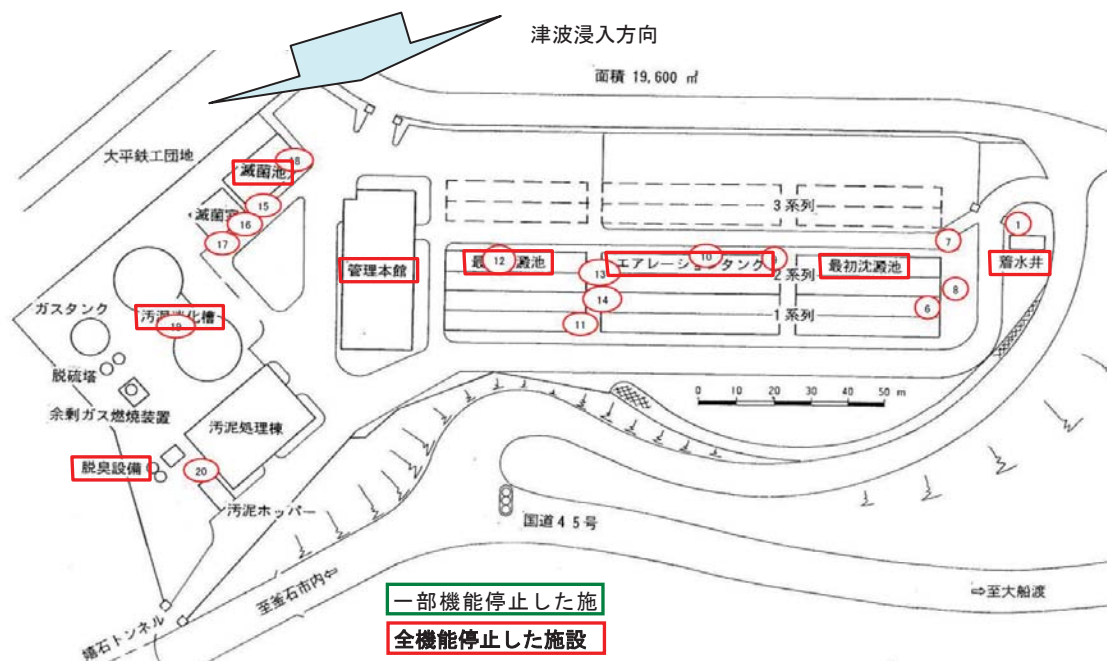
4. 岩手県釜石市大平下水処理場

(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：14,480 m³/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)	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
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、銅：銅製、

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
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

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

(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	最初沈黙池の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



漂流車両の進入

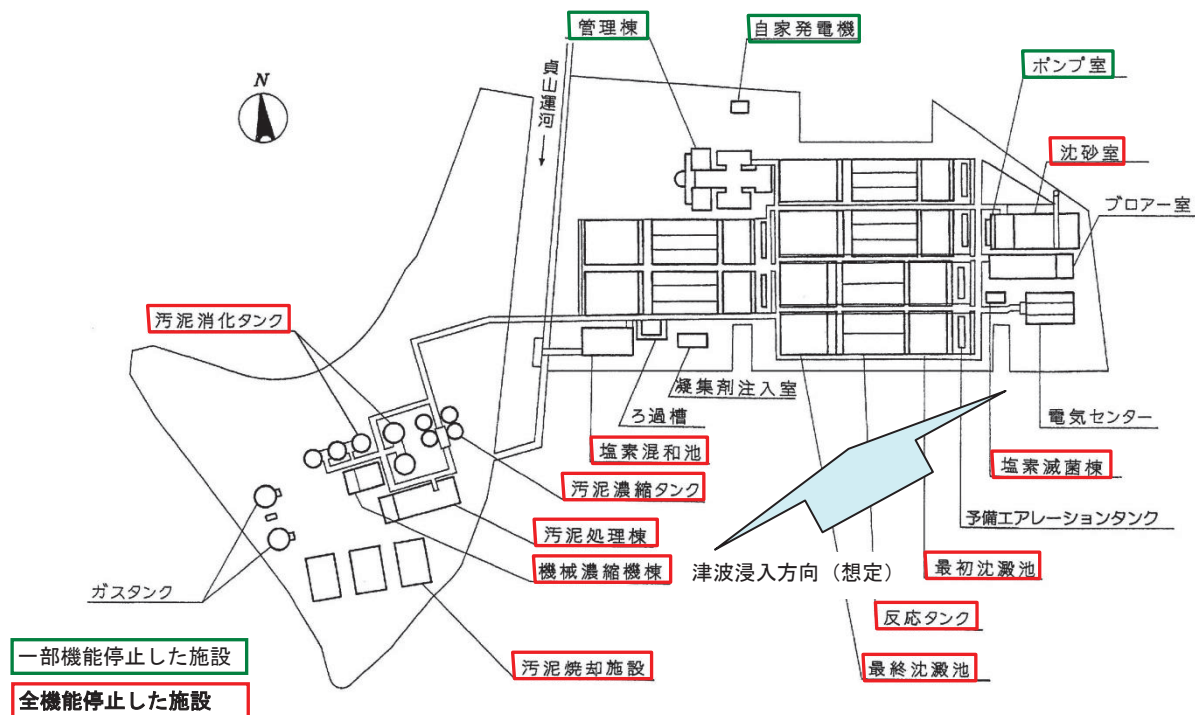
5. 宮城県仙塩浄化センター

(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：199,434m³/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)	構造物の流出及び転倒被害	漂流物の種類	施設名	施設有無	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
1000	波圧	9	1.5 ~ 2.0	11 / 19 = 0.58	土 9	ガスタンク	土砂	初	二	全	11 / 11 = 1.00
	浸水	14			建 9		ガレキ	反	鋼	全	11 / 13 = 0.85
	漂流物	4			機 11			終	無	全	
					電 13			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、

一：一部損傷 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

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

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

(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	銅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	銅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



路盤陥没

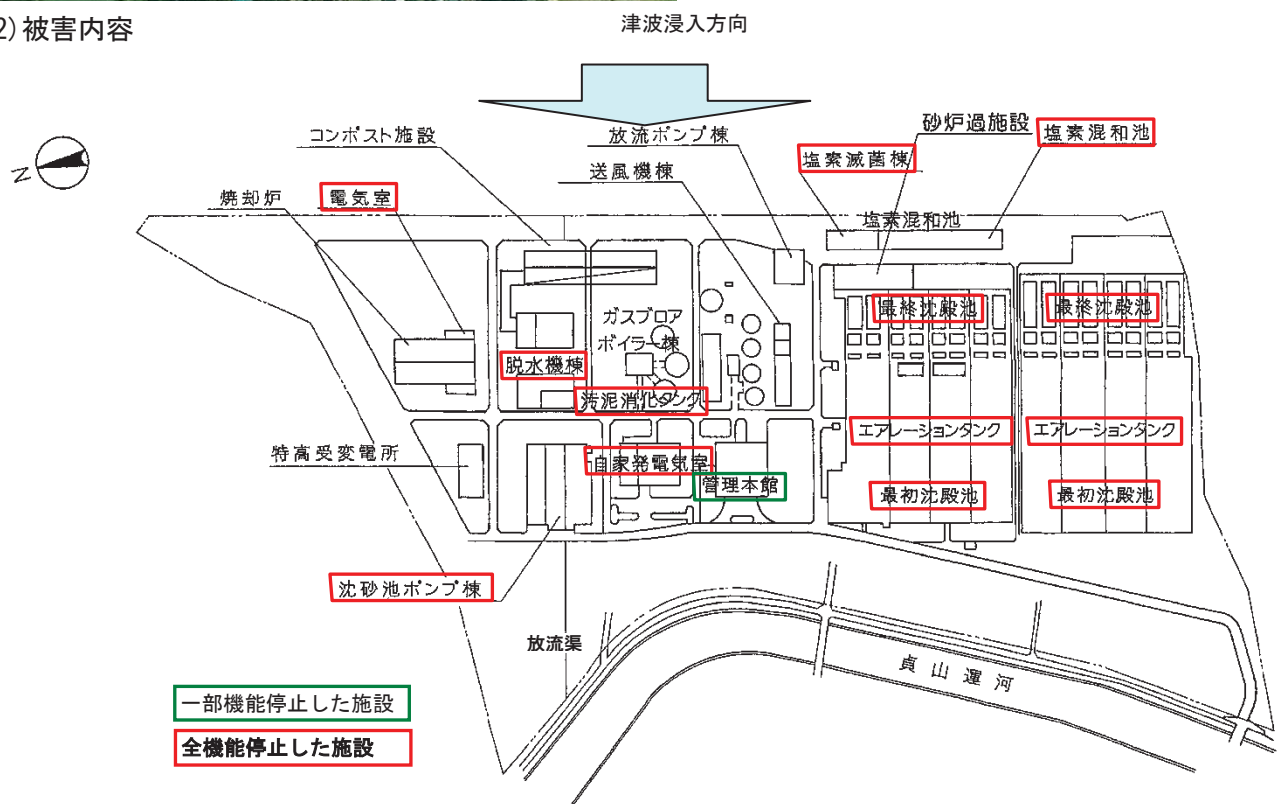
6. 宮城県県南浄化センター

(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：125,000 m³/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)	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
400	波圧	14	4.1	14 / 16 = 0.88	土 6	ガスタンク	ガレキ	初	F	全	13 / 14 = 0.93
	浸水	16			建 8	倉庫(SC)		反	F	全	14 / 15 = 0.93
	漂流物	12			機 14			終	無	全	
					電 15			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、

一：一部損傷 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

Aとは、アンケートで被害なしの報告であつたが写真で損傷を確認したもの

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

(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・電気的全損傷・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盖の被害傾向	最初沈殿池、反応タンクのFRP製覆盖が流出した
(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+5.50m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：OD法
- 3) 処理能力：全体：2,800m³/日最大（水処理2系列）
現有：1,400 m³/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
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								
	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
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

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
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

(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



ガレキの進入

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



津波浸入方向（想定）

(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									建	0			4	/	5	=	0.80
	漂流物	4									機	5							
											電	5							

※ 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								
	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
600	ポンプ棟	8.0	長辺平行	B	A	C	C	C	C

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

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

(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の一部損傷したが、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	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 「破損・流出」



流出脇堤防決壊

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)	建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								
	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

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

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

(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。

11. 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	土	1		不明	3	/	3	=	1.00
	浸水	4									建	4			4	/	4	=	1.00
	漂流物	1									機	3							
											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

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
 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

(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・電気・機械において全損傷・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(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					
300	波圧	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

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

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

(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



津波浸入方向（想定）

(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				
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								
	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

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

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

(5) 被害状況

被害傾向分析における整理事項		被害状況
		(宮城県関上雨水ポンプ場)
(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盖の被害傾向	—
(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)		建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					
2,500	波圧	5	1.3			4	/	5	=	0.80	土	2		不明	4	/	4	=	1.00
	浸水	5									建	3			3	/	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	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
2,500	ポンプ棟	1.3	長辺平行	A	A	C	C	C	C

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

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

(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



(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	3.5			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

	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
200	ポンプ棟	3.5	斜め方向	C	C	C	C	C	C

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
 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

(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 (流入渠)



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

1) 処理場・ポンプ場の津波による波圧・漂流物・浸水被害

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以下にまとめる。

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、漂流物の侵入による損傷、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、第3次提言における内容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

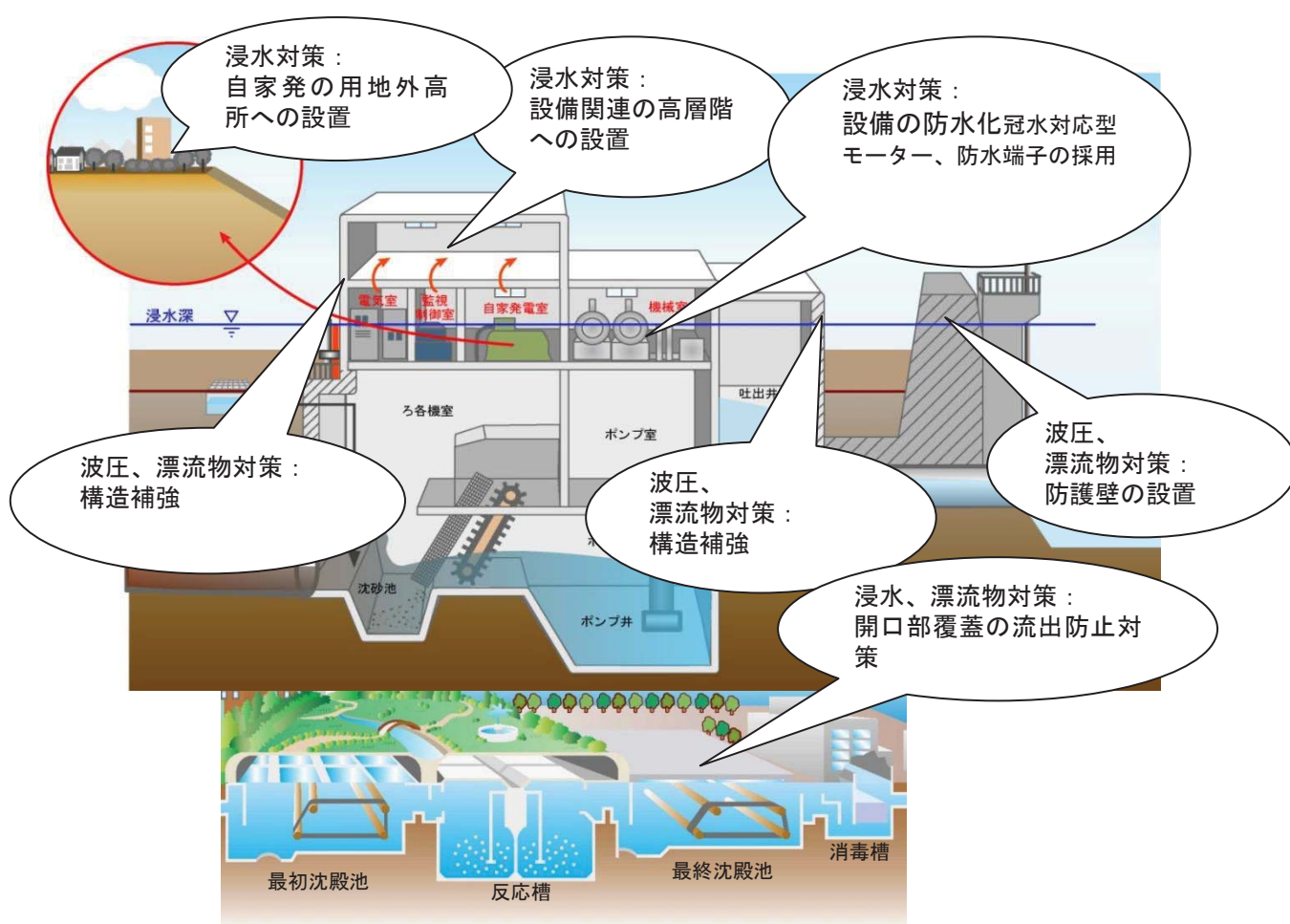


図 I-1-53 津波による波圧・漂流物・浸水の対策イメージ

表 I-1-35 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 流入ゲートの締切 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	

(3) その他の被害

1) 造成盛土地域での被害

①被害の概要

仙台市泉区南光台地区を対象に、造成宅地地盤図（切盛区分図）（㈱復建技術コンサルタント提供）と、下水道管路被害図（仙台市提供）を重ね合わせることで、造成盛土地域における管路の被害傾向を把握する。

まずは、盛土造成地での家屋被害について整理した。

仙台市南光台でのA～C地点での家屋被害を写真Ⅰ-1-18に示す。

家屋被害に関しては盛土部で発生していることが確認できる。(図Ⅰ-1-54(1)、写真Ⅰ-1-18)

- ・A、B地点では地震動による盛土の変状により家屋の傾斜が見られた。
- ・沼を埋立てたC地点では、周辺地盤の液状化により家屋周辺の道路への被災が見られた。

下水道管路についても盛土部分及び切盛境において多くの被害が見られた。(図Ⅰ-1-54(1)～(2))

次に表Ⅰ-1-36は、仙台市内の造成地での人孔被害箇所数を集計したもので、盛土部で49%と半数を占める割合であり、盛土部での被害が多い傾向であることが分かる。

被害の状況を盛土部、切土部で整理したものを写真Ⅰ-1-19.20に示す。

- ・盛土部での人孔被害は突出、躯体、蓋枠のズレや人孔周辺の地盤沈下が発生しており、液状化での被害と思われる事象が発生している。(写真Ⅰ-1-19)
- ・切土部での人孔被害は沈下、躯体のクラックなど地震動での被害と思われる事象が発生している(写真Ⅰ-1-20)

表Ⅰ-1-36 切土・盛土位置での人孔被害割合

地盤分類	データ区間	箇所	%
切土	～30m	14	28%
切土	-30～-20m	6	
切土	-20～-15m	14	
切土	-15～-10m	32	
切土	-10～-7.5m	22	
切土	-7.5～-5m	36	
切土	-5～-2.5m	43	
切盛境	-2.5～2.5m	135	23%
盛土	2.5～5m	69	49%
盛土	5～7.5m	56	
盛土	7.5～10m	45	
盛土	10～15m	73	
盛土	15～20m	37	
盛土	20～30m	16	
盛土	30m～	0	
合計		598	100%

※(株)復建技術コンサルタント調べ

②盛土造成地での対策方針

- ・盛土造成地での被害傾向としては、盛土部での被害が多い傾向であることが分かる。

⇒住宅部局等関係部局と協議の上、地域全体の被害を軽減するための谷埋め盛土対策を行う必要が考えられる。

⇒事後対策として、既存の盛土の変状地域に対しては、仮設トイレ、可搬式水中ポンプ、その他事後対応に必要なものを準備することも考えられる。

仙台市南光台における盛土部での家屋被害



A地区 における被害（のり面の崩壊による背後家屋傾斜）



B地区における被害（強い振動による家屋被害）



C地区における被害（沼の埋立地の液状化による家屋被害）

東京電機大学 安田教授提供

写真 I-1-18 仙台市南光台での家屋被害

人孔被害状況写真（盛土部）

盛土部		
001	003	005
		
周辺状況	周辺状況	周辺状況
		
蓋枠のずれ	人孔周辺地盤沈下（10 c m）	人孔突出（1 c m）
		
蓋枠のずれ	人孔周辺地盤沈下（10 c m）	人孔突出（1 c m）
		
下流管口侵入水	蓋枠のずれ	人孔躯体のずれ
		
下流管口侵入水	蓋枠のずれ	躯体目地部破損

写真 I-1-19 盛土部人孔被害状況

人孔被害状況写真（切土部）

切土部		
002	004	006
		
周辺状況	周辺状況	周辺状況
		
人孔沈下（3.5 c m）	蓋開口状況	蓋開口状況
		
人孔沈下（3.5 c m）	蓋開口状況	人孔躯体クラック
		
蓋枠のずれ	人孔躯体クラック	人孔躯体クラック
		
蓋枠のずれ	人孔躯体クラック	人孔躯体クラック

写真 I-1-20 切土部人孔被害状況