

処理場・ポンプ場の被害予測手法

1 基本的考え方

処理場や污水ポンプ場において揚排水機能や処理機能が喪失すれば、未処理下水の流出により公共用水域を汚染し、伝染病の発生等、人の生命に係わる公衆衛生上の問題が懸念される。

また、梅雨や台風シーズンなどの降雨期に雨水ポンプ場が停止すれば、避難所等を含む生活空間に甚大な浸水被害が発生し、住民の生命や財産を危険にさらすおそれがある。

したがって、処理場、ポンプ場については、想定される大規模地震に対して、地震動や地盤条件及び耐震化の状況から被害の程度を予測し、緊急的に対応すべき箇所を特定することが重要である。

このため、本委員会では、地震動、地盤条件及び耐震化の状況から処理場、ポンプ場をタイプ分けし、マクロ的に被害の程度を予測する手法を提案する。また、過去の被害実績から算出したタイプごとの被害率と施設規模から、施設ごとの被害額を算出することで、緊急的に確保すべき機能に対する対策の妥当性を検証する手法を提案する。

2 被害タイプ分類手法

2.1 分類手順

被害タイプは、図1に示すフローに基づき、4タイプに分類する。具体的には、震度レベル、液状化の危険度、側方流動の影響を検証することにより行う。

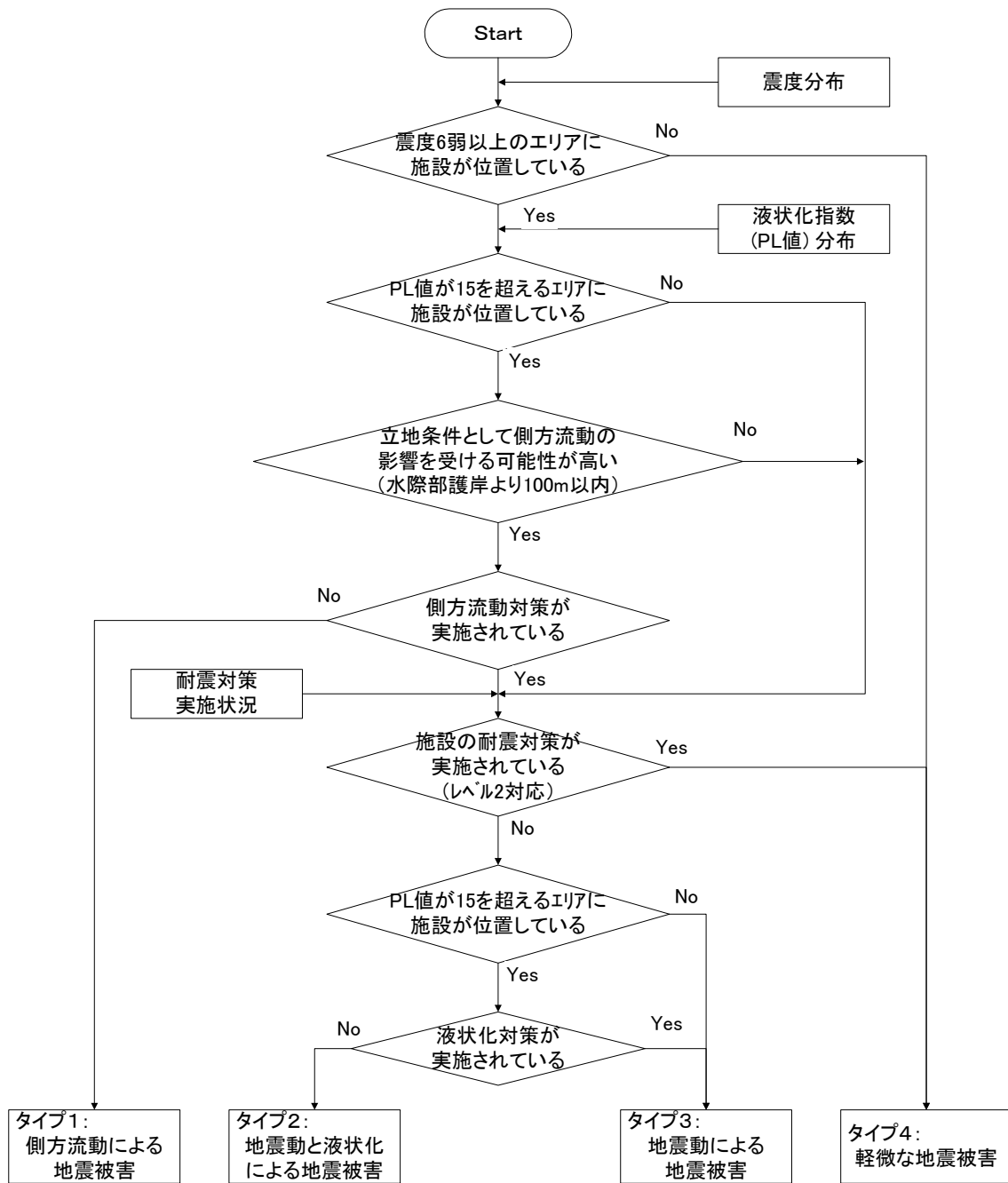


図1 タイプ分類手法のフロー

1) 被害が発生する震度

本検討においては、まず震度レベルから被害想定の対象とするもの、対象外（軽微な被害または被害なし：タイプ4）とするものに分類する。

検討対象とする処理場・ポンプ場は、「下水道の地震対策マニュアル」（平成9年8月（社）日本下水道協会）で示された震度と地震被害の関係（表1参照）及び過去の地震による被害状況（表2）をもとに、重大な被害が発生する恐れのある震度として、対象地震動に対して設置位置のメッシュにおける震度が6弱以上となる処理場・ポンプ場について検討を行う。

表1 震度と地震被害の関係

震度	管 路	処理場, ポンプ場
4	一般に被害なし	一般に被害なし
5 (弱)	・ 目地部およびマンホール接続部の被害が一部発生	・ 建築二次部材の損傷、脱落が一部発生 ・ 構造物の一部に小さいひび割れ発生
5 (強)	・ 液状化など地盤破壊箇所における目地被害、管渠の浮上沈下	・ 構造物へ接続する配管の破損 ・ 構造物にひび割れ発生
6 (弱)	・ 管体のクラック、継手部のズレ	・ 構造物に大きなひび割れ発生
6 (強)	・ 液状化発生箇所では管渠の蛇行、抜け出し、不等沈下	・ 塔状装置類の転倒、落下
7	・ 管体のクラック、継手部のズレが多数発生	・ 側方流動による基礎杭の破損 ・ 構造継手のズレ、破断、配管等の損傷

【出典】「下水道の地震対策マニュアル」平成9年8月（社）日本下水道協会

表2 兵庫県南部地震以降の地震による下水道の被害額（災害査定額）

地震名	発生日年月日	震源地	最大震度	マグニチュード	処理場・ポンプ場	
					件数(件)	被害総額(百万円)
鹿児島県薩摩地方を震源とする地震	H9. 5. 13	鹿児島県薩摩地方	6弱	6.4	0	0
岩手県内陸北部を震源とする地震	H10. 9. 3	岩手県内陸北部	6弱	6.2	0	0
平成12年(2000年)鳥取県西部地震	H12. 10. 6	鳥取県西部	6強	7.3	5	130
平成13年(2001年)芸予地震	H13. 3. 24	安芸灘	6弱	6.7	0	0
宮城県沖を震源とする地震	H15. 5. 26	宮城県沖	6弱	7.1	0	0
宮城県北部を震源とする地震	H15. 7. 26	宮城県北部	6強	6.4	3	12
平成15年(2003年)十勝沖地震	H15. 9. 26	釧路沖	6弱	8.0	3	27
平成16年(2004年)新潟県中越地震	H16. 10. 23	新潟県中越地方	7	6.8		1,231(内ポンプ場95)
福岡県西方沖を震源とする地震	H17. 3. 20	福岡県西方沖	6弱	7.0		

【出典】下水道地震対策技術検討委員会報告書(案) 資料1 第4回下水道地震対策技術検討委員会資料抜粋

※兵庫県南部地震の災害査定額：処理場324億円、ポンプ場20億円

2) 液状化危険度の判定

次に、被害想定の対象とする処理場・ポンプ場について、液状化の危険度によって区分するものとし、対象地震動によって得られる液状化指数(PL値)が、15を超えるメッシュに位置する処理場・ポンプ場と15以下の箇所に分類する。

なお、中央防災会議の首都直下地震対策専門調査会では、液状化ランクの定義においてPL値が15を超えるレベルを危険度ランクAに位置づけている。¹⁾ また、岩崎らの報告²⁾によれば、PL値が15を超える場合は、液状化危険度が極めて高く、その時の液状化累積百分率は50%と言われている。

【参考文献】

- 1) 「首都直下地震対策専門調査会(第15回)」 事務局資料 資料3 [首都直下地震に係る被害想定手法について] p.7
- 2) 「地震時地盤液状化の程度の予測について」, 土と基礎, 28-4(267), No.1164, pp.23~29, April, 1980

3) 側方流動危険度の判定

兵庫県南部地震では神戸市東灘処理場において液状化に伴う側方流動によって甚大な被害が発生した。したがって、液状化の危険度が高い箇所については、側方流動の影響を受ける可能性の有無により細分類することとする。この際、側方流動の影響を受ける可能性として、水際部護岸から100m以内に位置する処理場で側方流動対策が

実施されていない処理場とする。なお、ポンプ場については後述するように、側方流動に関する十分なデータが収集できないことから側方流動による危険度の判定は行わない。

4) 対策の有無

上記、側方流動、液状化および震度レベルについて対策がとられているか否かでタイプ分類を行うこととし、対策がとられている場合にはタイプ4とする。

2.2 各タイプの特徴

被害タイプ及び被害の概要を表3に示す。

表3 被害タイプの条件整理と想定される被害の概要

被害タイプ		想定される被害の概要
タイプ1	側方流動による地震被害	地震動の影響を受けるとともに、特に側方流動により、処理場、ポンプ場が甚大な地震被害を受ける。
タイプ2	地震動と液状化による地震被害	地震動の影響を受けるとともに、特に地盤の液状化により、処理場、ポンプ場が地震被害を受ける。
タイプ3	地震動による地震被害	地震動の影響により、処理場、ポンプ場が地震被害を受ける。
タイプ4	軽微な地震被害	地震被害を受けないか、受けても軽微で、処理場、ポンプ場においては、処理機能や排水機能は損なわれない。

1) タイプ1

タイプ1は、側方流動による被害を受けるものであり、最も被害が大きい。

図2に被害のイメージを示す。

2) タイプ2

タイプ2は、地震動と液状化による被害であり、タイプ1に次いで被害が大きい。図3に被害のイメージを示す。

3) タイプ3

タイプ3は、地震動による被害を受けるものである。図4に被害のイメージを示す。

4) タイプ4

タイプ4は、震度が6弱より小さい場合、または、レベル2の対策が講じられている場合であり、被害の程度は小さい。

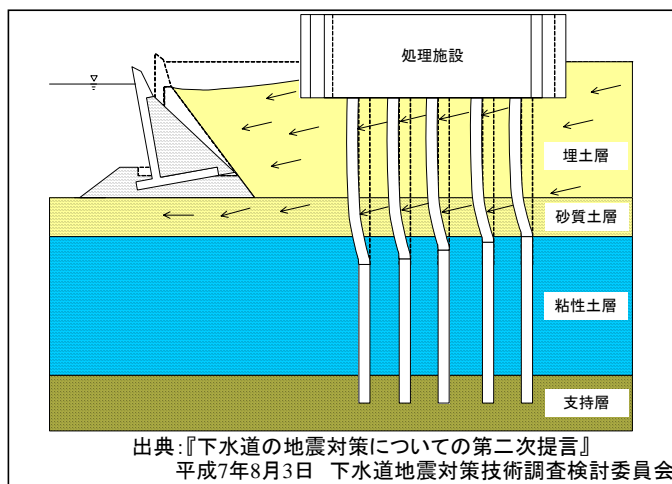
液状化に伴う側方流動による処理場被害(タイプ1)のイメージ

液状化に伴う側方流動とは、地震外力作用により過剰間隙水圧発生後に強度が著しく低下した地盤が、横断的に地形が変形する護岸等の付近において、水平方向に移動する現象と考えられている。

側方流動による被害の起きやすい条件

- 護岸の底部・背面地盤が液状化すると判定される場合
- かつ護岸からおおむね100mの範囲内に施設が存在する場合

出典:『下水道施設の耐震対策方針と解説
-1997年版-』(社)日本下水道協会



出典:『下水道の地震対策についての第二次提言』
平成7年8月3日 下水道地震対策技術調査検討委員会



被害例

- ・基礎杭の破損、構造物の傾斜
- ・構造継手のズレ、破断、配管等の破損

図2 液状化に伴う側方流動による処理場被害(タイプ1)のイメージ

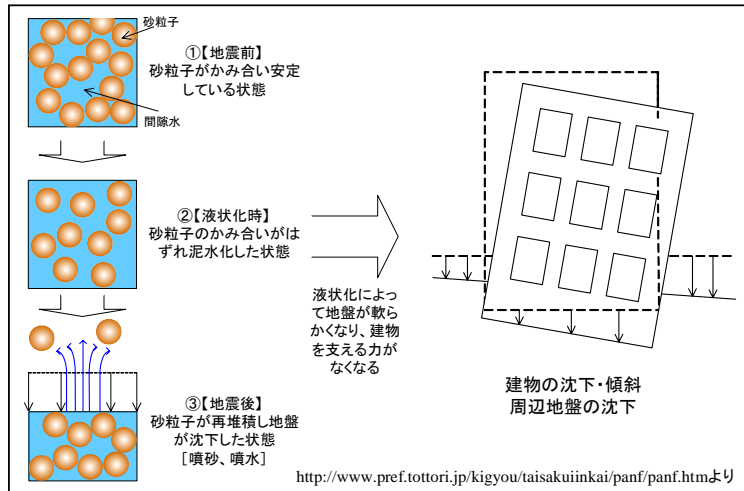
液状化による処理場被害(タイプ2)のイメージ

液状化とは、通常は良好な地盤が地震によって泥水状態になること。

液状化による被害の起きやすい条件

- ゆるく堆積した砂質土を主体とした地盤
- 水で満たされた地盤

出典:『液状化はこわくない メカニズムと対策Q&A』 渡辺具能著 他



被害例

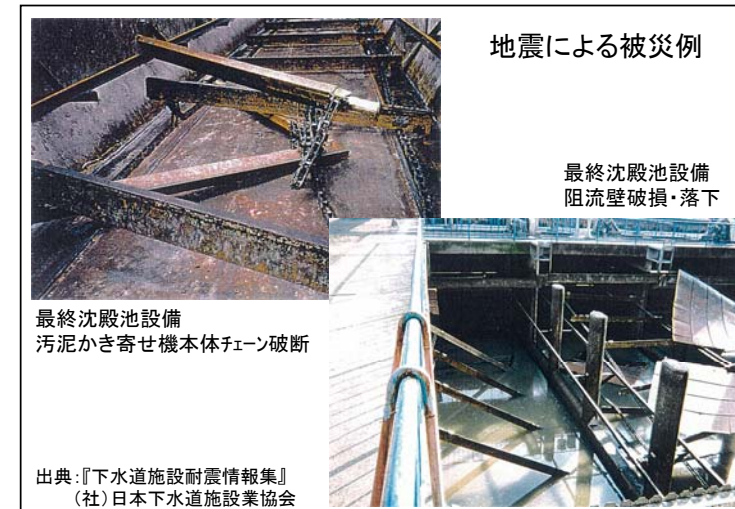
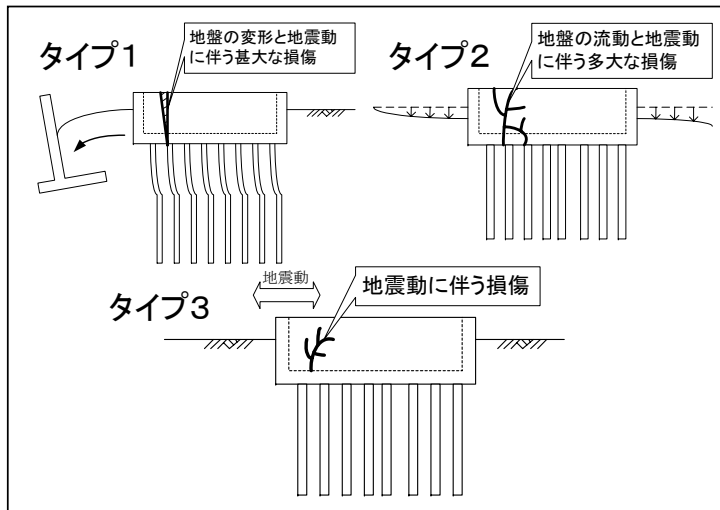
- ・構造物の傾斜、塔状装置類の転倒、落下
- ・構造物の大きなひび割れ

図3 液状化による処理場被害被害(タイプ2)イメージ

地震による処理場被害(タイプ3)のイメージ

タイプ3は地震動(地震による揺れ)による直接的被害である。

(タイプ1は側方流動による甚大な被害, タイプ2は地震動と液状化による被害であり, 地盤の変形や流動化によりタイプ3より被害が拡大する。)



被害例

- ・構造物のひび割れ
- ・構造物に接続する配管の破損

図4 地震による処理場被害(タイプ3)のイメージ

3 被害の定義と被害率設定方法

3.1 被害の定義

本検討では、地震により施設が破損する、ズれる、傾く等の被害を受け、処理機能、揚排水機能等に支障が生じることを被害とし、過去の被災実績においては、災害査定の対象となったものを被害として取り扱う。

3.2 タイプ別被害率の設定方針

過去の被害実績を震度、地盤条件及び耐震化の状況から、2.2で設定したタイプに分類する。各タイプに属する施設の平均値をタイプ別平均被害率とする。また、各タイプの被害率の最大値、最小値から想定される被害の幅を提示する

3.3 被害率の算出

タイプ別の被害率は、処理場、ポンプ場に多くの被害が発生した兵庫県南部地震および新潟県中越地震の実績をもとに算定する。

1) 処理場の被害率

兵庫県南部地震及び新潟県中越地震における処理場周辺地盤等の状況、処理場の被害状況等のデータから、処理場ごとに被害タイプを分類し、災害査定の額と処理能力から費用関数をもとに推定した処理場建設費用との比を処理場ごとの被害率として算定した。

表4に処理場ごとの被害タイプと被害率をまとめた結果を示す。この結果から、各タイプに属する処理場の被害率の平均値をタイプ別被害率として設定する。

表4 兵庫県南部地震及び新潟県中越地震における処理場被害の状況とタイプ別被害率

都府市	処理場名	供用年次	処理能力 (日最大) ^{※1)} m ³ /d	液状化 (噴砂) の有無 ^{※2)}	側方流動 の有無 ^{※3)}	地盤改良 の有無 ^{※4)}	処理機能 への 影響有無	主な 被災内容	復旧状況	震度 (想定)	最大 加速度 gal	地震被害 分類 TYPE	A:処理能力 ベースの建設費 ^{※5)} 百万円	B:災害復旧 工事費 百万円	B/A 被害率	
																○
兵庫県 南部地震 (1995.1.17)	1 武庫川上流浄化センター	S60.5	55,000	×			○	かき寄せ機7台外破損	1月18日処理機能回復	5	200	4	16,889	5	0.00029	
	2 武庫川下流処理場	S51.10	283,000	△				管線手漏れ、建屋一部外破損		6	400	2	55,195	26	0.00047	
	3 加古川下流浄化センター	S42.6	68,000	×				脱水機基礎入し		4	220	4	19,689	3	0.00016	
	4 猪名川流域原田処理場	S41.4	421,000	×				管線手漏れ、配管入し		6	400	3	73,552	13	0.00018	
	5 東部第1浄化センター	S57.10	79,000	△			○	壁スラブのクラック多数	2月2日処理機能回復	6	320	2	21,943	73	0.00331	
	6 東部第2浄化センター	S37.10	82,000	×		①	○	不同沈下によるクラック多数	1月25日処理機能回復	6	320	3	22,542	4	0.00019	
	7 北部処理場	S57.10	102,000	△				管線手漏れ、脱水機基礎入し		6	250	2	26,395	48	0.00183	
	8 枝川浄化センター	S45.2	126,000	△	(○)	③	○	管線手漏れ、不同沈下等多数	1月18日処理機能回復	7	790	2	30,751	1,937	0.06300	
	9 鳴尾浜浄化センター	S61.10	34,000	△				管線手漏れ		6	780	2	11,929	162	0.01361	
	10 甲子園浜浄化センター	H3.3	73,000	○		②		杭頭クラック、流入渠破断		7	790	2	20,725	715	0.03450	
	11 芦屋下水処理場	S49.1	73,000	△	(○)		○	管路破断、送水ポンプのクラック多数	1月31日処理機能回復	7	600	2	20,725	943	0.04551	
	12 船上処理場	S46.6	39,000	×				送水ポンプ、送水機室沈下		6	480	3	13,173	61	0.00466	
	13 朝霧処理場	S61.5	14,000	×				高架タンク亀裂		6	500	3	6,281	2	0.00026	
	14 二見処理場	S56.4	25,000	△				管路陥没、柱クラック		5	350	4	9,551	15	0.00156	
	15 東灘処理場	S37.10	225,000	○	○		○	護岸状況損傷、沈下多数	5月1日二次処理再開	7	775	1	46,762	29,034	0.62090	
	16 中部処理場	S33.11	78,000	△			○	継手スレクラック多数	2月9日処理機能回復	7	615	2	21,742	159	0.00732	
	17 西部処理場	S40.4	162,000	△	(○)	③	○	継手スレクラック多数	3月7日処理機能回復	7	615	2	36,877	862	0.02336	
	18 ポートアイランド処理場	S55.5	20,000	△	(○)	①、③		継手スレ、放流渠不同沈下		6	340	2	8,129	130	0.01604	
	19 垂水処理場	S49.8	134,000	△				継手スレクラック多数		6	600	2	32,150	158	0.00492	
	20 鈴蘭台処理場	S43.9	44,000	×				管理棟損傷		6	400	3	14,373	7	0.00051	
	21 玉津処理場	S56.8	75,000	×				継手スレ、脱水機破損		6	480	3	21,134	113	0.00536	
	22 東部スラッジセンター	S61.6	(600t/d)	△		②		東灘の影響、煙道破損	6月当初処理再開					394		
	23 中央処理場	S45.3	197,000	×				ポンプクラック、管線台損傷		5	300	4	42,479	19	0.00044	
	24 高槻処理場	S44.8	84,000	×				管線クラック		5	325	4	22,938		0.00000	
	25 川俣処理場	S47.7	276,000	×				換気塔外破損		5	210	4	54,204	48	0.00088	
	26 北部処理場	S62.4	45,000	×		①		管線漏れ		5	320	4	14,609		0.00000	
	27 中部処理場	H1.4	23,000	×				管線クラック		5	200	4	9,551		0.00000	
	28 南部処理場	H5.7	13,000	×				管線クラック		5	200	4	5,953		0.00062	
	29 庄内下水処理場	S48.4	120,000	×				塔外破損		6	380	3	29,685	62	0.00208	
	30 南吹田下水処理場	S48.7	88,000	×				焼却炉燃室クラック、破損	3月30日本復旧	5	250	4	23,723	26	0.00111	
	31 大野下水処理場	S42.11	280,000	×		③		初期型電機室漏水、管線漏水	3月30日本復旧	6	270	3	54,771			
	32 十八条下水処理場	S45.3	203,000	×				空気配管損傷	3月8日本復旧	5	245	4	43,410			
	33 中浜下水処理場	S35.5	288,000	×				管理棟継手部破損		5	210	4	55,898			
	34 今福下水処理場	S41.6	280,000	×				上水配管漏水	3月9日本復旧	5	210	4	54,771			
	35 放出下水処理場	S42.10	154,000	×				焼却炉集塵機作動不能	3月30日本復旧	5	210	4	35,552			
	36 平野下水処理場	S42.10	323,000	×		③		管線漏水、塔外破損	3月30日本復旧	5	210	4	60,730			
	37 住之江下水処理場	S39.12	220,000	×		③		サンタンク下部クラック		5	170	4	46,008	448	※6)	
	38 千鳥下水処理場	S38.10	79,000	×				管線漏水		5	200	4	21,943			
	39 市岡処理場	S36.4	120,000	×				管線漏水		6	200	3	29,685			
	40 此花処理場	S43.7	168,000	×				沈砂池クラック、かき寄せ機損傷	3月30日本復旧	6	265	3	37,860			
	41 海老江処理場	S15.4	326,000	△		③		配管漏水、かき寄せ機損傷	3月30日本復旧	6	210	2	61,137			
	42 津守処理場	S15.4	363,000	×				継手破損、かき寄せ機損傷	3月30日本復旧	5	200	4	66,078			
	43 年谷浄化センター	S58.3	25,000	×						4	150	4	9,551			
	合計													1,311,043	35,473	0.02706
	新潟県 中越地震 (2004.10.23)	1 長岡処理場	S60.7	56,000	×				EXP-JD入し汚泥をかき寄せ機損傷		6弱		3	17,111	66	0.00386
2 堀之内処理場		H4.8	14,200	×			○	処理機能停止、処理施設の除染	12月29日 本復旧	6弱		1 ^{※7)}	6,346	858	0.13514	
3 十日町市下水処理センター		S58.5	25,400	×				配管の破断、躯体ひび割れ	3月30日本復旧	6弱		3	9,662	146	0.01515	
4 小国浄化センター		H6.7	3,000	×				取水機作動不能、躯体ひび割れ		6強		3 ^{※8)}	2,063	66	0.03186	
5 須原終末処理場		S59.4	1,225	×						6弱		3	1,079	9	0.00858	
6 上条終末処理場		H4.3	730	×						6弱		3	742	16	0.02180	
合計													37,003	1,161	0.03138	

注) 本表は「下水道の地震対策マニュアル」(平成5年8月) (社)日本下水道協会 p.218の表5-2-4を加工したものである。
 ※1) 兵庫県南部地震の場合は平成5年度下水道統計データ、新潟県中越地震の場合は平成15年度下水道統計データ。
 ※2) ○:噴砂の痕跡が顕著、△:局所的に噴砂の痕跡がある、×:認められない。
 ※3) (○)は側方流動は観察されたが処理場施設に大きな被害をもたらしていない。よって地震被害はTYPE2IIに位置付けることとした。
 ※4) ①:液状化防止、②:沈下促進、③:支持力増加
 ※5) 流路指針等に記載されている費用関数を用いて当該処理能力分の建設費を算定。A=932.18×Q^{0.7229}(標準活性汚泥法換算建設費)
 ※6) 大阪市の下水処理場の災害復旧工事費は合計値であり、その内訳がわからないため、被害率は算出できなかった。
 ※7) 堀之内処理場は、側方流動、液状化、震度等からTYPE3の地震被害に位置付けられるが、実際の被害の重大性を考慮し、ここではTYPEIIに位置付けることとした。
 ※8) 小国浄化センターにおける地震被害額は、その殆どが脱水機によるものであるため、この被害率は検討に加えないこととした。
 出典:「阪神・淡路大震災災害調査報告、ライフライン施設の被害と復旧、土木学会」他

表5 処理場タイプ別被害率

項目	被害タイプ			
	1	2	3	4
母数	2	11	11	10
最小値	0.135	0.000	0.000	0.000
最大値	0.621	0.063	0.022	0.002
平均値	0.378	0.019	0.006	0.001

2) ポンプ場

兵庫県南部地震及び新潟県中越地震におけるポンプ場周辺地盤等の状況、ポンプ場の被害状況等のデータから、ポンプ場ごとに被害タイプを分類し、災害査定額と排水能力から費用関数をもとに推定したポンプ場建設費用との比をポンプ場ごとの被害率として算定した。

表6にポンプ場ごとの被害タイプと被害率をまとめた結果を示す。この結果から、各タイプに属するポンプの被害率の平均値をタイプ別被害率として設定する。

なお、ポンプ場においてはタイプ1の被害実績がなかったことから、タイプ1の分類は行わず、タイプ2~4として評価することとした。表7にポンプ場タイプ別被害率の状況及び設定結果を示す。

表6 兵庫県南部地震及び新潟県中越地震におけるポンプ場被害の状況とタイプ別被害率

	都市名	ポンプ場名	稼働年月	計画排水量 ^{※1)} m ³ /hr	液状化の有無 ^{※2)}	主な被災内容	復旧状況	震度(想定)	最大加速度gal	地震被害分類タイプ ^{※3)}	A:排水能力ベースの建設費 ^{※3)} 百万円	B:災害復旧工事費 百万円	B/A被害率
兵庫県 南部地震 (1995.1.17)	神戸市	1 深江天橋ポンプ場	S44.1	923	○	送水管破断、ホップ芯ずれ		7	775	2	577	7	0.0126
		2 本庄ポンプ場	S41.4	38,700	○	建屋一部破損、ホップ芯ずれ	H8.3.5復旧	7	775	2	5,386	102	0.0190
		3 魚崎ポンプ場	S37.10	105,780	○	吐出管継手破損、し尿池汚染破損、ホップ芯ずれ	H8.8.6復旧	7	775	2	9,827	449	0.0457
		4 向洋ポンプ場	S61.1	3,006		送水管破断、電気室クラック		6	319	3	1,169	-	
		5 大石ポンプ場	S46.5	4,896		地下室破損、ホップ芯ずれ	H7.7.15復旧	7	833	3	1,564	41	0.0261
		6 PI第1ポンプ場	S55.7	780	○	ホップ室クラック、機器水没	H8.3.29復旧	6	347	2	522	19	0.0362
		7 PI第2ポンプ場	S56.5	60	○	ホップ室クラック、機器水没	H7.4.28復旧	6	347	2	113	5	0.0438
		8 PI第3ポンプ場	S57.4	60	○	コック→隔壁破損、機器・発電機水没	H7.4.28復旧	6	347	2	113	4	0.0370
		9 宇治川ポンプ場	S30.4	18,780		場内舗装破損		6	818	3	3,495	5	0.0013
		10 島上ポンプ場	H6.4	67,800		放流渠ずれ、ホップ芯ずれ	H8.3.29復旧	6	818	3	7,532	35	0.0046
		11 湊川ポンプ場	S44.6	25,020		隔壁破損、ホップ芯ずれ	H7.8.15復旧	6	818	3	4,150	37	0.0088
		12 和田岬ポンプ場	S35.7	36,540	○	隔壁・埋破損、高圧変圧電盤破損	H8.3.26復旧	6	616	2	5,204	67	0.0128
		13 浜中ポンプ場	S56.9	33,960	○	場内舗装破損、緑石破損		6	616	2	4,981	2	0.0003
		14 外浜ポンプ場	S41.9	14,400	○	ブロック塀破損		6	615	2	2,982	7	0.0023
		15 舞子ポンプ場	S58.4	3,600		ホップ棟クラック		6	600	3	1,302	2	0.0017
		16 神明ポンプ場	S60.12	139		汚水圧送管はずれ	H7.4.28復旧	6	500	3	186	6	0.0330
		17 吉田ポンプ場	S56.6	102,900		周辺舗装・階段等沈下、ホップ芯ずれ	H7.7.3復旧	6	500	3	9,666	11	0.0011
合計											58,768	797	
芦屋市	1 大東ポンプ場	S39.10	15,600	○	吐出管継手破損、流入渠沈砂池不同沈下		7	600	2	3,128	231	0.0737	
	2 南宮ポンプ場	S47.4	10,200		沈砂池流出部破断、電線装置倒壊		7	600	3	2,426	53	0.0218	
合計											5,555	283	
西宮市	1 上田南ポンプ場	S47.10	6,660	○	階段の沈下、埋設管破損、洗浄機水没		6	500	2	1,880	118	0.0625	
	2 久寿川ポンプ場	S46.4	43,260		ホッパー等の傾斜、水道管等の破損		7	600	3	5,757	28	0.0048	
	3 津門川ポンプ場	S46.9	1,375		舗装、水道管等の破損		7	600	3	732	0	0.0004	
	4 浜ポンプ場	S48.6	7,834	○	埋設管等の破損、管線コック閉鎖		7	400	2	2,072	277	0.1336	
	5 大浜ポンプ場	S51.4	1,253	○	継ぎ目破損、クラック多数、ダクト落下		7	600	2	692	68	0.0980	
	6 甲子園中継ポンプ場	S46.4	12,902		内壁クラック多数、外付階段等の破損		6	500	3	2,793	7	0.0025	
	7 枝川ポンプ場	S37.7	42,660		建屋傾斜、電源盤への海水浸入		6	500	3	5,709	14	0.0024	
	8 上田北ポンプ場	S35.9	28,800		建屋傾斜、ポンプ基礎破損、継ぎ目ひびき		6	500	3	4,514	137	0.0303	
	9 前浜ポンプ場				不等沈下による傾斜、排水設備の損傷		6	500	3	0	13		
	10 呉羽ポンプ場	S43.8	23,580				6	500	3	4,005	0	0.0001	
	11 西宮浜ポンプ場	S59.10	1,238	○	地盤沈下、引込管等の破損、ポンプ蓋水没		6	500	2	688	28	0.0405	
	12 久寿川第2ポンプ場	S33.9	10,860		床にクラック、芯ずれにより運転不能		7	600	3	2,519	105	0.0417	
	13 榑塚ポンプ場	S45.10	32,580		引込管等の破断、モルタルの一部剥離		6	700	3	4,859	2	0.0003	
	14 西福ポンプ場						6	500	3	0	0		
	15 真砂ポンプ場				引込管、ケラック等の破断、目地ひびき		6	500	3	0	17		
	16 本町ポンプ場						6	500	3	0	4		
合計											36,221	817	
尼崎市	1 中在家中継ポンプ場	S41.4			壁、継ぎ手部での亀裂破損		6	400	3	0	1		
	2 高田中継ポンプ場	S63.6	17,960		壁の亀裂		6	400	3	3,403	1	0.0004	
	3 大庄中継ポンプ場	S41.4	12,054		放流渠継ぎ手部ずれ		6	400	3	2,681	21	0.0078	
	4 栗山中継ポンプ場	S53.5	7,950		壁、継ぎ手部の亀裂破損		6	400	3	2,090	6	0.0028	
	5 尾浜中継ポンプ場	S40.4	2,484		基礎ボルト切断、吐出管ひびき		6	400	3	1,043	9	0.0085	
	6 常松中継ポンプ場						6	400	3	0	1		
合計											9,218	39	0.0042
伊丹市	1 西野ポンプ場				壁亀裂、人孔ずれ		6	500	3	0	6		
	2 朝霧ポンプ場	S61.5	6,900		場内道路陥没		6	400	3	1,921	1	0.0003	
明石市	1 朝霧ポンプ場	S61.5	6,900		場内道路陥没		6	400	3	308	1	0.0020	
	2 江井島ポンプ場	S63.4	324		場内道路陥没、圧送管亀裂		6	400	3	308	1	0.0020	
合計											2,229	1	
兵庫県 (武庫川下流)	1 南武ポンプ場	S59.4	54,390		場内道路陥没、タイル剥離		6	500	3	6,602	14	0.0021	
	2 瓦木ポンプ場	S62.12	105,960		場内道路陥没、機械施設基礎破損		6	600	3	9,837	26	0.0026	
	3 常松ポンプ場	S62.4	71,640		ゲート室管理橋脱落、オイルタンククラック		6	400	3	7,784	18	0.0023	
合計											24,223	57	
大阪市	1 中島第2抽水所他7抽水所										146		
	2 佃第2抽水所										3		
	3 佃第2抽水所他3抽水所										8		
	4 中島第2抽水所他3抽水所										5		
合計												163	
豊中市	1 穂積ポンプ場	S42.6	4,072		掻揚機チェーン脱落		6	400	3	1,401	2	0.0015	
	2 利倉ポンプ場	S54.6	108,000		H型鋼アレース、タンバックル切断		6	400	3	9,950	1	0.0001	
合計											11,351	3	0.0003
大阪府	1 寝屋川南部新家ポンプ場	S50.7	179,521		窓ガラス損傷		5	240	4	13,483	14	0.0010	
	2 寝屋川南部川俣ポンプ場	S47.7	168,780				5	240	4	12,995	2	0.0001	
	3 寝屋川南部長吉ポンプ場	S57.4	147,398				5	240	4	11,984			
合計											38,461	15	0.0004
新潟県 中越地震 (2004.10.23)	1 川口ポンプ場	H8.3	203		外階段破損、場内道路の陥没		7		3	233	4	0.0157	
	2 竜光ポンプ場	H4.8	1,148		変圧器破損、場内道路不等沈下	H16.10.26復旧	6弱		3	657	20	0.0311	
	3 宇賀地ポンプ場	H4.8	327		圧送管破損、場内道路不等沈下	H16.10.29復旧	6弱		3	210	31	0.0990	
	4 大島中継ポンプ場	H8.3	192		場内陥没		7		3	226	20	0.0888	
	5 東川口中継ポンプ場	H8.3	191		場内陥没		7		3	225	19	0.0827	
	6 脇野町汚水中継ポンプ場	H9.3	150				6弱		3	195	2	0.0085	
合計											1,845	95	0.0515

※1) 兵庫県南部地震の場合は平成5年度下水道統計データ、新潟県中越地震の場合は平成15年度下水道統計データ。
 ※2) 近隣の処理場の状況から推定
 ※3) 流総指針等に記載されている費用関数を用いて当該排水能力分の建設費を算定。A=85.51×Q^{0.598}×(106.7/81.1)
 B 出典:「阪神・淡路大震災調査報告」土木学会

表7 ポンプ場タイプ別被害率

項目	被害タイプ			
	1	2	3	4
母数	0	14	33	2
最小値	-	0.000	0.000	0.000
最大値	-	0.134	0.099	0.001
平均値	-	0.044	0.016	0.001

4 処理場、ポンプ場ごとの被害状況予測手法

3 で検討した結果をもとに、処理場、ポンプ場ごとにタイプ分類、被害率及び被害額を算出するとともに、その結果を「処理場・ポンプ場被害状況マップ」として図示し、緊急的な対策が必要な箇所の選定資料として活用する手法を提示する。

4.1 検討フロー

検討は、図5に示すフローに基づき、処理場、ポンプ場ごとの必要な情報を入力し、被害状況を想定する。

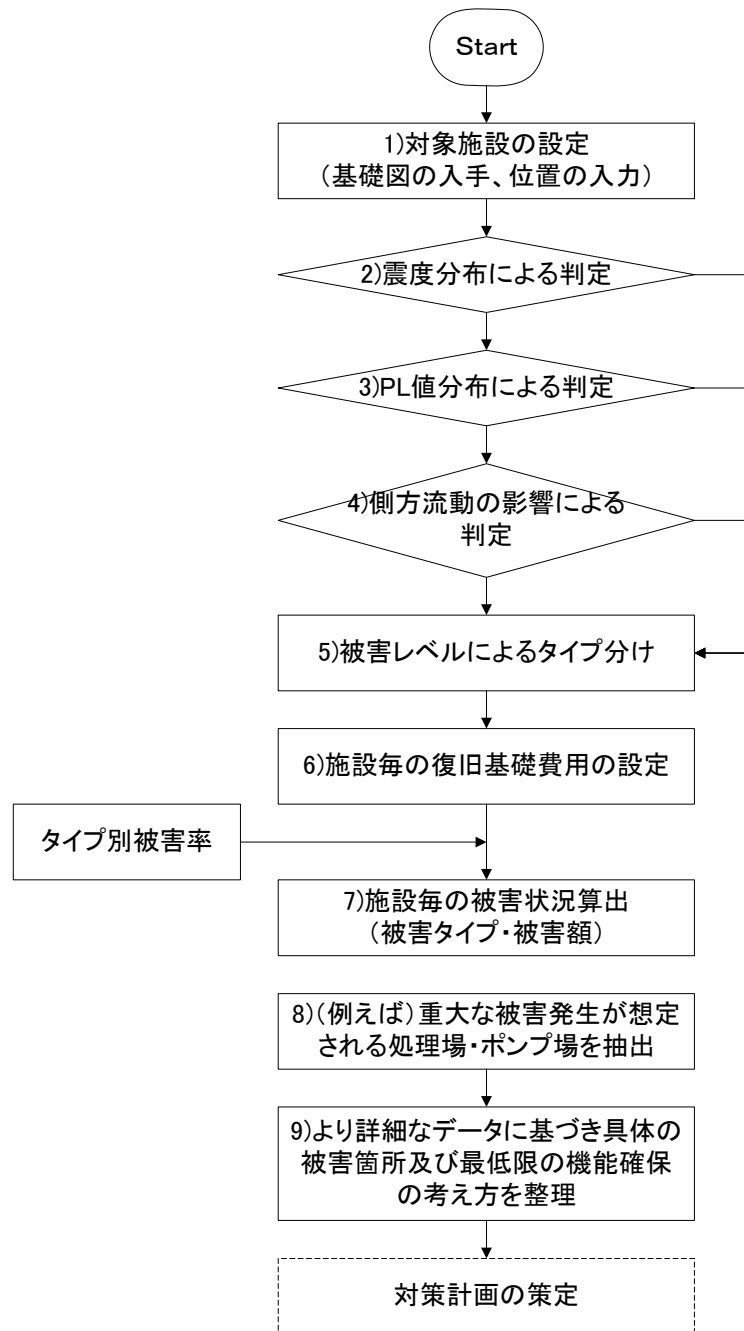


図5 検討フロー（処理場・ポンプ場）

* 「6) 施設毎の復旧基礎費用の設定」は、水量をもとに費用関数で建設費（全復旧額）を算出する作業のこと

4.2 処理場・ポンプ場被害状況マップの作成

4.1 に示した検討に基づき算出されたデータを図化することで、処理場・ポンプ場被害状況マップを作成する。図6に被害状況マップの検討イメージを示す。

これらの情報をもとに、処理区、排水区ごとに危険度を評価するとともに、重大

な被害が発生するおそれのある処理場・ポンプ場について、より詳細な被害予測を行い、4.3のように、耐震化の優先順位設定や最低限の機能確保の手法を検討することで、緊急的な対策決定の基礎資料として活用できる。

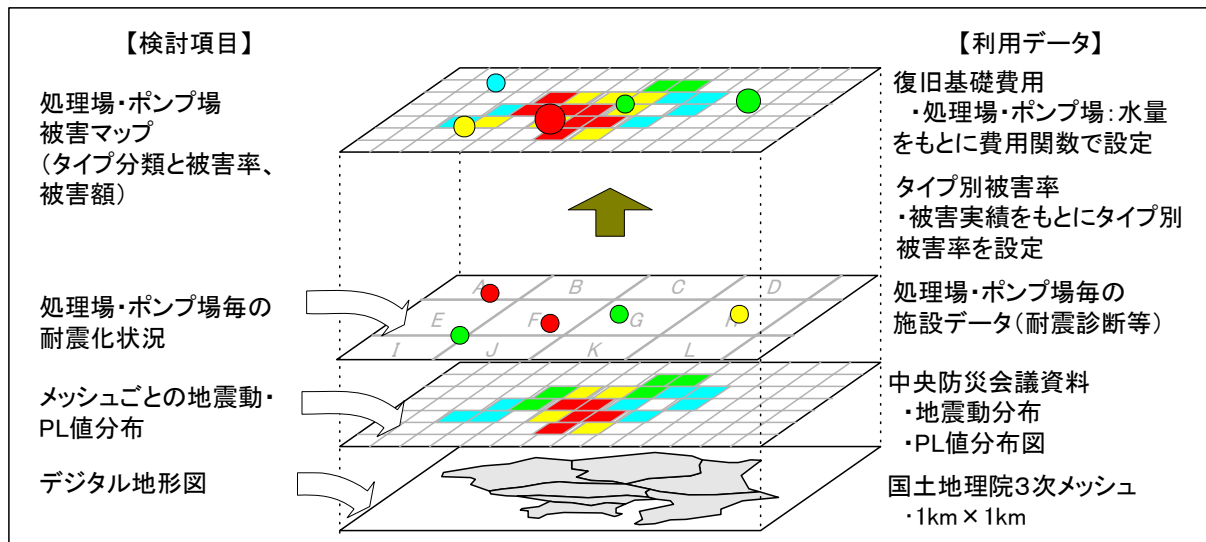


図6 検討イメージ（処理場・ポンプ場）

4.3 処理場・ポンプ場被害状況マップの活用例

処理場・ポンプ場の被害状況マップの活用事例を以下に示す。

- ①被害状況マップは、処理場・ポンプ場ごとの被害のタイプ、被害金額、一覧できるので、例えば、被害規模の大きい処理場を抽出する。
- ②抽出した処理場において、施設別の耐震診断を実施する。（すでに実施している施設については、施設別の耐震レベルを確認する）
- ③耐震レベルが満たない施設を抽出する。（この事例では、最初沈殿池と最終沈殿池が耐震レベルが満たない）
- ④施設の配置を考慮し、緊急対策の方策を検討する。（この事例では、バイパス水路を設置し、仮設の沈殿池を設置するスペースを確保している。なお、この場合においては、既存の最初沈殿池と最終沈殿池を耐震化することも考えられるが、緊急的に事業が実施可能か否かを考慮し、当面暫定的対応の方策を選択した。）

ここまでの手順を図7に示す。

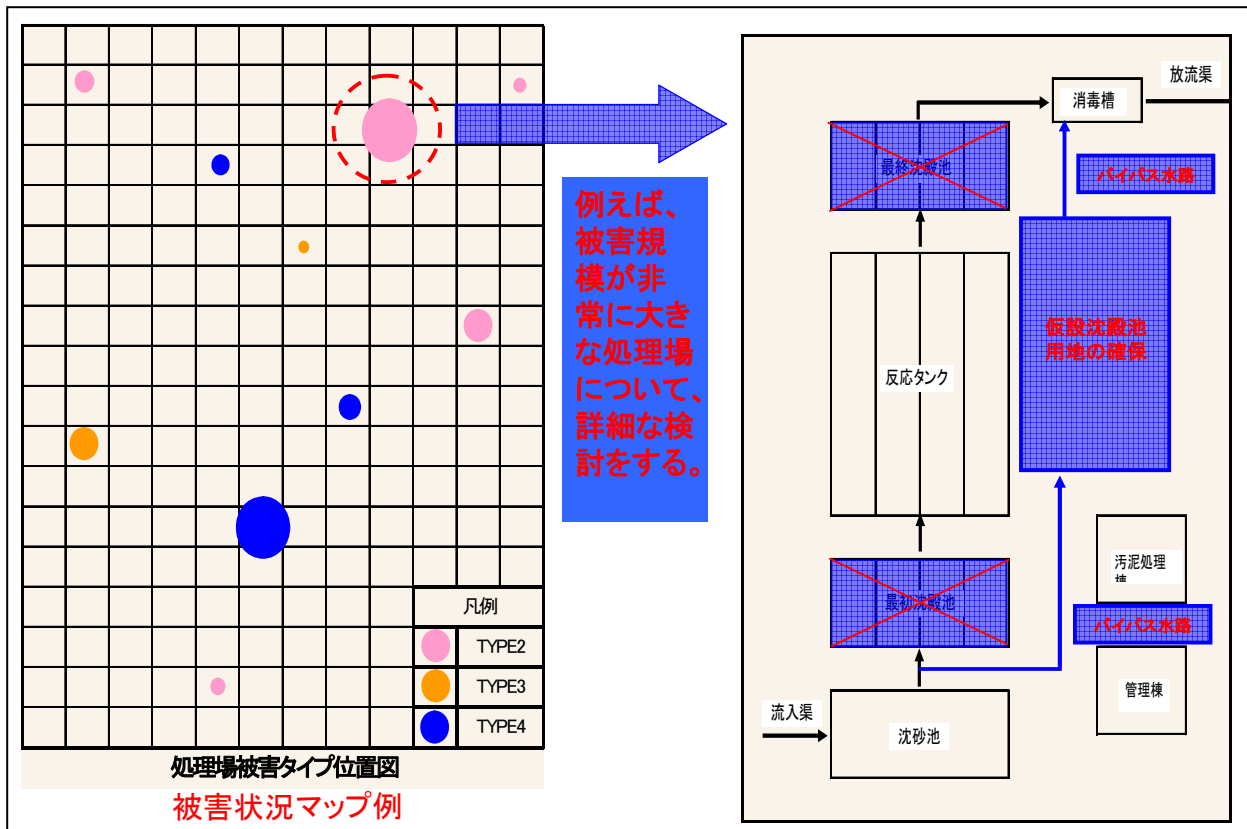


図7 処理場・ポンプ場被害マップ活用例

4.3 緊急対策の進捗管理

処理場・ポンプ場については、公衆衛生の観点や浸水による二次災害防止の観点から、すぐにでも地震が発生した場合を想定し、最低限の機能を確保しておくことが緊急の課題である。

したがって、個々の施設の耐震対策計画を策定することとあわせて、管理する施設全体について、緊急対策の進捗状況を把握することが重要である。

また、これらの情報は、適宜、アウトカム指標として公表する等により、管理していくことが重要である。

1) 処理場における最低限の機能確保

新潟県中越地震では、堀之内浄化センターが被災し、未処理下水が魚野川に流出した。魚野川では下流に上水道の取水口もあり、公衆衛生上の影響が懸念されたが、放流先の流量に対して流出量が少量であったため、問題は顕在化しなかった。しかしながら、未処理下水の流出は、水系感染症の集団発生等、重大な影響が懸念され、公衆衛生の観点から被災時においても最低限の機能を確保することが喫緊の課題である。

この点については、中央防災会議の東南海・南海地震における被害想定においても、「下水道処理施設の被災により、未処理水の放流の可能性があり、下流の取水都市での衛生管理が問題となる。」との指摘がなされている。

このため、処理場において緊急目標として確保すべき機能である、「揚排水機能、沈澱処理機能、消毒処理機能」が確保されていない処理場を抽出し、耐震化対策の実施または被災時の暫定的対応が可能となる減災対策の実施により、公衆衛生の確保を図る。

2) 雨水ポンプ場における揚排水機能確保

梅雨や台風シーズンなどの降雨期に、雨水ポンプ場が被災し、排水機能が喪失すれば、避難所等を含む生活空間に甚大な浸水被害が発生し、住民の生命や財産を危険にさらすおそれがある。

このため、雨水ポンプ場において緊急目標として確保すべき「揚排水機能」が確保されていないポンプ場を抽出し、耐震化対策の実施またはネットワーク化等の対策の実施により、被災時の降雨による二次災害の発生を防止する。