３．処理場・ポンプ場の被害想定手法

3.1　基本的考え方

本マニュアルにおいては、想定される大規模地震に対して、地震動や地盤条件及び施設の耐震化状況から、各処理場・ポンプ場をタイプ分けすることにより、被害の程度を予測する手法を示す。

また、被害想定結果は処理場・ポンプ場被害状況マップとして図化し、管内施設の被害状況を一覧することで、緊急的に対応すべき箇所の特定に活用する方法を示す。

【解説】

処理場や汚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において揚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。

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、本マニュアルでは、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示する。

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、施設ごとの想定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基礎資料として活用する方法を示す。

3.2　被害の定義

本マニュアルにおいて、処理場・ポンプ場の被害は、地震による施設の破損、ズレ、傾き等により、揚排水機能、処理機能等に支障が生じることをいう。

【解説】

本検討では、地震により施設が以下の①～④に示すような状態となり、揚排水機能、処理機能等に支障が生じることを被害とする。

① 躯体の破損、ひび割れ、傾き

② 躯体継手のズレ、破断

③ 設備破損

④ 配管破損

3.3　被害タイプ分類手法

被害は、地震動の強さ、液状化の危険度、側方流動の影響及び耐震対策実施状況によってタイプ分類する。

【解説】

被害タイプは、各処理場・ポンプ場が立地するメッシュの地震動の強さ、液状化の危険度、立地場所の状況からみた側方流動の影響及び施設の耐震対策実施状況から、図３－１に示すフローに基づき、４タイプに分類する。

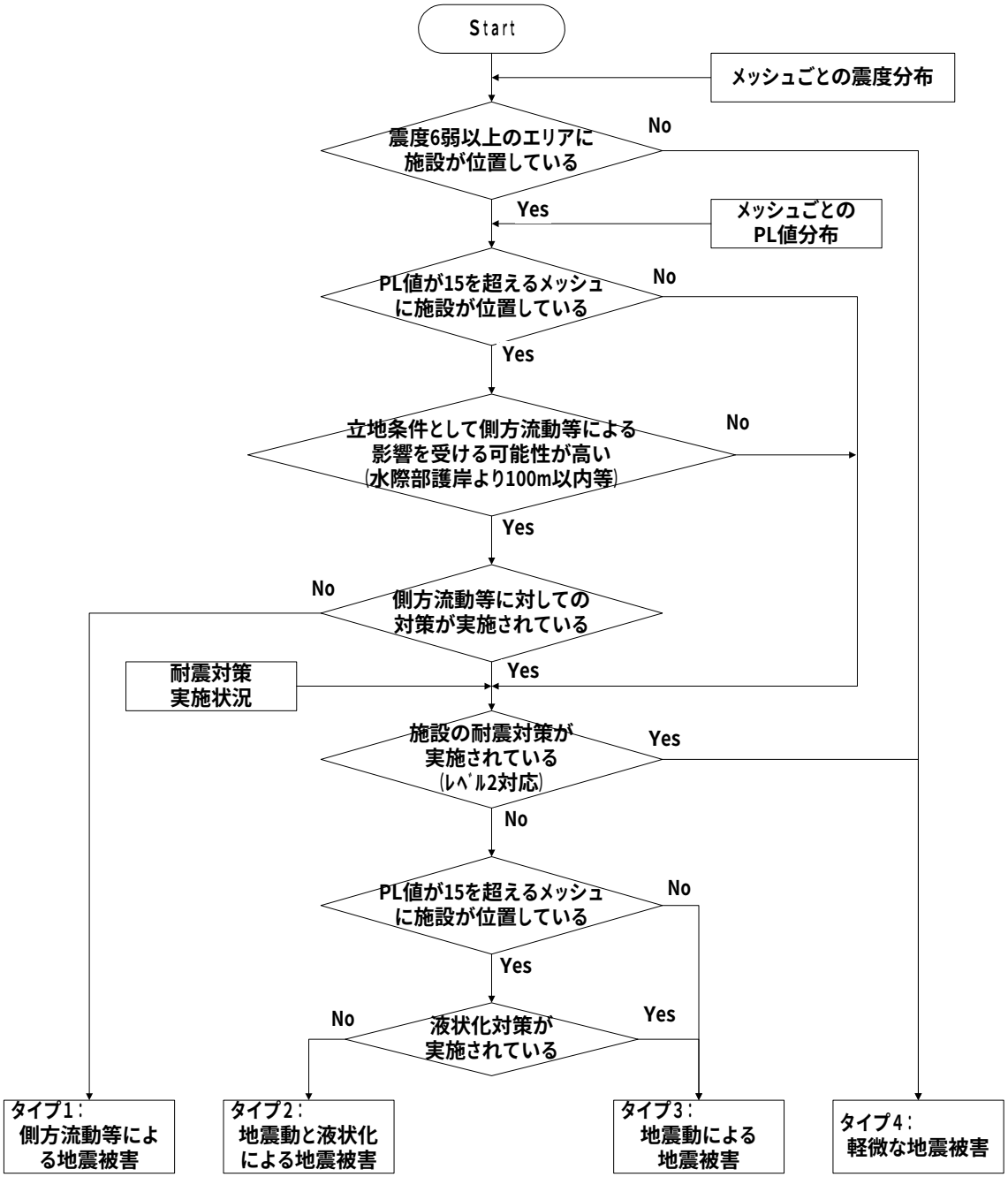


図３－１　タイプ分類のフロー

（1）被害が発生する震度

本マニュアルにおいては、まず震度レベルから重大な被害が発生するおそれのある震度と軽微な被害となる震度に分類する。

重大な被害が発生するおそれのある震度は、「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３－１参照）及び過去の地震による被害状況（表３－２参照）をもとに、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弱以上とする。

表３－１　震度と処理場・ポンプ場における地震被害の関係

震度	被　　害
4	一般に被害なし
5 (弱)	・ 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)	・ 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) 6 (強)	・ 構造物に大きなひび割れ発生 ・ 塔状装置類の転倒、落下
7	・ 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３－２　兵庫県南部地震以降の地震による処理場・ポンプ場の被害額（災害査定額）

地震名	発生年月日	震源地	最大震度	ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞ	処理場･ポンプ場	
					件数(件)	被害総額(百万円)
兵庫県南部地震	H7.1.17	兵庫県南部	7	7.3	99	34,400
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	12	1,231
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	5	140

（２）液状化危険度の判定

次に、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[1)]に位置づけている。また、岩崎らの報告[2)]によれば、「液状化の発生している地点のうち、ＰＬ値が１５以上の地点が５０％を占めており、液状化危険度が極めて高い。」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）側方流動危険度等の判定

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、特殊な地盤条件により側方流動と同様に甚大な地盤変動が考えられる場合は、別途考慮するものとする。

（４）対策の有無

上記地震動、液状化及び側方流動に対して対策がとられている場合は、軽微な被害として取り扱う。

以上の各要件から被害タイプの条件及び被害の概要を整理すると以下のとおりであり、その概要を表３－３に示す。

① タイプ１

タイプ１は、側方流動等に起因した地盤変動による被害を受けるものであり、最も被害が大きい。図３－２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３－３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３－４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。

表３－３　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	被害のイメージ
タイプ１	側方流動等による地震被害	地震動の影響を受けるとともに、特に側方流動等により、処理場、ポンプ場の基礎地盤が大きく変動し、甚大な地震被害を受ける。	図３－２
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。	図３－３
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。	図３－４
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。	

液状化に伴う側方流動等による処理場被害（タイプ１）のイメージ

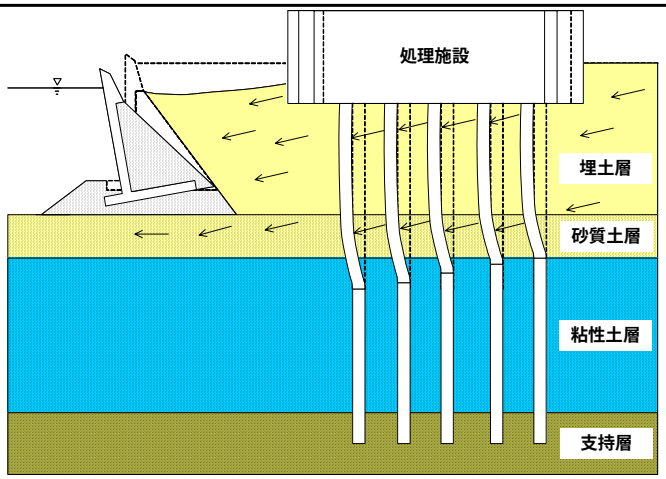
液状化に伴う側方流動とは、地震外力作用により過剰間隙水圧発生後に強度が著しく低下した地盤が、横断的に地形が変形する護岸等の付近において、水平方向に移動する現象と考えられている。タイプ１による被害は、このような地盤変動による被害を受けるものとする。

<u>側方流動による被害の起きやすい条件</u>

○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

側方流動による被災例

（東灘処理場の被災写真）

出典：『阪神淡路大震災における
神戸市下水道施設の被害と
復旧・復興の記録』神戸市建設局

地盤変状による被災例

（堀之内処理場の被災写真）

出典：『下水道地震対策技術検討委員会
報告書』

<u>被害例</u>

- 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３－２　液状化に伴う側方流動等による処理場被害（タイプ１）のイメージ

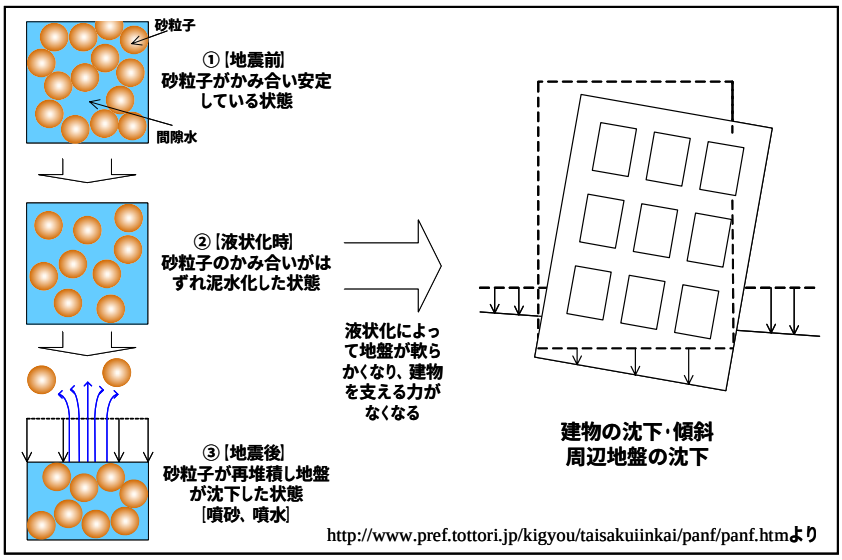
液状化による処理場被害（タイプ２）のイメージ

液状化とは、通常は良好な地盤が強い地震によって激しく揺すられることにより、泥水状態になること。

<u>液状化による被害の起きやすい条件</u>

○緩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



<u>被害例</u>

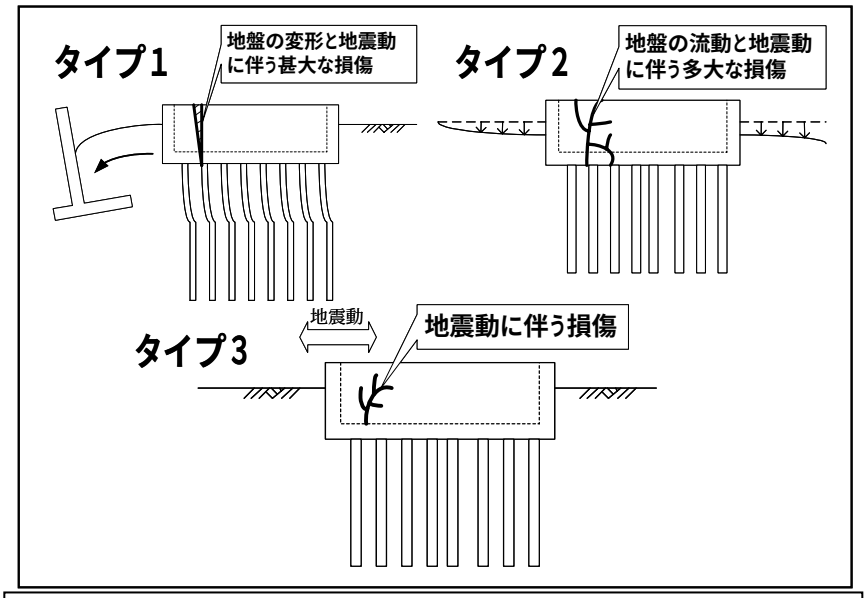
- 構造物の傾斜、塔状装置類の転倒、落下
- 構造物の大きなひび割れ

図３－３　液状化による処理場被害（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は側方流動等による甚大な被害、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。）



地震による被害例

最終沈殿池設備
阻流壁破損・落下

出典：『下水道施設耐震情報集』
（社）日本下水道施設業協会

構造物のひび割れ

出典：『下水道地震対策技術検討委員会報告書・参考資料』

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３－４　地震による処理場被害（タイプ３）のイメージ

3.4　処理場・ポンプ場ごとの被害想定手法

被害想定は、対象地域を設定し、基礎となるデジタル地形図を決定した上で、処理場・ポンプ場ごとに、地震動の強さ、液状化の危険度、側方流動の影響及び耐震対策実施状況のデータベースを構築し、被害タイプ別の被害率等の被害状況データを用いて、被害状況を算出する。

【解説】

処理場、ポンプ場ごとにタイプ分類、被害状況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」として図示するための検討フローを図３－５に、処理場・ポンプ場被害状況マップのイメージを図３－６に示す。

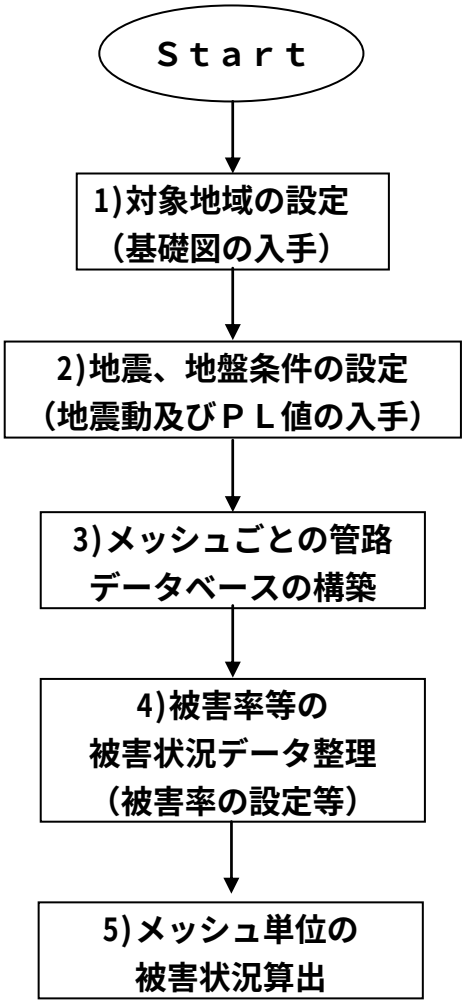


図３－５　検討フロー

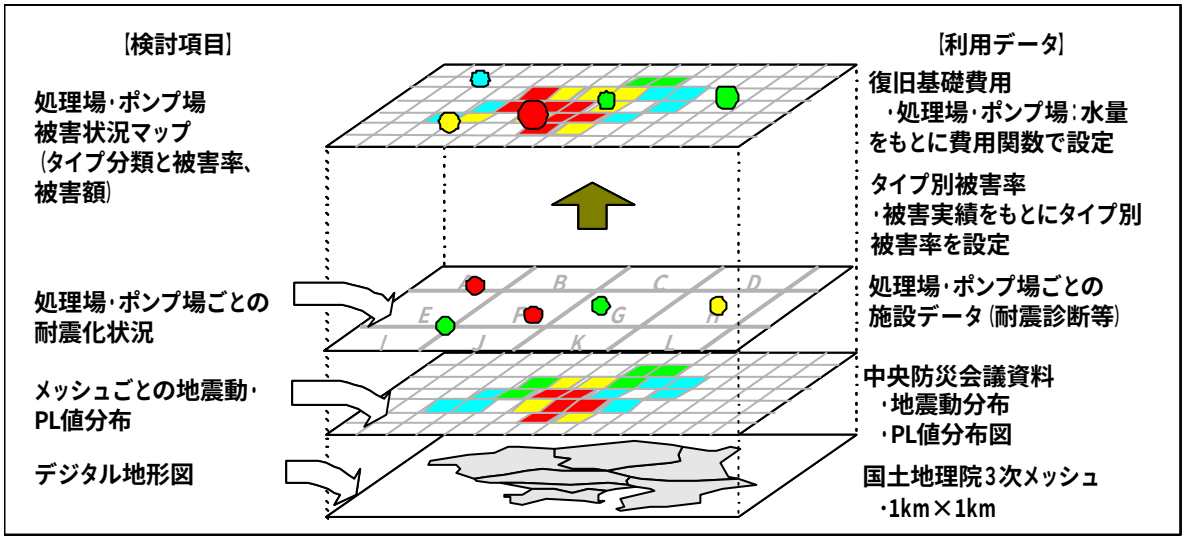


図３－６　処理場・ポンプ場被害状況マップのイメージ

検討は、処理場・ポンプ場ごとに、検討に必要な地震情報、下水道施設情報及び下水道被害情報を入力することにより、被害状況を算定するものとする。

（１）メッシュの基礎図

メッシュの基礎図は、被害想定対象区域を網羅することが可能であり、地震に関する情報、地盤条件に関する情報、下水道施設に関する情報及び防災拠点等の防災に関する情報の重ね合わせが可能なデジタル地形図を用いる。

また、メッシュの大きさは、地震や地盤条件に関する情報の入手レベル及び被害想定結果の活用方法を勘案して決定する。

例えば、マクロ的な処理場・ポンプ場被害を算出するにあたっては、管路被害(2.3)で例示した１Km×１Km 程度のメッシュ単位の国土地理院３次メッシュを利用する方法がある。

（２）地震・地盤条件

地震動の強さ並びに液状化の危険度、地質分類等の地盤条件は下水道施設の被害形態（施設本体の破損、継手部の破損、施設の浮上・沈下等）及び被害程度を左右する重要な条件であり、震度分布、ＰＬ値、地質区分等の情報を収集・入力する。

なお、地震動データとしては、中央防災会議のデータ（震度分布・ＰＬ値）（中央防災会議のホームページ参照：http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/）等が活用できる。

（３）処理場・ポンプ場施設データ

処理場・ポンプ場ごとの施設規模、耐震化の状況等を入力し、データベースを構築する。表３－４に収集する情報の例を示す。

ここで、耐震化の状況については、既存の耐震診断結果等から管理棟、沈殿処理施設、反応タンク、消毒施設等の施設ごと、土木、建築、機械、電気等の施設・設備ごとの情報がある場合は、そのデータを活用する。

なお、データについては、被害想定結果の活用目的に応じて必要な情報を入力することが重要であり、例えば、いつ起きてもおかしくない大規模地震に対して緊急的な対応を検討する場合は、被災時にも最低限確保すべき機能に関する施設状況に限って入力することも考えられる。また、被害状況として、被害額を算出する場合には、施工時の実績や規模等から、建設費を設定しておく必要がある。

表３－４　収集情報の例

項目	概要
事業名称	○○公共下水道、△△流域下水道、等の事業名称
種別	公共（単独・流域関連）、流域等の別
施設名称	○○処理場、△△ポンプ場、等の施設名称
設置時期	設置・改築の年次等
所在位置	施設所在位置
計画能力	計画日最大汚水量、計画時間最大排水量、等
現有能力	日最大処理能力、時間最大排水能力、等
耐震化状況	耐震診断結果(レベル１，レベル２) 施設の耐震対策実施の有無、 護岸の側方流動対策実施の有無、等

（４）被害率の設定

被害率は 3.3 で分類したタイプごとに設定するものとする。被害の程度は、タイプ分類の要件とした地震動の強さ、地盤条件、耐震化の状況等によって異なる。したがって、過去の被害実績がある場合は、地域特性等を踏まえ、そのデータから被害要因と被害率の関係を決定することが望ましい。

ここで、被害率は、全体建設費に対する復旧工事費の割合とする。

また、被害率の設定にあたっては、被害想定結果の活用目的を踏まえて、平均的な被害率を算出するか、あるいは、最大値を算出するのか、事前に判断しておく必要がある。

下水道管理者や都道府県が管内の処理場・ポンプ場の被害状況を一覧し、より詳細な被害内容の分析を行う処理場・ポンプ場を特定するなど、対策計画の優先順位を決定するために、相対的危険度を把握する場合は、統計的なデータから平均被害率を算出することが基本と考えられる。

一方、中央防災会議の被害想定のように、危険度としてマクロ的な被害の規模が求められる場合は、最大値を求めておくことも重要である。

なお、兵庫県南部地震、新潟県中越地震の被害状況から、タイプ別の平均及び最大・最小被害率を設定した例を参考として以下に示す。

（参考例）被害率設定の例

兵庫県南部地震及び新潟県中越地震における処理場・ポンプ場周辺地盤等の状況、処理場・ポンプ場の被害状況等のデータから、処理場・ポンプ場ごとに被害タイプを分類し、災害査定の額と処理能力、排水能力から費用関数をもとに推定した建設費用との比を処理場・ポンプ場ごとの被害率として算定した結果を参考表１及び参考表２に、これらの結果をもとにタイプごとの平均、最大、最小被害率を算定した結果を参考表３及び参考表４に示す。

なお、実際の被害想定に当たっては、目的に応じて参考表３及び参考表４の値を図３－５に示す５）の被害率として使用し、建設費に乗ずることにより被害額を求めることができる。

また、最大値は、施設の被害危険度を求めるものであり、復旧計画、減災計画等を検討することに用いることができる。さらに、平均値は、複数の施設を管理している下水道管理者が施設の耐震対策の優先度などを検討する際など相対的な評価を行う際に用いることができる。

参考表１　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

	都市名		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	震度(想定)	地震被害分類タイプ	※7 被害率
兵庫県南部地震(1995.1.17)	兵庫県	1	武庫川上流浄化センター	S60.5	55,000	×			○	かき寄せ機ﾌﾗｲﾄ破損	5	4	0.00029
		2	武庫川下流処理場	S51.10	283,000	△				管廊継手漏水、建屋ﾆ次部材破損	6	2	0.00047
		3	加古川下流浄化センター	S42.6	68,000	×				脱水機基礎ｽﾞﾚ	4	4	0.00016
		4	猪名川流域原田処理場	S41.4	421,000	×				管廊継手漏水、配管ｽﾞﾚ	6	3	0.00018
	尼崎市	5	東部第1浄化センター	S57.10	79,000	△			○	壁,ｽﾗﾌﾞのｸﾗｯｸ多数	6	2	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	6	3	0.00019
		7	北部処理場	S57.10	102,000	△				管廊継手漏水，脱水機基礎ｽﾞﾚ	6	2	0.00183
	西宮市	8	枝川浄化センター	S45.2	126,000	△	(○)	③	○	管廊継手破断、不同沈下等多数	7	2	0.06300
		9	鳴尾浜浄化センター	S61.10	34,000	△				管廊継手破断,ｸﾗｯｸ多数	6	2	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	2	0.03450
	芦屋市	11	芦屋下水処理場	S49.1	73,000	△	(○)		○	護岸継手ｽﾞﾚ,壁,ｽﾗﾌﾞのｸﾗｯｸ多数	7	2	0.04551
	明石市	12	船上処理場	S46.6	39,000	×				通路陥没,発電機室沈下	6	3	0.00466
		13	朝霧処理場	S61.5	14,000	×				高架ﾀﾝｸ亀裂	6	3	0.00026
		14	二見処理場	S56.4	25,000	△				通路陥没,柱ｸﾗｯｸ	5	4	0.00156
	神戸市	15	東灘処理場	S37.10	225,000	○	○		○	護岸変状,杭損傷,沈下多数	7	1	0.62090
		16	中部処理場	S33.11	78,000	△			○	継手ｽﾞﾚ,ｸﾗｯｸ多数	7	2	0.00732
		17	西部処理場	S40.4	162,000	△	(○)	③	○	継手ｽﾞﾚ,ｸﾗｯｸ多数	7	2	0.02336
		18	ポートアイランド処理場	S55.5	20,000	△	(○)	①，③		継手ｽﾞﾚ,放流渠不同沈下	6	2	0.01604
		19	垂水処理場	S49.8	134,000	△				継手ｽﾞﾚ,ｸﾗｯｸ多数	6	2	0.00492
		20	鈴蘭台処理場	S43.9	44,000	×				管理棟損傷	6	3	0.00051
		21	玉津処理場	S56.8	75,000	×				継手ｽﾞﾚ,脱水機破損	6	3	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			
	大阪府	23	中央処理場	S45.3	197,000	×				ﾎﾟﾝﾌﾟ棟ｸﾗｯｸ,ｸﾚｰﾝ架台損傷	5	4	0.00044
		24	高槻処理場	S44.8	84,000	×				管廊ｸﾗｯｸ	5	4	0.00000
		25	川俣処理場	S47.7	276,000	×				換気ﾀﾞｸﾄ破損	5	4	0.00088
		26	北部処理場	S62.4	45,000	×		①		管廊漏水	5	4	0.00000
		27	中部処理場	H1.4	25,000	×				ｴｱﾀﾝｸﾗｯｸ	5	4	0.00000
		28	南部処理場	H5.7	13,000	×				管廊ｸﾗｯｸ	5	4	0.00062
	豊中市	29	庄内下水処理場	S48.4	120,000	×				ﾀﾞｸﾄ破損	6	3	0.00208
	吹田市	30	南吹田下水処理場	S48.7	88,000	×				焼却炉煙突ｱﾝｶｰ緩み	5	4	0.00111
	大阪市	31	大野下水処理場	S42.11	280,000	×		③		初沈壁亀裂漏水,管廊漏水	6	3	
		32	十八条下水処理場	S45.3	203,000	×				空気配管損傷	5	4	
		33	中浜下水処理場	S35.5	288,000	×				管理棟継手部破損	5	4	
		34	今福下水処理場	S41.6	280,000	×				上水配管漏水	5	4	
		35	放出下水処理場	S42.10	154,000	×				焼却炉集塵機作動不能	5	4	
		36	平野下水処理場	S42.10	323,000	×		③		管廊漏水,ﾀﾞｸﾄ破損	5	4	
		37	住之江下水処理場	S39.12	220,000	×		③		ｻｰｼﾞﾀﾝｸ下部ｸﾗｯｸ	5	4	
		38	千鳥下水処理場	S38.10	79,000	×				管廊漏水	5	4	
		39	市岡処理場	S36.4	120,000	×				管廊漏水	6	3	
		40	此花処理場	S43.7	168,000	×				沈殿池ｸﾗｯｸ,かき寄せ機損傷	6	3	
		41	海老江処理場	S15.4	326,000	△		③		配管漏水,かき寄せ機損傷	6	2	
		42	津守処理場	S15.4	363,000	×				継手破損,かき寄せ機損傷	5	4	
	亀岡市	43	年谷浄化センター	S58.3	25,000	×					4	4	
												合計	0.02706
新潟県中越地震(2004.10.23)	新潟県	1	長岡処理場	S60.7	56,000	×				EXP.Jのｽﾞﾚ,汚泥かき寄せ機破損	6弱	3	0.00386
		2	堀之内処理場	H4.8	14,200	×			○	処理機能停止,処理施設の段差	6弱	1※5)	0.13514
	十日町市	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	6弱	3	0.01515
	小国町	4	小国浄化センター	H6.7	3,000	×			○	脱水機作動不能,躯体ひび割れ	6強	3※6)	0.03186
	魚沼市	5	須原終末処理場	S59.4	1,225	×					6弱	3	0.00858
		6	上条終末処理場	H4.3	730	×					6弱	3	0.02180
												合計	0.03138

注）本表は「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　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甚大な被害をもたらしていない。よって地震被害はタイプ2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）堀之内処理場は、側方流動ではないが、基礎地盤状況の違いによる地盤の沈下による被害であり、タイプ1と位置づけた。
※6）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ので、ここでの被害率は検討に加えないこととした。
※7）被害率は災害復旧工事費と処理能力から想定した建設費用の費から算出した。

参考表２　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

	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 被害率
兵庫県南部地震(1995.1.17)	神戸市	1	深江大橋ポンプ場	S44.1	923	○	送水管破断、ﾎﾟﾝﾌﾟ芯ずれ		7	775	2	0.0126
		2	本庄ポンプ場	S41.4	38,700	○	建屋一部破損、ﾎﾟﾝﾌﾟ芯ずれ	H8.3.5復旧	7	775	2	0.0190
		3	魚崎ポンプ場	S37.10	105,780	○	吐出口継手破損、し渣洗浄機破損、ﾎﾟﾝﾌﾟ芯ずれ	H8.8.6復旧	7	775	2	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	
		5	大石ポンプ場	S46.5	4,896		地下室破損、ﾎﾟﾝﾌﾟ芯ずれ	H7.7.15復旧	7	833	3	0.0261
		6	PI第１ポンプ場	S55.7	780	○	ﾎﾟﾝﾌﾟ室ｸﾗｯｸ、機器水没	H8.3.29復旧	6	347	2	0.0362
		7	PI第２ポンプ場	S56.5	60	○	ﾎﾟﾝﾌﾟ室ｸﾗｯｸ、機器水没	H7.4.28復旧	6	347	2	0.0438
		8	PI第３ポンプ場	S57.4	60	○	ｺﾝｸﾘｰﾄ擁壁破損、機器・発電器水没	H7.4.28復旧	6	347	2	0.0370
		9	宇治川ポンプ場	S30.4	18,780		場内舗装破損		6	818	3	0.0013
		10	島上ポンプ場	H6.4	67,800		放流渠ずれ、ﾎﾟﾝﾌﾟ芯ずれ	H8.3.29復旧	6	818	3	0.0046
		11	湊川ポンプ場	S44.6	25,020		擁壁破損、ﾎﾟﾝﾌﾟ芯ずれ	H7.8.15復旧	6	818	3	0.0088
		12	和田岬ポンプ場	S35.7	36,540	○	擁壁壁・塀破損、高圧受変電盤破損	H8.3.26復旧	6	616	2	0.0128
		13	浜中ポンプ場	S56.9	33,960	○	場内舗装破損、縁石破損		6	616	2	0.0003
		14	外浜ポンプ場	S41.9	14,400	○	ﾌﾞﾛｯｸ塀破損		6	615	2	0.0023
		15	舞子ポンプ場	S58.4	3,600		ﾎﾟﾝﾌﾟ棟ｸﾗｯｸ		6	600	3	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	0.0330
		17	吉田ポンプ場	S56.6	102,900		周辺舗装・階段等沈下、ﾎﾟﾝﾌﾟ芯ずれ	H7.7.3復旧	6	500	3	0.0011
											合計	
	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	0.0737
		2	南宮ポンプ場	S47.4	10,200		沈砂池流出部破断、電源装置倒壊		7	600	3	0.0218
											合計	
	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	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	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	0.0004
		4	浜ポンプ場	S48.6	7,834	○	舗装、引き込み管等の破損、管渠ｺﾝｸﾘｰﾄ剥離		7	400	2	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	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	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	0.0024
		8	上田北ポンプ場	S35.9	28,800		建屋傾斜、ポンプ井底版破損、継ぎ手ひらき		6	500	3	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	
		10	呉羽ポンプ場	S43.8	23,580				6	500	3	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、ポンプ室水没		6	500	2	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	0.0417
		13	櫨塚ポンプ場	S45.10	32,580		引込管等の破断、モルタルの一部剥離		6	700	3	0.0003
		14	西福ポンプ場						6	500	3	
		15	真砂ポンプ場				引込管、ｹｰﾌﾞﾙﾀﾞｸﾄ等の破断、目地ひらき		6	500	3	
		16	本町ポンプ場						6	500	3	
											合計	
	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	
		2	高田中継ポンプ場	S63.6	17,960		壁の亀裂		6	400	3	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	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	0.0028
		5	尾浜中継ポンプ場	S40.4	2,484		基礎ボルト切断、吐出管ひづみ		6	400	3	0.0085
		6	常松中継ポンプ場						6	400	3	
											合計	0.0042
	伊丹市	1	西野ポンプ場				壁亀裂、人孔ずれ		6	500	3	
	明石市	1	朝霧ポンプ場	S61.5	6,900		場内道路陥没		6	400	3	0.0003
		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	0.0020
											合計	
	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	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	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	0.0023
											合計	
	大阪市	1	中島第２抽水所他７抽水所									
		2	佃第２抽水所									
		3	佃第２抽水所他３抽水所									
		4	中島第２抽水所他３抽水所									
											合計	
	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	0.0015
		2	利倉ポンプ場	S54.6	108,000		H型鋼ﾌﾞﾚｰｽ、ﾀｰﾝﾊﾞｯｸﾙ切断		6	400	3	0.0001
											合計	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	0.0010
		2	寝屋川南部川俣ポンプ場	S47.7	168,780				5	240	4	0.0001
		3	寝屋川南部長吉ポンプ場	S57.4	147,398				5	240	4	
											合計	0.0004
新潟県中越地震(2004.10.23)	新潟県	1	川口ポンプ場	H8.3	203		外階段破損、場内道路の陥没		7		3	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	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	0.0990
	川口町	4	大島中継ポンプ場	H8.3	192		場内陥没		7		3	0.0888
		5	東川口中継ポンプ場	H8.3	191		場内陥没		7		3	0.0827
	三島町	6	脇野町汚水中継ポンプ場	H9.3	150				6弱		3	0.0085
											合計	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）被害率は災害復旧工事費と計画排水量から想定した建設費との比から算出した。

参考表３　被害タイプ別処理場被害率

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

参考表４　被害タイプ別ポンプ場被害率

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

3.5　被害想定結果の活用

被害想定結果は、重大な被害が発生するおそれのある処理場、ポンプ場を抽出し、防災対策計画あるいは減災対策計画を策定する際の基礎資料として活用する。

また、想定被害額と対策費用を比較することで、対策の妥当性を検証するための目安としても活用可能である。

【解説】

3.4 の手法により算出した被害想定結果及びその結果を図化した処理場・ポンプ場被害状況マップは、各施設の被害の程度の総括的な把握、あるいは、緊急的な対策が必要な箇所の選定の基礎資料として活用できる。

例えば、複数の処理場を管理する場合、図３－７に示すように処理場ごとに被害の程度、被害が発生した場合の影響の重大性等から緊急的に対策が必要な処理場を抽出し、順次、緊急地震対策計画（アクションプラン）あるいは減災対策計画を策定することが考えられる。

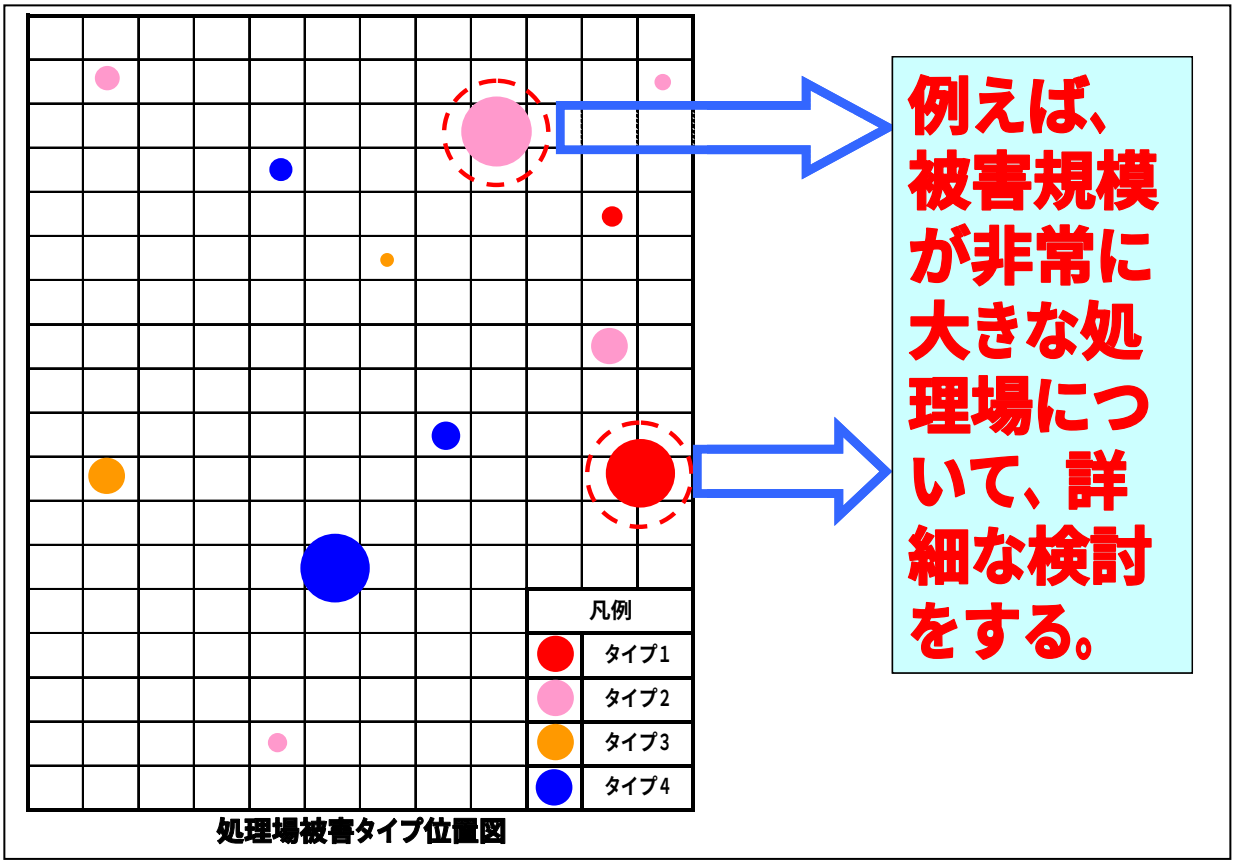


図３－７　被害マップ活用例（被害規模の大きな処理場の抽出）

なお、重大な被害が発生するおそれのある処理場の中から地震対策計画を検討すべき処理場の抽出に当たっては、上記被害想定結果に加え、以下に示す情報等を考慮する必要がある。

① 放流先における水利用の状況

② 処理場周辺の土地利用等の状況

③ 汚泥処理の有無及び集約処理の実施の有無

④ 処理場の防災拠点としての位置づけの有無

⑤ 施設の建設年次、設計時に適用した設計基準

⑥ 診断結果等に基づく施設の老朽化の程度

また、ポンプ場については、①市街地に設置されている汚水ポンプ場は被災による未処理下水の流出による周辺地域への影響が大きい、②雨水ポンプ場は被災時の雨水排除について代替機能の確保が難しく重大な二次災害を引き起こすおそれがある。

したがって、被害タイプや周辺土地利用状況等から重大な被害が発生するおそれのあるポンプ場についても、先に述べた処理場と同様の手順により、対策手法を検討し、管路網やポンプ場の配置状況等を考慮し、施設の耐震化あるいは施設間のネットワーク化などの対策を検討するなど、被害想定結果を参考に地震対策計画を策定することが考えられる。

以下に耐震対策の検討事例を示す。

＜検討事例１＞　耐震性能の異なる水処理施設が混在し、用地に余裕がない場合

（１）耐震化対策の考え方

①施設の特徴

事例とした処理場の敷地に余裕がなく、耐震化状況が施設毎(レベル 1 未対応とレベル１対応が混在)に異なる。

②目標

被災時の影響を最小限にし、公衆衛生保全の観点から未処理下水の流出を防止し、最低限の処理機能を確保することとする。

（２）耐震対策の内容

①可とう性継ぎ手の設置

処理機能を確保するため、流入渠から放流渠にいたるタンク構造物の接続部に可とう性継ぎ手を設ける。

②エキスパンションジョイント（EXP.J）の補強

タンク構造物の機能確保のため、地震時の被害が大きいと想定される１系、２系両方の水路や反応タンク内に配置されているエキスパンションジョイント（EXP.J）の内で、処理水の流れの確保に重要な箇所に、内側から新たな可とう性継ぎ手を設置し耐震性を向上させる。

③　最初沈殿池バイパス水路の設置

被災時にも最低限の沈殿・処理機能を確保するため、最初沈殿池にバイパス水路を設置する。バイパス経路は、（反応タンク＋最終沈殿池）をバイパスし、「流入渠 → 最初沈殿池 → 消毒施設 → 放流渠」の流れを確保するものとする。

対策のイメージを図３－７に示す。

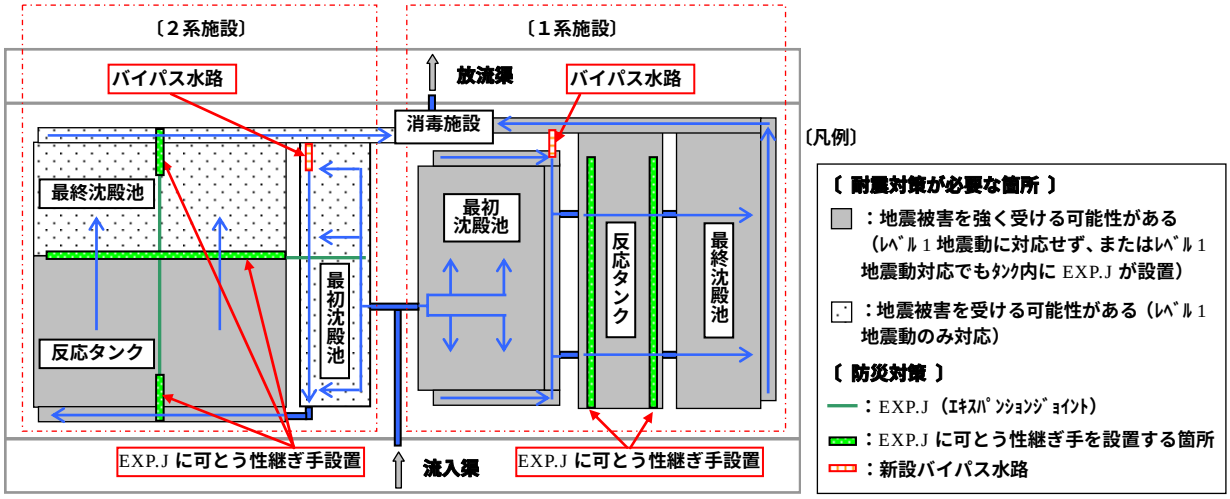


図３－７　地震対策イメージ図（耐震化状況がことなる施設が混在し、用地に余裕がない場合）

＜検討事例２＞耐震化状況がレベル２未対応で増設予定地等用地に余裕がある場合（減災対策）

（１）耐震化対策の考え方

①施設の特徴

事例とした処理場は、整備途上で敷地に空地があり、 近くに処理場がある。

②目標

直ちに地震が起こった場合を想定した減災対策のあり方について、１）沈砂池・ポンプ等の揚水機能が停止した場合（緊急対応パターンＡ）、２）沈殿処理機能・消毒処理機能が停止した場合（緊急対応パターンＢ）を想定し、それぞれ対応方策の手順及び内容を事前に定める。

（２）耐震対策の内容

１）〔 緊急対応パターンＡ 〕：沈砂池・ポンプ等の揚水機能が停止

①近接処理場への連絡幹線の活用

既存の連絡幹線を活用し、未処理水を近接処理場へ迂回させる。この近接処理場で処理を行い放流する。

②近接処理場への連絡幹線が活用できない場合

仮設ポンプにより揚水し、当該処理場内の既存施設で処理する。ただし、この方法も困難な場合は、緊急対応パターンＢで対応する。

２）〔 緊急対応パターンＢ 〕：沈澱処理機能・消毒機能が停止

①近接処理場への連絡幹線の活用

既存の連絡幹線を活用し、未処理水を近接処理場へ迂回させる。この近接処理場で処理を行い放流する。

②近接処理場への連絡幹線が活用できない場合

仮設処理施設（仮設沈殿池・仮設混和池）を空地に設け、仮設ポンプにより揚水し、仮設水路で仮設処理施設まで導く。仮設処理施設で処理後に放流する。

緊急対応パターンの決定フロー及び対策のイメージを図３－８～図３－９に示す。

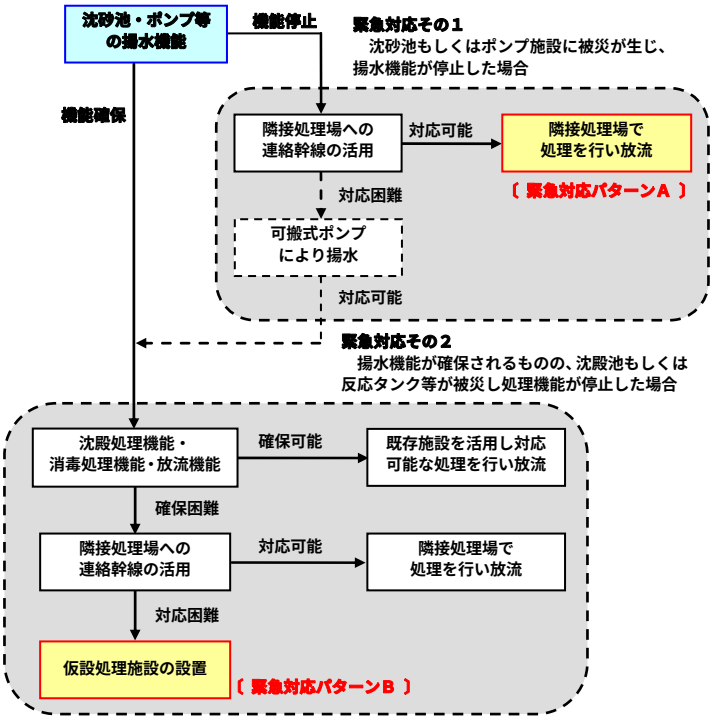
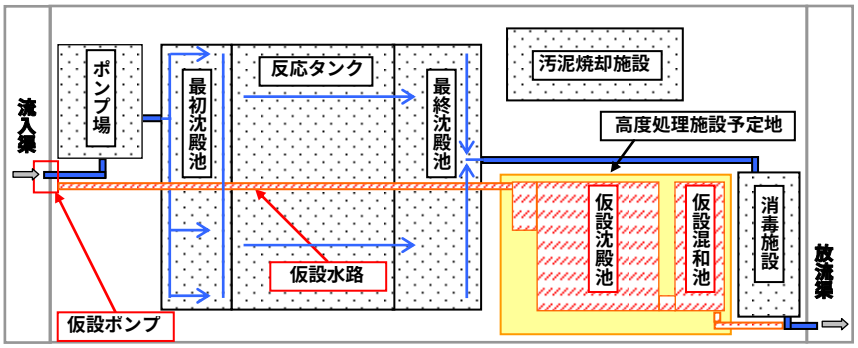


図３－８　処理場での被災時における対応手順検討フローの例



〔凡例〕

〔 耐震対策が必要な箇所 〕

：地震被害を受ける可能性がある（ﾚﾍﾞﾙ１地震動のみ対応）

〔 減災対策 〕

：高度処理施設予定地（現在空地）

：仮設処理施設（仮設沈殿池＋仮設混和池）

：仮設水路（流入渠（仮設ﾎﾟﾝﾌﾟ）→ 仮設水路 → 仮設沈殿池 → 仮設混和池 → 仮設水路 → 放流渠）

図３－９　緊急対応パターンＢ 仮設処理施設の設置（処理場の減災対策例）

＜検討事例３＞近隣処理場との連携（減災対策）

処理区間の下水を相互融通することは、処理場や下水幹線・ポンプ場が被災した場合の影響を最小限に抑えるための減災対策として有効な手段となりうる。

本検討事例は、比較的小規模な単独終末処理場と大規模な流域下水道終末処理場の減災対策として、処理区間の下水を相互融通するための連絡管導入の可能性を検討した事例である。

（１）流域の概要

関連公共下水道Ｂ幹線系統は、以前はルート１により単独公共下水道終末処理場に流入していたが、現在は図中の赤で示したルートを経由して、流域関連下水道に流入している。一方、単独公共下水道Ａ幹線系統は図中のルート２を経由して、単独公共下水道終末処理場に流入していたが、Ｂ幹線切り替えに伴いルート２～単独公共下水道終末処理場間に新設管路を布設した。

また、将来計画では、ルート３により、単独公共下水道Ａ幹線系統が流域下水道に編入する計画である。

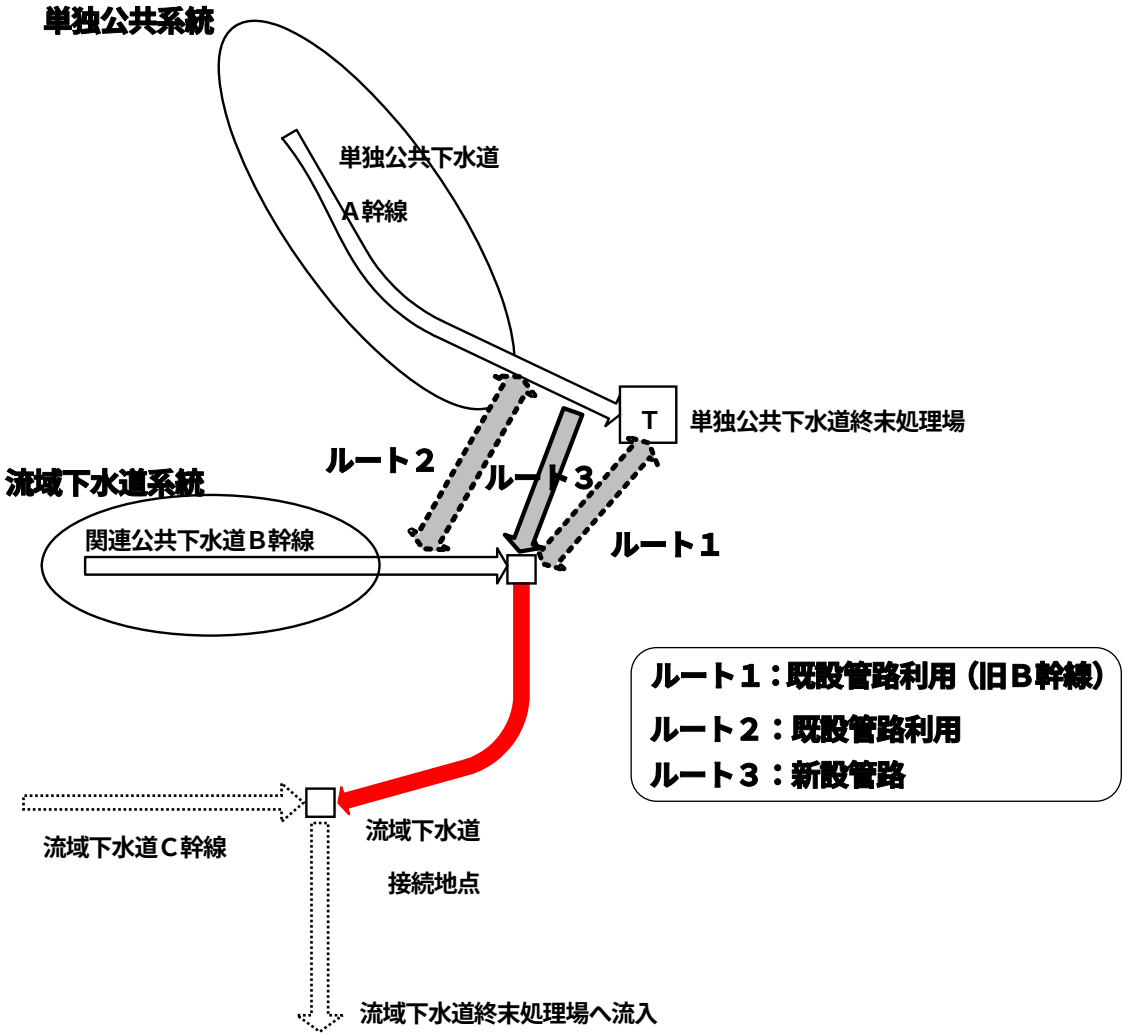


図３－１１　処理場間の位置と連絡管ルート候補

（２）相互融通の可能性の検討

可能性の検討に際しては、以下の事項を検討した。

①相互融通すべき区域について（処理水量と処理能力の関係整理）

②概略の水理検討

③連絡管ルート検討

本検討では、連絡管ルートとしては、既設管路であるルート１並びにルート２と新設管路のルート３の３つを抽出し、①及び②の検討を実施した結果、ルート１及びルート２は、既存管路施設を利用するものであり、すぐに対応が可能であることとから減災対策として大きな効果が期待される。

ルート３については、関係機関等の協議が必要であるが、緊急地震対策や中期・長期的な対策として計画することも可能である。

なお、ルート選定に際しては、本検討では考慮していないが、管路被害状況マップから得られる危険度、既設管の老朽度等を考慮することが望ましい。

また、大規模なネットワーク幹線によらずに処理区やポンプ場の排水区間等で相互融通できる地区は、比較的多数あると考えられるが、このような地区は、現状を把握して整理しておくことが、地震対策を含む非常時リスク対策に大きな効果が得られると思われる。