

影響度:①直接的影響 ②間接的影響

規模:A 1.5万人未満 B 1.5~3万人 C 3~5万人 D 5~10万人 E 10~15万人 F 15~30万人 G 30万人以上 H 用水供給事業

規模	影響度	施設名	影響概要	間接影響
H	①	送水管路、浄水場施設	管路漏水、舗装沈下、空気弁破損、沈でん池目地からの漏水	次亜塩素酸・燃料の供給減。活性炭の値上がり。
H	①	貯水施設(深山ダム)	アスファルト遮水壁の左岸側右岸側にそれぞれ一条ずつクラックが発生し、いずれも遮水壁全層を貫通。	
H	①	薬品沈澱池、水質検査室	傾斜板の一部脱落、目地の開き、水質検査機器の破損	
H	①	浄水場構内・送水流量計室	浄水場構内液状化により、一部陥没	次亜塩素酸ナトリウム・粉末活性炭の入庫が一時的に困難になった。計画停電により浄水場の稼働率が低下した。
H	①		浄水場汚泥の放射性物質	
H	①	取水・浄水・送水施設等	送水停止	
H	①	送水管	震災により送水管の漏水が4箇所発生したが、86時間余りかけてすべて復旧した。	
H	①		空気弁の補修弁損傷等による漏水	浄水薬品(次亜塩素酸ナトリウム、苛性ソーダ、活性炭)及び自家発燃料等の供給減等
H	①	送水管の補修弁(空気弁)の破損	送水管が大口径のため、送水再開まで充水・洗浄作業等に時間を要した。	
H	②			布設替え工事等で必要な材料の納入が遅れた。
H	②			愛知県の想定地震は、現在は東海・東南海地震の2連動であるが、東日本大震災を受け、今後、3連動地震が想定地震に加えられる可能性があり、その場合、地震対策の見直しが必要。
H	②			放射性物質による水道水、浄水発生土の安全管理面での業務が増えた
H	②			節電対策(ピークカット)の実施、浄水場における水の放射能測定
H	②			計画停電
H	②			浄水薬品の一時供給減、浄水汚泥の放射性物質検査の実施

## 4.2 東北地方太平洋沖地震による水道施設の被害実態調査

### 4.2.1 被災状況に関するアンケート調査

#### (1) 調査対象と調査内容

東北地方太平洋沖地震による浄水施設等の被災状況を調査するため、主な被災5県(岩手、宮城、福島、茨城、千葉の各県)の水道行政担当部局にアンケート調査表を送付して、被災報告のある水道事業者、被災した浄水場等の名称、主な被害の様子等を調査した。ただし、調査する被災状況は、今研究の目的を勘案して地震動によるものを対象とし、津波及び停電による被害・機能停止は対象外とした。

なお、各水道事業者にアンケート調査を直接的に行わなかったのは、今回の地震被害の規模が大きく、被災事業者では復旧・復興に多大な労力を費やしていると考えられ、アンケート調査への回答は得にくいと考えられたためである。別紙1にアンケート調査表を示す。

#### (2) 調査の実施と回答状況

平成23年10月25日に各県の水道行政担当部局に調査票を郵送したところ、11月末までに福島県を除く4県から回答が寄せられた(別紙2)。

なお、福島県からは回答が無かったが、原発事故対応という特殊な事情に鑑み、回答する時間的かつ人的な余裕が無いものと考え、回答を催促・督促することは差し控えた。

#### (3) 調査結果

調査結果の総括を別紙3及び下表に示す。

なお、表中の「深刻な被災施設とその状況」及び「主な被災要因」は、本アンケート調査結果とともに、表下の資料を参考にした。

東北地方太平洋沖地震による深刻な被害を受けた施設と被災状況

被災県	事業者数	取導水	浄水	送配水	深刻な被害を受けた施設と被災状況
岩手県	7		3	5	一関市 沢配水池 PC製配水池倒壊
宮城県	18	3	32	65	石巻地方広域水道蛇田浄水場 地盤液状化が発生 沈澱池底版・側壁が損傷し機能停止、 送水ポンプ室大破
茨城県	21		24	1	茨城県企業局鰐川浄水場 地盤液状化が発生 共同溝が浮上り、場内配管と構造物との 接合部の抜け・破損が多数
千葉県	6	1	5		神崎町神宿浄水場 地盤液状化が発生 薬品沈澱池側壁の目地ズレ、場内配管 と構造物との接合部で抜け・破損多数

- ・東北地方太平洋沖地震における水道施設被害調査報告書 千葉県・茨城県編（平成 23 年 4 月神戸大学、楢田泰子他）
- ・東日本大震災『浄水技術支援チーム』現地調査報告書（平成 23 年 7 月、水道技術研究センター）
- ・平成 23 年（2011 年）東日本大震災水道施設被害等現地調査団報告書（平成 23 年 9 月、厚生労働省水道課他）

#### (4) 考察

アンケート調査への回答及び参考資料から、以下の事項が示唆された。

1) 深刻な被害の多くは、地盤の液状化に伴う以下の現象によるものである。

- ・地盤支持力の不均衡による不等沈下（蛇田浄水場及び神宿浄水場の沈殿池など）
- ・液状化土壌が作用する浮力に伴う浮上り（鱈川浄水場の共同溝など）
- ・これらの作用による構造物との大きな位置ズレによる応力集中（鱈川浄水場及び神宿浄水場の場内配管など）

2) 液状化の発生しない地盤にあった PC 製配水池の崩落は、設計時の想定を越えたと思われる地震動によるほか、池（高架水槽）下部の構造的弱点によることが考えられる。簡易耐震診断手法のブラッシュアップを検討する際には、これらの事情を十分に反映するものであることが必要であり、現地調査を実施した。

## 4.2.2 被災状況の現地調査結果と考察

### (1) 現地調査の実施

被災状況に関するアンケート調査結果とその考察に基づき、以下のとおり被災施設等の現地調査を実施した。

- ・ 宮城県 石巻地方広域水道企業団 蛇田浄水場
- ・ 茨城県企業局 鱒川浄水場
- ・ 千葉県 神崎町 神宿浄水場
- ・ 岩手県 一関市 沢配水池（撤去済みであるため、水道担当者へのヒアリングを実施）

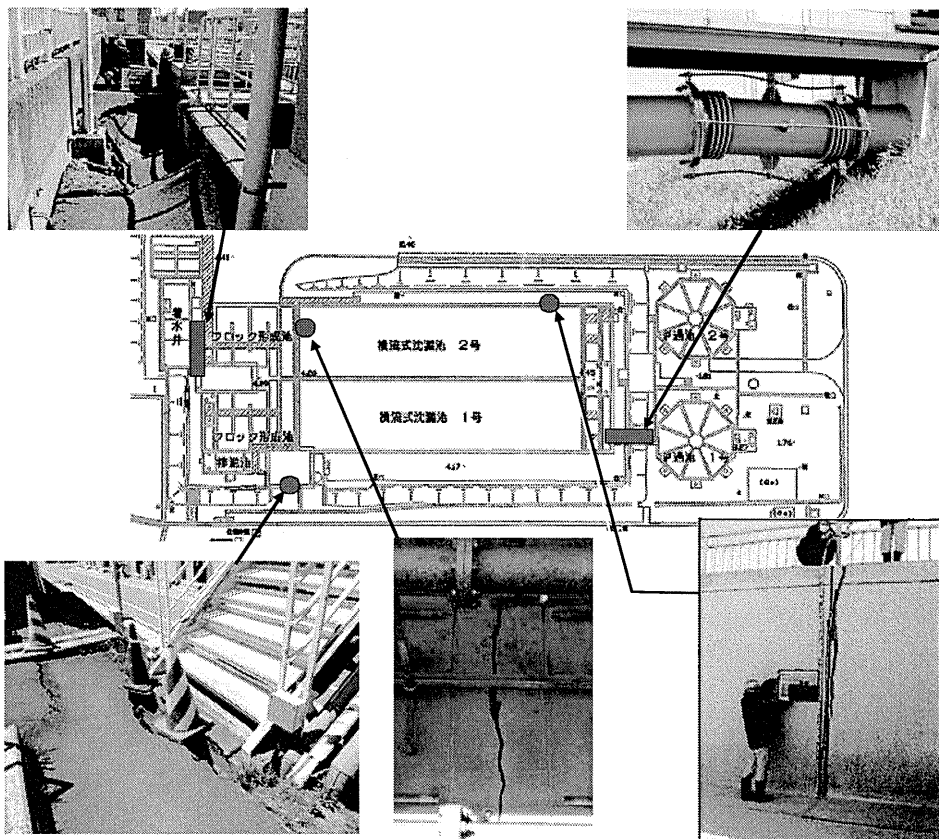
### (2) 現地調査結果の概要（調査結果の詳細及び写真を別紙4に示す）

#### 1) 石巻地方広域水道企業団 蛇田浄水場

旧北上川表流水を水源とする急速ろ過方式の浄水場であり、横流式沈殿池系統（15,000m<sup>3</sup>/日）と傾斜板沈殿池系統（45,000m<sup>3</sup>/日）から成っている。場内では各所で液状化が発生しており、それに伴う地盤沈下が認められた。

横流式沈殿池では沈殿池の底版及び側壁にクラック、目地開きが生じて漏水していたため、地震直後から使用を停止して修理を行った。傾斜板沈殿池では、部分的な傾斜板落下などの軽微な被害にとどまり、通水が可能であったため、浄水を継続することができた。

送水ポンプ室の壁と床が大きな損傷を受けており、地盤沈下によりポンプ室の基礎部下が中空となっている場所もあったが、ポンプは早期に運転を再開した。



石巻地方広域水道企業団 蛇田浄水場の被災状況

## 2) 茨城県企業局 鱈川浄水場

北浦南端部左岸に位置する鱈川浄水場（30,000m<sup>3</sup>/日）の敷地全体が液状化し、60～80cmの地盤沈下を生じるとともに、RC製共同溝の浮上が見られた。この共同溝の損壊した箇所から地下水や液状化した土砂が大量に流入し、その撤去に時間を要した。

このほか、地盤沈下に伴う構造物との取り付け部付近での埋設管の離脱・破損で、22箇所の場内配管が離脱・破損した。仮配管による復旧によって機能回復を急いだが、長期（40日間）の浄水停止となった。また、雨水調整池も被害を受けた。



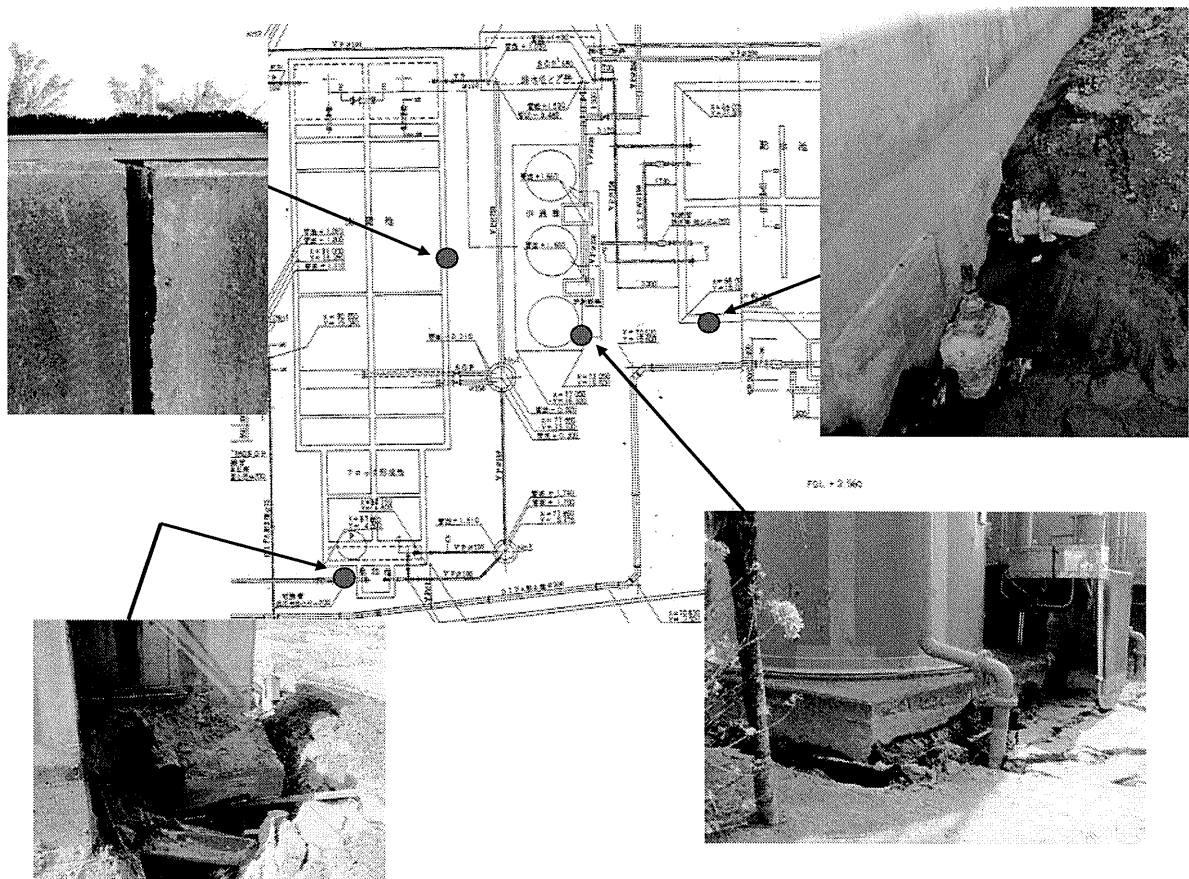
注)手前管路K形φ400は継手離脱部分の復旧に伴う解体中

### 茨城県企業局 鱈川浄水場の被災状況

## 3) 神崎町 神宿浄水場

利根川下流部右岸の堤防沿いにある神宿浄水場（1,639m<sup>3</sup>/日）は、利根川水系利根川の表流水を水源としており、神崎町のほかに成田市、香取市の一部に給水している。敷地内で発生した液状化により、沈澱池の目地開きなどの被害が発生するとともに、埋設管が主として構造物との取り付け部で破損し、通水機能を停止した。

現在、この浄水場は放棄状態であるが、町の保有する地下水系の古原浄水場の隣接用地を新たに確保し、新たに浄水処理施設を造り直すこととし、既存取水施設の耐震化と導水ポンプ場の新設を行い、合わせて導水管路を整備することとしている。



神崎町 神宿浄水場の被災状況

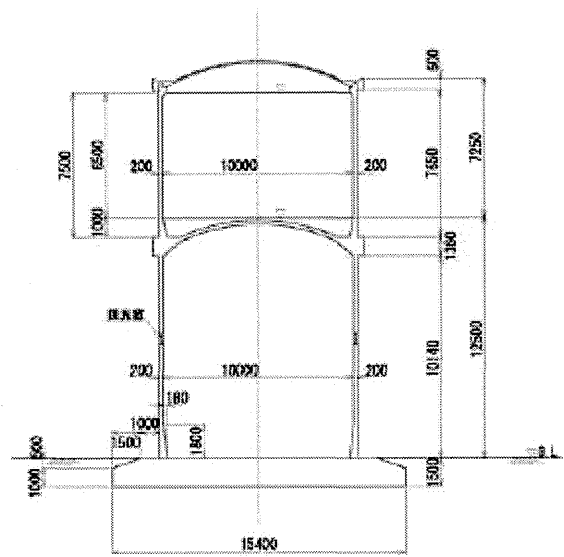
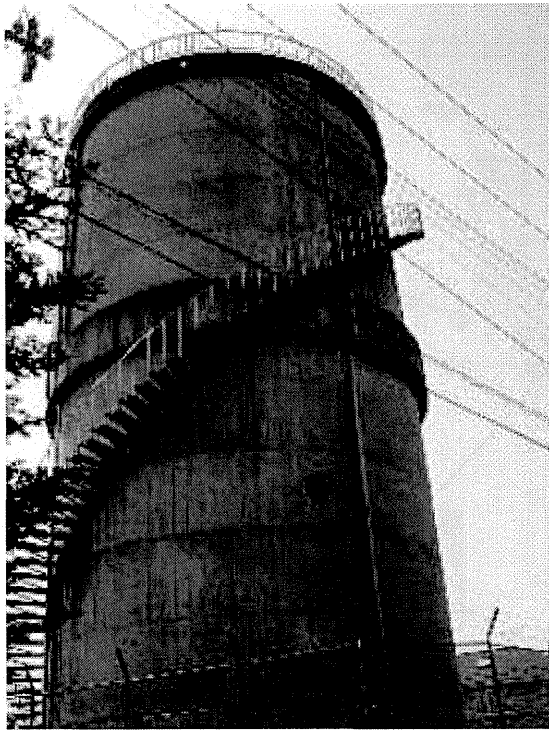
#### 4) 一関市 沢配水池

昭和53年竣工の沢配水池は、上部はPC製円形水槽(直径10m、高さ8.25m、容量500m<sup>3</sup>)、下部はRC製架台(直径10mの円形、高さ11.5m)の2層構造で、設計指針等における分類上は高架水槽と称すべきものである。標高95mほどの丘陵頂部にあり、地下水位は低く、液状化や地すべり等の地盤変状・変化は報告されていない。

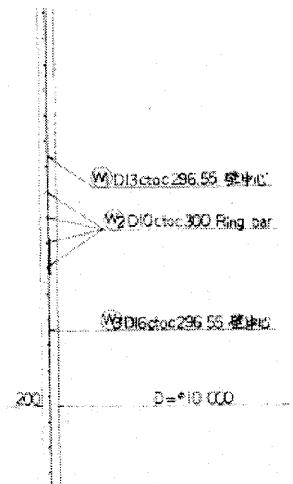
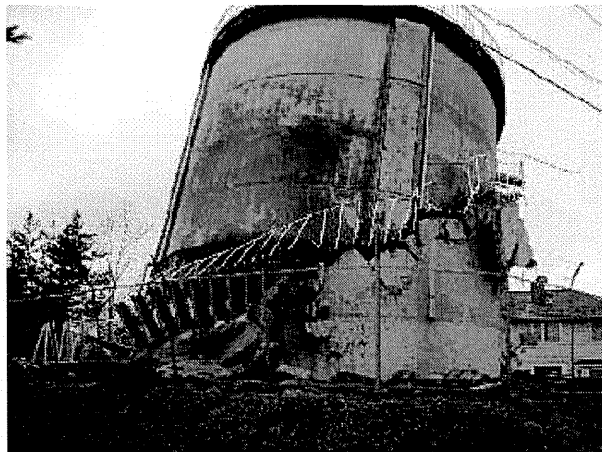
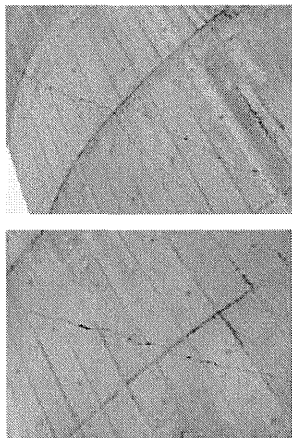
当該水槽は、3月11日の本震の際にRC架台部に斜めのクラックが多数入り、中間水位に下げて運転していたが、4月7日の余震によりクラックに沿って倒壊した。

市の調査では倒壊の原因は、設計時の想定地震を超えた地震動によるものとされている。

ただし、構造図によれば、架台部のRCは、コンクリート厚20cm、10mmの異形鉄筋が30cm間隔で短鉄筋(壁中心に配筋)となっている。コンクリート厚、鉄筋量の少なさに加え、複鉄筋とすべきところを短鉄筋にしているなど、構造的な弱点も大きく作用していることが考えられる。



沢配水池（高架水槽）の構造



倒壊した高架水槽と RC 架台部の配筋

### (3) 現地調査結果に基づく被災状況の考察

現地調査の結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 石巻地方広域水道企業団蛇田浄水場、茨城県企業局鰐川浄水場、千葉県神崎町新宿浄水場のいずれの被害も、地震動そのものによるものではなく、地盤液状化及びそれによる地盤沈下等に伴うコンクリート構造物の亀裂・目地開き、又は構造物の浮上、場内配管の構造物接続部の破断などが生じていた。地盤液状化が被災の最大要因といえる。
- 2) 一関市沢配水池（高架水槽）の倒壊は、地震動が設計時の想定を越えていたことと構造的弱点が主な被災要因と考えられる。

【参考】被災 5 県における平成 21 年度水道事業等の概要

1. 水道の種類別箇所数

県名	用水供給	上水道	簡易水道	合計
岩手	2	32	146	180
宮城	2	33	64	99
福島	3	36	166	205
茨城	4	50	162	216
千葉	6	44	4	54

2. 浄水方法別浄水場数

県名	消毒のみ	緩速ろ過	急速ろ過	膜ろ過	全浄水場数
岩手	74	18	38	2	132
宮城	18	15	57	3	93
福島	64	10	53	3	130
茨城	19	0	111	0	130
千葉	53	1	107	0	161

3. 浄水施設耐震率（L2 対応）及び配水池耐震施設率（ランク A で L2 対応）

県名	浄水施設耐震率（%）	耐震性能未確認（%）	配水池耐震施設率（%）
岩手	14.96	28.75	23.74
宮城	6.42	74.41	20.67
福島	13.88	58.47	20.68
茨城	1.68	39.76	32.69
千葉	34.24	9.25	45.30

注）浄水施設に関しては浄水能力の比率であり、配水池に関しては容量の比率である。



### 3.1 東北地方太平洋沖地震による水道施設の被害実態調査(追加調査)

#### 宮城県女川町の被災状況の現地調査結果と考察

##### (1) 現地調査の実施

- 1) 日 時：平成 24 年 10 月 11 日 (木)
- 2) 場 所：宮城県女川町 鷲神浄水場
- 3) 出席者：研究分担者 1 名、研究協力者 5 名 (計 6 名)

区分	所属	所属部署	出席者名	備考
研究 分担者	金沢大学	理工研究域	宮島 昌克	学識者
研究 協力者	千葉県水道局	施設整備センター 工務課	玉越 正宏	
	日本上下水道設計株式会社	東京総合事務所 水道部	成田 健太郎	
	水道技術研究センター	管路技術部 部長	堀江 良次	
	水道技術研究センター	管路技術部 主任研究員	桐村 昭充	
	水道技術研究センター	管路技術部 主任研究員	渡部 和弘	

##### (2) 現地調査結果の概要

北上川の表流水を取水し、導水管φ400×24kmにて鷲神浄水場の着水井を經由し沈澱池、急速ろ過(RC構造物)により処理を行っている浄水場(6,000m<sup>3</sup>/日)であり、浄水場内には配水池(PC造×2池)が存在する。

東日本大震災により、浄水場を長期的に停止する程の甚大な被害を被っており、平成 24 年 10 月の段階で、浄水場は仮土留による応急復旧を行い、浄水処理を再開できる状態にはなっているが、完全な復旧になっていない状況である。

浄水場の被害は、地震動により場内のブロック積擁壁が崩れており、それに伴う地盤変状が認められた。切土・盛土境界における盛土部の沈下、変形というよくある形態の地盤変形に伴う被害であると考えられる。

## 1) 鷺神浄水場及び女川町の状況

鷺神浄水場の運転状況や女川町全体の計画等について、女川町上下水道課職員に聞き取り調査を行ったので以下にその内容を記す。

- ・ 鷺神浄水場については、現在は運転を行っている。日量は 6,000m<sup>3</sup>/日である。(現地確認した状況では、運転停止中。起動には沈澱池スカムの除去などかなりの準備期間が必要と思われた。)
- ・ 図面や書類等の浄水場に関する資料は津波により消失している。
- ・ 浄水場の更新については、運用しながら更新する必要がある。
- ・ 女川浄水場と鷺神浄水場では給水区域が違う。現在は女川浄水場から鷺神浄水場の給水区域への給水は出来ない。(管路が繋がっていない。)
- ・ 津波により被災した住民は、現在仮設住宅などへ避難しており、一時的な人口減少がある。しかし、住民は女川町へ戻る意思を示しており、給水人口は被災前と変わらないものとなる予定である。
- ・ 被災した住民については、高台への移転計画がある。(1万人程度)
- ・ 現在使用しているポンプでは、移転後の高台への給水は不可能である。そのため、移転が行われた場合、ポンプを取り替える必要が生ずる。

## 2) 被害状況と現状の対策

鷺神浄水場の現地調査について、現状(応急復旧済)の報告を以下に記す。

- ・ ブロック積擁壁2か所が崩壊しており、現在、ろ過池下流側は土嚢により、ろ過池上流側は木矢板により仮土留を行っている。(写真1、写真2)
- ・ 土嚢で土留めしている部分については、ろ過地建屋と土嚢土留めとの間の天端に並行する亀裂が入っている。(写真3)
- ・ ろ過池周りでは、埋戻し土砂が地震動によると思われる不同沈下が発生した影響で、ろ過池の上屋、管理棟が傾いている。
- ・ ろ過池の上屋は応急復旧として、ジャッキアップし傾きを補修しているが、管理棟については傾いたまま放置されている。(写真4)
- ・ 次亜塩素素注入ポンプ室は被害が大きかったため取壊し、現在はプレハブの建屋を新設し運転を行っている。(写真5)
- ・ 分水井、沈澱池、ろ過池及び配水池については、外見上の被害は確認できなかった。(写真6)
- ・ 場内配管については、ブロック積擁壁の崩壊により沈澱池とろ過池、ろ過池と配水池の間の管路が破損したが、現在は復旧済みである。

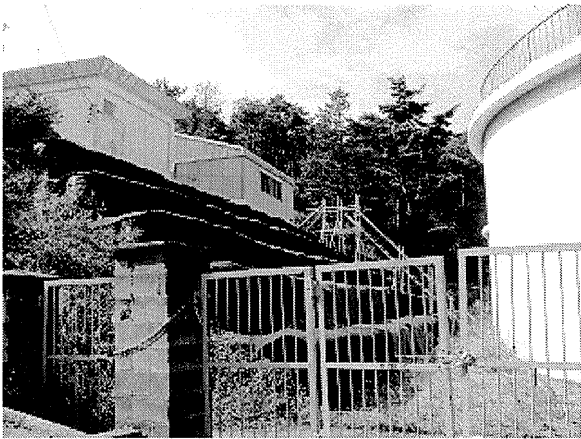


写真1 ろ過池下流側の仮土留め（土嚢）

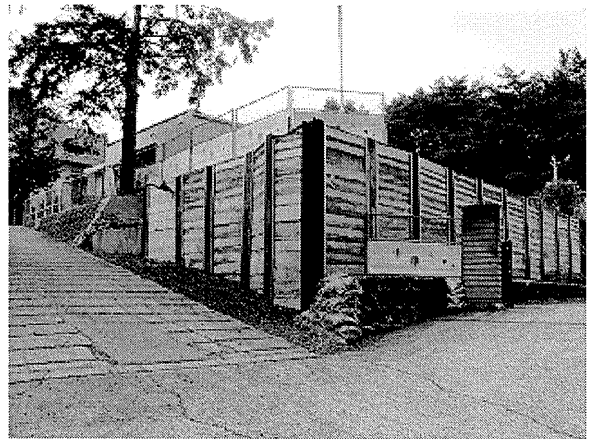


写真2 ろ過池上流側の仮土留め（木矢板）



写真3 土嚢土留め上部の亀裂

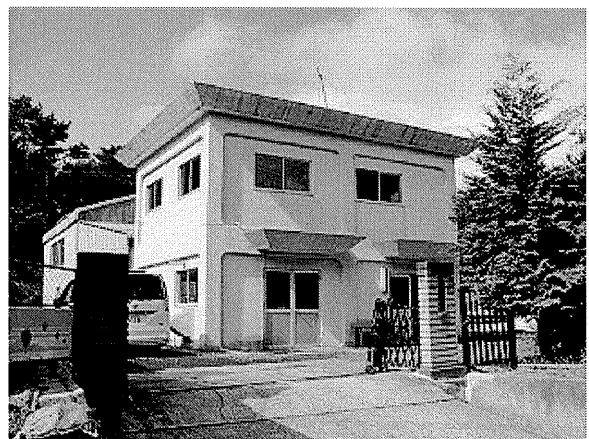


写真4 管理棟の状況（傾き有）

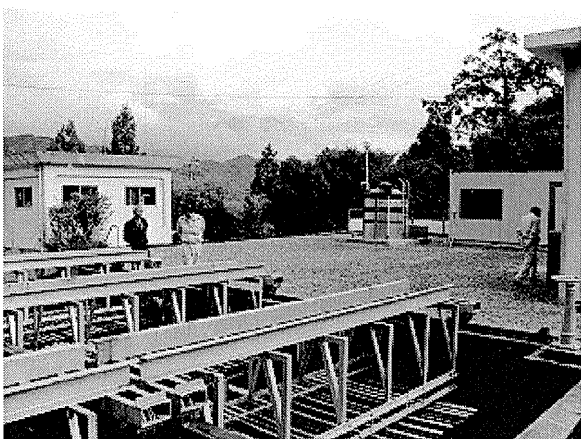


写真5 次亜注入ポンプ室（プレハブ建替）

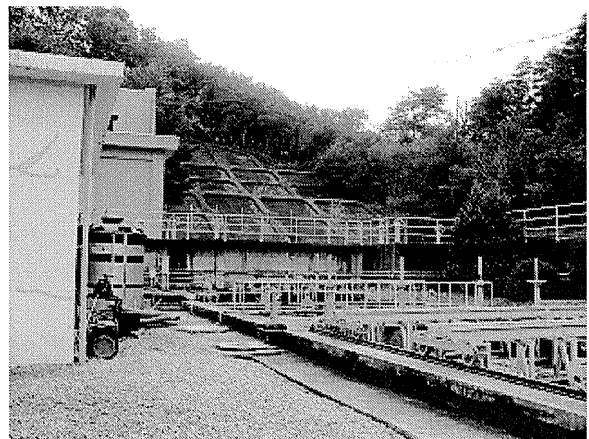


写真6 沈砂池（上）、沈澱池（下）の状況

### 3) 考察

鷺神浄水場の被害状況を考察する。ただし、図面等の資料が無いため、現地調査から分かる範囲での記述とする。

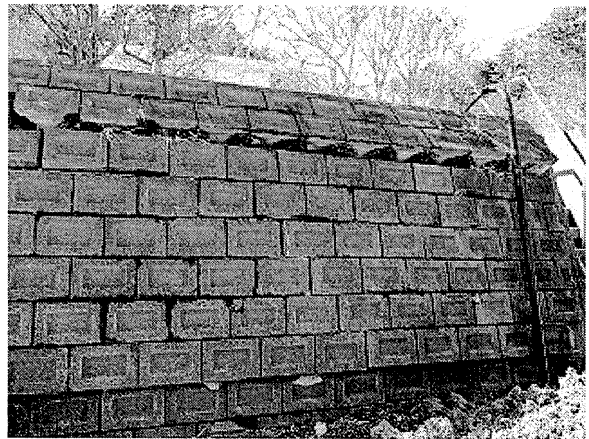
- ・ 図面等の資料が紛失しているため、はっきりした原因は分からないが、切土・盛土境界における盛土部の沈下、変形というよくある形態の地盤変形に伴う被害であると考えられる。
- ・ 構造物（沈澱池、ろ過池、配水池）については、修繕を要する被害が無かった。恐らく構造物の底版が地山に接しているためだと思われる。よって、今回の地震による揺れに対しては、構造物の耐震安全性は確保されていると考えられる。
- ・ 構造物の耐震性については詳細耐震診断を行う必要があるが、構造図や配筋図などが津波により消失したため、詳細診断を行うことは難しい。

【参考 震災直後の女川浄水場の状況（上下水道課より提供）】

震災直後に撮影された鷲神浄水場の写真を添付する。



ろ過池下流側のブロック積擁壁の崩壊



ろ過池上流側のブロック積擁壁の崩壊



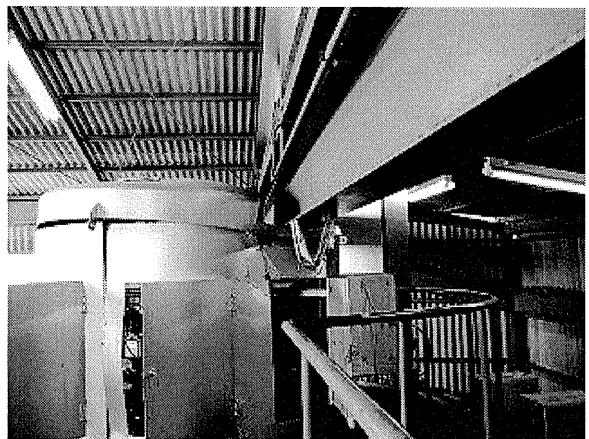
ろ過池周辺の盛土の状況



次亜注入ポンプ室周辺の盛土の状況



次亜注入ポンプ室の状況



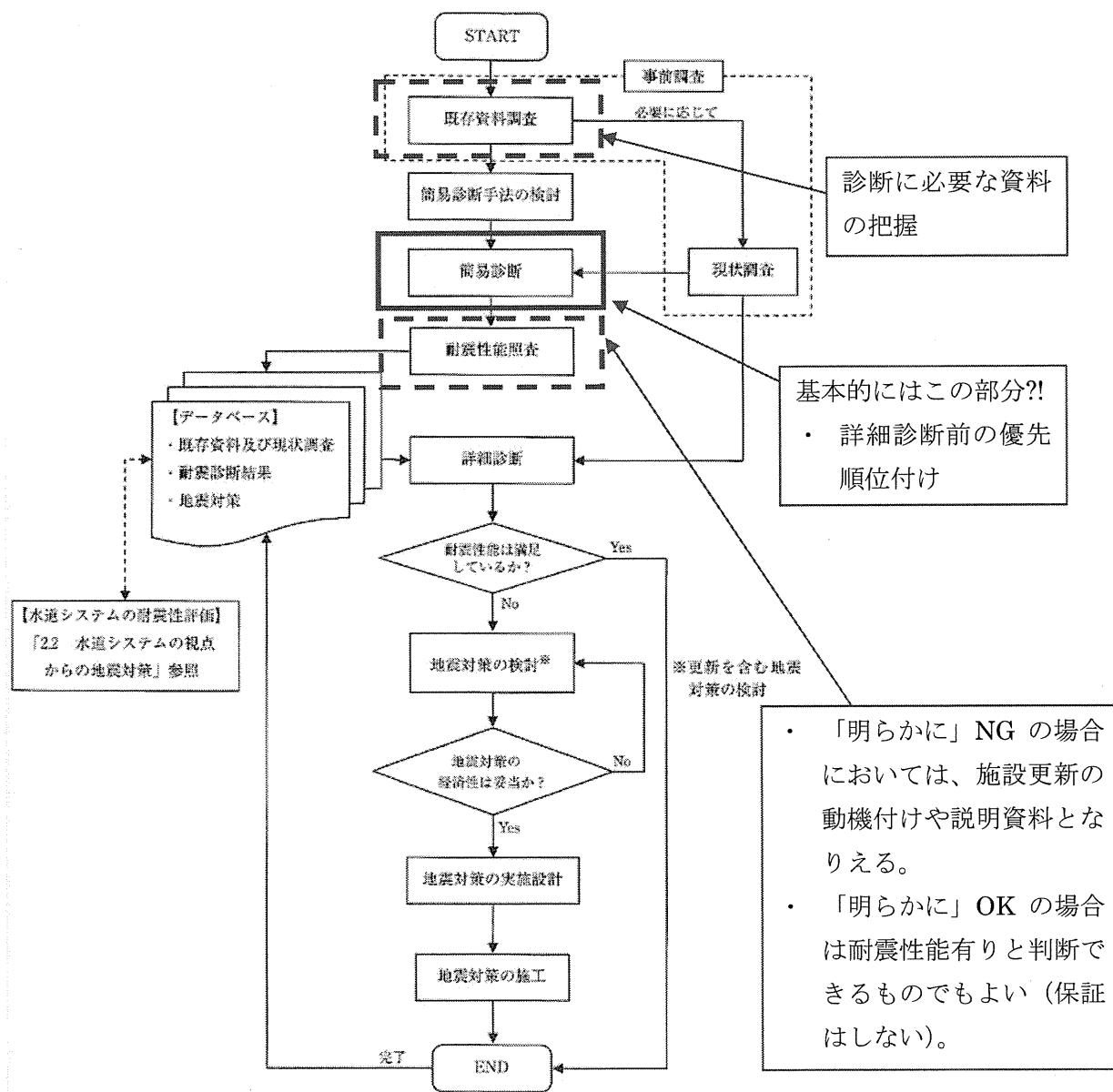
ろ過装置の状況（上部建屋の傾きが原因）

## 改善手法案の検討

4.3	改善手法案の検討	1
4.3.1	簡易診断法の位置づけ	1
4.3.2	簡易診断手法	2
(1)	現行の簡易診断表	2
(2)	対象施設	2
(3)	個別の簡易耐震診断手法の検討の仕方	3
1)	基本方針案	3
2)	1次評価	3
3)	2次評価	6
4)	3次評価	13
4.3.3	最終成果のアウトプットイメージ(案)	36
(1)	重要度について	37
1)	影響範囲	38
2)	影響期間	40

### 4.3 簡易耐震診断の改善手法案の検討

#### 4.3.1 簡易診断法の位置づけ



一般的な耐震診断等の流れ図（2009 水耐指針抜粋）

○期待される成果

- 詳細診断の優先順位付け
- 老朽化施設の更新への動機付け

### 4.3.2 簡易診断手法

#### (1) 現行の簡易診断表

現行の簡易診断表は以下のとおり。

取水堰、深井戸、配水塔／取水塔、浅井戸、取水門、開渠／暗渠、導水隧道、ポンプ設備、無蓋池状構造物（沈殿池、着水池、ろ過池等）、有蓋池状構造物（浄水池、配水池等）、PCタンク、高架水槽、独立水管橋（鋼管）、添架管（鋼管）、独立水管橋（ダクタイル鋳鉄管／鋳鉄管）、添架管（ダクタイル鋳鉄管／鋳鉄管） 計16種

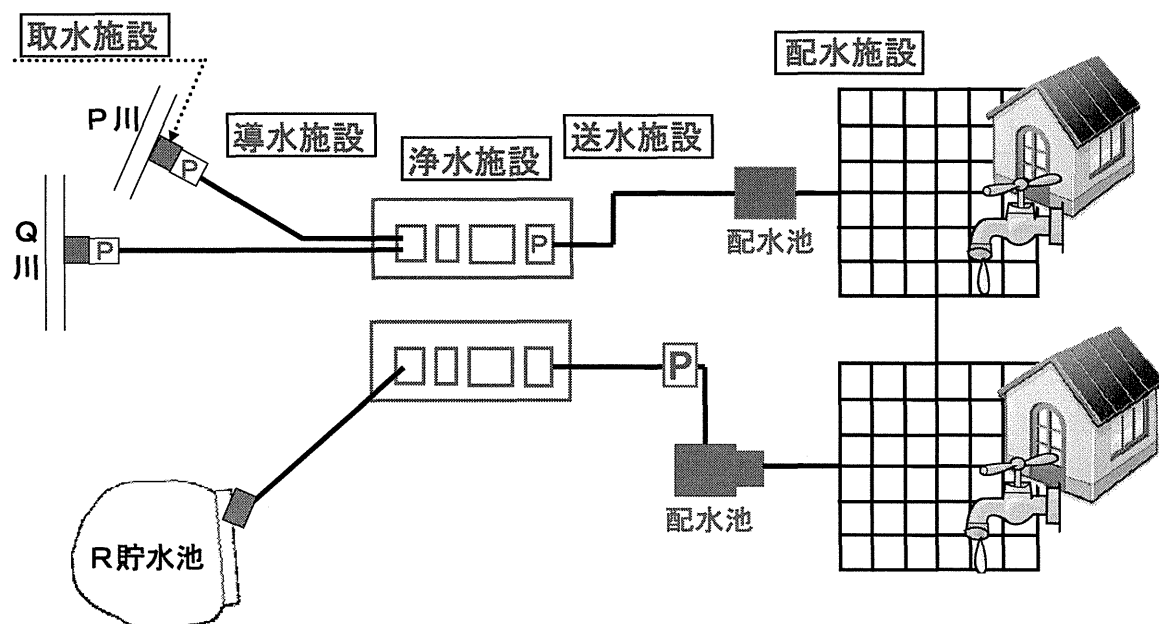
#### (2) 対象施設

本研究の対象施設は取水施設を含む浄水施設が主たる対象となる。管路及び独立水管橋、添架管は対象外。

また、現行の簡易耐震診断表を合わせて鑑みると以下の点に配慮する必要あり。

・個別の診断表には以下のものを検討する必要有り。

- ―場内配管（東日本大震災も鑑み）
- ―建築（建築設備は除外）
- ―機械・電気設備



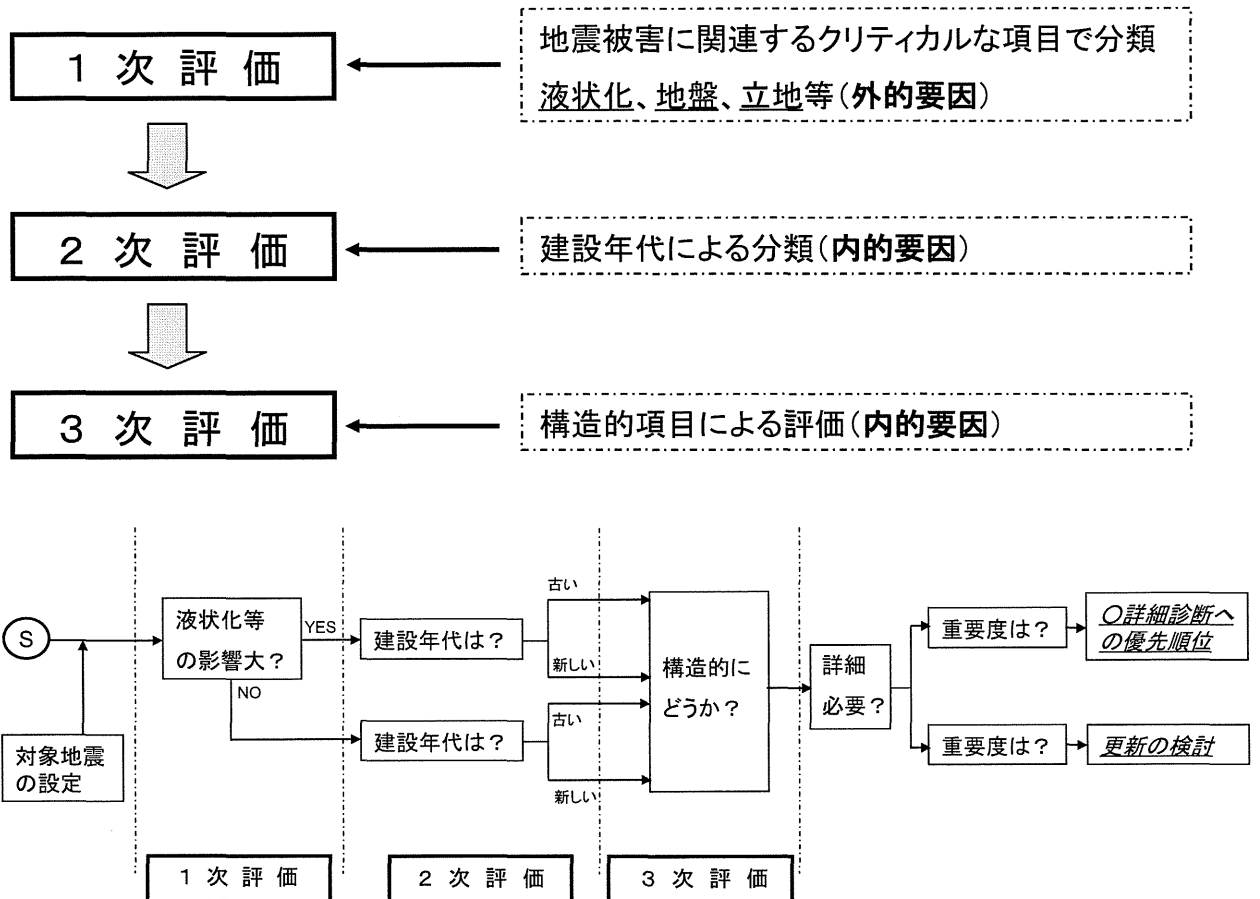
診断対象イメージ（赤部分が対象）



(3) 個別の簡易耐震診断手法の検討の仕方

1) 基本方針案

既存の簡易耐震診断表を基本とはするが、被害実態を踏まえ、簡易診断を何階かの階層にわけた評価手法が考えられる。



2) 1次評価

地震による構造物への被害は、液状化、地盤、立地等の外的要因による被害が多数であることが想像できるため、まず外的要因による分類を行う。

過去の地震による、浄水施設等への被害実績を主な根拠としつつ、詳細診断による耐震性判定を補助的に考慮する。

【過去の地震による被害実績】

①兵庫県南部地震（1995年1月17日）

「水道施設耐震工法指針・解説 1997年版（社団法人日本水道協会）」、「水道施設耐震工法指針・解説 2009年版（社団法人日本水道協会）」及び「地震による水道被害の予測及び探査に関する技術開発研究（財団法人水道技術研究センター）平成12年3月」を参考

に浄水場等の構造物における被害実績をまとめる。

「水道施設耐震工法指針・解説 1997 年版」

－池状コンクリート構造物の伸縮目地の拡大やクラックの発生による漏水や沈殿池傾斜板（管）の脱落が顕著であり、特に液状化や地盤の側方流動による杭基礎の沈下による構造物の変形が経年化したものに目立つ。

－周辺の岩盤崩落により取水施設が埋没し、機能停止

「水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版」

－躯体の被害は、推定最大水平加速度が 500gal 以上の箇所が発生しているが、良好な地盤で地盤沈下等が認められなかった箇所では顕著でない。

－地盤沈下等が認められた箇所でも、昭和 55 年以降の建設施設に被害は少ない。

－躯体の被害は比較的大きい施設に多く、目地の開き・クラックなどが発生している。

－水中の機器に関する被害は、傾斜管・スラッジ掻寄機の脱落が多く、また躯体に被害が生じた場合に顕著である。

「地震による水道被害の予測及び探査に関する技術開発研究」

－液状化を生じると、施設のほとんどが被害を受けている。

（液状化なしの部分でも被害は生じているが、被害率でいうと顕著である）

－埋立地・盛土における被害が比較的多い。ただし、施工地盤については、基礎構造との因果関係が深く、現在の基準では杭基礎とする箇所でも、建設当時の構造基準では直接基礎として設計されていることがあるため、施工地盤のみに要因があるわけではない。

項 目	範 疇	被害があった箇所		被害がなかった箇所		全体数	
		被害あり	比率	被害なし	比率	全体	比率
地 盤	I 種	7	26.9% (7/26)	19	73.1% (19/26)	26	29.9% (26/87)
	II 種	13	24.5% (13/53)	40	75.5% (40/53)	53	60.9% (53/87)
	III 種	6	75.0% (6/8)	2	25.0% (2/8)	8	9.2% (8/87)
液状化	なし	22	26.8% (22/82)	60	73.2% (60/82)	82	94.3% (82/87)
	あり	4	80.0% (4/5)	1	20.0% (1/5)	5	5.7% (5/87)
施工地盤	地山・切土	16	28.1% (16/57)	41	71.9% (41/57)	57	65.5% (57/87)
	傾斜地	3	18.8% (3/16)	13	81.3% (13/16)	16	18.4% (16/87)
	山頂	0	0.0% (0/1)	1	100.0% (1/1)	1	1.1% (1/87)
	埋立地・盛土	7	53.8% (7/13)	6	46.2% (6/13)	13	14.9% (13/87)
基礎	杭あり	11	42.3% (11/26)	15	57.7% (15/26)	26	29.9% (26/87)

②新潟県中越地震（2004 年 10 月 23 日）

「水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版（社団法人日本水道協会）」、「新潟県中越地震水道被害調査報告書（厚生労働省健康局水道課）」及び「新潟県中越地震水道被害調査報告書\_長岡市山古志地域編（厚生労働省健康局水道課）」を参考に浄水場等の構造物における被害実績をまとめる。

- 大規模施設の被害は、伸縮目地の破損やクラックからの漏水など比較的軽微なものが多く、通水が停止するような大被害はない。ただし、地盤沈下による場内各種埋設配管の漏水、躯体伸縮継ぎ手部、附帯構造物、設備廻りの配管に被害が発生している。地盤沈下は、最大で 50cm 以上生じている他、填砂跡も散見され、液状化の影響も受けたと想定される。
- 小規模施設では、周辺地盤の崩壊や滑動により構造物が移動や沈下して、機能停止する被害が生じている。

#### ③能登半島地震（2007年3月25日）

「水道施設耐震工法指針・解説 2009年版（社団法人日本水道協会）」及び「平成 19年能登半島地震水道施設被害等調査報告書（厚生労働省健康局水道課）」を参考に浄水場等の構造物における被害実績をまとめる。

- 構造物の主な施設としては、2基の配水施設のステンレスパネルタンクの損傷が挙げられる。過去の地震では、斜面崩壊の影響により機能停止する配水池の被害事例はあったが、地震動により配水池本体が損傷し、機能停止した配水池の被害事例は少ない。

#### ④新潟県中越沖地震（2007年7月16日）

「水道施設耐震工法指針・解説 2009年版（社団法人日本水道協会）」及び「平成 19年新潟県中越沖地震水道施設被害等調査報告書（厚生労働省健康局水道課）」を参考に浄水場等の構造物における被害実績をまとめる。

- 構造物への被害は比較的軽微であったが、構造物埋込み配管と埋設配管との取合い点で抜け出しが発生、越流管の破損等の被害はあった。

#### ⑤岩手・宮城内陸地震（2008年6月14日）

「平成 20年岩手・宮城内陸地震水道施設被害等調査報告書（厚生労働省健康局水道課）」を参考に浄水場等の構造物における被害実績をまとめる。

- 中山間部を直撃したため、地割れや斜面崩壊の発生が特徴的で、浄水場の緩速ろ過装置の沈下や水源地の埋没・崩壊等による水源の枯渇・濁りなどの事例が見られた。

#### ⑥東北地方太平洋沖地震（2011年3月11日）

本研究による被害実態調査、「平成 23年東日本大震災水道施設被害等現地調査団報告書（厚生労働省健康局水道課）」及び「東日本大震災\_浄水技術等支援チーム\_現地調査報

告書（水道技術研究センター）」を参考に浄水場等の構造物における被害実績をまとめる。

- －液状化が発生した浄水場では、液状化による地盤沈下等により構造物、場内連絡管等に甚大な被害が発生した。石巻地方広域水道企業団の蛇田浄水場、神崎町の神宿浄水場、茨城県企業局の鰯川浄水場が事例として挙げられる。
- －液状化が発生しなかった池状構造物では、エキスパンションジョイントの損傷、壁クラック等からの漏水、場内連絡管との接続部の被害は発生したが、躯体の損傷により機能停止に至るような被害は発生しなかった。ただし、一関市の高架配水池については、本震による下部の損傷、余震による下部の崩壊により、倒壊した。
- －多くの構造物はレベル2地震動に非対応であったと推察されるが被害が軽微であった。特に、仙台市の茂庭浄水場においては、平成22年度に実施した耐震診断では耐震性が低いと判断された施設であっても、施設運用に支障が生じるような被害が発生していない。

#### 【詳細診断による耐震性判定】

詳細診断において、液状化が発生する可能性有り と判定された構造物において、診断結果が耐震性有り or 無しの因果関係を検討し、1次評価の補助的根拠とする。

水道施設は河川近傍の浄水場を除いて、比較的の良い地盤に建設されることが多いと推察されるため、液状化判定において液状化しないと判定される場合が多い可能性はある。

【参考】液状化の判定を行う必要がある砂質土層（水耐指針 2009）

沖積層の砂質土層で以下の 3 つの条件すべてに該当する場合には、地震時に水道施設に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、液状化判定を行わなければならない。

- ・地下水位が現地盤面から 10 以浅にあり、かつ、現地盤面から 25m 以内の深さに存在する飽和土層
- ・細粒分含有率 FC が 35%以下の土層、又は、FC が 35%を超えても塑性指数  $I_p$  が 15 以下の土層
- ・平均粒径  $D_{50}$  が 10mm 以下で、かつ、10%粒径  $D_{10}$  が 1mm 以下である土層

#### 3) 2次評価

耐震性の照査は、その時々基準により評価されるものである。すなわち、構造物の耐震性は、現行の基準と設計、施工時とを照らし合わせることで推測が可能である。

各種基準、指針の変遷を主な根拠としつつ、過去の地震による浄水施設等への被害実績及び詳細診断による耐震性判定を補助的に考慮する。