

4章 構造物及び設備の耐震化状況と被害内容

4.1 長岡市水道局

4.1.1 被害概要と耐震化状況

本地震での長岡市の被害は、次のとおりである。

地震発生直後から停電となり、浄水場の送配水ポンプは停止した。非常用自家発電設備の運転を試みるが、付帯配管（冷却水，オイル）の損傷等により起動できない状況であることが判明した。応急処置により 21：15 手動での運転が可能となり送電を開始し，22：00～22：30 までに順次取水ポンプ，送水ポンプ，直送系ポンプの運転を再開した。なお，東北電力の受電復帰は，地震発生翌日（11月24日）の13：00であった。

施設や設備の被害は，浄水場の稼働に支障となるような致命的な損傷はなかったが，場内の地盤沈下等の地盤変状，擁壁の傾斜，建物・構造物からの貫通管や附帯施設の損傷，天日乾燥床の損傷，電気・計装設備の破損・故障，水質検査計器の破損などが発生した。

また，上流下水処理場（堀之内下水処理場）の被害により，信濃川流入河川（魚野川）に汚水の流出が生じ，次亜塩素酸ナトリウムの注入率を増加させた。さらに，妙見堰（国土交通省管理）ゲート操作不能により，国土交通省により仮設取水ポンプが設置された。

図 4.1 に長岡市の水道施設位置図を，図 4.2 に送配水系統図を，また表 4.1 に主な施設被害一覧表を示す。

なお，長岡市の地震対策は，平成 7 年の阪神・淡路大震災の教訓により，主要配水池への緊急遮断弁の設置，耐震化計画の策定，一部施設・設備の耐震診断・耐震補強の実施などを行っており，特に緊急遮断弁の設置は，迅速な応急給水に多大な効果を発揮した。

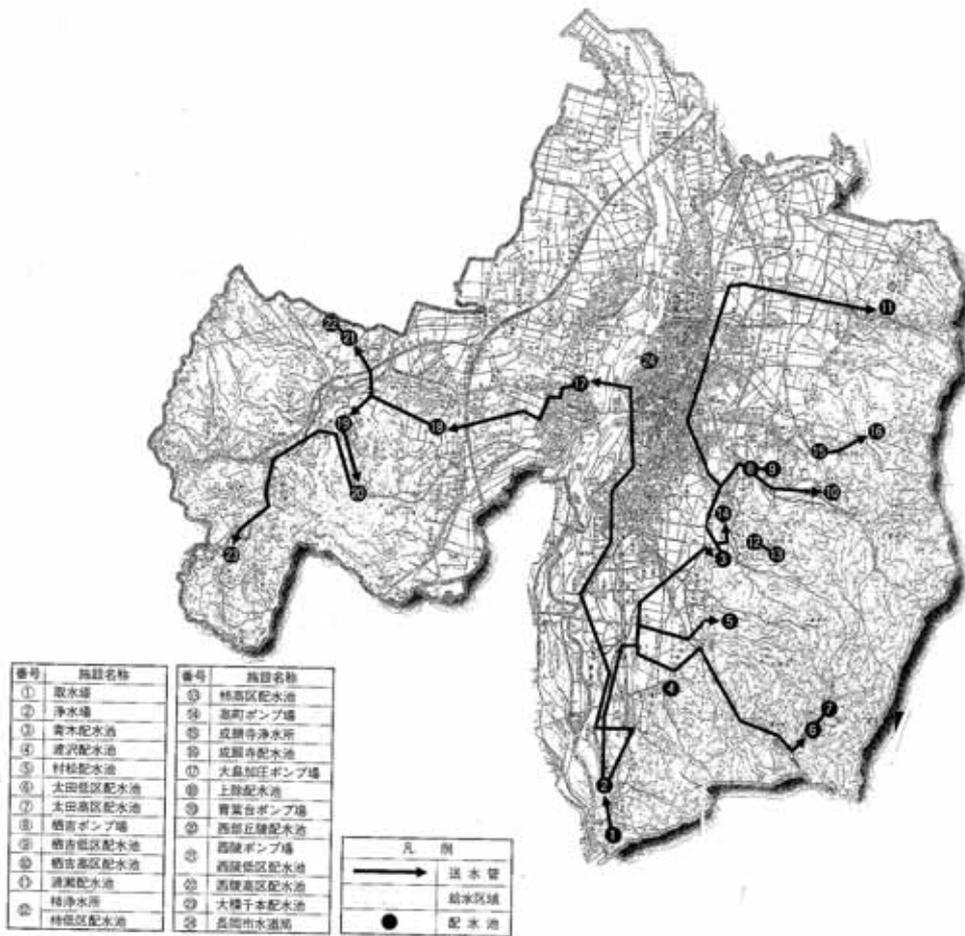


図 4.1 施設位置図

4 水道供給図

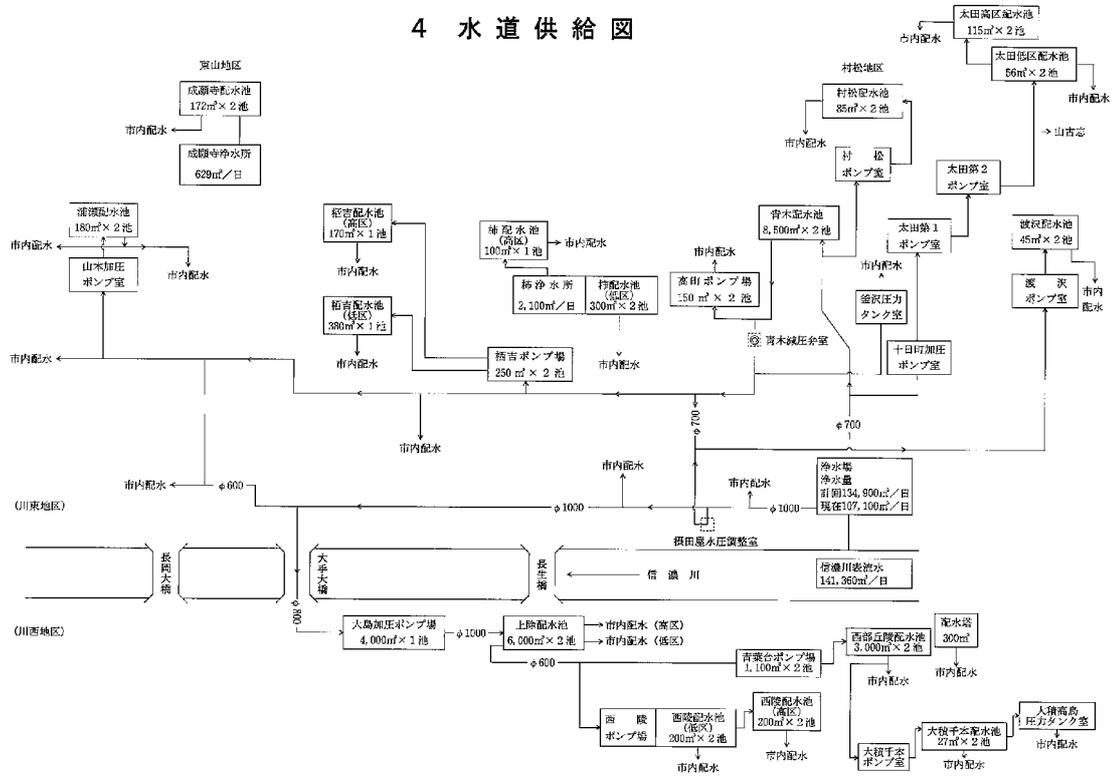


図 4.2 送配水系統図

表 4.1 被害概要一覧（浄水場，ポンプ場，配水池）

施設名称	被害状況	備考
妙見浄水場	沈澱池・濾過池の躯体漏水 地盤沈下により場内各種埋設配管の漏水 薬品注入配管破損 送水ポンプ吸込管脱落 受変電盤の盤内部機器の取り付けアンカーの破損，盤本体の歪み，扉の脱落等 ハンドホール等の陥没，ケーブル損傷 監視制御用計算機の故障，盤の変形，扉脱落，歪み，入出力装置の落下，転倒による破損等 遠方監視制御装置，現場盤の故障，盤の歪みなど 非常用自家発電設備本体の揺れ止め装置脱落，アンカー部分の破損，補助機器・小配管の破損等 天日乾燥床の亀裂ひび割れ，送泥配管の損傷等 場内建物周辺地盤最大 50 c m以上の地盤沈下 場内道路の舗装面ひび割れ，陥没 側溝，排水枡，排水管の損傷 管理棟渡り廊下接続部離脱，その他壁面に亀裂等 水質検査機器の落下による破損	
太田第 2 ポンプ室	ポンプ室傾斜	
太田低区配水池	後背斜面に亀裂	
村松配水池	信号ケーブル埋設道路の崩壊 場内の配水管で漏水 後背斜面のブロック積が移動しクラック発生	
高町ポンプ場	浄水池内部隔壁にクラック 電気盤アンカーボルト破損により傾斜	
柿高区ポンプ室	建物が沈下・傾斜・移動	
山本ポンプ場・浦瀬配水池	浦瀬配水池は，送配水管理設道路が沈下，移動し，周辺傾斜地も亀裂，沈下発生により危険な状態となり使用不能	

4.1.2 妙見浄水場の被害

妙見浄水場は、市全体の需要の95%以上を賄っている。また、浄水場からは、青木配水池への送水系ポンプ、川東地区の直送配水・川西地区への送水系ポンプの2系統があるが、いずれもポンプにより送配水を行っている。今回は、地震発生直後から電力の供給が停止し、浄水場が非常用自家発電設備により再起動するまでの間、配水池に貯留された水量により、消火用水を含めた給水を継続することができた。

浄水場の被害は、阪神・淡路大震災後に行った対策（耐震化計画の策定、一部施設の耐震診断・耐震補強の実施）が有効であったため、致命的な損傷を免れた。



写真 4.1

管廊内の沈澱池 - 急速濾過池連絡管は、支持架台の耐震補強により被害を受けなかった。

(1) 地盤変状

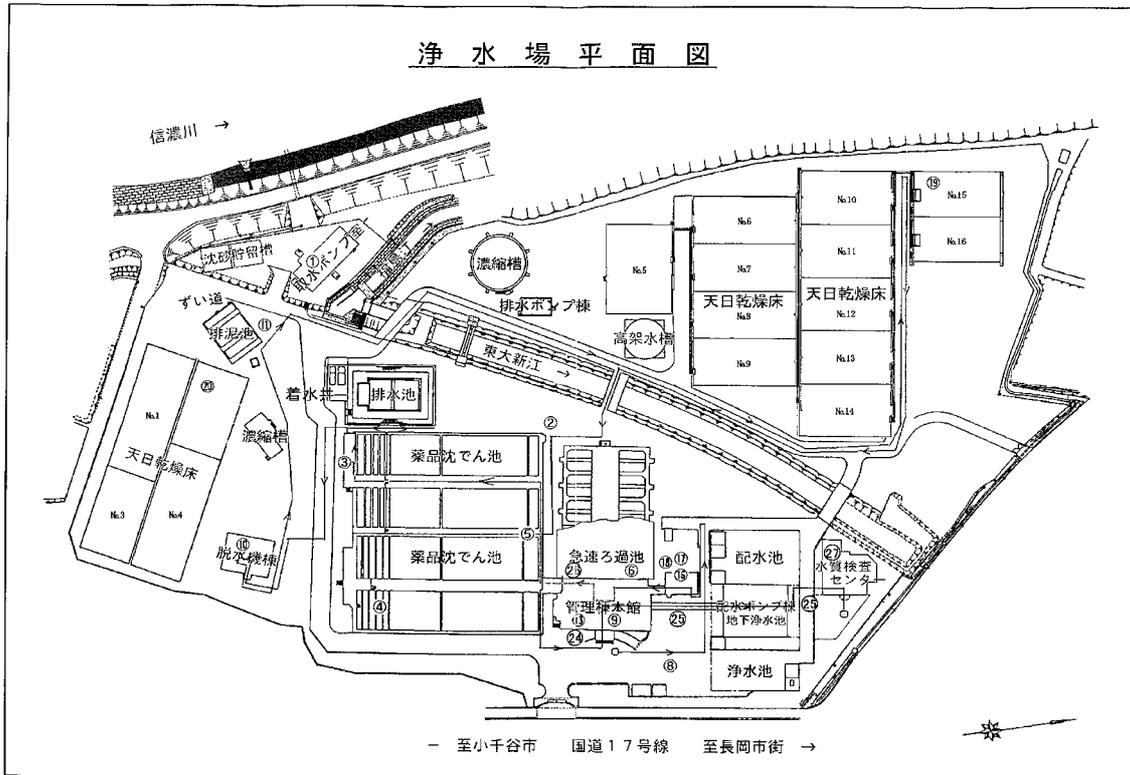
浄水場の被害は、場内全体にわたる地盤沈下等の変状により、躯体伸縮継ぎ手部、附帯構造物、設備廻りの配管に被害が発生している。地盤沈下は、最大で50cm以上生じている他、填砂跡も散見され、液状化の影響も受けたと想定される。

(2) 構造物，設備の被害と応急対策

非常用自家発電設備の冷却水配管の破断やオイル配管からの漏油等により，停電後に起動ができず，仮復旧により約 3 時間後に運転可能となった。これにより施設能力の 70%に当たる浄水量を確保した。非常用自家発電設備の被害は，配管類の他に，揺れ止め装置脱落，アンカー部分の破損等があった。また，水質検査機器や監視制御用計算機入出力装置の落下等による破損および故障が発生した。

このように，浄水場全体に被害が及んだものの仮設配管等の応急処置により約 3.5 時間後には送水ポンプの運転が可能となったことから，再稼働に致命的となる大きな被害はなかったものと判断することができる。

構造物，電気計装設備の被害内容は，図 4.3 に示すとおりであり，代表的な被害写真を写真 4.2～写真 4.7 に示す。



浄水場施設被害(概要)			
施設名	No.	被害項目	状況
取水施設	(1)	沈砂掻寄装置	震災後運転不能。取水停止ができないため状況確認はできていないが現在運転休止。
浄水施設	(2)	薬品注入配管破損	建屋内注入機室から着水井・沈澱池・濾過池への注入配管が破損。 注入配管保護トラフが地盤沈下により、配管に無理な力がかかっていると思われるので敷設替えの必要あり。
	(3)	工業用水質計器	転倒破損等による故障。
	(4)	沈澱池攪拌機	フロキュレーター軸の変芯によると思われる運転不能。
	(5)	沈澱池駆体漏水	1・2系沈澱池流出渠の接続部から連絡通路内に漏水。
	(6)	濾過池駆体漏水	1・2号濾過池駆体から水が壁面を伝って流れている。
	(7)	場内配管の漏水	地盤沈下による各種埋設配管の破損。
送水施設	(8)	送水管漏水	700mm送水管の漏水。
	(9)	送水ポンプの脱管	送水ポンプ(230Kw)吸込管(250)の脱落。
電気設備	(10)	受変電盤	電気盤内部機器(変圧器)の取り付けアンカーの破損。電気盤本体の歪み、扉の脱落等。
	(11)	ケーブル配線	ハンドホール等の陥没、ケーブルの損傷。
	(12)	照明設備等	各施設の照明器具の落下、断線等。
計装設備	(13)	監視制御用計算機	計算機システムの故障及び盤の変形、扉脱落、歪み、入出力装置の落下、転倒による破損等。
	(14)	遠方監視制御装置	構外施設テレメータの故障。
	(15)	計装・変換機盤等	各現場設置計装盤の故障、盤の歪み等。
非常用自家発電設備	(16)	発電機室内床の沈下	自家発電機室の床の沈下。
	(17)	自家発電機	発電機本体の揺れ止め装置脱落、アンカー部分の破損。
	(18)	発電機補助機器	補助機器及び小配管の破損。
排水処理施設	(19)	天日乾燥床	16床ほぼ全部に亀裂ひび割れあり漏水。
	(20)	排水処理配管の破損	天日乾燥床送泥配管の破損。
場内舗装施設	(21)	場内建築物周囲地盤	浄水池・建物等はそのままで、周りの地盤が最大で50cm以上全体に地盤沈下。
	(22)	場内道路	舗装面のひび割れ、陥没多数。
	(23)	場内排水設備	側溝、排水枡、排水管の破損。
建築物・構造物	(24)	管理本館	玄関ポーチ柱に亀裂、床に段差、各部屋の壁に亀裂。
	(25)	渡り廊下の破損	管理棟、ポンプ棟、水質検査棟の渡り廊下2箇所の接続部が離脱。渡り廊下の傾き(基礎の地盤沈下による)1箇所。
	(26)	本館駆体接続部	本館と濾過池・本館と沈澱池接続部分に亀裂、コンクリートの損壊。
	(27)	水質検査棟の破壊	水質検査センター建物の一部損壊。
水質検査施設	(28)	検査機器等の破壊	検査機器の落下等による破損と故障。
	(29)	データ解析機器の破損	検査データ解析パソコンの落下等による破損。
	(30)	民間検査機関への委託	検査機器の破損による応急対策としての、検査項目一部の外部委託の実施。

番号は、平面図中に位置を示したもの。 (平成16年11月1日現在)

図 4.3 浄水場平面図



写真 4.2
管理棟周辺の沈下状況



写真 4.3
附帯構造部分での沈下



写真 4.4
構造物との取り合い部での配管



写真 4.5
排泥池付近のブロック
積擁壁



写真 4.6
場内の水管橋支承固定
部のうきあがり



写真 4.7
天日乾燥床壁面・構造目
地（珪砂・ソコゾク・ポイント）
の損傷

4.1.3 ポンプ場，配水池の被害

市中心部への送配水基幹施設の被害は，ほとんどなかった。市内に点在する丘陵地域へのポンプ場および配水池は，川東地区（信濃川右岸側）のほぼ全ての施設において，場内の地盤変状，周辺道路の崩壊，擁壁の被害，構造物の傾斜等の被害を受けた。

4.2 小千谷市ガス水道局

4.2.1 被害概要と耐震化状況

小千谷市上水道では浄水場が停電により機能停止，非常用自家発電設備も施設内に地下水が浸水し，運転停止となり，地震直後から5日間は全戸断水となった。簡易水道では，塩殿地区の浄水場が地すべりにより，崩落した被害をはじめとし，配水池の傾斜等の被害が発生した。なお，水道施設の耐震診断，補強等は未実施であった。

水道施設の系統図及び給水区域図は図4.4，図4.5に示すとおりである。

4.2.2 取水，浄水施設の被害

(1) 地盤変状

小千谷浄水場では，全体的に20～30cm程度の地盤沈下が発生し，舗装の陥没，地割れが発生していた。

(2) 構造物，設備の被害

小千谷浄水場の構造物，電気計装設備の被害内容は次表に示すとおりであり，代表的な被害写真を写真4.8～4.11に示す。吉谷地区では取水ポンプの故障，導水管の漏水が5箇所発生した。

表 4.2 小千谷浄水場の構造物・電気計装設備の被害内容

施設分類	施設名	被害内容	備考
取水施設	水管橋 取水塔～浄水場連絡	支承部損傷	余震による落橋防止 目的で仮桁を設置
浄水施設	急速ろ過機	基礎損傷，内部損傷	
	逆洗排水渠	破損・漏水	仮設配管設置
	場内管路	漏水数ヶ所	
建築施設	水道局庁舎	被害(ガラス割れ，天上の剥落)	
	電気室	壁クラック，電線トコ破損	
排水・排泥施設	排泥池	破損・クラック	
電気計装設備	非常用自家発電設備 高圧受電盤	建家内の浸水により運転不能	設備は地下室に設置 されていたが，浸水 の原因は不明。
	信号ケーブル	損傷	

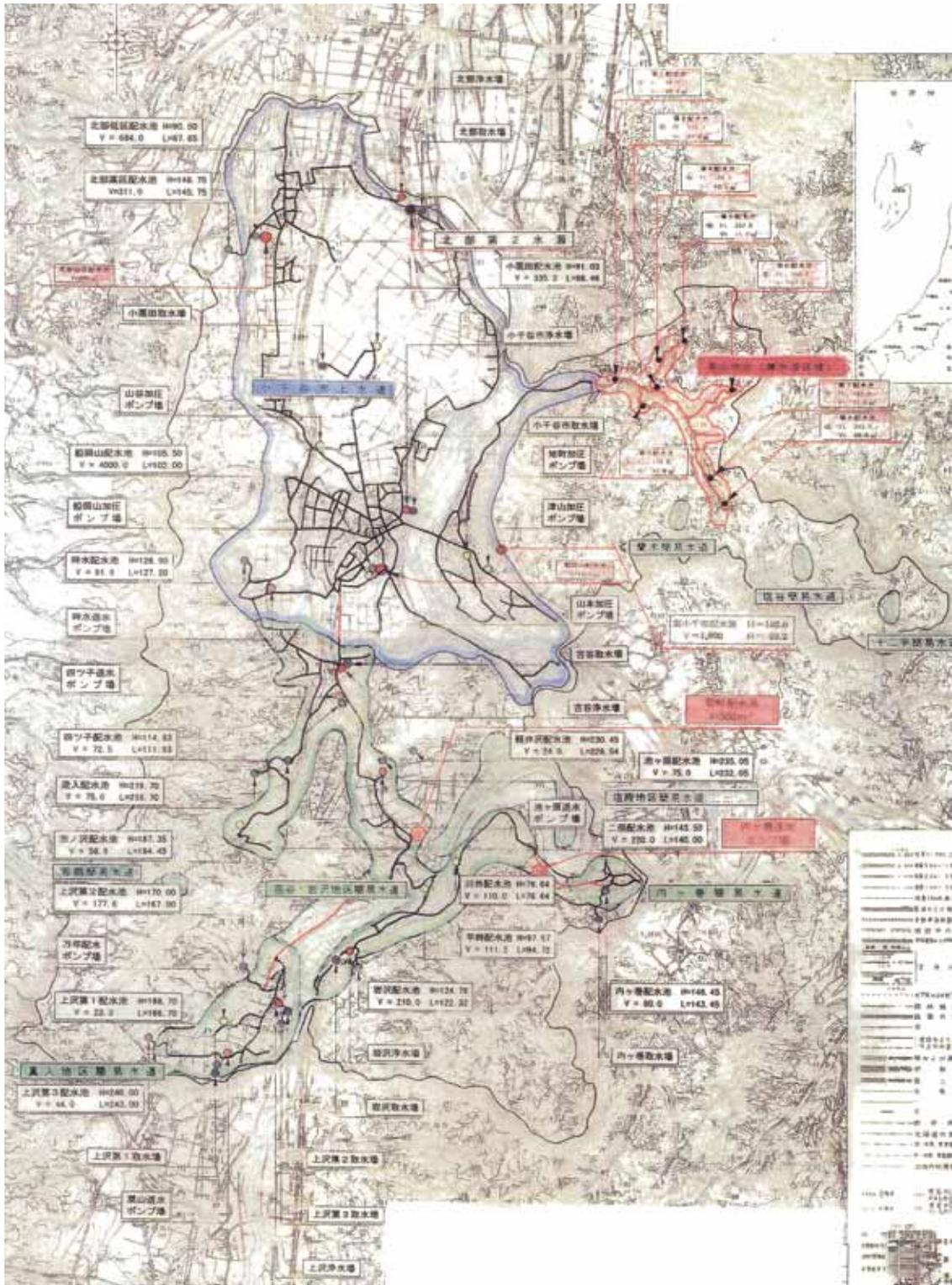


図 4.5 小千谷市給水区域図

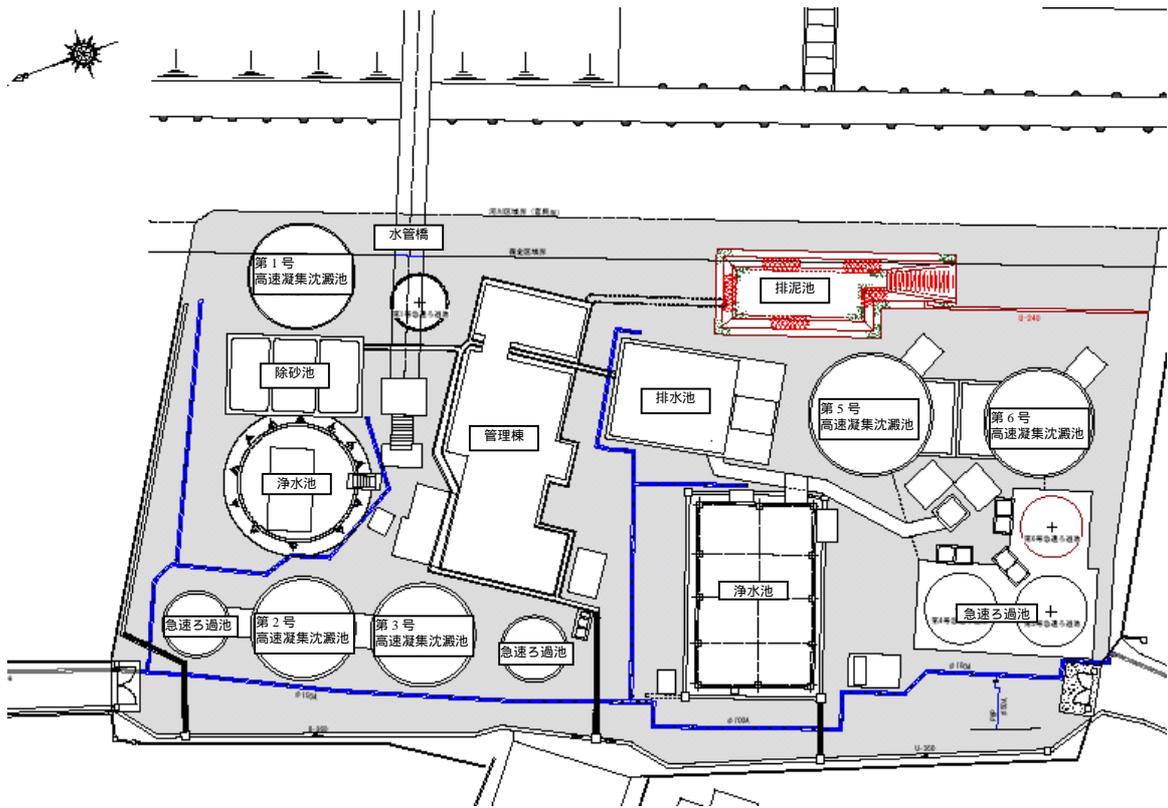


図 4.6 小千谷市浄水場平面図



写真 4.8
水管橋の仮設桁による応急処
置



写真 4.9
支承部の破損



写真 4.10

- ろ過池廻りの地盤沈下
- 浄水場地盤が全体的に20cm 程度沈下が見られた



写真 4.11
排泥池のクラック

4.2.3 ポンプ場，配水池の被害

(1) 上水道の被害

- ・船岡山

PC 配水池基礎の地盤沈下，ブロック塀倒壊，場内舗装陥没

- ・吉谷低区配水池

擁壁破損

- ・池が原配水池

保護盛土崩落

- ・谷岡高区配水池

送水管漏水

(2) 簡易水道地区

- ・塩殿地区

地すべりにより浄水場の崩落

- ・十二兵地区

地すべりにより壊滅状態との住民報告

- ・塩谷地区

配水池傾斜

- ・蘭木地区

水源未調査，配水池異常なし



写真 4.12 塩殿浄水場の被害

浄水場周辺の地滑りにより，浄水場が数 10m 移動した。余震により，さらに移動した。

4.3 川口町簡易水道の構造物被害

川口町では、5つの簡易水道があり、全ての浄水場において被害が発生した。

(1) 中央簡易水道

- ・ 第3水源（和奈津湧水）
水源上部斜面が崩壊し、土砂により水源が傾斜
- ・ 第3配水池
水位調整弁室が移動、約30cm沈下
水位調整弁、流入弁の破損
- ・ 第4配水池
配水池、上屋にクラック発生

(2) 田麦山簡易水道

- ・ 第3配水池
- ・ 水源、取水施設
斜面崩壊により、土砂ダムが発生し、施設が水没

(3) 西倉簡易水道

- ・ 浄水場
3号急速ろ過機のアンカーボルトが破断し、ろ過機が10cm移動
旧管理棟が60mm沈下し、屋根にクラックが発生

なお、他の2箇所の簡易水道については、道路の寸断等により被害調査が不可能な状況であり、被害状況は不明である。特に小高簡易水道については、給水区域内の家屋、道路等の被害も甚大であることから、全住民が給水区域外へ移転することになった。



写真 4.13

田麦山簡易水道取水設備
土砂崩れにより河川が堰き止め
られ、取水設備が水没(写真右)。



写真 4.14

田麦山簡易水道取水設備
施設までの管理用道路が崩壊



写真 4.15

田麦山簡水浄水場仮設配管
上記取水設備の取水停止によ
り、仮設配管を設置し他の水源
から取水を行った

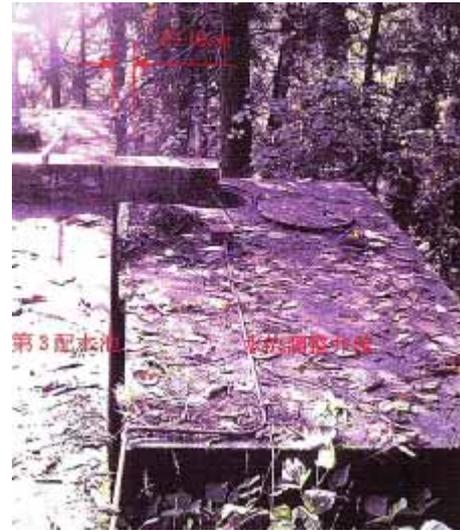
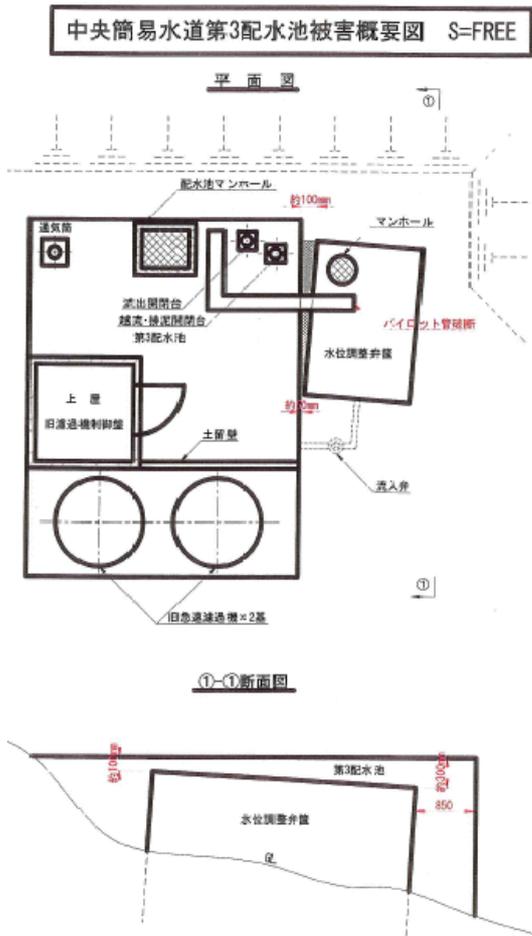


図 4.7 中央簡易水道 第3配水池の被害概要

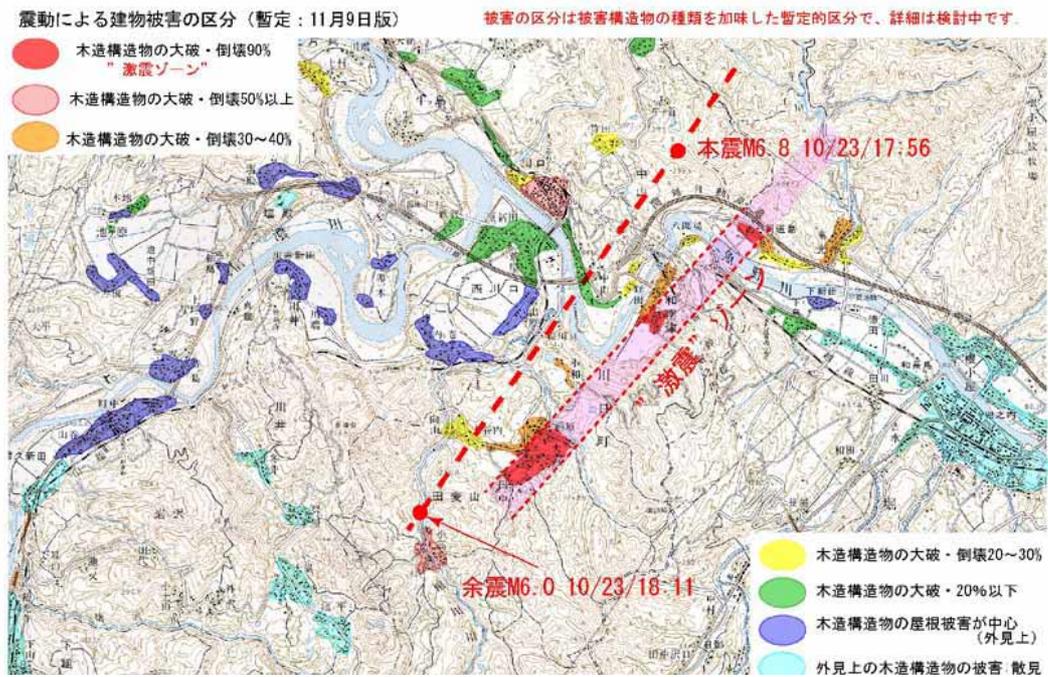


図 4.8 新潟県中越地震による激震ゾーン

4.4 水管橋の被害状況

新潟県中越地震で震度6以上を記録した市町村にある鋼製水管橋のうち49橋について、目視による被害調査を行った。その結果、管本体および溶接部には異常は無かったが、12橋で下表に示すような被害が発生しており、そのうち3橋は漏水も含め何らかの補修を必要とする状況にあった。

表 4.3 水管橋の被害状況別件数 (件)

被害状況	下部工損傷	支承部の損傷	伸縮管部の移動	フランジ部損傷	計
件数	6	4	4	1	15

(注)・同一橋で複数の被害がある場合、それぞれでカウントしている。

・伸縮管部の移動の内1件は、カバーがあり確認はできないが、漏水状況から推定した。



写真 4.16
伸縮管（リーブタイプ）とリングサポートの変形

4.5 現段階で想定される被害要因

4.5.1 地盤変状の発生要因

- ・側方流動，沈下は液状化によるものと推測される。
- ・斜面崩壊は，地山の強度不足，地震動の大きさによるものと推測される。

4.5.2 土木建築構造物の被害要因

- ・妙見浄水場の天日乾燥床のクラック，小千谷市の排泥池のクラックは地盤変状により被害が発生したと推測される。
- ・妙見浄水場・小千谷浄水場の場内において発生した地盤沈下は，噴砂現象等が確認されており，液状化によるものと推測される。

- 妙見浄水場の水管橋支承部の変形は、橋台が堤防と一緒に河川側へ移動し、支承が移動したと推測される。
- 妙見浄水場の連絡通路部は建屋間の相対変位により、連絡通路と建屋との接続部にクラック発生したと推測される。
- 構造目地（イタパ°ンヨソヅ°ョイント）は躯体の相対変位により、構造目地が変形し、漏水が発生したと推測される。
- 小千谷市の塩殿浄水場等の小規模施設においては、道路崩壊、土砂崩れ等により、躯体の移動・沈下が発生している。支持地盤の安定性、及び周辺地盤の崩壊・滑動による安定性が確保されていない可能性が高いと推測される。
- 被害が発生した水管橋は、地震動による加速度や地盤変状に伴い橋台や橋脚が損傷あるいは移動したことにより、上部工に被害が生じたと推測される。両端固定の単純桁構造の水管橋の中には、地盤変位を管本体で吸収できず固定部に応力が集中し、下部工まで被害が拡大したと推定されるケースがあった。

4.5.3 機械、電気計装設備の被害要因

- 急速ろ過機、非常用自家発電設備等の固定アンカー部の破損は、アンカーの強度不足によるものと推測される。
- 妙見浄水場の水質検査機器及び監視制御用計算機器類の被害は、機器の固定がされてなかったことや免震床構造でなかったことが被害要因であると推測される。
- 小千谷市浄水場の高圧受電盤、非常用自家発電設備は、地震後の地下水が流入し、運転不能となった。この地下水の発生原因は明確でないが、以下による可能性がある。

場内に液状化によるものと推測される地盤沈下が見られることから、液状化に伴い地下水位が上昇し、地下水が流入した。

地下室に隣接している急速ろ過機の排水渠が損傷しており、排水渠の損傷箇所から流出した水が地下室に流入した。