

6. 下水道施設の被害

6. 1 下水道施設に関する被害の全体概要

6. 1. 1 下水道の整備状況

下水道施設に被害があった新潟県内では、5 流域下水道及び 82 市町村（86 処理区）で下水道事業を実施しており、供用中の下水道施設は、下水処理場 86 箇所、中継ポンプ場 82 箇所、管路延長約 8,700kmであった¹⁾。

新潟県中越地方における下水道管内図を図 6.1 に示す²⁾。山古志村や高柳町など下水道事業を実施していない自治体も若干あるが、多くの市町村では下水道事業を実施していた。なお、下水道事業を実施していない下水道処理区域外では、農業集落排水事業や合併処理浄化槽等により汚水処理を実施していた。

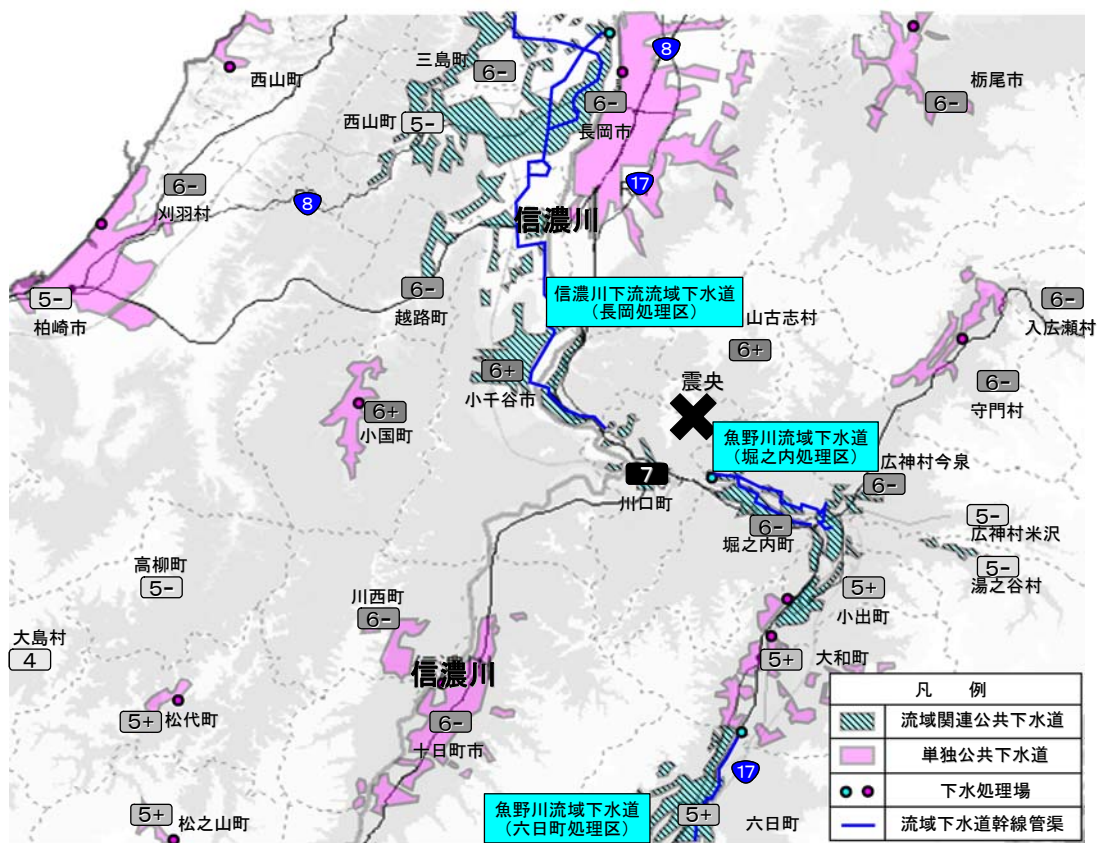


図 6.1 新潟県中越地方の下水道管内図

6. 1. 2 管路施設の被害の概要

管路施設の被害が生じ範囲は、震源地に近い川口町をはじめとした新潟県中越地方に広く及んでおり、流域下水道の幹線管渠では2流域下水道3処理区にて、公共下水道の管渠では24市町村34処理区（流域関連公共下水道も含む）にて被害が発生していた。地震発生後、新潟県を筆頭に、国土交通省、都道府県・政令都市及び関連団体等による新潟県中越地震下水道災害復旧支援本部、ならびに被災した地元市町村により、管路施設の被害状況について目視等による調査（一次調査）を行った。一次調査において、異常が確認された箇所数を表6.1に示す。さらに、表6.1にあげられた箇所を対象として、テレビカメラを用いた詳細な調査（二次調査）が引続き実施された。主な被災市町村の管路延長と二次調査必要延長を表6.2に示す。被災した管路延長は、平成16年12月20日現在まとめられていないが、二次調査を実施した9,815スパンのうち、8,337スパン（約85%）で被害が確認されている。震源地に近い小千谷市、川口町、小国町では全管路施設の20%以上の管路施設が被災したと思われる。

表 6.1 管路施設の被害箇所数（一次調査結果）

	管 渠						マンホール					
	路面異常 (箇所)	人孔滞水 (箇所)	途中水没 (箇所)	管閉塞 (箇所)	本管破損 (箇所)	本管浸入水 (箇所)	鉄蓋 (箇所)	躯体 (箇所)	土砂汚水 (箇所)	管接合部 (箇所)	隆起沈下 (箇所)	その他 (箇所)
流域下水道												
新潟県	130	7	1	3	77	43	6	250	4	24	51	98
公共下水道												
長岡市	3,685	1,643	142	38	25	3	90	105	67	35	436	152
柏崎市	230	22	20	9	0	9	35	3	20	20	12	0
小千谷市	349	662	8	9	6	6	84	56	4	11	400	166
加茂市	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
十日町市	110	54	0	0	0	0	12	18	2	2	10	0
見附市	315	34	13	20	3	1	14	25	3	1	64	10
栃尾市	20	12	0	0	0	0	0	0	9	0	9	18
弥彦村	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
分水町	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
下田村	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
越路町	157	147	86	43	14	3	19	50	6	26	93	38
三島町	16	47	0	32	0	0	3	19	5	2	5	0
与板町	187	116	7	62	104	2	3	11	10	5	88	78
和島村	114	32	0	8	0	7	0	0	0	0	36	102
出雲崎町	22	4	0	1	8	0	66	26	2	0	5	0
川口町	93	49	13	10	15	0	31	3	2	0	24	6
堀之内町	93	91	10	24	10	0	3	8	1	1	37	0
小出町	19	3	3	0	0	0	1	1	0	0	5	0
守門村	178	2	1	2	2	0	21	5	0	0	9	0
六日町	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
川西町	1	70	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0
津南町	20	29	38	3	3	2	0	2	29	0	0	0
小国町	107	115	54	82	0	0	25	19	10	8	158	22
西山町	2	8	0	2	0	0	0	0	0	0	8	0
浦川原村	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
松代町	10	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	5,889	3,148	400	348	268	76	415	604	174	136	1,453	691

新潟県中越地震下水道災害復旧支援本部作成資料より引用

表 6.2 二次調査必要延長（一次調査結果）※

平成16年11月5日 現在

	管路延長 (a) (km)	TVカメラ調査 必要延長 (b) (km)	調査必要率 (b/a) (%)
長岡市	1,184	162.4	13.7
柏崎市	410	1.7	0.4
小千谷市	151	34.9	23.1
栃尾市	135	2.6	1.9
見附市	195	7.4	3.8
越路町	75	8.3	11.1
三島町	58	4.6	7.9
与板町	54	7.7	14.3
和島村	38	1.0	2.6
出雲崎町	40	2.5	6.3
小国町	54	11.1	20.6
十日町市	182	2.2	1.2
川口町	38	9.0	23.7
堀之内町	69	7.0	10.1
川西町	31	1.6	5.2
守門村	48	0.6	1.3
合計	2,762	264.6	9.6

表 6.3 下水処理場・ポンプ場被害状況一覧※

流域下水道

管理者名	事業名	処理区名	施設名	被害状況
新潟県	信濃川下流域下水道	長岡	長岡浄化センター	初沈・終沈汚泥かき寄せ機破損 EXP.Jのズレ
			小千谷ポンプ場	外壁破損、場内道路の亀裂
			川口ポンプ場	外階段破損、場内道路の陥没
			川口第2ポンプ場	外階段破損、場内道路の破損
	魚野川流域下水道	堀之内	堀之内浄化センター	水処理・汚泥処理施設の損傷
			竜光ポンプ場	外階段破損、変圧器破損 場内道路不等沈下
			宇賀地ポンプ場	躯体ズレ・傾き、圧送管破損、場内道路不等沈下
			四日町ポンプ場	場内道路不等沈下
		六日町	六日町浄化センター	躯体のクラック、場内道路の亀裂
	西川流域下水道	西川	西川処理場	場内沈下

公共下水道（流域関連公共下水道を含む）

管理者名	事業名	処理区名	施設名	被害状況
長岡市	単独公共下水道	川東	長岡中央浄化センター	分流初沈No.5池コレクタチェーン片側外れ、 No.6池FFUフライト破損、 水処理施設亀裂漏水
柏崎市	単独公共下水道	柏崎	自然環境浄化センター	消化タンク漏れ
十日町市	単独公共下水道	十日町	十日町市下水処理センター	ブロウ風量調節機の吸気弁破損（3台中2台）、最 初沈殿池・反応タンク（二重覆蓋）の柱にクラック及 び挫屈、脱臭設備のダクト・配管破損、消化ガスホ ルダーのレベリングウェイト吊りワイヤー破断及び シール破損、脱水機重量計破損、場内外構（消雪 パイプ）破損、道路陥没
魚沼市 （旧守門村）	単独特定環境保全 公共下水道	須原	須原終末処理場	場内地盤沈下、舗装面陥没、臭気塔クラック
南魚沼市 （旧六日町）	単独特定環境保全 公共下水道	上条	上条終末処理場	場内地盤沈下、舗装面陥没、消雪施設故障
和島村	単独公共下水道	上ノ原	上ノ原浄化センター	一部機器破損
和島村	単独公共下水道	和島	和島浄化センター	流入渠付近陥没
小国町	単独特定環境保全 公共下水道	小国	小国浄化センター	脱水機作動不能
長岡市	単独特定下水道	川東	長岡下条ポンプ場	排水樋管破損
三島町	流域関連公共下水道	長岡	脇野町汚水中継ポンプ場	周辺沈下、侵入水、ケーブルHH沈下
川口町	流域関連特定環境保全 公共下水道	長岡	川口第1中継ポンプ場	場内陥没
			川口第2中継ポンプ場	場内陥没
			川口第3中継ポンプ場	場内陥没
川西町	公共関連特定環境保全 公共下水道	千手	川西中継ポンプ場	上屋傾き

※新潟県中越地震下水道災害復旧支援本部作成資料より引用

6. 1. 3 下水処理場・ポンプ場の被害の概要

下水処理場、ポンプ場については、新潟県中越地方の3流域下水道、10市町村の11下水処理場、12ポンプ場で被害が発生した。表6.3に被災箇所と被災状況の一覧を示す。中でも、魚野川流域下水道堀之内浄化センターでは、水処理施設のひび割れ（写真6.1）、汚泥濃縮槽の傾斜、流入下水の漏水（写真6.2）、各接続部の破損、補機類の破損・浸水等が発生し、通常の水処理設備、汚泥処理設備の運転が不能となった。

6. 2 調査の概要

6. 2. 1 管路施設の被災に関する調査の概要

地震発生直後、下水道施設が被災していることは分かっても、被害の全容を把握できない市町村や、県や近隣市町村等と連絡を取り合うことができない市町村が多くあった。そこで、管路施設の被害状況について把握するため、数回にわたり、新潟県中越地方の被災地で現地調査を行った。現地調査を実施した調査日と調査箇所を表6.4に示す。

表 6. 4 現地調査の調査日及び調査箇所

調査日：平成16年10月24日・25日

自治体名	調査箇所	調査概要
小千谷市	桜町地区、油新田地区、土川地区、両新田地区、山田地区、中通地区、城内地区、旭町地区ほか	目視による被災状況調査
堀之内町	竜光地区、新道島地区、堀之内地区、大石地区ほか	目視による被災状況調査

調査日：平成16年11月15日～17日

自治体名	調査箇所	調査概要
長岡市	稲葉町地区、中沢地区、悠久町地区	目視による被災状況調査
小千谷市	桜町地区、両新田地区、若葉地区、土川地区	目視による被災状況調査
川口町	川口地区	目視による被災状況調査

調査日：平成16年11月23日～26日

自治体名	調査箇所	調査概要
長岡市	柿町地区、中沢地区、渡沢町地区	TVカメラを用いた管渠の浮上がり状況の調査
小千谷市	桜町地区、両新田地区、土川地区	目視による被災状況調査
川口町	川口地区、天納地区	目視による被災状況調査
堀之内町	竜光地区、新道島地区	目視による被災状況調査

6. 2. 2 下水処理場の被災後の応急復旧に関する調査の概要

新潟県中越地震により魚野川流域下水道堀之内浄化センター（以下、浄化センター）が被災し、通常の下水处理が困難となったため、簡易処理による仮復旧が行われた。新潟県の要請により、仮復旧対策として設置された仮設処理施設に係る現地調査を実施した。

（１）堀之内浄化センターの被災への主な対応

国土交通省北陸地方整備局、新潟県等から提供された情報では、以下の通りであった。

浄化センターの被災確認直後より、新潟県の下水道担当部局と環境部局、国土交通省北陸地方整備局が連携し、水質管理について対応した。浄化センターの被災により、浄化センターにおける通常の下水处理機能が失われたため、以下の仮復旧対応を行った。また、11月末を目途に通常の処理水準までの機能回復をめざした本復旧を進めた。

- ・ 仮設沈殿池等を設置し、10月30日の夜から使用
- ・ 仮設沈殿池等における汚泥等の管理を実施
- ・ 仮設処理施設では凝集剤、消毒剤等を用い、処理を実施

（２）堀之内浄化センターにおける仮設処理施設の下水处理状況調査方法

①調査工程

調査工程は以下の通りである。

2004.11.12	13:00～13:30	聞き取り調査（状況概略説明）
	13:30～15:00	現場にて聞き取り調査
	15:00～16:30	仮設処理施設堆積汚泥量調査
2004.11.13	9:00～ 9:30	打合せおよび情報収集
	9:30～10:30	水質調査用試料採取
	10:30～11:00	試料調製 （帰所）
	15:30	水質分析開始

②仮設処理施設堆積汚泥量調査

仮設処理施設の管理状況の把握のため、仮設処理施設での汚泥の堆積状況を調査した。

調査箇所は、仮設沈殿池、仮設塩素混和池とした（図 6.2 参照）。調査には汚泥界面計を用い、汚泥界面および沈殿池底までの水深を測定した。

③水質調査

仮設処理施設における水処理状況の把握のため、水質調査を実施した。

採水箇所を図 6.2、表 6.5 に示す。また、分析項目と分析方法を表 6.6 に示す。

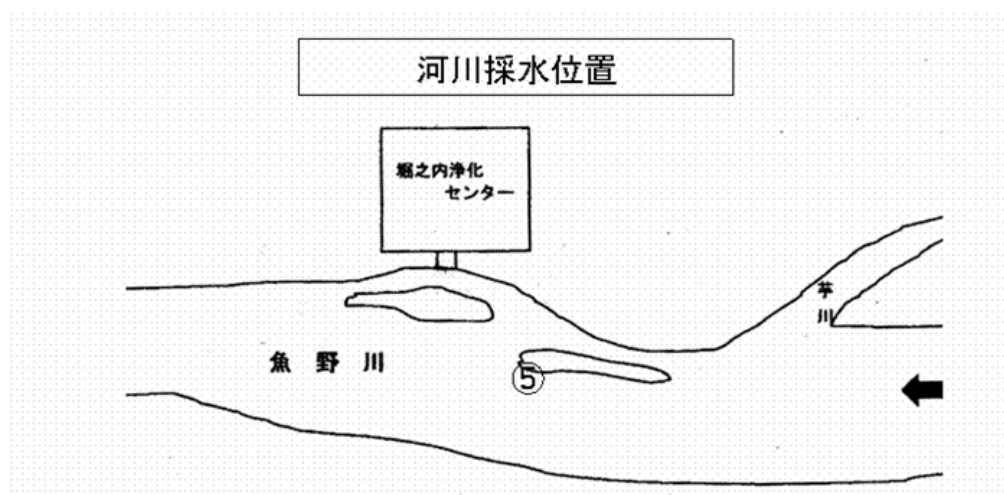


図 6.2 堀之内浄化センター水処理系の概略と採水箇所

表 6.5 採水箇所と分析項目

採水箇所	項目
① 流入下水（凝集剤添加前）	pH・水温、SS、COD、BOD5、大腸菌群等、クリプトスポリジウム、TOC、NH4-N
② 仮設沈殿池前（凝集剤添加後）	pH・水温、SS、COD、大腸菌群等、TOC
③ 仮設沈殿池後・仮設塩素混和池前	pH・水温、SS、COD、大腸菌群等、TOC、NH4-N
④ 放流口	pH・水温、SS、COD、BOD5、大腸菌群等、クリプトスポリジウム、TOC、残塩、NH4-N
⑤ （参考） 放流口よりやや上流の河川水	pH・水温SS、COD、大腸菌群等、TOC、残留塩素

表 6.6 分析方法

測定項目		分析方法	備考
pH(水温)		ガラス電極法	現地
SS		ガラス繊維ろ紙法	
BOD		ウインクラージ化ナトリウム変法	
大腸菌群数		デソキシコール酸塩培地法	チオ硫酸ナトリウムで中和
参考	残留塩素(結合、遊離)	ジエチル-p-フェニレンジアミン法(Hach社)	現地
	COD _{Mn} 、D-COD _{Mn}	100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素要求量	
	COD _{Cr} 、D-COD _{Cr}	簡易分析計による吸光光度法(Hach社)	
	D-TOC	TOC分析計(島津TOC5000A)	
	NH ₄ -N	自動比色分析装置	酸固定
	大腸菌数	特定酵素基質培地法(クロモカルト寒天培地・メルク社)	チオ硫酸ナトリウムで中和
	クリプトスポリジウム	検鏡法(メンブレンフィルター濃縮、免疫磁気ビーズ精製、メンブレンフィルター直接染色)	チオ硫酸ナトリウムで中和

6. 3 調査結果

6. 3. 1 管路施設

被災した管路施設について現地調査を実施し、確認された被害状況を以下に示す。

- 1) 各地で管路埋設路線上の地盤沈下やマンホールの浮上がりが発生しており、場所によっては 30cm 程度地盤沈下した箇所(写真 6.3)や、1m 以上マンホールが浮上がった箇所(写真 6.4)もあった。
- 2) 管路埋設路線上の地盤沈下が発生している箇所の中には、管路埋設部で噴砂が発生した箇所(写真 6.5)もあった。
- 3) 浮上がったマンホールでは、写真 6.6 に示すような躯体のズレや、写真 6.7 に示すような管接合部の破損が見られるものもあった。
- 4) 上水道の復旧後、写真 6.8 に示すように管渠・マンホール内に汚水の滞水が生じている箇所もあった。
- 5) 長岡市の被災した管路を対象に、管路の勾配を測定可能なテレビカメラを用いて浮上がり状況の調査を行ったところ、図 6.3 に示すようにマンホールや取付け管接合部の浮上がり量よりも、それ以外の管渠部のほうが浮上がり量が大きくなっていた。
- 6) 現地調査を行った長岡市、小千谷市、川口町、堀之内町では、マンホールの浮上がりや管路埋設路線上の地盤沈下の被害が数多く発生しており、甚大な被害が発生していることが確認された。

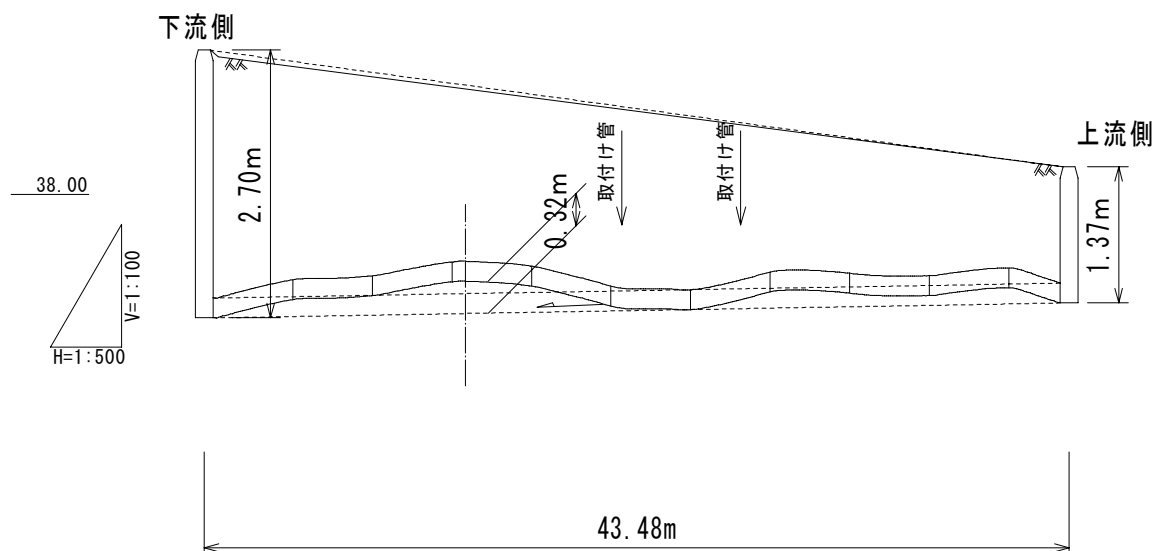


図 6.3 長岡市柿町地区の管路の浮上がり状況

6. 3. 2 下水処理場

浄化センターの仮設処理施設の処理状況を調査したところ以下の通りであった。

(1) 仮設処理施設堆積汚泥量調査結果

仮設処理施設での汚泥堆積状況は以下のとおりであった。

- ・ 仮設沈殿池の水深は約 2m で、汚泥は 20cm 程度堆積していた。
- ・ 仮設塩素混和池の水深は約 1m で、汚泥は 10cm 程度堆積していた。

(2) 水質調査結果

水質調査の結果を表 6.7 に示す。仮設処理施設からの放流水は、通常の沈殿法により達成可能な処理水質（pH 5.8 以上 8.6 以下、BOD 120mg/L以下、SS 150mg/L 以下、大腸菌群数 3,000 個/cm³以下）を満足していた。

表 6.7 水質調査結果

	水温 (°C)	pH (-)	SS (mg/L)	BOD5 (mg/L)	大腸菌群数 (CFU/mL)
① 流入下水	16.0	7.2	171	117	643000
② 沈殿池直前	15.4	7.3	152	110	390000
③ 沈殿池直後	15.9	6.7	42	41	343000
④ 放流水	15.2	7.1	73	32	78.3
⑤ (参考)河川水	10.7	6.8	599	1.0	196

* ④での残留塩素は、全塩素2.09mg/L、遊離0.54mg/Lであった。(Hach簡易法)

(参考)	T-CODMn (mg/L)	D-CODMn (mg/L)	T-CODcr (mg/L)	D-CODcr (mg/L)	D-TOC (mg/L)	NH4-N (mg/L)	大腸菌数 (CFU/mL)	クリプトスポリジウム
① 流入下水	75	24	303	64	28	23.3	67000	0 (個/200mL)
② 沈殿池直前	57	21	270	71	29	23.2	87000	-
③ 沈殿池直後	28	14	80	37	18	14.2	25300	-
④ 放流水	33	14	181	60	26	13.3	6.7	0 (個/400mL)
⑤ (参考)河川水	14	2	38	<15	2.6	0.07	0.7	0 (個/10L)

6. 4 分析・考察

6. 4. 1 管路施設

今回の地震では、マンホールの浮上がり、管路埋設部の地盤沈下、管渠・マンホール内の汚水滞水が多数発生した。被災した下水道管路施設は、いずれも開削工法で布設した管路であり、管路埋設部で噴砂が見られた箇所もあった。一方、川口町や長岡市の応急復旧現場で、被災した管路周辺の原地盤を確認したところ、液状化しない粘性土が見られた。粘性土の下部に緩い砂層等があり、粘性土層の下部で液状化した可能性もあるが、管路埋設部以外の道路や周

辺家屋で特に噴砂は見あたらなかった。したがって、管路埋設部の埋戻土に用いた山砂等が液状化し、図 6.4 に示すメカニズムで被害が発生したものと考えられる^{5), 6)}。

また、地震発生直前に日降水量 100mm 前後の降雨が被災地にあったことから、平常時よりも地下水位が高くなっていた可能性が高い。そのため、液状化による被害が大きくなったということも考えられる。

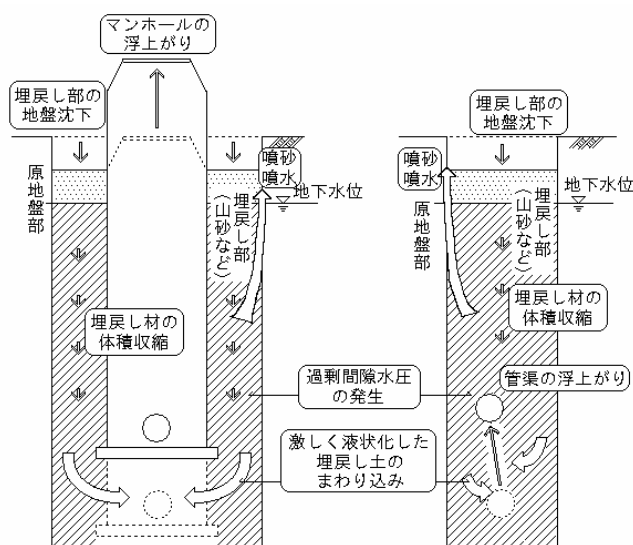


図 6.4 管渠・マンホールの浮上がり模式図

6. 4. 2 下水処理場

(1) 仮設沈殿池と仮設混和池の能力

新潟県から提供された実下水流入量等を用い、仮設沈殿池の滞留時間（以下 HRT）、水面積負荷、仮設塩素混和池の HRT を算出した。結果を表 6.8 に示す。仮設処理施設の HRT、水面積負荷は、一般的な値と比較して安全側の値となった。

表 6.8 仮設処理施設の能力

		仮設処理施設	(参考) 一般的な値
仮 設 沈 殿 池	HRT (hr)	3.2	1.5
	水面積負荷 (m ³ /d/m ²)	13	35~70
	有効水深 (m)	1.5~2.0	2.5~4.0
仮 設 塩 素 混 和 池	HRT (min)	26	15以上

(2) 仮設処理施設の処理状況

仮設沈殿池、仮設混和池の能力には、特段の問題点は見あたらなかった。また、堆積汚泥量調査により、仮設処理施設の汚泥堆積厚は 10~20cm 程度であり、比較的良好に管理されていた。

今回の水質調査では、仮設処理施設からの放流水は、通常の沈殿法により達成可能な処理水質を満足しており、特段の問題点は見あたらなかった。

地震等の不可避的な要因による処理場の機能停止においては、関係部局との緊密な連携の下、仮復旧及び早急な本復旧という二段階での対策が必要である。

仮復旧においては、衛生学的観点から放流先の安全性を確保することが重要である。その上で、本復旧においては、通常の下水处理機能を回復することが求められる。

今回の調査では、仮設処理施設での処理に関し、特段の問題点は見あたらなかった。今後も、関係部局との連携をとりつつ、適切に水質を管理するとともにできる限り早急に本復旧を図る必要がある。

6. 5 まとめ

今回の地震により、下水道施設は平成 7 年兵庫県南部地震以来の大きな被害が発生し、新潟県のとりまとめによると、下水道施設全体の被災総額は、約 364 億円（平成 16 年 11 月 15 日 暫定値）に達すると試算されている。国土交通省下水道部では、新潟県の要請を受け、下水道施設に甚大な被害が発生した新潟県内の市町村の早期復旧を支援するため、新潟県中越地震下水道災害復旧支援本部（以下、支援本部という）を設置した。支援本部は、被災自治体である新潟県を筆頭に、国土交通省、都道県政令市及び関連団体等で構成されており、被災箇所の復旧に向けた被災状況調査、応急復旧、ならびに災害査定をはじめとする本格復旧に向けた対応を現在も行っている。今回の広域的な早期の復旧支援の確立を好例とし、緊急時の支援体制を確立しておくことが有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 下水道協会：平成 14 年度版下水道統計，2004
- 2) 新潟県土木部都市局下水道課：新潟県の下水道，2001
- 3) 加藤 裕之、藤生 和也、行方 馨：平成 16 年新潟県中越地震による下水道管路施設の被害，下水道協会誌，Vol.42，No.507，pp.64～69，2005
- 4) 佐藤 洋行：平成 16 年新潟県中越地震による下水処理場の被害状況，下水道協会誌，Vol.42，No.507，pp.70～74，2005
- 5) 建設省土木研究所：釧路沖地震により浮上した下水道マンホールの調査，土木研究所資料，第 3275 号，1995
- 6) 行方 馨、田村 敬一、石原 雅則：十勝沖地震による下水道施設の被害状況，第 41 回下水道研究発表会講演集，pp.708-710，2004



写真 6.1 水処理施設のひび割れ



写真 6.2 流入下水の漏水



写真 6.3 管路埋設路線上の地盤沈下
(小千谷市)



写真 6.4 マンホールの浮上がり
(小千谷市)



写真 6.5 アスファルトの割れ目からの噴砂
(小千谷市)



写真 6.6 マンホールの躯体のズレ
(堀之内町)



写真 6.7 マンホールと管渠の接合部のズレ
(長岡市)



写真 6.8 マンホール内の滞水状況
(堀之内町)



写真 6.9 仮設管渠からの流入
(堀之内浄化センター)



写真 6.10 仮設沈殿池
(堀之内浄化センター)



写真 6.11 汚泥引き抜き作業
(堀之内浄化センター)



写真 6.12 固形塩素の供給
(堀之内浄化センター)