

第5編 下水道施設

藤生 和也^{*1}
 南山 瑞彦^{*4}
 落 修一^{*7}

行方 馨^{*2}
 平出 亮輔^{*5}
 佐々木 哲也^{*8}

宮内 千里^{*3}
 桜井 健介^{*6}
 石原 雅規^{*9}

by Kazuya Fujiu,
 Mizuhiko Minamiyama,
 Syuichi Ochi

Kaoru Namekata,
 Ryosuke Hiraide,
 Tetsuya Sasaki

Chizato Miyauchi,
 Kensuke Sakurai,
 and Masanori Ishihara

細目次

1 . 概 要	3
2 . 下水道施設の被害	3
2.1 管路施設の被害	3
2.2 下水処理場・ポンプ場の被害	3
3 . 管路施設	8
3.1 管路施設の被災に関する調査の概要	8
3.2 管路施設に関する現地調査結果	9
3.3 管路施設に関する現地調査結果の分析・考察	9
3.4 管路施設の被害原因の分析	9
3.5 半年後に発生した道路陥没に関する調査結果	16
3.6 半年後に発生した道路陥没に関する考察	16
4 . 下水処理場	17
4.1 下水処理場の被災後の応急復旧に関する調査の概要	17
4.2 下水処理場に関する調査結果	17
4.3 下水処理場に関する調査の分析・考察	17
5 . まとめ	21
謝 辞	21
参考文献	21

*1 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室長

*2 日本下水道事業団関東・北陸総合事務所（前国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室研究官）

*3 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室研究官

*4 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室長

*5 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室研究官

*6 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室研究員

*7 土木研究所材料地盤研究グループリサイクルチーム主任研究員

*8 土木研究所耐震研究グループ振動チーム主任研究員

*9 土木研究所耐震研究グループ振動チーム研究員

1. 概要

新潟県内では、5流域下水道及び57市町村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88箇所、ポンプ場86箇所、管路延長約9,200kmであった¹⁾。

新潟県中越地方における下水道管内図を図-5.1に示す²⁾。旧山古志村や旧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。

2. 下水道施設の被害

2.1 管路施設の被害

管路施設の被害が生じた範囲は、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処理区で、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）で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・政令指定都市及び関連団体等で構成された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は、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-5.1に示す。さらに、表-5.1に挙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結果を表-5.2に示す。その結果、被災した管路延長は153.9km、マンホールは2719個であった。震源地に近い小千谷市、川口町、小国町、和島村では全管路施設の20%前後の管路施設が被災した。

2.2 下水処理場・ポンプ場の被害

下水処理場・ポンプ場については、新潟県中越地方の2流域下水道、4市町村の6下水処理場、5ポンプ場で被害が発生した。表-5.3と表-5.4に災害査定結果概要を示す。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-5.1）、污泥濃縮槽の傾斜、流入管渠破断による下水の漏水（写真-5.2）、各接続部の破損、補機類の破損・浸水等が発生し、水処理設備、污泥処理設備の通常運転が不能となった。

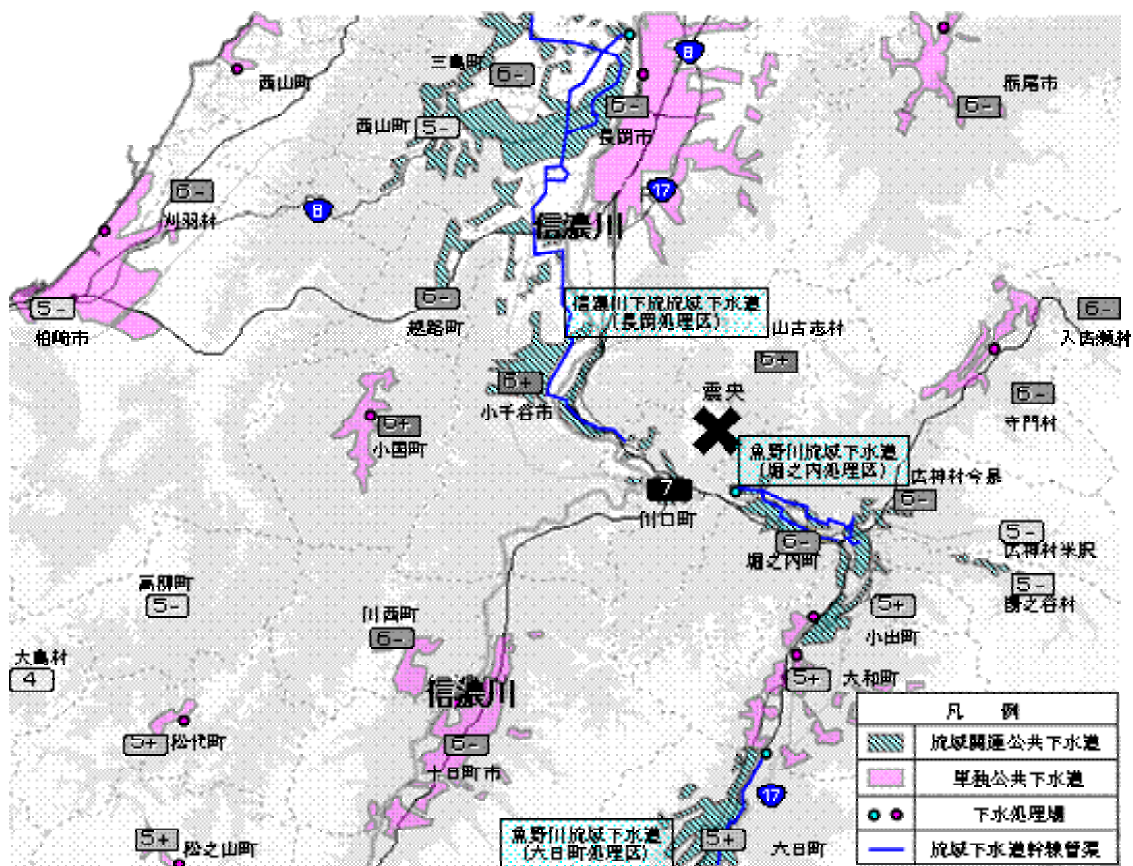


図-5.1 新潟県中越地方の下水道管内図

表-5.1 管路施設の被害箇所数（一次調査結果）

平成17年1月28日現在

	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												
旧長岡市	3,685	1,643	142	38	25	3	90	105	67	35	436	152
旧柏崎市	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
栃尾市	20	12	0	0	0	0	0	0	9	0	9	18
見附市	315	34	13	20	3	1	14	25	3	1	64	10
旧越路町	157	147	86	43	14	3	19	50	6	26	93	38
旧三島町	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
旧小国町	107	115	54	82	0	0	25	19	10	8	158	22
旧十日町市	110	54	0	0	0	0	12	18	2	2	10	0
川口町	93	49	13	10	15	0	31	3	2	0	24	6
魚沼市	290	96	14	26	12	0	25	14	1	1	51	0
旧川西町	1	70	2	0	0	0	1	2	0	0	0	0
弥彦村	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
津南町	20	29	38	3	3	2	0	2	29	0	0	0
旧西山町	2	8	0	2	0	0	0	0	0	0	8	0
加茂市	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
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
六日町	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
浦川原村	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0
旧松代町	10	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	6,019	3,155	401	351	345	119	421	854	178	160	1,504	789

新潟県土木部都市局下水道課資料より

表-5.2 管路施設の調査・査定結果

平成17年1月28日現在

	管路延長 (a) (km)	一次調査 延長 (km)	二次調査 延長 (km)	災害査定 結果延長 (b) (km)	被災率 (b/a) (%)	調査 スパン数 (c) (箇所)	被害確認 スパン数 (d) (箇所)	被害確認 率 (d/c) (%)
流域下水道								
新潟県		80.6	20.3	2.03		311	95	30.5
小計		80.6	20.3	2.03		311	95	30.5
公共下水道								
旧長岡市	1,183.6	1,183.6	166.8	62.88	5.3	5,587	5,327	95.3
旧柏崎市	410.0	410.0	6.5	3.85	0.9	219	115	52.5
小千谷市	150.9	150.9	33.0	31.24	20.7	1,435	1,192	83.1
栃尾市	135.0	135.0	2.6	2.26	1.7	90	82	91.1
見附市	195.0	195.0	6.8	0.24	0.1	170	92	54.1
旧越路町	75.4	75.4	8.4	4.78	6.3	301	287	95.3
旧三島町	58.1	58.1	4.6	1.77	3.0	115	88	76.5
与板町	54.1	54.1	9.8	5.07	9.4	345	230	66.7
和島村	38.0	38.0	7.2	6.06	15.9	203	179	88.2
出雲崎町	40.2	40.2	4.1	3.19	7.9	127	88	69.3
旧小国町	53.6	53.6	12.5	9.61	17.9	368	179	48.6
旧十日町市	182.0	182.0	4.4	2.88	1.6	135	102	75.6
川口町	38.0	38.0	9.2	9.44	24.9	107	64	59.8
魚沼市	200.0	117.9	6.8	4.40	2.2	152	99	65.1
旧川西町	30.7	30.7	3.0	2.37	7.7	95	70	73.7
弥彦村	82.0	0.02	0.0	0.02	0.0	1	1	100.0
津南町	59.0	59.0	1.5	1.47	2.5	39	38	97.4
旧西山町	26.0	26.0	0.3	0.29	1.1	11	9	81.8
旧中之島町	33.3			0.03	0.1			
加茂市	110.0	0.4	0.1	0.0	0.0	4	0	0.0
分水町	13.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0	0	-
下田村	27.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0	0	-
六日町	72.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0	0	-
浦川原村	10.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0	0	-
旧松代町	18.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0	0	-
小計	3,295	2,881	287.6	151.9	4.6	9,504	8,242	86.7
合計		2,961	307.9	153.9		9,815	8,337	84.9

新潟県土木部都市局下水道課資料より

表-5.3 流域下水道の処理場及びポンプ場査定結果概要

施設名称		査定結果	
流域 下水道	信濃川下流流域下水道 長岡処理区 長岡浄化センター	水処理施設復旧	
		最初沈殿池汚泥掻き寄せ機	3池
		最初沈殿池汚泥掻き寄せ機	9池
		最終沈殿池越流板取替え	2池
		機械棟施設	
		クリーンガータ受復旧工	2箇所
		管廊目地補修工	7箇所
		消化タンクモルタル補修工	A= 20m ²
	信濃川下流流域下水道 長岡処理区 川口ポンプ場	ポンプ場躯体壁復旧工	式
		舗装復旧工	A= 147m ²
		消雪パイプ工	L= 38m
	魚野川流域下水道 堀之内処理区 堀之内浄化センター	水処理施設復旧	
		伸縮継ぎ手	1式
		越流板復旧工	1式
		汚泥掻き寄せ機	1式
		送風機	2台
		管渠開削工法	L= 175m
		汚泥処理施設ほか	
		汚泥濃縮タンク傾斜復旧	1式
		汚泥濃縮タンク鑄鉄管復旧	1式
		汚泥脱水機復旧	2基
		電気復旧工	1式
		管理機械棟玄関キャル°-地中線亀裂補修	2箇所
		管廊亀裂補修	L= 32.9m
		場内アスファルト補修	A= 3,151m ²
		魚野川流域下水道 堀之内処理区 宇賀地ポンプ場	管渠工 250mm
	マンホール工		1式
	ポンプ場 ジョイント工		1式
	ポンプ場 汚水排水管 100mm		L= 200m
	場内ブロック積み工		A= 28m ²
場内舗装工	A= 292m ²		
魚野川流域下水道 堀之内処理区 竜光ポンプ場	変圧器交換	1式	
	ロードセル補修工	1式	
	場内アスファルト補修	A= 141m ²	
	消雪パイプ工	L= 158.3m	

新潟県土木部都市局下水道課資料より

表-5.4 公共下水道の処理場及びポンプ場査定結果概要

施設名称		査定結果	
魚沼市	上条終末処理場	舗装版復旧工	A= 32m ²
		自由勾配側溝設置工	L= 27m
		ブロック擁壁補修削孔工	L= 316.5m N=66本
		応急仮工事	
		消雪パイプ復旧工	L= 0.6m
	舗装復旧工	A= 1m ²	
	須原処理場	場内舗装版復旧工	A= 673m ²
		U型側溝設置工	L= 238m
建築工事			
川口町	大島中継ポンプ場	処理場躯体補修	1式
		操作盤傾斜復旧	1式
		低圧ケーブル600V-CVT (150sq)	L= 52.5m
	東川口中継ポンプ場	アスファルト舗装	A= 160m ²
		破碎機減速機交換	1式
		低圧受電盤内UPS補修	1式
旧十日町市	十日町市下水処理センター	アスファルト舗装	A= 147m ²
		舗装復旧工	A= 1,358m ²
		消雪施設復旧工	L= 176m
		スルスEXP.J復旧工	L= 574m
		ダクト設備復旧工1式	1式
		建築ひび割補修	L= 244.7m
		ガスホルダー復旧工	1基
		オイルタンク復旧工	1基
		送風機修繕工	2台
		汚泥ホッパー復旧工	1式
		マンホール復旧工	23基
旧小国町	小国浄化センター	汚泥脱水機	1式
		沈砂池汚泥掻き寄せ機	1式
		OD曝気装置	1式
		コントロールセンタ筐体補修	1式
		脱臭ダクト	1式
		アスファルト舗装	1式
		応急仮工事	
		汚泥脱水機応急工	1式

新潟県土木部都市局下水道課資料より

3. 管路施設

3.1 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、国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室は、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-5.5に示す。

また、国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室及び独立行政法人土木研究所耐震グループ振動チームは、3.4に示すとおり、管路施設の被災箇所分布に特徴が見られた長岡市・小千谷市について、原地盤土質に着目した被害原因分析を行った。

この他、旧長岡市で震災から半年程経過した平成17年4月頃から道路陥没の報告が増加し、6月10日までの間市道上で約1400件あった。そこで、国総研下水道研究室は、3.5~3.6に示すとおり、道路陥没状況の把握と発生原因の調査を行った。

表-5.5 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
旧堀之内町	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
旧長岡市	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
旧長岡市	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
旧堀之内町	竜光地区、新道島地区	目視による被災状況調査

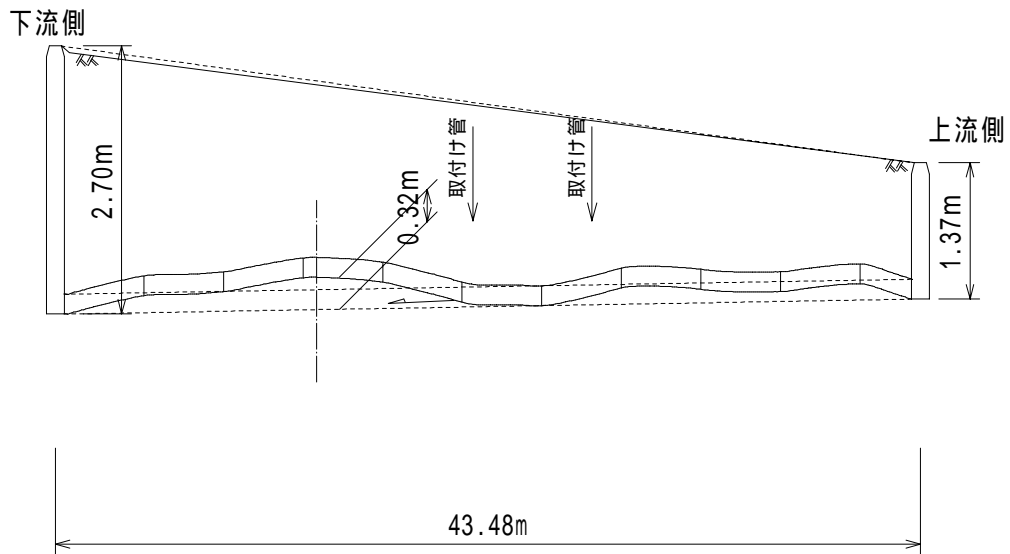


図-5.2 旧長岡市柿町地区の管路の浮上がり状況

3.2 管路施設に関する現地調査結果

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。

各地で管路埋設路線上の地盤沈下やマンホールの浮き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-5.3）や、1m以上マンホールが浮き上がった箇所（写真-5.4）もあった。

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-5.5）もあった。

浮き上がったマンホールでは、写真-5.6に示すような躯体の継ぎ目のズレや、写真-5.7に示すような管接合部の損傷が見られるものもあった。

上水道の復旧後、写真-5.8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。

旧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き上がり状況の調査を行ったところ、図-5.2に示すようにマンホールや取付け管接合部の浮き上がり量よりも、それ以外の管渠部の浮き上がり量が大きくなっていった。

現地調査を行った旧長岡市、小千谷市、川口町、旧堀之内町では、マンホールの浮き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。

3.3 管路施設に関する現地調査結果の分析・考察

今回の地震では、マンホールの浮き上がり、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敷設した管路であり、管路埋設部で噴砂が見られた箇所もあった。一方、川口町や旧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-5.3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。

3.4 管路施設の被害要因の分析

旧長岡市、小千谷市、出雲崎市、旧小国町の災害査定

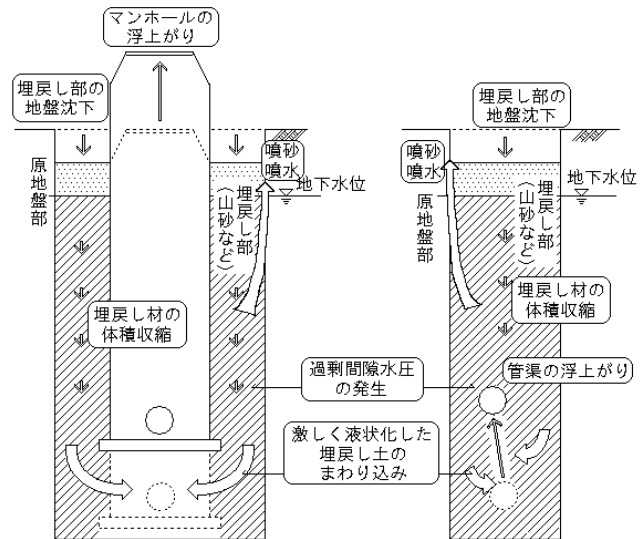


図-5.3 管渠・マンホールの浮き上がり模式図

路線の位置を図-5.4に示す。災害査定路線の分布より、旧長岡市と小千谷市の信濃川沿いの市街地で管路被害が少なく、市街地から離れるにしたがい管路被害が大きくなる傾向が見られた。

ここでは、地震時の被害規模に影響する要因の1つと思われる原地盤土質に着目して、管路被害と原地盤土質の関係をボーリングデータから整理を行った。

旧長岡市と小千谷市における検討対象エリアとボーリングデータの位置を図-5.5に示す。旧長岡市と小千谷市の市街地および、郊外のボーリングデータをまとめたものを図-5.6～図-5.9に示す。

ボーリングデータより、いずれの箇所に置いても地下水位は比較的高いものの、被害の少ない信濃川沿いの市街地では軟弱な粘性土は厚くても4m程度であり、またその下にはN値 50相当の締まった礫質土が存在していた。他方、被害の目立つ信濃川から離れた郊外においては、約10m程度の軟弱な粘性土が堆積している。

以上から、軟弱層の厚さが被害程度に影響している可能性があると考えられる。この原因として、軟弱地盤において地震動が増幅したことと、埋戻し部が大きくせん断変形を受け、発生した過剰間隙水圧が消散しにくく、液状化の程度が高まったこと、が考えられる。

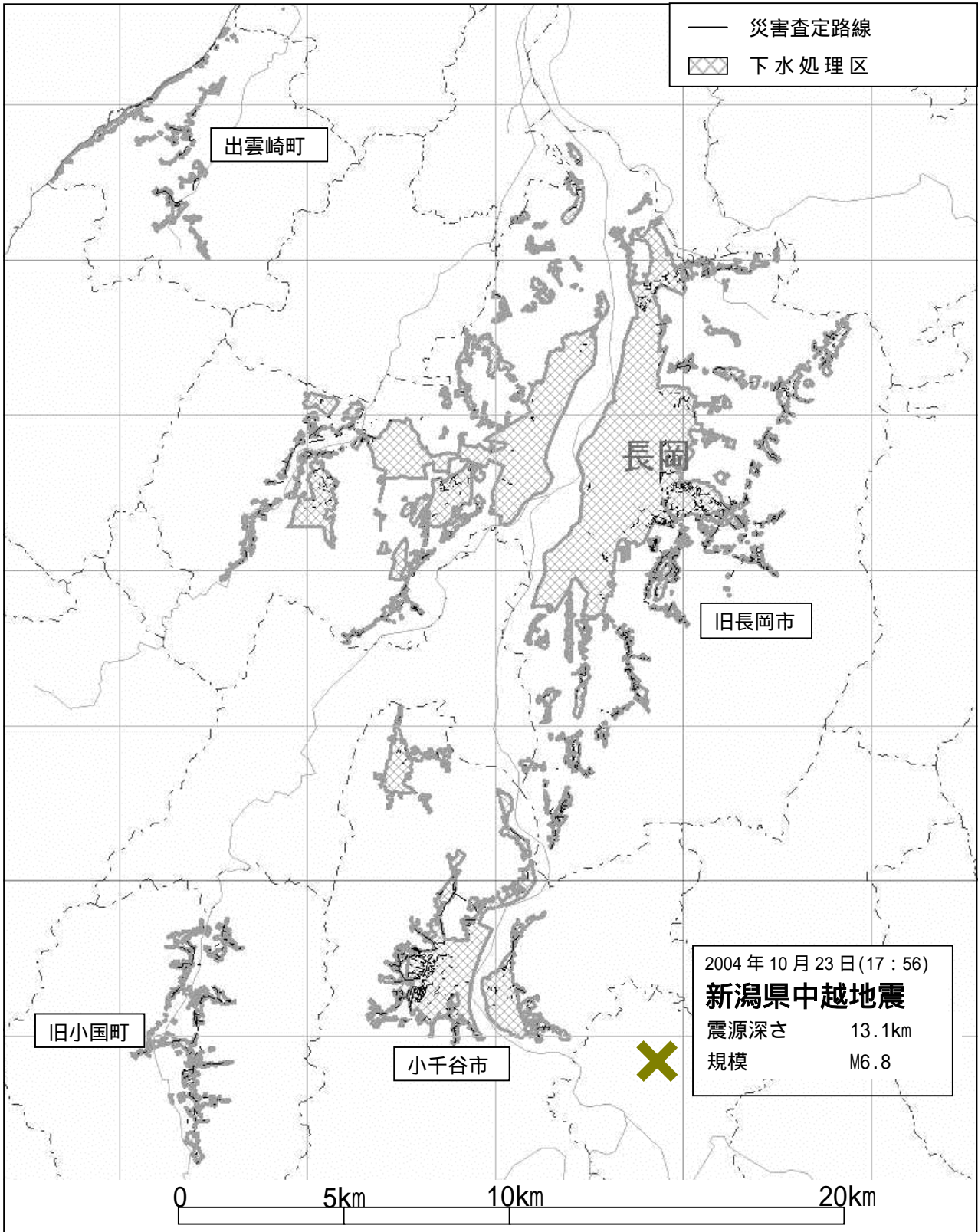


図-5.4 災害査定路線位置および震源位置図

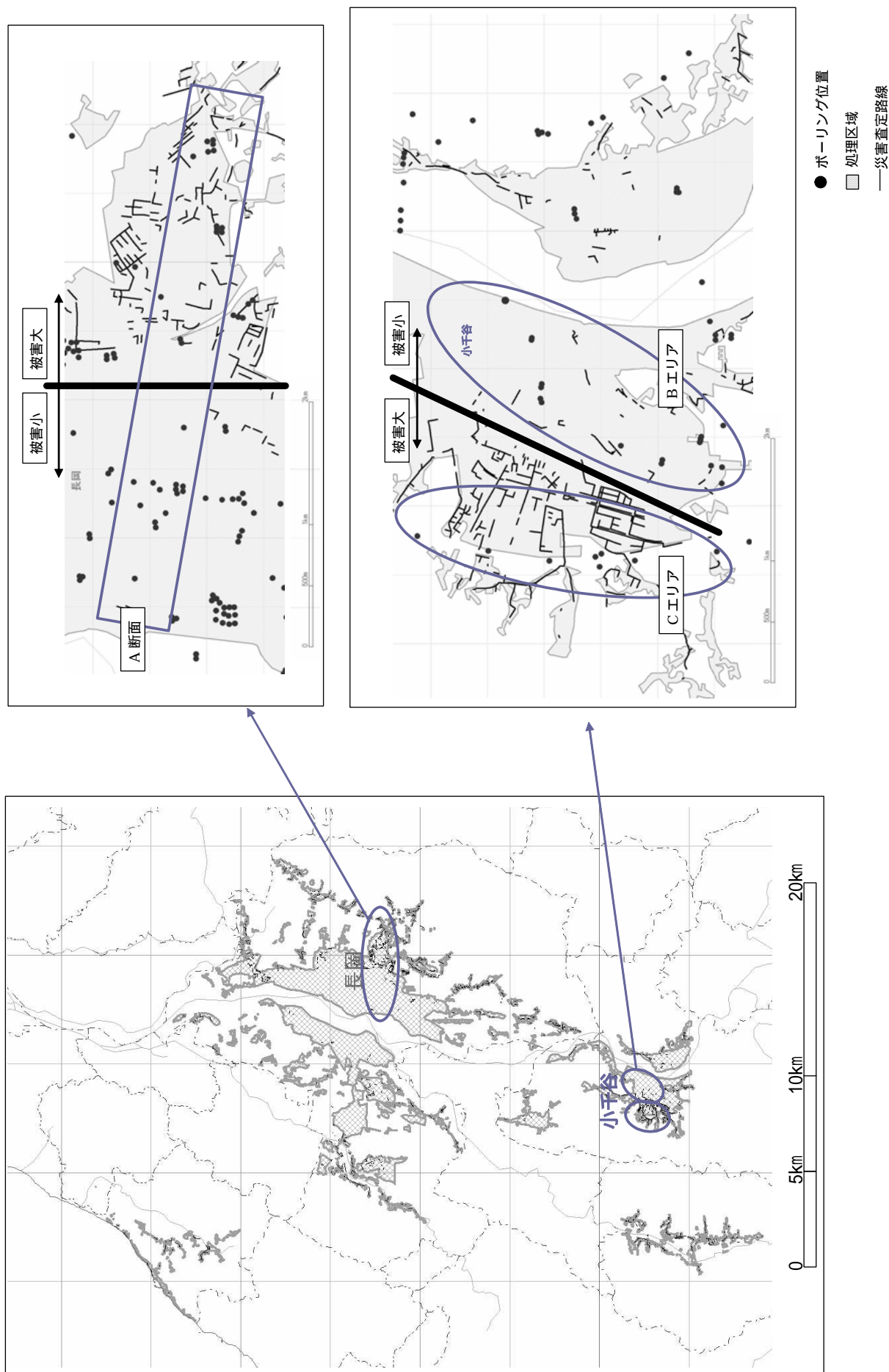


図-5.5 原地盤土質に着目した要因分析検討対象箇所(長岡市、小千谷市)

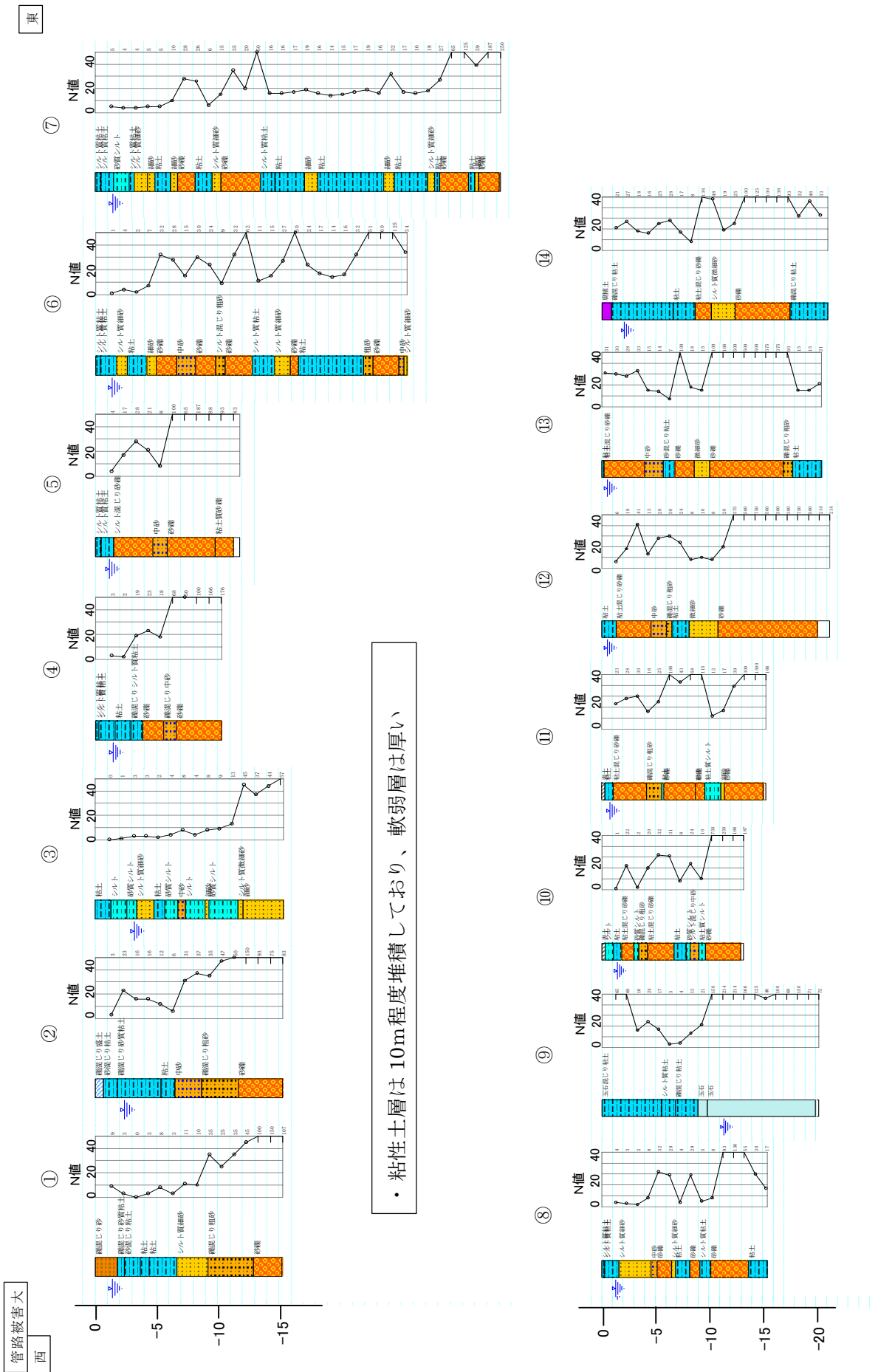


図-5.7 下水道管路の被害が大きい郊外における原地盤のボーリングデータ(長岡市A断面)

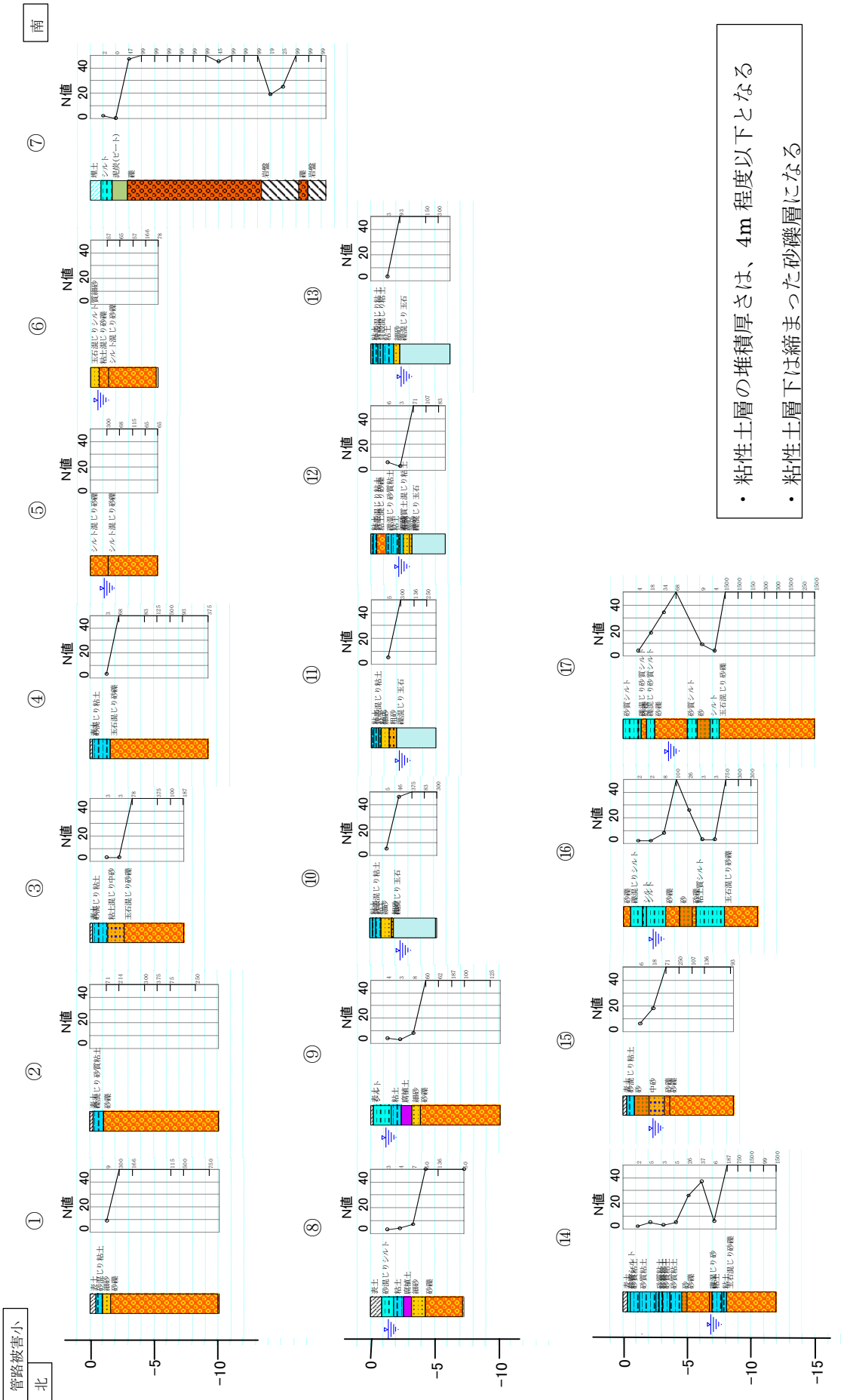


図-5.8 下水道管路の被害が小さい市街地における原地盤のボーリングデータ(小千谷市Bエリア)

3.5 半年後に発生した道路陥没に関する調査結果

平成17年6月10日時点の旧長岡市内の道路陥没箇所の分布を図-5.10に示す。平成17年6月10日までに報告された陥没箇所1400件のうち9割近い1220件が下水道管路上部で発生しており、災害査定決定路線上部で500件、それ以外の管路上部で720件であった。道路陥没の多くは管路被害の集中していた信濃川から離れた郊外で起きており、被災の少なかった信濃川沿いの市街地ではほとんど起きていなかった。道路陥没の多くは震災直後に路面異常が見られなかった箇所では起きていたが、一部は路面復旧箇所でも起きていた。(写真-5.9、写真-5.10、写真-5.11)

陥没深さは最大30cm程度、陥没幅は管路の埋戻し幅以下で、陥没は埋戻し部直上で起きていた。また、陥没

箇所の管路の埋設深は1.2~4.0mであり、施工方法は開削工法であった。

陥没箇所から埋戻し土(上層:山砂、下層:川砂)のサンプルを取り、粒度分析を行った結果を表-5.6に示す。埋戻し土の粒度は、道路橋示方書⁷⁾の中で示された液状化の可能性のある土質条件を満たしていた。

3.6 半年後に発生した道路陥没に関する考察

震災から半年後に発生した今回の道路陥没の多くは、震災時に下水道管路被害が大きかった郊外で発生していた。このため、下水道管路被害箇所と同様に図-5.3で示したように埋戻し土が液状化後に体積収縮をおこし、地下に空洞が生じ、時期をおいて陥没が起きたと考えられる。

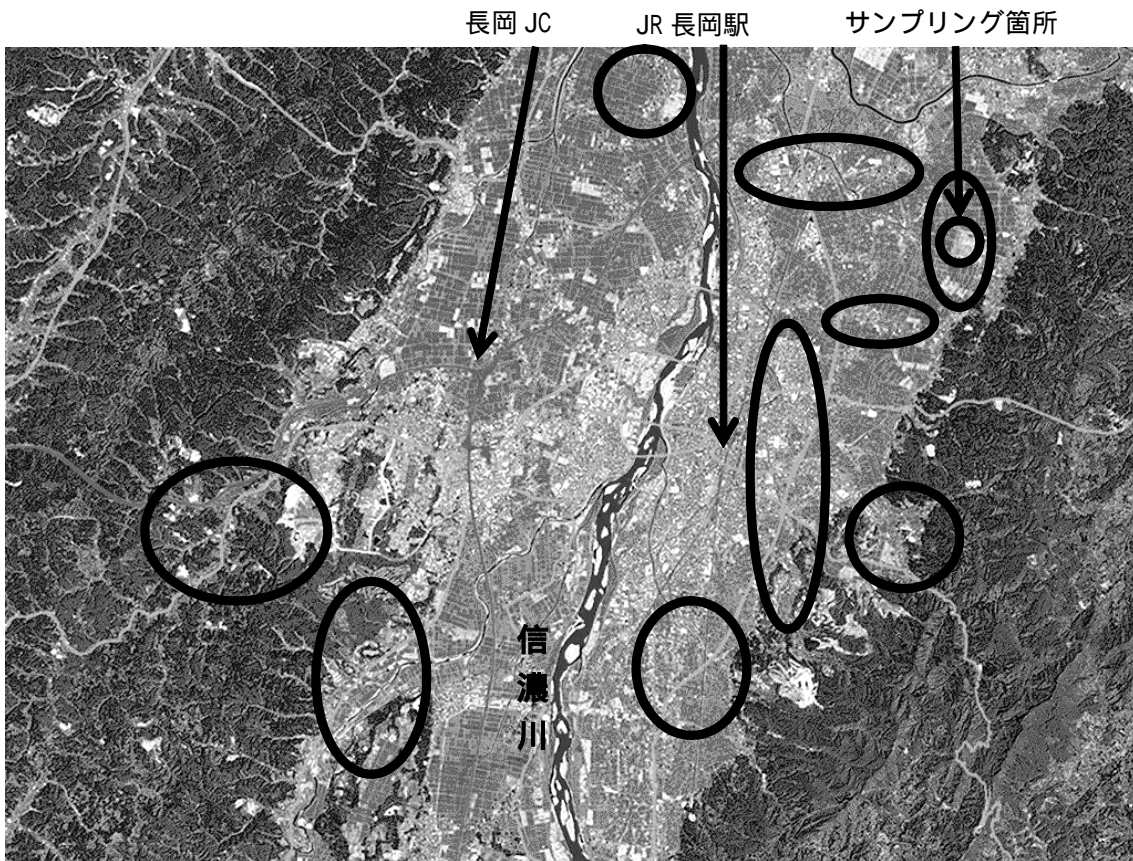


図-5.10 旧長岡市内の道路陥没箇所の分布
(黒線で囲まれた地域が陥没多発地域)

表-5.6 粒度分析結果

	山砂	川砂	液状化する可能性のある土質条件
細粒分含有率FC	9.80%	3.90%	35%以下(注)
平均粒径D50	0.46mm	0.42mm	10mm以下
平均粒径D10	0.08mm	0.17mm	1mm以下

注 35%以下またはFCが35%を超えても塑性指数 I_p が15以下の土層

4. 下水処理場

4.1 下水処理場の被災後の応急復旧に関する調査概要

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、通常の下水処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、国総研下水処理研究室及び土研リサイクルチームは、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処理機能が失われたため、以下の仮復旧対応を行った。また、降雪が予想される 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。（写真-5.12～5.15）

- ・ 仮設沈殿池等を設置し、10 月 30 日の夜から使用した。
- ・ 仮設沈殿池等における汚泥等の管理を実施した。
- ・ 流入下水が仮設沈殿池への水路に流入した直後に高分子系凝集剤を 3ppm 相当量添加した。
- ・ 消毒剤として固形塩素剤（有効塩素 70%以上）を 3,000g/3hr 添加した。また、11 月 2 週目頃からは、固形塩素剤に加え、本施設の次亜塩素酸ナトリウム添加施設を使用し、仮設塩素混和池流入前に次亜塩素酸ナトリウムを 1.6L/hr で添加した。

(2) 堀之内浄化センターにおける仮設処理施設の下水処理状況調査方法

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-5.11 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-5.11、表-5.7 に示す。また、分析項目と分析方法を表-5.8 に示す。

4.2 下水処理場に関する調査結果

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-5.9 に示す。

4.3 下水処理場に関する調査の分析・考察

(1) 仮設沈殿池と仮設塩素混和池の能力

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 を算出することとした。算出に用いた沈殿池の寸法を図-5.12 に示す。沈殿池の側面には勾配があるが、勾配がないものと仮定した。流入下水は浄化センターの流量計の上流で地表に漏出していて流量が測定できなかったため、浄化センターの上流で流入下水が全て通る竜光ポンプ場の揚水量で代用した。調査日付近の竜光ポンプ場揚水量の推移を図-5.13 に示す。流入下水量には、調査日付近の平均的な水量である 10,000m³/d を用いた。算出結果を表-5.10 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。

(2) 仮設処理施設での処理状況と復旧の考え方

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 程度であったことから、比較的良好に管理されていると思われた。

今回の水質調査では、放流口における残留塩素濃度

は2mg/L程度、大腸菌群数は3,000個/mL以下であった。また、新潟県の報告によると放流先の河川の水質は河川環境水質（魚野川下流の環境基準値 BOD 2mg/L）を満足しており、簡易処理放流による特段の汚染は観測されていないとのことであった。以上より、浄化センターで仮復旧として実施されている簡易処理は、水質面から見て問題点は見当たらなかった。

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、通常の下処理機能を回復することが求められる。

今回の浄化センターの被災では、関係部局との連携を取りつつ、仮復旧が行われたと報告されている。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。また、12月10日に本復旧したと報告されている。今後も、今回のような緊急時には関係部局との緊密な連携を取りつつ、仮復旧、本復旧をすすめるべきである。

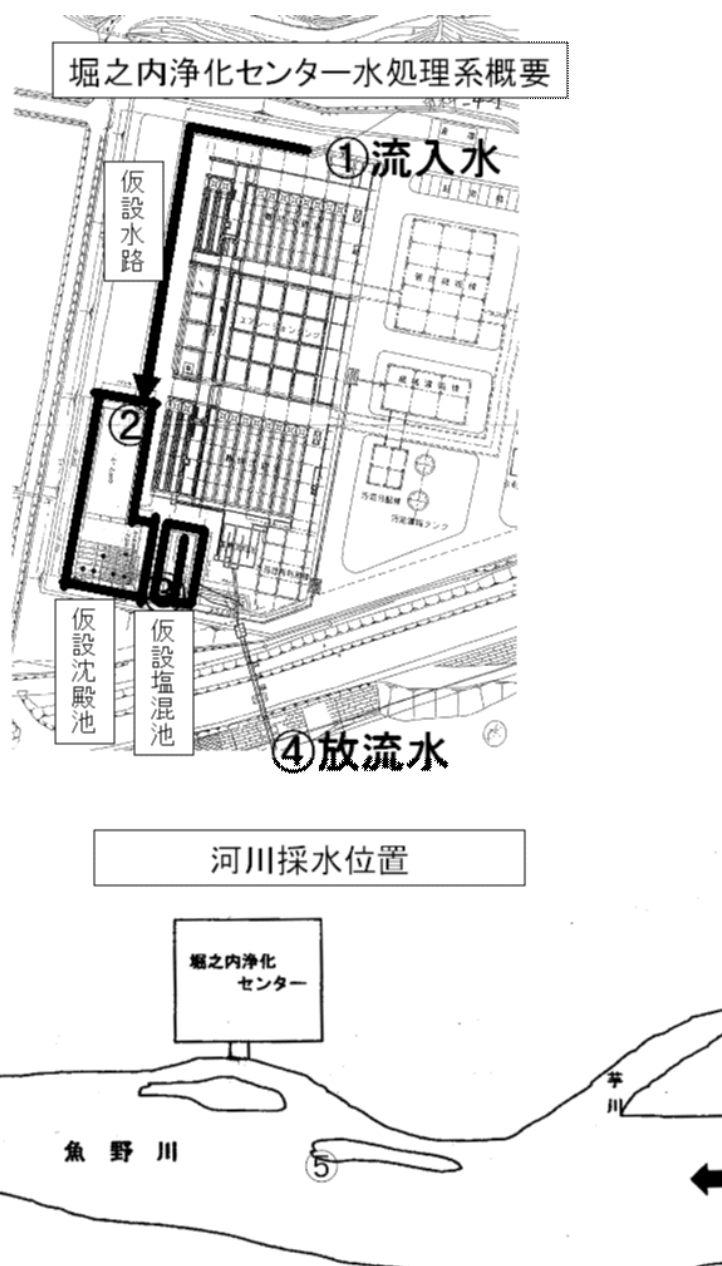


図-5.11 堀之内浄化センター水処理系の概略と採水箇所

表-5.7 採水箇所と分析項目

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

表-5.8 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 ₅	ウインクラーアジ化ナトリウム変法	
T-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	
T-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	インドフェノール青吸光光度法	酸固定
大腸菌群	デソキシコール酸塩培地法	チオ硫酸ナトリウムで中和
大腸菌	特定酵素基質培地法(クロモカルト寒天培地・メルク社)	
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)	
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

表-5.9 水質調査結果

	水温 ()	pH (-)	SS (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)	T-COD _{Mn} (mg/L)	D-COD _{Mn} (mg/L)	T-COD _{Cr} (mg/L)	D-COD _{Cr} (mg/L)	D-TOC (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)
流入下水	16.0	7.2	171	117	75	24	303	64	28	23.3
沈殿池直前	15.4	7.3	152	110	57	21	270	71	29	23.2
沈殿池直後	15.9	6.7	42	42	28	14	80	37	18	14.2
放流水	15.2	7.1	73	32	33	14	181	60	26	13.3
上流の河川水	10.7	6.8	599	1.0	14	2	38	<15	2.6	0.07

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

	大腸菌群数 (CFU/mL)	大腸菌数 (CFU/mL)	クリプトスポリジウム
流入下水	643,000	67,000	0(個/200mL)
沈殿池直前	390,000	87,000	-
沈殿池直後	343,000	25,300	-
放流水	78	7	0(個/400mL)
上流の河川水	196	1	0(個/10L)

表-5.10 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

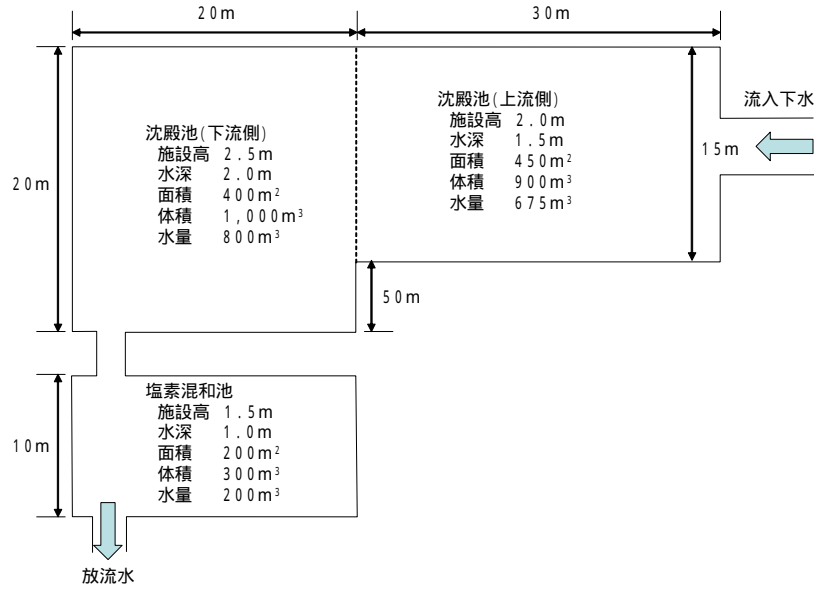


図-5.12 仮設処理施設の寸法

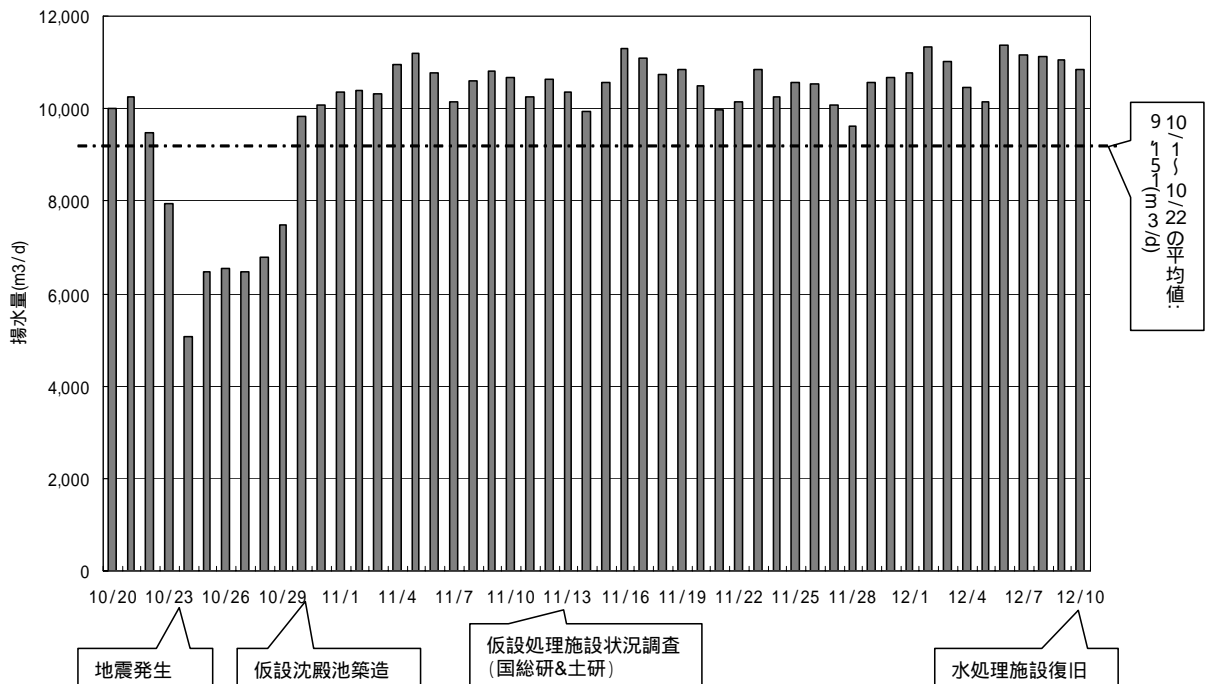


図-5.13 竜光ポンプ場揚水量

(新潟県下水道課提供)

5. まとめ

今回の地震により、下水道施設には平成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、下水道施設全体の災害査定総額は、約183億円に達した。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、平成16年11月27日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、都道府県、政令指定都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行った。全世帯の下水道がおよそ1ヶ月で使用可能になり、マンホールの応急復旧が約2ヶ月で完了した。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。また、管路の蛇行、道路陥没を未然に防ぐために埋戻し部の液状化対策が重要であると考えられる。

謝辞

現地調査においては、北陸地方整備局建政部、新潟県、長岡市、小千谷市、川口市、堀之内町の関係各位に便宜を図っていただいた。ここに記して、感謝の意を表する。

おわりに

本文は中越地震被害に係わる現地調査概要⁸⁾に修正加筆したものである。また、市町村名は平成16年11月時点での名称を使用している。

参考文献

- 1) 下水道協会：平成15年度版下水道統計、2005
- 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 雅規：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

- 7) 日本道路協会：道路橋示方書（耐震設計編）・同解説、平成8年12月、pp.121-125、1996
- 8) 国土技術政策総合研究所、独立行政法人土木研究所、独立行政法人建築研究所：平成16年(2004)年新潟県中越地震被害に係わる現地調査概要、国総研資料第248号、pp.59-70、2005



写真-5.1 水処理施設のひび割れ



写真-5.2 流入管渠破断による下水の漏水



写真-5.3 管路埋設路線上の地盤沈下
(小千谷市)



写真-5.4 マンホールの浮上がり
(小千谷市)



写真-5.5 アスファルトの割れ目からの噴砂
(小千谷市)



写真-5.6 マンホールの躯体のズレ
(旧堀之内町)



写真-5.7 マンホールと管渠の接合部のズレ
(旧長岡市)



写真-5.8 マンホール内の滞水状況
(旧堀之内町)



写真-5.9 マンホール付近の陥没
(旧長岡市)



写真-5.10 管路上の陥没
(旧長岡市)



写真-5.11 アスファルト舗装下の空洞
(旧長岡市)



写真-5.12 仮設管渠からの流入
(堀之内浄化センター)



写真-5.13 仮設沈殿池
(堀之内浄化センター)



写真-5.14 汚泥引き抜き作業
(堀之内浄化センター)



写真-5.15 固形塩素の供給
(堀之内浄化センター)

