

4. 下水道施設

4.1 概要

下水道施設の被害は、岩手県奥州市及び一関市、宮城県栗原市の公共下水道と、岩手県の流域下水道1箇所（処理場）、宮城県の流域下水道1箇所（管きょ）で発生した。震度5強以上を観測した地域の下水道整備状況と下水道施設への被害の有無を表-4.1に取りまとめる。

表-4.1 震度5強以上^{注1)}を観測した地域の下水道整備状況

県名	流域下水道名・自治体名	被害有無 ※注2	普及率 ※注3	管路延長 ※注4	処理場数 ※注4	備考
岩手県	北上川上流流域下水道 (胆江処理区)	有	—	19 km	1	流域関連： 奥州市, 金ヶ崎町
	磐井川流域下水道 (一関処理区)	無	—	9 km	1	流域関連： 一関市, 平泉町
	北上市	無	61.6%	352 km	1	
	一関市	有	26.7%	245 km	7	
	奥州市	有	35.0%	313 km	1	
	金ヶ崎町	無	45.2%	87 km	流域へ接続	
	平泉町	無	32.2%	27 km	流域へ接続	
宮城県	仙塩流域下水道	無	—	26 km	1	流域関連：仙台市, 多賀城市, 塩竈市, 利府町, 七ヶ浜町
	阿武隈川下流流域下水道	無	—	90 km	1	流域関連：仙台市, 白石市, 名取市, 角田市, 岩沼市, 蔵王町, 大河原町, 村田町, 柴田町, 丸森町, 亶理町
	鳴瀬川流域下水道	無	—	21 km	1	流域関連： 大崎市, 美里町
	迫川流域下水道	有	—	55 km	1	流域関連： 登米市, 栗原市
	仙台市	無	97.5%	4357 km	5	
	名取市	無	85.6%	388 km	流域へ接続	
	登米市	無	34.0%	292 km	4	
	栗原市	有	35.6%	299 km	3	
	大崎市	無	39.3%	294 km	3	
	利府町	無	93.9%	193 km	流域へ接続	
	加美町	無	63.9%	146 km	3	
涌谷町	無	37.4%	33 km	1		
美里町	無	29.7%	58 km	流域へ接続		
秋田県	湯沢市	無	28.0%	105 km	2	
	東成瀬村	無	—	—	—	下水道計画無

注1) 「下水道事業における地震対策マニュアル-2006年版-」では、震度5弱以上で下水道施設に被害が生じるとされているが、ここでは震度5弱の市町村は割愛する。

注2) 被害有無：下水道施設に対する被害の有無（平成20年8月末現在）

注3) 普及率：平成18年度末下水道処理人口普及率（下水道協会HP）

注4) 管路延長・処理場数：平成18年度版下水道統計（平成18年度末現在）及び岩手県HP、宮城県HP

被災した施設の内訳としては、表-4.2 に示すとおり、管路施設が1流域3市（迫川流域下水道、奥州市、一関市、栗原市）、処理施設は1流域1市の2処理場（北上川上流流域下水道水沢浄化センター、栗原市鶯沢浄化センター）であった。いずれの被害も、下水道の機能に支障はなかった。

表-4.2 下水道施設の被害状況一覧

県名	管理者	施設名	被害状況	対応状況等
岩手県	岩手県	北上川上流流域下水道水沢浄化センター	<ul style="list-style-type: none"> 一次消化タンク攪拌機故障 遠心濃縮機故障 消化タンクの渡り廊下支承部損傷 	水処理に支障なし
	奥州市	公共下水道管きよ	管渠のたわみ, 蛇行等(約 120m)	下水の流下に支障なし
	一関市	公共下水道管きよ	管渠のたわみ, 蛇行等(約 150m)	下水の流下に支障なし
宮城県	宮城県	迫川流域下水道流域下水道管きよ	<ul style="list-style-type: none"> マンホール内の破損, 亀裂等(約 70 箇所) 管渠のたわみ, 蛇行等(約 1,250m) 	下水の流下に支障なし
	栗原市	鶯沢浄化センター	処理場内の配管ゆがみ等	水処理に支障なし
		公共下水道管きよ	<ul style="list-style-type: none"> マンホール内破損, 亀裂等(206 箇所) 管渠のたわみ, 蛇行等 8 約 2,605m) 	下水の流下に支障なし

※平成 20 年 9 月 10 日時点。平成 20 年度全国下水道主管課長会議(第 2 回)資料¹⁾を時点修正。

4.2 下水道施設の被害状況調査

今回の地震発生を受けて、国土交通省から緊急災害対策派遣隊 T E C - F O R C E（国土技術政策総合研究所下水道研究室長他 3 名）が現地に派遣された。現地においては、被害のあった市をはじめ、宮城県、(財)下水道新技術推進機構、日本下水道事業団、(社)日本下水道管路管理業協会と連携し、平成 20 年 6 月 14 日～17 日の間、情報収集及び被害状況の確認、復旧方法に関する技術的助言を行った。ここでは、現地調査の結果を中心に、被害状況を報告する。

また、約 1 ヶ月後の 7 月 24 日に発生した岩手県沿岸北部を震源とした地震においても T E C - F O R C E（国土技術政策総合研究所下水道研究官他 3 名）を派遣し現地調査を実施しており、これについては 4.4 で述べる。

4.2.1 管路施設の被害状況

管路施設は、宮城県栗原市が最も被害を受けており、市域西側を中心に広範囲に被害が確認された。特に、鶯沢地区、築館地区、一迫地区では局所的な大きな被害が見られた。ここでは、栗原市における調査結果を述べる。

栗原市では、6 月 21 日までに公共下水道管きよを対象とした一次調査が終了しており、被災した管きよ延長は約 11 km、マンホールについては 560 箇所の被害となっている。

表-4.3 に、栗原市の一次調査結果（栗原市提供）を示す。

表-4.3 栗原市における管渠の被災状況（一次調査結果）

区分	項目	流域関連公共下水道			単独公共下水道		合計
		旧築館町	旧一迫町	旧栗駒町	旧鶯沢町	旧花山村	
管渠	総延長(m)	37,100.0	32,637.1	25,924.6	47,805.3	15,449.6	158,916.6
	一次調査実施延長(m)	14,233.8	32,637.1	25,924.6	47,805.3	15,449.6	136,050.4
	被災延長(m)	306.5	3,114.0	1,520.5	5,421.0	473.1	10,835.1
	被災無し	36,793.5	29,523.1	24,404.1	42,384.3	14,976.5	148,081.5
	被災率	0.8%	9.5%	5.9%	11.3%	3.1%	6.8%
	その他(m)	1,452.5	7,535.1	1,382.4	10,963.9	2,237.8	23,571.7
	調査不能	1,337.0	4,825.3	824.9	5,779.3	1,150.5	13,917.0
	管渠上路面の異常※	115.5	2,709.8	557.5	5,184.6	1,087.3	9,654.7
人孔	総箇所数(箇所)	742	1,039	885	1,396	439	4,501
	一次調査実施箇所数	474	1,039	885	1,396	439	4,233
	被災箇所数(箇所)	36	121	150	221	32	560
	被災無し	706	918	735	1,175	407	3,941
	被災率	4.9%	11.6%	16.9%	15.8%	7.3%	12.4%
	その他(箇所)	3	32	4	46	22	107
	調査不能	3	32	4	46	22	107

※被災率 = (被災延長 / 総延長) × 100

※被災延長 (m) と管渠上路面の異常 (m) は重複する場合がある。

また一次調査後、8月1日までに二次調査が実施され、9月上旬には表-4.4に示す災害査定結果が取りまとめられた。

表-4.4 栗原市における管渠の被災状況（災害査定結果）

項目		流域関連公共下水道			単独公共下水道		合計
		旧築館町	旧一迫町	旧栗駒町	旧鶯沢町	旧花山村	
管渠復旧工 (m)	結果	570			2,024.8	10	2,605
	被災率	0.6%			4.2%	0.1%	1.6%
マンホール復旧工 (箇所)	結果	96			98	12	206
	被災率	3.6%			7.0%	2.7%	4.6%
処理場復旧工 (箇所)	結果	処理場なし			1	0	1
	被災率	(流域下水道へ接続)			100%	0%	50%

これにより、災害査定ベースでは、栗原市における管渠の被害延長が 2,605mとなり、被災率は約 1.6%となった。

マンホールについては、被害箇所数が 206 箇所となり、被災率は約 4.6%となった。

被害形態としては、マンホール隆起及び周辺地盤沈下、埋戻し部の路面沈下が多かった。鶯沢地区では、汚水幹線でマンホールの隆起が多く発生した。埋戻し部の沈下は、築館地区、一迫地区、花山地区など広範囲に発生し、築館地区及び一迫地区においては、それぞれ約 200mにわたって連続的に埋戻し部の路面が沈下した。いずれの被災箇所も、下水の流下に支障はなかった。被災原因としては、被災箇所周辺で噴砂や電柱沈下の形跡があることから、液状化によるものと考えられる。現地の写真を、写真-4.1～4.6 に示す。



写真-4.1 マンホール隆起【栗原市・鶯沢】



写真-4.2 噴砂【栗原市・鶯沢多目的ホール】



写真-4.3 埋戻し部沈下【栗原市・花山草木沢】



写真-4.4 埋戻し部沈下【栗原市・一迫清水塚の原】



写真-4.5 埋戻し部沈下【栗原市・一迫北郷】



写真-4.6 埋戻し部沈下【栗原市・築館】

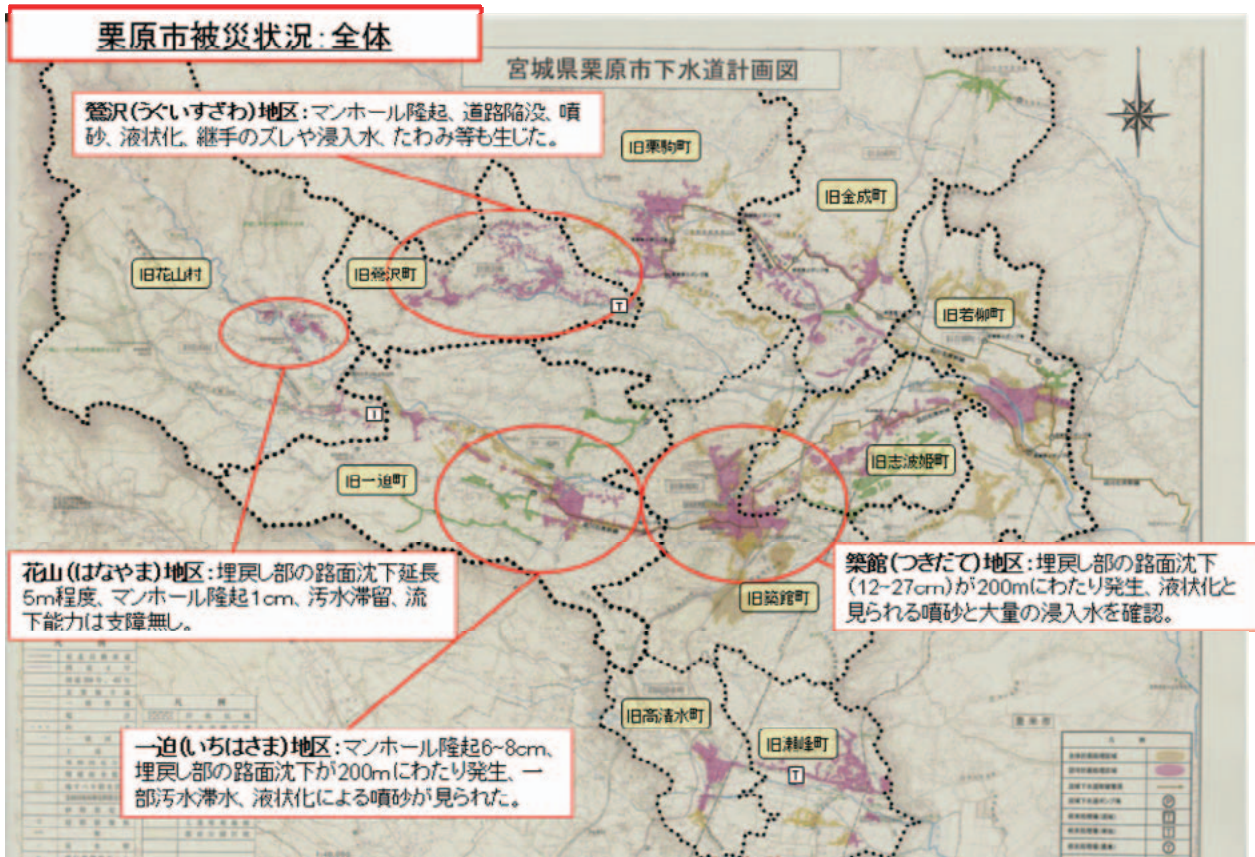


図-4.1 現地調査で把握した下水道施設の被災箇所（栗原市）

以下に、特徴的な被害が見られた鷺沢地区、築館地区の被害状況について述べる。

(1) 鷺沢地区

鷺沢地区では、公共下水道幹線管きょ（φ450、塩ビ管、土被り 2.5～5.4m、開削工法、平成6年頃施工）においてマンホールの浮上がりが多く確認されるとともに、周辺地域の至るところで液状化の痕跡と見られる噴砂や電柱の沈下が確認された（写真-4.1、4.2）。

また、公共下水道幹線管きょの全マンホール（43個）の浮上高さを調査（6月15日）した。その結果、図-4.2・図-4.3、表-4.5 に示すとおり、全体の76%（33/43個）で浮上が確認され、浮上がり高さは平均約10cm、最大29cm（写真-4.7）であった。

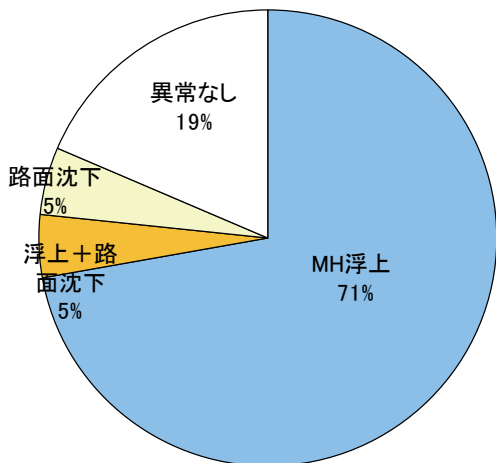


図-4.2 マンホール被災形態別内訳



写真-4.7 マンホール浮上がり 29cm
【鷺沢幹線管渠MH.1-13】

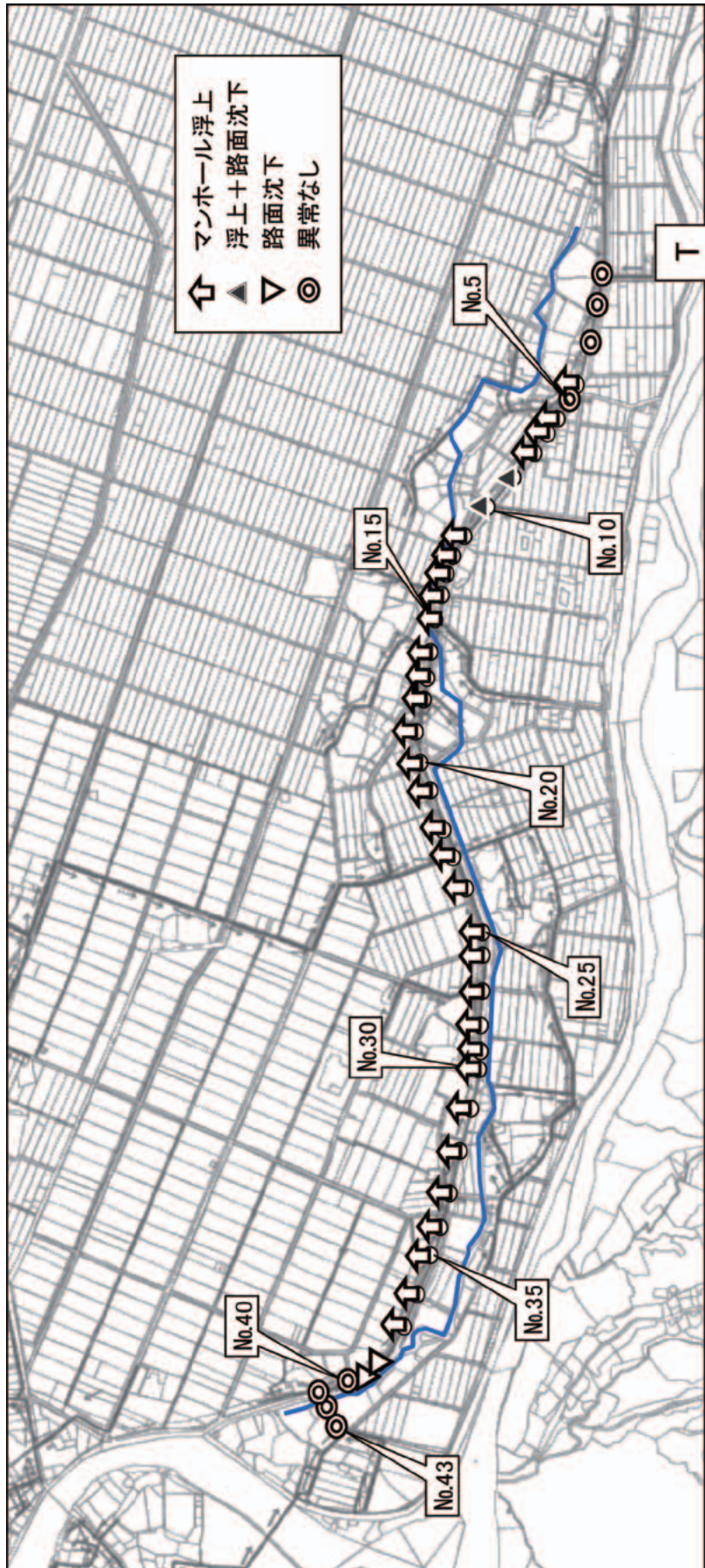


図-4.3 鶯沢幹線のマンホール被災箇所

なお、本調査におけるマンホール浮上りの定義は図-4.4に示す通りである。

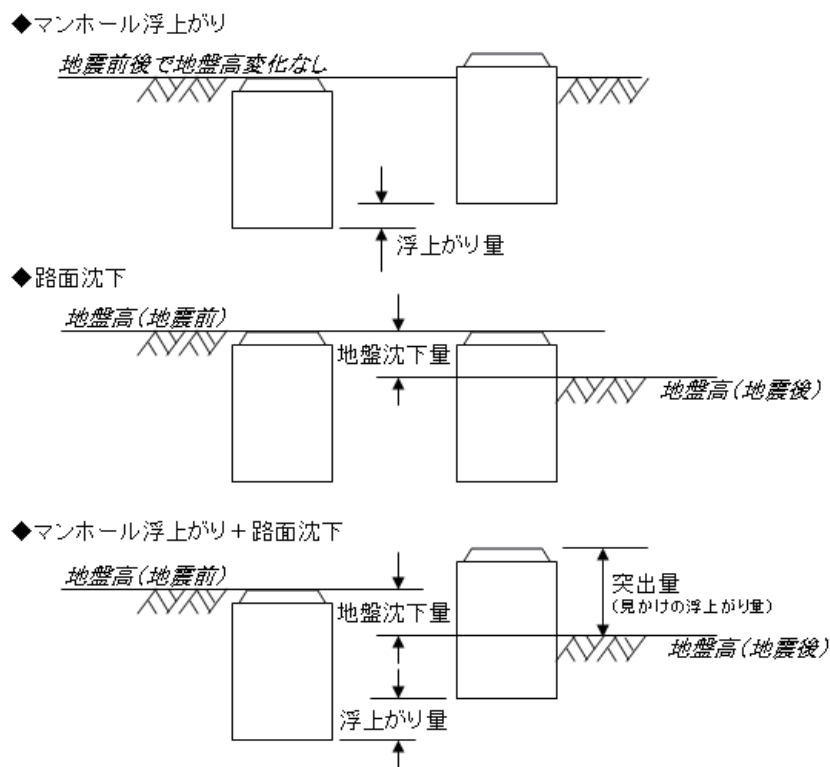


図-4.4 マンホール浮上りの定義

マンホールの浮上り高さとの地質の関係を、図-4.5に示す。

マンホールの浮上りが発生した箇所の地質（ボーリングデータ）を見ると、G.L.-1.0～2.0まではシルト及び砂質土、その下層は旧の河床と考えられる砂礫で構成されている。マンホールの浮上り高さで見ると、浮上り高さが比較的小さいNo.1-25より上流に比べ、5cm以上の浮上りが集中しているマンホールNo.1-10～1-20付近では、シルト及び砂質土の層が厚くなっている。

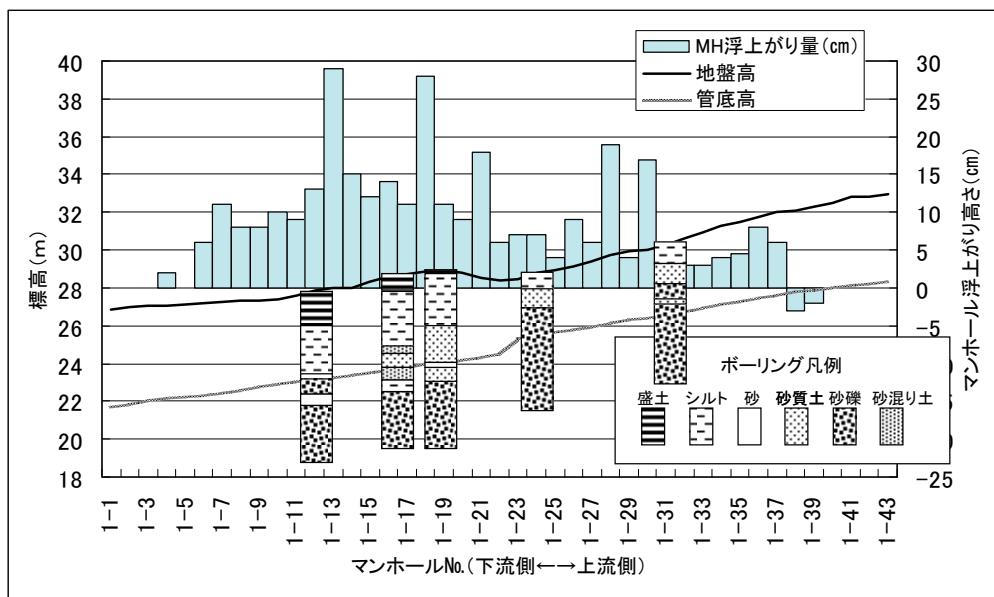


図-4.5 マンホール被災箇所近傍の地質

表-4.5 マンホール浮上がり量全数調査結果（栗原市鶯沢幹線）

MH No.	地盤沈下量 (cm)	MH突出量 (cm)	MH浮上がり量 (cm)	判定
1-1	0	0	0	異常なし
1-2	0	0	0	異常なし
1-3	0	0	0	異常なし
1-4	0	2	2	浮上
1-5	0	0	0	異常なし
1-6	0	6	6	浮上
1-7	0	11	11	浮上
1-8	0	8	8	浮上
1-9	10	18	8	浮上+路面沈下
1-10	3	13	10	浮上+路面沈下
1-11	0	9	9	浮上
1-12	0	13	13	浮上
1-13	0	29	29	浮上
1-14	0	15	15	浮上
1-15	0	12	12	浮上
1-16	0	14	14	浮上
1-17	0	11	11	浮上
1-18	0	28	28	浮上
1-19	0	11	11	浮上
1-20	0	9	9	浮上
1-21	0	18	18	浮上
1-22	0	6	6	浮上
1-23	0	7	7	浮上
1-24	0	7	7	浮上
1-25	0	4	4	浮上
1-26	0	9	9	浮上
1-27	0	6	6	浮上
1-28	0	19	19	浮上
1-29	0	4	4	浮上
1-30	0	17	17	浮上
1-31	0	4	4	浮上
1-32	0	3	3	浮上
1-33	0	3	3	浮上
1-34	0	4	4	浮上
1-35	0	4.5	4.5	浮上
1-36	0	8	8	浮上
1-37	0	6	6	浮上
1-38	3	3	0	路面沈下
1-39	2	2	0	路面沈下
1-40	0	0	0	異常なし
1-41	0	0	0	異常なし
1-42	0	0	0	異常なし
1-43	0	0	0	異常なし
総括件数			浮上:	31
			浮上+路面沈	2
			路面沈下:	2
			異常なし:	8

(2) 築館地区

築館地区では、液状化対策として施工したリブ付き塩化ビニル管+砕石（RC40）基礎の路線が約 200mにわたって路面が沈下したが、下水の流下に支障はなかった（写真-4.6、図-4.6）。



図-4.6 築館地区における埋戻し部の路面沈下

本地区における被害の発生原因を検討するため、周囲のボーリングデータを収集し、地下水位や軟弱層厚について整理を行った。その結果を以下に示す（表-4.6、図-4.7）。

- ・ 同じ施工方法（リブ付き管+管周り砕石（RC40）+砂埋戻し）で施工した2箇所を比較すると、被災した箇所の埋設深さが深い。
- ・ 砂埋め戻しで被災のなかった箇所は、埋設深度が浅く、地下水位も低い。
- ・ 砕石埋戻しで施工し被災した箇所は、埋設された道路付近のボーリングデータを確認したところ、国道4号から被災箇所に近づくにつれて、軟弱層厚が大きく、地下水位が高くなる傾向にあった。
- ・ ボーリングデータはないが、栗原市へのヒアリングより、リブ付き管+管周り砕石+砂埋戻しで実施し被災した箇所は、施工時の地下水の湧水量が多く、埋設した管渠が沈下し再施工を余儀なくされる程極めて軟弱な地盤であったことが確認された。

以上のことから、今回の地震で被災した箇所は、周辺の無被害箇所と比較して、埋設深度が深い、軟弱層厚が大きいかつ地下水位が高いなど、埋戻し土の液状化被害が発生しやすい条件にあることが分かった。

また、これらのデータより、路面沈下の被害発生の目安を下記の通りと考えることができる。

- ①開削工法を採用している。
- ②地下水位が G.L. - 1.5 m より高い。
- ③管渠の埋設深度が G.L. - 3 m より深い。
- ④軟弱層の厚さが 3 m 以上。

なお、①～④の条件は全てを満たすことが必要である。

このような地盤条件の場合には、事前に管路のルートの変更、埋設深度が深くならないような設計上の配慮等を計画段階で十分検討するとともに、開削工法で施工する場合には埋戻し土の液状化対策を適切に行う（埋戻し方法の選択、埋戻し材の選定など）必要があると考えられる。

表-4.6 築館地区における被害箇所と付近のボーリングデータ整理結果

区分	被災箇所		無被災箇所			
	リブ付き管 管周り砕石 砂埋め戻し	砕石埋戻し RC40	リブ付き管 管周り砕石 砂埋め戻し	推進工法 区 間	圧送区間	砂埋戻し
埋設深度 (G.L. - m)	2.96～3.67	3.66～4.01	1.96～2.58	4.0～4.48	1.0～1.59	1.0～3.68
地下水位*1 (G.L. - m)	1.5～1.75*3	1.5	1.75	1.6～2.8	1.6～2.8	1.75～3.35
軟弱層厚 (m)	3.3*3	3.3	3.3	2.4	2.4	3.55
備 考	施工時の写真 から多量の湧 水を確認。	施工時の写真 から多量の湧 水を確認。	施工時の写真 から湧水を確認。	—	—	施工時の写真か ら湧水は特に認 められない。

* 1 : 地下水位は、最寄りのボーリングデータの計測値とした。

* 2 : 軟弱層厚は、粘土、粘性土、シルト質土でN値が5以下の層の合計厚さとした。

* 3 : 隣接するボーリングデータがないため、BOR No. H16-1 と No. 2 の値を記載

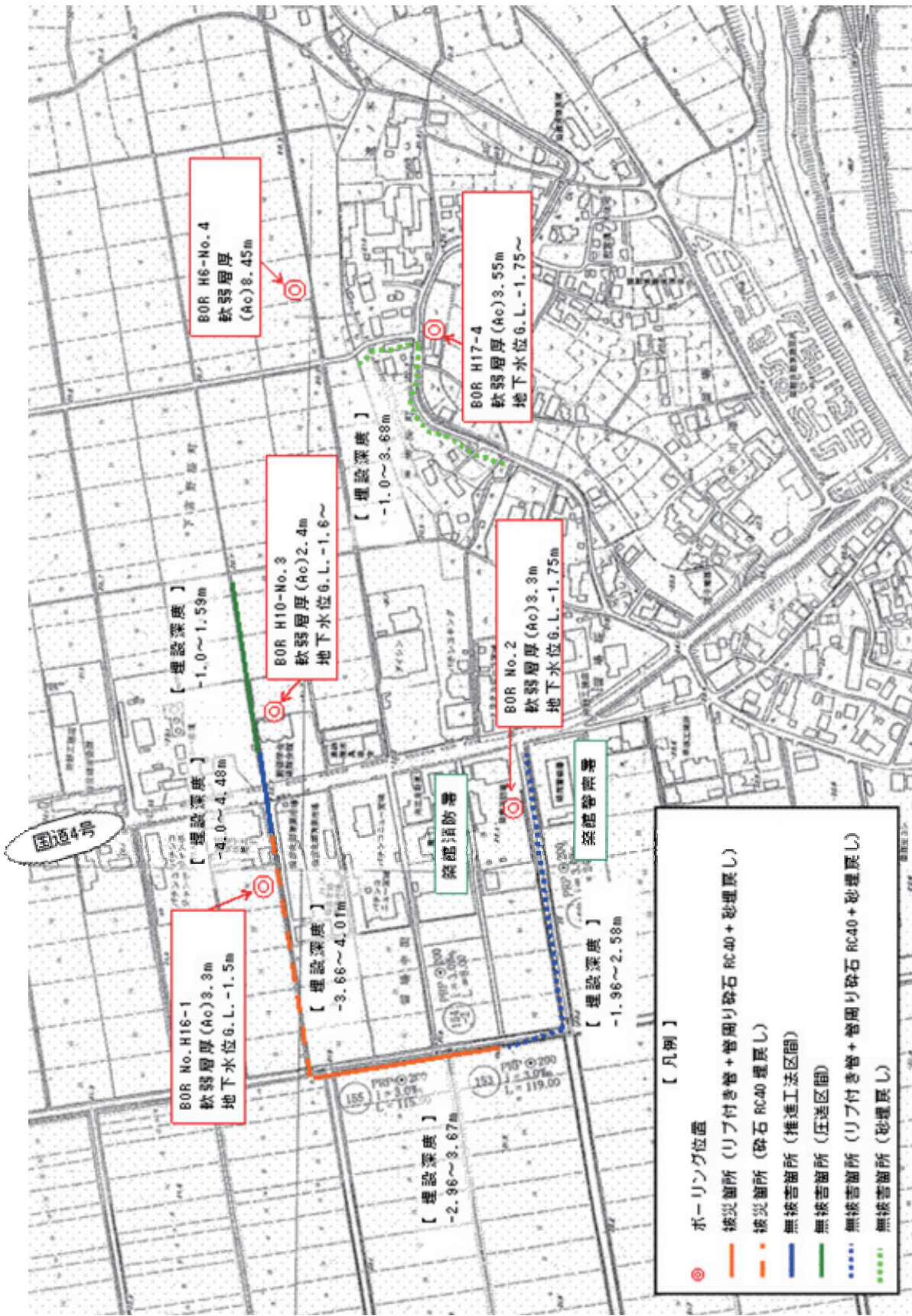


図-4.7 築館地区周辺の地質等の状況

4.2.2 処理施設の被害状況

処理施設は、北上川上流流域下水道の水沢浄化センターと栗原市鶯沢浄化センターの2処理場で被害が発生した。

(1) 岩手県北上川流域下水道水沢浄化センター

1) 処理場概要

- ①処理方法：標準活性汚泥法
- ②処理能力：既設 12,800m³/日（計画 49,707m³/日）
- ③供用開始：平成4年10月
- ④汚泥処理：濃縮－消化－脱水

2) 調査結果

現地調査（外観からの点検）により、汚泥消化タンク攪拌機、汚泥濃縮タンク搔寄機が地震によって「過トルク」により停止がかかり、更に、再起動できない状況を確認した（写真-4.8）。被災確認後は、一次汚泥消化タンクの運転を停止し、二次汚泥消化タンクのみでの運転で対応していた。また、汚泥濃縮タンク汚泥搔寄機についても、2系のみでの運転で対応していた。これら以外についての不具合は見あたらず、水処理施設としては正常に機能していた。



写真-4.8 汚泥消化タンク攪拌機

(2) 栗原市鶯沢浄化センター

1) 処理場概要

- ①処理方法：OD法
- ②処理能力：既設 815m³/日（計画 1,630m³/日）
- ③供用開始：平成10年3月
- ④汚泥処理：濃縮－脱水

2) 調査結果

現地調査（外観からの点検）において、機械設備、電気設備とも不具合は見あたらず、正常に機能しており、浄化センターからの放流水は清澄であった。

なお、上記以外で、下記の5点が確認できた。

- ①OD槽の污水管等に用いられている可とう管については、その伸び量が最大値である40mmに達していた（写真-4.9）。
- ②OD槽上部の蓋が外れており、維持管理上危険のため、元の位置に修復し、ずれ防止などの対策を講じる必要がある（写真-4.10）。
- ③放流渠法面防護壁に亀裂が確認された。（写真-4.11）
- ④壁などのクラックについては、基準値（0.2mm）を越えており、樹脂注入等による補修が必要である。
- ⑤場内の地盤が最大20cm沈下し、舗装等の修復が必要な箇所がある（写真-4.12）。



写真-4.9 池排水管用可とう管の伸び状況



写真-4.10 覆蓋浮き上がり



写真-4.11 放流渠法面防護壁の亀裂



写真-4.12 場内地盤沈下

4.3 考察

(1) 被害の特徴

今回の地震による下水道施設への被害は、栗原市に集中している。同じ揺れ（震度6強）を観測した奥州市とは被害規模に大きな差がある。

また、管きよの被害形態としては、栗原市鶯沢地区ではマンホールの隆起が多く発生し、築館地区及び一迫地区では埋戻し部の路面沈下が多く発生しているなど、地区ごとに被害規模や被害形態が区分できると考えられる。地形や地下水位等の自然条件、合併前の旧市町村単位による管きよの施工方法の違いに焦点をあてれば、何らかの傾向が見えることも考えられる。

(2) 路面沈下の原因

管渠埋戻し部の沈下は、過去の大きな地震において多く報告されている。今回の地震においても、広範囲に路面沈下が発生するとともに、築館地区や一迫地区では約200mにわたり連続的に路面が沈下する箇所があった。

沈下の原因については、被災箇所周辺で噴砂や電柱の沈下が見られるなど、明らかに液状化現象に起因していると考えられる箇所があったほか、液状化対策として施工したリブ付き塩ビ管+砕石とした管路施設の一部が被災する箇所もあった。下水の流下に支障とな

る被害ではなかったことから、管渠本体に対する液状化対策としての一定の効果は認められるものの、地下水位が非常に高くかつ湧水量が多い、周辺地盤が軟弱である、土被りが深い等の悪条件が重なる特異な現場条件下では効果が薄まることが考えられた。

よって今後は、現場条件に合わせた適材適所の工法選定や十分な施工監理が重要と考えられる。

(3) 被害状況の確認手法

地震による下水道管きよの被害は、管きよが埋設物であることから、路面からの点検だけでは異常を完全に把握することが難しい。過去の地震においても、路面に現れない管きよのたわみや汚水滞留などの被害が、時間が経つにつれ明らかになってきている。

地震発生後においては、人員不足や情報の混乱等があることから十分な調査が難しいと思われるが、水道が復旧しても下水道が使用不可では意味がなく、また汚水の溢水による衛生的問題等を考慮すると、管きよの見えない損傷に初期の段階から目を向けることは重要だと考える。

(4) 処理場への水量及び水質の動向

被災後の処理場への流入水量や水質は、管渠の不具合の予見材料になる。とくに、被災後に降雨があった場合、処理場の流入量や水質に降雨による影響が認められれば、管渠の破損程度（割合）や破損箇所の特定期への足がかりになる可能性もある。

鶯沢浄化センターでは、地震前（6月1日～13日）の流入水量が約650 m³/日、地震後の6月15～16日（上水道断水中）は約780 m³/日であった。また、断水明けの6月17～30日は約850 m³/日であった。また、流入水のSS濃度については、地震発生を境に変化しており、地震前よりも地震後の方が低い濃度となっている（図-4.8参照）。

断水中の流入水については、給水車等による水の供給があったことが挙げられる他、断水後も継続的に通常以上の流入量があるとともに流入SS濃度が低いことから、管きよ損傷等による地下水等の流入があるものと考えられる。

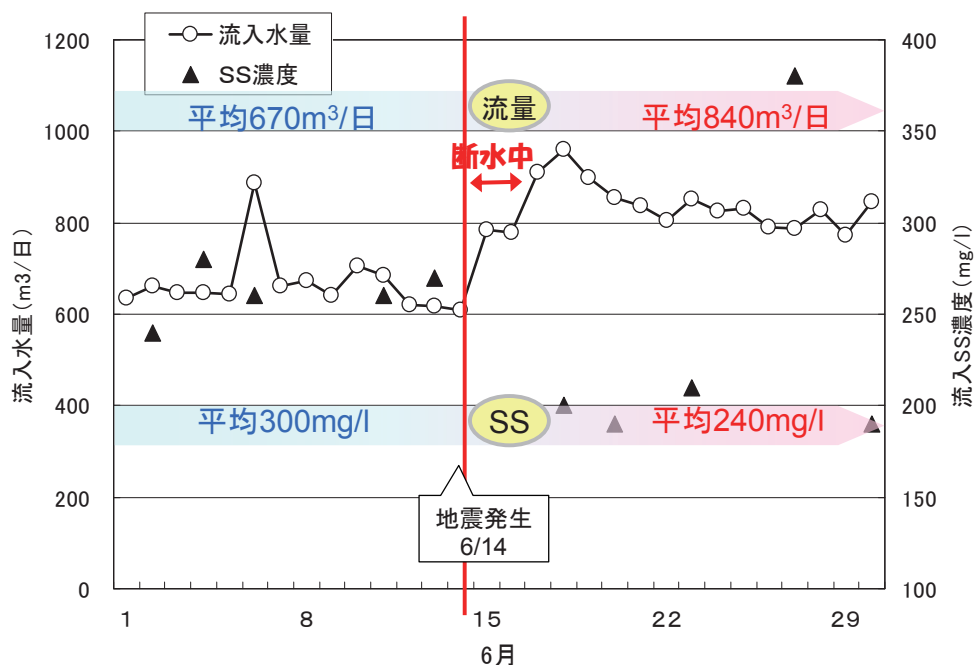


図-4.8 鶯沢浄化センターの流入水量とSS濃度の経時変化

4.4 岩手県沿岸北部を震源とした地震による下水道施設への被害

この地震による下水道施設への被害は、岩手県一戸町公共下水道の汚泥処理施設が一部損傷したほかは、被害が発生しなかった。表-4.7 に平成 20 年 7 月 30 日時点の被災状況を示す。

表-4.7 下水道施設の被害状況一覧

県名	管理者	施設名	被害状況	対応状況等
岩手県	一戸町	一戸町終末処理場	・汚泥処理施設配管の漏気	・処理機能に支障なし ・7/25 に部品交換済み

国土技術政策総合研究所では、最大震度 6 強を観測した洋野町と震央を結ぶ岩手県北部沿岸地域の下水道施設（管路施設、処理施設）において現地調査を実施した。

調査対象市町村及び処理区を図-4.9 に示す。

管路施設の調査においては、開削工法による施工、高い地下水位、砂地盤等の被害の発生しやすい条件の箇所を 1 処理区あたり数カ所選定し、マンホール蓋を開けて、マンホール駆体の異常、浸入水の有無、汚水滞水の有無等を確認した。処理施設については、場内の施設及び地盤の状況を目視で確認するとともに、自治体職員から、処理場用地の地盤状況及び施設の基礎工法、地震前後の流入水量変化、地震時の揺れの程度（地震後の室内の状況）などについてヒアリングした。



写真-4.13 管路施設の現地調査の様子（岩泉町）



写真-4.14 処理場の現地調査の様子（洋野町種市浄化センター）



図-4.9 調査を実施した市町村

ここで、種々の地震情報や現地調査及びヒアリングの結果などを基に、被害がほぼ無かった理由を推察する。

(1) 地震特性

地震動の大きさを示す指標には、一般的によく使われる震度やマグニチュードのほか、構造物の被害と相関があると考えられる最大加速度やS I 値などがある。表-4.8 に近年の地震における各指標の観測値を示す。

表-4.8 近年の地震における各指標の観測値

震央地・地震名	観測地点名	マグニチュード [*] (震度)	最大加速度 (gal)	SI値 (kine)	備 考
岩手県沿岸北部	45号 思惟大橋	M6.8 (6+)	829	33	岩手県下閉伊郡田野畑村菅窪
岩手・宮城内陸地震	4号新達田橋	M7.2 (6+)	462	49	宮城県栗原郡金成町沢辺地内
	大崎出張所		307	59	宮城県古川市鶴ヶ塚字鶴田
新潟県中越沖地震	米 山	M6.8 (6+)	659	77	新潟県柏崎市大字青海川
能登半島地震	沢野トンネル	M6.9 (6+)	573	33	石川県七尾市沢野町地先
新潟県中越地震	妙見堰	M6.8(7)	1715	107	新潟県長岡市妙見町 29 番地

※最大加速度及びSI値は、国土交通省河川・道路等施設の地震計ネットワーク情報データを用いた。
(<http://www.nilim.go.jp/japanese/database/nwdb/html/newearthquake.htm>)

本表は国土交通省河川・道路等施設の地震計ネットワーク情報を元に作成したが、本データは限られた観測地点のものである。よって、観測地点と下水道施設に被害が集中した地域とは必ずしも一致しないが、SI値を見ると、被害の大きかった新潟県の地震で突出した値を観測していることが分かる。

また、今回の地震の報道等で話題になったことの1つに地震動の周期がある。今回の地震では、0.1～0.2秒程度の短周期地震動を多く含んだ強い揺れが10～20秒以上続いた。これは、北上山地周辺が、岩盤の上に風化した火山岩が薄く堆積した地層で形成されていることから、地震波がプレートを伝わって地表に到着するまでの間にプレート内で地震波が強い散乱を起こし短周期の地震波が増幅されたと考えられる³⁾。

一般に、木造・中低層建物の被害に強く影響する周期及び地盤液状化の発生時に観測される周期は2秒程度のやや長周期の地震動と言われているが、この周期が多く観測された新潟県中越地震（全半壊1万棟以上）や能登半島地震（同約2千棟）、新潟県中越沖地震（同約7千棟）では住宅被害が多かったとともに下水道施設への被害も比較的大きかった。

一方、短周期地震動が観測された岩手・宮城内陸地震（全半壊10棟）や今回の地震（同0棟）では住宅被害が非常に少なかったとともに下水道施設への被害も少なかった。地震動の周期の違いが、下水道施設の被害規模に影響している1つの要因とも考えられる。

(2) 地盤特性

被害の少なかった理由の一つとして、地盤特性があげられる。岩手県北部を覆う北上山地は、紡錘形の山地帯を形成して南北に広がっており、地形学上は隆起準平原（準平原の

隆起したもの)に分類される。その地盤は、岩盤の上に風化した火山岩が薄く堆積した地層構造となっており、非常に堅牢な地層構造と言える⁴⁾、⁵⁾。

現地調査を実施した洋野町や岩泉町においても、処理場の地盤下数メートルで岩盤となっており、地盤条件が良かったことが、被害の軽減につながったと推測される。

(3) 設計・施工・施工監理

現地調査において、自治体職員に対し下水道施設の設計・施工・施工監理に関してヒアリングを実施した。その結果、次の事項が被害の軽減に寄与したと考えられる。

1) 岩ズリ（ガンズリ）の埋め戻しへの利用

調査を実施した4市町村の内2市町では、当該地方で安価にかつ入手し易い岩ズリ（粒径0～20 mm）を管きよの埋め戻し材として標準的に採用していた。また他の町村においても、現場発生土である礫質土（質が悪ければ岩ズリ）を採用するなど、山砂に比べて液状化防止効果の期待される比較的透水性の高い材料を使用していた。

2) 施工監理基準の徹底

調査を実施した市町村の多くは、管渠の施工監理基準として締め固め度 90%以上や CBR20 以上といった具体数値を特記仕様書に明示するなど、施工監理を徹底していた。

3) 新耐震基準による設計・施工

調査を実施した市町村の各処理場については、いずれも新耐震基準（1981年建築基準法施行令改正）に準拠していた。なお、下水道協会発行の「下水道施設の耐震対策指針と解説」に関しては、5処理場の内3処理場については1997年版、残る2処理場は1981年版に拠っていた。

(4) その他

今回の地震では、震度6強を観測したにもかかわらず住宅の全半壊が0棟であったことから、震度と被害のズレを指摘する報道があった。現地調査時、自治体職員や調査箇所の周辺住民の方に地震時の揺れや棚の荷物の散乱状況について聞く機会があり、棚から物が落下するほどの揺れはなかったとの回答も聞かれた。震度判定の適否の判断はできないが、参考情報として掲げる。

また、地震による下水道施設への被害を推定する場合、震度の大きさを指標として判断することがほとんどであるが、地下構造物や線状構造物を多く抱える下水道においては、被害の実態と整合性のある別の指標を検討する必要があると考えられた。

参考文献

- 1) 国土交通省都市・地域整備局下水道部：平成 20 年度全国下水道主管課長会議(第 2 回)資料、平成 20 年 9 月 16 日
- 2) 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、平成 6 年 4 月
- 3) 東京大学地震研究所：2008 年 7 月 24 日岩手県沿岸北部の地震 (M6.8) -揺れの広がり方-、http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/furumura/08Iwate_engan/
- 4) ジオテック株式会社：
http://www.jiban.co.jp/jibankaisetu/todohuken/iwate/jiban_iwate.htm
- 5) 国土地理院：<http://www1.gsi.go.jp/geowww/typical/typical.html>
- 6) 松原誠、榊原隆、深谷渉、藤原弘道、西尾称英：平成 20 年岩手・宮城内陸地震による下水道施設の被害、下水道協会誌、Vol. 45、No.550、pp. 38～46、平成 20 年 8 月
- 7) 藤生和也、平山孝浩、深谷渉、藤原弘道、松原誠：平成 20 年岩手県沿岸北部を震源とする地震に関する下水道施設現地調査結果報告、下水道協会誌、Vol. 45、No.552、平成 20 年 10 月
- 8) 日本下水道協会：平成 18 年度版下水道統計、平成 20 年 8 月
- 9) 下水道地震対策技術検討委員会：下水道地震対策技術検討委員会報告書、平成 20 年 10 月