

平成 20 年岩手・宮城内陸地震において被害を受けた下水道管路施設の状況について

1. 調査目的

宮城県栗原市は、平成 20 年岩手・宮城内陸地震において管路施設の一部が被災した。今回の東北地方太平洋沖地震においても、栗原市では震度 7 の激震に見舞われ、管路施設に大きな被害を受けた。

ここでは、岩手・宮城内陸地震で被災を受け復旧した管路施設（栗原市築館地区）の、今回の地震による再被災状況について調査した結果を報告する。

2. 平成 20 年岩手・宮城内陸地震における下水道管路施設の被害状況

(1) 被害の概況

平成 20 年 6 月 14 日午前 8 時 43 分頃、岩手県内陸南部を震源とした地震が発生した。この地震で、岩手県栗原市一迫等で震度 6 強を、栗原市築館等で震度 6 弱を記録し、下水道施設においても被害が発生した。平成 20 年 6 月 23 日現在の下水道施設の被災状況は以下の表の通りであった。

表-1 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 重力濃縮槽汚泥掻寄機故障 	・水処理に支障なし
	奥州市	公共下水道管きよ	・埋戻し部沈下等（約 120m）	・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"> マンホール浮上・陥没（約 20 箇所） ポンプ場（操作盤破損） 管きよ埋戻し部沈下等（約 160m） 	・下水の流下に支障なし
	栗原市	鶯沢浄化センター	<ul style="list-style-type: none"> OD槽の蓋の外れ 壁面クラック 場内地盤沈下 	・水処理に支障なし
		公共下水道管きよ	<ul style="list-style-type: none"> 管きよ埋戻し部沈下等（約 11 km） マンホール浮上・陥没（約 560 箇所） 	・下水の流下に支障なし

※ 平成 20 年 6 月 23 日 15:30 現在、国土交通省調べ。

出典：「下水道地震対策技術検討委員会報告書」平成 20 年 10 月

(2) 栗原市における下水道管路施設の被害状況

岩手・宮城内陸地震では、栗原市において下水道管路施設に広範囲の被害が見られた。その一次調査結果について、以下の表に示す。

表-2 栗原市における下水道管路施設一次調査結果

施設区分	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	小計	旧鶯沢町	旧花山村	
管渠	総延長(m)	37,100.0	32,637.1	25,924.6	95,661.7	47,805.3	15,449.6	158,916.6
	一次調査実施延長	14,233.8	32,637.1	25,924.6	72,795.5	47,805.3	15,449.6	136,050.4
	被災延長(m)	306.5	3,114.0	1,520.5	4,941.0	5,421.0	473.1	10,835.1
	被災割合	0.8%	9.5%	5.9%	5.2%	11.3%	3.1%	6.8%
	その他(m)	1,452.5	7,535.1	1,382.4	10,370.0	10,963.9	2,237.8	23,571.7
	調査不能	1,337.0	4,825.3	824.9	6,987.2	5,779.3	1,150.5	13,917.0
	管渠上路面の異常※	115.5	2,709.8	557.5	3,382.8	5,184.6	1,087.3	9,654.7
人孔	総箇所数(箇所)	742	1,039	885	2,666	1,396	439	4,501
	一次調査実施箇所数	474	1,039	885	2,398	1,396	439	4,233
	被災箇所数(箇所)	36	121	150	307	221	32	560
	被災割合	4.9%	11.6%	16.9%	11.5%	15.8%	7.3%	12.4%
	その他(箇所)	3	32	4	39	46	22	107
	調査不能	3	32	4	39	46	22	107

※ 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。

出典：「下水道地震対策技術検討委員会報告書」平成 20 年 10 月

栗原市における被害の特徴は以下の通りである。

- ◆ 栗原市域の西側を中心とした広い範囲で管路施設の被害が発生している。
- ◆ 管きよの被害形態としては、マンホール浮上がり及び周辺地盤沈下、埋戻し部の路面沈下が多い。
- ◆ マンホール浮上がりは、鶯沢地区の幹線管きよで多く、幹線上の全マンホールの 76% (33/43 個) で浮上がりが確認された。平均浮上がり高さは約 10 cm、最大浮上がり高さは 29 cmであった。(詳細は後述)
- ◆ 浮上したマンホール周辺では、液状化が原因と考えられる噴砂や電柱の沈下の形跡が見られた。
- ◆ 管きよの埋戻し部の沈下は、築館地区、一迫地区、花山地区など広範囲に発生した。築館地区及び一迫地区においては、約 200mにわたって連続的に埋戻し部の路面が沈下した。

以下に、栗原市で大きな被害を受けた築館地区について述べる。

- ◆ 栗原市築館地区で、約 200mにわたって連続的な埋戻し部の路面沈下が発生した。
- ◆ 路面沈下は、沈下の幅が 50~120 cm、沈下量が 12~27 cmであった。
- ◆ マンホール部では、管口の破損、マンホール目地からの地下水の浸入が発生した。
- ◆ 本地区では、リブ管を採用し砕石により埋戻しがされている。施工年度は平成 19 年度であり、開削工法で施工された。
- ◆ 砕石は、管頂から 10 cmまで投入されており、その上は砂による埋戻しの模様。

2. 下水道管路施設の液状化対策

下水道管路施設の埋戻し土の液状化対策として、平成 16 年 11 月 22 日に、下水道地震対策技術検討委員会より「管路施設の本復旧にあたっての技術的緊急提言」が発出され、以下の表に示す 3 つの埋戻し方法が示された。なお、これらの工法については、平成 19 年の新潟県中越沖地震後に発足した下水道地震対策技術検討委員会において、表に示す施工上の留意点がりまとめられている。

表-3 埋戻し土の固化、埋戻し土の締固めによる液状化防止対策とその留意点*1

埋戻し方法	埋戻し土の固化	埋戻し土の締固め	(参考) 砕石による埋戻し*2
概要	地下水位以深を固化改良土等で埋戻す。	良質土で締固め（締固め度 90%程度以上*3）ながら、埋戻す。	透水性の高い材料（砕石）で地下水位より上方まで埋戻す。
概念図			
液状化対策の効果	埋戻し部が非液状化層となるため、液状化に対する効果は大きい。	十分な締固めを行うことにより、埋戻し部の過剰間隙水圧を小さくすることが出来るため、液状化に対する効果は大きい。	マンホール・管路近傍部の過剰間隙水圧が消散するため、液状化に対する効果は大きい。
埋戻し材料	現地発生土あるいは購入土	良質な砂または埋戻しに適した現地発生土	透水性の高い材料。(例えば、10%粒径(D10)が 1mm 以上の砕石、または、排水効果の確認されている材料)
施工上管理上の基準	液状化被害防止と再掘削を考慮した強度を確保する(例えば、現場における一軸圧縮強度の平均値で 50kPa~100kPa)	締固め度で 90%程度以上 なお、90%程度以上でも液状化した実験事例があることから、現地の特性に留意することが必要	道路管理者の基準に従う(例えば、締固め度 90%程度以上)
今回の委員会の検討の結果を踏まえた施工上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> 湧水が多い、あるいは地下水位が高い場合は、矢板等を適切に設置し水の流入や地山の崩壊を防止するとともに、地下水の量に応じた排水を適切に実施するよう特に留意する。 配合設計にあたっては、施工時の地下水の状況等を考慮して実施する。 (特にセメント改良土の場合には、)埋戻し土の製造から埋戻し完了までの時間を極力短くする必要がある。 製造後仮置きを行わざるを得ない場合には、仮置きと解きほぐしの過程における強度の減少を考慮した試験練りを行い、配合量を決める必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋戻し土のまきだし厚さまたは仕上がり厚さは、例えば一層あたりの仕上がり厚さ 20cm 以下等のように明確に定めて実施する。 各層は、締固め箇所に適した機材(たこ、プレート、ランマ等)により、試験施工によって定めた回数または 3 回程度以上の転圧を行う必要がある。 最適な含水比を確保するため、地下水の量に応じた排水(ポンプ排水等)を行うよう特に留意する。 現場での締固めの管理は、即時性のある試験方法で実施することが望ましい。それによらない場合は、現場密度試験等で実施する。 現場での品質管理の頻度は、即時性のある試験であれば各層毎に延長方向で数カ所実施することが望ましい。それによらない場合は、例えば深さ方向に 2 箇所程度以上、延長方向に 1 箇所程度以上等、施工品質が確保できる頻度を明確に設定する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 間隙水を適切に排水させるため、地下水位以上まで砕石で埋戻す。 吸出しによる、陥没、目詰まりを防止するために、適切な材料を選定する。

*1: 「下水道施設の耐震対策指針と解説 -2006 年版-、(社)日本下水道協会」の「表 3.8.4 (参考)埋戻し部の液状化対策と概念図」に加筆。

*2: 砕石による埋戻し対策の効果は、2-1(4) および参考資料-7 砕石による埋戻しについてを参照。施工上の留意点は、「下水道施設の耐震対策指針と解説 -2006 年版-、(社)日本下水道協会」の「3.8.2 管路施設における液状化対策の手法」を参考に記載。

*3: 埋戻し土の種類により、液状化の防止に必要な締固め度が異なるが、ここでは参考資料-6 6-1 埋戻し土の締固め状況に示す参考文献中の実験結果をもとに、目標値の目安として 90%程度以上とした。

3. 東北地方太平洋沖地震における栗原市築館地区の下水道施設の被害状況

今回の東北地方太平洋沖地震において、栗原市築館地区では、最大で震度 7 を観測した。

岩手・宮城内陸地震で震度 6 弱を観測し被災し、災害復旧工事を行った同地区に関し、再被災状況を調査した。

図-1 に今回の地震による被災状況、図-2 に平成 20 年岩手・宮城内陸地震の被災状況を示す。

今回の地震においては、同地区の一部箇所において、マンホール浮上（最大 15 cm 程度）及び周辺陥没、管渠埋め戻し部の連続的な沈下が見られた。

図-1 と図-2 を比較しつつ、被害の詳細について述べる。

図-1 の写真①～③は、前回地震では被災しなかったが、今回の地震により、管渠の埋め戻し部が縦断的に大きく沈下するとともに、マンホールの浮上及び周辺沈下が発生した。

写真④は、前回地震で管渠の埋め戻し部沈下が縦断的に発生し復旧したが、今回も軽微な沈下が縦断的に生じた。

写真⑤は、前回地震で被災しなかったマンホールであるが、今回の地震でマンホール周辺地盤の若干の沈下（10 cm 程度）が発生した。

写真⑥は、推進工法区間の下流マンホールである。前回地震で推進区間の管渠に若干のたるみが生じ復旧工事を実施し、今回の地震によりマンホールの若干の浮上（約 4 cm）を確認した。

写真⑦は、前回地震で管渠の埋め戻し部沈下が縦断的に発生し復旧したが、今回の地震による被災はなかった。

写真⑧は、前回地震で管渠の埋め戻し部沈下が縦断的に発生し復旧したが、今回の地震により一部路面沈下が見られたものの被害は軽微であった。

写真⑨は、前回地震でマンホール周辺の若干の沈下と浸入水が確認され復旧したが、今回の地震により一部路面沈下が見られたものの被害は軽微であった。

今回の地震の被災状況を簡単にまとめると下記の通りとなる。

表-4 施工区分による被災状況

施工区分	被害有無	備 考
前回地震時に被害なし	被害大	写真①②③⑤
前回地震後に被災し復旧	被害なしか軽微	写真④⑥⑦⑧⑨

前回地震後に被災し復旧した管路施設については、一部で再被災したものの、被害は非常に軽微であり、被災率も小さかった。

復旧時の施工は、液状化対策として有効なリブ付き塩ビ管+砕石埋め戻し（管基礎+埋め戻し）による工法を採用しているが、軟弱地盤帯であることから、梯子胴木基礎の採用（一部路線）や鋼矢板の入念な設置による地下水対策、入念な転圧等の補助工法の適切な実施により、より高い耐震性が得られたものと推測する。

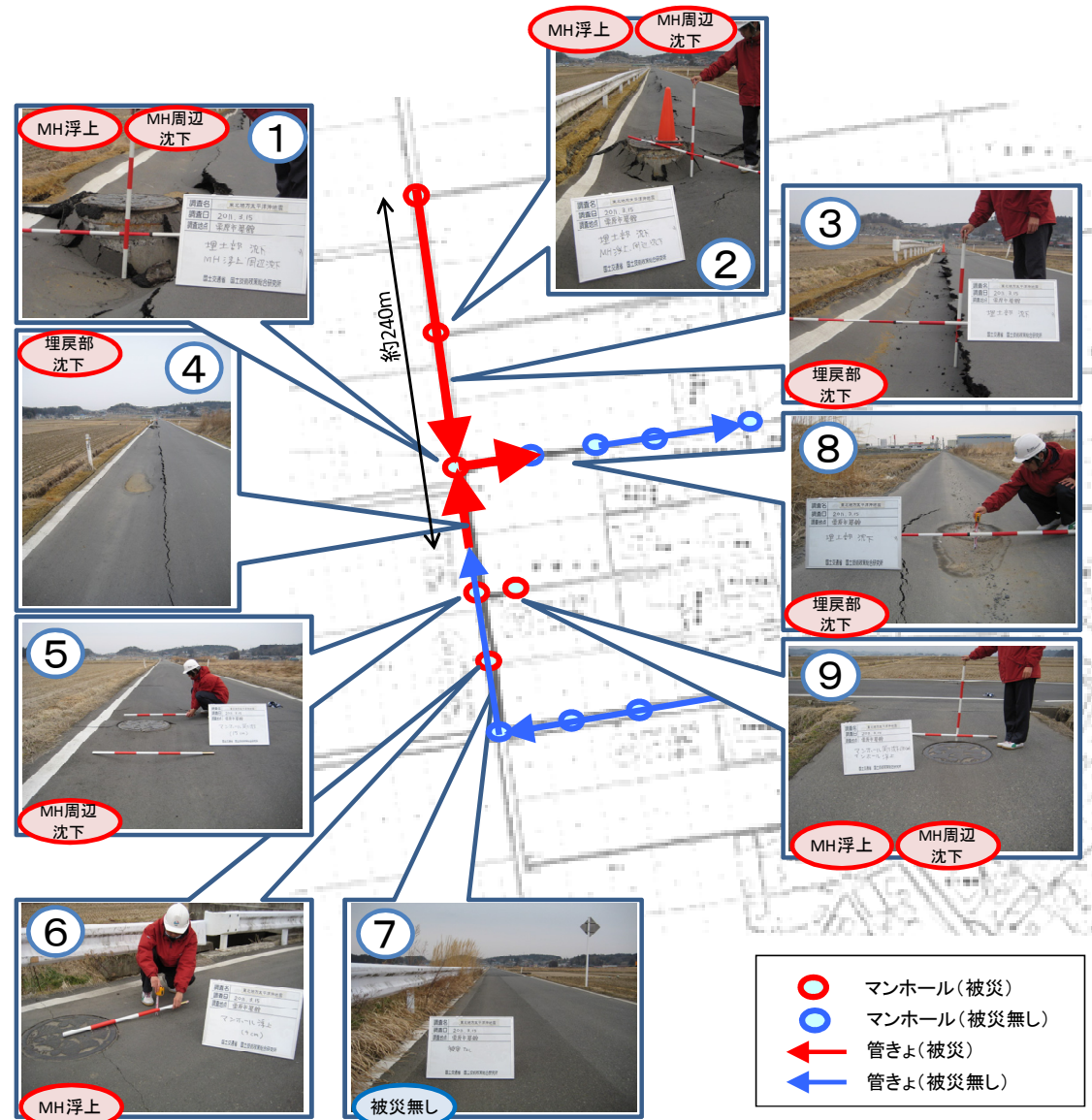


図-1 平成 23 年東北地方太平洋沖地震 栗原市築館地区の被災状況

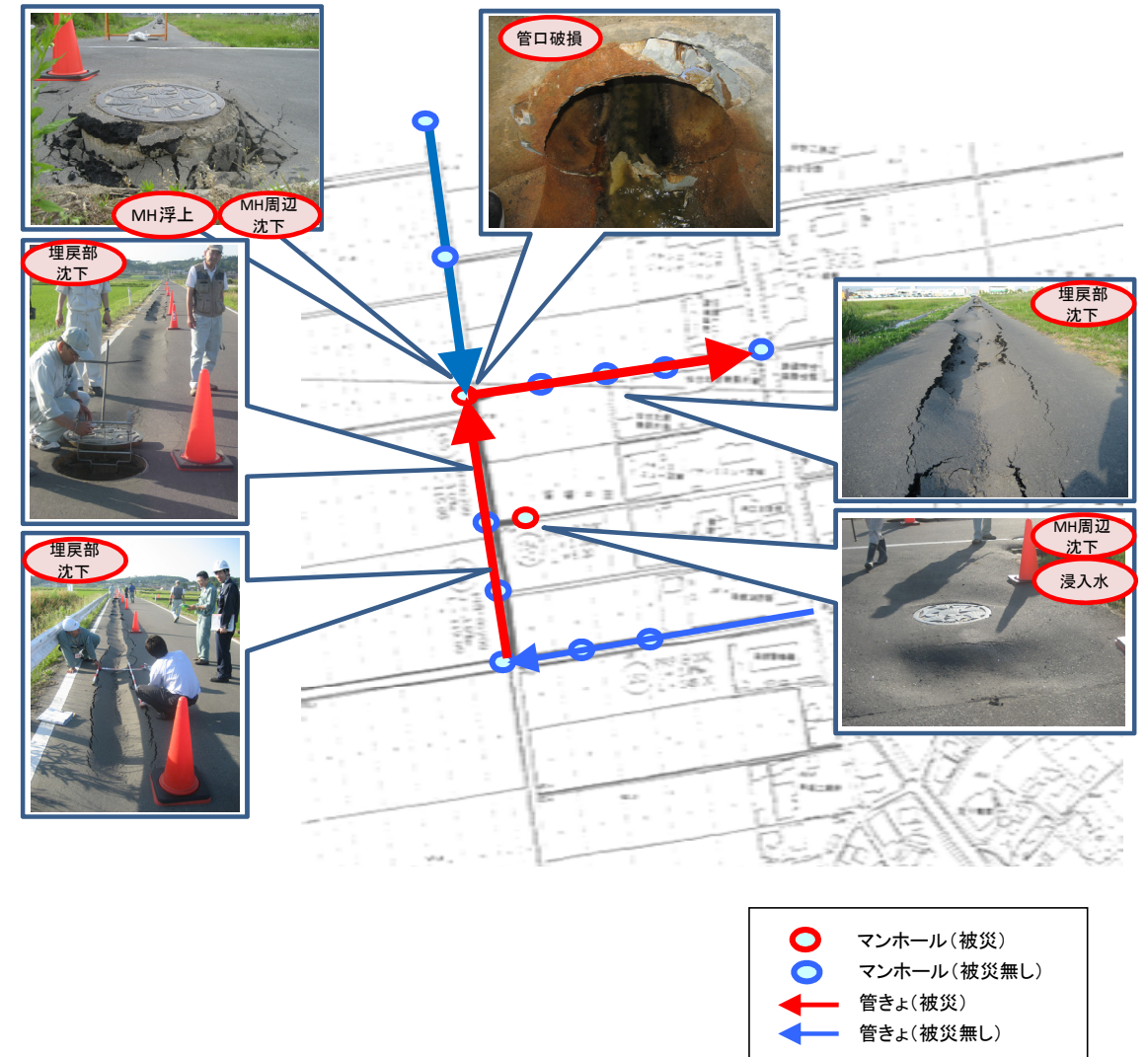


図-2 平成 20 年岩手・宮城内陸地震 栗原市築館地区の被災状況