

4. 下水道施設

4.1 概要

下水道管路施設は、八代北部流域下水道、熊本市、宇土市、宇城市、阿蘇市、御船町、益城町、嘉島町の1流域下水道7市町において約86km（国土交通省発表¹⁾、12月14日現在）の被害が報告されている。

下水処理施設は、熊本市、水俣市、菊池市、阿蘇市、大津町、御船町、嘉島町、益城町、別府市の9市町13処理場で被害が報告されている（国土交通省発表¹⁾、12月14日現在）、被災した処理場は、震後直ちに復旧し、水処理は通常運転を継続した。

ここでは、国総研が主に調査した下水道管路施設の被害について報告する。

4.2 下水道管路施設の被害

4.2.1 被害の概況と分布

下水道管路施設の被害は、表-4.1に示す通り、熊本県内の1流域下水道7市町約86kmが報告されている。被災都市全体の管路被害率（被害延長/管路延長）は2.7%であり、過去に発生した地震と比較すると同じオーダーである²⁾。震源地に近い益城町では最も高い約13%となっており、同規模の震度でも、自治体間で被害に大きな差が生じている。熊本市の被害率は約2.1%と低いが、全体の被害延長の6割にあたる約50kmが被害を受けている。

国立研究開発法人防災科学技術研究所調査³⁾による液状化の痕跡があった箇所と下水道管路施設の被害箇所を重ねる（図-4.1）と、その位置関係は比較的一致することから、液状化との関係が強いものと推察される。

表-4.1 下水道管路施設の被害延長と被害率

都市名	被災延長 (km)	管理延長 (km)	被害率	最大震度	最大加速度
熊本県八代北部流域	1.1	14.9	7.4%	6弱	246gal
熊本市	52.6	2,543.8	2.1%	6強	843gal
宇土市	1.1	144.5	0.7%	6強	882gal
宇城市	1.2	186.9	0.6%	6強	564gal
阿蘇市	2.3	68.4	3.4%	6弱	403gal
御船町	1.3	72.4	1.8%	6弱	499gal*
嘉島町	4.4	51.4	8.6%	6強	622gal*
益城町	22.3	169.5	13.2%	7	1,362gal
熊本地震（計）	86.3	3,251.8	2.7%	7	1,362gal
東日本大震災	675	65,001	1.0%	7	2,933gal
新潟県中越地震	152	3,293	4.6%	7	2,515gal
能登半島地震	15	652	2.3%	6強	544gal

※最大震度は気象庁発表。最大加速度は防災科学研究所K-NETより取得。ただし御船町と嘉島町の最大加速度は地方公共団体震度計の波形データ（気象庁HP）より取得。

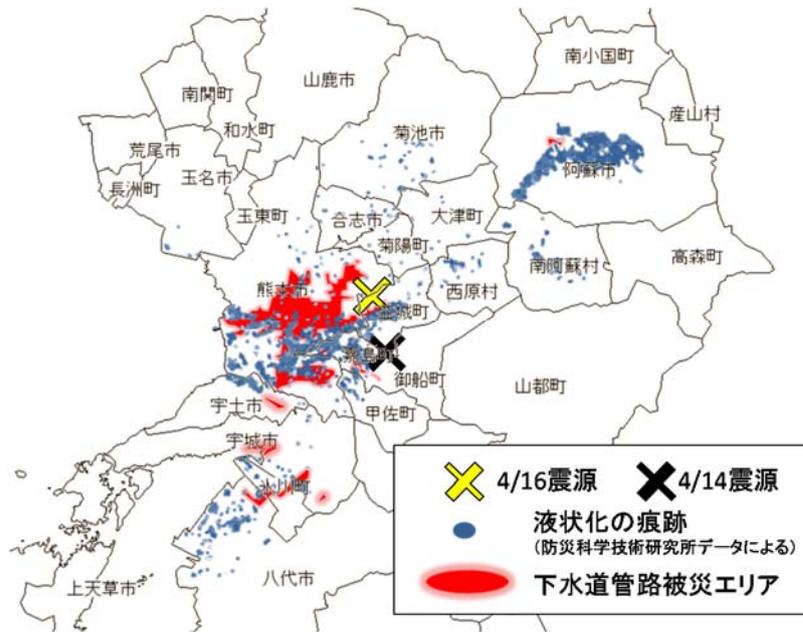


図-4.1 下水道管路施設被害と液状化の痕跡

国総研下水道研究部が調査した熊本市、益城町の調査結果の詳細については次節で述べる。

4.2.2 益城町

益城町において被害のあった管路を図-4.2に示す。このうち、特徴的な被害のあった箇所について、以下に詳述する。

(1) 益城町東部污水幹線

益城町では、益城町浄化センター（図-4.2のT）近傍の幹線管きよで、管きよ埋め戻し部上部の縦断的な路面陥没やマンホール周辺の路面陥没等が発生した。

開削工法により施工された幹線の一部（図-4.2の△）では、管きよ埋め戻し部の縦断的（300m以上）な陥没が生じた（写真-4.1(a)）。周辺が軟弱地盤で地下水位が浅く、かつ土被りが深いという埋設条件であり、平成20年岩手・宮城内陸地震の際に栗原市築館で見られた被害箇所⁴⁾と共通性が認められた。管きよ（塩化ビニル管）にも、たるみや破損の被害が見られた（写真-4.1(b)）。

また、推進工法（コンクリート管）で施工した幹線の一部（図-4.2の△）ではマンホールの周辺地盤が沈下している状況及び管の破損が見られた（写真-4.2）。

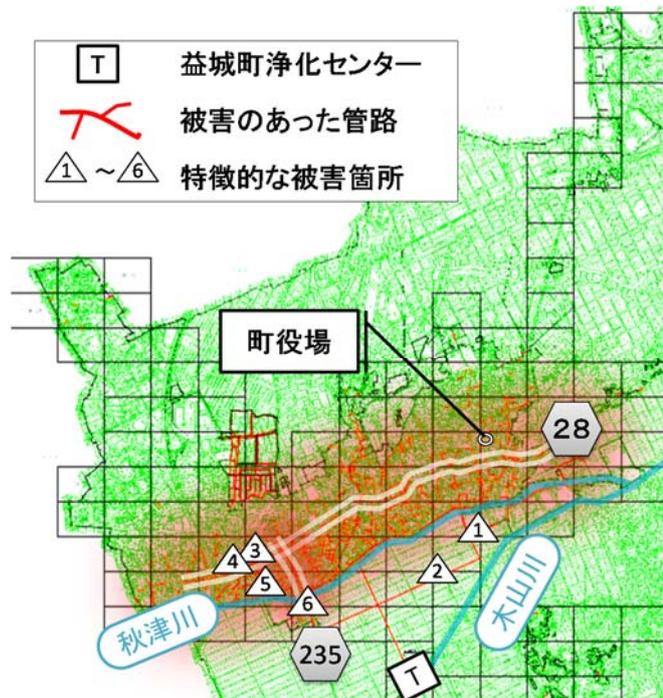


図-4.2 益城町における管路被害マップ状況



(a) 路面の陥没



(b) 下水道管の破損

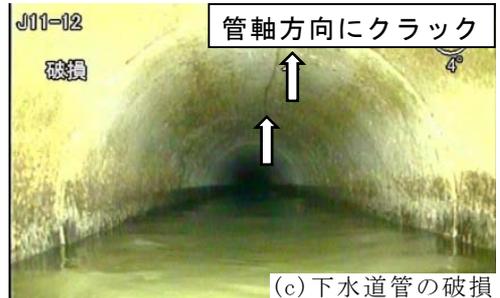
写真-4.1 開削区間で発生した被害の状況



a) 地上部の概況



(b) マンホール周辺の陥没



(c) 下水道管の破損

写真-4.2 推進区間で発生した被害の状況

(2) 県道28号線（寺迫～福富）及び県道235号線（惣領）周辺

家屋倒壊が激しい県道28号線（-4.2の△△）及び県道235号線周辺（-4.2の△△）の被害状況について述べる。

県道28号線（寺迫～福富）の地上部の状況は、家屋倒壊被害が大きい一方、管路施設では、一部のマンホールで周辺路面の陥没（写真-4.3）が見られるものの比較的軽微であった（写真-4.4）。ただし、埋設されている管路（コンクリート管、塩化ビニル管）には、たるみや破損、継ぎ手ズレといった被害が見られた。



写真-4.3 県道28号線（惣領付近）周辺の状況



写真-4.4 県道28号線（福富付近）周辺の状況

県道235号線（惣領）周辺の秋津川沿いでは、側方流動が原因と見られる堤防道路の盛土崩壊や亀裂が見られており、同位置に縦断的に埋設された管路施設周辺の路面陥没（写真-4.5）、管きよ（塩化ビニル管）のたるみが見られた。



(a) 秋津川沿いの堤防盛土崩壊



(b) 県道235号線沿いの噴砂跡

写真-4.5 県道235号線（惣領）周辺の状況

4.2.3 熊本市

熊本市においては、**図-4.3**に示す市西部及び南部において大きな被害が見られた。以下に、被害の概況について述べる。

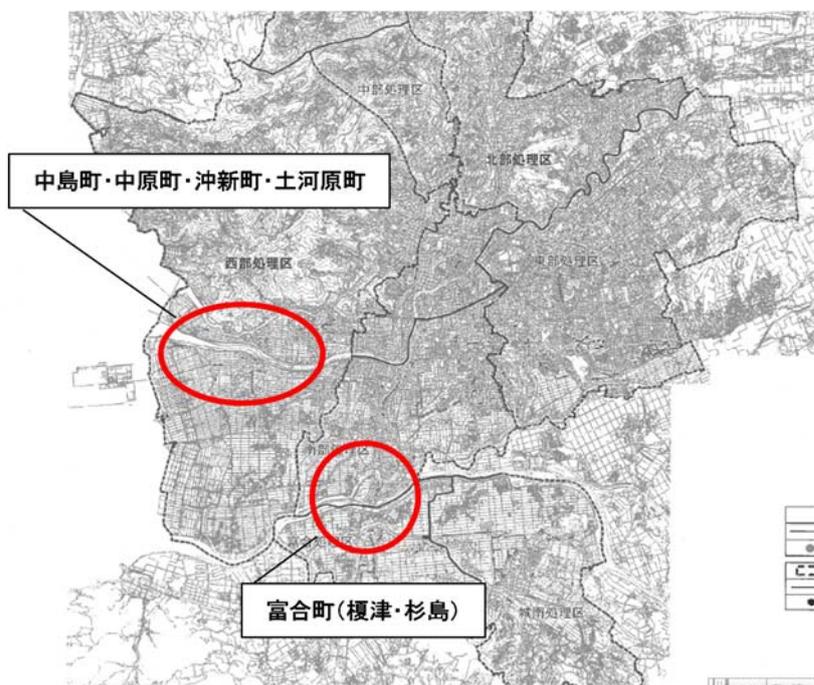


図-4.3 熊本市における調査箇所

(1) 熊本市西部（中島町・中原町・沖新町・土河原町）

熊本市西部に位置する中島町・中原町・沖新町では、激しい液状化の痕跡が見られた（**写真-4.6(a)**）。局所的に、埋め戻し部の沈下や管の突き出し（**写真-4.6(b)**）が発生しているが、下水道整備時期が比較的新しく、耐震化されていたため、下水道使用制限につながる大きな被害は見られなかった。



(a) 液状化の痕跡



(b) 本管突き出しと副管損傷

写真-4.6 熊本市中原町における被害の状況

土河原町では、液状化による電柱の傾斜・沈下（**写真-4.7(a)**）や噴砂跡を確認した。下水道管路は、地上部における被害はほとんど見られないが、一部のマンホールでは滞水が見られた（**写真-4.7(b)**）。地中の管路にたるみが発生し、流下能力が低下しているものと推察される。



(a)液状化による電柱の沈下



(b)マンホール内の滞水

写真-4.7 熊本市土河原町における被害の状況

(2) 熊本市南部（富合町）

富合町榎津では、液状化の痕跡は確認されなかったが、管きよの埋め戻し部の沈下による縦断的な路面陥没が発生しており（写真-4.8）、埋め戻し部が液状化したと推察される。



写真-4.8 埋め戻し部の路面陥没（仮復旧後）（熊本市富合町榎津）

緑川と加勢川に挟まれた富合町杉島は、側方流動による地盤の大きな変位により、蓋受け枠のズレや小型マンホールの横ズレ、マンホール周辺の舗装クラックなどが見られた（写真-4.9）。



(a)擁壁の破損・ズレ



(b)マンホール蓋受け枠ズレ

写真-4.9 熊本市富合町杉島における被害の状況

4.3 被災原因の分析

4.3.1 地盤特性

益城町における下水道管路被害を、地形分類図⁵⁾及び治水地形分類図⁶⁾に重ね合わせた図を、図-4.4、図-4.5に示す。

図-4.4の地形分類図との重ね合わせでは、谷底平野、段丘面4（低位の段丘）、台地と段丘面の境界での被害集中が見て取れる。図-4.5の治水地形分類図との重ね合わせでは、旧河道、自然堤防とその縁での被害集中が明らかである。地盤特性による揺れの増幅作用及び液状化により、大きな施設被害が生じたと考えられる。

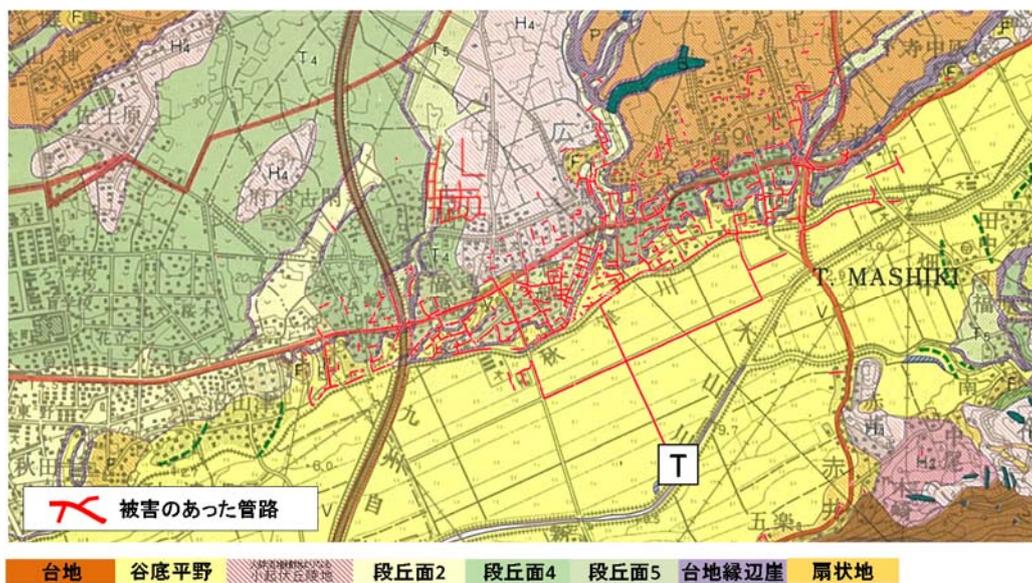


図-4.4 地形区分と下水道管路施設被害（益城町）

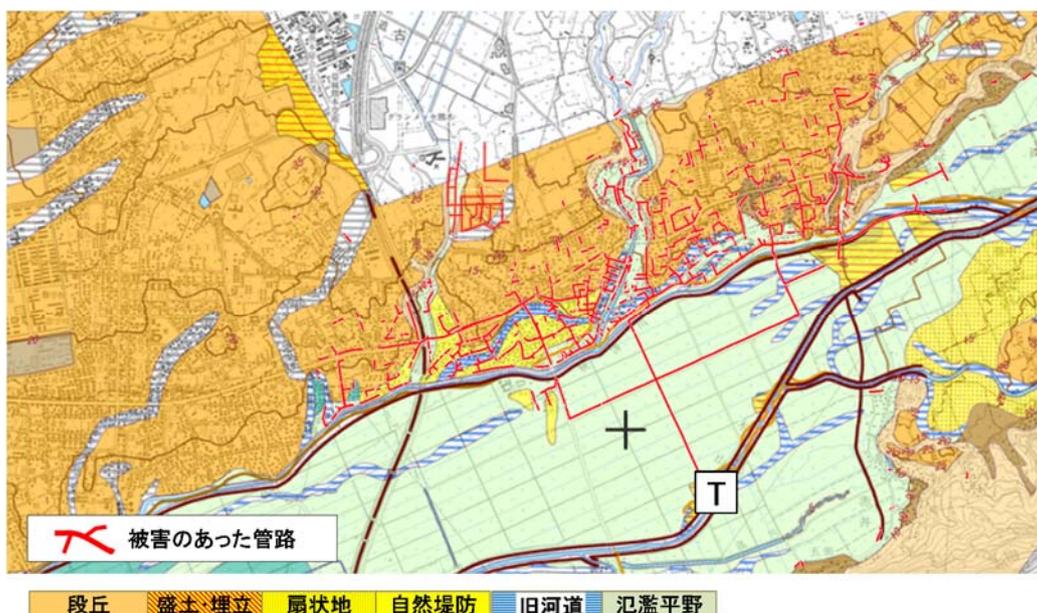


図-4.5 治水地形区分と下水道管路施設被害（益城町）

4.3.2 耐震化の有無と被害との関係

平成 16 年の新潟県中越地震を契機に、管路の液状化対策として、埋め戻し部の固化、碎石による埋め戻し、埋め戻し土の締め固めの 3 工法が採用されている⁷⁾。

益城町の下水道管路施設を主たる布設年度によりメッシュで区分すると、**図-4.6** の通りとなる。

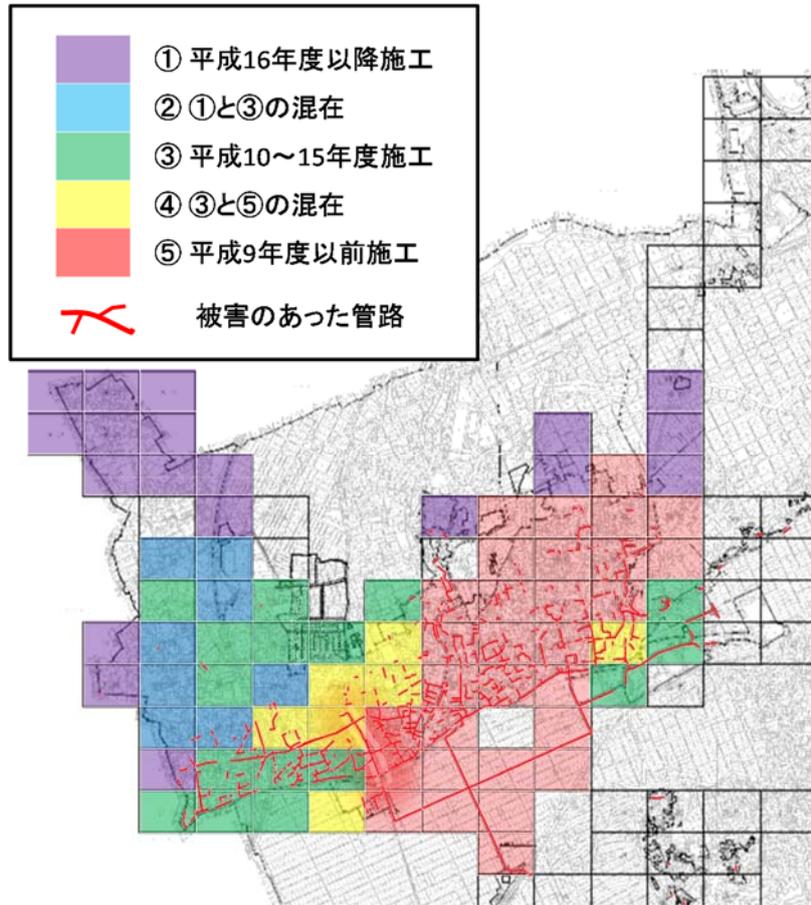


図-4.6 下水道管路の布設年度と被害の関係（益城町）

被害のほとんどは、平成 15 年度以前に施工された未耐震と考えられる管路で生じていることが分かる。

益城町では、碎石による埋め戻し⁷⁾（**図-4.7**）が平成 16 年度以降採用されており、碎石は地下水位以浅まで充填され、20 cm 撒き出し厚で施工されている。併せて、可とう継ぎ手の採用、マンホール周囲の碎石埋め戻しも実施されており、耐震効果を発揮したものと考えられる。

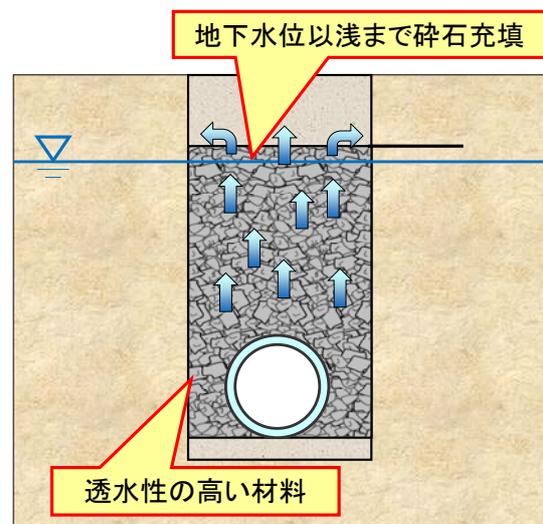


図-4.7 碎石埋め戻しによる液状化対策

4.4 まとめ

熊本地震（主に益城町、熊本市）における下水道管路の被害の状況及び要因をまとめると下記の通りとなる。

- ①地形区分及び治水地形区分と下水道管路施設被害には密接な関係があり、揺れが増幅しやすい、または液状化しやすい区分に属する箇所では被害が大きい傾向にある。
- ②布設年度（耐震化の有無）により下水道管路被害に明瞭な差が生じている。
- ③碎石埋戻し箇所において高い耐震効果が発現している。

今後、他の被災都市についても、地盤条件や耐震化有無等の詳細な情報に基づいて被害の傾向を分析する必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省ホームページ：<http://www.mlit.go.jp/common/001155671.pdf>
- 2) 下水道地震・津波対策技術検討委員会：下水道地震・津波対策技術検討委員会報告書、2012.3
- 3) 若松加寿江、先名重樹、小澤京子：平成28年（2016年）熊本地震液状化調査報告（第3報）、（公社）日本地震工学会、2016.9.11
- 4) 深谷渉：下水道管路施設における耐震化技術の有効性、国総研・土研東日本大震災報告会、2012.3
- 5) 土地分類基本調査【御船】、熊本県、1983
- 6) http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/fc_index.html
- 7) 下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-、（公社）日本下水道協会、2014