

熊本地震における水コン協会員現地本部の災害復旧支援

(株) 日水コン ○山本 整
福島真一

熊本地震は、平成 28 年 4 月 14 日 21:26 に最大震度 7 の前震、同年 4 月 16 日 1:25 に最大震度 7 の本震が発生し、以降、熊本県と大分県で相次いで発生した地震である。この地震により、熊本市でも最大震度 6 強を観測し、市内の下水道施設に甚大な被害が生じた。その後、熊本市及び大都市支援都市より水コン協九州支部及び水コン協本部へ災害支援要請があり、水コン協としては初となる熊本市との「災害支援基本協定」を締結し、水コン協現地会員本部を設置するとともに災害復旧支援活動を実施した。本文では、熊本市における管路施設の被災傾向も踏まえ、災害支援要請から災害査定設計までに現地会員本部が実施した活動内容について報告するものである。

Key Words : 水コン協現地会員本部、管路施設、災害復旧、災害査定、

1. 災害復旧支援要請の経緯

熊本市における水コン協への災害復旧支援要請の経緯を表 1 に示す。

管路施設の災害復旧は、地震発生後から 2 週間程度をかけて熊本市及び大都市支援都市が一次調査（人孔点検）を実施し、一次調査で異常が確認された箇所に対し、大都市支援都市の応援の下で（公社）日本下水道管

表 1 水コン協への災害復旧支援要請の経緯

期日	内容
4/14(木)	発災（前震）
4/16(土)	発災（本震）
4/22(金)	水コン協九州支部(本部経由)へ支援要請 ➤ 大都市支援隊長：大阪市より打診(二次調査の開始期日(4/26)に併せて支援要請依頼)
4/24(日)	熊本市・大都市支援隊と水コン協先遣隊との協議 ➤ 災害支援基本協定の内容確認・業務範囲の確認
4/25(月)	水コン協九州支部緊急運営委員会開催 ➤ 水コン協現地会員本部派遣決定 ➤ 政府により、今回の熊本地震が激甚災害に指定
4/26(火)	水コン協現地会員本部設置（二次調査開始） ➤ 5/8 より本格稼働

路管理業協会（以下、管路協）が二次調査を実施し、この結果を踏まえて水コン協が災害査定設計を実施する。災害復旧の流れと作業の役割を図 1 に示す。

熊本市の災害査定設計に当たっては、被災が広範囲に及ぶことから複数社（全 7 社）による支援が求められた。この円滑な支援活動のため、熊本市が災害査定受験に必要となる災害復旧方針や査定図書作成基準の作成並びに関連団体との調整を目的に、二次調査開始に併せて 4/26 に水コン協現地会員本部（以下、水コン協現地本部）を設置し、幹事会社である（株）日水コンと日本水工設計（株）の 2 社で現地本部を運営した。

今回の支援については、水コン協九州支部と熊本市の間で水コン協初となる災害支援基本協定を締結した上で実施したものであり、かつ、これまでの大規模地震に伴う災害復旧

支援において、現地本部が設置されたことはなく、今回が初の試みであった。水コン協現地本部が実施した主な業務を以下に示す。

- ①合同連絡会議への参加
 - ②二次調査結果の整理（被災傾向分析）
 - ③災害復旧方針・方法の検討
 - ④合同コンサルタント会議の開催
- 本文では、このうち、②と③について詳述する。

2. 二次調査結果の整理

2.1. 二次調査結果の概要

二次調査結果概要を図 2 に示す¹⁾。熊本市では、総延長 2,491km のうち一次調査で異常が確認された箇所：113.5km に対して二次調査を実施している。二次調査のうち、実際に TV カメラ調査を実施したのは 89.8km (2,424 スパン) であり、このうち災害査定対象となった路線は 44.8km (1,202 スパン) で、総延長に対する査定延長の割合（被災率）は 1.8%であった。

2.2. 管種別被災傾向

熊本市における管種別の管路被災傾向についての分析結果²⁾を以下に示す。

(1) 樹脂管（塩ビ管）

樹脂管の被災項目別割合を図 3 に示す。ここでいう樹脂管とは、硬質塩化ビニル管、リブ付硬質塩化ビニル管及び更生管（自立管）が該当する。図 3 より、過去の巨大地震による樹脂管の被災傾向と同様、たるみ・蛇行が最も多く 7 割弱を占めていた。一方で、継手のずれや変形（扁平）が 1 割以上発生しているほか、地震動が起因と想定される樹脂管の破損も一部で見受けられた。

代表的な樹脂管の被災状況（たるみ、変形(扁平)、破損）を写真 1 に示す。

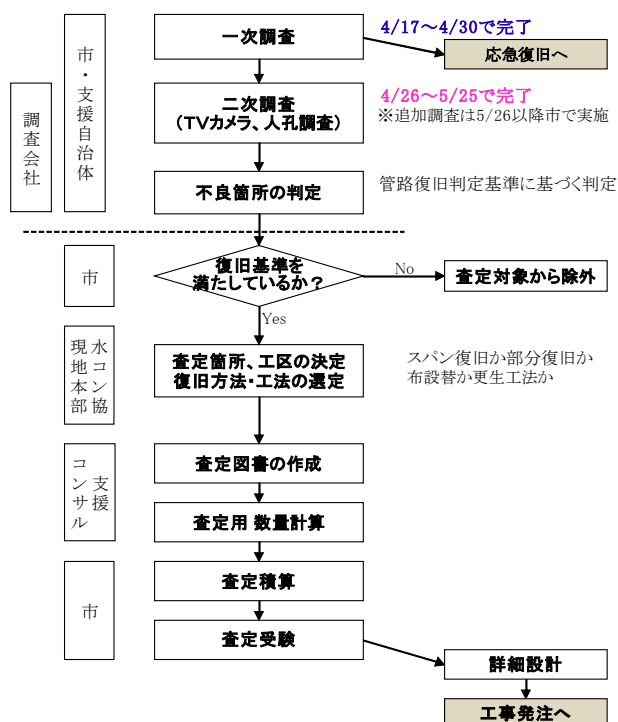


図 1 災害復旧の流れと作業の役割

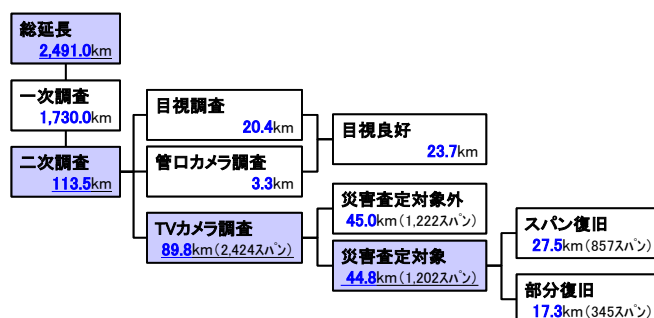


図 2 二次調査結果の概要

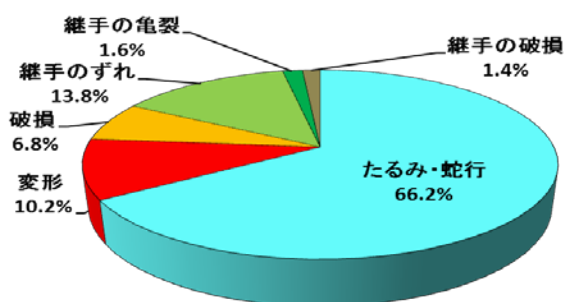


図 3 樹脂管の被害項目割合（スパン数割合）

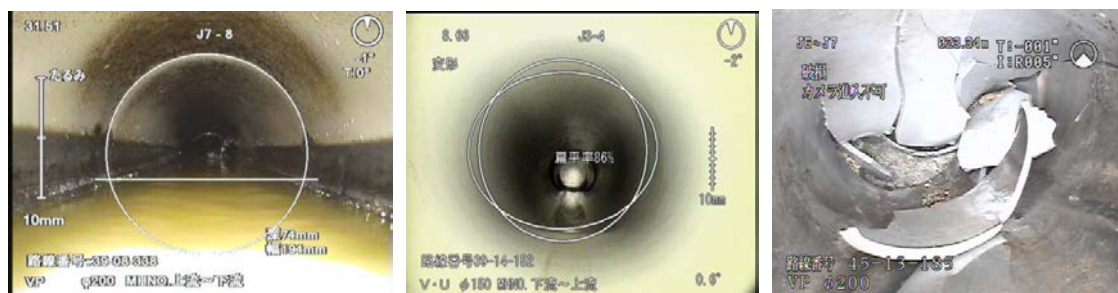


写真1 樹脂管の被災状況（左：たるみ、中：変形（扁平）、右：破損）

(2) コンクリート管

コンクリート管の被災項目別割合を図4に示す。ここでいうコンクリート管とは、鉄筋コンクリート管、レジンコンクリート管が該当する。

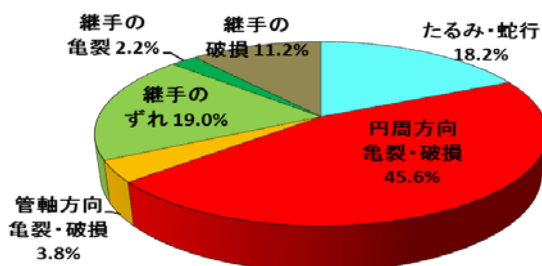


図4 コンクリート管の被害項目割合（スパン数割合）

図4より、既往の直下型地震によるコンクリート管の被災傾向と同様、円周方向の亀裂・破損による被災が最も多く、

5割弱を占めていた。たるみ・蛇行は全体の2割程度であり、樹脂管に比べて少なかった。また、継手部のずれ・亀裂・破損で全体の3割程度を占めていた。

代表的なコンクリート管の被災状況（破損、継手ずれ、亀裂）を写真2に示す。



写真2 コンクリート管の被災状況（左：破損、中：継手ずれ、右：亀裂）

(3) コンクリート管の被災位置（縦断方向、横断方向）に関する傾向分析

ここでは、コンクリート管の被災項目のうち、被災割合の多い「円周方向の亀裂・破損」及び「継手ずれ」に着目した被災位置（縦断方向、横断方向）の傾向分析結果を示す。

1) 検討方針

被災箇所の分析は、スパン内被災位置（縦断方向）及び管断面被災位置（横断方向）の2ケースについて行った。ただし分析する上で、短管、取付管の設置状況は考慮していない。

2) 縦断方向の傾向分析

縦断方向の分析は、図5に示すモデルを用いて管口から被災位置までの距離を抽出、集計することで整理した。円周方向亀裂・破損に関する被災位置分布状況を図6に、継

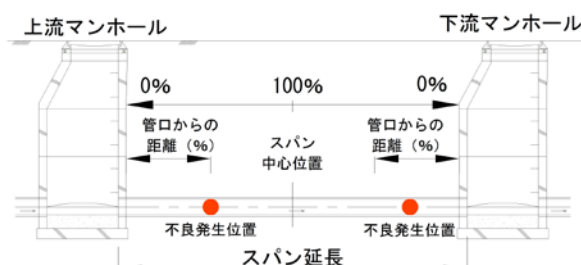


図5 縦断方向の被災位置分析モデル（イメージ）

手ずれに関する被災位置分布状況を図7に示す。これより、円周方向の亀裂・破損については、管中心方向の被災数は少なかったものの管口付近の被災が非常に多いことがわかる。継手ずれに関しても、同様に管口付近に被害が集中していることがわかるものの、円周方向亀裂・破損に比べて、スパン中心方向でも3割程度の被災が確認された。

円周方向の亀裂・破損は、下水道耐震対策指針と解説 2014(公社)日本下水道協会にも記されているように管 1 本目での被災が多く、管口部の耐震補強の重要性を再確認できた。また、継手ずれは、管口部だけでなく管中心方向も含めてスパン全体で発生している傾向があり、管と管の継手部における耐震補強の重要性を再確認できた。

3) 横断方向の傾向分析

円周方向の亀裂・破損については、**表 2**に示す通り分類①～⑦の 7 ケースでモデル化し、横断方向被災位置分布を確認した。分析結果を**図 8**に示す。これより、全周の亀裂が最も多く、次いで管頂部と管側部に集中した亀裂が多かった。一方で、管底部のみの亀裂は少なかった。この要因として、管頂部の亀裂が半数程度あることから、地震動に伴って管上部に引張が生じた際に継手が開きにくく、結果として管上部に亀裂が生じたものと推測された。

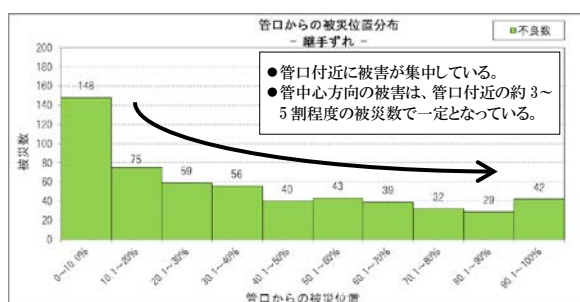
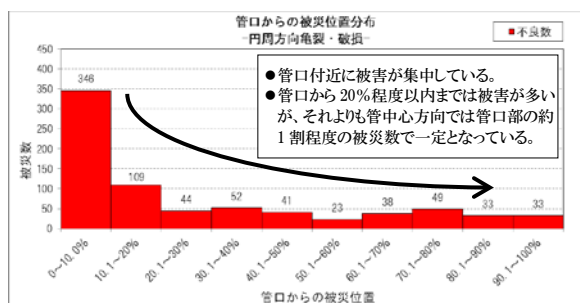


図 7 継手ずれの縦断方向被災位置分布

表2 円周方向の亀裂・破損に関する横断方向分布モデル

① 管頂部 管頂部 管側部 管側部 管底部	② 管側部 管頂部 管側部 管側部 管底部	③ 管底部 管頂部 管側部 管側部 管底部	④ 管頂部~管側部 管頂部 管側部 管側部 管底部
⑤ 管側部~管底部 管頂部 管側部 管側部 管底部	⑥ 管頂部・管底部 管頂部 管側部 管側部 管底部	⑦ 全周 管頂部 管側部 管側部 管底部	

				(値所数)		
	管底部	管側部	管頂部	管底部	管側部	管頂部
①	管頂部		← 108 →	300		108
②	管側部	← 118 →		300	118	
③	管底部	← 28 →		300	28	
④	管頂部～管側部	← 163 →		300		163
⑤	管側部～管底部	← 91 →		300	91	
⑥	管頂部・管底部	← 4 →	← 4 →	300	4	4
⑦	全周	← 256 →		300	256	

図 8 円周方向亀裂・破損の横断方向被災位置分布

3. 災害復旧方針・方法の検討

水コン協現地本部では、二次調査結果に基づいて、熊本市職員と幾度もの協議・議論を重ねた上で、約1ヶ月という短期間で地域特性を考慮した熊本市独自の災害復旧方針・方法に関する基準書を作りまとめることができた。この復旧方針・方法は、その後熊本県を通じて周辺自治体にも配布され、熊本市以外の被災自治体にも活用された。

以下に災害復旧方針・方法の考え方を示す。併せて、作成した管渠（本管）に関する復旧工法判定フローを図 10 に示す。

(1) 原形復旧を原則とする

災害復旧は、「公共土木施設砂災害復旧事業費国庫負担法第 2 条」及び「都市災害復旧事業国庫補助に関する基本方針第 2 項」に基づき、原形復旧が原則となる。その際、布設深度の深い推進工法施工路線が被災している場合の原形復旧工法として、能登半島地震の災害復旧で実績のある改築推進工法の適用が考えられたが、今回の査定設計においては、被害規模が大きいため詳細の検討を行う時間がないこと等を考慮し、採用は見送った。

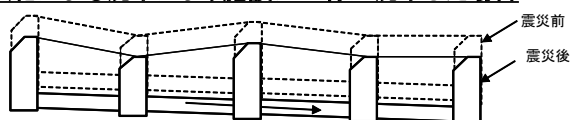
(2) 勾配が確保されている場合の復旧工法は経済比較により決定する

熊本市では、地下水位が豊富でかつ地下水も高く、従来から掘削深度 2.5～3.0m を目安に開削工法と推進工法を想定して委託発注してきた経緯がある。しかしながら、災害復旧においては、布設スペースが確保できないこと、査定までに時間がないこと等を考慮し、災害査定設計上は原則推進工法の採用は見送ることとした（実際には詳細設計で別途検討）。ただし、掘削深 6.5m を開削の最大掘削深とした（それ以深は個別検討）。また、熊本市の地域特性を考慮し、北部エリアと南部エリアで掘削深判定を変化させることとした。

(3) 系統として流下機能が確保されている管渠の復旧は行わない。

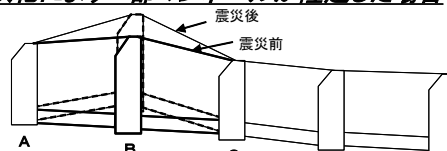
図 9 に、復旧を行う場合と行わない場合の考え方を示す。図 9 の①に示すように、液状化による被害はあるものの、本管の流下機能や家屋からの排水機能が確保されていれば、管渠の復旧は行わないこととした。一方、図 9 の②のように、スパンが逆勾配となるような条件では AB 間のみでなく BC 間を含めて復旧することとした。

① 液状化による沈下により施設が一様に沈下した場合



【対応方法】流下機能及び家屋からの排水機能に問題がないため、本管及びマンホールの復旧は行わない（マンホールの高さ調整は実施する）。

② 液状化により一部マンホールが隆起した場合



【対応方法】AB間が逆勾配のため流下機能が確保できないことから、BC間を含めて復旧する。

図 9 復旧を行う場合と行わない場合の考え方

(4) タルミがある場合はスパン単位で管渠の復旧を行う

上部方向にタルミがある場合は、本管の流下機能が確保されないため、国から出された復旧判定基準³⁾に準拠し、スパン単位で管渠の復旧を行うこととした。

(5) 布設替えの埋戻しは、既設管種を問わずリブ管碎石巻きとする

熊本市では、埋戻し土の液状化対策として、既にリブ管碎石巻きを採用していることから、今回の災害復旧でもこれを採用することとした。

(6) 障害発生率 50%以上でスパン復旧とする

熊本市では、経済性を考慮し、管渠に亀裂・破損等の障害が 50%以上発生、あるいは部分対応による修繕対応本数が全体の 50%以上となる場合は、スパン復旧を原則とした。

4. まとめ

国土交通省では、「大規模災害時の災害査定効率化（簡素化）及び事前ルール化」を平成 29 年度の発生災害から実施することとしている。しかしながら、管路施設が地下に埋設されているという特性から、簡素化は容易ではない。今回の災害復旧支援を通じて、今後、以下に示すような課題への取組を提言して、まとめとする。

- 下水道管路台帳管理システムの整備・構築（汎用 GIS データ化）を進めるとともに、必

要属性情報（管番号、管径、管種、延長）の確実な整理が不可欠である。

- 今回作成した災害復旧方針・方法は、災害査定図書作成作業の効率化に大きく貢献できた。今後、自治体毎、できれば都道府県毎に、地域特性に十分配慮した上で、BCP を通じて事前に災害時における復旧方針・方法等の考え方を整理しておく効果的である。
- ICT 技術を活用した被災調査結果のデータ整理（統一帳票を用いたスマホ等による Web 上での入力等）が可能となれば、二次調査や査定図書作成がより効率的に実施できる。
- 今後、効率的な災害復旧に向けて、スピーディかつ効率的な契約方式（DB 方式など）について検討していく必要があるほか、重大変更が前提となるものの省略単価による積算（単価積算）の積極的採用など、査定作業簡素化に向けた取組が必要である。
- 今後、大都市の災害復旧支援は複数社での対応が現実的であり、水コン協として、現地本部対応の見極め、支援経験者の確保並びに継続教育の実施が重要である。

【参考文献】

- 1) 平成 28 年度熊本市公共下水道災害復旧支援業務委託（その 1・その 2）報告書 平成 28 年 11 月 熊本市上下水道局計画整備部下水道整備課、水コン協九州支部
- 2) 第 54 回下水道研究発表会論文集「熊本地震に伴う熊本市下水道管路施設の被災傾向について」熊本市・(株)日水コン
- 3) 「地震災害に係る公共土木施設（下水道）災害復旧事業における管路復旧の考え方について」国土交通省水管理・国土保全局防災課平成 28 年 5 月 17 日事務連絡」

※ 本文作成に当たり、熊本市上下水道局下水道整備課並びに日本水工設計(株)の皆様にご多大なご協力を頂きました。この場をお借りして感謝致します。

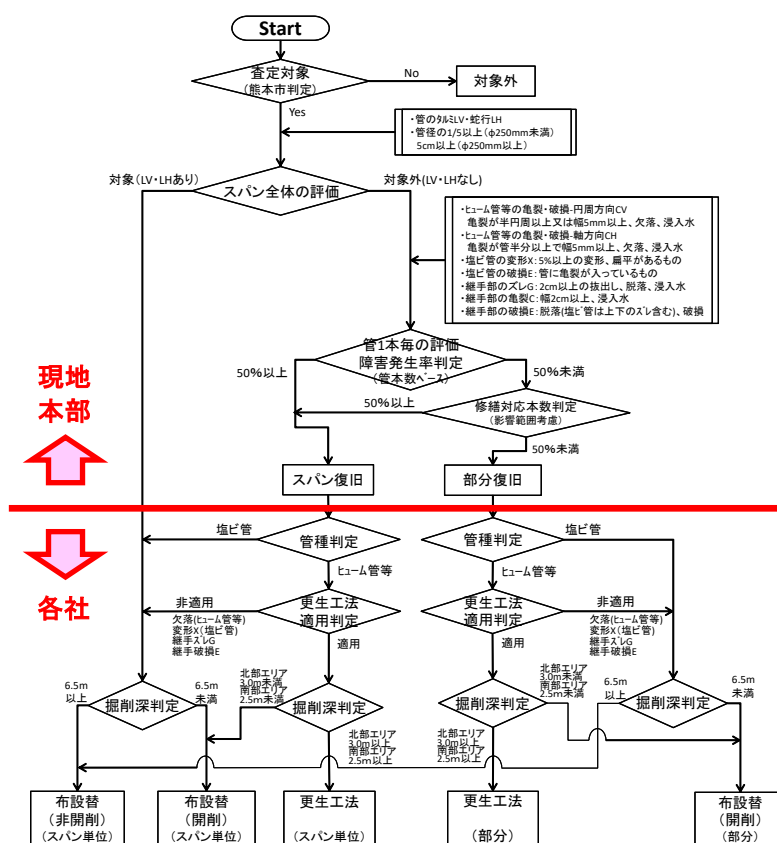


図 10 管渠（本管）の復旧工法判定フロー1)