

益城町における断層を横断する管路の交差角と被害との関係

神戸大学大学院 正会員 楯田泰子
元神戸大学工学部 非会員 竹内一朗

1. はじめに

1999年の台湾集集地震以降、国内でも断層を横断する線状構造物の地震対策が良く検討されるようになった。最近では、2014年長野県神城断層地震で、地表地震断層を横断する地中管路で被害が生じたが、地表地震断層の変位に対して小口径地中管路の安全性を検討するには事例に限られている。本稿では、2016年熊本地震における益城町を対象にして布田川断層帯で観測された地表地震断層周辺の水道管路とその被害に関する資料を収集し、断層変位に対する被害状況を整理したので報告する。

2. 益城町の水道

益城町の水道は、元々1箇所の上水道と5箇所の簡易水道（高遊原、福田、飯野、東南部、潮井地区）、1箇所の専用水道で構成されている。平成29年（2017年）にこれらの水道は統合された。上水道の水源は深井戸で、消毒のみの浄水処理をした水が配水されている¹⁾。上水道と簡易水道の総延長（導水・送水・配水本支管）は183kmある（水道統計、簡易水道統計による）¹⁾が、管種別延長で見れば、塩化ビニル管の延長が最も長く、それぞれ上水道に77km（75%）、簡易水道に66km（85%）ある。次いで铸铁管やダクタイル铸铁管が多く埋設されている。益城町では、熊本地震で203件の管路被害を受けており、被害率では兵庫県南部地震の阪神地域と同レベルの甚大な被害であった。役所のある上水道供給地域に管路被害は集中して発生しているが、それらの分析は既報²⁾を参照されたい。後述する断層周辺の被害は、簡易水道の供給地域に該当する。

3. 断層を横断する管路の調査方法

熊本地震では、地震後の空中写真判読による道路や田畑の亀裂が震源断層周辺に集中して発生している³⁾⁴⁾。この亀裂には、地表地震断層によるものの他、液状化や地盤移動などの成因が異なるものも含まれている。本研究では、Shirahamaら⁵⁾による現地調査の結果に基づき、地表地震断層と管路被害との関係について明らかにする。Shirahamaら⁵⁾によると、益城町は布田川断層の南西部に位置し、この地域の断層は、木山低地を沈降させつつ、北側低下の右横ずれである。堂園で最大2mの横ずれがあり、堂園から砥川にかけて右横ずれの変位は収束している。

本研究では、Shirahamaら⁵⁾によって計測された水平および鉛直変位（論文より計測データをダウンロード）の観測地点を結んだ線分を地表地震断層として扱い、管路との横断箇所、被害の有無について調査した。図-1はShirahamaら⁵⁾による地表地震断層の変位量と管路被害箇所を示している。紙地図からのデジタル化⁶⁾やトレースなどのデータ構築における人為的誤差を考慮して地表地震断層から5mのバッファ内にある管路被害を断層による管路被害と見なした。また、堂園から市街地方向に走行する北側の断層については、本研究の検討対象から外した。これらの処理によって断層と横断する管路被害は11件あった。全被害件数203件のうち、断層変位に起因する被害は5%に相当すると考えられる。

4. 断層横断管路の交差角と被害

断層を横断する管路の被害は変位量だけでなく、交差角が強く関わる。著者らの既往研究⁷⁾の数値計算では交差角が90°に近いほど安全であることを示している。本研究ではGIS上で管路と断層の交差角と変位量を調べ、被害状況を整理した。交差角については10°ごとに分類した。90°より角度が小さい場合には管路は引張りを、大きい場合には圧縮を受ける。断層変位は、管路と断層の交差点に近接の地表断層変位の計測点⁵⁾の水平変位とした。水平変位よりも鉛直変位が卓越している場合には、交差角を90°とし、鉛直変位を変位とした。

キーワード：熊本地震、断層、管路、交差角

連絡先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1 TEL&FAX 078-803-6047

図-2は断層交差角と変位における被害状況を示している。図中の線は、既報⁷⁾の数値解析により、塩化ビニル管φ100を対象に管路中央で断層との交差角を変化させ、継手の抜けや損傷、管体被害を受けるまでの断層変位(許容断層変位)を求めた結果である。益城町の断層周辺の管路の大部分は塩化ビニル管でφ100以下である。本地震における断層変位と管路被害との関係を見ると、解析で得られた許容変位よりも小さい変位で被害が発生している率が5%(1/20箇所)、大きい変位で被害が発生している率が37%(10/27箇所)であった。管路との断層交差箇所や地盤剛性など、解析上限られたケースでの結果であるが、解析から

算出された許容変位は、精度よく被害の有無を区別することがわかった。また、1m近くの変位に対しても被害が生じていない事例も見受けられた。地震から1年以上経過した時点で現地確認を行った。路面舗装が補修されているが、周辺の状況から管路上の路面には計測値ほどの変位を確認できなかった場所もあった。本分析では断層交差箇所の近隣の計測点の変位を使用しているため大きめに評価されている場合もあることを留意いただきたい。

謝辞

本研究の遂行にあたり、益城町より水道管路被害データを提供していただいた。また、益城町での調査にあたっては、神戸大学名誉教授の高田至郎先生に協力して頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 厚生労働省熊本地震水道施設被害等現地調査団：平成28年(2016年)熊本地震水道施設被害等現地調査団報告書、2017(閲覧2017年12月)
- 2) 鎌田泰子, 竹内一郎：熊本地震における益城町の水道管路被害とその要因に関する分析, 第8回インフラ・ライフライン減災対策シンポジウム, 2017
- 3) 産業技術総合研究所：第四報緊急現地調査報告 [2016年5月13日]2016年熊本地震に伴って出現した地表地震断層, (閲覧2017年12月)
- 4) 古田一希, 関口辰夫, 中貴元：熊本地震に伴い生じた地長の亀裂分布図の作成, 国土地理院時報, 第128集, 2017
- 5) Shirahama, Y., Yoshimi, M., Awata, Y. et al.: Characteristics of the surface ruptures associated with the 2016 Kumamoto earthquake sequence, central Kyushu, Japan, Earth, Planets and Space, 68:191, 2016
- 6) 国土地理院：数値地図(国土基本情報)オンライン(SHP), 2017
- 7) 鎌田泰子, 森田典和, 岡本大寿, 高田至郎：断層を横断する硬質塩化ビニル管路とダクトイル管路の許容断層変位簡易推定式の提案, 構造工学論文集Vol. 51A, pp. 1597-1604, 2005

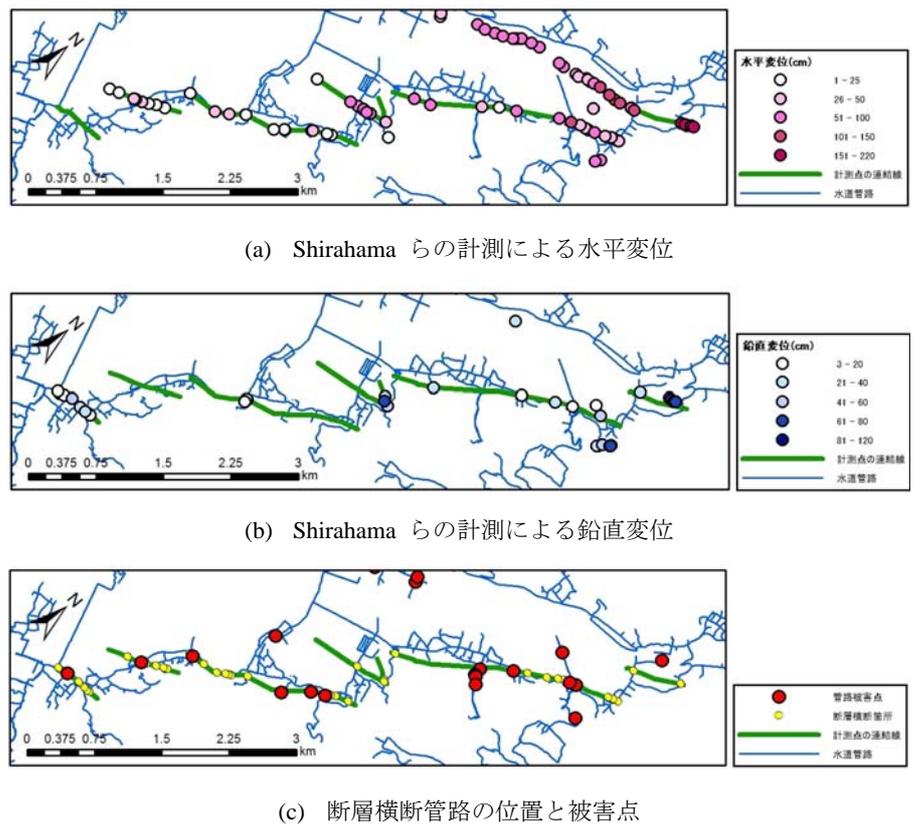


図-1 布田川断層帯南西部のShirahamaら⁵⁾の変位計測地点と断層横断管路

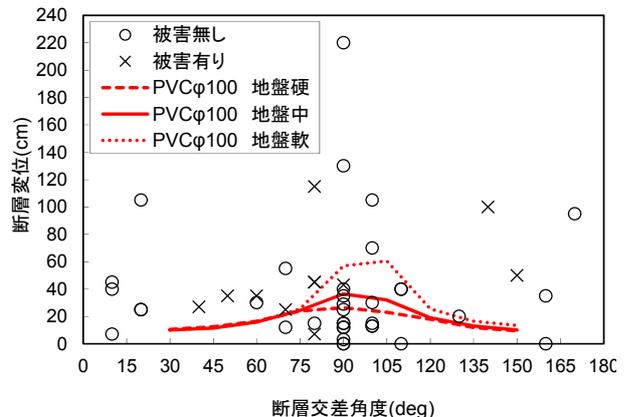


図-2 断層横断箇所での管路被害の有無と断層変位量