

合成開口レーダ画像の干渉 SAR 解析による 3 次元変位と通信埋設管被害の傾向分析

NTT アクセスサービスシステム研究所 正会員 ○伊藤 陽
正会員 奥津 大

1. 背景

通信ケーブルを防護するための埋設管路は災害等からケーブルを防護する役割を担っている。大規模震災時には一部ではあるが被害を受け、継手等に損傷が生じる事例がある。継手が損傷したのみであれば通信サービス提供を継続する可能だが、再度地震動などの外力を受けた際に容易にケーブルを損傷し通信サービス断を発生させる。このことから、大規模震災後に損傷した可能性のある管路を効率的に抽出する必要がある。

本発表では、熊本地震後に合成開口レーダにより得られた 3 次元の永久変位データと管路被害を突合することで、地震後の永久変位データ埋設管路被害を推定可能であるか基本的な検討を行った。今回特に対象とするのは硬質塩化ビニルを材料とする管路である。この管路は 5.5m ごとに接着剤により接続された継手を有する構造であり、この多くが 1970 年代に建設されている。硬質塩化ビニル管は、同じく通信で利用される鋼管と被害傾向が異なり、地震動の最大速度が相対的に低い箇所でも被害を受ける傾向が見られる¹⁾。発災後の被害を早急に把握できる可能性があるか検討するために、硬質塩化ビニル管の被害と 3 次元の永久変位データに関係を確認した。

2. 利用データと検討手法

今回対象とする 3 次元変位データは、JAXA の ALOS-2 の搭載した合成開口レーダにより観測されたデータを干渉 SAR 解析により得られたものである¹⁾。この 3 次元変位データを GIS により、熊本地震における埋設管路被害管路と突合することで分析を行う。成分分離データは、東西変位量、南北変位量、上下変位量毎に、10m 間隔で cm の単位で出力した。

埋設管路のデータはマンホールとマンホールの上に敷設される管路 1 スパンを単位として、1 スパン中に一箇所以上被害がある場合に当該スパンを被害ありとしている。管路はケーブル敷設および保守の理由により長さが規定されるが、殆どの管路が 250m より短い。被害は既定サイズの治具が通らなかった管路に対してパイプカメによる確認を行い判定する。カメラにより継手の離脱や折損等が確認された場合に地震被害があったとする。明らかに工具による傷による不通過や、錆により内面が狭くなっている箇所での不通過のみ確認された場合は、当該スパンを被害なしとする。今回利用するデータ中には炭素鋼管、鋳鉄管等も含む。

3 次元変位データと埋設管路データを、座標を基に突合する。今回は管路端部(マンホール位置)における 3 次元変位データを利用する。各管路の両端にそれぞれの位置での東を正とする東西方向変位量 u_E 、北を正とする南北方向変位量 u_N 、鉛直上方向を正とする鉛直方向変位量 u_U を付与する。両端に変位量を付与する概要を図 1 に示す。また両端の標高差は少ないとして無視し、同一標高にあると仮定する。

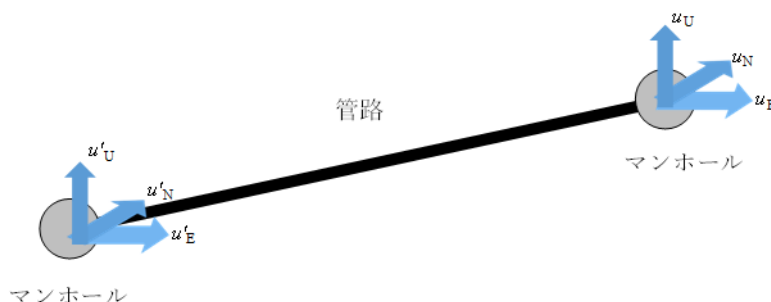


図 1 埋設管路データと変位量の突合概要

キーワード 通信埋設管 硬質塩化ビニル管 合成開口レーダ 永久変位 熊本地震
連絡先 〒300-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 TEL 029-868-6242

今回の検討では管路に入力される最大変位量を算出し、指標として用いる。管路に入力される最大変位量 u_{\max} を(1)のように定義する。すなわち管路に対し圧縮方向か引張方向かを問わずに入力された 3 方位の変位量の内最大のを管路に入力される最大変位量とする。

$$u_{\max} = \max\{|u_E - u'_E|, |u_N - u'_N|, |u_U - u'_U|\} \quad (1)$$

u_{\max} を被害の有った硬質塩化ビニル管とそれ以外の管路で分類し検討した。その他管路に極端に地震動が小さいデータが入ることを避けるために、今回対象とするデータは最大速度が 50cm/s 以上であると推計されるデータに限定する。それぞれのデータは被害のあった硬質塩化ビニル管が 76 件、その他管路が 4157 件である。

3. 検討結果と今後の検討

被害のあった硬質塩化ビニル管とその他の管路それぞれの最大変位量 u_{\max} の平均値を取った値を図 2 に示す。被害の硬質塩化ビニル管は 0.12m、その他の管路は 0.049m であった。この平均値について分散が等しくないとした t 検定を行うと、1%有意水準で有意な差があるといえる。すなわち、PGV50cm/s のエリアにおいても最大変位量を考えると、被害を受けた硬質塩化ビニル管の最大変位量の方が大きい傾向にあるといえる。このことから SAR データより得られた永久変位量を用いて被害有無を予測できる可能性が示唆されたといえる。

被害を受けた硬質塩化ビニル管について、東西成分、南北成分、上下成分のどれが最も影響を与えていたか確認すると南北成分が最も大きく影響しており、管路の敷設方向との関連は定量的には確認できなかった。熊本地震による永久変位は各方向のうち、南北成分の影響が最も卓越していることが原因であると考えられる。定量的には関係が見られなかったが、管路が東西方向に敷設されるものと南北方向に敷設されるものとで管路へ入力されるひずみが異なると考えられるため、被害を受けた管路について敷設形態と入力されるひずみの特徴をさらに今後精緻に検討する。加えて、10m ごとの変位量が判るため管路 1 スパンでの変位分布を確認し実際の被害との突合を行う。最終的に硬質塩化ビニル管の被害を永久変位から評価可能であるか確認する。

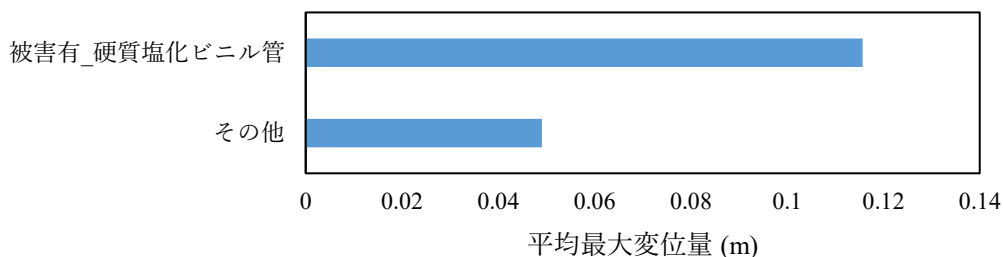


図 2 最大変位量平均値の比較

謝辞

3次元変位データについては ALOS-2 データを用いて Sigma-SAR 研究所により分析していただきました。また本検討にあたり筑波大学大学院 皆川様にご尽力いただきました。御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 伊藤ら, 土木学会論文集 A1 (地震工学論文集第 39 号), Vol. 76, No.4, pp. I_552_558, 2020
- 2) 島田ら, 日本リモートセンシング学会, 第 63 回学術講演会, pp.145-148, 2017.