

疑似有効ひずみに基づく通信用鋼管およびビニル管の地震被害率分析

日本電信電話株式会社 正会員 ○伊藤 陽 奥津 大
 エイト日本技術開発 正会員 末富 岩雄 塚本 博之
 東洋大学 正会員 鈴木 崇伸

1. はじめに

通信を担うケーブルの中でも一部は地下に敷設されており、そのケーブルを防護するために地下設備が多数存在している。その多くはマンホールと地下管路から構成されており、地震が発生した際にもケーブル自体に力がかからないようになっている。しかし、甚大な被害をもたらす地震においてはその一部は損傷し、最悪の場合ケーブルを傷つける危険性がある。信頼性のより高い通信を実現するために、地震時の被害を予め計画的に防止することを目的として、被害が発生する条件を検討する。本稿では、平均 S 波速度と最大速度から疑似有効ひずみを算出し¹⁾、過去の地震における通信の旧仕様鋼管および旧仕様ビニル管の被害と突合、分析を行った。

2. 疑似有効ひずみと管路被害の突合

2-1. 疑似有効ひずみの算出方法

疑似有効ひずみ r'_{eff} (%)は最大速度 PGV(cm/s)と地表から深さ 30m までの平均 S 波速度 AVS30(m/s)を用いて(1)のように簡易に算定可能される。

$$r'_{eff} = 0.4 \times \frac{PGV}{AVS30} \quad (1)$$

今回の AVS30 は末富ら²⁾の地形分類に基づく値にボーリングデータを統合する手法を用いる。 \overline{AVS}_j を地点 j における推定 AVS30、 AVS_i を地点 i におけるボーリングデータから得られる AVS30、 AVS_g は地形分類から得られる AVS30 とすると、 \overline{AVS}_j は(2)のように表される。

$$\overline{AVS}_j = \frac{\sum_{i=1}^n w_{ij} AVS_i + w_g AVS_g}{\sum_{i=1}^n w_{ij} + w_g} \quad (2)$$

ここに w_{ij} はボーリング地点と推定地点の距離に応じた重みで、係数 α 、地点 i と地点 j の距離 r_{ij} 、定数 m を用いて以下のように表される。

$$w_{ij} = \alpha / r_{ij}^m \quad (3)$$

また w_g は地形分類の重みであり、同様にメッシュの中心点 j からの距離が r_g のボーリングデータとして扱うことで、(4)のように表される。

$$w_g = 1 / r_g^m \quad (4)$$

本稿では、試算に基づき、 $m=2$ 、 $\alpha=10$ 、 $r_g=500\text{m}$ とする。

2-2. 対象データ

対象とするデータは 1995 年兵庫県南部地震、2004 年新潟県中越地震、2007 年新潟県中越沖地震、2011 年東北地方太平洋沖地震、2016 年熊本地震の 5 種類の地震における管路点検結果である。被害有無はマンホール間の管路 1 スパンを単位として判定し、踏査点検によって異常があった箇所の管路にパイプカメラを入れることで点検を実施したものである。分析対象としている管路は旧仕様の鋼管(ねじ継手)、と旧仕様のビニル管(接着継手)の二種類であり、鋼管 24425 スパン(被害率 4.1%)、ビニル管 3373 スパン(5.6%)を対象である。

キーワード 通信用管路 炭素鋼管 ビニル管 疑似有効ひずみ

連絡先 〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 アクセスサービスシステム研究所 TEL 029-868-6242

3. 分析結果と考察

擬似有効歪み r'_{eff} と被害率をヒストグラムで表示したものを図 1 に示す。 r'_{eff} は 0.05 刻みとし、データ総数が 100 未満の領域は破線で表示した。結果を見ると、鋼管については地盤ひずみが大きくなるほど被害率が高くなり、データ数 100 を超えている 0.3-0.35% までの結果を見るとロジスティック関数に近い形状を示している。一方でビニル管は r'_{eff} に対して大きく被害率が上がらず、0-0.05% においても被害率が 6.1% 前後となっている。

低い r'_{eff} においてビニル管がどのような被災を受けているか確認する。 r'_{eff} の値が 0.0-0.05% において、被害は 28 スパン観測されているが、そのうちの 18 スパンが東北地方太平洋沖地震の際に確認されたものであった。発災後の状況を写真で確認すると路面に割れが発生しており、表層地盤に局地的な変状が発生していたと考えられる。事例を図 2 に示す。以上から擬似有効地盤ひずみに反映されないような局所的な変状に対してビニル管は相対的に弱いと考えられ、今後鋼管とビニル管でそれぞれ分けて被害の予測を実施する必要があると言える。

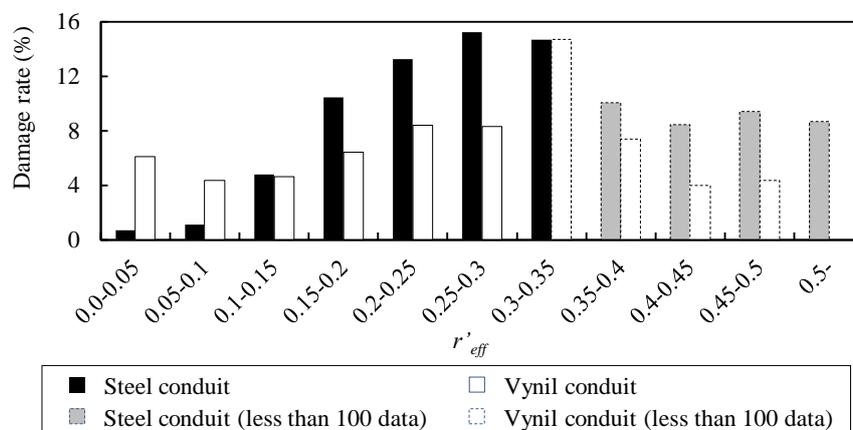


図 1 擬似有効ひずみに対する各管種の被害率



(a) 路面の沈下, 流動の事例(宮城, r'_{eff} =0.041%)



(b) 局所的な変状の事例(福島, r'_{eff} =0.048%)

図 2 被害発生箇所の路面状況

参考文献

- 1) 山口, 翠川: 観測記録に基づく地盤増幅率の非線形特性のモデル化, 日本地震工学会論文集, 第 14 巻, 第 1 号, pp56-70, 2014.
- 2) 末富岩雄, 石田英介, 福島康宏, 磯山龍二, 澤田純男: 地形分類とボーリングデータの統合処理に依る地盤増幅度評価と 2004 年新潟中越沖地震における地震動分布の推定, 日本地震工学会論文集, 第 7 巻, 第 3 号, pp1-12, 2007.