

1. はじめに

1995 年兵庫県南部地震における橋梁被害を教訓に、道路橋・鉄道橋の免震化が進められるようになった。しかし、河川横断部においては、道路橋に添架されているライフライン系は、移動支承部の常時の変位については吸収もしくは追従できる構造とされているものの、免震支承による上部構造の過大な変位を見込んでいない。そこで、本研究では、近年これらの問題に対して実験的研究が進められている通信ライフライン(鋼管)を対象として、新設橋梁添架管路対策構造を提案し、その大変形破壊解析を行い、有効性の検討を行った。解析には、著者らの開発した FEM-DEM 結合解析法を用いた。

2. 入力波の設定と解析対象

数値解析に用いる入力波は、田中ら<sup>1)</sup>の研究による橋梁上部構造の橋台に対する相対変位を参考に図-1 のように設定した。

本解析において検討を行った管路は、地中埋設水道用管路である「ダクトイル鋳鉄製ボール型可とう伸縮管」を橋梁添架管に応用したものである。ダクトイル鋳鉄製ボール型可とう伸縮管<sup>2)</sup>は、図-2 に示すように伸縮・屈曲・回転の機能により地盤の沈下を吸収して逃すという免震型の継手である。現状の製品を橋梁添架管路として応用する場合、同図に示すように、管路の右端側に入力変位を受けると伸縮機能が発現せず Z 字形に変形し回転部の破損が予想されると伸縮機能が発現せず Z 字形に変形し回転部の破損が予想される。NTT による最新の設計では、橋台から 1ヶ所目の継手に伸縮継手を配置している。そこで、回転継手部及び伸縮継手部のモデル化を試み、通信用鋼管を用いて解析を行った。

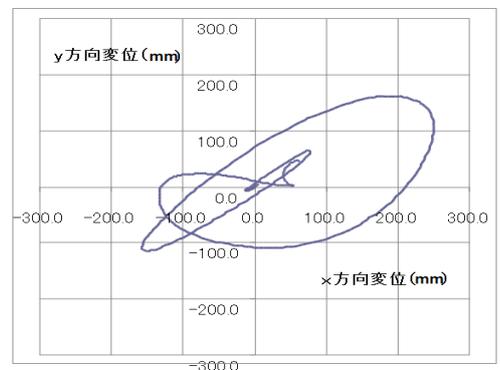


図-1 入力波形の x-y 表示<sup>1)</sup>

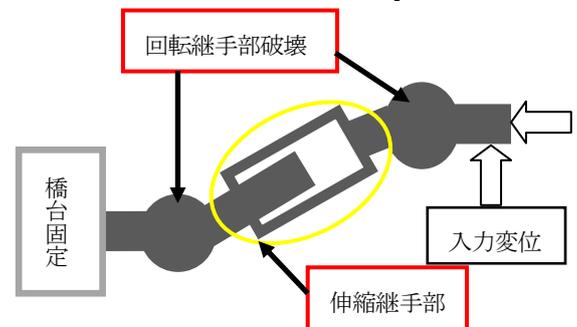


図-2 橋梁添架管路として応用した場合に予想される変位図

3. 解析モデル

提案する対策構造のモデルを図-3 に示し、解析モデルの全体を図-4 示す。前章で述べたように Z 字破壊が予想されるために、管軸方向変位吸収部と管軸直角方向変位吸収部を分離した。

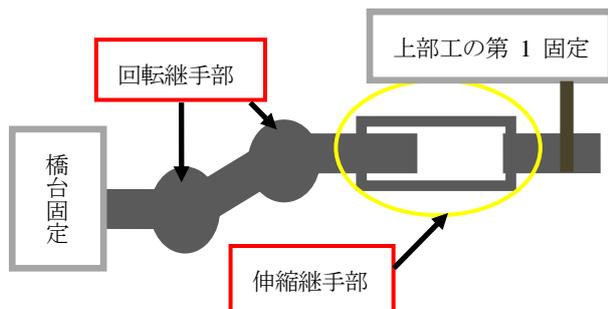


図-3 提案する継手部のモデル

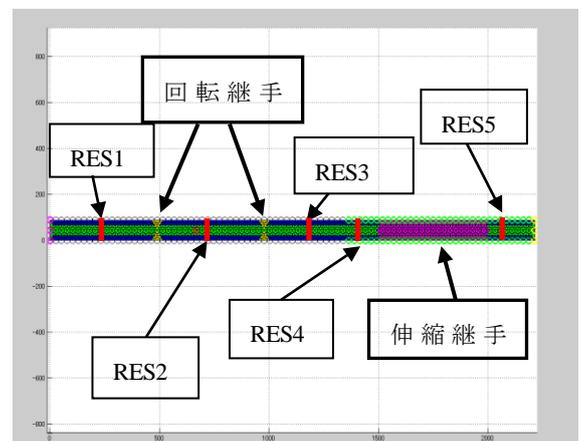


図-4 解析モデル全体図

#### 4. 解析結果

回転継手部と伸縮継手部の弾性係数を鋼管本体の 1/10, 1/100, 1/1000 と 3 種類に分け, それぞれを組み合わせると合計 9 ケースの解析を行った. そのうち, 最も比較がしやすい鋼管本体の弾性係数 1/10 および 1/1000 の解析ケースについて結果の考察以下に示す.

(1) 回転継手部及び伸縮継手部, 弾性係数 1/10 の結果

回転継手部及び, 伸縮継手部の弾性係数を鋼管本体の 1/10 にした図-5 の場合では, 目視で確認できるほどの振動は生じていないものの, 3.0sec 辺りから橋台固定部側の回転継手部が大きく変形し始め, 3.5sec 辺りで最大変位となり, 実物の添架管路を想定すると 2ヶ所とも回転継手部の破損等の可能性が考えられる. また, 伸縮継手部の剛性も高いため伸縮しておらず, 管本体の曲げ変形がみられる.

(2) 回転継手部及び伸縮継手部, 弾性係数 1/1000 の結果

回転継手部及び, 伸縮継手部の弾性係数を鋼管本体の 1/1000 にした図-6 の場合では, 1.2sec から変形が始まるが, こちらは弾性係数 1/10 と比較しなめらかに変形しており, 5.0sec 終了まで回転継手部及び伸縮継手部が作用していると考えられ, 目視で確認できる振動も見受けられない. 伸縮継手部で変位を吸収することが出来ており提案する対策構造が有効に機能していると考えられる.

図-7 と図-8 の変位グラフを比較すると, 図-8 において x 方向成分が伸縮機能で吸収されていることが明らかとなった.

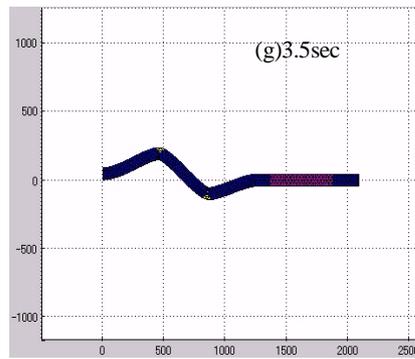


図-5 回転継手部及び伸縮継手部  
弾性係数(1/10(20594N/mm<sup>2</sup>))

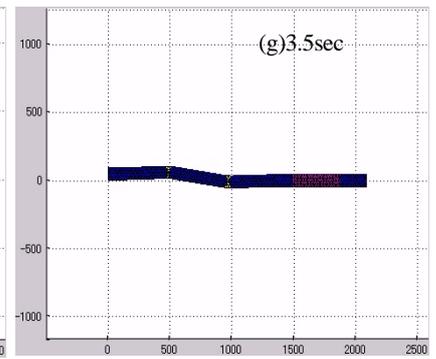


図-6 回転継手部及び伸縮継手部  
弾性係数 1/1000(205.9N/mm<sup>2</sup>)

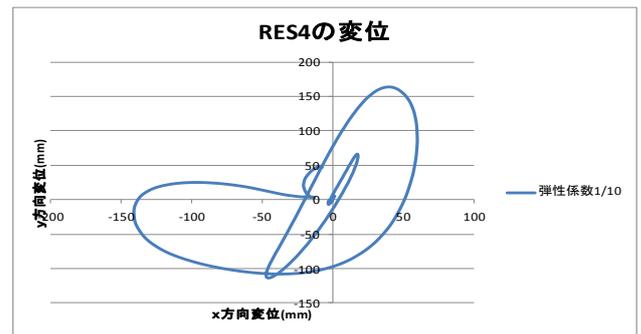


図-7 RES4 の変位(弾性係数 1/10)

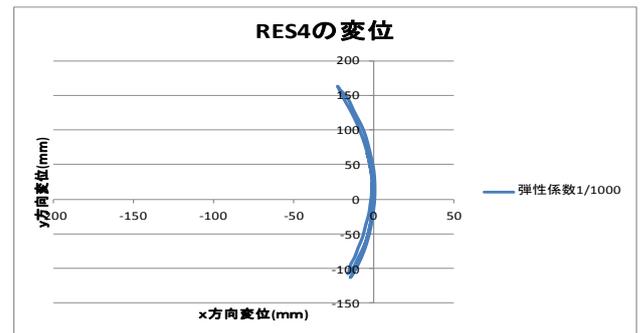


図-8 RES4 の変位(弾性係数 1/1000)

#### 5. 結論と課題

本研究では, 新設橋梁に添架される通信ケーブル保護用鋼管を対象とした動的大変形解析を行い, 対策構造案を検討した. 得られた知見と今後の課題を以下に要約する.

- ① 弾性係数を 3 種類に変化させた場合, 最も弾性係数が小さいモデルは, 剛性が高い継手部と比較し, なめらかに変形しており, 鋼管本体の変形も見受けられず伸縮継手部で変位を吸収することが出来, 提案する対策構造が有効に機能していると考えられる.
- ② 実際の配管部材の設計において, 回転継手部, 伸縮継手部の剛性を適正に設定することが重要であると考えられる.

#### 参考文献

- 1) 田中宏司, 鈴木崇伸, 岩田克司, 山崎泰司: 通信管路の免震橋梁への添架方法に関する研究, 第 30 会土木学会地震工学研究発表会論文集, pp.1, 2009.
- 2) 株水研 山下 保: ダクタイル製ボール形可撓伸縮管一兵庫県南部地震における芦屋浜の管路挙動調査報告一、建築設備と配管工事、P57(1997年10月)