摂南大学都市環境工学科 学生員 〇原田 尚慶 摂南大学都市環境工学科 正会員 片桐 信

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,特に脆弱なねじ継手を有する管路の大変形破壊解析を行い,その対策案の検討を 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

数値解析に用いる入力波は、田中ら¹⁰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設定した.著者らの研究では、管路の橋上部構造への第1固定部に、伸縮継手を設置することが有効であると判明している.そこで、図-1に示す波形(y 方向のみ入力)を基本入力波形とし、伸縮継手の影響を反映した.

3. ねじ部強度の設定

ねじ部の変形特性と強度を表すために、ねじ部有限要素の等価弾性係数 E'と破壊ひずみ ε_{cri} を、実際のねじ部強度に対応するように設定する必要がある。実際のねじ部強度としては、長さ約 200mm の供試体に引張り・圧縮軸力を加えた際の破壊強度 F(201000 N)と破壊時変位 $\delta(1.1 \text{ mm})$ しか明らかでない。そこで、図-2 に示すように、 E'と ε_{cri} の初期値として3条件を想定し、これらと破壊強度F・破壊時変位 δ との関係を線形回帰し、新たに得られたデータを新たに加えて逐次線形回帰分析を繰り返す方法で次善のE'と ε_{cri} を選択し、最終的な値を設定した。

4. 解析モデル

著者らのこれまでの解析結果をもとに,表-1 に示す解 析モデルを設定した.ケース1は橋梁への第1固定点 (モデルの右端)に伸縮継手を設ける場合,ケース2は 同箇所に伸縮・屈曲継手を設ける場合である.

解析の結果,図-3 に示すように,ねじ継手部が無対策 である場合,伸縮継手を第1固定部に設置してもねじ部 が完全に破断する計算結果となり,内部のケーブルが断 線すると考えられる.そこで,図-4に例示するように, ねじ継手部に離脱防止装置を装着する構造を考案し,そ の結節点に作用する x,y方向力の算出を試みた.

Takanori HARADA and Shin KATAGIRI, shin-k@civ.setsunan.ac.jp



図-1 伸縮継手を設置した場合の入力波形



ねじ部の解析モデルを 図-5 に示す. ピンクの有 限要素が柔軟なねじ部を表 し,青○の個別要素が図-4 の結節点を模擬している.

5. 解析結果

ケース 1 の場合のねじ 継手結節点に作用する力 の時刻歴を図-6 に,ケー ス 2 の場合を図-7 に示す.

ケース 1 の場合の軸直 角方向(y 方向)最大作用力 F_y は約 8200N,軸方向(x 方向)最大作用力 F_x は約 5100N であり,図-4 に例



示したような構造でも十分に設計可能な作用力であることが 明らかとなった.

また,図-7 に示すように,第 1 固定部に伸縮・屈曲継手を 付与したケース 2 では上記結節点に作用する力は F_y =約 5200N, F_x =約 2500N に低減されている.既設添架管路への対策として は、ケース 1 が施工性が良く、また十分に実用的な対策案で あると考えられる.

6. 結論と課題

本研究では、免震化された既設橋梁に添架された通信ケーブ ル保護用鋼管を対象とした動的大変形解析を行い、既設管路に 容易に付与できる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.

- ねじ継手部は、何らかの離脱防止機構を付与しなければ、 通信ライフラインとしての機能損傷が予測される.
- ② 第1固定部に伸縮継手を付与し、ねじ継手部に離脱防止 構造を付与した場合、そこに作用する荷重は、軸直角方 向で約8200Nであり、十分に設計可能な荷重値であった。
- ③ 本解析では、ねじ継手のような中間継手を簡易的にモデル化したが、今後はより詳細な継手の非線形挙動を再現できる解析法の開発を進める所存である。

参考文献

 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.



図-5 ねじ継ぎ手部の解析モデル



図-6 ケース1のねじ継手抵抗力



図-7 ケース2のねじ継手抵抗力