

上路式トラス橋の地震時応答挙動に関する一研究

九州工業大学 学生員○平木 邦昌 学生員 廣住 敦士
学生員 平山 直樹 正会員 山口 栄輝

1. はじめに

現行の道路橋示方書・耐震設計編¹⁾では、地震時の挙動が複雑になると予想される橋梁に関しては動的解析を行い、その結果を設計に反映させることを推奨している。しかしながら、トラス橋に関しては、地震損傷事例や全体系の損傷過程に立ち入った解析例が少ないため、その地震時挙動はあまり理解されていない。そこで、本研究では、上路式トラス橋の2次元モデルを対象として、地震時挙動を検討した。

2. 解析概要

2.1 解析モデル 図-1に示す橋長235.6mの3径間上路式鋼製トラス橋を解析対象とした。支承条件は図-1の②のみ固定支承、①、③、④は可動支承としている。コンクリート床版はI形の横桁との合成構造であるが、2次元モデルのため横桁を仮想部材でモデル化している。

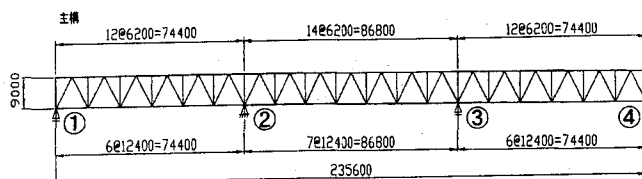


図-1 解析対象橋梁-骨組寸法(単位:mm)

上弦材、下弦材は箱形断面、腹材は箱形断面とI形断面で構成されている。鋼材はSM490YとSM400を使用しており、鋼材の応力-ひずみ関係は2次勾配が $E/100$ (E :ヤング率)のバイリニア型とする。また、床版のコンクリートは圧縮強度が 26021f/m^2 、応力-ひずみ関係は土木学会鋼構造委員会・鋼構造新技術小委員会・耐震設計研究WGで提案された構成則²⁾をベースとした曲線でモデル化している。

2.2 解析方法 地震波には、兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台JMAで観測された加速度記録のNS成分を用い、橋軸方向に作用させる。減衰はレイリー減衰とし、減衰定数は $h_1=h_2=0.03$ とする。解析ソフトはY-FIBER3D³⁾を用い、材料非線形性のみならず、幾何学的非線形性も考慮して解析を行う。本解析モデルは、全部材を一次の梁要素でモデル化する。モデル化に関して別途検討した結果、要素分割に関して、弾塑性挙動を表現するには格点間5要素が適当であるとの結果を得たため、ここでもその要素分割数を適用する。上下弦材の腹材の結合条件は剛結とした。

3. 解析結果と考察

3.1 固有値特性 固有値解析を行い、5次までの固有モードを図-2に示している。固有モードを見ると、いずれも水平方向よりも鉛直方向の変位が大きく、地震時には、鉛直方向に大きな振動が生じるものと推測される。

3.2 時刻歴応答特性 解析結果として、最大鉛直変位が生じた時の変形状態、残留変形を図-3に示している。この変形図からわかるように、水平変位に比べると、鉛直変位の方が大きい。これは固有モードから推測される変形特性と一致している。

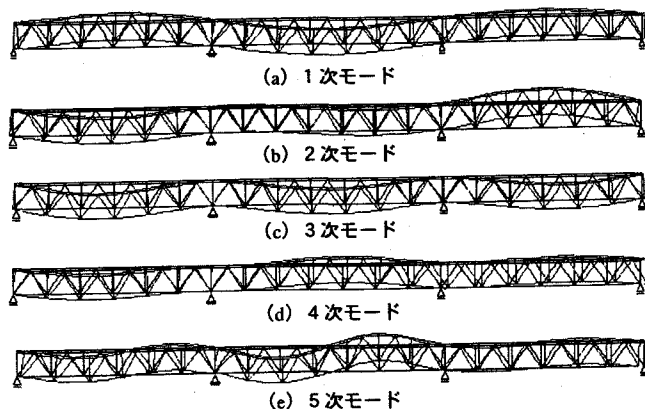


図-2 固有モード

残留変形の図(図-3(b))からわかるように、左から8番目の下弦材(部材8と呼称)では座屈が生じたと判断される。

部材8の時刻歴応答を図-4にまとめている。図-4(a)、(b)より、大きな交番軸力および直応力が生じ、図-4(c)、(d)より、5秒過ぎから鉛直変位および曲率が急に大きくなり始め、この時点で座屈が生じたと考えられる。部材8に隣接した部材で座屈変形が生じなかったのは、部材8の剛性が隣接部材に比して小さいためである。

図-5に塑性変形した領域を示している。下弦材の多くの箇所では塑性変形が生じているのに対し、上弦材は全く塑性変形していない。上路橋であるため、床版が荷重を負担しているためと考えられる。なお、ここでの塑性変形には、引張力によるもの、圧縮力によるもの、引張力と圧縮力の両方によるものがある。

4. まとめ

上路式トラス橋における地震時挙動について検討した。得られた主な結果を以下に示す。

- ・地震波を橋軸方向に入力したにも関わらず、鉛直変位が水平変位よりも大きくなっていた。
- ・地震時に下弦材で大きな圧縮軸力が作用するため、座屈を引き起こす可能性がある。
- ・下弦材では多くの箇所では塑性変

形しているが、床版が荷重を負担するため、上弦材に塑性変形は見られない。

5. 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 平成8年12月。
- 2) 耐震設計WG：鋼橋の耐震設計指針案と耐震設計のための新技術，土木学会，1996。
- 3) 大和設計株式会社（1999）：Y-FIBER3D 取扱説明書，大和設計株式会社，1999。

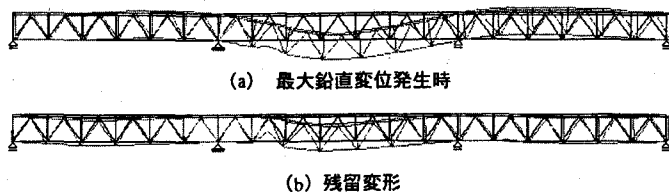


図-3 変形状 (変形倍率20倍)

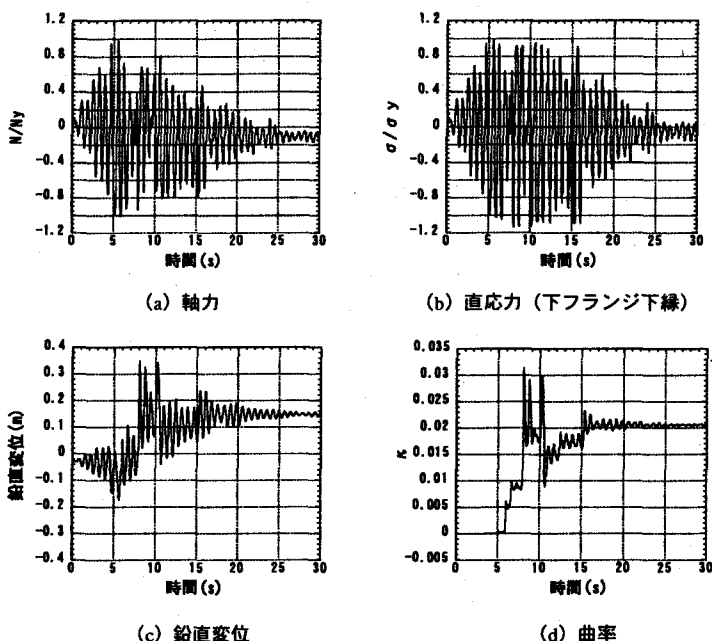


図-4 部材8中央点の時刻歴応答

太線：引張力による塑性化部材； 極太線：圧縮力による塑性化部材
白抜き太線：引張力と圧縮力が交互に現れ塑性化する部材



図-5 塑性変形領域