

上路式鋼製トラス橋の地震時応答解析

九州工業大学 学生会員○廣住敦士 学生会員 田中 智
正 会 員 山口栄輝 正 会 員 久保喜延

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震の被害を踏まえ、道路橋示方書¹⁾が改訂された。そこで地震時の挙動が複雑な橋に関しては、静的解析では地震時の変形挙動を十分に表すことができない場合があるため、動的解析を行い、その結果を設計に反映させることが規定された。動的解析をするためには、橋の動的特性を表現できる適切な解析モデルを用いる必要がある。

よって本研究では、上路式鋼製トラス橋の2次元モデルを対象に、その地震時変形挙動を把握するためのモデル化について検討した結果を報告する。

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。床版はコンクリートでできている。コンクリート床版は上弦材と完全合成とし、弾性とした。鋼材の構成則として二次勾配が一次勾配の1/100のバイリニア移動硬化則を用いた。

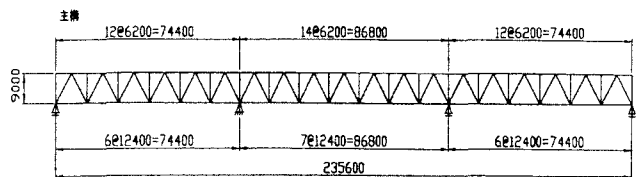


図-1 解析モデル-骨組寸法(単位:mm)

表-1にモデル化の詳細を示す。モデルAは計算の効率を良くするために格点間を1要素とし、支点周りの下弦材、斜材および垂直材を弾塑性要素、その他を弾性要素としたモデルである。さ

表-1 モデルタイプ

モデル	タイプ	弾塑性要素領域	腹材結合条件	細分割領域
A	1	支点周りのみ	ピン結合	無し
	2		剛結合	
B	1	全て	ピン結合	無し
	2		剛結合	
C	1	全て	ピン結合	全て(格点間10要素)
	2		剛結合	

注) 支点周りの斜材および垂直材は常に剛結合

らに腹材の結合条件をピン結合、剛結合の2パターンとしたものを、順にタイプを1, 2とした。次にモデルAの妥当性を比較検討するために全ての部材を弾塑性要素としたモデルBを設定した。続いて、要素分割の妥当性を比較するためにモデルBで格点間の要素を10要素としたモデルCを設定した。

2.2 解析方法 入力地震波は兵庫県南部地震の際、神戸海洋気象台で観測された地震波のNS成分で橋軸方向に30秒間入力している。粘性減衰はレーリー型で減衰定数を3%とした。解析ソフトはY-FIBER3Dを用い、積分時間間隔を0.01秒とした。

3. 解析結果と考察

モデルAの塑性変形領域を図-2(a), (b)に示す。モデルA-1の下弦材には塑性変形が見られた。結果は省略するが結合条件による変形図、最大変位発生点には大きな差異は見られなかったが、剛結合モデルの方が最大変位は小さくなっていた。地震波を橋軸方向に入力したにも関わらず最大鉛直変位が最大水平変位よりも大きくなっていた。

次にモデルBの塑性変形領域を図-2(c), (d)に示す。モデルBにおいてモデルAで弾性要素としていた下弦材に塑性変形が見られた。また、モデルAと同様、結合条件によって塑性変形領域が異なり、剛結合モデルの方が最大変位は小さくなっていた。さらに最大鉛直変位が最大水平変位よりも大きくなっていた。以上の結果より塑性変形領域を把握するにはモデルAでは不十分であると考えられる。

次にモデルCの塑性変形領域を図-2(e), (f)に示す。モデルCはモデルBでは塑性変形の見られなかった部材に塑性変形が進展していた。モデルC-1, C-2ともに固定支点付近の下弦材には圧縮力による塑性変形が見られた。斜材には塑性変形は見られなかったが、固定支点上の垂直材に関しては塑性変形が見られた。図-3にモデルC-1の最大鉛直変位発生時の変形図と最大鉛直、水平変位発生点の時刻歴応答変位曲線を示す。変形図は変形を分かりやすくするために変位を10倍とした。この変形図から見て分かるように固定支点周りの圧縮力による塑性化部材は座屈しており、応答曲線からも変位が急激に大きくなっていることからそのことが分かる。モデルC-2においても同じような結果が得られた。モデルA, Bと同様に最大鉛直変位が最大水平変位よりも大きくなっていった。

以上の結果より、格点間1要素では地震時変形挙動を把握するのに不十分であると考えられる。

この4つのモデルで固有値解析を行った結果を表-2に示す。モデルCとモデルBを比較するとモデルCの方が一次固有振動数小さくなっており、要素数が増えると固有振動数が小さくなるという結果が得られた。一般に低次の主要な振動モードを考慮すれば実用的な精度が得られることから、一次固有振動数の異なる格点間1要素の不十分さが言えると考えられる。

4. まとめ

- ・どのモデルでも地震波を橋軸方向に入力したにも関わらず最大鉛直変位が最大水平変位よりも大きくなっていった。
- ・モデルA, Bでは剛結合モデルの方が最大変位は小さくなっていった。
- ・モデルAの要素分割では塑性変形領域を把握するには不十分である。
- ・格点間1要素の要素分割では固有振動数、塑性変形領域、座屈、地震時変形挙動の把握には不十分であると考えられる。

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

——— : 引張力による塑性化部材 ——— : 圧縮力による塑性化部材

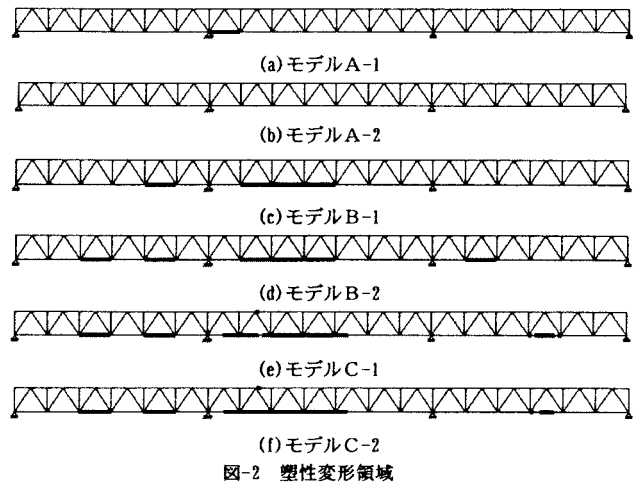


図-2 塑性変形領域

○: 最大水平変位発生点 ●: 最大鉛直変位発生点

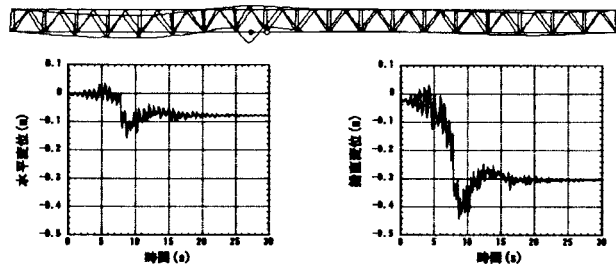


図-3 C-1の最大鉛直変位発生時の変形図と最大鉛直、水平変位発生点の時刻歴応答変位曲線

表-2 一次固有振動数

モデル	一次固有振動数(Hz)
B-1	1.478
B-2	1.560
C-1	1.445
C-2	1.446