

改定された設計地震動が鋼ランガー橋の地震時応答特性に与える影響

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○石川 達也
大阪大学大学院工学研究科 正会員 小野 潔
(株)地震工学研究開発センター 正会員 馬越 一也

1. 目的

道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編¹⁾(以下、「道示 V」という)では、地震時に複雑な挙動を示す構造物に対して、動的解析を行うこととされている。鋼アーチ橋は複雑な挙動を示す構造物の 1 つであり、ファイバーモデルを用いて動的解析を行う例が報告されている。そして、道示 V によると、鋼アーチ橋アーチリブ等の鋼上部構造については、レベル 2 地震動に対しても応答値が割増係数 1.7 を考慮した許容応力度以下に留まるように設計することが望ましいとされている。

また、東北地方太平洋沖地震等に伴い、道示 V では、レベル 2 地震動タイプ I および地域別補正係数が見直された。しかしながら、地域別補正係数を考慮したレベル 2 地震動が鋼橋の応答特性に与える影響について、鋼トラス橋についての研究²⁾は行われているが、鋼アーチ橋については十分に明らかにされていない。そこで、本稿では、鋼アーチ橋のうち鋼ランガー橋を対象に、鋼部材を弾性体とした応力-ひずみ関係を用い、改訂されたレベル 2 地震動を入力地震動とした時刻歴応答解析を行った。そして、アーチリブに着目して、鋼ランガー橋の地震時応答特性について考察を行った。

2. 解析モデルおよび解析条件

2.1 解析モデル

本稿では、複合非線形骨組解析プログラムとして、汎用プログラム EERC³⁾を用いて解析を行った。対象とした鋼アーチ橋の解析モデルを図-1 に示す。このモデル化は、JSSC のモデル化⁴⁾を参考にし、局部座屈を起こさないようアーチリブの板厚を調整した。また、アーチリブの断面の要素分割は、板幅方向に 10 分割、板厚方向に 2 分割とした。拘束条件は表-1 に示す。アーチリブと鉛直材等の他の部材との格点部の剛性は剛結合として解析を行った。

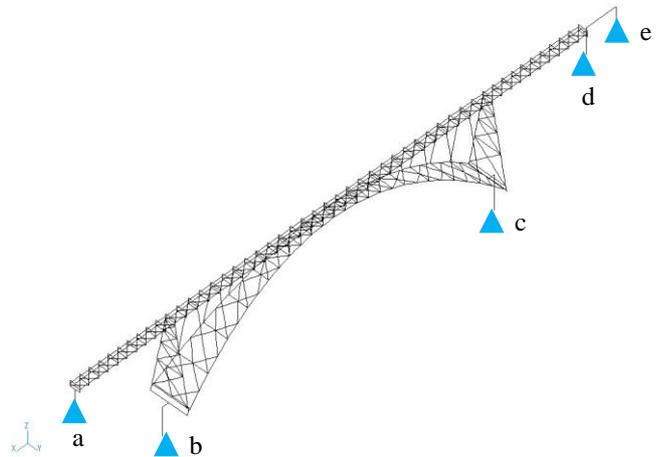


図-1 鋼ランガー橋

2.2 応力-ひずみ関係のモデル化

アーチリブに対して図-2 に示す応力-ひずみ関係を用いて解析を行った。図-2 は鋼部材を弾性体とした応力-ひずみ関係(以下、「線形モデル」という)である。図-2 中の σ_y は降伏強度、 σ_u は式(1)に示される道示 II 鋼橋編⁵⁾に記載されている溶接箱形断面鋼長柱の座屈応力度を用いた。

表-1 拘束条件

支点	x軸(橋軸)	y軸(橋軸直角)	z軸(鉛直)
a,b,c,d,e	拘束	拘束	拘束

$$\sigma_u = \begin{cases} \sigma_y & (\bar{\lambda} \leq 0.2) \\ (1.059 - 0.258\bar{\lambda} - 0.19\bar{\lambda}^2)\sigma_y & (1.0 \geq \bar{\lambda} > 0.2) \\ (1.427 - 1.039\bar{\lambda} + 0.223\bar{\lambda}^2)\sigma_y & (1.0 < \bar{\lambda}) \end{cases} \quad \begin{matrix} \varepsilon_u = \sigma_u / E \\ \varepsilon_y = \sigma_y / E \end{matrix} \quad \dots (1)$$

キーワード 設計地震動, 鋼ランガー橋, 動的解析, 地震時応答特性

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL06-6879-7598

2.3 動的解析条件

入力地震波としては、まず道示V¹⁾に示されるI種地盤のレベル2地震動タイプII各3波、計6波を用い、この入力地震波を橋軸直角方向、橋軸方向にそれぞれ作用させた。地域別補正係数は、改定後のタイプI、タイプIIの差が大きいB1区域の値であるタイプIが1.2、タイプIIが0.85の値を用いた。また、対象橋梁に対して死荷重が作用したときの静的解析を行い、これを初期状態とし、幾何学的非線形性を考慮して時刻歴応答解析を行った。積分法としては、ニューマークのβ法を用い、β=1/4とした。減衰についてはレーリー減衰を使用した。

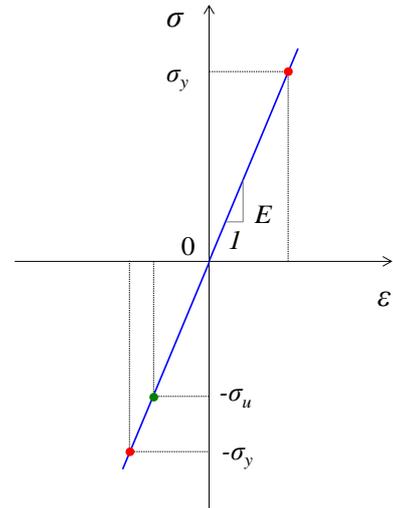


図-2 応力-ひずみ関係のモデル化

3. 解析結果

図-3、図-4にそれぞれ地震波をタイプ毎に橋軸直角方向、橋軸方向に入力した3波の解析結果から得られたアーチリブの応答ひずみの平均値の分布を示している。縦軸の値は応答ひずみ値を部材の降伏ひずみ値で除した値を示しており、一点鎖線で示しているのは先に述べた座屈応力度σ_uに対応するひずみε_uの値を表している。改定されたタイプI地震動に対する応答ひずみの値がタイプII地震動に対する応答ひずみの値を上回り、部材によっては座屈ひずみの値を上回る結果となった。

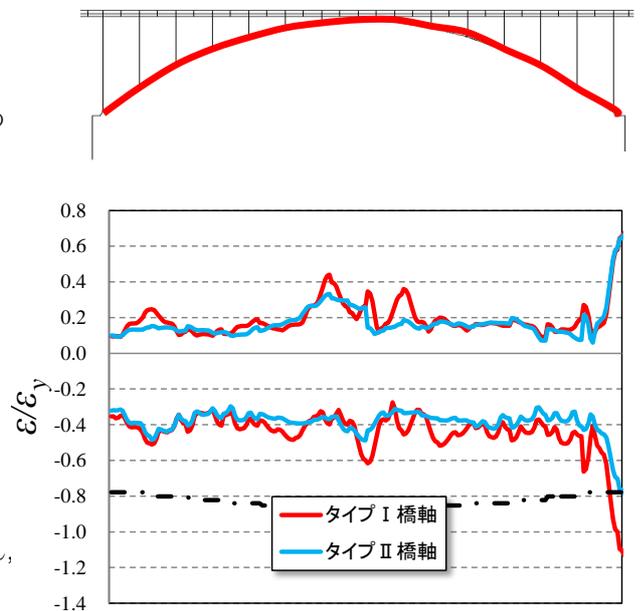


図-3 応答ひずみ分布3波平均(橋軸直角方向)

4. まとめ

本稿では、改訂されたレベル2地震動を入力して動的解析を行い、鋼ランガ橋の地震時応答特性について考察を行った。本稿で対象とした鋼ランガ橋について、改定されたタイプI地震動はタイプII地震動より大きな応答値となる傾向が見られた。

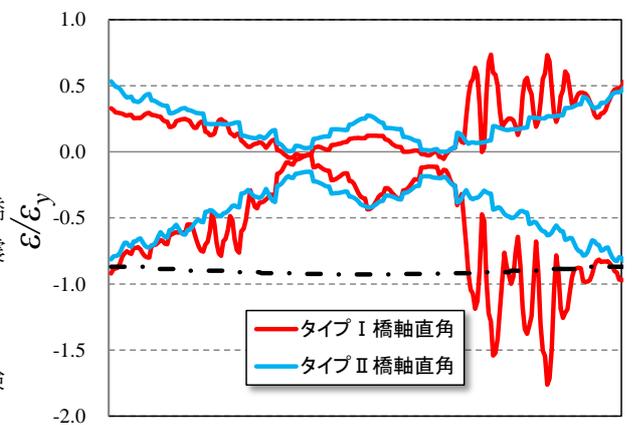


図-4 応答ひずみ分布3波平均(橋軸方向)

5. 謝辞

本研究は、JSPS 研究費 25420483 によって実施したものです。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

1)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編,2012年. 2)道谷梓, 小野潔：改定されたタイプI地震動が鋼トラス橋の地震時応答に与える影響, 第16回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.153~158, 2013年. 3)(株)地震工学研究開発センター：EERC/Fiber User's Manual, 2007年. 4)(社)日本鋼構造協会・鋼橋の性能照査型耐震設計法検討委員会：土木鋼構造物の動的耐震性能照査法と耐震性向上策, 2003年. 5)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編,2012年.