

南海トラフ巨大地震動に対する鋼ランガー橋の地震時応答に関する研究

早稲田大学大学院 創造理工学研究科 ○学生員 尾曾越 計
 早稲田大学 創造理工学部 正会員 小野 潔
 国土技術政策総合研究所 正会員 片岡 正次郎
 (株) 耐震解析研究所 正会員 馬越 一也

1. はじめに

M8-9 クラスの南海トラフ巨大地震の発生が切迫していると指摘されている現在、巨大地震に対する橋梁の地震時応答特性を評価しておくことは、今後の耐震設計、耐震補強について検討を行う上で非常に重要である。そこで、本稿では、鋼ランガー橋を対象に、南海トラフ巨大地震を想定した地震動を設定し、その地震動を用いて動的解析を行い、現行の道路橋示方書 V 耐震設計編¹⁾で示される設計地震動を用いた動的解析による応答との比較を行った。

2. 解析モデルおよび解析条件

2. 1 対象橋梁の解析モデル

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 SeanFEM²⁾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。この鋼ランガー橋のモデル化は、JSSC のモデル化³⁾を参考にし、局部座屈を起こさないように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。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。拘束条件を表-1に示す。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-ひずみ関係である。図-2中の σ_y は降伏強度、 σ_{cr} は道路橋示方書Ⅱ鋼橋編⁴⁾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。

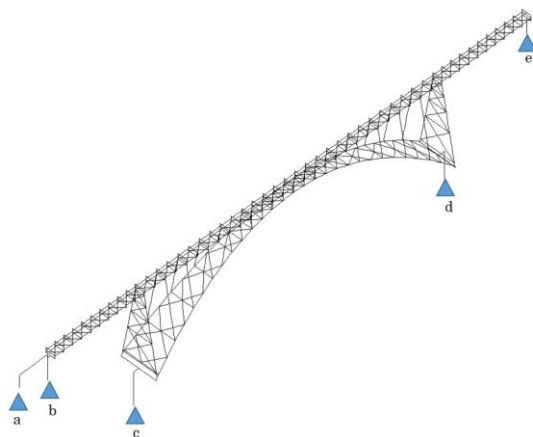


図-1 鋼ランガー橋

2. 2 入力地震動

入力地震波には道示 V¹⁾にあるⅠ種地盤のレベル2地震動タイプⅠ、Ⅱ各3波の合計6波の他、南海トラフ巨大地震を想定した地震動を用いた。南海トラフ巨大地震を想定した地震動は、「陸側ケース」⁵⁾の強震断層モデルをもとに算出された工学的基盤における推定地震動の時刻歴波形から、SHAKEによる地盤(Ⅰ種地盤の地盤モデル)の地震応答解析により地表面の地震動を推定したものである。道示 Vで示される6波の地震動の地域別補正係数については、タイプⅠがA1およびB1地域の値である1.2、タイプⅡが1.0の値を用いた。図-3にこれら地震動の加速度応答スペクトルを示す。これら入力地震動を橋軸直角方向、橋軸方向にそれぞれ作用させて動的解析を行った。なお、解析は、対象橋梁に対

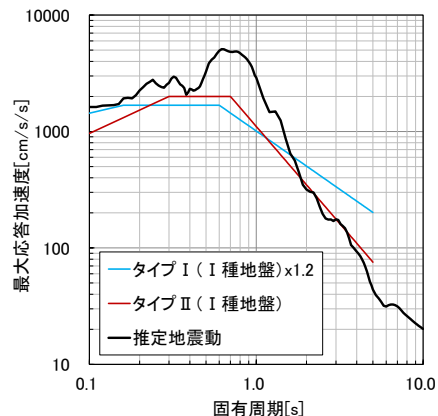
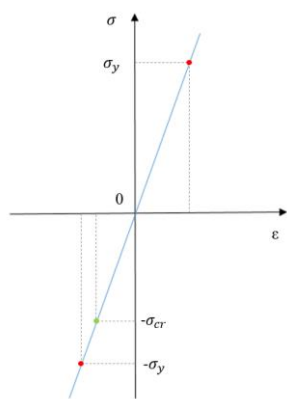
表-1 支点の拘束条件

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

キーワード 鋼ランガー橋、設計地震動、南海トラフ巨大地震、動的解析

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学大学院創造理工学研究科 TEL 03-5286-3387

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、 $\beta=1/4$ とした。減衰についてはレーリー減衰を使用した。



3. 解析結果

図-4に橋軸方向の解析結果、図-5に橋軸直角方向の解析結果を示す。

図-4および図-5において、タイプI地震動3波のアーチリブの最大応答ひずみの平均値の分布を水色の線、タイプII地震動3波のアーチリブの最大応答ひずみの平均値の分布を赤色の線、南海トラフ巨大地震を想定した地震動による最大応答ひずみの分布を緑色でそれぞれ示している。また、図中の黒色の点線は道示IIで示される座屈応力度 σ_{cr} に対する応答ひずみ ε_{cr} の値を、黒色の一点鎖線は降伏応力度 σ_y に対する応答ひずみ ε_y の値をそれぞれ表している。図-4および図-5より、本稿で対象とした鋼アーチ橋については、橋軸方向、橋軸直角方向のどちらに地震動を入力した場合も概ね南海トラフの地震動による応答ひずみがタイプI、タイプIIのものを上回る結果となった。また、橋軸方向の解析結果では、アーチリブの支点d側のひずみが大きい値となっているのに対し、橋軸直角方向ではアーチリブの両端の支点から中央に向かって橋長の1/3の付近までひずみが大きく出る結果となった。

図-2 応力-ひずみ関係

図-3 加速度応答スペクトル

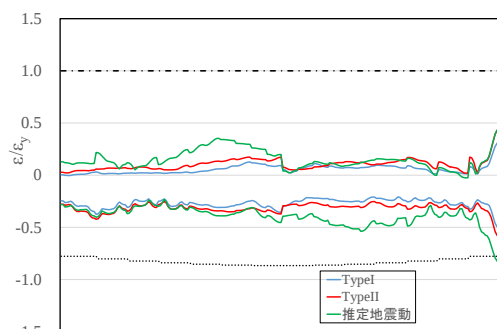


図-4 応答ひずみ分布（橋軸方向）

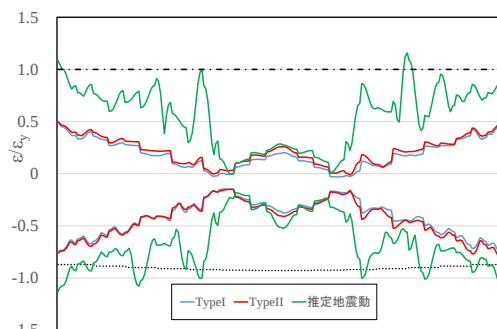


図-5 応答ひずみ分布（橋軸直角方向）

4. まとめ

本稿では、道示の設計地震動と南海トラフ巨大地震動を想定した地震動を入力して動的解析を行い、鋼ランガー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ー橋について、橋軸直角方向に地震動を入力した時には現行道示の設計地震動よりも応答ひずみが増大する結果となった。なお、本稿の検討は鋼ランガー橋1橋のみを対象にした検討である。よって、今後、対象とする橋梁、巨大地震動を増やして検討を実施していく予定である。

【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)(株)耐震解析研究所：SeanFEM (ver.1.2.3)，2005 年。
- 3)(社)日本鋼構造協会：ファイバーモデルを用いた鋼橋の動的耐震解析の現状と信頼向上，2011 年。
- 4)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編，2012 年。
- 5)中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震対策について（最終報告），2013 年。