

改定された海溝型設計地震動を用いた長大トラス橋の地震応答解析

九州大学大学院 学生会員 ○井手 将一 九州大学大学院 正会員 梶田 幸秀
阪神高速道路株式会社 正会員 八ツ元 仁 九州大学大学院 正会員 崔 準祐

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震は、プレートが数か所に渡り連動破壊した大規模地震であったため、強い揺れが従来想定してきた海溝型地震より長く続いた。このことをうけ、2012年3月に発刊された道路橋示方書¹⁾では海溝型地震を想定した設計地震動の継続時間を長く設定するなどの見直しが行われた。そこで本検討では、2002年時の海溝型設計地震動(以後、旧設計地震動)と、2012年に設定された海溝型設計地震動(以後、新設計地震動)を用いて長大トラス橋の地震応答解析を行い、応答値の比較をした。

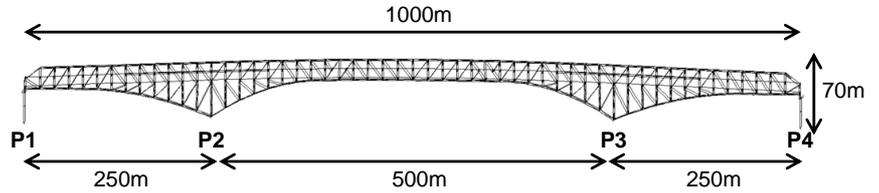


図-1 解析モデルの概略図

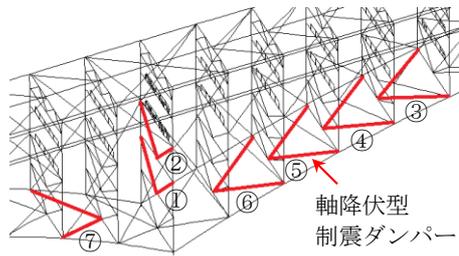


図-2 P3 付近のダンパーの位置

表-1 入力地震動の最大加速度

地震動		最大加速度(gal)
タイプ I-I-1	旧	318.8
	新	537.8
タイプ I-II-1	旧	362.6
	新	619.1
タイプ I-III-1	旧	433.4
	新	506.0

2. 解析モデルの概要と解析条件

本検討で対象とした長大トラス橋の解析モデルの概略図を図-1に示す。橋梁形式は3径間ゲルバートラス橋であり、全長1000m、中央径間長500m、最大主構高70mである。拘束条件として、橋脚基部(P1, P4)と主塔基部(P2, P3)を固定、滑り支承を橋軸方向にのみ自由としている。P2付近とP3付近には、地震時地震エネルギーを吸収させるため軸降伏型制震ダンパー(以後、ダンパー)を設置しており、P3付近のダンパーの位置を図-2に示している。また、各ダンパーには①~⑦の番号を付けている。各部位の使用要素は、上下弦材、鉛直材、斜材をファイバー要素、支承を線形ばね要素、滑り支承を非線形ばね要素、ダンパーを非線形トラス要素とした。減衰はRayleigh減衰を用い、積分時間間隔は0.01秒とした。入力地震動は新旧それぞれの設計地震動タイプI-I-1、タイプI-II-1、タイプI-III-1を用い、橋軸直角方向に入力した。各地震動の最大加速度を表-1に示す。どのタイプの地震動も最大加速度は新設計地震動の方が大きくなっている。

3. 解析結果

固有値解析を行ったところ、橋軸直角方向に卓越するモードは全体1次モードで、その周期は3.63秒、有効質量比は99.7%

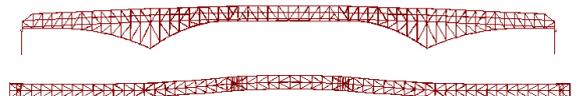
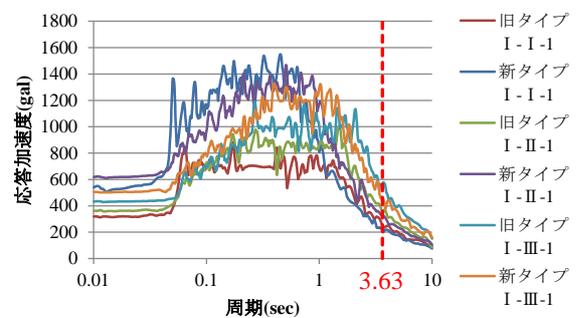
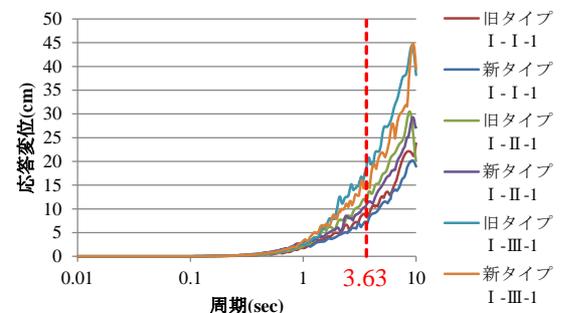


図-3 全体1次モード図



(a) 加速度応答スペクトル



(b) 変位応答スペクトル

図-4 入力地震動の応答スペクトル

キーワード 長大トラス橋, 海溝型地震, 地震応答解析

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番地 TEL092-802-3374

であった。全体 1 次のモード図を図-3 に示しており、橋中央部が大きく変形していることがわかる。減衰定数を 0.05 としたときの入力地震動の加速度応答スペクトルと変位応答スペクトルを図-4 に示す。加速度応答スペクトルと変位応答スペクトルのどちらも、どのタイプの地震動においても、およそ 1.5 秒以下の周期では新設計地震動の方が、それ以上の周期では旧設計地震動の方が大きくなっている。本長大トラス橋の全体 1 次モードの周期 (3.63 秒) では、どちらの応答スペクトルも旧設計地震動の方がわずかに大きい値をとっているため、応答値も旧設計地震動を入力したときの方が大きくなることが予想される。

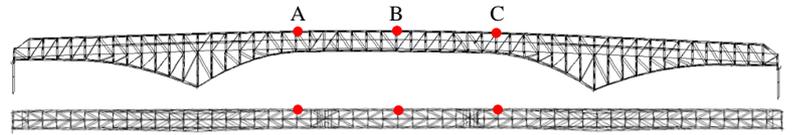


図-5 着目する節点

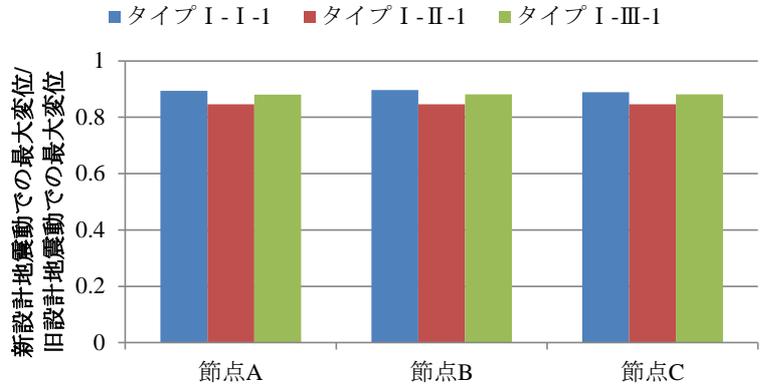


図-6 各節点の最大変位

図-3 の全体 1 次モード図より、変位が大きくなると考えられる中央径間部の上弦材の節点 3 か所 (図-5 の節点 A, B, C) において、旧設計地震動に対する新設計地震動を入力した場合の橋軸直角方向の最大変位の比率を図-6 に示す。入力地震動の地盤種別によらず、着目した 3 か所の節点すべてにおいて新設計地震動を入力したときの最大変位は、旧設計地震動を入力したときの最大変位の 8~9 割程度となっていることがわかる。

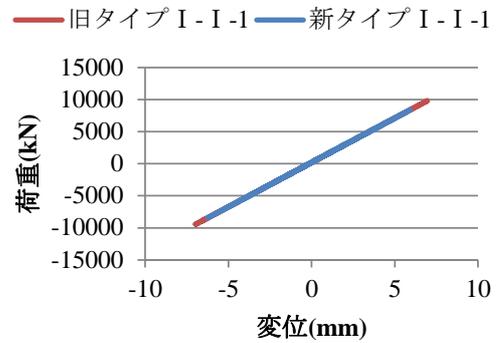
ダンパー①~⑦に着目すると、地盤種別にかかわらずダンパー①~⑦のすべてで応答は旧設計地震動を入力したときの方が大きくなった。また、ダンパー⑦は他のダンパーよりも応答が大きく、ダンパー①~⑥はどの地震動を入力したときも降伏しなかったが、ダンパー⑦は旧タイプ I-II-1 と新旧タイプ I-III-1 を入力したときに降伏した。ダンパー⑦の履歴応答を入力地震動のタイプごとに図-7 に示す。ダンパー⑦が他のダンパーに比べて応答が大きくなった理由としては、ダンパー⑦が変位の大きい橋中央部に近いためと考えられる。

4. まとめ

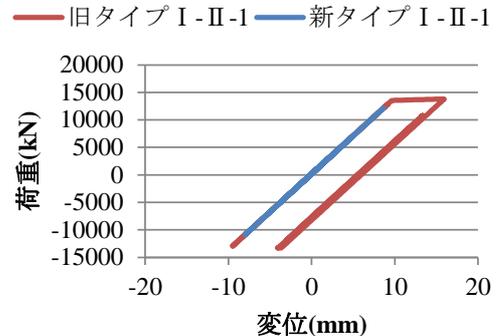
本検討で使用した地震動では、どのタイプの地震動でも旧設計地震動より新設計地震動の方が最大加速度は大きいですが、本長大トラス橋の全体 1 次モードの周期である 3.63 秒では加速度スペクトルと変位スペクトルのどちらも旧設計地震動の方が大きかった。このため、今回着目した上弦材の最大変位とダンパーの履歴応答はどのタイプの地震動でも旧設計地震動を入力したときの方が応答値は大きくなったと考えられる。

参考文献

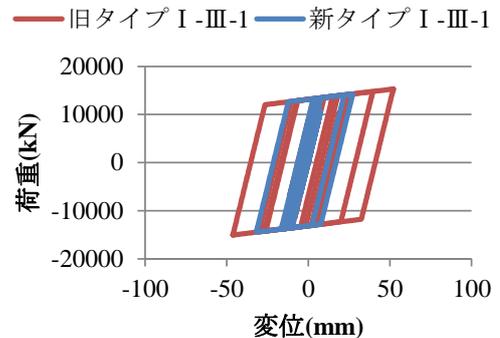
1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，2012



(a) タイプ I-I-1



(b) タイプ I-II-1



(c) タイプ I-III-1

図-7 ダンパー⑦の履歴応答