

撰南大学理工学部 正会員 ○田中賢太郎
 関東学院大学工学部 岸 墨己
 関東学院大学工学部 正会員 北原 武嗣
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 山口 隆司

1. はじめに

東海・東南海・南海地震に代表されるような海溝型巨大地震の発生が懸念されている現状では、既設橋梁の耐震補強は重要な課題である。耐震補強の方法の 1 つとしてエネルギー吸収型ダンパーの設置が考えられる¹⁾。

既設の鋼トラス橋や鋼ラーメン橋には耐震性能が十分でないものも存在する。特に橋軸直角方向の耐震性能が乏しいことが多い。これは橋軸方向に比べると、部材数が少なく剛性が比較的小さくなることが多いためである。

本研究では、ガセット接合部に用いる低降伏点鋼 S 字型ダンパーを提案し、本ダンパーを制震ダンパーとして用いた際の鋼トラス橋の耐震性能を、汎用骨組み解析ソフトを用いた時刻歴応答解析により検討するものとした。

2. 検討対象橋梁

表-1 に示すような橋長 858.46m、支間長 70.63m、主構間隔 10.09m の下路式単純鋼ワーレントラス橋を解析対象とする。断面形状は H 型およびボックス型断面であり、下弦材、補剛材ともに SS400 材が用いられている。

解析においては、トラス部材をはり要素でモデル化し、上弦材間と下弦材間は剛結、上下弦材と斜材はピン支持とした。

表-1 対象橋梁の概要

下路式単純鋼ワーレントラス橋	
橋長	858.46m
支間長	70.63m
主構間隔	10.09m

まず、解析対象橋梁の固有周期と振動モードを求めた。結果の一例として 1 次と 9 次の固有周期を表-2 に、振動モード図を図-1 と図-2 にそれぞれ示す。なお、1 次

モードは橋軸直角方向、9 次モードは鉛直方向の変位が卓越するモードである。

表-2 木曾川大橋の振動数、固有周期

モード次数	固有周期
1	2.039
9	0.2507

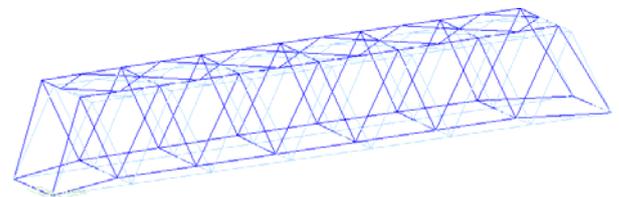


図-1 1次モードの変形図

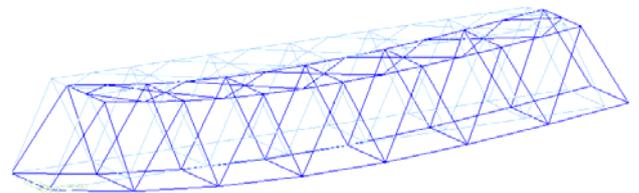


図-2 9次モードの変形図

3. 時刻歴応答解析

1) 入力地震波

図-1 に示した解析モデルに、道路橋示方書の標準地震波 T1-I-1 から T2-III-3 の全 18 波を橋軸方向、および橋軸直角方向に入力した。

2) 低降伏点鋼 S 型ダンパー

図-3 に示すような低降伏点鋼を使用した S 字型ダンパーをトラス格点部に設置する構造を考える。S 字型ダンパーの板幅や板厚、材種などをパラメータとした FEM 静解析を実施し、得られた荷重-変位関係から等価剛性と等価減衰を求めた。

時刻歴解析には、板幅 40mm、板厚 12mm、LY-100 材とした S 字型ダンパーを用いることとし、等価剛性は 30.99N/mm、等価減衰 25%と設定した (図-4 参照)。

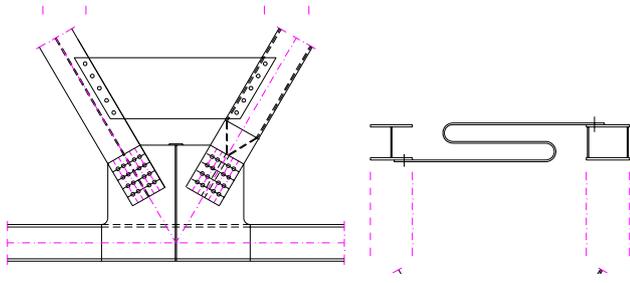


図-3 低降伏点鋼S字型ダンパー

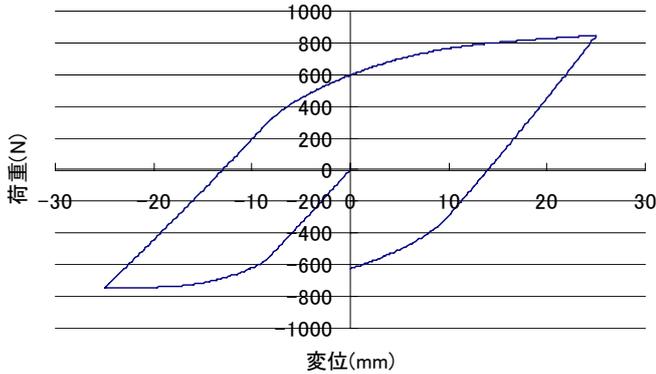


図-4 FEMによる荷重—変位関係

4. 解析結果と考察

まず、橋軸方向に地震波を入力した際の結果を検討する。この際、図-5 に示すように左端の上側格点部に設置した。左端から1個、2個、3個と個数を増やして検討した。図-6 に、上弦材、下弦材、斜材ごとのダンパー無しに対する軸力の比を示す。これらの値は入力地震波全18波の応答の平均である。

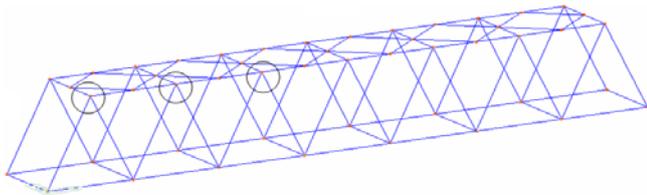


図-5 ダンパー設置位置

ダンパー1個の場合、軸力と変位はダンパー無しの場合と比較してともに約18%減少した。同様にダンパー2個の場合は約26%減少、ダンパー3個の場合は約30%の減少となり、ダンパー数を増やすほど応答の低減度合いは大きくなった。

地震波ごとの応答を検討すると、T2-I-2、T2-I-3、T2-II-1、T2-II-2の地震波の場合、最大軸力発生部材で降伏応力の 235N/mm^2 を越えていたが、ダンパー1個設置によりT2-II-1とT2-II-2の2波が弾性範囲に

留まるようになった。同様に、ダンパー2個設置でT2-I-3、ダンパー3個設置で全地震波に対して弾性限に応答が収まった。

橋軸鉛直方向入力の場合、ダンパー1個で軸力が約50%、変位が約45%減少、2個の場合はともに約60%減少した。橋軸直角方向入力の方が、橋軸方向よりもダンパー設置による応答低減効果が大きかった。

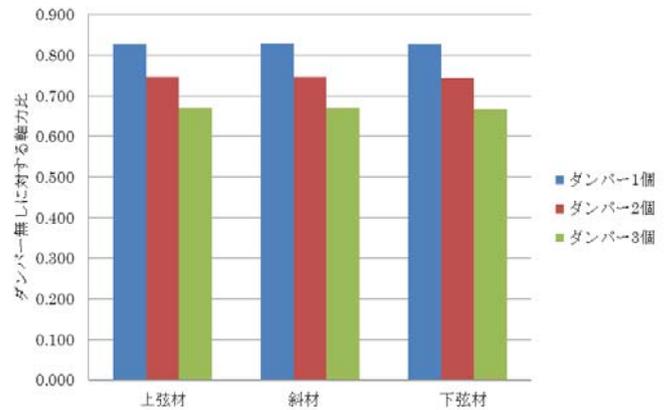


図-6 部材毎のダンパー無しに対する軸力の比

5. まとめ

既設鋼トラス橋を対象とし、低降伏点鋼S字型ダンパーを用いた耐震補強効果を検討した。その結果、橋軸方向入力、橋軸直角方向入力ともに応答は低減されることを確認した。低減効果は橋軸直角方向の方が大きかった。今回の検討では、提案した低降伏点鋼S字型ダンパーを設置することで、全部材の軸力を弾性限に押さえることが可能な結果となった。

今後の課題として、複数の橋梁を対象とした検討、低降伏点鋼S字型ダンパーとして、等価減衰のより小さいダンパーでも効果があるか等を検討する予定である。

謝辞：本研究を実施するに際し、科学研究費補助金・基盤研究(B) (課題番号：21366218, 研究代表者：山口隆司) および(社)日本鋼構造協会・平成21年度鋼構造研究助成を得た。ここに、記して謝意を表する。

参考文献

- (社)日本鋼構造協会：鋼橋の耐震・制震設計ガイドライン、技報堂出版株式会社、2006。