

低降伏点鋼を用いた鋼 π 形ラーメン橋の耐震補強

(株)阪神コンサルタンツ	正会員	○丸尾 和歌子
奈良県宇陀土木事務所	非会員	巽 博一
(株)阪神コンサルタンツ	正会員	新名 裕
立命館大学理工学部	正会員	伊津野 和行

1. はじめに

道路ネットワークの耐震性を確保する目的として、緊急輸送道路の橋梁を中心に耐震補強対策が積極的に行われ、比較的小規模な桁橋などは概ね完了した状況にある。一方、アーチ橋、ラーメン橋などの特殊橋梁は、耐震補強工事費が多額であり、複雑な地震応答特性を有することから、実工事に至った例は少ない。

そこで本論では、既設の鋼 π 形ラーメン橋に対して、免震・制震デバイスの比較検討により、橋軸方向の制震デバイスとしてせん断パネル型制震ストッパーを選定し、橋軸直角方向の制震デバイスとして既設橋脚横構を座屈拘束型ブレースに取り替える耐震補強対策を提案した。ともに低降伏点鋼 LY225 を用いた制震デバイスであり、解析による地震応答の低減効果と耐震補強の適用性について検討した結果を報告する。

2. 対象橋梁および構造概要

対象橋梁は、昭和 39 年の道路橋示方書によって設計・施工されており、現在の道路橋示方書の耐震性能は満足しないと判断される。設計条件を表-1 に、構造モデル図を図-1 に示す。

表-1 設計条件

橋梁形式	鋼 π 形ラーメン橋
橋長	60.200m
支間長	17.700m+24.000m+17.700m
幅員	総幅員 8.700m, 有効幅員 8.000m
支承条件	桁端部：可動支承 橋脚基部：ヒンジ支承
地盤種別	I 種地盤
適用示方書	道路橋示方書（昭和 39 年 6 月）

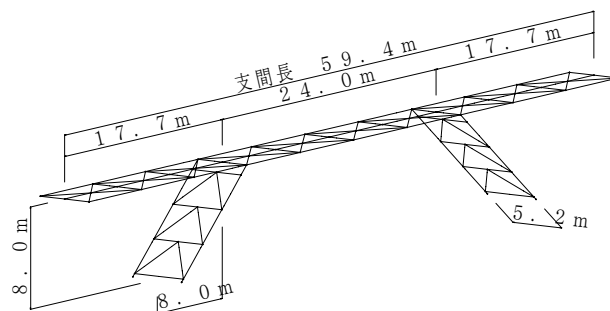


図-1 構造モデル

3. 耐震性能照査

耐震性能の照査は、3次元ファイバーモデルを用いた非線形動的解析で評価した。また、解析プログラムは MIDAS/Civil を使用した。

本橋は鋼 I 形断面であり、降伏後の非線形性が期待できないため、降伏ひずみおよび降伏応力度を超えた部材を塑性化した部材と判定した。図-2 に示す太線箇所が塑性化した部材である。

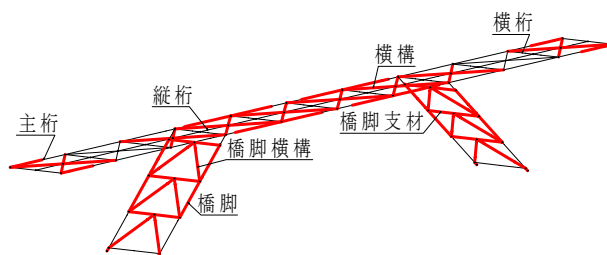


図-2 塑性化する部材

4. 耐震補強対策およびその効果

既設橋梁の耐震性を向上させる方法としては、(1)補強板、補剛板などによる部材の強度を増加させる方法、(2)支承、粘性ダンパーなどを組み合わせた橋梁を免震化する方法、(3)構造物内部に非線形部材を挿入し、その部材のエネルギー吸収効果により、耐震性向上を図る方法などがある。近年、(3)の耐震性向上策に関する研究成果が幾つか報告されており^{1)~3)}、本橋においても(3)の耐震性向上策を基本とした。

キーワード 鋼 π 形ラーメン橋、低降伏点鋼、3次元ファイバーモデル、非線形動的解析

連絡先 〒541-0042 大阪市中央区今橋 1-6-19 (株)阪神コンサルタンツ TEL 06-6208-3305, FAX 06-6209-1266

(1) 制震デバイス設置箇所

耐震補強対策として、図-3 に示す位置にせん断パネル型制震ストッパーおよび座屈拘束型ブレースを設置した。せん断パネル型制震ストッパーは図-4 に示す橋台前面に設置し、座屈拘束型ブレースは既設橋脚横構を置換するものである。

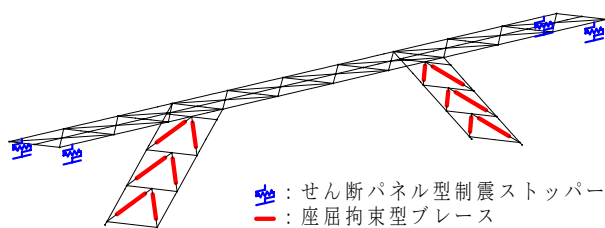


図-3 耐震補強対策

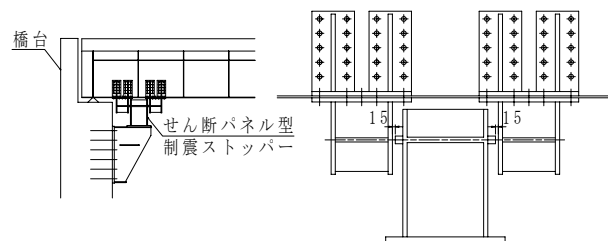


図-4 せん断パネル型制震ストッパー取付図

(2) 制震デバイスの効果

せん断パネル型制震ストッパーおよび座屈拘束型ブレースの効果を表-2 に示す。表-2 は補強前の応答値が大きい図-5 に示す部位に着目した結果であり、記載している数字は、応答値/許容値の比率を示す。1.0 以下であれば、応答値が許容値に収まっていることを意味する。

主部材である主桁および橋脚は、それぞれ、最大で 15%，43%応答値が小さくなる。また、二次部材である横構および橋脚支材（剛性の大きな部材に取り替えたことにより効果が大きい）も応答値が小さくなる。

表-2 応答値の比較（応答値/許容値）

部 位	補強前	補強後	部 位	補強前	補強後
主桁①	4.84	0.71	横構①	3.58	0.15
主桁②	4.73	0.83	横構②	3.50	0.13
主桁③	4.84	0.71	横構③	3.53	0.14
主桁④	4.73	0.83	横構④	3.55	0.14
橋脚①	1.32	0.87	支材①	5.79	0.12
橋脚②	1.45	0.63	支材②	7.82	0.12
橋脚③	1.54	0.89	支材③	5.89	0.12
橋脚④	1.45	0.63	支材④	8.16	0.12

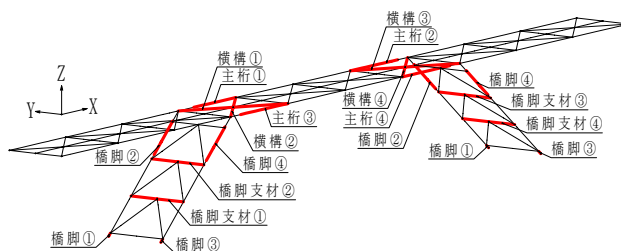


図-5 補強効果着目部材

5. おわりに

本論では、せん断パネル型制震ストッパーと座屈拘束型ブレースを既設の鋼 π 形ラーメン橋に挿入し、解析により地震応答の低減効果を明確にした。結果をまとめると以下の通りである。

- (1)せん断パネル型制震ストッパーおよび座屈拘束型ブレースは、低降伏点鋼特有の小さな変形で大きな減衰が期待できるため、鋼 π 形ラーメン橋の地震応答の低減に効果がある。
- (2)座屈拘束型ブレースは、橋軸直角方向の地震に対してヒンジ部に作用する上揚力を低減する効果があり、ヒンジ部の固定化を回避することが可能となる。

謝辞：せん断パネル型制震ストッパーの検討資料を提示していただきました、橋梁用デバイス研究会の高田機工(株)佐合大氏、川口金属工業(株)吉田雅彦氏、座屈拘束型ブレースの検討資料を提示していただきました、三菱重工橋梁エンジニアリング(株)野田弘康氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1)谷，佐合，谷中，小池，鶴野，姫野：低降伏点鋼板を用いたせん断パネル型制震ストッパーの研究，第9回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，2006.2
- 2)福田，川島，渡辺：ブレースダンパーによる鋼製アーチ橋の地震応答低減効果，第7回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，2004.1
- 3)森下，井上，川島，阿比留，平井，本田：ダンパーブレースを組み込んだ上路アーチ橋部分構造の動的地震応答実験，土木学会論文集 No.766/I-68，pp.277-290，2004.7