

軸力降伏型ダンパを用いた既設鋼橋の耐震対策

三菱重工業広島研究所 正会員 井上幸一
三菱重工業広島研究所 正会員 ○明神久也
三菱重工業広島製作所 正会員 中出 収

1. まえがき

平成 8 年の道路橋示方書改訂により、レベル 2 地震に対する橋梁の耐震性確保が義務付けられた。これに伴い、既設橋梁では種々の断面補強による耐震対策が行われているが、これが補強不可能な基礎の反力増加につながったり、大規模な補強工事が必要で非現実的になる。そのため施工が比較的容易で、大幅な補強重量の増加を来さない耐震向上工法が強く望まれている。

そこで、本報告では施工が比較的容易で補強鋼重を大幅に低減できる耐震性向上法として、対傾構や横構などの地震時にせん断変形を受け持つ部材に、最近建築構造物によく用いられるようになった軸力降伏型ダンパを適用する工法を提案する。

2. 既設鋼橋の耐震上の問題

(1) モデル橋の諸元ならびにレベル 2 地震応答

既設鋼橋のレベル 2 地震応答解析モデルとして、図 1 に示すような上路式ランガー橋を取り上げた。主な諸元を表 1 に示す。

解析は、時刻歴応答解析でタイプⅡ、Ⅰ種地盤におけるレベル 2 地震波を、モデル橋（線形）の橋軸方向および橋軸直角方向から入力した。

その結果を表 2 に示す。表 2 は特に破損すると致命的な影響を受けると考えられる桁、脚柱、アーチリブについての最大応力度と降伏応力度、または座屈応力度の比（以下単に応力度比と表記）である。これによれば、橋軸方向、橋軸直角方向からのレベル 2 地震に対し、主要部材はいずれも応力度比 1.0 を超えており、現橋のままでは十分な耐震性を有しているとはいえない。

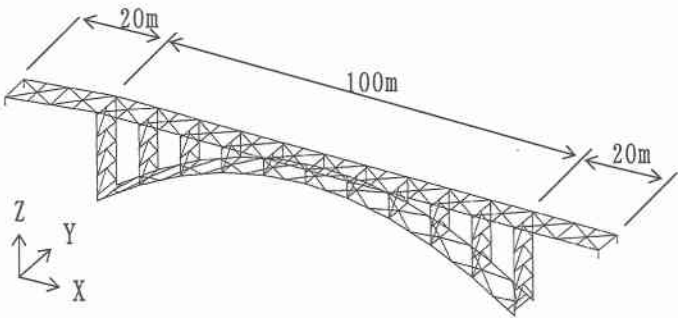


図 1. 上路式ランガー橋モデル

表 1. モデル橋諸元

橋長	140 (m)=20+100+20 (m)
鋼重	500 (t)
境界条件	桁支点部：橋軸方向 バネ：1225kN/m 橋軸直角方向バネ：1225kN/m 回転自由 脚基部：橋軸方向固定 橋軸直角方向固定 回転拘束

表 2. 現橋の主要部レベル 2 地震応答値
(降伏・座屈応力度比)

	橋軸方向	橋軸直角方向
桁	3.02	0.82
脚（柱）	1.06	2.81
アーチリブ	1.18	1.41

(2) 断面補強による耐震対策の問題点

上記のように、主要部材に着目しただけでも応答値は大きく降伏または座屈応力度を超えている。

そこで、応力度比が 1.0 を下回るように断面補強を施すと、必要な補強鋼材量が 91 t（表 3）にもなり、大幅に自重が増加を引き起こす結果となった。

これは、補強工事の大規模化、基礎反力の増加につながる。

表 3. 現橋鋼重と必要補強鋼材量

現橋鋼重 (t)	必要補強鋼材量 (t)
500	91

3. 耐震要素（軸力降伏型ダンパ）

そこで、断面補強に代わる耐震対策として、軸圧縮力を受けても座屈により耐力を低下することなく、安定した復元力特性を発揮する軸力降伏型ダンパ（以下単にダンパと表記）を用いる。

図3にはダンパの適用例とその構造の簡略図を示す。図中のダンパ芯材が、レベル2地震時に引張・圧縮作用により塑性変形を繰り返し、エネルギーを吸収する。

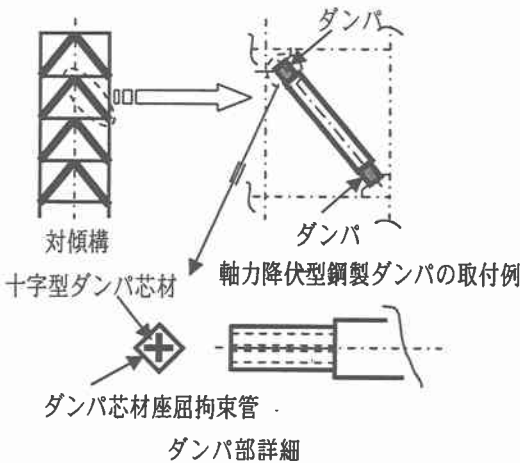


図3. 軸力降伏型鋼製ダンパの概略構造

4. 耐震対策の効果

図4にダンパの適用箇所を示す。ダンパ部に非線形要素を考慮し、2章同様に時刻歴応答解析を行った結果を表4に示す。また、ダンパ部の応答履歴を図5に示す。

表4、図5に示すように、ダンパは効果的に作用しており、レベル2地震に対し応力度比1.0を大きく上回っていた主要部材が、この対策によりほぼ1.0以下に低減させることが可能であると確認された。

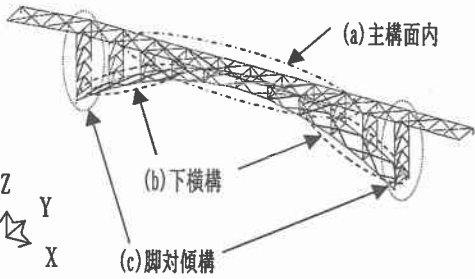


図4. ダンパ適用箇所（太線部）

表4. 耐震対策後の主要部レベル2地震応答値（降伏・座屈応力度比）＊（ ）内値は無対策時

	橋軸方向	橋軸直角方向
桁	0.91 (3.02)	0.91 (0.82)
脚（柱）	0.52 (1.06)	1.07 (2.81)
アーチリブ	0.76 (1.18)	0.97 (1.38)

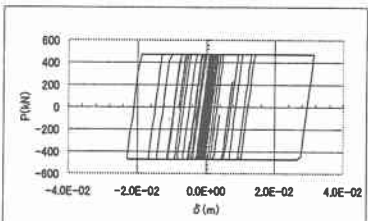
5. まとめ

以上のように、ダンパを適用することで効果的に耐震対策が可能で、従来の耐震補強工法で問題となる自重の増加、工事の大規模化といった問題を解決できるという結果が得られた。

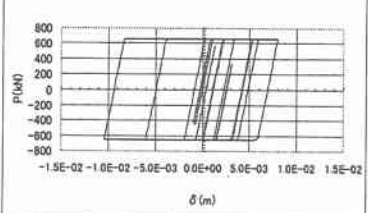
本耐震対策の適用対象橋梁は、上路・中路式アーチ系橋梁、方杖ラーメン橋、トラス橋などである。これら鋼橋の特長として、各部材の機能が分けられていること、部材の補修や取替えが比較的容易に行えるということがある。本対策は、このような鋼橋の特長をうまく使ったものと言える。

6. 参考文献

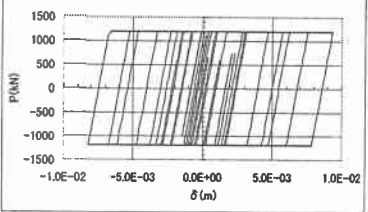
- 1) 井上, 明神, 増田, 中出, 軸力降伏型鋼製ダンパを適用した鋼橋の耐震性向上法, 第5回地震時保有水平耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, p43-50, 2002年1月.
- 2) 森下, 村瀬, 井上, 立山, 両端に軸降伏ダンパーを組み込んだ長尺ブレースのダンパー部復元力特性試験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, p903-904, 2000年9月.



(a) 主構面内（橋軸方向地震応答）



(b) 下横構（橋軸直角方向地震応答）



(c) 脚対傾構（橋軸直角方向地震応答）

図5. 各部ダンパのレベル2地震応答値（履歴）