

鋼方杖ラーメン橋の制震ブレース工法による 耐震補強の設計・施工 - 八戸自動車道 干草橋 -

東日本高速道路株式会社 正会員 曾田 信雄
東日本高速道路株式会社 正会員 松森 順生
ショーボンド建設株式会社 中河 武史

1. まえがき

平成7年に発生した兵庫県南部地震以来、八戸自動車道では道路橋示方書に規定する耐震性能を満足させるべく、これまで主としてRC巻立て工法による耐震補強工事(13橋,計70基)を実施してきた。しかし、干草橋は橋長100mの鋼方杖ラーメン橋であり、既往の工法は適用できないことから、ダンパーを用いた制震ブレース工法を採用した。

本報文では、鋼方杖ラーメン橋の耐震補強の工法検討、制震ブレースの特徴と施工方法について述べる。

2. 現況の耐震性能照査

現況の干草橋の耐震性能は、道路橋示方書・同解説 耐震設計編に規定する加速度応答スペクトルに基づいて設定された地震動に対して確認を行っている。

解析結果は、橋軸方向に作用する地震動では耐震性能は満足するものの、橋軸直角方向では、上部構造や橋脚主構が許容値を超過する結果となった。(図-1)また、橋脚支承部では、建設当初の設計では考慮されていない負反力が発生することがわかった。

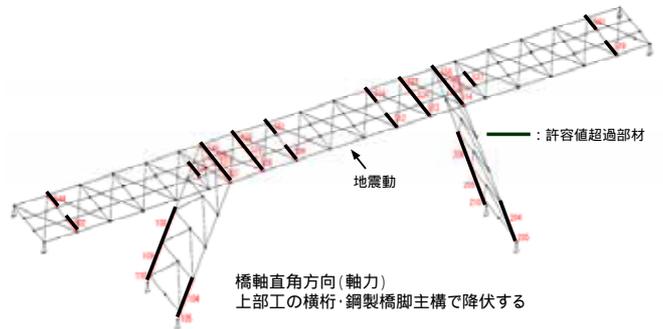


図-1 耐震性能解析結果

3. 補強工法の選定

工法検討に先立ち、近年の鋼橋耐震補強事例を収集した。鋼橋の耐震補強は、主要部材をコンクリート巻立て・充填あるいは鋼材の追加により「耐力を向上させる方法」と、ダンパーによって「地震応答を低減させる方法」に大別できる。

干草橋の補強方法は、兵庫県南部地震クラスの地震動に対して耐力向上策のみで抵抗することは経済的でないことから、地震応答を減衰させる制震ブレース工法を基本に補強検討を進めた。なお、干草橋は上下線分離橋であることから、応答分散および支点負反力の解消に着目して上下線を一体化する案を追加して検討した。(表-1)

・ 案の上下線一体化補強は、橋脚支承部に負反力が発生しないものの、橋軸直角方向からの地震動に対して上部工・橋脚主構に降伏する部材が発生する。

・ 案は、降伏部材は発生しないが、案の制震ブレース置換えは、既設部材撤去が供用中施工の制約条件となるため、既設対傾構を挟み込むように制震ブレースを設置する案を採用することとした。

案の制震ブレースの設置位置は、上段と下段は検査路や支承部が制震ブレース固定の障害となることから、中段の2段にダブルで追加している。なお、既設対傾構は制震ブレース設置後に撤去する。

また、橋脚支承部の負反力については、メナーゼヒンジを施工して下部構造と一体化させることにより抵抗させることとした。

4. 制震ブレースの構造

制震ブレースの、十字芯材、座屈拘束管、中間材および連結材で構成されていて、通常時是对傾構として機能し、

表1 制震ブレースの比較検討

	補強方法	照査結果		評価	採用	
		概略図	解説			橋軸方向
一体化+制震ブレース	補強案		上下線を制震ブレースで一体化した案 —:制震ブレース		×	橋軸方向の全部材及び橋軸直角方向の主桁は許容値を満足する。 橋軸直角方向の特に橋脚基部が大きく許容値を超過する。
	補強案		上下線を鋼材で一体化し、橋脚上下段パネルを制震ブレースに置換した案 —:制震ブレース		×	橋軸方向の全部材及び橋軸直角方向の主桁は許容値を満足する。 橋軸直角方向の特に橋脚基部が大きく許容値を超過する。
制震ブレース置換え	補強案		橋脚全段パネルを制震ブレースに置換した案 —:制震ブレース			全部材の許容値を満足する。 全ての対傾構・水平支材の撤去が必要となり、供用中施工の制約条件となる。
	補強案		橋脚中段パネルに制震ブレースを追加した案 —:制震ブレース			全部材の許容値を満足する。 対傾構を制震ブレースで挟み込むため、設置後に既設対傾構を撤去する。

キーワード 耐震補強, 鋼方杖ラーメン橋, 制震ブレース, ダンパー, ホイストクレーン

連絡先 〒039-1114 青森県八戸市北白山台 5-5-1 TEL 0178-27-2100

地震時には十字芯材（LY225，低降伏点鋼）が塑性変形することで地震エネルギーを吸収する仕組みになっている。また，十字芯材は座屈しないよう座屈拘束管に内蔵されている。（図-2）

制震ブレースは，ひずみ量が±1.5%以内においては，安定した塑性変形を繰り返すことが確認されている。今回干草橋に使用したダンパーについても同様のひずみ量±1.5%以内となるよう設定されており，その許容塑性変形量は21mm（片側10.5mm）となっている。

5. ダンパーの施工

干草橋は，渓谷地形に架かる橋であるため，制震ブレースの架設には本線上からと，橋下からの施工の二通りが考えられるが，本線上からは交通規制が伴い制約が多いため，橋下からのホイストクレーンによる架設工法を採用した。図-3にその施工フローを示す。

ホイストクレーンによって巻上げられた制震ブレースは，所定の橋脚部まで移動後，図-4のようにレバーブロックに盛替えての架設となった。橋脚が斜材のため，立体的な移動が要求され，架設には細心の注意が要求されたが，事故もなく無事，架設を完了させることができた。

また，制震ブレースの挙動を把握するため，けがき用のステンレス棒でアルミ板に傷を付け，変位量を測定できる変位量測定器を設置することで地震時における点検を可能なものとした。（図-5）

6. まとめ

ダンパーによる制震ブレース工法は，地震時における減衰効果から，上部構造への負担も軽減され，非常に有効な工法である。本報文が，今後同様の橋梁の耐震補強を検討される際の一助となれば幸いである。

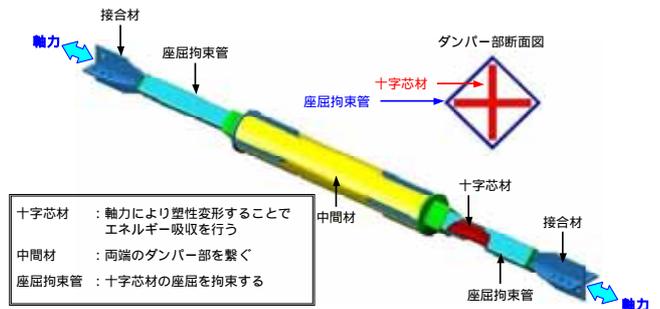


図-2 制震ブレースの構造

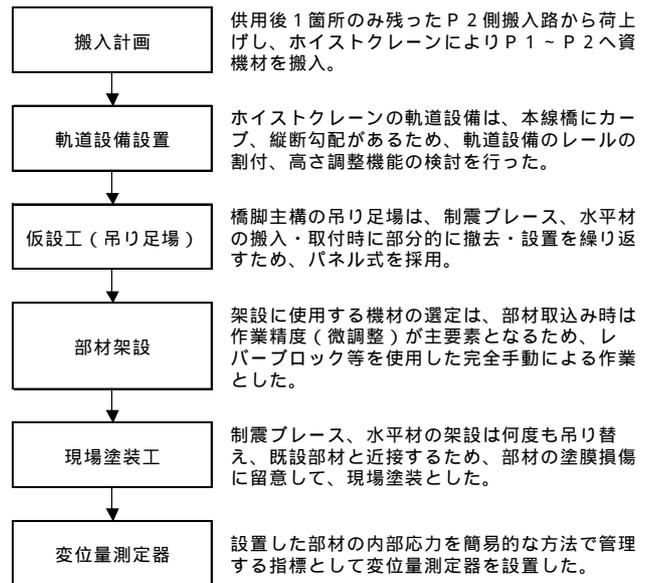


図-3 制震ブレース施工フロー



図-4 制震ブレースの架設状況



図-5 完成後全景および変位量測定器

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 耐震設計編．（社）日本道路協会（平成14年8月）
- 2) 既設道路橋の耐震補強に関する参考資料．（社）日本道路協会（平成9年8月）
- 3) 中径間橋梁の動的耐震設計．（社）土木学会西部支部（平成14年2月）
- 4) 鋼橋の耐震・制震設計ガイドライン．（社）日本鋼構造協会（平成18年8月）