

農業用貯水池に架かる既設橋の耐震補強対策とその解析

中央コンサルタンツ(株)福岡支店

正会員 ○仁井 啓貴

正会員 愛敬 圭二

非会員 富重 裕紀

非会員 佐々木暢夫

1. はじめに

現在、既設橋梁の耐震補強としては、橋脚の耐力およびじん性を向上させる工法、変位を制御する方法、分散支承や免震支承の設置により橋脚の地震力を低減させる等の耐震補強工法が検討および実施されている。耐震補強工事については、橋脚の巻立てにより、仮設工（仮締切工、仮栈橋工等）設置に伴い工事費の増大や工期の延長が生じる場合もある。また、橋脚の過大な耐力の増加は基礎補強が必要となる懸念もある。

このような状況を踏まえコスト縮減と環境への影響を低減する工法として、上部構造と下部構造を制震ダンパーで連結させた耐震補強対策が考えられる。本稿はその実施例について概説する。

2. 対象橋梁の概要

図-1 に示す橋梁は、昭和 62 年に下部工のみ竣工された橋梁である。既設の下部工は、現行基準の耐震性能を満足しなかったため、耐震補強対策が必要になった。対象橋梁は、農業用の貯水池に架かるため、農業に影響の与えない 10 月～2 月の 5 ヶ月間で施工を完了する耐震補強工法が求められた。検討後、経済性、耐震性、施工性に優れた上部構造と下部構造を制震ダンパーで連結させた耐震補強工法にて設計を行った。

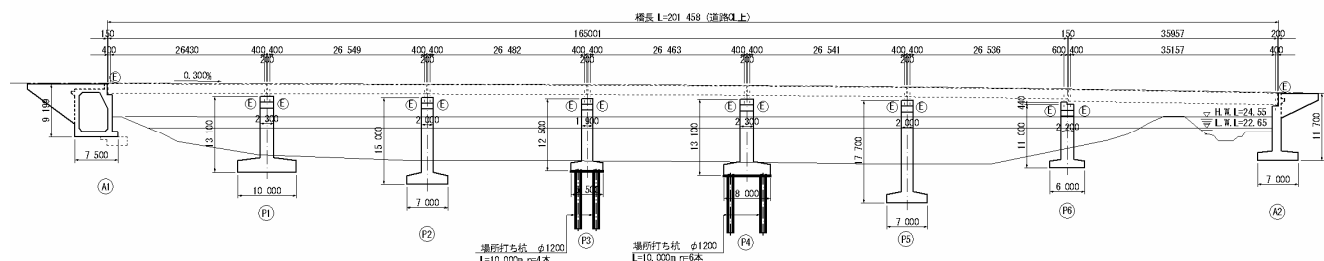


図-1 対象橋梁側面図

3. 解析モデル

耐震補強解析は、非線形動的解析にて行った。解析モデルについては、上部構造は線形梁要素、RC 橋脚は非線形梁要素（M- Φ モデル）、橋台は弾性梁要素としてモデル化を行った。RC 部材の材料非線形は、骨格曲線としてトリリニアモデルを用いた。基礎は地盤を考慮した線形バネ要素として解析を行った。免震支承およびダンパー部材は弾塑性バネとしてモデル化した。

表-1 に部材性能、図-2 に復元力特性を示す。解析手法は直接積分法の Newmark β 法（ $\beta = 0.25$ ）を用いた。積分時間間隔は 0.001 秒、減衰はレイリー減衰とした。検討は橋軸方向、橋軸直角方向の 2 方向を対象としているが、本論文では橋軸方向について記述する。入力地震動は道路橋示方書 V 編の標準波形を使用した。

表-1 部材性能

	ヤング係数 (kN/m^2)	せん断弾性係数 (kN/m^2)	部材性能	減衰定数	減衰定数
上部構造	3.30×10^7	1.43×10^7	弾性部材	0.03	
免震支承	-	-	弾塑性バネ (バイリニアモデル)	0.00 (履歴減衰)	
橋脚	2.35×10^8	1.02×10^7	弾塑性部材 (トリリニアモデル (M- Φ))	0.02	
橋台	2.35×10^8	1.02×10^7	弾性部材	0.05	
フーチング	2.35×10^8	1.02×10^7	弾性部材	0.05	
基礎	-	-	弾性バネ	0.10	A1~P2, P5~A2
				0.20	P3~P4
ダンパー	-	-	弾塑性バネ (バイリニアモデル)	0.00 (履歴減衰)	

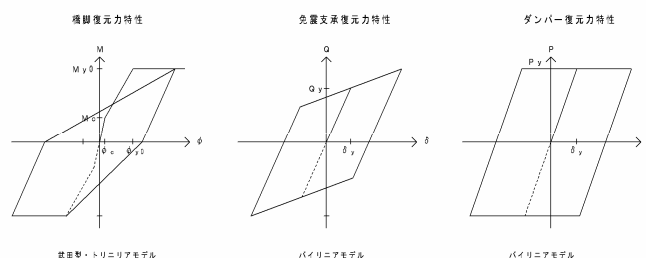


図-2 復元力特性

4. 耐震補強検討

上部構造については、上部工重量の低減が図れる鋼橋としても下部工が無補強とはならないことから、経済性等により PC ポストテンション T 桁橋を採用した。また、支承については、当初設計（竣工当時）では固定・可動支承が採用されていたが、本設計では地震時慣性力の減衰効果が図れる免震支承を採用した。耐震設計における橋脚の照査項目は、応答塑性率、応答曲率、残留変位、応答せん断力である。

4. 1 R C巻立て工法による耐震補強

解析を行った結果、全ての橋脚に補強が必要となった。耐震補強として、R C巻立て工法による補強を行うと、杭基礎の補強 (P3、P4 橋脚) や仮締切り工の設置 (P5 橋脚) が必要となった。そのため、施工工期の長期化、コスト増大となることが判明した。

4. 2 制震ダンパーを用いた慣性力分散工法による耐震補強

課題を解決するために、制震ダンパーを用いた慣性力分散工法による耐震補強を検討した。具体的には、以下の対策を採用した。

1) A1 橋台部に上下部工連結構造の制震ダンパーを設置し、A1 橋台に地震時慣性力を負担させた。

2) P2 橋脚、P6 橋脚をR C巻立て補強することで、P3～P5 橋脚が負担する地震時慣性力の低減を図った。

上記の対策を講じることで、橋梁全体として、P3～P5 橋脚が負担する地震時慣性力を低減し、それらの橋脚を無補強とした耐震補強工法を採用した。

ダンパーの取付け平面図を図-3 に示す。ダンパーを取り付けるために、上部工側には横桁を増設し、下部工側にはRC突起構造を設置する計画とした。

ダンパー履歴応答図を図-4 に示す。ダンパーによる履歴減衰効果が図れていることがわかる。最大応答変位が99mm であるため、ダンパー規格は150mm のものを採用した。なお、ダンパー設置前の最大応答変位は150mm 程度であり、ダンパー設置により応答変位も減少していることが確認できた。図-5 に補強対策図を示す。

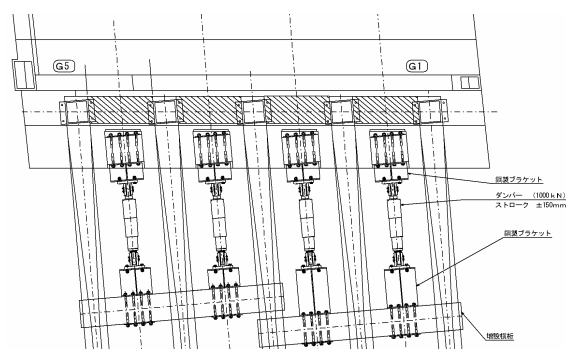


図-3 ダンパー取付け平面図

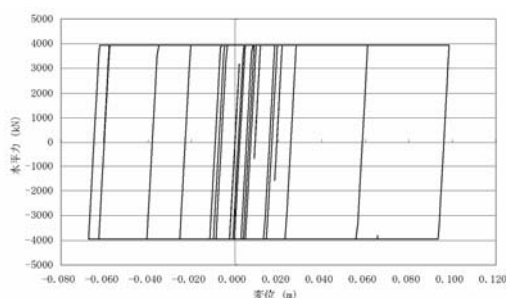


図-4 ダンパー履歴応答図

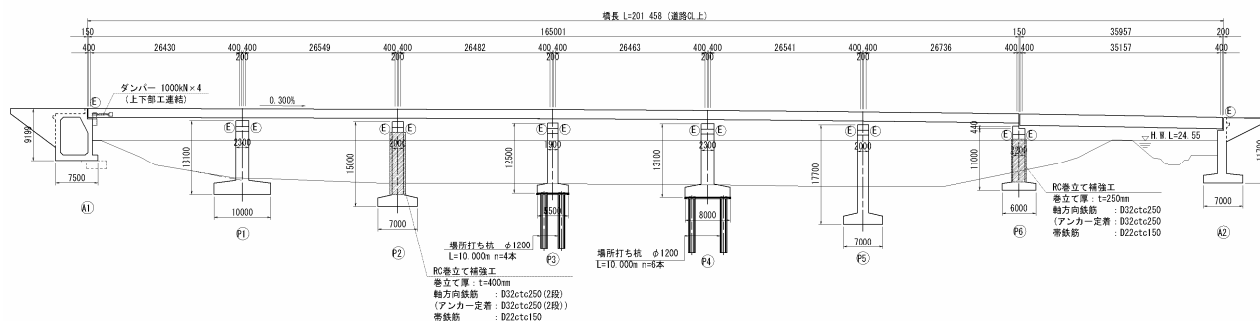


図-5 補強対策図

5. まとめ

今回、耐震補強検討を実施した結果における考察を以下に記す。

1) 制震ダンパーにより、地震時慣性力及び変位を制御することが可能である。

2) 制震ダンパーを用いた慣性力分散工法は、河川橋等において、河川内施工期間等の施工条件、河積阻害率等の構造条件に制限がある場合において有効となる場合があり、全体工費においてコスト縮減が図れる場合もある。また、仮設工が不要となれば自然環境、社会環境に配慮した工法と言える。

3) 制震ダンパーのみでは、橋梁全体の耐震性能を満足しない場合には、本検討のように、R C巻立て工法を併用することで合理的な補強工法となる場合がある。

写真-1 にダンパー取付け例、図-6 にダンパー取付け側面図を示す。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 2002. 3
- 2) 海洋架橋・橋梁調査会：既設橋梁の耐震補強工法事例集 2005. 4



写真-1 ダンパー取付け例

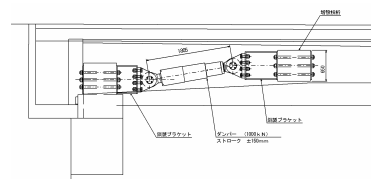


図-6 ダンパー取付け側面図