

アンカーフレーム定着された鋼上路式アーチ橋(豆焼橋)に対する耐震補強設計

埼玉県秩父県土整備事務所 曾田 信行
 埼玉県秩父県土整備事務所 津久井 隆
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○伊藤 雪
 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 大竹 省吾

1. はじめに

鋼上路式アーチ橋の耐震補強設計では、当て板・巻き立て工法は重量の増加と短周期化のため適用が困難であり、制震対策が効果的であることが知られている。ただし制震対策にも限界がある。本稿は鋼上路式固定アーチ橋の耐震補強詳細設計において制震対策のみでは耐震性が確保されないアンカーフレーム定着された端支柱基部等に対する対策を検討した設計事例を報告する。

2. 橋梁概要

表-1 に対象橋梁の概要を、図-1 に橋梁側面図を示す。対象橋梁は昭和 57 年に竣工しており、耐震設計は L1 地震動まで考慮されている。支承条件は、アーチリブと端支柱基部は橋脚に剛結、端支柱天端はヒンジ(ピン支承)、橋台は可動(ベアリング支承)である。

3. 耐震補強設計方針

本橋の耐震補強設計は H24 道示 V²⁾ および鋼橋の耐震・制震設計ガイドライン³⁾ に基づいて L2 地震動に対する照査を動的解析により行った。目標耐震性能は、本橋が緊急輸送道路上の重要構造物であることから表-2 のとおり設定した。ここで、二次部材については引張側は非線形部材としてモデル化し主要部材への影響を考慮した。圧縮側については材料非線形と座屈現象を考慮する複合非線形挙動的な確かな評価が必要となるため、線形域に留めた。耐震補強対策は当て板・巻き立て補強、コンクリート充填補強との事前比較検討より、補強規模の縮小が可能となる制震化対策を採用した。

4. 現況に対する耐震性能照査の結果

図-2 に現況耐震性能照査による部材のひずみレベル図を示す。橋軸・直角方向ともに、アーチリブ、補剛

表-1 対象橋梁の概要

橋名	豆焼橋	
完成年	昭和57年8月	
路線名	一般国道140号	
適用示方書	道路橋示方書[昭和48年2月] ¹⁾	
設計活荷重(当初)	一等橋TL-20, 群衆荷重	
橋梁形式	上部工	鋼逆ローゼ桁橋
	下部工	逆T式橋台(A1, A2) 重力式橋脚(P1, P2)
	基礎工	直接基礎
橋長	L=220.0m	
支間割	L=34.5m+149.6m+34.5m	
幅員構成	W=3.75+3.50+0.50+2.00=9.75m	
交差物件	一級河川豆焼川	

表-2 目標耐震性能

部材	目標耐震性能	備考
主構造部材	耐震性能1 (部材健全度1)	弾性的挙動 (降伏応力度内)
二次部材	耐震性能2 (部材健全度2)	軽微な損傷 (引張側のみ降伏を許容 $\leq 2\epsilon_y$)
支承	耐震性能1 (部材健全度1)	弾性的挙動 (降伏耐力以下)

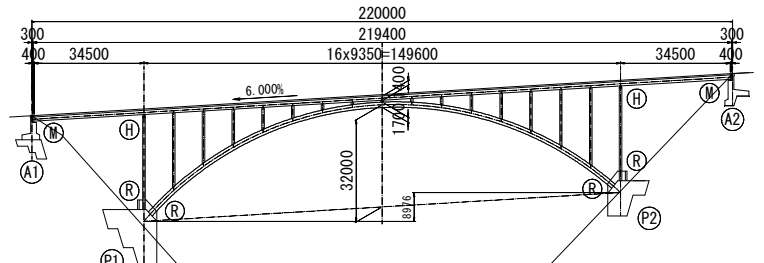


図-1 橋梁側面図

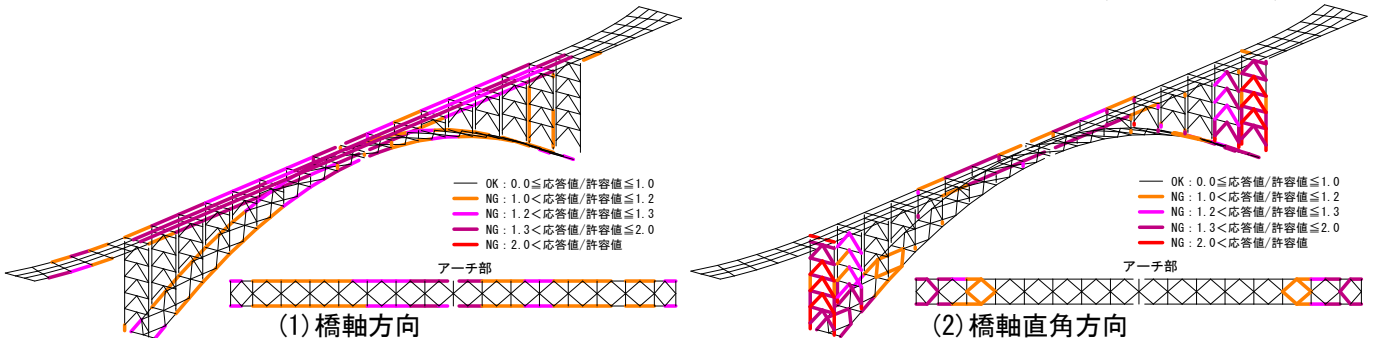


図-2 現況耐震性能照査による部材のひずみレベル図

キーワード 鋼上路式アーチ橋, 耐震補強設計, 動的解析, 制震化, 粘性ダンパー, 座屈拘束ブレース
 連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 (株)オリエンタルコンサルタンツ 構造部 TEL: 03-6311-7860

桁, 端支柱, 中間支柱において応答値が許容値を超過しており, 両方向に対する対策を行う必要があることがわかった. また, ピン支承・ベアリング支承も応答値が耐力を超過した.

5. 制震設計

橋軸方向は橋台の可動支承に併設する形で粘性ダンパーを設計し, 制震化を図った(図-5). 粘性ダンパーの規格は, 主要部材が耐震性能を満たすものとし2箇所にて1500kNを2基ずつとした. 粘性ダンパーからの作用力に抵抗するための橋台補強として, 堅壁前面から背面盛土部に貫通するグラウンドアンカーを設計した(図-5).

橋軸直角方向は, 常時荷重に対して抵抗しない部材(アーチ横構, 対傾構)のうち, 耐震照査において降伏に至る部材を中心に座屈拘束ブレースに置換することとした(図-5). 座屈拘束ブレースの規格は, L1地震時作用軸力に対しては弾性域に留まる規格とした.

6. 耐力補強設計

制震対策のみでは耐震性能を満足しない部位の補強設計を行った.

一部中間支柱と端支柱基部には当て板補強を行った. 橋台のベアリング支承は水平力と上揚力, 端支柱上のピン支承は水平力が耐力を超過したため, 支承に代わって地震荷重に抵抗する補強構造を設計した. ピン支承の補強構造概要図を図-3に示す.

端支柱基部は, アンカーフレームへの基部補強部材の定着や橋脚内に埋設されたアンカーフレームの補強, アンカーボルトの増設が必要となった. 端支柱基部の当て板にブラケットを設置してアンカーフレーム内にボルト定着する構造を検討したが, 狭小空間での施工が必要となり現実的でなかった. そこで作用力の分散を目的に端支柱基部に補強部材としてラーメンフレームを設置することとした. これにより, アンカーボルトの作用軸力が2000kNから800kNに減少し, 基部補強のアンカーフレームへの定着, アンカーボルトおよびアンカーフレームの補強が不要となった. 表-3に応答値, 図-4に補強概要図を示す.

7. まとめ

本橋の耐震補強設計では, 制震対策として粘性ダンパーと座屈拘束ブレースを採用した. また, 橋台はグラウンドアンカーで補強した. 制震対策のみでは耐震性能を満たさない部材について①一部中間支柱と端支柱の当て板補強②アンカーフレーム定着された端支柱基部のラーメンフレームによる断面力分散補強③橋台上と端支柱上の支承補強を行うことで耐震性能が満足できた. 耐震補強一般図を図-5に示す.

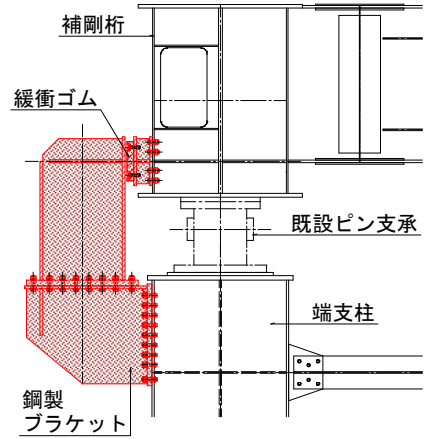


図-3 端支柱支承補強図

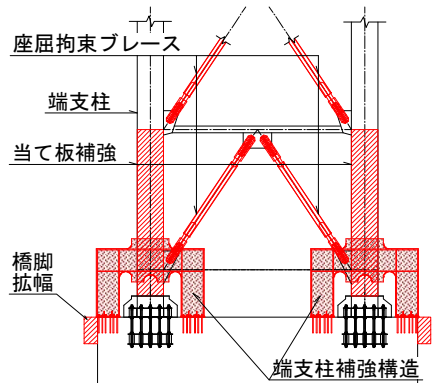


図-4 端支柱基部補強図

表-3 応答値一覧表

	端支柱基部断面力			アンカーボルト軸力 (kN/本)
	N (kN)	S (kN)	M (kNm)	
現況	10903	1206	4505	2026
制震対策後	8079	834	2869	1298
制震+補強部材	3342	253	2054	809

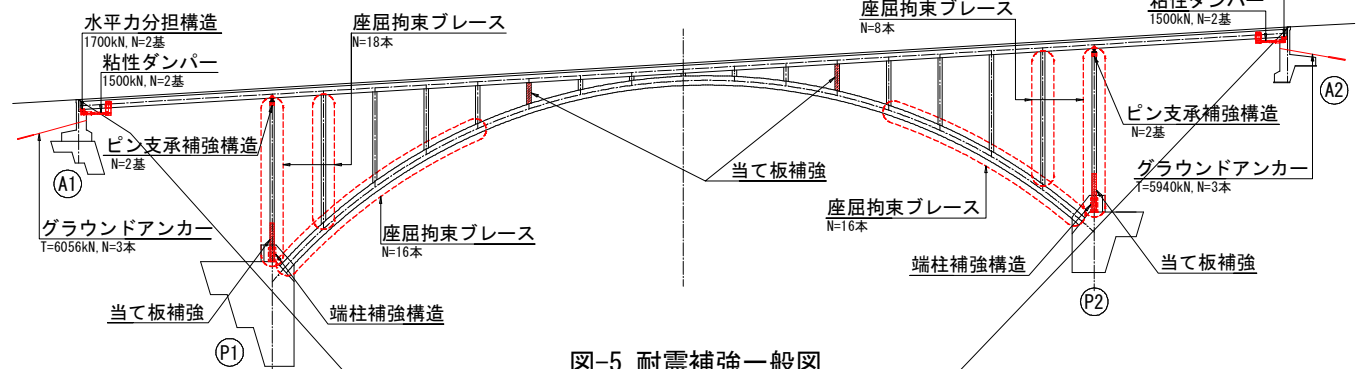


図-5 耐震補強一般図

参考文献: 1) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 1973.02, 2) (社)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 2012.03, 3) 宇佐美勉: 鋼橋の耐震・制震設計ガイドライン, 2006.09