



既設鋼管アーチ水管橋の耐震検討

－鋼アーチ部材の損傷確認と脚の非線形耐震性能照査－

株式会社新日本コンサルタント

概要

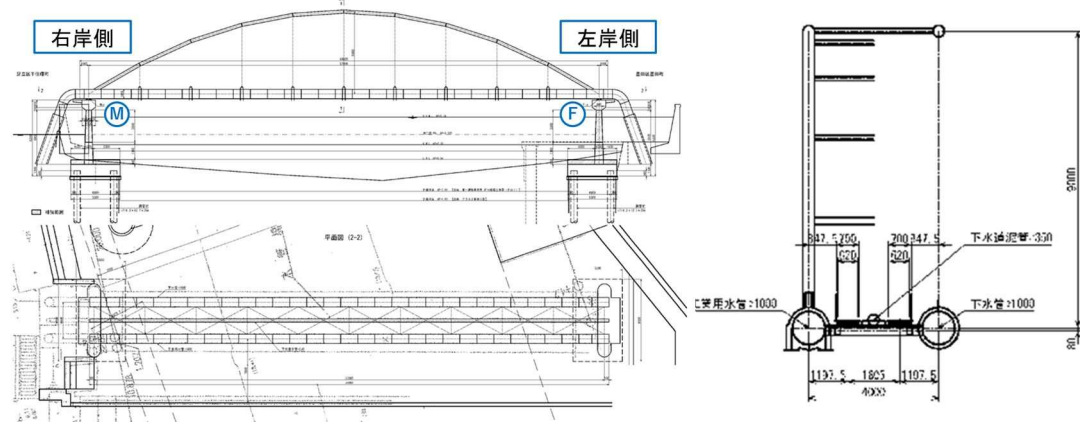
本業務は水道施設耐震工法指針に準拠し橋長 5.9m のランガー補剛形式の水管橋の耐震診断調査を実施したものである。耐震補強基本設計では、非線形動的解析にて耐震性を照査し、耐力が不足する箇所について補強工法の比較検討を行った。比較検討の結果、橋脚の補強について右岸側(可動)は背面側の増厚工法、左岸側(固定)は炭素繊維巻立ておよびフーチング増厚工法を採用した。仮設工法としては、河川阻害率等の河川条件を整理して締切り工法を採用した。耐震診断調査では、管厚測定、中性化試験、圧縮強度試験等の詳細調査を実施し、耐震性能照査を実施して補強工法を提案した。

解析条件

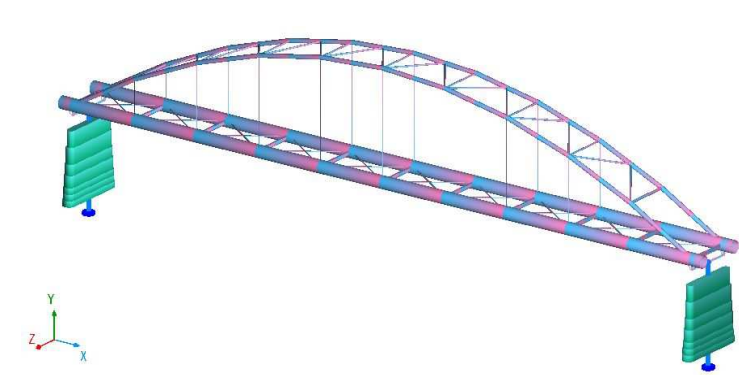
■ 解析条件

- ・ 準拠基準 : 水道施設耐震工法指針・解説 2009 年版 他
- ・ 重要度区分 : ランク A1 の水道施設
- ・ 耐震性能 : 耐震性能 2
- ・ 地域区分・地盤種別 : A2 地域 c I z=1.0、c II z=1.0、Ⅲ種地盤
- ・ 耐震設計手法 : 動的非線形解析
- ・ モデル化 : 上部工主構造、水管を弾性梁要素、下部工は橋脚を M-φ要素、底版を弾性梁要素、基礎は基礎ばね

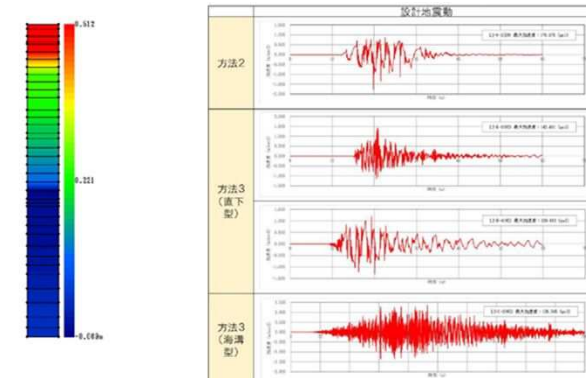
【構造一般図、管断面図】



【Engineer's Studio®動的非線形解析モデル】



【一次元応答解析モデル】



■ 設計地震動

本施設は軟弱地盤上に位置することから、設計地震動は道路橋示方書に規定される標準加速度波形と水道施設耐震工法指針に基づき地域防災計画の想定地震動から一次元応答解析によって求めた時刻歴加速度波形の 2 種類を使用した。

検討結果

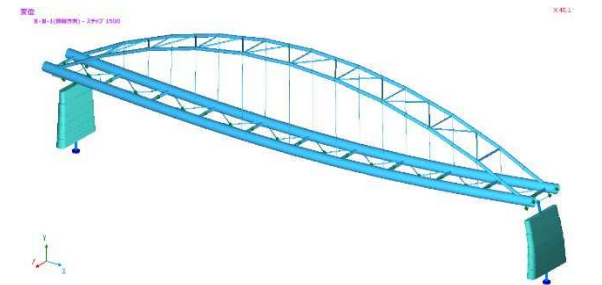
■ 照査結果

レベル 2 地震時動的解析の照査結果を以下に示す。

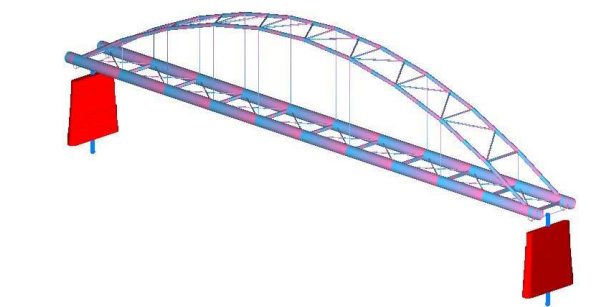
			本設計			
			水道指針		道示(3波平均)	
			橋軸方向	直角方向	橋軸方向	直角方向
右岸側橋台【M】	躯体	せん断耐力	OK	NG	OK	OK
		曲率	OK	OK	OK	OK
	基礎	安定計算	OK	OK	OK	OK
		耐力	OK	OK	OK	OK
底版	曲げ耐力	OK	NG 上面	OK	NG 上面	
	せん断耐力	OK	OK	OK	OK	
左岸側橋台【F】	躯体	せん断耐力	OK	NG	OK	OK
		曲率	OK	OK	OK	OK
	基礎	安定計算	OK	OK	OK	OK
		耐力	OK	OK	OK	OK
底版	曲げ耐力	OK	NG 上面	OK	NG 上面	
	せん断耐力	OK	OK	OK	OK	

着色の箇所は耐力が不足する箇所

【動的解析結果 変位図】



【橋軸直角方向照査 NG 図】



■ 補強検討

動的解析による照査の結果上部工、橋脚、底版の補強が必要となった。本施設は近接する構造物が多く用地等の制約が多いことから、複数の補強工法について検討を行った結果以下の補強工法を選定した。

上部工主構造	橋脚	
H 鋼による当て補強	右岸側(可動) : 縦壁増厚	左岸側(固定) : 縦壁炭素繊維巻立て+底版増厚

まとめ

- ・ レベル 2 地震時動的非線形解析の結果、地震時には上部工、橋台等に大きな損傷が生じ、水管橋の性能を満足できないことがわかった。
- ・ 本施設と同様、水道インフラが整備された年代に架橋された水管橋ではレベル 2 地震動を考慮した設計が行われていないことから、そのような水管橋では耐震性能を満足しないものが多く存在すると考えられる。
- ・ 本年 10 月に和歌山県で発生した水管橋の落橋事故では、数日間にわたり対岸の地域が断水する事態となった。大規模地震発生時に断水被害を生じさせないためにも既設水管橋の早急な耐震対策が求められる。