

群馬用水における水路橋耐震補強設計（落橋防止システムの設計事例紹介） Seismic reinforcement design of aquaduct in Gunma Canal

小林 淳、水島 淑博、坂森 研二、飯田直宏
Jun Kobayashi, Yoshihiro Mizushima, Kenji Sakamori, Naohiro Iida

1.はじめに

群馬用水施設は、昭和 45 年度の管理開始以来、赤城山麓及び榛名山麓の農地約 7,500ha（8 市町村）に対して農業用水を供給し、また、昭和 56 年度以降には農業用水の一部を水道用水に転用して、前橋市他 8 市町村に水道用水を供給するなど、群馬県県央地域におけるライフライン施設となっている。

群馬用水では、16 橋の水路橋が建設されているが、この内 14 橋はプレストレストコンクリート水路橋（以下、「PC 水路橋」という。）であり、桁長 40m の単純桁といった当時同形式で国内最長の PC 水路橋も架設されている。

これら水路橋は、昭和 40 年代の基準により設計されたため、大規模地震動に対し、被災する恐れがあり、仮に落橋等の被害が発生した場合、第三者被害の発生や復旧まで相当の期間を要することなどが懸念される。

このため、現在実施している群馬用水施設緊急改築事業では、水路橋の耐震補強を行っている。水路橋の耐震補強は、その対象を橋脚、基礎及び落橋防止システムに大別でき、このうち、橋脚及び基礎については、その構造が道路橋等の一般橋梁施設に類似しているため、施工事例も多く、また設計基準類も整備されていることから、それらを準用することにより設計を行うことが可能であった。

一方、落橋防止システムは、その構造が桁の形状に左右され、通過させる対象が車や鉄道である一般橋梁と水を流す水路橋では桁形状が異なることから、水路橋としての具体的な設計基準類がない現状であった。そこで、群馬用水では一般橋梁施設の基準類に準じつつも漏水対策等水路橋独自の構造検討を行い、設計を行ったところである。

本稿は、その落橋防止システムの設計について、群馬用水の代表的な水路橋形式である PC 水路橋を例として、事例紹介を行うものである。

2.PC 水路橋の耐震設計上留意すべき事項

既設水路橋の耐震設計で特に注意した点は、以下のとおりである。

(1)密に配置された PC 鋼線

PC 水路橋でもっとも留意すべき点は、側壁、床版に配置された PC 鋼線であり、最も多い橋で 44 本、少ないものでも 20 本程度が配置されている。（写真 - 1）このため、新たな構造を設置するに当たっては、極力削孔を行わない



写真 - 1 PC 鋼線配置状況

pic - 1 Steel wire for PC in aquaduct

（独）水資源機構 群馬用水総合事業所、Japan Water Agency Gunma Canal General Office

水路橋、耐震補強、落橋防止

又はやむを得ず削孔を行う場合も削孔数や削孔径ができるだけ小さくなるような構造とし、PC 鋼線切断の危険を回避する必要がある。

(2) 支承タイプの分類

既設の支承は、ゴム支承と鋼製支承が併用されているが、いずれも鉛直荷重を支えることを主目的とした構造となっており、大地震によって生じる水平力に対抗できるものではないため、既設の支承は、道路橋示方書でいうタイプ A の支承として取り扱うこととした。

(3) 漏水対策

水路橋の継ぎ手には、止水板が設けられているが、既設の止水板は、可とう量が小さいことから、大地震時での大きな変位が生じた場合、止水板が破断し、水路内の水が流出する恐れがある。このような事態を回避するため、大地震によって生じる相対変位に追従可能な漏水防止工を設置することとした。

3. 水路橋の落橋防止システム構成

落橋防止システム構成は、道路橋示方書に倣い図 - 1 に示すフローとし、これに漏水防止工を加えたものを群馬用水 PC 水路橋の「落橋防止システム」とした。

落橋防止システムに水路橋耐震設計上の留意点を加味した結果は、以下のとおりとなる。

- (1) 水路橋独自の落橋防止システム構成として、漏水防止工を設置することとした。
- (2) PC 鋼線を切断する可能性が高い、大口径の削孔を避けるため、落橋防止構造を省略し、その代替として、規定の 5 割増しのけたかかり長を確保した。
- (3) 変位制限構造は、橋軸、橋軸直角方向共にせん断ストッパーを採用し、設置するための削孔時に、水路橋桁へのクラックが発生することがないように、内面を紫外線硬化型 FRP シートにより補強することとした。なお、橋軸直角方向については、せん断ストッパーと RC 壁で均等に荷重を分担させる構造とした。
- (4) 漏水防止工は、ゴム止水板（可とう継手）を採用し、可とう量については、水管橋耐震設計基準に基づく伸縮可とう管と同等の移動量を確保した。

なお、段差防止構造について、ピン支承が使われている鋼製橋などでは設置することとしたが、PC 水路橋の場合、支承の高さがあまり無いため、支承の破壊により、大きな段差が発生することは考えにくく、不要として構成からはずしている。

4. まとめ

本稿で紹介した落橋防止システムは、補強対象施設の構造特性を踏まえて設計すべきものであり、全ての橋梁施設が同様の落橋防止システムである必要はないが、今回の設計内容や考え方が、今後他地区で水路橋耐震補強を行う際に少しでも参考になれば幸いである。

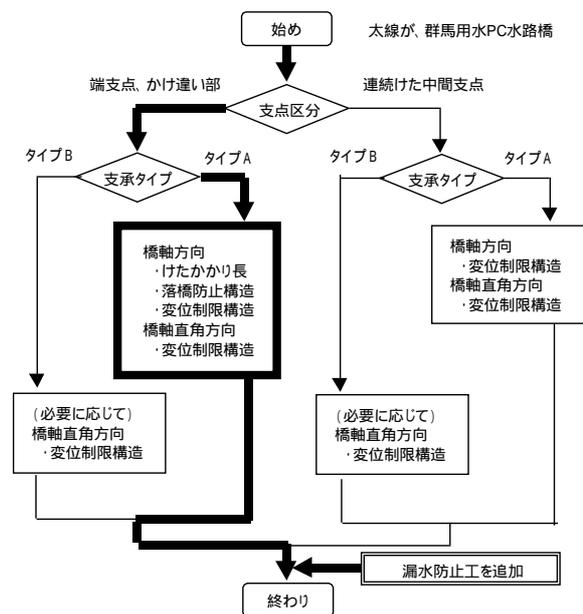


図 - 1 落橋防止システム構成

fig - 1 falling down of bridge girders system