

①施工

②防食・塗装

③非開削工法

④配水池

⑤水管橋

⑥農水Aシリーズ

WSP 図書紹介シリーズ

# ⑤ 水管橋

## 1. はじめに

安全でおいしい水の安定供給を担う水道のパイプライン。水管橋は、この水道のパイプラインが河川や鉄道・道路などを架空横断するときに設けられる橋です。施工や維持管理がしやすく、視覚的なアピール性が高いことなどから全国各地で採用されています。そのため、管路としての機能を果たす上であらゆる条件に対し安全で、かつ長期間にわたって健全であることが要求されます。

当協会では、安全な水管橋の設計・施工を行うための技術指針として、以下の図書を制定しております。

- ①WSP007-2019水管橋設計基準（改正5版）
- ②WSP064-2020水管橋設計基準（耐震設計編）
- ③WSP009-2010水管橋外面防食基準
- ④WSP027-98水管橋工場仮組立及び現場架設基準
- ⑤WSP027-99〔追補〕水管橋橋台内配管施工指針
- ⑥既設水管橋耐震補強の基本方針

今回は、これらの図書の中から、2019年、2020年にそれぞれ改正を行いました「水管橋設計基準（改正5版）」及び「水管橋設計基準（耐震設計編）」について紹介します。

## 2. 水管橋設計基準（改正5版）WSP007-2019

鋼管は、鋼の持つ「高強度」・「高延性」・「高靱性」という材料特性と、溶接接合による一体構造により、軽量で抜群の耐震性・水密性を実現できることから、通水管自体を桁として使用する水管橋に広く用いられています。当協会では、1971年に水管橋設計基準（初版）を制定以降、兵庫県南部地震を契機に改定された「水道施設耐震工法指針・解説」、「道路橋示方書・同解説」等の関連基準との整合、SI単位系の導入、及び水管橋形式の多様化への対応等に伴い改正を重ね、多くの事業者に広く活用いただいています。

「水管橋設計基準」の主な参照基準である「道路橋示方書・同解説」は2017年に大幅改定されました。この中では、新たな材料や構造の採用が今後増加することも期待し、部分係数法及び限界状態設計法が導入されました。これを受けて、水管橋の設計においても、性能規定化の一層の推進を図るべく、部分係数法及び限界状態設計法を導入した「水管橋設計基準（改正5版）」に改正しました。

ここでは、本書の扱う水管橋の構造形式、設計基準の記載項目、主な改正内容について紹介します。

### 2-1 水管橋の構造形式

水管橋の構造形式は以下のようなものがあり、本基準ではこれらの構造形式についての設計基準を扱っております。

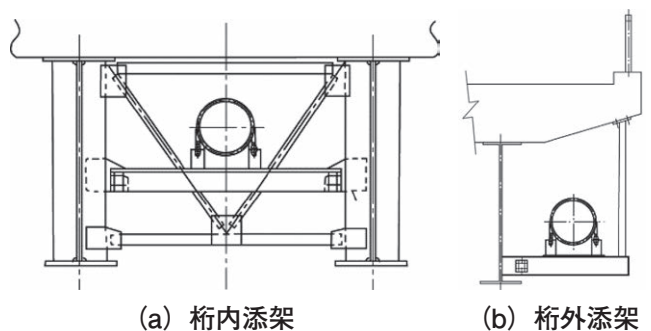
#### ①独立水管橋

独立水管橋は、通水管を単独で架橋する「パイプビーム水管橋」と通水管に補剛部材を追設する「補剛水管橋」に分類されます。

構造形式		
種 別	補剛形式	
パイプビーム水管橋	—	
補剛水管橋	固定アーチ形式	
	フランジ補剛形式	
	トラス補剛形式	四弦トラス補剛形式
		三角トラス補剛形式
	アーチ補剛形式	ランガー補剛形式
		ローゼ補剛形式
ニールセンローゼ補剛形式		
斜張橋形式		
添架専用橋の主な橋桁構造形式としては、トラス形式、アーチ形式、鉸桁形式等がある。		

#### ②添架水管橋

道路橋の構造、荷重等の条件を考慮し、添架が可能な場合に用いられる簡易で経済的な形式です。橋の構造により、桁内添架（a）及び桁外添架（b）に分類されます。



### 2-2 記載項目

本基準の主な記載項目は以下のとおりです。

- 1) 総論（適用範囲・用語の定義・水管橋の構造形式・



写真1 フランジ補剛形式



写真2 四弦トラス補剛形式



写真3 三角トラス補剛形式



写真4 ランガー補剛形式

設計の基本・作用の組合せ及び荷重係数・限界状態・耐荷性能の照査・耐久性に関する鋼部材の設計・構造解析など)

- 2) 作用及び上部構造反力(作用の種類・作用の概要及び特性値など)
- 3) 材料(設計計算に用いる鋼材の諸定数など)
- 4) 耐荷性能に関する鋼部材の設計(応力度の計算、座屈、転倒の検討)
- 5) 鋼部材の限界状態(鋼材の特性値など)
- 6) 部材及び構造に関する事項(鋼材の最小厚さ・補剛材・格点部の構造など)
- 7) 接合部(接合部に用いる鋼材の特性値・溶接継手・高力ボルト継手など)
- 8) 支承部(支承部形式・支承の基本事項・支承の種類と選定・支承部の限界状態など)
- 9) 落橋防止システム
- 10) その他の付属設備
- 11) 添架水管橋

参考資料として、リングサポート、単純支持パイプビーム形式及び添架形式の設計例の他、ステンレス鋼の限界状態が記載されています。

### 2-3 主な改正内容

改正5版の主な改正内容は以下となります。

- ①許容応力度設計法から部分係数設計法への変更  
荷重や抵抗値のばらつきを考慮した上で、水管橋の限界状態を超えないことを確実に達成できるように、従来の許容応力度設計法に替えて部分係数設計法を導入しました。これにより、水管橋が遭遇する作用組合せに対して照査することができます。
- ②水管橋の限界状態について新たに規定  
水管橋の耐荷性能を確実に評価するため、水管橋の限界状態について新たに規定しました。
- ③水管橋の設計供用期間  
適切な維持管理が行われることを前提に100年としました。

### 3. 水管橋設計基準（耐震設計編）WSP064-2020

「水管橋設計基準（改正5版）」では、水管橋の性能を規定するための設計状況や対応する水管橋の状態の設定を行うこと、性能を的確に評価するために、設計状況や、材料、構造の性能の要素をきめ細やかに扱うこと、ならびに適切な維持管理を行うことを前提とした耐久性を想定して水管橋の構造を設計することができるように改正しました。

当協会では、2020年6月に「水管橋設計基準（耐震設計編）」についても同様の改正をしています。

ここでは、設計基準の記載項目、主な改正内容について紹介します。

#### 3-1 記載項目

本基準の主な記載項目は以下のとおりです。

- 1) 総論（適用範囲）
- 2) 水管橋の耐震設計の基本（設計の基本方針・耐荷性能の照査・地震の影響を考慮する状態に対する限界状態・構造解析など）
- 3) 地震の影響の特性値（静的解析を用いる場合の慣性力・動的解析を用いる場合の慣性力）
- 4) 構造解析手法（静的解析・動的解析）
- 5) 地震の影響を考慮する状況における鋼部材の設計
- 6) 上部構造
- 7) 支承部（支承部に作用する力・支承部の限界状態、支承部の耐荷性能の照査）
- 8) 落橋防止システム（必要支承縁端距離・落橋防止構造・横変位拘束構造）
- 9) アンカーボルトによる接合部（アンカーボルトの限界状態・アンカーボルトの耐荷性能の照査）
- 10) 上部構造反力

参考資料として、単純支持パイプビーム形式、トラス補剛形式の設計例が記載されています。

#### 3-2 主な改正内容

耐震設計編の主な改正内容は以下となります。

##### ①耐荷性能に対する設計の方針

水管橋の耐震設計にあたっては、鋼構造であることを踏まえ、耐荷性能を満足する鋼部材の状態は次のことを基本としています。

- ・永続作用支配状況や変動作用支配状況（レベル1

地震動）を考慮する設計状況においては、鋼部材の状態がその限界状態1及び限界状態3を超えないことを確認することとします。

- ・偶発作用支配状況（レベル2地震動）を考慮する設計状況においては、鋼部材に塑性化を期待しない設計とし、鋼部材の状態がその限界状態1及び限界状態3を超えないことを確認することとします。

※偶発作用支配状況における設計の方針は、「道路橋示方書・同解説」では、下表のとおり鋼部材の塑性化を期待し「限界状態2<sup>a</sup>及び限界状態3を超えないこと」とされています。

本基準では、偶発作用支配状況でも通水機能の確保を図るべく、下表の注a)に記したとおり、鋼部材は塑性化を期待しないことを基本としており、設計の方針として「限界状態1及び限界状態3を超えないこと」と、独自に規定しました。

作用の状況	鋼部材の状態
通常作用する荷重およびレベル1地震動（永続作用支配状況および変動作用支配状況）	限界状態1及び限界状態3を超えないこと
減多に作用しない荷重（レベル2地震動）（偶発作用支配状況）	限界状態2 <sup>a</sup> 及び限界状態3を超えないこと
注 <sup>a</sup> 水管橋の上部構造及び上下部接続部を構成する鋼部材は、塑性化を期待しないことを基本としており、各構造を構成する鋼部材の限界状態2は、鋼部材の限界状態1を超えない限界の状態とする。	

##### ②水管橋の設計供用期間

適切な維持管理が行われることを前提に100年としました。

なお、「水管橋設計基準（耐震設計編）」の改正に併せて、「既設水管橋耐震補強の基本方針」も改正をしています。可能な限り新しい耐震基準の内容を満足し、大規模地震時においても、通水機能の確保、落橋の防止を目標とした基本方針を示しています。

### 4. おわりに

今回、水管橋の設計に関する技術指針を紹介しました。日本水道鋼管協会の設計基準が水管橋の設計に役立てられ、安全性、耐久性の向上が図られれば幸いです。