

水管橋リングサポート部の座屈検討

(株) 荒谷建設コンサルタント フェロー ○多賀谷宏三

(株) 荒谷建設コンサルタント 正会員 山口 晶子

(株) 荒谷建設コンサルタント 宮地 誠

中国四国農政局 山内 清司

1. はじめに

ある水管橋の劣化診断を行ったところ、全体的な表面の腐食や橋脚コンクリートのはく離のほか、支承部のリングサポートに座屈の発生が確認された。これは設計時と施工後のリングサポート部の支持条件が異なるため、この部分に予想を超える大きな応力が発生したことが原因と考えられる。

本報告ではこの座屈の原因を解明した結果を述べる。

2. 水管橋の構造

2・1 水管橋諸元

水管橋の一般図を図 1 に示す。

架設年月：昭和 40 年 3 月

橋 長 : 39.77m

材 質：SS400

水管径, 板厚: $1,100\text{mm} \phi \times 10\text{mm}$

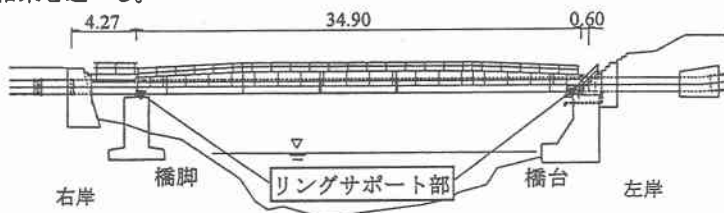


圖 1 水管橋一般圖 (單位: m)

2・2 解析モデル

水管橋の構造系を右岸側が固定端 (CASE1) と自由端 (CASE2) の2ケースとした。これははじめ CASE2 として設計されたが、施工時に右岸側端部をコンクリートで巻立てたため、現在は CASE1 の状態になり、設計時の仮定とは異なる応力状態となっているためである。それぞれの解析モデルを図2に示す。

橋脚のリングサポート部において、設計時 (CASE2: $1.09 \times 10^5 \text{ Nm}$) よりもはるかに大きな負曲げ (CASE1: $2.27 \times 10^6 \text{ Nm}$) が作用していた。一方、左岸リングサポート部は設計時と現況で大きな差が生じていなかった。

また橋脚リングサポート部の反力を比較すると、CASE1 では 122.8tf、CASE2 では 37.6tf であり、設計時の 3 倍以上の反力が発生していることになる。現在、座屈が発生しているのは橋脚のリングサポート部であるため、以下の座屈の検討は橋脚部についてのみ述べる。

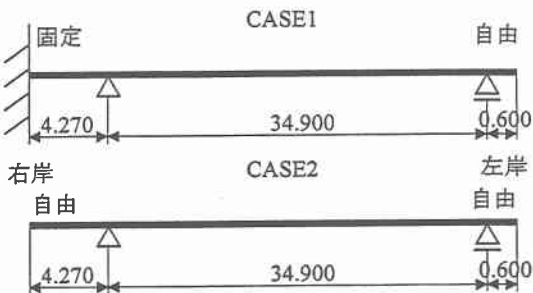


図2 解析モデル (単位: m)

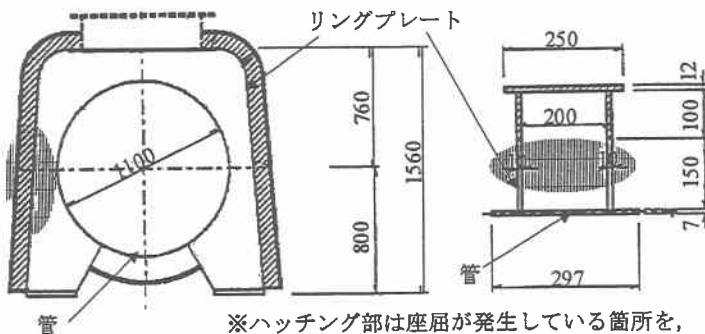


図3 リングサポートの構造 (単位: mm)

3. 現状での検討

3・1 リングサポート部の構造

リングサポートの構造を図 3 に示

す。水管橋の支承形式としてのリングサポートは比較的大口径、大支間の水管橋に用いられる¹⁾。

3・2 リングサポートの座屈

座屈が発生しているのは図3のハッチング部であった。この位置における鉛直荷重と水平荷重による外縁応力は、文献2)に従い、外力は管の自重、水の重量、風荷重とし、管の有効幅を考慮して算出した。

一方、座屈が発生している板は図4に示すように3辺が溶接で接合されている。この支持条件をもとに必要剛比(R)を求め、図5の座屈耐荷力曲線と現状の応力状態とを比較した。ただし3辺固定よりも3辺単純支持の方が座屈に対してより不利な条件となるため、ここでは後者を用いた。

図5より、現在リングサポートは塑性域に達していることがわかる。これは橋脚部に作用する反力が設計時の仮定よりもはるかに大きくなったこと、リングサポート部の中立軸位置が管中心方向に偏っているため、リングサポート部の内縁に比べて外縁はより大きな圧縮応力が生じることが原因である。また現状ではリングサポート部の外側が固定されていないことも座屈発生の原因である。

4. リングサポート部の補強

補強にあたっては座屈している部分を矯正し、図3の斜線部に示すようにリングサポートの外側にプレートを取り付けた。この補強により断面が大きくなり、また中立軸の位置がリングサポートの外側へ移動するため、同じ外力によっても発生する外縁応力を小さくすることができる。さらに外側にプレートを取り付けることによって4辺固定構造となり、座屈防止の効果が期待できる。

補強後の応力は 1299 kgf/cm^2 であり、許容応力以内となった。また補強後の応力状態を座屈耐荷力曲線上で表すと図5のようになり、補強後は座屈に対し安全という結果を得た。

5. その他の補強

そのほかソールプレートはサイズを大きくして支圧のための補強を行った。橋脚フーチングはコンクリートを付け足して曲げとせん断に抵抗させた。ボーリングによって地盤状態を確認した結果、耐力は十分あることがわかった。またコンクリートで固定してある右岸側端部では管の上方への変位を防ぐため、背面にコンクリートを付け足して自重を増す補強を行うこととした。

6. むすび

以上より、リングサポート部の座屈発生は設計時と施工後の構造系が異なったことによるものである。

この水管橋の補強工事は3ヶ月の工期で農閑期に行われる予定である。

《参考文献》 1) 日本水道鋼管協会；水管橋設計基準（改正3版），1988，9

2) 農林水産省構造改善局；土地改良事業標準設計 第13編水路付帯構造物，1989，1

3) (社)日本道路協会；道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編，1996，12

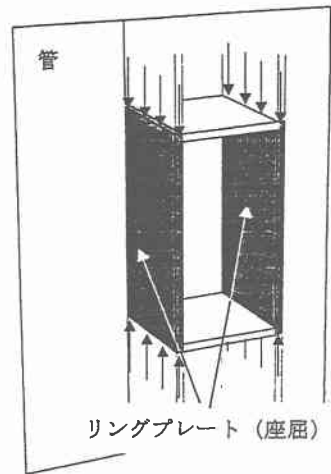


図4 板の座屈

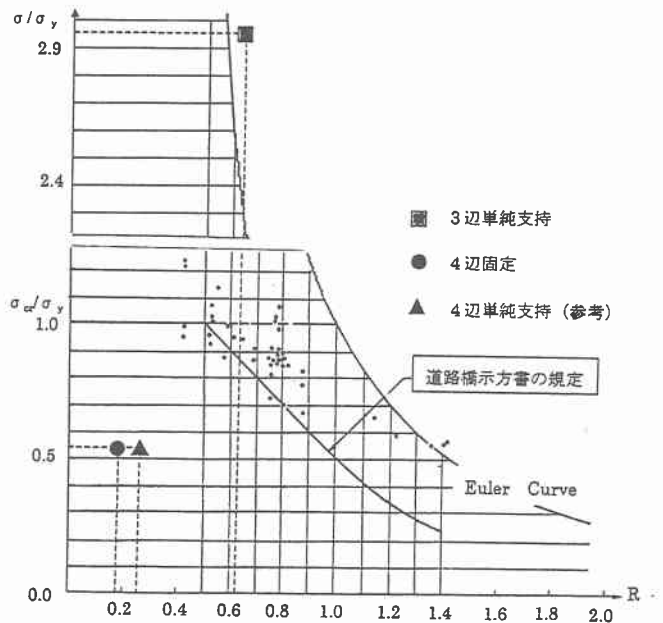


図5 板の座屈耐荷力曲線³⁾