

吊形式水管橋の架設時応力の検討

熊本大学 正員 崎元達郎 熊本大学 学生員 渡辺 浩
 熊本大学 学生員 三輪清貴 川崎製鉄㈱ 正員 中村聖三

1. まえがき： 一般的な水管橋では、諸荷重に対する剛性確保のため比較的大きな補剛桁を必要とする。一方、本研究で対象とする吊形式水管橋は、水管を構造材の一部とみなし、また補助ケーブルを用いることにより構造的な安定を得ている。しかし、このような水管橋の架設中においては、水管重量が偏載されることにより水管やケーブルに過大な応力が発生する恐れがある。本論文では、このような架設中の水管橋について水管の応力およびケーブルの軸力の検討を行った。

2. 解析モデル： 解析モデルとしては、一般的なものとして図-1のようなものを考える。スパンは300m、メインケーブルサグ比は1/10、耐風ケーブルサグ比は1/20、水管径は70cmである。

3. 架設方法とそのモデル化： 実際の架設は、以下のような方法によるものと考えられる。

①主塔を建て、予め所要長さのネット状に組まれたケーブルを張り渡す。なお水管固定位置には図-2に示すようなリングを取り付け、それらの間はガイドケーブルでつないでおく。

②メインケーブルをアンカーする。続いて耐風ケーブルをプレストレス導入後アンカーする。

③一端の主塔下から突合わせ溶接をして順次長くした水管を、リングを通し架設用ローラーを滑動させながら引き出す。

④水管が全支間長を渡ったところで、リング下半分のローラーを固定用リングに取り換え、架設を終了する。

一方、解析ではこれを次のようにモデル化し、数種類の水管引き出し段階においてそれぞれ計算を行った。

①プレストレスの導入

②ケーブルのみの自重の荷重

③引き出す水管に相当する自重の荷重

④水管の先端部をリングと同じ高さまで持ち上げ、リングに定着する(図-3参照)

⑤風荷重の荷重

構造解析は、文献1)の増分移動座標法による非線形解析法を用いた。ただし、材料的非線形性は省略し、幾何学的非線形性のみを考慮している。また、解析にあたっては、全荷重載荷後に水管位置が水平となるように、無応力状態の初期形状を最適化手法を用いて別途計算して求め、その初期形状に対して前述の荷重を順次載荷している。この初期形状の算定方法については文献2)で述べている。

4. 解析結果

1) ケーブルの軸力の検討： 図-4は各架設段階における風上側耐風ケーブルの軸力の変化を表している。風荷重時の軸力は架設が進むにしたがって大きく変化し、使用時と比較して大きくなる場合があることがわかる。これが最も大きくなるのは架設が終了する直前であると考えられる。一方、図には示さない

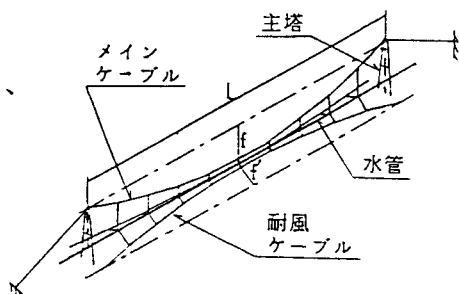


図-1 解析モデル

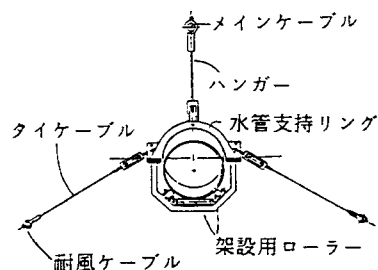


図-2 断面図

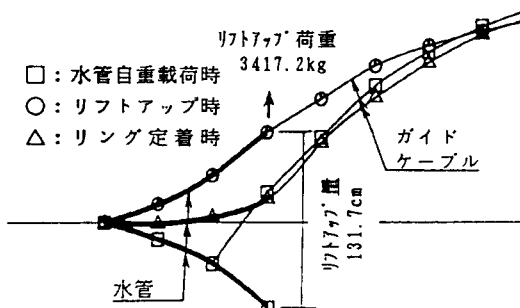


図-3 水管の鉛直方向位置図

が、メインケーブルの軸力には大きな変化は認められず、使用時の軸力と比較しても十分に小さいものであった。

2) 水管の応力の検討： 図-5は水管の水平方向の曲げ応力度を表している。最大応力は5/20L引き出し時に発生している。このことから、水管の応力については架設の初期の段階に極大値が存在することがわかる。一方、図には示さないが、鉛直方向の曲げ応力についても同様の結果が得られる。

3) リフトアップ： 水管を引き出す度に水管の先端部と次のリングとの間には高低差が生じる。したがってリングに水管を通すためには、先端部を高低差がなくなるまで持ち上げる必要がある。この持ち上げる量をリフトアップ量、それに必要な荷重をリフトアップ荷重と呼ぶことにする。表-1はこれらを表したものである。リフトアップ量は3/20L引き出し時が最も大きい、リフトアップ荷重は5/20L架設時が最も大きい。これは、引き出し長さによると考えられる。

5. まとめ： 以上をまとめると、次のことがわかる。

①耐風ケーブルの軸力については、架設終了直前に極大値が存在する。通常は架設時安全率でカバーされるものと考えられるが、注意が必要である。

②水管の応力およびリフトアップ荷重については、荷重の偏載が最も卓越する1/4L引き出し時付近において最も大きくなる。このことから架設時の許容応力度の割り増しを考慮しても、架設時の応力により断面を決定すべきであるということが明らかになった。

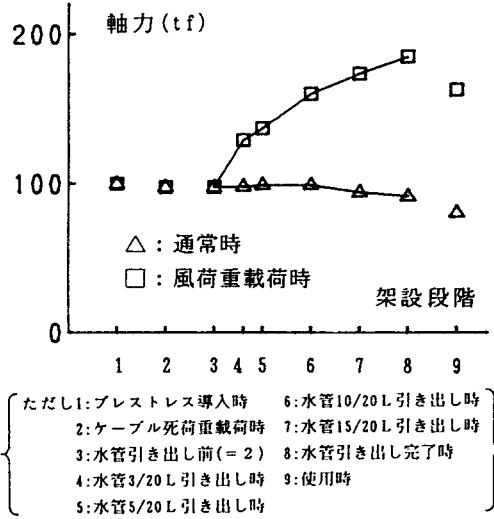


図-4 耐風ケーブル軸力の最大値

表-1 水管端部とリングとの高低差およびリフトアップ量とリフトアップ荷重

架設段階	高低差 (cm)	リフトアップ量 (cm)	リフトアップ荷重 (kgf)
3/20	86.9	131.7	-3417.2
5/20	81.3	121.1	-3432.2
10/20	50.5	72.7	-2400.9
15/20	39.4	61.1	-2076.4

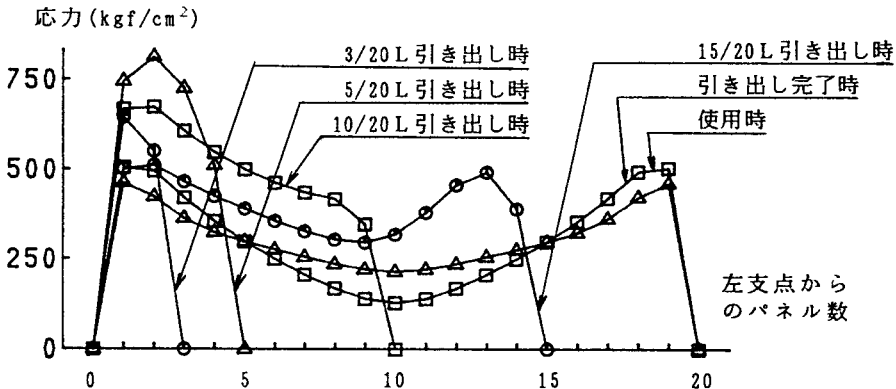


図-5 水管の水平曲げ応力度の分布 (風荷重載荷時)

- 参考文献 1)小松・崎元：「Nonlinear Analysis of ...」 土木学会論文集 No.252, pp.143-157, 1976.8
 2)三輪他：「吊形式水管橋の非線形...」 平成2年度西部支部講演概要集 pp.20-21, 1991.3
 3)崎元他：「吊形式水管橋の...」 土木学会第46回年次学術講演会 I-290, pp618-619, 1992.9