

I-441 無補剛吊形式水管橋の架設時挙動確認実験

熊本大学 正員 崎元 達郎 正員 渡辺 浩 学生員 三輪 清貴
 川崎製鉄㈱ 正員 〇中村 聖三 正員 脇長 正 正員 湯治 秀郎

1. まえがき

無補剛吊形式水管橋は、構造系の剛性を補剛桁などを用いず、ケーブルの張力のみで確保するため、ケーブルに所定の張力が導入されるまでは、極めて不安定な状態になることが避けられない。このような水管橋を架設する場合、工法によっては水管重量がメインケーブルに対して偏載されることになり、架設中のケーブル類および水管に過大な応力が発生することが考えられるため、先に本形式水管橋の架設中の挙動を数値解析により検討した結果を報告した¹⁾が、今回、模型実験により架設時の挙動を確認するとともに、前報で用いた数値解析法の妥当性を検証したので、その結果について報告する。

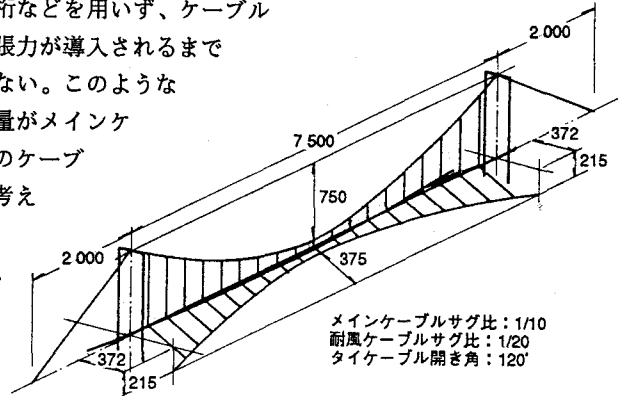


図-1 模型体の形状・寸法

2. 模型体と実験方法

模型体は図-1に示すような形状・寸法の簡略模型で、支間300mの実橋を1/40程度に縮小したものに相当する。各部材には以下のような材料を用いた。

- メインケーブル：ピアノ線(φ1.5mm)
- 耐風ケーブル：ピアノ線(φ1.0mm)
- ハンガー・タイケーブル：ピアノ線(φ0.5mm)
- 水管：棒鋼(φ13mm)
- 主塔：L形鋼(50×50×6mm)

各架設段階における変形および応力状態を確認するため、図-2に示すSTEP 1～STEP10の各ケースについて載荷試験を実施した。その際、水管の自重に相当する荷重を鉛直方向に、風荷重に相当する荷重を水平方向に節点荷重として作用させた。実験は、まず、所定の張力(耐風ケーブル端部に60kgf)を導入したケーブルネットワークを構築した後、それぞれの実験ケースに応じた長さの水管を設置し、鉛直載荷、水平載荷の順に実施した。なお、ケーブルネットワークを構築する際、完成系で水管が水平になるよう、あらかじめ解析で求めておいたキャンパー(本模型体では56mm)を導入した。

3. 実験結果

各実験STEPにおける水管の曲げ応力度、メインケーブル軸力(鉛直載荷時)、および耐風ケーブル軸力(水平載荷時)の最大値を表-1にまとめて示す。同表には、引き出した水管の先端と次に通すべき水管支持リングとの高低差も併せて示した。なお、ケーブルの軸力について

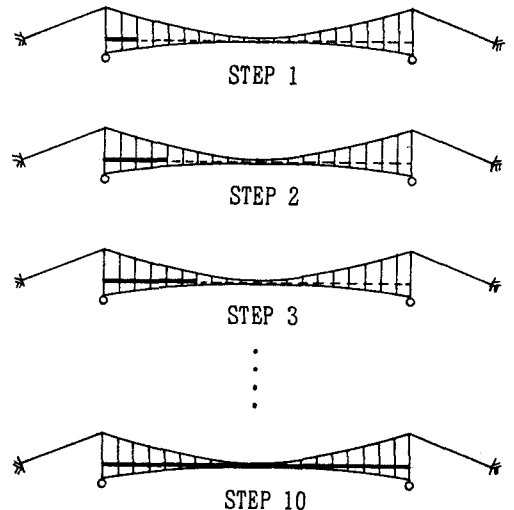


図-2 実験ステップ

表-1 実験結果一覧

	水管応力 (kgf/cm ²)		メインケーブル軸力 (kgf)	耐風ケーブル軸力 (kgf)	水管リング間高低差 (mm)
	鉛直曲げ	水平曲げ			
STEP 1	85.1	77.7	2.1	1.9	26.4
STEP 2	312.9	351.8	7.1	6.0	28.9
STEP 3	422.1	446.3	13.7	10.3	23.5
STEP 4	389.6	456.8	20.9	17.8	23.3
STEP 5	291.9	413.7	27.9	25.1	19.4
STEP 6	207.9	346.5	33.0	31.1	14.8
STEP 7	152.3	291.9	38.8	37.4	12.2
STEP 8	106.1	269.9	42.9	42.5	10.2
STEP 9	91.4	252.0	44.9	45.7	6.9
STEP 10	78.8	245.7	46.9	46.0	-

はケーブルネットワーク完成時からの増分値で示した。
この表から以下のことが言える。

①水管に発生する最大応力は、鉛直載荷時・水平載荷時ともに水管の長さがスパンの1/4程度(鉛直曲げ応力はSTEP 3、水平曲げ応力はSTEP 4)となるまで施工段階が進むにつれて大きくなり、その後架設の進行にともない逆に小さくなる。

②メインケーブルおよび耐風ケーブルの軸力は、水管の長さが延びるにつれて単調に増加しており、完成系では活荷重(水荷重)によりメインケーブルの軸力は増加し耐風ケーブルの軸力が減少するため、メインケーブルでは完成系に対する(活荷重+風荷重)載荷時に、耐風ケーブルでは水管の引き出し完了時における風荷重載荷時に軸力が最大になると考えられる。

③水管と鋼管支持リングとの高低差は架設の初期段階(実験ではSTEP 2)で最大となり、以降単調に減少する。

4. 実験値と解析値との比較

水管の応力分布、ケーブルの軸力分布、および水管先端とリング間の高低差について、それぞれの実験値と解析値とを比較して図-3～5に示す。これらの図中、記号が実験値、線が解析値である。

模型体製作上ある程度の誤差が生じることは避けられないことを考えると、水管の応力、ケーブルネットワークの軸力、および水管・リング間の高低差ともに、解析値と実験値とは良く一致していると言えよう。一般に、解析対象物に含まれる製作上の誤差等は、そのスケールが大きくなるに従い相対的に小さくなるため、実験値に含まれる誤差も小さくなり、解析値と実験値とは良く一致する傾向を示すことから、本解析プログラムにより実橋の架設途中の挙動は十分良い精度で解析できるものと考えられる。

5. まとめ

無補剛吊形式水管橋の各架設段階を模擬したモデルによる載荷試験から、水管の応力は架設の初期段階で最大となり、水管断面の設計を架設時応力が支配する可能性があること、およびケーブルネットワークの軸力は完成時に最大になることなどが確認された。また、増分移動座標法による非線形解析法²⁾(ここでは幾何学的非線形性のみ考慮)を用いて、本構造の架設時の挙動が精度良く推定できることも確認された。

— <参考文献>

- 1) 崎元他：「吊形式水管橋の架設・・・」土木学会第46回年次学術講演概要集 pp.618-619, 1991.9
- 2) 小松・崎元：「Nonlinear Analysis of ...」土木学会論文集 No.252 pp.143-157, 1976.8

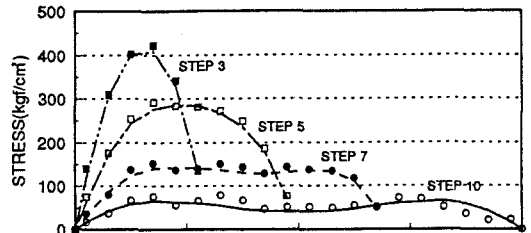


図-3 水管鉛直曲げ応力分布の比較

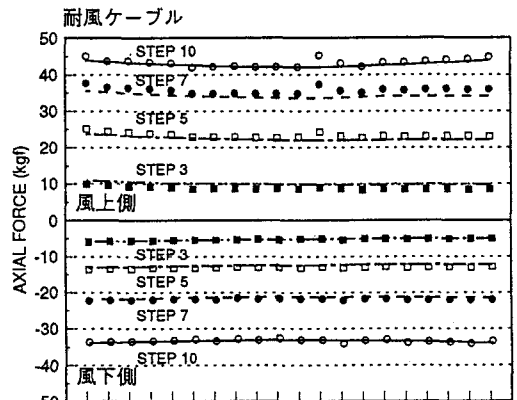
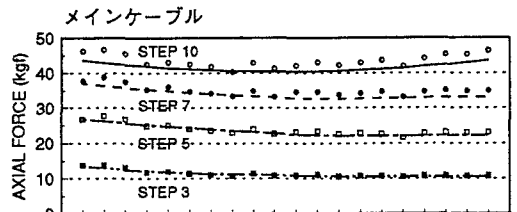


図-4 軸力分布(増分値)の比較

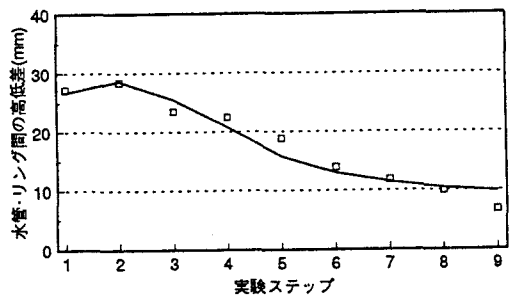


図-5 水管・リング間の高低差の比較