

モノケーブル自碇式吊橋の誤差解析

大阪市土木局 正員 松 川 昭 夫
 大阪市土木局 正員 亀 井 正 博
 日立造船(株) 正員 重 見 五 男
 日立造船(株) 正員○鳥 居 正 見

1. ま え が き

「北港連絡橋(仮称)」は、斜めハンガー形式を採用したモノケーブル自碇式吊橋である。本橋は、大阪市北港で現在架設中であるが、工程上の問題から主ケーブルを架設する以前にハンガーのソケット付けを行うことにした。そこで事前にハンガーの長さを設定し、張力調整用のシム量を決定する必要があった。そのためには、本橋の設計、製作、架設の各段階で想定される誤差がハンガー張力に及ぼす影響を正確に把握しなければならない。

本文では、各種誤差がハンガー張力に及ぼす影響について検討を加えたので、その結果の一部を報告するものである。

2. 誤差要因及び誤差量の設定

過去の長大橋の工事实績に基づいて、本橋の設計、製作、架設の各段階で想定される誤差要因、および誤差量を表-1のように設定した。

3. 解析の方法

誤差解析のために、任意骨組有限変形法にもとづいた Backward 及び Forward 解析が可能なプログラムを開発した。Forward 解析とは、無応力系の骨組に荷重を載荷し、架設系より完成系に至る計算法をいう。図-1の解析モデルによる誤差解析の手順を以下に示す。このうち①、②は Backward 解析、④は Forward 解析に依っている。

- ① 完成時の釣合系より死荷重を逆載荷し、補剛桁の無応力系の骨組座標を求める。この時、主ケーブル及びハンガーは除去しておく。
- ② 主ケーブルのみの系に収束の安定化のために微少荷重を載荷し、フリーケーブル系の骨組座標を求める。
- ③ ケーブル及びハンガーの無応力長 l_0 を計算する。
- ④ 上記で求めた全体の無応力系の骨組座標に、ケーブル及びハンガーの無応力長 l_0 をはめ込み各部材に所定の死荷重を載荷する(Forward 解析による誤差の無い系の計算)。

誤差を含む系の計算をするには、④の計算時に入力を変更する。例えば、無応力状態のハンガー長さに誤差がある場合は l_0 を変更する。死荷重に誤差のある場合は、死荷重を変更する。なお、出発時の骨組に誤差のある場合は、骨組座標を変更する。誤差の無い系と誤差を含む系との差を求めれば、誤差の影響を定量的に知ることができる。

4. 誤差解析の計算結果

各種誤差がハンガー張力に影響を与える尺度として次の誤差ノルム値を導入した。

$$L = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{T_i - T_{0,i}}{T_{0,i}} \right)^2}$$

T_i : 誤差を含む系のハンガー張力
 $T_{0,i}$: 誤差の無い系のハンガー張力
 n : ハンガー本数

表-1に誤差ノルム値の計算結果を示す。これよりハンガー張力に影響を与える誤差要因のうち主なものを列挙すれば、次のようである。

- (1) ケーブルサグの誤差
- (2) ハンガー無応力長の誤差
- (3) 補剛桁の死荷重誤差

5. む す び

本報告で示した誤差解析と、別途行ったハンガー張力調整法の¹⁾解析結果から、最大予想調整量を算出し、ハンガー定着部の調整装置は±50mmの調整が可能な構造とした。また、これらにより本橋の製作・架設における管理項目とその管理目標値を明確にすることができ、その結果にもとづいて架設工事を進めている。さらに誤差が複合して作用する場合についても検討しているが、別途報告する予定である。

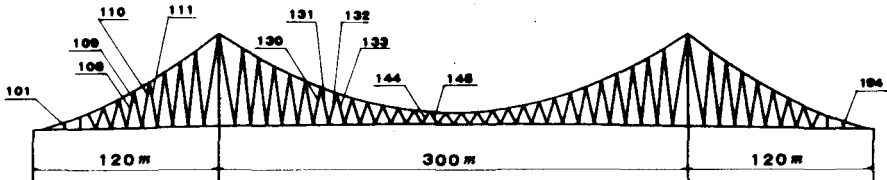


図-1 北港連絡橋モデル図及びハンガー部材番号

表-1 誤差要因、誤差量及び誤差ノルム値

誤差の要因			誤差量	誤差ノルム値	誤差の要因			誤差量	誤差ノルム値	
ケーブル	弾性係数		+2.5%	0.670	ハンガー	弾性係数		+2.5%	0.094	
			-2.5%	0.692				-2.5%	0.095	
	断面積		+5.0%	1.327		断面積		+5.0%	0.187	
			-5.0%	1.417				-5.0%	0.191	
	サグ		-200mm	3.494		無応力長		+20mm	2.366	
						-20mm	2.554			
補剛桁	弾性係数		+2.5%	0.080	主塔	断面積		+5.0%	0.017	
			-2.5%	0.084				-5.0%	0.019	
	断面積		+5.0%	0.135		剛度		+5.0%	0.019	
			-5.0%	0.149				-5.0%	0.017	
	剛度		+5.0%	0.048		鉛直度		+75mm	0.083	
			-5.0%	0.049				-75mm	0.048	
	重量		+5.0%	2.088		高さ方向寸法		+20mm	0.707	
			-5.0%	2.087				-20mm	0.671	
	溶接キャンバー		工場溶接	1.533						
			現場溶接	0.257						

参考文献 1) 松川、亀井、岡、田中：モノケーブル自旋式吊橋のハンガー張力調整法、土木学会関西支部年次講演会（昭和61,5）