

I-186 架設中の長径間吊橋の性状について

武蔵工業大学 正員 西脇成夫
川田工業株式会社 正員 服部英樹
春永鉄工所 正員 本本宗一

1 まえがき

タコマの落橋は、吊橋の持つ大きな問題点の一つと悲劇的な現象を以て我々に提示した。それ以来多くの研究者や技術者によってその問題は解決されつつある。耐震的な構造への研究も現在着々と成果を上げ、合理的な吊橋の設計への研究結果の累積はその他の問題点も含めかなりの量と成果となっている。このような成果にもとづいて設計された吊橋の架設に対し重要な若干の研究および報告はあまらなくても、設計に関する研究成果ほどに実用的に整理された形で資料が提供されているとはいえない。ここに報告するものは長大吊橋を架設する折の評価対象形と模型によって測定した結果であり、吊橋架設計画の折の一資料を提供しようとするものである。

および吊橋に限らず橋の架設法を検討選択する場合にこの指標となることとしては、

- i) 完成した橋梁が、その橋の設計計算の前提となっている仮定となるべく忠実に再現すること、
- ii) 架設作業が容易でありかつ危険作業のなまべく少ないこと、
- iii) 架設作業に要する費用の低廉であること、
- iv) 架設作業中の各段階で前後の部材力あるいは変形の変動が小さいこと、
- v) 架設各段階で、不慮の天災あるいは中期の自然現象からの悪影響のなまべく小さいこと、
- vi) 架設工事期間がなるべく短くなること、

などが考えられる。

もとより筆者らは橋梁架設工事の経験を持つものではないので、上記のような指標を考えてみても結局は理論的な立場からの検討に偏らざるを得ない。

そこで吊橋架設された内外の長大吊橋の架橋工事を展望すると、それらに採用された架設工法の大体を知る事が出来るが、筆者らは次のような架設工法について測定を実施した。

① 無結合架設法 ② マヒンジ架設法 ③ コヒンジ架設法 ④ 逐次結合架設法

①および③の架設法では補剛トラスの架設の最小単位は原則的には4パネルであり、②および④の場合は4～12パネルとした。この場合現場では最大約800t程度のブロックの吊上げを考えると、トラスの架設は側径間から順次中央に張出して行くことを考えている。このような架設順序を選択したことに深い意味はない。他の架設順序も考えられ、詳細に亘って架設法の比較をする場合に他の架設順序についても検討の必要がある。床版打設順序はさき述べていた項目を配慮の対象としたものではあるが、この実験を計画している頃には数値計算による決定が出来なかったため、諸資料を参考にして定めたものである。この模型に対しては前記の条件を満たすものがあるかも知れない。以下に実験結果の概略について述べるが、電子計算機による数値計算結果との比較検討は別途行う。

2. 実験に使用した模型

実験に使用した模型の全景を写真-1に、主な寸法を図-1に示す。主塔は軽量型鋼、補剛トラスは等断面で部材断面は $19 \times 12 \times 1.5$ 、トラス高は10.0 cmである。ケーブル及び吊材死荷重としてケーブル格点に約19kg、補剛トラスの自重としてトラス格点に約15kg鉄筋コンクリート床版などとして約23kgの荷重を考えた。模型の縮尺は $1/30$ 、スケールファクタとして3.5と考えた。そこで実橋に対応させるとそれぞれは表-1のようになる。

表-1 模型と実橋の対応

項目	単位	模型	実橋
主塔間隔	m	24.00	720.00
中央径間長	m	23.46	703.80
側径間長	m	11.04	331.20
サマ	m	2.30	69.00
強材断面積	cm ²	0.63	1985
ケーブル断面積	cm ²	0.96	3024
1間補剛トラス重量	%m	0.0218	2.28
1間ケーブル重量	%m	0.0272	2.88
1間RC床版重量	%m	0.0328	3.44

3. トラス架設及び鉄筋

クリート床版打設順序

トラスの架設順序は図-2、

鉄筋コンクリート打設順序は

図-3に示す通りである。

4. 測定結果

測定は各架設法に対し、塔頂移動量、塔基部応力度、部材応力度および格点のたわみを、多ヒンジ架設および3ヒンジ架設について各架設段階での固有振動数と対数減衰率を測定した。

前述したように測定の対象としたのは4種の架設法であり、その各々は次のようなものである。

① 無結合架設法：架設最小単位ごとに吊材に連結し、全部吊材に連結し終ってから各部材の添接部を結合し、最後に補剛トラスの支承と結合する。この場合トラス端部には下向き力を加えてトラスを上り凸となるように変形させながら支点と結合しなければならぬようにケーブルの初期形状及び吊材長を決定しておく。この下向き力は、床版打設などによってトラスに発生する部材力と相殺するような量とすることが望ましい。

② 多ヒンジ架設法：前記の架設法はすべて各部材の吊材への取付けが終るまで補剛トラスの各ブロックは連結されないで添接部に不慮の変形が生じて添接作業に困難が生じたり、風によってブロック相互の相対運動が生じたり、剛性が著しく連続していないことなどが原因となるトラブルが生じ易い。そこである程度大ブロックとしておける吊材に連結するとともに、上括弧添接部と板に添接して①の欠点を補うものである。

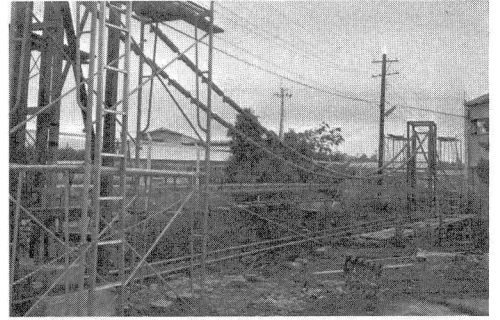


写真-1

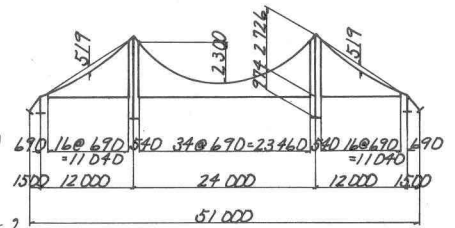


図-1

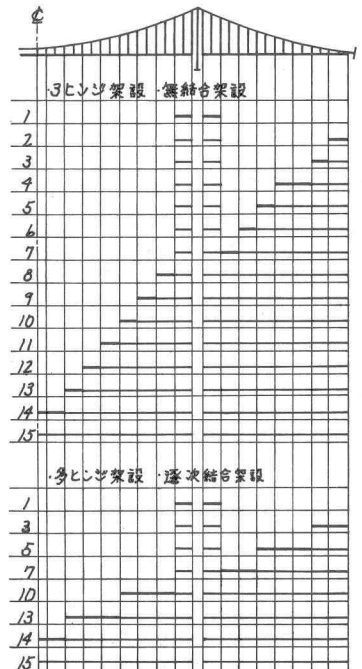
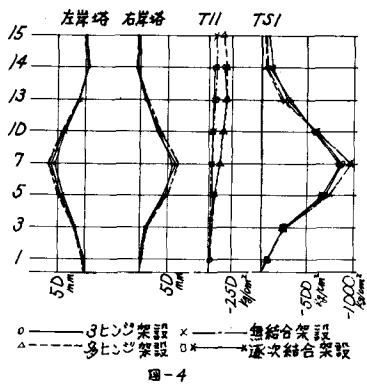


図-2



図-3



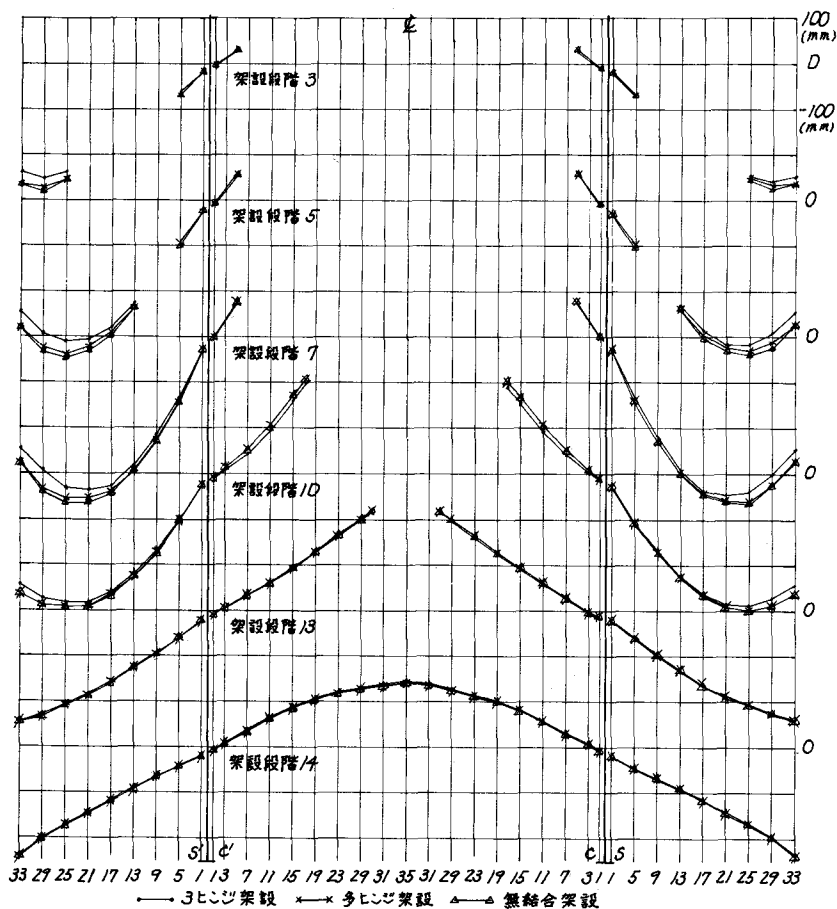
③ コーヒー架設法：吊材と連結したブロックはその部度係接を完了して行くが、側径間及び中央径間の中央部の係接部の上弦材側は係接打設後係接と実施する。前二層の支点部で下向き力がかかる効果を静定吊橋の性質に期待している。

④ 逐次結合架設法：係接打設前トラスの全係接と完成するもので最も剛性が高い。

4-1 塔の変形と応力

塔頂の変位量と塔基部の応力度を図-4に示す。

4-2 補剛トラスの変形



中央径間における4 D 種の架設法でのため、の最も大きな相異は2%程度であり、この程度の測定によって架設法の相異によるため値の傾向を論ずることは困難である。しかし、結合架設の場合に係接部が相互に重なりあう状況となることがあり、実橋の場合何らかの工夫が必要であることを示している。③または④の架設法の場合に、架設されるトラス部分の最も先端と吊材との結合にかなり大きな力が必要であると報告されているが、本実験ではその力の測定は行っていない。補剛トラス架

設の進行に伴う形状の変化を図-5に示す。係接打設による補剛トラスの形状の変化は図-6である。このような非線形構造物では、トラスの架設法の相異によって生じている部材力は同一ではないので、トラスの架設法によって係接打設時に生ずるトラスの变形も異なってくるわけではあるが、本測定では④の場合についてのみ実施した。

4-3 補剛トラスの部材力

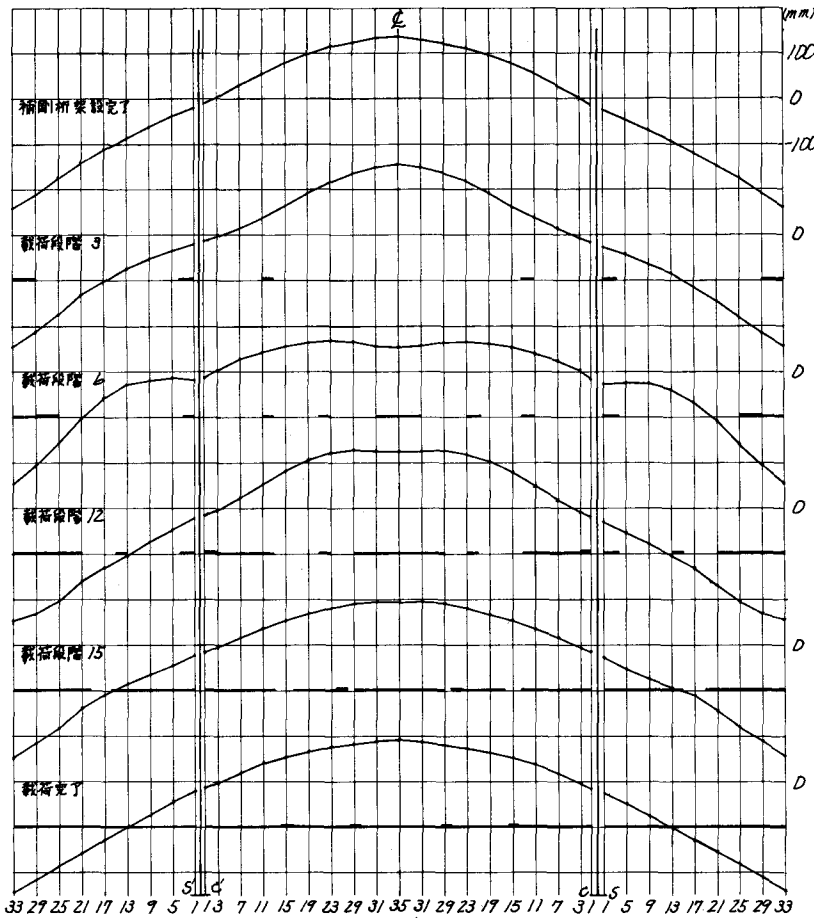


図-6

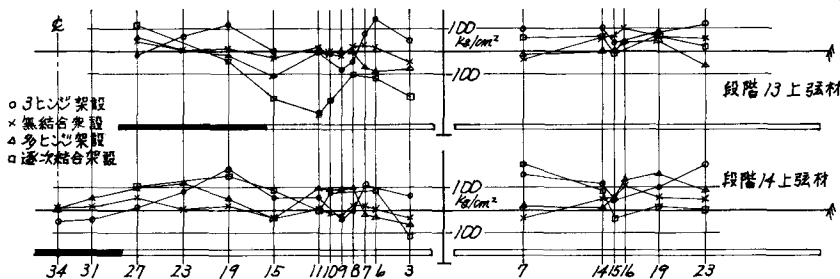


図-7

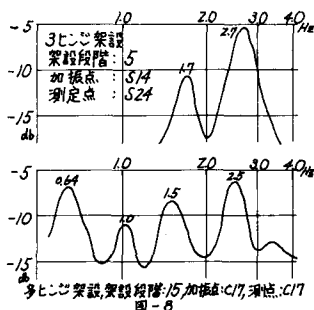


図-8

架設進行に伴う部材力の变化の状態の一部を図-7に示す。死荷重が表-1からも分るようにやや軽いことも影響して大きな部材力の発生は認められなかった。

4-4 固有振動数

多ヒンジ架設の場合には一点で加振した時発生する波の成分はかなり多く、特に13, 14及び15段階ではその状態が基だしい。

3ヒンジ架設の場合も一点加振で10及び13段階では数種の波が発生するが、一つまたは二つの波が卓越して発生する場合もある。これらの一例を図-8に示す。

4-5 対数減衰率

極めて巨視的には3ヒンジ架設より多ヒンジ架設の方が大である。低に添接してヒンジとしたこと

によるエネルギー逸散があるのかも知れない。数値については誤差が大きい。

5 あとがき

本実験は当時武蔵工業大学学生であった今西良治君、豊田哲也君及び本年末一に行った。数値計算は武蔵工業大学助手石橋美理子嬢と今西がプログラム作成にあたった。使用機はFACOM 270-30、コア容量32Kビット(16ビット)である。