

# 歌内橋 (二 鉸 補 剛 吊 橋) について

—— 応力調整法の利用 ——

北海道開発局土木試験所 技官 小 林 和 郎  
 ” ” 技官 今 山 健

## §1. 概 説

本文は当土木試験所特殊橋梁設計班が設計を担当した歌内橋の計画概要、設計方針 (応力調査法の採用)、応力調整法の原理とその実施方法、並びに設計上の要点について述べようとするものである。

本橋は村道国府歌内線中川郡中川村地内において、本道 3 大河川の一つである天塩川を横断する地点に架けられるもので、現在渡船交通となつているが、かつて学童 30 数名が船もるとも濁流に呑まれるという悲惨事が起こり、以来本橋の新設は地元民並びに奥地開拓農民の強い要望であつた。

架設地点は巾川 110 m、水深 4 m、平時は流速平穩な河川であるが、融雪期や降雨期には濁流逆巻き、又冬期には結氷して (厚さ 1 m にも及ぶ) さながら大氷原と化し、融雪期には解氷して巨大な氷塊が莫大な圧力とエネルギーを以つて流下するという、橋梁技術者にとっては正に戦慄すべき状況を呈する。

従つて長大径間の橋梁が余儀なくされるが、巾員 3.6 m の開拓道路の橋という点から、補剛構をもつ吊橋が選ばれたのである。そして又、近くにある同程度の規模の吊橋である遠富橋 (架設後約 30 年を経過し、上弦材中央部は挫屈をおこして最近の重交通に堪えぬ状態にある) を解体してその一部材料を再用することが考えられたが、調査の結果、主索及び補剛構とも損傷甚しく、或いは相当疲労しているので転用することは不可能で、かりに一使用しても、新材料で設計した場合とくらべて、経済的部にはさして有利とならず、橋梁の耐久性という面から考えればかえつて不利であるということが判つた。

さて天塩川下流部には昭和の初期において、瀬尾橋、遠富橋、雄信内橋の 3 吊橋が架けられたが、これらはどれも補剛構上弦中央部に挫屈を生じているが、これは主索のクリープによつて補剛構に永久撓みを生じ、この結果大きな正の曲げモーメントをトラスに生じて、上弦に予想せざる高値の圧縮力を生じて、遂に挫屈に至つたものであると思われる。

本橋の設計に當つて、先づ前記吊橋がもつ一大欠陥をいかに克服するかが問題となつた。この対策として

1. 補剛構を上路構とする。
2. 或る程度のトラスの撓みを予定して、挫屈に対してポニートラスの横ラーメン剛性 (ポニートラスのラーメンの横断性抵抗) を充分余裕をみて設計する。
3. 応力調整法により、トラスに負の曲げモーメントを発生させて、最初からいわゆるプレストレスを与えておく。

等が考えられたが、

- 1 は、取付道路の施工基面の関係及び工費が増大するという点から不適当である。
- 2 は、工費が増大し、なおかつ挫屈の不安があつて挫屈防止対策としては不充分である。

という考えから、

- a. 挫屈防止対策として著しく効果があり、換言すれば挫屈に対する安全率の著しく高い。
- b. 建設費を著しく節約し得る。

3 番目の応力調整法を採用することにしたのである。

かくすれば補剛構は挫屈の危険から殆んど永久に解放されるわけである。

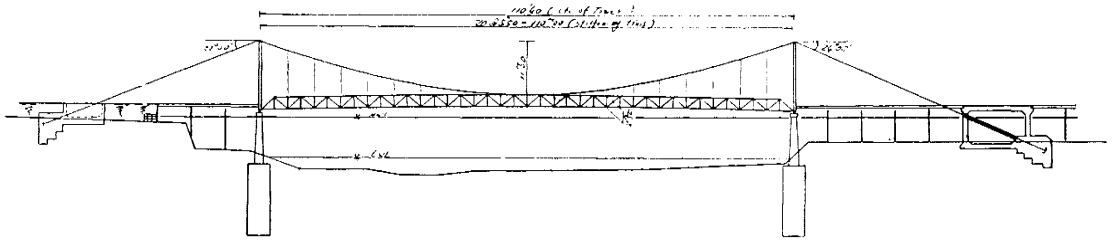
この応力調整の方法は北大今教授が、昭和 25 年留萌開発建設部管内の雄信内橋の補修に際して実際に適用して大なる成果を収めたことは、既に昭和 26 年当土木学会北海道支部講演会において発表された所であるが、本橋は新橋の建設に當つて補剛構上弦材の挫屈を防止すべく応力調整法を適用し、同教授の御指導の下に計画並びに設計を進めてきたのである。

## §2. 歌内橋の概要

所在地 村道国府歌内線 (開拓道路) 中川郡中川村地内 (天塩川)

### (1) 下部構造

|     |                |      |
|-----|----------------|------|
| 橋 合 | 木造橋台           | 2 基  |
| 橋 脚 | 井筒基礎 (根入 15 m) | 2 基  |
| ”   | 木造橋脚           | 19 基 |



図一 歌内橋一般図

## (2) 上部構造

|      |                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------|
| 橋 格  | 2等道路橋 (昭和 14 年内示第 2 種荷重)                                              |
| 橋 長  | 278 m                                                                 |
| 有効巾員 | 3.6 m (一部 4.5 m…… コンクリートラ<br>メン橋の部分)                                  |
| 型 式  | 主径間 2 鉸補剛構をもつ吊橋<br>110 m (40 @ 2.75 m)                                |
|      | 側径間 コンクリートラメン橋 14 m<br>木造桁橋 3 @ 7.0 + 5 @<br>7.0 + 14 @ 7.0 = 154.0 m |

このうち当橋梁班が設計を担当したものは、鋼補剛構吊橋上部構造及び鋼索碇着施設一式である。

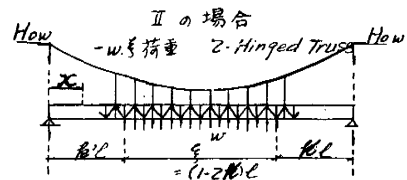
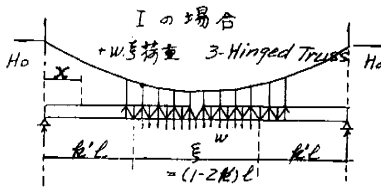
## § 3. 応力調整法の原理並びに実施方法

これは前にも述べたように、今教授が既に発表せられた所であるので、極く簡単にその原理を説明するに止める。

本橋の応力調整作業は、次の段階によつて行なう予定である。

1. 鋼索は工場においてプレテンションを施し、初期伸びを防去しておく。

2. 補剛構は始め 3 鉸構で架設する。(径間中央下弦材にヒンヂを入れるが、振動防止の意味からヒンヂの上の上弦材は仮部材として入れておく。これは両側がセットプレートに随円孔をあけてボルト締めをしておく。)
  3. 主索の伸びを知るために、時々橋面の水準測量を行なうと共に、その時の大気温をとつて、温度影響を除いた実際の主索のクリープの調査を行なう。
  4. 2～3 年冬期間を通過し、主索のクリープが充分出た時期に、補剛構中央部 (上弦材応力の負影響面積に相当する部分) 橋面に、活荷重  $p$  に等しい調整用の surcharge  $w$  を満載する。
  5. surcharge  $w$  による 3 鉸構の撓み変形が完了したらヒンヂの上の部材を挿入して (実際には既に挿入してある仮部材を) 鉚結して、3 鉸構を 2 鉸構にする。
  6. 2 鉸構が完成したら surcharge を除去する。
- 以上で調整作業は完了する。補剛構はこの調整作業によつて上方に引き上げられ、大きな負の曲げモーメントが 2 鉸構に生じるわけである。
- この作業は、応力的に解析すれば次のようになる。



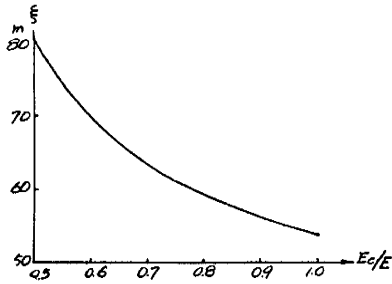
図一 2 応力調整による応力の解析図

応力調整操作を終了した時の応力分布は、I, II 各場合の和に等しい。

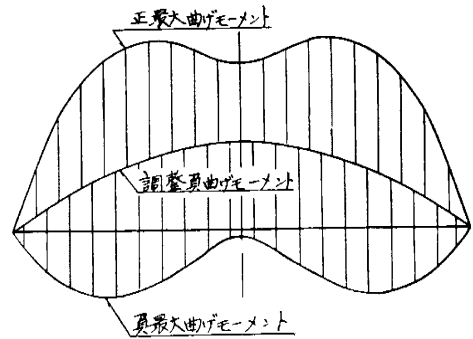
なお調整荷重の載荷範囲である  $\xi$  の値は  $E_c/E$  によつて決るのであるが、 $E_c$  の値は約 0.5 より 0.8 まで成長すると考えられるので、設計時においては明確にはつかみ難いが  $E_c/E=0.7$  とおさえたので、概ね  $E_c/E=0.7$  に到達した時期において応力調整を行なう積りである。今

$E_c/E=0.7$  なる場合は  $\xi \approx 62$  m となり、従つて径間中央 62 m にわたつて surcharge を載せればよいわけである。なお調整作業実施に当つては、予め試験荷重を載せて主索の歪を実測し  $E_c$  の値を計算によつて求め、この  $E_c$  に対する  $\xi$  を算出して、この区間に surcharge を満載するわけである。

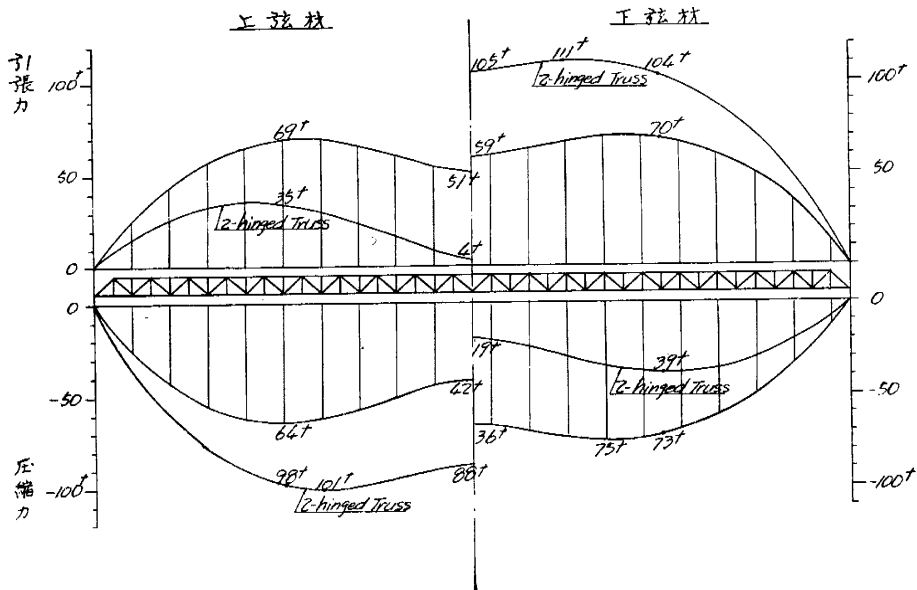
#### § 4. 応力調整法を歌内橋に適用した結果



図—3  $\xi - E_c/E$  曲線



図—4



図—5 応力比較図

図—5は普通の2鉸構と応力調整を実施した場合の2鉸構との、上弦材並びに下弦材応力の比較図表である。なお下弦材は風荷重応力が入るので、死活両荷重並びに雪荷重応力の外に風荷重応力を加えて、許容応力の増加率で割った値を記入した。この図表から分るように、応力調整を実施すればトラス 1/4 点において、上弦材応力(圧縮力) 35%, 下弦材応力(引張力) 33%を軽減し、経間中央において上弦材応力 52%, 下弦材応力 44%を夫々軽減することが出来る。

#### § 5. 設計上の要点

雪荷重 200 kg/m<sup>2</sup> とした。  
風荷重 吊橋の復元力理論を用いて下横構を設計した。

- (1) 主 索  $(f = 11 \text{ m}, \frac{f}{l} = \frac{1}{10})$

吊橋用 37 本線 6 熱共心鋼索, 54mm 径 (破断力 171 ton 以上) のもの 7 本を使用する。鋼索は工場において官側立会の下にプレテンションを行ない, その弾性係数は 1,050,000 kg/cm<sup>2</sup> 以上とする。主索にはクレードルをつけず, 平面的には左右平行とする。

- (2) 補剛構 (構高 2.5 m, 格間長 2.75 m, 構中心間隔 4.3 m) 下路式平行弦ワーレントラス。  $h/l = 44'$ 。

- a) スラブ (鉄筋コンクリート床版, 厚さ 12 cm)

吊橋の死荷重が小さいと強風によつて橋体がまくり上げられる恐れがあるので, 最少厚のスラブを打つて剛性を高めた。

- b) 吊 材

下路構であるため上弦を吊れば、車輛通過後も相当永い間トラス各部材に振動が残るので下弦を吊ることにした。床桁から突桁を出して主索から垂直に吊り、補剛構の振れに対して考慮を払った。

c) 仮部材

(3) 吊金物

ノンスリップ吊金物 (滝口工務所特許) を使用した。

(4) 塔 柱 ( $h=15\text{ m}$ )

ロックイングタワー。形式は箱形断面のラーメン式とした。

(5) ソケット止め

主索の碇着装置はソケット止めとした。工場において引張試験を行なう予定である。