

八ツ山橋梁

(第二卷第六號所載)

工學士物部 長 穂

先進大河戸氏ノ計畫セラレタル八ツ山橋梁記事ニ於テ多少難解ノ節アレハ次ニ之ヲ列舉シ併セテ多少ノ愚見ヲ附記シ著者ノ示教ヲ仰カントスルモノナリ

(一) H_m ニ對スル腹材ノ影響 著者ハ水平繫材ノ應力 H_m ヲ算出セラル、ニ際シ全腹材ノ影響ヲ無視セラレタリ抑 H_m ノ公式ニ於テ腹材ノ影響ハ分母子何レヲモ大ナラシメ且弦材ノ影響ノ數ば H とニ過キササルヲ以テ繫材ノ應力トシテ H ヲ求ムル場合ハ之ヲ無視シテ差支ナシト雖モ H ヲ用ヒテ更ニ諸部材ノ應力ヲ算定セントスル場合ハ拱ノ性質上 H ハ些少ノ誤差モ尙忽ニスヘカラス故ニ H ノ感應線ハ五數字乃至八數字ヲ算出スルヲ例トス(但シ五數字以上ハ餘リ必要ナカラント考フ)尤モ此種拱橋ニ於テモ H_m ニ對スル腹材ノ影響ハ橋形ニ依リテ多少ノ差等アリ今一例トシテ下弦拱矢 f ト徑間 l トノ比カ $\frac{f}{l} = 0.05$ ナル拱ニ於テ腹材ノ影響ヲ檢セシニ端荷重ニ於テ3%中央荷重ニ於テ5%ナリ即腹材ヲ無視スレハ H ハ實値ヨリ三乃至5%小トナル八ツ山橋ハ該比約1.5%ナルカ實際計算ニ依レハ中央荷重ニ對シ約三二%ノ誤差ヲ有シ凡テノ H_m ノ平均誤差ハ約三%ニ達ス斯ノ如キ誤差ノ部材應力ニ及ホス影響ノ著大ナルハ之ヲ後節ニ述ヘントス尙多クノ繫拱ハ拱矢比 $\frac{f}{l} = 0.1$ 乃至 $\frac{f}{l} = 0.2$ ナルヲ以テ腹材無視ノ爲メニ生スル H ノ誤差ハ二%以上五%ニモ及フ

可ク從ツテ腹材無視ノ公式ハ一般ニ不適當ナリト言ハサル可カラス
 (二) 水平繫材ノ斷面積 A_0 H_m ノ公式ニ於テ分母最後項ノ外凡テノ項ハ A_0 ヲ含メリ從テ A_0 ノ誤差ハ H_m ニ及ホス所極メテ輕微ナルハ明カナルモ著者ハ特ニ純斷面積(鍍釘ヲ除キタル)ヲ採用サレタリ然ルニ A_0 ハ應力 H ニ因ル繫材ノ伸長ヲ現ハス爲メノ斷面積ナルヲ以テ其主ナル部分ノ斷面ヲ用フルヲ合理的ナリト思ハル細部構造ヲ見ルニ繫材構成ノ鍍釘ハ 6" びっちナルヲ以テ該材を長ノ大部分ハ總斷面 (Gross section) ニ應力ヲ受クヘシ從ツテ其伸長ハ全斷面ヲ用ヒテ算出シタルモノニ極メテ近カルヘシ加之繫材以外ノ床材モ亦多少水平應力ヲ取ル可キヲ以テ A_0 ハ寧ロ繫材ノ總斷面積以上ニ採ルヲ以テ實狀ニ近シトナス尙其他ノ部材ニシテ應張力ヲ受クル者ト雖モ其伸長ニ關シテハ一般ニ總斷面積ヲ用フルヲ通則トナス如シ

(三) 橋床取付ノ影響 繫材ト橋床トノ聯絡ハ繫拱設計ニ於テ重大ニシテ而モ最モ困難ナル問題タリ今日行ハルノ聯絡法ハ二種アリ一ハ應力算定ニ採リタル假定ヲ尊重シ繫材ト橋床ヲ固結スル事ナク前者ヲシテ單獨ニ水平張力ヲ取ラシメントスルモノナリ他ハ製作上ノ便ヲ重シ兩者ヲ緊結スルモノナリ(二)ニ一言セル如ク A_0 (實際ニ水平張力ヲ受クル斷面積)ノ變化ハ H_m ニ對シ著シキ影響ヲ與フル事ナキヲ以テ第二法ト雖モ必スシモ合理的ナラスト言フ可キニアラス八ツ山橋ハ第二法ヲ採用セルヲ以テ縱桁床(水平構材等)ハ何レモ多少ノ張力ヲ受クヘク而シテ張力ノ強度ハ主繫材ニ近キ物程高カルヘシ今假リニ繫材ニ最モ近接セル縱桁 $2\text{I} @ 10' \times 3\frac{1}{2}'' - 23.55 \text{ lbs.}$ $2\text{I} @ 13' \times 7'' - 75 \text{ lbs.}$ ノミカ主繫材同一強度ノ應力ヲ受クルモノト考フレハ A_0 ハ著者ノ採ラレタル五四方吋ノ代リニ七三五方吋(主繫材ノ總斷面積)ニ加フルニ五七八方吋(縱桁ノ斷面積)即約一三〇方吋ヲ用ヒサル可カラス差隔斯ノ如キニ至リテハ A_0 ノ影響ト雖モ決シテ輕視ス可キニアラス試ニ其ノ影響ヲ算出スルニ H_0 ハ約一八%タケ増大セリ即腹材ノ無視ト A_0 ノ採リ方ニヨリテ H_m ハ少

クモ平均四%ノ誤差ヲ有ストナサ、ル可カラス尙進ンテ H_m ノ誤差ノ部材應力ニ及ホス影響ヲ知
 ランカ爲メ死荷重應力ニ就キテ計算スルニ

著者ノ計算セル H	應力 (Kips)	誤差 (%)	應力 (Kips)	誤差 (%)	應力 (Kips)	誤差 (%)
H カ 2% 増大セル時	270	—	104	—	45	—
H カ 3%	251	7.0	125	20.0	70	36
H カ 4%	241	12.0	136	23.2	83	46
H カ 5%	232	16.4	146	26.7	95	53
同	222	21.4	157	33.7	108	59

右ハ單ニ一例ヲ掲ケタルニ過キサルカ其或者ニ於テハ H カ四%ノ誤差ヲ有スル爲メニ實際應力
 ハ殆ント二倍ニモ達スルヲ見ル故ニ少クモ彈性理論ニ信賴シ拱ノ應力ヲ算出スル以上ハ腹材ノ
 影響ヲ參酌シ併シテ橋床ノ作用ヲ採算スルノ必要ナキヤト考フルモノナリ

(四) 懸吊材ノ應力 該材ハ直接懸垂荷重ヲ受クルノミナラス種々ノ間接應力ヲ受ク可キヲ以テ
 著者ハ是等ニ備ヘン爲メ餘裕アル斷面積ヲ採用サレタリ從ツテ該材ノ安危ニ關シテハ論議スル
 ノ要ナシト雖モ間接應力中ニハ頗ル重大ナルモノアルヲ以テ一通算定シ置クノ要ナキヤト思ハ
 ル先ツ第一ニ各懸吊材ハ其ノ上部ニ於テ構弦材ニ固定サレ下端ニ於テ繫材ニ釘結サル然ルニ拱
 ニ荷重作用スル時ハ一般ニ下弦材ハ短縮シ繫材ハ伸長ス此ノ爲ニ懸吊材ハ撓率ノ作用ヲ受クヘ
 シ今滿載荷重ノ場合ニ就キ該撓率ニ因ル緣維應力ヲ算出スルニ懸吊材ノ長九八呎ニ對シ約六、四
 ○○呎ニ對シ約一、六○○呎トナル此種ノ應力ハ繫拱(鋼橋鐵筋混凝土橋等)ニ於テ繫材ト懸
 吊材トヲ固定スル以上當然發生ス可キモノナルヲ以テ直接應力ト同等ノ取扱ヲナスヲ常トスル
 如シ第二ハ拱構ニ作用スル風壓ヲ懸吊材ニ依リテ橋床下ノ水平構ニ傳ヘサル可カラス本橋ノ如

ク完全ナル上部風壓構ヲ有セサル場合ハ一應算定スルヲ常トスルカ如シ試ニ風壓面一平方呎ニ對シ三〇呎ノ風壓ヲ採リ懸吊材下端ニ發生スル線維應力ヲ計算スレハ第一懸吊材ニ對シ約九〇〇〇呎中央懸吊材ニ對シ約一五〇〇〇呎トナル尤モ是等ノ數値ハ風壓ニ因ル撓率ヲ懸吊材ノミニ依リテ對抗スルモノト假定シテ得タルモノナルニ實際ハ構ノ弦材モ亦其一部ヲ分擔ス可キニ依リ斯ル強大ナル應力ノ發生ハ疑ハシト雖モ其半カ實在セリトスルモ尙ホ輕々ニ看過ス可キニアラサル如シ第三ニ著者ハ牀桁ノ設計ニ際シ端固定ノ場合ヲモ考ヘラレタリ然ルニ懸吊材兩側ノ牀構ノ受クル荷重對稱ナラサル場合ハ一部ノ撓率ハ直チニ懸吊材ニ作用スヘシ此影響ハ中央構ヨリ寧ロ兩側構ニ於テ重大ナルヘシト雖モ今算出ノ基礎ヲ有セサルヲ以テ假ニ中央構ニ於テ端ニ近キ吊材ニ就キテ計算スルニ約五〇〇〇呎ニシテ前二者ニ比スレハ其影響微々タリ

(五) 鐵釘連結ニ因ル副應力ニ就キテ 副應力ヲ算定シテ之ヲ部材設計ニ參酌スル事ハ未タ一般ニ行ハレズ鐵橋ニ關スル最新ノ仕様書トモ云フヘキ佛國政府ノ改正規程(一九一五年一月改正)ニ於テサヘ委員ハ副應力ニ關シテハ未タ明確ナル規程ヲ設クルノ時機ニ達セストテ之ヲ措ケリ予ト雖モ從來行ハル、副應力ノ理論ヲ以テ絕對ニ正確ナリトシ其與フル數値ヲ以テ直チニ實部材ニ發生スルモノザリト主張スル者ニアラス然レトモ連結鐵ノ變形ヲ理トシテ斯ル應力ノ發生ヲ否定スル說ニハ到底歸依スル能ハサルナリ而シテ若干ノ假定ノ下ニ計算スレハ連結鐵ハ一般ニ副應力ノ一割五分以内ヲ低下スルニ過キサル如シ故ニ此種拱橋ニ對スル副應力モ亦設計ニ際シ多少ノ參考資料タルヘシト思ヒ予ノ嘗テ計算セシ所ヲ以下ニ掲ク但シ拱ハ徑間二四〇呎下弦拱矢三八呎拱構ノ深ハ端ニ於テ二四呎中央ニ於テ一〇呎ヲ有シ徑間ハ十二ノ等格間ニ分テリ

計算ハ滿載荷重ニ對シテ行ヒタルモノナレハ各部材ノ最大主應力ト同時ニ發生セル物ニアラサルモ或部材ノ最大副應力ハ其材ノ最大主應力ト共存スル場合多ク且ツ其場合ノ副應力ハ滿載荷

重ノ場合ニ發生スルモノト大差ナキヲ以テ參考ノ資料トシテハ充分ナリト信ス尙該拱ニ於ケル風壓應力熱應力等ヲ併記セリ

各種應力強度表 (單位 1,000 lbs.)

	上弦材			下弦材			
	最大主應力	副應力	風壓及熱應力	最大主應力	副應力	風壓及熱應力	
d_1	-6.52	±1.30	-1.21	b_0	-12.42	±0.50	-0.30*
d_2	-13.36	±0.70	-1.93	b_1	-12.62	0.80	-0.39
d_3	-13.12	±1.70	-1.56	b_2	-12.53	0.60	-0.51
d_4	-13.21	3.30	-1.32	b_3	-12.42	0.80	-0.70
d_5	-13.34	2.50	-1.20	b_4	-12.52	±1.60	-1.40
d_6	-13.47	1.85	-1.16	b_5	-4.00	±2.50	±2.40
d_7	-6.10	2.40	-14.90	d_1	+16.20	±1.04	+0.60
d_8	-6.85	4.00	-0.20	d_2	+15.40	1.13	+0.40
d_9	-7.55	7.70	-0.30	d_3	+16.10	1.40	+0.75
d_{10}	-7.18	7.50	-0.30	d_4	+15.70	0.20	+0.70
d_{11}	-5.83	8.60	-0.30	d_5	+16.10	1.55	+0.70
d_{12}	-1.91	8.10	-0.25	d_6	-4.60	1.90	+0.30
d_{13}	-2.79	8.10	-0.25		+10.50		
d_{14}	+5.48						
d_{15}	+11.45		+0.60				

即垂直材ニ於テハ副應力ノ影響極メテ重大ナルヲ見ル

(六) 試算ニ就キテ H_m ノ公式ヲ見ルニ凡テノ部材ノ斷面積ヲ含メリ從ツテ是等斷面積ヲ知ルニアラサレハ H_m ヲ算出スル能ハス故ニ設計ニ際シテハ先ツ腹材無視ノ公式ヲ採リ部材斷面積ヲ假定シテ試算ヲ行ハサル可カラズ從來設計セラレタル繫拱中ニ新ニ設計セントスル者ニ近似セル

472

者アラハ之ニ就テ A_1, A_2, A_3 等ノ比ヲ知り得ヘク而シテ第二試算ニハ先ツ A_1 及 A_2 ノ平均値ト A_3 トノ比ヲ用フルヲ常トシ此平均値トシテハ中央ニ於ケル弦材ノ斷面ヲ用フ可シトノ説モアレト一般ニ徑間ノ三分ノ一乃至五分ノ二ニ於ケル各弦材ノ斷面ヲ用フル方適當ナルカ如シ而シテ何等據ル可キ實例ヲ有セサル時ハ $A_1 : A_2 : A_3 = 2 : 1 : 2$ 乃至 $3 : 1 : 3$ ト假定シテ試算スルヲ可トス但シ A_1, A_2 ノ比ハ拱扁平ナル程小ナリ

附記 前文中ニ掲ケタル數字ハ實用上充分ナリト思ハル、理論ニ基キ算出シタルモノナレトモ一々其ノ算法ヲ記載セハ稍多クノ紙面ヲ要シ且ツ通讀ノ煩ニ堪ヘサラシムル惧アルヲ以テ茲ニ之ヲ省略セリ(完)

工學博士 吉 町 太 郎

繫拱ノ實例ハ歐洲殊ニ獨逸ニ於テ甚多シト雖モ東洋方面ニアリテハ本橋ノ外佛領支那及瓜哇ニ於テ二三ノ例ヲ見ルノミ而モ何レモ頂鉸ヲ有スル所謂靜定構造ニ屬シ不靜定構造ニ屬スルモノニ至リテハ實ニ我八ツ山橋ヲ以テ嚆矢トセサルヘカラス著者カ本橋設計ノ榮ヲ擔ハレ且ツ其優雅ナル橋型ヲ實現セシメラレタルハ深ク慶祝スル所ナリ加之此種ノ設計ニ於テ最初彈性荷重ヲ算出スル爲メ弦材及繫材ノ斷面比率ヲ推定スルニ當リ漫然一ト看做スヘキヤ或ハ之ニ満足セサルトキ如何ニ豫定シテ然ルヘキヤハ設計者ノ屢惑フ所ニシテ專ラ外國ノ實例ヲ探査シ之ニ準據スル外他ニ途ナキニ當リ手近カニ本例ヲ示サレタルハ向後ノ設計者ニ對シテ有益ナル資料ヲ提供セラレタルモノトイフヘシ