

鐵筋混凝土桁設計に就て

長崎縣道路技師 田原秀男

鐵筋混凝土桁橋に於ては彎曲力率により設計すれば剪力を考慮する必要はない彎曲力率による張力に耐ゆる爲めには鐵と混凝土とのボンドストレスを化學的又は物理的に増加させるのが最も合理的であると信じて五月號に一部發表したのであるが猶少し補足して見たい。

今日、彎曲力率剪力ボンドストレス等と各々細部に涉つて數理的に詳細説明したものは數多あるけれども、大體論として説明したものが少い、私は我々技術家の内でも數理的には完全である設計計算をして安心して居るが次の事實問題に就て不問に附して居る者が幾分ありはせぬかと思ふ、判り易い爲め實例を擧げて見る。

今徑間十八尺のT桁を設計した。内務省規定の田舎道路

の荷重を基礎として計算すると其の桁の中央に於ける彎曲力率は約七十五萬吋封度である。そこで桁高を版共に一尺二寸桁幅一尺とすれば應張側鐵筋量は約四平方吋を要し徑一吋八分の一の丸鐵を四本使用すれば張力に耐へ得る。

又桁高を版共に一尺六寸桁幅一尺、即ち前者より高さを四寸増加すれば應張側鐵筋量は約三平方吋を要することになる故、徑一吋の丸鐵四本使用すれば充分である。兩者共版部即ち耐壓側は計算する必要が無い程安全である、T桁の場合は大概の場合耐壓側は考慮する必要が無い。

此二通りの設計は巧拙は別問題として數理上何等不都合は無い筈である、然し二者に載荷試験を行へば前者は鐵に未だ何等の變形を生ぜざるに張力側に大なる破目を生じ後

者は顯微鏡的の龜裂は生ずるも鐵の變形と破目と殆んど同時に起ることを知るであらう。

此結果は換言すれば張力を受くる時、力が或る程度を越す場合は如何に多量の鐵筋を使用するも混凝土の龜裂を防ぐ事は不可能である、即ち鐵筋混凝土として全く效用をなさぬ事となるを示すものである、又此の場合見逃すことの出来ないことは、其の桁には鐵鐵筋も主鐵筋の一部を折曲け鐵筋に代用もせず主鐵筋は單に兩端を折曲けたのみで、即ち傾斜耐力、張力に何等補強材を使用せざるにも係はらず、其の中央に龜裂を生ぜしめたと同じ重量であれば其れを如何なる點に載するとも、剪力による龜裂は桁の何處にも認められ無いことである。

以上は私が所謂學者に非らざる實地家として又精密なる測定と完全なる設備とを具備せざる數回の實驗より得たる所信に基き述ぶる所である。故に大局に影響せざる細部に亙る誤信は別として、根本に於ては即ち實際論として誤りはないと思ふ。又右の結果の殆んど證明と斷ずる爲めに熊

本高等工業學校教授合著土木工學中卷四八三頁を引用する事を許して貰い度い。

「以前は鐵筋を有する混凝土の應張變形は普通の混凝土に於けるより大にして約十倍にも達し得るものと考へられ従て桁の計算に於ては之を基礎として混凝土の應張力を公式中に加ふるものありしが其の後米國に於て施工せられたる精密なる實驗の結果事實の誤れること明かになり鐵筋を有するものも普通の混凝土と殆んど同一の應張變形の下に龜裂を生ずるものたる事確かめられたり唯鐵筋混凝土に於ては其の龜裂が初めの間は非常に細微にして通常の方法にては到底之を認むること能はず又普通の混凝土の如く急激に生ずる事なく従つて除々開裂し又多くの龜裂が同時に生じ終に全變形が普通の混凝土より大なるに至るものとす併し最初の龜裂を生ずるは普通の混凝土と同一の變形の時なれば夫れ以上の變形を生ずる荷重に對しては如何に鐵筋を加へたりとも張力に對しては全然價值なきこと明なり。云々」

私は此一節が鐵筋混凝土桁橋の設計施工に最も必要なる

根本問題であると考へる、又事實誰でも一度試験をすれば直ちに頷つく事柄である。そこで此龜裂に關して述べんに肉眼で見へない位の龜裂は、内部の鐵筋を腐蝕さす原因にはならないのが事實らしい、果して然らば此程度の龜裂は何等考慮する必要はない事になる、換言すれば普通混凝土自身の張力の約十倍を越さず張力を受けつゝある場合は鐵筋混凝土は完全に其の使命を全うする筈である、従つて桁の高さに或る制限がなければならぬ事になる、即ち前例題の如く或る高さに達せぬ桁は、鐵筋を如何に多量に使用しても鐵筋に何等變化を起さぬ以前既に桁の效用をなさぬ破目を生ずる事になる。

前述の理由から内務省内規第二種荷重以下を適用する——一般にと云ふも差支へぬとは思へども第一種荷重に對しては述ぶる資格を有せぬ爲め特に二種荷重以下と斷つて置く——桁の高さを定むる公式を發表する、其の公式は極めて簡單で通俗的ではあるが確に實用的で且つ從來の桁の公式と同一形式で便利であると思ふ。

$$M = \frac{bh^2}{6} \sigma$$

M = 桁一起る全彎曲力率と封度又は尺封度

b = 桁の幅又は尺 h = 桁の高さ又は尺

σ = 係數にして 1,000^ポ、1,500^ポ、又は 150,000^ポ

200,000^ポ #

上式のσは一般として少し不都合を生ずるから二通りとし大體徑間二間以内は二十萬尺封度二間以上は十五萬尺封度の方を探れば宜敷い。

以上の式から桁高を算出し、此高さにより鐵筋量を算出し桁を設計すれば、鐵筋を適當の量使用したことになる、そこで設計が出来たならば、次にボンドストレスに就て考へる必要がある。

ボンドストレス即ち鐵と混凝土との附着及兩者の摩擦抵抗を含む力は鐵筋混凝土に於て最も重要な一つである、此力さへ完全なれば鐵の變形せざる以前に於て混凝土に龜裂を生ずることなく全く抗張力は鐵の有する耐張全力を發揮し抗壓力は混凝土の有する耐壓全力を發揮し得る所

謂理想的の材料となるのである。即ち抗張鐵筋の尖端を折曲るも、異形鐵棒を使用するも、折曲鐵筋鐵筋を使用するも、總て鐵と混凝土のボンドストレス、換言すれば兩者の親和力を物理的に増加さすのに外ならないのである、此力を化學的に完全に増加さす事を得たならば鐵筋混凝土に一大革命を來すであらう。

殊に三尺以内の短徑間の厚さ五寸以内の暗渠蓋の如き場合、比較的直徑の大なる鐵筋を使用するは其の鐵筋の能率をボンドストレス不足の爲め甚だしく低下するものである、即ち斯くの加蓋に載荷試験を行へば最初彎曲力率による龜裂を生じ、次に鐵筋全長に亘りボンドストレスを失ひ混凝土は鐵の折曲部分の剪力の爲め破壊せらるゝ音響を聞くであらう、即ち此現象は明に鐵の抗張強度に比し鐵の混凝土に接する面積の少き事を證するものである、故に徑間短き場合は細き鐵筋を網式に入れるか縦より横を重要視して即ち横筋を主とする方が宜敷い、此爲には運搬の關係上是非共場所詰混凝土となす必要がある、一體徑間短く厚さ薄き混凝土は其れが板でも函でも彎曲力率や直剪力の

計算も必要であるが最も注意を要するは徑の細き鐵筋を使用するに在る、然し一面に鐵筋細ければ施工に困難を來す弊害があるから、理想的には網形を使用する事を推奨する。

次に鐵筋の繼合せの注意であるが鐵筋の長きものを要する時田舎では繼合せ事が度々であるが此繼合せには最も注意しないと折角の設計計算も全く徒勞に歸し非常に危険を供ふものである、現在繼合せは殆んど全部重ね繼ぎとするが、其の場所は成可く中央を避け且つ各鐵筋の長短を左右交互にし一ヶ所に數本の繼合せの重ならざる様長短を配置するは勿論であるが、其の重ね合せの長さは其の鐵筋の抗張限度に相當する鐵の直徑の六十倍位重ね合す可く、兩端折曲けは全く其れ以外とし施工の際混凝土と鐵との密着等に幾分の不完全個所を生ずる事が多いから其れに備へるが安全である、此重ね合せ繼ぎは非常に鐵が不經濟になるから往々短かく繼合せ事を見受けるが此れ位危険な事は他にありません、大體鐵筋混凝土は其れ自身及荷重が現在では安全過ぎるから龜裂とか破壊とかの例が少い爲めよく繼目等を重視しない弊が在るが是れは最も危険なことである。

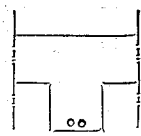
猶床板上に於ける荷重の分布に就き未だ其の發表の時機に達しない然し橋梁を一つの床版となす時は現在考へられて居るより以上有利である事は間違いない事であると思ふ
 終りに計算の助けになるから表の一部を示す此表は内務省規定鐵筋混凝土準則を基として計算したものであるから利用して貰へれば幸である。

表中Nは計算の結果で此數字で彎曲力率を尺³尺³度で表し



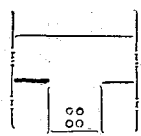
矩形一重鐵筋

h尺	N
0,4	4,500
0,5	6,320
0,6	7,040
0,7	8,320
0,8	9,760
0,9	11,200
1,0	12,540
1,1	13,000
1,2	14,000
1,3	15,500
1,4	17,000
1,5	18,500



T形一重鐵筋

h尺	N
1,1	13,780
1,2	15,150
1,3	16,600
1,4	18,000
1,5	19,280
1,6	20,700
1,7	22,200
1,8	23,680
1,9	25,200
2,0	26,700
2,1	28,300
2,2	29,800
2,3	31,400
2,4	32,900
2,5	34,500
2,6	36,100
2,7	37,600
2,8	39,250
2,9	40,800
3,0	42,400



T形二重鐵筋

h尺	N
2,0	25,520
2,1	25,040
2,2	28,590
2,3	30,140
2,4	31,700
2,7	33,260
2,6	34,800
2,7	36,400
2,8	37,980
2,9	39,550
3,0	41,100
3,1	42,720
3,2	44,300
3,3	45,880
3,4	47,470
3,5	49,000
3,6	50,640
3,7	52,240
3,8	53,800

たものを除すれば直ちに所要鐵筋量が平方時で出る例へば

$$M = \frac{1}{8} \times 1,000 \times 20^2 = 50,000$$

此れをT桁の一重鐵筋桁高一尺四寸として設計すれば

$$50,000 \div 18,000 \div 28 \dots \text{即} 28 \text{平方時の鐵筋を要す}$$

此桁高一尺四寸としたのは前述公式を應用して即ちbは

$$1 \text{尺とし } 50,000 = \frac{bh^2}{6} = 150,000 = \frac{h^2}{6} = 150,000$$

h²=2,1 h=1,4尺となる