



橋種別に見たる國府縣道橋

(一)

青 木 楠 男

1. 道路橋設計示方書

現在國府縣道橋の設計は昭和3年に定められた道路構造令細則案第2章の橋梁に關する規定に據つて居るものであるが、この細則案はこの10年間に案の字の付いたまま、内規のやうな形で過し法令として發布せらるるに至らなかつた。この理由は其内容に再検討を必要とする點が多少あつた爲で、これを諸外國に於ける同種類の諸規格に比べても細目に對する規定が不充分の様に考へられる。

然るに其後10年經過し本部に於ける自動車交通状況には非常な變化が起り、又製鋼並に橋梁工作の技術にも大なる進歩が見え、ここに道路構造令細則案の補足改訂の必要が痛切に感ぜらるるに至り、内務省土木局に於ては昭和12年3月

より鋼橋設計示方書調査委員會を組織してこれが調査に着手せらるることとなつた、恐らく今秋までには纏つたものとして發表せらるるに至ることと信ずる。

抑も此種示方書類は時勢の進歩と共に漸次改訂せらるべき性質のもので、外國の例を見ても米國の鐵道橋並に道路橋示方書が1929及1935年に改正されて居り、獨逸の鐵道橋示方書は1936年に、道路橋示方書は1931年に改正されて居る。従つて内務省土木局に於て今日道路橋示方書の改正に着手され從來のものに比し遙かに範圍の廣い設計の細目にまで觸れた且つ内容が時代に適合したものを定めんとせらるることは極めて時機を得た仕事であると考へる。鋼橋の示方書に關しては土木學會に於ても一昨年から鋼橋示方書調査委員會が設置され目下主として鐵道橋に關する示方書の作製に努力されて居り大體の成案が纏るに至つた。近き將來兩調査委員會に於て決定された鐵道橋並に道路橋の設計示方書の發表を見るに至れば、橋梁技術に携る吾人にとりては眞に暗夜に光明を得たるの感があることを信ずる。

然らば今日構造令細則案第2章に對して如何なる點が主として論議されて居るか、此點を顧することは極めて興味あることと考へる。

先づ第1に問題とされるのはこの規定の適用範圍である。現行の細則案ではこの點をはつきり定めてをらず、鐵筋コンクリート橋にも鋼橋にも適用せらるる様な型式であるが、内容は主として鋼橋に關する事項が多く、鐵筋コンクリート橋の細部構造に付ては全く觸れて居ない。又本規則の適用せらるべき徑間長の限界も定められて居ない。改正案に於てはこの點がはつきり決定せられるものと信ずるが、恐らく鋼橋示方書と鐵筋コンクリート示方書とは別々の規定が設けらるることとなり、適用の徑間長も諸外國の例にならひ所謂普通橋梁が目標とされ特殊の構造を要する大徑間のものには除外され

ることとする。鋼橋の例で云へば s.s. 39 を使用した支間 120 m 以下の鉄骨鋼橋が對象となり、溶接鋼橋に付ても別に規定が定めらるることとならう。

次の問題は活荷重の問題であつて、現行の規定では街路橋、國道橋、府縣道橋に對し夫々自動車荷重 12 ton, 8 ton, 6 ton, 軋壓機荷重 14 ton, 11 ton, 8 ton, を規定して居る。然るに今日の交通状態を見るに街路を通る自動車が國府縣道に立ち入らないとは考へられず。其通過臺數には著しき差異あるべきも最大荷重の大きさについては道路の等級に依て左程の區別ありとは考へられない。又現在運轉されて居る自動車の重量が前記の設計荷重範圍内に制限されて居るとは考へられず、實測調査の實例から見ても 18 ton. を越すものさへあると思はねばならぬ。今日自動車重量の取締が橋梁の設計とは全然無關係に行はれて居り、ガソリン機關の性質から見ても自動車の大きさは今日以上に益々大きくなるものと考へねばならぬ状態ありとすると、現行の道路構造令細則案に規定されて居る活荷重の規定は全面的に改革されねばならぬこととなる。恐らく改正案に於ては自動車荷重を増加すると共に其種類を減じ更に荷重載荷の方法、鋼材の許容強度、自動車重量の取締法等を充分吟味し、實狀に應じた適切な案が決定されるものと信ずる。

次の問題は衝擊公式の問題で今日一般に使用せらるるものは

$$i = \frac{b}{a + l}$$

ここに l : 最大應力を生ずべき載荷長

a, b : 定數

の型をもち、衝撃値 ρ は載荷長 l の函数として取扱はれて居る。この型式は橋種によつては徒らに煩雜であるばかりで實狀に適せざる衝撃値を與へる場合が少くない。改正案に於ては恐らく橋種によつて l の取り方を變へ、徑間長による場合或は影響線の長さによる場合等實際に即したる案に改めらるゝものと信ずる。

次の問題は交番應力を受くる部材に於ける設計應力の決定方法で、現行の規定では第 35 條第 2 項に「交番應力が車輛の通過に際し連續して生ずるときは各應力に其小なる應力の 50/100 を加算すべし」と定め居るがこの「車輛の通過に際し連續して生ずる」の意義に多少の疑義があつて字句通りの條件にて最大應力の發生することは極めて短徑間の橋梁にて單一荷重によつて最大應力の生ずる場合に限られるのであるが、一部の人達の解釋は長徑間にて等布當値荷重を用ひて最大應力を決定する様な場合でも、正負兩應力を起す部材に對しては常に小應力の 50% に相當する應力の割増を考慮して居り、この條文に明瞭をかくの嫌ひがないではない。改正案に於てはこの點充分明快に定められることゝ考へるが今日の大勢としては死荷重大なる道路橋に於てはこれほど疲應力を考慮しての應力割増は不必要ではないかとの意見が多い様である。

次は許容應力の問題であつて、この大小は設計上に極めて重大なる關係を有してをり、同時に荷重の大きさと常に關係してをつて兩者を切りはなしては考へられない事柄である。許容應力を現行の 1200 kg/cm^2 より増加することを希望する人達の意見は、現在の許容應力を定めた時代からすでに 10 年を経過して居り、本邦の製鋼技術並に鋼橋の工作技術に多大の進歩が見えて居り、獨逸が st 37 に對し 1400 kg/cm^2 まで許して居るに對し、本邦の鋼材が s.s. 39 である以上少くも獨逸並みの強度を認めても大過あるまいと唱するもので、許容應力の増大を尙早なりとする人達の意見は製鋼並に鋼材工作

技術の進歩は認めるが鋼橋の製作が常に本邦一流の工場に於てなされるとは考へられず、むしろ2流3流の工場にて行はれる場合多く、且つ今日運轉されて居る自動車の重さが設計荷重と相等かけはなれたものであり、この邊の餘裕を見込むためには當分従来通り 1200kg/cm^2 程度を適當と認めると主張して居る。以上の諸點を綜合して考へらるる現行法改正の一案としては活荷重の大きさを改めて現下の實況に適する様に改め、橋の等級による荷重の區別を緩和し、許容強度を或程度増加せしむる方法であり、他の一案は米國に於けるが如く死荷重應力に對する許容強度と活荷重應力に對する許容強度とを全然區別し死荷重に對してはこれを増大し、活荷重に對しては現行に止めるの方法である。前案の場合の許容應力の増大は10%程度を越すことは困難であらうと考へられ、後案の場合死荷重應力に對する許容應力はせいぜい20%増加する程度を限度とすべきではないかと考へられる。併し後案の如く荷重の種類によつて許容應力を變化することは設計計算の煩雜さは避け得られぬことになるが、死荷重大なる道路橋に於て死荷重に對する許容應力の大となることは設計者にとつて甚だ有利な案であり、徑間長大となるほどこの感を深くする。示方書調査委員會での大勢は前者に傾ひてを様に考へられるがこれが決定には餘程慎重な調査を要し輕々しくは決定し難い事柄である。因に米獨に於ける現行鋼橋示方書に現はれた許容應力を示せば下表の如くである。

米國鋼橋示方書の許容應力

活荷重に對し 死荷重に對し

道路橋	16000kg/cm^2	(1125kg/cm^2)	24000kg/cm^2	(1687kg/cm^2)
鐵道橋	18000kg/cm^2	(1266kg/cm^2)	18000kg/cm^2	(1266kg/cm^2)

獨逸鋼橋示方書の許容應力

主應力に對し 主應力+副應力に對し

道路橋	} 1400 (kg/cm ²)	1600 (kg/cm ²)
鐵道橋		

(S₁₆, 37)

許容應力の問題ではこのほか、壓縮材の長任公式、壓縮突縁の許容應力、部材の細長比、剪斷力と直應力とを受くる場合の主應力の算定式等再検討を要する部分が相當にある。

次の問題は災害防止の見地から見た橋梁設計上の注意事項であつて、從來の規定に於てはこれらの點は何等指示されて居らないが、最近數年の風水害に鑑み昭和 11 年内務省に於て開催された各省聯合水害防止協議會の決議事項中には橋梁の災害に關する事項も掲げられてをる、改正される橋梁示方書に於ては何等かの形式にてこれ等の事項が指示されることとなるであらう。

2. 既設國府縣道橋の概況

(A) 橋種別の數量比較

橋梁の架設計畫にあつて其橋種を決定すべき要素としては先づ其徑間長を擧げねばならぬ。各橋種ともこれが經濟的に利用せらるべき極限徑間があるが故にこの限界を越すものに對しては他種の型式を選定すべきである。この限界徑間長内にての橋種の選擇は橋梁架設の目的と架設に許された工費によつて自ら差異を生ずべく、又架橋地點の環境に立明しての美學的見地より支配せらるべきことも大なるべく、又架橋地點の基礎地盤の種類に左右せられ、同時に架橋地域の河川に對する治水上の理由より制限を受くることも屢々ある。

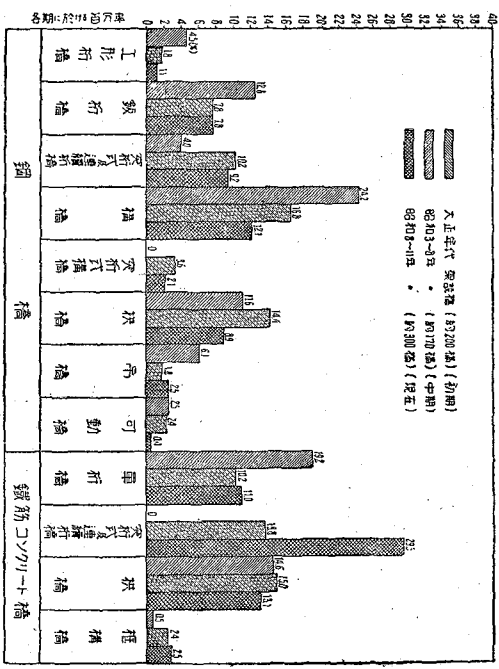
更に橋梁型式の時代的變遷を考へる場合には先づ第 1 に橋梁用材料の進歩發達を考へねばならず、第 2 には橋梁技術に於ける理論の進歩を見逃すことは出來ぬ。鑄鐵が橋梁材料であつた時代の型式と高強度鋼の使用を見るに至つた今日の型

如何なる程度に使用されつゝあるかの趨勢を知るには充分役立つと思ふ。

第1圖は昭和9年～11年間に架設せられた主要國府縣道橋の分類表である。本比較表を見るに、總橋數282橋中鋼橋は其44%、鐵筋コンクリートは其56%を占めてをり、他の資料より求めたる橋面積の百分率を見るに前者は63%後者は37%となつて居る。

上記の比較表は昭和9年以降最近に至るまでの傾向を示すものであるが、近時急激に奔騰した鋼材の價格は今後築造せらるゝ橋樑に一大影響を示すに至るべく、鋼橋の架設が漸次減少し、鐵筋コンクリート橋が益々其數を増加するに至るべきことは想像に難くないのである。

併し鋼橋數比率の漸減の傾向は最近に於ける鋼材價格の暴騰に無關係にすでに大正の末期から現はれてをつたもので、この原因は鐵筋コンクリート技術の進歩とこれが價格が架橋地點の状況徑間長其他の事情により鋼橋架設に比して遙かに安價となる場合多きによつたものである。第2圖はこれ等の關係を示した圖表で大正年代、昭和2年乃至同8年、昭和9年乃至11年の3期間に於ける橋種別の數量比較表である。



第2圖 時代別による道橋橋種別數量比較表

先づ鋼橋數と鐵筋コンクリート橋數との比率を見るに下表の如くであつて、前者の比率が年と共に減少しつゝあること

	大正年代	昭和2年 乃至8年	昭和9年 乃至11年
鋼橋數 (%)	65.5	58.8	44.1
鐵筋コンクリート橋數 (%)	34.5	41.2	57.9

が窺はれる。更に各橋種に付て見るに鋼橋中 I 形桁橋、鉸桁橋構橋の類は急激なる減少を示し、鋼橋數比率漸減の主なる原因をなして居るものであるが、こゝに注目し値することはガルバー桁橋、同構橋並にアーチ橋の昭和初期に於

ける激増である。これは單純構造橋に對する飽足らなさに基くガルバー型の流行性と長徑間の必要から起つたものと考へられる。これらの橋種は和和9~11年に於ては幾分減少の傾向が見えてゐるが善しいものではない。

鐵筋コンクリート橋に付ての狀態を見るに單桁橋の數は鋼橋に於ける單純桁橋と同様に減少せるに反し、ガルバー橋並に連續桁橋は大正年代に於て殆んど架設を見ざりしものが昭和の初期に於て全橋數の13.8%に達し昭和9~11年度に於ては更に29.5%に達しこゝに各種橋種中の最高率を示すに至り、大正年代に鋼橋の示せる最高率24.2%をはるかに凌駕するに至つた。この原因は架設地點によつては比較的安價に支間30mに達する長徑間ものを施工しうるに據るもので最近に至つて40mを越すものゝ架設を見んとする情勢より考ふるとき、この種橋梁の架設率は今後更に増大するものと考へられ、更に長徑間の必要にせまらるれば鐵筋コンクリートのランガー、ローゼ、フイーンチイール型の出現が期待される。鐵筋コンクリート拱橋の架設は架橋地點の状況に支配されることが多く其比率は各期間とも殆んど變化して居らない。更に其増加率は僅少であるが追次増加の傾向を見せて居るものにラーメン橋がある。上構と下構とを一體として建造されることによる各種の利點が認めらるゝにつれて、これが利用は益々増加することと信ずる。

(B) 橋種別に見たる徑間長の比較

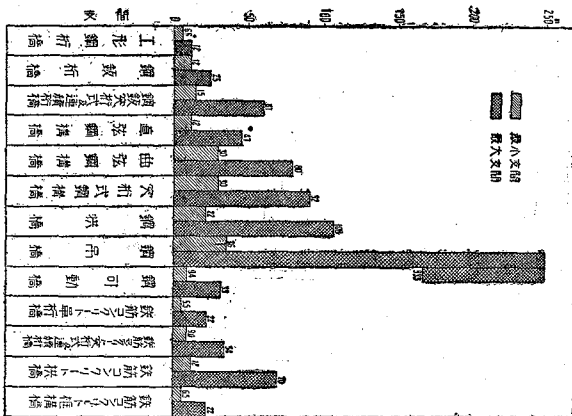
鐵道橋、道路橋共に各橋種毎に經濟的に使用し得べき徑間長の範圍のあることは衆知の事柄で今試みに米國道路橋示方書に示されたる數種の橋種の適用範圍を示すならば下表の如くである。

工形鋼橋	60' 以下 (18.3m)
鋼桁橋	30'~125' (9.1m~38.1m)
鋼結矮樑	45'~100' (13.7m~30.0m)
鋼結樑	90' 以上 (27.4m 以上)
鋼結樑	150' 以上 (45.7m 以上)

上記以外の特別の橋種に對しては嚴格なる限界を定めて居る規格は殆んどない。

今昭和3年以降に架設せられた日本の道路橋の數種に付て其の最大徑間長と最小徑間長とを圖表に示すと第3圖の如くである。本表に掲げたものは筆者が道路橋轉覽のために輯集せる資料より求めたる圖表であつて、蒐集漏れ又は省略したるゝ中に幾分同表の範圍外に出づるものあらんも大勢を知る材料としては充分なりと考へる。

今各橋種につき最大徑間を有するものゝ一覽表を示せば次の如くである。



第3圖 道路橋種別最大徑間比較表

最大支間を有する道路橋の橋種別一覽表

橋種	支間長 (m)	橋名	所在地
工形桁橋	12.22	宮原橋	和歌山縣
鋼桁又は連続桁橋	25.2	天白川橋	兵庫縣
鋼桁又は連続桁橋	61.0	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	47.2	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	80.0	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	91.8	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	108.0	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	322.5	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	33.34	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	22.0	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	34.0	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	70.0	天白川橋	大分縣
鋼桁又は連続桁橋	22.0	天白川橋	大分縣

先づ鋼橋に付て見るとI形鋼橋の最大支間長が12.22m程度にして、米國道路橋示方橋の指示する限界支間長に比して小なることは、一面日本工業品標準規格に據つて規定せらるゝI形鋼の最大斷面形が米國のものに比して小なること、因するものであるが、橋梁の撓度從つて剛度に制限が定められて來るとあまり大きな支間のI形桁は使用出来ない場合が

多い。

鋼桁橋の最大支間長は25.2 m 程度に止つてをるがこれ以上の徑間長にて敷連連続して架設せらるゝ場合はガルバー型を有利とするが故に、特殊の場合のほか30 mを越すもの架設は期待されない。

突桁又は連続桁橋に於ては天満橋の61.0 m をガルバー型橋の最大支間とし、連続桁橋としては西河岸橋の28.3 m を最大支間としガルバー型に比して遙に劣つて居る。これを最近の大陸に於ける大徑間連続桁橋の頻出に鑑るとき尙研究の餘地が存するのではないかと考へる。因に1936年架設獨逸自動車専用國道橋 Mangfall 橋の如きは3徑間連続(90+108+90) m の長徑間を有して居る。

構橋の支間は明治橋の80 m を最大として居る。構橋徑間長の經濟的架設可能の限界としては更に大なるものあらんも、日本に於ける河川の状況並に道路橋としての美觀等から見て、徑間80 m を越す構橋架設の機會は極めて稀なるべしと考へる。

ガルバー型構橋中最大支間を有するものは千葉縣の水郷大橋であるが、其支間91.8 m を Quebec 橋(550m) Forth 橋(520 m) 等の支間に比較するとき其1/6に達するに過ぎない。國土の状況より見てかゝる大徑間橋の架設は、關門海峡等の架橋計畫が實行せられざる限り實現性はない。

鋼拱橋の徑間長に於ても櫻宮橋の108 m を同型の鋼拱 Henry Hudson 橋の250 m に比較するとき其1/2.5に達するのみであり、東京府の調布橋の90 m とこれとほぼ同型の Killwankull 橋の580 m と比較するとき其1/5.5にも達しないがこの種橋橋の徑間長に對しても更に大なるものゝ出現は期待されない。

鋼吊橋の徑間長は臺東大橋の 332.5 m を Golden gate 橋の 1280 m に比較するとき約 1/4 にあたる。本邦に於て可能性のある最大徑間は關門海峽の 720 m であるが、これが實現は國防上の關係で見込み薄である。

次に鐵筋コンクリート橋に付て見ると、單桁橋の最大支間として 22 m の本山大橋があるが、この徑間長も鐵筋コンクリート單桁橋の最も經濟的なりと考へられる支間長をすでに超過して居るのではないかと考へられ。これ以上の徑間長にはガルバー型橋又は連續橋となすを妥當とするが故に本橋以上の徑間長の出現は豫想出來ぬ。

鐵筋コンクリート、ガルバー桁橋中既設のもの、最大徑間が川島橋の 34 m なるも、今日架設中のものに 41 m のものがある。本橋種の獨逸に於ける最大徑間長は Saale 橋の 61.78 m であつて、これと本邦の例を比較するとき尙 20 m 以上の餘裕がある。併し支間の延びるにつれてこれに使用せらるゝ鐵筋の直徑並に所要長大となり、工事費施上より要求する鐵筋の形狀寸法と製鋼所に於て自由に供給し得る形狀寸法との間に差異ありて、工事施行上に相當困難を生ずるものと考へられ、大徑の長尺物牌鋼の供給が一層自由となる時の近からんことを望むものである。この點で本邦に於ては 60 m を起すガルバー桁橋の出現には尙相當の時日を要するものと考へる。

鐵筋コンクリート拱橋としては長野縣坂平橋をもつて最長として居るが、これが徑間長 70 m も佛國の Albert 橋の 186.4m、瑞典の Tranbergs 橋の 181 m に比するとき其半ばにも達せざる狀況である。この種橋梁の技術的に見たる今後の發展性は充分期待出来るものであるが、適當なる架設地點の存在するや否やに付ては多大の疑問を持つものである。