

之を概言するにわが國のセメント試驗方法の規定は少しく詳細を極め過ぎる嫌ひがあり、規定好きな獨逸でさへも遙かに之に及ばない事を浩嘆してゐるはしないかと思はれるが然しわが國ではセメントと言ふものに關する概念が一般

的に普及もせず徹底もせず、中にはとんでもない錯覺に陥つてゐる人間が所謂有識者の間にさへ少くないのであるから規定としては念には念を入れたのが結構であるかとも思はれる。

## 構造工學上の時事問題

内務省土木試驗所  
内務技師

青木楠男

### はしがり

ストラクチュア、エンジニアがいつも「どうかならんもんかなあ」と歎ずるのはあの喧しいリベツテングの音である。復興に供ふて出来る數多い鐵骨構造の建築物の現場から聞こえて來るこの響の爲に幾十萬の東京市民が苦しめられておることであらうか、殊に工事促進の爲に夜業をやられる時其の惱みは甚だ大きなものであらう、東大の圖書

館工事のリベツテングが午後八時まで行はれた時に西片町に住む私の耳には大學附近の商店に於ける不平の聲が屢々入つた、又議院建築のリベツテングはU會社がやつたと聞く工事の遅れ勝ちなのを取り返したいと會社の工事擔當者は夜業の願ひを出したが工事場のすぐ前に大官の住んでおられることは其の許可を妨けたと聞く。

工場でうつりベツトには水壓其他でやる据付綴釘打機や馬蹄型綴釘機等があつて「ブスツ」と云ふ僅かな音で一本

のリベットが打ち込まれるがそれも細い構造のところには應用できない、やつぱり現場打と同じ方法によらねばならぬ、現場用のボータブルのものには所謂「鐵砲」(ニューマチック又はガン、リベット) しかない一分間千何百回と云ふピストンの打撃の音が耳を聳する様な響を絶えまなく送つて来る、それでも其の畑に永く住んでおる人は「馴れゝばなんともない」と云ふ、なるほど「鐵砲」を持つ男、「當盤」を持つ男があの高い響の中でひそひそと話し合つておるのも見受けるし、頭の割れそうな響の中で電話を掛けておるのを度々見ますが、馴れない者にはこの響はひどい苦しみの種である、米國の某ホテルは附近に出來た十三階の鐵骨建築の工事中に二百五十萬弗の減收を見たと云つてゐる。

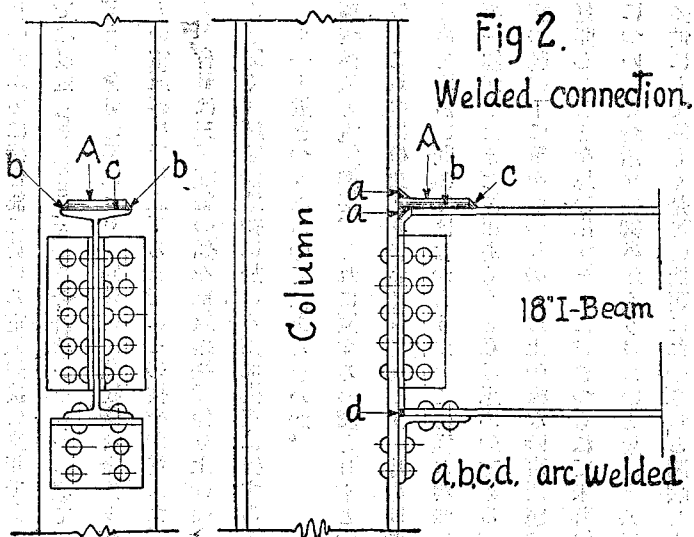
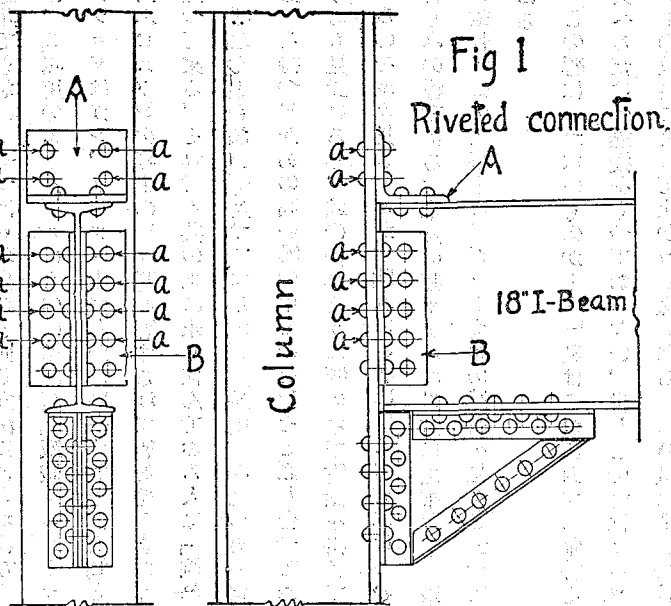
「この響はとれないものか……」私はこれに對する確答を與へるだけの達觀をもつておらない、併しこの響はリベッタの改良によつて除かれる様になる前に鋼鐵構造に於ける接合部の工法に一大革命が起つて自然にこの響も消えて

仕舞ふのではあるまいかと考へておるのである、この革命と私の云ふのは接合部に於ける電氣銲接の應用である、米國では最近 American Bridge 會社のシヤロンエ場で West House 會社の手により五階建の工場建物を全然リベットなしの電氣銲接で組立てるまでにその技術が進んだ、日本でもM會社は三千噸級の船を電氣銲接で作り上げ様としておると聞く、鋼鐵構造物に於ける細部構造に對する革命期が一步一步近きつゝあるのではあるまいか。

鋼鐵構造と電氣銲接、これに關する外國と日本との現状比較、これ等は橋梁工學舌廣く構造工學上の時事問題として極めて面白い問題ではなからうか、この様な興味の深い時事問題がまだまだ澤山あらうと私は思ふのである、私が表記の題の下に筆を取つたのも以上の様な時事問題について見聞したことを思ひ出すまゝに書きつらねて未解決の諸點について先輩諸兄の御教示をうけたいと思ふと共に、業務多忙にして親しく是等の問題にたづさわる閑暇をもたない人々の爲に多少の參考となることが出來れば幸と思ふの

である。又本書は工學専門雜誌ではないからあまり専門に

渡る様な點は避けるつもりである。これによつて専門家を以



柱と桁との連結

外の讀者諸兄の御覽をも願ひ得れば望外の幸福である。

最近の「建築雜誌」上でN氏は鐵骨構造に於ける柱と梁との仕口に關する警視廳建築課の方針に異議を申し立て、おられる。即ち同建築課に於て柱と梁との仕口にリベットの抗張力を認めておられる點及び電氣銻接は全然許可せられぬ點について可成突き込んだ反對意見を述べておられるのである、同氏によると警視廳建築課では第一圖の様な仕口を標準としておられ、連結部の中軸線以上のリベットは鋼鐵に對する普通の許容應張力強度により計算するものとし、杭張側のAアングルに代るに第二圖Aの如きフラットバーの電氣銻接をやつたものを絶対に許可せざる方針だと述べておられる。

この柱と桁との連結に對しては吾々ストラクチャー、エンジニアの常に頭を悩ます問題であつて今日迄にも度々論議せられたものである。以下N氏の御意見に對する私の考へを述べると同時に一般に柱と桁との連結及びこれと類似の連結に對する私の愚見を述べて見様と思ふ。

**連結部に於けるリベットの應張力** 建築物に於ける

柱と梁との連結、大梁と小桁との連結、橋梁に於ける床桁と縦桁との連結皆類似の構造である。この連結がリベットでなされた場合吾々は桁を單桁と見做し單に剪力に對して必要なリベット數を算出しておる、併し實際この連結部に於けるリベットの働きは全く假定と異り、負彎曲率の爲に其上半のリベットは大なる張力をうけるものと考へねばならないのである、これが爲に上記により算出せられたるリベット數は相當に増加せらるゝが今日迄の普通の方法で人によつては上半のリベットを無視して算出せるリベット數の二倍を用ひておる例もある。

然るにこゝに吾人の甚だ不思議と考ふることは斯くの如き連結法をすべてのエンジニアが當り前のこととして用ひておるに拘らず、一方N氏が建築雜誌上にも拔萃せられておる様に最近までの大低のストラクチャーに關する仕様書にはリベットに張力を働かすことを禁じておつたのである。斯くの如き矛盾が私にとつて永い間の疑問であつた、私の關係したT橋梁に於てはこの點に關する疑問の解決が

出来なかつたので縦桁を床桁の蓋敷上にて縦桁を完全に單桁として働かしたのである。

併し最近に於ては張力をうけるリベットに對する示様が非常に變つて來た様に思はれる、試みに今手許にある三四の参考書を抜き書きして見よう、N氏はケッチャム氏の仕様書を掲げておられるから同氏の著書 *Structural Engineers Handbook* の一九一四年版と一九二四年版とのこの問題に關する示様を比較して見ると

General Specification for Steel Frame Building

(1914) Rivets and field bolts must not be used in direct

tension. Where it is necessary that connections take

tension turned bolts shall be used

(1920) Rivets shall not be used in direct tension, except

for lateral bracing where unavoidable; in which case

the value for direct tension on the rivet shall be taken

the same as for single shear.

又同書に於ける公道橋に就きての示様を見るに一九一四

年に於てはこの問題につきまして示様せざりしに拘らず、一九二〇年のものに於ては前記同様の示様を加へておる。

N氏の抜萃しておられる *Hool & Johnson's Hand Book* か何年版のものか知らぬがそれによるとリベットの許容應張力を *Single Shear* の二分の一に取る様に説いておる、これと同様の仕様のものが手許にある米國の二三の州の橋梁仕様書の中に見受けられる、即ちバーヂニア州の *State Highway Commission* の一九二三年の人道橋仕様書には

Rivet in tension: Rivet in direct tension shall, in general, not be used. However, where so used their value shall be one-half that permitted for rivets in shear.

又イオア州の一九二五年の人道橋仕様書にもバーヂニア州と同一の條文が掲げてある、又 *Canadian Engineering Standard Association* の建築物に對する示様では平方吋に  $10,000$  封度の應張力を認めておると云ふことである、この外二三仕様書を見ると全くこの問題に觸れておらぬものがある、これ等によつて見ると最近の米國に於ける傾向と

しては、なるべくリベットには張力を働かしたくないがもし働かした場合には Single Shear 以下の許容應張力強度を認め様と云ふものと、全くこの問題に言及しないでおかうと云ふものとの二種ある様に思はれる、即ち大體に於てリベットの張力を認め様とする方向へ進みつゝあるものと云つて大過なからう。

今この問題についての今日までの實驗を調べて見ると一九〇〇年にテナント氏はトロント大學に於て實驗を行ひリベットの抗張力は打ち込み後のリベットの幹の二平方吋に六〇、〇〇〇封度に近いと發表してある、又一九二四年にフランク・バートン氏が American Institute of Steel Construct-  
ion に於て發表した意見によると六十本のニューマチック、リベッターによつて打ち込まれたリベットが幹の平方吋に六〇、〇〇〇封度乃至八四〇〇〇封度の抗張力を示してある。是等の結果から見てリベットの張力を認めない事が少しく消極的の考へであり一〇、〇〇〇封度前後の張力を許しても差し支へないだらうと云ふ事が思はれるのである。

警視廳建築課にてリベットの張力を認めておられる理由が上記の傾向によられたものとすれば妥當な意見と考へられるが、只其の許容應張力強度が N 氏の言はれる様なものだとするとき多少考慮すべき點があると信するのである。

**連結部に於ける桁の連続性** 上記の如く綴鋸連結に於て其の負彎曲率がリベットに及ぼす影響を論議せられつゝあるに拘はらず、これが桁の正彎曲率に及ぼす利點について注目せらるる事の少いのは甚だ不思議と云はねばならないのである、桁の端が綴鋸連結によつて不完全な連續性を與へらるゝことが正彎曲率を當然輕減せしむるに相異なるのである、然らばどの位輕減するかこの量に關しては一九二二年雜誌エンヂニアリング、ニュース上に發表せられたフリードランド氏の研究、竝に一九二二年雜誌カナディアン、エンヂニアに公表せられたブラットレー氏の論文がある、元來單徑間の桁に於ける正彎曲率は、等布荷重に對しては支端が自由の場合  $\frac{1}{8} P L^2$ 、固定支端の場合  $\frac{1}{24} P L^2$ 、集中荷重に對しては前者  $\frac{1}{8} P L$ 、後者  $\frac{1}{24} P L$ 、即ち支端の固定により正

彎曲率は等布荷重の時三十三%の集中荷重の時五十%に減ずることは衆知の事實である、而して綴鉄連結に於けるこの問題に就いての上記フリードランド氏の研究を見るに、同氏は先づ綴鉄連結に於けるリベットの張力を論じ更に進んで其の正彎曲率に及ぼす影響に言及しておられるが、これによると單桁正彎曲率はこの不完全連續性の爲に六十乃至八十%に減してゐる、又同論文に對するトロント大學ヤング氏の批評中に綴鉄連結にては正彎曲率を一〇%だけ減して設計して差し支へなかるべしと云はれてゐる、又上記ブラッドレー氏の論文によると正彎曲率の減少は桁が柱のフランジに取付けられたる場合に、<sup>1</sup>ウエツヅに取りつけられたる場合に<sup>13</sup>である。

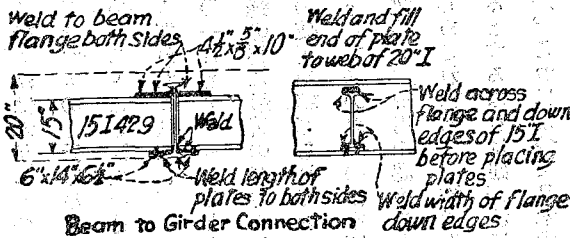
上記の如き實驗の結果から推論して、桁の端が綴鉄連結の場合の不完全連續性が正彎曲率に及ぼす影響は其の<sup>1</sup>位に取つて差し支へないものと考へられるのである。この點を願慮した仕様書は今日のところ殆んど見當らないのであるが、<sup>1</sup>Canadian Engineering Standard Association の一九二

四年の Specification for Steel Structures がこれに觸れてをる、即ち普通桁の徑間長は建築物の梁ならば梁の端より端まで、橋梁の縦桁なれば床桁の中心より中心までとるのであるが、本仕様書では連結部のリベットのゲージライン間の距離をとることを許してゐる、この規定によれば普通の場合に正彎曲率は五乃至八%位減らされることとなる、この位は上記の實驗の結果等に比べて稍少なすぎる感があると云へ、この問題に對し新しい傾向への第一歩を踏み出した點に於て吾人の興味をそよるものである。

**電氣銲接合と桁の連續性** 綴鉄接合に於ける桁の不完全連續性による正彎曲率の減少を論議するよりも、更に一步を進めて接合部の連續性を完全に發揮せしめて桁を固定端を有するもの又は數徑間の連續桁と認めしむるに至る方が一層の重大問題である、これによる桁の材料の節約は可成大きなものと考へられる。勿論綴鉄連結によつてこれの得られざるもないことは明かである、おそらく今日のところではこれを解決するものは電氣銲接によるのほかある

まい。

もしも今日までに示された電気銲接法の實驗の結果に現はれておる様な好成績が工事現場でも得られるものとすればこの問題は只に時の問題であつて、晩そかれ早やかれ鋼鐵構



Beam to Girder Connection

造に於ける接合か全部電気銲接法に變り、桁の完全な連続性が認めらるゝに至ることは明かである、今電気銲接法にて施工さ

れし前記ペンシルベニヤ、シャロン工場に於けるこの問題の取り扱ひ方法を見るに、桁には全部完全なる連続性を認め十一徑間の連續桁として三個反偶力の定理により解決を求め、正負兩

彎曲率に對して桁の大きさを定めておる。これによつて得た鋼材の節約は總噸數の約一〇〇噸に及ん

だと稱しておる、第三圖第四圖は同建築に於て用ひられた柱と桁、大梁と小梁の標準連結法を示したものである。

ここで私は前に立ち返つて警視廳建築課の電気銲接法に關する方針に就いて私の意見ならびに希望を述べて見たい、N氏が御示しになつた第二圖の銲接と銲接とを混用せる工法が、桁の負彎曲率を認めて正彎曲率の遞減をなさうと云ふ目的であるのか否か明瞭でないが、もし其目的であるとせられて、この點について建築課が御同意ないものとすればこれは當然のことと思ふ、僅かにカナダに於て認めておる新しい試みを同建築課が採用せられないのは尤もだと私は信ずる。又もしも之が單にリベット連結に代ふるに銲接連結を其一部分に用ふると云ふことだけであつても市街地建築法の第八十三條が動かぬ限り建築課でこれを認めることが一寸困難であらう。シャロン工場の出來上つた今日、米國ですら市街地建築法にしばらく都市にこの方法を用ふることが出來ないでおる状態なのであるから、日本の建築法がこれを認め得ぬことは當り前のことと思はれ



る併し電氣銲接法は其の實驗時代を經過して今や實用時代に入りこゝ十年この方英尺獨て小工業に盛んに用ひられたこの方法は本年に入つて一躍鋼鐵構造の大舞臺に飛び込んできたものと云はねばならぬ、米國の都市建築法の早晚改めらるゝことは火を見るより明かである、この趨勢に我々も遅れたくはない、この工法の利點を考ふる時その發達の爲に最善の努力をせねばならぬものと信ずる、併し其の使用を禁じられておつては如何なる努力も無駄である、そして私の思ふのは市街地建築法の變更せらるゝ迄銲接と銲接との混用を認める方法である、主體として銲接を行はしめこれに對する添接板又はブラケット等には銲接認むるとするなれば建築法に觸れることもないのではあるまいか、これによつて日本の鋼鐵構造に於ける電氣銲接法應用の第一歩を踏み出さしむることが出来るであらう、かくして適當なる期間實地上の試験と經驗とを経たる後に建築法の改正を見るなれば非常に好都合と信ずるものである。建

築物監督の位置におちるゝ警視廳建築課におかれてもこの問題について充分御研究を進められ此方面の技術の發達に出來得る限りの御盡力あらんことを希望する次第である。

尙電氣銲接法が實地に用ひらるゝに至つた時に特に注意を要する點は電氣銲接合が綴銲接合に比して柔軟性に乏しいことである、後者に於ては荷重による變形に對して充分の柔軟性を有しておるが前者は接合が堅剛に出来るだけそれだけ柔軟性を缺く、この事は電氣銲接の場合に於て其應力の算出が綴銲接合の場合より一層正確であることを要求するものである、殊に地震による應力に對する考慮が充分にされねばならないものと考へるのである、又構造上の巧拙が綴銲の場合に比して遙かに大なる影響を與へるものと云はねばならぬ。地震に對して軟性建築がよいか剛性建築がよいか専門の諸大家によつてしきりに論議されておる様であるが、似寄りの問題が電氣銲接による建築に對して幸も討議せらるべきものと思ふ、諸大家の御意見を聞き得れば幸福である。(未完)