



鉛接鋼橋 (八)

青木 楠男

36 補強計算例 下掲の計算例は、本稿 25 (第十六卷第三號記載) の鉛接計算例と同様 O. Kommerell 氏に據つたものである。

例題 1 盖板の鉛接による鋼橋の補強 支間 $l = 16.245m$ とし、1895 年架設の舊橋に獨て列車荷重 G を通過せしむるものとす、これによつて生ずる中央部の絶対最大曲げモーメントは

$$\text{静荷重最大曲げモーメント} \quad M_g = 33.5 \text{ t m}$$

$$\text{動荷重絶対最大曲げモーメント} (\text{衝撃を含む}) \quad \varphi_r M_p = 243.2 \text{ t m}$$

これに對し、第 184 圖指示の鉛接中央部有効断面の慣性モーメントは

$$J_{2n} = 1410000 \text{ cm}^4$$

にして、上記の曲げモーメントによる最大総應力は

$$\sigma_{max} = \frac{3350000 \times 77.05}{1410000} + \frac{24320000 \times 77.05}{1410000} = 183 + 1329 = 1512 kg/cm^2$$

して、許容應力 $\sigma_{許} = 1400 kg/cm^2$ を超過す。

内側蓋板 225×26 は鉄橋全長に亘り取りつけられたるも、外側蓋板 235×16 は端部より $x = 3.36 m$ の點より取りつけられ、それも 2 個の鉄にて炎線山形鋼にて鉄結せらる。従つて端部の鉄橋有効面の有する慣性モーメントは

$$J_{in} = 1137000 cm^4$$

して、 $x = 3.36 m$ の點の最大曲げモーメントは

静荷重によるもの

$$M_{gx} = 22.01 t m$$

動荷重（衝撃を含む）によるもの $\varphi M_{px} = 175.10 t m$

これ等による最大総應力は

$$\sigma_x = \frac{201000 \times 75.85}{1137000} + \frac{1751000 \times 75.85}{1137000} = 147 + 1168 = 1315 kg/cm^2$$

して $\sigma_{許} = 1400 kg/cm^2$ 以内なり。

即ち補強は中央部のみ必要となる、今補強蓋板の幅員を蓋板が炎線山形鋼列間に接着しうる程度に止めんとす。鉄列中心間隔 $110 mm$ にして、鉄頭直徑 $30 mm$ なる故に補強蓋板の幅員は $110 - 30 = 80 mm$ 以下なるを要す。よつて蓋



第 184 圖

鉄 68×16 を用ふるものとすれば、其断面積は

$$F = 6.8 \times 1.6 = 10.88 \text{ cm}^2$$

にして、鉄橋の慣性モーメントは

$$J = 1410000 + 2 \left[\frac{6.8 \times 1.6^3}{12} + 10.88 \times 77.85^2 \right] = 1410000 + 131900 = 1541900 \text{ cm}^4$$

となる。

補強蓋板は本稿 33 (第十六卷第六號記載)により動荷重のみを分擔するものと假定し、これによつて生ずる維應力を算出すれば

$$\sigma = \frac{24320000 \times 78.65}{1541900} = 1241 \text{ kg/cm}^2$$

在來の外側蓋板の維應力は、これが静、動両荷重を分擔すると假定せば

$$\sigma = \frac{3530000 \times 77.05}{1410000} + \frac{24320000 \times 77.05}{1541900} = 183 + 1215 = 1398 \text{ kg/cm}^2$$

兩維應力とも $\sigma_{\text{eff}} = 14000 \text{ kg/cm}^2$ 以下なり。

補強蓋板の長さの決定には、在來外側蓋板で生ずる維應力を前記 $\sigma = 1398 \text{ kg/cm}^2$ 以上ならしめざることとする。外側蓋板がこの維應力に對してもちうる抵抗モーメントは

$$M_x = 1398 \times \frac{1410000}{77.05} \doteq 25580000 \text{ kg cm}$$

この値に相当する曲げモーメントが生ずる位置は $x = 5.185\text{m}$ なり。よつて補強蓋板の長さはこの理論端の外方に、其断面積 $P = 6.8 \times 1.6 = 10.88\text{cm}^2$ の程度に相当する鍛接を施しうる餘長を附したものとす。第185圖の餘長と理論端との關係を示す。

餘長決定に必要なる、補強蓋板端度に相当する鍛接端面積は

$$F_s = \frac{P}{\alpha} - \frac{\text{最大 } M + \frac{1}{2}(\text{最大 } M - \text{最小 } M)}{\text{最大 } M}$$

にて算出ず。こゝに最大補強蓋板が動荷重のみを負擔するものとすれば

$$\alpha = 0.65, \text{ 最大 } M = \varphi M_p = 243.2\text{t m}, \text{ 最小 } M = 0$$

にて

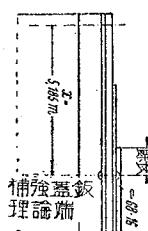
$$F_s = \frac{10.85}{0.65} \times 1.5 = 25.1\text{cm}^2$$

隅肉の脚を補強蓋板厚 16mm に對し 13mm を採るものとせば喉厚は $\alpha = \frac{1.3}{\sqrt{2}} = 9.2$ となる。

今蓋板理論端外へ第186圖指示の如く竈を除きたる有効長 60mm の斷續側面鍛接4個を施し、ほかに蓋板端へ有効長 50mm の前面隅肉を施すものとすれば、總緒接喉断面積は

$$F_s = (4 \times 6 + 5) \times 9.2 = 26.6\text{cm}^2$$

となり充分なる面積を有し、餘長は第186圖の 280mm にて所期の目的を達し得たることとなる。



第185圖

補強蓋板はこの設置例の如く、
夾縫締付鍛打間に配し得ること少く、第18回の如く
鍛頭を覆ふことが多い。この場合は鍛頭位置に鑄孔を要するが故に蓋板の有効断面の縮
小をきたし、不経済たるを免れぬ。

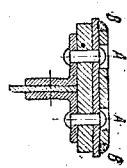
この場合、鋸頭孔は鎔損せらるゝのが普通である、このとき鋸接熱のために鋸が弛緩することと、附近の鋼材が焼戻さるゝ懸念があり、且つ鋸頭を充分、在來盤鋸と鎔着せしむること困難なる場合多きが故に、應力の傳達には鋸頭孔の填材を考慮に入れず、計算例の如く補強鋼周縁の繼續隅内鎔接による方が安全である、但し鋸頭孔は雨水の浸入を防ぐための鎔接は必要であり、鎔損に多量の鎔着鋼を要するならば瀝青質材料による

尙補強鍍錆取付の断續隅肉鎌接の中間部は、雨水の浸入を防ぐために極鎌接を施すことが多い。

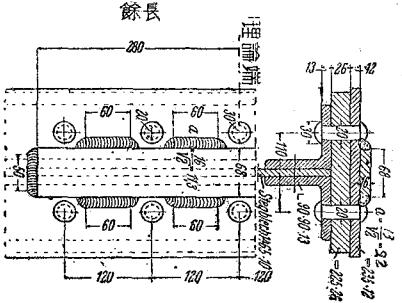
例題 2 トラス部材の補強 支間 37 m のトラス橋の一部材が第 188 図指示の断面を有し、それが列車荷重 G のために

$$D_g = +18.4 \pm$$

$$\frac{d}{dt} \left[\frac{1}{2} \dot{\psi}^2 + \psi D_p \right] = +99.6 t$$



第 186 圖

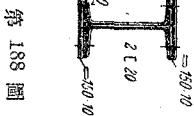


を受くるものとす。

部材は径 20 mm の鉄 22 個にて繋板に接合せられたるものとす、鉄の配置を第 188 圖及第 189 圖指示の如くなりとすれば、部材の有効断面積は

$$2 - \text{溝形鋼 } 20 ; 2 \times 32.2 - 4 \times 2.0 \times 1.15 = 55.2 \text{ cm}^2$$

$$2 - \text{平鉄 } 150 \times 10 ; 2 \times 15 \times 1 - 4 \cdot 2.0 \times 1.0 = 22.0 \text{ cm}^2$$



第 188 圖

従つて部材単位應力は

$$\sigma = \frac{118\,000}{77.2} \doteq 1\,530 \text{ kg/cm}^2$$

にして鋼材に對し $\sigma_{\text{許}} = 1\,500 \text{ kg/cm}^2$ とすれば、超過は 30 kg/cm^2 にすぎざるが故に斷面積の補強は不用なりとす。

次に接合鉄につきて考ふるに、鉄の斷面は

$$F = 22 \times \frac{\pi \cdot 2^2}{4} = 69.1 \text{ cm}^2$$

にして、これのうくる剪應力は

$$\text{静荷重によるもの } \tau_g = \frac{18\,400}{69.1} = 266 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{動荷重によるもの } \tau_p = \frac{99\,600}{69.1} = 1\,441 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{合計 } \tau = 1707 kg/cm^2$$

はり、今許容剪應力を $\tau_{\text{許}} = 0.8 \times 1500 = 1200 kg/cm^2$ とすれば、部材接合の強度不足となり、この部分に鉄接補強を必要とすることとなる。依つて本稿 33 (第十六卷第六號記載) に説きたるところにより、鉄には單に靜荷重のみを、補強鉄接には動荷重のみを負担せしむるものとすれば、鉄の分擔すべき應力は

$$\tau = \frac{18400}{69.1} = 266 kg/cm^2$$

次に部材有效面積 $F_n = 77.2 cm^2$ 中鉄接によつて接合せらるべき部分は

$$F' = 77.2 \times \frac{99.6}{118} = 65.2 cm^2$$

この断面の接合に必要なる隅肉喉断面積は次式にて算出する。

$$F_s = \frac{F'}{\alpha} \cdot \frac{\text{最大} S + \frac{1}{2}(\text{最大} S - \text{最小} S)}{\text{最大} S}$$

この場合 $\alpha = 0.65$, 最大 $S = 99.6 t$, 最小 $S = 0$ にして

$$F_s = \frac{65.2}{0.65} \times \frac{1.5 \times 99.6}{99.6} = 151.0 cm^2$$

を要することとなる、この鉄接喉断面積をうるために先づ第189圖の如く部材縫邊に沿ひて、4個所長 $30 cm$ (端を除き) の側面隅肉と、2個長 $13 cm$ の前面隅肉を施すものとせばせば、これ等の隅肉鉄接の總長は

$$l = 2(13 + 30 + 30) = 146 \text{ cm}$$

にして、若し 8 mm 間肉を用ふるものとせば喉厚 $a = 0.57 \text{ cm}$ にして、これによつて得らるゝ喉断面積は

$$F_1 = 146 \times 0.57 = 83.12 \text{ cm}^2$$

にして尙

$$F'_2 = 151 - 83.12 = 67.88 \text{ cm}^2$$

を不足す。よつて第 189 圖に示すが如く部材兩側に各々平鉄 80×20 を堅附けしてこれを繋鉄外側に間肉接着にて接合せんとする。

平鉄の繋鉄上の長さを $l_2 = 340 \text{ mm}$ とし、間肉喉厚 $a = 0.57 \text{ cm}$

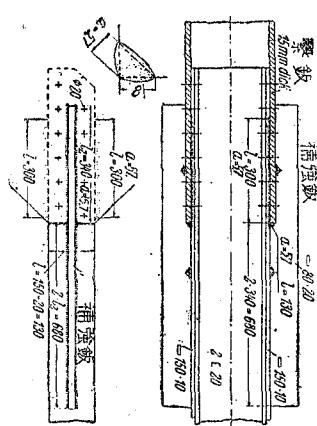
とすれば、喉断面積は

$$F_2 = 4 \times 34 \times 0.57 = 77.52 \text{ cm}^2$$

にして、所要喉断面積 67.88 cm^2 に對して充分なる餘裕を有す。

補強平鉄 80×20 と部材繋鉄 150×10 との接合は應力の集中を避けるためと、主断面構形との鋼取付けが間接々合となる關係より、平鉄長を繋鉄上に於ける夫れの 2 倍 680 mm となしたり。又繋鉄面と繋鉄面の高低差に對し第 190 圖の F に切り缺きを附したり、この部分は切り缺き作用による應力集中を避くるために充分丸身を與ふる必要がある。

第 189 圖



第 190 圖

第五節 錠接の施工

I 一般設備

37 電氣錠接法 今日電氣錠接法として考へられて居るものに、接合せられんとする2金属間に電流を通じ其接觸抵抗による電熱を利用して兩金属を錠着せんとする抵抗錠接法と、被錠接材即ち母材と電極棒又は2電極棒間に發生せしめた電弧の熱を利用して錠材を接合部に錠着せんとする電弧錠接法がある。前者を更に區分すれば被錠接材を衝合せて錠接する衝合錠接法、被錠接材を重ね合せ、鍛打ちの如く處々局部的に錠着して行く點錠接法、被錠接材の重ね目に沿つて連續的に錠接して行く縦目錠接法、特殊のものとしては被錠接材間に離間的に電弧を發生せしめ、接合面を錠触状態となりたる時衝擊的の壓力を加へて錠着する電氣衝擊錠接法、サイクアーチ錠接法等あるも之等は橋梁等の鋼構造物用としては今日殆んど應用されて居らぬ。後者は之に使用する電流の種類によつて直流電弧錠接法と交流電弧錠接法とに區分する。現今鋼構造物用としては孰れのものも使用されて居るが、交流錠接機の價格が直流錠接機に比して遙かに安價なることと、電極棒の進歩に伴ひ交流錠接法の持つ缺點が漸次除かれゆく關係から今後鋼構造物用としては主として交流錠接機が使用せられ、特殊の鋼材其他交流にては施工に困難を感じる場合、又は電力の供給をうくる事能はざる爲ガソリン機関等にて自己發電をなす場合等にのみ直流錠接機が使用せらるゝに至るものと信ずる。但し今後真空管の應用による直接電源に交流を使用しうる直流機が發達し、直流錠接機の價格が低下するときは今日の交流機と直流機との關係は全く異なる狀態にをかるゝに至ることは勿論である。今兩錠接機の得失を擧ぐるならば

1、 直流機は電極一定せる關係上電弧に集中性あるに比し交流機は電極間的に變化するが故に、電弧に集中性なくして鎔接作業困難である。

2、 直流機は正負兩極一定せるが故に正極の熱量大なる事を利用し、被鎔接材の形狀大きさに應じ鎔融作業の容易なる様適宜正負電極の位置を定め得るに對し、交流機は兩極の熱量同一なるが故に電極棒の方が先づ鎔接する傾向あること、又一方より考ふれば被鎔接物の過熱、歪等を過大ならしむる憂少しこと。

3、直流機が裸、被覆剥れの電極にも使用し得べく且又特殊合金類の電極棒をも用ひらるゝに反し、交流機は被覆棒のほか使用困難である。

電弧鎔接法は更に之に使用する電極棒の種類によつて金属電弧鎔接法と、炭素電弧鎔接法とに區別する。前者は電極棒として金属棒を使用し、この電極が同時に鎔材であつて電弧よつて漸次鎔着してゆくものである。今日鋼構造物の鎔接に基づくものは主として此の種のものであつて、最近の電弧鎔接法割期的の沿革は主としてこの金属電弧鎔接の發達進歩に基づくものである。後者の炭素電弧鎔接法は一つの炭素電極と被覆材又は2炭素電極棒間に電弧を發生せしめ、其の電熱によつて他の鎔材を鎔接せんとするものである。此の種のものは金属電弧鎔接法に壓迫せられて僅かに電弧切斷及び非鐵金属の鎔接に使用せらるるの状態なりしも、最近自働鎔接機の發達と共にこの方面に顯著なる應用を見るに至つた。金属電弧鎔接の特殊のものとして2本のタンクステン電極棒間に發生せしめたる電弧へ水素瓦斯を吹きつけ、水素を原子化せしめ之が分子状態に復歸する時の高熱を利用して鎔材を鎔融せしむると共に鎔融金属の空氣との接觸を妨げ、之が酸化せしめを防ぐ原子水素電弧鎔接あるも、現今一般鋼構造物の工作用には未だ充分なる應用を見ず。但し將來此の種のも及ぼす影響を防ぐ原子水素電弧鎔接あるも、現今一般鋼構造物の工作用には未だ充分なる應用を見ず。但し將來此の種のも

のが一般工作に使用せらるに至ることは疑ひ入れざることである。又最近の交流鎔接機にフレックス・アーク鎔接機と稱し、普通交流と同時に高周波電流を通し、交流機が比較的弱電流を使用する場合、電弧の斷絶し易き缺點を除いたものがある。今日薄鋼鉄類の鎔接には缺くべからざるものとなつてゐる。

電弧鎔接法は更に其作業上より分類して手鎔接法と自動鎔接法とに分類する、元來電弧鎔接法が手鎔接として考案されたものである關係上今日でも尙手鎔接が主として使用されて居るが、最近の自動鎔接機の發達は其の能率の大なる點、其製品の均等なる點等から其の應用の範囲を漸次擴めて居る。併し自動鎔接機は其の本來の性質上複雑した細部の鎔接には適用し難きが故に、將來は現今鋸打ちに於ける空氣鋸打ち機に對する水壓鋸打ち機の立場と類似の關係を保つに至るものと考へられる。

38 電弧鎔接設備 本稿に於て説かんとする鎔接設備は構鋼類の鎔接を目的とする手動金屬電弧鎔接に關するものに限る事とする。

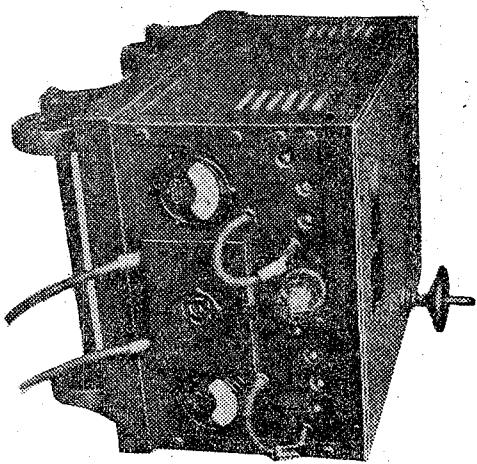
鎔接機、鎔接材の良否が直接鎔接の巧拙に大なる影響を有する事はここに多言を要せざることであるが、今日鎔接機に對する確乎たる規格の制定せられたるもの無き爲め、坊間製造販賣せらるる鎔接機には其の機能上に疑はしきものなきに非ざる狀態なるが故に、之が購入に當りては著名なる製作所の製品、定評ある機械の選定が絶対に必要である。鎔接機の構造並びに機能に關する記述は本稿の目的外の事項なるが故に省略する。

鎔接機には單用型と複用型とありて一工場内にて常に多數の鎔接工が作業する場合は後者を利益とする事あるも、現場作業又は比較的集中作業のなき場合は、電力の節約、所要電纜の長さ等の點から考へて單用型を利益とする。

鎔接機の容量は被鎔接物の厚さ大きさによつて決定せらるべき問題で普通の鋼構造物用の鎔接機としては、直流交流とも 100, 200, 300, 400 Amp程度のものが使用されて居る。又複用型となれば作業単位数によつて異なる事は當然であつて 500, 700, 1000, 1500 Amp 等のものが用ひられて居る。第 191 圖は交流單用鎔接機の一例を示したものである。

電極棒保持器 導線の一端に取り附けられ之に電極棒を固定し、之の握手を把握しつゝ作業を行ふもので、成るべく軽量なること、電極棒の取りつけには發條又はランプを用ひ、取り附け取り外しとも容易なること、電極棒の取付角度が自由に變更し得る事が考慮されねばならぬ。第 192 圖は保持器の一例で a を押せば b の發條で押されてゐる電極棒は樂に取りはなされる。

第 191 圖 交流單用鎔接機



第 192 圖 電極棒保持器

鎔接機と電極棒保持器との間に取付けられる導線である。鎔接工は作業中これを常時牽引することとなるから鎔接工の疲労の原因とならざる様、出来得る限り可携性に富み、且つ使用電流に對して必要以上に大ならしめず成るべく軽量ならしむる事が必要である。又これに用ひる被覆は其の絶縁が完全なると共に、仕事の性質上磨損の裏ひ大なるが故に充分強度なるものでなくてはならぬ。

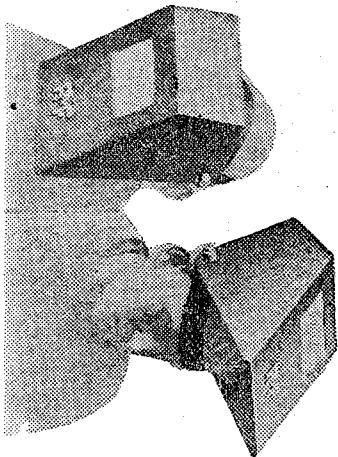
普通鎔接機に附屬して居る電纜の長さは 4~5m にして必要に應じては連結使用する。

ヘルメット及びハンド・シールド 電弧から發生する紫外線が顔面、首の皮膚、眼球に及ぼす害を防止する爲にヘルメ

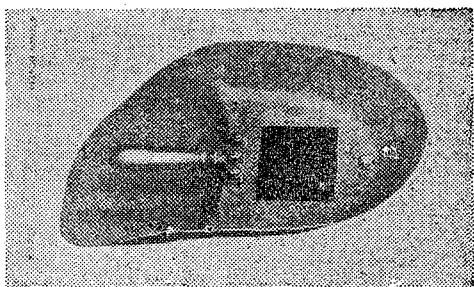
ット又はハンド・シールドを使用する。ヘルメットは多く軽きアーバー類にて作られ、ペンドによつて頭部に締めつける機になつて居る。第193圖はこれが使用の状況を示す。ハンド・シールドは同じくアーバー又は木型にて握手ありて、左手にて支持して顔面を覆ひつつ作業する機になつて居る、第194圖はこれの一例である。兩者共目に當る部分に後述の紫外線よけの硝子をはめこんで居る。ヘルメットとシールドとの得失は前者が頭部に締めつけ兩手が自由にて作業上殊に上向鉛接等にては便利なる事多きも作業中電極棒の取扱ひの自由なるシールドの方を喜ぶ者もある。

色硝子 電弧の發生する有害光線から眼球を保護し鉛接工をして安堵して作業に當らしむる意味から見て極めて重要な使命を有する器具である。要するに有害光線を完全に吸収し可視光線を成るべく多量に通過するものと可とする。此の硝子の研究は今日尙各方面で進められつつあるが、現今でも特許品にて相當優秀なるものが發賣されて居る。シールド又はヘルメットに此の色硝子をはめこむ場合は鎔融金屬の飛沫の爲めに損傷せざる様2枚の透明硝子にて挟んで使用して居

第193圖 ヘルメット使用の圖



第194圖 ハンド・シールド



る。特殊の鎔接用色硝子無き場合は良質の色硝子の組合せにて間に合せる事も出来るが視野の暗い事は免れない。色硝子の組合せの一例としては 100 Amp 程度の電弧の時暗赤色、200 Amp 附近にて暗赤色と緑色、350 cump 附近にて暗緑色を組合せばよい。

スクリーン 鎔接作業中其の附近にて他の仕事を従事するものが弧光の爲に害をうける事が屢々ある。之を防止せんが爲に作業個所を囲んで金属板製又はカンバス製の遮光衝立をたてるか又はカンバス製の遮光幕を垂れる。之等の内面は弧光の反射を遮ける爲になるべく黒色に塗り外面へは危険を示す警告記號を赤書する。又建築現場等にては階上にての作業母鉄融金屬の落下を防止する目的にて作業個所の下方にカンバス類を張つた例もある。

被 服 露出せる皮膚が弧光の害をうけざる様、又同時に飛散せる鉄融金屬による焼傷を起さざるため並に衣服の損傷を防ぐ目的にて、手袋、袖蔽、前掛、靴覆等を使用する。黒色の皮製等なるべく弧光を反射せず發火の憂ひなく且つ可携性にて作業の容易なるものを可とする。第 195 圖はこれ等の被服を用ひて作業中の状況を示すものである。

糖、ダガネ、フラン 母材の鏽、母材が瓦斯切りの場合斷面に附着せる酸化物、鎔着金属表面の鏽津等を清掃する目的に使用するもので、其程度に應じて空氣タガネ、第 195 圖 保護被覆を着用せる鎔接工種、針金フラン等が用ひられる。場合によつては、サンドプラスを掛ける事もあるが一般的ではない、母材に附着してゐる油類の除去にはガッリンを用ふることが多い。(未完)

