

佛蘭西、電弧熔接鋼建築物並に鋼橋 施工に關する假規則

青 木 楠 男

「譯者附記——本假規則は 1934 年 7 月 19 日付にて、土木大臣 P. E. Flamin 署名の下に發布せられたものである。特別委員會の研究報告に基いて、本假規則の草案が 1934 年 6 月 7 日 le Conseil Général des Ponts et Chaussées によつて承認せられ、ついでこの發布を見たものである。Flamin は本假規則發布に際しての通牒に熔接技術が今日尙發達の途上において、其原理等未だ確定を見ざる點ゆゑからざるが故に、本規則も暫定的のものであることを特記してをる。

本假規則を通覽するに、其大體方針を 1933 年改正の獨逸熔接鋼構造物規格 (DIN 4100) に據つたものではないかと思はれる節が頗る多いが、兩者の間の主要な相違は (1) 剛内密接の合成應力の算出法、(2) 密接許容應力、(3) 反覆並に衝擊荷重をうくる鋼橋の接手設計應力の算出法、の 3 點に認められる。これ等の詳細なる比較は本稿に引きつき、獨逸、米國等の電弧熔接構造物規格類を紹介したる後に、試みたと考へて居る。

第 1 節 規則の目的

本假規則は電弧銲接によつて集成せらるゝ鋼建築物並に鋼橋の設計計畫及施工に當りて遵守すべき主なる原則を指示せんとするものなり。

此種構造物に對して、下掲の諸規定は本規則と牴觸せざる限り有效なりとす。即、

1913 年 10 月 29 日發布 土木工事に關する一般入札心得書

1927 年 5 月 10 日發布 鋼橋の計算と検査に關する規定

1933 年 2 月 7 日發布 高强度鋼使用に關する通牒

第 1 章 定義——總論

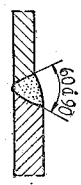
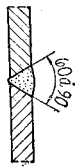
第 2 節 銲接主要形式

鋼建築物並に鋼橋の建設に使用せらるゝ銲接形式の主なるもの次の如し。

A 衝合銲接、兩材片とも長手の方向に接合す

V 接 き (第 1 圖)

X 接 き (第 2 圖)

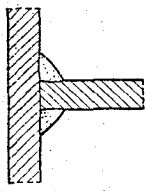


B 隅内銲接

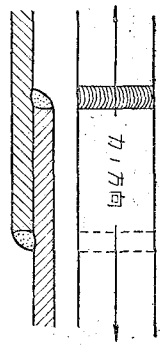
互の面が直角又は斜角をなす材片を結合するもの。(第 3 圖)

第 1 圖

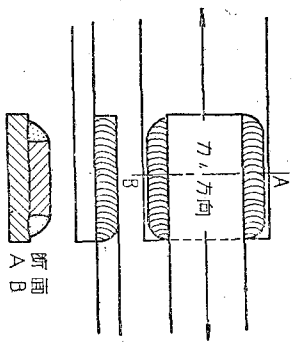
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

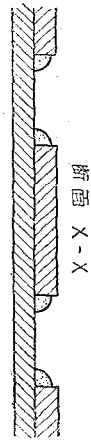
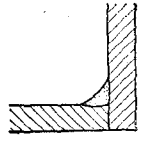
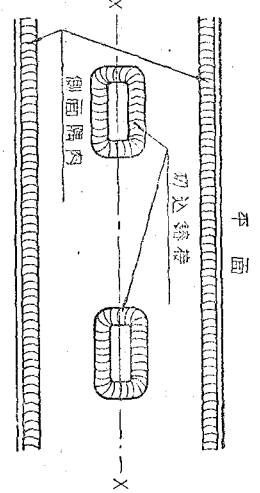


第 5 圖

材料を他の材料を重ねて結合するもの、この場合は更に次の2種に區別す
 前面隅肉溶接 (第 4 圖)、力の方向に垂直のもの。側面隅肉溶接 (第 5 圖)、力の方向に平行のもの。

C 溝溶接 (第 6 圖)、平板又は板が重ね合されたる場合、兩者を適當の間隔毎に結合するに用ふ。圓形の溝が直徑小にして完全に鍍着鋼にて填充せらるゝ場合栓溶接と稱す

溶接織目の表面は一般に補強盤 (第 1 圖乃至第 6 圖) を附す、輕溶接 (第 7 圖) は防水の目的以外に使用すべから
 ず。



第 6 圖

第 7 圖

第 3 節 鑄 接 の 位 置

鑄接を其位置によりて次の如く分類す。

- 1° 下向鑄接、水平と認めらるゝ面へ下向にて施工するもの
- 2° 横鑄接、垂直と認めらるゝ面へ水平又は殆んど水平の方向に施工するもの
- 3° 縦鑄接、垂直又は殆んど垂直の方向に施工するもの
- 4° 上向鑄接、水平と認めらるゝ材片の下側へ鑄接工の頭上にて施工するもの

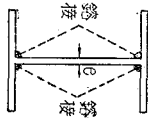
第 2 章 鑄接部の計算並に設計に當つての注意事項

第 4 節 銲接の構造上の動きによる分類

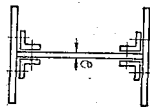
次の主なる種類に分類す。

第 1 種 単純なる引張、又は壓縮力をうくる部材を形成する材片等を連結するための銲接

此種のもは例へば 1 腹鉄と 2 突縁鉄とを隅内銲接にて結合する (第 8 圖) 引張又は壓縮をうける、トラス 腹材等に屢々起る銲接なり。これ等部材の銲接は、弦材との連結の部分以外にては、原則として何等支持すべき應力を有せず、計算を行ふこと困難なり。永き經驗によりこれが計算方法の定めらるゝまでは、其大きさを第 9 圖の如きこれと同じ隅の銲接斷面部材にて腹鉄と山形鋼とを取りつゝるために必要なる鉄と同一強度となるが如き寸法に決定す。



第 8 圖



第 9 圖

第 2 種 1 部材の材片間の連絡を確保するための銲接

本銲接は銲結構造に於けると同様部材中に弱點を生ずることなき様設計計算せらるべきなり。従つて其強度は少くも部材のそれと同一なることを要す。

第 3 種 構造物に於て各々異りたる働きをなす 2 材片を結合するための銲接

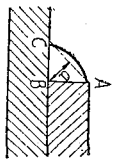
この場合の例として、トラスに於ける弦材と腹材との連結、主桁と横桁との連結、横桁と縦桁との連結等を擧げ得。第 2 種及び第 3 種の銲接の計算は次節に示す規定に依るべし。

第 5 節 銲接強度計算

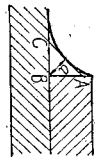
2. 隅肉銲接

隅肉銲接の大きさは次の寸法に據る。

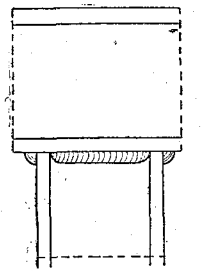
1°. 継目の断面に内接する等邊直角三角形 ABC (第 10 圖及び第 11 圖) の高さ a , これを理論厚と稱す。



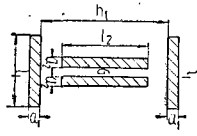
第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖 (1)



第 12 圖 (2)

2°. 理論長さ l , 實長さより耐端の重を除くために $2a$ を控除したる長。

一平面にて接觸する 2 材片が隅肉銲接にて連結せらるゝ場合の計算(第 12 圖),

各銲接継目を其底 B を中心として (第 10 圖及び第 11 圖) 接觸面に倒して得らるゝ假想断面を考ふ。この断面の理

論面積は $l \times a$ (第 12 圖) なり。今 $\Omega = \sum l, a$ をこの假想断面積の總和, G を其重心とすれば、接合部に働く外力等は

常に下掲の要素に分つことを得。

N 、重心 G を通過して接觸面に垂直に作用する力

T 、重心 G を通過し、接觸面中に在る力

M 、モーメント

N 及び T によつて起る応力強度は夫々次式にて表はさる。

$$n = \frac{N}{\Omega} \qquad t = \frac{T}{\Omega}$$

もしモーメント M が零の場合は、銲接部の最大應力として次式を得る。

$$\rho = \frac{n}{2} + \sqrt{\frac{n^2}{4} + t^2}$$

もしモーメント M が零ならざる場合は、応用力學理論に従つて該断面へ、モーメント M のみが作用せる場合に生ずる、最大直應力 n_1 及び最大剪斷力 t_1 (t_1 は振力の作用する場合のほか發生せず。接合部は出來うる限り、振力の起らざる様設計すべし) を求め、 n 及び n_1 、 t 及び t_1 を適當に合成すべし。今これ等最大合成應力を ρ 及び τ とすれば、求むる應力強度は次式にて示さる。

$$\rho = \frac{n}{2} + \sqrt{\frac{n^2}{4} + \tau^2}$$

b. 衝合銲接

銲接の理論厚としては、接合せらるゝ2材
片中の薄き鋼の厚を採る（第 13 圖 $a=a_1$ ）。

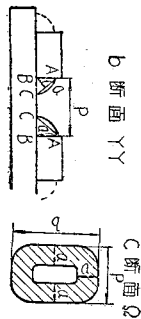
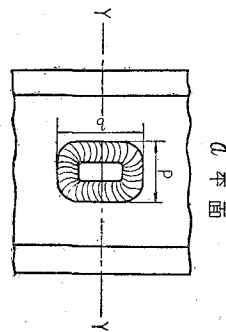
矩形断面 $l \times a$ を考へ、應用力學理論に従
つて、この断面内に生ずる最大應力を計算す。

6. 溝 銲 接

溝銲接の計算に用ふる假想断面（第 14 圖の斜線を施せる部分）の
外周としては溝の外周を、其幅としては第 14b 圖開内銲接 ABC の
喉厚 a を採る。孰れの場合に於ても、斯くの如くにして求めたる断面
は、溝の面積より大なるべからず。



第 13 圖



第 14 圖

(a) 鋼 建 築 物

R を母材の引張並に壓縮に對する許容應力とす〔荷重に應じ（1927 年 5 月 10 日發布鋼骨の計算と検査に關する規定
第 11 條） R は鋼 AC—42 に對し $R_1 = 13 \text{ kg/mm}^2$, $R_2 = 14 \text{ kg/mm}^2$, 鋼 AC—54 に對し $R_1 = 18 \text{ kg/mm}^2$, $R_2 = 19$
 kg/mm^2 。銲接継目に許容せらるゝ應力は $f = \alpha R$ を超過すべからず、係數 α の値は下表による。

接 接 の 形 式	應 力 の 性 質	係 数 α の 値	
		工 場 接 接	現 場 接 接
閉肉接及び溝接	總ての接接に對し	0.6	0.5
荷 合 接 接	壓 縮	0.9	0.8
	引 張	0.7	0.6
	剪 斷	0.6	0.5

上向接接に對しては、係數 α は上表の値の 30 %減とす。

(b) 鋼 橋

橋、走行起重機、遷車臺其他これに類するものにして、其應力が動荷重によつて急激に變化するものにおいて、下掲の方法に依るべし。

各接合に對して、次の接接繼目應力を算出す。

e' 靜荷重によつて生ずる應力

d' 動荷重によつて生ずる e' と同符號の最大應力にして、1927 年 5 月 10 日發布鋼橋の計算並に検査に關する規定第 2 條に定められたる衝擊割増係數を乘したるもの

d₂ 動荷重によつて生ずる e' と異符號の最大應力の絶對値にして、衝擊割増係數を乘したるもの、(若しその接手に e'

異符號の動荷重應力を生ぜざる場合は、 $d_2=0$ なり)

w' 150 kg の風壓によつて生ずる應力

w'' 250 kg の風壓によつて生ずる應力

t 溫度によつて生ずる應力

これ等の諸應力は次の不等式に示さるゝ條件を満足するを要す。

$$(1) \quad d' + d_1' + 0.5(d_1' + d_2') + t \leq \alpha R_1$$

$$(2) \quad d' + d_1' + 0.5(d_1' + d_2') + w' \leq \alpha R_2$$

$$(3) \quad d' + t + w' \leq \alpha R_2$$

上式に於て係數 α には前項 α の表に示されたる夫々の銼接に對する値を、 R_1 及び R_2 には當該荷重をうくる場合母材に許容されたる引張又は壓縮の應力の限度を探る。

第 7 節 細部構造

接手は副應力を最少に減ずる様設計すべし。

弦材及び腹材等の連結にては、銼接繼目の重心を出來うる限り、部材の中立軸に接近せしむべし。

壓延桁と鋼桁、柱又は垂直部材と桁との連結にては、銼接繼目を腹鋼兩側に對稱に、又蓋鋼に沿ひて施工するを可とす

(第 12 圖)

1 箇所を銼接を集中せしむることを避くべし。

設計に當りては現場施工の銲接を出來うる限り避くべし。

設計計算に於ては接近困難なるため良好なる施工の行ひ難き銲接はこれを除外すべし。又上向銲接は出來得る限り避くべし。

集成部材の斷面計算に於ては、組立ボルト用の孔を差し引くべし、後にこの孔を銲填する場合も同じ。集成部材に溝銲接ある場合は、溝を差し引くべし。

隅肉銲接に於ては、銲接繼目の理論厚 a は集成材片中の最も薄きものゝ厚さを超過すべからず (第 15 圖 $a \leq e$)

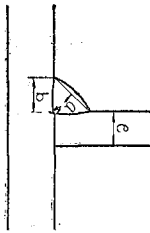
設計計算に於ては、霜を除ける理論長 40mm 以下の隅肉銲接は計算外にぞくべし。結合部の強度を得るため、の側面隅肉銲接の長はすべて $40a$ を超過すべからず。

弦材蓋鋼に於けるが如く、多數の鋼筋を重ね合せ場

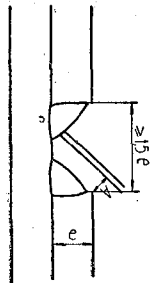
合、各筋は其縁部の隅肉銲接にて連結せらるべし。も

しこれに壓縮が作用し且つ其幅が厚さの 30 倍以上ならば、このほかに鋼の長さに平行なる溝銲接の 1 列又は數列にて結合すべし。溝銲接線の間隔及び 1 列中の溝の縁邊の間隔は最小鋼厚の 30 倍を超過すべからず。

溝銲接の施工を良好ならしむるために、溝の最小幅は結合せらるゝ鋼厚の 1.5 倍以上たらしめ、4 點 (第 16 圖) を通じて副電弧の生ずることなからしむべし。



第 15 圖



第 16 圖

第 3 章 材料の性質

第 8 節 母 材

母材は接合可能にして、溶接に當つて生ずる局部高熱に不都合なく堆え得るものたるべし。第 12 節に示す試験に依りてこの條件を満足するや否やを明かならしむ。

第 9 節 鎔 着 鋼

電極棒は製造所の商標と指定の性質を示す記號とを附したる、包装に密閉して納入すべし。

裸電極棒は其表面滑かにして、錆、不純物等なきものたるべし。其直径の許容公差は上 $\frac{5}{100}$ とす。

被覆電極棒の心鐵は裸電極棒と同様の條件を満足するものなるべし。被覆は其断面規則的にして、心鐵と同心なるべし。被覆厚の許容公差は上 $\frac{2}{10} \text{mm}$ とす。被覆は電極棒の取扱ひ及び使用に當り毀損又は龜裂を生ずることなき強固のものたるべし。

電極棒は發生容易にして且つ安定なる電弧の得らるゝものたるべし。鎔着鋼は缺點なく、鎔着は過多ならず且つ左程の困難なく除去し得るものたるべし。

第 10 節 試 験 數

すべて工事の着手に先ち、次の試験を行ふべし。

- a. 鎔着鋼試験：引張試験（試験片 3 個） 衝擊試験（試験片 3 個）

b. 銲接接手試験：引張試験（試験片 2 個） 曲げ試験（試験片 2 個）

母材の 20 t 毎につき同様の試験を行ふべし。

又其端數毎に全試験を行ひうるものとす。

工事中に、電極棒の種類の変更を要する場合は、新電極棒が下掲の試験と満足することを確めたる後にあらざれば使用することを得ず。

第 11 節 銲着鋼試験

a. 銲着鋼の採取 山形鋼の内側等の如き、鋼の鑄型内に電弧により電極棒の鋼を鑄填す。銲着鋼の長さ及び断面は仕上げ後の下掲試験片が全く銲着鋼のみよりなるに充分なるものたらしむべし、試験片の仕上げ表面は鑄型の表面より少くも 5 mm 以上距りをすることを要す。

b. 引張試験 各引張試験片は其斷面積 37.5 mm²（直徑 6.91 mm）標點間距離 50 mm の平行部を有する樣削成すべし。

3 試験片の切斷を行ふべし。下表はこれ等の試験片の満足すべき強度並に伸率を示す。

母材	
鋼 AQ-42	鋼 AQ-54
38	45
15 %	12 %

最低引張強度 kg/mm²

標點間にて測りたる破襲時の最少伸率

c. 衝撃試験 試験片 (U.F.型) は大き $10 \times 10 \times 55 \text{ mm}$ として、底部半径 1 mm 径の圓錐形にして、深さ 5 mm なる切込を有する角棒とす。ツアーバー式衝撃試験機にて 3 試験片の試験を行ふ。これ等の強度は 5 kg/cm^2 以下たるべからず。

第 12 節 鋸接接手試験

a. 試験片の製作 構造物の製作に用ふるものと同一の鋼よりなる厚 10 mm の鋼板 2 枚を 2 層又は 3 層の手動 V 接ぎにて銜合鋸接したる上、背面を補修して $240 \times 300 \text{ mm}$ の 1 枚板となす。

(第 17 圖)

次に平削又は研磨によつて銜着機目の鋼板表面以上の突起を除去し、銜接の厚さを 10 mm たらしむ。

鋼の中央部より幅約 35 mm の帯状鋼 4 枚を切取り、其縁部を削成す。

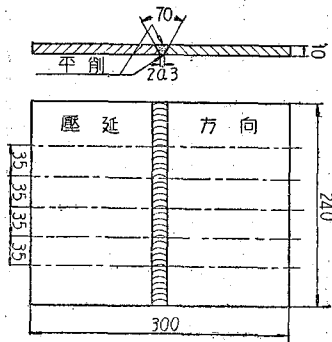
b. 引張試験 これ等の試験片中 2 枚を引張試験に供す。其極限強度は少くも次の値たるべし。

母材が鋼 AC-42 の場合 34 kg/mm^2

母材が鋼 AC-54 の場合 43 kg/mm^2

銜接部内に生じたる (切斷面) は氣泡なく、黒色帯を示さず、銹滓を含有すべからず。

c. 曲げ試験 他の 2 試験片は中心間隔 150 mm 、直径 100 mm の支承上に平らに、V 接ぎの切口を下向きに、銜



第 17 圖

接部を兩支承より等距離に定置す(第 18 圖)

帶狀鋼の中央にて、銲接部へ直接、端部に半径 10 mm の丸味を有する加壓棒を當て、兩邊が 45 度の角をなすまで壓力を加ふ。この場合銲接部並に母材の引張側に割目又は龜裂を生ずることあるべからず。

第 4 章 銲 接 施 行

第 13 節 銲 接 工 の 採 用

工事着手に先ち、受負人は工場及び現場にて工事の施行に使役せんとする銲接工の名簿を監督技師に提出すべし。これ等の職工は第 14 節に定めたる検定を満足せる後にあらざれば本工事の施行に従事することを許さず。工事着手後に、新たに工事施行に雇入れらるゝ職工も同様の検定をうくべし。

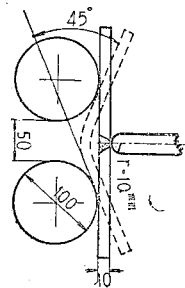
職工の技術に疑ひを生じたる場合、監督技師は其職工の再検定を要求することを得。

第 14 節 銲 接 工 検 定 試 験

検定のために施工せらるゝ銲接はすべて手銲接とす、母材、電極棒並に銲接機には受負人が工事施行に使用するものを用ふべし。

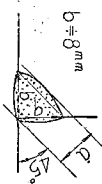
検定は下掲の諸試験による。

第 1 試 験—隅肉銲接—職工は第 19 圖に示す寸法の十字形接手試験體 2 個を製作すべし。

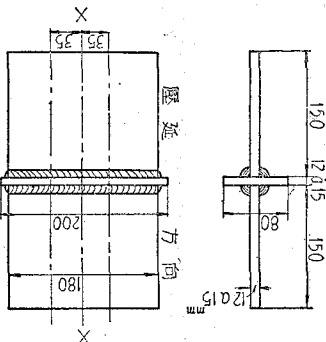


第 18 圖

第 1 の接手試験體は 2 材片を垂直となし、銲接を縦方向に行ふべし。第 2 の接手試験體は 2 材片を垂直へ 45 度傾斜せしめ、銲接を水平方向に行ふべし。工事に上向銲接が許されたる場合は、これらの施工にあたる職工は第 2 の接手試験體の銲接を 2 材片を垂直へ 45 度傾斜せしめ、水平方向に頭上にて施工すべし。



第 19 圖



第 20 圖

銲接は脚長約 8 mm (第 20 圖) にして、約 1 mm の補強盛を有すべし。

各接手試験體の爾縁より少くも 50 mm の點にて、幅員約 35 mm の十字試験片 2 個を切り取るべし。各試験片の 4 隅肉銲接について、各銲接片上にて第 20 圖に示す補強盛を含みたる銲接體目の厚 a' を測定すべし。

今 A : 8 個の實測體目厚 a' の平均

L : 銲接部に於ける試験片の正確なる幅とす。

各試験片を引張試験機を用ひ、第 19 圖の XX の方向に加へたる力にて切斷す。F を破壊時の力とすれば $\frac{F}{2LL}$ は少くも下の値に等しかるべし。

母材が銅	AC—42 の場合	28 kg / mm ²
母材が鋼	AC—54 の場合	36 kg / mm ²

第 2 試験—衝合銲接—試験は第 12 節 a 及び b に掲げたる條件に従つて施工す：極限強度は少くも b 項に示せる値と等しかるべし。

第 15 節 電 流

直流又は毎秒少くも 40 の周期をもつ交流を使用することを得。

銲接起動最大端子電壓は 70 V 以下たるべし。

銲接に消費せらるゝ電流量は、電極棒の直径、種類を問はず、銲接の厚さ、工事の種類に應じたる標準値に調節しうるものたるべし、この値は供給者の表示に従つて定めらるべきものにして、第 11 節及び第 12 節に定めたる試験に際して檢定せらるべし。標準値に比較しての電流消費量の變化は 100 amp 以下にては 15 %、100 amp 以上にては 10 % を超過すべからず。受負人は各銲接工の銲接回路に於ける電流量を確め得る測定器を供給すべし。

銲接機が調整用の抵抗器を持つ場合は、抵抗器は不銹金屬よりなり、溫度により其抵抗を變化せざるものたるべし。

第 16 節 材 片 の 準 備

銲接すべき材片の縁部は設計所定の形状に入念に仕上ぐべし。手鋸、瓦斯切斷の使用を禁ず。

銲接をうくべき材片の表面は、極めて清潔にして、異物、鏽、黒皮、塗料、瓦斯切斷の使用による銲滓等を在すべからず。

このために、表面は極めて丁寧に清掃すべし。

第 17 節 銲 接 の 施 工

工場と現場とを問はず、すべての銲接作業は、常に受負者側の銲接主任によつて監督せらるべし。

銲接材料片は豫め設計に従ひ、其占むべき位置に、萬力其他著しき力を要せずして適當の緊結をなし得べく、且銲接作業中のすべての偏りを防ぎうる装置を用ひて集結すべし。

組合用のポール孔は、出來うる限り避けべし。

電極棒の直徑並に性質は、實施せらるゝ工事に適應せるものたるべし、銲接の底部の銲込を完全ならしむるためには、第 1 層の施工には最大 3 乃至 4 mm 程度の直徑の電極棒を使用すべし。

各層の表面は、次層の施工に先ち、槌打又はブラシにて銲滓類を入念に除去すべし。中斷せる銲接を續けるとき、又 2 銲接を連結する場合にも同様の注意を拂ふべし。

銲接せらるゝ部分及び電極棒は充分乾燥せるものたるべし。

銲接機目の表面はなるべく規則正しき形状たらしめ且つ銲滓類を除去すべし。

熱影響による變形並に應力を最少ならしむる豫考慮すべし、殊に銲接各部を施工する順序については充分の注意を拂ふべし。變形を呈したる各部材は、監督技師が其矯正を許可せる場合のほか、受負人の負擔に於て取り換ふべし。

すべての銲接作業は、雨、雪、風を避けて施工せらるべし、作業所の溫度が零點下 5 度以下に下りたる場合は作業を中止すべし。

特別の見積が規定されたる場合には、各銲接工は自己を示す數字又は符號の刻印を用意し、1 銲接を施工する毎に、刻印をもつてこれに標を附すべし。

第 18 節 銲接の檢査

銲接の検査は政府の係官にてこれを行ふ。この検査前に塗工を施すべからず。

工場にて銲接されたる部材は、検査後にあらざれば現場へむけ發送すべからず。この検査のために部材は、其各銲接部が容易に検査しうる位置に置くべし。

現場に於て其缺點を見出されたる材片又は銲接は、たとへ工場にて検査済と雖も、すべて不合格品たるべく、受負人の費用に於て取換へらるべきものとす。

工場及び現場に於ける銲接の検査に當つては、受負人は特別の照明を用意すべし、検査は銲接表面の規則正しき、繼目の方法が所定の寸法に一致せるや否や等を検査す。銲接には銲滓の包有、氣泡、空洞弱點等を存すべからず。

検査官は又銲接を槌打し、發生する音響をきいて、これを検査することあるべし。

検査官は又缺點ありと認めらるゝ箇所穿孔をなし内部検査を行ふことを得。内部検査のための空洞は、受負人の負擔に於て、銲填せらるべきものとす。

この他の検査方法（磁力線圖、X—線、電氣検査法等）に對しては、別に見積を規定するものとす。

缺點の見出されたる銲接は受負人の負擔にて鑿にて除去し、又に急に再銲接すべし。