

論 說 報 告

第28巻第3號 昭和17年8月

河西橋に関する報告及び研究 其の2 鐵筋の鍛接繼手に就いて

正會員 横 道 英 雄*

要 旨 河西橋に関する報文第2編“橋體施工上の諸問題に就いて”の第1章で鐵筋の鍛接繼手に就いて述べしものである。鐵筋は徑44mm、長25mに達する如き長大丸鋼であるが、その2~3本繼ぎに對して矢管鍛接法に依りて施工して成功したもので、この種としては最初の試みであるが充分推獎に値するものなる事が分つた。本文はその成功迄の經過、成績及び施工法等に就いて述べしものである。

目 次

| | |
|-------------------|------------|
| 第2編 橋體施工上の諸問題に就いて | 2. 鍛接繼手試験 |
| 第1章 鐵筋の鍛接繼手に就いて | 3. 鍛接繼手施工法 |
| 1. 緒 言 | 4. 結 び |

第2編 橋體施工上の諸問題に就て

第1章 鐵筋の鍛接繼手に就いて

1. 緒 言

本邦最長支間の41m9連を有する鐵筋コンクリート・ゲルバー桁橋の河西橋に使用したる主鐵筋は總計764tで、この内657tは徑44mmにして最大製作長25mに達する長大な丸鋼である。かくの如き長大鐵筋の使用は本邦最初の事である。その繼手の施工に關しては慎重な考慮を拂ふ必要があつた。繼手の箇所数は前述の如く25mの長物を製作し得たので著しく減じたが尙ほ812箇所を餘儀なくせられ且つこの内152箇所は3本繼ぎであつた。

鐵筋繼手の工法には種々あるもその効率がよく、施工が確實に行はれ、且つ工費低廉なるを要するも、本橋に於ては種々考慮の結果遂に鍛接法を採用する事に決して之に成功したのである。鐵筋繼手の工法として普通考へられるものに(1)重ね合せ繼手、(2)ターンバックルを用ひる繼手、(3)電氣熔接、(4)鍛接等がある。本例の如き長大鐵筋の場合には(1)の重ね合せに依る繼手は採用し難く、(2)のターンバックルを用ひるのは確實なる方法なるも長大丸鋼にネジ切りをなす作業が困難であり又ターンバックル自身も相當高價なる事に難點あり、(3)の電氣熔接は最近發達著しく施工法も改良せられたるも未だ添接材を併用する事が推奨せられており鐵筋間隔狭き所に於ては不利なるを免れず、且つ熟練せる熔接工を必要とするに對し本地方の如き遠隔の地にては之が採用に比較的困難で、従つて實施に先立ち強度試験を行ふを要するも之を直ちに行ひ得ない惱みもあるので先づ(4)の鍛接法を試験しその結果を見ることとしたのであるがその結果は後述の如く良好で遂に之を採用したのである。鍛接に従事すべき鍛冶職は治水事務所附屬の機械工場にて多年雇傭して居り、又本例の如き長大鐵筋は折曲げ其他の加工にも鍛冶工場を現場に設備する必要があるのでこの工場を利用して直ちに繼手の強度試験を行ふ事が出来る等の便利があつた。

元來鐵筋の繼手に鍛接を用ひる事は前例がない上に却て之を避けられて來たと言へる。之はこの工法が通俗的

* 工學士 北海道廳技師 石狩川治水事務所

であるため兎角不確實なものとして誤認せられた事に依るもので、又従來は鐵筋として使用する丸鋼は比較的徑も小さく、32mm 以上の丸鋼を使用するに至りし事も比較的近年の事であつて従來は重ね合せ繼手にて十分に目的を達し得たので鍛接法を等閑視し來たつた爲めとも思はる。然るに事實は之に反して本例の如き長大鐵筋の繼手には完全にして且つ經濟的なる工法なる事が判明した次第である。

2. 鍛接繼手試験

試験は前後 4 回行つた。先づ最初に矢筈鍛接と投掛鍛接の兩者を比較し、次に鍛接繼手の強度及び破壊状況を試験調査をなしその結果に依りて効率 100% 以上となすべき施工法に就き研究をなしたのである。尙ほ購入せる丸鋼の規格試験の結果は表-1 の如くで孰れも合格した。

表-1.

| 製品寸法 (mm) | 標點距離 (mm) | 徑 (mm) | 斷面積 (mm ²) | 最高抗張力 | | 伸 | | 常溫屈曲試験 |
|--------------|--------------|--------|---------------------------|---------|-----------------------------|--------|------------|--------|
| | | | | 實際 (kg) | 強度 (kg/mm ²) | 伸 (mm) | 百分比 (%) | |
| 44 | 176 | 44.4 | 1548.0 | 67880 | 43.8 | 46 | 26.1 | 良 |
| 38 | 152 | 38.06 | 1137.0 | 46790 | 41.3 | 50 | 32.9 | 良 |
| 28 | 112 | 27.93 | 613.5 | 28630 | 46.6 | 36 | 32.1 | 良 |

1) 第 1 回試験

先づ最初矢筈鍛接をなせる試験片 A₁ を作つて北海道帝國大學に送つてその効率を試験した處 表-2 の如く意外の好成績であつたので、引續き試験片 A₂ を作成し、又比較のため中央を投掛式の鍛接繼手を施せる試験片 B

表-2. 第 1 回繼手試験成績 (於北大工學部)

| 試験片 番 號 | 形 狀 寸 法 | | 降 伏 點 | | 破 壊 點 | | 標準點 間距離 (mm) | 伸 | | 效 率 | 備 考 |
|------------------------------|-----------|---------------------------|------------|------------------------------|------------|------------------------------|--------------------|-----------|------------|--------|---------------------------------------|
| | 徑 (mm) | 斷面積 (mm ²) | 荷 重 (t) | 強 度 (kg/mm ²) | 荷 重 (t) | 強 度 (kg/mm ²) | | 伸 (mm) | 伸 率 (%) | | |
| A ₁ ¹⁾ | 24.53 | 472.59 | 10.5 | 22.7 | 19.07 | 41.2 | 200 | 20.0 | 10.0 | 94 | { 矢筈鍛接, 繼手 より切斷 |
| A ₂ ²⁾ | 20 | 314.2 | 7.32 | 23.3 | 12.61 | 40.2 | 160 | 22.9 | 22.9 | 95 | |
| B ²⁾ | 20 | 314.2 | 7.63 | 24.3 | 8.51 | 27.1 | 160 | 2.2 | 1.4 | 64 | { 投掛鍛接, 繼手 より切斷 繼手なし, 中央 部切斷 |
| C ²⁾ | 20 | 314.2 | 8.67 | 27.6 | 13.30 | 42.3 | 160 | 45.3 | 28.3 | 100 | |

- 1) A₁ の効率は母材強度 43.8 kg/mm² に對するもの、又試験施工は昭. 12.4.8. なり
- 2) 試験施行は昭. 12.6.28. 又効率は試験片 C に對するものなり

を作り且つこの外に何等繼手を施さざる母材 C の 3 種類を北大工學部に送つた結果は 表-2 及び 圖-2 の如くであつた。

試験片は徑 44 mm の丸鋼長 3 m 位のものに 1 m 位の短片を鍛接したもので、最初現場大にて試験をする考へで繼手箇所

は母材と同じ太さ即ち 44 mm に一樣に槌打にて仕上げたる後之を長さ 30 cm 位に切取つたが (圖-3 の如く)、試験機の都合で徑 20 mm 又は 25 mm に細く削成して試験を施行したものである。表-2 に依れば矢筈鍛接に依りて繼手を作りたるものは A₁, A₂ 孰れも効率大で約 95% であるが、投掛式の B は降伏點までは相當の強度を有するも之を越えると急に龜裂が増大して破壊點に達し結局効率は 65% と云ふ劣勢を示した。従つて伸びも

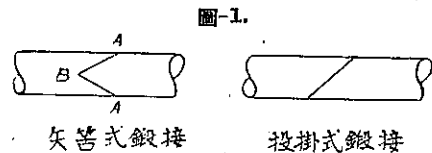


圖-1.

著しく少ない。之は投掛式は施工中に繼手箇所の熔着が完全に行はれざる中に繼手面が離動する如き外力が加はり易いので施工が矢管式に比して萬全を期し難い理由に依るのである。

然し矢管鍛接を施せるものも、その引張破壊は繼手面より生じて居り、従て伸びも 25% の約半分に過ぎない。

2) 第 2 回試験

第 1 回試験にて矢管鍛接繼手は効率 95% 位の良結果であつたが繼手箇所より切斷せられる爲め伸率は規格の半分に過ぎない事が分つたので、更らに内務省土木試験所に實物の試験片を送つてその強度試験及び繼手箇所の内在的缺點等につき調査試験を依頼する事にした。即ち

- A 試験片： 中央部を矢管鍛接せるものにして引張試験を行ふもの 2 本
- B 試験片： 同上にして繼手の内在的缺點を調べるもの 2 本
- C 試験片： 母材にして引張試験を行ふもの 1 本
- D 試験片： 母材にして繼手附近の加熱せられし部分より切取りしものを引張試験に供す 1 本

の 6 本を作つて送つた (圖-3)。

報告に依れば試験機は OLSEN 型 100t 多能試験機を用ひ引張速度は約 10.2 mm/min で試験をなしたがその結果は表-3 及び圖-4, 5 の如くである。

之に依ると矢管鍛接を施せる試験片 A₁, A₂ は孰れも規格強度 39~47 kg/mm² に合格し効率は 95% に達し、

圖-3. 第 2 回試験片

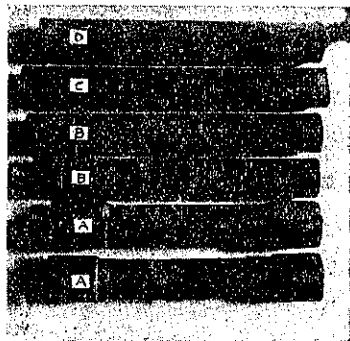


圖-4. 切斷後の第 2 回試験片

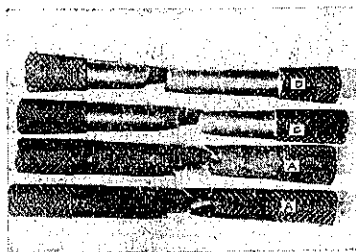


圖-5. 第 2 回試験にて切斷せられたる繼手



て前回同様の好成績を示してゐるが、切斷はやはり繼手箇所に生じ従つて伸びも少ない。

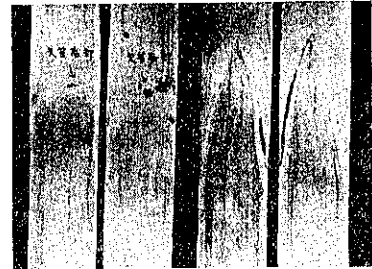
又繼手の内在的缺點を調べるための試験片 B は圖-1 の B 點を通りて紙面に直角及び平行な面で切斷して腐

表-3. 第 2 回試験成績 (昭. 12. 8. 施行, 於内務省土木試験所)

| 試験片 番 號 | 形 狀 寸 法 | | 破 壊 點 | | 標 準 點 間 距 離 (mm) | 伸 | | 効 率 | 備 考 |
|----------------|-----------|-----------------------------|------------|------------------------------|------------------------|--------|---------|--------|---------------|
| | 徑 (mm) | 斷 面 積 (mm ²) | 荷 重 (t) | 強 度 (kg/mm ²) | | 伸 (mm) | 伸 率 (%) | | |
| A ₁ | 46 | 1663 | 70.8 | 42.6 | 180 | 14 | 7.8 | 95 | { 矢管鍛接, 繼手切斷 |
| A ₂ | 45 | 1592 | 67.9 | 42.7 | 180 | 25 | 13.9 | 95 | |
| C | 40 | 1256 | 56.55 | 45.0 | 160 | 44 | 27.5 | 100 | { 繼手なし, 中央部切斷 |
| D | 40 | 1256 | 58.8 | 46.8 | 160 | 61 | 38.1 | — | |

蝕をなさしめたる處 圖-6 の如く矢管底部即ち B 部及び継手面の一部に熔滓の混入してゐるのが見られた。この故に試験片 A の引張試験に於ても最初 A 部に龜裂を生じたが之れはあまり成長せず、荷重が極限に近づくと B 部附近にて急激に切斷されたと報告に記されてあつた。然し乍らその継手の効率を 95% の良結果を示したのである。

圖-6. 第 2 回試験片 B を縦に切斷したる狀況

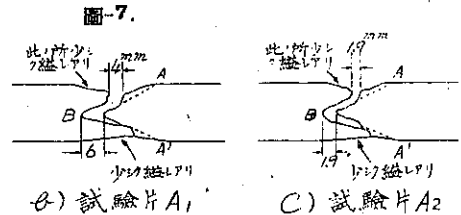
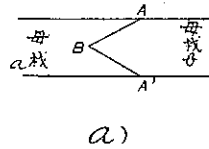


次に継手箇所附近は鍛接作業中何回となく火床に入れて加熱するので母材の材質に何等かの悪影響を及ぼさざるや否やを検査するための試験片 D は表-3 に示す如く、強度には何等の影響もなく伸びは却つて増大しており心配する點はなかつた。電気熔接に於けるが如く継手附近にアンダーカットを生じて弱點となるが如き現象は勿論ない譯である。

3) 第 2 回試験迄の結論

以上の試験を綜合するに投掛式鍛接法は破壊強度小にして効率も低く且つ施工上萬全を期し得ない故に採用出来ぬが之に反し矢管式の鍛接法は 95% 内外の効率を示したるを以てこの工法を適當に改良するに於ては継手より切斷せられぬ様に即ち効率 100% 以上にすることが可能であると認められるに至つた。

即ち矢管継手の引張試験に於ける狀況を見るに 圖-7 に於て切斷破壊は先づ裂目端 A, A' 又は嵌入端 B の孰れかに起るか或は同時にこの 2 箇所にて起る。次いで尙ほ荷重が増加するにつ



れて A-B 間が伸長して捻れを生じ、荷重が極限に近づくとや母材 a は A-B の中間より切斷せられて了ふ。第 1 回試験に於ける試験片 A₁ の破壊後之を舊形に復する如く組み合して見ると 圖-7 b) の如くで A' 點を密着させれば A 點にて 4mm B 點にて 6mm の間隙を生ずる。之に依つて推察すれば、引張荷重が増加したる時先づ B 點に龜裂を生じ、この龜裂が漸次成長して約 2mm の間隙となりたる時に A 點に龜裂を生じ、尙ほ荷重が増加するにつれて継手は A-B 間の継手面の熔着力に依りて抵抗しつつ伸長し龜裂は更らに 4mm 増加せる頃 A' 附近にて破壊を生じ継手面に沿ひて切斷離脱したものであらう。又同じく第 1 回試験片 A₂ は 圖-2 c) の如く A 及び B に於ける間隙は孰れも約 1.9mm で相等しい。故に龜裂は最初 A, B 2 箇所にて於て殆んど同時に發生し之より更らに 1.9mm の成長を見たる後に A' 附近にて切斷破壊を見たるものと思はれる。又前記第 2 回試験の内務省土木試験所に依頼せる分もその報告に依れば最初 A 點附近に龜裂を生じ次いで B 點に發生して

表-4. 第 3 回試験成績 (昭)

| 試験片 番 號 | 継手 種類 | 母 材 断 面 | | 継 手 箇 所 断 面 | | $\frac{F_D}{F_a}$ | 降 伏 點 | |
|----------------|----------|-------------|--------------------------|-------------|--------------------------|-------------------|--------|------------------------------|
| | | 徑 d (mm) | F_a (mm ²) | 徑 D (mm) | F_D (mm ²) | | 荷重 (t) | 強 度 (kg/mm ²) |
| X ₂ | 普通型 | 19.9 | 311.0 | 22.8 | 408.3 | 1.31 | 9.49 | 30.5 |
| X ₃ | " | 20.0 | 314.2 | 24.5 | 471.4 | 1.50 | 9.08 | 28.9 |
| Y ₂ | 特殊型 | 20.1 | 317.3 | 23.0 | 415.5 | 1.31 | 8.52 | 26.9 |
| Y ₃ | " | 20.0 | 314.2 | 24.5 | 471.4 | 1.50 | 9.18 | 28.2 |

破壊した様である。

以上の如くその破壊状況を検査すれば矢筈鍛接の弱點は常に裂目端 A 及び嵌入端 B の 2 點に存する事が分る。之は嵌入端 B 部は熔滓その他の挟雜物が混入し易く且つ内部なるを以て熔融が充分に行はれ難く、反對に A 部は薄肉のため沸き過ぎの傾向がありて弱點となり易いためと思はる。

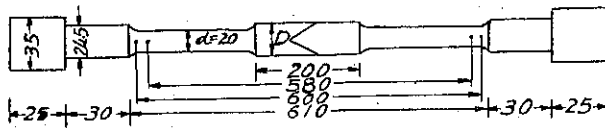
然し乍ら一度この 2 點に龜裂が生ずるとその後 A—B 間の繼手面の熔着力に依りて充分抵抗し結局はこの繼手面より離脱するに至ると雖もその效率は 95% にも達するのである。而もこの效率は直徑の大小に關しない事は第 1 回及び第 2 回試験にて徑 20, 25, 44 mm の 3 種に對して同じ效率なりし事より分る。即ち繼手箇所至於ける斷面積に比例して繼手の引張強度も増減する事が分つたのである。

依つて繼手が切斷せられない爲めには、一方に於て前記の弱點 A, B 部の強度を大にする如く施工法を改良すると共に他方に於いてはこの繼手箇所の斷面積を適量増大して母材の引張強度よりも更らに大なる繼手強度を有せしめる如くに工夫すればよい事が分る。この結論に基いて第 3 回以後の試験を行ふことにした。

4) 第 3 回試験

前項の結論に依り繼手箇所の斷面積を適量増加せしむる事が得策となつたので圖-8 及び圖-9 の如く母材の斷面は 20mm に削成し、繼手箇所 200mm の區内は太くして 30% 及び 50% だけ斷面を増加させた。又繼

圖-8.



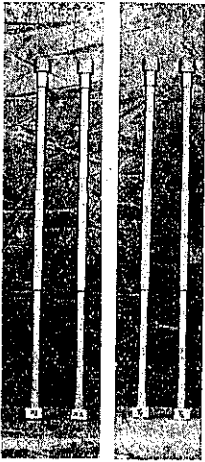
手の工法は普通の矢筈鍛接のものを試験片 X とし、特殊矢筈鍛接のものを Y とした。この特殊型 Y は圖-10 に示す如く施工の際に嵌入端の先端 B 部に小さな瘤を附したものである。之は嵌入端が前述の如く弱點となる傾向があるので、この部分に瘤を附して黙柄の様な作用をなさせ、従つて引張力に對しても相當の抵抗をなさしめてこの部分の龜裂の發生を遅らせるに役立たせやうとしたものである。又裂目端 A 部も弱點であるが之は外部なるを以て作業中によく注意をすればその熔着の程度を判定し得るを以て、熔着不十分の時は小部分を一度剝離させ再び熔着させる事が出来る。

以上の試験片にて試験の結果は圖-11 及び表-4 の如くで、普通型 X₁, X₂ は孰れも繼手以外の母材にて切斷せられ繼手箇所安全であつて目的を達する事が出来たが、特殊型 Y₁, Y₂ は斷面増大せられあるに拘らず孰れも繼手箇所より切斷せられて失敗に了つた。之をよく調べたる所次の様な理由に依るものである事が判明したので

12. 10. 11. 施行、於北大工學部)

| 破壊點 | | 標準點間距離 (mm) | 伸率 | | 備考 |
|--------|--------------------------|-------------|--------|--------|----------------------|
| 荷重 (t) | 強度 (kg/mm ²) | | 伸 (mm) | 伸率 (%) | |
| 14.75 | 47.5 | 90 | 22 | 24.5 | F ₀ の箇所切斷 |
| 14.63 | 46.6 | 90 | 22 | 24.5 | " " |
| 11.98 | 37.8 | 110 | 4 | 3.6 | 繼手切斷 |
| 13.98 | 44.5 | 110 | 4 | 3.6 | " " |

圖-9. 第3回試験片



ある。

即ち補強の目的を以て附した先端の瘤は作業中に壓縮せられて圖-5 の如く先端は幅 C を有する鈍端となり、而も尙この部分は熔滓等の挟雜物が混入し易く熔着不完全な

圖-10. 試験片 Y

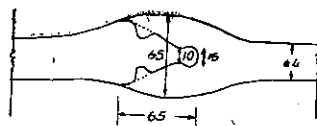


圖-12.

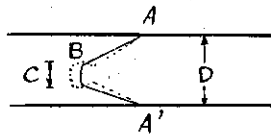
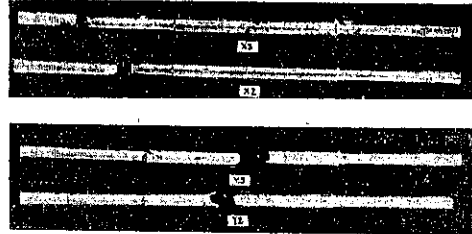


圖-11. 第 3 回試験後の状況



る爲め引張に際して先づ B 部に龜裂を生ずるが、この時有效断面積は $F_D - F_C$ となり、この F_C は普通型に比し幅 C が大なるだけ大きくなる爲に却て繼手の強度が減少することになった。即ち例へば試験片 Y_1 に於いては實測の結果

$$F_{net} = F_D - F_C = 415.5 - 168 = 247.5 \text{ mm}^2 < F_a = 317.3$$

であり、又 Y_2 には

$$F_{net} = F_D - F_C = 471.4 - 176 = 295.4 < F_a = 317.3$$

で孰れも繼手箇所の有效断面積は却て母材より小となつて切角 30~50% の断面積増加も效なく、補強のために附した瘤は却て弱點を助長させる結果となり繼手面より切斷せられるに至つたのである。然るに普通型のは先端が鋭端であるため B 部に於ける断面積の損失少なく、一方全断面積は母材に比し 30~50% 増加せしめたる爲め有效断面積は母材より大となりて目的を達したものである。

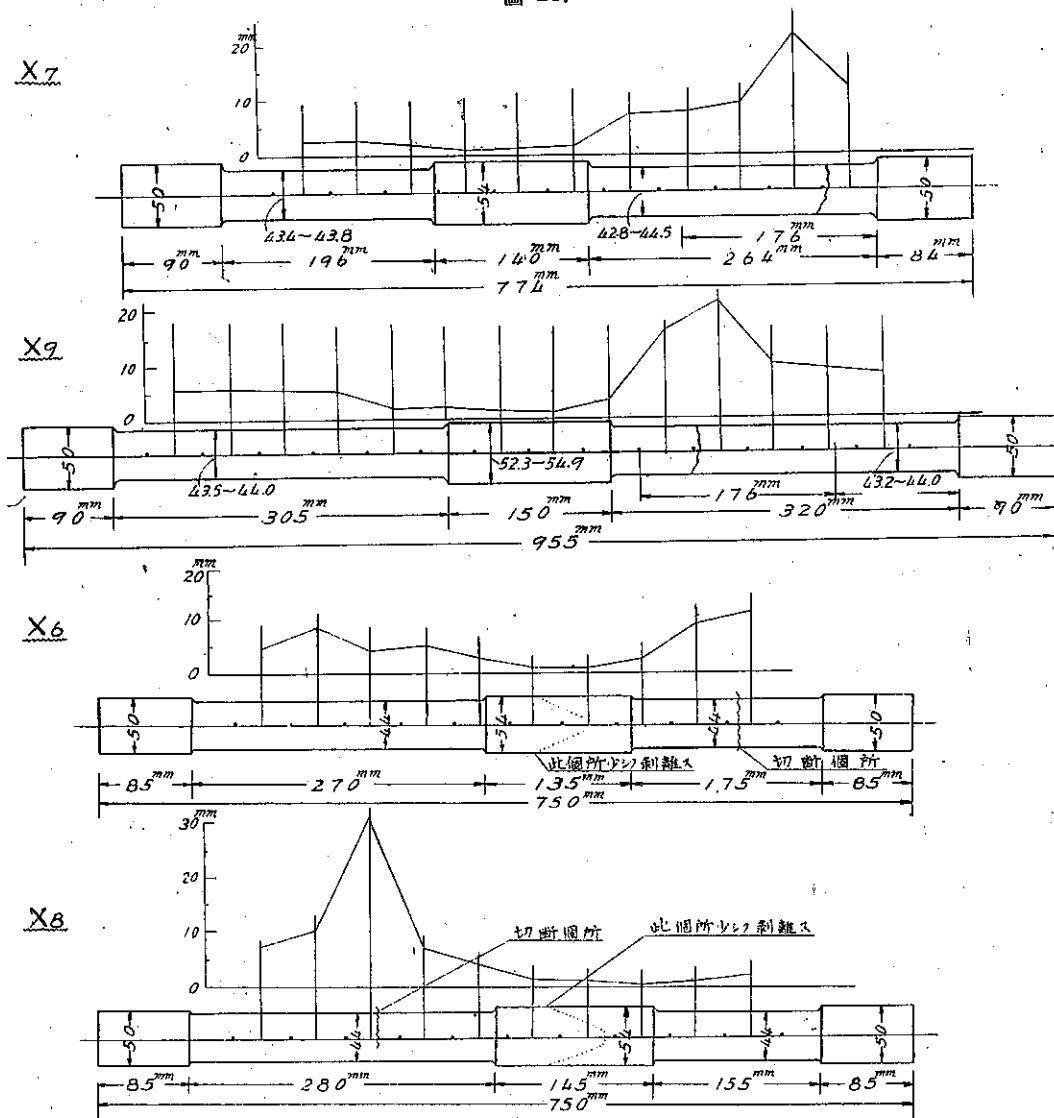
之によつて見れば矢管鍛接に於てはその嵌入端 B 部は出來得る限り鋭端となすが望ましく、而して繼手箇所の断面積は適量増加せしむるがよく、かくすれば繼手の效率は 100% 以上となし得る事が判明した次第である。而してこの断面積増加量は母材の 30% 以上であれば充分なるも本例の如く 812 箇所の多數の繼手を施工するので作業中の不測の悪條件を考慮して 50% となすが適當であると結論するに至つた。かくするも母材直径 44 mm に比し繼手箇所直径 54 mm で、太さに於ては約 23% の増加に過ぎず、鐵筋間隔狭き部分に使用する場合、ターンバックル若しくは電気熔接に依りたる接手に比して遙かに細くて足り著しく有利なる事が肯定し得るもので

表-5. 第 4 回

| 試験片番號 | 母材断面 | | 繼手箇所断面 | | $\frac{F_D}{F_a}$ | 降伏點 | |
|------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|-------------------|--------|--------------------------|
| | 徑 d (mm) | F_a (mm ²) | 徑 D (mm) | F_D (mm ²) | | 荷重 (t) | 強度 (kg/mm ²) |
| $X_1^{1)}$ | 42.8 | 1439.0 | 54 | 2290.2 | 1.59 | 35.0 | 24.3 |
| $X_2^{1)}$ | 43.2 | 1466.0 | 54 | 2290.2 | 1.56 | 37.7 | 25.7 |
| $X_3^{2)}$ | 44.0 | 1520.5 | 54 | 2290.2 | 1.51 | 38.0 | 25.0 |
| $X_4^{2)}$ | 44.0 | 1520.5 | 54 | 2290.2 | 1.51 | 36.0 | 23.7 |

1) 昭和 12. 11. 試験施行, 於北大工學部; 2) 昭和 12. 12. 施行, 於内務省土木試験所

圖-13.



試 験 成 績

| 破 壊 點 | | 標準點間距離 (mm) | 伸 率 | | 備 考 |
|--------|------------------------------|----------------|--------|------------|----------------------------|
| 荷重 (t) | 強 度 (kg/mm ²) | | 伸 (mm) | 伸 率 (%) | |
| 56.7 | 39.4 | 176 | 45.9 | 26.1 | <i>F_d</i> の箇所切断 |
| 68.0 | 46.4 | 176 | 50.3 | 28.6 | " " |
| 67.5 | 44.4 | 176 | 42.0 | 23.8 | " " |
| 60.4 | 39.7 | 176 | 50.0 | 28.4 | " " |

ある。

5) 第4回試験

前回の試験に依り矢筈鍛接繼手に於て繼手箇所の斷面積を母材に比し 30% 以上増大させる時は充分安全となり得る事が分つたが、前項に述べし如く安全のため 50% とし繼手箇所を 54 mm の太さに仕上げる事としたが、最後に實物大の試験をなす爲め第4回試験片を作つて之を北大工學部及び内務省土木試験所に送つて試験を依頼した所表-5の如き結果を得て孰れも母材中にて切斷を生じ繼手は安全であつて満足なものであつた。圖-13は豫め試験片に 5mm 間隔に刻した棒點間の伸びの分布狀況を示したもので、圖-14はこの中で北大工學部に於て試験せるものを示したものである。

圖-14. 第4回試験片

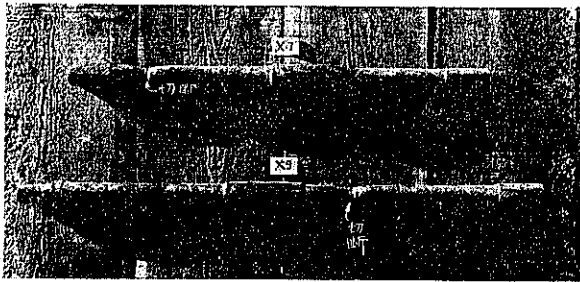
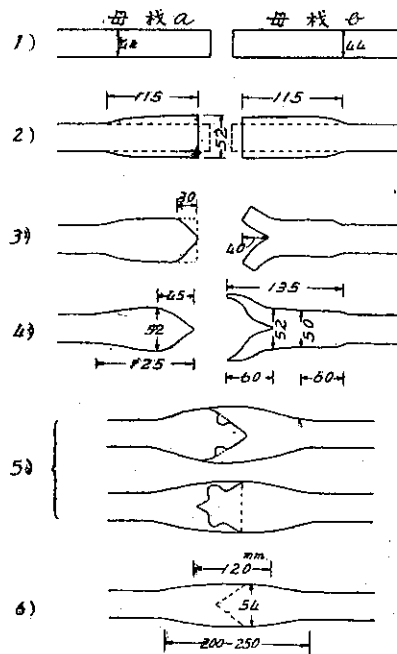


圖-15.



3. 鍛接繼手施工法

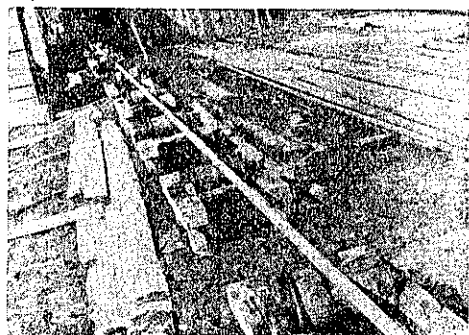
1) 施行法

矢筈鍛接繼手の順序方法は、大略圖-15に示す如きもので之を3箇の過程に區分する事が出来る。

(イ) アップセット: 先づ母材 a, b を火床に入れて先端を槌打に依りてアップセットをなす。この作業は一遍では出来ないで2回位は火床に入れる必要がある。その加熱温度は約 800°C 以下で盛んに熾つた木炭火の如き色を呈する程度で作業をする。鐵筋は徑 44 mm, 長 25 m に達する長大なものであるから火床に出し入れをなすには火床と同じ高さにして 2 m 間隔に設けたローラー上を水平に轉ろがして行ふ(圖-16)。このローラーは延長約 100 m に涉つて設けて置いて 25 m も 3 本繼ぎまでを可能ならしめる。熱せられた鐵筋はローラー上を迂らして引出し、ローラー上に靜止させたまゝでその先端を水平に槌打して漸次アップセットをなす。この時その先端に少しく冷水をかけて置くと、一樣の太さに膨れるのに好都合である。然らざる時は先端だけが膨れてラッパ状となり易い。

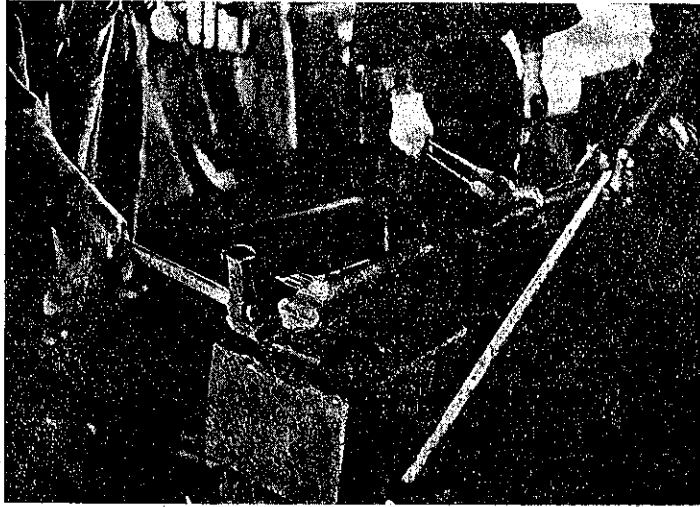
(ロ) 矢筈嵌入端及び裂目端の成形: アップセットが済むと母材 a は直ちに角を切落して(圖-5, 8)之を菱形臺上に載せて俗稱丸ヘンを以てその先端を銳端となす。この時その先端は偏心ならざる様に整正するを要す。一方母材 b は先端を 2

圖-16.



つに割つて裂目を作り、之を火床に入れて加熱の後之を取出して菱形臺上にて丸ヘソを用ひて裂目端を漸次薄肉となして(圖-17) 嵌入端を良く抱合する様に成形して母材 a と組み合せる。圖-18 はこの成形を了した處である(圖-15. 5)。

圖-17.



(ハ) 繼手鍛接: かくて母材 a, b の成形が終了すれば一度之を火床に入れて約 800°C に加熱して引出し、繼手面に附着せる熔滓をよく掻き落して之に媒接劑を一様に塗り付け(圖-19) 母材 a, b をよく組合はして抱合せしめ然る後にそのまゝ之を火床に入れて加熱をなす(圖-20)。この時の加熱温度は約 1100°C 内外で繼手箇所を均一の温度に加熱し、充分なりと思はるゝに至りてその儘の状態にて鐵筋の兩後端を水平に鐵槌を以て強打し、火床の中にて繼手の嵌入端がよく熔着する様になす。次いで直ちに繼手が離れぬ様に注意しつつ引出して之を金敷の上にて

圖-18.



圖-19. 繼手に面媒接劑を塗布する所



圖-20.



4 人の職工にて槌打をなし鍛接を完全ならしめる。この時母材 b の先端即ち裂目端は薄肉のため充分熔着しない事がある故、この時はその部分丈けを再び剥いでその間に媒接劑を入れて(圖-21) 叩きつけ再び火床に入れて加熱して槌打をなせばよい。

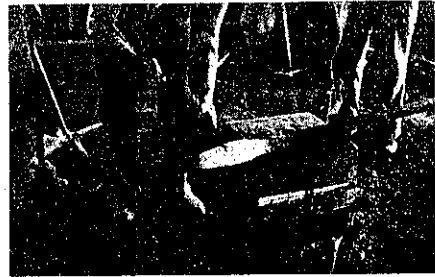
鍛接充分となりし時は繼手部は 12 cm 以上の區間を 54 mm の直徑に仕上げて全作業を完了するのである(圖-15. 6)。

以上に要する時間は(イ) 25 分、(ロ) 15 分、(ハ) 15 分で合計 55 分位である。この外に作業前後の小運搬に多少の時間を要するを以て之を併せて繼手 1 箇所要する時間は約 65 分と見てよい。

この鍛接繼手作業は本例に於ては長大丸鋼であつた爲め自重が大であり従つて滑動する處れが少なく、アップセットをする時やその他の必要上鐵筋の一端を鐵槌で強打する場合でも數人の手で押へて居る丈で充分であつたので却つて便利であつた。

又その水平移動は前述の如く、ローラーの上で行ふ故に重量の大なる事は何んの苦にもならぬ。之に反し試験片を作る時の様に短片を取扱ふ場合は却て作業し難いものである。故に試験片の場合に比し實際の場合の方が却て確實に行はれたものと推定されるので効率も良好であつたと考へられる。

圖-21.



2) 使用器具機械及び實績

本繼手作業に使用せる器具機械は

| | |
|--------------------------|------|
| 三相交流 2 馬力電動機 (風車用) | 1 臺 |
| 風 車 (送風用) | 1 式 |
| タガネ | 4 個 |
| タ ッ プ (54 mm 用) | 2 個 |
| 丸 へ シ | 2 挺 |
| 金 敷 | 2 個 |
| 摺 み | 5 個 |
| 大 鋏 み | 2 挺 |
| 火 床 | 1 式 |
| ローラー臺 | 52 個 |

等で、鍛接工場は本屋 19.5 坪を作業場とし下屋 4 坪を機械室に充てた。作業場の中央に火床を作り之に直角にローラー臺を 2 m 間隔に兩方に設ける。その延長は一方に 30 m、他方に 70 m、計 100 m として 25 m もの 3 本繼ぎを可能ならしめる。

作業は職長 1 人職工 5 人の外に 2 本繼ぎか或は 3 本繼ぎかに應じて人夫 4~7 人を要す。施工したのは冬期間であつたが 1 日 8 ヶ所位の工程であつた。努力の實績は、繼手 1 ヶ所當り人夫 1.26 人、大工 0.01 人、職工 0.46 人、職長 0.3 人計 3.46 圓、材料は鍛冶粉炭 53 kg、礫砂 14 kg、その他で計 1.20 圓、電力は 1kWH 要したるを以て 0.05 圓であつて合計 1 ヶ所當り 4.71 圓であつた。この外に雜器具機械の設備及び修理費若干を要した。

又媒接劑としては容積比で鐵粉 (旋盤等より出づる削屑を用ひた) を 4.0、煮沸せる礫砂を 5.5、クロム酸加里を 0.5 の割合で混合したものをを用ひたのである。

4. 結 び

以上述べし所要約すれば次の如くである。

- (1) 鍛接法に依る鐵筋の繼手は他工法に比しても決して劣らぬものである。但し鍛接は矢筈式を可とする。
- (2) 矢筈鍛接繼手を引張力にて切斷したる場合、この切斷荷重を繼手部の斷面積にて除したる値を繼手の強度

とすればこの強度は母材強度の95%内外にも達し、この割合は繼手部の太さに關係せず常に略々同一である。即ち繼手に於ける切斷荷重は斷面積に比例する。

(3) 故に繼手箇所を適當に太くすれば切斷破壊は母材中に生じて繼手は安全である。

(4) この太くする程度は安全を見越して直徑に於いて50%とすれば充分である。従つて繼手箇所の太さは他工法に比し著しく細くて済み、鐵筋間隔狭小なる場所に着用して有利である(圖-22)。

(5) 矢筈銜接法は熟練職工であれば不安はないが充分嚴正に監督をなすを可とす。特に嵌入端は充分銳端となす様に注意すべきである。

(6) 鐵筋の寸法が長大であつても却つて施工は確實に行はれる。

(7) 本工法は設備が比較的簡易、施工は確實容易、工程は良好、工費は比較的少額等の利點を有す。

最後に本工法の成功は一に前帶廣治水事務所長、現東京府技師岩岡武博氏の御指導によるものにして茲に深厚なる謝意を表する次第である。

圖-22.

