

(114) フラッシュおよびアプセット溶接における熱影響部の形状が溶接強度におよぼす影響について
(電縫鋼管の溶接条件の検討—Ⅲ)

八幡製鉄所, 技術研究所

伊藤 悌二・西 武史・森山 康

八幡鋼管, 光工場

野崎 博・岡村 毅・大内 豪

Effect of the Shape of HAZ by Flash & Upset-Butt Welding on the Strength of the Weld.

(Some consideration of welding condition on producing E.R.W. pipe—Ⅲ)

Teiji ITOH, Takeshi NISHI,

Koh MORIYAMA, Hiroshi NOZAKI,

Takeshi OKAMURA and Tsuyoshi OHUCHI.

I. 緒 言

電縫管溶接機では welding current のみが変化して溶接部の加熱域が変化しても welding throat の調整が変らぬ以上溶接前後の管円周 reduction は一定になる。しかし hot metal の upset 量は welding current の低減とともに減小し base metal の圧縮が行なわれるようになる。したがって変形抵抗の小さい高温加熱域が広い場合には継目にかかる upset 圧力は小さくなるが逆に高温加熱域が特にせまい場合には upset 圧力が base metal の圧縮変形抵抗値とほぼ等しくなっているはずである。電縫管溶接の場合 welding current が低く高温加熱域がせまい場合に溶接強度が低くなるが upset 圧力を減じて(管の溶接前後の円周 reduction を少なくして)高温加熱域が広い場合と等しくしてやれば溶接強度が大になるのではないかということが考えられる。電縫管溶接機で加熱の程度に無関係に upset 圧力を一定に調整してこのことをたしかめるのは事実上不可能であるので溶接行程の近似した溶接法である。flash & upset-butt 溶接機を使用して溶接部の加熱量を変化させ upset 圧力は一定 (5 kg/mm^2) に保持して溶接し熱影響部の巾と溶接強度の関係を求めた。

II. 実験方法

(1) 溶接機 東亜精機株式会社製 FA・CR 型 (385 kVA)

(2) 被溶接鋼材 (供試材)

50キロ級高張力鋼で化学成分はつぎのとおり。

| 成分 | C | Si | Mn | P | S |
|----|------|------|------|-------|-------|
| % | 0.16 | 0.38 | 1.29 | 0.013 | 0.019 |

機械的性質は降伏点 35.7 kg/mm^2 ・引張強さ 56.5 kg/mm^2 伸び 33.0% で溶接前の試片寸法は50巾×150長×6.4厚(mm)で50巾のところを突合せて溶接した。

(3) 溶接条件

フラッシング前の突合せ形状は (A) 平行型 (B) 60° 逆V型の2種

初期クランプ間隔 42.0 mm

フラッシング速度 定加速度で 0.26 mm/sec^2

Upset 圧力 5 kg/mm^2

フラッシング時の total burn-off, およびアプセット時の通電々流量を変化させて熱影響部 (HAZ) の現れ方を変化させた。

III. 結果および考察

(1) 熱影響部の現れ方

平行型突合せの場合に, この実験に使用した下クランプが電極になつている溶接機では電流 path が下側ほど密でしたがつて下面の HAZ が上面より広がるだろうと考えられたが実験の結果では予想に反して上面の HAZ の方が下面より広く特に HAZ のせまい場合にその差が著しかった。また, 逆V突合せの場合にはフラッシングが上面から始まるので平行型に比べ HAZ の型が V-型になるものと予想されたが実験の結果では平行型の HAZ との差はほとんど認められなかつた。このように常に上面の HAZ が下面に比べ広くなり特に HAZ のせまい場合にその差が著しいのは溶接部の検鏡の結果 HAZ のせまいものに溶融鋼の残留凝固しているものが多いまた HAZ の V 型化はフラッシングによる total burn-off 量の少ないものにおいて著しいことの2点からフラッシングの初期には flashing particles が上面寄りに多く付着しフラッシングはそのため上面寄りで繰返されるためと考えられる。しかしフラッシングの進行とともに突合面の温度は次第に上昇し flashing particles が付着凝固しにくくなりそのため HAZ の V 型化は軽減されるものと考えられる。また flashing particles は重力により上面に落下付着し上面側の加熱に関与するが下面には付着しないのでこれも HAZ の V 型化に影響しているものと思われる。HAZ がせまく V 型化が著しい場合には溶接部の upset 後の温度は上面が最も高くついで中心部・下部になるにしたがつて温度が低下し上面と下面の温度差は 400°C に達している。upset 後の最高温度は HAZ が広い場合よりも 100°C 程度高くなつているが, 最低温度は HAZ の広い場合が 1100°C なのに対し HAZ がせまく V 型の場合には 900°C になつている。逆 V 突合せの場合, 上述のように HAZ の V 型化はとくに起らないがその巾および溶接部中心の最高温度の厚み方向の分布についてみると平行型突合せの場合とはかなり相違しており, total burn-off が 6.5 mm でも HAZ はせまく上面と下面の温度差は著しく温度の上昇の仕方は電縫管溶接の場合と異なることがわかる。

(2) 溶接強度

(i) 溶接部の引張強さ・衝撃値・自由曲げ伸びにおよぼす平均熱影響部巾の影響については Fig. 1 に示すとおりで flashing 前の試片 edge の突合せ形状のいかんにかかわらず各試験値とも HAZ が $4\sim 5 \text{ mm}$ を境にしてそれ以上では強度が安定しているが 4 mm 以下では強度が著しく低くなる。突合せ形状が逆V型の場合は前述のように溶接部の温度上昇の仕方が電縫管溶接の場合と異なるので以後は考察の対象から除外し平行突合せの場合についてのみ検討を進めることにした。Fig. 2 には上下面の HAZ 巾と自由曲げにおける上面曲げと下面曲げ伸びの関係を示した。上面曲げは電縫管溶接部の 90° 扁平試験, 下面曲げは 0° 扁平試験と対応させるこ

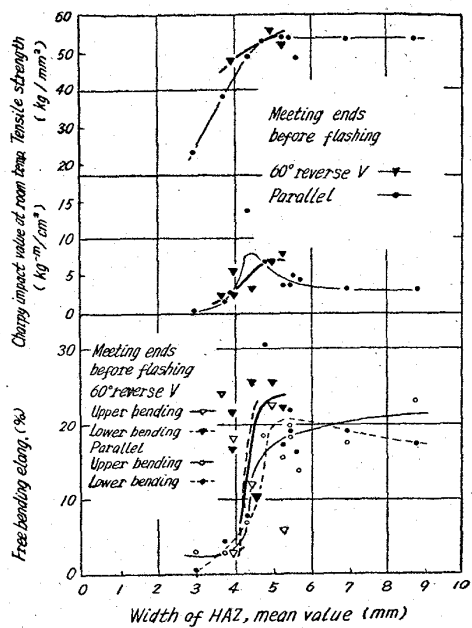


Fig. 1. Relation between mechanical properties of welds and mean width of heat affected zone.

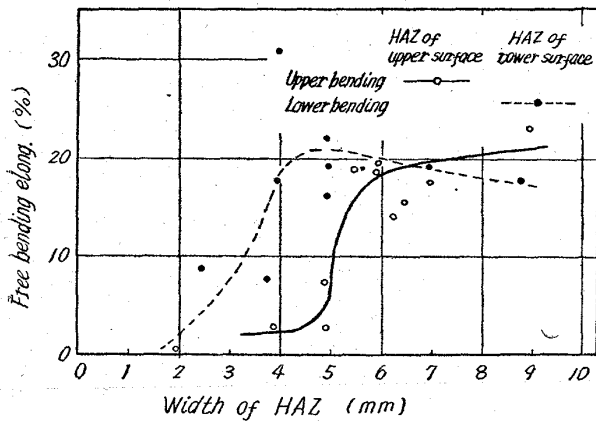


Fig. 2. Relation between upper bending elongation and HAZ of upper surface, and between lower bending elongation and HAZ of lower surface.

とができる。上面曲げでは上面の HAZ が 5.5mm に溶接強度の遷移点があり；下面曲げでは HAZ が 4mm のところに遷移点があることがわかる。この値は電縫管溶接部の扁平試験成績における場合とほぼ一致している。

(ii) 溶接強度におよぼす total burn-off および total upset distance の影響については Fig. 3 に示すように total burn-off の増加とともに溶接強度は上昇し約 5mm で飽和点に達することがわかる。また total upset が 3mm 以上で溶接強度は安定する。total upset distance と溶接後の HAZ 中の関係は Fig. 4 に示すごとくで均等な upset 圧力で加圧した場合には HAZ の増大とともに upset 量が増大している。

(iii) 溶接部の顕微鏡的検査によれば HAZ のせまい場合には upset 量が減少し Fig. 5 のように接合部に

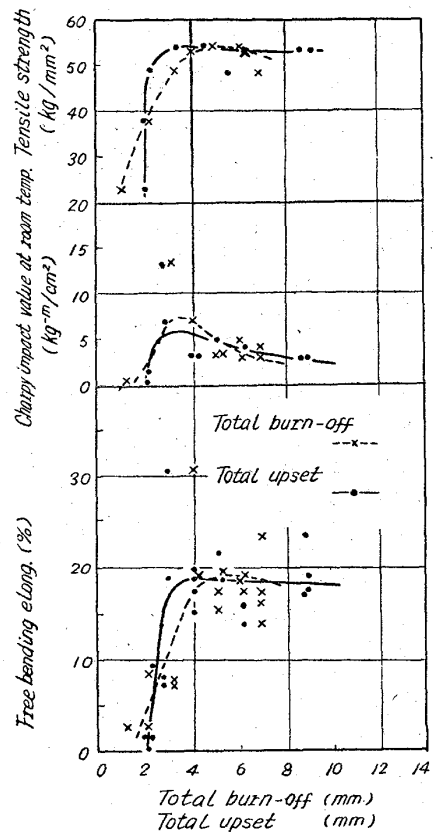


Fig. 3. Relation between mechanical properties of welds and flash & upset distances.

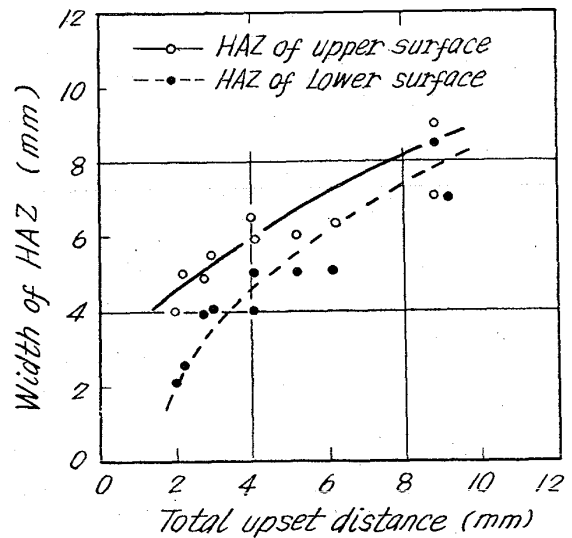


Fig. 4. Relation between width of HAZ and total upset distances.

溶融金属の凝固した組織がみられこれらが溶接強度を低下させる原因をなしている。HAZ がせまく upset 量が 3mm 以下である場合にはこのような溶接行程に起因する欠陥が十分に外に押出されないためと思われる。

IV. 結 言

フラッシュおよびアップセットバット溶接では upset 圧力が一定なので電縫管溶接に比べ加熱量の異なる場合には upset 量が大になり、加熱量の異なる場合には逆に

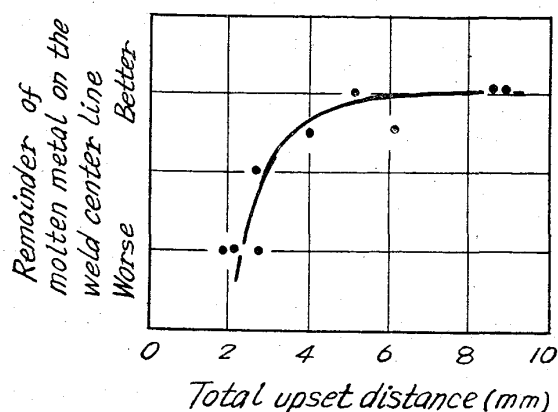


Fig. 5. Relation between remainder of molten metal on the weld center line and total upset distance.

upset 量が小になるものと考えられるが本報の upset 圧力一定溶接法の場合にも入熱量が少なく熱影響部がある値以下では溶接強度は期待できず、その値は電縫管溶接部もフラッシュおよびアプセットバット溶接部も近似した値であった。また溶接行程に起因する欠陥を十分に押出すためには溶接部の total upset distance が 3mm 以上である必要があり、圧着強度をえるためには圧着完了時の圧着部がある温度以上であることすなわち HAZ が平均巾で 5mm 以上であることが必要であることが判明した。

(115) 鋼管の拡管加工における Flaking の発生におよぼす諸因子の影響について

住友金属工業，鋼管製造所

工博 寺井 庄治・○高橋 啓三

Effects of Several Factors on the Occurrence of Flaking in Tube Expanding Process.

Dr. Shoji TERAI and Keizou TAKAHASHI.

I. 緒 言

鋼管の管端を拡管加工して管板に取付ける方法は広く採用されている。この加工は管内に拡管ローラーを挿入し、ローラーに回転を与えて管を半径方向に拡げて管板に固着させる。この場合、管の内面は冷間圧延を受けることになり、かぶれ状のキズ flaking を発生し問題を起すことがある。しかし、この flaking の発生原因については、これまで十分な究明がなされてなく、管端内面研磨および管端焼鈍などの処置がとられているが、完全に解決するにはいたっていない。そこで flaking の発生におよぼす下記のような諸因子の影響について実験を行なった。

(1) 潤滑, (2) 拡管速度 (拡管ローラーのマンドレル回転数), (3) 間隙, (4) 管の機械的性質, (5) 管の内面状態, (6) 拡管ローラーの形状

II. 試験装置および供試管

1. 拡管加工試験装置および拡管ローラー

拡管加工試験装置は旋盤を改造したもので、駆動力 2 IP 負荷時回転数を 40rpm~880rpm の範囲で 8 段の変速が可能なものを用いた。拡管ローラーは Table 1 に示した 3 種のローラーについて試験した。いずれもベルマウスローラー付きの市販品および特別設計した拡管ローラーである。

Table 1. Size of tube rollers.

| Type | Expansion range | | Mandrel | Work roller | | | | | Bell-mouth roller | | Bell-mouth |
|------|-----------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|------------|
| | Min. (mm) | Max. (mm) | | Taper (deg) | Diameter | | Length (mm) | Taper (deg) | Feed angle (deg) | Length (mm) | |
| | | | Min. (mm) | | Max. (mm) | Angle (deg) | | | | | |
| D 1 | 25.00 | 28.00 | 2°40' | 7.55 | 8.90 | 69 | 1°20' | 1°30' | 19.0 | 16°50' | 36°20' |
| F 2 | 24.61 | 27.65 | 1°48' | 8.23 | 8.94 | 57 | 55' | 2°00' | 12.7 | 15°30' | 32°46' |
| F 3 | 24.61 | 27.08 | 1°44' | 7.98 | 8.97 | 76 | 52' | 1°55' | 12.7 | 15°20' | 32°24' |

Table 2. Size, chemical composition and mechanical properties of tubes.

| Size | | Chemical composition (%) | | | | | Mechanical properties | | | |
|-----------------------|---------------------|--------------------------|------|------|-------|-------|--|--------------------------------------|----------------|---------------|
| Outside diameter (mm) | Wall thickness (mm) | C | Si | Mn | P | S | Tensile strength (kg/mm ²) | Yield strength (kg/mm ²) | Elongation (%) | Hardness (Hv) |
| 31.79 | 3.63 | 0.12 | 0.36 | 0.54 | 0.023 | 0.025 | 41.4~38.2 | 29.6~24.7 | 52~48 | 130~108 |
| 31.69 | 2.50 | 0.09 | 0.23 | 0.45 | 0.009 | 0.018 | (60.7~35.0) | (58.4~21.6) | (59~14) | (227~104) |

() Condition of as cold drawn and heat treatment at 400~1000°C.