

試験片の表面あるいは表面からごく浅い部分と考えられるのであるが、著しい流動層とあまり流動していない層との境界付近がクラックの発生しやすい部分とも考えられよう。

歯車材についてのころがり接触に関する従来の研究の1つにパーライト組織ではセメントタイトに沿ってフェライト中にクラックが生ずることをみついているものもあるが、本実験では層状パーライトが微細であり、かつ表面付近でのクラックが大きいものしか見つからないこともあり、クラックが組織のどのような部分に発生し、かつ伝播するかについては明らかとはならなかつた。

4. 結 言

補強ロール材(Cr-Mo-V鋼)の転動試験を行ない、転動により試験片表面に生ずる被害におよぼす材料の組織の影響を調べた。その結果、材料の組織としては焼もどしマルテンサイトが最も転動に対して強く、ベイナイトおよびパーライトは前者に比較して劣る。これはおそらく地金中への炭化物の分散状態によるものと考えられる。この実験結果をもとにして、当所では補強ロールの材質に焼入性の良いものを選び、これに強裂な焼入を行ない表面から深い部分までマルテンサイト組織とし、質量効果によつて生ずるベイナイトおよびパーライト組織をロール内部におい込みかなり良い成績をおさめていることを付言する。

文 献

- 1) 下田, 荒木田, 工藤: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 153
- 2) 下田, 荒木田, 堀, 工藤: 鉄と鋼, 51 (1965) 5, p. 61
- 3) 下田, 荒木田, 堀, 工藤: 鉄と鋼, 50 (1964) 12, p. 155
- 4) C. J. McMAHON, Jr. and M. COHEN: Acta Met., 13 (1965) June, p. 591
- 5) D. POHL: Stahl und Eisen, 82 (1962) Nr 4, 15 Feb., p. 211

(233) ガス圧接材のフラット破面について

住友金属工業, 中央技術研究所

理博 白岩 俊男・工博 伊藤 慶典

○石井 謙一・藤野 允克

The Flat Fracture of the Pressure Weld of Bar Steels.

Dr. Toshio SHIRAIWA, Dr. Toshinori ITO,
Kenichi ISHII and Nobukatsu FUJINO.

1. 緒 言

鉄筋のガス圧接はわが国独自の工夫開発によるもので広く普及している。

しかし作業が建設現場などで行なわれるため、ガス圧接に関して究明した論文は数少ない。

かねてガス圧接性の一因子として、ガス圧接した後の接合面を破断して、その破面に存在するフラットな面積が多ければ接合性が悪いと考えられてきた。そこで本研究はフラットな面積が生ずる原因を解明しようとしたも

のである。

2. 供 試 鉄 筋

供試鉄筋の化学成分は Table 1 に示すごとく Mn 添加量を 1.1~1.9% の 4 段階に変え、他の成分は表中に見られるごとく概略一定とした。

これらの鋼種は高周波電気炉で 100 キロ鋼塊に溶製し、熱間鍛造で 25 mm φ に仕上げた。最終仕上り温度は 900~920°C とした。

鍛造後の引張性質は Table 1 の右欄に示すとおりで、用いた試験片の寸法は平行部直径 7 mm, 長さ 50 mm である。

3. 実 験 内 容

ガス圧接試験材は外径 25 mm の鍛造のままとし、長さ 200 mm に切断し接合面はできるだけ隙間のないようにするためグラインダー仕上げした。2本の試験片は足踏式油圧で加圧される治具中に挿入しボルトで絞付けた。接合面付近を酸素アセチレン 4 つ口火炎で加熱した。接合面の加熱温度および加圧力を測定し記録した 1 例を Fig. 1 に示す。図に見られるごとく試験片は加熱前 100 kg/cm² 程度に加圧し加熱後およそ 40~50 sec たつたところでさらに加圧力を 210 kg/cm² 程度に増し接合面をできるだけ密着して大気の入りを防いだ。接合面の中心温度が 1150°C 付近に達すると棒表面が溶融し始めるので火炎を棒軸方向に移動して深く melt することを避けるよう心がけた。加熱温度が 1150~1270°C で保持時間をそれぞれ 20, 40, 60, 80 sec に変え最終加圧(アプセット)を行ない圧接を完了した。ふくらみ代は 1.45~1.50 倍とした。

4. 実験結果および考察

4.1 フラット破面の観察

それぞれ圧接された試験片のふくらみ中央の接合線に深さ 10 mm のノッチを入れ曲げ応力を働かし接合面から破断した。この破断した破面を観察すると接合の良く行なわれている部分は凹凸がある破面を呈し凹凸のないフラットな部分は接合が悪いといわれている。このフラ

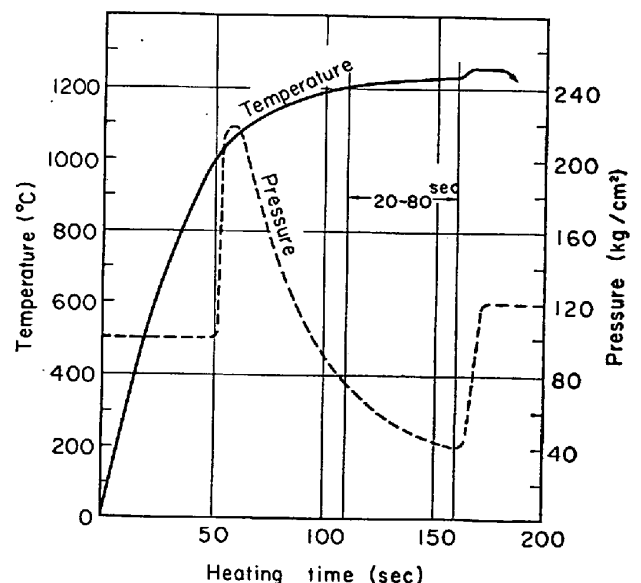


Fig. 1. Temperature of the specimen and pressure in oxyacetylene pressure weld.

Table 1. Chemical compositions and tensile properties.

Mark	Chemical compositions(%)							Tensile properties			
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Y. P (kg/mm ²)	T. S (kg/mm ²)	E (%)	
A	0.23	0.41	1.12	0.014	0.030	0.09	0.08	35.9 38.7	57.2 61.6	25 27	
B	0.24	0.48	1.43	0.014	0.020	0.10	0.08	39.0 41.8	66.5 67.5	22 26	
C	0.24	0.49	1.63	0.013	0.019	0.09	0.08	41.6 40.0	69.8 66.8	22 23	
D	0.24	0.47	1.91	0.014	0.018	0.11	0.08	44.7 42.9	69.1 71.2	22 23	
Standard	35	≤0.22	≤0.55	≤1.6	≤0.050	≤0.050	—	—	≥35	51~65	≥18
	40	≤0.27	≤0.60	≤1.80	≤0.050	≤0.050	—	—	≥40	60~75	≥16

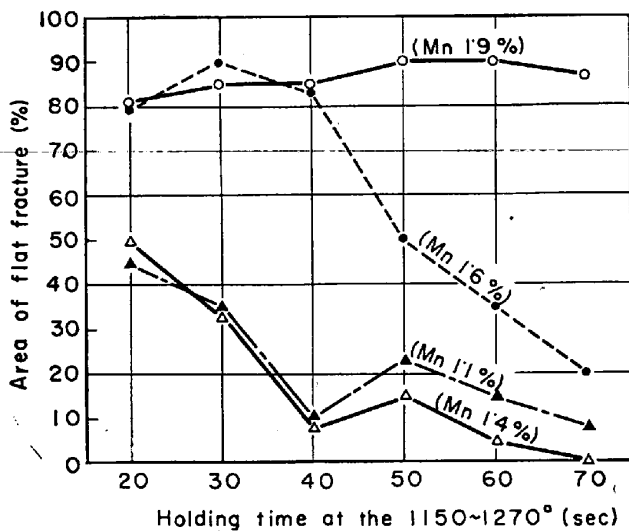


Fig. 2. Relation between the "flat fracture" and the holding time of bar steels (Mn 1.1~1.9%).

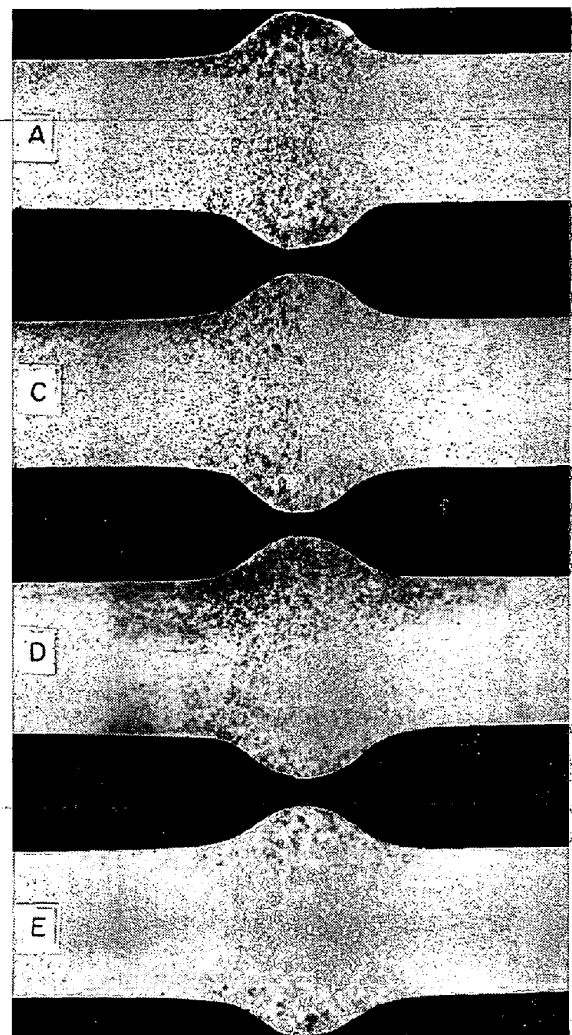
ット破面が Mn 量 1.1~1.9% に変化した場合および加熱温度 1150~1270°C の保持時間を変えた場合どのように影響するかを調べた。観察結果は Fig. 2 に示すごとくである。

図に見られるごとく保持時間が長くなれば、また Mn 量の少ないほどフラット破面が少ないことがわかる。しかし Mn 量が多い 1.9% の鋼種では保持時間が長くても 80% 以上のフラット破面が観察された。

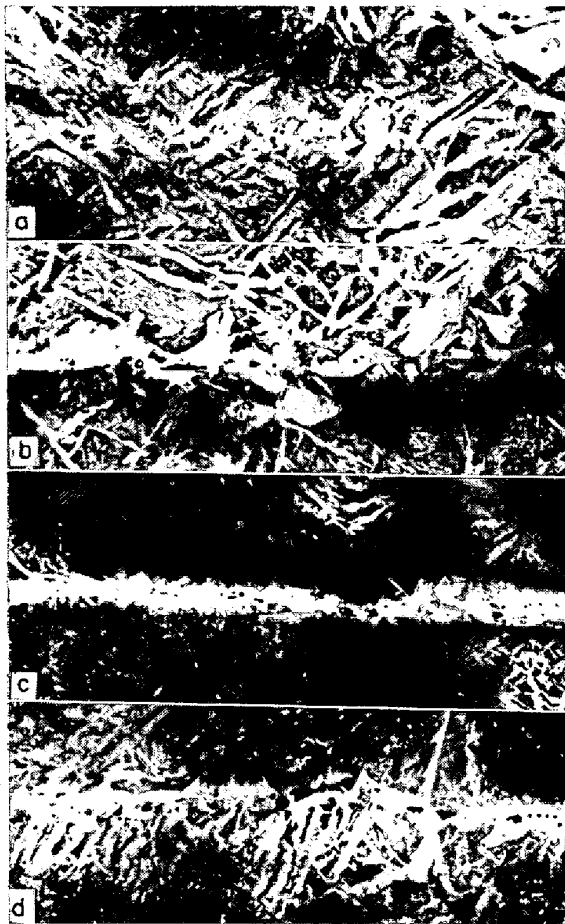
4.2 マクロ組織の観察

ガス圧接部の軸方向に平行な断面のマクロ組織を Photo. 1 に示した。この写真で見ると Mn 量の多い鋼種でも接合部に欠陥は見られず接合線を横切つて結晶が生長している。

4.3 光学顕微鏡、電子顕微鏡およびマイクロアナライザによる試験

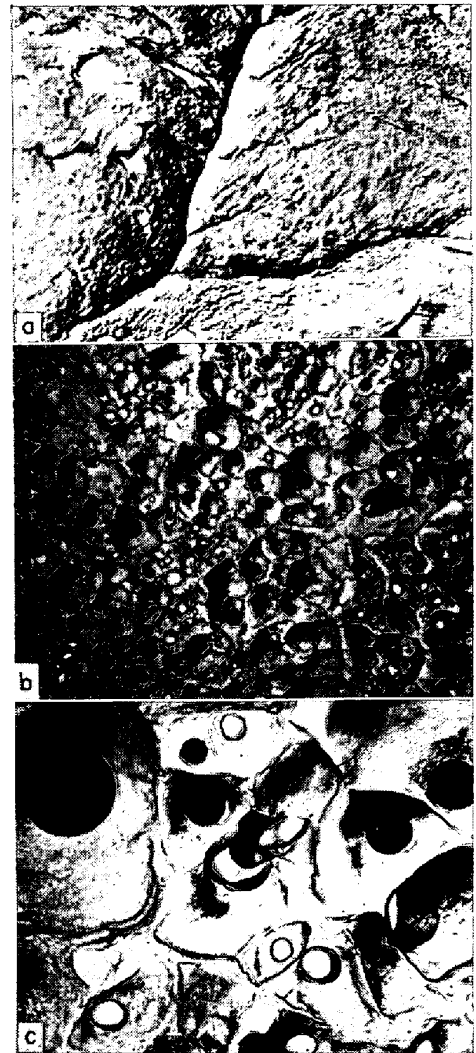


A: 1.1% Mn C: 1.4% Mn D: 1.6% M E: 1.9% Mn
Photo. 1. Photographs of the cross section of pressure welded joint. (×4/5)



a: 1.1% Mn b: 1.4% Mn c: 1.6% Mn d: 1.9% Mn

Photo. 2. Micrographs of the cross section of pressure welded joint etched by alkaline chromite. $\times 400$ (3/4)



a : Not "flat fracture" $\times 10,000$
 b : The "flat fracture" $\times 2,000$
 c : The "flat fracture" $\times 10,000$

Photo. 3. Electron micrographs of a replica of the fracture surface. (5/7)

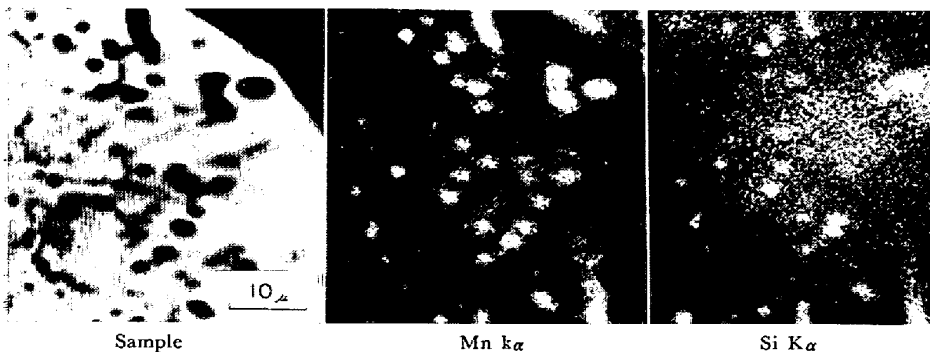


Photo. 4. Electron microprobe scanning images of the replica of the "flat fracture" surface.

接合部付近を 400 倍の光学顕微鏡で観察すると Photo. 2 に示すように、接合線に沿って黒い介在物が存在するのが見られる。この介在物は Mn 量の多い材料程多く存在し、しかも形は大きくなる。この断面を抽出レプリカ法によって介在物の電子線回折を行なったが回折線は得られなかった。

そこで圧接ふくらみ部中央の接合線にノッチを入れ接合線から破断せしめたフラット破面のない鋼種 (Mn 1.1%) とフラット破面の多い鋼種 (Mn 1.9%) の破面を 2 段レプリカ法によって電子顕微鏡によって観察したものを Photo. 3 に示す。この写真の中で黒い丸いものは、2 段レプリカを採る際に抽出されてきた介在物でフラット破面を生じたところに存在している。白く見えるところはこの介在物の脱落した跡である。この球状

の介在物について制限視野回折を行なった結果は回折像は得られなかった。また破面自身も接合の良いものの破面が、普通の破面であるのに反し、特異なものである。

この介在物を同定するために、マイクロアナライザーを使用して元素分析を行なうこととした。抽出レプリカ上の介在物を直接マイクロアナライザーの電子ビームで

照射すると支持体のカーボン蒸着膜が破れるので通常は電子顕微鏡に使用するレプリカをマイクロアナライザーで分析できないのであるが、このレプリカにさらに表裏からカーボン蒸着を行なうことによつて、電子線によつても破れぬ、しかも電子顕微鏡で観察し得る試料を作る方法に成功したので、これを利用して抽出された介在物を分析した。

マイクロアナライザーの電子線走査像を Photo. 4 に示す。この写真の試料電流像で黒く見えるのが介在物であり、シートメッシュの輪郭が見られる。介在物には Mn と Si とが存在することが示されている。さらにこの介在物を点分析によつて調べた結果、Mn と Si よりなる酸化物であり rhodonite ($\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$) に近い組成であり、融点は低くグラスシーな状態のものである。この酸化物は加熱時に生じたものであつて、これが融合を妨げるためにフラット破面を生ずると考えられる。

5. 結 言

上記実験を要約するとつぎのようである。

(1) Mn 量を 1.1, 1.4, 1.6, 1.9% に変えフラット破面の影響を調べたが、Mn 量が多くなればフラット破面が多くなる。

(2) ガス圧接時の最高加熱温度 (1150~1270°C) の保持時間が長くなればフラット破面が少なくなる。しかし Mn 量が 1.9% では 80% 以上のフラット破面であつた。

(3) 接合面に介在する黒い介在物はフラット破面を生じやすい鋼種に多く見られる。したがつて Mn 量の多いものほど多く形も大きい。この介在物は破断した破面で観察すると黒い球状に点在する。

(4) この球状の介在物を電子線回折およびマイクロアナライザーで分析した結果、ロードナイトに近い組成のグラスシーなマンガンシリケートであつて、加熱時に酸化されて生じたものである。

(236) 高張力鋼の疲労における切欠きの影響

富士製鉄, 中央研究所

工博 村木潤次郎・石黒 隆義

○半沢 貢・片屋 信彦

The Effect of the Notch on the Fatigue of High Tensile Strength Steels.

Dr. Junjirō MURAKI, Takayoshi ISHIGURO,
Mitsugu HANZAWA and Nobuhiko KATAYA.

1. 結 言

溶接性高張力鋼の母材の疲労強度は十分高い値を有しているにもかかわらず、その溶接継手の疲労強度は母材の疲労強度に比較してきわめて低く、場合によつては軟鋼溶接継手の疲労強度と同程度になってしまう。また、高張力鋼は疲労において切欠きのような応力集中が存在すると敏感にその影響を受けて疲労強度は低下してしまい、さらに、一部では疲労亀裂の伝播速度は軟鋼よりも速く、高張力鋼の使用にあたり応力集中などに対し

て十分注意する必要があるといわれている。

以上述べたように、高張力鋼の疲労については概念的には理解されているが、実際的には不明な点が多い。たとえば、現用溶接性高張力鋼の疲労における切欠き感受性を調査した資料がほとんどないこと、溶接継手の疲労強度の低下についても経験的には知られているがその原因を分解して考えた研究結果が非常に少ないこと、また、ラミネーションなどの内部欠陥が高張力鋼の疲労強度におよぼす影響を調査した資料もきわめて少ないこと、などである。したがつてこれらの問題の解明に対する共通の資料となり得るものと考えて、一連の引張強さを異にする各種高張力鋼について切欠き疲労試験を実施した。

2. 供 試 材

実験にはなるべく広範囲の引張強さの異なる鋼が必要なため引張強さが 106.7 kg/mm² から 46.3 kg/mm² のもの 10 鋼種について疲労試験を行なつた。供試材の化学成分と機械的性質 (JIS 4 号引張試験片) を Table 1 および Table 2 に示す。これらの鋼は引張強さがそれぞれ A 材は 100, C 材は 80, D 材は 70 kg/mm² および E 材は 60 kg/mm² である調質高張力鋼であり、F 材は引張強さが 52 kg/mm² である非調質高張力鋼である。B 材は Ni を 9% 含む極低温用鋼であり、G 材と H 材はそれぞれ Ni を 3 1/2% および 2 1/2% 含む低温用鋼である。また、J 材は調質アルミキルド低温用鋼、I 材は SS 41 である。なお、供試材の板厚は 13 mm から 30 mm のものである。

3. 実 験 方 法

容量 10 kg-m の小野式回転曲げ疲労試験機を用いて回転速度は 2880 rpm で疲労試験を行なつた。平滑試験片の平行部直径は 8 mm としペーパー仕上げを行ない、切欠き試験片の平行部直径は 10 mm とし、これに切欠き角度 60°, 深さ 1 mm の切欠きを入れた。したがつて切欠き底の直径は 8 mm である。切欠き先端半径は 0.8R, 0.25R, 0.07R および 0.03R とし、それぞれの形状係数 (α) は 1.7, 2.3, 3.8 および 5.3 である。 α は NEUBER¹⁾ の方法で求めた。機械加工にあたり極力加工の影響が入らないように注意し、母材の性質が変化する恐れがあるため、応力除去焼鈍は行なわなかつた。耐久限度は 1.2×10^7 回の繰返し数で破断しない最大の応力振巾とし、耐久限度を求めるために応力振巾を 0.25 kg/mm² おきに変化させた。

4. 実験結果および考察

回転曲げ疲労試験結果を Table 3 に示す。ここで、 σ_w は平滑耐久限度であり、 σ_w' は切欠き耐久限度である。 β は σ_w/σ_w' をすなわち切欠き係数を表わし、 q は $(\beta - 1)/(\alpha - 1)$ なる切欠き感受係数を表わす。

4.1 静的強度と平滑耐久限度

静的強度と平滑耐久限度との間の関係を求めておくことは工業的に必要であり、従来いろいろな実験式が提出されている²⁾。Table 3 の σ_w と引張強さ σ_B との比すなわち耐久限度比に着目すると、C 材、D 材、E 材、F 材、I 材および J 材の σ_w/σ_B は 50% 前後でそろっているが、A 材は他の鋼より明らかに低く、B 材と G 材と H 材は逆に 2 割弱程度 σ_w/σ_B が高くなっている。B 材と G 材と H 材は多量の Ni を含有しており、これら 3 鋼