

より被覆金属アーク溶接，潜弧溶接，スポット，シーム溶接，フラッシュバット，アップセット溶接，ガス溶接などにより満足な溶接が容易であることが明らかとなった。

6. 冷間加工性

各種冷間成形，プレス，深絞り試験の結果，冷間加工性はほぼ SS41 材と大差ない。ただしスプリングバックを若干大きく見込む必要がある。

IV. 考 察

Cu-P-Ti 系低合金鋼で Ti は降伏比の増大に有効に作用する。その機構は目下検討中であるが，熱延材の分析結果 Ti の存在形態はつぎのように考えられる。

i) 添加 Ti の約 60% が sol. Ti として残り約 40% が insol. Ti として存在する。ii) insol. Ti の内容は Table 4 に示すごとく，その 60% が TiC として存在する。iii) このことから当鋼の C 量の約 10% (0.012%) が Ti により固定されている。

Table 4. Results of analysis of insol. Ti.

	Ti as TiC	Ti as TiN	Ti as TiS	Ti as TiO ₂	Total Ti as Ti compound
wt % Ratio	0.046 60.5	0.024 31.5	0.004 5.3	0.002 2.7	0.076 100.0

V. 結 言

数次の試作試験の結果，わが国初の耐候性高張力鋼として Table 1 に示す成分範囲の Cu-Ti-P 系合金鋼 (AW50) を完成した。この機械的性質，耐候性，熔接性，加工性試験結果を明らかにし，とくに上記の諸性質に有効に作用していると考えられる Ti の効果を示性分析結果および降伏比との関連において紹介した。

文 献

- 1) 大竹，石崎，江口：日本金属学会誌，21(1957)，No. 9，p. 536；No. 11，p. 640；22(1958)，No. 12，p. 640

(127) 鋼破面の電子顕微鏡的研究

(その 2)

(軟鋼の低温脆性に関する研究—V)

富士製鉄広畑製鉄所研究所

○中西 昭一・武政 明雄

Fractographic Study of Plain Carbon Steel by an Electron Microscope.—Part 2.

(Study of cold brittleness of plain carbon steel—V)

Shōichi Nakanishi and Akio Takemasa

I. 緒 言

鋼の標準 V ノッチ衝撃試験結果と，その方向性については，すでに報告したが，その場合の延性，ならびに脆性破面を電子顕微鏡により観察し，前報¹⁾の低速引張時における場合と比較検討して，衝撃曲げ破壊の場合の脆性亀裂の発生，ならびに伝播について，推定ができたので報告する。

II. 試験方法ならびに結果

セミキルド鋼板より採取せる標準 V ノッチ衝撃試験片を $-60^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ の各温度において，30 kg-m シャルピー式衝撃試験機で破断後，前回¹⁾報告したと同様に二段レプリカ法で，カーボン・レプリカを作製し，検鏡を行なった。この場合，Cr shadowing はノッチ側より行なった。

高温度側においては，ティッパー試験片破面と同様に，結晶粒界において，亀裂が進行し，破断が完了している。この場合，Photo. 1 に見られるように，ノッチ側においては見られない粒内迂りが圧縮側で観察された。この点引張応力のみが作用しているティッパー試験片と，いささか異なる点である。

衝撃温度が下つて，剪断破面率が，約 50% を示す温度になると，粒界迂りは，かなり阻止され，Photo. 2 に見られるような，粒内における迂りが見られるように



notched side

impact side

Photo. 1 Slip band on the impact side of ductility fractured surface in the sample tested at $+80^{\circ}\text{C}$.



Photo. 2. Behavior of grain boundaries at transition temperature range in the sample tested at 40°C.



Photo. 3. River pattern in the sample tested at 40°C.



Photo. 4. Twin and "tongue" marks in the sample tested at 40°C.

なってくる。静的引張試験の場合、かかる温度領域が非常に狭いためか、かかる模様は見られなかった。

もちろん、この温度における脆性破面については、テーパー試験の場合と、同様な river pattern が Photo. 3 のように見られる。

試験温度が、完全脆性破断域に入ってくると、Photo. 4 のような明瞭な双晶変形が見られ、双晶の端部、または中央において、劈開割れが発生している。この場合、蒲鉾型剝離破面の端部は双晶の方向 ((112) と (100) の交線、すなわち (110)) と完全に一致している。この関係は温度がこれ以下に下つても今回の試験温度範囲内 (-80°C まで) では成立している。この点より考えて、結晶粒内で、双晶によつてある程度塑性変形を行ない、その後その粒内に亀裂が進行して行くようである。亀裂進行中においても、その場の状態により、簡単に亀裂が

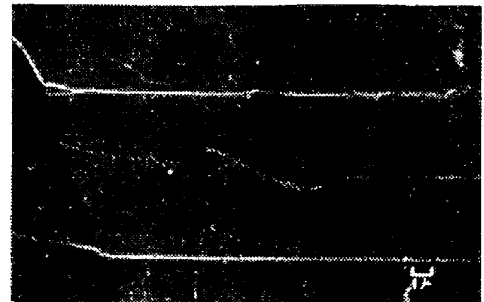


Photo. 5. Behavior of grain boundary in the sample tested at -20°C .

双晶に、双晶が亀裂に転換し、かつその転換点には、非金属介在物が存在するような場合も見られる。

結晶粒界については、Photo. 5 のように、高温度側で見られるような river pattern の消滅もあるが、亀裂が、この点で双晶に変わる場合も見られ、衝撃曲げ変形の場合、この二種類のエネルギー吸収形態があるようである。

亀裂発生場所としては、前報のようにパーライトフェライト層間、および粒界から発生している場合もあるが、双晶変形のところでも発生している。この点は KOTTCAMP²⁾、DANKO³⁾ らも顕微鏡観察の結果から認めている。

球形非金属介在物については、静的引張の場合と同様その伝播過程においては、ほとんど影響がないようであるが、延伸状介在物については、その点において、新しい亀裂とか、双晶を誘起せしめているようである。

III. 結 言

標準 V ノッチ・シャルピー試験の破断面を電子顕微鏡で観察することにより、つぎの点が明らかになった。

- 1) 亀裂発生点としては、パーライト層状組織の尖端、フェライト粒界、および双晶変形帯の尖端である。
- 2) 結晶粒界は亀裂吸収の役目をしている。
- 3) 球形非金属介在物は、亀裂伝播に影響がない。
- 4) 延伸状非金属介在物の存在する場所においては、双晶変形から亀裂、亀裂から双晶変形への転換が起りやすい。
- 5) 蒲鉾型剝離面は双晶変形の初期段階と考えられる。

文 献

- 1) 中西、武政：鉄と鋼，46 (1960)，No. 3，p. 255
- 2) E. H. KOTTCAMP, et al.: Welding J., (1959) Nov. 435s~440s
- 3) J. C. DANKO, et al.: Welding J., (1956) Feb. 77s