

Fig. 1. Relations between fatigue limit of notched structure in weldment and their hardness.

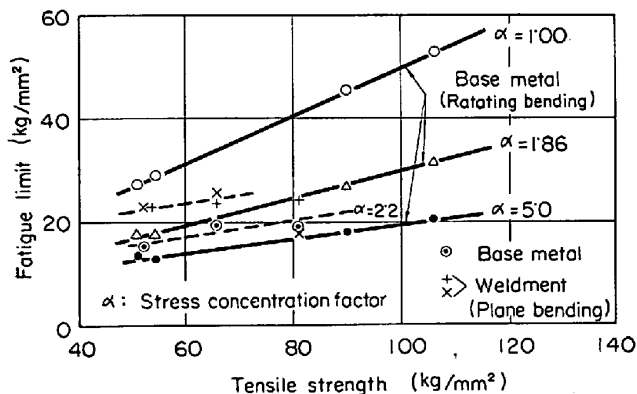


Fig. 2. Relations between fatigue strength of notched specimen and their tensile strength.

4. 結 言

高張力鋼突合せ溶接継手の疲れ強さの低下原因を究明するために、横突合せ溶接部の各組織の切欠き疲れ強さの検討を行ないつぎの結果を得た。

(1) SM50 および WEL-TEN60 では、溶接部各組織とも切欠き疲れ強さは母材のそれより 20~50%、WEL-TEN80 では粗粒化部は 25% ほど母材より高く、細粒化部および溶着鋼は母材とほぼ変らない疲れ強さを示した。

(2) 溶接熱影響部各組織の切欠き疲れ強さは硬さと比例関係にあり、母材より高い硬さをもつ組織はいずれも母材より高い切欠き疲れ強さを示した。

(3) 高張力鋼溶接継手の疲れ強さの低下原因を、組織変化に伴ういわゆる冶金の切欠き(前報)あるいは溶接部各組織の切欠き感受性に求めることはできない。

文 献

- 1) 岡田, 大谷, 森脇: 溶接学会誌, 32 (1957), p. 352
- 2) 大内田: 日本材料学会学術講演会前刷, (1965) 5, p. 123
- 3) N. KENYON, W. B. MORRISON and A. G. QUARRELL: Brit. Welding J., (1966), p. 129

- 4) 高橋, 高島, 伊藤: 溶接学会溶接疲労強度研究委員会, FS 資料 111-41, (1966)
- 5) 高橋, 高島, 伊藤: “材料の強度と疲労” 日本学術振興会ほか共催第10回総合シンポジウム予稿, (1965) 4, p. 113

(223) 含 Ti 強靱鋼の機械的性質におよぼす低温熱履歴の影響

大同製鋼, 中央研究所

○福井 彰一・渡辺 敏幸

工博 加藤 剛志・浅田 千秋

The Effect of Thermal History in the Low Temperature Range on Mechanical Properties of Ti-Bearing Constructional Steel

Shoichi FUKUI, Toshiyuki WATANABE
Dr. Goshi KATO and Chiaki ASADA

1. ま え が き

鋼材を軟化して被加工性を向上するために、しばしば A₁ 変態点以下の温度で焼なましを行なうことがあるが、Ti を含有する鋼に低温焼なましをほどこすと、その後焼入焼もどしを行なつた際の機械的性質が劣化する現象が認められた。

このような現象は含 Ti 強靱鋼の実用上、看過し得ない問題なので、その原因について調べたところ、本現象と低温焼なましによる Ti 炭化物の析出挙動との関係について 2, 3 の知見が得られたので、これについて報告する。

2. 供 試 材

供試材として用いた含 Ti 強靱鋼の主要化学成分を Table 1 に示した。

供試材は主として 15 t 電気弧光炉により大気中で溶解した後 1.3 t 鋼塊とし、皮削り、分塊圧延、疵取りを経て直径 22 mm の丸棒に熱間圧延された。熱処理はすべて圧延のままの素材にほどこし、JIS 4号引張試験片あるいは JIS 3号衝撃試験片に機械加工して実験に供した。顕微鏡組織観察用試料は引張試験片残材で塑性変形の影響を受けていない部分から切り出した。なお、焼入れは 885°C × 30 min 油冷、焼もどしは 300°C × 1hr 油冷を標準処理とした。

3. 実 験 結 果

3.1 機械的性質におよぼす低温焼なましの影響

圧延ままの素材に 600~800°C で 1hr 加熱後空冷の焼なましをほどこしたのち、焼入焼もどしを行なつた試片の機械的性質と焼なまし温度との関係を調べたところ、含 Ti 鋼では焼なまし温度の上昇に伴って引張強さおよび耐力が低下することが判つた。また、焼なまし温度を 700°C に一定とし、その温度での保持時間と標準

Table 1. Chemical composition. (%)

C	Si	Mn	Cr	Ti
0.18~0.20	0.72~0.85	1.18~1.27	1.46~1.57	0~0.11

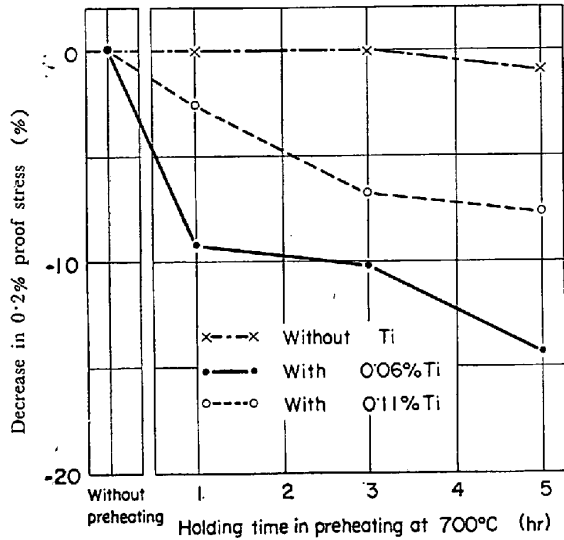


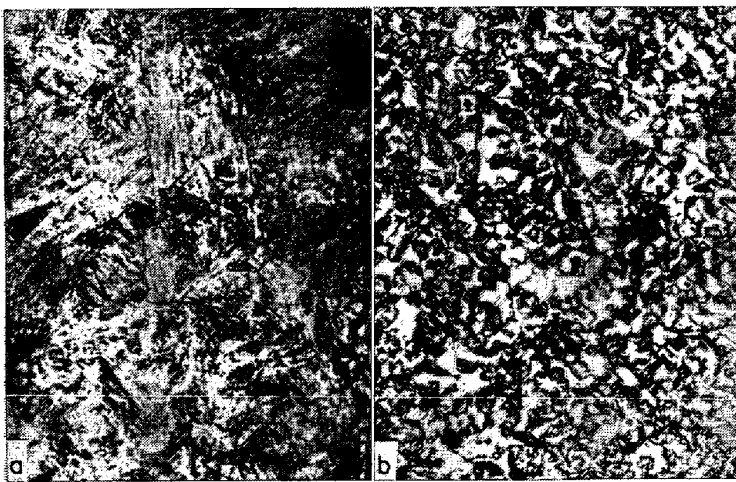
Fig. 1. Effect of pre-heating time on 0.2% proof stress in steels with and without Ti quenched and tempered after preheating.

熱処理後の機械的性質との関係を調べた結果はFig. 1のとおりで、Ti を含有しない鋼では低温焼なましによる耐力の低下は生じないが、Ti を含むものでは低温焼なましの加熱時間が長いほど耐力が低下し、その低下の傾向は Ti 含有量が多いほうがゆるやかである。

Fig. 2 に 680°C で 5hr の焼なましをほどこした含Ti 鋼について焼入加熱時間による機械的性質の変化の様子を示す。焼入加熱時間が長くなるにつれて引張強さおよび耐力は次第に上昇してゆき、低温焼なましをしない素材を焼入焼もどした場合の強さに近づく。また、低温焼なましした場合でも焼入れの際の冷却を水冷とすると機械的性質の劣化は認められない。

3.2 低温焼なましによる変態特性の変化

Photo. 1 に低温焼なましによつて焼入焼もどし後の機械的性質が劣化したものの金属組織を標準の組織と比較



×600 etchant 5% Nital (5/7)

a) without preheating b) with preheating

Photo. 1. Comparison of microstructures at the quenched and tempered condition in Ti-bearing steel with and without preheating.

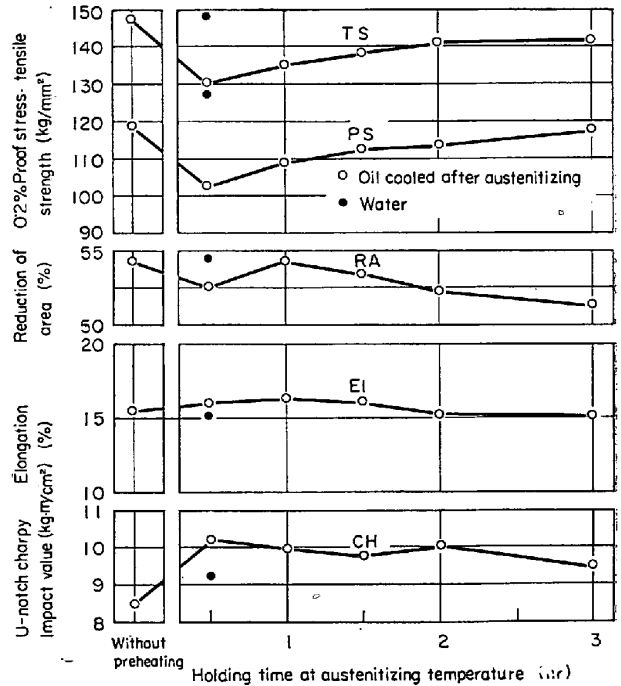


Fig. 2. Effect of holding time at austenitizing temperature on mechanical properties in 0.09 wt% Ti-bearing steel preheated at 680°C 5hr.

して示した。低温焼なまし後焼入焼もどしをほどこした試料の金属組織はマルテンサイト中に塊状のフェライトが散在した不完全焼入組織を示した。700°C で 1~5hr の焼なましを行なった試料について $\alpha \rightleftharpoons \gamma$ 変態点を測定した結果は焼なましを行なわない試料のそれと差がなかった。ジョミニー試験によつて 885°C 加熱の場合の焼入硬化性を比較したところ、680°C で 5hr の低温焼なましをほどこしたものはそれをほどこさなかつたものにくらべて焼入端のカタサは変わらないが、冷却速度の遅いところでのカタサが低かつた。

以上の実結果から、低温焼もどし材を焼入れした試片の組織中に認められた塊状フェライトは焼入れの冷却途中に生じた初析フェライトであると考えられる。

3.3 オーステナイト結晶粒度と TiC の挙動

低温焼なましをほどこすことによつて焼入性が劣化することがわかつたが、さらに焼入性の低下する原因について調べた。

Fig. 3 に低温焼なましの保持時間とその後焼入温度 (885°C) に加熱した際のオーステナイト結晶粒度との関係を示した。低温焼なましの保持時間が 1hr ですでにオーステナイト結晶粒は著しく微細化していることがわかる。また、このように低温焼なましによつてオーステナイト結晶粒の成長が阻止された状態のものでも、焼入加熱温度での保持時間を長くすると加熱時間の延長に伴つてオーステナイト結晶粒の成長が認められた。

6N HCl に対する不溶 Ti 量の測定結果から、圧延状態における過飽和固溶 Ti はその後の加熱によつて TiC として析出し、その析出量は 800°

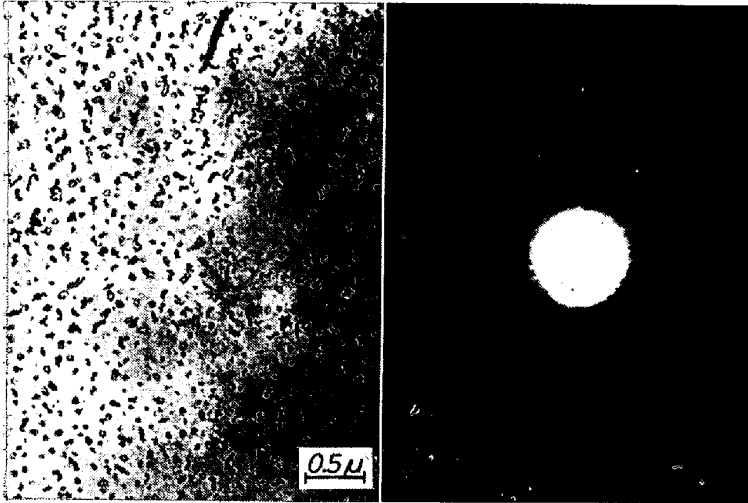


Photo. 2. Extraction replica image and its electron diffraction pattern of Ti-bearing steel at the condition as air cooled after heating at 700°C for 1hr.

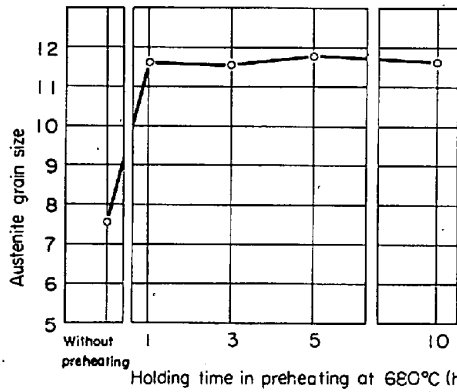


Fig. 3. Relation between austenite grain size and holding time in preheating at 680°C in 0.09 wt% Ti-bearing steel.

900°Cで最大を示すことがわかった。Photo. 2は0.1% Tiを含有する圧延材を700°C×1hr加熱後空冷した試料の抽出レプリカ法による電子顕微鏡写真である。基地鉄中に認められる微細析出物は電子線回折の結果TiCであることがわかった。このようなTiCはオーステナイト化加熱の際にオーステナイト生成の核を提供し、結晶粒の微細化に寄与するものと考えられる。

4. ま と め

TiCのほとんど認められない圧延材に700°C付近で低温焼なましをほどこすとPhoto. 2に認められるような微細なTiCが全面析出する。このような微細なTiCはAINの場合と同様に焼入加熱の際のα→γ変態でオーステナイト核生成の場所として働き、またオーステナイト結晶粒の成長を防げるものと考えられる。低温焼なましをほどこした試料の焼入性が低下するのはオーステナイト結晶粒が微細なためであろう。

低温焼なまし温度の上昇あるいは低温焼なまし時間の延長はフェライトマトリックス中へのTiCの析出を促進するので焼入性を害する。TiCの定量分析結果によると800°~900°Cまでは加熱温度の上昇に伴ってTiCの析出量が増加することを示している。このことからオー

ステナイト化加熱の間にもTiCの析出は進行しているものと考えられるが、オーステナイト中に析出したTiCはもちろんオーステナイト生成の核とはなり得ないし、また析出したTiCの凝集も考えられるのでオーステナイト化加熱の時間の延長による結晶粒の成長が生ずるのであろう。

以上のごとく含Ti鋼の低温焼なましによる焼入焼もどし後の機械的性質の劣化は焼入性の低下によるもので、これは低温焼なましによるTiCの全面微細析出とそれによるオーステナイト結晶粒の微細化に起因するものであると推察される。

文 献

- 1) 足立, 荻野: 日本金属学会誌, 30 (1966) 4, p. 394
- 2) M. A. GROSSMANN: Elements of Hardenability, (1952), p. 114, ASM.

(224) 含 Ti 強靱鋼の機械的性質におよぼす高温熱履歴の影響

大同製鋼, 中央研究所

○渡辺 敏幸・福井 彰一

工博 加藤 剛志・浅田 千秋

The Effect of Thermal History in the High Temperature Range on the Mechanical Properties of Ti-Bearing Constructional Steel

Toshiyuki WATANABE, Shoichi FUKUI

Dr. Goshi KATO and Chiaki ASADA

1. ま え が き

圧延後1100°C以上の高温加熱をほどこした含Ti低合金鋼の焼入れ焼もどし後の機械的性質は高温加熱の際の温度および冷却速度によつて著しく影響されることが認められた。含Ti系強靱鋼におけるこのような機械的性質の熱履歴依存性は材力の安定性という意味から、実用上重要な問題であるとともに、現象としても興味深い事柄である。

そこで、熱履歴現象を究明して、含Ti強靱鋼の材力を一そう安定なものとするため、その現象と冶金学的特性について調べたので、これについて報告する。

2. 供 試 材

本研究には主としてTable 1に示すような化学成分の含Ti強靱鋼を用いた。

またTi含有量を変えた実験には主要成分はほぼTable 1と同じでTi含有量のみ変えたものを用いた。

Table 1に示す供試材は、15t電気弧光炉溶解後1.3t鋼塊とし、皮削、分塊圧延、疵取りを経て直径22mmに熱間圧延されたものである。各種の熱処理は直径22

Table 1. Chemical composition. (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Ti
0.19	0.85	1.27	0.022	0.015	0.10	0.06	1.57	0.11