

(28) 異形形鋼の熱間加工性に関する研究 (I)

(素 材 の 影 響)

Study on the Hot Workability Special Shapes Steel

(Effect of Blank Materials)

A. Suseki, et alius.

東都製鋼

浅野栄一郎・〇須関 昭二

I. 緒 言

構造用普通圧延鋼材の熱間圧延時に生ずる表面欠陥は色々ありこれが改善は今後の研究にまつべきものが多い。異形形鋼を圧延する場合は普通形鋼に比べてひび割れ疵 (hot-shortness) がフランジ端部に相当する部分に発生しやすく特に窓枠用サツシュ材ではこれが生ずると致命的欠陥となる。現場での調査によればこの疵の発生には素材による影響が多いことが判つたのでこれ等素材の熱間加工性 (疵の発生状態) について実験調査した。

II. 実 験 方 法

供試材には圧延工場でサツシュ材を圧延した時、疵が全く発生しなかつた製品 (A-1) およびその時の素材 (A-2) 相当深いひび割れ疵が発生した製品 (B-1) およびその時の素材 (B-2) 実用上差しつかえない程度の疵の発生した製品 (C-1) およびその時の素材 (C-2) (B-3) より選びこれより試験片を作り高温で塑性変形をあたえて変形部の疵の発生に差があるかどうか高温振り試験、特殊熱間圧延試験、高温曲げ試験により比較し、さらに化学分析、硫黄貼写、金属組織 (光学、電子顕微鏡による) 過熱敏感性測定等の試験を行つて原因につき検討した。

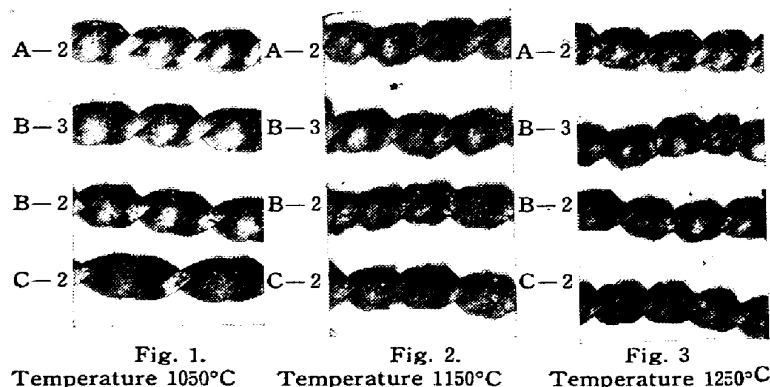


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Temperature 1050°C Temperature 1150°C Temperature 1250°C

Hot-shortness of torsion test specimens

III. 実 験 結 果

(a) 熱間振り試験

950~1250°C に試料を加熱した後、熱間のままで振り応力を加えその時に発生した疵を比較した。その結果 A 材、C 材はいづれの試料も 1050°C (図 1 参照) 1150°C (図 2 参照) で軽度の疵が発生したが 1250°C (図 3 参照) では全く認められなかつた。これに比して B 材は 1050°C 以上の各温度で大きな疵が発生した。B 材中現場の疵の発生が少なかった B-3 は 1250°C の振り試験でも疵の発生が少なく A 材、C 材に類似した性質を示した。

(b) 特殊熱間圧延試験

各試料を 1050°C~1250°C に 1 時間加熱した後、試験圧延機の特種孔型で急激な熱間塑性変形をさせその際材料がロール表面と接触せずに変形を起す部分に生ずる疵の状態により各試料間の熱間加工性の良否を判定した。その結果熱間振り試験と同様の傾向を示したが 1250°C では A, B, C 試料間の差は振りの場合ほど大きくは出なかつた。

(c) 熱間曲げ試験

熱間加工性、特にひび割れ疵に関する実験にしばしば使用されていると同じ方法により 820~1220°C に加熱した試料を熱間にて曲げて彎曲部に発生した疵の状況を比較した。その結果 A 材は 1020°C, 1220°C で軽度の疵が発生するにとどまつたが B 材は 820°C で既に疵が認められ温度が高くなるほど疵は増加する。C 材は A 材と同じ傾向であつたが各温度とも A 材よりは多く発生した。

(d) 分析試験

各種の熱間変形試験の結果はほぼ一致した結果を示し材料の熱間加工性に明瞭な差があることが判つたので実験に使用した試料の化学分析を行つた。その結果は Table 1 のごとくである。

この結果熱間加工性を低下させると言われている Cu は A 材、C 材、B 材の順で多くなつてはいるがその差は僅で特に多く入つてはいない、Sn の含有量はばらついてるが B 材が高い傾向にある。S は電炉製の C 材は特に少ないが平炉製の A 材、C 材は大差ない。

(e) 硫黄貼写試験

硫黄貼写試験を行い硫黄の分布、反応程度を調査したが A 材はリムド鋼のため表面は反応がうすく、C 材は硫黄含有量に比べ非常にうすく出で B 材中加工性の良かつた B-3 はうすく、悪かつた B-1 は濃い反応を示しており熱間加工性と硫黄貼写反応にあらわれる硫黄は密接な関係があると推定出来る。

(f) 金属組織試験

Table 1. Results of chemical analysis.

Mark	Material		Chemical composition (%)						
			C	Si	Mn	P	S	Cu	Sn
A-1 A-2	Rimmed steel (by open hearth f.)	Sash Billet	0.07 0.07	0.017 0.016	— 0.38	— 0.024	0.046 0.034	0.20 0.20	0.04 0.04
B-1 B-2 B-3	Killed steel (by open hearth f.)	Sash Billet Billet	0.07 0.08 0.10	0.063 0.080 0.088	— 0.46 0.41	— 0.016 0.012	0.031 0.036 0.026	0.32 0.30 0.34	0.04 0.06 0.07
C-1 C-2	Killed steel (by arc furnace)	Sash Billet	0.07 0.09	0.072 0.084	— 0.41	— 0.020	0.018 0.008	0.23 0.28	0.05 0.04

ミクロおよび電子顕微鏡により結晶粒界の状態につき比較したがA, B, C間に顕著な差は認められなかった。フェライトの結晶粒はABCの順で細かくなっていた。

(g) 過熱敏感性試験

試料を 1000~1300°C に加熱し急激な衝撃値の変化によりグレングロスを起こす温度を測定比較した所、試料間には顕著な差は認められなかったがB材中熱間加工性の悪い方は 1000°C で低下を始めたがA, CおよびBの良い方は 1100°C で低下を始めておりB材の悪い方はグレングロスを起しやすい傾向にある。

IV. 結 言

本試験の結果、異形形鋼（窓枠用サツシュ材）の圧延時発生するひび割れ疵は圧延工場の加熱作業の適不適よりも素材の熱間加工性の本質的な差に起因しており、熱間における張り、曲げ、圧延の試験時 1050~1250°C において明瞭な疵の発生するものはサツシュ材として不適当であることが判った。

さらに熱間加工性に差を生じる原因について調査すべくABC3種の試料に対して材質試験を行った結果、明瞭な疵を生ずるB材はCu, Snの分析値が他に比べて僅かであるが高くグレングロスも低い温度で起し材質的に劣っていた。この他硫黄貼写試験で硫黄の偏析状態、鋼中における化合物の種類（反応濃度と分析値の関係より推定）が密接な関係のあることが判った。

(29) 異形形鋼の熱間加工性に関する研究(II)

(Cu および Sn の影響)

Study on the Hot Workability of Special Shapes Steel

(Effect of Cu and Sn)

A. Suseki, et alius.

東都製鋼

浅野栄一郎・〇須関 昭二

I. 緒 言

第1報において異形形鋼に発生するひび割れ疵(hot-shortness)の発生は素材の熱間加工性にいちじるしく影響されることが判ったので本報では疵と密接な関係にあるCu, Snの脆化作用について平炉鋼および電炉鋼につき試験した。すなわちCu, Snの含有量が増加するにしたがつて疵の発生状態がどう変化するか、異形形鋼ではどの程度の含有まで疵の心配はないか、電炉鋼と平炉鋼ではCu, Snの含有量には大差がないのに疵の発生状態に差が生ずるか、Cu, Snの脆化作用に顕著な相異があるのか、Cu, Snの脆化作用の原因としてこれらが加熱中スケール直下に濃化しオーステナイト粒界を浸蝕すると言われているが、これら現象はどの程度Cu, Snが含有した場合に顕微鏡的に認められるか、また一般にCu, Snの脆化作用は1,000~1150°Cにピークがあると言われているがそれ以上の温度ではCu, Snの濃化はどのように変化するのかにつき実験調査した。

II. 試料および実験方法

試料は製鋼工場において出鋼時、熔鋼をサンプリングし所定のCuまたはSnを添加して小形鋼塊(4kg)を作りこれを鍛造して試料とした。

なおCuおよびSnの偏析状況に関してはあらかじめ上記小形鋼塊を縦割して分析試験を行い均一であることを確認した。

実験方法は第1報と同じ要領で熱間曲げおよび特殊熱間圧延試験を行いCuおよびSnの含有量と疵の発生状況の関係、電気炉鋼と平炉鋼の差につき調査しさらに高温酸化させた試料の直角研磨面および15°Cの傾斜をつけた研磨面につき金属顕微鏡によりCuおよびSnの濃化状況およびオーステナイト粒界侵蝕状況につき観察した。