

(157)

ハイテン鋼の分塊時における割れの発生機構について

日本鋼管 技研福山 工博 川和高穂 ○細田義郎 坂田直起
福山製鉄所 藤井 隆 山岸静直

1. 緒言： 厚板向ハイテン鋼種の大型鋼塊を熱塊にて均熱炉に装入後分塊圧延すると、スラブに亀甲状割れが発生する。一方鋼塊を一旦冷塊にした後、均熱・分塊圧延すると、スラブ内部に八の字状の割れが発生する。この八の字割れの実態観察を行ない、これを基に八の字割れと亀甲割れの発生機構の検討を行なった。

2. 八の字状割れの調査結果： 表1に示す Si-Mn 系ハイテン鋼種の 20~30 トン 扁平鋼塊を鑄型に鑄造し冷塊としてこれを均熱炉に装入し、分塊圧延を実施するとスラブ内部に八の字状の大きな割れや、不規則な形状の大きな表面割れが発生することがある。写真1に八の字割れのスラブ横断面形状を示す。空洞部直径約 200 mm の菱形を呈し、内面性状は生木を裂いた様な形態であり、鋼塊 2 次パイプ内面にみられる様なデンドライト組織は認められない。また空洞部のサルファープリントによれば、逆 V 偏析線は空洞部で湾曲し、中断されている。また空洞周囲に異常な偏析パターンも認められない。

表1 鋼成分 (%)

C	Si	Mn	P	S	So1AI	その他
0.18	0.50	1.20	0.030	0.030	0.015	Cu, Nb, V
以下	以下	1.50	以下	以下	以下	適宜添加

以上より、空洞は鋼塊の凝固過程で生成したものではないと推定される。

3. 割れ発生 の 検討： スラブ八の字割れは鋼塊の凝固過程で形成する 2 次パイプに起因しないこと、冷塊処理した鋼塊を圧延したスラブにのみ発生することより、鋼塊の完全凝固後の熱履歴に依存すると推定される。一般に熱膨張による熱応力は弾性体の場合、 $\sigma = E\alpha_{\text{I-V}}(T_{\text{mean}} - T)$ (1) で与えられるが高温の鋼塊に対して近似的に (1) 式が適用されれば σ は、 $T_{\text{mean}} - T$ に依存する。

写真1 スラブ厚さ



写真 スラブ八の字割れ断面

M. Salcudean¹⁾の報告によれば、鋼塊凝固後冷塊に至る間で鋼塊内温度差が最大となる時期は、型抜後約 2.5 時間である (25 トン鋼塊)。この時期に熱応力が鋼塊の降伏応力を超えた場合には、その後鋼塊が冷塊になり温度が均一になった時点で、鋼塊コア部に残留応力が分布し、引張応力が作用する。次に冷塊が均熱炉に装入され加熱が始まると鋼塊表面温度が急速に上昇するためコア部との温度差が増大し、前述の残留応力に今回の熱応力が加算される。上記メカニズムでコア部に発生した引張応力が引張強さを越える場所が発生すれば、そこに割れが発生する。上記熱応力は、鋼塊内における温度変化の最も大きい鋼塊サイド短辺面に平行な断面に垂直方向に作用しそのため割れは鋼塊の横断面に発生すると考えられる (但し、鋼塊内機械的性質は等方的であるとする)。したがって横断面内に発生した割れの内、長辺面に平行な割れは分塊圧延により圧着され得るが、短辺面に平行な割れは圧延時の鋼塊厚さ方向の圧縮力と高さ方向の引張力により開口し、菱形断面を呈し、またスラブ表面まで割れが伝播するものと考えられる。

スラブ亀甲割れの発生機構に対しても熱応力の観点から八の字割れと同様の検討を加えた。その結果鋼塊の均熱初期に表面直下に割れが発生し、これが亀甲割れの原因となると考えられる。

4. 結言： 厚板向ハイテン鋼塊の分塊時に発生する八の字割れ、亀甲割れの発生機構を熱応力面から考察して明らかにした。今後さらに、変態応力面からの検討を加え、定量化する事が重要である。従来、操業面では鋼塊の均熱炉装入時間の延長により亀甲割れの発生を防止してきたが、上記解明によりトラックタイムを短縮しかつ均熱炉の加熱方法を改善することにより、著しい省エネルギー操業を確立した。

文献 1) M. Salcudean : Metallurgie physique 1972.