

(173) Ca, REによる大型鋼塊内の硫化物形態制御 (溶鋼のCa処理による硫化物形態制御—第4報)

川崎製鉄 技術研究所 ○理博 拜田 治, 理博 江見俊彦
千葉製鉄所 白石利明

1. 緒言 注入管Ca添加法¹⁾によってCaを溶鋼に歩留りよく高濃度に添加できる。これを用い, 大型鋼塊内の硫化物形態制御に及ぼすCaの影響を, REのそれと対比して整理した。

2. 方法 API 5 LXX-52~65 (S/0.002~0.007, Al ≥ 0.02%) 溶鋼を23~26トン鑄型に下注ぎした。鑄型内容鋼中濃度をCaは0.0024~0.0081, REは0.010~0.036%の範囲で変えた。硫化物形態制御度は特に鋼塊逆V, V偏析線に対応する部分に留意して, スラブ中の介在物の形態, 量, 分布, および鋼板の水素誘起割れ試験の走査型USTのCスキャン結果で評価した。

3. 結果 硫化物形態制御に有効なCa, RE濃度の決定: Ca添加鋼中の酸化物系介在物を多数EPMA分析し, Al₂O₃を主体とする酸化物の還元消費されるCaを差引いた; Sとの反応に有効に利用されるCa濃度〔Ca_{eff.}〕は次式で表せることを見出した。

$$[\%Ca_{eff.}] = [\%Ca_{total}] \cdot (1 - 97[\%O_{total}]) \quad (1)$$

同様に, RE添加鋼の介在物形態分析, 成分偏析調査結果から

$$[\%RE_{eff.}] = [\%RE_{total}] - 0.008\%, \quad (O_{total} = 20 \sim 36 \text{ ppm}) \quad (2)$$

であった。この有効Ca, REとSの原子濃度比をACRと呼ばば, ACRは図1中に示す式で与えられる。

CaとREの硫化物形態制御能の比較: ACRで整理すると, CaとREの硫化物形態制御能はほぼ等しい(図1)。ACRが0.2ではマトリックスも形態制御不十分だが, 0.4なら逆V, V偏析線対応部以外は十分制御され, 1.8になると逆V, V偏析線の制御も完了する。

耐水素誘起割れ性改善効果²⁾: 硫化物形態制御効果をより明瞭に検出できる鋼板の, 鋼塊高さ中央から頭部相当部の水素誘起割れ指数(HIC)は, ACRが増すと減少し, この傾向はCa, REとも同一である。Cスキャン欠陥面積率をゼロにするにはACR ≥ 1.9とすればよく, この値は, スラブで求めた1.8とほぼ一致する(図2)。

Caの適正濃度域: O_{total} 0.0025%のキルド鋼の硫化物形態制御に適した鑄型内容鋼のCa濃度はS濃度に応じて, 次のように求められる: まずCaSの沈澱晶帯集積は $[\%Ca_{total}] \cdot [\%S] \leq 1.1 \times 10^{-5}$ で完全に防げるが 3.0×10^{-5} までは実害は少い。一方, ACR値との対応を(1)式から逆算して, 靱性向上は $[\%Ca_{total}] \cdot [\%S]$ が0.65^{*}で満足され1.3で最良となる。水素誘起割れはこの比が1.3(ERW)^{*}2.5(SAW)で実用上問題なく, 1.7(ERW), 3.1(SAW)で完全に防げる。これらを包括する図3斜線域を既報³⁾ "RE領域"に對し"Ca領域"と呼ぶ。

参考文献 1)白石ら: 鉄と鋼, 63(1977) №11, 2)藤原ら: 同左 3)桜谷ら: 鉄と鋼, 62(1976) 1653.

* ERW: 電綫管, ** SAW: UOパイプ

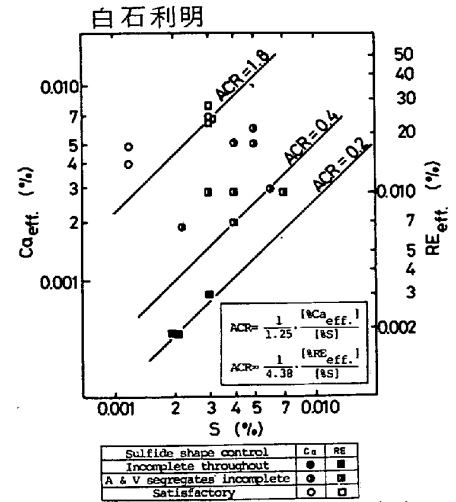


図1 Ca, REによる大型鋼塊内の硫化物形態制御

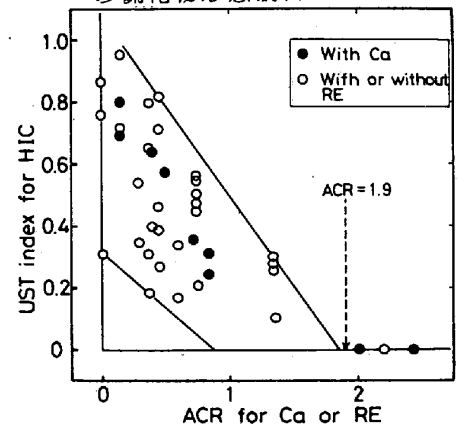


図2 Ca, REの有効原子濃度比と水素誘起割れの関係

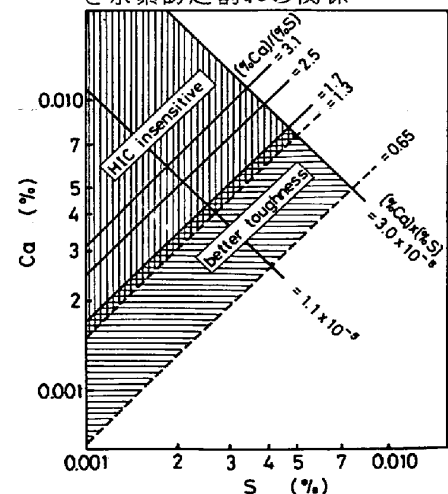


図3 硫化物形態制御に適した"Ca領域"(斜線部)