

(132) Alキルド軟鋼板の表面欠陥に
およぼすTi脱酸の効果

八幡製鉄所技術研究所

大竹 正・榎藤 永
本社計画部 河野 拓夫
技術研究所○福田 義家

Effect of Titanium Deoxidation on
Surface Defects of Aluminium-Killed
Mild Steel Plates.

Tadashi ŌTAKE, Hisashi GONDŌ,
Takuo KŌNO and Yoshiie FUKUDA

I. 緒 言

鋼材の衝撃値を高めるために Al を添加してオーステナイト粒度を細粒化することはよく知られているが例えば船体構造用低炭素鋼板においてはこの方法で細粒化された場合、鋼板表面に表面疵を発生し、歩留りが低下することはしばしば経験されることである。Al による低炭素細粒鋼において、鋼塊には割れの発生は認められないが鋼板および鋼片の圧延中にこの種の表面疵が発生し従来鋼片スカーフィングなどの表面手入によつて軽減していたが、根本的な防止法は確立されていなかった。

表面疵に関する研究は従来より多数発表されているが、鋼の組成、均熱または加熱条件、圧延条件、圧延後の冷却条件などの多くの要因が複雑に関係しているの

で、その生成機構は非常に把握し難い。本研究はこの表面欠陥の性状を調査し、その原因を究明して防止法を確立したものである。

II. 欠陥の性状

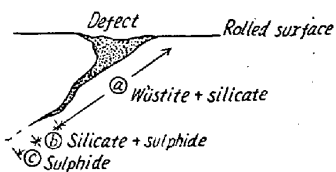


Fig. 1. Distribution of nonmetallic inclusions around surface defect.

1) 鋼板表面疵調査結果

鋼板における表面疵は外観上斜または線状となり、顕微鏡観察の結果、疵附近が酸化脱炭をうけている場合と殆んど受けていない場合があり、他の介在物や異状組織は認められない。

2) 鋼片表面疵調査結果

マクロエッチおよびサルファープリントによると、鋼片表面疵は深さ約 20mm で、表面近くの柱状晶間の硫化物偏析に沿つて走っている。これを顕微鏡で観察すると、割れ部は大体 Fig. 1 のような 3 部分に分けることができる。すなわち圧延面から鋼板内部へ向つて

- Ⓐ 酸化鉄+珪酸塩
- Ⓑ 珪酸塩+硫化物
- Ⓒ II型硫化物(共晶状または Film 状)

と並んでいる。この図から圧延中に低融点の II 型介在物に沿つて疵が生じ、表面近くは酸化されて FeO を生じ、一部は鋼中の Si に還元されて珪酸塩となり、この辺の硫化物は両者に溶け込むかまたは酸化除去されて、殆んど認められなくなつたものと思われる。内部へ入るにつれて酸化が少なくなるので硫化物と珪酸塩の共存部となり、さらに内部では酸化物はほとんどなく硫化物のみとなつている。このような疵をスカーフして除いても硫化物が残っていると、圧延中にさらに疵となる可能性がある。したがつて鋼板の表面疵は、鋼片の手入が不十分で酸化鉄を含む疵が残っている場合と、圧延中に生じる場合とがあり、前者は酸化脱炭がひどく、後者はその程度が少いことになり、この考え方から前述の鋼板の表面疵調査結果が一応理解できる。

III. 表面欠陥の防止法

疵の原因となる共晶形の硫化物は脱酸形式によつて変化することが知られているので、Al と Ti を組合わせて脱酸する実験を行つた。

Table 1. Chemical composition and surface defects of samples

No	Ti addition kg/t	Al addition kg/t	C	Si	Mn	P	S	Sol ¹ Al	Total Ti	Degree of slab defect			Degree of plate defect	
										Good	Slightly good	No good	Good	No good
1	0	1.0	0.14	0.24	0.76	0.014	0.025	0.014	0.003	36%	28%	36%	93%	7%
2	0	1.0	0.15	0.21	0.70	0.014	0.021	0.017	0.002					
3	0.2	1.0	0.14	0.26	0.75	0.009	0.025	0.027	0.012	46	33	21	99	1
4	0.2	1.0	0.15	0.22	0.74	0.009	0.020	0.032	0.012					
5	0.4	0.9	0.15	0.21	0.70	0.017	0.020	0.018	0.020	53	37	10	100	0
6	0.4	0.9	0.16	0.21	0.73	0.018	0.021	0.022	0.017					
7	0.4	0.7	0.13	0.22	0.68	0.012	0.017	0.007	0.018	68	32	0	100	0
8	0.4	0.7	0.12	0.20	0.70	0.014	0.023	0.012	0.015					

Table 2. Mechanical properties of the samples (as rolled)

No	Y. P. kg/mm ²		T. S. kg/mm ²		ε %		δ %		Tr ₁₅ (obs.)	Tr ₁₅ (calc.)
	L	C	L	C	L	C	L	C	L	
1	25.5	26.1	48.0	47.7	38.2	32.0	64.7	50.9	-34	-30
2	29.2	30.5	44.7	45.6	37.6	31.2	74.0	57.4	-35	-20
3	25.9	26.2	45.2	45.3	35.4	31.0	61.2	46.9	-30	-36
4	25.1	24.6	44.4	44.2	37.0	35.2	61.8	58.3	-27	-27
5	31.0	30.5	47.4	47.2	36.4	34.4	61.8	51.0	-11	-20
6	35.0	30.9	50.2	50.5	35.1	36.6	65.5	53.8	-10	-17
7	28.5	28.4	46.1	46.4	36.4	33.0	61.0	51.8	-17	-24
8	27.4	27.3	45.1	45.2	33.6	33.0	56.7	56.2	-13	-23

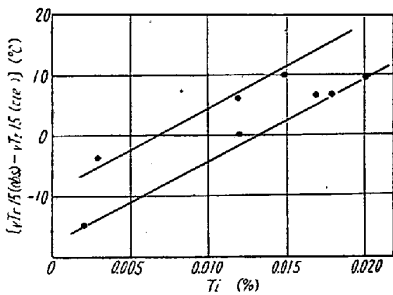


Fig. 2. Effect of Ti addition on, $[vTr_{15}(\text{obs.}) - vTr_{15}(\text{Calc.})]$.

添加量が増す程 Total Ti 量が増し, Ti 添加量が増す程表面疵が減少することがわかる。

2) Ti 脱酸鋼の材質

Table 2. は試験チャージの機械的性質を示している。この表よりわかるように圧延方向の引張強さと降伏点はTi添加量によつて殆んど変化しないが圧延方向と直角方向の伸びの差, すなわち異方性は Ti 添加量が大い程明らかに減少している。

V ノッチシャルピー Tr₁₅ 実測値から, WILLIAMS の式 ($vTr_{15}^{\circ}C = 38 + 167C + 550P - 55Mn - 167Si - 2.8ASTM, G.S. No.$) による計算値を差し引いて成分および粒度差を消去した値と Ti % との関係を見ると, Fig 2. のように Ti % が増す程, 衝撃特性が劣化することがわかる。従つてこの点から Ti 量は制限されねばならない。

IV. 結 言

Al キルド軟鋼板の表面欠陥は, 共晶形の硫化物に沿つて圧延中に生じるもので, Ti と Al を併用して脱酸することにより防止することができる。この際実験した範囲では Ti 添加量が多い程, 表面疵を減少できるが衝撃性が劣化するので両者を考慮して最適 Ti 量を決めな

1) Ti 脱酸の効果

Table 1. は試験チャージの Al と Ti の添加量, 化学成分および鋼片の表面疵程度を示している。

この表よりわかるように Al 添加量が一定なら Ti

ければならない。

(133) 鋼の Ti 脱酸について

八幡製鉄所技術研究所

工博 加藤 健・○今井 純一
梶岡 博幸

On Deoxidation of Steel by Titanium.

Dr. Takeshi KATŌ, Junichi IMAI

Hiroyuki KAJIOKA

I. 緒 言

Al キルド軟鋼板の製造工程では分塊後スラブの表面手入を行つて成品の表面欠陥となる様な疵は除かれている。此のスラブの表面疵の発生原因としては, 注入法の不適性に依つて生じた鋼塊表面の不健全性と, 硫化物が結晶の粒界に沿つて発生した為鋼塊が割れに非常に敏感になつた事に依るものとが考えられる。この様にスラブの割れに関しては不明瞭な点が多く, 割れの発生時期や発生部分を調査しても, 割れの生成原因を把む事の出来ぬ場合が多いが, 造塊時発生した鋼塊 sub-surface 部の欠陥から割れが生長する事は容易に考えられる処であり, そして又脆性を起すと考えられている共晶型介在物が割れを助長する事は容易に想像される。

鑄鋼では Al と Ti を併用する事に依り, 介在物の形状が変化し割れが軽減された事が報告されているし¹⁾, 中炭素鋼においても panel cracking に対して Ti の効果が認められているので^{2), 3)} スラブの割れの防止対策として sub-surface 部の欠陥, 特に硫化物形状に及ぼす Ti 脱酸の影響について検討を加えた。

II. 実験の範囲

250kg 塩基性電孤炉及び 60 t 塩基性平炉で熔製された C: 0.11~0.19%, Si: 0.19~0.25%, Mn: 0.67~0.81