

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

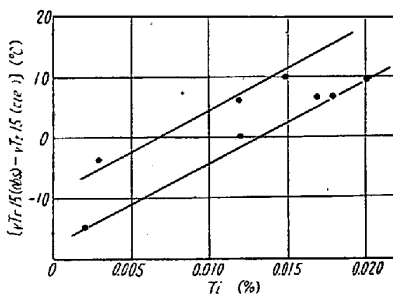


Fig. 2. Effect of Ti addition on, [vTr₁₅ (obs.) - vTr₁₅ (Calc.)].

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 添加量が多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 (vTr₁₅°C = 38 + 167 C + 550 P - 55 Mn - 167 Si - 2.8 ASTM, 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60t 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

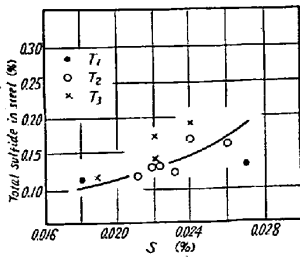


Fig. 1. Relation between total sulfide inclusions and sulphur content in steel.

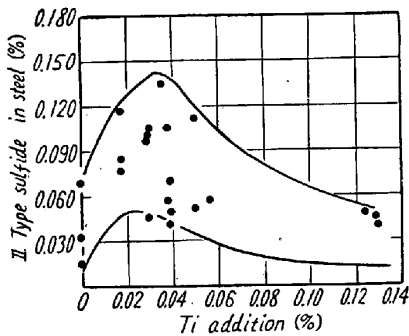


Fig. 2. Effect of titanium addition on II-type sulfide inclusions.

%の熔鋼に Al を 0.4~1.2 kg/t, Ti を 0~1.3kg/t 投入し, Ti の投入に依る硫化物形状の変化を取鍋下で採取した金型及び黒鉛型試料の検鏡に依つて検討した. 更に又, Ti 投入に依る硫化物形状の変化が熱間の加工性に及ぼす影響を, 高温捻回試験に依つて検討した.

III. 試験結果及びその検討

(i) 硫化物の種類

取鍋下試料を検鏡した結果, I 型硫化物 (round type) は Al を 0.3~0.8 kg/t 投入し Ti を投入

せぬ場合にのみ認められ, その他の試料には認められなかつた. 比れに対し, I 型硫化物 (elongated type and entectic type) は何れの試料にも認められ, II 型硫化物 (crystalline type) も脱酸度の強い試料に散見された. 又 Ti を投入したのものには, 上記 II 型, III 型の他に Ti 化合物と硫化物との混合物と思われる混合介在物が認められた.

此の混合介在物中の硫化物の占める割合を 50% であると仮定し, 鋼中 S% と同硫化物との関係を示すと Fig. 1 の如くである. 前述の如く混合介在物中の硫化物全量を 50% とした事, 又試料が小さい為その凝固速度が大きき, 硫化物が非常に小さかつた事等の為可成りのバラツキはあるが, S% が高くなるにつれて硫化物が増加する傾向があり, Ti の添加は硫化物の量には関係せぬ様である.

此の他 Ti の添加が多くなれば TiS が存在する事も考えられるので, 分析によりその傾向を把もうとしたが, TiS は極く微量しか存在せず, 又 Ti の投入量の影響も認められなかつた.

(ii) Ti の添加による硫化物形状の変化

前述の如く, 硫化物の量は鋼中 S% によつて定まり, Ti 添加の影響はうけなかつたが, 硫化物の形状は Ti 添

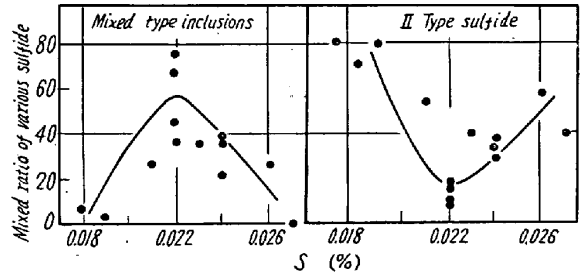


Fig. 3. Effect of mixed ratio of various sulfide on sulphur content in steel.

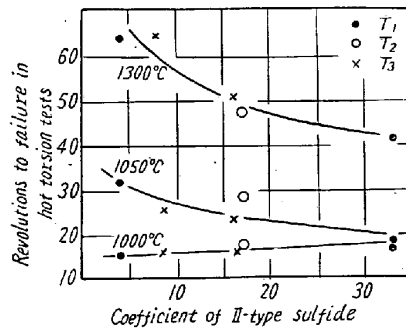


Fig. 4. Effect of coefficient of II type sulfide and temperature on revolutions to failure in hot torsion tests.

加によつて異なる様である. その傾向は Fig. 2. に示されている様に, Ti を添加するに従い II 型硫化物は増加するが, Ti 投入量が 0.3 kg/t をこすと逆に減少し始める. 此の様様に Ti, 0.3 kg/t 以下の範囲に於いて Ti の投入と共に

II 型硫化物が増加するのは, Ti の投入に依つて鋼中の酸素量に変化し, 鋼中の I 型硫化物が II 型の方へ移行する為と思われる, 又 Ti 投入量 0.3kg/t 以上の範囲で II 型硫化物が減少するのは, 硫化物中の III 型硫化物の占める割合が増加する事に依るものと思われるが, 今回の試験範囲では, その傾向を明確に掴む事は出来ず, 寧ろ添加に依つて生ずる混合介在物の増加に負うところが大きい様である.

(iii) 鋼中[S]及び[O]と硫化物形状との関係

鋼中 S% と II 型硫化物, 混合介在物との関係を Fig. 3. にしめす. 此の図によれば, 鋼中 S% が 0.022% のとき, 全硫化物中 II 型硫化物の占める割合が最小になるが, 混合介在物はそれとは逆に最高値を示す.

此の様な II 型硫化物及び混合介在物の発生傾向の変化は鋼中酸素量の変化に依つても認められ II 型硫化物の最も少いところで混合介在物の発生が最も多くなつてゐる.

以上の事より, Ti を添加した場合鋼中[O]及び[S]が或る割合になつた時混合介在物は最も生成し易く, II 型硫化物は最も少くなる様な傾向が認められた. 此の点については更に検討を加えて行く予定である.

(iv) 熱間加工性に及ぼす II 型硫化物の影響

分塊での底部切捨部の肌より, 圧延方向に平行に試験

片を切り出し高温捻回試験を行いⅠ型硫化物指数との関係を示すと Fig. 4. の如くなる. 此の図からⅠ型硫化物指数が高くなると捻回数は減少し高温加工性が低下する事が認められる. 1000°C 以下の温度になると捻回数に及ぼす硫化物の影響は認められないが温度が高い程捻回数に及ぼす硫化物の影響は強くなる. 此の事から分塊圧延の温度ではⅠ型硫化物が熱間加工性に関係している事が認められる.

IV. 結 言

以上 Ti 脱酸による鋼中硫化物形状の変化及びその熱間加工性に及ぼす影響について述べたが, その結果を要約すれば

- (i) 鋼中硫化物の量は鋼中 S 含有量によつて左右され, Ti 添加の影響はうけない.
- (ii) Ti の添加に依つて鋼中硫化物の形状が変化する. 即ち 0.3 kg/t 以上の Ti の添加によりⅠ型硫化物が減少する.
- (iii) Ⅰ型硫化物が多くなると熱間加工性が低下する傾向が認められたが, 1000°C 以下ではその影響は少い様である.

文 献

- 1) G.F. Comstock: Foundry 30 (1942) P.337~P. 330
- 2) 住友金属, 鋼管: 第 13 回製鋼部会提出資料 No. 353 昭 34 年 7 月
- 3) S.C. DESAI: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 250 (1959) No. 3.

(134) Mn-Si 系, Mn-Si-Cr 系および Mn-Si-Mo 系鋼におよぼす Ti および B の影響

(構造用高抗張力鋼の研究—Ⅲ)

東都製鋼技術部

工博 浅野栄一郎・石田 徹
○丹 秀夫

Effect of Addition of Ti and B on Mn-Si, Mn-Si-Cr and Mn-Si-Mo Steel.

(Study on high-strength structural steel—Ⅲ)

Dr. Eiichirō ASANO, Tōru ISHIDA
and Hideo TAN

I. 結 言

前報 (第 58 回講演大会) において, Mn-Si 系, Mn-Si-Cr 系高抗張力鋼の諸性質におよぼす B および Mo の影響を調査したが, 今回は脱酸, 脱窒あるいは結晶微細化作用のある Ti を Mn-Si 系, Mn-Si-Cr 系および Mn-Si-Mo 系高抗張力鋼に B と共に あわせ添加した場合, Ti, B がこれら鋼種の機械的性質 および焼入性におよぼす影響を調査した.

II. 試料および実験方法

供試料は Table 1. に示すように 3 系, 18 種類からなり, 各々高周波誘導炉にて熔製した約 10kg 鋼塊を 16mm φ および 35mm φ の丸棒に鍛伸後, 920°C × 1 h, 空冷の焼ならし処理を行なつて各試験材を切削採取した.

試験方法としては, 上記試料を 920°C × 20mn, 加熱

Table 1. Chemical composition of the specimens (%).

Series	Marks	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ti	B *
I	MS-0	0.17	0.510	1.39	—	—	0.105	—
	〃 -1	0.19	0.492	1.30	—	—	0.250	0.0025
	〃 -2	0.17	0.542	1.38	—	—	0.200	0.0050
	〃 -3	0.19	0.602	1.49	—	—	0.290	0.0100
	〃 -4	0.18	0.606	1.33	—	—	0.312	0.0050
	〃 -5	0.17	0.556	1.32	—	—	0.650	0.0050
II	MSC-0	0.25	0.484	1.37	0.55	—	0.080	—
	〃 -1	0.27	0.548	1.54	0.55	—	0.260	—
	〃 -2	0.26	0.502	1.51	0.55	—	0.250	0.0025
	〃 -3	0.26	0.500	1.68	0.54	—	0.299	0.0050
	〃 -4	0.25	0.534	1.72	0.53	—	0.300	0.0100
	〃 -5	0.29	0.590	1.70	0.53	—	0.547	0.0050
III	MSM-0	0.15	0.301	1.17	—	0.60	0.130	—
	〃 -1	0.17	0.402	1.18	—	0.59	0.125	0.0025
	〃 -2	0.18	0.432	1.17	—	0.54	0.129	0.0050
	〃 -3	0.18	0.430	1.17	—	0.54	0.129	0.0100
	〃 -4	0.18	0.474	1.25	—	0.54	0.300	0.0050

* Percentage of the addition.