

(199) 低炭素鋼の一次スケール組織に及ぼす Si, Cu の影響

日新製鋼 KK 吳製鉄所 入谷喜雄
高木一字

1. 緒言. 低炭素鋼の一次スケール組織は加熱条件, 含有合金元素の種類, 量によって大きく変化する。ところで, この一次スケール組織が問題になるのはこれが一次スケールの剥離性に関係し, 一次スケールの剥離性が悪ければ熱間圧延に先立っておこなわれるデスケリングによっても一次スケールが完全に除去されず, 熱延鋼板のスケール症の原因となるためである。このため本実験では剥離性の良い一次スケール組織を得ることを目標に Si, Cu の酸化時の挙動を調査したのでここに報告する。

2. 実験方法. 実験に使用した素材の化学成分を表 1 に示す。実験方法はまずこれら 5 の素材より 15mm 角のサイコロ状のサンプルを製作し, このサンプルを加熱して一次スケールを製造した。又加熱は 1050℃ および 1250℃ に保持した電気炉中にこれら 5 のサンプルを装入し 表 1. 供試材の化学成分 (wt%)
大気中で 2 時間保持する方法でおこなった。そしてこの一次スケールを熱間剥離性試験により熱間剥離性を調査するとともに, 冷却後顕微鏡観察および EPM A 測定, X 線回折をおこなった。スケール組織や Si, Cu のスケール中の分布状態を調査した。

代番	C	Si	Cu	Mn	P	S
1	0.27	1.08	0.2	0.36	0.005	0.015
2	0.16	0.04	0.61	0.32	0.004	0.009
3	0.12	1.12	0.66	0.35	0.005	0.014

3. 実験結果. 各鋼種の一次スケール組織を顕微鏡観察, X 線回折, EPM A 測定などによって調査した結果を表 2 に示す。これによれば 1050℃ X 2 時間の加熱条件のもとでは各鋼種とも地鉄とスケール層がほぼ直線的に接触しており, 合金元素のうち Si は地鉄に接触しているポーラスな FeO 中に Fe₂SiO₄-FeO 共晶としてほぼ均一に点在し, Cu は地鉄表面に濃化していることがわかる。一方 1250℃ X 2 時間の加熱条件のもとでは Si, Cu がそれぞれ単独に含有されている鋼種は地鉄とスケール層がほぼ直線的に接触しているのに対して, Si, Cu がともに含有されている鋼種 (代番 3) は地鉄とスケール層が入り組みスケール層中にも未酸化領域が残留した複雑なスケール構造をしている。しかもこれら 5 のスケール中の未酸化領域は地鉄と三次元的につながられているため, 見方をかえれば地鉄の骨格の中に酸化物が閉じこめられたようなスケール構造といえる。そしてこの場合 Cu はスケール中の未酸化領域に濃化しており, これらのことを総合すると Cu のような酸化されにくい元素が Si のような高温で溶融相を生ずるような元素と共存すれば Si, Cu がそれぞれ単独で存在するときには生じないこのような不均一酸化を生ずるものと考えられる。又これら 5 鋼種の一次スケール組織の剥離性については Si, Cu の共存した代番 3 が最も悪いことが当然予測されるが, 熱間剥離性試験によってもそれが確かめられた。

4. 結論. Si, Cu は両者が共存することで低炭素鋼の一次スケール組織に大きな影響を与え, スケール中に地鉄の残留した剥離性の悪い複雑なスケール組織を生成する。従って一次スケール組織を剥離性の良いものにするには両者の共存を避けることが必要である。

表 2. 各鋼種の一次スケール組織

代番	加熱条件	スケール構成物	スケール層の特徴
1	1050℃ X 2 時間	FeO, Fe ₂ SiO ₄ /FeO 共晶 Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₂	地鉄に接してポーラスな FeO 層が層状に存在し, その FeO 中に Fe ₂ SiO ₄ /FeO 共晶がほぼ均一に点在する。地鉄とスケール層との境界はほぼ直線的である。
	1250℃ X 2 時間	Fe ₂ SiO ₄ /FeO 溶融共晶 FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₂	Fe ₂ SiO ₄ /FeO 溶融共晶は地鉄に直接接している。接触面はほぼ直線的である。又 FeO はこの溶融共晶中に取り残されたような形で存在している。
2	1050℃ X 2 時間	FeO, Fe ₂ SiO ₄ /FeO 共晶 Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₂	地鉄に接して FeO 層が存在, Cu は地鉄表面に濃化, FeO 中に少量の Fe ₂ SiO ₄ /FeO 共晶が点在, スケールと地鉄はほぼ直線的に接触。
	1250℃ X 2 時間	Fe ₂ SiO ₄ /FeO 溶融共晶 FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₂	地鉄に接して FeO 層が存在, ごく少量の Fe ₂ SiO ₄ /FeO 共晶が存在するもののスケール組織には全く影響なし。Cu は地鉄表面に濃化, 地鉄とスケール層の境界はほぼ直線的。
3	1050℃ X 2 時間	FeO, Fe ₂ SiO ₄ /FeO 共晶 Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₂	代番 1 の 1050℃ 加熱材と同じスケール組織であるが, この鋼種は Cu が地鉄表面に濃化している。
	1250℃ X 2 時間 雰囲気は大気中	Fe ₂ SiO ₄ /FeO 溶融共晶 FeO, Fe, Fe ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₂	Fe ₂ SiO ₄ /FeO 溶融共晶は地鉄に直接接しているが地鉄との境界は入り組んでいる。そしてスケール層中に Cu の濃化した地鉄が存在し, 溶融共晶中に取り残された FeO とともに複雑なスケール組織を構成している。