

(128) 鋼塊鑄型用ダクタイル鑄鉄に  
およぼす Sn の影響

久保田鉄工鑄型ロール研究部  
工博 尼木敏雄・常田 修・福田道生

Effect of Tin Addition on Ductile Cast  
Iron for Ingot Moulds.

Dr. Toshio AMAKI, Osamu TSUNEDA  
and Michio FUKUDA.

I. 緒 言 527~528

鋼塊鑄型用のダクタイル鑄鉄は従来から一般にフェライト系が多く使用されてきたが、ダクタイル鑄鉄製鑄型の適用範囲を次第に拡げ、大型のしかも扁平度の大きい鑄型に試用した結果では、変形、溶着などの諸問題が発生した。ダクタイル鑄鉄製扁平鑄型の変形のメカニズムおよび形状的な変形防止対策については前報で報告したが、変形の主原因は材質がフェライト質のため延性が必要以上にあることである。そこで今回は基地組織のパーライト化およびパーライトの安定化によつて耐変形性と耐熱性の向上を目標に2,3の実験を行なつた。ダクタイル鑄鉄を鑄放しの状態でパーライト組織にするにはC, Si含有量を調節するのが最も簡便な方法であるが、鋼塊鑄型のようにA<sub>1</sub>変態点を越える加熱と冷却が繰返されると、パーライトのフェライト化が速やかに進行し材質の強度が低下する。一方Mn, Crなどの炭化物安定元素を添加する方法によれば、パーライト安定化作用は顕著であるが、C, Si, Mgの変動によつて遊離セメントイトが晶出する危険性がある。Snは一般に黒鉛球状化阻害元素と考えられているが、2, 3の文献に発表されているようにパーライトの安定剤としても効果的なので、球状化を乱さない範囲で少量のSnを添加して、組織、機械的性質への影響、耐熱性などについて研究した。以下にその概要を述べる。

II. 試料調製および実験方法

試料は釜石ダクタイル鉄および鋼片をコークス燃焼ルッポ炉で溶製した。1溶解は100kgとし、1460~1470°Cで約15mn保持した後、25kgずつ4回出銑し、Snは出銑時に取鍋に底敷して0, 0.03, 0.06 および0.12%の4段階に添加した。Sn添加後25kgの溶銑はMg 0.2%とCa-Si-Mg合金0.4%の混合剤で球状化処理し、さらにFe-Si 0.3%で接種した後、1320°Cで1時Yブロックおよび2時Yブロック各1個に鑄造した。母鑄鉄はダクタイル鑄鉄鑄型にふつう用いられ

る成分範囲でSiを高Si系と低Si系の2段階とした。Table 1に試料の化学成分を示す。2時Yブロックからは14mmφ引張り試験片を鑄放しで2本、730°C×4hの焼鈍後2本の計4本作成し、20tアムスラー式試験機とXY記録計によつて引張り強さと伸びを測定した。また同試片についてブリネル硬度測定と顕微鏡組織の観察を行なつた。1時Yブロックからは熱膨脹試片を切出し、自動記録式熱膨脹計によつて静止空気中で650~850°Cの加熱冷却を20回繰返して成長量とAC<sub>1</sub>, Ar<sub>1</sub>点を求めた。また同ブロックから20φ×20mm試片を加工し、マツフル電気炉内で700°Cおよび800°C×4h加熱して酸化増量値を算出した。その他パーライト組織の安定度をみるために2時Yブロックから20φ×15mm試片を加工し700°Cで1, 2, 4, 8 および16h保持し、基地組織の変化を調査した。

III. 実験結果および考察

1. 鑄放し組織におよぼす Sn の影響

黒鉛形状は釜石ダクタイル鉄を使用し、残留Mgが0.05%の場合にはSnが0.25%以上で球状が乱れることが予備実験で判つた。本実験のSn含有量の範囲では黒鉛球状化阻害作用は全く認められなかつた。またSnが0.1%以上では黒鉛粒をやや細かくする傾向がある。基地組織への影響は高Si系, 低Si系ともに顕著で、Sn添加なしの場合はフェライト65~75%を示したが、Sn 0.025%でフェライトは約1/2に減少しSn 0.12%でフェライトは殆んど消失し全パーライト組織になる。この場合低Si系でも遊離セメントイトは全く晶出しなかつた。

2. 機械的性質におよぼす Sn の影響

鑄放し試料の試験結果をFig. 1に示す。引張り強さはSi 2.3%系, Si 1.8%系ともにSnの添加によつて増大するが、Sn 0.1%以上ではやや低下の傾向を示した。硬度はSn添加とともに増加し、Sn 0.12%では添加なしに較べると約55%高くなつている。伸びはほぼフェライト析出量に比例し、Sn添加とともに減少する。Sn 0.12%では伸び値は2.1~2.9%を示した。700°C×4hの焼鈍後の試験結果は鑄放し時とやや異つた傾向を示した。すなわち引張り強さではSi 2.3%系はSn量に関係なくほぼ一定値(42~44kg/mm<sup>2</sup>)であるが、Si 1.8%系は40~55kg/mm<sup>2</sup>の範囲でSn量とともに増加している。硬度についても同様である。伸びも1.8%系はSn 0.12%では焼鈍度わずかし改善されなかつた。これらの現象はSn添加によつて基地の

Table 1. Chemical composition of specimens. (%)

Composition (%)	Heat No.												
	T. C	G. C	Si	Mn	P	S	Mg	Cr	Cu	Ti	As	V	Sn
D 91	3.69	3.49	2.30	0.26	0.055	0.014	0.049	0.008	0.081	0.046	0.009	0.005	0.002
D 62	3.72	3.29	2.27	0.25	0.050	0.012	0.050	—	—	—	—	—	0.026
D 93	3.70	2.99	2.30	0.25	0.050	0.007	0.052	—	—	—	—	—	0.053
D 94	3.71	2.89	2.32	0.26	0.047	0.013	0.051	—	—	—	—	—	0.112
D101	3.79	3.28	1.83	0.28	0.050	0.008	0.053	0.010	0.073	0.049	0.009	0.006	0.002
D102	3.72	3.13	1.83	0.27	0.050	0.012	0.049	—	—	—	—	—	0.026
D103	3.79	3.08	1.77	0.28	0.050	0.011	0.057	—	—	—	—	—	0.051
D104	3.76	2.89	1.88	0.28	0.050	0.007	0.052	—	—	—	—	—	0.126

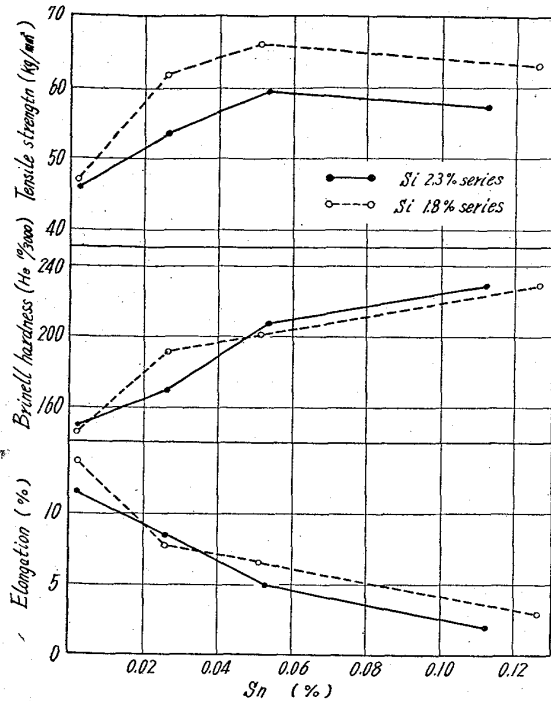


Fig. 1. Effect of Sn on mechanical properties of ductile cast iron.

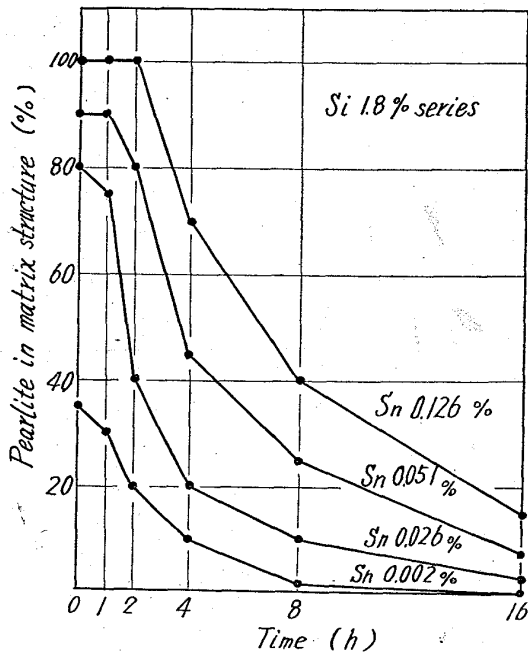


Fig. 2. Relation between pearlite structure and annealing time.

パーライト組織が安定になったため、その影響は低 Si 系が顕著であることを示している。

3. 酸化増量値におよぼす Sn の影響

800°C × 4h の結果では両 Si 系とも Sn 添加によって酸化増量値は低下し、Sn 0.12% では Sn 添加なしに較べると約 1/2 になった。700°C の場合もほぼ同様な傾向を示した。これは Sn 添加による基地組織の緻密化と黒鉛粒がやや微細化することによって試片表面からの酸化が少なくなったためと考えられる。このことは試片の検鏡結果と一致する。

Table 2. Effect of Sn on growth and AC<sub>1</sub> and Ar<sub>1</sub> temperature.

Heat No.	Growth (%)		Ac <sub>1</sub> (°C)	Ar <sub>1</sub> (°C)	Sn (%)	Re-remarks
	650~850 (°C) 10 times	650~850 (°C) 20 times				
D 91	0.69	1.14	790	735	0.002	Si 2.3% series
D 92	0.67	1.17	790	735	0.026	
D 93	0.79	1.33	800	740	0.053	
D 94	0.70	1.25	805	745	0.112	
D 101	0.75	1.25	785	730	0.002	Si 1.8% series
D 102	0.73	1.17	788	733	0.026	
D 103	0.60	1.03	785	730	0.051	
D 104	0.45	1.05	785	730	0.126	

4. 成長性におよぼす Sn の影響

静止空気中における成長試験結果と Ac<sub>1</sub>, Ar<sub>1</sub> 点を Table 2 に示す。

ダクタイル鑄鉄は片状黒鉛鑄鉄に較べて黒鉛表面積がいちじるしく小さいために成長率は低く、1/2~1/4 である。Sn の影響はあまり顕著ではなく、Si 2.3% 系では Sn% とともに成長率はやや増加し、一方 Si 1.8% 系ではやや減少した。A<sub>1</sub> 変態点は Si 2.3% 系では Sn% とともにやや上昇した。

5. パーライト組織の安定化におよぼす Sn の影響

大気中で 700°C に 1~16h 加熱し、500°C まで炉冷、500°C から空冷した試片を検鏡し基地中のパーライト組織を求めた。Fig.2 に Si 1.8% 系の結果を示す。Fig.2 において Sn 0.12% 添加したものは加熱時間が 2h まではフェライト化は全く起っていない。4h, 8h 加熱でも Sn を添加しないものに較べると Sn 添加量の順に残留パーライト量が多くなっている。Sn が 0.05% 程度でもパーライト組織の安定化にかなり結果的であることが判る。

IV. 結 言

鑄型用ダクタイル鑄鉄に少量の Sn を添加してその影響を調べたが、その結果を要約するとつぎの通りである。

1. 球状黒鉛の形状に関しては、Sn は 0.2% 程度までは全く問題なく、また Sn 0.1% 以上では黒鉛粒をやや細かくする。
2. 鑄放し時の基地組織は Sn 添加量とともにパーライトが増加し、高 Si 系でも Sn 0.12% で全パーライト組織になる。
3. 鑄放し時の引張り強さと硬度は Sn 添加量とともに増加する。ただし引張り強さは Sn=0.1% 以上ではやや低下する。伸びは Sn 添加量とともに減少する。
4. 燃的諸性質では酸化増量値は Sn 添加量とともに減少し耐熱性が向上する。成長性はあまり変化なかった。パーライト組織の安定性に対して Sn の効果は顕著である。

なお、5~8t の扁平型ダクタイル鑄型数本に Sn を添加し、現在製鋼工場で使用されつつあり、その使用状況を追求している。

文 献

- 1) J. C. PRYTHRECH & J. GILBERT: Foundry Trade J., (1961) Feb. 16, p. 197~206.
- 2) E. HOARE & A. ROBINS: Giesserei, (1962) Aug. 23, P. 542~548.