

(242) 液滴蒸発の抜山点とライデソフロスト点について

(浸漬冷却に関する研究 (II))

新日鉄 八幡技研 ○三塚正志 福田敬爾

1. 緒言： 高温金属に液滴を注入する時、液滴の寿命  $\tau_t$  は表面温度  $\theta_s$  と表面状態に影響される。 $\tau_t$  の極小値、極大値に対する  $\theta_s$  は各々抜山点 NP、ライデソフロスト点 LP と呼ばれる (図1)。鋼材の冷却機構を解明するには、鋼材についての NP や LP が必要である。非鉄金属に関する研究は多いが、<sup>1-4</sup> 表面の不安定な鋼材についての研究はほとんど見当たらないから、今回鋼と水滴間の NP や LP を測定した。

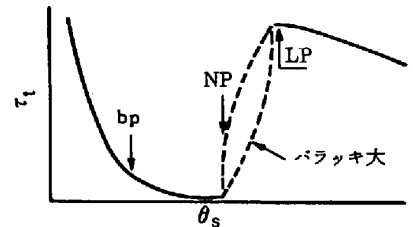


図1 液滴の蒸発曲線 (NPとLPの定義)

2. 実験と結果： 4.5~6.0mm t x 60mm phi 試料を R160mm の碗状にプレスし、厚み方向の中央に熱電対を取り付け、所定温度に保定した後試料中央部に 0.006~0.008cc の常温水滴を注入し、その  $\tau_t$  を測定した。この実験から、i) 試料の表面状態や物性値は NP, LP に影響すること、ii) 錆やスケールは NP, LP を上昇させ、 $\tau_t$  を小さくすること、iii)  $\theta_s \approx$  NP では、飛滴が Leidenfrost 状態 (L 状態) になり、 $\tau_t$  に影響すること (図2)、iv) LP >  $\theta_s$  > NP では、L 状態が不安定で  $\tau_t$  は変動すること、v)  $\theta_s >$  LP では、L 状態が安定し  $\tau_t$  の変動は少ないことがわかる。 $\theta_s$  には水滴接触直前の値  $\theta_{so}$  を採用。

表1 鋼の粗さと NP, LP

仕上げ方法	粗度	NP	LP
#600 研 磨	0.4 S	152°C	180~200°C
サンド・ブラスト	35	175	325
グリッド・ブラスト	70	175	340

3. 検討： 1) 物性値の影響：熱容量 H と表面状態が同じなら、熱伝導率を  $\lambda$  とすると、NP, LP  $\propto 1/\lambda$  である (表2)。これは、水滴接触による  $\theta_s$  の降下量を  $\Delta\theta_s$  とすると、 $\Delta\theta_s \propto 1/\lambda$  となるから、 $\lambda$  が小さい程水滴の接触によって  $\theta_s$  が降下し、これが NP, LP を上昇させるわけである。

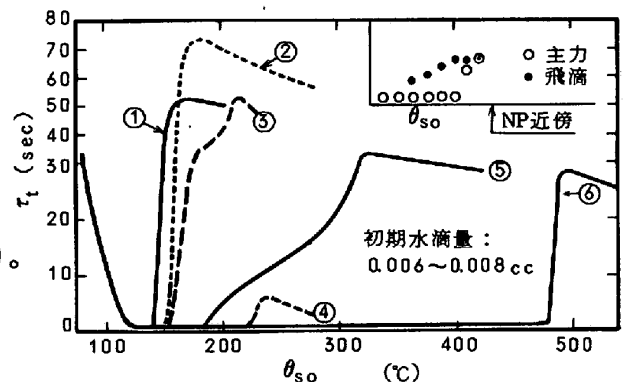


図2 水滴の蒸発曲線

2) 粗さの影響：粗さが増すと NP, LP は上昇する (表1)。粗さが増すと、凸部先端の '流入熱量/接触面積  $Ac$ ' と ' $H/Ac$ ' が減少し、水滴接触時の  $\Delta\theta_s$  は増大する。それ故、1) と同じ理由で 'NP, LP  $\propto$  粗さ' になると考えられる。3) 錆とスケールの影響：水滴は地肌部分では L 状態になっても、錆やスケールに付着すると直ぐ蒸発する (図2)。それゆえ、錆やスケールがある時には、NP, LP は上昇し、 $\theta_s >$  LP でも  $\tau_t$  は短い。 $\tau_t$ , NP, LP が昇温時と降温時で相異なるのは、加熱による表面状態の変化に起因する。

表2 金属の物性値と NP, LP

試料	NP (°C)	LP (°C)	$\lambda$	H	a
SUS 27	180~190	230~240	0.038	0.95	0.040
鋼	約 152	—	0.13	0.83	0.15
鋼	122~137	150~165	0.92	0.82	1.13
銀	—	—	1.00	0.58	1.71
鋼+銀メッキ	約 40	約 180	—	—	—
鋼+銅メッキ	約 46	約 180	—	—	—
鋼+銀メッキ	133	168	—	—	—

※)  $\lambda, a, H$  : 熱伝導率, 温度伝導率, 熱容量 (cal/cm deg)  
 ※)  $\lambda, a, H$  の値は 20°C, ※)  $\lambda, a$  の単位 : c.g.s

4. むすび： i)  $\theta_s$  を  $\theta_{so}$  で定義すると、金属の物性値や表面状態は NP, LP に影響する。ii) 鋼の錆やスケールは NP, LP を上昇させ、 $\tau_t$  を短縮する。

文献： 1) V. M. Borishansky : AEC-tr-3405 ('53), P109. 2) 小竹 : 日機学会論文集 : 36 ('70) 287, P1146. 3) 長谷川ら : 日機学会九州支部論文集 : 68-3 ('68), P57. 4) 手代木ら : 機械試験所々報 : 20 ('66) 6, P201.