

プラズマアーク切断(PAC)における超高熱流プラズマと被切断金属材料相互作用 Interaction of Ultra High Heat Flux Plasmas and Metal Materials in Plasma Arc Cutting

竹中裕亮¹, 飯田桂吾¹, 三田村直紀¹, 上杉喜彦¹, 山口義博²,
田中康規¹, 石島達夫¹, 高田伸浩²,

Y.Takenaka, K.Iida, N.Mitamura, Y.Uesugi, Y.Yamaguchi, et al.

¹金沢大学自然科学研究科, ²コマツ産機株式会社,

¹Kanazawa Univ., ²Komatsu Industrial Corp.,

1. まえがき

プラズマアーク切断(PAC)とは、高温アークプラズマジェットによる加熱と被切断物の酸化燃焼反応による燃焼熱によって、被切断物を局所的に溶融させ溶断する熱切断法の一つである^[1]。PAC は、安価かつ高速に切断できるというメリットを有し、大型構造物の切断工程において多用されている。しかし、PAC には、被切断物へのドロス付着という課題がある。ドロスとは、熱切断時に発生する溶融鋼の一部が鋼板底面に凝固・付着してしまったものである。この鋼板底面に付着したドロスは、グラインダー等を用いて削り落とす後処理工程が必要となる。そのためドロスが付着しない切断の実現が求められている。そこで我々は、プラズマ切断面における溶融鋼の挙動観測を行い、ドロスが形成される過程や原因を解明し、ドロス付着の軽減手法の開発を目指している。

2. 実験装置および撮影方法

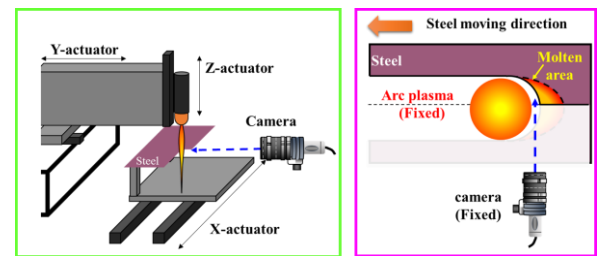
Fig.1 に、実験構図を示す。本研究では、切断面における溶融鋼の挙動観測を行うため、試験的に Fig.1 のようにアークプラズマが鋼板の端をなぞるように切断を行った。そして、プラズマ切断面における溶融鋼の挙動観測では、可視光撮影とレーザストロボ撮影^[2]を用いる。

3. プラズマ切断面における溶融鋼の挙動観測

Fig.2 に、低速切断(1000 mm/min)時における、可視光撮影とレーザストロボ撮影の同時観測による、切断面における溶融鋼の挙動観測結果を示す。観測の結果、アーク後方領域において、低反射率領域が形成されることがわかる。これは、アークからの入熱によって形成された溶融領域であると考えられる。この領域が呼び水となり、アーク前方から鋼板底面に流れる溶融鋼を切断の進行と共にアーク後方に置き去りになることで、ドロスを形成してしまうと考えられる。

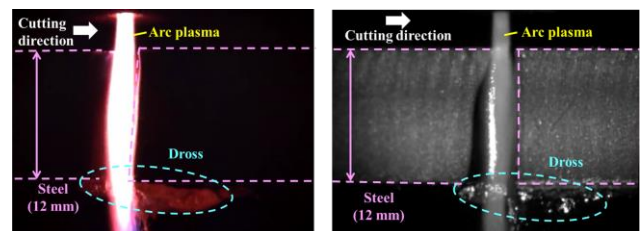
Fig.3 に、高速切断(2800 mm/min)時における、可視光撮影とレーザストロボ撮影の同時観測による、切断面における溶融鋼の挙動観測結果を示す。観測の結果、鋼板底面に付着するドロスが少なくなることがわかる。さらに、低速切断時に比べ、アーク後方に形成される溶融領域が狭くなっていることがわかる。

これは、低速切断時に比べ、単位面積あたりのアークから鋼板への入熱が少なくなったからであると考えられる。そしてこれらの結果から、鋼板底面に付着するドロスは、アークの入熱と密接な関係があると考えられる。



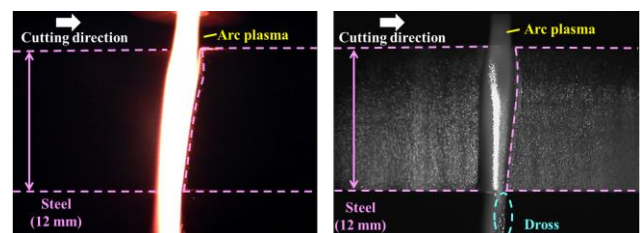
(a)横から見た構図 (b)上から見た構図

Fig.1 実験構図



(a)可視光撮影 (b)レーザストロボ撮影

Fig.2 プラズマ切断面における観測結果
(低速切断：切断速度1000 mm/min)



(a)可視光撮影 (b)レーザストロボ撮影

Fig.3 プラズマ切断面における観測結果
(高速切断：切断速度2800 mm/min)

参考文献

- [1] R.Bini, et al., Journal of Materials Processing Technology, 196, 13, 345355, 2008.
- [2] 竹中, 他, 電学研資, PST-17-073, PPT-17-054, ED-17-091(2017)