

# 1-3 原子炉の廃止措置に適用する切断技術開発 —プラズマジェットを用いた炉内構造物及びデブリの切断・破碎—

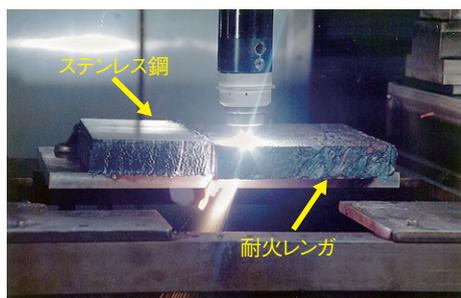


図1-9 プラズマジェットによる金属及び非金属の切断  
プラズマジェットによりステンレス鋼と耐火レンガを切断しています。



図1-10 切断後のステンレス鋼  
プラズマジェットによって水中で切断したステンレス鋼の状態を示しています。

	雰囲気	水中	空气中
ガス流量 (cm <sup>3</sup> /s)		650	450
		750	
トーチ先端と切断物との距離 (mm)		5	15
		10	20

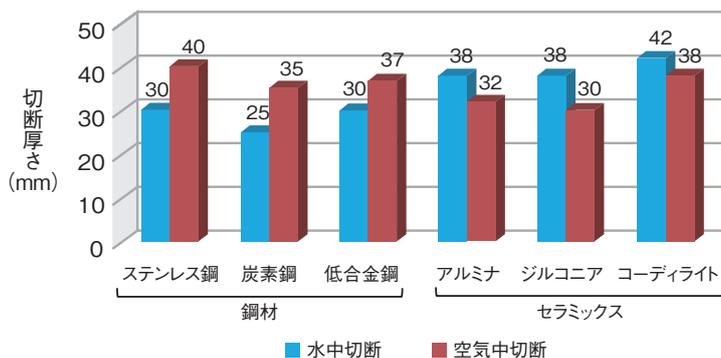


図1-11 鋼材及びセラミックスに対する切断性能  
プラズマジェットの空气中及び水中での鋼材及びセラミックスに対する切断性能を示しています。

炉心溶融に至った東京電力福島第一原子力発電所(1F)では、通常の廃止措置とは異なり、燃料デブリを撤去する必要があります。1Fの炉内構造物は、燃料デブリと混在した状態となっていると想定されるため、切断技術の選定にあたっては、鋼材のみならず燃料デブリのような靱性が低く、高硬度の材質の切断や破碎が可能で、高い放射線量下での作業となるため、遠隔操作性を有することが必要です。私たちは、試験研究を終えた原子炉施設等の廃止措置を進めており、解体に係る様々な技術や知見を蓄えてきました。

そこで私たちは、大洗研究開発センターにおいて進めてきた切断技術開発の成果を基に、1Fの燃料デブリと炉内構造物の取出しに適用する切断技術として、プラズマジェット切断技術の開発を実施しています。

プラズマジェットは、鋼材やコンクリートを切断することを目的に開発したもので、トーチ先端部の形状については特許を取得しています。従来のプラズマアークとは異なり、トーチ内部の電極とトーチ先端部のチップとの間で放電させ、プラズマを発生させるため、金属のみならず導電性のない非金属も切断が可能です(図1-9)。また、熱衝撃作用を用いることにより耐火レンガ等も破碎することができます。

しかし、プラズマジェットは空气中で使用することを想定し開発したものであり、1Fの炉内解体物や燃料デブリの取出しに適用するためには、水中での使用が可能なこと、デブリのような厚い塊状のものを切断・破碎するためには、高出力化を図ることが求められます。

このため、水中において高出力で使用できるプラズマジェットトーチを開発し、2014年度のトーチ先端部のチップの耐久性確認試験において、ノズル径が5.0mm、拘束比(ノズル径と拘束部長さの比)が3.0のチップで、600Aの出力で30分以上、プラズマが出射できることを確認しました。また、鋼材及び燃料デブリを想定したセラミックスに対する切断性能及び破碎性能の確認試験を実施し、鋼材に対し空气中で40mm厚、水中で30mm厚の切断が可能で、水中で30mm厚の切断が可能で、水中において50mm厚の破碎が可能であることを確認しました。

今後は、1Fへの適用性を確認するため、切断試験や性能評価、遠隔操作技術を組み合わせた総合的な燃料デブリ取出しシステムの検討を進め、得られた成果を1Fの廃止措置に役立てます。

●参考文献

庄司次男, 福井康太ほか, 炉内構造物及び燃料デブリの切断技術開発—プラズマジェット切断技術の適用性試験—, JAEA-Technology 2015-035, 2016, 70p.  
Tezuka, M., Fukui, Y. et al., The Development of Thermal and Mechanical Cutting Technology for the Dismantlement of the Internal Core of Fukushima Daiichi NPS, Journal of Nuclear Science and Technology, vol.51, issues 7-8, 2014, p.1054-1058.