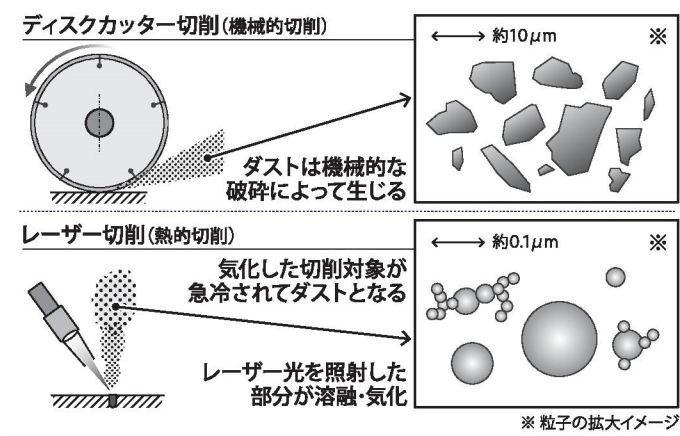




前回の本欄では、デブリ取り出しで使
用され得る工法のうち、ディスクカッタ
ーを用いた際のダストの発生挙動を解説
した。福島第一原子力発電所の燃料デブ
リ取り出しでは、溶融・固化したデブリ
を切削し、搬出できる大きさに加工する
必要がある。切削方式には大きく分けて
「機械的切削」と「熱的切削」があり、
前回紹介したディスクカッターは前者に
含まれる。この切削方式を採用するかは、
ダストの性状が作業員の被ばくや設備へ
の負荷に与える影響を重要な判断材料と
しつつ、作業効率も考慮して検討する必
要がある。図に示すように、機械的切削
と熱的切削では、ダストの生成形態や粒
径が大きく異なる。そこで今回は、ダス
トの性状を主な観点として、切削特性

ゼミナール

349 原子力発電

デブリの切削方式の違いはダスト発生にどのよ
うな影響をもたらすか？

最適工法を選択、総合評価で

との関係にも触れながら、各切削方式の
違いを整理する。

【機械的切削の特徴】
機械的切削は、ディスクカッター、コ
アボーリング、チゼルなどに代表される
切削方法である。生成されるダストは機
械的な破砕で生じ、その粒径は1〜10
0μmと幅広い。形状は非球形のものが
多い。被ばく評価で重要なダストの飛散
率や粒径は、切削方式や切削対象の性状
(硬度・空隙率)などに依存する。例え
ば、ディスクカッターでは、刃の回転が
速いほどダストは微細化し、飛散率が増
加する傾向がある。また、切削環境の影
響も大きく、切削対象が水没している条
件では、ダストの多くが水側に移行し、
空気中への飛散が抑制されやすい。これ
は吸入による内部被ばくの低減につなが
るが、他方、水中に移行した粒子の管理
が課題となることもある。

【熱的切削の特徴】
熱的切削は、レーザーやプラズマなど
の熱源を用いて切削対象を溶融させる方
式である。生成されるダストは、溶融・
気化したものが急冷されて形成されるヒ
ューム粒子であり、その粒径は0.01〜
1μmと極めて小さい。粒子は球状のも
のが多く、帯電の影響により凝集する場
合もある。機械的切削で生じる比較的大
きな破砕粒子に比べ、熱的切削で生じる
ダストは浮遊性が高く、吸入による内部
被ばくのリスクが相対的に高くなり得る
点に注意が必要である。一方で、ダスト
の挙動特性を考慮すれば、高性能フィル
タや電気集塵などの手法を用いること



金井 大造
かない たいぞう
アロゾル、熱流動。博士(工学)

電力中央研究所 原子力リスク研究センター兼エネルギー
ソリューション研究本部 上席研究員

で、効率的な捕集につながる可能性もあ
る。また、加工技術として見た場合、熱
的切削にはいくつかの利点がある。近年
ではファイバーレーザーなどの高出力レ
ーザーが利用可能であり、工具の損耗が
小さい点の特徴である。切削時の反力が
小さいため、遠隔操作ロボットへの影響
が比較的小なく、複雑な姿勢での加工に
も適している。切削対象に直接接触しな
い方式であることから、切削対象の形状
や硬さの違いに対する適応性が高い点も
利点の一つである。

【両方式の比較】

では、デブリ取り出しにおいて最適な
方式はどちらであろうか。結論は一概に
は定まらない。デブリの性状や水没条件、
作業空間、遠隔操作性、換気能力、水処
理システムの余力など、多くの要素を総
合的に考慮する必要がある。例えば、水
没環境で、ダスト飛散抑制を重視する場
合には機械的切削が有利となる一方、複
雑な形状への加工や遠隔ロボットによる
作業性を重視する場面では、レーザー切
削が適している場合もある。また、空気
中での捕集を優先するのか、水中での捕
集を重視するのかといった方針によつて
も、選択される工法は変わり得る。今後
のデブリ取り出しでは、ダストの挙動や
被ばくへの影響、水処理負荷、除塵設備
の性能、遠隔操作のしやすさなどを総合
的に評価する必要がある。その上で、作
業条件に応じた最適な切削工法を選択し
ていくための技術基盤の構築が、ますま
す重要になる。

(今回は2月4日に掲載します)