

2-5 有機溶媒火災時の HEPA フィルタの目詰まりメカニズムを解明 —再処理施設の重大事故評価手法を整備—

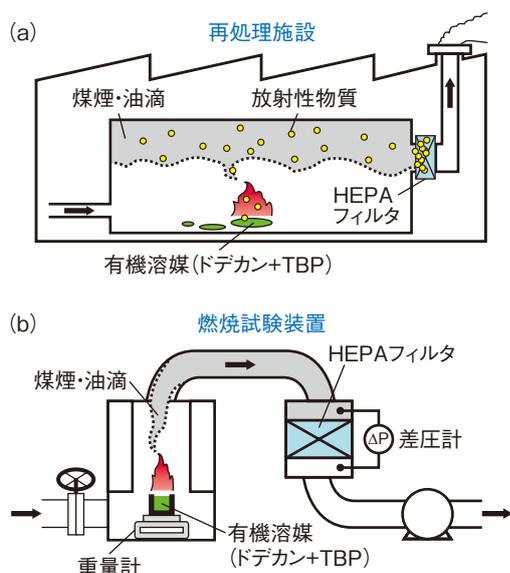


図2-14 (a) 有機溶媒火災と (b) 試験概略図
再処理施設で有機溶媒火災が生じた際の状況を模擬した試験を行いました。燃烧で生じた煤煙や油滴が HEPA フィルタを目詰まりさせます。試験では、フィルタの目詰まりが進むほど、差圧の測定値が大きくなっていきます。

再処理施設では、使用済燃料から生じる粒子状の放射性物質を施設内に閉じ込める HEPA フィルタ (High Efficiency Particulate Air Filter) が備えられています。一方、使用済燃料から有用な元素を回収するため、大量の有機溶媒を用います。これはリン酸トリブチル (TBP) とドデカンの混合物であり、可燃性であることから、火災を想定する必要があります。再処理施設の安全評価では、想定を超える条件の事故 (重大事故) も考慮することが重要です。

本研究の大きな目的は、この HEPA フィルタが、有機溶媒火災の状況下でどこまで破損せずに健全かを明らかにすることです。HEPA フィルタが破損すると、放射性物質の施設外への放出が想定を超えて増大し、重大事故に進展する可能性があります (図 2-14 (a))。

火災時には、可燃物から発生した煤煙や油滴によって HEPA フィルタが目詰まりし、フィルタにかかる差圧が限界を超えると破損に至ると考えられます。そのため、私たちは、小型の燃烧試験装置 (図 2-14 (b)) を用いて様々な可燃性物質を燃烧させて、フィルタ差圧の変化データを取得してきました。その結果、混合溶媒の燃烧時には、鎮火直前の燃烧終盤においてフィルタ差圧が急激に上昇することを見いだしました。これは、フィルタが破損するまでの時間が従来の評価より短い可能性を示唆するため、安全評価上重要な知見です。

今回の研究では、このメカニズムを解明するため、急

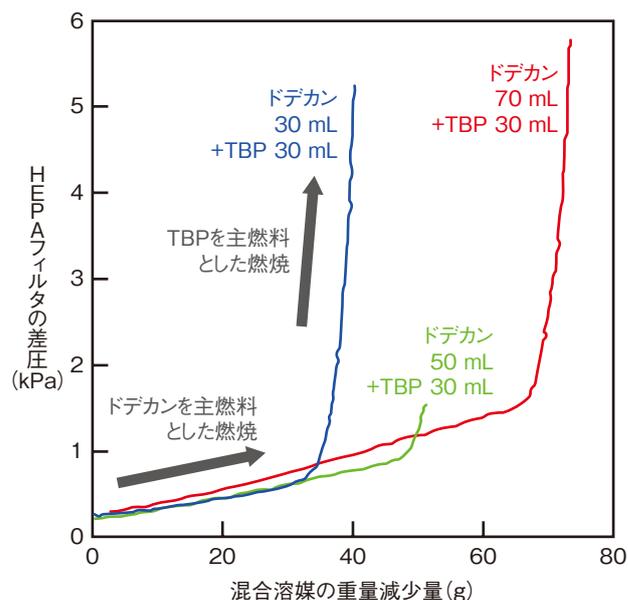


図2-15 試験で測定された HEPA フィルタ差圧の変化
ドデカンと TBP の混合溶媒を燃やすと、ドデカン成分が優先的に燃えます。ドデカンが燃え尽きると TBP を主とした燃烧に移行し、それに伴い HEPA フィルタ差圧の急上昇、すなわち急速な目詰まりが生じます。

激な差圧上昇が生じるタイミングと燃烧に伴う溶媒組成の変化の関係を調べる試験を行いました。試験では、混ぜ合わせる TBP とドデカンの量を変化させた 3 種類の混合溶媒を用意しました。このとき、TBP 量は 30 mL で一定とし、ドデカン量を変化させました。これらの混合溶媒を燃烧させ、HEPA フィルタの差圧変化を測定しました。また、煤煙・油滴の発生量、混合溶媒の重量減少量、燃烧に伴う溶媒組成の変化を調べました。

HEPA フィルタの差圧変化を図 2-15 に示します。差圧は燃烧序盤に緩やかに上昇した後、燃烧終盤に急激に上昇しました。混合溶媒の燃烧では比較的燃えやすいドデカンが先に燃烧し、その後は TBP を主とした燃烧に移行すると考えられます。図 2-15 ではドデカンが少ない溶媒ほど、早期に差圧の急激上昇が生じており、そのタイミングはドデカンが焼失すると予想される点とほぼ一致しました。また、このタイミングで、油滴の発生量が増大することが分かりました。TBP は比較的燃えにくいいため、燃烧終盤では、TBP を含む未燃の油滴が放出されることが要因と考えられます。この油滴がフィルタを閉塞させることで差圧が急激上昇する、という可能性が示唆されました。

本研究は、原子力規制委員会原子力規制庁からの受託研究「平成 28 年度原子力施設等防災対策等委託費 (再処理施設における火災事故時影響評価試験) 事業」の成果の一部です。

(大野 卓也)

●参考文献

Ono, T. et al., Rapid Clogging of High-Efficiency Particulate Air Filters during In-Cell Solvent Fires at Reprocessing Facilities, Nuclear Technology, vol.206, issue 1, 2020, p.40-47.