

泡消火薬剤の経年劣化試験について

1 試験の目的

現行の泡消火設備の点検方法では、PFOS 含有泡消火薬剤を使用するものについては、総合点検における放射試験を3年に1回行うサンプリング検査(※1)に替えることが認められており、PFOS の含有、非含有で点検に係る負担に大きく差がある状態です。また、2019年(令和元年)、国際条約において新たに PFOA が規制物質に指定され、国内法においても指定する手続きが進められており、今後、点検時の泡放出がますます難しい状況になると予想されます。

したがって、泡消火設備における泡消火性能の点検をより効率的合理的に行うため、PFOS・PFOA の含有・非含有に関わらず、放射試験に替えて、泡消火薬剤のサンプリング検査による点検方法を導入すべきと考えます。

そのため、各種の泡消火薬剤について経年劣化試験を行い、客観的な測定数値等により劣化傾向(経年による物性・性能の変化の状況)を調査し、性能が維持されている期間(以下「性能維持期間」という。)及び性能維持期間経過後の性能を確認すべき期間(以下「性能確認期間」という。)の妥当性を評価することを目的とします。

※1 サンプリング検査

泡消火薬剤の機能を維持するための措置として、貯蔵槽から原液の一部(1~2リットル程度)を採取し、「比重」、「粘度」、「水素イオン濃度(pH)」、「沈殿量」、「膨張率」、「25%還元時間」、「その他薬剤種類ごとの項目(水成膜泡では水成膜試験、フッ素たん白泡では表面張力試験)」を検査し、消火薬剤の技術上の規格を定める省令(昭和50年自治省令第26号)の規定の範囲若しくは検定申請値等を判断基準として、泡消火薬剤の維持状態を確認するもの。1項目でも基準範囲から外れた場合は、サンプリング検査不合格として交換となる。

2 試験の内容及び方法

現在使用されている泡消火薬剤7種類と既に製造中止の20年経過したPFOS含有泡消火薬剤の計8種類について加熱促進試験を行います。設定した相当年数の経過後に、サンプリング検査を行い、性能維持状況、経年劣化状況を調査し評価します。試験は、(一社)日本消火装置工業会へ委託し、会員各社により同じ条件で実施しています。

<試験対象の泡消火薬剤(8種類)>

- ・PFOS含有水成膜(1999年製)
- ・PFOS非含有PFOA含有水成膜
- ・PFOS/PFOA非含有水成膜 3社3種類
- ・フッ化たん白
- ・たん白(フッ素系非含有)
- ・合成界面活性剤(フッ素系非含有)

(1) 加熱促進試験

アレニウス則(※2)に基づき、泡消火薬剤を同一の条件(65℃恒温槽環境下)で25年相当までの加熱促進試験(1年相当約16日、25年相当約403日)を実施します。

※2 アレニウス則

材料の劣化は必ず起きる現象であり、使用期間中にどの程度劣化するかを想定することが重要なポイントである。しかし、実際の使用期間に亘って劣化を評価することは、長期間を必要とするため不可能である。したがって、何らかの加速劣化試験を行う必要があり、最も一般的な試験が、反応速度論に基づいたアレニウスの式(アレニウスの法則)を利用する方法である。この方法は、各企業の製品設計等に活用されているほか、日本産業規格の中にもアレニウスの式を用いている規格がある。

もともとは製品寿命を推定する際のモデルであり、通常使用温度より高温の環境に一定期間置くことにより、劣化速度を早め、通常使用時の状態を推定するものである。

加熱促進試験(加速試験)は、

$$\text{アレニウスの式 } k=A \exp(-E/RT)$$

<k:反応速度定数、A:定数、E:活性化エネルギー、R:気体乗数、T:絶対温度(K)>

を根拠とした劣化の経験則を用いる。

温度が10℃上がると寿命が半分になる(劣化スピードが2倍になる)とする経験則である。今回は、20℃で25年間放置した劣化加速試験を65℃で行うため、以下の式で日数を算出している。

$$10^\circ\text{C}2\text{倍則の式: } L=L_0 \times 2^{(T_0-T)/10}$$

<試験温度 $T_0(65^\circ\text{C})$ 、試験期間 $L_0(\text{〇〇日})$ 、想定温度 $T(20^\circ\text{C})$ 、想定寿命 $L(25\text{年}=9125\text{日})$
 $9125\text{日}=L_0 \times 2^{((65^\circ\text{C}-20^\circ\text{C})/10^\circ\text{C})}=L_0 \times 2^{4.5}=L_0 \times 22.63$

よって、試験期間 $L_0=403$ 日で 20°C での1年は 65°C では $403 \div 25\text{年}=16.13$ 日となる。(以上 (一社)日本消火装置工業会 第2部会技術分科会報告から引用)

(2) 性能試験(サンプリング検査)

(1)の試験体を用いて、次の相当期間経過後に性能試験(サンプリング検査)を計15回実施します。

<性能試験実施回数>

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ・1回目:1年相当(16日経過後) | ・2回目:2年相当(32日経過後) |
| ・3回目:5年相当(81日経過後) | ・4回目:6年相当(97日経過後) |
| ・5回目:7年相当(113日経過後) | ・6回目:8年相当(129日経過後) |
| ・7回目:9年相当(145日経過後) | ・8回目:10年相当(161日経過後) |
| ・9回目:11年相当(177日経過後) | ・10回目:12年相当(194日経過後) |
| ・11回目:13年相当(210日経過後) | ・12回目:14年相当(226日経過後) |
| ・13回目:15年相当(242日経過後) | ・14回目:20年相当(323日経過後) |
| ・15回目:25年相当(403日経過後) | |