

ポリアミド（ナイロン）選択の失敗を 手本とした材料選択の重要性

長岡技術科学大学 Otake Yoshito
大武 義人

特任教授
〒329-0101 栃木県下都賀郡野木町友沼5878-11
TEL/FAX 0280-57-3416 mobile 090-1793-1759

はじめに

高分子材料(ゴム・プラスチック)のポリマー別特徴を紹介した書籍は現在100冊以上あるが、そのほとんどは、製造方法、分子構造、特性、性能、用途などが詳細に記してあるだけで、材料の欠点は記していない。その理由として、著者が欠点を十分に把握していないのか、把握していたとしてもメーカーに遠慮しているのかは不明である。筆者の場合、そうした付度をしたことはなかった。

その結果、欠点さえ事前に把握していれば防げた単純な事故が日本を代表する一流企業でも山のようにある。どんなにきちんと成形された製品でも、適材適所ではなく、適用が誤っていれば事故やトラブルが発生する可能性が高まる。

本稿は20年以上、本誌に執筆してきた「材料トラブル」に関する記事の締めくくりとして、いかに適切な材料選択とその材料の欠点を把握することが重要かを記す。

ポリアミドの欠点に結びつく特徴

ポリアミドは、分子主鎖にアミド結合(—CONH—)を持つ。アミド結合(—CONH—)による分子間水素結合力が強いため、高い耐熱性と機械的強度を有しているが、ポリアミド66はアミド基が高いためほかのポリアミドより頑丈である。一方、アミド基は親水性が強い。一般に多用されているポリアミド66は、20℃の水浸漬下

において約7～9%も吸水する¹⁾。よく他書では、ナイロンは水分吸着率が高いので成形前には予備乾燥をする必要があると記してある。しかし、実際には十分な水分管理された状態下で密封包装され、メーカーより出荷されるため成形前の予備乾燥は不要であり、重要なことは、一袋、一袋、その場で使い切ってしまうことが肝要である。中途半端の状態を使い切らない場合は、教科書通りに予備乾燥が必要である。もし予備乾燥しない場合では、成形品にシルバーストリーク(Silver Streak：銀条)現象が生じ、また分子量の低下も生じ、成形品の脆弱化を招く。

ポリアミド製、浄水器、湯貯蔵タンクの 水道水中の残留塩素による吸着減少²⁾

水道水の品質は、近年、大阪や東京などの大都会ではオゾン水による消毒手法の適用により、驚くほど改善されてきている。しかし、本手法は大都会の一部に限られ、まだまだ塩素消毒が一般的である。水道水の残留塩素による高分子材料への劣化ダメージの影響は、本誌でもいくつか取り上げられてきている[2019年3月号(Vol.67, No.3)“水道水中に含まれる残留塩素によるゴム・プラスチックの劣化”、2019年1月号(Vol.67, No.1)“ゴム・プラスチック成形品の水劣化現象と対策”]。特に補強剤としてC・B(カーボンブラック)が多量に添加されてきたEPDM(エチレンプロピレンゴム)、NBR(ニトリルブタジエンゴム)は補強効果

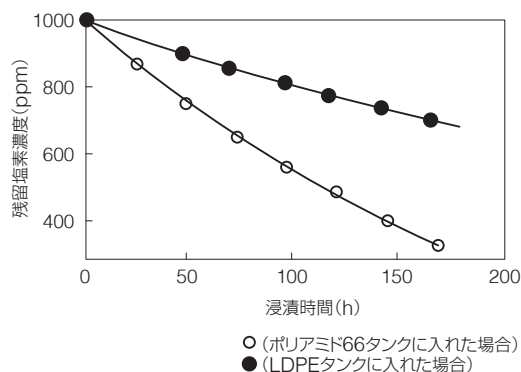


図1 水浸漬中にポリアミド片を入れた場合と入れない場合の残留塩素減少挙動

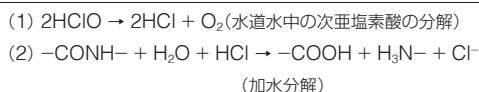


図3 ポリアミド66の水道水での加水分解反応(推定)

発現と同時に水吸着性を伴う。たとえば、その吸着率はMAFブラック14.0%、SRFブラック19.0% (両C・Bとも25℃水中での30日間の水吸着率)である。また、着色剤として、もしくは耐光性を高めるための3~5%添加していたLDPE(低密度ポリエチレン)製水道用配水管は、長期使用中に残留塩素をC・Bが選択的に吸着し、比較的劣化に強いLDPEに残留塩素劣化をもたらす。これらの現象は、いずれも使用されている高分子材料ではなく、添加剤を起因とする水吸着性が大きな要因となっている。

すなわち、ポリアミド製湯貯蔵タンクも浄水器もポリアミドの宿命である水吸着性を有しているため、長期使用中残留塩素も水と一緒に吸着濃縮し、ポリマーに大きなダメージを与えていたことになる。図1にポリアミド66製のタンクに入れた場合とLDPE製タンクに入れた場合の塩素の減少挙動を示したが、ポリアミド66の塩素吸着現象挙動はLDPEに比べ非常に大きく、いかにポリアミドは残留塩素系を多量に吸着しているかがよく理解できる。

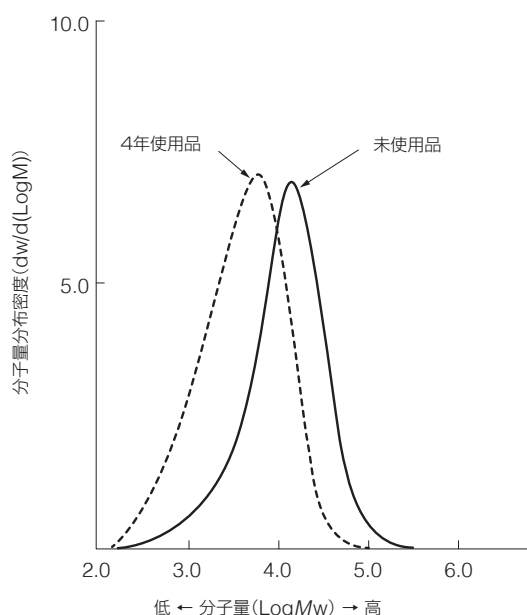


図2 40℃水道水×4年使用品と未使用品の分子量(M_n 、 M_w)比較

	数平均分子量(M_n)	重量平均分子量(M_w)	M_w/M_n
未使用品	1.14	2.74	2.40
4年使用品	0.30	0.75	2.60

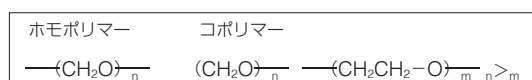


図4 POM(ポリアセタール)の分子構造

ポリアミドが残留塩素を吸着するとどうなる

前記したように、ポリアミド66はアミド結合が特に多いため、吸水率も高いことを理由に数あるポリアミド種でも加水分解がより短期間で生じやすい。特に酸性側では、その現象が著しく、解重合、すなわち低分子化を生じさせ、材料としての脆弱化を誘引する。図2に水道水を約40℃に保つ貯蔵タンク4年後の分子量分布が低分子にシフトする現象、図3にその加水分解反応式(推定)を示す。

以上のように、吸水性の高い高分子材料は、ど