

## エポキシ樹脂および硬化剤の化学構造と硬化反応の基礎

### Chemical Structure of an Epoxy Resin and a Hardener and Fundamental of Curing Reaction

久保内昌敏

#### 1. はじめに

エポキシ樹脂は、機械的な強度、接着強度、電気絶縁性、そして熱的、化学的な安定性が高く、多方面の目的に対して適用が可能であり大変魅力的な樹脂材料のひとつである。特に、熱的、化学的安定性と同時に、接着力が高い点で防食用途の塗膜として大変有効であり、さらに、熱硬化性樹脂としてその場で複雑な形状にも成形できることや硬化収縮が小さいことなども大きな特徴である。

エポキシ樹脂は、主剤と呼ばれるいわゆるエポキシ環を含んだ樹脂化合物（モノマー）と、硬化剤と呼ばれる化合物との開環付加反応もしくはエポキシ化合物が触媒として働く硬化剤によって自己重合することにより形成されるために、これらの組み合わせによって様々な性質のものを選ぶことが可能となる。

本稿では、エポキシ樹脂の化学構造とさまざまな硬化剤との反応を把握することで、硬化物の物性を理解するための基礎的な考え方を示す。なお、エポキシ主鎖を形成する硬化前の化合物も、架橋剤と反応してポリマーになったものも“エポキシ樹脂”と呼ぶため、必要に応じて“未硬化エポキシ樹脂”、“エポキシ樹脂硬化物”と区別する。

2012年4月23日受付  
KUBOUCHI Masatoshi

#### 2. エポキシ樹脂<sup>1), 2), 3)</sup>

まず、硬化する前、硬化反応中、そして硬化後のエポキシの特徴を示す。

##### 2.1 エポキシ樹脂とは

ISO 472では、“resin containing epoxy groups capable of crosslinking”と定義しており、架橋することのできるエポキシ基を有する樹脂”のことを未硬化エポキシ樹脂であると定義している。炭素原子2つと酸素原子1つで形成される3員環状エーテルを、エポキシ環あるいはオキシラン環と呼び、化合物中のこの構造をエポキシ基、そしてこれを有する化合物を一般にエポキシドあるいはオキシラン化合物という。ちなみに、エポキシ基を一つのみ有する化合物もちろん合成することができる。様々な化合物の原料として用いられる他、エポキシ樹脂に対しては反応性の希釈剤としても重要である。

最も単純なエポキシドであるエチレンオキシドは、同じ3員環状化合物シクロプロパンと同様に非常に歪んだ結合となり大きなひずみエネルギーを有するので、開環反応性が高い。さらに、幾何的に対称的なシクロプロパンに比べて、酸素側に電子が局在化するため、求核試薬が炭素を、逆に求電子試薬は酸素を攻撃しやすい状態にある。ただし、小員環化合物の中では塩基性（局在化の度合い）は小さく、適度な安定性を保っているのも特徴である。