

連続繊維補強用材料（その3．エポキシ樹脂）

炭素繊維・アラミド繊維に引き続き、今回はエポキシ樹脂について紹介します。

1. エポキシ樹脂

一般的には取材と硬化剤からなる2液型接着剤・塗料等、またその硬化物・硬化塗膜を指してエポキシ樹脂と呼ぶことが多いですが、厳密には2液の主剤側の主成分がエポキシ樹脂です。

エポキシ樹脂は1分子中に2個以上のエポキシ基（オキシラン環）と呼ばれる反応基を持つ化合物の総称です。単独で使用されることはなく、アミンや酸無水物等の活性水素を持つ化合物を硬化剤に使用することにより、化学反応で三次元網目状の硬化物となります。

エポキシ樹脂は、1938年にスイスの Pierre Castan により特許申請されました。1948年にチバ社がこの特許を買い取り、電気絶縁材料や接着剤として売り出し、その後チバ社、シェル社、ダウ社の三社間クロスライセンスが成立しました。日本には1951年に輸入され、1960年初め頃からは国内での生産が開始されました。2008年度の国内向け需要は129,233トンに達しています。

エポキシ樹脂のなかで最も代表的なものは、ビスフェノールAとエピクロルヒドリンから合成されるBPA（ビスフェノールA）型エポキシ樹脂であり、市場の約70%を占めています。その化学構造は以下の通りで、分子量によって液体タイプから固形タイプまでのものがあります。

2. 硬化剤

エポキシ樹脂と組み合わせられる硬化剤の種類は非常に多く、その選定によって硬化条件や硬化物の性能に大きな影響を及ぼします。大まかに分類するとアミン系 酸無水物 フェノールノボラック系 その他 となります。その中でも常温でエポキシ樹脂と反応することから、土木建築用途ではアミン系硬化剤が主流となっています。

アミン系を更に分類すると塗料用途に多用されているポリアミド系、床用やライニング材に適している脂肪族系、脂環族系、卓越した耐薬品性の芳香族系 となります。これらは通常そのままでも、機能を付与するために様々な化学的変性が行われて製品化されています。

3. エポキシ樹脂配合物（接着剤、塗料等の製品）の組成と特徴

エポキシ樹脂配合物は、下図に示すようにエポキシ樹脂と硬化剤の多岐にわたる樹脂成分の組み合わせと、それらに改質や作業性の向上を目的とした副資材成分を配合することにより、更にその性能が向上します。

エポキシ樹脂配合物の特徴として、金属・コンクリートへの強力な接着性 硬化中に放出される揮発分がなく、硬化時の体積収縮が少ない 機械的強度が高く、韌性に優れている 電気絶縁性に優れている 優れた耐薬品性、耐水性 などがあげられます。

4. エポキシ樹脂配合物の用途

エポキシ樹脂は種々の硬化剤を使用することにより不溶不融の硬化物となり、その卓越した特性を応用して、塗料、電気・電子、土木・建築、その他と様々な分野で使用されています。

国内エポキシ樹脂メーカー7社からなる「エポキシ樹脂工業会」の2008年度統計では塗料分野（40.8%）、電気・電子分野（36.8%）、土木・建築・その他分野（22.4%）となっています。

(1) 塗料

自動車の防食用電着塗料、家庭電化製品や事務用スチール家具等の水系または粉体塗料、ビールや清涼飲料の缶内面塗料、船舶塗料等があります。

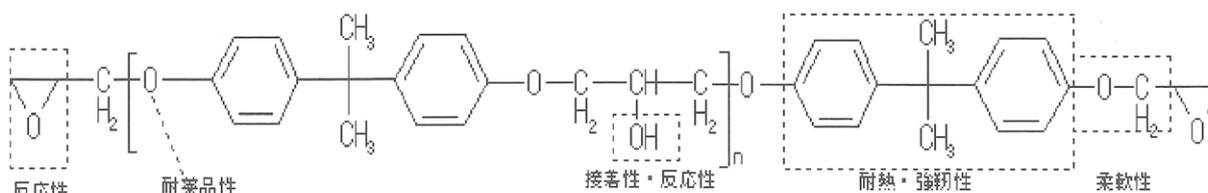
(2) 電気・電子

パソコン、携帯電話、プリンター、ゲーム機等の中に入っているプリント基板、その上に載っているメモリやCPUチップにも使用されています。また、優れた電気絶縁性を持つため重電用トランスの真空注型にも用いられています。

(3) 土木・建築・その他

プラント用の防食塗料はもちろん、上下水道のコンクリートライニング材、ひび割れ補修の注入材に使われています。補修・補強用としては炭素繊維・アラミド繊維の含浸接着剤として、また鋼板補強の注入接着剤として用いられています。

その他ではファイバーコンポジットの接着マトリックスとして、航空機・鉄道車両の部品、レジャー用品としてはテニスラケット、ゴルフクラブのシャフト、釣竿、スキー板等に使われています。



BPA 型エポキシ樹脂の化学構造と構成単位の機能

