

# 耐蝕材料としてのプラスチック

大阪大学工学部 庄野利之

## まえがき

化学工業用材料として要求される性質の主なものは、耐腐蝕、耐熱、機械的強度であると考えられ、これらの性質が同時に要求される場合には満足な材料に事欠くことが多い。

最近、金属材料、無機質材料と共にプラスチックが化学工業用材料として使用されることが多くなってきたので、特に耐蝕材料としてユニークな特性を示すプラスチックについて解説する。

耐蝕という意味には corrosion resistant erosion resistant の両方の意味が含まれているがここでは主として corrosion resistant すなわち耐腐蝕の問題についてのべることにする。

プラスチックを耐蝕材料として用いる場合、その使用形態は大別すると次の如くである。

- (1) 塗料として用いる場合
- (2) 不活性ファイラーと共にセメントとし又はライニング及び接着剤に用いる場合
- (3) プラスチック成型品として構造材料に用いる場合
- (4) 他の構造材料に含浸せしめて用いる場合

そこで耐蝕材料として使われ、また使いうるプラスチック類の代表的なものについて使用形態の如何にかかわらず常に問題となる価格、耐熱性、機械的強度、耐薬品性等の比較値を10点満点として表示し、プラスチック以外の材料と比較してみると第1表の如くなる。

第1表 プラスチック及び他の構造材料の価格 耐熱性、機械強度、耐薬品性等の比較値

プラスチック及びその他の構造材料	価格	比重	構造強度	耐摩蝕性	耐熱性	小計	耐溶剤性	耐塩性	耐アルカリ性	耐酸性	耐酸化性	小計	合計
ポリエチレン	7	9	3	10	1	30	5	10	10	10	7	42	72
クマロン・インデン	10	9	1	4	1	25	1	10	10	10	2	33	58
ポリスチレン	7	9	6	3	3	28	3	10	10	10	3	36	64
ポリメチルメタクリレート	4	8	6	7	3	28	4	10	7	9	3	33	61
硬質塩化ビニール	5	8	6	8	3	30	5	10	10	10	7	42	72
ポリビニルブチラール	3	9	4	7	3	26	3	8	6	6	1	24	50
サラン	5	7	7	7	4	30	5	10	7	10	6	38	68
テフロン	1	6	2	6	9	24	10	10	10	10	10	50	74
シリコン	1	7	3	7	9	27	3	5	4	3	1	16	43
ナイロン	3	8	10	7	6	34	7	10	7	3	1	28	62
天然ゴム	7	9	4	10	4	34	2	10	10	10	1	33	67
ブチルゴム	7	9	4	10	3	33	2	10	10	10	6	38	71
クロルスルホン化ポリエチレン	3	8	4	10	4	29	3	10	10	10	6	39	68
ネオプレン	6	8	4	10	5	33	3	9	10	9	1	32	65
強化ポリエステル	6	8	10	8	6	38	6	10	3	7	5	31	69
炭酸樹脂	8	7	5	6	8	34	9	10	3	10	3	35	69
エポキシ樹脂	6	7	5	7	6	31	6	10	7	9	1	33	64
フロン樹脂	8	7	5	6	8	34	10	10	10	10	1	41	75
Red wood	10	10	9	7	7	43	7	7	7	4	1	26	69
アルミニウム	7	5	9	6	10	37	10	8	1	2	3	24	61
鋼	9	1	10	6	10	36	10	2	5	1	2	20	56
不銹鋼 316	1	1	10	6	10	28	10	9	7	4	8	38	66
パイレックス硝子	7	6	5	1	10	29	10	10	2	9	10	41	70
セメント・アスベスト	8	6	4	6	9	33	9	8	5	2	1	25	58
耐酸レンガ	10	4	3	2	10	29	10	9	3	9	10	41	70
アスファルト	10	9	1	3	1	24	1	10	7	10	1	29	53
コールター	10	9	1	3	1	24	1	10	10	10	1	32	56

さて耐蝕材料として一番重要な耐蝕性は個々のプラスチックの分子量、構造等に支配されるからプラスチックを使用する場合には、この点を考慮しなければならない。例えば分子量についてみれば塗料として使用する

場合には分子量が大きくなると耐蝕性は一般に増すが、溶剤にとけにくくなる場合が多いとか、プラスチックの化学構造については、例えばフェノール樹脂は本質的にフェノール性のOH基をもっているために耐アルカリ性は極めて低いとか、ポリエステル類は加水分解を受

大阪市都島区東野田町9

生産と技術

けるために耐アルカリ性が低い等、プラスチックの分子構造と耐薬品性の間には極めて密接な関係がある。これらの点を考慮した場合、実用上耐蝕性プラスチックとして何が使われ、また使われるべきかを表示して

みると第2表の如くである。

この表の番号は次に列記するようなプラスチックを示したものである。(温度は華氏で示す)

第2表 実際の使用例

	塗料			ライニング			セメント			構 造 材 料					
	70°	140°	212°	70°	140°	212°	70°	140°	212°	廃気処理			パイプ類		
	70°	140°	212°	70°	140°	212°	70°	140°	212°	70°	140°	212°	70°	140°	212°
<b>製紙工業</b>															
(Kraft, Black, Green White, Sulfit)	15	16	16	3	3	3	8	8	8	4	4	18	4	4	1
塩素漂白	19	15	—	13	13	—	12	—	—	4	4	20	4	4	20
明礬	19	19	16	3	3	—	8	8	8	4	4	5	4	4	17
二酸化塩素(酸性)	15	15	—	13	13	13	12	12	12	4	4	5	4	4	20
”(アルカリ性)	15	15	—	13	13	13	12	12	12	4	4	20	4	4	20
<b>写真工業</b>															
一般	19	19	16	13	13	—	8	8	8	4	4	17	4	4	1
<b>肥料工業</b>															
一般	15	16	16	3	3	—	8	8	8	4	4	17	4	4	18
<b>製鉄工業</b>															
硫酸又は塩酸洗	19	19	11	3	3	3	8	8	8	4	4	17	4	4	1
混酸洗	19	—	—	13	13	—	9	9	10	4	4	20	4	20	20
<b>繊維工業</b>															
一般	14	14	11	3	3	—	8	8	8	4	4	17	4	4	1
パイロ漂白	19	15	—	13	13	—	12	—	—	4	4	20	4	4	20
<b>食品工業</b>															
一般	19	19	11	3	3	—	8	8	8	4	4	1	7	7	1
ビール、酪農	19	19	11	—	—	—	8	8	8	4	4	18	7	7	1
<b>鍍金工業</b>	19	19	11	13	13	—	8	8	8	4	4	18	4	4	1
<b>石油工業</b>	6	6	—	—	—	—	8	8	8	4	4	17	2	17	17
<b>皮革工業</b>	19	19	11	13	13	—	8	8	8	4	4	—	4	4	18
<b>石鹼工業</b>	15	11	11	—	—	—	8	8	8	4	4	18	4	18	18

① 不透過性グラファイト

構造材料として炭素またはグラファイト製品は耐酸化性が強く、高温に耐えるため古くから使用されてきたが非常に多孔性であるためにその用途が限られていた。

そこで約25%にも達する場合のあるこれらの有孔性を熱硬化性の合成樹脂を填し、グラファイト独特の熱の良導性及び耐薬品性を失うことなく不透過化することが行われた。

充填に使用する樹脂は主として石炭酸樹脂、フラン樹脂が用いられている。その性質を表示すると第2表の如くである。

第3表 不透過化グラファイトの性質

	炭素	グラファイト	不透過化炭素	不透過化グラファイト
密度 (lbs/ft <sup>3</sup> )	98	97	110	117
抗張力 (lbs/in <sup>2</sup> )	900	800	1800	2500
圧縮強度 (lbs/in <sup>2</sup> )	8000	45000	10000	9000
膨脹係数 (×10 <sup>-7</sup> /°F)	13	13	29	24
熱伝導度 (Btu/fr/ft <sup>2</sup> /°F/ft)	3.5	76	3	86

## ② セルローズ・アセテート ・ブチレート

セルローズ・アセテート・ブチレートは1932年 Clarke, Malm によつて始めて作られ、1938年に成型粉として工業的に供給されるようになった。セルローズ・アセテートよりは耐水性が低いが耐酸・耐アルカリ性を必要としない場合の石油工業用パイプに使われることが多い。

## ③ 加硫ゴム

耐蝕材料としてのゴムライニングの歴史は古いが、現在でも種々の合硫度のものがパイプ、チューブ、ライニングに使われている。

## ④ 硬質塩化ビニル

可塑剤を含まぬので、耐薬品性も大きく、抗張力5000~7000 lbs/in<sup>2</sup>、屈曲強度8500~11000 lbs/in<sup>2</sup>、硬度R-100、等機械的性質にもすぐれているので、構造材料用プラスチックとして重要である。

## ⑤ 強化不飽和ポリエステル

エチレングリコール、ポリエチレングリコール、アリルアルコールのような飽和、不飽和のアルコール類とフタル酸、コハク酸、フマール酸、マレイン酸、イタコン酸のような飽和、不飽和の酸とから作ったポリエステルをメタアクリル酸メチル、スチレン、ジアリルフタレート、等の重合性化合物で架橋して硬化されるもので硝子繊維を入れて強化したものは抗張力40000~46000 lbs/in<sup>2</sup>の如き、料めて機械的強度のすぐれたものが得られる。

## ⑥ サラン

ビニリデンクロライドまたはアクリロニトリルとの共重合物を一般にサランと称する。性質はポリ塩化ビニルに似ているが特に耐酸性がすぐれている。

## ⑦ スチレン・アクリルニトリル 共重合物+ニトリルゴム

## ⑧ フラン樹脂セメント

莫大な農産廃物を処理する米国ではフルフリルアルコールはポンドあたり20セント内外という安値な原料であるためにフルフリルアルコール樹脂（フラン樹脂）は現在使用されているプラスチック中最も安価なものの中に入れられる。フラン樹脂を使用する耐腐蝕性樹脂セメントは炭素、珪砂粉末のような無機充填剤とフルフルア

ルリコール初期縮合物及び酸触媒を混合することによつて得られる。性質は石炭酸系のものによく似ているが耐アルカリ性の面で特に石炭酸系のものよりもすぐれている。

## ⑨ 硫黄セメント

## ⑩ シリケートセメント

## ⑪ エポキシ樹脂

エポキシ樹脂は1945年スイスに於て工業生産が始められたもので、ビスフェノールAとエピクロルヒドリンとの反応生成物を使用する。フェノール性のOH基を含んでいないので常温での耐アルカリ性にすぐれ、また極めて良好な接着性をもっている。種々の物質に対する接着性を他のプラスチック類と比較してみると次の第4表の如くである。

第4表 プラスチック類の接着性

プラスチック類	価格	木材	金属	磁器	ゴム
珪素樹脂	5	6	7	7	8
ポリウレタン	2	10	10	9	10
天然ゴム	7	4	4	3	8
不飽和 ポリエステル	7	8	2	5	7
メラミン樹脂	6	10	2	2	2
石炭酸樹脂	7	8	2	6	7
エポキシ樹脂	4	10	8	8	8
フラン樹脂	6	7	1	8	7

(但し、1.2...Poor, 3.4...Fair, 5.6...Moderate, 7.8...Good, 9.10...Excellent)

## ⑫ ポリエステルセメント

## ⑬ 可塑化ポリ塩化ビニル

## ⑭ スチレン・ブタジエン共重合物

## ⑮ 塩化ゴム

塩化ゴムは弾性のない物質で天然ゴムを塩素化して作る。多くの有機溶剤に可溶性である。耐熱性は比較的低いがすぐれた耐酸・耐アルカリ性をもっており、その用途は主として塗料、接着剤方面である。

## ⑯ ネオプレン

ネオプレンは1931年米国に於て工業生産が始められ、W. Carothers の発見に基いてクロロプレンの水乳化重合によつて作られる。天然ゴムのメチル基が塩素に置き換つた構造をもっており、耐油性が大きい。

## ⑰ 石炭酸樹脂・アスベスト

⑱ フラン樹脂・アスベスト

⑲ 可塑化塩化ビニル・  
醋酸ビニル共重合物

⑳ 弗素樹脂

クロロトリフルオロエチレンの重合は、すでに1934年 Schloffer と Sherer によつて試みられたが、この重合物が工業生産に移されたのは第2次大戦中米国に於てであつた。また 1941年 Plunkett の偶然の発見によりテトラフルオロエチレンの重合物が得られ、現在ではこの

両者を弗素樹脂としてその強大な耐腐蝕性を利用してゐるが、接着性の悪いのと、価格の点で問題がある。

結 び

プラスチック工業そのものが非常に新しい工業であり、新しい種類のプラスチックの誕生もつぎつぎと行われている現在、まだプラスチックを耐蝕問題の解決のために応用することは新しい分野に属する仕事である。しかしプラスチック工業のこの分野の成長が速いほど、すべての工業がより進歩するであろうことは疑いない。

## 耐 蝕 性 セ メ ン ト

日本碍子KK技術部研究室 五十鈴光夫

### 1. 防 蝕 處 理

化学工業用の施設或は機器・装置類は、機械的強度以外に、更に耐蝕性をも要求せられることを常とする。即ち、化学工業にあつては、その製造諸工程において種々雑多な薬品を使用するため、他の工業において使用される構造材の多くは極めて容易に腐蝕を受け使用に耐えない。従つて、化学工業用の構造材は、在来の材料に防蝕処理を施して使用するか、或は耐蝕性のある材料を用いるかせねばならぬ。ここにいう防蝕処理とは、耐蝕性物質の皮膜を以て、目的とする機器・装置類の表面を覆つて腐蝕性物質が直接に接触することを防ぐ処理を指し、該処理により得られる被膜は、それ自体耐蝕性を有すると同時に、不透過性を有することが必要である。

通常行われる防蝕処理は、コーティングとライニングに大別され、コーティングとしては、塗料・耐蝕性セメント・セラミック等が、ライニングとしては、ゴム・プラスチック・ガラス・鉛及び陶磁器製煉瓦またはカーボン煉瓦によるライニングが知られている。これらの施工法及び材質は、その目的に応じて撰択され、また種々組合せて使用せられる。

物質の被蝕は、化学反応による場合（溶解、酸化又は燃焼、反応生成物の溶解・剝離・脆化）熱による場合（膨脹の部分的な差異に基く剝離、熔融）機械的外力による場合（崩壊・破損等の機械的損傷、摩耗）に大別せられるが、これ等が単独に起る場合は少く、数種の現象が同時に起つて腐蝕が進行する。殊に化学反応に基く腐蝕

は、他の現象の併起により著しく促進せられるため、腐蝕の原因は可成り複雑で、実情の把握は容易ではない。これを耐蝕材に限定して考えて見ると、材質・表面状態（微小凹凸・亀裂の有無、粒界）・荷重荷電の有無等により耐蝕性が左右せられる。ために、防蝕処理を行つた場合、防蝕被膜中の機械的・熱的歪・気泡・空隙等が重大な損傷の原因となることがしばしばある。これ等の欠陥の多くは施工法の不適切によりて発生するが、設計上に不備の点がある場合においても同様な欠陥を生ずるものである。従つて防蝕処理を行う場合には、使用目的に適合した材質を選定し、その長所を余す処なく發揮せしめかつ短所を補うに充分な設計を行い、かつ遺漏のない施工を行うことが必要である。防蝕処理においてはこれ等の三要件のいづれを欠いても失敗に帰するが、要件が充分満たされていても、使用方法を誤れば、防蝕効果を期待することは出来ない。即ち、現在用いられている防蝕材の殆ど全ては、適当に組合はされることにより、その欠点を補うように設計施工せられているため、使用方法を誤ると、その本来の欠陥が露呈せられ、腐蝕せられて破壊するに至る。一般に防蝕処理を施した機器・装置類にあつては、過負荷の使用は絶体に避ける可きであり使用温度もまた厳守される必要がある。

各種の防蝕処理の中で、古くより行われ、かつ現在なお広く行われている方法は煉瓦ライニングである。この方法は、コンクリートまたは鋼板等の上に直接に或はゴムライニング・アスファルトコーティングを施してのち煉瓦を耐蝕性セメントを用いてライニングを行うもので、他のライニング・コーティングに比し、機械的強度