電位差滴定法による水酸化マグネシウム難燃剤の表面状態の評価

松井 誠^a, 田里伊佐雄^b

^a 神島化学工業株式会社 (〒769-1103 香川県三豊郡詫間町大字香田 80 番地)

^b 岡山大学工学部 (〒700-8530 岡山市津島中 3-1-1)

Evaluation of Surface State of Magnesium Hydroxide as Flame Retarder by Potentiometric Titration Method

Seiji MATSUI^a and Isao TARI^b

^aKonoshima Chemical, Research Institute of Technology (Koda 80, Takuma-cho, Mitoyo-gun, Kagawa 769-1103, Japan)

^bFaculty of Engineering, Okayama University (3-1-1 Tsushima-naka, Okayama 700-8530, Japan)

Received July 1, 2002 ; Accepted September 3, 2002

Magnesium hydroxide powder for flame retarder of plastics must have hydrophobic property for providing good dispersion state during mixing the powder and plastics having hydrophobic property. In order to evaluate the character as a flame retarder of magnesium hydroxide powders treated with stearic acid and a silane coupling reagent, potentiometric titrations were done for dispersions consisting of the powder and aqueous solution of LiClO_4 and TritonX-100 as a wetting agent. The acid-base reaction was $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ which proceeded for the powder without the surface treatment reagents in the pH range between 10 and 10.5. The titration curves obtained for the powders with the reagents shifted to the pH region below 10 due to inhibition of the reaction by the reagents at the powder surface. The shifting degree was greater with increase in the amounts of the reagents at the surface. The powders yielding greater shifting, viz., serious reaction inhibition were found to be excellent flame retarder, which can be easily compounded with ethylene-ethylacrylate copolymer as a covering plastic for electric wire under lower torque of mixing machine to provide composites having better characteristics on elongation, tensile strength and electrical resistance per unit volume as the physical properties. The potentiometric titration method used was found to be very useful for evaluation of the magnesium hydroxide powder for flame retarder.

Key Words : Magnesium Hydroxide, Flame Retarder, Plastic, Surface Treatment, Potentiometric Titration

1 緒 言

プラスチックには燃えやすい性質のものが多く、用途によっては、このような性質に基づく火災事故の防止は重要問題である。従来、電線被覆用プラスチックの難燃化は、ポリ塩化ビニル系プラスチックを使用したり、ポリオレフィン系プラスチックへ有機ハロゲン化合物系難燃剤を添加することが主流であった。しかし、焼却時におけるダイオキシンの発生やリサイクルなどの環境問題が深刻になるにつれ、脱塩化ビニルの動きが活発となり、主にポリオレフィン系プラスチックが使われるようになり、難燃剤としては、ノンハロゲン難燃剤の検討が主流となっている。ノンハロゲン難燃剤としては主に水酸化マグネシウムが注目され、一部の電線被覆用途に使用されてきた。加えて、上記の環境問題の深刻化による影響で、最近では、建物・家電製品・自動車などの電線の被覆材のみならず壁紙や建材、家電製品のハウジング材にも、水酸化マグネシウムを使用する検討が進んでいる¹⁻⁶⁾。

水酸化マグネシウムは、脱水反応時の吸熱作用で難燃性を発揮するため、例えば、水酸化マグネシウム粉末重量をポリオレフィン系プラスチック重量で割って得られる重量比が1以上になるよう、水酸化マグネシウム粉末をポリオレフィン系プラスチックに充填しないと、十分な難燃性が得られない。

しかし、水酸化マグネシウム粒子表面は親水性なので疎水性プラスチックに大量に混練することは難しく、また無理に混練するとプラスチックの加工性、成形品外観、機械的物性、耐水性などの物性低下は避けられない⁷⁾。従って、脂肪酸やシランカップリング剤などで表面処理し、水酸化マグネシウム粉末の表面を疎水化することで、プラスチックへの分散性を向上させ、難燃性を賦与してもプラスチックの物性を低下させない試みが従来から行われてきた^{8,9)}。

前記した疎水化処理水酸化マグネシウム粉末を混練すると、プラスチックの物性が低下することは避けられないが、低下の程度が表面疎水化処理により大きく変わるという問題がある。この原因として、表面処理剤による被覆が不均一であり、粒子表面に注目すると水酸化マグネシウム自体が露出していることが考えられる。しかし、水酸化マグネシウム粉末の表面被覆状態を正確に評価する方法は知られていないのが現状である。本研究では、水酸化マグネシウム系難燃剤粉末の表面被覆状態を電位差滴定法で定量的に調べることを検討し、ポリオレフィン系プラスチックへの分散性や混練したプラスチックの耐水性評価に電位差滴定法を応用できる可能性を調べた。

2 実験方法

2.1 水酸化マグネシウム粉末の表面処理

水酸化マグネシウム粉末は、合成物で、Fig.1のSEM走査電子顕微鏡写真から分かるように、一次粒子が数ミクロンからサブミクロンで二次凝集度合いの低いもの（以後非凝集型粒子と表記）と、一次粒子はサブミクロン（0.1~0.5 μm ）と小さいが凝集しており、凝集体の平均粒子径が4.2 μm （以後凝集型粒子と表記）のものを使用した。

2.1.1 ステアリン酸での湿式および乾式表面処理

ステアリン酸の表面処理量を変化させるための湿式処理は、水酸化マグネシウム粉末の水懸濁液（水：1000 g，粉末200 g，粉末濃度3.4 mol dm^{-3} ，温度80℃）に対し、攪拌下でステアリン酸ナトリウム水溶液（濃度0.16 mol dm^{-3} ，温度80℃）を，ステアリン酸処理量が水酸化マグネシウム1.0 g（0.017 mol）に対して 5.6×10^{-6} ， 2.2×10^{-5} ， 9.7×10^{-5} ， 1.1×10^{-4} molとなるように，添加するステアリン酸ナトリウム水溶液の容量を変えてそれぞれ添加し，その後3時間攪拌してろ過し，100℃で24時間乾燥後，粉碎してそれぞれの試料を得た。ステアリン酸ナトリウムを用いて処理をしたが，この処理もステアリン酸処理と記すことにする。

乾式処理は，水酸化マグネシウム粉末1.0 gに対してステアリン酸が 1.0×10^{-4} molの割合になるよう配合し，ヘンシェルミキサー中に入れ，約100℃まで加温し，30分間高速攪拌して行った。

2.1.2 シランカップリング剤での湿式表面処理

水酸化マグネシウム粉末の水懸濁液（粉末濃度3.4 mol dm^{-3} ，温度約25℃）に，酢酸でpHを約3.0に調整した0.035 mol dm^{-3} 濃度の γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン（以後 γ -MPTMSと表記）を，水酸化マグネシウム粉末1.0 gに対して γ -MPTMSが 4.0×10^{-5} molとなるように添加した。添加後24時間懸濁液を攪拌してから固形分をろ過し，乾燥機中80℃で24時間乾燥した。その後，100，150，200，250℃で各々1時間熱処理し，粉碎して試料を得た。

2.2 粉末分析

未処理の水酸化マグネシウム粉末については，比表面積をBET法（日機装（株）製： β sorb Model 4200）で，平均粒子径を粒度分布計（日機装（株）製：MICROTRAC HRA Model 9320-X100）で測定し，粒子像を走査電子顕微鏡（日立製作所（株）製：S-2360N，以後SEMと表記）で観察した。

表面処理した水酸化マグネシウム粉末については，粉末1.0 g当りのステアリン酸および γ -MPTMSの表面処理量を mol g^{-1} で求めた。即ち，ステアリン酸の表面処理量は，試料の所定量をエタノールになじませ，6 mol dm^{-3} HClで水酸化マグネシウムを溶解させた後，エチルエーテルで遊離ステアリン酸分を抽出し，エーテル層を揮発させた有機残渣を秤量することにより求めた（エーテル抽出法）。結果をTable 1のAmount of coating欄に示した。また， γ -MPTMSの表面処理量は，試料の所定量を空気雰囲気600℃で焼成し，6 mol dm^{-3} HClに溶解させた後，誘導結合プラズマ分光法（セイコー電子工業（株）製：ICP-AES，SII SPS-1700 VR）でSi値を測定して， γ -MPTMS量に換算することにより求めた。

2.3 電位差滴定

未処理および表面処理水酸化マグネシウム粉末1.0 gを，分散剤として 1.5×10^{-3} mol dm^{-3} 濃度のトリトンX-100

（ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル，エチレンオキシドの重合度10）を含み，また，電解質として 9.4×10^{-3} mol dm^{-3} 濃度の過塩素酸リチウムを含む水溶液100 cm^3 中に添加し，デイスパーを用いて800 rpmで10分間分散処理して懸濁液を調製した。この懸濁液を25℃で窒素ガスをバブリングしながら，自動滴定装置（京都電子工業（株）製：AT-400）を用いて0.1 mol dm^{-3} HNO_3 水溶液を0.1 $\text{cm}^3 \text{ min}^{-1}$ （水酸化マグネシウム1 molに対して，水素イオンとして 6.0×10^{-4} mol min^{-1} ）の速度で滴下し，ガラス電極を用いて温度25℃での滴定溶液中のpHを測定することにより滴定曲線を得た。なお，この酸-塩基反応は，

であり，粉末表面の処理剤は，この反応を妨害する形で滴定曲線に反映されると考えている。

2.4 ポリオレフィンへの溶融混練試験およびプラスチック物性の測定

2.4.1 溶融混練試験

ポリオレフィンとしてエチルアクリレート含有量15 mass%のエチレン-エチルアクリレート共重合体（以後EEAと表記）を50 mass%，水酸化マグネシウム粉末を50 mass%で配合して混合した後に，東洋精機（株）製ラボプラストミルを用いて，150℃で5分間，回転数50 rpmで溶融混練して，混練の際の定常トルクを測定した。定常トルクは，EEAへの水酸化マグネシウム粉末の混合（分散）状態を反映し，トルクが大きいと分散が悪いと判断し，小さいと分散が良いと判断する。調製した混練物を液体窒素に浸して割り，破断面のSEM観察を行った。なお，EEAのメルトフローレートは0.8 g 10 min^{-1} であった。

2.4.2 引張試験

混練物を150℃でプレス成形して，厚み2 mmのシートを作成し，ダンベル状に打ち抜いたものを用いてJIS K 7113に準拠して引張試験を行った¹⁰⁾。

2.4.3 体積抵抗率および耐水性試験

難燃剤としての水酸化マグネシウム粉末を混練したプラスチックを電線被覆に用いる場合，特に耐水性の優れたものが求められることがある。このことに関して，優れた疎水化剤として知られている γ -MPTMSを用いて処理することがある。この処理を施した水酸化マグネシウム粉末を混練したプラスチックについて，体積抵抗率の水分による変化を測定して耐水試験を行った。初期の体積抵抗率は，JIS K6911に準拠して混練物を150℃でプレス成形し，厚み1 mm×縦130 mm×横130 mmのシートを作成し，温度30℃，相対湿度50%の雰囲気下で3時間放置してから固有抵抗測定電極（横河電機（株）製：ハイレジスタンスメーター）を用いて500 Vの電圧をかけ，1分間充電した後の体積抵抗値を測定し，体積抵抗率に換算した¹¹⁾。また，耐水性は，シートを80℃に加温した純水に96時間浸せきさせた後，シート表面の水分を除去する目的で40℃，8時間シートを乾燥し，前記と同様にして浸せき後の体積抵抗率を求めた。

3 実験結果および考察

3.1 水酸化マグネシウム粉末の特性

3.1.1 粒子性状

表面処理に使用した2種類の合成水酸化マグネシウム粉末のSEM写真をFig.1に示す。(1)は，SEM写真の一次粒子径と粒度分布計で測定した平均粒子径

Fig. 1 Magnesium hydroxide powders. (1): Poorly aggregated particles (Specific surface area by BET method: $5.4 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, mean particle size: 0.7 μm), (2): Highly aggregated particles (Specific surface area by BET method: $6.9 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, mean particle size: 4.2 μm). The particles were formed by aggregation of small particles with sizes of $0.1 \sim 0.5 \text{ μm}$.

がほぼ一致した（約 0.7 μm ）ので、凝集が殆ど無いと見なし、非凝集型粒子と記す。(2)は、SEM写真から $0.1 \sim 0.5 \text{ μm}$ の一次粒子が凝集しているのが観察され、二次粒子径の大きさと粒度分布計で測定した平均粒子径がほぼ一致した（約 4 μm ）ので、凝集型粒子と記す。BET法による比表面積は、(1)が $5.4 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ で、(2)が $6.9 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ であった。

3. 1. 2 ステアリン酸の表面被覆状態 非凝集型および凝集型水酸化マグネシウム粉末をステアリン酸で表面処理する際に、①処理量、②処理方法（湿式法および乾式法）を変化させた。得られた試料について表面ステアリン酸の量(E)を求めた。また、ステアリン酸を単分子層吸着と考え、比表面積とステアリン酸1分子当たりの吸着断面積から計算で求めた吸着量を理論値(X)とし、Xを式(2)を用いて計算で求めた¹²⁾。実験値と理論値の比を見掛け表面被覆率とし、これを $(E/X) \times 100 (\%)$ で求めた。結果をTable 1に示す。

$$X = Y / (N \times C) \quad (2)$$

Fig. 2 Potentiometric titration curves for $\text{Mg}(\text{OH})_2$ powder uncoated and coated by stearic acid. Powder: poorly aggregated particles ($\bullet$, $\triangle$, $\blacktriangle$, $\square$, $\blacksquare$), highly aggregated particles ($\diamond$), $\circ$: blank, $\bullet$: no coating. Coatings of samples (b), (c), (d) and (f) were done by wet process, while that of sample (e) was done by dry process. Amounts of stearic acid taken up by the powder were 5.6×10^{-6} ($\triangle$), 2.2×10^{-5} ($\blacktriangle$), 9.7×10^{-5} ($\square$), 1.0×10^{-4} ($\blacksquare$) and $1.1 \times 10^{-4} \text{ mol g}^{-1}$ ($\diamond$).

ここで、X: 粒子 1.0 g 当りに吸着するステアリン酸のモル数 (mol g^{-1})、Y: 粒子の BET 比表面積 ($\text{m}^2 \text{ g}^{-1}$)、C: ステアリン酸の吸着断面積 ($2.44 \times 10^{-19} \text{ m}^2 \text{ molecule}^{-1}$)¹³⁾、N: アボガドロ数 ($6.02 \times 10^{23} \text{ molecule mol}^{-1}$) である。

Fig. 2は、ステアリン酸で表面処理した水酸化マグネシウム試料の硝酸による電位差滴定曲線である。水酸化マグネシウム粉末には、非凝集型と凝集型を表面処理剤の処理量と処理方法を変えて処理したものを用いた。図中のブランクはブランク曲線を意味し、水酸化マグネシウム粉末が存在しない溶液での滴定曲線である。水酸化マグネシウムは弱アルカリ性であるため、水酸化マグネシウム粉末が存在する溶液の滴定曲線がブランク曲線に比べ、pHが高い方にシフトした。表面処理試料と未処理試料の滴定曲線の比較から、表面処理試料では、粒子表面のステアリン酸が滴下硝酸と水酸化マグ

Table 1 Coating of $\text{Mg}(\text{OH})_2$ by stearic acid and physical properties of EEA/ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ composites.

Composition: EEA 50 mass%, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 50 mass%									
Sample	Particles ¹⁾	Coating process	Amount of coating	Amount for formation of monolayer coating	Apparent ratio of coating	Physical properties of EEA/ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ composites			Solution pH after adding 0.5 cm^3 of $0.1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ HNO}_3$ as a titrant
			E [experimental] (mol g^{-1})	X [theoretical] (mol g^{-1})	(E/X) $\times$ 100 (%)	Compounding torque (kg m)	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	
(a)	P	—	0	3.7×10^{-5}	0	4.6	8.5	350	10.0
(b)	P	Wet	5.6×10^{-6}	3.7×10^{-5}	15	4.5	8.4	510	9.5
(c)	P	Wet	2.2×10^{-5}	3.7×10^{-5}	60	4.3	8.4	1100	7.9
(d)	P	Wet	9.7×10^{-5}	3.7×10^{-5}	264	3.6	9.0	1240	7.5
(e)	P	Dry	1.0×10^{-4}	3.7×10^{-5}	273	4.1	7.2	990	9.1
(f)	H	Wet	1.1×10^{-4}	4.7×10^{-5}	242	4.8	8.2	1060	9.6

1) P: poorly aggregated particles, H: highly aggregated particles.

ネシウムとの反応を妨げるので、硝酸滴下による pH 低下の程度が大きい。Table 1 のデータと併せて考察すると、①表面処理量を多くするにつれ（試料 (a)～(d)）、硝酸滴下による pH 低下の程度が次第に大きくなる。これは、ステアリン酸で被覆される割合が多くなると、剥き出しの水酸化マグネシウムの表面が少なくなり、剥き出し表面を介しての酸-塩基中和反応が進みにくくなったためである。②処理剤量が充分足りている（ $(E/X) \times 100 \approx 250\%$ ）ようにした湿式法と乾式法調製の試料（試料 (d) と (e)）では、どちらも pH 低下の程度が大きいと期待されたが、予想に反して乾式法調製試料で pH 低下の程度が小さかった。これは、ステアリン酸が不均一な表面被覆状態であったことを示している。③非凝集型粒子と凝集型粒子（試料 (d) と (f)）では、 $(E/X) \times 100 \approx 250\%$ ではあるが、凝集型粒子からなる試料で pH 低下の程度は小さい。これは、ステアリン酸ナトリウム水溶液を用いる表面処理時にステアリン酸イオンが粒子凝集体の内側まで入り込めず、内側粒子の被覆ができなかったこと、および滴定時にはステアリン酸イオンに比べ滴下硝酸から生成する水素イオンの大きさが小さいため^{14,15)}、粒子凝集体内部まで入れることを示している。

3.2 電位差滴定評価とプラスチック物性との関係

3.2.1 混練トルク、引張強度および伸びとの関係

3.1.2 で電位差滴定評価したステアリン酸表面処理試料をエチレン-エチルアクリレート共重合体 (EEA) に溶融混練

Fig. 3 SEM micrographs of mechanically fractured surfaces of EEA/Mg(OH)₂ composites. The powders of Sample (a), (b) and (d) were poorly aggregated particles, while that of Sample (d) was highly aggregated particles. The amount of stearic acid taken up by the powders were zero (Sample (a)), $5.6 \times 10^{-6} \text{ mol g}^{-1}$ (Sample (b)), $9.7 \times 10^{-5} \text{ mol g}^{-1}$ (Sample (d)) and $1.1 \times 10^{-4} \text{ mol g}^{-1}$ (Sample (f)).

Fig. 4 Influence of heat treatment temperature on potentiometric titration curves of poorly aggregated Mg(OH)₂ powder coated with γ -MPTMS. ○: (A) no coating. Heat treatment temperature, ●: (B) 100°C, △: (C) 150°C, ▲: (D) 200°C, □: (E) 250°C.

し、得られたものの物性（混練トルク、引張強度、伸び）を Table 1 に示した。これらの物性と電位差滴定結果を関係付ける簡単な方法を見出す目的で、Fig. 1 の滴定曲線で $0.1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ HNO}_3$ を 0.5 cm^3 滴下した時の pH 値も Table 1 に示した。水酸化マグネシウムを配合した EEA 物性は、pH 値に大きく依存した。即ち、 $0.1 \text{ mol dm}^{-3} \text{ HNO}_3$ を 0.5 cm^3 滴下した時の pH 値が低いほど（ステアリン酸による有効な表面被覆の程度が大きいほど）、混練トルクが低下して引張強度や伸び特性が向上した。これは、水酸化マグネシウム粒子のステアリン酸による被覆率が高くなると、プラスチックとの親和性（分散性）が向上するためであると考えられる。

3.2.2 表面処理方法とプラスチック破断面に見られる分散性との関係

水酸化マグネシウム試料の EEA 中への分散性を確認するため、試料 (a)～(f) を EEA に配合したものの破断面を SEM 観察した。その中から試料 (a), (b), (d), (f) の写真を Fig. 3 に示す。試料 (a)（未処理）は、粒子と EEA との馴染みが悪いので粒子の凝集体が見られ、破断面に数 $10 \mu\text{m}$ の凝集体が観測された。表面処理した試料 (b), (d) の混練物は、外観は良くなったが、試料 (b), (d) のように比較的 surface 処理量に差がある場合でも（表面処理量 5.6×10^{-6} , $9.7 \times 10^{-5} \text{ mol}$ ）、破断面上で観察された粒子の分散性に大きな差は見られず、SEM 観察では分散性の評価は困難であった。なお、写真を示さなかった試料 (c), (e) の破断面は、試料 (b), (d) のものと類似していた。試料 (f) の破断面から凝集型粒子の大きな粒子が存在した形跡が認められ、また、粒子とプラスチックとの親和性が悪いことも判った。

3.2.3 γ -MPTMS による表面処理の効果

Fig. 4 は、 γ -MPTMS で表面処理後、熱処理温度を変えた試料で得られた電位差滴定曲線である。未処理（試料 (A)）に比べ、 γ -MPTMS で表面処理した試料（試料 (B)～(E)）は、3.1.2 と同様、硝酸滴下による pH 低下の程度が大きい。また、試料 (B)～(E) は、 γ -MPTMS の表面処理量がほぼ同じであるが（約 $3.5 \times 10^{-5} \text{ mol g}^{-1}$ ）、熱処理温度が高くなるほど、硝酸滴下による pH 低下の程度はさらに著しくなった。これは熱処理により、水酸化マグネシウム表面と γ -MPTMS との間で Mg-O-Si 結合が形成され、硝酸に対する反応性が低下したためと考えられる。

Table 2 Relation between volume resistivity of EEA/ γ -MPTMS-coated and heated $\text{Mg}(\text{OH})_2$ composites and pH.

Composition: EEA (plastic) 50 mass%, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 50 mass%					
Sample	Heat treatment temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Amount of γ -MPTMS [experimental] (mol g^{-1})	Volume resistivity ($\Omega \text{ cm}$)		Solution pH after adding 0.5 cm^3 of 0.1 mol dm^{-3} HNO_3 as a titrant
			Before soaking	After soaking in water	
(A)	—	0	1.1×10^{14}	—	10.0
(B)	100	3.3×10^{-5}	2.3×10^{14}	1.5×10^{13}	9.3
(C)	150	3.2×10^{-5}	2.5×10^{14}	1.7×10^{13}	9.1
(D)	200	3.7×10^{-5}	3.6×10^{14}	2.3×10^{13}	8.6
(E)	250	3.3×10^{-5}	4.7×10^{14}	4.7×10^{13}	8.5

電位差滴定で評価した上記試料を EEA に溶融混練して得た混練物について、耐水試験結果と体積抵抗率の水分による変化、電位差滴定データとの関係を簡単に調べる方法として、 0.1 mol dm^{-3} 硝酸を 0.5 cm^3 滴下した時の pH 値との関係を調べた (Table 2)。体積抵抗率の低下は Mg^{2+} などのイオン性物質に起因するので、 Mg-O-Si 結合形成反応の進行により、水分による粒子表面からの Mg^{2+} の溶出が低減させられると考えられる。この考えに基づくと、所定量の硝酸滴下後の溶液 pH が低くなる水酸化マグネシウム粉末を混練したプラスチックで体積抵抗率が低下しにくくなったと考えられる。

4 結 言

疎水化処理剤で表面処理した水酸化マグネシウム粉末の被覆状態を電位差滴定法で調べ、また、ポリオレフィン系プラスチックへ混練した場合のプラスチック物性との関係を調べた結果、以下の事が判った。

- (1) ステアリン酸処理の場合、表面処理量の増加に伴って電位差滴定での硝酸滴下による pH 低下の程度が大きく、有効な表面被覆の程度を滴定で判定できることが判った。
- (2) ステアリン酸処理を湿式法から乾式法にしたり、水酸化マグネシウム粉末を凝集度の高いものに変えたりすると、滴定曲線での pH 低下の程度は減少し、有効な表面被覆ができないことが判明した。
- (3) シランカップリング剤 (γ -MPTMS) 処理の場合、湿式処理物を熱処理したところ温度が高いもの程、硝酸滴下による pH 低下の程度は大きく、有効な表面被覆ができた。

- (4) 水酸化マグネシウム粉末を配合したプラスチック物性 (混練トルク、引張強度、伸び特性や体積抵抗率) は、電位差滴定で調べられる処理剤の表面被覆の程度に大いに依存した。従って、水酸化マグネシウム粉末を配合したプラスチック物性の評価 (分散性や耐水性など) に、電位差滴定法が適用できる。

文 献

- 1) 安田武夫, プラスチックス, 50, 18 (1999).
- 2) 相馬 勲, 機能性フィラーの開発技術, CMC, p.221 (2000).
- 3) 英 一太, プラスチックの難燃化, 日刊工業新聞社, p.101 (1978).
- 4) 西沢 仁, ポリマーの難燃化, 大成社, p.17 (1987).
- 5) 西沢 仁, JETI, 47,109 (1999).
- 6) 西沢 仁, Polyfile, 4, 52 (1996).
- 7) フィラーハンドブック, 大成社, 日本ゴム協会ゴム工業技術員会-第11分科白色充てん剤特別委員会編, p.156 (1985).
- 8) フィラー活用事典, 大成社, フィラー研究会編, p.264 (1994).
- 9) カップリング剤最適利用技術, STRL, 科学技術総合研究所, p.286 (1988).
- 10) JIS ハンドブック 11-1, プラスチック試験編, 日本規格協会, p.308 (1998).
- 11) JIS ハンドブック 11-1, プラスチック試験編, 日本規格協会, p.219 (1998).
- 12) 宮田茂男, 特開昭 52-30262.
- 13) 稲葉恵一, 平野二郎, 脂肪酸化学, 幸書房, 第2版, p.58 (1981).
- 14) 稲葉恵一, 平野二郎, 脂肪酸化学, 幸書房, 第2版, p.49 (1981).
- 15) 朽津耕三, 化学便覧-基礎編 II, 丸善株式会社, 改定2版, p.1407 (1975).