

## 수산화마그네슘의 침강속도에 미치는 반응조건의 영향

한승기·이문득

서울대학교 공과대학 공업화학과  
(1987년 2월 23일 접수, 1987년 8월 27일 채택)

## An Effect of Reaction Conditions on the Rate of Sedimentation of Magnesium Hydroxide

Seung Kee Han and Moon Deuk Lee

Department of Chemical Technology, College of Engineering, Seoul National University, Seoul 151, Korea  
(Received 23 February 1987; accepted 27 August 1987)

### 요 약

백운석과 인공간수를 사용하여  $Mg(OH)_2$ 의 제조시 반응조건이 생성물의 침강속도에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

백운석의 하소온도는 침강성과 무관하지만 반응비율이 변함에 따라 생성되는  $Mg(OH)_2$ 의 침강성은 변한다. 이는 반응용액중에 존재하는 silica가  $Mg(OH)_2$  입자표면에 흡착되어 표면전하를 변화시키기 때문이라고 생각된다.

반응온도는  $Mg(OH)_2$ 의 침강성에 크게 영향을 미치며, 이는 반응온도에 따라  $Mg(OH)_2$ 의 결정상태가 변하기 때문으로 믿어진다.

Dolime slurry의 첨가속도를 느리게 함으로써  $Mg(OH)_2$ 의 침강성을 증가시킬 수 있었다.

생성되는  $Mg(OH)_2$  입자표면에 흡착되는 silica의 양과 침강속도 사이에는 다음과 같은 직선관계가 성립함을 알았다.

$$y = -0.008 + 0.468x$$

**Abstract**—The rate of sedimentation of magnesium hydroxide precipitated with dolime and artificial sea water, was investigated under various reaction conditions, i.e. calcination temperature of dolomite, stoichiometric ratio of the reactants, reaction temperature and addition mode of dolime. The effect of silica adsorbed on magnesium hydroxide on the sedimentation of magnesium hydroxide was investigated also.

There was little effect of calcination temperature on the sedimentation and calcium content of magnesium hydroxide.

There was little effect of the stoichiometric ratio on the calcium content of the precipitates when the ratio was less than 1. But the sedimentation rate increased as the ratio changed from 0.76 to 0.84, and the rate decreased as the ratio increased further.

Reaction temperature did not affect the calcium content, but affected the sedimentation rate greatly by modifying the crystal morphologies of the precipitates. And the sedimentation could be enhanced by adding dolime slurry slowly into the sea water.

The relationship between the sedimentation rate and the amount of silica adsorbed on magnesium hydroxide was found to follow the equation  $y = -0.008 + 0.468x$ .

## 1. 서 론

해수와 알칼리를 반응시켜 얻어지는  $Mg(OH)_2$ 는 응집이 어려운 콜로이드상태로 여과 및 세척이 어려울 뿐 아니라 반응용액중에 존재하는 불순물들을 흡착 혹은 공침하는 특성을 가지고 있다. 이중 주된 불순물인 칼슘은 ① 해수중에 존재하는 100 ppm 정도의  $CO_2$ 와 2.6 g/l 정도의  $SO_4^{2-}$ 이온이 용액중의  $Ca^{2+}$ 이온과 반응하여  $CaCO_3$ ,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 의 형태로 혼입되거나 ② 미반응의  $Ca(OH)_2$  및 용액중의  $Ca^{2+}$ 이온이 대기중의  $CO_2$ 와 반응해  $CaCO_3$ 로 혼입되는 과정으로 대분된다. 이중 ①의 과정은 해수의 전처리에 의해 방지할 수 있으므로, 대부분의 연구 및 특허는 대기와의 접촉시간을 단축시켜  $CaCO_3$ 의 혼입을 방지하는 동시에 침강조의 용량을 증가시키기 위하여,  $Mg(OH)_2$ 의 침강속도를 증가시키는 방법에 대해 발표되고 있다.

해수로부터  $Mg^{2+}$ 을 회수하는 방법은 1932년 Chesny[1]가 소석회와 간수를 반응시켜  $Mg(OH)_2$ 를 제조함에 있어, 침전물의 침강속도는 핵 생성속도와 결정성장속도에 의해 결정되며, 결정성장속도를 증가시킴으로써 침강속도를 증가시킬 수 있음을 밝힌 이후 1936년경 British Periclase사(영국)에서 최초로 생산되었고, 1940년 Kaiser Chem. Corp(미국), 1949년 UBE화학(일본)에 의해 제조되었으며, 우리나라에서는 1963년 삼화화학에서 생산하기 시작하였다[2, 3].

Nagai 등[4]은  $MgO$ 의 각종 제법을 비교 설명하고, lime을 알칼리원으로 사용하였을 경우 반응시간 및 침강시간이 칼슘의 함량에 미치는 영향을 설명하였고, 日根 등[5, 6]은 염수정제 공정에 있어 부생되는  $Mg(OH)_2$ 의 침강성은 사용한 알칼리원의 종류에 따라 변한다고 보고하였다. 中富[7, 8, 9]는 해수 및 석회유중에 존재하는  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ 이온에 의한 칼슘의 혼입정도와 침강조제로서 전분, 비스코스, 카세인 등을 가하여 이들이 생성물의 침강에 미치는 영향을 조사하였다. Saito와 Tagai[10, 11, 12]는  $Mg(OH)_2$ 의 제조조건을 변화시켜 실험한 결과 결정입자가 큰  $Mg(OH)_2$ 를 얻기 위한 조건으로 반응온도 50°C 이상, pH 10.5~11.8 등의 최적조건을 보고하였으며, Bark[13, 14, 15]는 백운석과 고즙을 사용한  $Mg(OH)_2$ 의 제조실험을 통해 하소온도 1300~1350°C, 고즙의 농도 27°Be(25°C), 백운석의 크기 -60/+100 mesh 등의 최적조건을 제시하였다. 또한 Lee[16]는 해수의 회석정도가 칼슘의 함량 및 침강속도에 크게 영향을 미치며

칼슘의 함량과 침강속도는 반비례 관계를 가지고 있음을 보고하였다. Petric 등[17, 18]은 백운석과 해수의 반응에 있어 반응비율 및 첨가된 응집제(polyacryl amide)의 양에 따른 침강속도를 검토하였으며 El-Rafei와 Naga[19]는 가용성 전분을 침강제로 사용하여  $Mg(OH)_2$ 의 침강속도를 증가시켰다.

이상과 같이  $Mg(OH)_2$ 의 침강속도를 증가시킴으로써 칼슘의 혼입을 방지하는 방법 이외에도 해수를 2단계로 반응시키는 방법[20], dolime의 수화온도를 조절하는 방법[21], 공침된  $Ca(OH)_2$ 를 최종농축조에서  $MgCl_2$  용액으로 세척하는 방법[22], 제조된  $Mg(OH)_2$ 를 경소, 수화시켜 칼슘을 제거한 후 재차 소결시키는 2단계 소결법[23] 등 여러 연구와 특허가 있다.

본 실험에서는 고순도 해수  $MgO$  clinker의 제조를 위한 제 1단계로 주된 불순물인 칼슘의 혼입을 방지하기 위하여, 침전물의 침강속도에 미치는 반응조건의 영향에 대하여 검토하였다.

## 2. 실험 및 방법

### 2-1. 백운석

인천 주안에 소재하는 진흥요업(주)로부터 제공받은 괴상의 백운석을 분쇄하여 -4/+12 mesh 크기의 시료를 분취한 후 전기로에서 소정의 온도에서 2시간 하소시켜 기밀한 병에 보관하였다. 이 백운석의 화학조성은 일본공업규격(JISR2121-1985)에 의해 분석하여 Table 1에 나타내었다.

### 2-2. 염화마그네슘 용액의 제조

탈탄산시킨 해수의 대용품으로서 시약용 염화마그네슘과 염화나트륨 혼합용액( $MgCl_2$ : 4.98 g/l,  $NaCl$  26.38 g/l)을 만들어 사용하였다.

### 2-3. 실험방법

생성되는  $Mg(OH)_2$ 의 침강성에 미치는 제반인자들의 영향을 검토하기 위해 500 ml의 인공해수와 5%

Table 1. Chemical compositions of dolomite.  
(unit: wt%)

	Ig. loss	MgO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
sample	47.20	21.86	30.13	0.30	0.18	0.20
theoretical	47.75	21.87	30.38	—	—	—

dolime slurry를 사용하여 반응조건, 즉 백운석의 하소온도, 반응온도, 반응비율(첨가된 dolime slurry중의  $\text{Ca}^{2+}$ 의 양과 인공해수중에 존재하는  $\text{Mg}^{2+}$ 의 몰비 '이하  $[\text{Ca}]/[\text{Mg}]$ 로 표기') 및 반응물질인 dolime slurry의 첨가속도 등을 변화시켜 가며 실험을 행하였으며, 반응시간은 1시간, 교반속도는 300 rpm으로 고정하였다.

백운석의 하소온도는 1000°C, 1100°C, 1200°C, 1300°C로 하였고, 반응비율은 0.76에서 1.20까지 5단계로, 반응온도는 25°C부터 81°C까지 6단계로 변화시켰다. Dolime의 첨가는 분말상태 및 5% dolime slurry 50 ml를  $[\text{Ca}]/[\text{Mg}]$ 의 비가 1이 되도록 하여 1회에 투입한 경우와 dolime slurry 50 ml를 5회로 나누어 1회 투입간격을 1분, 2분, 3분 및 4분으로 변화시켜 총반응시간이 1시간이 되도록 하였다.

얻어진 침전물은 140 mesh체를 통과시켜 미반응 물질을 제거한 후 메스실린더에 넣어 침강이 시작된 후의 침전물의 높이(H)를 초기의 높이( $H_0$ )에 대한 백분율('이하  $H/H_0$ 로 표시')으로써 경과시간에 대한 침강곡선을 구하였다. 또한 생성물을 원심분리기를 사용해 모액과 분리시킨 후 재차 증류수에 현탁시키고, 이를 원심분리기로 분리시키는 조작을 2회 행하여 100°C에서 건조하여 보관하였다. 건조된 생성물을 900°C에서 2시간 열분해시킨 후 산에 녹여 ICP(Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer: Shimadzu ICPQ-1000)을 사용하여 Ca, Al, Fe, Si를 정량하였으며, 그 나머지를 Mg으로 계산하여 화학조성을 구하였다.

$\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 입자표면에 흡착되는 silica가 침강에 미치는 영향을 검토하기 위하여  $[\text{Ca}]/[\text{Mg}]$ 의 비율 0.8로 하여 제조한  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 를 여과, 세척한 후 재분산시켜 16.1 m mole/l의  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  현탁액을 제조하고, 현탁액 200 ml에 silica가 0~15 ppm이 되도록 1000 ppm silica 용액 일정량을 가해 30분간 교반하여 침강시켰으며, 여액중의 silica를 정량하여 투입된 양과의 차이를 흡착량으로 하여, 흡착량과 침강속도의 관계를 구하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3-1. 백운석의 하소온도가 침강에 미치는 영향

백운석의 하소온도를 변화시켜 얻은 dolime slurry를 사용하여  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 를 제조한 결과 Fig. 1과 같은 침강곡선을 얻었으며, 그 분석결과를 Table 2에 나타

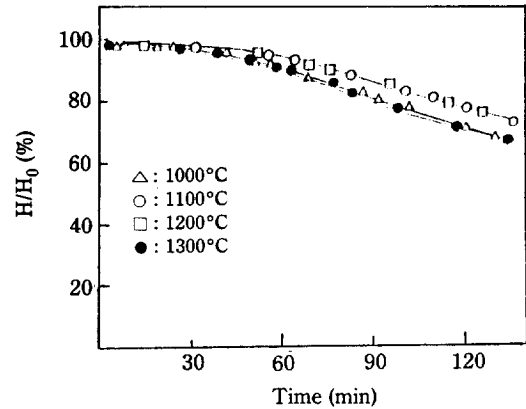


Fig. 1. The effect of calcination temperature of dolomite on the sedimentation of  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .  
Reaction time: 1hr,  $[\text{Ca}]/[\text{Mg}] = 1.0$   
Reaction temperature: 25°C

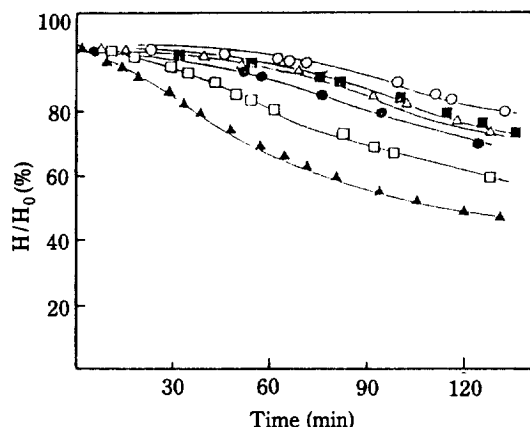
Table 2. Chemical compositions of  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  precipitated using dolomite calcined at various temperature.

(unit: wt%)					
Temp (°C)	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO
1000	0.69	0.46	0.13	0.21	98.51
1100	0.66	0.32	0.09	0.23	98.68
1200	0.52	0.39	0.12	0.24	98.73
1300	0.63	0.42	0.11	0.21	98.63

내었다. 이로부터 dolime을 slurry상태로 반응시킬 경우 백운석의 하소온도는 생성되는  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 침강성 및 순도에 무관하다는 사실을 알 수 있다. 이는 분말상태의 dolime을 사용하였을 경우, 하소온도가 높을수록 침강성이 증가한다는 Bark의 실험결과[14, 15]와 상반된다. 이러한 현상은 분말상태의 dolime을 사용할 경우 Chesny[1]가 설명한 바와 같이 dolime중의 CaO 표면이 수화에 의해 생성되는  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 에 의해 피복되어 입자내부의 CaO가 수화되는 것을 지연시킴으로써 용액중의  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  농도를 조절하며, 이러한 수화반응은 하소온도가 높을수록 느리게 진행되어 생성되는  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 결정성장속도를 증가시키는 데 반해 slurry 상태로 반응시킬 경우 이러한 물속단계가 존재하지 않기 때문에 백운석의 하소온도가 침강에 영향을 미치지 못하는 것으로 생각된다.

#### 3-2. 반응물질의 비가 침강에 미치는 영향

반응비율이 생성되는  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 순도 및 침강에

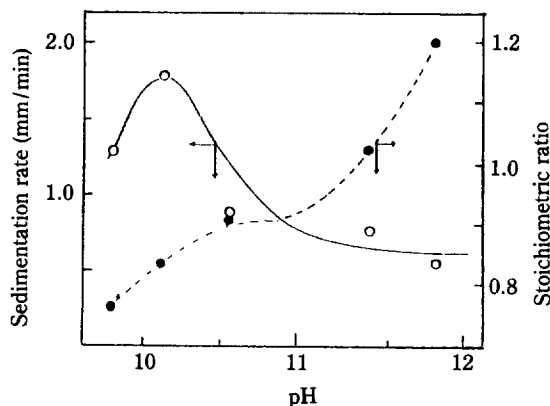


**Fig. 2. The effect of stoichiometric ratio ([Ca]/[Mg]) on the sedimentation of  $Mg(OH)_2$ .**  
 Reaction temperature: 25°C  
 Reaction time: 1hr  
 □: 0.76, ▲: 0.84, ●: 0.88  
 △: 0.92, ■: 1.00, ○: 1.20

미치는 영향을 검토하기 위해  $[Ca]/[Mg]$ 의 비를 변화시켜 가며 실험한 결과를 Fig. 2 및 Table 3에 나타내었다.  $[Ca]/[Mg]$ 의 값이 1보다 작은 경우에는 생성물의 순도는 변하지 않으나  $[Ca]/[Mg]$ 의 값이 1 이상이 되면 CaO의 양이 증가함을 알 수 있다. 이는  $[Ca]/[Mg]$ 가 1 이상이 되면 미반응의 칼슘이  $Ca(OH)_2$  혹은  $CaCO_3$  형태로 침전되며, 반대로 1보다 작은 경우에는 Petric 등[18, 19]이 설명한 바와 같이 Paneth, Fajan, Hahn 등의 흡착법칙으로 설명이 가능하다. 이 법칙에 의하면 침전물의 이온격자에 있어, 격자이온과 반대전하를 띠고 있는 이온중 가장 난용성 물질을 형성하는 이온이 침전물에 우선적으로 흡착한다. 그러므로  $Mg(OH)_2$ 가  $Ca(OH)_2$ 보다 난용성 물질이며,  $[Ca]/[Mg]$ 가 1보다 작을 경우에는 용액중에  $Mg^{2+}$ 이온이 존재하기 때문에  $Mg^{2+}$ 이온이 우선적으로 침전물에 흡착되므로, 생성물중의 칼슘의 함량이 매우

**Table 3. Chemical compositions of  $Mg(OH)_2$  precipitated by various stoichiometric ratio.**  
 (unit: wt%)

Ratio ([Ca]/[Mg])	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO
0.76	0.10	0.42	0.09	0.18	99.20
0.84	0.12	0.46	0.10	0.18	99.14
0.88	0.10	0.35	0.09	0.22	99.24
1.0	0.75	0.45	0.15	0.22	98.43
1.20	1.4	0.48	0.19	0.28	97.65



**Fig. 3. Relationships between sedimentation rate, pH and stoichiometric ratio.**  
 Reaction temperature: 25°C  
 Reaction time: 1hr

적다. 또한 침전물의 침강성은  $[Ca]/[Mg]$ 가 0.76에서 0.84로 증가함에 따라 침강속도는 증가하나, 비율이 계속 증가함에 따라 침강성은 현저히 저하됨을 알 수 있다. 이러한 현상은 콜로이드상태의  $Mg(OH)_2$ 는 표면에 전하를 띠고 있으며[21], 각 입자간에 작용하는 정전기적 척력에 의해 침전물의 응집이 방해받기 때문에, 표면전하가 클수록 침강성은 저하된다. 그러므로 이러한 입자의 표면전하가 최소가 되는 조건에서 침강은 가장 빠를 것이 예상된다. Fig. 3은 침강초기의 직선부분의 기울기로 부터 얻은 침강속도와 반응용액의 pH 및 반응비율의 관계를 나타낸 것으로 pH가 10부근 일 때(즉 반응비율이 0.84일 때) 침강속도가 가장 큼을 알 수 있다. 따라서 pH가 10부근에서  $Mg(OH)_2$  입자의 표면전하가 최소가 될 것으로 생각된다. 또한 Philips 등[25]에 의하면  $Mg(OH)_2$ 의 등전위점(isoelectric point)은 pH가 12부근이며, 그 보다 낮은 pH에서는 입자가 양전하를 띠고 있으며, Stumm과 Morgan[26]은 고체표면에 음이온이 선택적으로 흡착(specific adsorption)할 경우 등전위점은 pH가 낮은 쪽으로 이동한다는 사실을 밝혔다. 이러한 사실로부터 pH가 10부근에서  $Mg(OH)_2$ 의 표면전하가 최소가 되는 현상은  $Mg(OH)_2$  입자 표면에 음이온이 선택 흡착하기 때문이라고 추정할 수 있다. 이를 확인하기 위해 제조된  $Mg(OH)_2$ 를 XPS(X-ray photoelectron spectroscopy)를 사용하여 원소분석한 결과 Fig. 4와 같이 Si의 경우 Si 2p electron의 결합에너지가 103eV, 106eV, 110eV 부근의 3가지 형태를 나타내며, 이중 103eV부근의 peak는  $SiO_2$ 형태의 결합

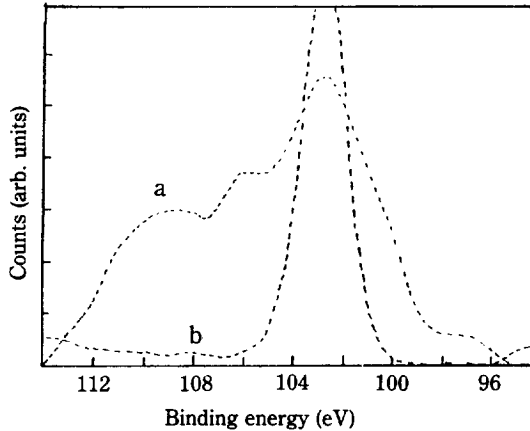


Fig. 4. XPS spectra from the Si 2p core electron for a) silica adsorbed on  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  and b)  $\text{SiO}_2$ .

에너지임을 확인할 수 있으나[Fig. 4(b)],  $\text{SiO}_2$ 에서는 나타나지 않는 106 eV, 110 eV 부근의 peak는  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  입자표면에 흡착된 Si에 기인하는 것으로 추정된다. 이상의 사실로부터  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  입자표면에 흡착되는 음이온은 백운석중에 존재하는 silica가 수화 및 반응하는 동안에 용출되어 음이온의 형태로  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 에 흡착되어 입자의 표면전하를 변화시킴으로써 침강에 영향을 미친다고 사료된다. 이러한 현상은 Petric 등 [18, 19]의 실험에서 음이온 형태의 응집제의 양을 일정하고 반응비율을 증가시키거나, 일정한 반응비율 하에서 사용된 응집제의 양을 변화시키면 침강속도는 증가하다가 감소한다는 사실을 밝히고, 이로부터  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 등전위점을 구할 수 있을 것이라고 보고한 사실과 유사하다.

### 3-3. 반응온도가 침강에 미치는 영향

반응온도가  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 침강에 미치는 영향을 고찰한 결과 Fig. 5와 Table 4를 얻었다. 이로부터 생성물의 순도는 반응온도와는 무관하나, 침강성은 반응온도에 크게 영향을 받는다는 사실을 알 수 있다. 즉 반응온도가 25°C에서 40°C로 증가함에 따라 침강속도는 점차 감소하나 50°C 이상에서는 침강이 급격히 빨라진다는 사실을 알 수 있다. Lee[16]는 고준과 dolime slurry를 사용하여 반응온도를 18°C에서 45°C까지 변화시켰을 경우 침전물의 침강속도는 점차 감소한다는 사실을 보고하고 있으며, 이는 본 실험의 결과와 잘 일치하고 있다. 반면에 日根 등[6]은 반응온도가 상승하면 침전물의 응집이 촉진된다고 보고하고 있다. 이러한 현

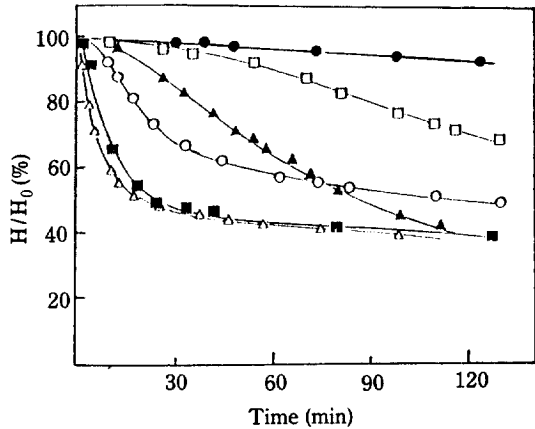


Fig. 5. The effect of reaction temperature on the sedimentation of  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

Reaction time: 1hr,  $[\text{Ca}]/[\text{Mg}] = 0.8$ .

▲: 25°C, □: 30°C, ●: 40°C

○: 50°C, ■: 70°C, △: 81°C

Table 4. Chemical compositions of  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  precipitated at various reaction temperature. (unit: wt%)

Temp. (°C)	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO
25	0.12	0.40	0.16	0.17	99.15
30	0.20	0.50	0.17	0.16	98.97
40	0.19	0.50	0.15	0.17	98.99
50	0.16	0.40	0.15	0.18	99.11
70	0.50	0.30	0.13	0.25	98.83
81	0.30	0.40	0.14	0.18	98.97

상을 규명하기 위해 반응온도 25°C, 40°C, 70°C에서 제조된  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 를 투과전자 현미경 관찰을 행한 결과(Fig. 6) 25°C 반응 생성물은 판상구조의 작은 입자가 중첩되어 있는 형태를 가지나, 40°C 반응 생성물은 얇은 판상 및 침강구조를, 70°C 반응 생성물은 입자가 크게 성장한 형태를 보인다. 이로부터 반응온도에 따라 생성되는  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 결정상태는 변하며, 이러한 결정상태의 변화가 생성물의 침강성에 영향을 미친다고 추정된다.

### 3-4. Dolime의 첨가방법이 침강에 미치는 영향

Dolime의 첨가방법을 변화시켜 가면서 실험을 행하여 Fig. 7과 Table 5의 결과를 얻었다. Dolime slurry를 첨가하는 간격이 길수록(즉 slurry의 첨가속도가 느릴수록) 생성물의 침강성은 증가한다. 이는 반응물질의 첨가속도가 빠를수록 용액중의  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의

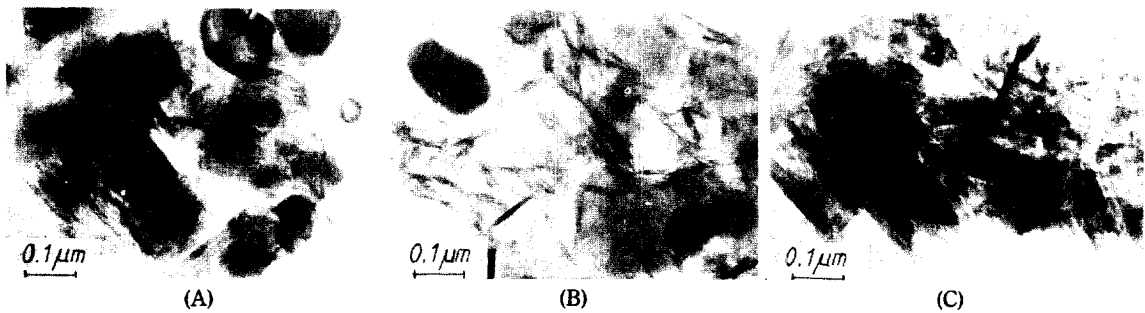


Fig. 6. Transmission electron micrographs of  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  precipitated at various reaction temperatures.

Reaction time: 1hr,  $[\text{Ca}]/[\text{Mg}] = 0.8$ .

A: 25°C, B: 40°C, C: 70°C

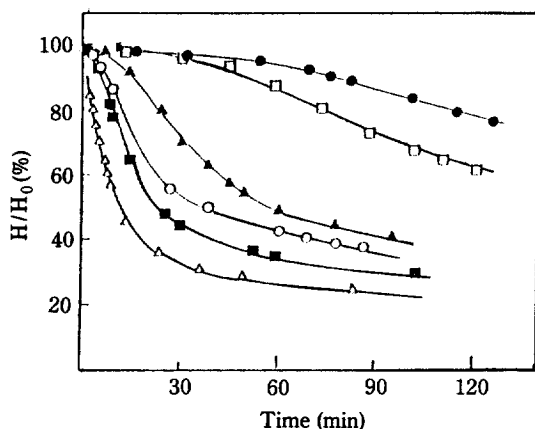


Fig. 7. The effect of addition method of dolime on the sedimentation of  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ .

Reaction temperature: 25°C,

Reaction time: 1hr,  $[\text{Ca}]/[\text{Mg}] = 1.0$

Time required to add 50ml of dolime slurry.

●: 0min, □: 5min, ▲: 10min, ■: 15min

△: 20min, ○: 0min(dry powder)

과포화도가 증가해 핵생성속도가 증가되어 침강성이 나쁜 콜로이드상태의 생성물이 얻어지며, 반대로 첨가속도가 느릴수록 결정성장속도가 증가해 침강성이 좋은 물질이 얻어진다는 사실[24]로 설명 가능하다. 특히 분말상태의 dolime을 투입할 경우 침강성이 좋은 이유는 3-1에서 설명한 바와 같이  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 가  $\text{CaO}$  표면에 피복되어  $\text{CaO}$ 가  $\text{Mg}^{2+}$ 이온과 반응하는 속도를 느리게 함으로써 결정성장속도를 증가시키기 때문으로 추정된다. 그러나 분말상태로 반응시킬 경우에는 다량의 미반응물질이 잔존하게 되어 반응비율의 제어가 곤란할 뿐만 아니라 dolime의 소모율이 증가해 공업적으로 불리하다. 그러므로 본 실험에서와 같이 slurry 상태로 반

Table 5. Chemical compositions of  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  precipitated by various method of addition of dolime.

(unit: wt%)

State	Time(min)*	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO
powder	0	0.46	0.30	0.10	0.11	99.03
	0	0.48	0.34	0.11	0.17	98.90
slaked	5	0.44	0.40	0.12	0.16	98.88
dolime	10	0.34	0.40	0.12	0.28	98.86
	15	0.30	0.39	0.11	0.14	99.06
	20	0.27	0.37	0.12	0.19	99.05

\*: Time required to add 50 ml of slaked dolime

응시킬 경우에도 dolime slurry의 첨가속도를 느리게 조절함으로써 생성물의 침강성을 크게 증가시킬 수 있을 뿐 아니라 분말상태로 반응시킬 경우의 단점을 보완할 수 있음을 알았다.

### 3-5. Silica의 흡착이 침강에 미치는 영향

3-2에서  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  입자표면에 흡착되는 silica에 의해  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 의 침강성이 변한다는 사실을 알 수 있으나, 이는 동일한 조건(즉 동일한 수화 및 반응시간)에 의해 봉출되어 흡착되는 것이므로 단위질량의  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 에 흡착된 양은 거의 일정하다고 생각되며, 그 흡착량을 측정하기 곤란하므로, 흡착된 silica의 양과 침강성의 관계를 구하기 곤란하다. 그러므로 본 실험에서는 동일한 조건하에서 제조된  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  현탁액과 silica 용액을 사용하여 흡착을 행한 후의 침강성을 관찰한 결과 Fig. 8과 같은 침강곡선을 구하였으며,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  단위질량에 흡착된 silica의 양과 침강곡선의 초기의 기울기로 부터 얻은 침강속도의 관계를 구하였다(Fig. 9). 이로부터  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  입자표면에 흡착

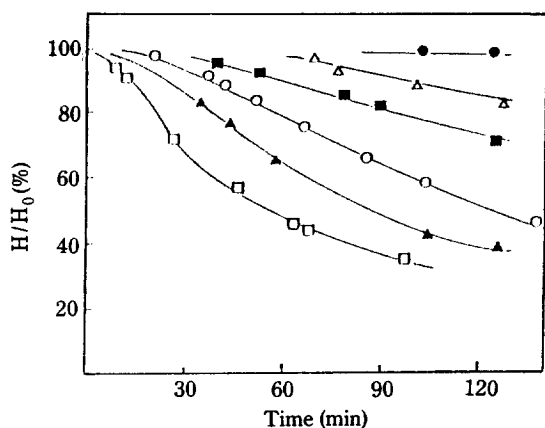


Fig. 8. The effect of the concentration of silica in the solution on the sedimentation of the suspended  $Mg(OH)_2$ .

Reaction temperature: 25°C

● : 0, △ : 2.5, ■ : 5.0

○ : 7.5, ▲ : 10, □ : 15

(unit: mg Si/l)

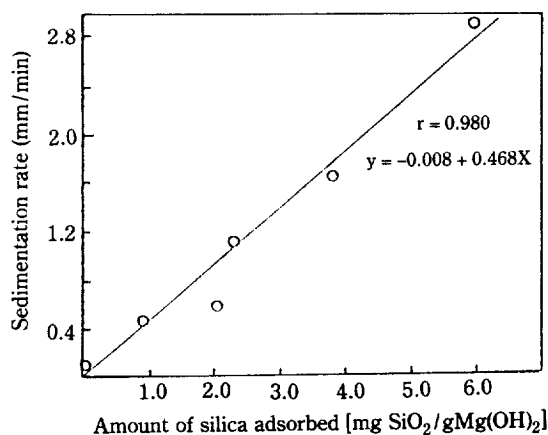


Fig. 9. The dependence of the sedimentation rate on the amount of silica adsorbed.

되는 silica는 생성물의 침강을 촉진시키며, 흡착량과 침강속도 사이에는 다음과 같은 직선관계가 존재한다는 사실을 알았다. 즉

$$y = -0.008 + 0.468x$$

(여기서 y는  $Mg(OH)_2$ 의 침강속도(mm/min), x는  $Mg(OH)_2$  1g에 흡착되는 silica의 양( $mg \cdot SiO_2 / g \cdot Mg(OH)_2$ ).

#### 4. 결 론

백운석과 인공해수를 사용하여 제조한  $Mg(OH)_2$ 의

침강성에 대한 실험을 행한 결론은 다음과 같다.

1. Dolime를 slurry상태로 해수와 반응시킬 경우에는 백운석의 하소온도는  $Mg(OH)_2$ 의 순도 및 침강성과 무관하였다.

2.  $[Ca]/[Mg]$ 가 1이상일 경우에는  $Mg(OH)_2$ 중의 칼슘의 함량이 증가하며, 1보다 작은 경우에는  $Mg(OH)_2$ 의 순도는  $[Ca]/[Mg]$ 의 값에 무관하였다.

3.  $Mg(OH)_2$ 의 침강성은  $[Ca]/[Mg]$ 의 값에 의해 변하며, 그 값이 0.84일 때 침강성이 가장 좋았다. 이러한 현상은 Dolime중에 존재하는 silica의 일부가 수화 및 반응 동안에 용출되어  $Mg(OH)_2$  입자표면에 흡착되어 입자의 표면전하를 변화시키기 때문으로 추정된다.

4. 반응온도에 따라 생성물의 침강성은 변하며, 이는 반응온도에 의해 생성되는  $Mg(OH)_2$ 의 결정상태가 변하는 사실에 기인한다.

5. Dolime slurry를 서서히 첨가함으로써  $Mg(OH)_2$ 의 침강성을 증가시킬 수 있었다.

6.  $Mg(OH)_2$  입자표면에 흡착되는 silica의 양과 침강속도 사이에는 다음과 같은 관계가 존재함을 알았다.

$$y = -0.008 + 0.468x$$

#### 감 사

본 연구를 위하여 연구비를 지원해 준 한국과학재단에 감사를 드립니다.

#### REFERENCES

1. Chesny, H.H., et al.: US Patent 2,041,047.
2. Kaiser Chemicals: *Chem. Eng.*, August, 132 (1947).
3. *ibid.*, March(24), 112 (1958).
4. Nagai, S., et al.: *窯業協會誌*, **59** (664), 456 (1951).
5. 日根 文男, et al.: *工業化學雜誌*, **62**(6), 769 (1959).
6. *ibid.*, **62**(6), 773 (1959).
7. 中富 慶介: *工業化學雜誌*, **62**(2), 176 (1959).
8. *ibid.*, **62**(4), 503 (1959).
9. *ibid.*, **62**(4), 505 (1959).
10. Saito, K. and Tagai, H.: *窯業協會誌*, **75** (8), 246 (1967).
11. *ibid.*, **75**(9), 271 (1967).
12. *ibid.*, **76**(3), 81 (1968).
13. Bark, M.Y.: *Sprechsaal.*, **103**, 1052 (1970).
14. *ibid.*, **104**, 430 (1971).

15. *ibid.*, **104**, 494 (1971).
16. Lee, M.D.: *KJChE.*, **7**(3), 142 (1969).
17. Petric, N. and Petric, B.: *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, **29**, 642 (1972).
18. *ibid.*: *Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev.*, **19**, 329 (1980).
19. El-Rafei, E.A. and Naga, S.M.: *Keram. Z.*, **31**(5), 283 (1979).
20. Vettel, W. and Israel, R.D.: US Patent 2,893,840 (1959).
21. Patton, A. and Baugh, C.: US Patent 3,111,376 (1963).
22. Pike, R.D.: US Patent 2,465,246 (1944).
23. 内山 竹次, : 特開昭, 48-44195.
24. Skoog, D.A. and West, D.M.: *Fundamentals of analytical chemistry*, 4th ed., Holt-Saunders International Edition, pp. 133 (1982).
25. Phillips, V.A., Oppenhausser, H. and Kolbe, J.L.: *J. Crystal Growth*, **41**, 228 (1977).
26. Stumm, W. and Morgan, J.J.: *Aquatic chemistry*, 2nd ed., John Wiley & Son, pp. 632 (1982).