

[논문] 태양에너지
Solar Energy
Vol. 14, No. 2, 1994

CaO 충전층의 수화발열반응 촉진

정수열 · 김종식

계명대학교 공과대학 화학공학과

Rate Augmentation of Exothermic Hydration in the CaO Packed Bed

Soo-Yull Chung · Jong-Shik Kim

Dept. of Chem. Eng., Keimyung Univ.

요 약

Ca(OH)₂/CaO계 가역반응 사이클을 이용하는 화학축열에서 열전도도가 낮은 고체 입자 충전층의 전열성능을 개선하여 축열장치의 효율을 높이고자 한다.

본 연구에서는 반응기내의 CaO 입자 충전층의 전열성능 향상을 도모하기 위해 반응기 속에 구리판으로 된 전열핀을 설치하고 수화발열 반응시의 방열특성을 조사 하였다. 이 때 반응조건의 변화에 따른 반응층내의 온도 분포를 조사하고 전열촉진 효과에 대해 검토하였다.

그 결과 구리판 전열핀의 방열촉진 효과로 인하여 수화발열반응의 방열시간이 전열핀을 사용하지 않은 때보다 1/2 이상 단축되었으며, 방열시간은 전열핀의 매수에 가장 많은 영향을 받았다.

ABSTRACT

Heat release characteristics of a CaO packed bed reactor which is used for a chemical heat storage device has been studied.

We employed Cu-plate fins to release the heat of reaction of the CaO packed bed

inside the reactor fast and effectively.

Two-dimensional analysis of unsteady state heat flow inside the bed was performed as a function of time and under various conditions of the Cu-plates.

It is noted that the time required to release the heat of reaction with Cu fins is reduced more than twice fast compared to that without Cu fins. That was largely dependent upon the number of Cu-plate, as well.

Nomenclature

- P : Water vapor pressure [mmHg]
- Pe : Water vapor pressure at equilibrium [atm]
- R : Gas constant [KJ · mol⁻¹ · k⁻¹]
- T : Absolute temperature [K]
- r : Radial distance from the center of reactor to temperature measuring point [mm]
- R : Radial distance from the center to wall of reactor [mm]
- z : Axial distance in the cylindrical coordinate [mm]
- Z : Total height of bed [mm]
- Ts : Setting temperature of reactor wall [K]
- Gs : Mass velocity of steam [g/hr]

Subscript

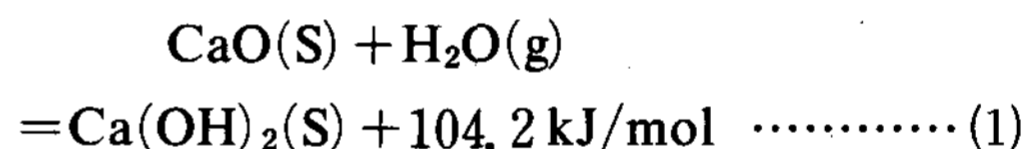
- g : Water vapor or gas
- s : Solid
- l : Liquid

1. 서 론

자원과 에너지의 절약 및 CO₂로 인한 환경 문제 등으로 인해 화학축열장치를 이용하여 에

너지를 유효하게 이용할 수 있는 기술개발에 관한 관심이 높아지고 있다. 이와 같은 관점에서 고온형 화학축열기의 요소반응으로서 유망하게 생각되는 Ca(OH)₂/CaO계 가역반응을 이용한 화학축열법에 관해 많은 연구가 이루어져 왔다. (1, 2, 3)

Ca(OH)₂/CaO 반응계 화학축열기는 다음 식과 같이 산화칼슘과 수증기의 수화발열반응 및 수산화칼슘의 탈수흡열반응으로 이루어지는 일련의 반응사이클을 구성하고 있다. (4, 5)



특히 본 반응계는 축열밀도, 반응속도, 반응의 가역성 등에 관해 뛰어난 특성을 가지고 있으며 실용화의 관점에서 볼 때 반응속도가 800 K 이상 승온이 가능하고, 독성과 부식성의 문제가 없으며, 원료인 탄산칼슘이 국내에 풍부한 점 등 많은 이점을 가지고 있다. (6, 7) 이와 같은 Ca(OH)₂/CaO 가역반응을 사용한 경우의 이점을 전제로 마이크로 열천칭에 의한 본 반응계의 반응속도 해석(6) 및 본 반응계를 이용하여 시험 제작한 화학축열장치에 대한 작동 시험을 행해 실용화를 위한 검토를 계속하여 왔다. 그 결과, 수화발열반응 과정에 있어서는 수증기에 의해서 반응층은 초기 설정온도보다 순간적으로 800 K 정도의 반응 평형온도에 도달하는 점, 또 흡열탈수반응 과정에 있어서는 반응 평형온도에 가까운 온도로 산화칼슘의 재생을 할 수 있다는 것이 확인되었다. (7, 9, 10)

그러나, 본 반응계 뿐만 아니라 고체 입체를 이용한 기·고 반응기에서는 입자층에서의 기체 확산속도, 전열속도가 중요하며, 본 반응계에 있어서는 특히 입자충전층에서의 전열성능의 개선, 즉 고체반응층의 전열촉진⁽¹¹⁾이 화학축열장치 성능향상의 핵심이 되고 있다.

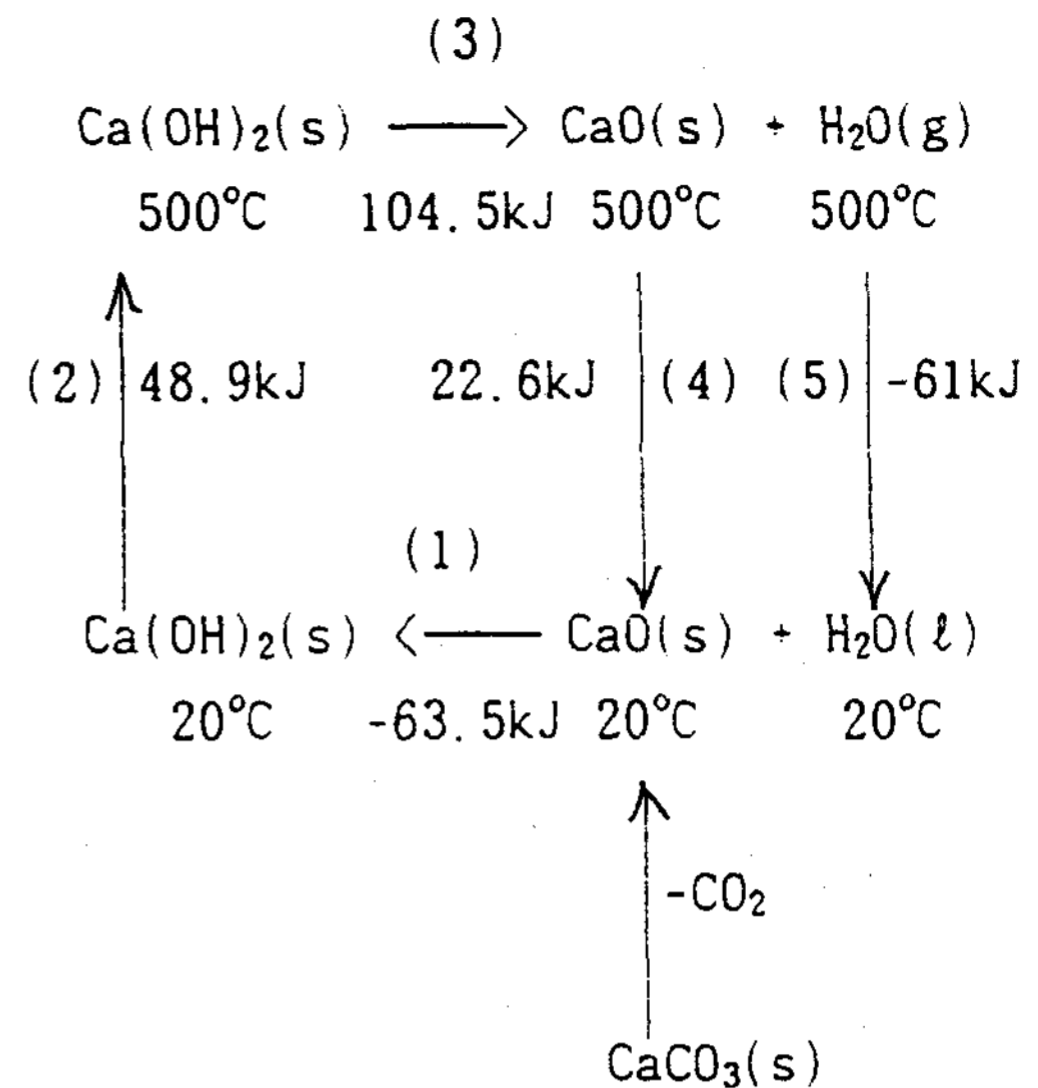
이와 같은 관점에서 Ca(OH)₂/CaO계 가역반응을 이용한 화학축열장치를 시험 제작하고, 이 장치를 사용한 Ca(OH)₂ 충전층의 흡열탈수반응 촉진에 관한 실험에서 계내를 π=0.34(258 mmHg)의 감압조건 하에서 반응시킬 때는 상압 하에서보다 50 K 이상 낮은 온도에서의 축열이 가능하며 축열시간도 20% 이상 단축됨을 이미 밝혔다.^(12,13) 또한 전열판을 이용한 열전달 향상에 관한 기초연구가 Kanzawa, A.등⁽¹⁴⁾에 의해 있었지만 전열판을 설치한 화학축열기를 이용한 CaO 수화발열반응에서의 방열촉진에 관한 실험을 행한 예는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 CaO 충전층 반응기 속에 구리 핀을 삽입하는 방법으로써, 반응기내 고체 반응층의 전열 성능 향상, 나아가서는 총괄 반응속도 향상을 도모하기 위해 반응층 내의 2차원 비정상 열 흐름의 상황을 조사함과 동시에 핀 매수, 두께, 모양이 반응층 내의 전열촉진 효과에 끼치는 영향을 실험적으로 검토하였다.

2. 이 론

2-1. 화학축열의 원리

아래에 적은 Ca(OH)₂/CaO계 반응의 에너지 사이클에서 식 (3)은 반응물질 Ca(OH)₂(s)에 열량을 가해 생성물질 CaO(s)와 H₂O(g)의 형태로 반응열을 저장하는 축열(heat storage)과정이고 역으로 식 (1)은 필요할 때 축열



과정에서 생성된 CaO(s)와 H₂O(l)을 발열반응시켜 축열하기 전의 반응물질 상태로 변화시키고 이 때 반응열이 발생하는 방열(heat release)과정을 나타낸 것이다. 이와 같은 과정을 반복하여 사용하는 것이 화학축열의 기본 원리이다. 이 방식이 현열 및 잠열을 이용하는 방식과 근본적으로 다른 점은 열화학적 화학평형이 성립되기 때문이다.

2-2. 개방계에서의 화학축열

개방계의 화학축열은 반응에 관여하는 작동기계가 계외로 방출되는 경우로서 그 개념도는 Fig. 1과 같다. 이 그림에서 왼쪽은 방열과정, 오른쪽은 축열과정을 나타낸다. 방열과정은 CaO 입자가 충전되어 있는 반응기 내부로 저온의 수증기를 유입시키면 발열반응에 의하여 고온의 수증기를 얻을 수 있으며 이 때 CaO는 수화반응에 의해 Ca(OH)₂로 변화한다.

한편 축열과정은 Ca(OH)₂층 내부로 고온의 불활성 가스를 유입시키면 열분해 탈수반응이 일어나며 흡열반응에 의해 처음의 CaO로 환원된다. 이와 같은 방열 및 축열과정을 반복하

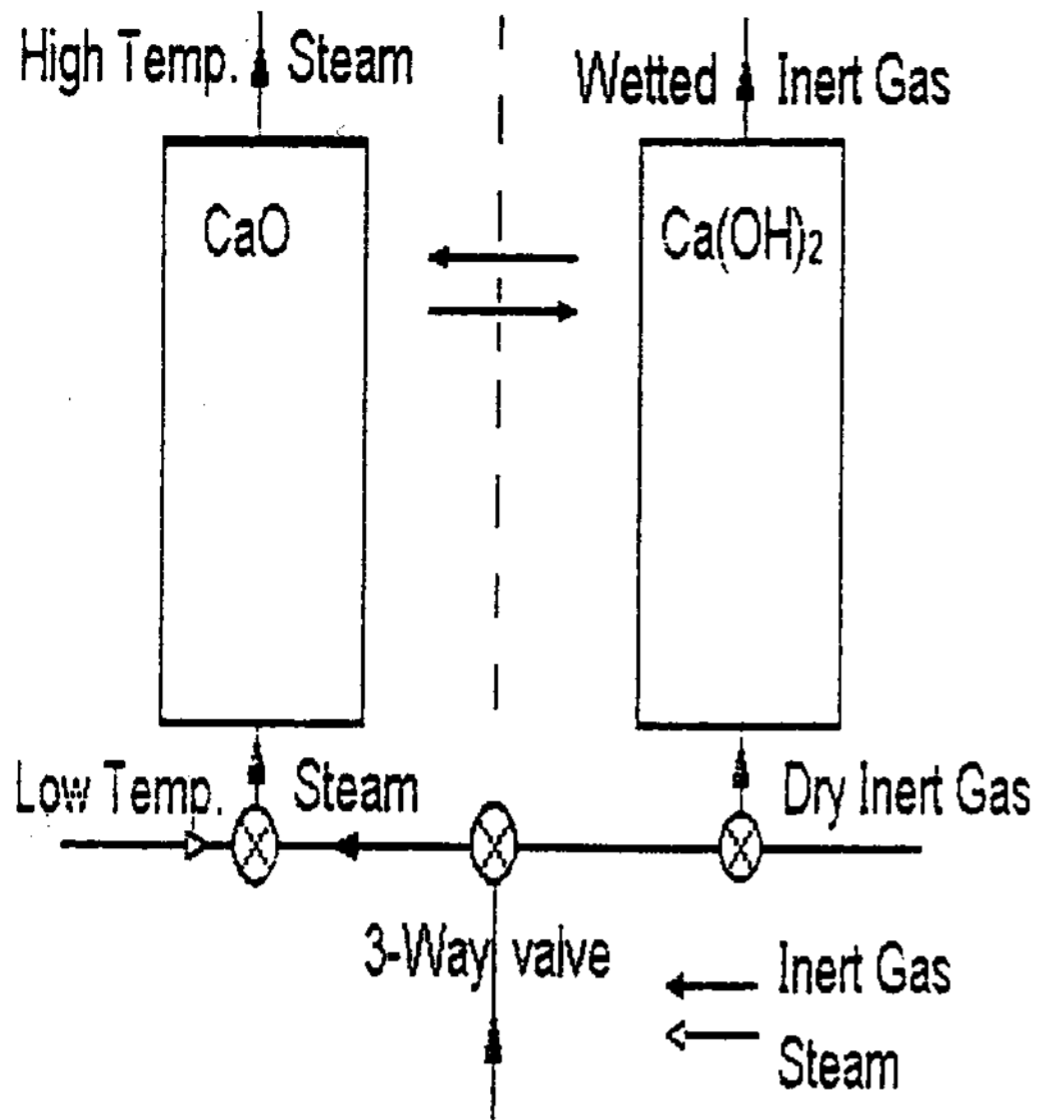


Fig. 1. Conceptual drawing of the open chemical heat storage system.

여 사용하면 연속조작이 가능하다. 여기서 방열과정에서 얻을 수 있는 최대온도는 작동기체를 순수 수증기(P=1 atm)만으로 사용한 경우에 해당하는 평형온도(약 783K)⁽⁴⁾를 얻을 수 있다. 따라서 개방계 축열방식의 경우에는 일종의 축열식 열교환기(heat exchanger)로 응용이 가능하다.

2-3. 평형온도와 압력과의 관계

Ca(OH)₂/CaO계의 반응평형은 수증기 분압이 1기압일 경우 반응열 값이 109kJ/mol (26 kcal/mol)이다. 그러나 수증기의 분압이 1기압이 아닐 경우에는 실험적으로 구하지 않으면 안 된다.

온도 범위가 573~783 K에서 Halstead 등⁽⁴⁾의 Ca(OH)₂/CaO계의 실험결과를 나타내면 Fig.2와 같다. 이 그림에서 평형압 Pe와 온도 T와의 관계를 나타내면 다음과 같은 식이 성립한다.

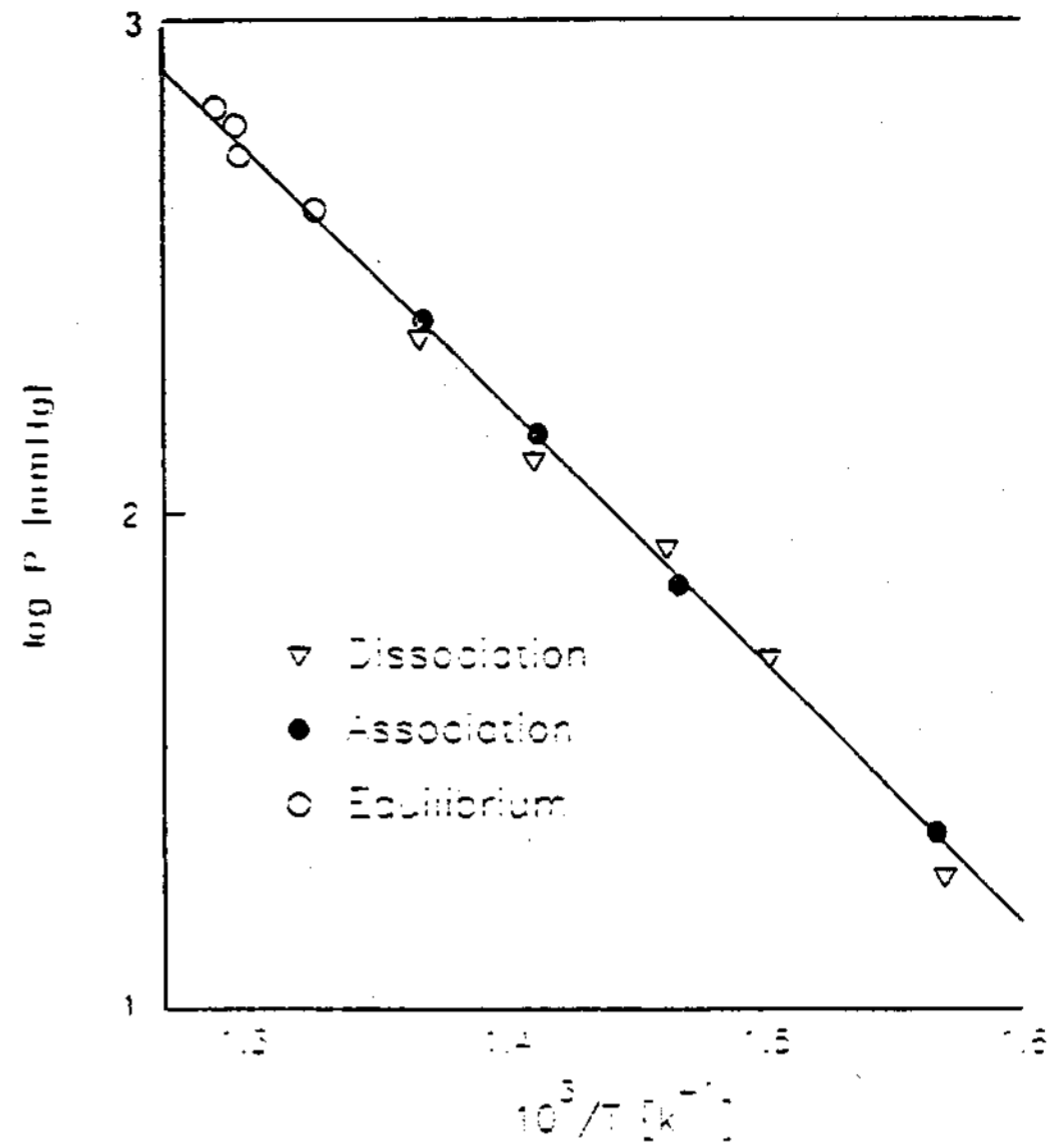


Fig. 2. Relation between water vapor pressure and temperature in the Ca(OH)₂/CaO reaction cycle.

$$\ln P_e = \frac{24900}{RT} + 16 \dots \dots \dots (2)$$

여기서 반응열은 24.9 kcal/mol로 나타남을 알 수 있다. 이 값은 열역학적으로 구한 값 26 kcal/mol보다 작은 값을 나타내고 있다. 이와 같은 값의 차이는 반응열의 온도 의존성으로부터 생기는 것으로 사료된다.

3. 실험장치 및 방법

3-1. 실험장치

본 연구에서 사용된 실험장치는 크게 반응기(축열기)와 고온공기 가열장치 및 수증기 발생장치로 나눌 수 있으며, 전체적인 실험장치의 개략도는 Fig 3에 나타내었다.

실험장치 중 핵심부분인 반응기(축열기)는 2중관으로 되어 있으며, 내관 반응기(내경 120 mm, 외경 126 mm, 높이 600 mm) 및 외관 환상부(내경 220 mm, 외경 226 mm)는 스테인레

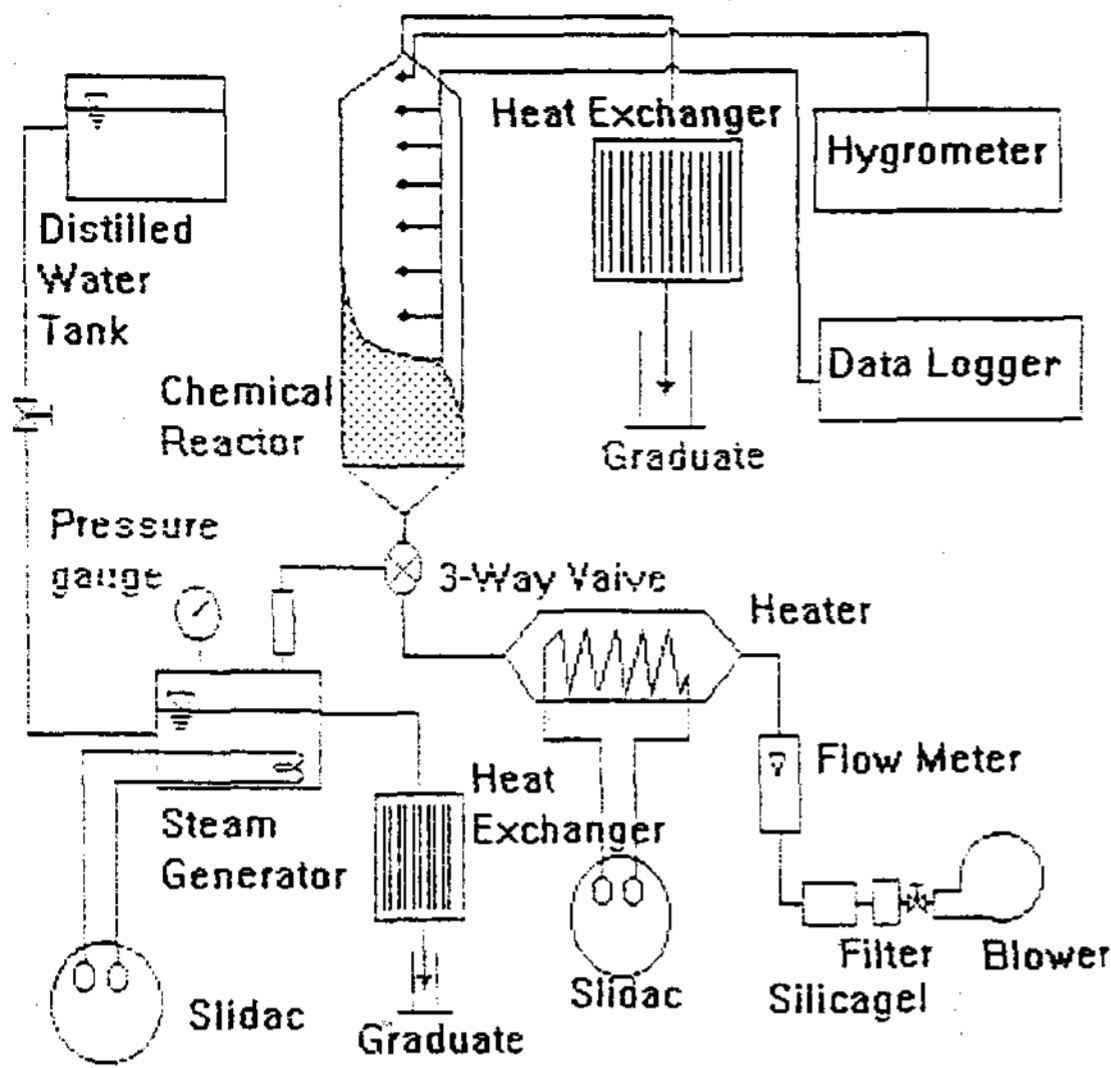


Fig. 3. Schematic diagram of experimental set-up.

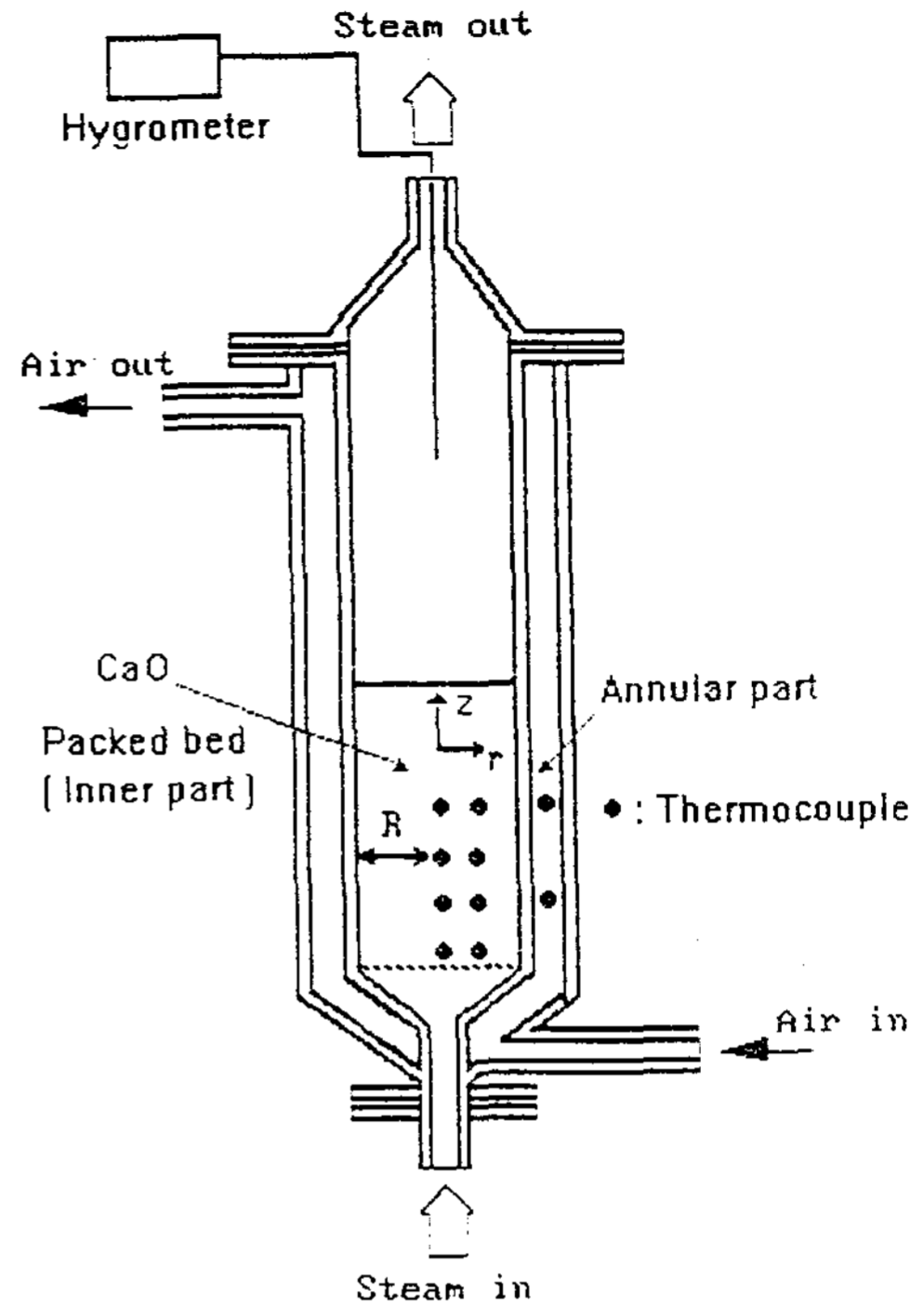


Fig. 4. Schematic diagram of chemical reactor.

스강(SUS 310)으로 되어 있다. 측정부위에 대한 상세도는 Fig.4에 나타내었다.

내관의 하부에는 15 mesh 와 200 mesh 인 스테인레스강 망을 겹쳐 설치하고, 외관 외부에서는 전기 가열로를 설치하여 반응기 내를 일정한 온도로 유지할 수 있도록 되어 있다. 그리고 수증기 또는 고온의 가열공기는 밸브에 의해 반응기의 내부로 유입될 수 있도록 하였다.

온도 측정을 위해서는 내관 반응부의 중심($r=0$)에서 충전층 입구로부터 $z=30\text{ mm}$, 110 mm , 190 mm , 270 mm , 위치와 중심과 내부 관벽의 중간 위치($r=30\text{ mm}$)에서 $z=30\text{ mm}$, 110 mm , 190 mm , 270 mm 의 위치, 내관 및 외관의 관벽에 $z=150\text{ mm}$, 300 mm 의 위치에 크로멜-아로멜(Chromel-Alumel) 열전대(K-type)를 설치하였다.

수증기 발생장치는 가로 220 mm , 세로 150 mm , 높이 180 mm 인 용기로서 용기 하단부에는 최대용량이 1 kW 인 2개의 전기히터가 설

치되어 있으며 용기 상단부에는 안전밸브와 중기압력계가 설치되어 있다. 또 시유리(sight glass)와 과수(overflow)장치를 부착하였으며 발생하는 수증기의 양은 슬라이닥스(slidac)를 사용하여 전압을 조정, 제어함으로써 조절하였다.

고온공기 가열장치는 전기로에 공기를 불어 넣어 가열시키는 방법으로 만들었으며 $373\sim 873\text{ K}$ 정도의 공기를 얻을 수 있다. 온도 조절은 유량 조절밸브 및 히터와 연결된 슬라이닥스를 조절함으로써 이루어진다.

3-2. 실험 방법

3-2-1. 시료

실용화시에 대비하여 시료는 시판 중인 생석회(경북 영일산, 한일석회)를 구입하여 사용하

였다. 먼저 시료를 16-20 mesh 체로 체질하여 반응속도에 유리한 입경 1mm 정도⁽⁷⁾의 생석회 입자를 분리한 다음 전기로에 넣고 1173 K에서 1시간 가열한 다음 출발 반응 고체 입자로 하였다. 사용한 생석회 시료의 조성은 Table 1. 과 같다.

3-2-2. 전열핀

Fig 5의 (a)에 본 실험에서 이용한 전열핀의

Table 1. Constituent analysis of limestone.

component	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	I.g loss
Wt(%)	91.4	1.6	0.82	0.29	0.25	5.64

한 예를 나타내었다. 본 그림은 구리 핀으로서 핀간 중심각이 60°인 블레이드(60×300)수가 6매일 때의 그림이다. 이 외에 블레이드 수가 4매(90°)인 것도 이용했다. 이 경우 입자층에

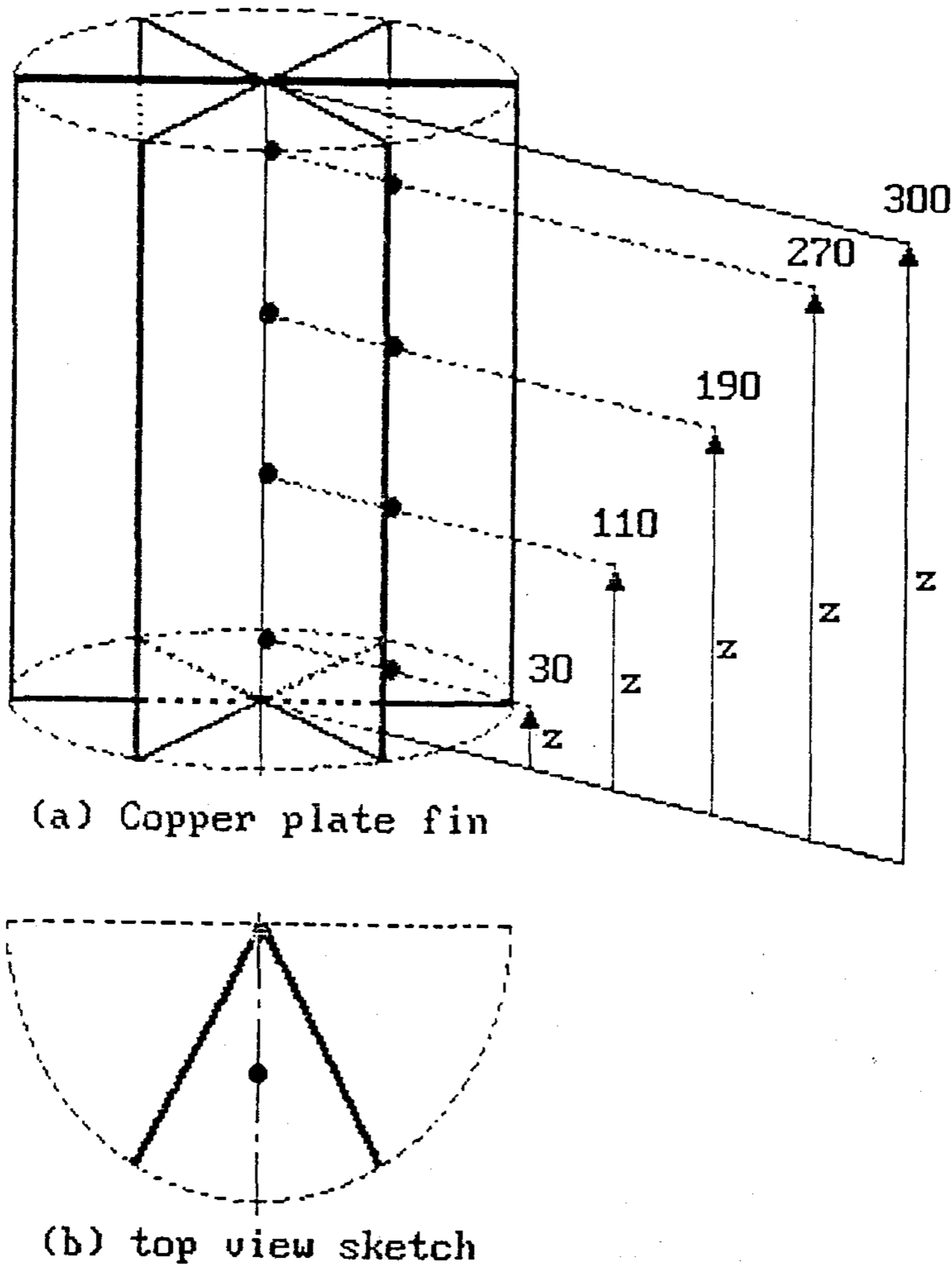


Fig. 5. Copper plate fin for the heat transfer enhancement.

대한 전열핀의 혼입 체적 비율은 각각 (1.80)%, (2.71)%로 되어 있다. 또 같은 형태로써 두께만 다른 2mm 구리 핀도 이용했다.

Fig 5의 (b)는 구리 핀과 핀 사이의 1블록의 평면도이다. 그림 중 ● 표시는 반응기 내의 온도 측정점으로서 중심축($r/R=0$)의 위치, 그리고 핀과 핀 사이 이등분선상의 반경방향 30mm($r/R=0.5$)인 위치에서 높이가 30, 110, 190, 270mm인 곳이다.

3-2-3. 실험

실험은 먼저 3-2-1에서의 방법으로 처리한 CaO 입자를 반응기에 300mm 높이로 채운 뒤, 축열장치 전체를 on-off 제어방식으로 작동되는 전기가열로에 의해 일정한 온도로 유지하였다. CaO 충전층의 온도가 일정하게 된 것을 확인한 다음, 수증기 발생기로부터 일정한 분압의 수증기를 일정한 유속으로 반응기 내에 도입시켜서 수화반응 실험을 시작하였다. 수증기의 양은 수증기 발생장치에 공급되는 전력량을 조절함으로써 임의의 설정이 가능하도록 하였다. 이 때 충전층의 온도변화는 반응기 내에 설치한 CA 열전대(K-type)를 Data Logger (Cole Parmer Co.)에 연결하여 반응이 끝날 때까지 연속적으로 측정하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

방열속도를 높이기 위해 반응기 내에 전열핀을 설치한 CaO 충전층의 수화발열반응에 대해 충전층 내의 온도 변화를 근거로 하여 다음과 같이 검토하였다.

4-1. 전열핀이 없는 경우

Fig 6은 CaO의 수화발열반응 과정에서 충

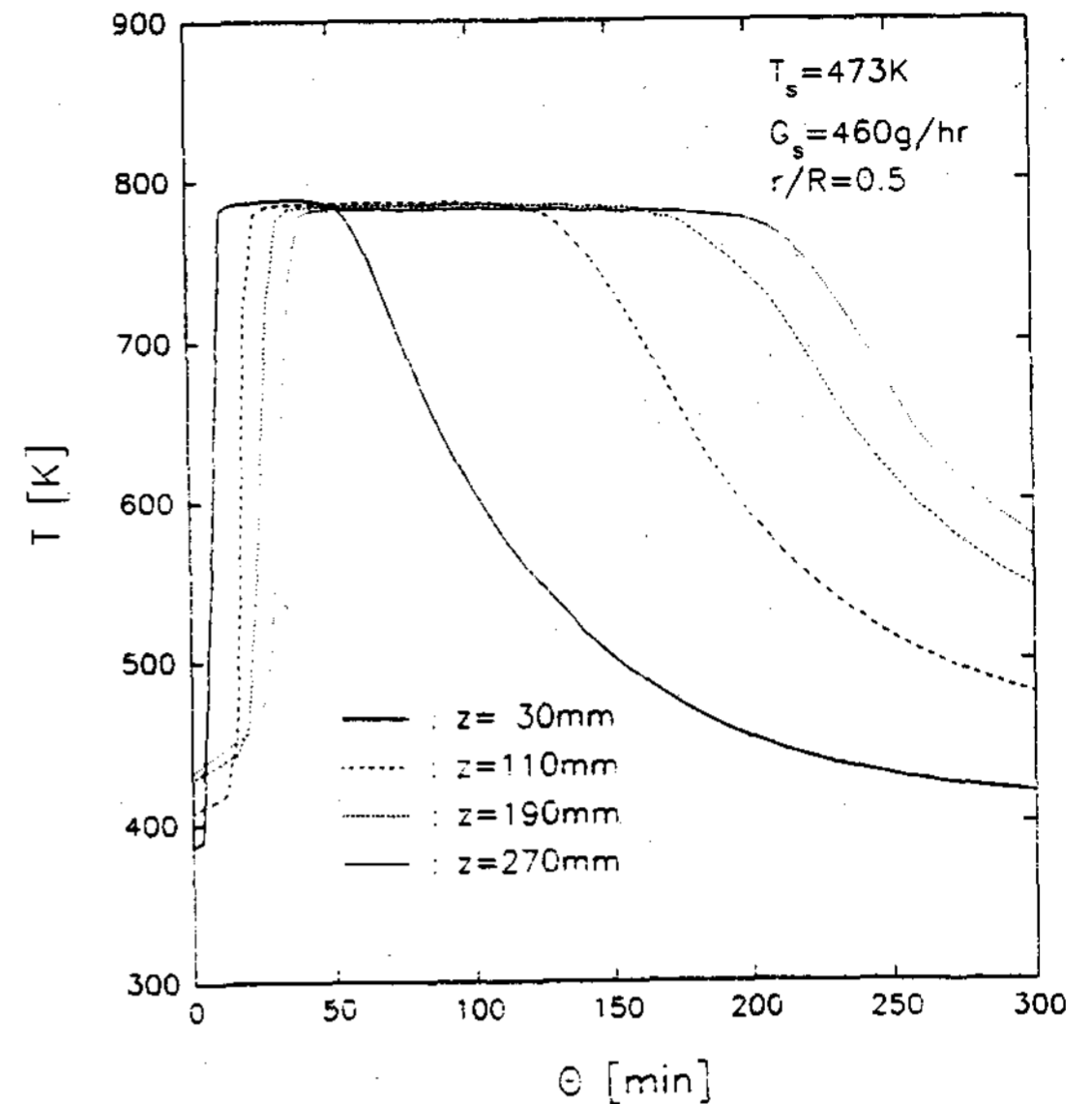


Fig. 6. Temperature profiles as a function of time in the axial direction of the CaO packed bed during hydration.

전층 중심에서 반경방향으로 30mm($r/R=0.5$)인 위치에서의 축방향 온도분포를 나타내었다.

수증기 도입과 동시에 충전층의 수증기 입구 쪽부터 수화반응이 시작되어 평형온도에 도달한 후 일정시간 유지하다가 반응이 완결된 후 충전층의 수증기 입구쪽부터 온도가 내려가는 것을 볼 수 있다. 이 때 충전층의 최고온도는 약 780 K 정도로서 Halstead의 식에 따라서 산출한 반응 평형온도와 일치함을 알 수 있다.

수증기 출구쪽으로 갈수록 방열시간이 길어지는 것은 수화반응 과정에서 계속해서 공급되는 수증기가 입구쪽에서 발생한 반응열을 가지고 출구쪽으로 이동하면서 반응하므로 출구쪽으로 갈수록 방열량이 많아지기 때문인 것으로 생각된다.

Fig 7은 충전층의 높이 110mm인 위치에서 반응층의 반지름 방향의 온도 분포를 나타낸

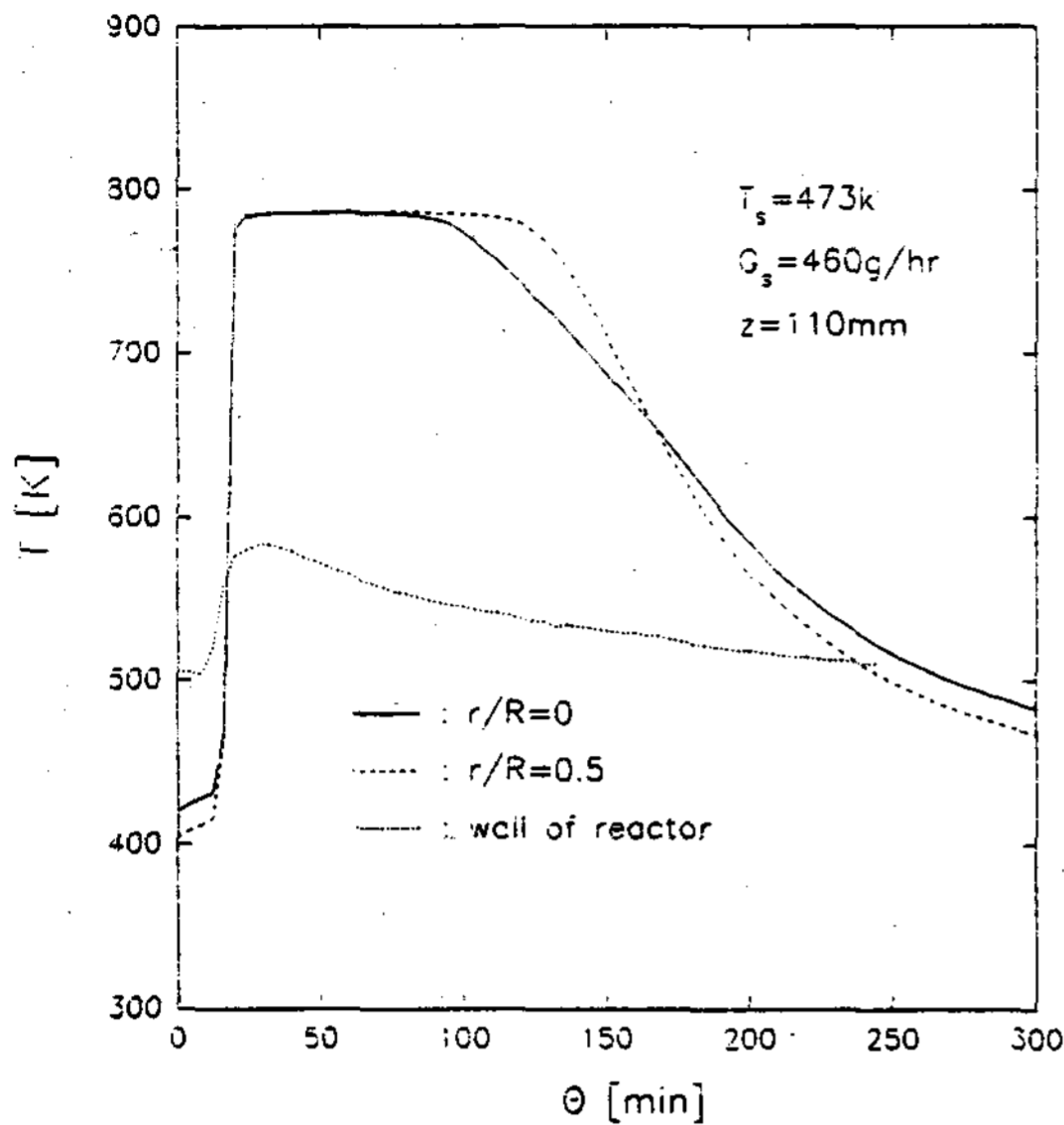


Fig. 7. Temperature profiles as a function of time in the radial direction of the CaO packed bed during hydration.

것이다. 또 점선은 관벽의 온도 변화를 나타낸다.

수증기 유입과 동시에 거의 반응평형 온도까지 온도가 상승되며, 반응이 완료된 후는 중심쪽에서 관벽쪽으로의 전열 때문에 중심쪽의 온도가 먼저 하강하기 시작하나, 관벽으로부터의 방열량이 많기 때문에 중심쪽($r/R=0$)보다 관벽쪽($r/R=0.5$)의 온도 하강속도가 더욱 빠른 것을 볼 수 있다.

4-2. 전열판을 설치한 경우

(1) 구리판 핀

Fig 8은 반응기 속에 Fig 5의 전열판을 설치한 CaO 충전층의 수화반응에서 충전층의 중심으로부터 반경방향으로 30mm($r/R=0.5$)인 위치에서 축방향의 온도 분포를 나타낸 것이

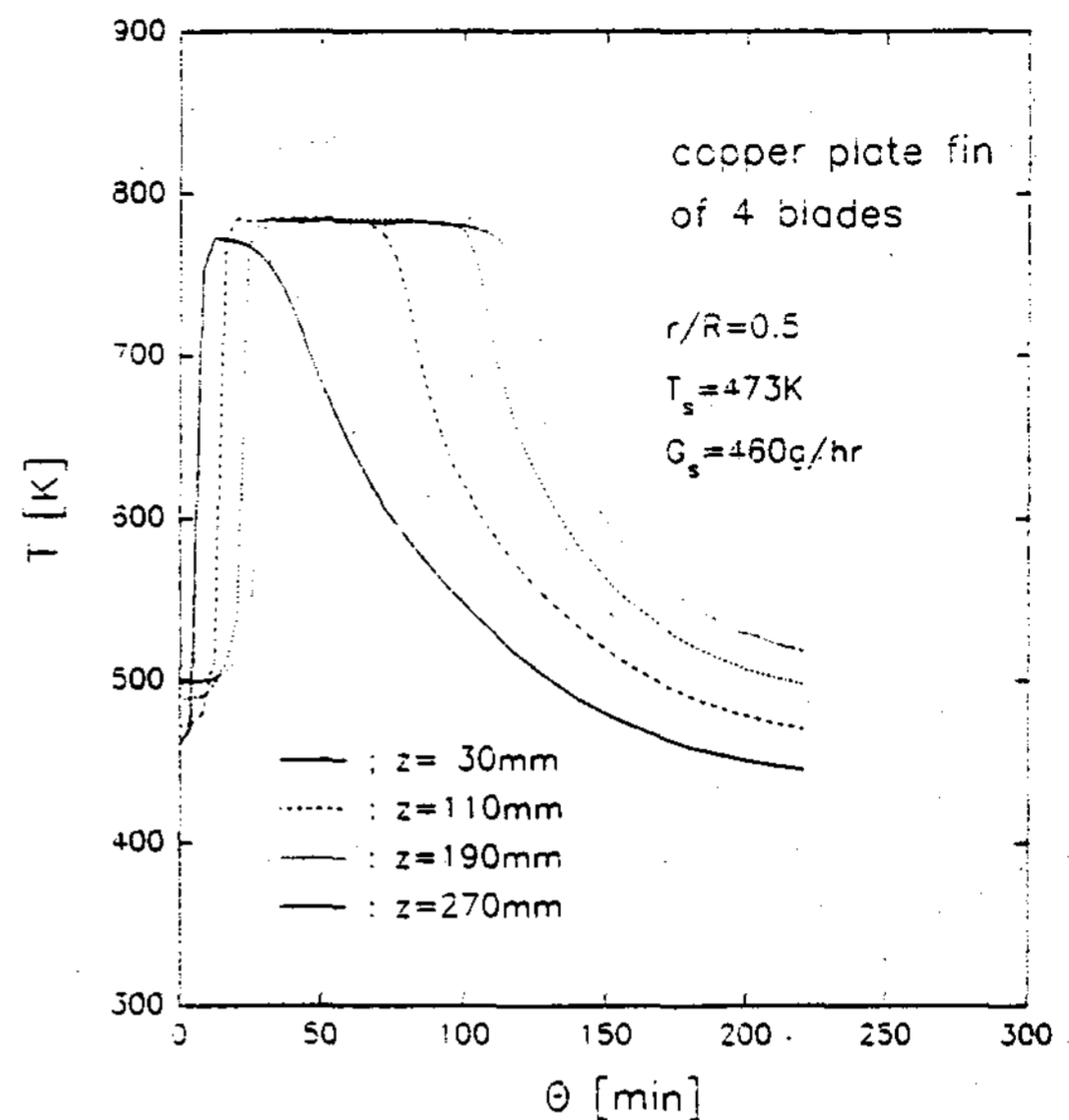


Fig. 8. Temperature profiles as a function of time in the axial direction of the CaO packed bed during hydration. (With copper plate fin)

다. 전열판을 설치하지 않고 행한 CaO 충전층의 수화반응 실험 결과인 Fig 6과 비교하면 축방향 각 위치에서 모두 반응 완결시킨 1/2 이상 단축되었음을 볼 수 있으므로 전열판에 의한 열전달 촉진으로 반응열이 관벽을 통하여 신속히 방열되었음을 알 수 있다.

Fig 9는 CaO 충전층의 수화반응에서 전열판의 크기에 따른 열전달 촉진효과를 보기 위해 충전 반응층의 일정 위치에서 온도 분포를 그린 것이다. 전열판을 설치하지 않은 경우에 비해 4개의 blade를 가진 전열판을 설치한 경우에는 반응 완결시간이 1/4 정도 단축되었고, 6개의 blade를 가진 전열판을 설치한 경우에는 1/2 정도로 단축되었음을 보여 주고 있으므로 전열판에 의한 현저한 전열 촉진 현상을 알 수 있다.

Fig 10은 CaO 충전층의 수화반응시 충전층 높이가 $z=110$ mm (a)와 충전층 높이가 $z=270$

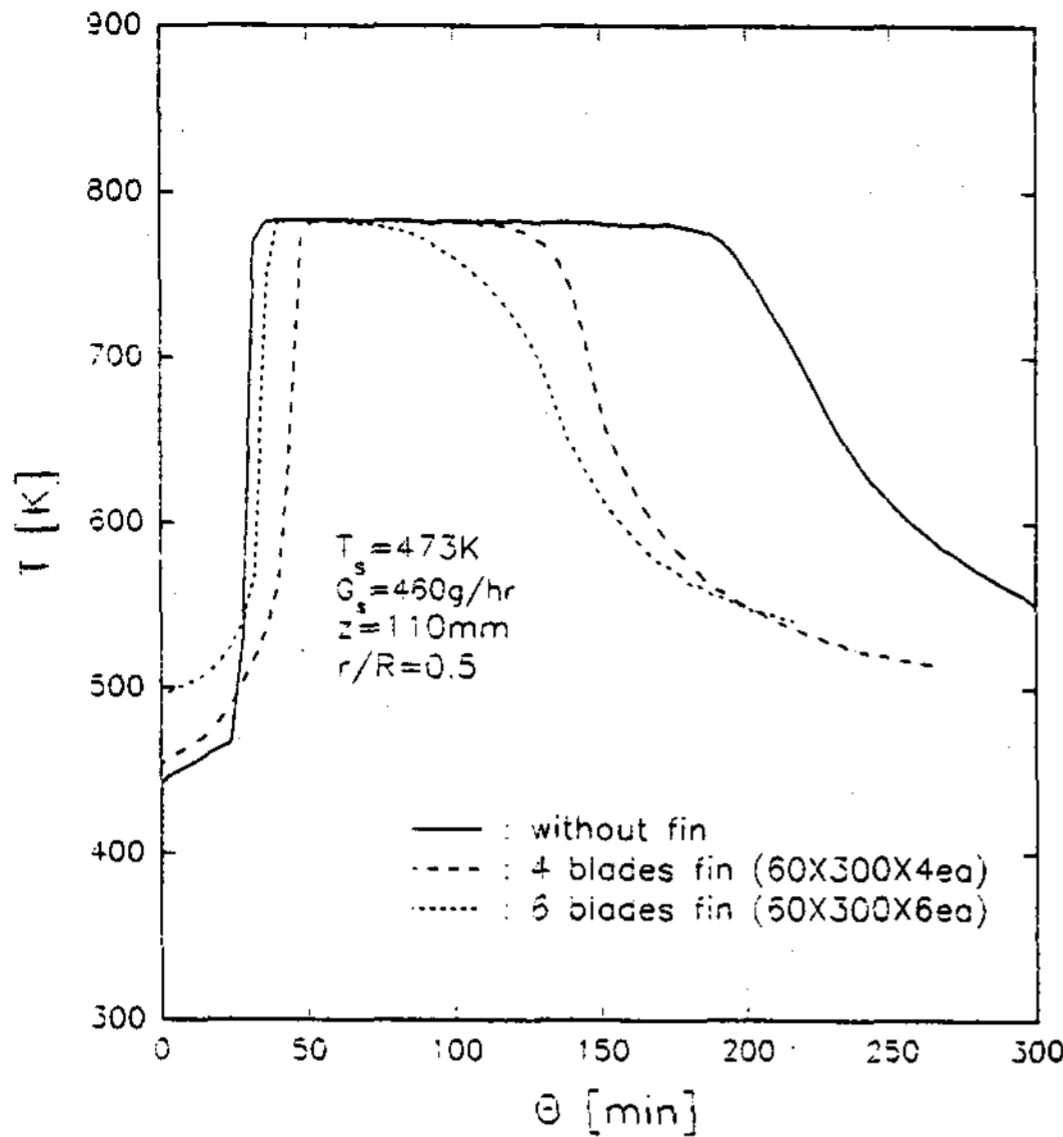


Fig. 9. Effect of copper plate fin on the temperature profile of the CaO packed bed during hydration.

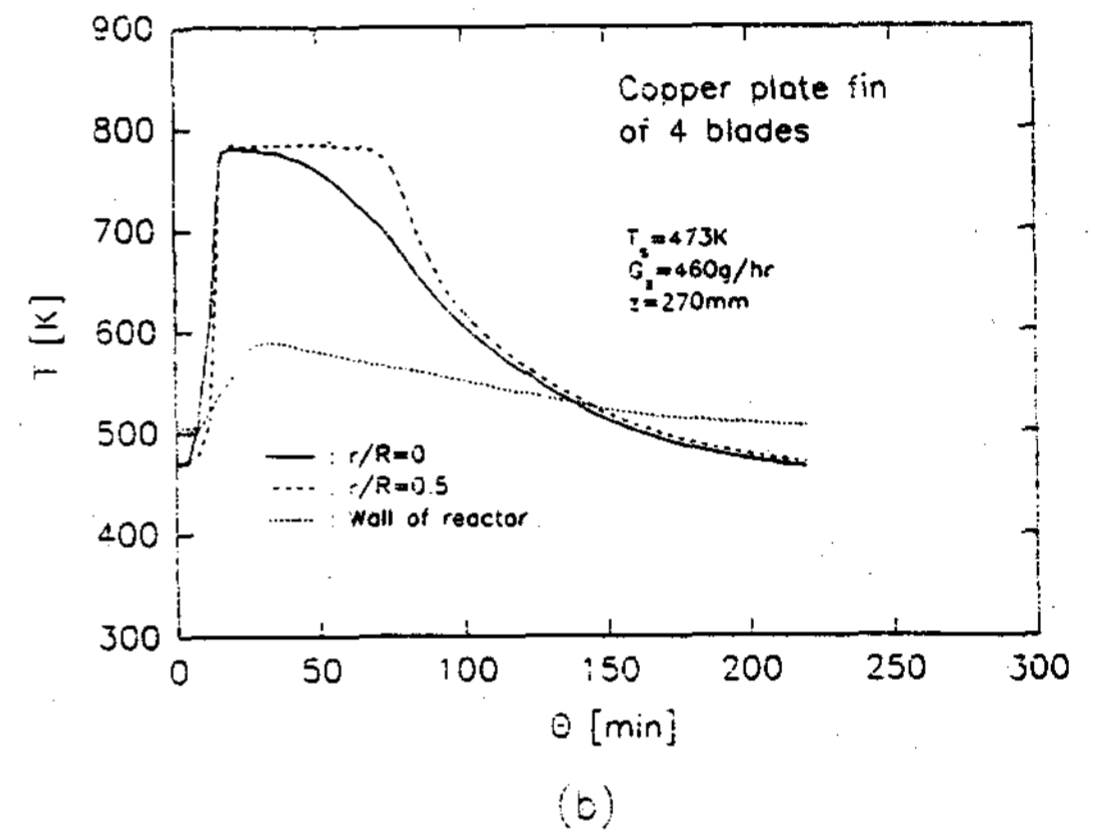
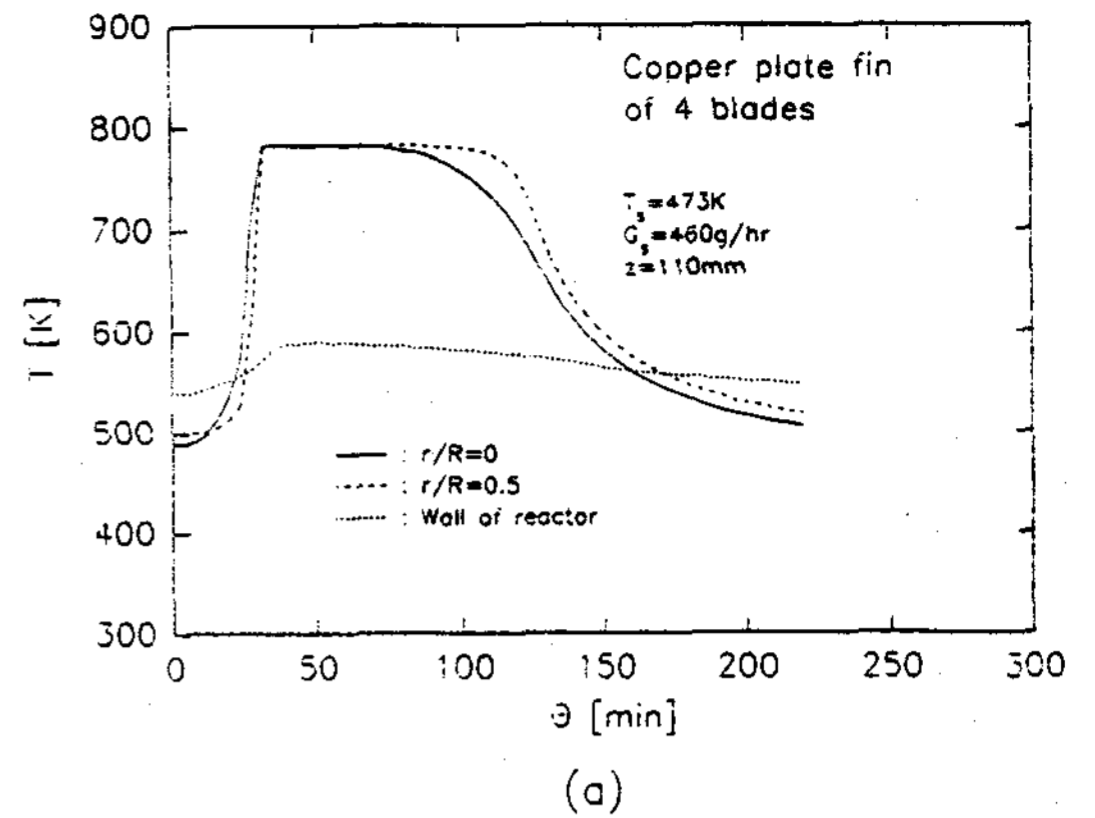


Fig. 10. Temperature profiles as a function of time in the radial direction of the CaO packed bed during hydration. (with copper plate fin)

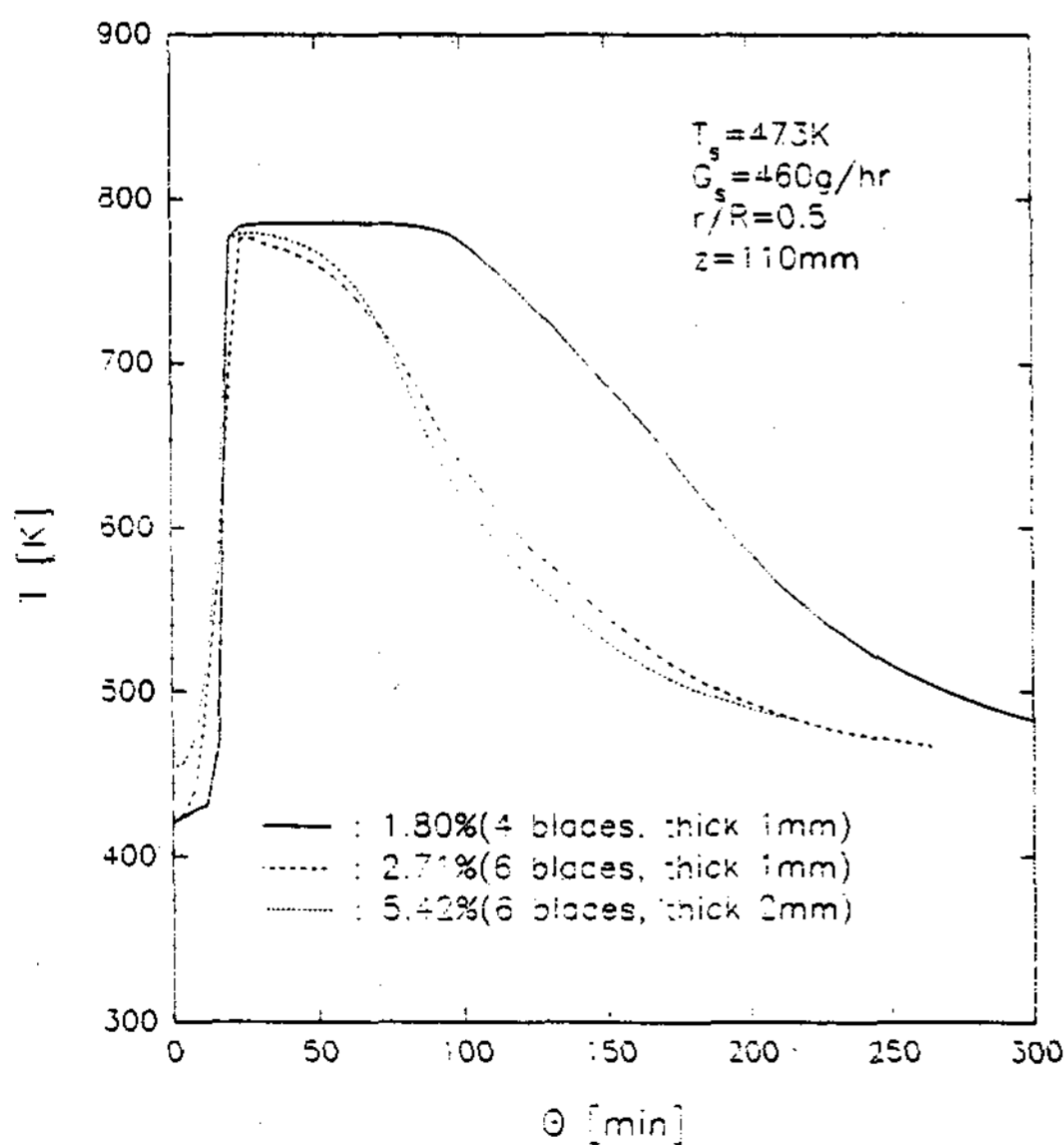


Fig. 11. Effect of volume percentage of fin in the particle bed during hydration.

mm (b)인 위치에서의 반경방향 온도 분포를 그린 것이다. (a), (b) 모두에서 전열핀과 가까운 위치인 중심쪽의 방열속도가 더 빠름을 알 수 있고, Fig 6에서와 마찬가지로 수증기 입구쪽인 (a)의 경우보다 출구쪽인 (b)의 경우가 반응속도가 빠름을 알 수 있다.

Fig 11은 시료 부피에 대한 전열핀의 혼입률이 전열효과에 미치는 영향을 알기 위한 실험 결과를 나타낸 것이다. 전열핀의 매수 증가에 따른 혼입률의 증가 때에는 전열 촉진 효과가 크게 나타났으나 본 실험 조건 하에서는 같

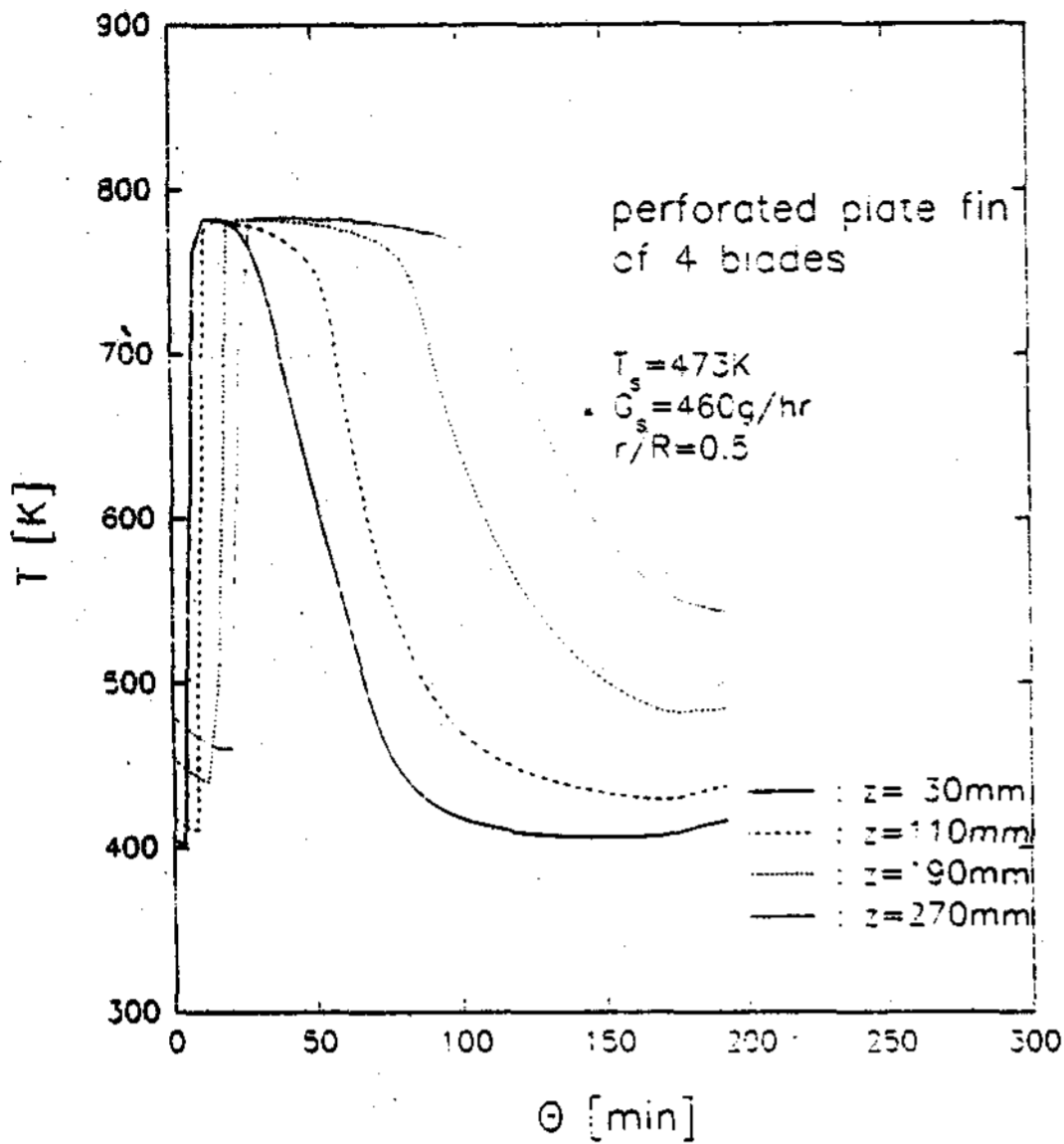


Fig. 12. Temperature profiles as a function of time in the axial direction of the CaO packed bed.
(With perforated copper plate fin)

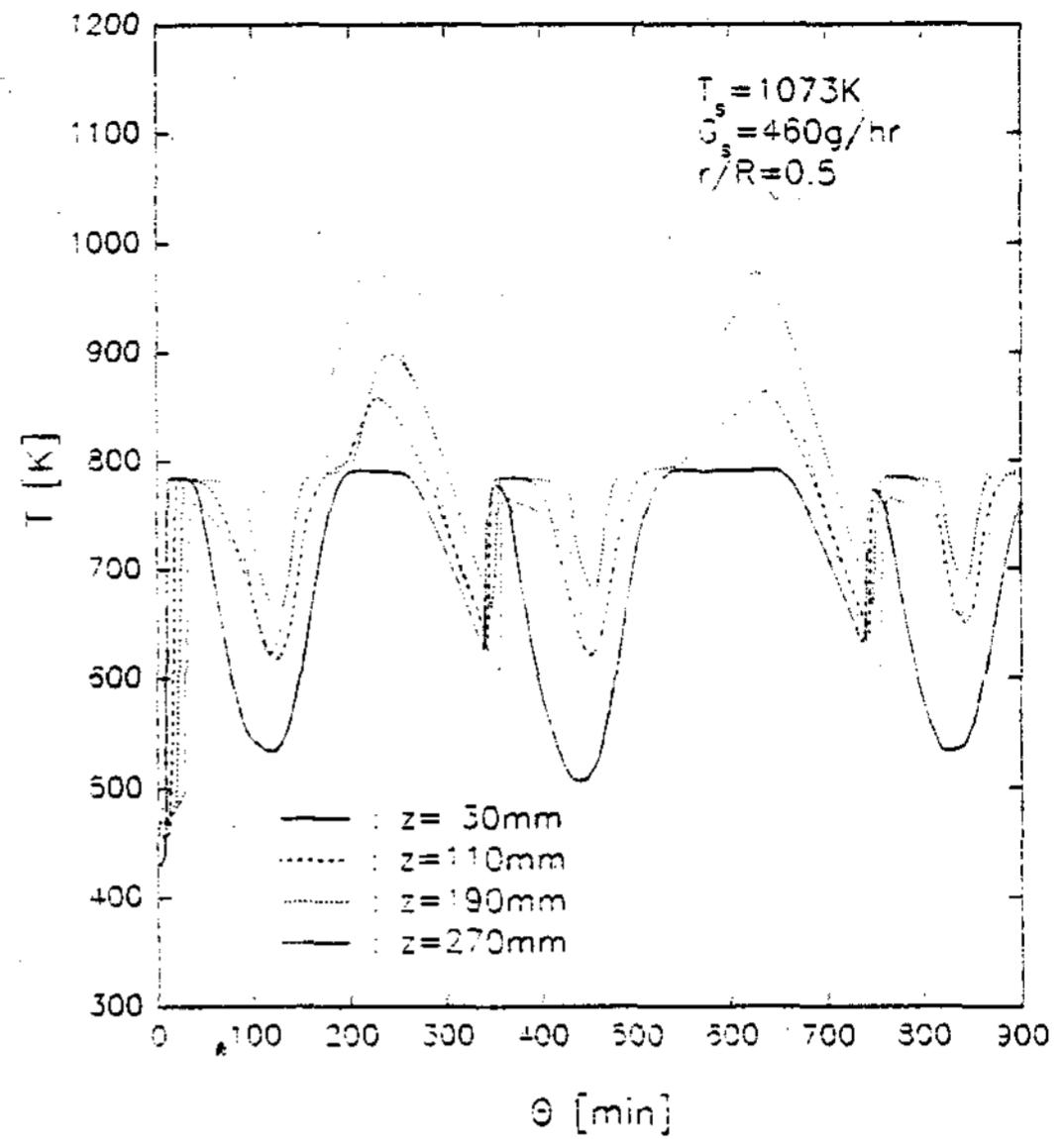


Fig. 13. Temperature profiles as a function of time in the CaO packed bed during the repeated $\text{Ca(OH)}_2/\text{CaO}$ reversible reaction.

은 매수의 전열핀으로서 두께의 차이로 인한 혼입률 증가의 경우에 전열 촉진 효과는 매우 적었다.

(2) 다공판 핀(perforated copper plate fin)

Fig 12는 전열핀의 모양에 따른 전열효과 차이를 보기 위한 것이다. Fig 5 (a) 모양의 방사형 전열핀에 지름 30 mm의 구멍 8개와 지름 15 mm의 구멍 8개를 균일하게 뚫은 4개의 blade로 된 다공판 핀을 CaO 충전층에 설치하고 행한 CaO 수화반응 실험에서 얻은 축방향의 온도 분포 그림이다. Fig 8과 비교하면 온도 변화 곡선이 보다 정상상태에 가까워지고 반응평형 온도 유지 시간이 20% 정도 단축되었음을 알 수 있다. 이것은 구리판 핀을 사용할 때 보다 수증기의 확산 저항이 감소되어 방열 속도가 증가되었기 때문으로 생각된다.

(3) 시료의 내구성

Fig 13은 시료의 내구성을 알기 위해 CaO 충전층에서 수화, 탈수반응을 반복했을 때의 축방향 온도 분포를 나타낸 것이다. 반응 시작 시간은 충전층 높이 z=110 mm인 곳에서의 온도 변화를 기준으로 해서 수화반응 평형온도로부터 50 K 강하 시점에서 전기 가열로를 이용한 흡열탈수반응을 시작하였다. 또 탈수반응 평형온도에서 50 K 상승 때 전원을 끊어 온도를 낮춘 다음 650 K에서 충전층에 수증기를 공급하여 수화반응을 시키는 방법으로 반복실험을 한 결과, 본 실험 범위 내에서는 수화발열반응에 의한 방열량의 변화가 없었다.

5. 결론

Ca(OH)₂/CaO계 가역반응 사이클을 이용

한 축열장치의 성능 향상을 위한 방안의 하나로 CaO 입자 충전층에 구리판으로 만든 전열판을 설치하고 CaO 수화반응 실험을 행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 대기압 하의 반응평형 온도에 해당하는 780 K 정도의 온도에서 일정 시간 수화발열반응이 진행되었다.

2) 반응의 진행 방향은 수증기 입구쪽에서 출구쪽으로 또 반응층 중심에서 관벽쪽으로 진행되었다.

3) 본 실험조건 하에서는 전열판에 의한 방열촉진 효과로 전열판이 없는 경우보다 수화반응열의 방열시간을 1/2 이상 크게 단축시킬 수 있었으며 전열판의 두께나 모양보다 핀의 매수에 따른 영향이 가장 컸다.

References

- (1) Bauerle, G. et al., Proc, Joint Conf, Americal Section Solar Energy Soc, and the Solar Energy Soc. Can., Inc.vol.8, p.192(1976).
- (2) Rosemary, J. K. et al., AIAA Paper., vol.79, p.986(1979).
- (3) Matsuda, H., Miyazaki, M., Hasatani, H. and Yanadori, M. Kagaku Kogaku Ronbunshu, vol.14, p.769(1988).
- (4) Halstead, P. E. and Moore, A. E. : J. Chem. Soc., p.3876(1957).
- (5) Samms, J. A. C. and Evans, B. E : J. Appl. Chem., vol.18, p.5(1968).
- (6) Fujii, I. and Tsuchiya, K. Proc. of Miami Int. Conf. on Alternative Energy Sources I., Vol9, p.285(1982).
- (7) Lee, S. K., Kim, J. S. and Lee, Y. S. J. of the Korea Ind. & Eng Chemistry., vol3., No.3, P. 208(1992).
- (8) Matsuda, H., Ishizu, T., Lee, S. K. and Hasatani, M. : Kagaku Dogaku Ronbunshu., vol.11, p.542(1986).
- (9) Matsuda, H., Lee, S. K., Ishizu, T. and Hasatani, M. : Int Chem. Eng., vol.28, p.642 (1988).
- (10) Fujii, I. and Tsuchiya, K., Higano, M. and Yamada, J. : Solar Energy., vol.34, p.20 (1985).
- (11) Yanadori et al : Kagaku Kogaku Ronbunshu., vol, 17, p.916(1991).
- (12) Chung, S. Y et al : Solar Energy., vol.14, No.1, p.122(1994).
- (13) Lee, S. K., Matsuda, H. and hasatani, M. Kagaku Kogaku Ronbunshu., vol.12, p.165 (1986).
- (14) Kanzawa, A. and Arai, Y. : Solar Energy, vol.27, p.289(1981).

*Dong-A University

**Graduate School, Dong-A University

Thermal energy transport in a two-dimensional horizontal and vertical channel with an isothermal rectangular beam attached to one adiabatic wall is investigated from the numerical solution of Navier-Stokes and energy equations. The solutions have been obtained for dimensionless aspect equations. The solutions have been obtained for dimensionless aspect ratios of beam, $H/B=0.25\sim 4$, Reynolds numbers, $Re=50\sim 500$ and Grashof numbers, $Gr=0\sim 5\times 10^4$.

The mean Nusselt number, \overline{Nu} for horizontal and vertical channels shows same value at $Gr=0$ and increases as Gr increases and decreases as H/B increases at $Re=100$.

\overline{Nu} of vertical channel shows higher in $0.25\leq H/B < 1.1$ and lower in $1.1\leq H < 4.0$ than that of horizontal channel at $Gr=10^4$, $Re=100$.

\overline{Nu} of vertical channel shows higher in $0.25\leq H/B < 1.1$ and lower in $1.1\leq H/B=1.0$ than that of horizontal channel at $Re=100$, $0 < Gr \leq 5\times 10^4$.

A comparison between the experimental and numerical results shows good agreement.

Rate Augmentation of Exothermic Hydration in the CaO Packed Bed

Soo-Yull Chung · Jong-Shik Kim

Dept. of Chem. Eng., Keimyung University

Heat release characteristics of a CaO packed bed reactor which is used for a chemical heat storage device has been studied.

We employed Cu-plate fins to release the heat of reaction of the CaO packed bed inside the reactor fast and effectively.

Two-dimensional analysis of unsteady state heat flow inside the bed was performed as a function of time and under various conditions of the Cu-plates.

It is noted that the time required to release the heat of reaction with Cu fins is reduced more than twice fast compared to that without Cu fins. That was largely dependent upon the number of Cu-plate, as well.