

콘크리트-폴리머 복합재료 개발(II) - 폴리머(레진) 콘크리트의 물성 -

황 의 환[†] · 황 택 성* · 길 덕 수

천안공업대학 공업화학과, *충남대학교 화학공학과
(1999년 8월 6일 접수, 1999년 9월 21일 채택)

Development of Concrete-Polymer Composite (II) - Physical Properties of Polymer(Resin) Concrete -

Eui-Hwan Hwang[†], Taek-Sung Hwang*, and Deog-Soo Kil

Department of Industrial Chemistry, Chonan National Tech. College, Chonan 330-717, Korea
*Department of Chemical Engineering, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea
(Received August 6, 1999; accepted September 21, 1999)

요약: 고기능성 건설재료로 활용하기 위하여 불포화폴리에스테르수지를 사용한 폴리머 콘크리트의 물성에 대하여 조사하였다. 탄산칼슘(충전제)의 첨가량(5~20 wt %)과 세골재의 첨가량(10~50 wt %)에 따라 다양한 배합의 공시체를 제작하여 압축 및 휨강도, 흡수시험, 내열수성시험, 내산성시험, 세공분포측정 및 SEM에 의한 미세조직 관찰등을 실시하였다. 그 결과 폴리머 콘크리트의 압축강도와 휨강도는 시멘트 콘크리트보다 4배 정도 향상되었고, 흡수율은 1/100로 감소되었으며, 내산성시험에 의한 중량감소율은 1/27로 현저히 감소되었다. 내열수성시험후에 측정된 폴리머 콘크리트의 압축 및 휨강도는 모두 내열수성시험전에 측정된 강도에 비하여 67%, 47%로 각각 감소되었으며 폴리머결합재의 분해에 의하여 세공량과 세공율은 크게 증가되었다.

Abstract: The physical properties of polymer concrete were investigated for development of high-performance construction materials. Various specimens of polymer concrete were prepared using unsaturated polyester resin as the polymer-binder with the various dosage of calcium carbonate as microfiller (5~20 wt %) and fine aggregate(10~50 wt %). For the evaluation of the physical properties of polymer concretes, tests such as compressive strength, flexural strength, water absorption test, hot water immersion test, acid resistance test and pore size distribution analysis were conducted. As a result, it is concluded that compressive and flexural strengths of polymer concretes increased up to 4 times than those of conventional cement concrete. Whereas the compressive and flexural strengths of polymer concretes tested after hot water immersion, compared with those of polymer concretes tested before hot water immersion, decreased about 67%, 47%, respectively. By hot water immersion, total pore volume and porosity(%) of polymer concretes were remarkably increased due to decomposition of polymer binder. And also, it is showed that water absorption(%) and weight loss(%) of polymer concrete specimens by acid immersion, compared with those of ordinary portland cement concrete, decreased about 1/100, 1/27, respectively.

Keywords: polymer concrete, unsaturated polyester resin, compressive strength, pore volume

1. 서 론

건축, 토목 등의 건설분야에 가장 많이 사용되고 있는 시멘트 콘크리트는 여러 가지 장점에도 불구하고 수밀성, 내약품성, 내구성, 내마모성, 내충격성, 인장 및 휨강도등이 약한 단점을 가지고 있다 [1,2]. 이와 같은 단점을 보완하기 위하여 폴리머로 시멘트 결합재를 개질하여 만든 재료를 콘크리트-폴리머 복합재료(concrete-polymer composite, CPC)라 부른다[3]. 폴리머로 결합재를 개질하는 방법에 따라 콘크리트-폴리머 복합재료는 3종류로 대별된다. 즉, 결합재로서 시멘트와 폴리머를 병용하여 만든 재료를 폴리머 시멘트 콘크리트(polymer cement concrete, PCC)라 하고, 시멘트를 전혀 사용하지 않고 폴리머만을 결합재로 사용하여 만든 재료를 폴리머 콘크리트(polymer concrete, PC 또는 resin concrete라

고도 칭함)라 하며, 경화 콘크리트를 건조, 탈기, 함침, 중합의 과정을 거쳐 경화체내의 공극에 폴리머를 함침시켜 제조한 재료를 폴리머 함침 콘크리트(polymer impregnated concrete, PIC)라 부른다[4-6]. 이 중에서 폴리머 콘크리트는 1960년경부터 독일, 소련, 일본 및 미국등의 선진국을 중심으로 콘크리트 구조물의 보수재, 바닥재 및 각종 프리캐스트 제품등에 대한 연구·개발이 시작되었고 최근에는 폴리머 콘크리트의 고기능성을 이용한 방진제품, 방사성 폐기물과 같은 특수처분용기, 절연제품, 라이닝재료 및 예술품등에 대한 연구가 진행되고 있다[7-10]. 폴리머 콘크리트의 제조에 사용되는 폴리머-결합재로는 불포화폴리에스테르수지, 에폭시수지, 메타크릴산 메틸수지, 폴리우레탄 및 페놀수지 등이 상업적으로 사용되고 있으며 충전재로는 중질탄산칼슘, 실리카, 플라이애쉬등이 이용되고 있다[11-14]. 폴리머 콘크리트는 보통 시멘트 콘크리트에 비하여 강도, 내구성, 내마모성, 내충격성, 내약품성, 수밀성 등에 대한 물성이 대단히 우수하나 폴리머를 사용함으로써 내열성이나 내화성에 약한 단점을 가지고 있다[13,15-18].

[†] 주 저자 (e-mail: ehhwang@dragon.cntc.ac.kr)

Table 1. Specimen Recipe of Polymer Concretes

Specimen No.	Resin (Unsaturated polyester), %	CaCO ₃ (%)	Fine aggregate (%)	Coarse aggregate (%)	Remarks
1	10	5	10	75	
2			20	65	
3			30	55	
4			40	45	
5			50	35	
6	10	10	10	70	
7			20	60	
8			30	50	
9			40	40	
10			50	30	
11	10	15	10	65	
12			20	55	
13			30	45	
14			40	35	
15			50	25	
16	10	20	10	60	
17			20	50	
18			30	40	
19			40	30	
20			50	20	

본 연구에서는 폴리머-결합재로서 가격이 저렴하고 여러 가지 물성이 양호한 불포화폴리에스테르수지를 선택·사용하였고, 탄산칼슘 충전재의 충전효과를 조사하기 위하여 5, 10, 15, 20 wt %로 변화시켜 사용하였으며, 세골재의 첨가량에 따른 폴리머 콘크리트의 물성을 조사하기 위하여 10, 20, 30, 40, 50 wt %의 5단계로 변화시켜 총 20종류의 배합에 대한 압축강도 및 휨강도 공시체를 제작하였다. 건설재료의 기초물성으로서 압축 및 휨강도를 측정하였고, 수밀성을 조사하기 위하여 흡수율을 측정하였으며, 폴리머 콘크리트의 내열성을 조사하기 위하여 내열수성시험과 열중량분석을 실시하였다. 또 재료의 내구성은 세공분포와 밀접한 관계가 있으므로 배합변화에 따른 세공량과 내열수성시험후 수지분해에 의한 세공분포변화 및 SEM을 이용한 폴리머 필름의 형성상태 등에 대하여 조사하였다.

2. 실험

2.1. 재료

레진 콘크리트 복합재료 제조에 폴리머-결합재로 국내 S사 제품의 불포화폴리에스테르 수지를 사용하였으며, 경화제(촉매)로 MEKPO를, 촉진제로 옥텐산 코발트를 사용하였다. 충전재로는 중질탄산칼슘(평균입경 32 μm)을, 세골재(325 mesh)와 조골재(5~10 mm)는 수분함량 0.1% 이하가 되도록 건조시켜 사용하였다.

2.2. 공시체 제조

공시체 제조에 사용한 배합조성을 Table 1에 나타내었다. 불포화폴리에스테르 수지 첨가량을 10%로 고정시키고, 탄산칼슘 5~20%, 세골재 10~50%, 조골재 20~75%로 변화시켜 총 20종의 배합에 대하여 압축강도 공시체(φ7.5×15 cm)와 휨강도 공시체(6×6×24 cm)를 각각 제작하였다. 공시체는 7일간 상온양생하여 강도를 측정하였다.

2.3. 흡수시험

28일 양생한 공시체를 80±2 °C에서 항량이 될 때까지 건조한

후 중량을 측정하였고, 20±2 °C에서 7일간 침수시킨 다음 다시 중량을 측정하여 흡수율을 구하였다.

$$\text{흡수율(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

여기서, W₀ = 침수전의 공시체 중량
W₁ = 침수후의 공시체 중량

2.4. 내열수성시험

90 °C의 열수에 28일간 침수시켜 중량변화율과 시험후의 압축 및 휨강도를 측정하였다.

$$\text{중량변화율(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100$$

여기서, W₀ = 시험전의 공시체 중량
W₁ = 시험후의 공시체 중량

2.5. 내산성시험

20±2 °C의 황산수용액에 각 종류당 3개씩의 공시체를 3 cm 간격으로 배열하여 28일간 침적시키고, 황산용액의 양은 공시체 체적의 3배로 하였다. 시험 시작 후 14일째 공시체를 꺼내어 해면상의 침식된 부분을 철솔로 제거한 다음 새로운 황산수용액에 다시 14일간 침적시켰다. 28일 침적 후 공시체의 중량 변화율과 압축 및 휨강도를 측정하였다.

$$\text{중량변화율(\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100$$

여기서, W₀ = 시험전의 공시체 중량
W₁ = 시험후의 공시체 중량

2.6. 세공분포 측정

입경 2.5~5 mm 범위의 시료를 채취하여 아세톤으로 세정하고 48시간 건조시킨 다음 수은 압입법으로 세공량 분포를 측정하였다.

2.7. 열중량 분석

TGA를 사용하여 상온에서 900 °C까지 온도를 상승시켜 재료의 열분해 특성을 조사하였다.

2.8. SEM 분석시험

시편의 파단면을 33 wt % 질산수용액에 90초간 에칭(etching)시키고 물로 세척한 다음 주사전자현미경을 이용하여 폴리머 필름의 형성상태를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 흡수시험

Figure 1에 7일간 흡수시험한 후의 공시체 중량증가율을 나타내었다. 그림에서 보는데와 같이 세골재 첨가량 10%에서 20%까지와 40%에서 50%까지는 흡수율이 급격히 상승되고 있으나 20%에서 40%까지는 비교적 완만한 상승이 일어나고 있음을 알 수 있다. 세골재 첨가량이 적을수록 소수성의 수지가 조골재를 완전히 코팅·결합시키고 있어 수밀성이 향상되지만 세골재량이 증가될수록 동일한 수지 첨가량(10%)으로는 골재간의 공극을 충분히 메워주지 못하기 때문에 흡수율이 증가되는 것으로 생각된다. 세골재 첨가량 20~40% 범위의 폴리머 콘크리트 흡수율(약 0.04%)은 보통 시편

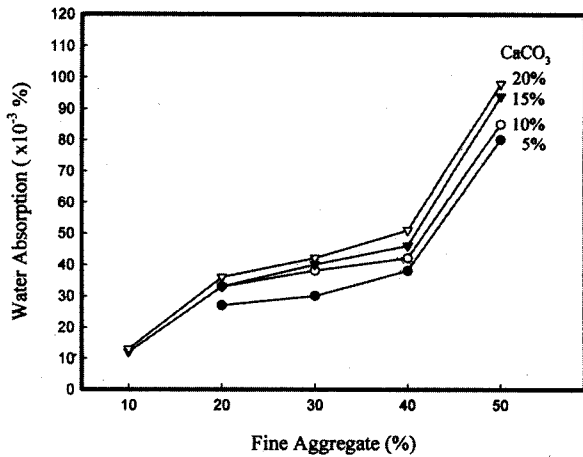


Figure 1. Water absorption of polymer concretes as a function of fine aggregate content.

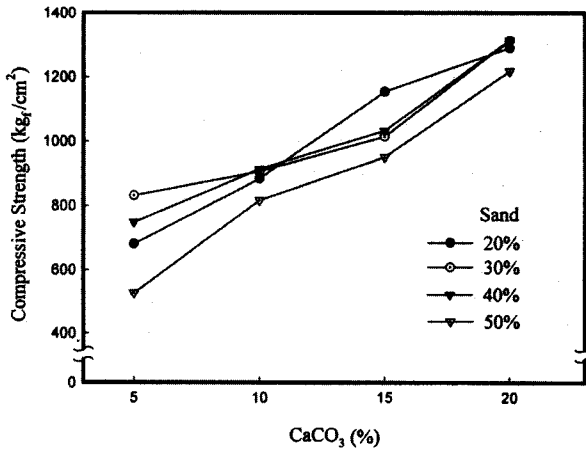


Figure 2. Compressive strengths of polymer concretes as a function of calcium carbonate content.

트 콘크리트의 흡수율(약 5.2%)에 비하여 월등히 낮게 나타나므로 동결융해 작용에 의한 파괴현상은 거의 일어나지 않는 것으로 알려져 있다[13]. 한편 탄산칼슘 충전재의 첨가량이 증가될수록 세골재 첨가량에 관계없이 흡수율은 약간씩 증가되고 있는데 그 이유는 공시체 표면에 존재하는 탄산칼슘 입자의 흡수 때문에 나타나는 현상으로 생각된다.

3.2. 압축 및 휨강도 특성

Figures 2~5에 폴리머 콘크리트의 압축 및 휨강도 변화를 나타내었다. 탄산칼슘 5%, 세골재 첨가량 10%인 공시체(S. No. 1)와 탄산칼슘 10%, 세골재 첨가량 10%인 공시체(S. No. 6)는 세골재량의 부족으로 성형한 공시체의 표면이 매끄럽지 못하여 측정에서 제외시켰다. Figure 1, 2에서 보면 탄산칼슘 충전재량이 증가됨에 따라 압축 및 휨강도 모두 현저히 증가되는 것을 알 수 있으며, 탄산칼슘 첨가량 20%에서 세골재 첨가량 50% 공시체를 제외한 20, 30, 40% 공시체 모두 거의 비슷한 강도를 보여주고 있다. 이러한 결과는 탄산칼슘 첨가량 20%에서 최밀충전이 이루어지기 때문으로 생각되며, 세골재량 50%에서 압축 및 휨강도 모두 현저히 저하되는 이유는 세골재 첨가량이 과다하여 생성된 공극을 수지가 충분히 메워주지 못하기 때문으로 생각된다. 레진 콘크리트의 압축강도(1200~1300 kgf/cm²)는 보통 시멘트 콘크리트의 압축강도(300~

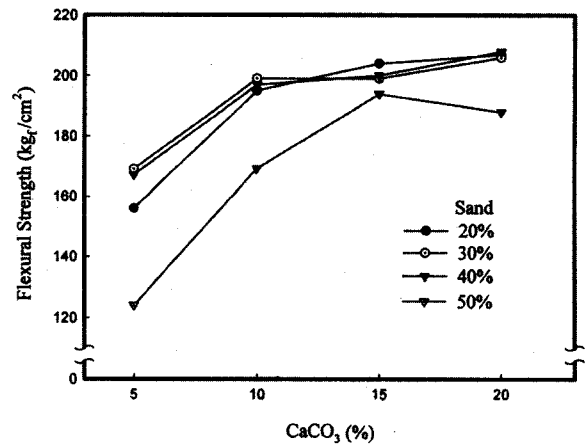


Figure 3. Flexural strengths of polymer concretes as a function of calcium carbonate content.

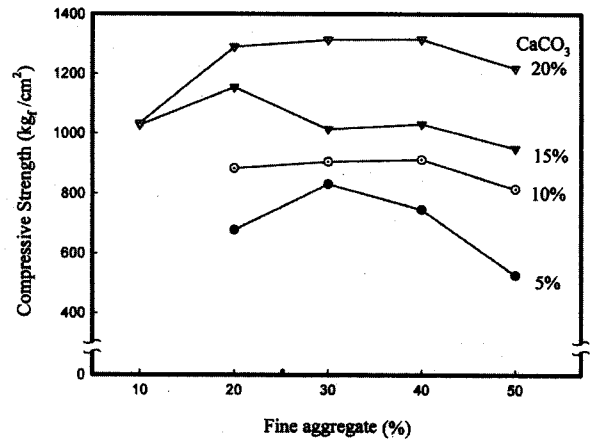


Figure 4. Compressive strengths of polymer concretes as a function of fine aggregate content.

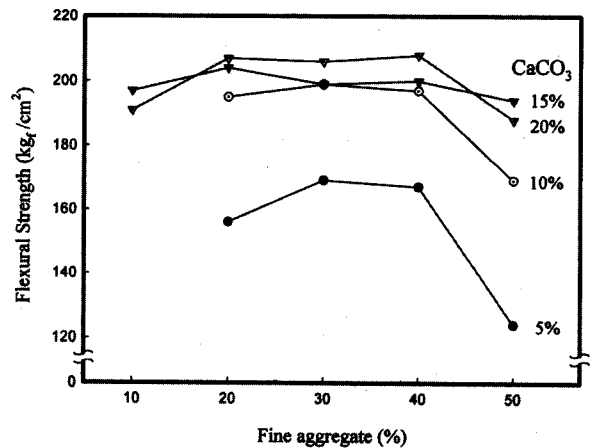


Figure 5. Flexural strengths of polymer concretes as a function of fine aggregate content.

350 kgf/cm²)에 비하여 약 4배 정도 높게 나타났으며, 레진 콘크리트의 휨강도(약 200 kgf/cm²) 역시 보통 시멘트 콘크리트의 휨강도(약 50 kgf/cm²)에 비하여 4배 정도 향상되는 것으로 나타났다. Figure 4, 5에서 보는 바와 같이 세골재 첨가량 30% 전후에서 강도가 가장 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

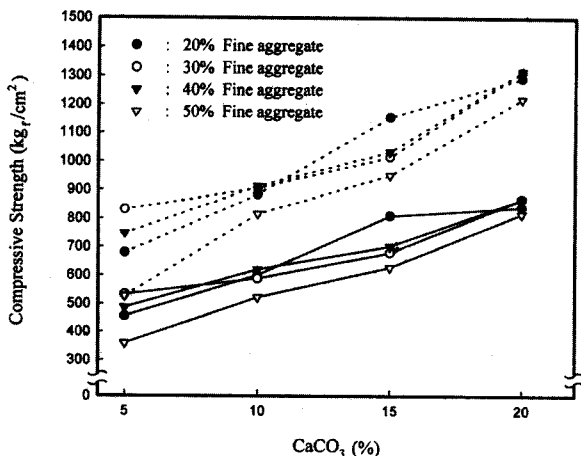


Figure 6. Compressive strengths of polymer concretes as a function of calcium carbonate content (—: after hot water immersion,: before hot water immersion).

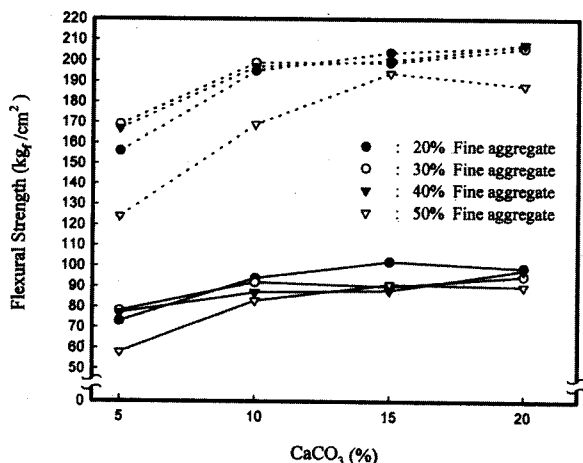


Figure 7. Flexural strengths of polymer concretes as a function of calcium carbonate content (—: after hot water immersion,: before hot water immersion).

3.3. 내열수성 시험

Figures 6~9에 레진 콘크리트의 내열수성 시험후 압축 및 휨강도 측정결과를 나타내었다. 압축강도의 경우 내열수성 시험전 강도에 대한 시험후의 강도 감소율이 67% 전후로 집중되어 있고, 휨강도의 감소율은 47%로 집중되어 있어 압축강도가 휨강도보다 크게 영향을 받는 것으로 조사되었다. 내열수성 시험에 의하여 모든 공시체의 압축 및 휨강도감소율이 일정한 값에 접근하는 이유는 공시체 자체의 결합보다는 불포화폴리에스테르수지의 열분해에 의해 크게 영향을 받기 때문으로 생각된다. Figure 10에 내열수성 시험에 의한 공시체의 중량변화율을 나타내었다. Figure 10에서 보는 바와 같이 세골재 첨가량 40%까지는 중량증가율이 비교적 서서히 진행되나 40% 이상에서는 급격히 증가되고 있다. 이러한 현상은 세골재량의 과다로 생성된 공극을 수지가 충분히 메워주지 못하기 때문으로 생각되며, 또한 골재와 골재간의 계면을 결합시키고 있는 수지량이 부족하므로서 내열수성 시험에 의한 수지분해가 조금만 진행되어도 쉽게 물이 침투할 수 있는 통로가 형성되기 때문으로 생각된다. 폴리머 콘크리트의 열수침적시험이 진행될수록 수지가 분해되어 중량감소의 원인이 되지만 수지분해에 의한 중량감소보다는 수지분해로 인한 수밀성의 감소로 물이 침투되므로써 공

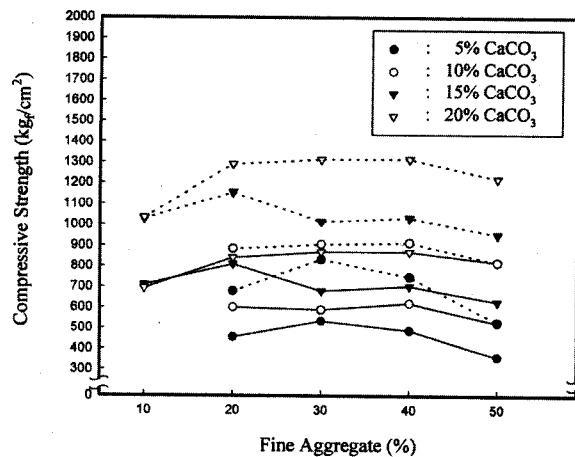


Figure 8. Compressive strengths of polymer concretes as a function of fine aggregate content (—: after hot water immersion,: before hot water immersion).

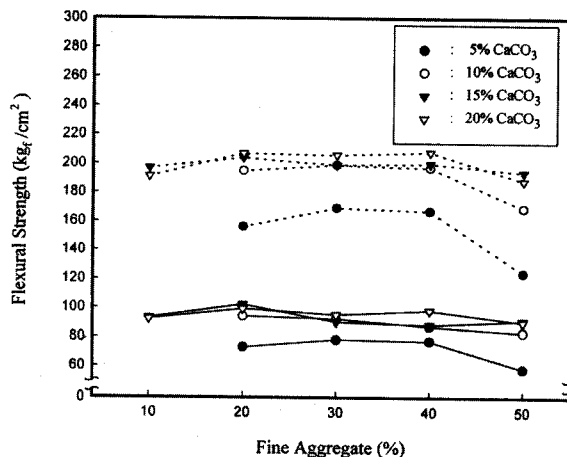


Figure 9. Flexural strengths of polymer concretes as a function of fine aggregate content (—: after hot water immersion,: before hot water immersion).

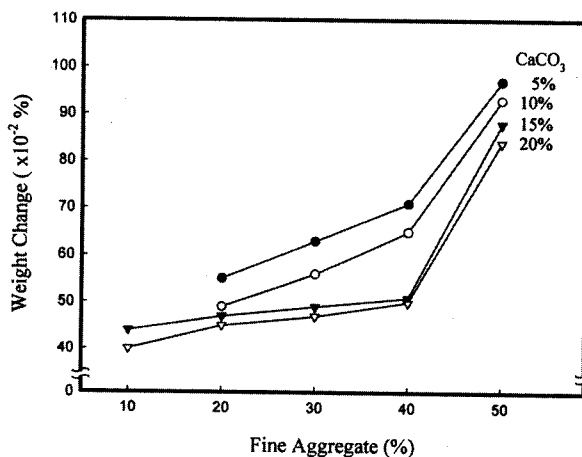


Figure 10. Weight change of polymer concretes as a function of fine aggregate content after hot water immersion.

시체 전체 중량은 증가되는 것으로 판단된다. 탄산칼슘의 첨가량이

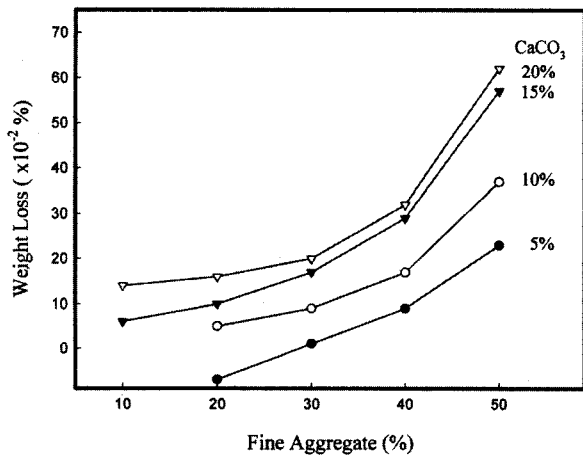


Figure 11. Weight loss of polymer concretes as a function of fine aggregate content after acid immersion.

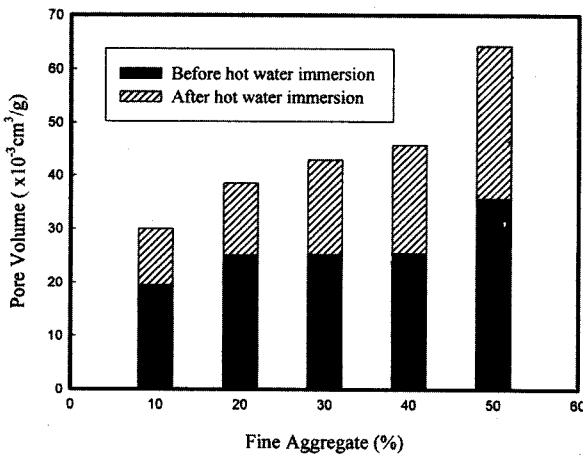


Figure 12. Pore volume of polymer concretes as a function of fine aggregate content(resin: 10%, CaCO₃: 20%).

증가될수록 내열수성 시험에 의한 공시체의 중량증가율은 감소되는 것으로 나타나고 있는데, 이러한 현상은 탄산칼슘 미립자가 세골재 간의 공극을 메워주므로서 흡수량이 감소되기 때문으로 생각된다.

3.4. 내산성 시험

Figure 11에 내산성 시험후의 폴리머 콘크리트 공시체의 중량감소율(%)을 나타내었다. 세골재 첨가량이 증가됨에 따라 중량감소율이 점차 크게 나타나고 있는 것을 볼 수 있다. 이러한 원인은 세골재 첨가량이 많아질수록 세골재 사이의 공극을 메우는 데 필요한 수지량이 많아져야 하는데 첨가하는 수지량은 일정하기 때문에 공시체 내에 공극이 많아 산수용액이 침투하기 쉽기 때문에 일어난 현상으로 생각된다. 또한 탄산칼슘 충전재의 첨가량이 많아질수록 중량감소율은 증가되는데 이것은 공시체 표면의 탄산칼슘이 산의 작용을 받아 쉽게 침식되기 때문으로 생각된다[12]. 탄산칼슘 5%, 세골재 첨가량 20% 공시체는 중량이 오히려 증가되었는데 이것은 충전재와 세골재량이 지나치게 적어 성형시에 물이 들어갈 수 있는 공간이 공시체 내부에 존재하였기 때문으로 판단된다. 그러나 내산성 시험에 의한 폴리머 콘크리트의 중량감소율(약 0.2%)은 동일한 조건에서 시험한 보통 시멘트 콘크리트의 중량감소율(5.38%)에 비하면 월등히 낮아 내산성이 대단히 우수하다는 것을 알 수 있다.

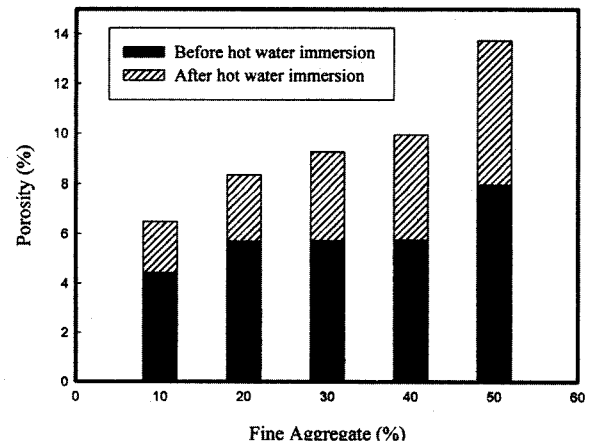


Figure 13. Porosity of polymer concretes as a function of fine aggregate content(resin: 10%, CaCO₃: 20%).

3.5. 세공분포 측정

Figure 12에 세공량을 나타내었다. Figure에서 세골재 첨가량 10%일 때 세공량이 가장 적게 나타나는 것은 혼합과정에서 세골재에 의한 공기연행작용이 적고, 시료의 대부분이 수지로 구성되어 있기 때문으로 생각되며 세골재 첨가량 50%에서 세공량이 현저히 높게 나타나는 것은 세골재의 불배어링 효과에 의한 연행공기량이 과다하기 때문으로 생각된다. 그러나 세골재 첨가량 20~40% 범위에서는 별다른 세공량의 변화는 관찰할 수 없었다. 내열수성 시험 후 공시체 시편의 세공량은 시험전의 측정값에 비하여 현저히 증가되는 것으로 나타났으며, 세골재 첨가량이 증가됨에 따라 점차 증가되는 것을 알 수 있었다. 세골재 첨가량 20~40% 범위에서 내열수성 시험전 공시체의 세공량은 별 차이가 없는데 반하여 내열수성 시험후 공시체의 세공량은 세골재 첨가량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되는 것을 볼 수 있다. 이러한 현상은 세골재 첨가량이 많아질수록 세골재를 결합시키고 있는 수지가 열화되어 쉽게 빠져나가기 때문으로 생각된다. 내열수성 시험에 의하여 세공량이 크게 증가되는 것은 매트릭스로 사용한 수지분해 때문으로 생각되며 또한 이로 인하여 강도가 현저히 감소되는 것으로 판단된다.

Figure 13은 세공율을 나타낸 것인데 그림의 형태가 세공량을 나타낸 Figure 12와 비슷하다는 것을 알 수 있다. 세공율도 세골재 첨가량이 많아질수록 증가되며 특히 세골재 첨가량 50%에서 제일 높게 나타나기 때문에 강도가 현저히 감소되는 것으로 생각된다. 내열수성 시험에 의하여 세공률 역시 세골재 첨가량에 따라 크게 증가되는 것을 알 수 있었다.

Figures 14~18에 세공경에 대한 세공량 분포를 나타내었다. 세골재 첨가량이 비교적 적은 시편(10%, 20%)에서는 세공경이 작은 세공량이 많은 반면 세골재 첨가량이 많은 시편(40%, 50%)에서는 세공경이 큰 세공량이 많은 것으로 나타났으며, 세골재 첨가량 30%에서는 비교적 고른 분포를 나타내었다. 세골재 첨가량이 적을수록 세공분포는 수지에 의한 영향을 크게 받아 작은 세공들이 많아지고, 세골재 첨가량이 클수록 혼합과정에서 세골재에 의한 공기연행 특성으로 큰 세공들이 많아지게 되는 것으로 생각된다. 내열수성 시험을 행한후 시편들의 세공분포도 시험전 시편들의 세공분포와 비슷한 양상을 보여주고 있으나 전체 세공량은 수지의 열분해로 인하여 현저히 증가되는 것을 관찰할 수 있었다.

3.6. 열중량 분석

Figure 19에 레진 콘크리트 제조에 사용된 재료와 레진 콘크리트 시편(S. No. 17)의 열중량 분석 그래프를 나타내었다. 세골재의

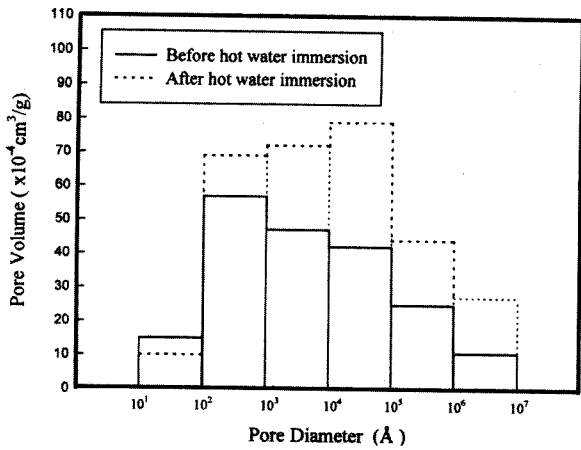


Figure 14. Pore volume of polymer concretes as a function of pore diameter(CaCO₃: 20%, fine aggregate: 10%).

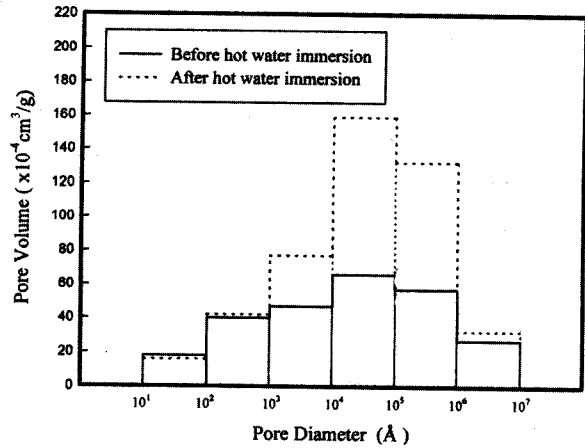


Figure 17. Pore volume of polymer concretes as a function of pore diameter(CaCO₃: 20%, fine aggregate: 40%).

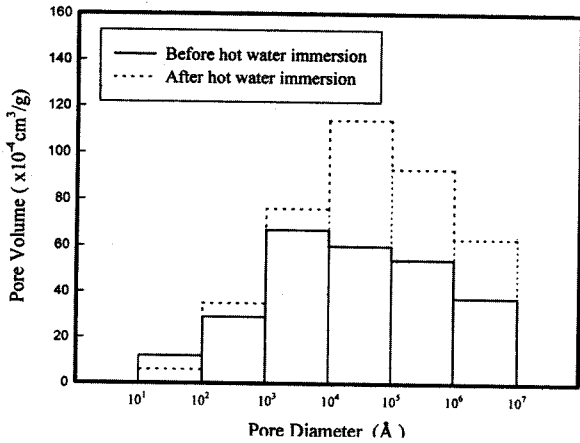


Figure 15. Pore volume of polymer concretes as a function of pore diameter(CaCO₃: 20%, fine aggregate: 20%).

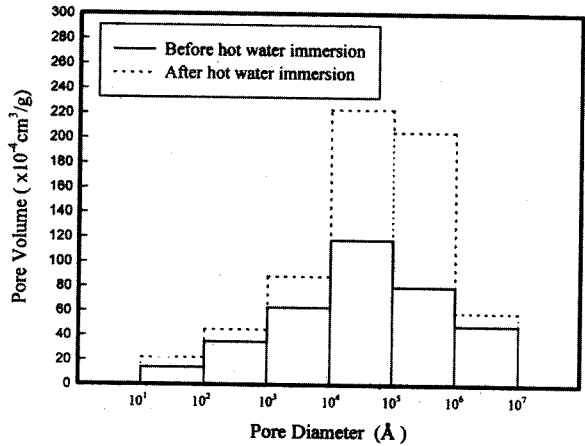


Figure 18. Pore volume of polymer concretes as a function of pore diameter(CaCO₃: 20%, fine aggregate: 50%).

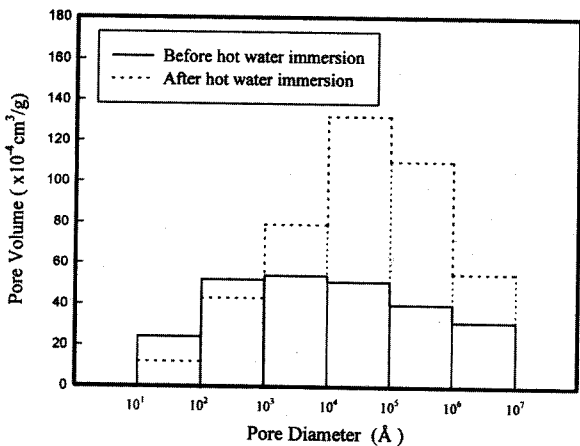


Figure 16. Pore volume of polymer concretes as a function of pore diameter(CaCO₃: 20%, fine aggregate: 30%).

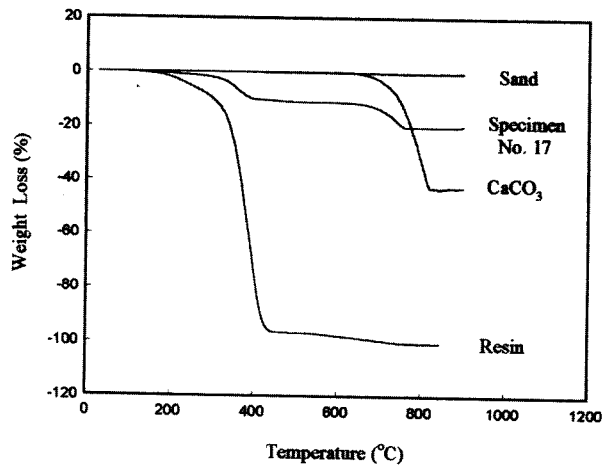
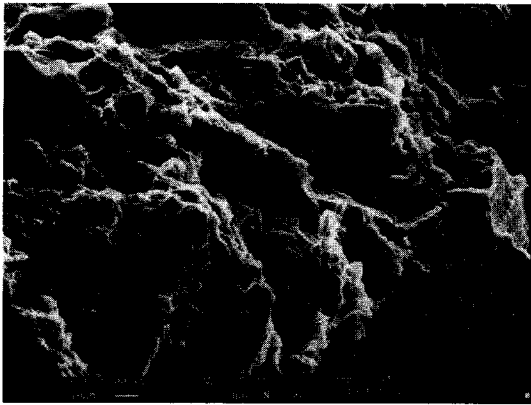


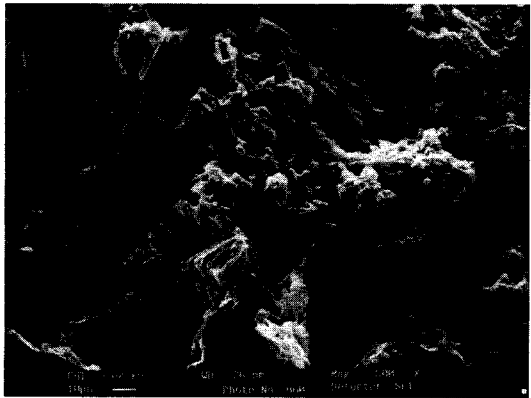
Figure 19. TGA curves of sand, calcium carbonate, unsaturated polyester resin and specimen No. 17.

중량변화는 거의 나타나지 않았으며, 충전재로 사용한 탄산칼슘 (CaCO₃)은 620~820 °C 사이에서 분해(CaO + CO₂)가 일어나 42.6%의 중량감소가 일어나는 것을 관찰할 수 있었다. 불포화폴리에스테르수지는 100 °C 부근에서 분해가 시작되어 450 °C에서는 완전히 분해되어 수지잔량이 zero에 접근하는 것을 볼 수 있었다. 레진 콘

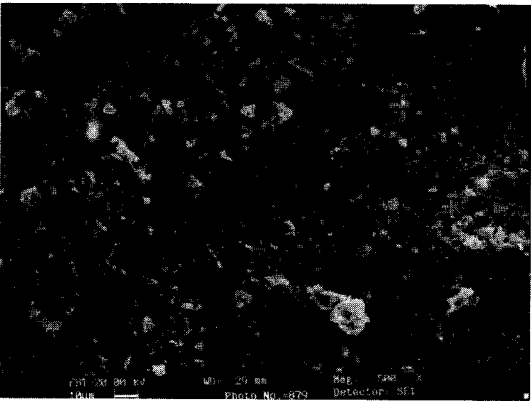
크리트 시편은 수지분해에 의한 1차 중량감소와 탄산칼슘 분해에 의한 2차 중량감소로 분해특성이 나타나고 있어 경화과정중에 새로운 물질의 생성은 없는 것으로 생각되며 단순한 물리적 결합에 의하여 강도가 발현되는 것으로 판단된다.



(a) micrograph before hot water immersion test



(b) 2 cm depth micrograph after hot water immersion test



(c) surface micrograph after hot water immersion test

Figure 20. SEM micrographs of polymer concrete(specimen No. 17).

3.7. SEM에 의한 미세조직 관찰

Figure 20에 탄산칼슘 20%와 세골재 20%를 첨가하여 제조한 공시체(S. No. 17)의 전자현미경에 의한 미세조직을 나타내었다. 각 그림의 (a)는 내열수성 시험전의 조직, (b)는 공시체 표면으로부터 2 cm 깊이의 조직, (c)는 공시체 표면의 조직사진을 각각 나타내고 있다. 공시체 번호에 관계없이 시험전의 조직사진을 보면 수지가 골재와 잘 결합되어 있는 것을 관찰할 수 있으나 내열수성 시험후 공시체 표면으로부터 2 cm 깊이의 조직을 보면 수지가 분해되어 쪼그라든 형태를 볼 수 있으며 공시체 표면의 조직사진에서는 수지를 찾아볼 수 없을 정도로 완전히 분해되어 버렸음을 관

찰할 수 있었다.

4. 결 론

폴리머 결합제로 불포화폴리에스테르수지를 사용하고 충전재로 탄산칼슘을 사용하여 제조한 레진 콘크리트의 물성에 대하여 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 레진 콘크리트의 흡수율은 세골재 첨가량이 증가될수록 증가되었으나 보통 시멘트 콘크리트의 흡수율에 비하면 현저히 감소(1/100 이하)되었다.

2) 레진 콘크리트의 압축 및 휨강도는 탄산칼슘의 첨가량이 증가될수록 증가되었으며, 대체적으로 세골재 첨가량 30% 내외에서 최대강도를 나타내었다.

3) 내산성 시험에 의한 레진 콘크리트의 중량감소율은 세골재 첨가량이 증가될수록 증가되었으나 보통 시멘트 콘크리트에 비하면 현저히 감소(약 1/27)되었다.

4) 레진 콘크리트는 내열수성 시험에 의하여 세공량이 현저히 증가되었고 압축 및 휨강도도 현저히 저하되었다.

5) 레진 콘크리트의 세공분포는 세골재 첨가량이 증가될수록 작은 세공의 세공량이 적어지고 큰 세공의 세공량이 많아졌으며 전체 세공량은 세골재 첨가량과 더불어 증가되었다.

감사의 글

본 연구는 산학연 컨소시엄(천안공대 '98-11호) 및 한국과학재단 지원 공주대학교 부설 자원재활용 신소재 연구센터(과제번호: 기본 1-5)의 지원에 의하여 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Y. Ohama, K. Notoya, and M. Miyake, *Transactions of the Japan Concrete Institute*, **7**, 165 (1985).
2. Y. Kasai, I. Matsui, and Y. Fukushima, *Int. Cong. on Polymers in Concrete*, **3**, 178 (1981).
3. K. Okada and Y. Ohama, *Int. Cong. on Polymers in Concrete*, **3**, 3 (1981).
4. D. W. Fowler and T. U. Taylor, *Int. Cong. on Polymers in Concrete*, **6**, 10 (1990).
5. 大濱嘉彦, *콘크리트工学*, **28**, 5 (1990).
6. D. W. Fowler, et al., *ACI Journal*, **83**, 798 (1986).
7. 海野 幸則, *合成樹脂工業*, **35**, 126 (1988).
8. 宮永 晴治, *化學經濟*, **33**, 14 (1986).
9. D. W. Fowler, *Int. Cong. on Polymers in Concrete*, **8**, 13 (1995).
10. V. V. Patureov and V. P. Trambovetsky, *Int. Cong. on Polymers in Concrete*, **8**, 451 (1995).
11. Y. Ohama, M. Demura, and M. Komiyama, *J. of the Society of Materials Science*, **29**, 266 (1980).
12. P. Mani, A. K. Gupta, and S. Krishnamoorthy, *Int. J. of Adhesion and Adhesives*, **7**, 157 (1987).
13. Y. Ohama, *콘크리트工学*, **26**, 70 (1988).
14. 小林 恒己 and 藤田 晃弘, *鋪裝*, **21**, 9 (1986).
15. Y. Ohama, *콘크리트工学*, **28**, 5 (1990).
16. K. Kobaashi, T. Ito, *Int. Cong. on Polymers in Concrete*, **1**, 236 (1976).
17. Y. Ohama, *폴리머다이제스트*, **35**, 47 (1983).
18. Y. Ohama, *材料*, **36**, 679 (1987).