

## 충전재 종류에 따른 PET 재활용 폴리머콘크리트의 황산부식에 대한 강도 특성

조병원<sup>1)\*</sup>·신경철<sup>1)</sup>·박승국<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 한양대학교 토목공학과

(2004년 10월 20일 원고접수, 2005년 6월 30일 심사완료)

### Strength Characteristics on Sulfuric Acid Corrosion of Recycled PET Polymer Concrete with Different Fillers

Byung-Wan Jo<sup>1)</sup>, Kyung-Chul Shin<sup>1)</sup>, and Seung-Kook Park<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dept. of Civil Engineering, Hanyang University, Seoul, 133-791, Korea

(Received October 20, 2004, Accepted June 30, 2005)

#### ABSTRACT

Polymer concrete shows excellent mechanical properties and chemical resistance compared with conventional normal cement concrete. The polymer concrete is drawing a strong interest as high-performance materials in the construction industry. Resins using recycled PET offer the possibility of a lower source cost of materials for making useful polymer concrete products. Also the recycling of PET in polymer concrete would help solve some of the solid waste problems posed by plastics and save energy. An objective of this paper is to estimate the damage of sulfuric acid, through investigating recycled PET polymer concrete, immersed at sulfuric acid solution for 84 days. As a result of testing, recycled PET PC, used CaCO<sub>3</sub> as filler, makes a problem of appearance and strength if they are exposed for long term at corrosion environment. On the other hand, recycled PET PC, used fly-ash as filler, had less effect on decrease in weight and strength. Recycled PET PC is excellent chemical resistance, resulting in the role of unsaturated polyester resin which consists of polymer chain structure accomplishes bond of aggregates and filler strongly. Also, recycled PET PC, used fly-ash as filler, is stronger resistance of sulfuric acid corrosion than CaCO<sub>3</sub>, because it is composed of SiO<sub>2</sub> and very strong glassy crystal structure. Therefore, recycled PET PC, used fly-ash as filler, is available under corrosion circumstances like sewer pipe or waste disposal plant.

**Keywords :** recycled polyethylene terephthalate, polymer concrete, filler, sulfuric acid, strength

#### 1. 서 론

폴리머는 고성능 재료로서 건설산업 분야에서 많은 관심을 불러일으키고 있으며, 상대적으로 다소 고가임에도 각종 제품이나 구조물에 대한 응용연구가 활발히 이루어지고 있다. 특히 건설현장에서 벽체용 패널, 통신용 맨홀, 기계설비의 기초, 지하 연결박스 등등 다양한 용도로 개발되어 널리 사용되고 있으며, 화학적 저항성이 강하기 때문에 일반 시멘트 콘크리트의 약점을 보완할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 최근에는 수지 사용량을 줄이면서 고강도를 유지하거나 폐합성수지를 이용해 값싼 재생 수지를 결합재로 이용하여 제조단가를 절감하는 연구도 진행되고 있다.

화학적으로 유해한 환경에 놓인 콘크리트 구조물은 필

연적으로 그 기능이 약화 되므로 콘크리트의 부식 방지 및 콘크리트가 화학 물질에 오염된 환경 하에서 어떤 변화를 일으키는 것에 대한 연구의 필요성이 점차 증대되고 있다. 특히, 황산은 콘크리트 하수관거, 폐수시설 등에서 자연적으로 발생하여 심각한 피해를 주고 있다. 콘크리트 하수관거에서의 부식 피해는 매년 일정길이 이상 부식이 진행하며 이러한 콘크리트 하수관거 부식의 전체 20% 이상이 황산 또는 황산염에 의한 것이다<sup>8)</sup>. 이러한 부식된 구조물에 대한 보수 보강은 필수적일 것이다. 하지만 이러한 보수보강은 비용이 많이 들 뿐만 아니라, 시공성이나 사용성이 떨어진다는 단점이 있다. 따라서 부식 환경 하에 놓인 구조물에 대해서는 보다 근본적인 대책이 필요할 것이다.

본 연구에서는 폐 PET 재생수지를 결합재로 사용하고 중탄산칼슘과 플라이애쉬를 충전재로 이용, 폴리머콘크리트를 제조하여 황산용액에 침지 시킨 후 그 반응 과정과 특성을 분석하였다. 이러한 반응 과정과 특성 규명을 통

\* Corresponding author

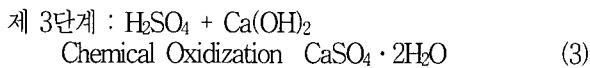
E-mail : joycon@hanmail.net

©2005 by Korea Concrete Institute

해 황산부식 환경하에서 적절한 충전재의 선택과 폴리머 콘크리트의 부식 특성을 파악하고자 하였다.

## 2. 자연적 황산 발생 및 부식 과정

콘크리트 관거내 대기중의 황산이온은 유기물과 화합하여 박테리아를 감소시킴(sulfate reducing bacteria)으로 인해 식 (1)과 같이 생성된 황화수소에 의해 자연적으로 황산이 발생된다. 콘크리트 하수관거 황화수소는 대기중의 산소이온과 반응(sulfate oxidizing bacteria)하여 식 (2)와 같이 황산을 형성하고 이들의 관거 내 퇴적층을 형성하여 벽면에 코팅이 된다. 이렇게 생성된 황산은 계속해서 반응을 하여 식 (3)에서 처럼 석고( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 또는 에트링가이트( $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ )를 형성하여 콘크리트 표면과 관거 표면 내부를 부식 시키며 구조물의 변형을 일으키게 한다. 이들의 팽창으로 인해 콘크리트 내부 팽창압을 증가시켜 균열을 발생시키고 관거의 흐름을 방해하여 구조물의 심각한 손실을 초래하게 된다.



## 3. 실험

### 3.1 실험 재료

PET 재생 불포화 폴리에스테르 수지는 일반 버진 수지에 비해 가격이 저렴하고 취급이 용이하며 경화성이 뛰어나 상온에서 자유롭게 경화시킬 수 있다. 본 실험에서는 코발트계 경화촉진제가 첨가되어 있는 C사의 제품을 사용하였다. 재활용 불포화 폴리에스테르 수지의 물리적 특성은 Tables 1~2에 표시하였다. PET 재생 불포화 폴리에스테르 수지는 촉진제가 첨가된 수지로서 개시제는 메틸에틸케톤퍼옥사이드(MEKPO)를 사용하였다.

충전재 사용의 주목적은 단위체적당 수지의 사용량을 감소시키고, 콘크리트 내부공극을 줄여주는 역할을 한다. 본 연구에서는 폴리머콘크리트 제작시 많이 사용되고 있는 중탄산칼슘과 플라이애쉬 두 가지 종류를 사용하여 황산 침지에 대한 저항성을 비교해보았다. 각 타입별 화학성 분포는 Tables 4, 5와 같다.

골재는 K사의 제품으로서 굵은골재는 쇄석을, 잔골재는 규사를 사용하였으며 골재의 수분 흡수는 수막을 형성시

Table 1 General properties of PET UP

Non-volatile materials (%)	Acid value (mgKOH/g)	Viscosity (mPas)	HDT(°C)	Elongation (%)
60	5	1,300	80	4.1

Table 2 Mechanical properties of PET UP(unit: MPa)

Flexural strength	Flexural modulus	Tensile strength	Tensile modulus
125	3400	70	3500

Table 3 Physical properties of initiator (MEKPO)

Specific gravity	Flashing Point(°C)	Melting Point(°C)	Active Oxygen(%)	Hydrogen peroxide(%)	Moisture(%)
1.153	58	-20	10~12	55~57	<2

Table 4 Properties of CaCO<sub>3</sub>

Specific gravity	Specific surface (Blaine, cm <sup>2</sup> /g)	Chemical Composition(%)				
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub>	MgO
2.75	3,130	0.5	0.2	0.1	96.0	0.5

Table 5 Properties of fly-ash

Specific gravity	Specific surface (Blaine, cm <sup>2</sup> /g)	Chemical composition(%)						
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	lg. loss
2.32	4,170	57.09	24.66	10.5	2.58	1.37	0.94	3.5

켜 결합재와 골재간의 접착력을 약화시키므로 골재와 충전재는 함수량이 0.1% 이하가 되도록 200 °C ± 5 °C에서 건조한 후 다시 상온으로 냉각시켜 사용하였다.

### 3.2 시험체 제작 및 실험 방법

재활용 불포화 폴리에스테르 수지와 두 가지 무기 충전재와 천연 골재를 이용하여 PET 재활용 폴리머콘크리트 시험체를 제작하였다. 배합은 수지 11%, 충전재 15%, 굵은골재 37%, 잔골재 37%의 중량 배합을 실시하였다.

시험체들은 84일 동안 10% 황산 용액에 침지시켜 KS F 2481, KS F 2482에 따라 압축강도, 휨강도를 각각 측정하였다. 또한 침하 전후에 시험체의 중량, 외형 변화 및 표면 상태를 관찰하기 위하여 ASTM C 267에 따라 실험을 진행하였다. 그리고 황산 용액의 일정 농도를 유지하기 위하여 매주 용액을 교체해 주었다. 제작된 모든 시험체는 처음 1일간 70 °C에서, 6일간 상온에서 양생한 뒤 침지 시험체는 10% 황산 용액에 침지 시켰고 침하하지 않은 시험체는 상온 양생을 실시하였다.

부식 환경 하에서의 PET 재활용 폴리머콘크리트의 충전재 영향을 알아보려고 두 가지 종류의 충전재를 사용하였다. 또한 침지 기간은 ASTM C 267에 따라 1, 7, 14, 28, 56, 84일로 각각 나누어 침하 기간별 시험체의 외형 변화 및 강도 특성을 알 수 있게 하였다.

**Table 6** Physical properties of coarse aggregate

Size (mm)	Apparent specific gravity	Bulk specific gravity	Ratio of Abrasion (%)	Unit weight (N/cm <sup>3</sup> )	Fineness modulus	Absorption (%)
≤9	2.60	2.61	10.7	14,700	6.42	0.1

**Table 7** Physical properties of fine aggregate

Size (mm)	Apparent specific gravity	Bulk specific gravity	Unit weight (N/cm <sup>3</sup> )	Fineness modulus	Absorption (%)
≤5	2.63	2.6	16,121	2.48	0.1

### 3.3 실험 분석

침지 후 실험체의 외형 및 표면 상태를 관찰하기 위하여 실험체를 흐르는 물에 깨끗하게 씻은 뒤 1시간 동안 건조 시킨 후에 외형의 중량 손실 및 표면 상태를 육안 관찰하였다.

또한 각 침지 기간별 실험체의 중량 변화를 측정하기 위하여 침지 후 0.1g까지 측정 가능한 저울로 각 실험체의 침지 전후의 중량 변화를 측정하였다. 중량 변화는 식(4)에 의해 중량 백분율로 나타내었다.

$$\text{중량 변화 (\%)} = [(W-C)/C] \times 100 \quad (4)$$

여기서, C = 침지 하지 않은 실험체 중량 (g),

W = 침지 후 실험체 중량 (g)

실험체의 중량 측정 후 각 침지 기간별로 압축강도 및 휨강도를 측정하여 식(5)에 의해 강도 변화를 나타내었다.

$$\text{강도 변화 (\%)} = [(S2-S1)/S1] \times 100 \quad (5)$$

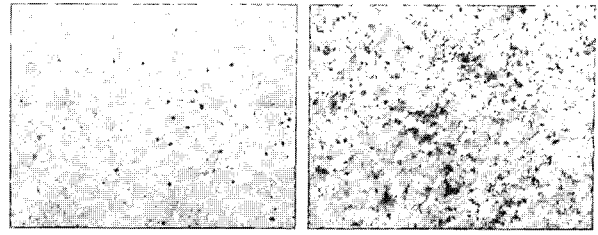
여기서, S1 = 침지하지 않은 실험체의 평균 압축 및 휨강도(MPa), S2 = 침지 후 실험체의 평균 압축 및 휨강도 (MPa)

## 4. 실험 결과 및 분석

### 4.1 표면 상태 및 중량 변화

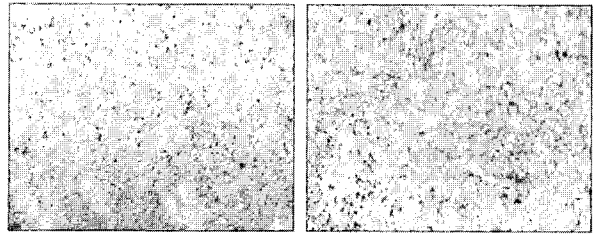
침지 전후의 표면 상태를 관찰하기 위해 재령 84일의 실험체를 흐르는 물에 씻은 뒤 표면 건조 시킨 뒤 그 표면 상태를 관찰하였다. (Figs. 1, 2)

Fig. 1에서 충전재로 중탄산칼슘을 사용하였을 경우의 표면 상태를 나타내었다. 위와 같이 침지하지 않은 실험체의 경우 짙은 갈색을 띠고 있으며, 표면의 별다른 흠은 찾아 볼 수 없었다. 하지만 84일 침지 후의 실험체는 얼은 갈색을 띠고 있었으며 실험체 표면은 약간 거칠었고



(a) Before immersion (b) After immersion

**Fig. 1** Appearance of CaCO<sub>3</sub> specimens before and after immersion



(a) Before immersion (b) After immersion

**Fig. 2** Appearance of fly-ash specimens before and after immersion

일부 황산의 영향에 의해 부식된 부분도 관찰할 수 있었다. 이것은 중탄산칼슘과 황산의 화학적반응으로 인해 실험체 고유의 색을 탈색시키고 표면 부식에도 영향을 끼친 것으로 판단된다.

반면에 충전재로서 플라이애쉬를 사용한 경우에는 Fig. 2에서와 같이 표면의 색깔변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 표면의 부식상태나 흠집 등 기타 외형의 모습은 침지 하지 않은 경우와 차이점을 찾을 수 없었다. 다만 표면의 거칠기는 침지하지 않은 경우보다 조금 거칠었다. 일반 시멘트 콘크리트의 경우 침지 며칠 후부터 상당한 표면 부식 및 중량 손실을 가져온다. 이에 비해 플라이애쉬를 사용한 PET 재활용 폴리머콘크리트의 경우 외형적 모습이 상당히 양호함을 알 수 있었다. 이것은 플라이애쉬의 주성분인 SiO<sub>2</sub> 입자들이 화학적으로 매우 강한 유리질 상을 형성하고 있어 황산의 부식작용 으로부터 비교적 안정한 것으로 판단된다. 또한 치밀한 체인구조를 형성하고 있는 불포화 폴리에스테르 고분자 수지가 골재와 충전재를 둘러싸고 있고, 실험체 외면을 형성하고 있어 황산의 부식 작용으로 부터 보호막 역할을 하고 있는 것으로 판단된다.

침지 기간별 평균 중량변화율을 Fig. 3에 나타내었다. 충전재로 중탄산칼슘을 사용한 PET 재활용 폴리머콘크리트의 경우 침지 초기에는 플라이애쉬를 사용한 경우와 중량 감소율이 비슷했으나 침지 14일이 넘어 갈수록 중량감소가 거의 선형적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 반면에 플라이애쉬를 사용한 경우는 침지 초기 중량 감소율이 선형적으로 증가하다가 침지후 14일 이후 그 증가폭이 점점

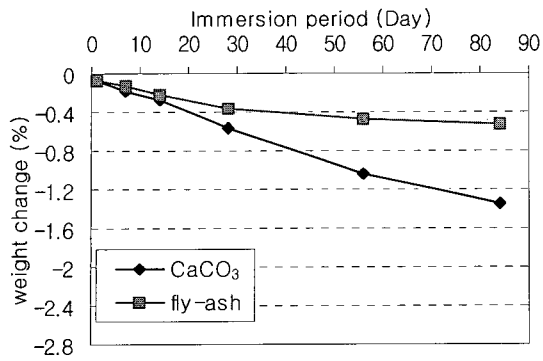


Fig. 3 Change in Weight for immersion period

줄어드는 경향을 나타내었다. 일반적으로 시멘트 콘크리트의 중량감소율이 2.5% 이상이 될 때 파괴되는 것으로 규정하고 있다<sup>5)</sup>. PET 재활용 폴리머콘크리트의 경우 최대 중량감소율이 1.5%로 중량감소율이 심각하지는 않았으나 중탄산칼슘을 충전재로 사용한 경우 선형적으로 중량감소율이 증가하는 것으로 보아 장기간 부식 환경에 노출될 경우 구조물 부식에 문제를 일으킬 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4.2 강도

충전재로 플라이애쉬, 중탄산칼슘을 사용한 PET 재활용 폴리머콘크리트를 황산에 침지 시키지 않은 경우에 대하여 Figs. 4, 5에 각 재령별 압축강도와 휨강도를 나타내었다. Fig. 4에서와 같이 PET 재활용 폴리머콘크리트의 8일 강도는 28일 강도의 약 80%에 이르렀다. 일반 시멘트 콘크리트 비교한다면 PET 재활용 폴리머콘크리트의 초기 강도는 매우 우수하다고 판단된다.

재령이 증가함에 따라 두 충전재 모두 어느 정도 강도가 계속해서 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 플라이애쉬를 충전재로 사용한 경우가 중탄산칼슘을 사용한 경우보다 압축강도 휨강도 모두 약 15% 정도 강도가 큰 것을 알 수 있다. 이것은 플라이애쉬의 입자가 중탄산칼슘의 입자에 비해 더 작고 구형이므로 PET 재활용 폴리머콘크리트의 밀실 충전에 더 유리한 것으로 판단된다.

또한, PET 재활용 폴리머콘크리트의 침지 기간별 압축강도와 휨강도 실험 결과치를 Figs. 6, 7에 나타내었다.

충전재로 플라이애쉬를 사용한 경우는 침지 기간이 증가함에 따라 침지 후에도 강도가 일정량 증가하는 것을 알 수 있다. 이것은 침지 하지 않은 경우와 비교했을 때 그 증가량은 낮았으나 일정부분 증가하는 것으로 보아 재령에 따른 강도 증가의 피해는 낮은 것으로 판단된다. 반면에 중탄산칼슘을 충전재로 사용한 경우의 각 재령별 침지 후 강도는 초기 강도에 비해 거의 증가하지 않는 것으로 나타났다. 이것은 충전재로 중탄산칼슘을 사용하였을 경우에는 황산과 중탄산칼슘의 반응으로 인해 PET 재활용 폴리머콘크리트의 강도 발현에 영향을 끼친 것으로 판단된다.

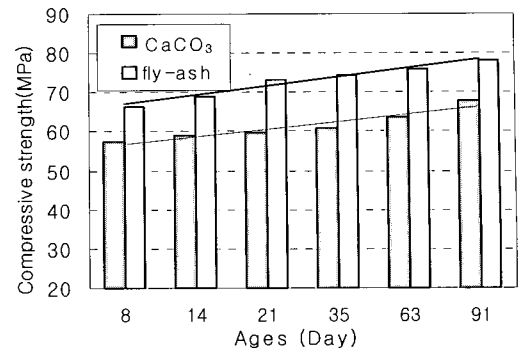


Fig. 4 Compressive strength of specimens with different fillers at non-immersion.

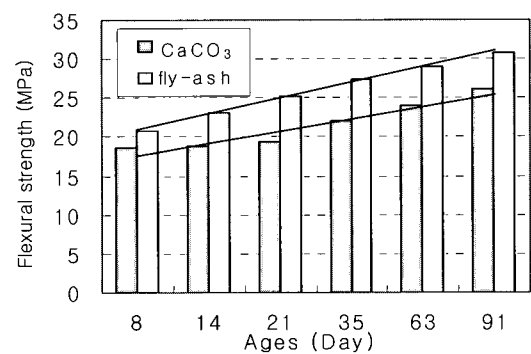


Fig. 5 Flexural strength of specimens with different fillers at non-immersion

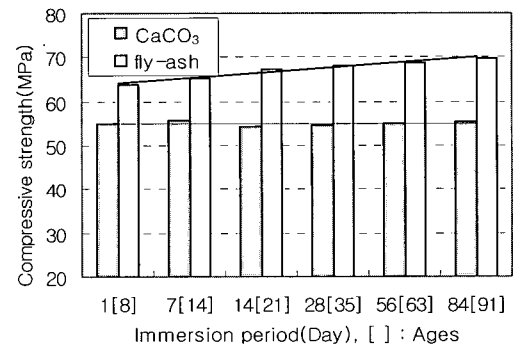


Fig. 6 Compressive strength of specimens with different filler after immersion

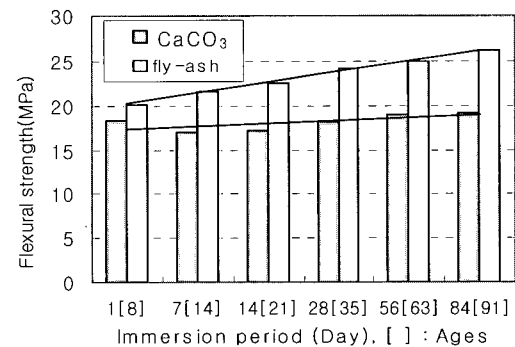


Fig. 7 Flexural strength of specimens with different filler after immersion

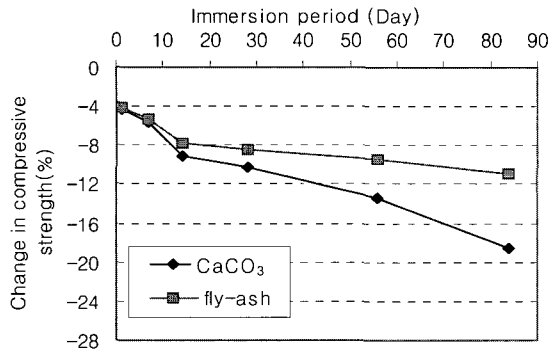
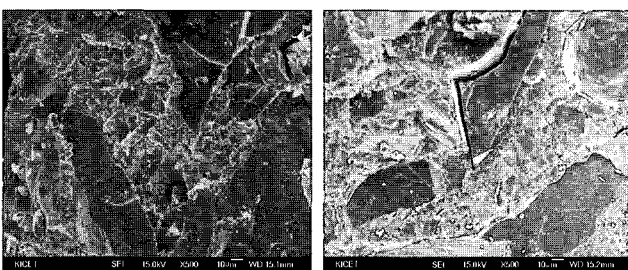


Fig. 8 Average percent change in compressive strength for immersion period

각 재령별 침지 후 강도 변화율을 Figs. 8, 9에 나타내었다. 압축강도와 휨강도 변화율은 침지 14일까지는 침지 후 충전재로 플라이애쉬를 사용한 경우와 중탄산칼슘을 사용한 경우 모두 비슷한 감소율을 나타내었다. 하지만 플라이애쉬를 사용한 경우는 침지 14일 이후부터는 강도 감소 증가율이 다소 완만한 기울기를 나타내었다. 이에 반해, 중탄산칼슘을 사용한 경우는 침지 기간별로 꾸준한 강도 감소를 보였다. 특히 휨강도의 경우 최고 강도 감소율이 25%를 넘는 것으로 보아 압축강도 보다 휨강도가 좀 더 약한 것으로 나타났다. 강도 감소율이 25%를 초과할 때 콘크리트는 파괴되는 것으로 볼 때<sup>5)</sup>, 중탄산칼슘을 충전재로 사용한 경우 장기적으로 휨강도에 문제가 있는 것으로 판단된다. 압축강도 또한 재령이 늘어남에 따라 강도 감소 증가폭이 줄어들지 않는 것으로 나타나 장기간 부식 환경의 노출은 적합하지 않는 것으로 판단된다. 반면에 플라이애쉬를 사용한 경우는 압축강도 및 휨강도 감소율이 최대 15%를 넘지 않는 것으로 나타났다. 이것은 플라이애쉬의 대부분을 차지하고 있는 SiO<sub>2</sub>성분이 매우 강한 유리질 결정구조를 갖고 있어 부식 환경에 대한 저항성이나 강도 증진에 효과가 있는 것으로 판단된다.

### 4.3 SEM 촬영

침지 전 후의 각 타입별 실험체에 대하여 SEM 촬영을 실시하였다. 충전재 변화별 침지전후의 SEM 촬영 결과를



(a) Before immersion (b) After immersion

Fig. 10 SEM Photograph of CaCO<sub>3</sub> filler before and after immersion

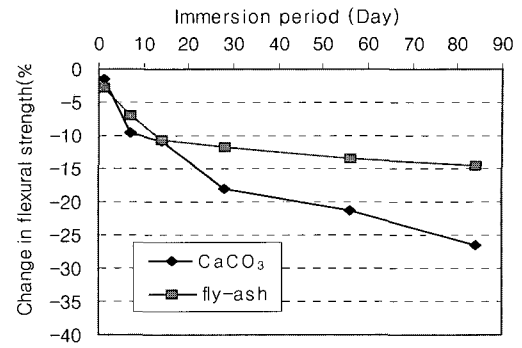


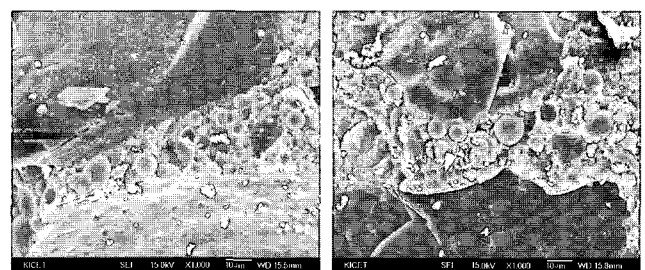
Fig. 9 Average percent change in flexural strength for immersion period

Figs. 10, 11에 나타내었다.

Fig. 10에서와 같이 중탄산칼슘을 충전재로 사용한 경우 침지 하지 않은 실험체는 골재와 수지 사이에 비교적 견고한 결합을 하고 있으나, 침지 후의 실험체는 골재와 수지 사이에 균열이 보이고 있으며 일부 공극도 관찰되고 있다. 이것은 중탄산칼슘이 산이나 암모늄 용액 등에 가용성 물질로서 황산의 공격을 받아 일부 부식 작용을 하여 수지의 가교 밀도를 저하 시켜 강도 감소 및 중량감소의 원인이 된 것으로 판단된다.

또한 중탄산칼슘의 주성분인 Ca<sup>+</sup>이온은 황산의 SO<sub>4</sub><sup>-</sup>이온과 반응하여 석고(CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O)를 형성하여 이 석고의 팽창압에 의해 수지의 가교밀도가 저하되고 미세 균열이 발생한 것으로 추정된다. 그러나 일반 시멘트 콘크리트와 비교하여 강도 저하 및 중량 감소가 적은 이유는 고분자 체인 구조로 이루어진 불포화 폴리에스테르 수지가 골재와 충전재의 결합을 강하게 이루고 있고 이들의 표면을 코팅하여 석고의 성장을 억제하고 보호막 역할을 하고 있는 것으로 판단된다.

Fig. 11에서는 플라이애쉬를 충전재로 사용한 경우는 침지 전후에 결합력에 큰 차이를 보이고 있지 않고 있다. 플라이애쉬의 작고 입도가 고른 구형입자가 수지와 골재 사이의 공극을 충분히 채워주고 있어 골재와 수지 충전재간에 유기적 결합을 강하게 이루고 있는 것으로 보인다. 따라서 강도 발현이나 부식 저항성에서도 매우 강한 성질을 나타내는 것으로 판단된다.



(a) Before immersion (b) After immersion

Fig. 11 SEM Photograph of fly-ash filler before and after immersion

플라이애쉬와 중탄산칼슘을 사용한 PET 재활용 폴리머콘크리트의 황산에 대한 저항성을 알아보기 위하여 84일 동안 침지시킨 후 그 특성 및 반응과정을 알아본 결과 다음과 같았다.

- 1) 침지 전, 후 실험체의 외형에서, 중탄산칼슘을 충전재로 사용한 경우는 표면의 거칠기 및 색깔 변화가 다소 있었으며, 표면 부식의 흔적을 찾을 수 있었다. 그러나 플라이애쉬를 사용한 경우는 색깔이나 표면 부식에 거의 변화가 없었다.
- 2) 침지 후 재령별 중량 변화 및 강도 변화는 침지 초기에는 두가지 충전재 모두 일정한 감소율을 보였으나 침지 시간이 늘어날수록 중탄산칼슘을 사용한 경우는 더 이상의 강도 증가는 거의 없었으며, 중량 및 강도 감소율이 지속적으로 늘어나는 경향을 나타내었다. 이것은 황산에 의한 부식 작용으로 인한 수지의 가교 밀도 저하가 강도 감소 및 중량 감소의 원인이 된 것으로 판단된다.
- 3) 플라이애쉬를 충전재로 사용한 경우는 강도가 중탄산칼슘을 사용한 경우보다 15%정도 더 크게 나타났으며, 침지 시간이 늘어날수록 중량 및 강도 감소율이 다소 완만해지는 경향을 나타내었다. 이것은 플라이애쉬의 입자가 작고, 입도가 고르며, 모양이 구형이므로 내부 밀실 충전 효과가 강도 형성에 크게 기여한 것으로 판단된다.
- 4) 중탄산칼슘을 사용한 경우 SEM 촬영 결과 중탄산칼슘의 주성분인 CaO가 황산과 반응, 석고를 형성하여 이 석고의 팽창압에 의해 수지의 가교밀도가 저하 되어 내부 미세 균열 및 공극이 발생되고 있는 것으로 추정된다. 플라이애쉬를 사용한 경우, 플라이애쉬가 매우 강한 유리질 결정체인 SiO<sub>2</sub>를 주성분으로 하고 있어 침지 전후의 내부 구조 변화가 거의 없는 것으로 판단된다. 또한 고분자 체인 구조로 이루어진 불포화 폴리에스테르 수지가 골재와 충전재의 결합을 강하게 이루고 있고 이들의 표면을 코팅하여 석고의 성장을 억제하고 황산의 공격에 보호막 역할을 하고 있는 것으로 판단된다. 따라서 하수관거, 공장 폐수시설 등 부식 환경 하에서의 구조물에서는 플라이애쉬를 사용한 폴리머콘크리트의 사용이 적합한 것으로 나타났다.

1. 조병완, 권병윤, 박승국, "PET를 이용한 폴리머 콘크리트의 역학적 특성", 대한토목학회 논문집, 제24권 제2A호, 2004, pp.285~292.
2. 조병완, 문린곤, 박승국, "일축하중을 받는 PET 재활용 폴리머 콘크리트의 응력-변형률 모델의 제안", 한국콘크리트학회 논문집, 제16권 6호, 2004, pp.767~776.
3. 조병완, 구자갑, 박승국, "페플라스틱 재활용 폴리머 콘크리트의 강도와 응력-변형률 특성", 한국콘크리트학회 논문집, 제17권 3호, 2005, pp.329~334.
4. 조병완, 이두화, 박승국, "PET와 재생골재를 이용한 폴리머 콘크리트의 역학적 특성", 한국콘크리트학회 논문집, 제17권 3호, 2005, pp.335~342.
5. 부척량, 김동재, "콘크리트 내화확성에 관한 실험적 연구", 콘크리트학회지, 9권 1호, 1997, pp.153~163.
6. 문한영, 손영호, "플라이애쉬를 혼입한 콘크리트의 내약 품성에 관한 연구", 대한토목학회 논문집, 8권 1호, 1988, pp.103~112.
7. ACI Committee 548, *Guide for the Use of Polymers in Concrete*, American Concrete Institute, 1997, pp.1~29.
8. J. Monteny, N. Dr Belie, and E.Vincke, "Chemical and microbiological tests to simulate sulfuric acid corrosion of polymer-modified concrete", *Cement and Concrete Research*, Vol.31, 2001, pp.1359~1356.
9. A. Beeldens, J Monteny, E. Vincke, N. De Belie, and D. Van Gemert, "Resistance to biogenic sulfuric acid corrosion of polymer-modified mortars", *Cement and Concrete Composites*, Vol.23, 2001, pp.47~56.
10. Tateo Yamanaka, Iwao Aso, Shunsuke Togashi, and Minoru Tanigawa, "Corrosion by bacteria of concrete in sewerage systems and inhibitory effects of formates on their growth", *Water Research*, Vol.36, 2002, pp.2636~2642.
11. Harovel G. Wheat, "Using polymers to minimize corrosion of steel in concrete", *Cement and Concrete Composites*, Vol.24, 2002, pp.119~126.

요 약

폴리머콘크리트는 시멘트 콘크리트에 비해 강도와 내구성에 탁월한 성능을 가지고 있기 때문에 건설현장에서도 다양한 용도로 개발되어 널리 사용되고 있다. 그러나 폴리머콘크리트는 그 결합재로 쓰이는 수지의 가격이 높아 경제적인 면에서는 다소 불리하여 기존의 수지를 대체할 수 있는 결합재에 관한 연구가 진행되고 있다. PET를 재활용한 폴리머콘크리트는 산업폐기물을 재활용하여 경제적인 건설 신소재를 개발할 수 있어 그 영역이 점차 확대될 것으로 전망된다. 본 연구에서는 하수관거 및 폐수 시설 등에서 발생하고 있는 황산에 의한 피해를 줄이기 위한 방법의 일환으로 충전재 변화에 따른 PET 재활용 폴리머콘크리트의 황산에 의한 침식 실험을 실시하였다. 실험 결과 충전재로 중탄산칼슘을 사용한 경우는 외형 및 표면 상태에서 부식의 흔적이 있었으며, 중량 변화 및 강도 변화에서도 장기간 부식 환경에 노출 될 경우 문제점을 야기할 수 있음을 확인할 수 있었다. 반면에 충전재로 플라이애쉬를 사용한 경우는 중량변화 및 강도 변화가 적었으며 외형에서도 침지하지 않은 실험체와 거의 변화가 없었다. 이것은 플라이애쉬의 입자의 밀실 충전효과와, 강한 유리질결정체로 구성된 입자 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 하수관거, 공장 폐수시설 등 부식 환경 하에서의 구조물에서는 플라이애쉬를 충전재로 사용한 폴리머콘크리트의 사용이 적절한 것으로 나타났다.

핵심용어 : 페 PET, 황산 용액, 충전재, 폴리머콘크리트, 강도