

# 패분을 혼입한 콘크리트의 물리·역학적 특성 및 내산성에 관한 실험적 연구

## Experimental study on the Physical and Mechanical Properties and Acid-Resistance of Concrete with Oyster Shell

서 대 석\* · 민 정 기 · 정 현 정  
Seo, Dae Seuk · Min, Jeong Ki · Jung, Hyun Jung

남 기 성 · 성 찬 용(충남대)  
Nam, Ki Sung · Sung, Chan yong

### Abstract

This study is performed to evaluate the physical and mechanical properties and acid-resistance of oyster shell concrete.

The result shows that the unit weights of concrete with oyster shell are decreased by 1~2% than that of the normal cement concrete. The highest strength is achieved by 2.5% oyster shell filled oyster shell concrete, it is increased compressive strength by 4%, tensile strength by 6% and bending strength by 7% than that of the normal cement concrete, respectively. The acid-resistance is increased with increase of the content of oyster shell. It is 1.6 times of the normal cement concrete by 15% oyster shell filled oyster shell concrete.

Accordingly, oyster shell concrete will improve the properties of concrete.

### 1. 서론

산업의 지속적인 발달과 함께 그 부산물은 많은 종류와 양적인 증가를 보이고 있으며, 그 처리비용 또한 적지 않다. 이러한 부산물 중 콘크리트의 특성을 개선시키는 효과를 지닌 플라이 애시와 고로 슬래그 등이 콘크리트용 재료로 사용되어 왔고, 농업의 부산물로 왕겨재와 벚꽃재 등을 혼화재료로 사용하여 콘크리트의 성질을 개선시키기 위한 연구가 진행되고 있다.<sup>1,2,3)</sup>

한편, 우리 나라에서는 수산물중 주로 굴, 피조개, 바지락 등이 양식되며, 1996년의 수산연감에 따르면 패류의 생산량 중 굴은 전세계 생산량의 15.5%로써 약 21만 톤 가량으로 그 중,

약 90%에 달하는 굴껍질은 바다나 해안에 폐기되고 있으며 폐류의 생산량도 매년 증가추세에 있다.

따라서, 본 연구는 수산업의 부산물로 생산되는 폐류의 껍질을 혼입한 콘크리트의 단위중량, 압축강도, 인장강도, 휨강도, 내산성 등의 물리·역학적 특성을 실험적으로 구명하여 성능이 보통 시멘트 콘크리트 보다 우수한 콘크리트를 활용하기 위한 기초 자료를 얻는데 그 목적이 있다

## II. 재료 및 방법

### 가. 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 KS F 5201에 규정된 국내 S사 제품이며, 화학 성분은 CaO가 63.85% SiO<sub>2</sub>가 21.09%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 4.84%인 보통 포틀랜드 시멘트이다.

### 나. 골재

본 실험에 사용한 골재는 금강유역의 천연골재로, 굵은골재는 4.75mm~10mm으로 단위중량 1,452kgf/cm<sup>2</sup>, F.M 2.59의 것을, 잔골재는 4.75mm미만으로 단위중량 1,476kgf/cm<sup>2</sup>, F.M 2.34의 것을 사용하였다.

### 다. 패분

본 실험에 사용한 패분은 충청남도 서해안에서 채취한 굴껍질로 표면의 해초등 유기물은 철 솔로 제거한 뒤 직경이 2~4cm되게 부수어 수조에 이틀간 넣어 염분을 제거한 후 110±5℃의 건조기에서 24시간 동안 건조시켜 0.15mm 이하가 되게 분쇄한 것을 사용하였다.

## 2. 공시체 제작

### 가. 콘크리트 배합

패분 콘크리트의 배합은 강도를 고려하고 패분의 혼입량을 변수로 하여 시멘트, 패분, 잔골재 및 굵은골재 등의 배합비를 결정하였던 바, 패분을 결합재(시멘트+패분)중량의 0%, 2.5% 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% 등의 7종류의 배합비로 하였다.

### 나. 공시체 제작 및 양생

패분 콘크리트의 제작은 KS F 2405 (콘크리트의 압축강도 시험방법)에 준하여 잔골재와 굵은골재를 잘 혼합한 다음 시멘트와 패분을 투입하는 순서로 하였으며, 몰드에 타설된 콘크리트는 양생상자 (20±1℃, 습도 96±2%)에서 24시간 정치 후 탈형하여 소정의 재령까지 수중양생(20±1℃) 하였다.

## 3. 시험 방법

시험은 다음과 같이 KS에 규정된 방법에 준하여 재령 28일에 측정하였으며, 3회 반복 시험한 것의 평균값을 실험 결과치로 하였다.

가. 단위중량시험은  $\phi 150 \times 300\text{mm}$ 인 공시체의 표면건조포화상태의 중량과 체적을 측정하여 산출하였다.

나. 압축 및 인장강도시험은  $\phi 75 \times 150\text{mm}$ , 휨강도시험은  $60 \times 60 \times 240\text{mm}$ 의 시험체를 제작하여 KS F 2405 (콘크리트의 압축강도 시험방법)와 KS F 2423 (콘크리트의 인장강도 시험방법) 및 KS F 2408 (콘크리트의 휨강도 시험방법)에 준하여 각 강도를 측정하였다.

다. 내산성 시험은 재령 28일의  $\phi 75 \times 150\text{mm}$ 인 시험체를 99%인 황산( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 5%용액에 침적한 후 부식된 부분을 칫솔로 제거하고 표면건조포화 상태의 중량을 측정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 가. 단위 중량

콘크리트의 단위중량은 사용골재의 종류와 배합조건에 따라 큰 차이가 있으며, 패분을 혼입한 콘크리트의 단위중량 시험결과를 나타내면 Fig.1과 같다.

Fig.1에서 보는 바와 같이 단위중량 시험결과에는 S1을 기준으로 S2~S7의 단위중량은 98~99%로 1~2%정도 감소되었는데, 이와 같은 단위중량 감소의 주요 원인은 시멘트의 일부 대용으로 단위중량이 월등히 가벼운 패분을 사용하였기 때문이며, 패분의 혼입량이 증가할수록 단위중량은 감소하는 경향을 보였다.

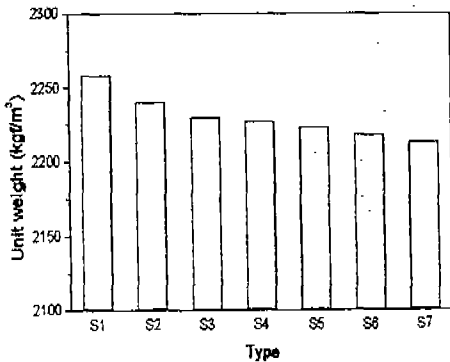


Fig.1. Unit weight of concrete by type of filler

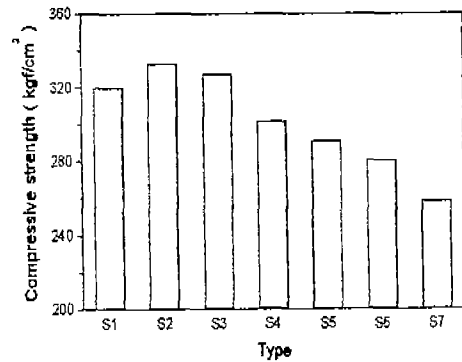


Fig.2. Compressive strength of concrete by type of filler

#### 나. 압축강도

패분을 혼입한 콘크리트의 각 배합비에 따른 압축강도 시험결과를 나타내면 Fig.2과 같다. Fig.2에서 보는 바와 같이 패분을 혼입한 콘크리트의 압축강도는 259~333  $\text{kgf/cm}^2$ 으로 패분의 혼입량에 따라 차이가 크게 나타났는데 패분을 2.5%, 5% 혼입한 콘크리트는 보통 시멘트 콘크리트의 압축강도에 비해 S2와 S3에서는 2~4%정도가 증가되었는데, 이는 패분의 분

말도가 보통 시멘트의 분말도 보다 크기 때문에 콘크리트 속의 공극을 미세한 입자가 채워 강도를 증진시켰기 때문이라 생각된다. 또한, S4~S7에서는 6~20%정도 감소되었는데 이는 결합력이 작은 패분이 적정량 이상으로 혼입되었기 때문이라 생각된다.

#### 다. 인장강도

Fig.3에서 보는 바와 같이 패분을 혼입한 콘크리트의 인장강도는 보통 시멘트 콘크리트의 인장강도에 비해 S2에서 인장강도가 가장 크게 나타났으며, 보통 시멘트 콘크리트에 비해 6%정도 크게 나타났다. 그러나 패분의 혼입량이 7.5% 이상 혼입되는 S4~S7에서는 인장강도가 감소하였는데, 이는 패분의 혼입량이 7.5%이상 혼입되면 결합력이 작은 패분의 양이 과다 혼입되어 강도를 감소 시키는 것으로 생각된다.

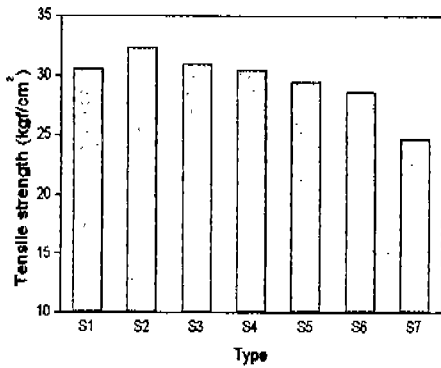


Fig.3. Tensile strength of concrete by type of filler

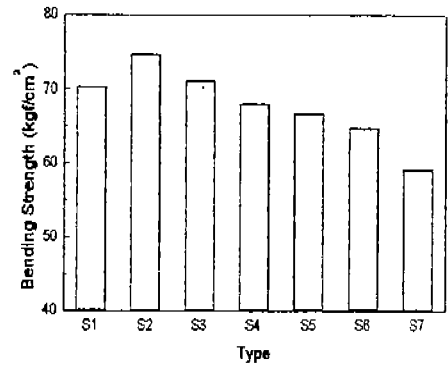


Fig.4. Bending strength of concrete by type of filler

#### 라. 휨강도

패분을 혼입한 콘크리트의 휨강도는 Fig.4에서 보는 바와 같이 보통 시멘트 콘크리트의 휨강도에 비해 S2와 S3에서는 1~7%크게 나타났고, S4~S7에서는 3%~15%작게 나타났으며, 패분의 함유량이 7.5%이상으로 증가할수록 휨강도는 감소하는 경향을 나타내었는데 이는 결합력이 작은 패분이 적정량 이상으로 혼입 되었기 때문이라고 생각된다.

#### 마. 내산성

패분을 혼입한 콘크리트의 내산성은 Fig.5에서 보는 바와 같이 패분의 혼입량이 증가할수록 증가되었으며, 보통 시멘트 콘크리트는 황산 5%용액에 침적한 후 20일만에 최초중량의 25%이상 감소한 반면, 15% 혼입한 패분 콘크리트는 32일만에 최초중량의 25%이상 감소하였다. 이와 같이, 패분을 15% 혼입한 콘크리트의 내산성이 보통 시멘트 콘크리트보다 1.6배 정도 크게 나타난 것은 패분의 주성분인 SiO<sub>2</sub>가 황산이온의 침투를 억제하는 작용을 하였기 때문이라 생각된다.

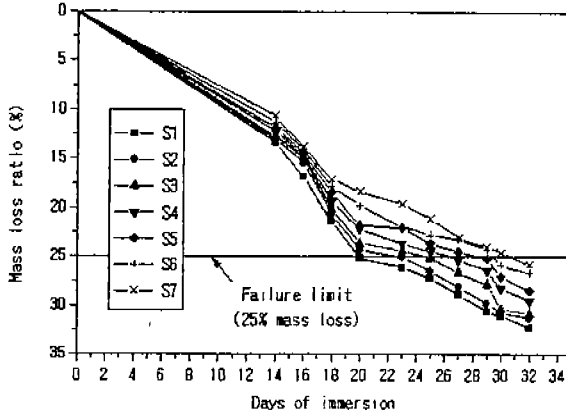


Fig.5. Mass loss ratio of oyster shell concrete

#### IV. 결 론

이 연구는 보통 포틀랜드 시멘트와 천연골재 및 패분을 혼입한 콘크리트의 물리·역학적특성 및 내산성을 구명한 것으로, 이 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 단위중량은 2,213~2,240kgf/m<sup>3</sup>의 범위로 보통 시멘트 콘크리트에 비해 1~2%정도 감소 되었으며, 패분의 혼입량이 증가할수록 감소되었다.
2. 각 강도는 패분을 2.5% 혼입한 콘크리트에서 가장 크게 나타났으며, 보통 시멘트 콘크리트에 비해 압축강도는 4%, 인장강도는 6%, 휨강도는 7% 정도 증가되었다.
3. 패분 콘크리트의 내산성은 보통 시멘트 콘크리트에 비하여 패분의 혼입량이 증가할수록 내산성이 크게 나타났으며, 15% 혼입한 콘크리트는 보통 시멘트 콘크리트보다 1.6배 정도 크게 나타났다.
4. 시멘트량의 일부로 적정량의 패분을 혼입하여 콘크리트 재료로 사용할 경우, 물리·역학적 성질이 보통 시멘트 콘크리트보다 우수할 뿐만 아니라, 수산부산물의 활용측면에서도 많은 기여를 할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고 문헌

1. 성찬용, 1997, 왕겨재 콘크리트의 개발 및 그 공학적 성능에 관한 실험적 연구, 한국농공학회지, 39(5), pp. 55-63.
2. 성찬용외1인, 1998, 벚지재 콘크리트의 물리·역학적 특성, 한국농공학회지, 40(4), pp. 103-108.
3. Swamy, R. N., 1986, Cement replacement materials (concrete technology and design), Surrey University Press, 3, pp. 171-196.