# 폴리프로필렌섬유 보강 고유동 콘크리트의 공학적 특성

## Engineering Property of Polyprofilene Fiber Reinforced High Flowable Concrete

* 노 경 희(삼안건설기술공사) · 김 영 익 · 성 찬 용(충남대)
* Noh, Kyung-Hee · Kim, Young-Ik · Sung, Chan-Yong

**Abstract**

This study is performed to examine the engineering properties of polyprofilene fiber reinforced high flowable concrete.

For the estimation of the flowability and filling ability, the slump flow, box height difference and L-shape filling appearence are measured and compared.

The test result shows that the slump flow and L-shape filling appearence is decreased with increase containing polyprofilene fiber and box height difference is increased with increase containing polyprofilene fiber.

Also, compressive strength is decreased with increase containing polyprofilene fiber.

## Ⅰ. 서 론

일반적으로 좋은 콘크리트란 강도와 내구성등 품질의 우수성과 더불어 좋은 시공성(Warkability)이 확보되어야 한다. 세계적으로 모든 산업 분야에서 기술개발이 치열해지고 있는 가운데 콘크리트 재료분야 가운데에서도 콘크리트의 성능을 극대화시킨 고성능 콘크리트(High Performance Concrete)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.[1,2)]

그 동안 콘크리트의 물성을 높이는 방법으로 미국, 캐나다 및 유럽 등지에서는 콘크리트의 미세구조를 치밀화시켜 압축강도 및 내구성을 증대시키는 연구가 오래 전부터 진행되어 왔다. 하지만 일반 고강도 콘크리트는 압축강도의 증가를 추구하는 과정에서 단위시멘트량의 과다한 사용으로 콘크리트 수화열의 상승과 낮은 물결합재비에 의한 콘크리트 점성 증가로 펌프 압송 및 타설 불량 등이 일어나 콘크리트 구조물에 결함을 야기시키기도 하였다.

또한, 새로운 혼화제와 결합재의 출현으로 유동성을 강조한 고유동 콘크리트가 1980년대 후반 일본에서 개발된 이래 콘크리트에 대한 기존의 고정관념을 뛰어넘는 혁신적인 재료로 평가되고 있으며 차세대 건설재료로 크게 각광받고 있다.

따라서, 본 연구에서는 폴리프로필렌 섬유를 혼입한 고유동 콘크리트의 슬럼프 플로우, 간극 통과성, L형 충전성 및 압축강도 등을 통하여 공학적 특성을 구명하는데 그 목적이 있다.[3,4)]

2002년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2002년 10월 12일)

## Ⅱ. 재료 및 방법

### 1. 사용재료

#### 가. 시멘트

시멘트는 KS F 5201에 규정된 국내 S사 제품의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

#### 나. 골 재

굵은골재는 비중이 2.62, 조립율이 6.02인 쇄석을 사용하였고, 잔골재는 비중이 2.61, 조립율이 2.32인 천연모래를 사용하였다.

#### 다. 플라이 애시

보령 화력발전소에서 부산되는 비중이 2.39, 비표면적이 3,152㎠/g인 플라이 애시를 사용하였다.

#### 라. 폴리프로필렌섬유

수화열과 건조수축에 대한 균열 저항성을 증대시키고, 휨 강도를 증대시키기 위해 길이 19mm, 비중이 0.91인 국내 S사의 폴리프로필렌섬유를 사용하였다.

#### 마. 고성능감수제

콘리트의 강도 증진과 유동성 확보를 위하여 음이온 계면활성제인 나프탈렌 설폰산염을 주성분으로 하는 고성능 감수제를 사용하였다.

### 2 공시체 제작

#### 가. 콘크리트 배합

콘크리트의 배합은 콘크리트의 부피에 따른 결합재의 분체비를 18%, 19%, 20%의 3가지로 각각의 분체비에 대해 폴리프로필렌섬유의 혼입율을 결합재량의 0, 2%, 0.4%, 0.6%로 배합설계를 하였다. 플라이 애시의 치환율은 예비실험을 통해 슬럼프 플로우 값이 60±5cm 이상, 간극 통과성 Box시험장치의 충전높이 차가 2㎝ 이하, L형 충전성 시험을 만족한 배합 중에서 유동성과 재령별 강도수준을 고려해 볼 때 치환률이 20%일 때가 가장 적정한 것으로 판단되었고, 모든 배합에서 결합재 중량의 20%로 고정하였으며, 물-결합재비 역시 모든 배합에서 35%로 고정하였다.

또한, 고성능 감수제를 재료분리가 발생하지 않고 적정 유동성을 확보할 수 있는 범위 내에서 소정의 양을 투입하였다.

#### 나. 공시체 제작 및 양생

공시체 제작은 KS F 2405(콘크리트 압축강도 시험방법)에 준하였으며, 몰드에 타설된 콘크리트는 양생상자(21℃, 습도 96±2%)에서 24시간 정치 후 탈형하여 소정의 재령까지 수중양생(23±2℃)을 실시하였다.

2002년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2002년 10월 12일)

### 3. 시험방법

#### 가. 슬럼프플로우 시험

슬럼프 플로우 시험은 시료를 슬럼프 플로우 콘의 상단까지 채운 후 콘을 수직으로 들어올린 후 시료의 변형이 완전히 종료된 시점에 직각방향으로 측정하였다.

#### 나. 과밀배근 철근 충전성 시험

과밀배근 철근 충전성 시험은 시료를 입구에 투입하여 하단까지 흐르게 한 후 충전 정도를 측정하였으며, 매우 우수, 우수, 보통, 불량 등의 4단계로 구분하였다.

#### 다. 박스 간극통과성 시험

왼쪽의 박스에 시료를 채우고 왼쪽과 오른쪽 박스를 연결하는 판을 들어올리면 왼쪽에서 시료가 D13의 철근들이 배근되어 있는 부분을 통과하여 오른쪽으로 이동하며, 이때 왼쪽 박스와 오른쪽 박스의 높이차를 구하여 측정하였다.

#### 라. 압축강도 시험

압축강도 시험은 $\phi 150 \times 300$mm의 공시체를 제작하여 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험방법)에 준하여 측정하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 슬럼프 플로우

섬유 혼입율에 따른 슬럼프 플로우를 보면 섬유를 혼입하지 않은 경우 슬럼프 플로우가 분체비 18%에서는 63cm, 분체비 19%에서는 65cm, 분체비 20%에서는 70cm의 수준으로 목표 슬럼프 플로우인 65±5cm 의 수준을 만족하였다. 섬유 혼입율에 따른 슬럼프 플로우에 있어서는 섬유 혼입율이 0.2%의 경우 분체비 18%는 60cm, 19%는 62cm, 20%는 65cm의 수준으로 분체비가 증가할수록 유동성이 증가함을 나타내었지만, 섬유 혼입율이 증가할수록 슬럼프 플로우 값은 급격한 저하를 나타내었다.

### 2. 과밀배근 철근 충전성

과밀배근 철근 충전성 시험결과 섬유 혼입율 0.2%의 경우, 모든 분체비에서 Excellent(매우 우수)로 평가되었고, 섬유 혼입율이 0.4%일 때는 분체비 18%, 19%에서 Good(우수)으로 평가되었다. 분체비 20%에서는 섬유 혼입율 0.4%에서 Excellent(매우 우수)로 평가되었고, 섬유 혼입율 0.6%에서도 Good(우수)으로 나타났는데, 이는 분체비가 증가할수록 콘크리트를 차지하는 굵은 골재의 부피가 상대적으로 적어지기 때문이라 생각된다.

### 3. 박스 간극 통과성

박스 간극 통과성 시험결과 섬유 혼입율 0.4%이상일 때 모든 분체비에서 충전 높이 차가 급격히 증가하는 것으로 나타났으며, 동일한 섬유의 혼입율에서는 분체비가 증가될수록 충전 높이 차가 작아짐을 알 수 있었다. 이는 섬유의 혼입율이 증가함에 따라 섬유의 뭉침 현상에 의한 유동성의 감소에 기인한 것으로 생각된다.

2002년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2002년 10월 12일)

### 4. 압축강도

배합별 재령에 따른 압축강도 시험결과를 보면 재령 7일의 경우 모든 배합에서 300kgf/㎠이상의 양호한 강도 발현을 나타내었으며, 또한 재령 28일의 경우에도 400kgf/㎠이상의 압축강도를 나타내었다.

한편, 섬유의 혼입율이 증가할수록 압축강도는 다소 감소하는 경향을 나타내었는데, 이러한 결과는 섬유의 혼입이 증가할수록 섬유의 뭉침 현상의 증가와 시멘트 페이스트와 섬유와 골재간의 부착력의 감소에 기인한 것으로 생각된다.

## Ⅳ. 결 론

본 연구는 분체비 및 섬유혼입률의 변화에 따른 고유동 콘크리트의 공학적 특성을 실험적으로 구명한 것으로서, 이 연구를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 슬럼프 플로우는 섬유 혼입율 0.2%의 경우, 분체비 18%에서 60cm, 19%는 62cm, 20%는 65cm의 수준으로 분체비가 증가할수록 유동성이 증가하는 것으로 나타났고, 섬유 혼입율이 증가할수록 슬럼프 플로우가 감소하는 것으로 나타났다.
2. 과밀배근 철근 충전성은 섬유 혼입율 0.2% 경우, 모든 분체비에서 Excellent(매우 우수)로 평가되었고, 섬유 혼입율이 0.4%일 때는 분체비 18%, 19%에서 Good(우수)으로 평가되었으며, 분체비 20%에서는 섬유 혼입율이 0.4%에서 Excellent(매우 우수)로 평가되었다.
3 박스 간극 통과성은 섬유 혼입율 0.4%이상일 때 모든 분체비에서 충전 높이 차의 급격한 증가를 보이고 있으며, 동일한 섬유의 혼입율에서는 분체비가 증가할수록 충전 높이 차가 작게 나타났다.
4. 압축강도는 재령 7일에서 섬유 혼입율에 관계없이 모든 배합에서 300kgf/㎠이상으로 나타났고, 재령 28일에서는 400kgf/㎠이상으로 나타났으며, 섬유의 혼입율이 증가할수록 다소 감소하는 경향을 나타내었다.

### 참 고 문 헌


1. Carino, N. J. , and J. R. Clifton. 1991. High-performance concrete : research need to enhance its use, *Concrete International* 13(9) : 70~76.

2. Gagine. R., M. Pigeon, and P. C. Aitcin, 1989. Deicer salt scaling resistance of high performance concrete. *Paul Klieger Symposium on Performance of Concrete.* ACI SP-122, : 203~234.

3. Neville. 1981. *Properties of concrete,* Pitman Publishing Limited, London : 605~635.

4. Sung, C. Y., Lee, S. H. and Song, C. S. 2001. Properties of physical and mechanical of Eco-concrete with polypropylene(in korean). *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 43(1) : 116-121.



2002년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2002년 10월 12일)