

# CFRD 차수벽콘크리트의 소성수축균열 제어특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Control Property of Plastic Shrinkage Crack for CFRD Face Slab Concrete

김 완 영\*      최 세 진\*\*      원 종 필\*\*\*  
Kim, Wan Young      Choi, Se Jin      Won, Jong Pil

### ABSTRACT

CFRD(Concrete Faced Rockfill Dam) face slab concrete has a much capability to occur crack due to drying shrinkage, hydration heat and bad compaction etc. Because of crack of concrete induce structural problem and decrease durability of concrete, it is need to reduce crack of concrete.

This is an experimental study to analyze the Control Property of Plastic Shrinkage Crack for CFRD face slab concrete. For this purpose, it was investigated and analyzed the engineering properties of plain concrete and concrete using admixtures (polypropylene fiber, fly-ash) according to test result

As the results, it was found that crack width and area of concrete using admixtures less than that of plain concrete.

### 1. 서론

CFRD(Concrete Faced Rockfill Dam)는 콘크리트 표면차수벽형 석피댐을 일컫는 것으로서, 이 중 차수벽콘크리트는 댐의 기능중 차수역할을 담당하는 가장 중요한 부분으로 외부에서 작용하는 하중(수압)에 대해 구조적으로 안전해야 하며, 내구성 및 수밀성이 확보되어야 한다. 또한, 차수벽콘크리트는 장대사면이라는 구조물의 특성상 소성수축에 의해 균열이 발생하기가 쉬우며, 균열이 발생하게 되면 콘크리트의 투수성을 증가시켜 철근의 부식을 유발하는 등 콘크리트의 내구성을 저하시킨다.

소성수축균열은 아직 굳지않은 콘크리트에서 발생하는 수축균열로서, 발생과정을 살펴보면 우선 노출된 표면에서 수분증발이 타설된 콘크리트의 블리딩보다 빠르게 일어날 경우 표면이 수축하게 되고, 이것이 표면아래에 있는 콘크리트의 구속으로 인하여 인장응력이 유발, 균열이 발생하게 된다.

본 연구는 CFRD 차수벽콘크리트의 공학적특성 개선을 위한 실험의 일환으로서, 차수벽콘크리트에서의 소성수축균열 제어특성을 검토하고자 하였다. 이를 위하여, 소성수축균열을 모르타르 및 콘크리트에 인위적으로 유발시켜 모르타르 및 콘크리트[보통콘크리트(Plain), 폴리프로필렌 섬유보강콘크리트(PP), 플라이애시 콘크리트(FA)]

\*정회원, 한국수자원공사 수자원연구소 선임연구원

\*\*정회원, 충남대학교 대학원 박사과정

\*\*\*정회원, 건국대학교 농공학과 조교수

의 균열제어 특성을 평가하였다.

## 2. 모르타르 소성수축균열실험

### 2.1 실험계획 및 방법

모르타르의 소성수축균열 제어특성을 파악하기 위하여 Kraai에 의해 제안된 방법을 이용하였다. 즉,  $900 \times 600 \times 19$ mm의 얇은 판 모양의 시편을 제작하고 바닥은 모르타르의 수축이 자유롭도록 비닐막을 설치한 후, 구속효과가 나타나 인장응력을 집중시키도록  $900 \times 600$ mm 둘레에 100mm 간격으로  $12 \times 25$ mm의 구속섬유를 설치하였다(그림 1).

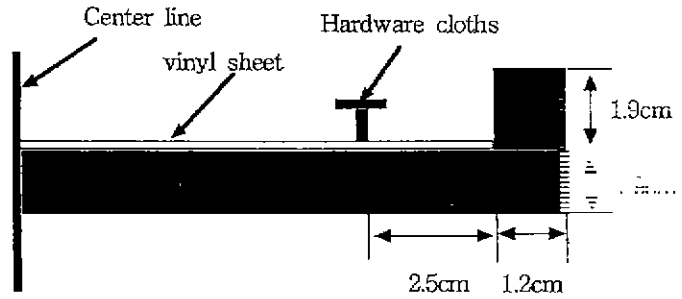


그림 1 소성수축균열 시험장치(모르타르용)

모르타르의 배합은 표 1과 같으며, 모르타르 타설 후 즉시  $18 \pm 1^\circ\text{C}$ , 상대습도  $37 \pm 3\%$ 에서 건조시키고 시편의 표면에  $3.4 \sim 4\text{m/s}$ 의 바람을 표면에 작용시켜 타설 후 24시간동안 관찰하였다.

표 1 모르타르 배합

	단위수량 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	시멘트량 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	Fly ash ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	w/c (%)	잔골재 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	PP량 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
용담 Plain	265	630	-	42	1197	-
용담 PP	280	652	-	43	1177	0.9
용담 FA	265	536	94	42	1198	-

## 2.2 실험결과 및 분석

### 2.2.1 최대균열 폭

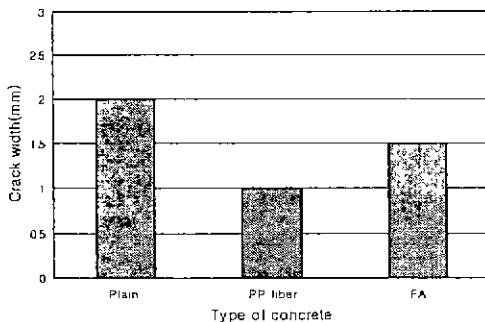


그림 2 최대균열 폭

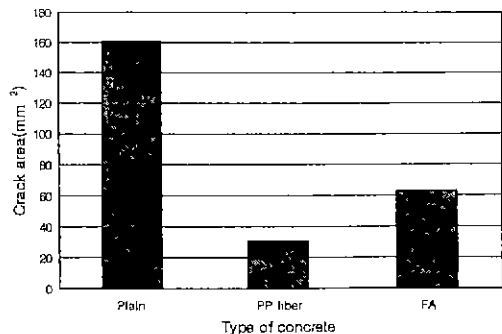


그림 3 균열발생 면적

그림 2는 모르타르의 최대균열 폭을 나타낸 것으로서, 실험결과 Plain 모르타르에서는 균열 폭이 큰 균열이 발생하였으나 PP 모르타르와 FA 모르타르는 최대 균열폭이 감소한 것을 알 수 있다. 자세히 살펴보면, Plain 모르타르에서 발생한 최대균열 폭은 2mm였으며, PP 및 FA 모르타르에서는 각각 1mm, 1.5mm로 상대적으로 적게 나타났다.

### 2.2.2 균열발생 면적

그림 3은 균열발생 면적의 측정결과를 나타낸 것으로서, PP 및 FA 모르타르가 Plain 모르타르보다 균열면적을 감소시킨 것을 알 수 있다. 특히, PP 모르타르에서 가장 적게 나타났는데, 이와 같은 결과는 폴리프로필렌 섬유가 초기 미소 균열발생 억제 및 조절에 효과적이라는 것을 나타낸다.

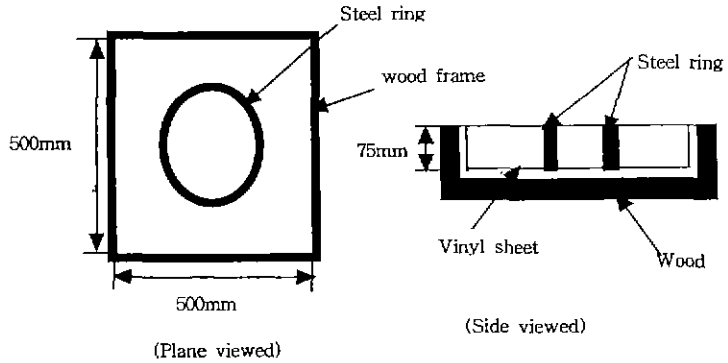


그림 4 소성수축균열 시험장치(콘크리트용)

## 3. 콘크리트 균열제어 특성

### 3.1 실험방법

콘크리트의 구속된 소성수축균열에 대한 저항성을 평가하기 위하여 500×500×75mm의 실험시편을 제작하였고, 시편의 중앙에는 콘크리트의 수축을 구속하기 위해서 강제링을 설치하였다.

본 실험에서 사용된 실험시편을 살펴보면 그림 4와 같다.

또한, 실험의 수행은 18±1℃의 온도와 37±3%의 상대습도에서 콘크리트표면에 4~4.6m/s의 바람을 작용시키면서 24시간 동안 실시하였다.

사진 1은 콘크리트의 소성수축균열 실험장면을 나타낸 것이다.



사진 1 소성수축균열 실험장면

### 3.2 실험결과

그림 5 및 6은 콘크리트의 최대균열 폭 및 균열발생면적을 나타낸 것으로서, 실험결과 모르타르의 소성수축 실험과 유사한 경향을 보였다. 즉, PP 및 FA가 Plain과 비교하여 균열폭 및 총 면적을 감소시키는 결과를 보여주었다. 특히, PP에서 가장 적

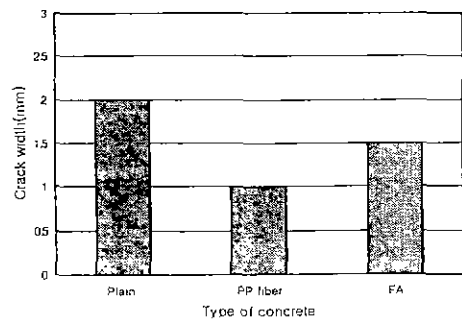


그림 5 최대균열 폭

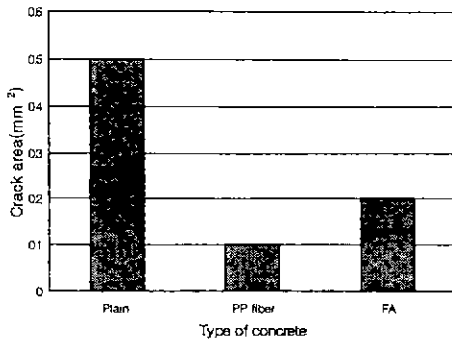


그림 6 균열발생 면적

게 나타났는데, 이와 같은 결과는 폴리프로필렌 섬유가 시멘트 매트릭스 내에서 균열의 성장을 제어하는 가교작용을 하기 때문으로 보인다.

자세히 살펴보면, 우선 최대균열 폭의 경우 Plain에서 0.05mm로 나타난 반면, PP와 FA에서는 각각 0.02mm와 0.03mm로 상대적으로 적게 나타났다.

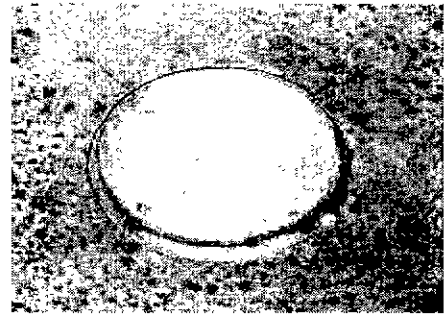
또한, 균열발생면적의 경우 PP와 FA에서 각각 0.1mm<sup>2</sup>와 0.2mm<sup>2</sup>로 나타나 Plain(0.5mm<sup>2</sup>)의 20~40% 수준으로 나타났다.

사진 2는 균열발생 현황을 나타낸 것이다.

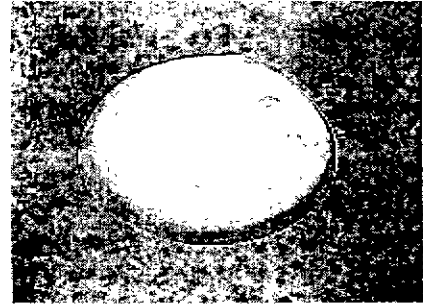
#### 4. 결 론

CFRD 차수벽콘크리트의 소성수축균열 제어특성에 대한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

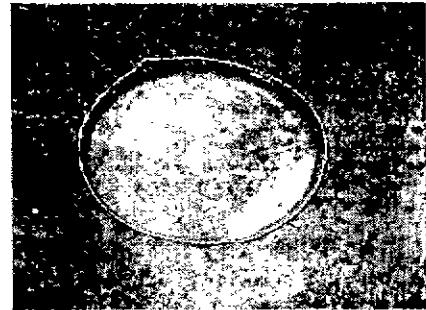
- 1) 폴리프로필렌섬유 및 플라이애시를 사용한 모르타르 및 콘크리트에서 Plain보다 최대균열 폭과 균열면적이 모두 적게 발생하였다.
- 2) 특히, 이러한 경향은 폴리프로필렌섬유를 사용한 경우에서 뚜렷하여 차수벽콘크리트의 소성수축 균열 제어에 유리한 것으로 나타났다.



Plain



PP



FA

사진 2 균열발생 현황

#### 참고 문헌

1. 한국수자원공사 ; CFRD 차수벽콘크리트의 균열저감에 관한 실험적 연구, 1999.
2. 김무한 ; 高流動콘크리트의 콘시스턴시 特性 및 各種 影響要因에 關한 考察, 레미콘지, 1996.
3. 오병환 외 ; 셀룰로오스섬유 합성섬유보강 콘크리트의 강도측정 및 건조수축균열에 관한 연구, 한국콘크리트학회 봄 학술발표회 논문집, 1996, pp.146~152
4. 원종필 외 ; 셀룰로오스섬유보강 시멘트 복합체의 내구성에 관한 연구, 한국콘크리트학회 봄 학술발표회 논문집, 1996. pp.1~6
5. Bayasi, Z., and Peterson, G. ; Use of Small-Diameter Polypropylene Fibers in Cement - Based Materials, Fiber Reinforced Cement and Concrete, Edited by R.N. Swamy, RILEM, 1992