

차수벽 콘크리트의 균열제어 및 성능향상에 관한 연구

Control of Crack and Enhanced Durability Performance of Face Slab Concrete

임정열*

정우성**

김완영***

원종필****

Lim, Jeong Yeul Jung, Woo Sung Kim, Wan Young Won, Jong Pil

ABSTRACT

The effects of substituting cement with fly ash(10%, 15%, 20%) and different fiber addition(polypropylene, cellulose, poly vinyl alcohol), on the control of microcrack and enhanced durability performance of face slab concrete in CFRD was studied experimentally

It was conducted experiments of plastic shrinkage of mortar and concrete, and drying shrinkage of concrete. Also, durability test were carried out the chloride permeability, abrasion resistance and freeze-thaw repetition.

Through the experimental results, it was concluded that poly vinyl alcohol fiber containing concrete was the most effective mixture in control of cracking and durability.

1. 서론

댐은 유수를 저류시키는 목적을 가진 구조물로서 수밀성과 안전성을 가지며 필요한 내구성을 구비하여야 한다. 일반적으로 표면차수벽형 석괴댐(CFRD : Concrete Face Rockfill Dam)의 차수벽에 균열이 발생하면 일반적으로 투수성이 증가하여 내구성능이 저하되므로 차수목적이라는 본래의 기능을 상실하는 문제점이 발생할 수 있다. 또한 여러 환경조건하에서 노출되므로 시간이 지나면서 콘크리트가 열화가 진행되어 초기 성능을 유지하지 못하고 여러 가지 문제점이 일어날 수 있다.

따라서 본 연구에서는 댐 콘크리트에 발생하는 수축 균열을 제어하는 효과가 있는 여러 섬유보강재 및 플라이애쉬의 실험을 통하여 차수벽 댐 콘크리트의 균열제어 특성 및 내구성능을 평가·분석하여 장기 내구성이 우수한 최적의 표면 차수벽용 콘크리트를 도출하려고 한다.

*정회원, 한국수자원공사 댐안전연구소 연구원
**정회원, 한국수자원공사 댐안전연구소 연구원
***정회원, 한국수자원공사 댐안전연구소 책임연구원
****정회원, 건국대학교 지역건설환경공학과 부교수

2. 실험내용

2.1 배합설계

본 연구에서는 댐 콘크리트의 역학적 특성을 알아보기 위하여 설계기준강도는 210kgf/cm², 슬럼프는 6±1.0cm, 공기량은 4.5±1.0%로 고정시켰다. 플라이애시의 시멘트 치환율을 시멘트 중량의 0, 10, 15, 20%로 변화시켰으며 배합에 폴리프로필렌섬유(PP), 셀룰로오스섬유(CL), 폴리비닐알콜섬유(PVA)를 각 제조사에서 최적 혼입률이라고 추천한 0.1, 0.08, 0.07%를 사용하였다.

표 1 콘크리트의 배합설계

설계기준강도 (kgf/cm ²)	굵은골재 최대치수 (mm)	슬럼프의 범위 (cm)	공기량의 범위 (%)	물-시멘트 트비 (%)	잔골재 율 (%)	단위 재료량 (kg/m ³)													
						물	시멘트	플라이애시		잔골재	굵은 골재		혼화제	섬유					
								10%	15%		20%	20mm		40mm	PP	CL	PVA		
210	40	6±1.0	4.5±1.0	49.9	38.7	140	281	0%	-	722	615.6	556.9	281	1.270	-	-	-		
													281	1.832	0.9	-	-		
													281	1.832	-	1.2	-		
													281	2.447	-	-	0.9		
													252.9	10%	28.10	1.779	-	-	-
													238.9	15%	42.15	1.779	-	-	-
													224.8	20%	56.20	1.783	-	-	-

2.2 실험방법

2.2.1 균열제어 특성 실험

본 연구에서는 차수벽 콘크리트의 균열 제어특성을 평가하기 위하여 소성수축 균열 실험과 건조수축 실험을 기존 연구에서 사용된 실험방법에 따라 실시하였다.

2.2.2 내구성 실험

차수벽 콘크리트의 내구성 실험을 위해서 동결융해실험, 염소이온투과실험 및 마모성실험을 ASTM 및 KS의 실험방법에 따라 실시하였다.

3. 실험결과

3.1 소성수축실험

콘크리트 소성수축 균열 실험 결과, 섬유를 혼입한 콘크리트가 상당한 균열제어 효과를 보여 주었다. 그 중에서 PVA섬유를 혼입한 콘크리트가 8.75mm²로 가장 큰 균열 억제력을 나타냈다. 이와 같은 결과는 PVA섬유의 부착력과 분산력이 가장 우수함에 비롯된다고 할 수 있다. 플라이애시의 치환한 콘크리트에서는 플라이애시를 치환율이 클수록 균열 면적은 감소하였다. 이와 같은 결과는 플라이애시의 수밀성 향상에 기인한 것이라 할 수

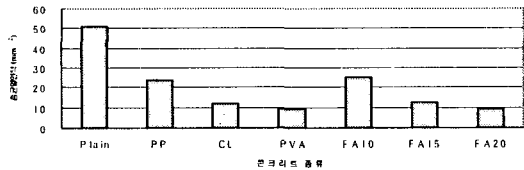


그림 2 플라이애시 및 섬유 혼입에 따른 콘크리트 소성수축의 총 균열 면적

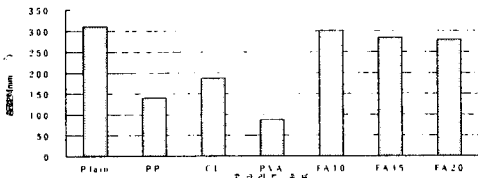


그림 3 플라이애시 및 섬유 혼입에 따른 모르타르 소성수축의 총 균열 면적

섬유보다 좋지 않은 결과가 나타났다. 플라이애시를 혼입한 모르타르는 보통 모르타르와 비교하여 콘크리트 배합 때와는 다르게 모든 치환율에서 큰 균열 억제작용을 하지 못하는 것을 보여주었다. (그림 2)

3.2 건조수축 실험

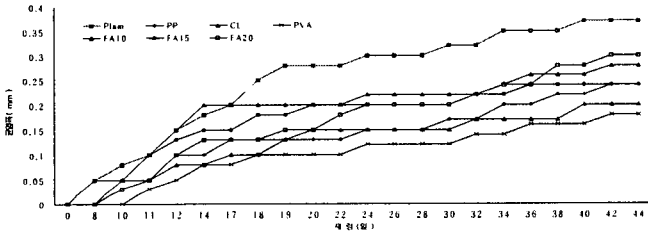


그림 4 플라이애시 및 섬유 혼입에 따른 건조수축 균열 폭

건조수축 균열 실험결과는 그림 3과 같다. 플라이애시 치환율과 섬유를 혼입한 콘크리트는 보통 콘크리트보다 균열 폭이 감소하는 경향을 보였다. 플라이애시 치환율이 15%에서 균열 폭이 약간 감소하였다. 섬유를 혼입한 콘크리트는 부착력이 우수한 PVA섬유가 다른 섬유에 비해 균열 폭이 조금 더 감소하였다.

3.3 동결융해실험

동결-융해를 반복한 후, 상대동탄성계수를 측정된 결과를 그림 4에 나타내었다. 플라이애시 치환율과 섬유의 혼입에 따른 콘크리트는 보통 콘크리트와 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

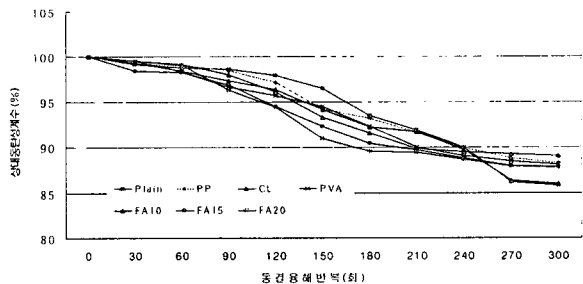


그림 4 섬유 혼입 및 플라이애시 치환율에 따른 상대동탄성계수 측정 결과

3.4 염소이온 투과실험

플라이애시 치환율 및 섬유 혼입에 따른 염소이온 통과 전하량 측정결과는 그림 5와 같다. 실험 결과 재령 7일에서는 모두 상당히 높은 투과성을 보여주었고 재령 28일에서는 염소이온 투과성이 감소하였지만 ASTM의 기준으로 볼 때 통과 전하량이 모두 4000이상의 값을 나타내고 있어 투과성이 높게 나타났다. 재령 91일에서 모든 배합에서 ASTM 기준의 중간 값을 만족하였다.

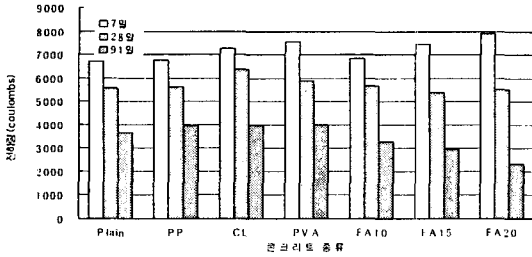


그림 6 플라이애시 및 섬유 혼입에 따른 염소이온 투과 시험

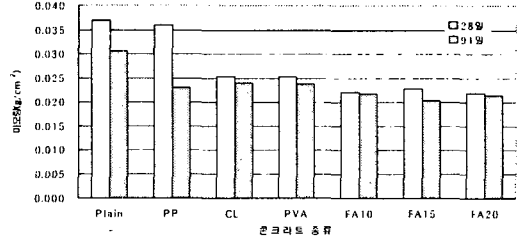


그림 7 플라이애시 및 섬유 혼입에 따른 마모 저항성

3.5 마모저항성

플라이애시 치환율 및 섬유 혼입에 따른 마모 저항성 실험결과는 그림 6과 같다. 실험결과 재령 28일에서 플라이애시를 치환한 콘크리트와 섬유를 혼입한 콘크리트 모두 보통 콘크리트에 비해 우수한 마모저항성을 나타내었다. 폴리프로필렌섬유를 혼입한 콘크리트는 보통콘크리트와 비슷한 마모 저항성을 보여주었다. 재령 91일에서는 보통콘크리트에 비해 플라이애시를 치환한 콘크리트 및 섬유를 혼입한 콘크리트 모두 높은 마모 저항성을 나타냈다.

4. 결론

- (1) 콘크리트의 균열제어 효과면에서는 폴리비닐알콜섬유를 혼입한 콘크리트와 플라이애시 치환율이 20%인 콘크리트에서 가장 우수한 균열 제어성능을 보여주었다. 이와 같은 결과는 폴리비닐알콜 섬유가 다른섬유에 비해 부착력과 시멘트 매트릭스내에 분산이 우수하기 때문이고 플라이애시의 수밀성 향상으로 모세관 공극을 작아지게 함으로서 수분유지력을 증진시켜 균열 저감의 결과를 나타낸 것이다.
- (2) 내구성능 향상에 대한 실험결과, 동결융해실험 및 염소이온투과실험에서는 플라이애시 및 섬유 혼입률에 따른 콘크리트는 보통콘크리트에 비교하여 유의한 차이가 없었고, 마모저항성 실험에서는 보통콘크리트와 비교하여 섬유 혼입 및 플라이애시 치환율에 따른 콘크리트는 마모 저항성이 좀 더 높게 나타났다.

참고문헌

1. ACI(1986), State-of-the-Art Report on Fiber reinforced concrete, ACI Committee 544.
2. 김완영, 정우성, "CFRD 차수벽 콘크리트의 성능개선방안 연구", 한국수자원공사, 2002. 12.
3. 윤영수, 손유신, 원종필, 송영철, 이상근, "플라이애시 첨가에 따른 댐 콘크리트의 내구성 향상에 관한 실험적 연구", 대한토목학회논문집, 제19권 제I-5호, 1999.9.