

# CFRD 차수벽 콘크리트의 균열 특성에 미치는 각종 영향요인에 관한 연구

## A Study on the Influence Factors on Crack Properties of CFRD Face Slab Concrete



최세진\*

Choi, Se-Jin



임정열\*\*

Lim, Jeong-Yeol



김완영\*\*\*

Kim, Wan-Young



김무한\*\*\*\*

Kim, Moo-Han

### ABSTRACT

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

This is an experimental study to analyze the influence factors on crack properties of CFRD face slab concrete. For this purpose, various mix proportion of CFRD face slab concrete and concrete using PPF(polypropylene fiber) and fly ash was selected. And tests for drying shrinkage, bonding strength, water permeability and plastic shrinkage were performed, and then CFRD D and PPC of those mix proportion were placed in CFRD field.

According to test results, it was found that the bonding strength of C1(compact sufficiently) was higher about 10~20 % than that of C2(compact insufficiently). And the engineering properties of PPC(concrete using PPF) and FAC(concrete using fly ash) were better than those of the others : the permeability of PPC and FAC after 8 weeks curing was little lower than that of CFRD D, and plastic shrinkage crack of PPC and FAC was lower 40~60 % than crack of CFRD D.

Keywords : CFRD, polypropylene fiber, drying shrinkage, permeability, plastic shrinkage

\* 정회원, 충남대 대학원 박사과정

\*\* 정회원, 수자원연구소 연구원

\*\*\* 정회원, 수자원연구소 선임연구원 · 공박

\*\*\*\* 정회원, 충남대학교 건축공학과 교수 · 공박

· 본 논문에 대한 토의를 2001년 4월 30일까지 학회로 보내주시면 2001년 6월호에 토의회답을 게재하겠습니다.

# 1. 서론

CFRD(Concrete Faced Rockfill Dam)는 콘크리트 표면차수벽형 석괴담을 일컫는 것으로서, 담 체제를 암석으로 축조한 후 차수목적으로 상류사면 전면에 콘크리트 차수벽을 설치하게 되며(Fig. 1), 국내의 경우 암석자원이 풍부하고 시공이 간편할 뿐만 아니라 구조적으로도 안정하기 때문에, 거의 모든 담들이 이러한 CFRD로 설계·시공되고 있다.<sup>(1)</sup> 이 중 차수벽콘크리트는 담의 기능중 차수역할을 담당하는 가장 중요한 부분으로 외부에서 작용하는 하중(수압)에 대해 구조적으로 안전해야 하며, 내구성 및 수밀성이 확보되어야 한다. 또한, 장대사면(담높이에 따라 약 70~120 m)이라는 담 구조물의 특성상 차수벽콘크리트는 슬립폼(Slip-form)을 이용하여 담 하부에서 정상까지 연속적으로 타설하기 때문에 시공시 세심한 주의가 필요하며 특히, 시공 전·후에 콘크리트의 수축, 시공부주의 및 양생조건 등으로 인해 균열발생 위험성이 상당히 높게 된다.<sup>(1,2,3)</sup>

따라서, 본 연구에서는 CFRD 차수벽콘크리트의 균열특성에 미치는 각종 영향요인을 검토하기 위하여 콘크리트 배합, 다짐방법, 혼화재료 등의 요인을 실험변수로 선정하고 콘크리트의 건조수축, 부착강도, 투수계수 및 소성수축균열 시험 등을 통해 콘크리트의 각종 공학특성을 비교·검

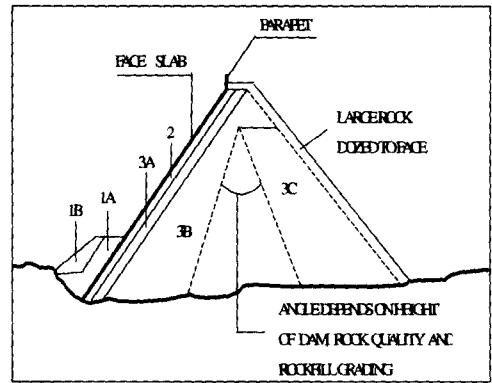


Fig. 1 Section of CFRD

토한 후, 현장적용 실험을 실시함으로써 향후 건설될 CFRD 차수벽콘크리트의 고품질화를 위한 참고자료를 제시하고자 하였다.

## 2. 국내 CFRD의 현황

Table 1은 1985년 이후 국내 담 설계 및 시공현황을 나타낸 것으로서, CFRD가 최초 도입된 담은 광주광역시의 상수원으로 개발된 높이 44.7 m인 동북담으로<sup>(1,5)</sup>, 이후 많은 담들이 시공중이거나 설계가 완료되었으며 일부 담은 높이가 100 m에 이르는 것도 있다. Table 1에서 알 수 있듯이, 국내 대다수의 담들이 CFRD형식을 다수 채택하여 설계하고 있다.

Table 1 CFRD of in S. Korea<sup>(1)</sup>

Name	Region	Type	Year		Height (m)	Area (km <sup>2</sup> )	Reservoir capacity (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	
			Design	Complete				
○ ○	Chonnam	CFRD		1985	44.7	189.0	99.5	
○○○	Step 1		Kangwon	1986	1988	80.0	3227.0	5.9
	Step 2			1989		135.0	3227.0	3730.0
○ ○	Kyongnam		1989	1998	34.0	2285.0	309.2	
○ ○	Chonbuk		1990	1996	49.0	59.0	41.54	
○ ○	Kyongnam		1991	(1999)	89.0	95.4	73.6	
○ ○	Chonbuk		1991	(2000)	70.0	930.0	815.0	
○○○○	Upper		Kyongnam	1995	(2000)	97.0	2.04	6.326
	Lower					67.5	36.3	7.138
○ ○	Chonnam		1996		53.0	193.0	183.0	
○○○○ (Up)	Kangwon		1997	(2005)	95.5	0.45	3.65	

Table 2 Experimental plan

Type of concrete	W/C (%)	W (kg/m <sup>3</sup> )	Slump (cm)	Laboratory test				Field test
				Drying shrinkage	Bonding strength	Water permeability	Plastic shrinkage	
CFRD A	44	159	6±2	◎				· Mix proportion - Select after laboratory test
CFRD B	45	148	6±2	◎				
CFRD C	55	175	6±2	◎	◎			
CFRD D	42	141	6±2	◎	◎	◎	◎	· Evaluation content - Observe the crack of CFRD face slab concrete
P P C*	43	149	6±2	◎		◎	◎	
F A C**	42	141	6±2	◎		◎	◎	

\*PPC : Concrete using polypropylene fiber

\*\*FAC : Concrete using Fly-ash (15% Replacement by cement weight)

### 3. 실험 개요

#### 3.1 실험계획 및 시험방법

##### 3.1.1 실험계획

본 실험계획은 기존 CFRD 차수벽콘크리트의 배합 및 혼화재료(플라이애시, 폴리프로필렌섬유)를 사용한 배합을 선정하여 건조수축, 부착강도, 투수계수 및 소성수축균열 특성을 비교·검토하였다. Table 2는 실험계획을 나타낸 것이다.

##### 3.1.2 시험방법

###### (1) 건조수축 시험

콘크리트의 건조수축 시험방법은 KS F 2424 모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험방법중 쥘 퍼레이터를 이용하여 실시하였다.

###### (2) 부착강도 시험

차수벽콘크리트의 타설시 장대사면인 관계로 다짐작업이 매우 곤란하게 되므로 다짐방법에 따른 콘크리트의 부착강도 특성을 검토하기 위한 목적으로 실시하였다. 콘크리트의 부착강도는 Fig. 2와 같은 별도의 제작방법에 의해 콘크리트를 제작한 후, KS F 2407 콘크리트의 휨강도 시험방법(중앙점 하중법)을 이용하여 휨강도를 구하고 이를 콘크리트의 부착강도로 판단하였다.<sup>(7)</sup> 즉, Fig. 2와 같은 방법으로 10×10×40 cm의 콘크리트 건조수축시험용 몰드를 이용하여 윗면을 밀폐하고 길이방향으로 몰드를 세워 콘크리트를 1/2 타설·다짐하고, 약 10분 정도 후 나머지 1/2을 타설하며 진동다짐기로 다짐하는 방법으로 콘크리트 공시체를 제작하였다.

###### (3) 투수시험

콘크리트의 투수시험은 Fig. 3과 같은 TANIFUJI MACHINE CO. LTD의 투수시험기를 이용하여 내부에 수압을 가한 후, 일정시간 후의 침투 깊이를 측정하고 다음 식에 의하여 투수계수를 산정하였다.

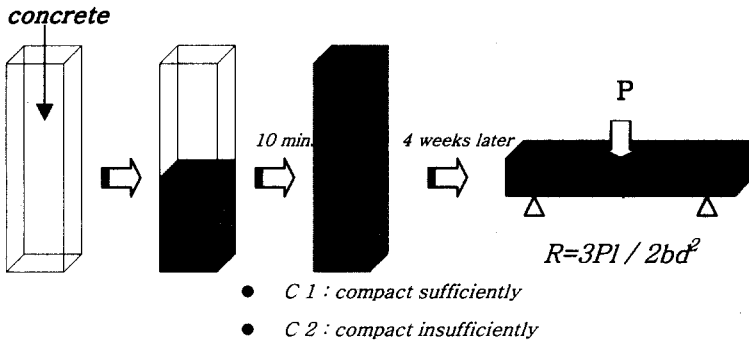


Fig. 2 Testing method of bonding test

$$K = \rho \frac{\Delta q}{\Delta t} \frac{l}{AP} \quad (\text{m/s})$$

여기서 K : 투수계수(m/s)

ρ: 물의 단위중량(kg/m<sup>3</sup>)

$\Delta q/\Delta t$  : 물의 속도(m<sup>3</sup>/s)

$\ell$  : 침투깊이(m)

A : 평균면적(cm<sup>2</sup>)

P : 수압(kg/cm<sup>2</sup>)

#### (4) 소성수축 균열시험

콘크리트의 소성수축균열 제어특성을 평가하기 위하여 Fig. 4와 같이 500×500×75 mm의 실험시편을 제작하였고, 시편의 중앙에는 콘크리트의 수축을 구속하기 위해 강재링을 설치하였다. 실험은 18±1℃의 온도와 37±3%의 상대습도에서 콘크리트 표면에 4~4.6 m/s의 바람을 작용시키면서 24시간 동안 실시하였다.

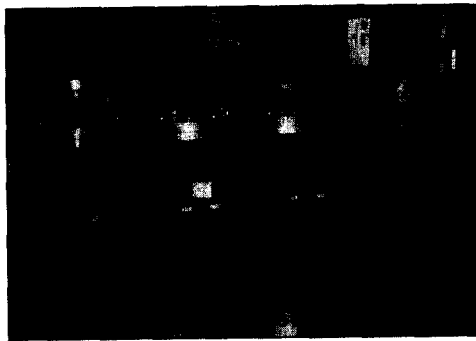


Fig. 3 Testing machine of water permeability

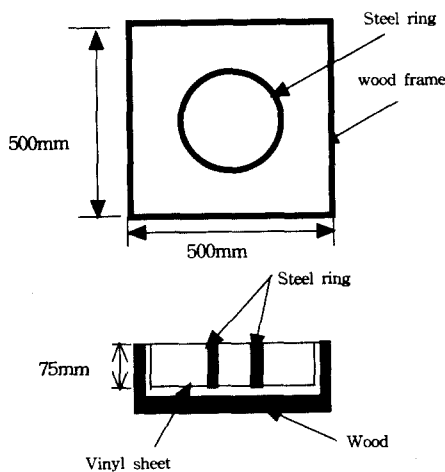


Fig. 4 Testing machine of plastic shrinkage<sup>(15,17)</sup>

### 3.2 사용재료

본 연구에 사용된 재료는 Table 3과 같다.

Table 3 Property of materials

Material	Property
Fine agg.	River sand, 5mm, F.M.: 3.03, S.G.: 2.57
Coarse agg.	River gravel, 25mm F.M.: 7.02, S.G.: 2.59
Cement	Ordinary portland cement Specific gravity(S.G.): 3.15, Brain: 3.300(cm <sup>3</sup> /g)
Fly ash	Specific gravity: 2.13 Brain: 3.144(cm <sup>3</sup> /g)
Polypropylene fiber	Specific gravity: 0.91, Tensile St. : 3,500~7,700kgf/cm <sup>2</sup>
Admixture	Water reducing agent Lignin-based, S.G: 1.185±0.005

## 4. 실험결과 및 분석

### 4.1 건조수축량의 변화

CFRD 차수벽콘크리트는 장대사면이라는 특성상 건조수축에 의한 균열발생위험이 높은 것으로 알려져 있으며<sup>(1,2,3)</sup>, 따라서 각 CFRD 차수벽콘크리트의 배합 및 혼화제(폴리프로필렌 섬유, 플라이애시)를 사용한 배합의 건조수축량의 변화를 살펴본 결과, Fig. 5와 같이 배합상의 단위수량이 175 및 159 kg/m<sup>3</sup>로 다른 배합에 비해 상대적으로 많았던 CFRD C 및 CFRD A의 건조수축량이 크게 나타났다. 따라서, 기존 연구결과와 마찬가지로 단위수량을 가능한 낮추는 것이 차수벽콘크리트의 건조수축 균열 저감에 유리할 것으로 판단되며, 본 실험 결과 CFRD D, FAC, PPC의 순으로 CFRD D를 제외하고 혼화제를 사용한 배합에서 건조수축량이 상대적으로 다소 적게 나타나 폴리프로필렌 및 플라이애시 등의 혼화제를 사용함으로써 건조수축량에 의한 균열

을 줄일 수 있을 것으로 사료되며, 이는 뒤에서 검토할 소성수축균열 시험에서 다시 논의할 것이다.

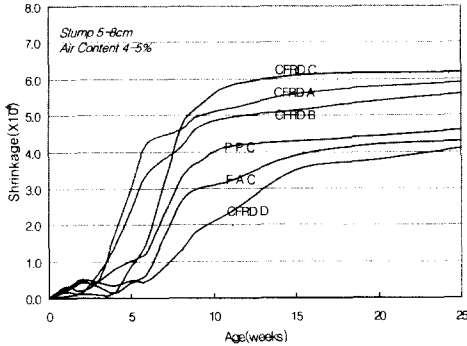


Fig. 5 Variation of drying shrinkage according to mix proportion

#### 4.2 다짐방법에 따른 부착강도의 변화

CFRD 차수벽콘크리트는 다른 구조물들과는 달리 수평이나 수직이 아닌 1:1.4~1:1.5 구배의 경사로 콘크리트를 타설함에 따라 시공이 가능한 수평시공이음이 발생하지 않도록 댐 밑부분에서 댐 정상부까지 Slip Form에 의하여 연속적으로 콘크리트를 타설하게 되는데, 보통 한 Block의 간격이 15 m에 이른다.<sup>(1,2,3,6)</sup> 이와 같이 차수벽콘크리트의 시공시 사면에서 Slip Form을 이용하여 타설·다짐작업이 이루어지기 때문에 작업이 상당히 곤란하게 되며, 이로 인해 다짐작업에 특별한 주의를 기울이지 않으면 시공 및 콜드 조인트의 발생위험이 높게 된다. 따라서, 본 실험항목에서는 다짐작업의 방법에 따라 차수벽콘크리트의 표면성상 및 부착강도의 변화를 비교·평가하기 위하여 진동다짐을 전층에 못 미치게 실시한 C2와, 전층까지 깊숙이 실시한 C1의 공시체를 제작하였으며, 특히, 공시체의 제작시 콘크리트를 1/2 타설 후 약 10분간의 간격을 두고 나머지 콘크리트를 타설함으로써 실제 차수벽콘크리트 시공시의 Slip Form 견인시간을 고려하였다.

휨강도시험은 Fig. 6과 같이 중앙점 하중법을 이용하였으며, 이때 채하시 주로 신·구 콘크리트

의 접합부위에서 파괴가 되기 때문에 본 실험에서는 휨강도값을 콘크리트간의 부착강도로 판단하였다.

Fig. 7은 다짐방법에 따른 부착강도의 변화를 나타낸 것으로서 C1과 C2의 부착강도값이 각각 다른 것을 알 수 있는데, 즉 진동다짐이 충분한 C1의 경우 46.7, 54.0 kgf/cm<sup>2</sup>를 나타낸 반면, 다짐이 미진한 C2의 경우에는 42.1, 43.4 kgf/cm<sup>2</sup>로 상대적으로 낮게 나타났다.

따라서, CFRD 차수벽콘크리트와 같은 Slip Form을 이용한 댐비빔 콘크리트의 시공시 다짐작업이 불충분하게 이루어지게 되면 신·구 콘크리트간의 부착력이 현저히 저하되어 부착강도가 감소하게 되며, 이로 인해 부착면으로 이물질이 침투함으로써 열화현상이 발생하여 차수벽콘크리트의 내구성이 저하될 가능성이 있음을 알 수 있다.

또한, 배합별로 살펴보면 CFRD D의 경우가 C2=0.8C1으로서 C2=0.9C1인 CFRD C보다 부착강도의 저하가 상대적으로 큰 것을 알 수 있

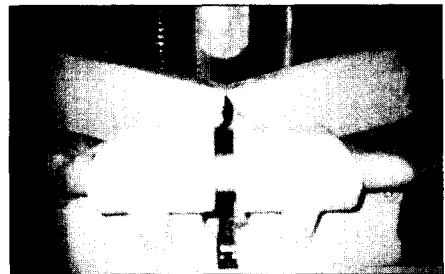


Fig. 6 Measuring of flexural strength

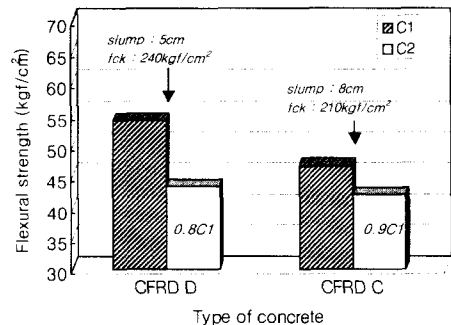


Fig. 7 Variation of flexural strength according to compacting method

는데, 이는 CFRD D의 경우 슬럼프 5 cm로서 슬럼프 8 cm인 CFRD C보다 슬럼프가 작았기 때문에 다짐작업의 영향이 더 컸던 것으로 판단된다.

### 4.3 콘크리트 투수계수의 변화

차수벽콘크리트의 목적이 댐 저수를 차수하는 것인 만큼 투수특성은 차수벽콘크리트의 가장 중요한 특성중 하나라고 할 수 있다. 따라서, 본 실험항목에서는 앞서 검토한 건조수축 변형이 가장 적게 나타난 3배합, 즉 CFRD D, FAC 및 PPC를 선택하여 TANIFUJI MACHINE CO. LTD의 투수시험기를 이용, INPUT 방식으로 각 배합별 투수계수를 비교하였으며, 실험결과 Fig. 8과 같이 FAC와 PPC가 CFRD D보다 투수계수가 다소 낮게 나타났다. 그러나, 투수계수의 단위가  $\times 10^{-10}$  m/s인 점을 감안하면 모두 유사한 수준으로 볼 수 있으며 대체로  $1.46 \sim 4.29 \times 10^{-10}$  m/s 수준으로 일반적인 콘크리트의 투수계수<sup>(4)</sup>인  $\times 10^{-9} \sim 10^{-13}$  (m/s) 범위를 모두 만족하고 있다. 따라서, 폴리프로필렌 섬유 및 플라이애시와 같은 혼화재료를 사용할 경우 무혼입 콘크리트와 비교해 동등이상의 투수저항성능을 발휘하고 있음을 알 수 있다.

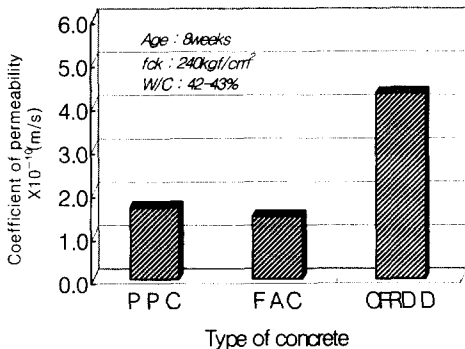


Fig. 8 Variation of coefficient of permeability according to mix proportion

### 4.4 소성수축균열 제어특성

소성수축균열이란 콘크리트가 타설된 후 갑자기 낮은 습도의 대기나 바람에 노출됨으로서 양생이 시작되기 전에 일어나는 균열을 말한다. 소

성수축균열이 발생하는 과정을 살펴보면 우선 노출된 표면에서 수분증발이 타설된 콘크리트의 블리딩보다 빠르게 일어날 경우 표면이 수축하게 되고 이것은 표면아래에 있는 콘크리트의 구속으로 인하여 표면에 인장응력을 유발하게 되며 결국 이 인장응력이 콘크리트의 균열을 발생시키게 된다. 콘크리트에 소성수축균열이 발생하면 콘크리트의 투수성을 증가시켜 철근의 부식 등 각종 문제점을 유발시켜 콘크리트 구조물이 본래의 용도로 사용할 수 없게 하는 결과를 초래한다.

차수벽콘크리트에서의 소성수축균열 제어특성을 검토하기 위하여 본 연구에서 사용한 실험방법은 Fig. 4 및 Fig. 9와 같은 방법으로 소성수축균열실험을 실시하였으며, 실험결과를 Fig. 10과 같이 콘크리트 표면에 발생한 균열의 최대폭과 균열의 총면적( $\Sigma$ (균열의 길이 $\times$ 균열 폭))으로 나타내었는데, 균열의 길이 대신에 균열의 총 면적으로 결과를 나타낸 것은 콘크리트 표면에는 폭이 크고 작은 균열이 동시에 발생하기 때문이다.<sup>(17)</sup>

실험결과, PPC와 FAC가 균열의 폭 및 총 면적을 CFRD D와 비교하여 상당히 감소시키는 결과를 보여주었다. 특히, PPC에서 가장 적게 나타났는데, 이와 같은 결과는 폴리프로필렌 섬유가 시멘트 매트릭스내에서 균열의 성장을 제어하는 가교작용을 하기 때문인 것으로 사료된다. 자세히 살펴보면, 우선 최대 균열폭의 경우 CFRD D에서 0.05 mm로 나타난 반면, PPC와 FAC에서는 각각 0.02 및 0.03 mm로 나타났으며, 균열발생면적의 경우 PPC와 FAC에서 각각 0.1 mm<sup>2</sup>와 0.2 mm<sup>2</sup>로 CFRD D(0.5 mm<sup>2</sup>)의 20~40% 수준으로 나타났다.

Fig. 11은 균열발생 현황을 나타낸 것이다.

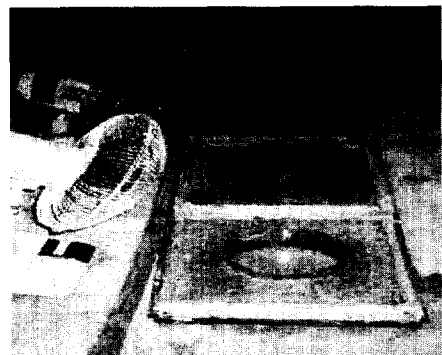


Fig. 9 Measuring of plastic shrinkage test

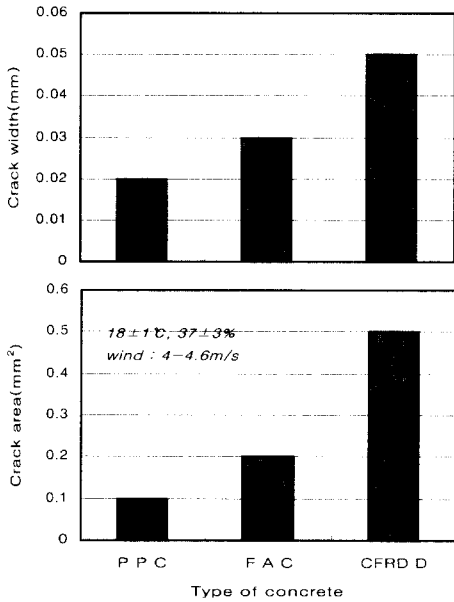


Fig. 10 Variation of crack width and crack area

것으로서, 대략적인 댐 제원을 나타내면 다음과 같다.

- 댐 높이 : 70 m
- 댐 마루폭 : 10 m
- 댐 길이 : 498 m
- 경사 : 1:1.4
- 댐 체적 :  $2,198 \times 10^3 \text{ m}^3$
- 차수벽콘크리트 두께 : 정상 30cm, 유심부 50.3 cm
- Block : 시공이음 15 m, 34 ea

### 5.3 현장적용 결과

Fig. 13은 현장타설 및 균열관찰 상황을 나타낸 것으로서, 타설결과 0.1 mm 이상의 육안관찰이 가능한 균열이 CFRD D Block에서는 일부 관찰된 반면, PPC Block의 경우 거의 관찰되지 않아 폴리프로필렌 섬유를 차수벽콘크리트에 적용할 경우 차수벽콘크리트에서 발생가능한 균열

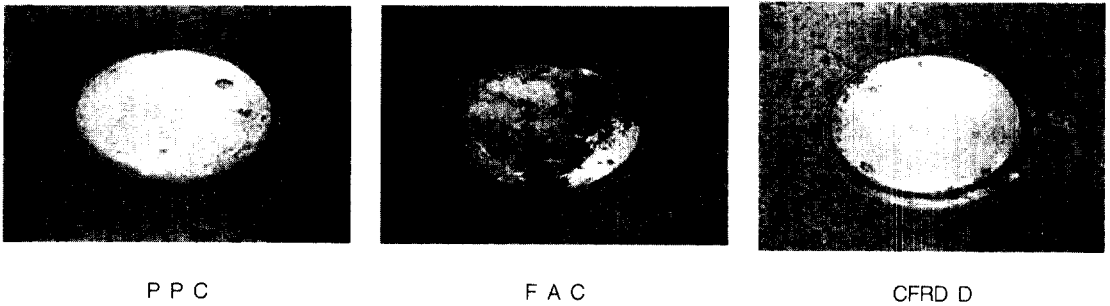


Fig. 11 Specimens after testing

## 5. 현장적용 실험결과 및 분석

### 5.1 일반사항

실내 실험결과를 토대로 시공중인 CFRD의 차수벽콘크리트중 일부 Block을 선정하여 CFRD D와 PPC의 배합으로 실제 시공시와 동일한 조건으로 타설한 후, 콘크리트의 균열성상을 관찰하였다.

### 5.2 현장개요

Fig. 12는 적용 CFRD 현장의 평면도를 나타낸

을 효과적으로 저감시킬 수 있는 것으로 나타났다.

또한, 두 Block 모두 기존 차수벽콘크리트와 비교해 상당량 균열이 감소한 것을 확인할 수 있었는데<sup>(5)</sup>, 이는 배합상의 단위수량 저감, 다짐 및 마감처리에 있어서의 세심한 배려를 통하여 얻어진 결과로 사료된다.

## 6. 결 론

CFRD 차수벽콘크리트의 균열특성에 미치는 각종 영향요인을 검토한 후, 현장적용 실험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

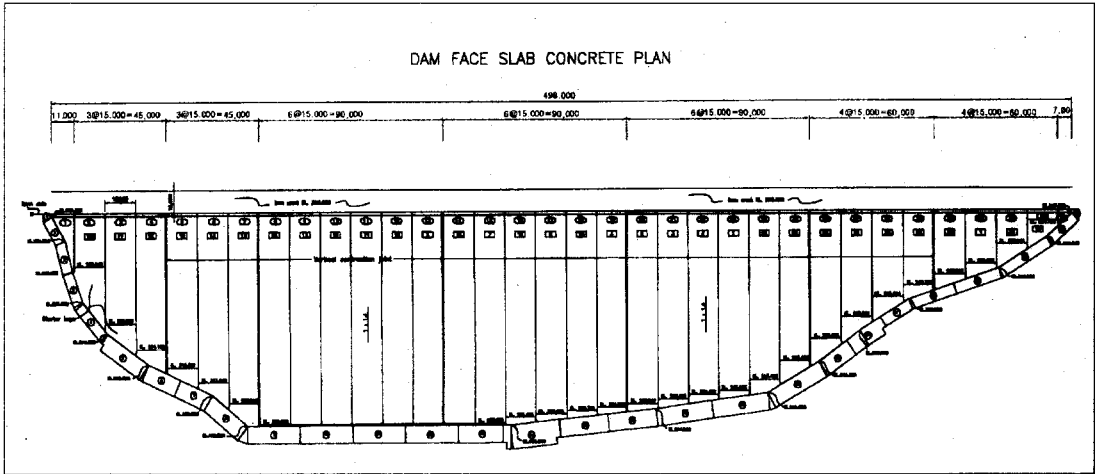


Fig. 12 Plane of CFRD face slab concrete

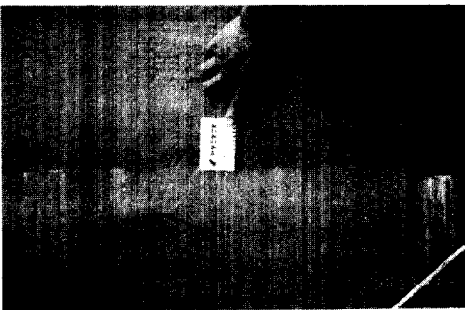
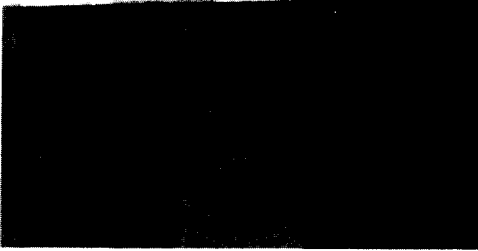


Fig. 13 Placing and measuring of CFRD

1) CFRD 차수벽콘크리트의 여러 배합을 선정하여 건조수축량을 비교·검토한 결과, 상대적으로 단위수량이 많았던 CFRD C 및 CFRD A의 건조수축량이 크게 나타나, 기

존 연구결과와 마찬가지로 단위수량을 가급적 낮추는 것이 차수벽콘크리트에서 건조수축에 의한 균열을 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

- 2) 차수벽콘크리트의 시공시 발생할 수 있는 다짐방법에 따른 부착강도의 변화를 검토한 결과, 다짐이 불충분할 경우 10~20% 정도 부착강도가 저하하는 것으로 나타났다.
- 3) 투수시험결과, 폴리프로필렌 섬유 및 플라이애시를 사용한 콘크리트에서 일반적인 콘크리트의 투수계수인  $\times 10^{-9} \sim 10^{-13}$  (m/s) 범위를 모두 만족하며, 무혼입 콘크리트와 비교해 동등이상의 투수저항성을 나타냈다.
- 4) 소성수축균열 실험결과, PPC 및 FAC에서의 균열이 CFRD D와 비교해 균열폭은 각각 40, 60%, 균열발생면적은 20, 40% 수준으로 상당히 감소하였다.
- 5) PPC 및 CFRD D의 배합을 실제현장에 적용하여 균열발생 현황을 관찰한 결과, PPC의 경우가 균열발생이 상대적으로 적게 나타나 폴리프로필렌 섬유를 사용하여 차수벽콘크리트의 균열을 저감시킬 수 있는 것으로 나타났다.



## 참고문헌

1. 한국수자원공사 : 콘크리트 표면차수벽 석괴담 설계 및 시공기준 검토
2. James L. Sherard, J. Barry Cooke: Concrete Face Rockfill Dam I ~ II, Journal of Geotechnical Engineering, Vol.113, No.10, October, 1987.
3. J.B. Cooke : Development of the high concrete faced rockfill dam, Water Power & Dam Construction, April, 1992
4. The Concrete Society : Permeability testing of site concrete-a review of methods and experience, Report of a Concrete Society Working Party, Permeability of concrete and its control, Papers for a one-day Conference, London, 12 December 1985, pp. 1~68.
5. 한국수자원공사 : CFRD 차수벽콘크리트의 균열저감에 관한 실험적 연구, 1999.
6. 한국수자원공사 : 콘크리트 표면차수벽형 석괴담, 1997.
7. 酒井 実 ほか5 ; 超遅延性減水剤を用いた冷凍倉庫のコンクリート施工, 콘크리트工学, Vol. 19, No. 6, pp. 19~26, 1981.
8. Abdurahman Alhozaimy, Pariz Soroushian and Faiz Mirza : Effect of curing conditions and age on chloride permeability of fly ash mortar, ACI Materials Journal January-February, pp. 87~95.
9. Bayasi Z, Peterson G : Use of Small - Diameter polypropylene fibers in cement - Based Materials, Fiber Reinforced Cement and Concrete, RILEM, 1992.
10. Bentur Arnon, and Mindess Sidney : Fibre Reinforced Cementitious Composites, Elsevier Applied Science, 1992.
11. Bo Malmerg and Ake Skarendahl: Method of studying the cracking of fiber reinforced concrete under restrained shrinkage, Swedish Cement and Research Institute Stockholm.
12. U.S.Department of the Interior : FLY ASH AND FLY ASH CONCRETE, Engineering and Research Center, 1984.
13. U.S.Department of the Interior : DESIGN OF SMALL DAMS, Water Resources Technical Publication, 1973.
14. J. Barry Cooke : Progress in Rockfill Dams, Journal of Geotechnical Engineering, Vol.110, No.10, October, 1984.
15. Plastic Shrinkage Cracking of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete, Parviz Sououshian, Faiz Mirza, ACI Material Journal, V.92, No.5, 1995, pp. 553~560
16. 김무환 : 고강도영역 콘크리트의 경제적 개발과 그 실용화에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제12권, 제7호, 1996, pp. 313~324.
17. 원종필 외 : 셀룰로오스 섬유보강 콘크리트의 소성수축균열 제어특성에 관한 실험적연구, 한국콘크리트학회 가을 학술발표논문집, 1998, pp. 319~323.

## 요 약

CFRD(Concrete Faced Rockfill Dam) 차수벽콘크리트는 건조수축, 소성수축균열 및 다짐불량 등에 의해 균열발생 위험성이 높으며, 이러한 균열은 댐의 내구성을 감소시키고 구조적 문제를 야기할 수 있기 때문에, 본 연구에서는 CFRD 차수벽콘크리트의 균열특성에 미치는 각종 영향요인을 분석하고자 하였다. 이를 위해, CFRD 차수벽콘크리트의 여러 배합 및 폴리프로필렌 섬유와 플라이애시를 사용한 콘크리트의 배합을 선정하여, 건조수축, 부착강도, 투수성 및 소성수축균열 실험을 실시하였다. 또한, 이 중 우수하게 나타난 두 배합(CFRD D, PPC)을 선정하여 CFRD 차수벽콘크리트 타설현장에 적용하였다.

실험결과, 다짐방법에 따라 부착강도가 10~20%정도 차이 났으며, PPC(폴리프로필렌 섬유보강 콘크리트) 및 FAC(플라이애시 사용 콘크리트)의 경우 무혼입 콘크리트(CFRD D)에 비해 동등이상의 투수저항성을 나타내었고, 소성수축균열은 40~60% 감소현상을 보여주었다.

(접수일자 : 2000. 9. 21.)