

# 차수벽 콘크리트 시공성 향상에 관한 연구

## Improvement of Construction Efficiency of Face Slab Concrete

김완영\*      정우성\*\*      임정열\*\*      원종필\*\*\*

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

### ABSTRACT

CFRD face slab concrete has a much capability to occur crack due to drying shrinkage and vibrator compaction etc. Because crack of concrete induces structural problem and decrease durability of concrete, it is need to reduce crack of concrete. In the experimental study it was analyzed that the effect of curing of concrete and compaction on CFRD face slab concrete.

As a results, it was found that control of construction condition into curing of concrete and compaction improved on construction efficiency of face slab concrete.

#### 1. 서론

본 연구에서는 CFRD 차수벽을 시공하는데 있어서, 현장의 시공성을 고려하여 양생조건 및 다짐조건을 적용함으로써 균열저감을 위한 최적의 시공방안을 제시하고자 한다. 따라서 현장여건상 가능한 양생조건들을 5가지로 나누어 폴리프로릴렌, 셀룰로오스, 폴리비닐알콜의 섬유와 플라이애쉬 치환율 0% 및 플라이애쉬의 성능이 가장 좋은 치환율 15%의 각 재료별로 건조수축 시험하였고 다짐작업에 따른 신·구 콘크리트간의 부착강도 시험을 통하여 표면차수벽형 석피댐의 차수벽 콘크리트의 시공성 향상방안을 제시하고자 한다.

#### 2. 양생 및 다짐특성

##### 2.1 양생조건 실험계획

양생조건별 변화를 관찰하기 위하여 KS F 2424의 시험방법과는 다른 양생방법을 시행하였다. 즉, 시공상 피니셔를 나온 콘크리트에 대해 피막양생을 실시한다든지, 살수양생을 피니셔 후방 5~6m 지점 또는 블록타설 완료후 실시한다는 점에 착안하여, 다음과 같이 5가지 방법을 선택하여 실험을 실시하였다. 단, (5)의 경우 다른 양생조건과 비교를 위한 것으로, 실제현장에서는 바로 살수양생을 실시할 경우 콘크리트의 페이스트가 아직 굳지않아 씻겨 내려갈 위험성이 있어 불가능하다. 조건은 (1) 항온항습(20±3℃, 상대습도 60±5%)의 기중상태, (2) 항온항습 2일후 수중양생, (3) 피막양생 5시간후 수중양생, (4) 피막양생 2일후 수중양생, (5) 수중양생(23±3℃) 이다.

\* 정회원 · 수자원연구원 댐안전연구소 책임연구원  
\*\* 정회원 · 수자원연구원 댐안전연구소 연구원  
\*\*\* 정회원 · 건국대학교 지역건설환경공학과 부교수

## 2.2 다짐조건 실험계획

다짐방법에 따른 부착특성 및 균열발생 현황을 검토하기 위하여 시방배합을 토대로 Plain, pp, cel, PVA, Flyash를 대상으로 실험을 실시하였다. 실험은 건조수축용 몰드의 윗면을 합판으로 봉합하고, 막혀있는 좌우측 10×10cm의 한면을 개방하여 길이방향으로 몰드를 세워 다짐방법을 달리하며 콘크리트를 1/2씩 타설한다. 그 후, 경화된 콘크리트의 표면형상과 4주후의 휨강도를 측정함으로써 다짐작업이 콘크리트의 균열 및 휨강도에 미치는 영향을 검토하고자 하였다.

## 2.3 비빔방법 및 공시체 제작방법

콘크리트의 비빔은 현장상황을 고려, 50리터 가경식 믹서를 사용하여 일괄투입에 의해 비빔을 실시하였으며, 건조수축 시험용 공시체는 KS L 5105에 규정한 모르타르시험용 공시체 제작법에 의하여 제작하였다. 단, 이때 공시체의 탈형은 현장상황을 고려하여 육안관찰로 탈형이 가능할 정도로 응결이 진행되었을 때를 공시체의 탈형시기로 결정하였다. 또한, 다짐실험의 경우 10×10×40cm의 콘크리트 건조수축 시험용 몰드를 사용하여 윗면을 합판과 실리콘으로 막아 페이스트의 유출을 방지한 후, 몰드의 막혀있는 좌우측중 한면을 개방하고, 길이방향으로 몰드를 세워 몰드의 1/2만큼 콘크리트를 타설하고 봉바이브레이터로 끌고루 다진다. 그 후, 약 10분정도 방치(현장조건고려)하여 나머지 1/2를 타설하고 다짐을 실시한다. 이 때, C1과 C2로 다짐작업을 구분하여 C1의 경우는 콘크리트 표준시방서의 규정대로 前층의 10cm정도 깊이까지 봉바이브레이터를 넣어 다지고, C2는 전층까지는 닿지 않을 정도로 얇게 다짐을 실시한다.

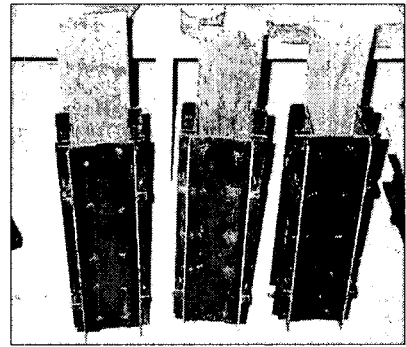


그림 3 다짐시험용 공시체

## 2.4 시공성 향상 시험 방법

### 2.5.1 건조수축 시험

건조수축 시험방법은 길이변화 시험방법중 컴퍼레이터를 이용한 방법으로 아래와 같은 5가지 항목에 대해 실시하였으며, 모르타르 시험체는 40×40×160mm의 직육면체 공시체를 사용하였다. 단, 이때 기준길이는 탈형후 제 1회째의 측정값을 기준으로 하여 양생방법에 따른 길이변화율을 산출하였다.

시험체는 공시체 탈형 후부터 위 조건을 유지하며 시험을 실시하였으며 건조수축에 의한 길이변화율은 다음식에 의해 산출한다.

$$\text{길이변화율}(\%) = \frac{(X_{01} - X_{02}) - (X_{i1} - X_{i2})}{L_0} \times 100$$

여기서  $L_0$  : 기준길이,  $x_{01}$ ,  $x_{02}$  : 각각 기준으로 한 시점에서의 측정치  
 $x_{i1}$ ,  $x_{i2}$  : 각각 시점  $i$ 에서의 측정치

### 2.5.2 휨강도 시험

휨강도시험은 KS F 2407 콘크리트의 휨강도 시험방법에 준하여 <그림 2>와 같이 중앙점 하중법을 이용하여 아래 식에 의하여 휨강도를 구하고 이를 콘크리트의 부착강도로 판단하였다.

$$R = \frac{3Pl}{2bd^2} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

여기서 R : 휨강도(kgf/cm<sup>2</sup>), P : 최대하중(kg), l : 공시체의 길이(cm), b : 평균 나비(cm), d : 평균 두께(cm)

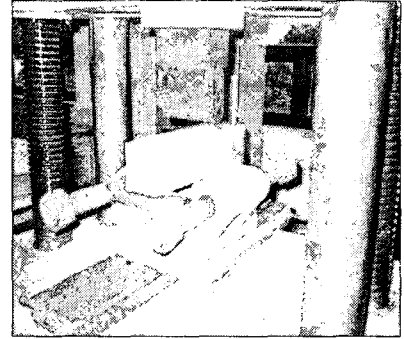


그림 4 콘크리트 휨강도 시험

### 3. 시험결과

양생조건에의 경우, 현장여건상 가능한 양생조건들을 5가지로 나누어 폴리프로릴렌, 셀룰로오스, 폴리비닐알콜의 섬유와 플라이애쉬 치환율 0% 및 플라이애시의 성능이 가장 좋은 치환율 15%의 각 재료별로 건조수축 시험하였다. 각 재료의 건조수축 시험결과, 재료에 관계없이 공기중 노출한 상태로 양생한 경우는 타설 후 일주일부터 팽창이 일어난 후 큰 건조수축을 일으키고 있는데, 이것은 수화열이 발생한 후 주위온도에 따라 많은 영향을 받는다는 것을 알 수 있으므로 살수양생 등 필요한 조치가 취해지지 않는 경우에는 실험기간과 같은 서중 콘크리트 타설에 주의가 요망된다. 양생조건은 공기중 노출된 상태의 양생을 제외하고는 거의 비슷한 결과를 나타내고 있으며, 재료에 따른 건조수축은 대체적으로 PP(Polypropylene), PVA(Poly vinyl alcohol), FA15(Fly Ash)가 Plain, CL(Cellulose)보다 양호한 결과를 나타내고 있다

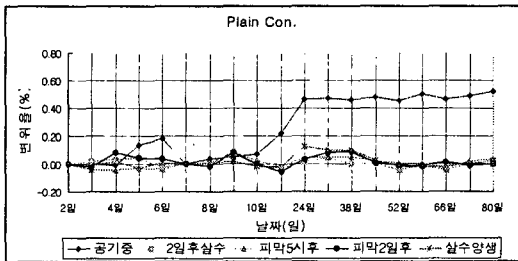


그림 5. 양생조건별 변위(Plain)

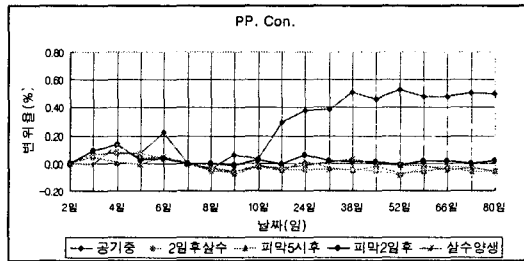


그림 4. 양생조건별 변위(PP)

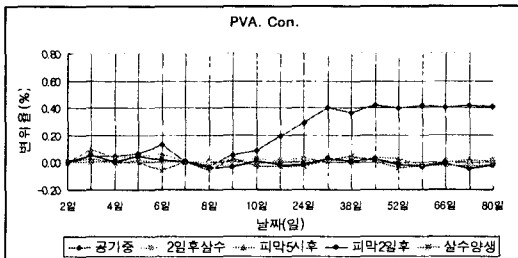


그림 5. 양생조건별 변위(PVA)

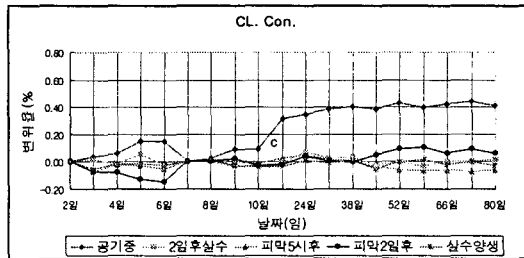


그림 6. 양생조건별 변위(CL)

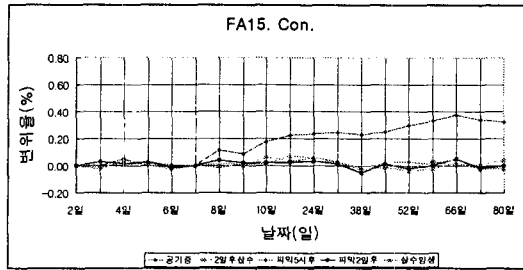
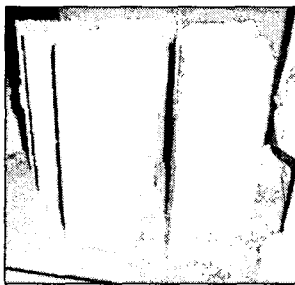


그림 7. 양생조건별 변위율(FA15)

다짐조건의 경우, 차수벽콘크리트와 같이 된비빔 콘크리트의 시공시 다짐작업이 부족하게 되면 신·구 콘크리트간의 부착이 현저히 저하되어 부착강도가 낮아짐은 물론, 이로 인해 부착면으로 이물질이 침투함으로써 열화현상이 발생하여 콘크리트의 내구성이 저하될 수 있음을 알 수 있다.

또한, <그림 8>은 전층 및 반층 다짐의 공시체 결면형상을 나타낸 것으로서, 반층 다짐 공시체의 중앙에 콜드조인트 균열이 뚜렷한 것을 알 수 있다. 이러한 콜드조인트 균열은 구조물의 내력상 약점이 될 뿐만아니라 경화, 건조시에 틈이 벌어져 우수의 침입, 철근부식에 의한 내구성 저하 등으로 이어지기 때문에 세심한 주의가 필요할 것으로 사료된다.



전층↑ 반층↑

그림 10 다짐시험용 공시체

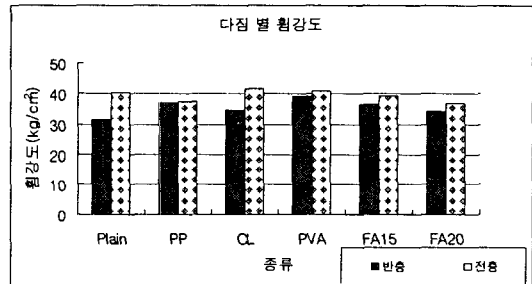


그림 11 다짐별 휨강도 비교

#### 4. 결론

- (1) 양생조건별 길이변화 시험에서 공기중 노출된 상태의 양생을 제외하고는 안정된 건조수축변화를 보여주고 있다. 또한 재료별 건조수축 결과를 분석한 결과, 대체적으로 PP, PVA, FA15가 Plain, CL보다 양호한 결과를 나타내고 있다.
- (2) 다짐시험 결과에서는 전층 다짐과 반층 다짐 공시체의 부착강도가 많은 차이를 보이고 있는데 즉, 전층 다짐의 경우 전체 배합에서 반층 다짐보다 부착강도가 크다는 것을 알 수 있었다.

#### 참고문헌

1. 한국수자원공사, 2002.12, CFRD 차수벽 콘크리트 성능 개선방안 연구.
2. 김완영, 최세진, 원종필, 2000.4, 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, PP.118-121.
3. ACI(1986), State-of-the-Art Report on Fiber reinforced concrete, ACI Committee 544.