

댐 콘크리트

Dam Concrete



장봉석*
Bong Seok Jang



배수호**
Su-Ho Bae



이승한***
Seung-Han Lee



이준구****
Joon-Gu Lee



하재담*****
Jae-Dam Ha

1. 시방서 개정 방향

이번 콘크리트표준시방서 개정작업에서는 1996년 제정되었다가 1999년 개정 당시 폐지되었던 「댐 콘크리트」가 신설되었다. 신설된 「댐 콘크리트」는 콘크리트표준시방서와 콘크리트구조설계기준으로 이원화 취지에 맞추기 위하여 설계부분을 제외한 시공 사항들을 1996년 제정 당시의 시방내용을 근간으로 작성하였다. 또한 국내에서 처음 시공 중인 롤러다짐 콘크리트의 시공에 필요한 항목들과 지난 20여 년간 국내 대댐의 주요 형식으로 채택되었던 표면차수벽형 석괴댐(CFRD)에서 차수 기능을 담당하는 중요한 구조물일 표면차수벽(face slab) 콘크리트에 필요한 사항들을 추가하였다<표 1>.

표면차수벽형 콘크리트는 석괴 재료를 쌓아(rock fill) 댐의 주요 하중을 지지하면서 차수 기능은 표면차수벽이 담당하게 하는 댐 형식으로, 대표적인 단면의 제원은 <그림 1>과 같다.

과거에 콘크리트 중력식으로 시공된 충주댐, 대청댐 그리고 합천댐은 블록타설식(또는 주상식(柱狀式)으로 부름)으로 시공되었다. 이는 보통 15 × 15m의 크기로 상·하류방향과 댐 축 방향으로 블록을 나누어 매 리프트마다 관로식 냉각(pipe cooling)을 통하여 타설 블록의 내부 온도를 일정 기준 이하로 냉각시킨 후 다음 리프트를 타설하는 시공 방법으로<사진 1>, 현재에는 거의 사용되지 않은 콘크리트중력식 댐의 시공방법이다. 이 공법은 콘크리트의 온도관리를 위한 관로식 냉각의 번거로움과 공사기간 및 비용 증가 등의 이유로 그 설자리를 잃어버리게 된 것이다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 이미 30여 년 전부터 세계 각국에서는 매우 빈 배합(단위결합재량 110 ~ 130 kg/m³)의 무 슬럼프 콘크리트를 댐 축 수평방향으로 전 구간

에 걸쳐 롤러다짐 장비를 이용하여 다짐 타설하는 롤러다짐 콘크리트를 개발하여 적용해오고 있다<그림 2>. 국내에서도 최초의 롤러다짐 콘크리트로 설계된 한탄강댐의 시공이 지난 2009년에 기초 굴착 공사가 시작되었다. 또한 댐 콘크리트는 일반 매스 콘크리트에 비하여 체적이 매우 커 일반 매스 콘크리트와는 다른 특징을 가진다. 따라서 이러한 댐 콘크리트의 특성에 필요한 사항들을 이번 시방서 개정 내용에 반영하고자 하였다.

본 기사에서는 1996년 당시에 반영된 시방서의 내용은 제외하고 금번에 추가된 사항들을 위주로 설명하고자 한다.

표 1. 콘크리트 표준시방서에서 댐 콘크리트의 변천

연도	내용
1964	최초 콘크리트표준시방서
1988	설계면, 시공면 - 댐콘 크리트 없음 제 4편 27장 매스 콘크리트
1996	공동부분(설계면/시공면), 포장 콘크리트 부분, 댐 콘크리트 부분
1999	제 7장 매스 콘크리트 - 토목 + 건축 통합 콘크리트표준시방서 - 설계면 분리 : 콘크리트구조설계기준 ※ 1973년 철근콘크리트구조계산규준
2003	제 7장 매스 콘크리트 - 내구성 규정/품질관리 강화/배합설계 등 소폭 개정
2009	제 23장 댐 콘크리트, 제 18장 매스 콘크리트 - 1996년 댐 콘크리트 + RCD/CFRD 등

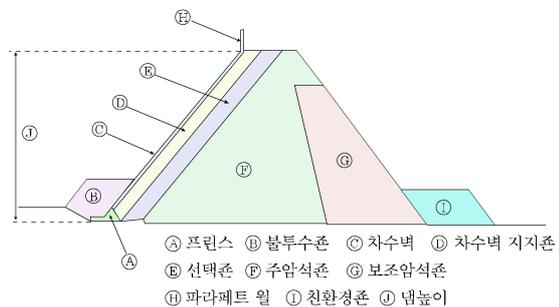


그림 1. CFRD 표준단면도(댐설계기준, 2003년)

* 정희원, 한국수자원공사 K-water연구원 책임연구원
svice@hanafos.com
** 정희원, 안동대학교 토목공학과 교수
*** 정희원, 계명대학교 토목공학과 교수
**** 정희원, 한국농촌공사 농어촌연구원 책임연구원
***** 정희원, 쌍용양회공업(주) 기술연구소 수석연구원

제23장 댐 콘크리트의 목차는 다음과 같다.

제23장 댐 콘크리트	
1. 일반사항	
1. 1 적용 범위	1. 2 일반사항
1. 3 관련 시방절	1. 4 참조 표준
1. 5 용어의 정의	1. 6 제출물
2. 재료	
2. 1 일반사항	2. 2 결합재
2. 3 물	2. 4 잔 골재
2. 5 굵은 골재	2. 6 배합
2. 7 콘크리트의 품질	2. 8 배합설계
2. 9 품질관리	2.10 댐 콘크리트의 품질관리
3. 제조	
3. 1 재료의 저장	3. 2 계량과 비비기
4. 시공	
4. 1 운반	4. 2 타설 준비
4. 3 타설	4. 4 다짐
4. 5 표면 마무리	4. 6 양생
5. 온도제어 계획	
5. 1 일반사항	5. 2 수축이음
5. 3 리프트 계획	5. 4 관로식 냉각
5. 5 선행 냉각	
6. 플러그 콘크리트	
6. 1 일반사항	6. 2 콘크리트 시공
6. 3 그라우팅	
7. 계측관리	
7. 1 일반사항	7. 2 시공관리를 위한 계측
7. 3 유지관리를 위한 계측	7. 4 계측기의 설치
7. 5 계측의 빈도	7. 6 계측자료의 정리



사진 1. 블록 타설식 콘크리트 댐의 시공(합천댐)

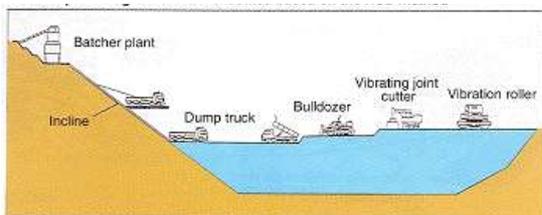


그림 2. 롤러다짐 콘크리트 댐의 시공 개념

2. 일반사항

일반사항에서는 댐 콘크리트의 적용범위와 다른 시방서 절과 중복사항에 대한 것을 다루었으며, 1.1 적용범위와 1.2 일반사항에 다음과 같이 반영하였다.

1.1 적용범위

(1) 이 장은 댐 콘크리트의 재료 및 시공에 대한 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.

1.2 일반사항

(1) 댐 콘크리트는 많은 양의 콘크리트를 연속적으로 시공하는 관계로 매스 콘크리트로 취급하여야 한다. 또한 댐 콘크리트는 일반적으로 대규모 구조물로 시공기간이 길어서 하절기나 동절기에 시공되는 경우가 있으므로 이 경우의 댐 콘크리트는 서중 콘크리트나 한중 콘크리트로 취급하여야 한다. 댐 콘크리트 공사에서 매스 콘크리트는 18장, 서중 콘크리트와 한중 콘크리트는 14장과 15장의 규정을 각각 따라야 한다

용어의 정의에는 롤러다짐 콘크리트의 품질관리에 필요한 VC 값, RI 시험, 그린 컷(green cut) 등을 새롭게 추가하였다.

(6) VC 값(vibrating consistency value)

롤러다짐용 콘크리트의 반죽질기를 나타내는 값으로서 진동대식 반죽질기 시험 방법에 의하여 얻어지는 시험값을 초(秒)로서 나타낸 것

(13) RI 시험(RI test)

진동 롤러로 다짐 후 다짐면의 다짐 정도를 판단하기 위해 라디오 아이소토프(Radio Isotope)을 이용하여 다짐도를 판정하는 것

(14) 그린 컷(green cut)

롤러다짐 콘크리트를 시공할 때 타설이음면을 고압살수 청소, 진공흡입 청소 등을 실시하는 것

3. 재료

재료에서는 댐 콘크리트의 부위별 배합에 대하여 설명하였다. <그림 4> 콘크리트의 품질에서 2.7.1 반죽의 질지에서 슬럼프를 갖는 배합과 슬럼프가 0인 롤러다짐 콘크리트에 대하여 설명하였다.

(1) 댐 콘크리트는 작업에 알맞은 위커빌리티를 갖는 범위 내에서 될 수 있는 대로 된 반죽이어야 한다.

(2) 롤러다짐용 콘크리트의 반죽질기 평가는 VC 시험을 사용할 수 있다.

댐 콘크리트는 작업에 알맞은 위커빌리티를 갖는 범위 내에서 될 수 있는 대로 된 반죽이어야 한다. 단위수량이 많은 댐 콘크리트를 사용하면 내구성이나 수밀성이 저하된다. 따라서 균질의 콘크리트를 확실하게 다짐할 수 있는 위커빌리티의 범위 내에서, 댐 콘크리트는 가능한 한 되게 배합하여야 한다. 굳지않은 콘크리트의 반죽질기를 평가하는 데는 일반적으로 슬럼프시험을 이용한다. 내부진동기를 이용하여 확실히 다짐할 수 있는 댐 콘크리

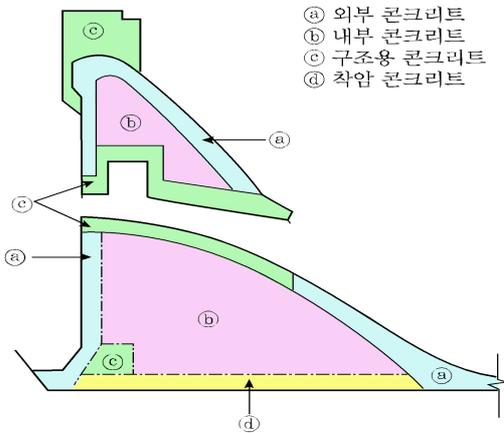


그림 4. 중력식 콘크리트 댐의 콘크리트 배합 구분

트의 슬럼프값은 체가름을 하여 40 mm 이상의 굵은 골재를 제거하고 측정된 값이 일반적으로 20 ~ 50 mm 정도이다.

롤러다짐용 콘크리트의 반죽질기를 평가하는 데는 일반적으로 VC 시험을 한다. 진동롤러 다짐에 적합한 VC값은 40 mm 체로 친 시료에 대하여 측정된 값이 일반적으로 20 ± 10 초 정도이다. 또한 댐 콘크리트의 반죽질기는 반죽에서 다짐까지의 기상 조건, 운반조건, 방치시간 등의 영향을 받음에 따라 그 정도는 저하된다. 따라서 시공 시 반죽질기의 저하를 방지하기 위한 노력과 함께 배합설계에 있어서도 이 같은 영향을 고려해 주어야 한다.

그리고 2.7.7 열특성에서는 콘크리트댐의 온도관리를 위하여 필요한 사항을 언급하였다.

- (1) 댐 콘크리트의 단열온도 상승량, 열전도율, 비열 및 열확산율의 값은 콘크리트댐의 온도제어 계획에 사용한 값에 대해서 설계상 허용되는 변동폭 이내이어야 한다.

또한 2.8.6 단위결합재량에서는 콘크리트댐의 온도관리를 위하여 가능한 한 단위결합재량을 적게 하도록 하고 이의 사례를 언급하였다.

- (1) 단위결합재량은 필요한 물-결합제비를 확보하고 작업에 적합한 위커 빌리타가 얻어지는 범위 내에서 될 수 있는 한 적게 하여야 한다.
- (2) 댐 콘크리트에서 시멘트의 일부를 혼화재로 치환하는 경우, 혼화재 치환율은 댐 콘크리트에 필요한 품질을 만족하도록 정하여야 한다.

댐과 같은 매스 콘크리트 구조물에서는 시멘트의 수화열에 의한 온도상승을 억제하여 유해한 온도균열 발생을 방지하여야 한다. 그래서 수화열에 의한 온도상승량을 억제하기 위한 댐 콘크리트의 단위결합재량은 필요한 물-결합제비를 확보하고, 작업에 알맞은 위커 빌리타가 얻어지는 범위내에서 될 수 있는 한 적게 하여야 한다.

내부콘크리트의 단위결합재량은 댐의 시공 방법, 시공기계의 성능에 따라 다르지만 지금까지의 실적에 의하면 중력식 콘크리트

트 댐의 경우 슬럼프가 있는 콘크리트의 단위결합재량은 주상공법에서는 140 ~ 160 kg/m³ 정도, 확장레이어 공법은 130 ~ 150 kg/m³ 정도, 롤러다짐용 콘크리트의 단위결합재량은 120 ~ 130 kg/m³ 정도이다. 한편 높은 압축강도가 필요한 아치식 콘크리트댐의 경우 단위결합재량은 210 ~ 220 kg/m³ 정도이다. 또한 중력식 콘크리트댐 외부콘크리트의 단위결합재량은 210 ~ 220 kg/m³ 정도이다.

2.10.4 롤러다짐용 콘크리트의 품질관리에는 다음 사항을 추가하였다.

- (1) 롤러다짐용 콘크리트는 필요한 밀도가 얻어질 수 있도록 다짐관리를 하여야 한다.

롤러다짐용 콘크리트는 무슬럼프의 콘크리트로, 압축강도는 물-결합제비 이외 다짐 밀도에 의존한다. 또한 중력식 콘크리트 댐은 댐 콘크리트의 단위질량이 안정성에 큰 영향을 미치기 때문에 롤러다짐용 콘크리트는 필요한 밀도가 얻어질 수 있도록 다짐관리를 하여야 한다.

롤러다짐용 콘크리트의 다짐 상태의 관리 방법에는 진동 롤러의 전압 횡수에 의한 방법, RI밀도계에 의한 방법, 다짐시의 침하량 측정에 의한 방법이 있다. 진동 롤러의 전압 횡수에 의한 방법은 사전에 시공 시험 등에 의하여 전압 횡수와 롤러다짐용 콘크리트의 다짐 밀도와의 관계를 조사하여 놓고, 전압 횡수에 의한 다짐 상태를 관리하는 방법이다. RI밀도계에 의한 방법은 다짐된 롤러다짐용 콘크리트 내부에 RI밀도계의 봉을 삽입하여 다짐 밀도를 측정하여 다짐 상태를 관리하는 방법이다. 또한 다짐시의 침하량 측정에 의한 방법은 다짐 전후의 리프트 표면의 높이를 측정하여 구하고, 이로부터 롤러다짐용 콘크리트의 다짐 밀도를 산출하여 다짐 상태를 관리하는 방법이다. 이 중에서 전압 횡수에 의한 관리가 일반적으로 사용되고 있다.

2.10.5 CFRD용 콘크리트의 품질관리에 필요한 중요 사항을 언급하였다.

- (1) 콘크리트 표면차수벽은 균열의 발생을 최대한 억제하여야 하며, 연속 타설 공정에서 배부름이 발생하지 않도록 슬럼프 관리에 주의하여야 한다.
- (2) 콘크리트 표면차수벽은 CFRD에서 차수를 담당하는 핵심기능의 구조물로서 차수성능을 확보하기 위하여 타설이음을 두지 않도록 시공하여야 한다.

CFRD용 콘크리트는 표면차수벽에 적용되어 차수의 기능을 수행하는 중요한 것으로써, 차수성을 확보하기 위하여 수평방향으로 타설이음을 두지 않고, 슬럼프 폼을 이용하여 한 번에 타설할 수 있도록 시공계획을 세우는 것이 일반적이다. 연속타설시 표면차수벽의 배부름이 발생하지 않기 위해서는 시험시공을 통하여 슬럼프 값을 결정하여야 한다.

4. 제조

제조에 있어서는 콘크리트 댐에서의 콘크리트의 주요한 품질관리 항목이 온도와 슬럼프(또는 VC값)이므로, 이의 관리를 위하여 3.1.1 골재의 저장에 골재저장 bin의 설치 및 사전냉각 검토를 반영하였으며, 또한 큰 굵은 골재의 입경별 관리를 언급하였다.

- (1) 골재는 잔 골재와 굵은 골재로 분리하고, 또한 굵은 골재는 소정의 입경별로 따로 저장하여야 한다.
- (2) 골재의 저장설비는 표면수율이 안정적인 골재를 공급할 수 있는 구조이어야 한다.
- (3) 골재의 저장은 알맞은 배수설비와 배수시간에 의하여 표면수가 일정한 골재를 사용할 수 있도록 하여야 한다.
- (4) 서중 콘크리트의 배합온도 관리를 위하여 골재저장 함에 선행냉각설비의 필요 여부를 사전에 검토하여야 한다.

품질이 안정된 댐 콘크리트를 제조하기 위해서는 골재의 입도가 안정되지 않으면 안된다. 따라서 골재는 잔 골재와 굵은 골재를 분리하여 저장해야 하고, 재료 분리를 일으키기 쉬운 굵은 골재는 3~4개의 입경별로 따로 분리하여 저장하여야 한다. 이 경우 4개의 입경별로 저장할 경우에는 150~80 mm, 80~40 mm, 40~20 mm, 20~5 mm로 하고, 3개의 입경별로 저장할 경우에는 150~80 mm, 80~40 mm, 40~5 mm로 나누는 경우가 많다. 골재의 물기를 충분히 빼주지 않아 표면수율이 크게 변화하면 댐 콘크리트의 단위수량을 일정하게 유지하는 것이 어렵게 되고, 댐 콘크리트의 품질이 변동하는 원인이 된다. 특히 잔 골재의 표면수율이 큰 경우에는 그 변동폭이 커져 댐 콘크리트의 품질에 큰 영향을 미치는 경우가 많다.

골재의 저장설비는 안정적인 표면수율을 확보할 수 있도록 적절한 배수설비를 갖추어야 하고 필요한 수분제거시간을 확보할 수 있도록 저장용량을 정하여야 한다. 특히 잔 골재는 비를 막기 위해 지붕을 설치하고 배수설비의 구조에 유의해야 한다.

골재의 저장설비는 지붕을 가진 원통형 구조로 안정적인 표면수율을 확보할 수 있도록 적절한 배수설비를 갖추어야 하고, 필요한 수분제거시간을 확보할 수 있도록 저장용량을 정하여야 한다. 댐 콘크리트의 최대 타설량을 고려하여 복수의 저장빈을 설치하여 3~4일 이상의 물기제거 시간을 확보는 것이 바람직하다.

서중 콘크리트의 콘크리트 배합온도 제어를 위하여 콘크리트 배합온도를 사전에 검토하고 설계시에 골재저장설비에 선행냉각설비의 필요여부와 용량 등을 검토하여야 한다.

5. 시공

댐 콘크리트의 시공에서는 운반, 타설 준비 및 타설이 중요 항목이 되며, 롤러다짐 콘크리트와 CFRD용 콘크리트에 필요한 사항들을 새롭게 추가하였다.

4.3.3 롤러다짐용 콘크리트의 타설

- (1) 타설 장소에 콘크리트를 배출할 때에는 재료의 분리를 최소화한 억제하도록 주의하여야 한다.
- (2) 타설 장소에 배출한 롤러다짐용 콘크리트는 불도저로 뒤섞으면서 균질하게 되도록 포설하여야 한다. 또한, 한 층당 포설 두께는 댐 콘크리트의 뒤섞기가 쉬운 정도와 불도저에 의한 전압효과를 고려하여 결정하여야 한다.

롤러다짐용 콘크리트는 아주 된 콘크리트이기 때문에 타설 장소에 댐 콘크리트를 배출할 때에는 재료의 분리를 최소한으로 억제하도록 주의를 기울여야 한다. 예를 들어 덤프트럭에서 댐 콘크리트를 배출하는 경우에는 콘크리트 더미의 높이를 낮게 하여 길게 전개하는 형태로 배출하는 방법 등이 이용된다. 더욱이 상·하류면 부근, 타설 중지 거푸집 부근 등의 슬럼프 콘크리트와 롤러다짐용 콘크리트의 경계부에서는 롤러다짐용 콘크리트를 배출할 때 재료의 분리가 발생하기 쉽기 때문에 슬럼프 콘크리트를 먼저 타설하고 롤러다짐용 콘크리트를 타설하는 것이 일반적이다. 또한, 이는 슬럼프 콘크리트의 수평방향 두께를 소정의 두께로 확보하는데도 효과적이다.

덤프트럭에서 배출된 댐 콘크리트의 재료 분리는 불도저로 신중히 포설하여 해결하는 것이 가능하다. 이를 위하여 롤러다짐용 콘크리트는 불도저로 얇은 층으로 포설하여야 한다. 1 층당 포설 두께는 진동롤러로 다짐하여 약 0.25m가 되도록 0.27m 정도로 포설하는 경우가 많다. 그러므로 0.75m 리프트의 경우에는 3층으로, 1m의 경우에는 4층으로 포설하는 것이 일반적이다. 또한 포설한 라인의 단부에서 재료의 분리가 집중되어지기 쉽기 때문에 이와 같은 부위는 분리된 재료를 불도저로 뒤섞어 두었다가 다음 라인의 댐 콘크리트와 함께 뒤섞어 균질한 댐 콘크리트로 만들 필요가 있다. 또한 얇은 층으로 포설을 하면 불도저에 의한 전압효과도 기대할 수 있어 진동롤러에 의하여 다짐이 끝난 후 보다 밀실한 댐 콘크리트를 얻을 수 있다. 따라서 롤러다짐용 댐 콘크리트의 포설은 불도저가 댐 콘크리트 위를 거침없이 주행할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

4.3.4 CFRD용 콘크리트의 타설

- (1) 콘크리트 표면차수벽은 프린스에서 댐 정상까지 수평시공이음이 없이 한 번에 타설하도록 계획하여야 한다.
- (2) 콘크리트 표면차수벽은 균열의 발생을 최대한 억제하여야 하며, 연속 타설 공정에서 배부름이 발생하지 않도록 슬럼프 관리에 주 의하여야 한다.

CFRD 댐에서 차수기능을 담당하는 표면차수벽 콘크리트의 타설시에는 차수성을 확보하기 위하여 댐의 하단부인 프린스에서 댐 정상까지 시공이음이 발생하지 않도록 기상상태 등을 고려하여 시공계획을 수립하여야 한다. 일반적으로 12~18m의 폭으로 시간당 1.5~6.0m 정도의 속도로 거푸집을 상승시키

면서 콘크리트를 연속적으로 타설한다.

콘크리트 차수벽에 균열 발생을 최소화하기 위하여 타설시에 피막양생제를 도포하며, 정상부까지 타설이 완료되면 양생수를 계속 흘려보내 균열 발생을 최소화 한다. 거푸집을 상승시키면서 연속타설을 실시하게 되므로 거푸집의 일반적인 상승속도 1.5~6.0m/hr를 고려하여 거푸집 이동시 배부름이 발생하지 않는 슬럼프는 계절 등의 타설 조건에 따라 조금씩 다르지만 평균적으로 약 40mm 정도이다.

6. 온도제어 계획

댐 콘크리트는 일반 매스 콘크리트와 달리 매우 큰 단면을 갖고 있어 내부의 수화열이 외부 기온과 평형 상태를 이루는데 걸리는 시간이 짧게는 10년에서 20년 까지 걸리게 된다. 따라서 시공중에는 수화열에 의한 온도응력 발생이 큰 문제를 보이지 않더라도 준공 이후 10여년이 지난 운영중인 상태에서 온도응력에 의한 관통 균열이 발생할 수 있다. 따라서 댐 콘크리트는 최종 안정단계까지의 온도응력 거동을 고려하여 설계시 시공 계획(리프트 두께나 타설 간격 등의 리프트 스케줄 조정, 수축이음 설치, 댐 콘크리트 재료의 선행 냉각 등)을 수립할 것을 5.1 일반 사항에 제시하였다.

- (1) 댐 콘크리트의 시공에 있어서 수화열에 의한 유해한 온도균열의 발생을 억제하기 위하여 적절한 온도제어 계획을 수립하여야 한다.
- (2) 댐체 내부의 온도가 최종 안정 온도에 도달했을 때의 온도응력을 충분히 고려하여야 한다.

콘크리트는 경화시 다량의 수화열이 발생한다. 특히 댐과 같은 매스 콘크리트에서는 적절한 대책이 강구되지 않으면 콘크리트의 온도가 현저히 상승하고 경화된 매스 콘크리트의 온도가 강하하는 과정에서 온도균열이 발생한다. 콘크리트 댐에 발생하는 온도균열은 댐 구조의 안전성을 손상시키는 원인이 될 뿐만 아니라 댐의 저수기능에 영향을 미치며 댐 콘크리트의 내구성을 손상시키는 원인이 된다. 그러므로 댐 콘크리트의 시공에 있어서는 온도균열의 발생을 최소로 억제하고 유해한 온도균열이 발생하지 않도록 적절한 온도규제계획을 수립하여야 한다.

온도규제의 방법에는 수화열의 발생이 적은 시멘트 사용, 단위결합재량의 저감, 리프트 두께나 타설 간격 등의 리프트 스케줄 조정, 수축이음 설치, 댐 콘크리트 재료의 선행 냉각 등이 있다. 콘크리트 댐의 온도규제는 댐의 규모, 댐 사이트의 기상 조건, 댐의 시공조건 등을 고려하여 이들 방법을 적절히 조합하여 계획할 필요가 있다.

또한 댐의 규모, 댐 사이트의 기상 조건, 댐의 시공조건 등의 검토를 통해서 유해한 온도균열의 발생이 예상될 경우에는 온도균열에 대한 안전성을 확인할 필요가 있다. 온도균열의 발생가능

성은 리프트 스케줄에 따라서 온도해석, 온도변형률해석을 수행하여 발생하는 구속 변형률량과 댐 콘크리트의 변형률 능력과의 관계로부터 검토하는 것이 일반적이다. 댐 콘크리트의 내부온도 강하에 의하여 발생하는 체적변화를 구속하는 요인으로는 암반이나 장기간 타설이 중지된 기존 콘크리트에 의한 외부구속과 댐 콘크리트 자체의 불균일한 온도 변화에 의하여 각각의 부분이 서로 구속하는 내부구속의 두 가지가 있고, 발생하는 구속 변형률량을 산정하기 위해서는 이들의 복합 상태를 고려할 필요가 있다.

7. 플러그 콘크리트

플러그 콘크리트 시공은 댐 시공이 완료된 후, 댐에 담수의 시작점이 되는 가배수(diversion) 터널을 폐쇄하는 것이며, 이에 대한 사항을 다루었다.

8. 계측관리

댐의 붕괴는 재난적 수준의 막대한 사회적 손실을 유발하게 된다. 따라서 댐의 안전관리는 어떠한 구조물과 비교할 수 없을 정도의 수준을 요구하게 된다. 따라서 댐은 시공시 시공관리를 위한 계측기기와 댐 운영시의 안전관리에 계측기기가 꼭 필요하게 된다. 계측관리에서는 이들 계측기기에 대한 기본적인 요구 사항들을 반영하였다. 뿐만 아니라 댐의 거동특성을 고려하여 계측기기의 설치 및 관리 방안 등을 면밀히 검토하여야 한다.

9. 맺음말

이번에 개정된 콘크리트표준시방서 댐 콘크리트편은 지난 20여 년 동안 국내에서는 시공되지 않았던 콘크리트 중력식 댐이 최근 활발하게 건설되고 있는 시점에, 현장에서 꼭 필요한 사항들을 최대한 반영하기 위하여 노력하였다. 보다 자세한 사항들은 발간 예정인 콘크리트표준시방서 해설을 참조할 것을 권하며, 본 고가 새로운 시방기준을 이해하는데 조금이나마 도움이 되기를 기대한다.



참고문헌

1. 건설교통부, 콘크리트표준시방서 - 댐 콘크리트 부분, 1996.
2. 한국수자원공사, 콘크리트 댐의 세부기술, 2009.
3. 일본토목학회, 콘크리트표준시방서 댐 콘크리트편, 2002.
4. 한국수자원학회, 댐 설계기준, 2003.

담당 편집위원 :

권기주(한국전력공사) kyeunkjoo@kepco.co.kr