

KCS 54 20 25 : 2018

댐 댐계측설비

2018년 8월 30일 개정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



환경부

건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 댐 공사 시 계측설비에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

코드	주요사항	제·개정
KCS 54 20 25 : 2016	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비함.	제정
KCS 54 20 25 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.8)

제 정 : 2016 년 6 월 30 일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 국토교통부 수자원개발과

관련단체 (작성기관) : 한국수자원학회

개 정 : 년 월 일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	1
1.5 공사기록서류	2
1.6 품질보증	2
2. 재료	2
2.1 계측설비의 종류	2
2.2 계측설비의 공급	3
3. 시공	3
3.1 일반 시공기준	3
3.2 계측설비 설치기준	5
3.3 측정주기 및 횟수	11
3.4 계측결과의 정리 및 분석	12
3.5 현장 품질관리	13

댐 계측설비

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 댐 거동, 응력 및 변형, 압력, 침투수량(누수량), 온도, 지진, 수위 등을 측정하는 계측설비의 설치 작업에 적용한다.

1.2 참고기준

- KCS 54 30 05 필댐 축조공
- KCS 54 40 05 표면차수벽형 석괴댐 축조공
- KCS 54 40 10 표면차수벽형 석괴댐 프리스 및 차수벽
- KCS 54 50 10 콘크리트 중력식 댐 콘크리트타설 및 축조공
- KCS 54 60 10 롤러다짐콘크리트댐 콘크리트 타설 및 축조공
- KCS 54 70 10 아치댐 콘크리트 타설 및 축조공

1.3 용어의 정의

- 이상전압 보호장치(Surge Protector): 전력계통의 전선, 통신선 등의 도체를 통하여 발생, 침입되는 과도 이상 전압인 서지(Surge)침입으로 인하여 기기의 파손 및 소프트웨어의 오작동 등의 피해를 방지하기 위해 설치하는 장치
- 감세장치(Dissipator): 피뢰침과 같이 낙뢰 발생시 에너지를 소멸시키는 장치
- 지오텍스타일: 합성 고분자 재료를 사용하여 제조된 토목섬유의 한 종류
- V-노치(V-notch): 웨어에서 토출되는 물의 유량 측정을 위해 V형 모양(각도 90 °)으로 토출구를 잘라낸 것을 말하며, V-노치의 월류 수심을 통해 유량을 산정한다.
- 실드케이블(Shield Cable): 코어절연 위에 구리 테이프 등으로 차폐를 한 전선을 원형으로 모아서 외장재로 피복을 입힌 케이블

1.4 제출물

- (1) 수급인 또는 기기 공급자는 댐 계측설비 관련하여 공사감독자가 요구하는 기술도서를 제출하고, 이와 관련된 기술사항에 대하여 충분한 여유를 가지고 사전에 공사감독자와 협의하여야 한다.

댐 계측설비

- (2) 수급인 또는 계측설비공급자는 계측설비 사양서, 설치 및 조작 방법, 시공도면, 설치시방, 낙뢰방지계획(접지시설 등), 계측관리계획, 유지관리계획 등을 포함하는 댐 측정설비 시공·관리 계획서와 공인기관의 시험 성적서 등의 품질보증서, 수입품의 경우 수입면장 및 기타 이와 관련 있는 모든 사항에 대한 자료를 공사 착수 전 30일까지 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- (3) 수급인은 계측설비 공급자 또는 제조자로부터 계측설비의 사양, 매설방법을 포함한 기기의 사용에 대한 세부적인 시방을 제공 받아야 하며, 측정된 자료를 어떻게 가공·분석할 것인가에 대하여도 자료를 제공 받아 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (4) 계측설비 설치 완료 후에는 공사 중의 댐 계측 결과 및 분석을 포함한 완료 보고서를 전문가의 자문을 받아 제출하여야 한다.

1.5 공사기록서류

- (1) 수급인은 댐 계측설비를 설치한 후에는 즉시 계측을 실시하여 초기값을 측정하고 그 결과를 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (2) 수급인은 댐 측정설비를 이용하여 공사 중 지속적인 측정 데이터를 수집·분석·기록하고 매월 1회 또는 공사감독자가 지정하는 시기에 관련 서류를 제출하여야 한다.

1.6 품질보증

수급인은 댐 계측설비에 대하여 도면에 제시된 사항 및 본 시방 규정에 적합하거나 동등 이상의 기능과 내구성을 가진 제품을 공급하여야 한다.

2. 재료

2.1 계측설비의 종류

- (1) 땜댐의 계측항목은 댐체의 변형, 응력, 간극수압, 침투량, 지진응답과 기초지반의 간극수압 측정을 기본으로 한다.
- (2) 땜댐의 계측설비는 변형측정을 위하여 측량점, 경사계, 침하계(층별, 액상 등), 수평변위계를 설치하고, 토압계, 간극수압계, 침투량계, 지진가속도계측기 등을 설치한다. 다만, 댐의 규모, 기초지반, 안정해석 결과 등에 따라 조정할 수 있다.
- (3) 표면차수벽형 석괴댐의 계측항목은 댐체의 변형, 응력, 침투량, 지진거동과 기초의 간극수압, 차수벽의 변형 및 응력 측정을 기본으로 하고 필요시 댐체주변 지하수위 관측공을 설치한다.

- (4) 표면차수벽형 석괴댐의 계측설비는 변형측정을 위하여 측량점, 경사계, 침하계(층별, 액상 등), 수평변위계를 설치하고, 토압계, 침투량계, 지진가속도계측기, 간극수압계 등을 설치하며, 차수벽의 변형 및 응력측정을 위하여 주변이음부 변위계, 개도계, 응력계 및 무응력계, 경사면 변위측정계 등을 설치하고, 댐 주변의 지하수위 측정을 위한 지하수위계를 설치한다. 다만, 댐의 규모, 기초지반, 안정해석 결과 등에 따라 조정할 수 있다.
- (5) 콘크리트댐(콘크리트 중력식 댐, 롤러다짐콘크리트댐, 아치댐)의 계측항목은 댐체의 온도, 변형, 응력, 침투량, 지진, 기초의 간극수압과 양압력 측정을 기본으로 한다.
- (6) 콘크리트댐(콘크리트 중력식 댐, 롤러다짐콘크리트댐, 아치댐)의 계측설비는 온도계, 개도계, 변위계(휨변위계, 측량점 등), 응력계, 무응력계, 침투량계, 지진가속도계측기, 간극수압계, 양압력계 등으로 댐의 규모, 기초지반, 안정해석 결과 등에 따라 조정할 수 있다.

2.2 계측설비의 공급

- (1) 건설업자는 사전에 승인된 댐계측설비 사양 및 시방서 또는 시공계획서에서 기술한 사항에 적합하거나 동등 이상의 기능과 내구성을 가진 제품을 공급하여야 한다.
- (2) 계측설비의 선정에 있어서는 필요한 측정 범위, 정밀도, 내구성 등을 고려하여야 하며, 공사 중 및 완료 후 충분히 기능을 유지할 수 있는 구조이어야 하고, 장시간의 공사 기간 및 운영기간 동안 측정하게 되므로 센서, 케이블, 측정장치 등을 포함한 설비가 공사장비, 낙뢰 및 부식 등으로부터 손상을 받지 않는 제품이어야 한다.
- (3) 수급인은 계측설비가 현장에 반입되기 전 기능(성능)검사를 실시하여야 하며, 반입되는 모든 계측설비는 공사감독자가 지정하는 기능(성능) 검사에 합격한 제품이어야 한다.
- (4) 검교정이 필요한 계측설비는 공인된 기관에서 실시하는 검·교정을 실시하여야 한다(단, 공인기관에서 검·교정을 이행하지 못하는 경우 자체적으로 검증절차에 준하여 시행).
- (5) 수급인 또는 계측설비 공급자는 댐 축조 완료 후 하자보수 기간 내에 정기적으로 유지관리 점검을 실시하고, 고장 난 계측설비에 대하여는 보수 또는 동등한 성능의 제품 이상으로 재시공, 또는 발주기관에서 승인한 대안에 따라 조치하여야 한다.

3. 시공

3.1 일반 시공기준

- (1) 모든 계측설비와 그 부속 시설의 설치는 도면 또는 공사감독자의 요구 조건에 부합한 방식으로 설치되어야 하며, 관련 시방 조건에 따른다.

댐 계측설비

- (2) 수급인은 계측설비 설치 시 제조자의 지시 사항을 철저히 준수하여야 하며 어떤 종류의 오작동이나 손상에 대하여 책임을 져야 한다.
- (3) 수급인은 도면에 표시되어 있거나 승인된 시공계획서에 따라 댐 계측설비를 공급·설치·유지관리하고, 댐축조 공사 중 인장이나 외력, 충격 및 낙뢰 등으로 인해 기 설치한 계기 및 케이블이 손상을 입지 않도록 보강, 방수, 방식 및 절연처리 등 사전 보호 조치를 하여야 한다.
- (4) 수급인은 공사기간 중에 설치한 댐 계측설비가 손상을 입지 않도록 주의하여야 하며, 공사를 완료하여 발주자에게 인계할 때까지 손상을 입었거나 변형되어 정확한 결과를 얻지 못하는 댐 계측설비에 대해서는 수급인의 비용부담으로 재설치하거나 원형과 같이 보수하여야 한다. 단, 재설치 또는 보수가 곤란한 경우 공사감독자가 승인한 방법으로 조치할 수 있다.
- (5) 수급인은 댐 계측설비와 부속설비를 설치할 때에 공사감독자가 설치과정을 감독할 수 있도록 조치하여야 한다.
- (6) 수급인은 댐체 혹은 구조물 속에 설치하는 댐 계측설비와 케이블이 정상적으로 작동된다고 확인한 후에 공사감독자의 승인을 받고 콘크리트 치기를 하거나 되메우기 및 댐축조를 하여야 한다.
- (7) 댐 계측설비의 원활한 작동, 관리 및 효율성 등을 도모하기 위하여 계측설비의 매설위치 변경이 필요한 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (8) 댐 계측설비 설치를 위하여 필요한 터파기, 되메우기, 다짐, 천공 및 콘크리트 작업 등 관련 부대 작업은 사전 승인된 설치 시방서 또는 시공계획서에 따라 시행하여야 한다.
- (9) 콘크리트내에 매설되는 모든 계측설비는 취급에 주의하여야 하며 빈공간에는 모르타르로 채워져 소형진동기를 이용하여 다짐하여야 한다. 특히 기기의 손상을 방지하기 위하여 진동기는 계측설비에 닿지 않도록 특별한 주의를 하여야 한다.
- (10) 계측 케이블은 그라우팅이나 구조물 완성 이후 천공 등으로 인한 피해가 발생하지 않도록 세심한 주의를 기울여야 한다.
- (11) 모든 댐 계측설비는 설치 전 그 기능의 정상 작동 여부를 반드시 확인한 후 설치하여야 하며, 설치 후 암반에 견고히 설치된 기준점으로부터 정확한 위치를 파악하여 향후 측정결과에 활용하여야 한다.
- (12) 계측설비 설치 이후에도 수시로 정상적인 작동 여부를 확인하여 측정에 문제가 있는 경우 그 원인과 대책을 수립하여 공사감독자에게 보고 후 보완하여야 한다.
- (13) 댐 계측설비 설치에 수반되는 케이블 설치하는 반드시 댐 제체침하 및 변형 등을 고려하여 댐이 침하 및 변형되어도 케이블이 끊어지거나 손상되지 않도록 케이블에 적당한 방법으로 여유를 두어야 하며, 이를 댐 표면에 도달할 때까지 같은 방법으로 계속 여유를 두고 설치하여야 한다.

- (14) 댐 계측설비 공사 중 각각의 케이블의 끝부분에는 댐 계측설비의 종류, 번호 및 케이블의 종류 등을 표시하여 서로 바뀌지 않도록 관리하여야 한다.
- (15) 낙뢰로 인한 계측기의 고장을 방지하기 위해 접지시설, 이상전압 보호장치, 감세장치, 피뢰침 등의 사전 대책을 수립 한 후 공사감독자의 승인을 받고 설치하여야 한다.
- (16) 케이블의 단말 처리를 하지 않으면 케이블의 끝부분에서 물이 내부로 침투하여 절연저항이 저하되어 계기 고장의 원인이 되므로, 항상 계측설비의 케이블 끝단에 고무 캡 등을 씌우거나 테이핑(Taping) 처리를 하는 등 방수처리를 하여 케이블 내에 물이 침투하지 못하도록 댐 계측설비 설치 전부터 유지관리 시까지 철저히 관리하여야 한다.
- (17) 수급인은 도면에 표시되어 있거나 공사감독자의 지시에 따라 각종 계측설비 측정실을 설치하여야 하며, 자동계측기 측정실 내에서는 자동온도 조절기능이 있는 전기 히터를 설치하여 겨울에도 계측기의 기능과 측정 작업을 원활하게 할 수 있도록 하여야 한다.
- (18) 수급인 또는 측정기기 공급자는 준공 후 발주자에게 직접 댐 계측설비를 유지 관리하는데 필요한 계기의 작동원리, 검측방법, 검측결과를 이용한 구조물 안전 분석 방법 등에 대하여 교육을 실시하여야 한다.

3.2 계측설비 설치기준

3.2.1 일반사항

- (1) 일반적인 댐 계측설비의 시공기준은 설계도서의 관련 규정에 따르되 댐 계측설비의 특성 및 현장상황 등을 감안하여 조정이 필요한 경우 공사감독자의 승인을 받아야 있다.

3.2.2 토압계(Earth Pressure Meter)

- (1) 토압계는 도면에 표시된 위치에 수평면과 45°, 135°로 경사를 주어 3성분을 1조로 하여 설치하며, 간극수압의 영향을 고려할 수 있도록 토압계가 설치된 위치에는 간극수압계를 설치한다.
- (2) 토압계의 계기 보호 및 정상적인 작동 등을 위해 계기 주변에 모래 포설이 필요한 경우에는 지오텍스타일을 도면에 따라 시공하여야 한다.
- (3) 수급인은 토압계를 설치하기 전에 지시계를 연결하여 성능시험을 실시하여야 한다.
- (4) 토압계를 설치하기 위해서는 최소 1 m 이상의 트렌치 굴착을 하여야 하며, 되메우기 시에는 굴착 하부의 최소 300 mm 심도는 수동 탬퍼 또는 램머로, 그 상부는 1 ton급 소형 롤러를 사용하여 여러 개 층으로 나누어서 다지면서 되메우기를 한 후 다시 중장비로 다져야 한다.
- (5) 굴착면의 경사는 1 : 1 보다 완만하여야 한다.

댐 계측설비

- (6) 굴착에 의하여 교란되는 저부는 수평이 되게 정리한 후 수동식 탬퍼 등으로 평평하게 다져야 한다.
- (7) 토압계의 설치순서, 설치자료의 기록과 보존은 시공계획서 또는 공사감독자의 지시에 따른다.

3.2.3 간극수압계(Pore Pressure Meter)

- (1) 간극수압계 센서를 설치 전 24시간 동안 정수에 담가놓고 태양의 직사광선을 받지 않도록 보관하여야 한다.
- (2) 24시간이 지난 후 간극수압계의 센서를 케이블에 연결하여 30분 간격으로 측정한 값이 동일하면 간극수압계의 공극이 없다고 판단하여 설치작업에 들어간다.
- (3) 간극수압계는 본댐 축조에 앞서 댐기초에 직경 NX 이상으로 천공하고 천공 홀에 설치한다.
- (4) 천공 홀은 이물질이 없도록 깨끗이 청소하여야 한다.
- (5) 간극수압계는 깨끗하게 선별된 모래층(Sand Cell)을 사용하여 암반 투수층 내에 설치한다.
- (6) 천공된 홀에 지하수위가 있을 경우에는 모래층을 설치한 후 모래가 충분히 가라앉을 수 있도록 시간을 준다.
- (7) 천공된 홀에 계기를 설치하고 모래층을 설치한 후 그 상부에는 벤토나이트나 시멘트로 막아야 한다.

3.2.4 수평변위계(Horizontal Strain Meter)

- (1) 수평변위계를 설치하기 위하여 트렌치 굴착을 실시하여야 한다.
- (2) 굴착 저면은 입도 조정된 고운 모래로 채워야 하며, 배수가 필요한 지역에서는 투수성이 좋은 재료로 채워야 한다.
- (3) 수평변위계의 설치시간을 줄이기 위해 변형률계(Strain Meter)는 사전에 조립시켜 두고 변형률계 배열을 위한 최종 조립은 굴착 도랑에서 실시한다.
- (4) 수평변위계의 거치대(Cross Arm)는 5 m 간격으로 설치하며, 변형률계 봉(Extensometer Bar)에 고정시킨다.
- (5) 록필(Rockfill) 내에 설치되는 부분에 대하여는 변환기 및 연결 로드(Rod)를 보호하여야 하며, 댐 침하 거동으로 계측기를 보호하기 위하여 포설하는 모래의 유출을 방지하기 위하여 지오텍스타일(Geotextile)을 완벽하게 주위를 감싸야 한다.
- (6) 각 스트레인 미터(Strain Meter)의 길이는 측정치의 50%나 축척의 50%로 조정하여야 한다.

3.2.5 액상침하계(Liquid Settlement Meter)

- (1) 액상침하계를 설치하기 위하여 트렌치 굴착을 실시하여야 한다.
- (2) 도랑에 있는 돌맹이나 암석은 제거하고 튜브의 손상을 방지하기 위해 모래를 포설하는 등 보호하여야 한다.
- (3) 도랑을 최종 되메우기 전에 침하계의 작동상태를 점검하고 변환기의 판독값을 계측하여야 한다.

3.2.6 층별 침하계(Multi-Layer Settlement Meter)

- (1) 층별 침하계는 본댐 축조에 앞서 최소한 댐기초의 연암에 직경 NX 이상으로 1.0 m ~ 1.5 m 이상의 깊이로 천공하고, 천공 홀에 설치한다. 단, 경사관을 가이드 파이프(Guide Pipe)로 할 경우에는 직경 130 mm ~ 150 mm 이상으로 천공한다.
- (2) 천공 홀은 이물질이 없도록 깨끗이 청소하여야 한다.
- (3) 천공 후 층별침하계 관은 커플링(Coupling)으로 연결한다.
- (4) 계기의 손상 및 부근의 교란 방지를 위하여 가이드 파이프와 천공 홀 사이에는 모르타르 그라우팅을 실시하여야 한다.

3.2.7 경사계(Inclinometer)

- (1) 경사계 설치의 먼저 기초암반을 터파기한 후 케이싱을 기초바닥에 세우고 콘크리트를 타설한다. 콘크리트 타설 시에 튜브(Tube)의 홈 방향을 정확히 세팅하고 콘크리트 양생이 끝난 후 댐축조가 시작되면 튜브를 연결하여 준다. 경사계의 단부 보호캡(End Cap)을 설치할 때 이물질이 유입되지 않게 주의하여 설치하여야 하며, 댐축조의 진행에 따라 튜브도 계속적으로 연결하여 준다.
- (2) 기초암반에 직경 100 mm ~ 200 mm 정도로 천공하여 시공할 경우에는 케이싱 설치 후 케이싱과 천공 홀 사이에 시멘트 그라우팅을 실시한다.
- (3) 케이싱 설치 중 지하수위에 의한 부력이 발생할 경우에는 케이싱 내에 정수를 넣어 부력을 제거하여야 한다.
- (4) 경사계 설치 시 노출된 계측장비가 시공장비 등에 손상을 받지 않도록 보호시설을 설치하여야 한다.
- (5) 투입관(Access Tube)의 연결부는 밀봉테이프(Sealing Tape)로 처리하여 그라우팅이나 성토재료가 튜브내에 침투하지 못하도록 하여야 한다.

댐 계측설비

- (6) 투입관 주위의 성토는 기 성토면보다 높게 채움재를 부설하고 다짐한다. 성토재 다짐 시 투입관 파손 및 변형을 방지하기 위해 투입관 주위에 강관케이싱을 설치하고 케이싱 안벽에 부직포를 설치한 후 투입관과 케이싱사이를 모래로 채운다.
- (7) 투입관 주변의 채움재(모래) 다짐이 완료되면 삽입된 강관케이싱을 들어 올린 후 다음층을 성토한다. 이 때 강관케이싱 주변 채움재가 교란되지 않도록 시공에 유의한다.
- (8) 다음층의 성토전에 이미 설치된 투입관의 상단 중심은 중앙부에 정확하게 위치되어야 한다.

3.2.8 주변이음부 변위계(Perimetric Jointmeter)

- (1) 주변이음부 변위계는 콘크리트 차수벽과 플린스(Plinth) 연결부에서의 변위를 측정하기 위하여 3개의 조인트미터(수직, 수평, 연직)를 1개조로 설치한다. 콘크리트 팽창열에 따른 변위를 보정하기 위하여 수직 변위계(Normal Jointmeter)에는 온도계를 내장한다.
- (2) 콘크리트 차수벽 철근 배근 시 설치한 케이블 및 계기는 완공될 때까지 손상을 방지하기 위하여 보호시설을 설치하여야 한다.
- (3) 주변이음 변위계의 설치방법 및 초기관측은 설계도서의 규정을 따른다.

3.2.9 콘크리트 차수벽 개도계(Face Slab Jointmeter)

- (1) 개도계는 차수벽 콘크리트 구조물의 수직이음부에 매설되므로 선행 콘크리트 타설시와 후행 콘크리트 타설 시의 2 단계로 매설한다.
- (2) 개도계는 콘크리트 속에 묻히므로 용접 밀폐되어야 하며, 부식방지 처리를 하여야 한다.
- (3) 개도계를 설치할 때는 변위의 방향에 평행하게 똑바로 설치해야 하며, 콘크리트 팽창열에 따른 변위를 보정하기 위하여 온도계를 내장한다.
- (4) 개도계의 설치방법 및 초기계측은 시공계획서 또는 공사감독자의 지시에 따른다.

3.2.10 콘크리트 차수벽 응력계(Cluster Strain Gauge)

- (1) 콘크리트 차수벽 응력계는 3개를 1조로 하여 설치하여야 하며, 콘크리트 속에 묻히므로 부식방지 및 방수가 잘 되도록 설치하여야 한다. 또한, 콘크리트 팽창열에 따른 보정을 위하여 온도계를 내장한다.
- (2) 콘크리트 차수벽 응력계의 설치방법 및 초기계측은 시공계획서 또는 공사감독자의 지시에 따른다.

3.2.11 콘크리트 차수벽 무응력계(No-Stress Strain Gauge)

- (1) 콘크리트 차수벽 무응력계는 특별히 제작된 케이스에 넣어 매설하며, 주위 콘크리트와 같은 온도, 습도 하에서 설치되어야 한다. 또한, 콘크리트 팽창열에 따른 보정을 위하여 온도계를 내장한다.
- (2) 콘크리트 차수벽 무응력계의 설치방법 및 초기계측은 시공계획서 또는 공사감독자의 지시에 따른다.

3.2.12 콘크리트 차수벽 경사면 변위측정계(Concrete Face Inclinator)

- (1) 콘크리트 차수벽 경사면 변위측정계는 관이 서로 직각되는 방향으로 4개의 미끄럼 홈(Key Way)이 설치되어 있으며, 콘크리트 차수벽 속에 매설하거나 콘크리트 차수벽을 따라 앵커로 고정, 설치되어야 한다.
- (2) 콘크리트 차수벽 경사면 변위측정계 설치 후 기온 변화에 따라 표면차수벽 콘크리트의 복사열에 관이 변형되지 않도록 보온 등 보호시설을 설치하여야 한다.
- (3) 표면차수벽 하단부의 성토재가 튜브에 접하는 부분은 반원형 철판 등으로 보호시설을 설치하여 성토재 포설 및 다짐 시 파손되지 않도록 하여야 한다.
- (4) 콘크리트 차수벽 경사면 변위측정계의 설치방법 및 초기계측은 시공계획서 또는 공사감독자의 지시에 따른다.

3.2.13 온도계

- (1) 온도계 설치 전에 기능이 정상인지를 확인하여야 한다.
- (2) 계기 매설 시 지지대는 철근에 고정시켜 설치하며, 이때 철근의 열팽창계수가 크기 때문에 계기와 철근이 닿지 않도록 중간에 절연체(스티로폼 등)로 분리시켜 주어야 한다.
- (3) 온도계는 콘크리트 타설 전 및 타설 시에 설치하여야 하며, 콘크리트 타설 및 다짐(Vibrating), 기타 부주의한 실수로 인해 계기 및 케이블이 손상되지 않도록 보호하여 매설하여야 한다.

3.2.14 침투수량(누수량) 측정계

- (1) 침투수량(누수량) 측정계실의 수로바닥은 위어판 하부와 같은 높이로 일정하게 유지하고 흐름을 교란하는 돌출부가 없어야 한다.
- (2) 수위 측정용 목측자 및 수위측정장치의 0점과 웨어의 V-노치(V-notch)는 레벨을 맞춰 오차가 없도록 하여야 한다.

댐 계측설비

- (3) 유속을 완화시키고 흐름 상태를 정류화 할 수 있는 유속 정류판은 구멍이 서로 엇갈려 일정 간격을 유지하도록 시공한다.
- (4) 설치 예정인 V-노치에 대해서 실내시험을 통해 월류수위-침투수량(누수량)과의 관계를 도출하여 유량산정공식의 유량계수를 결정하여야 하며, 실내시험 결과는 공사감독자에게 제출한다.

3.2.15 표면침하 측정점, 정상부 침하 측정점 및 기준점

- (1) 수급인은 도면에 표시되어 있거나 공사감독자의 지시에 따라 표면침하 측정점, 정부침하 측정점, 기준점을 설치하여야 한다.
- (2) 표면침하 측정점, 정상부 침하 측정점, 기준점 등은 매설한 계기와 측정결과를 상호보완하여 사용할 수 있도록 하기 위하여 가능한 한 매설되어 있는 계기와 1.5 m 이내로 인접하여 설치하여야 한다.
- (3) 침하 측정점의 재질은 녹이 슬지 않는 스테인리스나 이와 동등한 재질로 설치하여야 하고, 기준점은 화강석이나 이와 동등한 효과를 나타낼 수 있는 재질로 설치하여야 한다.
- (4) 표면침하 측정점, 정상부 침하 측정점은 외부요인에 의해 영향을 받지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.
- (5) 기준점은 댐 주변 근거리에 3개소 이상 설치하며, 설치 후 인근 지반의 침하에 따른 영향이 없도록 압반 등에 견고하게 설치하고 인근의 국가에서 설치한 1등 수준점에서 측량되어야 한다.
- (6) 각 측정점을 설치한 직후 위치와 표고를 정밀하게 측량하고 결과를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

3.2.16 지진가속도계측기

- (1) 지진가속도계측기란 지진으로 인한 지반의 흔들림 또는 시설물의 흔들림을 가속도로 나타낸 물리량으로 측정하는 계측기를 말하며, 지진가속도계측기의 계측항목, 설치위치, 설치개수, 성능, 규격, 유지관리 및 기타 지진가속도계측기 설치방법 및 운영 등에 관한 사항은 시공 계획서 또는 공사감독자의 지시에 따른다.
- (2) 지진가속도계측기는 실내에 견고하게 타설된 바닥에 설치하는 것을 원칙으로 한다. 단, 실외에 설치하는 경우 별도의 박스구조물에 지진가속도계측기를 설치하고, 박스구조물내의 온도가 계측기의 정상 작동 온도 범위를 벗어나지 않아야 한다.

3.2.17 계기 측정실(Automatic Data Logging Room)

- (1) 수급인은 도면에 표시되어 있거나 공사감독자의 지시에 따라 각종 계측기 측정실을 설치하여야 한다.
- (2) 자동계측기 측정실 내에는 자동온도 조절기능이 있는 전기 히터를 설치하여 겨울에도 계측기의 기능과 측정 작업을 원활하게 할 수 있도록 하여야 한다.
- (3) 계기측정실과 관련된 모든 측정계기는 측정실내에 설치하여야 하며, 매설된 계기와 반드시 연결하여야 한다.

3.2.18 침하계(층별, 액상) 측정실(Terminal Structure)

- (1) 수급인은 도면에 표시되어 있거나 공사감독자의 지시에 따라 침하계(층별, 액상) 측정실을 설치하여야 한다.
- (2) 수급인은 침하계(층별, 액상) 측정실과 관련된 모든 계측기기를 측정실 내에 설치하여야 하며, 매설된 계기와 반드시 연결하여야 한다.
- (3) 수급인은 도면에 표시되어 있거나 공사감독자의 지시에 따라 측정실 내에 아연도관을 설치하여야 한다.

3.3 측정주기 및 횟수

- (1) 공사감독자가 별도로 지시하지 않는 한 측정계기의 측정주기는 공사기간 중에 4단계로 구분하여 측정하며, 수급인은 2단계 측정까지 다음 규정에 따라야 한다. 한번 측정할 때마다 같은 날 최소 3회 이상 측정한 후 그 평균값을 측정결과로 채택하여야 한다.
- (2) 공사중 측정주기
 - ① 1 단계: 매설계기 설치 후 1개월간
 - ② 2 단계: 매설계기 설치 1개월 후 부터 댐 완공 시까지
 - ③ 3 단계: 측정치가 이상거동을 보이고 있는 경우로서 안전이 확인될 때까지
 - ④ 4 단계: 홍수조절 또는 지진발생 후 1주일간

댐 계측설비

(3) 측정횟수

표 3.3-1 측정횟수

구분	1단계	2단계	3단계	4단계
토압계 간극수압계 수평변위계 침하계(층별, 액상) 경사계	매일	주 1회	매일	매일
주변이음부 변위측정계 수직이음부 수평변위 측정계 변형율 측정계 무응력 변형율 측정계 경사면 변위측정계	매일	주 1회	매일	매일
지진가속도계측기	매일	주 1회	매일	매일
수위측정기	-	매일	매일	매일
침투수량(누수량) 측정장치	-	매일	매일	매일
표면 및 정부침하 측정점	매일	주 1회	매일	매일
자동계측기록 및 컴퓨터 제어설비	매일	매일	매일	매일

3.3.2 유지관리를 위한 계측

유지관리를 위한 계측은 완공 후 댐체의 거동 및 댐의 안정성을 확보하기 위하여 실시하며, 이를 위하여 간극수압, 양압력, 응력, 변형, 내부온도, 침투수량, 연직도, 지진 등을 계측하여야 한다.

3.4 계측결과의 정리 및 분석

- (1) 모든 계측결과 기록지에는 사업명, 위치, 댐명, 측정점, 계측항목, 계측위치, 측정일시, 측정자 등을 기재하여야 한다.
- (2) 계측결과는 측정일자, 경과일수, 시공상황, 초기치, 금회 측정값, 변화량 등을 정해진 양식에 따라 계측 항목별로 별도 정리하여야 하며, 계측자료를 분석하기 위한 그림은 각각의 계측항목에 대하여 위치별 경시변화 및 댐체에서의 계측항목별 결과 분포도로 나타내어 그 결과를 시공관리 및 안전관리에 활용할 수 있도록 하여야 한다.
- (3) 계측 분석결과 댐의 안전성에 영향이 있다고 판단되는 경우에는 이에 대한 응급조치를 취하고, 그 원인을 규명하여 항구적인 대책을 강구하여야 한다.

3.5 현장 품질관리

- (1) 모든 계측설비는 공사시방서 및 공사감독자의 별다른 지시가 없으면 매설 후 3시간 이내에 최초 관측을 실시하고, 이후 15일 동안 매 12시간마다 관측하여 기록 하여야 한다.
- (2) 양압력은 차수 그라우팅 중에는 매일 측정하고, 댐 콘크리트에서 수화열 관리를 위한 온도계를 설치한 경우 온도는 최초 측정 후 3일간은 6시간 간격으로, 다음 12일 동안은 매 12시간 간격으로, 그 다음은 매일 또는 공사감독자의 지시에 따라 측정한다.
- (3) 계측설비는 설치 전 및 설치 직후에 작동성을 검사하고 필요시 보정하여야 한다.
- (4) 계측수행 중 계측치가 특이하게 변화되는 경우 계측기의 이상 유무를 확인하고 필요시 보정 하여야 한다.
- (5) 계측설비는 성능보존 및 계측결과의 신뢰성 확보를 위하여 제작사가 제시한 방법과 절차에 따라 관리하여야 한다.
- (6) 계측설비에 대해 정기적 신뢰성 평가를 실시하여야 하며, 신뢰성 평가는 경시변화에 의한 판정, 전기적 점검에 의한 판정, 댐체 거동분석 등의 계측결과 분석에 의한 판정을 종합적으로 고려하여야 한다.

부 록

※ 주요 제정 내용

제정 코드	주요 제정 내용
KCS 54 20 25 댐 계측설비	• 필댐, 표면차수벽형 석괴댐, 콘크리트댐의 계측설비의 종류 및 공급 • 토압계, 간극수압계, 수평변위계, 수직침하계, 층별침하계, 경사계, 주변이음 변위측정계, 콘크리트 품질 확인용 계측설비, 누수량 측정 등의 설치 기준

집필위원	분야	성명	소속	직급
	하천담	이재응	아주대학교	교수
	하천담	김세진	한국수자원공사	부장

자문위원	분야	성명	소속
	하천담	한건연	경북대학교
	하천담	윤병만	명지대학교
	하천담	문태완	대림산업(주)
	하천담	유양수	계룡건설(주)
	하천담	장기환	(주)동부엔지니어링
	하천담	오형원	(주)건화엔지니어링
	하천담	임병호	농지개발연구소
	하천담	김천환	농지개발연구소
	하천담	김태송	한국건설기술연구원

건설기준위원회	분야	성명	소속
	하천담	이상만	동부엔지니어링(주)
	하천담	한희수	금오공과대학교
	하천담	최성욱	연세대학교
	하천담	전세진	(주)도화엔지니어링
	하천담	이상렬	(주)이산
	하천담	장봉석	한국수자원공사
	하천담	이준근	한국수자원공사

댐 계측설비

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	조영대	한국수자원공사
	조경준	(주)대경E&C
	정해욱	(주)도화엔지니어링
	오규창	(주)이산
	최병습	넨스크라 하이드로
	이병호	(주)덕성알파이엔지
	김만구	미래건설연구원

국토교통부	성명	소속	직책
	우정훈	국토교통부 수자원개발과	서기관
	오세찬	국토교통부 수자원개발과	사무관
	손재협	국토교통부 수자원개발과	주무관

표준시방서
KCS 54 20 25 : 2016

댐 계측설비

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 한국수자원학회
06671 서울특별시 서초구 효령로 237, 302호(서초동, 서초한신리빙타워)
☎ 02-561-2732 E-mail : master@kwra.or.kr
<http://www.kwra.or.kr>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>