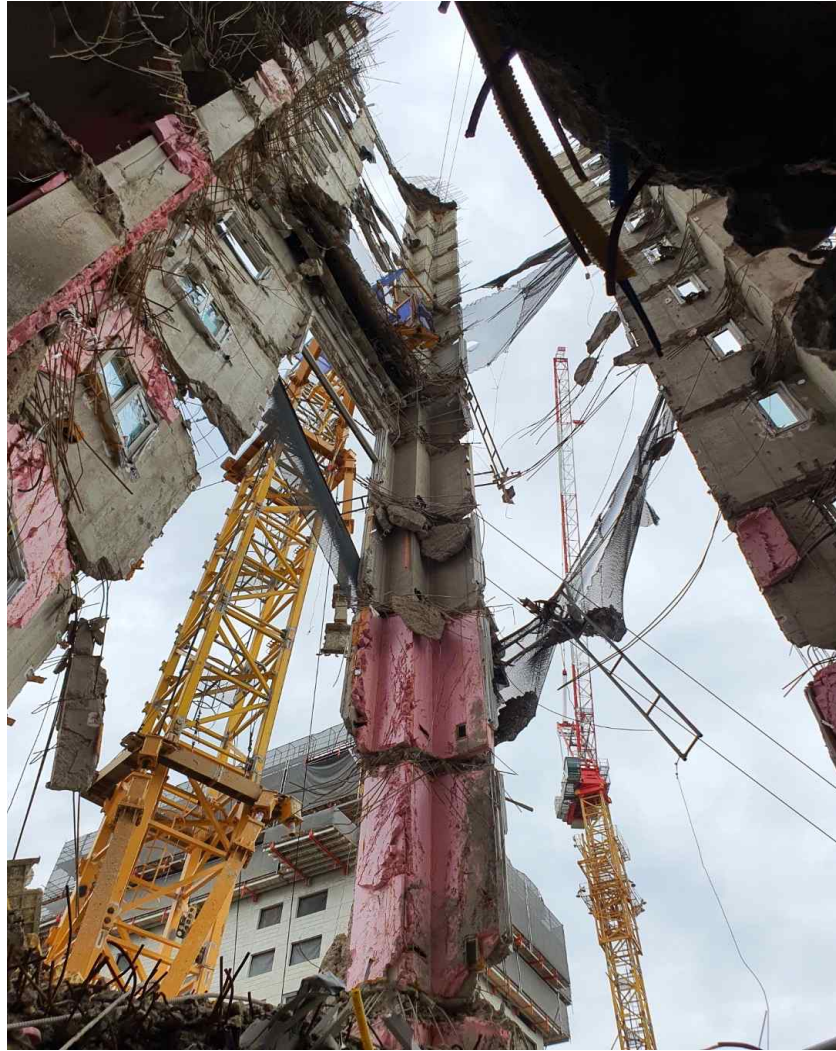

콘크리트 내구성 적용 안내서



2022. 9.

국토안전관리원 중부지사

본 안내서는 민·형사상 관련 사법절차 및 행정처분절차 또는 행정쟁송절차 등 법률적 판단이 요구되는 경우에는 적용할 수 없으며, 건설공사의 안전 및 품질관리를 위한 목적 이외의 용도로 사용할 수 없습니다.

국토안전관리원 중부지사 건설안전지원실

목 차

| | |
|------------------------------|----|
| 1. 배경 | 1 |
| 2. 현황 | 1 |
| 3. 개정된 콘크리트 내구성 기준 | 2 |
| 4. 콘크리트 내구성 기준 적용 안내 | 4 |
| 5. 노출등급 적용 방법 | 9 |
| 부록 콘크리트학회 질의답변 | 16 |
| 부록 국토교통부 질의답변 | 22 |
| - 콘크리트구조 내구성 설계기준 질의 | 22 |
| - 콘크리트 표준시방서의 기온보정강도 질의 | 26 |
| - 한중콘크리트와 기온보정강도 질의 | 31 |

1. 배 경

- (배 경) 콘크리트 분야 최신기술을 반영하여 2021.2.18 「콘크리트 구조 내구성 설계기준(KDS 14 20 40)」이 개정되었음
- (개정 목적) 우리나라에 맞는 내구성 설계 기준 마련
 - 우리나라 주택의 평균 수명은 27년으로 선진국에 비해 현저히 낮고, 내구성이 확보되지 않은 건설구조물은 국민 안전의 심각한 위협
- 해양, 산악, 계절변화 등 환경성능에 맞는 내구성 설계 기준
- 건설구조물의 장수명을 기반으로 건설구조물의 안전성을 확보하여 국민의안전과 재산 보호

2. 현 황

□ (설문조사) 22년 상반기 충청권역 건설공사 점검현장에 대한 설문조사* 결과, 대부분의 중·소규모의 건축공사 현장에서는 개정된 콘크리트 내구성 기준을 준수하지 않고 있음.

* 22년 상반기 현장점검 대상자 869명에 대한 설문조사 결과 규정을 정확하게 준수한 현장은 6%에 불과. (응답률 49%)

○ 콘크리트 강도 설문조사 내용

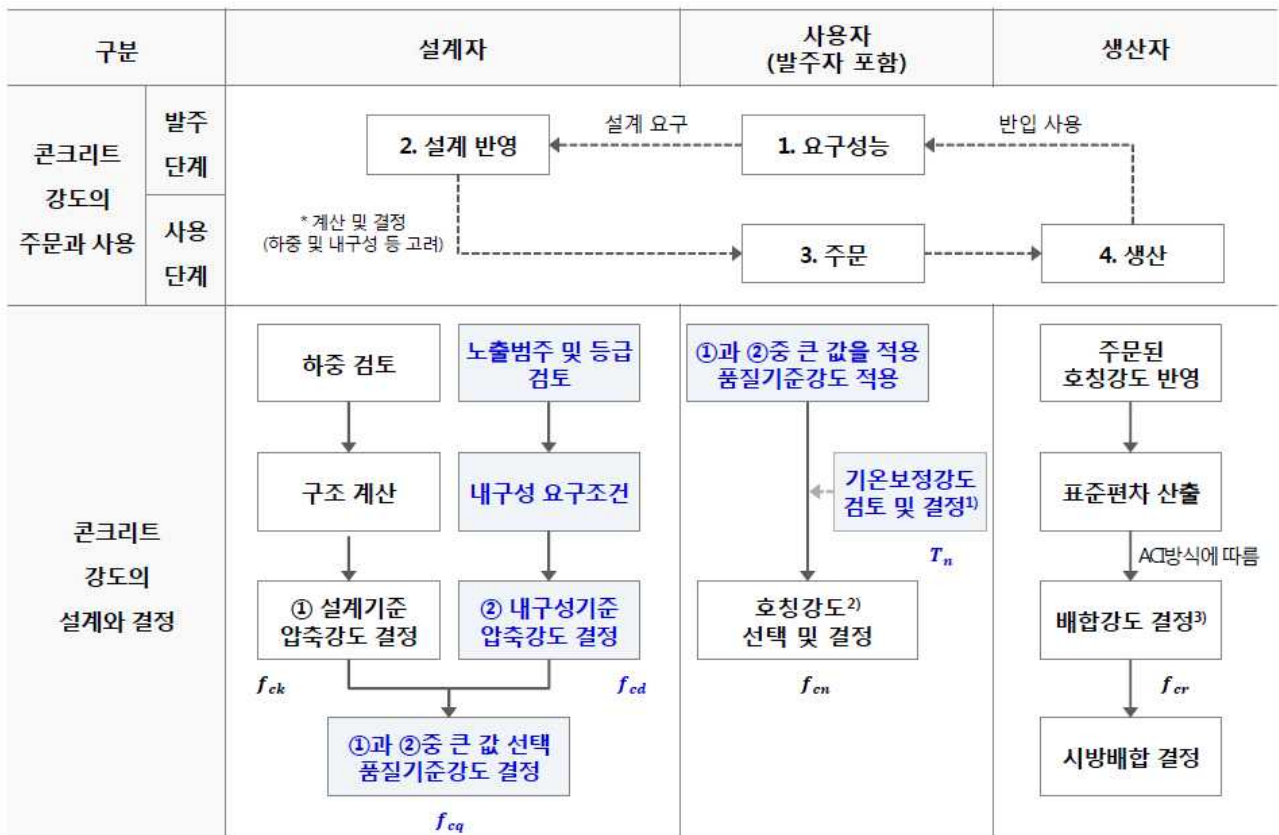


3. 개정된 콘크리트 내구성 기준

□ 주요 변경 내용

- (설계 취지) 건설구조물의 수명을 늘려 자원낭비와 환경부담을 줄이고 보다 높은 안전성을 확보하여 국민의 안전과 재산을 보호
- (변경 내용) 탄산화 등 노출범주에 따라 등급을 세부적으로 나누고 최소 압축강도* 적용
 - * 내구성 적용 시 콘크리트 최소 압축강도가 과거보다 높아 짐
- (노출등급 및 최소압축강도)
 - 중·소규모 건축공사의 경우 대부분 탄산화 노출등급 EC4에 해당되며, 내구성 기준 적용 시 EC4의 $f_{cd}=30\text{MPa}$ 임.
 - 충남지역의 해안가의 경우 염화물의 노출여부에 따라 ES 등급 해당 여부 검토 필요
 - 동결융해에 반복되는 콘크리트는 EF 등급 해당여부 검토 필요

□ 콘크리트 강도 결정 프로세스



〈출처 : 한국콘크리트학회 KCS 14 20 10 해설 표 2.2-1〉

□ 콘크리트 노출범주 및 등급

○(노출등급 결정) 책임구조기술자는 구조용 콘크리트 부재에 대해 예측되는 노출 정도를 고려하여 노출등급 결정

○(내구성 확보 요구조건) 콘크리트 설계기준압축강도는 표의 노출등급에 따라 규정하는 값 이상. 다만, 별도의 내구성 설계를 통해 입증된 경우나 성능이 확인된 별도의 보호 조치를 취하는 경우에는 규정하는 값보다 낮은 강도 적용가능.

<KDS 14 20 40 표 4.1-1 노출 범주 및 등급>

| 범주 | 등급 | 최소압축강도 (MPa) | 조건 | 예 |
|---------------------------|-----|--------------|--|--|
| 일반 | E0 | 21 | 물리적, 화학적 작용에 의한 콘크리트 손상의 우려가 없는 경우 철근이나 내부 금속의 부식 위험이 없는 경우 | <ul style="list-style-type: none"> 공기 중 습도가 매우 낮은 건물 내부의 콘크리트 |
| EC (탄산화) | EC1 | 21 | 건조하거나 수분으로부터 보호되는 또는 영구적으로 습윤한 콘크리트 | <ul style="list-style-type: none"> 공기 중 습도가 낮은 건물 내부의 콘크리트 물에 계속 침지 되어 있는 콘크리트 |
| | EC2 | 24 | 습윤하고 드물게 건조되는 콘크리트로 탄산화의 위험이 보통인 경우 | <ul style="list-style-type: none"> 장기간 물과 접하는 콘크리트 표면 외기에 노출되는 기초 |
| | EC3 | 27 | 보통 정도의 습도에 노출되는 콘크리트로 탄산화 위험이 비교적 높은 경우 | <ul style="list-style-type: none"> 공기 중 습도가 보통 이상으로 높은 건물 내부의 콘크리트¹⁾ 비를 맞지 않는 외부 콘크리트²⁾ |
| | EC4 | 30 | 건습이 반복되는 콘크리트로 매우 높은 탄산화 위험에 노출되는 경우 | <ul style="list-style-type: none"> EC2 등급에 해당하지 않고, 물과 접하는 콘크리트 (예를 들어 비를 맞는 콘크리트 외벽²⁾, 난간 등) |
| ES (해양환경, 제빙화학제 등 염화물) | ES1 | 30 | 보통 정도의 습도에서 대기 중의 염화물에 노출되지만 해수 또는 염화물을 함유한 물에 직접 접하지 않는 콘크리트 | <ul style="list-style-type: none"> 해안가 또는 해안 근처에 있는 구조물³⁾ 도로 주변에 위치하여 공기중의 제빙화학제에 노출되는 콘크리트 |
| | ES2 | 30 | 습윤하고 드물게 건조되며 염화물에 노출되는 콘크리트 | <ul style="list-style-type: none"> 수영장 염화물을 함유한 공업용수에 노출되는 콘크리트 |
| | ES3 | 35 | 항상 해수에 침지되는 콘크리트 | <ul style="list-style-type: none"> 해상 교각의 해수 중에 침지되는 부분 |
| | ES4 | 35 | 건습이 반복되면서 해수 또는 염화물에 노출되는 콘크리트 | <ul style="list-style-type: none"> 해양 환경의 물보라 지역(비말대) 및 간만에 위치한 콘크리트 염화물을 함유한 물보라에 직접 노출되는 교량 부위⁴⁾ 도로 포장 주차장⁵⁾ |
| EF (동결융해) | EF1 | 24 | 간혹 수분과 접촉하나 염화물에 노출되지 않고 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트 | <ul style="list-style-type: none"> 비와 동결에 노출되는 수직 콘크리트 표면 |
| | EF2 | 27 | 간혹 수분과 접촉하고 염화물에 노출되며 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트 | <ul style="list-style-type: none"> 공기 중 제빙화학제와 동결에 노출되는 도로구조물의 수직 콘크리트 표면 |
| | EF3 | 30 | 지속적으로 수분과 접촉하나 염화물에 | <ul style="list-style-type: none"> 비와 동결에 노출되는 수평 콘크리트 표 |

| 범주 | 등급 | 최소압축강도 (MPa) | 조건 | 예 |
|-------------|-----|--------------|--|---|
| | | | 노출되지 않고 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트 | 면 |
| | EF4 | 30 | 지속적으로 수분과 접촉하고 염화물에 노출되며 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트 | <ul style="list-style-type: none"> • 제빙화학제에 노출되는 도로와 교량 바닥판 • 제빙화학제가 포함된 물과 동결에 노출되는 콘크리트 표면 • 동결에 노출되는 물보라 지역(비말대) 및 간만대에 위치한 해양 콘크리트 |
| EA (황산염) | EA1 | 27 | 보통 수준의 황산염이온에 노출되는 콘크리트(표 4.1-2) | <ul style="list-style-type: none"> • 토양과 지하수에 노출되는 콘크리트 • 해수에 노출되는 콘크리트 |
| | EA2 | 30 | 유해한 수준의 황산염이온에 노출되는 콘크리트(표 4.1-2) | <ul style="list-style-type: none"> • 토양과 지하수에 노출되는 콘크리트 |
| | EA3 | 30 | 매우 유해한 수준의 황산염이온에 노출되는 콘크리트(표 4.1-2) | <ul style="list-style-type: none"> • 토양과 지하수에 노출되는 콘크리트 • 하수, 오·폐수에 노출되는 콘크리트 |

- 주 1) 중공 구조물의 내부는 노출등급 EC3로 간주할 수 있다. 다만, 외부로부터 물이 침투하거나 노출되어 영향을 받을 수 있는 표면은 EC4로 간주하여야 한다.
- 2) 비를 맞는 외부 콘크리트라 하더라도 규정에 따라 방수 처리된 표면은 노출등급 EC3로 간주할 수 있다.
- 3) 비레염분의 영향을 받는 콘크리트로 해양환경의 경우 해안가로부터 거리에 따른 비레염분량은 지역마다 큰 차이가 있으므로 측정결과 등을 바탕으로 한계영향 거리를 정해야 한다. 또한 공기 중의 제빙화학제에 영향을 받는 거리도 지역에 따라 편차가 크게 나타나므로 기존 구조물의 염화물 측정결과 등으로부터 한계 영향 거리를 정하는 것이 바람직하다.
- 4) 차도로부터 수평방향 10m, 수직방향 5m 이내에 있는 모든 콘크리트 노출면은 제빙화학제에 직접 노출되는 것으로 간주해야 한다. 또한 도로로부터 배출되는 물에 노출되기 쉬운 신축이음(expansion joints) 아래에 있는 교각 상부도 제빙화학제에 직접 노출되는 것으로 간주해야 한다.
- 5) 염화물이 포함된 물에 노출되는 주차장의 바닥, 벽체, 기둥 등에 적용한다.

4. 콘크리트 내구성 기준 적용 안내

□ 콘크리트 노출등급의 결정과 이행

- 책임구조기술자는 노출 정도를 고려하여 노출등급 결정
 - 콘크리트 설계기준 압축강도는 노출등급에 따라 구조기준에서 규정하는 값 이상
- 시공단계 책임기술자*는 노출등급 이행 및 확인
 - 설계시 정해진 구조물의 노출범주 및 등급과 내구성 확보를 위한 요구 조건**에 따른 적용 여부확인
 - * 건축법,주택법,건진법상의 감리자,사업관리기술자 (KCS14 20 01)
 - ** 콘크리트 표준시방서(KCS 1420)의 물결합재비, 염소이온량 등
 - 시공 중 외부 방수 마감재 변경시 노출등급과 연관성 검토
- 인허가기관은 인허가시 콘크리트 내구성 설계기준 적용여부 확인

□ 설계도서 작성 요령

- (설계도면, 구조계산서, 구조안전확인서) 시공단계에서 내구성 기준이 이행될 수 있도록, 『콘크리트 표준시방서(KCS1420)의 내구성 확보 요구조건 이행요함』 이라고 명기
- (시방서) 현장 시방서에 최근 개정된 국가건설기준과 배치되는 부분 수정필요
 - 콘크리트 표준시방서, 건축공사 표준시방서 등 최근 개정된 내용 적용
 - 콘크리트 내구성 관련내용, 온도보정값(Tn), 한중콘크리트, 콘크리트 품질관리 등의 개정내용 반영
 - 콘크리트 피복두께 관련 최신 내용 반영

| 번호 | 제목 | 국가건설기준 코드 | 개정일 | 내용 |
|----|---------------------|--------------|-----------|--------------------------------|
| 1 | 일반콘크리트 | KCS 14 20 10 | 2022.1.11 | 콘크리트표준시방서 (내구성, 품질관리) |
| 2 | 콘크리트구조 내구성 설계기준 | KDS 14 20 40 | 2022.1.11 | |
| 3 | 콘크리트구조 철근상세 설계 기준 | KDS 14 20 50 | 2022.1.11 | 철근배근 상세, 피복두께, 시공 오차 |
| 4 | 콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준 | KDS 14 20 52 | | 철근 용접이음, 기계적이음 개정 |
| 5 | 한중콘크리트 | KCS 14 20 40 | 2022.1.11 | |
| 6 | 콘크리트 일반사항 | KCS 14 20 01 | 2022.1.11 | 책임기술자, 현장콘크리트 품질기술자 등의 용어, 업무 |
| 7 | 철근공사 | KCS 14 20 11 | 2022.1.11 | 철근용접이음, 이음검사 |
| 8 | 거푸집 및 동바리 | KCS 14 20 12 | 2022.1.11 | 거푸집 동바리 구조계산, 품질관리, 거푸집 해체시기 등 |
| 9 | 건축공사 일반사항 | KCS 41 10 00 | 2021.8.13 | 전반적으로 수정 |

○ (구조도면 및 구조계산서)

- 구조도면 일반사항에 내구성 등급을 표기하고,
- 사용재료의 종류 및 설계기준강도에 내구성기준 압축강도(f_{cd}) 를 추가로 기재하고 상세 설명

| 구분 | 당초 | 변경 | 비고 |
|--------------------|-------------------------|--|---------|
| 내구성 등급 | - | EC4 ($f_{cd} = 30\text{MPa}$) | |
| 사용재료의 종류 및 설계기준 강도 | $f_{ck} = 24\text{MPa}$ | $f_{ck} = 24\text{MPa}$ $f_{cd} = 30\text{MPa}$ ※시공시에는 내구성기준 압축강도(30MPa)를 적용하고, 콘크리트표준시방서(KCS1420)의 내구성 확보 요구조건 이행요함 | 시공단계 고려 |

○ (구조계산서 작성예시)

1.1.2 구조설계 기준

| 항목 | 적용기준 및 참고문헌 | 비고 |
|------|----------------------------------|----|
| 법규사항 | 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 (국토교통부) | |
| | KDS 41 00 00 건축구조기준 (국토교통부) | |
| 설계하중 | KDS 41 10 15 건축구조기준 설계하중 (국토교통부) | |
| 구조설계 | KDS 14 00 00 구조설계기준 (국토교통부) | |
| 내진설계 | KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준 (국토교통부) | |
| | 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 (국토교통부) | |

1.1.3 구조설계 기준강도

| 항목 | 재료 강도 | 변경 | |
|------|------------------------------|--|--|
| 콘크리트 | $f_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$ | EC4 ($f_{cd} = 30\text{MPa}$) | |
| 철근 | $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$ | | |
| | | $f_{ck} = 24\text{MPa}$ $f_{cd} = 30\text{MPa}$ ※시공시에는 내구성기준 압축강도(30MPa)를 적용하고, 콘크리트표준시방서(KCS1420)의 내구성 확보 요구조건 이행요함 | |

○ (구조도면 일반사항 작성예시)

2) 설계기준

| | |
|-------|-----------------------------|
| 관련 법규 | 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙(국토교통부) |
| 적용 기준 | KDS 41 00 00 건축구조기준 (국토교통부) |
| 참고 기준 | 콘크리트 구조설계기준(2017, 한국콘크리트학회) |

3) 사용재료의 종류 및 설계기준강도

| 재 료 | 내 용 | 변경 | |
|------|--------------------------------|--|-------------------|
| 콘크리트 | KS F 4009 fck = 24 MPa | EC4 (fcd = 30MPa) | : : : : : : |
| 철 근 | KS D 3504 SD400 : fy = 400 MPa | fck = 24MPa fcd = 30MPa ※시공시에는 내구성기준 압축강도(30MPa)를 적용하고, 콘크리트표준시방서(KCS1420)의 내구성확보 요구조건 이행요함 | |
| 철 골 | SHN275 | | |

○ (구조안전 및 내진설계 확인서)

- 구조안전 및 내진설계확인서 하단부 특이사항에 콘크리트 내구성 기준 적용에 대한 내용 기입
- 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙(별지 제2호 서식) 에 내구성 등급 항목이 추가될 수 있도록 제도개선 필요

| 구분 | 당초 | 변경 | 비고 |
|---------|----|--|----------|
| 14)특이사항 | | <p style="text-align: center;">콘크리트 내구성 등급은 EC4 (fcd = 30MPa)이며, 콘크리트표준시방서(KCS1420)의 내구성확보 요구조건 이행요함</p> | 인허가단계 고려 |

○ (구조안전 및 내진설계 확인서 작성예시)

■ 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙 [별지 제2호서식]

구조안전 및 내진설계 확인서(5층 이하의 건축물 등)

| | | | | |
|---------------------|---|----------------------------|----------------------------|----------------------|
| 1) 공사명 | | | | 비고 |
| 2) 대지위치 | | | | |
| 3) 용도 | | | | |
| 4) 중요도 | 건물중요도(1) | | | |
| 5) 규모 | 연면적 | 4,307.05㎡ | 층수 (높이) | 지하1층 / 지상4층 (23.05m) |
| 6) 사용설계기준 | KDS 41 00 00 | | | |
| 7) 구조계획 | 구조시스템에 대한 공통분류 체계 미련 | | | |
| 8) 지반 및 기초 | 지반분류 | S4 | 지하수위 | GL-0.0 |
| | 기초 형식 | | | |
| 9) 내진설계 개요 | 해석법 | 내진설계범주(D) | | |
| | | 동적해석법 | | |
| | 중요도계수 | $I_e=1.2$ | 간물유류 종량 | $W=80,294.02kN$ |
| 10) 기본 지진력 저항시스템 | | X 방향 | Y 방향 | |
| | 횡력저항시스템 | 건물골조시스템-철근콘크리트 보충전단벽 | | 건물골조시스템-철근콘크리트 보충전단벽 |
| | 반응수정계수 | 5.0 | | 5.0 |
| | 허용층간변위 | $\Delta ax = (0.015h_x)$ | | |
| 11) 내진설계 주요 결과 | 지진응답계수 | $C_{dv}=0.104$ | $C_{dv}=0.104$ | |
| | 밀면전단력 | $V_{br}=8,324.89kN$ | $V_{br}=8,324.89kN$ | |
| | 근사고유주기 | $T_{ax}=0.4829$ | $T_{ay}=0.5642$ | |
| | 최대층간변위 | $\Delta x_{max}=0.0016h_x$ | $\Delta y_{max}=0.0024h_y$ | |
| 12) 구조요소 내진 설계 검토사항 | 특별지진하중 적용 여부 | 피로티 | 무 | |
| | | 면외어긋남 | 무 | |
| | | 횡력저항 수직요소의 불연속 | 무 | |
| | 수직시스템 불연속 | | 무 | |
| 13) 비구조요소 | 건축비구조요소 | 중요도계수 $I_p=1.5$ 인 비구조요소 | | |
| | 기계·전기 비구조요소 | 파라렛, 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감재 | | |
| 14) 특이사항 | <p style="color: red; font-weight: bold;">콘크리트 내구성 등급은 EC4 (fcd = 30MPa)이며, 콘크리트표준시방서(KCS1420)의 내구성확보 요구조건 이행요함</p> | | | |

2021년 8월 2일

5. 노출등급 적용 방법

□ 콘크리트 구조설계기준 적용

- KDS 14 20에 따라 노출등급결정
- 설계자가 기준해석 시 혼동의 우려가 있는 내용 위주로 검토함
- 건물 외부 마감재에 따른 노출등급은 관련기관의 질의응답을 반영하여 결정하였음
- 22년 이후 해당 국가건설기준의 변경여부를 검토할 필요가 있음

□ 건축물 부위별 노출등급 요약표

| 부위 | 상세부위 | 노출등급 | 콘크리트강도 | 비고 |
|------|-------------|-------|--------|-------|
| 기초 | 지하, 외기 노출 | EC2 | 24 | |
| 지하외벽 | | EC2 | 24 | |
| 지상외벽 | 방수처리 | EC3 | 27 | |
| | 방수하지 않음 | EC4 | 30 | 조적,석재 |
| 건물내부 | | EC1 | 21 | |
| 피로티 | 비 맞지않는 내부 | EC3 | 27 | |
| | 비 맞는 외부 | EC4 | 30 | |
| 옥상 | 방수한 경사지붕 | EF1 | 24 | |
| | 방수한 평지붕 | EF1 | 24 | |
| | 방수하지 않은 평지붕 | EF3 | 30 | |
| 수영장 | 염분사용 | ES2 | 30 | |
| | 화학약품 | EA1~3 | 27~30 | |

※노출등급 ES의 경우 별도 최소피복두께를 적용하여야 하고, 최소단위 결합재량과 염소이온량에 대한 내구성확보를 위한 별도 요구조건이 있음

※노출등급 EF의 경우 내구성확보를 위한 요구조건에 공기량의 표준값을 규정하고 있음

□ 탄산화 노출등급(EC) : 탄산화에 대한 철근부식

| 항목 | 노출등급 | | | |
|--------------------|-------------------------|--------------|------------------------|--------------------|
| | EC1 | EC2 | EC3 | EC4 |
| 수분상태 | 건조, 영구적습윤 (기초, 건물내부) | 습윤상태 (지하) | 보통정도 습도 (비 맞지않는 외부) | 건습 반복 (비 맞는 외부) |
| 최소압축강도 fcd(MPa) | 21 | 24 | 27 | 30 |

- 탄산화 노출등급 적용 시 혼동 우려가 있는 외부 마감 검토
 - 비를 맞는 외부 콘크리트는 노출등급 EC4 (fcd=30MPa) 적용
 - 방수처리된 표면*의 경우 외부 콘크리트는 노출등급EC3(fcd=27MPa)
 - *해당공사 품질규정에 맞게 승인되고 시공된 경우 의미
 - 방수관련 KS 인증자재 등이 적용된 경우 가 해당됨

| 구분 | KS 규격의 종류 | 비고 |
|-----|--|----------------|
| 방수재 | KS F 3211 (건설용 도막방수재), KS F 4911 (합성고분자계 방수쉬트) KS F 4922 (폴리우레아수지 도막 방수재) KS F 4925 (시멘트 액체형 방수제) | 노출등급 EC3 가능 |

- 외부 석재 및 조적마감의 경우 EC4 적용

※ 타일, 벽돌, 석재, 단열재 등의 건축물 외벽 마감이 내구성을 증진시키기 위한 목적으로 제조되고 시공된 것이 아니라면, 사용중 마감재의 파손, 탈락의 가능성을 고려해야 하고, 마감재의 줄눈 등을 통한 유해물의 침투를 막기 어렵다고 판단됨.

다만 방수를 목적으로 규격에 적합한 방수재를 사용하는 경우에는 노출환경을 변경(EC4→EC3)할 수 있도록 규정하였고, 내구성 설계를 적용하거나 탄산화 방지 코팅과 같은 내구성 향상을 위한 대책을 수립한 경우는 요구강도를 낮출 수 있는 규정을 두고 있음.

○ 기초

- 외기의 이산화탄소에 노출되는 경우 : EC2적용
- 지하의 장기간 물에 접하는 경우 : EC2적용

○ 피로티

- 비를 맞지 않는 내부 노출등급 EC3적용
- 비를 맞는 외부 노출등급 EC4적용

○ 최소 피복두께 확보

- KDS 14 20 50 콘크리트구조 철근상세 설계기준 4.3.1 적용
- 프리스트레스트하지 않는 부재의 현장치기콘크리트의 최소 피복 두께

- ① 수중에서 치는 콘크리트 100 mm
- ② 흠에 접하여 콘크리트를 친 후 영구히 흠에 묻혀 있는 콘크리트 75 mm
- ③ 흠에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 콘크리트
 - 가. D19 이상의 철근 50 mm
 - 나. D16 이하의 철근 40 mm
- ④ 옥외의 공기나 흠에 직접 접하지 않는 콘크리트
 - 가. 슬래브, 벽체, 장선
 - (가) D35 초과하는 철근 40 mm
 - (나) D35 이하인 철근 20 mm
 - 나. 보, 기둥
 - 콘크리트의 설계기준압축강도 f_{ck} 가 40 MPa 이상인 경우 규정된 값에서 10 mm 저감시킬 수 있다.
 - 다. 쉘, 절판부재 20 mm

□ 해양환경 노출등급(ES) : 염화물에 의한 철근부식

| 항목 | 노출등급 | | | |
|--------------------|---------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|
| | ES1 | ES2 | ES3 | ES4 |
| 염화물상태 | 해안가 근처 (공기중 염화물) | 염화물을 함유한 물에 계속 노출 | 해수에 침지된 경우 | 건습이 반복되는 해수에 노출 |
| 최소압축강도 fcd(MPa) | 30 | 30 | 35 | 35 |

○ 해안 근처 구조물 또는 도로주변의 염화물 영향 건축물은 ES1 (fcd=30MPa) 적용

- (콘크리트학회) 해설집에는 아래의 염소이온 농도에 대한 자료가 있으므로 참조하여 비래염분량 측정

표. 콘크리트 표면의 염소이온 농도 Cs(kg/m³)

| 해양환경 | 해안선으로부터 거리(km) | | | | |
|-------|----------------|-----|------|-----|-----|
| | 해안선 근처 | 0.1 | 0.25 | 0.5 | 1.0 |
| 동해안 | 9.0 | 6.5 | 2.5 | 1.5 | 1.0 |
| 서/남해안 | 2.5 | 2.0 | 1.5 | - | - |

※ 비래염분의 영향을 받는 거리는 동해안은 해안선으로부터 1km, 서남해안은 250m로 적용해도 대부분의 지역은 큰 문제가 없을 것으로 판단되지만, 지역에 따라 국지적으로 그 영향이 매우 다른 경우가 있음. 서남해안 중에서도 태안지역과 같이 여러 방향에서해풍에 노출되는 지역에서는 더 깊은 위치까지 비래염분의 영향을 받는 경우가 있음. (상세한 내용은 질의응답 참조)

공기 중의 제빙화학제에 영향을 받는 거리는 도로 외측으로부터 수평 방향으로 10m, 수직방향으로 5m로 규정하고 있음.

○ 수영장

- 염분을 포함한 물을 사용하여 염화물에 노출되는 경우 ES2 적용
- 화학약품을 사용하는 경우 EA등급 적용

○ (피복두께) 노출등급 ES 피복두께 별도 규정 적용

- KDS 14 20 50 콘크리트구조 철근상세 설계기준 4.3.6

① 현장치기콘크리트

| | |
|----------------|-------|
| 가. 벽체, 슬래브 | 50 mm |
| 나. 가. 외의 모든 부재 | |
| 노출등급 ES1, ES2 | 60 mm |
| 노출등급 ES3 | 70 mm |
| 노출등급 ES4 | 80 mm |

○ (단위결합재량) KCS 14 20 44 해양콘크리트 2.2 배합

표 2.2-1 내구성으로 정해지는 최소 단위 결합재량(kg/ m³)

| 환경구분 \ 굵은 골재의 최대 치수(mm) | 20 | 25 | 40 |
|--|-----|-----|-----|
| 물보라 지역, 간만대 및 해양대기중 (노출등급 ES1, ES4) | 340 | 330 | 300 |
| 해중 (노출등급 ES3) | 310 | 300 | 280 |

주 1) KCS 14 20 10(1.9.2)에 규정된 노출등급 참조

□ 동결융해 노출등급(EF) : 제빙화학제가 사용되거나 수분에 접촉되면서 동결융해 반복작용

| 항목 | 노출등급 | | | |
|-----------------|---------|--------------------|-------------------------|------------------|
| | EF1 | EF2 | EF3 | EF4 |
| 수분포화도와 염화물노출여부 | 간혹 수분접촉 | 간혹 수분접촉하고, 염화물에 노출 | 지속적 수분접촉, 물이 고일수 있는 수평면 | 지속적 수분접촉, 염화물 노출 |
| 최소압축강도 fcd(MPa) | 24 | 27 | 30 | 30 |

○ 건물 외벽, 보 등

-흙에 직접 접촉하지 않고 비를 맞을 수 있는 구조물로 EF1 적용

○ 제빙화학제에 노출되는 도로의 수직구조물

-수분에 간혹 노출되고 동시에 염화물에도 노출되는 수직면은 EF2 적용

○ 물이 고일수 있는 수평면, 옥상

-동결융해의 반복작용에 노출되며 동결전 지속적으로 수분에 노출된 수평면은 EF3 적용

-건축물의 옥상에 방수를 한 경우라도 EF1 적용

※옥상 방수, 기와나 징크패널 등 옥상 바닥에 적용한 방수재가 건축용 방수재 관련 KS 규격을 만족한다면 수분의 유입이 없는 것으로 보고 동결융해 범주(EF)를 적용하지 않을 수 있음. 다만,방수재, 기와나 징크패널 등의 경계부, 취약부 등으로 수분이 실제 침투할 가능성이 없는지 면밀히 확인할 필요가 있겠고, 여름철과 겨울철에 기온이 급격하게 높거나 낮아지는 경우 방수재나 마감재의 변형으로 갈라짐, 들뜸 등이 발생하지 않도록 충분한 대비가 필요함. 이런 상황을 대비하려면 보수적으로 간혹 수분이 침투하는 조건(EF1)을 적용할 것을 권고함.

- 도로포장, 교량 바닥판, 물보라에 영향받는 도로인접 구조물
-지속적으로 수분에 노출되면서 염화물에도 노출되는 경우 EF4 적용
- KCS 14 20 10 공기량의 표준값

표 2.2-6 공기연행콘크리트 공기량의 표준값

| 굵은 골재의 최대 치수(mm) | 공기량(%) | |
|------------------|---------|---------|
| | 심한 노출1) | 일반 노출2) |
| 10 | 7.5 | 6.0 |
| 15 | 7.0 | 5.5 |
| 20 | 6.0 | 5.0 |
| 25 | 6.0 | 4.5 |
| 40 | 5.5 | 4.5 |

주 1) 노출등급 EF2, EF3, EF4

2) 노출등급 EF1

□ 황산염 노출등급(EA) : 수용성 황산화염 이온농도

| 항목 | 노출등급 | | |
|-----------------|---------|----------|-----------|
| | EA1 | EA2 | EA3 |
| 황산화염 이온농도 | 보통수준 노출 | 유해한수준 노출 | 매우 유해한 수준 |
| 최소압축강도 fcd(MPa) | 27 | 30 | 30 |

○ 수용성 황산염이온 농도에 따른 노출등급 구분

| 등급 | 토양 내의 수용성 황산염(SO_4^{2-})의 질량비(% ¹⁾) | 물속에 용해된 황산염(SO_4^{2-}) (ppm ²⁾) |
|-----|---|---|
| EA1 | $0.10 \leq SO_4^{2-} < 0.20$ | $150 \leq SO_4^{2-} < 1,500$, 해수 |
| EA2 | $0.20 \leq SO_4^{2-} \leq 2.00$ | $1,500 \leq SO_4^{2-} \leq 10,000$ |
| EA3 | $SO_4^{2-} > 2.00$ | $SO_4^{2-} > 10,000$ |

주 1) 토양 질량에 대한 비로 KS I ISO 11048에 따라 측정하여야 한다.

2) 수용액에 용해된 농도로 ASTM D516 또는 ASTM D4130에 따라 측정하여야 한다.

질의 답변 내용

국토안전관리원 중부지사

KDS 142040 내구성 설계기준 관련 질의에 대한 답변

2022.07.20.

(사)한국콘크리트학회

내구성위원회(위원장 최윤석)

특수환경콘크리트위원회(위원장 김홍삼)

(질문)

(노출등급 EC2) 외기에 노출되는 기초의 의미는?

- 일반적으로 기초는 흙에 묻히고, 지하수위도 형성이 되는데 콘크리트 구조 설계기준 해설 KDS 14 20 00 <표4.1-1 노출 범주 및 등급>의 EC2 예의 '외기에 노출되는 기초'는 일반적으로 흙에 접하거나 묻히는 기초를 의미하는 것이지요?

(답변)

외기에 노출된 기초는 외부 공기 중의 이산화탄소에 노출되는 기초를 의미합니다. EC 범주의 정의이므로 수분과 이산화탄소에 노출되는 정도가 EC 범주의 노출등급을 규정하게 됩니다.

(질문)

(노출등급 EC3) 비를 맞지 않는 피로티의 경우와 석공사나 조적공사로 외부를 마감할 경우 노출등급은?

- <표4.1-1 노출 범주 및 등급>의 EC3 예의 '비를 맞지 않는 외부 콘크리트'에 비를 맞지 않는 피로티도 해당하는지요?

- 주2)에 의하면 '규정에 따라 방수 처리된 표면은 노출등급 EC3로간

주할 수 있다.'라고 표기되어 있는바 방수공사로 해석이 됩니다.
외부 마감을 석공사나 조적공사로 할 경우는 EC3가 아니라 EC4를 적용하는 것인가요?

(답변)

필로티 구조에서도 비를 맞는 부분과 영구적으로 비를 맞지 않는 부분을 나누어 규정해야 합니다. 예를 들어 바깥쪽 기둥부는 외부의 비에 노출될 수 있으므로 EC4로 규정하는 것이 합리적이라고 판단됩니다.

석재나 조적재로 마감하는 경우에도 마감재 경계를 통해 이산화탄소와 수분의 침투가 발생하게 되므로 보수적으로 EC4를 적용하는 것이 보다 합리적이라고 판단됩니다.

(질문)

(노출등급 EC) 외기에 노출되는 콘크리트와 내부 콘크리트의 등급을 달리해도 무방한지?

- 건축물 설계 시 탄산화 위험에 노출되는 외부만 EC4로 설계를 하고, 공기 중 습도가 낮은 건축물 내부는 EC1~EC3로 설계를 해도 무방한 것이지요?

(답변)

항상 건조한 내부 콘크리트는 기본적으로 E0 또는 EC1을 적용할 수 있습니다. E0는 전혀 탄산화에 노출될 가능성이 없는 경우이므로 보통의 경우라면 EC1을 적용하는 것이 합리적일 것으로 판단됩니다.

(질문)

(노출등급 ES1)의 판단 기준은?

- 콘크리트구조 설계기준 해설 KDS 14 20 00 (이하 해설서) <표4.1-1노출범주 및 등급> ES1에 해당하는 해안가 또는 해안 근처에 있는 구조물의 주3)에 의하면 '비래염분량은 지역마다 큰 차이가 있어 측정결과를 바탕으로 한계영향 거리를 정해야 하고, 공기중의 제빙화학제에 영향을 받는 거리도 지역에 따라 편차가 크게 나타나므로 염화물 측정결과 등으로 한계영향거리를 정하는 것이 바람직하다.'라고 표기되어 있습니다.
- 해설서 40-6p의 측정결과에 의하면 '동해안은 비래염분이 많고, 서.남해안은 상대적으로 적은 것으로 알려져 있으나 국지적으로 그 차이가 크고, 일반적으로 해안선으로부터 100~250m를 한계 영향거리로 볼 수 있다.' 라고 표기되어 있고,
- 해설서 40-16p <부록 해설표 4.3-1 콘크리트 표면 염소이온 농도>에 의하면 동해안은 1km, 서.남해안은 250m이상에서 염소이온 농도가 없는 것을 알 수 있습니다.
- 종합해 보면, 노출등급 ES1을 간략하게 판단하기 위하여 서.남해안은 250m 이내로, 동해안은 1km 이내로 판단하면 될까요?
- 공기 중의 제빙화학제에 영향을 받는 거리는 건축물의 경우 어떻게 판단할 수 있나요?

(답변)

비래염분의 영향을 받는 거리는 동해안은 해안선으로부터 1km, 서남해안은 250m로 적용해도 대부분의 지역은 큰 문제가 없을 것으로 판단되지만, 지역에 따라 국지적으로 그 영향이 매우 다른 경우가 있습니다. 서남해안 중에서도 태안지역과 같이 여러 방향에서해풍에 노출되는 지역에서는 더 깊은 위치까지 비래염분의 영향을 받는 경우가 있

습니다. 따라서, 기존 실측자료(이종석 외, 2010; 민지영, 이종석, 2011 등)를 바탕으로 해당 지역의 특성에 따라 판단하는 것이 바람직합니다.

<참고문헌>

이종석 외(2010), 우리나라의 비래염분 분포 특성, 한국콘크리트학회논문집, 22(6), 769-776. DOI 10.4334/JKCI.2010.22.6.769

민지영, 이종석(2021), 서해안 대기 중 비래염분 및 콘크리트 내 염화물침투량 상관성 분석, 한국콘크리트학회논문집, 33(1), 3-9. DOI :10.4334/JKCI.2021.33.1.003

공기 중의 제빙화학제에 영향을 받는 거리는 도로 외측으로부터 수평 방향으로 10m, 수직방향으로 5m로 규정하고 있습니다.

(질문)

(노출등급 ES2)의 수영장 판단 기준은?

- 적용 예에 있는 수영장의 경우 염화물을 사용하지 않는 경우도 ES2에 해당되는 것인가요?

(답변)

염화물이 함유된 수영장의 경우 ES2로 적용하도록 규정한 것입니다. 그러나, 염화물 함량을 정확히 규정한 것이 아니기 때문에 염화물을 전혀 함유하지 않은 경우를 정의하기에는 어려움이 있습니다만, 일반적으로 수돗물이나 일반 하천에 함유된 염화물 함량과 유사한 수준이라면 ES 범주를 적용하지 않아도 좋을 것으로 판단됩니다.

(질문)

(노출등급 ES4)의 주차장 바닥방수의 보호조치 인정여부?

- <표4.1-1 노출 범주 및 등급> ES4의 주차장 주5)에 의하면 '염화물이 포함된 물에 노출되는 주차장의 바닥, 벽체, 기둥 등에 적용한다.' 라고 되어 있는데, 바닥방수를 하는 지하주차장의 경우 4.1.1 내구성학보를 위한 요구조건 (1)의 보호 조치를 취한 경우로 볼 수 있는 것이지, 이 경우 벽체와 기둥만 ES4에 해당하는 것인지 질문 드립니다.

- 대부분의 주차장이 ES4의 등급에 해당하는지 질문 드립니다.

(답변)

바닥 방수재가 염화물의 유입을 차단할 수 있는 재료라고 판단할 수 있다면 보호조치를 취한 것으로 간주할 수 있습니다. 그러나 일반적인 방수재를 도포한 주차장 바닥에서 염해에 의한 철근 부식이 발생한 사례를 주변에서 쉽게 볼 수 있습니다. 따라서, 방수재를 선정할 경우에는 염화물의 침투를 영구적으로 방지할 수 있는지 시험 등을 통해 입증하는 것이 중요할 것으로 판단됩니다. 겨울철에 차량 타이어 등으로부터 제설염이 포함된 물이 주차장바닥에 고여있게 되는 조건이라면 ES4를 적용하는 것이 합리적입니다. 눈이 전혀 오지 않는 지역을 제외한다면 대부분의 주차장에 해당하는 것으로 볼 수 있습니다.

(질문)

(노출등급 EF3) 건축물의 옥상에 방수를 하거나 기와를 시공하면 동결융해 조건에 해당하지 않는지?

- <표4.1-1 노출 범주 및 등급> EF3 의 예에 있는 비와 동결에 노출되는 수평 콘크리트 표면은 건축물의 옥상이 해당될 수 있습니다. 옥상 방수를 하거나 기와나 징크패널을 시공하여 비를 맞지 않게 한 경우 4.1.1 내구성확보를 위한 요구조건 (1)의 보호조치를 취한 경우로 보아 동결융해의 조건에 해당되지 않는다고 보아도 될까요?

(답변)

옥상 방수, 기와나 징크패널 등 옥상 바닥에 적용한 방수재가 건축용 방수재 관련 KS 규격을 만족한다면 수분의 유입이 없는 것으로 보고 동결융해 범주(EF)를 적용하지 않을 수 있습니다. 다만, 방수재, 기와나 징크패널 등의 경계부, 취약부 등으로 수분이 실제 침투할 가능성이 없는지 면밀히 확인할 필요가 있겠고, 여름철과 겨울철에 기온이 급격하게 높거나 낮아지는 경우 방수재나 마감재의 변형으로 갈라짐, 들뜸 등이 발생하지 않도록 충분한 대비가 필요합니다. 이런 상황을 대비하려면 보수적으로 간혹 수분이 침투하는 조건(EF1)을 적용할 것을 추천합니다.

<참고> 방수재 관련 KS 규격 예

KS F 3211 건설용 도막방수재

KS F 4911 합성고분자계 방수쉬트

KS F 4922 폴리우레아수지 도막 방수재

KS F 4925 시멘트 액체형 방수제

국토교통부 질의 답변

□콘크리트구조 내구성 설계기준 질의

(질문)

국토교통부 고시 제 2021-185호 관련 질의입니다.

1. 개정된 콘크리트구조 내구성 설계기준(KDS 14 20 40)의 <표 4.1-1 노출 범주 및 등급>에 EC(탄산화)에 EC4의 각주2)에 따르면 '비를 맞는 외부 콘크리트라 하더라도 규정에 따라 방수 처리된 표면은 노출 등급 EC3로 간주할 수 있다.'라 기술되어 있습니다.

질의 1) 각주에 기술된 '방수처리 된 표면'이라는 범위에 건축공사의 석재마감, 벽돌마감, 복합패널, 유성페인트, 수성페인트 마감이 해당되는지?

질의 2) 방수처리된 표면의 판단 근거는 무엇을 기준으로 판단하여야 하는지?

2. 노출범주 ES1(해양환경,제빙화학제 등 염화물)의 경우 해안가 또는 해안 근처에 있는 구조물이 해당되는 데

-각주3)에 의하면 비래염분의 양은 지역마다 큰 차이가 있으므로 측정결과를 바탕으로 한계영향 거리를 정해야 한다. 라고 설명하고 있습니다.

-해설서 40-5p에는 비래염분의 양에 따라 해안선으로부터 대략 100~250m를 한계영향거리로 볼 수 있다.

-같은 기준 4.3.2 염해에 관한 내구성 평가의 부록 해설 표 4.3-1 콘크리트표면 염소이온 농도에 의하면 서/남해안의 경우 해안선에서 250m이상의 경우 염소이온량이 검출되지 않습니다.

-그러므로 서/남해안을 기준으로 할 경우 해안에서 250m이내의 경우

ES1을 적용하면 되는 것이지요?

-각주4)차도로부터수평방향 10m이내에 있는 모든 콘크리트 노출면은 제빙화학제에 직접노출되는 것으로 간주해야한다.라고 규정하고 ES4를 적용합니다.

ES1을 적용하는 도로 주변에 위치하여 공기중의 제빙화학제에 노출되는 콘크리트의 기준은 어떻게 되나요?

3. 해설서 40-7p 노출등급 EF3(동결융해)는 동결융해의 반복작용에 노출되며 동결 전 지속적으로 수분에 접촉된 콘크리트로 물이 고일 수 있는 수평면이 여기에 해당된다고 하는데 건축물의 방수처리된 옥상도 여기에 해당되는지 여부?

(답변)

평소 국토교통행정에 많은 관심과 애정을 가져주신 점에 대해 진심으로 감사드리며, 귀하께서 국민신문고를 통해 제기하신 민원에 대하여 아래와 같이 회신드립니다.

1. 질의 및 답변

가. (질의1) KDS 14 20 40 : 2021(콘크리트구조 내구성 설계기준) 표 4.1-1(노출 범주 및 등급) 주 2)의 "방수 처리된 표면"의 범위에 건축공사의 석재마감, 벽돌마감, 복합패널, 유성페인트, 수성페인트 마감이 해당되는지, "방수 처리된 표면"의 판단 근거가 무엇인지

(답변1) KDS 14 20 40 : 2022 (콘크리트구조 내구성 설계기준) 표 4.1-1(노출 범주 및 등급)의 주 2)에서 "방수 처리된 표면"은 해당 공사 방수공법의 품질규정에 맞게 승인되고 시공된 경우를 의미하여, 아래의 예시와 같은 방수관련 KS 인증자재 등이 적용된 경우라고 할 수 있으니 참고하시기 바랍니다.

- KS F 3211 건설용 도막방수재
- KS F 4911 합성고분자계 방수쉬트
- KS F 4922 폴리우레아수지 도막 방수재
- KS F 4925 시멘트 액체형 방수제

나. (질의2) 서/남해안을 기준으로 할 경우 해안에서 250m 이내의 경우 ES1을 적용하면 되는지

(답변2) KDS 14 20 40 : 2022 (콘크리트구조 내구성 설계기준) 4.1.3 (노출 범주 및 등급) (1)에서는 "책임구조기술자는 구조용 콘크리트 부재에 대해 예측되는 노출 정도를 고려하여 표 4.1-1에 따라 노출등급을 정하여야 한다."라고 정하고 있으며 표4.1-1(노출 범주 및 등급) 주 3)에서는 "비래염분의 영향을 받는 콘크리트로 해양환경의 경우 해안가로부터 거리에 따른 비래염분량은 지역마다 큰 차이가 있으므로 측정결과 등을 바탕으로 한계영향 거리를 정해야 한다. 또한 공기 중의 제빙화학제에 영향을 받는 거리도 지역에 따라 편차가 크게 나타나므로 기존 구조물의 염화물 측정결과 등으로부터 한계 영향 거리를 정하는 것이 바람직하다."라고 정하고 있습니다.

- 따라서 해당지역에서 비래염분 등을 측정한 결과를 바탕으로 한계 영향 거리를 정하여 책임구조기술자가 구조용 콘크리트 부재에 대해 예측되는 노출 정도를 고려하여 노출등급을 정하여야 할 것으로 판단됩니다.

다. (질의3) ES1을 적용하는 곳에 위치하고, 동시에 공기 중의 제빙화학제에 노출되는 콘크리트에 적용해야 하는 기준이 무엇인지

(답변3) 두 가지 이상의 노출등급에 해당될 때는 더 엄격한 요구조건을 적용하여야 할 것으로 판단됩니다.

라. (질의4) 노출등급 EF3에 건축물의 방수처리된 옥상도 해당되는지

(답변4) 건축물의 방수처리된 옥상의 경우에는 처리된 방수성능에 따라서 EF1 또는 EF2 등급도 적용할 수 있을 것으로 판단됩니다.

2. 답변 내용에 대한 추가 설명이 필요한 경우 한국건설기술연구원(국가건설기준센터 ☎031-910-0419) 또는 우리 부 기술혁신과(백세영 ☎044-201-3569)로 문의하여 주시기 바라며, 관련 건설기준은 인터넷 홈페이지(www.kcsc.re.kr)에 공개되어 있으니 참고하시기 바랍니다. 끝.

□ 콘크리트 표준시방서의 기온보정강도 질의

(질문)

국토교통부 고시 제 2021-185호 관련 질의입니다.

1. 개정된 콘크리트공사 표준시방서(KCS 14 20 00)내용 중, 일반콘크리트(KCS 14 20 10)의 <표 2.2-1 콘크리트 강도의 기온에 따른 보정값>에 재령일(정해진 28, 42, 56, 91일)의 의미는 무엇이고, 기온보정강도는 현장에서 어떻게 적용해야 하는지?

1-1. 위 표에 따르면 재령 91일은 기온보정강도를 보정하지 않아도 된다고 해석됩니다. 그러면 91일 동안 품질관리(콘크리트 양생, 강도관리 등)를 하는 것인지?

1-2. 재령 28일 안에 기준강도 이상이 되어 슬래브 거푸집을 제거 한다면, 어떤 강도를 기준으로 제거할 수 있는지?(설계기준강도, 품질기준강도, 호칭강도 등)

2. <표 2.2-1 콘크리트 타설일부터 재령까지의 평균기온의 범위>에 평균기온 산정 시, 평균기온 데이터에 대한 기준의 범위는 어떠한지?
(몇 년 치의 평균인지, 하루의 평균기온 산정은 몇 시간 단위로 측정할 값의 평균인지, 평균기온 데이터의 값의 참고는 어디서 하는지,)

3. 사용자가 품질기준강도(f_{cq})에 기온보정강도(T_n)을 적용하지 않고, 기온보정강도에 준하는 배합설계를 하여 배합강도(f_{cr})를 설정하여도 되는 것인지?

3-1. 이 경우, 호칭강도(f_{cn})는 품질기준강도(f_{cq})가 되는데 압축강도 등의 품질관리의 기준은 품질기준강도(f_{cq})인지, 배합강도(f_{cr})인지?

4. 위 국토교통부 고시가 민간공사에 법적구속력이 있는지?

(답변)

1. 안녕하십니까? 평소 국토교통행정에 많은 관심을 가져주신 데 대하여 감사드리며, 귀하께서 국민신문고를 통하여 제기하신 민원에 대해 아래와 같이 회신합니다.

2. 질의 및 답변내용

가. 답변에 앞서 시공은 관련법령과 당해공사 계약문서인 설계도면 및 공사시방서 등에 따라 수행하여야 하며, 만일 그 내용에 관하여 분쟁이 있을 경우 공사계약문서 등에 따라 발주자에게 통지하고 협의하여 처리해야 함을 알려드리며, 참고로 우리 부의 건설기준에 대하여 아래와 같이 안내 드립니다.

나. (질의1) KCS 14 20 10 : 2021(일반콘크리트) 표 2.2-1(콘크리트 강도의 기온에 따른 보정값)에서 재령(일)의 의미가 무엇이고, 기온보정 강도는 현장에서 어떻게 적용해야 하는지

(답변1) "재령"이란 콘크리트 타설 이후 기간을 의미하며, 기온보정강도는 결합재와 재령일, 그리고 콘크리트 타설일로부터 n일간의 예상 평균기온의 범위에 따른 콘크리트 강도의 보정값을 의미합니다. 예를 들어, 보통포틀랜드 시멘트를 결합재로 사용한 콘크리트가 타설일로부터 28일간의 예상평균기온이 8℃ 이상~18℃ 미만의 범위에 해당될 때, 기온보정강도의 보정값(T_n)은 3MPa이 됩니다.

다. (질의1-1) 위 표에서 재령 91일은 기온보정강도를 보정하지 않아도 된다면, 91일 동안 품질관리(콘크리트 양생, 강도관리 등)를 하는 것인지

(답변1-1) 표 2.2-1(콘크리트 강도의 기온에 따른 보정값)에서는 재령 91일에 압축강도를 측정하는 경우에는 기온에 따른 보정값(T_n)을 정

하고 있지 않습니다. 다만, 압축강도가 발현되기 위해서는 KCS 14 20 10(일반콘크리트) 3.4(양생)과 3.5(현장 품질관리)의 기준이 적용되어야 할 것으로 판단됩니다.

라. (질의1-2) 재령 28일 안에 기준강도 이상이 되어 슬래브 거푸집을 제거 한다면, 어떤 강도를 기준으로 제거할 수 있는지?(설계기준강도, 품질기준강도, 호칭강도 등)

(답변1-2) KCS 14 20 12(거푸집 및 동바리) 표 3.3-1(콘크리트의 압축 강도를 시험할 경우 거푸집널의 해체 시기)에 따라 거푸집의 해체시기를 정할 수 있으며, 이때의 강도기준은 설계기준압축강도를 기준으로 하고 있음을 알려드립니다.

마. (질의2) 위 표에서 평균기온은 몇 년 치의 평균인지, 하루 평균기온은 몇 시간 단위로 측정한 값의 평균인지, 평균기온 데이터는 어디에서 참고하는지

(답변2) KCS 14 20 10(일반콘크리트) 2.2.2(배합강도) (5)의 표 2.2-1에서는 "콘크리트 타설일로부터 n일간의 예상평균기온의 범위(°C)"라고 명시하고 있습니다. 콘크리트 표준시방서에서는 하루평균기온의 정의에 대하여 정하고 있지 않으나, 하루평균기온 및 관련데이터는 기상청 기상자료 등을 활용할 수 있을 것으로 판단됩니다. 이에 따라, 하루 평균기온이 몇 년 치의 평균인지, 하루 평균기온은 몇 시간 단위로 측정한 값의 평균인지에 대해서는 기상청에 문의하여 주시기 바랍니다.

바. (질의3) 사용자가 품질기준강도(f_{cq})에 기온보정강도(T_n)을 적용하지 않고, 기온보정강도에 준하는 배합설계를 하여 배합강도(f_{cr})를 설정하여도 되는지(이 경우, 호칭강도(f_{cn})는 품질기준강도(f_{cq})가 됨)

(답변3) 우리부의 코드화된 콘크리트공사 표준시방서에서는 레디믹스트 콘크리트인 경우에는 품질기준강도(fcq)에 기온보정강도(Tn)를 더하여 호칭강도(fcn)로 주문하도록 정하고 있으며 한편, 현장 배치플랜트인 경우는 배합강도를 정할 때 호칭강도(fcn) 대신에 기온보정강도(Tn)가 고려된 품질기준강도(fcq)를 사용하는 것이 필요할 것으로 판단됩니다.

사. (질의3-1) 압축강도 등의 품질관리기준이 품질기준강도(fcq)인지, 배합강도(fcr)인지?

(답변3-1) KCS 14 20 10 : 2021(일반콘크리트) 표 3.5-3(압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사)에서는 압축강도에 의한 콘크리트의 품질 검사 시 "호칭강도로부터 배합을 정한 경우"의 판정기준은 "호칭강도", "그 밖의 경우"의 판정기준은 "품질기준강도"를 토대로 정하고 있음을 알려드립니다.

- 참고로 표 3.5-3의 "호칭강도품질기준강도부터 배합을 정한 경우"의 셀에 해당하는 줄에서 "호칭강도품질기준강도"는 "호칭강도"로, "그 밖의 경우"의 판정기준 셀에서 "호칭강도품질기준강도"는 "품질기준강도"로 개정할 예정임을 알려드립니다.

아. (질의4) 위 국토교통부 고시(KCS 14 20 10 : 2021)가 민간공사에 법적구속력이 있는지

(답변4) 「건설기술 진흥법」 제53조제1항, 같은 법 시행령 제87조제5항 및 별표 8 제5호 다 목의 6)에서는 "설계도서의 일부를 빠뜨리거나 관련 기준을 충족하지 못하여 재시공 또는 보수·보강(경미한 보수·보강은 제외한다)이 발생한 경우"에 인·허가기관의 장 등은 건설기술 용역업자 등에게 벌점을 주도록 되어 있는데, 이 법령의 세부적인 내용에 대해서는 우리 부의 건설안전과로 문의하시기 바랍니다.

4. 답변 내용에 대한 추가 설명이 필요한 경우 한국건설기술연구원(국가건설기준센터 ☎031-910-0419) 또는 우리 부 기술혁신과(백세영 ☎044-201-3569)로 문의하여 주시기 바라며, 관련 건설기준은 인터넷 홈페이지(www.kcsc.re.kr)에 공개되어 있으니 참고하시기 바랍니다. 감사합니다. 끝.

□ 한중콘크리트와 기온보정강도 질의

(질문)

국토교통부 고시 제 2021-185호 관련 질의입니다.

1. 개정된 콘크리트공사 표준시방서(KCS 14 20 00)내용 중, 일반콘크리트(KCS 14 20 10)의 <표 2.2-1 콘크리트 강도의 기온에 따른 보정값>의 <콘크리트 타설일부터 재령까지의 예상평균기온 범위>에는 4℃이상의 범위만 보정값을 정해 놓았습니다.

질의1) <콘크리트 타설일부터 재령까지의 예상평균기온 범위>4℃ 미만의 경우에는 한중콘크리트 관리 기준을 적용하여야 하는지, 아니면 다른 기준이 있는지 질의 드립니다.

2. 앞선 질의 내용(첨부3.1AA-2112-0272375)을 참조하여 임의의 도시(청주)에, 28일 재령기준으로 한중콘크리트 적용 기간 및 기온보정강도 적용 기간을 비교해 보았습니다. (첨부1,2)

- 평균기온 : 기상청의 기후평년값(최근 30년간의 누년평균값, 범정부 기후변화 대응정책 수립, 방재, 건설기준 설정 등 다양한 분야에서 기초자료로 활용되는 주요지표)

- 한중콘크리트 적용 : 한중콘크리트(KCS 14 20 40)의 하루 평균기온(4℃ 이하)

- 28일간의 예상평균기온 : 콘크리트 타설일로부터 28일간 예상평균기온

3. 그 결과는 다음과 같습니다.(첨부1,2 참고)

- ① 11월 30일~03월 02일, 하루평균기온 4℃ 이하, 한중콘크리트 적용
- ② 02월 18일~03월 09일, 28일간 예상평균기온(4℃ 이상~ 8℃미만), Tn=6MPa 적용
- ③ 03월 10일~04월 27일, 28일간 예상평균기온(8℃ 이상~18℃미만), Tn=3MPa 적용
- ④ 04월 28일~09월 17일, 28일간 예상평균기온(18℃ 이상), Tn=0

- ⑤ 09월 18일~10월 30일, 28일간 예상평균기온(8°C 이상~18°C 미만), Tn=3MPa 적용
- ⑥ 10월 31일~11월 14일, 28일간 예상평균기온(4°C 이상~ 8°C 미만), Tn=6MPa 적용
- ⑦ 11월 15일~11월 19일, 하루평균기온(4.3°C~7.5°C), 28일간 예상평균기온(1.2°C~3.9°C)

질의2) 위 기간 중 2월 18일~3월 2일은 ①한중콘크리트 적용기간과 ②Tn=6MPa 적용기간이 중첩됩니다. 이 경우, 적용기준은 한중콘크리트 적용을 따라야하는지, 기온보정강도를 적용해야 하는지, 사용자의 선택이 가능한지 질의 드립니다.

질의3) 위 기간 중 ⑦11월 15일~11월 29일은 하루평균기온 4°C 이상으로 한중콘크리트를 적용할 수 없고, 28일간 예상 평균기온은 1.2°C~3.9°C로 기온보정강도 또한 적용할 수 없습니다. 이 경우, 적용기준에 대해 질의 드립니다.

질의4) 위 검토 기준 중 평균기온(기상청의 기후평년값)의 적용은 적절한지 질의 드립니다.

(답변)

1. 안녕하십니까? 평소 국토교통행정에 많은 관심을 가져주신 데 대하여 감사드리며, 귀하께서 국민신문고를 통하여 제기하신 민원에 대해 아래와 같이 회신합니다.

2. 질의 및 답변

가. 답변에 앞서 시공은 관련법령과 당해공사 계약문서인 설계도면 및 공사시방서 등에 따라 수행하여야 하며, 만일 그 내용에 관하여 분쟁이 있을 경우 공사계약문서 등에 따라 발주자에게 통지하고 협의하여 처리하여야 함을 알려드리며, 참고로 우리 부의 표준시방서에 대하여 아래와 같이 안내드립니다.

나. (질의1) KCS 14 20 10 : 2021(일반콘크리트) 표 2.2-1(콘크리트 강도의 기온에 따른 보정값)의 "콘크리트 타설일로부터 n일간의 예상평균기온의 범위"가 4℃ 미만의 경우 한중콘크리트 관리기준을 적용하여야 하는지, 다른 기준이 있는지

(답변1) KCS 14 20 10 : 2021(일반콘크리트) 표 2.2-1(콘크리트 강도의 기온에 따른 보정값)에서는 "콘크리트 타설일로부터 n일간의 예상평균기온의 범위"가 4℃ 미만인 경우에 콘크리트 강도의 기온에 따른 보정값을 정하고 있지 않으나, 현장 여건을 고려하여 공사감독자의 판단에 따라 적절한 보정값을 정해 보정하는 것이 필요할 것으로 판단됩니다. 또한 KCS 14 20 40 : 2021(한중콘크리트) 1.1 (2)에서는 "하루평균기온이 4℃ 이하가 예상되는 조건일 때는 콘크리트가 동결할 우려가 있으므로 한중 콘크리트로 시공하여야 한다."라고 정하고 있으므로 이 기준을 적용하는 것이 필요합니다.

다. (질의2) 하루평균기온이 4℃ 이하이고, "콘크리트 타설일로부터 n일간의 예상평균기온의 범위"가 4℃ 이상~8℃ 미만인 경우에 한중콘크리트 기준을 따라야 하는지, 기온보정강도를 적용해야 하는지, 사용자의 선택이 가능한지

(답변2) 하루평균기온이 4℃ 이하일 경우에는 (답변 1)에서 언급한 것처럼 한중콘크리트로 시공하는 것이 필요합니다. 또한 KDS 14 20 40 : 2021(한중콘크리트) 2.2.2(배합) (3)에서는 "배합강도 및 물-결합재비는 KCS 14 20 10(2.2.2, 2.2.3)에 의하여 결정한다."라고 정하고 있으므로, KCS 14 20 10 : 2021(일반콘크리트) 표 2.2-1(콘크리트 강도의 기온에 따른 보정값)의 기준도 따르는 것도 필요합니다.

라. (질의3) 하루평균기온이 4℃ 이상이고, "콘크리트 타설일로부터 n일간의 예상평균기온의 범위"가 1.2℃~3.9℃인 경우에 어느 기준을 적용하여야 하는지

(답변3) 하루평균기온이 4℃ 이상일 경우에도 양생기간 중에 콘크리트가 5℃ 이하의 저온에 노출되면, 응결 및 경화반응이 상당히 지연되어 관리재령 내에 소정의 강도 발현이 이루어지지 않고, 이러한 시기에 시공된 구조물이 하중을 받는 경우 균열, 잔류변형 등의 문제가 생기기 쉬우므로, 한중 콘크리트로 시공하거나 적절한 보양을 실시함으로써 KCS 14 20 40 : 2021(한중 콘크리트) 3.4.1(초기양생) (4)에 따라서 콘크리트가 소요 압축강도가 얻어질 때까지 콘크리트의 온도를 5℃ 이상으로 유지하고, 소요 압축강도에 도달한 후에도 2일간은 구조물의 어느 부분이라도 0℃ 이상이 되도록 유지하는 것이 필요할 것으로 판단됩니다.

- 한편 "콘크리트 타설일로부터 n일간의 예상평균기온의 범위"가 1.2℃~3.9℃인 경우에는 (답변 1)에서 언급한 것처럼 콘크리트 강도의 기온에 따른 보정값을 정하고 있지 않으므로, **현장 여건을 고려하여 공사감독자의 판단에 따라 적절한 보정값을 정하여 보정하는 것이 필요할 것으로 판단됩니다.**

마. (질의4) 평균기온으로서 기상청의 기후평년값을 적용하는 것이 적절한지

(답변4) 평균기온에 대해서는 기상청의 기상자료 등을 활용할 수 있을 것으로 판단되며, 공사감독자의 검토를 거쳐 적용하는 것이 필요할 것입니다.

3. 답변 내용에 대한 추가 설명이 필요한 경우 한국건설기술연구원(국가건설기준센터 ☎031-910-0419) 또는 우리 부 기술혁신과(백세영 ☎044-201-3569)로 문의하여 주시기 바라며, 관련 건설기준은 인터넷 홈페이지(www.kcsc.re.kr)에 공개되어 있으니 참고하시기 바랍니다. 감사합니다. 끝.

<콘크리트 내구성 적용을 위한 건설안전협의체 참여기관>

충청북도(건축문화과), 충청남도(건축도시과), 청주시(건축디자인과), 세종시(건축과), 천안시(건축디자인과), 대전광역시 유성구(건축과), 진천군(건축디자인과), 보은군(지역개발과), 충주시(안전총괄과,허가민원과), 증평군(민원과), 음성군(건축과), 괴산군(균형개발과), 계룡시(도시건축과), 홍성군(허가건축과), 충북건축사회, 충남건축사회, 대전건축사회, 세종건축사회, 건축시공기술사협회, 건축구조기술사회(충청지회), 국토안전관리원(중부지사)