

KSKSKSKS
KSKSKSK
KSKSKS
KSKSK
KSKS
KSK
KS

KS F 4009

KS



레디믹스트 콘크리트

KS F 4009:2022

산업표준심의회

2022년 3월 4일 개정

KS F 4009:2022

심 의 : 건설 기술심의회

	성명	근무처	직	위
(회 장)	심종성	한양대학교	교수	수
(위 원)	강병근	건국대학교	교수	수
	김광우	서울대학교	교수	수
	김남희	서울대학교	교수	수
	김상철	한서대학교	교수	수
	김운형	경민대학교	교수	수
	김홍식	호남대학교	교수	수
	박준영	한국토지주택공사	선임연구위원	
	박태순	서울과학기술대학교	교수	수
	오상근	서울과학기술대학교	교수	수
	최수경	한서대학교	교수	수
	최용규	경성대학교	교수	수
	최중현	우송대학교	교수	수
(간 사)	정현우	국가기술표준원 표준정책국 기계융합산업표준과	사무관	

원안작성협력 : 콘크리트 전문위원회

	성명	근무처	직	위
(대표전문위원)	김상철	한서대학교	교수	수
(위 원)	김성욱	한국건설기술연구원	선임연구위원	
	이도현	공주대학교	교수	수
	이성로	목포대학교	교수	수
	양근혁	경기대학교	교수	수
	정상화	(재)한국건설생활환경시험연구원	본부장	장
	이광명	성균관대학교	교수	수
	박민용	(주)삼표	본부장	장
	송홍호	(주)천마콘크리트	대표이사	사
	류득현	유진기업(주)	전무	무
	염희남	한국표준협회	본부장	장
	김홍삼	한국도로공사	연구위원	원
	김용로	대림산업(주)	부장	장
	전명훈	LH한국토지주택공사	연구위원	원

표준열람 : e나라표준인증(<http://www.standard.go.kr>)

제정자 : 산업표준심의회 위원장 담당부처 : 산업통상자원부 국가기술표준원
 제정 : 1967년 10월 11일 개정 : 2022년 3월 4일
 심의 : 산업표준심의회 건설 기술심의회
 원안작성협력 : 콘크리트 전문위원회

이 표준에 대한 의견 또는 질문은 e나라표준인증 웹사이트를 이용하여 주십시오.

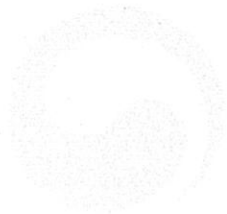
이 표준은 산업표준화법 제10조의 규정에 따라 매 5년마다 산업표준심의회에서 심의되어 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

목 차

머 리 말.....	iii
1 적용범위.....	1
2 인용표준.....	1
3 재료.....	2
3.1 시멘트.....	2
3.2 골재.....	2
3.3 물.....	2
3.4 혼화 재료.....	2
3.5 생산자 표시.....	2
4 종류.....	3
5 품질.....	4
5.1 강도.....	4
5.2 슬럼프.....	4
5.3 슬럼프 플로.....	4
5.4 공기량.....	4
5.5 염화물 함유량.....	5
6 용적.....	5
7 배합.....	5
8 제조.....	5
8.1 제조 설비.....	5
8.2 재료의 계량.....	6
8.3 혼합.....	7
8.4 운반 시간.....	7
8.5 품질관리.....	7
9 시험방법.....	7
9.1 시료 채취 방법.....	7
9.2 슬럼프 시험.....	8
9.3 슬럼프 플로 시험.....	8
9.4 공기량 시험.....	8
9.5 강도 시험.....	8
9.6 염화물 함유량.....	8
9.7 단위 용적 질량 시험.....	8
9.8 용적.....	8
10 검사.....	8
10.1 검사 범위.....	8
10.2 콘크리트의 강도 시험 횟수.....	9
10.3 슬럼프 시험, 슬럼프 플로 시험 및 공기량 시험.....	9
10.4 염화물 함유량 시험.....	9
10.5 지정 사항.....	9

KS F 4009:2022

11 보고	9
부속서 A (규정) 굳지 않은 콘크리트에서의 물의 염소 이온 농도 시험방법	13
A.1 적용범위.....	13
A.2 시료액	13
A.3 분석 방법	13
A.4 결과.....	13
부속서 B (규정) 레디믹스트 콘크리트의 혼합에 사용되는 물.....	14
B.1 적용범위.....	14
B.2 구분.....	14
B.3 용어와 정의.....	14
B.4 상수돗물.....	14
B.5 상수돗물 이외의 물	15
B.6 회수수	15
B.7 회수수를 혼합하여 사용하는 경우.....	15
B.8 물의 시험방법	15
KS F 4009:2021 해 설	23



Public Procurement
Service

머 리 말

이 표준은 산업표준화법 관련 규정에 따라 산업표준심의회 심의를 거쳐 개정한 한국산업표준이다.
이에 따라 KS F 4009:2021은 개정되어 이 표준으로 바뀌었다.

이 표준은 저작권법의 보호 대상이 되는 저작물이다.

이 표준의 일부가 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 이후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개
후의 실용신안등록출원에 저촉될 가능성이 있다는 것에 주의를 환기한다. 관계 중앙행정기관의 장과
산업표준심의회는 이러한 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 이후의 특허출원, 실용신안권 또는
출원공개 후의 실용신안등록출원에 관계되는 확인에 대하여 책임을 지지 않는다.



Public Procurement
Service

PPS100047 2023-05-04 09:28:14C713FBCC2ABA48789EA926C12218FECE

한국산업표준

KS F 4009:2022

㉔ 레디믹스트 콘크리트

Ready-mixed concrete

1 적용범위

이 표준은 다음 규정에 따라 제조되어 주문자에게 운반되는, 굳지 않은 콘크리트에 대하여 규정한다. 다만, 운반 후의 타설 및 양생에 대하여는 규정하지 않는다.

2 인용표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

- KS F 2401, 굳지 않은 콘크리트의 시료 채취 방법
- KS F 2402, 콘크리트의 슬럼프 시험방법
- KS F 2403, 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법
- KS F 2405, 콘크리트의 압축 강도 시험방법
- KS F 2408, 콘크리트의 휨 강도 시험방법
- KS F 2409, 굳지 않은 콘크리트의 단위 용적 질량 및 공기량 시험방법(질량 방법)
- KS F 2421, 압력법에 의한 굳지 않은 콘크리트의 공기량 시험방법
- KS F 2449, 굳지 않은 콘크리트 용적에 의한 공기량 시험방법
- KS F 2455, 모르타르와 굵은 골재 함유량 측정에 의한 굳지 않은 콘크리트의 변동성 시험방법
- KS F 2504, 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
- KS F 2515, 골재 중의 염화물 함유량 시험방법
- KS F 2527, 콘크리트용 골재
- KS F 2560, 콘크리트용 화학 혼화제
- KS F 2561, 철근 콘크리트용 방청제
- KS F 2562, 콘크리트용 팽창재
- KS F 2563, 콘크리트용 고로 슬래그 미분말
- KS F 2567, 콘크리트용 실리카 폼
- KS F 2594, 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 플로 시험방법
- KS I 3206, 공업용수의 시험방법
- KS L 5103, 길모어 칩에 의한 시멘트의 응결 시간 시험방법
- KS L 5105, 수경성 시멘트 모르타르의 압축 강도 시험방법

KS F 4009:2022

KS L 5201, 포틀랜드 시멘트

KS L 5210, 고로 슬래그 시멘트

KS L 5211, 플라이 애시 시멘트

KS L 5401, 포졸란 시멘트

KS L 5405, 플라이 애시

KS M 0013, 전기 화학적 분석 방법

KS Q 5002, 데이터의 통계적 기술

3 재료

3.1 시멘트

시멘트는 다음에 나타내는 표준에 적합한 것, 또는 이와 동등 이상의 것을 사용한다.

KS L 5201, KS L 5210, KS L 5211, KS L 5401

3.2 골재

골재는 깨끗하고 단단하며 내구적인 것으로 적당한 입도를 가지며, 점토덩어리, 유기물, 가늘고 긴 돌조각 등의 해로운 양을 포함해서는 안 되며, KS F 2527에 적합한 것 또는 이와 동등 이상의 것을 사용한다.

a) 천연 골재(잔골재)는 염분(NaCl)의 한도가 KS F 2515에 따라 시험하였을 때, 0.04 % 이하이어야 한다. 0.04 %를 초과한 것에 대해서는 주문자의 승인을 얻어야 한다. 다만, 그 한도는 0.1 %를 초과할 수 없다.

b) 2종 이상의 골재를 혼합해서 사용하는 경우는 KS F 2527의 품질 규정을 만족하여야 하며, 혼합 입도는 표 8, 혼합 입형은 표 4에 적합하여야 한다.

3.3 물

물은 부속서 B에 적합한 것을 사용한다. 다만, 고강도 콘크리트의 경우에는 회수수를 사용하여서는 안 된다.

3.4 혼화 재료

혼화 재료는 다음에 나타내는 표준에 적합한 것 또는 이와 동등 이상의 것으로, 콘크리트 및 강재에 해로운 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

KS F 2560, KS F 2561, KS F 2562, KS F 2563, KS F 2567, KS L 5405

또한, 혼화 재료를 사용하는 경우에는 종류 및 사용량에 대하여 구입자의 승인을 얻어야 한다.

3.5 생산자 표시

레디믹스트 콘크리트에 사용하는 시멘트, 골재, 혼화 재료는 그 산지를 표시하여, 배합표 또는 기타의 적절한 방법으로 구입자에게 알려야 한다.

4 종류

레디믹스트 콘크리트의 종류는 보통 콘크리트, 경량 콘크리트, 포장 콘크리트, 고강도 콘크리트로 하고, 굵은 골재의 최대 치수, 호칭 강도, 슬럼프 또는 슬럼프 플로를 조합한 표 1에 표시한 것으로 한다.

또한, 다음 사항은 구입자와 생산자가 협의하여 지정한다.

- a) 시멘트의 종류
- b) 골재의 종류 및 사용량
- c) 굵은 골재의 최대 치수
- d) 5.5에 정한 염화물 함유량의 상한값과 다른 경우는 그 상한값
- e) 호칭 강도를 보증하는 재령
- f) 표 4에 정한 공기량과 다른 경우는 그 값
- g) 경량 콘크리트의 경우는 콘크리트의 단위 용적 질량
- h) 콘크리트의 최고 또는 최저 온도
- i) 물-결합재비의 상한값
- j) 단위 수량의 상한값
- k) 단위 결합재량의 하한값 또는 상한값
- l) 유동화 콘크리트인 경우, 유동화 이전의 베이스 콘크리트에서 슬럼프 증대량

표 1 — 레디믹스트 콘크리트의 종류

콘크리트의 종류	굵은 골재의 최대 치수 mm	슬럼프 또는 슬럼프 플로 mm	호칭 강도 MPa														휨 4.0 ^a	휨 4.5 ^a
			18	21	24	27	30	33	35	40	45	50	55	60				
보통 콘크리트	20, 25	80, 120, 150, 180	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		210	-	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		500 ^b , 600 ^b	-	-	-	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	50, 80, 120, 150	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
경량 콘크리트	13, 20	80, 120, 150, 180, 210	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-
포장 콘크리트	20, 25, 40	25, 65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○	-
고강도 콘크리트	13, 20, 25	120, 150, 180, 210	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-
		500 ^b , 600 ^b , 700 ^b	-	-	-	-	-	-	-	○	○	○	○	○	-	-	-	-

^a 휨 4.0, 휨 4.5는 포장용 콘크리트에서 휨 호칭 강도를 의미한다.
^b 슬럼프 플로 값을 의미한다.

KS F 4009:2022

5 품질

레디믹스트 콘크리트의 강도, 슬럼프, 슬럼프 플로 및 공기량은 콘크리트 운반차의 배출 지점에서 다음 조건을 만족하여야 한다. 다만, 인수·인도 당사자 간의 협의에 따라 검사 지점을 조정하여 생산 공장에서 시료를 채취하여 시험하여도 좋다.

5.1 강도

레디믹스트 콘크리트의 강도는 9.5에 규정하는 강도 시험¹⁾을 한 경우, 다음 규정을 만족하여야 한다.

- 1회의 시험 결과는 구입자가 지정한 호칭 강도 값의 85 % 이상이어야 한다.
- 3회의 시험 결과 평균값은 구입자가 지정한 호칭 강도 값 이상이어야 한다.

5.2 슬럼프

슬럼프는 표 2에 따른다.

표 2 — 슬럼프의 허용 오차

단위: mm

슬럼프	슬럼프의 허용 오차
25	±10
50 및 65	±15
80 이상	±25

5.3 슬럼프 플로

슬럼프 플로는 표 3에 따른다.

표 3 — 슬럼프 플로의 허용 오차

단위: mm

슬럼프 플로	슬럼프 플로의 허용 오차
500	±75
600	±100
700 ^a	±100
^a 굵은 골재의 최대 치수가 13 mm인 경우에 한하여 적용한다.	

5.4 공기량

공기량은 표 4에 따른다.

1) 강도 시험에서 공시체의 재령은 지정이 없는 경우에는 28일, 지정이 있는 경우에는 구입자가 지정한 일수로 한다.

표 4 — 공기량의 허용 오차

단위: %

콘크리트의 종류	공기량	공기량의 허용 오차
보통 콘크리트	4.5	±1.5
경량 콘크리트	5.5	
포장 콘크리트	4.5	
고강도 콘크리트	3.5	

5.5 염화물 함유량

레디믹스트 콘크리트의 염화물 함유량은 염소 이온(Cl^-)량으로서 0.30 kg/m^3 이하로 한다. 다만, 구입자의 승인을 얻은 경우에는 0.60 kg/m^3 이하로 할 수 있다.

6 용적

레디믹스트 콘크리트의 용적은 배출 지점에서 납품서에 기재한 용적보다 작아서는 안 된다.

7 배합

- 레디믹스트 콘크리트의 배합은 4절에서 지정한 사항 및 5절에 정한 품질을 만족하고, 또한 10절에 규정한 검사에 합격하도록 생산자가 정한다.
- 생산자는 표 7에 표시된 레디믹스트 콘크리트 배합표를 구입자의 요구가 있을 때 구입자에게 제시하여야 한다. 제시는 원칙적으로 레디믹스트 콘크리트를 납품하기 전에 실시한다. 제시 방법은 문서에 의한 제시 외에도, 인터넷 게시 등의 전자 매체를 통한 방법도 활용할 수 있다.
- 생산자는 구입자의 요구가 있으면 배합 설계, 콘크리트에 함유된 염화물 함유량 등의 계산에 기초가 되는 자료를 제시한다.

8 제조

8.1 제조 설비

8.1.1 재료 저장 설비

- 시멘트의 저장 설비는 종류에 따라 구분하고, 시멘트의 풍화를 방지할 수 있어야 한다.
- 골재의 저장 설비는 종류, 품종별로 서로 혼합되지 않도록 한다. 바닥은 콘크리트 등으로 하고 배수 시설을 하며, 이물질이 혼입되지 않는 것으로 한다.
또한, 골재 저장 설비는 콘크리트 최대 출하량의 1일분 이상에 상당하는 골재량을 저장할 수 있는 크기로 한다.
- 골재의 저장 설비 및 저장 설비에서 배치 플랜트까지의 운반 설비는 균등한 골재를 공급할 수 있는 것이어야 한다.
- 혼화 재료의 저장 설비는 종류, 품종별로 구분하고, 혼화 재료의 품질에 변화가 생기지 않도록 한다.

2) 인공 경량 골재를 사용하는 경우에는 골재에 살수하는 설비를 갖춘다.

KS F 4009:2022

8.1.2 배치 플랜트

- a) 플랜트는 원칙적으로 각 재료를 위한 별도의 저장 시설을 구비한다.
- b) 계량기는 8.2에 규정하는 오차로 각 재료를 계량할 수 있는 정밀도를 가진 것으로 한다. 또한, 계량한 값을 위와 같은 정밀도로 지시할 수 있는 지시계를 구비하여야 한다.
- c) 모든 지시계는 작업원이 볼 수 있는 곳에 있고, 계량기는 작업원이 쉽게 조작할 수 있어야 한다.
- d) 계량기는 서로 배합이 다른 콘크리트의 각 재료를 연속적으로 계량할 수 있어야 한다.
- e) 계량기에는 잔골재의 표면수량에 따른 계량값의 보정을 쉽게 할 수 있는 장치가 구비되어 있어야 한다.
- f) 생산 설비 운영 프로그램(batch control program) 수정 시, 수정 내역을 전자 서명과 함께 기록 관리해야 한다.

8.1.3 믹서

- a) 믹서는 고정 믹서로 한다.
- b) 믹서는 소정 슬럼프의 콘크리트를 8.3 b)에 따라 규정한 용량으로 혼합할 때, 각 재료를 충분히 혼합시켜 균일한 상태로 배출할 수 있어야 한다³⁾.

8.1.4 운반차

- a) 콘크리트 운반차는 트럭 믹서나 트럭 애지테이터를 사용한다. 운반차는 혼합한 콘크리트를 충분히 균일하게 유지하여 재료 분리를 일으키지 않고, 쉽고도 완전하게 배출할 수 있는 것이어야 하며, 콘크리트의 1/4과 3/4의 부분에서 각각 시료를 채취⁴⁾하여 슬럼프 시험을 하였을 경우, 양쪽의 슬럼프 차가 30 mm 이내가 되어야 한다.
- b) 덤프 트럭은 포장 콘크리트 중 슬럼프 25 mm의 콘크리트를 운반하는 경우에 한하여 사용할 수 있다. 덤프 트럭의 적재함 바닥은 평활하고 방수가 되어야 하며, 필요에 따라 비바람 등에 대한 보호를 위해 방수 덮개를 갖춘 것으로 한다. 또한, 콘크리트 표면의 1/3과 2/3인 부분에서 각각 시료를 채취하여 슬럼프 시험을 하였을 경우, 그 양쪽의 슬럼프 차가 20 mm 이내가 되어야 한다.

8.2 재료의 계량

- a) 시멘트, 골재, 물 및 혼화 재료는 각각 별도의 계량기로 계량한다.
- b) 액상 혼화제는 미리 계량하여 물과 혼합해도 좋다.
- c) 혼화제의 경우, 주문자의 허락이 있으면 포대 수로 계량해도 좋다. 다만, 1포대 미만인 경우에는 반드시 질량으로 계량한다.
- d) 각 재료에 대한 측정 단위와 계량 오차는 표 5와 같다.

3) 믹서는 소정 용량을 소정 시간에 혼합하여 KS F 2455에 따라 시험한 값이 다음에 표시한 값 이하이면, 콘크리트를 균등하게 혼합시킬 성능을 가지고 있다고 생각해도 좋다.

콘크리트 중 모르타르와 단위 용적 질량의 차 0.8 %

콘크리트 중 단위 굵은 골재 양의 차 5 %

4) 이 경우에는 출하되는 콘크리트 흐름의 개개 부분의 절단면을 끊도록 하여 시료를 채취한다.

표 5 — 재료의 계량 오차

재료의 종류	측정 단위	1회 계량 분량의 한계 오차
시멘트	질량	- 1 %, + 2 %
골재	질량	± 3 %
물	질량 또는 부피	- 2 %, + 1 %
혼화재	질량	± 2 %
혼화제	질량 또는 부피	± 3 %

e) 계량 오차의 계산은 다음 식에 의해 산정하고, KS Q 5002에 의해 정수로 끝맺음한다.

$$m_0 = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100$$

여기에서

- m_0 : 계량 오차(%)
 m_1 : 목표 1회 계량 분량
 m_2 : 저울에 의한 계측값

8.3 혼합

- a) 레디믹스트 콘크리트는 8.1.3에 규정하는 믹서로 공장 내에서 균일하게 혼합한다.
 b) 콘크리트의 혼합량 및 혼합 시간은 KS F 2455에서 규정한 시험을 하여 결정한다.

8.4 운반 시간

- a) 레디믹스트 콘크리트의 운반은 8.1.4에 규정하는 운반차로 한다.
 b) 트럭 애지데이터나 트럭 믹서를 사용할 경우, 콘크리트는 혼합하기 시작하고 나서 1.5시간 이내에 공사 지점에 배출할 수 있도록 운반한다. 다만, 주문자의 지시가 있을 때에는 운반 시간의 한도를 단축 또는 연장할 수 있다⁵⁾.
 c) 덤프 트럭으로 콘크리트를 운반하는 경우, 운반 시간의 한도는 혼합하기 시작하고 나서 1시간 이내에 공사 지점에 배출할 수 있도록 운반한다.

8.5 품질관리

- a) 생산자는 5절에 규정하는 레디믹스트 콘크리트의 품질을 보증하기 위해 필요한 품질관리를 실시한다.
 b) 생산자는 구입자의 요구가 있으면 품질관리의 시험 결과를 제시하여야 한다.

9 시험방법

9.1 시료 채취 방법

시료 채취 방법은 KS F 2401에 따른다. 다만, 배출 지점에서 유동화 콘크리트 공법을 적용하기 위해 베이스 콘크리트의 품질 검사 시료를 트럭 애지데이터에서 채취하는 경우, 트럭 애지데이터를 30초 고

5) 예를 들면, 더운 여름철에는 운반 시간의 한도를 짧게 하는 것이 좋다.

KS F 4009:2022

속 교반 12 rpm ~ 15 rpm 후 최초로 배출되는 콘크리트 약 50 L를 제외한 후, 콘크리트 흐름의 전 횡단면에서 전 시료를 채취한다.

9.2 슬럼프 시험

슬럼프 시험은 KS F 2402에 따른다.

9.3 슬럼프 플로 시험

슬럼프 플로 시험은 KS F 2594에 따른다.

9.4 공기량 시험

공기량의 시험은 KS F 2409, KS F 2421 또는 KS F 2449 중 하나에 따른다.

9.5 강도 시험

압축 강도 시험은 KS F 2403 및 KS F 2405에, 휨 강도 시험은 KS F 2403 및 KS F 2408에 따른다. 압축 강도 시험 시, 언본드 캐핑을 이용하는 경우에는 공시체 상단의 단면에 적용한다.

9.6 염화물 함유량

콘크리트에 포함된 염화물 양은 굳지 않은 콘크리트 중 물의 염소 이온 농도와 배합 설계에 사용된 단위 수량을 곱하여 구한다. 굳지 않은 콘크리트 중 물의 염소 이온 농도 시험은 **부속서 A**에 따른다. 다만, 레디믹스트 콘크리트의 공정관리·제품관리·현장관리 또는 당사자 간의 협의에 의한 시험을 위해서는 간편법으로, 정밀도가 확인된 염분 함유량 측정 방법에 따를 수 있다. **10.4**의 염화물 함유량 검사를 하기 위한 염소 이온의 농도 시험은 구입자의 승인을 얻어 정밀도가 확인된 염분 함유량 측정기에 따를 수 있다.

9.7 단위 용적 질량 시험

단위 용적 질량 시험은 KS F 2409에 따른다.

9.8 용적

콘크리트의 용적은 그 배치의 전체 질량을 단위 용적 질량으로 나누어 구한다. 배치의 전체 질량은 배치에 혼합되는 전체 재료(물을 포함한다.)를 합하여 계산하거나, 콘크리트 배출 전후의 운반차 질량의 차로부터 계산한다.

슬럼프 120 mm 이상의 콘크리트에 대하여 운반차의 용기나 적재 호퍼 등으로 콘크리트의 용적을 구할 수 있을 때는 그 방법을 콘크리트의 용적 측정에 사용할 수 있다.

10 검사

10.1 검사 항목

검사는 강도, 슬럼프, 슬럼프 플로, 공기량 및 염화물 함유량에 대하여 하고, 합격 여부를 판정한다.

6) 표 7 레디믹스트 콘크리트 배합표에 나타난 값으로 한다.

10.2 콘크리트의 강도 시험 횟수

콘크리트의 강도 시험 횟수는 450 m^3 를 1로트로 하여 150 m^3 당 1회의 비율로 한다. 다만, 인수·인도 당사자 간의 협정에 따라 검사 로트의 크기를 조정할 수 있으며, 9.5의 시험을 하여 5.1의 규정에 적합하면 합격으로 한다.

1회의 시험 결과는 임의의 1개 운반차로부터 채취한 시료로 3개의 공시체를 제작하여 시험한 평균값으로 한다.

10.3 슬럼프 시험, 슬럼프 플로 시험 및 공기량 시험

4절의 규정에 따라 주문자가 지정한 사항 중, 슬럼프 시험 또는 슬럼프 플로 시험 및 공기량 시험은 필요에 따라 9.2 또는 9.3 및 9.4에 따라 실시한다. 5.2 또는 5.3 및 5.4의 규정에 각각 적합하다면 합격으로 한다.

그러나 이 시험에서 슬럼프 또는 슬럼프 플로 및 공기량 중 한 가지가 허용 범위를 벗어나는 경우에는, 9.1에 따라 동일 차량에서 시료를 다시 채취하여 1회에 한하여 9.2 또는 9.3 및 9.4에 따라 시험을 실시하고, 그 결과가 5.2 또는 5.3 및 5.4의 규정에 적합하면 합격으로 한다.

10.4 염화물 함유량 시험

콘크리트에 포함된 염화물 함유량의 검사 방법은 인수·인도 당사자 간의 협의에 따라 정하고, 결과가 5.5의 규정에 적합하면 합격으로 한다.

10.5 지정 사항

4절에 규정한 사항 중 구입자가 지정한 사항은 인수·인도 당사자 간의 협의에 따라 검사한다.

11 보고

- a) 생산자는 운반할 때마다 매차 단위로 납품서를 주문자에게 제출하여야 한다. 납품서의 표준 양식은 표 6에 따른다. 납품서를 전자문서로 제출할 경우, 인수/출하 확인 서명은 전자서명으로 실시한다.
- b) 7절 b) 및 7절 c)의 규정에 따른 배합표의 표준 서식은 표 7에 따른다.

KS F 4009:2022

표 6 — 레디믹스트 콘크리트 납품서

레디믹스트 콘크리트 납품서																	
														No.			
														년 월 일			
귀하														제조 회사명 · 공장명			
납 품 장 소																	
운 반 차 번 호																	
납품 시각	출발	시										분					
	도착	시										분					
납 품 용 적		m ³				누 계		m ³									
호칭 방법	콘크리트의 종류에 따른 구분	굵은 골재의 최대 치수에 따른 구분 mm			호칭 강도 MPa		슬럼프 또는 슬럼프 플로 mm			시멘트 종류에 따른 구분							
시방 배합표 (kg/m ³)																	
시멘트	시멘트	물	회수수	잔골재	잔골재	잔골재	굵은 골재	굵은 골재	굵은 골재	혼화재	혼화재	혼화재	혼화재	혼화재	혼화재		
①	②			①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③		
물-결합재비 ^a						%			잔골재율						%		
지정 사항 ^b																	
비고																	
인수자 확인					출하계 확인												
^a 물-결합재비의 경우에는 혼화재를 사용하지 않고, 시멘트만을 쓰는 경우에는 $\frac{\text{물}}{\text{시멘트}}$ 의 질량의 백분율로 계산하여 기입한다.																	
^b 지정 사항란에는 레디믹스트 콘크리트 구입 시 특별히 지정된 사항을 기입한다. 또한, 플라이 애시, 고로 슬래그 미분말, 실리카 폼 등의 혼화재를 사용할 경우에는 종류 및 사용량을 기입하여야 하며, 여기에서 사용량은 질량에 의한 치환율을 의미한다. 혼합 시멘트와 혼화 재료를 병용해서 사용할 경우에는 병용하는 혼화 재료의 사용 비율을 명기한다.																	
$\text{※ 치환율} = \frac{\text{혼화재}}{\text{시멘트} + \text{혼화재}} \times 100\%$																	

B5(182 mm × 257 mm)

KS F 4009:2022

표 7 — 레디믹스트 콘크리트 배합표

															No	
															년 월 일	
															귀하	
															제조 회사명 · 공장명	
															배합 계획자명	
공사 명칭																
소재지																
납품 예정 시간																
배합 설계 조건																
호칭 방법	콘크리트 종류에 의한 구분				굵은 골재의 최대 치수에 의한 구분(mm)				호칭 강도 MPa		슬럼프 또는 슬럼프 플로(mm)					
지정 사항 ^a	단위 용적 질량		kg/m ³		공기량								%			
	콘크리트의 온도		최고 · 최저		℃		호칭 강도를 보증하는 재령						일			
	물-결합재비의 상한값				%		단위 결합재량의 하한값 또는 상한값						kg/m ³			
	유동화 베이스 콘크리트의 슬럼프 증대량												mm			
사용 재료 ^b																
재료	제품명	종류	산지 ^b		조립률 또는 실적률 ^c	밀도		잔골재의 염화물량	혼화제의 특성 ^d	기타 사항						
			제조국 또는 도시명	생산 공장명		절건	표건									
시멘트	①				—											
	②				—											
	③				—											
잔골재	①															
	②															
	③															
	④															
굵은 골재	①															
	②															
	③															
혼화제	①				—											
	②				—											
	③				—											
	④				—											
혼화제	①				—	—										
	②				—	—										
	③				—	—										
사용수	사용한 물의 종류		종류:	pH:	회수수 사용 여부 ^e 사용() 불사용()		회수수 사용 비율 ^e : %									
배합표(kg/m ³) ^f																
시멘트	시멘트	물	회수수	잔골재	잔골재	잔골재	굵은 골재	굵은 골재	굵은 골재	혼화제	혼화제	혼화제	혼화제	혼화제	혼화제	
①	②			①	②	③	①	②	③	①	②	③	①	②	③	
물-결합재비 ^g		%		잔골재율		%		콘크리트에 포함된 염화물 함유량(염소 이온)		kg/m ³ 이하						
비고																

A4(210 mm × 297 mm)

KS F 4009:2022

표 7 — 레디믹스트 콘크리트 배합표(계속)

- | | |
|---|--|
| a | 호칭 방법란 이외에 특별히 지정된 사항을 기입한다. |
| b | 배합 설계에 사용한 재료에 대하여 기입한다. 산지는 재료별로 공장이 소재하는 시·군·구 등 도시명 및 생산 공장의 상호를 기입한다. |
| c | 잔골재에 대해서는 조립률의 값을, 굵은 골재의 경우 및 부순 굵은 골재인 경우는 입자 모양 판정 실적률을, 기타는 조립률의 값을 기입한다. |
| d | 혼화재 중 플라이 애시의 경우에는 강열 감량 및 분말도를, 고로 슬래그 미분말 및 실리카 폼의 경우에는 비표면적(분말도)을 기입한다. |
| e | 사용 또는 불사용에 “○”로 표시하고, 전체 사용 수량에 대한 투입한 회수수 양의 백분율로 계산하여 기입한다. |
| f | 골재에 대한 보통 골재인 경우에는 표면 건조 포화 상태의 질량, 인공 경량 골재인 경우에는 절대 건조 상태의 질량을 표시한다. |
| g | 물-결합재비는 혼화재를 사용한 경우로, $\frac{\text{물}}{\text{시멘트} + \text{혼화재}}$ 의 질량의 백분율로 계산하여 기입한다. |

부속서 A (규정)

굳지 않은 콘크리트에서의 물의 염소 이온 농도 시험방법

A.1 적용범위

이 부속서는 아직 굳지 않은 콘크리트에 함유된 염화물량을 구하기 위해 콘크리트에서 물의 염소 이온 농도를 분석하기 위한 방법에 대하여 규정한다.

A.2 시료액

A.2.1 시료액은 염화물량을 구하기 위해 굳지 않은 콘크리트의 대표적인 시료에서 분석에 필요한 양을 채취한다.

A.2.2 콘크리트의 대표적인 시료는 KS F 2401에 따라 채취한다.

A.2.3 시료액은 굳지 않은 콘크리트에 의해 분리된 모르타르로부터 피펫 또는 원심 분리에 의해 채취하거나, 또는 이들 콘크리트 또는 모르타르의 윗면에 떠오른 불리딩수로 한다.

A.3 분석 방법

시료액의 염소 이온 분석은 KS I 3206의 33절[염화물 이온(Cl^-)]에 규정된 흡광 광도법, 질산은 적정법, 이온 전극법, 또는 KS M 0013에 준한 염소 이온 선택 전극을 사용한 전위차 적정법에 따른다.

비고 분석 방법에 따라서는 방해 이온이 존재하기 때문에 그 영향에 대하여 고려할 필요가 있다. 또한, 질산은 적정법에 따를 경우, 그 지시약에 크롬산포타슘을 사용해도 좋다.

A.4 결과

분석 결과는 질량 퍼센트로 소수점 이하 셋째 자리까지 구한다.

시험은 동일 시료에 대하여 2회 하고, 그 평균값을 소수점 이하 둘째 자리까지 구한다.

KS F 4009:2022

부속서 B (규정)

레디믹스트 콘크리트의 혼합에 사용되는 물

B.1 적용범위

이 부속서는 레디믹스트 콘크리트의 혼합에 사용되는 물(이하 물이라 한다.)에 대하여 규정한다.

B.2 구분

물은 상수돗물, 상수돗물 이외의 물 및 회수수로 구분한다.

B.3 용어와 정의

이 부속서의 용어와 정의는 다음과 같다.

- a) **상수도 이외의 물** 하천수, 호숫물, 저수지수, 지하수 등으로서 상수돗물로서의 처리가 되어 있지 않은 물 및 공업용수를 말하며, 회수수는 제외한다.
- b) **회수수** 레디믹스트 콘크리트 공장에서 운반차, 플랜트의 믹서, 호퍼 등에 부착된 콘크리트 및 현장에서 되돌아오는 레디믹스트 콘크리트를 세척하여 잔골재, 굵은 골재를 분리한 세척 배수(이하 콘크리트의 세척 배수라 한다.)로서, 슬러지수 및 상징수의 총칭
- c) **슬러지수** 콘크리트의 회수수에서 상징수를 일부 활용하고 남은 슬러지를 포함한 물
- d) **상징수** 슬러지수에서 슬러지 고형분을 침강 또는 기타 방법으로 제거한 물
- e) **슬러지** 슬러지수가 농축되어 유동성을 잃어버린 상태의 것.
- f) **슬러지 고형분** 슬러지를 105 °C ~ 110 °C에서 건조시켜 얻어진 것.
- g) **단위 슬러지 고형분** 1 m³의 콘크리트 배합에 사용되는 슬러지 고형분량을 단위 결합재량으로 나눠 질량 백분율로 표시한 것.

B.4 상수돗물

상수돗물은 시험을 하지 않아도 사용할 수 있다.

또한, 수도법에 따른 상수돗물의 품질을 표 B.1에 참고로 표시한다.

표 B.1 — 수돗물의 품질

시험 항목	허용량
색도	5도 이하
탁도(NTU)	0.3 이하
수소 이온 농도(pH)	5.8 ~ 8.5
중발 잔류물(mg/L)	500 이하
염소 이온(Cl ⁻)량(mg/L)	250 이하
과망간산포타슘 소비량(mg/L)	10 이하

B.5 상수돗물 이외의 물

상수돗물 이외의 물의 품질은 **B.8.1**의 시험방법에 따라 시험하여 표 B.2에 표시하는 기준에 적합하여야 한다. 다만, 수도법의 수질 기준에 따라 상수돗물의 품질을 만족시키고 있는 경우에는 상수돗물에 준하여도 좋다.

표 B.2 — 상수돗물 이외의 물의 품질

항목	품질
현탁 물질의 양	2 g/L 이하
용해성 증발 잔류물의 양	1 g/L 이하
염소 이온(Cl^-)량	250 mg/L 이하
시멘트 응결 시간의 차	초결은 30분 이내, 종결은 60분 이내
모르타르의 압축 강도비	재령 7일 및 재령 28일에서 90 % 이상

B.6 회수수

B.6.1 품질

회수수의 품질은 **B.8.2**의 시험방법에 따라 시험하여 표 B.3에 표시한 기준에 적합하여야 한다. 다만, 처음 사용한 물은 **B.4** 또는 **B.5**의 규정에 적합하여야 한다.

표 B.3 — 회수수의 품질

항목	품질
염소 이온(Cl^-)량	250 mg/L 이하
시멘트 응결 시간의 차	초결은 30분 이내, 종결은 60분 이내
모르타르의 압축 강도비	재령 7일 및 28일에서 90 % 이상

B.6.2 단위 슬러지 고형분율의 한도

회수수를 사용하였을 경우, 단위 슬러지 고형분율이 3.0 %를 초과하면 안 된다.

참고 레디믹스트 콘크리트를 배합할 때, 회수수 중에 함유된 슬러지 고형분은 물의 질량에는 포함되지 않는다.

B.7 회수수를 혼합하여 사용하는 경우

물을 혼합하여 사용하는 경우, 각각 **B.4** ~ **B.6**의 규정에 적합하여야 한다.

B.8 물의 시험방법

B.8.1 상수돗물 이외의 물인 경우

B.8.1.1 시험 항목

시험 항목은 다음과 같다.

KS F 4009:2022

- a) 현탁 물질의 양
- b) 용해성 증발 잔류물의 양
- c) 염소 이온(Cl^-)량
- d) 시멘트 응결 시간의 차
- e) 모르타르의 압축 강도비

B.8.1.2 시험용 기구

B.8.1.1의 a) 및 b)에 사용하는 시험용 기구는 다음과 같다.

- a) 시료를 넣는 용기는 유리제 용기 또는 뚜껑 달린 폴리에틸렌병으로서 충분히 세척한 것을 사용한다.
- b) 분석에 사용하는 기구는 삼각 플라스크 2개(200 mL 및 100 mL 각 1개), 유리 용기 1개, 증발접시 1개(지름 약 100 mm ~ 200 mm), 시계접시 1개(지름 100 mm ~ 200 mm), 비커 1개(500 mL), 은 박지, 데시케이터 1개, 화학 천칭 1개, 정온 건조기 1개로 한다.

B.8.1.3 시료

시료는 다음에 따른다.

- a) 시험 용수는 시료병에 가득 채워 윗면에 공기가 없는 상태로 하여, 깨끗한 마개로 밀봉하여 채취 후 7일 이내에 시험한다.
- b) 1회의 시험을 위해 채취하는 물의 양은 약 4 L로 한다.
- c) 우물물을 시험 용수로 채취하는 경우에는 어느 정도 퍼올린 후의 물을 시험 용수로서 채취한다. 하천, 호수, 저수지 등에서 채취하는 경우에는 하루에 여러 번 채취하여, 같은 양을 서로 혼합한 후 대표 시료로 한다.

B.8.1.4 현탁 물질량의 시험

현탁 물질량의 시험은 다음에 따른다.

a) 조작

- 1) 유리 여과기 속에 거름종이를 깔고 105 °C ~ 110 °C로 건조시켜 데시케이터 속에서 상온까지 냉각시킨 후, 유리 여과기와 거름종이의 질량(W_1)을 0.01 g까지 측정한다.
- 2) 시험 용수 200 mL를 메스플라스크로 달고, 전량을 여과시켜 잔분을 여과기와 함께 105 °C ~ 110 °C로 건조시켜 데시케이터 내에서 상온까지 냉각시킨 후, 유리 여과기와 거름종이에 잔분 및 거름종이의 질량(W_2)을 0.01 g까지 측정한다. 여과액은 B.8.1.5에 사용한다.

- b) 계산 다음 식에 의해 현탁 물질의 양(S_d)을 산출하고, KS Q 5002에 따라 소수점 이하 첫째 자리에서 끝맺음한다.

$$S_d = (W_2 - W_1) \times 5$$

여기에서

S_d : 현탁 물질의 양(g/L)

W_1 : 유리 여과기와 거름종이의 질량(g)

W_2 : 유리 여과기와 거름종이 잔분 및 거름종이의 질량(g)

B.8.1.5 용해성 증발 잔류물량의 시험

용해성 증발 잔류물량의 시험은 다음에 따른다.

a) 조작

- 1) 잘 세척한 증발접시를 $105^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$ 에서 건조시켜 데시케이터 내에서 상온까지 냉각시킨 후, 그 질량(W_3)을 0.01 g까지 측정한다.
- 2) B.8.1.4 a) 2)에서 현탁 물질을 제거한 여과액 100 mL를 삼각플라스크에서 채취한 후, 증발접시에 옮긴다.
- 3) 증발접시 위에 시계접시를 조금 움직여 뚜껑을 한 뒤, 물중탕에서 가열하여 증발 건조시킨 후 $105^{\circ}\text{C} \sim 110^{\circ}\text{C}$ 에서 건조시키고 데시케이터 내에서 상온까지 냉각시킨 후 그 질량(W_4)을 0.01 g까지 측정한다.

- b) 계산 다음 식에 의해 용해성 증발 잔류물의 양(S_s)을 산출하고, KS Q 5002에 따라 소수점 이하 첫째 자리에서 반올림한다.

$$S_s = (W_4 - W_3) \times 10$$

여기에서

- S_s : 용해성 증발 잔류물의 양(g/L)
 W_3 : 증발접시의 건조 질량(g)
 W_4 : 증발 건조물과 증발접시의 질량(g)

B.8.1.6 염소 이온량의 시험

부속서 A에 규정하는 시험방법에 따른다.

B.8.1.7 시멘트 응결 시간 차의 시험

시멘트 응결 시간 차의 시험은 다음에 따른다.

- a) 시험방법 시험은 시험 용수 및 기준수⁷⁾를 사용하여 KS L 5103에 따른다. 다만, 기준수를 사용한 경우와 상수돛물 이외의 물을 사용한 경우, 서로 같은 물-시멘트비로 한다.
- b) 계산 초결 시간 및 종결 시간은 분 단위로 표시하고, 다음 식에 따라 초결 시간의 차 및 종결 시간의 차를 산출한다.

$$T_i = |T_{i0} - T_{is}|$$

$$T_f = |T_{f0} - T_{fs}|$$

여기에서

- T_i : 초결 시간의 차(분)
 T_{i0} : 기준수를 사용한 경우의 초결 시간(분)
 T_{is} : 상수돛물 이외의 물을 사용한 경우의 초결 시간(분)
 T_f : 종결 시간의 차(분)
 T_{f0} : 기준수를 사용한 경우의 종결 시간(분)

7) 증류수, 이온 교환 수지로 정제한 물 또는 상수돛물

KS F 4009:2022

T_{fs} : 상수돗물 이외의 물을 사용한 경우의 종결 시간(분)

B.8.1.8 모르타르의 압축 강도비의 시험

모르타르 압축 강도비의 시험은 KS L 5105에 의한 방법(A법), 또는 지름 50 mm, 높이 100 mm의 실린더 공시체에 의한 방법(B법) 중 어느 한 방법을 사용한다.

A방법에 의한 경우는 e)에 따르며, B방법에 의한 시험은 다음과 같다.

a) 시험용 기구

- 1) 저울은 용량 2 000 g 이상으로 0.5 g까지 계량할 수 있는 것으로 한다.
- 2) 믹서의 용량은 4.7 L 이상이어야 한다. 패들이 회전하는 전동식 믹서에서 패들의 회전수는 저속인 경우의 자전은 (140 ± 5) rpm, 공전은 약 62 rpm, 고속인 경우의 자전은 (285 ± 10) rpm, 공전은 약 125 rpm으로 한다.
- 3) 실린더 몰드는 안지름 50 mm, 높이 100 mm의 금속제 원통으로 한다.
- 4) 다짐봉은 지름 9 mm의 둥근 봉으로 한다.

c) 시험 조건 공시체의 성형에서 침수까지의 시험실 온도는 10 °C ~ 25 °C로 한다. 다만, 성형 개시부터 종료까지의 온도 변화는 4 °C 이내이어야 한다.

c) 시험에 사용하는 재료

- 1) 시멘트는 포틀랜드 시멘트를 사용한다.
- 2) 모래는 통상 공장에서 사용하는 모래를 표면 건조 포화 상태로 하여 사용한다. 모래를 표면 건조 포화 상태로 하는 것은 KS F 2504에 따른다.

d) 조작

- 1) 믹서통과 패들을 장치하고, 믹서통에 시험 용수 400 g을 넣고 시멘트 800 g을 가하여 저속으로 40초간 반죽 혼합시킨다. 그 사이에 표면 건조 포화 상태로 된 모래를 서서히 넣는데, 이때 투입하는 모래의 양은 미리 모르타르의 플로⁸⁾가 190 ± 5 가 되는 것을 확인하여야 한다. 다음 20초간 쉬고, 그 사이에 스크레이퍼로 믹서 통과 패들에 부착된 모르타르를 떨어뜨린다. 그 후, 다시 고속으로 2분간 모르타르를 반죽 혼합한다. 시험 용수 대신에 기준수를 사용한 경우에도 같은 방법으로 하고, 각각 2배치의 모르타르를 만든다.

참고 투입시킨 모래의 양은 하천사인 경우, 2 000 g ~ 2 500 g 정도이다.

- 2) 이 모르타르를 2층으로 나누어 실린더 몰드에 가득 채우고 각 층을 다짐봉으로 25회 다진다. 다짐봉으로 다진 후 몰드를 가볍게 두드려 다짐 구멍이 없어지도록 한다. 이렇게 하여 각 배치의 모르타르에서 각각 4개의 공시체를 만든다.
- 3) 몰드에 모르타르를 가득 채우고 나서 4시간 이후 캐핑하고, 24시간 이후에 꺼내어 압축 강도 시험을 할 때까지 양생한다. 또한, 캐핑 및 양생은 KS F 2403에 따른다.
- 4) 공시체를 만들고 나서 7일 또는 28일 후에 각각 4개의 공시체에 대해 압축 강도 시험을 한다. 또한, 압축 강도 시험은 KS F 2405에 따른다.

e) 계산 다음 식에 따라 모르타르의 압축 강도의 비(R)를 산출한다.

8) 모르타르의 플로 시험은 KS L 5105에 따른다.

$$R = \frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{co}} \times 100$$

여기에서

R : 모르타르의 압축 강도의 비(%)

σ_{co} : 기준수를 사용한 모르타르의 재령 7일 또는 28일에서의 압축 강도(MPa)

σ_{cr} : 상수돛물 이외의 물을 사용한 모르타르의 재령 7일 또는 28일에서의 압축 강도(MPa)

B.8.1.9 보고

상수돛물 이외의 물의 시험 결과 보고에는 다음 사항을 기재한다.

- a) 하천수, 호숫물, 저수지수, 지하수 등의 차이
- b) 현탁 물질의 양
- c) 용해성 증발 잔류물의 양
- d) 염소 이온(Cl^-)량
- e) 시멘트 응결 시간의 차
 - 1) 기준수를 사용한 경우의 초결 시간 또는 종결 시간
 - 2) 상수돛물 이외의 물을 사용한 경우의 초결 시간 또는 종결 시간
 - 3) 1) 및 2) 양쪽의 초결 시간 또는 종결 시간의 차
- f) 모르타르의 압축 강도비
 - 1) 시험방법의 차이(B.8.1.8의 A법 또는 B법의 차이)
 - 2) 기준수를 사용한 경우의 압축 강도(재령 7일 또는 28일)
 - 3) 상수돛물 이외의 물을 사용한 경우의 압축 강도(재령 7일 또는 28일)
 - 4) 기준수를 사용한 모르타르의 압축 강도에 대한 상수돛물 이외의 물을 사용한 모르타르 압축 강도의 비

B.8.2 회수수인 경우

B.8.2.1 시험 항목

시험 항목은 다음과 같다.

- a) 염소 이온(Cl^-)량
- b) 시멘트 응결 시간의 차
- c) 모르타르 압축 강도의 비
- d) 단위 슬러지 고형분율

B.8.2.2 시료

KS F 4009:2022

시료는 다음에 따른다.

- a) 슬러지수는 레디믹스트 콘크리트 공장의 청수 저장조와 슬러지 침전조에서 대표적인 시료를 각각 채취하여, 사용 비율대로 혼합 후 신속하게 시험한다.
- b) 상징수는 레디믹스트 콘크리트 공장의 상징수 침전소에서 시료병에 가득 채워, 윗면에 공기가 없는 상태로 하여 깨끗한 마개로 밀봉하여 두고 채취 후 7일 이내에 시험을 한다.

B.8.2.3 염소 이온(Cl^-)량 시험

염소 이온(Cl^-)량의 시험은 부속서 A에 규정하는 시험방법에 따른다.

B.8.2.4 시멘트 응결 시간 차 시험

시멘트 응결 시간 차의 시험은 다음에 따른다.

- a) **시험방법** 시험은 B.8.1.7의 시험방법에 따라 한다. 다만, 슬러지수는 B.8.2.6의 시험방법으로 구한 농도가 4.5 %⁹⁾인 것을 사용한다. 상징수는 그 상태로 사용한다. 즉, 기준수를 사용하는 경우와 회수수를 사용하는 경우에는 동일한 물-시멘트비로 한다.
- b) **계산** 초결 시간 및 종결 시간은 분 단위로 표시하고, 다음 식에 따라 초결 시간의 차 및 종결 시간의 차를 산출한다.

$$T'_i = |T_{io} - T'_{is}|$$
$$T'_f = |T_{fo} - T'_{fs}|$$

여기에서

- T'_i : 초결 시간의 차(분)
 T_{io} : 기준수를 사용한 경우의 초결 시간(분)
 T'_{is} : 회수수를 사용한 경우의 초결 시간(분)
 T'_f : 종결 시간의 차(분)
 T_{fo} : 기준수를 사용한 경우의 종결 시간(분)
 T'_{fs} : 회수수를 사용한 경우의 종결 시간(분)

B.8.2.5 모르타르 압축 강도비의 시험

모르타르 압축 강도비의 시험은 다음에 따른다.

- a) **시험방법** 시험은 B.8.1.8의 시험방법에 따라 한다. 다만, A법에 의한 경우의 기준수는 상수돗물로 338 g, 슬러지수인 경우에는 B.8.2.6의 시험방법으로 구한 농도가 4.5 %로 조정된 것으로 354 g¹⁰⁾, 상징수인 경우에는 338 g으로 한다.

또한, B법에 의한 경우에 기준수는 상수돗물 400 g, 슬러지수인 경우에는 B.8.2.6의 시험방법으로 구한 농도가 4.5 %로 조정된 것으로 419 g, 상징수인 경우에는 400 g으로 한다.

- b) **계산** 다음 식에 따라 모르타르 압축 강도비(R')를 산출한다.

9) 이 슬러지수 중의 고형분은 수량에 포함하지 않는다.

10) 이 경우의 슬러지수는 슬러지 고형분을 포함한 값이다.

$$R' = \frac{\sigma_{cr}'}{\sigma_{co}} \times 100$$

여기에서

R' : 모르타르 압축 강도비(%)

σ_{co} : 기준수를 사용한 모르타르의 재령 7일 또는 28일에서의 압축 강도(MPa)

σ_{cr}' : 회수수를 사용한 모르타르의 재령 7일 또는 28일에서의 압축 강도(MPa)

B.8.2.6 단위 슬러지 고형분을 시험

단위 슬러지 고형분을 시험은 다음에 따른다.

a) 시험용 기구

- 1) 저울은 용량 1 000 g 이상으로 0.1 g까지 계량할 수 있는 것으로 한다.
- 2) 건조용 용기는 약 500 mL를 용해하는 데 충분한 것으로 한다.
- 3) 삼각플라스크 500 mL
- 4) 비커 500 mL

b) 시료 대표적 슬러지수 약 5 L를 채취하여 이것을 시료로 한다.

c) 조작

- 1) 시료를 잘 저으면서 건조용 용기에 약 500 mL를 분취하여 그 질량(W)을 0.1 g까지 측정한다.
- 2) 이것을 건조기에 넣어 105 °C ~ 110 °C에서 일정 질량이 될 때까지 건조시킨다. 실온까지 그 질량(S)을 0.1 g까지 측정한다.

d) 계산 다음 식에 따라 단위 슬러지 고형분율(P)을 산출하고, KS Q 5002에 따라 소수점 이하 둘째 자리에서 반올림한다.

$$P = \frac{S}{W} \times 100$$

여기에서

P : 단위 슬러지 고형분율(%)

W : 단위 결합재량(kg)

$$S_s : \text{슬러지 고형분량(kg)} = \frac{W_s \times C_s}{100}$$

여기에서

W_s : 1 m³ 배합에 사용하는 슬러지수 질량(kg)

C_s : 슬러지 농도(%)

다음 식에 따라 슬러지 농도(C_s)를 산출하고, KS Q 5002에 따라 소수점 이하 둘째 자리에서 반올림한다.

$$C_s = \frac{S}{W} \times 100 - 0.2$$

여기에서

W : 슬러지수 질량(g)

KS F 4009:2022

S : 건조 후 슬러지 질량(g)

참고 상징수의 용해성 분량의 평균은 0.2 %이다.

B.8.2.7 보고

회수수 시험 결과 보고에는 다음 사항을 기재한다.

- a) 슬러지수, 상징수의 구별
- b) 염소 이온량
- c) 시멘트 응결 시간의 차
 - 1) 기준수를 사용할 경우의 초결 시간 또는 종결 시간
 - 2) 회수수를 사용한 경우의 초결 시간 또는 종결 시간
 - 3) 1) 또는 2)의 양쪽 초결 시간 또는 종결 시간의 차
- d) 모르타르 압축 강도의 비
 - 1) 시험방법의 구별(B.8.1.8의 A법 또는 B법의 구별)
 - 2) 기준수를 사용한 경우의 압축 강도(재령 7일 및 28일)
 - 3) 회수수를 사용한 경우의 압축 강도(재령 7일 및 28일)
 - 4) 기준수를 사용한 모르타르 압축 강도에 대한 회수수를 사용한 모르타르 압축 강도의 비
- e) 단위 슬러지 고형분율

KS F 4009:2022

해설

이 해설은 이 표준과 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

1 서론

레디믹스트 콘크리트가 우리나라에 도입되어 시판되기 시작한 것은 1965년 7월이다. 레디믹스트 콘크리트의 한국산업표준(KS)은 이 새로운 산업을 육성하려는 의도에서 산업표준화법에 따라 1967년 11월에 제정되었다. 당시는 서울 서빙고에 1개 공장이 가동되고 있었으며, 기술 도입 초기 단계에 따른 생산 실적과 경험이 부족하여 KS는 일본공업표준 JIS A 5308과 ASTM Designation C94-48(Standard Specification for Ready Mixed Concrete)를 기초하여 제정되었다.

그 후 비약적 발전으로 2006년 12월 현재 전국에 약 870여 개 공장이 가동되고 있으며, 2005년 말 기준 약 130 000 000 m³가 넘는 레미콘이 생산되고 있다.

이러한 과정에서 표준에 대한 기술적 검토를 거듭하여 개정이 이루어졌으며, 그 동안 중요한 개정 내용은 다음과 같다.

1) 1982년 개정

- 콘크리트의 종류는 A종, B종에서 강도의 호칭 강도로 구분하였다.
- 배합 조건에 따른 설계 기준을 변경하였다.

2) 1985년 개정

- 콘크리트의 내구성 향상을 위하여 공기량을 규정하였다.
- 잔골재의 염화물량 함유량을 규정하였다.

3) 1994년 개정

- 표준품과 특수품의 구분을 삭제하였다.
- 국제 단위계(SI)로 전환하였다.
- 콘크리트 펌프 사용 시, 슬럼프 15 cm 이상을 사용하도록 명시하였다.

4) 1999년 개정

- 국제 단위계(SI)로 전환함에 따라, 종래 단위계와 국제 단위계를 2002년 12월 31일까지 한시적으로 병행 표기하였다.
- 슬럼프 10 cm를 폐지하였다.
- 포장용 콘크리트에 굵은 골재 최대 치수 20 mm 또는 25 mm도 사용할 수 있도록 휨 강도를 규정하였다.
- 콘크리트 펌프를 이용하여 타설 시 슬럼프 15 cm 이상의 사용 규정을 삭제하였다.
- 유동화 콘크리트의 베이스 콘크리트에 대한 관련 항목을 추가하였다.

5) 2003년 개정

- 사용 골재의 종류에 KS F 2543, KS F 2583을 추가하였다.
- 혼화 재료 종류의 나열과 혼화 재료 관련 KS 표준의 명시는 삭제되었으며, 혼화 재료에 대하여 관련 한국산업표준에 정하고 있는 경우에는 표준에 적합한 것을 사용하도록 명시하였고, 혼화 재료를 사용할 경우에는 구입자의 승인을 얻도록 하였다.
- 호칭 강도 16 MPa의 콘크리트는 사용 실적이 거의 없으므로 삭제하였다.
- 고강도의 사용 증가로 고강도 콘크리트를 추가하여 45 MPa, 50 MPa를 새로이 표준품으로 지정하였다.
- 호칭 강도 35 MPa, 40 MPa의 경우, 굵은 골재 최대 치수 20 mm, 25 mm, 슬럼프 21 cm도 콘크

KS F 4009:2022

리트 종류에 추가하였다.

- 국제 단위로 전환 과정에서 레디믹스트 콘크리트의 종류를 표 1과 표 2로 병행 표시하던 것을 종래의 단위와 수치는 사용하지 않고 국제 단위만 사용하였다.
- 국제 단위의 본격적인 사용에 따라 원문의 모든 단위를 수정하였다.
- 슬럼프의 허용 범위를 슬럼프 21 cm일 경우, ± 2.5 cm로 수정하였다.
- 허용차의 문구를 허용 오차로 수정하여 표기하였다.
- 재료의 계량에서 재료에 따른 계량 오차를 표 4로 정리하고, 계량의 한계 오차 계산식을 규정하였다.
- 레디믹스트 콘크리트 납품서의 지정 사항에 플라이 애시, 고로 슬래그 미분말 등을 사용할 경우, 그 종류 및 사용량을 기입하도록 하였다.

6) 2004년 개정

- 3. 재료에 시멘트, 골재 및 혼화 재료에 대한 산지를 국가, 도시, 제조 공장으로 표시하여 구입자에게 명확하게 알리도록 규정하였다.
- 표 5의 납품서 지정 사항에 혼화재 사용 시 기록 방법을 구체적으로 규정하고, 치환율을 나타내는 식을 첨가해서 사용량에 대한 이해를 확실히 하고자 하였다.
- 표 6의 배합 보고서 사용 재료에 시멘트의 산지를 표기하도록 규정하고, 골재, 혼화 재료 등 다양한 사용에 맞추어 배합 보고서 양식을 개정하였다. 또한, 혼화재의 주요 특성인 강열 감량 또는 분말도를 기입하고, 회수수 사용 여부 및 그 사용 비율과 물-결합재비를 기입하도록 하였다.

7) 2006년 개정

- 인용표준에 KS F 2573(콘크리트용 순환 골재)을 추가하였다.
- 레디믹스트 배합 보고서 내용을 구입자가 생산자와 협의하여 지정하도록 수정하였다.
- 콘크리트의 종류를 보통·경량·포장·고강도 등 4종류로 구분하였다.
- 고강도 사용 증가로 55 MPa, 60 MPa 표준을 추가하였으며, 40 MPa를 고강도 콘크리트로 분류하였다.
- 휨 4.0 MPa, 4.5 MPa를 포장 콘크리트로 분류하였다.
- 슬럼프 단위를 cm에서 mm로 개정하였다.
- 슬럼프 플로 500 mm, 600 mm, 700 mm 규정을 추가하였다. 슬럼프 플로 700 mm의 경우, 굵은 골재 최대 치수 15 mm인 경우로 하였다.
- 고강도 콘크리트 공기량을 $(3.5 \pm 1.5) \%$ 로 추가하였다.
- 물-시멘트 비, 물-결합재비와 단위 시멘트량, 단위 결합재량을 각각 동등한 의미로 규정하였다.
- 콘크리트 강도 시험 횟수는 450 m^3 를 1로트로 규정하였다.
- 품질 규정 중, 검사 지점은 당사자 간의 협의에 따라 생산 공장에서도 시료를 채취하여 시험할 수 있도록 규정하였다.
- 슬럼프, 슬럼프 플로, 공기량 시험 중 한 가지가 허용 범위를 벗어나는 경우, 동일 차량에서 새로운 시료를 채취하여 1회에 한하여 재시험을 실시함을 규정하였다.
- 레디믹스트 콘크리트 납품서의 지정 사항에 혼합 시멘트를 사용할 경우, 비율을 명기하도록 하였다.

8) 2016년 개정

- 기존 골재 관련 표준인 KS F 2526, KS F 2527, KS F 2534, KS F 2543, KS F 2544, KS F 2568, KS F 2573, KS F 2583, KS F 2790, KS F 4571의 10종으로 구성되어 있는 KS 표준을 하나의 통합 표준으로 KS F 2526이 통합되었다.
- 골재 관련 표준이 통합된 표준인 KS F 2526의 품질을 만족할 수 있도록 규정하였다.

9) 2021년 개정

- 불량 레미콘 근절을 위한 노력의 일환으로 국토교통부와 국가기술표준원과의 수 회에 걸쳐 진행된 논의 결과에 따라 8.1.2에 생산 설비 운영 프로그램을 수정할 경우, 수정 내역을 전자 서명과 함께 기록 및 관리하도록 문구를 추가하였다. 여기서 생산 설비 운영 프로그램은

재료의 계량, 장비 관련 프로그램 등 생산에 필요한 설비에 적용되는 프로그램을 포함한다.

- 인용표준의 수정 및 삭제 등을 통한 최신화를 실시하였다.
- 굵은 골재 최대 치수를 콘크리트 표준 시방서에 따라 15 mm에서 13 mm로 개정하였다.

10) 2022년 개정

- 납품서의 전자문서 제출 방식을 추가하였다.
- 보통/경량 콘크리트 33 MPa 품목을 추가하였다.

이하 본문의 조항 번호에 따라 해설한 것이다.

1. 적용범위

- a) 이 표준은 규정에 따라 레디믹스트 콘크리트 공장 내에서 충분히 혼합한 후, 주문자에게 운반차로 배출 지점까지 운반되는 굳지 않은 콘크리트에 대하여 규정한다.
- b) 이 표준은 일반 콘크리트 구조물에 사용되는 보통, 경량, 포장, 고강도 콘크리트를 대상으로 규정한 것으로서, 이 표준에 규정된 수준과 다른 특수 수준을 필요로 하는 콘크리트에 대한 특별한 고려는 하지 않았다.
- c) 또한, 이 표준은 배출 지점에 배달된 시점의 레디믹스트 콘크리트에 대하여 규정한 것으로, 운반 후 구입자에 의해 실시된 운반(콘크리트 펌프 등), 타설, 양생 등 시공에 관한 사항 및 공사 현장에서 유동화에 대해서는 규정하지 않는다.

3. 재료

3.1 시멘트

시멘트는 종전과 마찬가지로 KS에 규정된 시멘트는 모두 사용할 수 있다.

3.2 골재

골재의 사용 종류를 KS F 2526, KS F 2527, KS F 2534, KS F 2543, KS F 2544, KS F 2583으로 규정하였으나, 이번 개정에서는 KS F 2573을 추가하였다.

또한, 2종 이상의 골재를 혼합해서 사용하는 경우의 혼합 입도는 KS F 2526, 혼합 입형은 KS F 2527에 적합하여야 하고, 혼합 전 각 골재의 품질은 해당 KS 표준의 품질 규정을 만족하여야 하는 것으로 하였다. 다만, KS F 2573은 사용 경험이 적고 순환 골재의 품질이 안정되어 있지 않기 때문에, 사용 전에 사용자와 생산자 간의 충분한 협의를 거쳐 사용하도록 하며, 골재 사용량의 20 % ~ 30 % 이하를 사용하는 것이 콘크리트의 품질 안전을 위하여 바람직하다. 또한, 다른 종류의 골재를 혼합해서 사용하는 경우에는 혼합한 골재의 종류 및 그 비율과 혼합 방법, 사용량을 표시하도록 하였다.

3.3 혼화 재료

콘크리트의 혼화 재료는 종류가 많고, 그 사용 방법과 효과도 다양하기 때문에 품질과 사용 실적을 잘 검토하여 콘크리트나 강재에 나쁜 영향을 미치지 않는 것을 선정하여야 하며, 현재 KS 표준에서 정하고 있는 혼화 재료는 다음과 같다.

KS F 2560(콘크리트용 화학 혼화제)

KS F 2561(철근 콘크리트용 방청제)

KS F 2562(콘크리트용 팽창제)

KS F 2563(콘크리트용 고로 슬래그 미분말)

KS F 4009:2022

KS F 2567(콘크리트용 실리카 폼)
KS L 5405(플라이 애시)

또한, 혼화 재료를 사용하는 경우에는 구입자의 승인을 얻어야 한다.

4 종류

레디믹스트 콘크리트의 종류는 보통 콘크리트, 경량 콘크리트, 포장 콘크리트, 고강도 콘크리트로 하고, 굵은 골재의 최대 치수, 슬럼프, 슬럼프 플로 및 호칭 강도를 조합하여 표 1에 규정하였다.

휨 강도 4.00 MPa, 4.50 MPa은 포장용 콘크리트로 새로이 분류하였으며, 표준은 종래와 마찬가지로 굵은 골재 최대 치수 20 mm, 25 mm, 40 mm를 모두 사용할 수 있고, 슬럼프도 25 mm, 65 mm로 동일하게 규정하였다. 그리고 슬럼프 25 mm인 레미콘은 덤프 트럭으로 운반할 수 있다.

40 MPa 이상은 고강도 콘크리트로 분류하여, 슬럼프 120 mm, 150 mm, 180 mm, 210 mm, 슬럼프 플로 500 mm, 600 mm를 정하고, 굵은 골재 최대 치수 15 mm, 20 mm, 25 mm로 규정하였다. 또한, 슬럼프 플로의 700 mm는 콘크리트 재료 분리를 고려하여 15 mm 골재에 적용하도록 규정하였다.

고강도 콘크리트의 경우는 현재 그 수요가 계속 늘어가는 추세이므로, 이를 새로이 표준품으로 규정하여 사용의 활성화와 고강도 증가 추이를 반영하였다. 표준 외 품의 콘크리트인 경우, 굵은 골재 최대 치수, 슬럼프, 슬럼프 플로, 단위 수량의 결정은 콘크리트 구조 설계 기준과 콘크리트 표준 시방서 등의 규정을 적용하여 구입자와 생산자 간에 충분한 토의를 거친 후 결정하여야 한다.

본문에서 강도의 구분으로 '호칭 강도'라는 용어를 사용하는데, 이는 구조물 설계에서 사용되는 '설계 기준 강도'나 배합 설계 시 사용되는 '배합 강도'와는 구분되는 것으로서, 설계 기준 강도와 배합 강도가 레디믹스트 콘크리트의 품질을 표시하는 데 적절하지 않은 점을 고려하여 호칭 강도라는 용어를 사용하는 것이다.

설계 기준 강도란 콘크리트 구조 설계 기준의 경우는 '구조 계산에서 기준으로 하는 콘크리트의 압축 강도'라 정의하고 있으며, 콘크리트 표준 시방서의 경우에는 '콘크리트 부재의 설계에 있어서 기준으로 한 압축 강도를 말하고, 일반적으로 재령 28일의 압축 강도를 기준으로 한다.'고 정의하고 있다. 또한, 배합 강도란 '콘크리트의 배합을 정할 때 목표로 하는 압축 강도로, 품질의 표준 편차 및 양생 온도 등을 고려하여 설계 기준 강도에 할증한 것'이라 정의한다.

1996년의 KS 규정에서는 호칭 강도를 설계 기준 강도와 동일시하고 있는데 이는 아주 특별한 경우에만 해당하는 것으로서, 다음과 같이 일반적인 경우에는 설계 기준 강도보다 더 큰 강도로서 호칭 강도를 정하게 된다.

- 콘크리트 구조 설계 기준 또는 콘크리트 표준 시방서의 내구성을 기본으로 하여 물-시멘트비(물-결합재비)를 적용받을 경우
- 콘크리트 구조 설계 기준 또는 콘크리트 표준 시방서의 물-시멘트비(물-결합재비) 최댓값, 또는 단위 시멘트량(단위 결합재량)의 최솟값 규정을 적용받을 경우
- 콘크리트 표준 시방서의 한중·서중·매스·수밀 콘크리트 및 특수한 고려를 요하는 콘크리트에 관한 규정을 적용받을 경우
- 건축 공사 표준 시방서의 기온에 따른 보정값 규정을 적용받을 경우

이상과 같이 설계 기준은 시방서의 제한 사항에 의해 호칭 강도는 설계 기준 강도보다 더 커지고, 표 1의 레디믹스트 콘크리트의 종류에 해당하는 강도를 호칭 강도로 정하게 된다. 다음 보기는 위의

네 항에 해당하는 예를 서술한 것이다.

- 보기 1** 설계 기준 강도 21 MPa인 콘크리트가 관련 기준 또는 지방서의 내구성을 고려한 규정으로부터 물-시멘트비(물-결합재비)의 최댓값이 55 %로 제한되는 경우, 설계 기준 강도 21 MPa를 만족시키는 콘크리트는 레디믹스트 콘크리트 공장에서 표 1 ~ 표 4를 만족시키기 위해 물-시멘트비(물-결합재비)가 60 % 밖에 될 수 없다면, 관련 기준 또는 지방서의 물-시멘트비 규정을 만족시킬 수 없게 되며, 내구성 규정에 따라 물-시멘트비(물-결합재비) 55 % 이하가 되는 배합을 선정해야 한다. 이 경우, 배합 중에 물-시멘트비(물-결합재비)가 55 %와 일치하는 호칭 강도가 없는 경우에는 물-시멘트비(물-결합재비) 55 % 이하로서, 이에 가장 가까운 호칭 강도를 선정한다.
- 보기 2** 콘크리트 구조 설계 기준 및 콘크리트 표준 지방서의 물-시멘트비(물-결합재비) 최댓값 또는 단위 시멘트량(단위 결합재량)의 최소가 규정되어 있는 경우, 그 규정을 준수하는 것이 설계 기준 강도보다 큰 강도로 될 때, 위 설명과 같이 결정된 큰 강도값이 호칭 강도가 된다.
- 보기 3** 콘크리트 표준 지방서의 한중·서중·매스·수밀 콘크리트 및 기타 특수한 고려를 요하는 콘크리트에 관한 규정을 준수하는 것이 설계 기준 강도보다 큰 강도로 될 때, 위의 설명과 같이 결정된 큰 강도값이 호칭 강도가 된다.
- 보기 4** 구입자가 기온에 따른 강도 보정을 고려하여 호칭 강도를 정하는 경우, 설계 기준 강도 21 MPa의 레디믹스트 콘크리트에서 기온에 따른 보정값을 3 MPa로 하면 지정 강도는 24 MPa가 된다. 이 경우, 구입자는 호칭 강도 24 및 그 적용 기간을 생산자에게 지정한다. 생산자는 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 의 수중 양생 시험 결과로 24 MPa의 강도를 보증하면 된다. 또 생산자는 지정된 기간을 배합 보고서에 기입한다.

슬럼프 210 mm에 대해서 보통 콘크리트에서는 수중 콘크리트(현장 타설 철근 콘크리트 말뚝, 또는 철근 콘크리트 지중벽)에 적용할 수 있는 호칭 강도의 것으로 제한되어 있다. 이것은 공사 현장에서 보통 콘크리트의 슬럼프가 모두 180 mm 이하로 규정된 점 및 슬럼프 시험의 시료 채취 장소가 통상 배출 지점으로 규정되어 있기 때문이다.

또한, 수중 콘크리트인 경우, 설계 기준 강도는 일반적으로 24 MPa ~ 30 MPa로 하는 예가 많기 때문이다.

레디믹스트 콘크리트는 콘크리트의 종류, 굵은 골재 최대 치수, 호칭 강도 및 슬럼프에 대하여 표 1과 같이 구분한 것 중 ○표한 것으로서, 구입자는 이들 조합으로부터 필요한 것을 지정한다. 구입자는 또 a) ~ m)에 나타낸 사항을 생산자와 협의한 후 지정하며, a) ~ d)는 산업표준으로 지정되었으므로 특별한 연구 결과를 통해 인정되지 않을 경우를 제외하고는, 이 표준에서 정하는 범위로 지정하도록 하였다.

- a) **시멘트 종류** 표 1에서는 시멘트 종류를 규정하고 있지 않기 때문에, 구입자는 시공하는 구조물의 종류, 시공 방법 등을 고려하여 콘크리트 지방서 등을 참고하여 시멘트의 종류를 지정한다.
- b) **골재의 종류 및 사용량** 골재는 지역성이 있어서 입수할 수 있는 골재의 종류가 한정되어 있기 때문에, 골재의 종류(인공 경량 골재의 경우에는 명칭)를 지정할 때에는 사전에 생산자와 잘 협의할 필요가 있다. 또한, 이 경우에 2종류 이상의 골재를 혼합 사용하는 것도 가능하며, 혼합하는 골재의 종류 및 그 비율과 혼합 방법, 사용량을 표시하도록 한다.
- c) **굵은 골재의 최대 치수** 표 1 중에서 굵은 골재 최대 치수를 지정한다. 그 이외의 굵은 골재를 사용하는 경우에는 표준 외품이 된다.

KS F 4009:2022

- d) **혼화 재료의 종류 및 사용량** 시공 조건 등의 이유로 특정 혼화 재료를 필요로 하는 경우, 구입자는 그 종류와 상품 및 사용량을 지정한다.
- e) **5.5에 정한 염화물 함유량의 상한값과 다른 경우, 그 상한값** 레디믹스트 콘크리트에 함유된 염화물 함유량의 한도는 5.5에 규정되어 있는데, 이와 다른 염화물량의 한도를 필요로 하는 경우에는 그 값을 정할 수 있다. 이 경우에 양자는 사전에 충분히 협의하여 그 한도를 만족시킬 가능성을 검토하여 두는 것이 필요하다. 5.5의 한도와 다른 값을 정할 필요가 있는 경우로는, 특히 높은 내구성이 요구되는 철근 콘크리트 구조물, 부식의 가능성이 있는 철근 콘크리트 구조물 등이 있다. 한편 0.60 kg/m³ 이상의 값을 정할 수 있는 경우로는 무근 콘크리트 등이 있다.
- f) **호칭 강도를 보증하는 재령** 공사의 성질상 재령 28일 이외의 재령을 강도의 기준 재령으로 할 필요가 있는 경우, 예를 들면, 재령 7일 또는 재령 91일에서 호칭 강도의 값을 필요로 하는 경우에는 그 재령을 지정한다.
- g) **표 4에서 정한 공기량과 다른 경우는 그 값** 레디믹스트 콘크리트에 함유되는 공기량의 한도는 5.4에 규정되어 있는데, 내구성 등의 이유로 이와 다른 공기량을 필요로 하는 경우에는 그 값을 정할 수 있다. 레디믹스트 콘크리트에 공기량을 필요로 하지 않을 경우에는 필요치 않다고 지정한다. 이 경우, 구입자와 생산자는 사전에 충분히 협의하여 그 한도를 만족시킬 가능성을 검토하여 두는 것이 필요하다.
- h) **경량 콘크리트의 경우에는 콘크리트 단위 용적 질량** 경량 콘크리트인 경우에는 기전 상태 또는 균지 않은 콘크리트의 단위 용적 질량을 지정한다.
- i) **콘크리트의 최고 또는 최저 온도** 콘크리트 표준 시방서에서 한중 콘크리트, 서중 콘크리트, 매스 콘크리트 등의 규정이 적용되는 경우에는 콘크리트의 최고 온도 또는 최저 온도를 지정한다.
- j) **물-시멘트비 또는 물-결합재비의 상한값** 콘크리트 구조 설계 기준 또는 콘크리트 표준 시방서 등의 규정을 적용하며, 물-시멘트비 또는 물-결합재비의 한도를 정할 필요가 있는 경우에는 그 상한값을 지정한다.
- k) **단위 수량의 상·하한값** 콘크리트 구조 설계 기준 또는 콘크리트 시방서 등의 규정을 적용하여 단위 수량의 한도를 정할 필요가 있는 경우에는 그 하한값 또는 상한값을 지정한다.
- l) **단위 시멘트량 또는 단위 결합재량의 하한값 또는 상한값** 콘크리트 구조 설계 기준 또는 콘크리트 시방서 등의 규정을 적용하여, 단위 시멘트량 또는 단위 결합재량의 한도를 정할 필요가 있는 경우에는 그 하한값 또는 상한값을 지정한다.
- m) **유동화 콘크리트의 경우, 유동화 이전의 베이스 콘크리트에서 슬럼프 증대량** 구입자가 공사 현장에서 유동화제를 첨가하여 유동화하는 경우, 유동화제에 의한 슬럼프 증대량을 지정하도록 하였다. 이 경우에 구입자는 베이스 콘크리트의 슬럼프 값과 슬럼프 증대량을 지정한다. 또한, 구입자가 동시에 알칼리 골재 반응의 억제 방법으로 알칼리 총량에 의한 방법을 지정하는 경우에는, 알칼리 총량의 계산에 유동화제로부터 혼입되는 알칼리량(kg/m³)을 포함시킬 필요가 있기 때문에 그 양을 생산자에게 통지한다.

5. 품질

레디믹스트 콘크리트의 품질은 애지테이터 트럭에서 또는 현장 반입 지점의 인수 검사 지점에서 만족하여야 한다. 검사 지점에 대하여 당사자 간 협의에 의해 검사 지점을 배출 지점 또는 생산 공장

에서 시험하여도 좋다.

5.1 강도

호칭 강도값은 유효 숫자 3단위로 한 강도값(MPa=N/mm²)을 명확히 하기 위하여, 호칭 강도에 소수 점을 붙여 소수점 1자리를 0으로 하여 MPa(=N/mm²)로 표시하도록 하였고, 휨 4.0, 휨 4.5는 4.00 MPa(=N/mm²), 4.50 MPa(=N/mm²)로 한다.

표준값은 KS의 다른 제품 표준과 같이 한계값에 의해 표현하였기 때문에, 소위 품질보증의 조건을 나타내고 있다.

- 1) 1회의 시험 결과라도 호칭 강도의 값보다 매우 낮은 결과가 되거나, 또 과도하게 높은 배합 강도가 얻어지는 결과가 되지 않도록 종합적인 관점에서 최소 보증 강도를 호칭 강도값의 85 %로 정한다.
- 2) 이 규정은 레디믹스트 콘크리트의 3회 시험 결과의 평균값이 호칭 강도의 값보다 작지 않은 것을 보증하기 위한 것이다.

레디믹스트 콘크리트의 평균 강도는 시험 횟수를 많이 할수록 높은 정밀도로 판정할 수 있지만, 경제성을 고려하여 3회로 한다.

또한, 참고로 외국의 레디믹스트 콘크리트 표준에서 강도에 관한 규정을 나타내면 해설 표 1과 같다.

5.2 ~ 5.3 슬럼프 또는 슬럼프 플로

슬럼프 또는 슬럼프 플로의 허용차는 지정된 슬럼프, 슬럼프 플로 값에 따라 다르다. 이것은 이 규정에 표시된 슬럼프, 슬럼프 플로의 각 범위에서 수량의 변화에 따른 슬럼프의 변화 및 시험치의 변동이 다르기 때문이다. 슬럼프 플로 700 mm의 경우에는 굵은 골재 최대 치수 15 mm의 경우로 한정하였고, 재료 분리를 고려하여 지정하였다.

5.4 공기량

공기량의 허용차를 ±1.5 %로 하고, 콘크리트의 종류 증가에 따른 포장 콘크리트, 고강도 콘크리트의 규정을 추가하였으며, 또한 고강도 콘크리트의 경우에 시방서 기준을 감안하여 3.5 %로 한다.

해설 표 1 — 외국의 레디믹스트 콘크리트 표준 등에서의 강도에 관한 규정

국가 (표준명)	콘크리트 강도에 관한 규정의 개요
미국 (ASTM)	- 콘크리트의 연속한 3회 강도 시험치의 평균이 설계 기준 강도 이상일 것. - 콘크리트의 각 시험치는 설계 기준 강도보다 3.5 MPa 이하여서는 안 될 것.
영국 (BS)	4개의 연속한 압축 강도의 평균값이 해설 별표 1의 등급 C20 이상인 경우, 설계 기준 강도에 3 MPa를 합한 값 이상일 것. - 또한, 등급 C7.5로부터 C15인 경우에는 2 MPa를 합한 값 이상일 것. - 어떤 압축 강도의 시험 결과도 등급 C20 이상인 경우, 설계 기준 강도로부터 3 MPa를 뺀 값보다 작지 않을 것. - 또한, 등급 C7.5로부터 C15인 경우에는 2 MPa를 뺀 값보다 작지 않을 것.
독일 (DIN)	3개의 연속한 입방 공시체 각 조의 압축 강도의 평균값이 적어도 해설 별표 2의 4열의 값에, 또는 각 입방 공시체의 압축 강도가 적어도 3열의 값에 도달할 것. - 같은 배합, 같은 제조 공정의 경우, 9개의 연속한 입방 공시체 중 1개는 해설 별표 2의 3

KS F 4009:2022

	열의 값보다 최고 20 % 작아도 좋다. 이 경우, 연속한 입방 공시체의 평균값은 적어도 해설 별표 2 의 4열의 값을 만족해야 한다.
프랑스 (NF)	1배치 콘크리트의 압축 강도를 f_{ci}라 한다. - 납품 로트의 콘크리트 압축 강도 f_c는 그 로트에서 시료 채취한 n배치의 압축 강도의 평균값과 이 n배치의 압축 강도의 표준 편차로 나타낸다. - 설계 기준 강도를 f_{ck}라 하면, 위에 정의한 f_{ci}, f_c는 다음의 조건을 만족해야 한다. $f_{ci} \geq f_{ck} - k_2$ $f_c \geq f_{ck} + k_1$ k_1, k_2는 해설 별표 3-1 및 해설 별표 3-2에 주어진다.

해설 별표 1 - 압축 강도

콘크리트의 등급	C2.5	C5	C7.5	C10	C12.5	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
압축 강도 (재령 28일, MPa)	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0

해설 별표 2 - 콘크리트의 강도 등급과 그 적용

열	1	2	3	4	5	6
	콘크리트 그룹	콘크리트의 강도 등급	공칭 강도 BwN (MPa)	연속 강도 BwS (MPa)	제조 조건	이용
1	콘크리트	B 5	5.0	8.0	생략	무근 콘크리트에서만 적용
2	BI	B 10	10	15		무근 및 철근 콘크리트에 대하여 적용
3		B 15	15	20		
4		B 25	25	20		
5	콘크리트	B 35	35	40	생략	
6	BII	B 45	45	50		
7		B 55	55	60		

해설 별표 3-1 - 보증 붙여 제조하는 경우

	$f_{ck} \leq 25.0 \text{ MPa}$	$f_{ck} > 25.0 \text{ MPa}$
압축 강도의 불량률	$P = 0.10$	$P = 0.05$
1배치 콘크리트의 압축 강도		
a) $f_{ci} \geq f_{ck} - k_2$	$k_2 = 3.5 \text{ MPa}$	$k_2 = 3.0 \text{ MPa}$
동일 로트에서 시료 채취한 n 배치의 콘크리트 압축 강도의 평균값		
b) $f_c \geq f_{ck} + k_1$ $n = 3$	$k_1 = 1.0 \text{ MPa}$	$k_1 = 2.0 \text{ MPa}$
$n = 6$	$k_1 = 1.5 \text{ MPa}$	$k_1 = 3.0 \text{ MPa}$
$n = 9$	$k_1 = 1.8 \text{ MPa}$	$k_1 = 3.3 \text{ MPa}$
$n = 12$	$k_1 = 2.0 \text{ MPa}$	$k_1 = 3.5 \text{ MPa}$
배치 수 n 이 15 이상인 경우는 위의 a)식 및 b)식은 다음 식에 따른다. $f_{ci} \geq f_{ck} - 4.0 \text{ MPa} \quad f_c \geq f_{ck} - \lambda_s$ 여기에서 λ : $f_{ck} \leq 25 \text{ MPa}$ 의 경우 0.85 $f_{ck} > 25 \text{ MPa}$ 의 경우 1.2 s : n 배치의 압축 강도의 표준 편차		

해설 별표 3-2 - 보증 없이 제조하는 경우

	$f_{ck} \leq 25.0 \text{ MPa}$	$f_{ck} > 25.0 \text{ MPa}$
압축 강도의 불량률	$P = 0.10$	$P = 0.05$
1배치 콘크리트의 압축 강도		
a) $f_{ci} \geq f_{ck} - k_2$	$k_2 = 1.0 \text{ MPa}$	$k_2 = 0 \text{ MPa}$
동일 로트에서 시료 채취한 n 배치의 콘크리트 압축 강도의 평균값		
b) $f_c \geq f_{ck} + k_1$ $n = 3$	$k_1 = 4.0 \text{ MPa}$	$k_1 = 6.0 \text{ MPa}$
$n = 6$	$k_1 = 3.5 \text{ MPa}$	$k_1 = 5.5 \text{ MPa}$
$n = 9$	$k_1 = 3.2 \text{ MPa}$	$k_1 = 5.2 \text{ MPa}$
$n = 12$	$k_1 = 3.0 \text{ MPa}$	$k_1 = 5.0 \text{ MPa}$
배치 수 n 이 15 이상인 경우는 위의 a)식 및 b)식은 다음 식에 따른다. $f_{ci} \geq f_{ck} - 1 \text{ MPa}$ $f_c \geq f_{ck} - \lambda_s$ 여기에서 λ : $f_{ck} \leq 25 \text{ MPa}$ 의 경우 1.3 $f_{ck} > 25 \text{ MPa}$ 의 경우 1.9 s : n 배치의 압축 강도의 표준 편차		

표준의 표제

ASTM Designation C94-00, Standard Specification for Ready-Mixed Concrete

BS 5328:1981, Methods for Specifying Concrete including Ready-Mixed Concrete

DIN 1045:1978, Beton-und Stahlbetonbau, Bemessung und Ausführung

DIN 1084:Blatt 3.1978, Güfeüberwachung im Beton-und Stahlbetonbau, Transporbeton

NF P 18-305:1996, BETONS PRETS A L'EMPLOI PREPARES EN USINE

5.5 염화물 함유량

콘크리트 중에 어느 정도 이상의 염화물이 포함되어 있으면 콘크리트 속의 철근의 부식이 촉진된다. 또 염화물이 염화소듐(NaCl)인 경우, 그 소듐 이온(Na^+)은 알칼리 골재 반응을 조장하는 요인이 되기도 한다.

콘크리트 중에 포함된 염화물 함유량에 대해서는 당초 그 주된 원인인 바닷모래의 사용을 고려하여 골재의 염분 함유량으로서 규정하였다. 그러나 구조물의 내구성 향상 요구를 따라 1992년 개정 시에 굳지 않은 콘크리트 중에 포함된 염화물 총량의 규제치가 규정되었고, 1999년 개정에서는 염소 이온(Cl^-)량을 염화물 이온(Cl^-)량으로 용어 문구를 수정했다.

염화물 총량의 한도에 대하여 각종 기준 등에서 그 적용하는 구조물에 따라 차이가 있지만, 레디믹스트 콘크리트의 표준으로서 통일을 위하여 원칙적으로 0.30 kg/m^3 를 기준값으로 하고, 구입자의 승인이 있는 경우는 0.60 kg/m^3 까지 허용하는 것으로 하였다. 이 값은 잔골재 이외의 재료로부터 기인한 염화물 이온량을 0.1 kg/m^3 로 하였을 때, 종래의 잔골재의 염분 규정 0.04 %와 0.1 %에 각각 대응한 것이다.

또한, 각종 기준 등에서는 콘크리트 중의 염화물 함유량의 한도로서 다음과 같이 규정하고 있다.

1) 콘크리트 표준 시방서(2003)

1.9 콘크리트 중의 염화물 함유량의 한도

- (1) 콘크리트 중의 염화물 함유량은 콘크리트 중에 함유된 염화물 이온의 총량으로 표시하기로 한다.
- (2) 비벌 때 콘크리트 중의 전 염화물 이온량은 원칙적으로 0.30 kg/m^3 이하로 한다.

[해설]

KS F 4009:2022

일반적인 조건하에서 공급되는 철근 콘크리트나 포스트텐션 방식의 프리스트레스트 콘크리트 및 가외 철근을 가진 무근 콘크리트의 경우에 염화물 이온량이 적은 재료의 입수가 매우 곤란한 경우에는, 콘크리트 중의 전 염화물 이온량의 허용 상한값을 0.60 kg/m^3 로 증가시켜도 좋다. 다만, 이 경우에는 물-시멘트비, 슬럼프 또는 단위 수량을 될 수 있는 한 작게 하고, 콘크리트를 정성 들여 치고, 덮개를 크게 할 것 등에 특히 배려하면서 주의 깊게 시공할 필요가 있다.

2) 건축 공사 표준 시방서(1999)

5.2.6 내구성을 확보하기 위한 재료 및 배합에 관한 규정

마. 콘크리트에 포함된 염화물량은 염소 이온량으로서 0.30 kg/m^3 이하로 한다. 부득이 이것을 초과할 경우에는 철근 방청상 유효한 대책을 세우는 것으로 하고 그 방법은 특기 시방에 따른다. 다만, 이 경우에도 염화물량은 염소 이온량으로서 0.60 kg/m^3 를 넘어서는 안 된다.

7. 배합

5.1에 규정한 조건을 만족하는 레디믹스트 콘크리트의 배합 강도는 콘크리트 표준 시방서와 건축 공사 표준 시방서의 내용을 따르고, 다음 일본토목학회의 배합 강도와 ACI의 방법을 참고하여 배합 강도 설정 방법을 따라도 된다.

a) 콘크리트 구조 설계 기준 및 콘크리트 표준 시방서의 배합 강도 설정 방법(ACI 방법)

- 1) 세 번의 연속적인 콘크리트의 압축 강도(각 시험은 2개의 공시체에 대한 평균값)에서 시험 결과의 평균이 설계 기준 강도(f_{ck}) 이하로 되는 확률이 1% 이하이어야 한다. 시험의 표준 편차를 s 라 하면, 다음 식(1)을 만족하는 배합 강도(f_{cr})를 설정해야 한다.

$$f_{cr} = f_{ck} + \frac{2.33\sigma}{\sqrt{3}} = f_{cr} + 1.34s(\text{MPa}) \dots\dots\dots (1)$$

- 2) 모든 압축 강도 시험 결과값이 설계 기준 압축 강도보다 3.5 MPa 이상 작을 확률이 1% 이하이어야 한다. 따라서 배합 강도는 표준 편차가 s 일 때 다음 식(2)를 만족해야 한다.

$$f_{cr} = (f_{ck} - 3.5) + 2.33s(\text{MPa}) \dots\dots\dots (2)$$

위의 두 조건은 표준 편차 s 가 3.5 MPa 인 경우에는 동일한 식이 된다.

평균 소요 배합 강도 f_{cr} 은 요건에 맞는 표준 편차의 계산을 위한 현장 강도 기록 자료가 없을 경우, 다음 해설 표 2에 따라 결정하여야 한다.

해설 표 2 - 시험 횟수가 15회 미만이거나 기록이 없는 경우의 소요 배합 강도

설계 기준 강도, f_{ck} MPa	소요 배합 강도, f_{cr} MPa
21 미만	$f_{ck} + 7$
21 이상 35 미만	$f_{ck} + 8.5$
35 초과	$f_{ck} + 10$

평균 소요 배합 강도는 시공 중 자료 취득이 가능하면, f_{ck} 보다 커야 하는 f_{cr} 의 초과값은 다음의 ①과 ③을 동시에 만족하거나, 또는 ②와 ③을 동시에 만족하는 경우에 감소시킬 수 있다.

- ① 30회 또는 그 이상의 시험 결과를 이용하여 구한 시험 결과의 평균이 콘크리트 생산 설비의 기록이 있는 경우에 산정된 표준 편차에 따라 계산한 표준 편차를 이용하여 계산한 f_{cr} 를 초과한 경우

- ② 29회 이하의 시험 결과값이 얻어지고, 그 시험 결과의 평균값이 표준 편차에 시험 횟수에 따른 보정 계수를 곱해 구한 표준 편차를 사용하여 계산한 f_{cr} 의 값을 초과한 경우
- ③ 내구성 허용 기준의 특수 노출 필요 사항을 만족한 경우

b) **일본토목학회의 배합 강도** 콘크리트의 배합 강도는 현장에서 콘크리트 강도의 불규칙한 분포를 고려해서, 설계 기준 강도에 증가 계수 α 를 곱하여 구한다. 일반적인 토목 구조물의 경우에는 다음 식(3)을 사용하여 배합 강도를 구한다.

$$f_{cr} = \alpha f_{ck} \dots \dots \dots (3)$$

위의 식(3)에서 배합 강도의 결정을 위한 증가 계수는 현장에서 예상되는 콘크리트 강도의 변동 계수 및 구조물의 중요도에 따라 정하며, 콘크리트 표준 시방서에서는 다음의 증가 계수를 구하는 조건으로 다음과 같은 규정을 제시하고 있다.

- 1) 일반적인 토목 구조물에서 압축 강도의 시험값이 설계 기준 강도보다 작을 확률이 5 % 이하가 되도록 결정한다. 이 조건을 변동 계수 $V(\%)$ 에 의해 나타내면 식(4)와 같다.

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{1.645V}{100}} \dots \dots \dots (4)$$

- 2) 레디믹스트 콘크리트에서는 3개의 공시체를 1조로 하는 공시체 시험의 평균값을 1회의 시험 결과로 할 때, 다음의 조건을 만족하여야 한다.

- 2.1) 1회의 시험 결과는 구입자가 지정한 공칭 강도의 85 % 이하가 되어서는 안 된다.
- 2.2) 3회의 시험 결과의 평균값은 구입자가 지정한 공칭 강도값 이하가 되어서는 안 된다.

이상의 레디믹스트 콘크리트에 대한 규정을 식으로 나타내면 다음 식(5)와 같다. 최종적으로 증가 계수는 다음 식의 값 중 큰 것을 사용한다.

$$\alpha = \frac{0.85}{1 - \frac{3V}{100}} \dots \dots \dots (5)$$

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{3V}{100\sqrt{3}}} \dots \dots \dots (6)$$

일본토목학회 레디믹스트 콘크리트의 배합 강도를 다시 설명하면 다음 식으로 나타낼 수 있다. 1회의 시험 결과가 호칭 강도값의 85 % 이상이어야 한다는 조건에 대해서는

$$M \geq 0.85S_L + 3\sigma \text{ 또는 } m \geq \frac{0.85S_L}{1 - \frac{3V}{100}} \dots \dots \dots (7)$$

3회 시험 결과의 평균값이 호칭 강도의 값 이상이어야 한다는 조건에 대해서는

$$m \geq S_L + \frac{3\sigma}{\sqrt{3}} = S_L + \sqrt{3}\sigma \text{ 또는 } m \geq \frac{S_L}{\left(1 - \frac{3V}{100\sqrt{3}}\right)} = \frac{S_L}{\left(1 - \frac{\sqrt{3}V}{100}\right)} \dots \dots \dots (8)$$

여기에서

m : 배합 강도(MPa)
 S_L : 호칭 강도의 값(MPa)

KS F 4009:2022

σ : 표준 편차

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x)^2}{n-1}}$$

여기에서

x : 1회의 시험 결과(3개 공시체 시험치의 평균값)

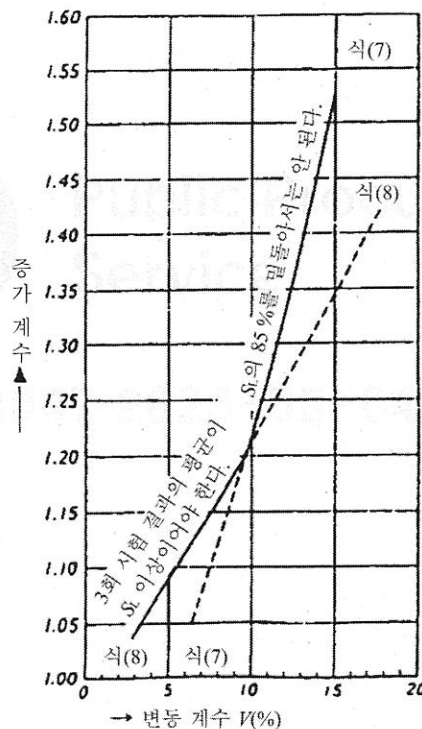
$\bar{x}$: n 회 시험 결과의 평균값

V : 변동 계수(%)

$$\left(V = \frac{\sigma}{m} \times 100 \right)$$

식(1) 및 식(2)에서의 σ 또는 V 의 계수 3은 배합 강도와 표준값¹¹⁾과의 차이를 3σ 로 한 경우의 값이다. 배합 강도를 결정하는 데에는 식(1) 및 식(2)에서 구한 배합 강도 중 큰 값으로 한다.

식(1) 및 식(2)에서의 변동 계수와 증가 계수의 관계는 해설 그림 1과 같다.



해설 그림 1

표준 편차 또는 변동 계수의 값은 그 공장에서의 실제값을 사용해야 된다. 이때 표준 편차 또는 변동 계수의 평균값을 사용하면 실제로 레디믹스트 콘크리트를 제조한 경우, 식(1) 또는 식(2)를 만족하지 않는 경우도 발생한다. 따라서 증가 계수를 정한 때는 표준 편차 또는 변동 계수의 변동, 시험에 의해 구한 물-시멘트비와 강도와의 관계식의 변동 등도 고려해야 한다. 증가 계수를 정하는 경우의 표준 편차 또는 변동 계수의 값은 이러한 것을 고려하여 공장에서의 평균값을 적절히 증가시키는 것이 필요하다.

11) 식(1)에서는 $0.85S_L$, 식(2)에서는 S_L 로 된다.

일반적으로 양호한 품질관리가 이루어져 강도의 변동이 그렇게 크지 않은 경우에는 식(2)를 만족하는 배합 강도를 얻기 위하여, 표준 편차 또는 변동 계수에 곱하는 계수를 $\sqrt{3}$ 보다 큰 2 정도를 사용하여 식(2)만으로 배합 강도를 구하는 방법이 많이 채택되고 있다.

품질관리 자료가 아직 충분히 얻어지지 않은 경우에는 다른 공장의 실제 보기 등을 참고하여 할증한 표준 편차 또는 변동 계수를 일단 정하고, 시험 결과가 얻어지는 데 따라 이것을 수정한다.

7.1 생산자는 품질관리 실적에 근거하여 지정된 품질의 레디믹스트 콘크리트가 얻어지도록 책임을 가지고 배합을 결정한다. 이 경우의 혼화 재료에 대해서는 해설의 **3.3**을 참조한다.

구입자는 생산자로부터 제출받은 배합 보고서(표 7 참조)에 대해서는 지정된 레디믹스트 콘크리트의 품질이 만족될 수 있는지의 여부를 충분히 검토할 필요가 있다.

7.2 레디믹스트 콘크리트의 배합을 결정하는 데 생산자는 구입자와 충분히 협의하고, 필요하다면 시험 비비기를 하여 배합을 결정한다. 특히 그 공장에서 늘 사용하고 있지 않은 시멘트·골재·혼화 재료를 지정하는 경우에는 서로 충분히 검토 협의할 필요가 있다. 배합 보고서의 제시 방법은 문서에 의한 제시 외에 상호 구입자가 동의할 경우, 인터넷 게시 등의 전자 매체를 활용할 수 있다.

7.3 생산자는 구입자의 요구가 있을 때, 염화물 함유량의 한도에 대해서는 본체의 **4. e)** 또는 **5.5**에 정해진 값을 기재한다.

또한, 배합 보고서를 제출한 후에 배합 내용을 변경하는 경우에는 구입자의 요구가 있을 때, 배달에 앞서 신속히 배합 보고서를 다시 제출할 필요가 있다.

7.4 생산자가 요구에 따라 준비하여 구입자에게 제시해야 할 자료로서 종래의 배합 설계의 기초가 된 자료 외에, 콘크리트에 포함된 염화물량 계산의 기초가 되는 자료는 다음과 같다.

a) 배합 설계의 자료

b) 염화물량의 계산 자료(예를 들면, 바닷모래의 염화물량, 관리 데이터 등)

—알칼리 실리카 반응성 시험 성적표와 같이, 시험 기관이 발행한 시험 성적표를 복사하여 상대방에게 제출하는 경우에는 그 복사물의 발행자가 여백에 사본임을 증명할 필요가 있다.

8 제조

8.1 제조 설비

8.1.1 재료 저장 설비

a) 시멘트의 저장 설비는 종류별로 칸막이 벽을 설치하는 등 다른 종류의 시멘트가 혼합되지 않도록, 또 시멘트의 풍화를 막기 위하여 밀폐 구조로 하며, 적당한 공기 압출 장치를 갖추어야 할 필요가 있다. 또한, 여기서 말하는 종류별의 종류란 시멘트의 각 KS에 있어서의 종류 및 제조 회사별 종류를 말한다.

b) 골재의 저장 설비는 다른 종류의 골재가 혼합되지 않은 것은 물론이며, 대소립자가 분리되지 않도록 슈트의 수를 증가시키거나 슈트의 위치를 적당한 높이로 하는 등의 고려가 필요하다. 불도저나 스크레이퍼 등으로 밀어 올리는 형식에서는 작업 중에 대소립자가 분리를 일으키지 않도록 주의한다. 대소립자 구분 계량 시는 혼합 입도가 KS 규정에 적합하도록 조치하여 생산할 수 있도록

KS F 4009:2022

그 기록을 남겨야 한다. 또한, 2종류 이상 혼합한 골재를 구입하여 사용하는 경우에는 혼합된 것을 하나의 종류로써 저장하여도 좋다.

골재 저장 설비는 콘크리트 최대 출하량의 1일분 이상에 상당하는 골재량을 저장하도록 규정한 것은, 골재의 품질이나 표면수의 변화에 대하여 미리 적절한 배합 조정이 이루어지도록 하기 위함이다. 특히 수분이 많은 골재의 경우는 1일 이상 저장하여 물을 빼낸 후 사용한다. 입하된 골재(특히 잔골재)를 바로 사용하는 경우에는 실제상 그 품질의 변화에 따라 배합을 조정하는 것이 거의 불가능하며, 콘크리트 품질의 변동이 크게 되기 때문에 가능한 한 다량으로 저장할 수 있는 설비로 하고, 또 저장한 골재를 입하순으로 사용할 수 있는 구조로 하는 것이 좋다. 다만, 고로 슬래그 잔골재는 기온이 높은 시기에는 고결할 염려가 있기 때문에 장기간 저장하지 않도록 한다.

본문 각주 2)의 인공 경량 골재에서는 통상 미리 프리웨팅하여 사용하기 때문에 이 항이 규정되었다.

그 외에 콘크리트용 고로 슬래그 굵은 골재(특히 A종에 해당하는 것)를 사용하는 경우에도 이 규정을 적용시킬 필요가 있다. 이러한 경우에는 골재에 균등히 살수할 수 있으며, 또 살수한 물이 고이지 않고 잘 배수될 수 있도록 설비를 하여야 한다.

- c) 플라이 애시 등 혼화재의 저장 설비는 시멘트의 저장 설비와 같은 배려를 해야 한다. 혼화 재료 중에는 햇빛·열·수분 등에 의해 품질이 변화하는 것도 있기 때문에, 각각의 특성에 따라 그 저장 방법을 정할 필요가 있다.

8.1.2 배치 플랜트

- a) 각 재료의 저장조는 원칙적으로 따로따로 갖추는 것으로 되어 있지만, 시멘트나 골재의 종류가 많은 경우에는 저장조의 내용물을 바꾸어 사용해도 좋다.
- b) 계량기는 8.2에 규정한 오차 범위 내에서 각 재료를 계량할 수 있는 정밀도를 가지며, 계량한 모두가 확실히 믹서에 투입되도록 되어야 한다.
- c) 각 재료의 1회마다의 계량치를 확인할 수 있어야 하며, 혹시 계량이 정확히 이루어지지 않는 경우에는 바로 적절한 조치를 강구할 수 있도록 이 항을 규정하였다.
- d) 레디믹스트 콘크리트에서는 여러 종류의 배합 레디믹스트 콘크리트를 연속하여 짧은 시간에 정확히 계량해야 하므로 반드시 배합 설정 장치가 필요하다. 이 장치는 미리 여러 종류의 배합을 세트하여 두고, 간단한 조작으로 배합의 변경이 가능하도록 되어 있는 것으로 배합 선택 방식, 컴퓨터 방식 등이 있다.
- e) 통상 수분 보정 장치라고 하는 것으로, 잔골재와 물의 계량기를 연동시켜서 잔골재 표면수의 상태에 따른 보정을 자동적으로 하게 되는 것이다. 굵은 골재는 물을 빼내고 사용하면 통상 표면수에 큰 변동이 없기 때문에, 특별히 수분 보정 장치가 필요하지 않다.

8.1.3 믹서

- a) 이 표준에서 혼합은 가경식 믹서 또는 강제식 믹서와 같이 공장에 설치된 고정 믹서에 의한 것으로 하고 있다. 이것은 트럭 믹서가 전국적인 믹서 분포로도 대단히 적고, 또 트럭 믹서를 사용하는 플랜트는 기타의 설비에 있어서 이 표준의 규정에 적합하지 않은 등의 이유로 별도의 규정을 두지 않았다.
- b) 고정 믹서에 관한 표준에는 KS F 8008(가경식 믹서) 및 KS F 8009(강제 혼합 믹서)가 있다. 그러나 KS F 8008에는 레디믹스트 콘크리트에서 사용되고 있는 큰 용량의 믹서에 대한 표준이 없으며, KS F 8009에는 혼합 성능 시험을 행하는 경우의 슬럼프 값이 한정되어 있기 때문에, 레디믹스트 콘크리트를 위한 믹서의 성능은 그 공장으로부터 출하되는 대표적인 배합의 콘크리트를 실제로

혼합하여 그 성능을 확인하는 동시에, 각각의 슬럼프에 따른 혼합량 및 혼합 시간을 정할 필요가 있다(8.3 혼합 참조).

8.1.4 운반차

- a) 믹서가 고정 믹서를 사용하는 것으로 되어 있기 때문에, 운반차는 고정 믹서에 의해 혼합을 완료한 굳지 않은 콘크리트의 균일성을 운반 중에 유지할 수 있는 교반 성능을 가진 트럭 애지테이터를 사용해야 한다. 따라서 트럭 애지테이터가 트럭 믹서로서의 성능을 겸하여 가지는 경우라도 그것을 혼합에 사용하는 것을 이 표준에서는 제외시키고 있다.

트럭 애지테이터의 성능이 적재된 콘크리트를 충분히 균일하게 유지할 수 있는지의 여부를 판정하기 위하여, 배출 부위에 따른 슬럼프 차를 조사하는 시험을 정기적으로 하여야 한다.

- b) 종래의 규정은 포장 콘크리트에서 슬럼프 65 mm인 것도 계약을 체결하면, 운반에 덤프 트럭을 사용할 수 있는 것으로 해석되었다. 그러나 이들 포장용 콘크리트를 덤프 트럭으로 운반하면 트럭의 진동에 의해 재료 분리를 일으킬 염려가 있기 때문에, 그간의 사용 실적에 의해 재료 분리도 거의 없으며, 배출도 쉬운 것으로 나타난 슬럼프 25 mm에 한하여 덤프 트럭의 사용을 인정하는 것으로 하였다. 또한, 트럭의 짐 싣는 곳은 풍우에 대한 준비는 물론, 직사광선 등에 대해서도 충분한 배려가 필요하다.

8.2 재료의 계량

8.2.1 계량 오차에는 계량기 자체에 의한 오차와 저장조의 재고량이나 재료의 투입, 기타의 조작에 의한 오차 등이 있는데, 이 항에서 규정한 계량 오차는 이들을 합한 오차를 나타낸 것이다. 레디믹스트 콘크리트 공장에서는 많은 종류의 레디믹스트 콘크리트를 제조하기 때문에 일반적으로는 전자에 비해 후자 쪽이 크게 되기 쉽고, 각 재료의 계량 오차를 항시 규정값의 범위 내로 하기 위해서는 계량 설비 모두를 정기적으로 점검 조정하여 관리하여야 한다.

설비상 부득이한 경우, 골재는 잔골재, 굵은 골재, 또는 종류나 입도가 다른 골재 등을, 그리고 물은 회수수 등 다른 물을 누적 계량하는 일도 있다. 이 경우, 누적 계량의 오차량(kg)이 1회의 누적 계량분량(kg)에 대하여 규정값(%) 이내로 되도록 각각의 오차량(kg)을 정할 필요가 있다.

8.3 혼합

시멘트는 8.1.1의 저장 시의 규정과 같이, 제조 회사가 다른 동일 종류의 복수 시멘트를 동일 배치에서 혼합해서는 안 된다. 다만, 포틀랜드 시멘트 이외의 혼합계 시멘트(고로 슬래그 시멘트, 플라이 애시 시멘트 등)를 혼합할 경우에는 충분한 품질 검토를 실시하여 사용하여야 한다.

8.4 운반 시간

8.4.2 레디믹스트 콘크리트를 트럭 애지테이터나 트럭 믹서로 운반하는 경우, 혼합을 개시하고부터의 시간 경과에 따라 슬럼프, 공기량 등의 변화를 일으키게 된다. 이 때문에 짐을 부릴 때까지의 시간 한도를 1.5시간으로 하였다. 그러나 혼합 개시 후부터의 시간에 따른 레디믹스트 콘크리트의 상태 변화는 사용 재료, 배합, 기온 등에 따라서도 크게 영향을 받는다.

또한, 부득이 짐을 부릴 때까지의 시간이 길어지는 경우도 있기 때문에, 공사 현장에서 레디믹스트 콘크리트의 품질이 합격되는 것을 확인한 후 구입자와 협의하여 운반 시간의 한도를 변경할 수 있도록 하였다.

KS F 4009:2022

8.4.3 본문 8.1.4 b)의 개정에 의해 덤프 트럭의 사용은 25 mm의 포장용 콘크리트를 운반하는 경우에 한하여 가능하도록 하였기 때문에, 운반 중의 재료 분리에 의한 슬럼프의 변동은 거의 없게 된다.

따라서 종래의 규정에 있었던 공사 지점에서 제품의 표면으로부터 대략 1/3과 2/3의 위치로부터 각각 시료를 채취하여 슬럼프 시험을 실시하는 것은 그다지 의미가 없다. 다만, 운반 시간의 경과에 따른 슬럼프의 저하가 있기 때문에 그 한도는 종래와 같이 1시간 이내로 하였다.

8.5 품질관리

생산자는 공사 지점에서 구입자에게 배달한 레디믹스트 콘크리트의 품질이 보증되도록 제조 공정 전반에 걸쳐 철저히 품질관리를 하여야 한다.

품질관리를 위해서는 사용 재료의 정기적인 인수 검사는 물론, 골재의 입도나 표면수 등에 대하여 공정 중간의 검사를 엄격히 실시하여 사용 재료를 관리하여야 한다. 특히 공사 지점에서의 강도, 슬럼프, 슬럼프 플로, 공기량, 단위 용적 질량(경량 콘크리트인 경우) 등의 품질 특성에 대해서는 정기적으로 시료 채취 검사를 실시하여 관리하여야 한다.

9 시험방법

9.1 시료 채취 방법

유동화 콘크리트의 베이스 콘크리트인 경우, 유동화제를 첨가하기 전에 트럭 애지테이터로부터 품질 검사 시료를 채취하여야 한다. 공사 지점에서의 시료 채취 방법은 일반적으로 KS F 2401에 의하여야 하고, 평균적인 시료를 얻기 위하여 트럭 애지테이터에서 30초간 교반한 후 최초로 배출된 콘크리트 약 50 L는 제외하고, 그 후에 배출된 콘크리트를 채취하는 것으로 하였다.

9.5 강도 시험

압축 강도 시험을 위한 공시체의 치수는 KS F 2403에 의하는 것으로 되어 있는데, KS F 2403의 5.1(공시체의 치수)의 규정에 의하면 공시체는 지름의 2배 높이를 가지는 원주형으로 규정되어 있다.

현재 생산되고 있는 보통 콘크리트(굵은 골재의 최대 치수가 20 mm, 25 mm) 및 경량 콘크리트(최대 치수 15 mm 또는 20 mm)인 경우에는 지름 100 mm, 높이 200 mm의 공시체가 많은 비율로 사용되고 있다.

9.6 염화물 함유량

염화물 함유량은 굳지 않은 콘크리트 중의 물(여과액 또는 블리딩수)의 염소 이온 농도와 배합 설계에 사용한 단위 수량(시방 배합)과의 곱으로 구한다.

$$\text{염화물 함유량(kg/m}^3\text{)} = \text{Cl}^- \times \frac{1}{100} \times W$$

여기에서

Cl^- : 여과액 또는 블리딩수의 염소 이온 농도(%)

W : 배합 보고서에 기재한 단위 수량(kg/m³)

굳지 않은 콘크리트 중의 실제의 단위 수량과 배합 설계에 사용한 단위 수량(시방 배합)과의 사이에는 차이가 있지만, 실제의 단위 수량을 구하는 것은 실제로 불가능하기 때문에 배합 보고서에 표시된 단위 수량을 사용하는 것으로 하였다.

염소 이온 농도의 시험방법은 기본적인 것으로서 **부속서 1**에 나타난 바와 같이 KS M 0100의 **33절** [염화물 이온(Cl^-)]에 규정된 흡광 광도법, 질산은 적정법, 이온 전극법 또는 KS M 0013에 규정된 전위차 적정법에 의한 것으로 한다. 그러나 공장에서의 염화물 함유량의 관리 및 **10.4**의 염화물 함유량의 검사를 위한 시험방법은 간편한 염분 함유량 측정기(기술 평가를 받은 염화물 함유량 측정기)에 의한 것이 가능하다.

이들 측정기에는 정밀도에 있어서 거의 차이가 없기 때문에 레디믹스트 콘크리트 공장이 소유한 것을 사용해도 좋으나, 방해 이온의 영향을 검토하여 사용하는 것이 좋다.

여기에서 정한 염화물 함유량의 시험(**부속서 1**)은 굳지 않은 콘크리트 염화물 함유량의 표준 시험방법으로 일상의 관리·검사에 사용할 목적으로 정한 것이 아니며, 일상의 관리·검사에 사용되는 위에 기록한 간편한 측정기의 정밀도를 보증하기 위한 표준으로서 이용하는 것이다.

9.8 용적

콘크리트 용적의 시험방법에 대해서는 운반차 1대의 적재 용적을 구한다. 1999년 개정에서 슬럼프 표준 100 mm의 삭제에 따라 슬럼프 120 mm 이상의 표준으로 용적 검사를 실시하도록 한 것으로 규정한다.

10 검사

레디믹스트 콘크리트의 강도는 **5.1**의 규정에 따라 3회의 시험 결과에 의해 검사 로트의 합부가 결정된다. 시험 횟수는 원칙적으로 150 m³에 1회로 규정되어 있기 때문에 검사 로트의 크기는 450 m³가 된다.

또한, 1회의 타설량이 450 m³를 넘을 때는 그 전량을 검사 로트로 생각하여 3회의 시험을 행해도 좋은 경우가 있기 때문에, 이러한 때는 구입자와 생산자의 협의에 의해 그 검사 로트의 크기를 결정한다.

1회의 시험 결과는 1로트 내의 임의의 한 운반차에서 동시에 채취한 3개 공시체 시험치의 평균값으로 나타낸다. 따라서 3개 공시체 중 한 개가 파손된 경우 등 부득이 2개의 측정치만으로 구할 수밖에 없는 경우에는, 서로 협의하여 예를 들면, 3회의 시험 결과의 평균값을 대입하는 등 통계적 기법을 사용하여 처리한다.

슬럼프, 슬럼프 플로 및 공기량의 시험 횟수는 원칙적으로 150 m³에 1회로 하지만, 필요에 따라서 적절히 정한다. 결과는 그때마다 합부를 판정하는 것으로 한다.

그러나 이 시험에서 슬럼프 또는 슬럼프 플로 및 공기량 중 한 가지가 허용 범위를 벗어나는 경우에는, **9.1**에 따라 동일 차량에서 새로운 시료를 채취하여 1회에 한하여 **9.2** 또는 **9.4**에 따라 시험을 실시하고, 그 결과가 **5.2** 또는 **5.3** 및 **5.4**의 규정에 적합하면 합격으로 한다.

450 m³의 배수로 정확히 정해지지 않는 경우, 한국콘크리트학회 '현장 콘크리트의 품질관리연구소위원회'에서 제안한 다음의 시험 횟수에 근거하여, 구입자와 생산자의 협의에 의해 시험 횟수를 정할 수 있다.

검사 로트 및 시험 횟수(참고)

규정 검사 로트 (450 m ³ 의 배 수)	원칙적인 검사 로트 ±150	조정 제안	검사 로트 수	시험 횟수(회)
---	-----------------	-------	------------	----------

KS F 4009:2022

450 이하	—	0 이상 ~ 50 미만 50 이상 ~ 150 미만 150 이상 ~ 300 미만	1	$1 \times (0+3^a) = 3$ $1 \times (1+2^a) = 3$ $1 \times (2+1^a) = 3$
450	300 ~ 600	300 이상 ~ 600 미만	1	$1 \times 3 = 3$
900	750 ~ 1 050	600 이상 ~ 1 050 미만	2	$2 \times 3 = 6$
1 350	1 200 ~ 1 500	1 050 이상 ~ 1 500 미만	3	$3 \times 3 = 9$
1 800	1 650 ~ 1 950	1 500 이상 ~ 1 950 미만	4	$4 \times 3 = 12$
^a 주문자가 다르더라도 동일 재료를 사용하고, 동일 강도로 제조되었을 경우에는 검사 시료를 활용한 다. 다만, 동일 강도, 동일 재료로의 주문자가 없을 경우에는 3회 시험을 실시한다.				

염화물 이온량(Cl^-)의 검사는 다른 품질 항목과는 달리, 공장에서 공사 지점까지의 운반 시간에 따라 염화물 이온량(Cl^-)이 증감하는 것이 아니기 때문에 공장 출하 시에 검사를 행할 수 있는 것으로 하였다. 또한, 염분 측정기의 사용, 관리, 측정자의 확보 등이 쉬운 것도 그 이유이다.

염화물 이온량(Cl^-)의 한도를 사용 재료의 염분 관리, 특히 바닷모래를 사용하는 경우에는 염분 관리가 충분히 이루어진 것이어야 하며, 공장에서는 이 원료 관리가 필수적이다. 따라서 이 검사는 원재료 관리가 충분히 이루어지고 있음을 전제로 한 최종 점검이 되는 것이다.

바닷모래를 사용하는 경우, 또는 염화물을 다량으로 포함한 혼화제를 사용하는 경우 등은 최종 제품에서 검사의 횟수를 증가시킬 필요가 있다. 따라서 검사의 횟수는 사용 재료의 특징, 원재료의 상황 등에 따라 적절히 정하는 것이 합리적이다.

또한, 위에 기술한 검사 항목 외에 예를 들면, 경량 콘크리트의 단위 용적 질량, 콘크리트의 온도 등의 항목에 대하여 그 한도를 구입자가 지정한 경우에는, 검사 방법에 대하여 당사자가 충분히 협의하여 정해 두어야 한다.

11. 보고

11.1 납품서의 양식 표 6은 표준 양식을 나타낸 것이다. 용지의 크기에 대해서는 A5 또는 B6로 규정되어 있지만 자동 프린터를 사용하는 경우, 그 기능상의 이유로 규정한 크기의 용지를 사용할 수 없는 경우가 생긴다. 이 경우에는 비슷한 크기의 용지를 사용해도 좋다.

납품서를 종이 또는 전자문서(QR코드, 이메일, 문서전송시스템 등)로 제출할 수 있으며, 그 방식은 구입자와 생산자가 협의하여 결정한다. 전자문서는 전자문서의 내용을 열람할 수 있어야 하고, 전자문서가 작성·변환되거나 송신·수신 또는 저장된 때의 형태 또는 그와 같이 재현될 수 있는 형태로 보존되어 있는 것이어야 한다. 전자문서로 납품서를 제출할 경우, 인수/출하 확인 서명은 전자서명으로 실시한다.

항목의 배열 및 기입 방법에 대해서는 공장의 출하 담당자가 출하 때마다 기입하는 방법과 자동 프린터로 기입하는 방법 등이 있기 때문에, 양식을 정하는 경우에는 기재 항목이 빠지지 않는 한 실제 사정에 따라 정해도 좋다.

납품서는 각 항목을 빠뜨리지 않고 정확히 기입해야 한다. “지정 사항”란의 기입은 혼화제(플라이 애시, 고로 슬래그 미분말, 실리카 폼 등)를 사용할 경우에는 그 종류 및 사용량을 기입하고, 혼합 시멘트를 사용할 경우에는 그 사용 비율을 명기하도록 한다. 그 외 4.1의 지정 사항 중 “호칭 방법”란에 표시된 사항 이외에 특히 지정된 사항을 기입한다.

또한, KS 공장에서는 미리 KS 마크를 인쇄한 용지를 사용하는 예가 많은데, KS 표준 외품에도 이 용지를 사용하는 경우에는 KS 마크의 말소를 명확히 하여야 한다. 또한, 용지의 비고란 또는 여백부에

선전 문구를 기입해서는 안 되고, 제품의 호칭 방법의 보기에 따라 납품서의 “호칭 방법”란의 기입 보기를 다음에 나타낸다.

기입 보기 1

- (1) 보통 콘크리트
- (2) 호칭 강도 21 MPa(= N/mm²), 슬럼프 120 mm
- (3) 지정 사항
 - (a) 시멘트의 종류: 보통 포틀랜드 시멘트
 - (b) 굵은 골재 최대 치수 25 mm

위와 같은 경우의 기입은 다음과 같다.

호칭 방법	콘크리트 종류에 따른 구분	굵은 골재의 최대 치수에 의한 구분 mm	호칭 강도 MPa	슬럼프 또는 슬럼프 플로 mm	시멘트의 종류에 의한 구분
	보통 콘크리트	25	21	120	보통 포틀랜드 시멘트 1종
지정 사항 ^a	혼화재명, 종류 및 사용량				

^a 지정 사항란에는 레디믹스트 콘크리트 구입 시, 특별히 지정된 사항을 기입한다. 또한, 플라이 애시, 고로 슬래그 미분말, 실리카 폼 등의 혼화재를 사용할 경우에는 종류 및 사용량을 기입하여야 하며, 여기에 사용량은 질량에 의한 치환율을 의미한다. 혼합 시멘트를 사용할 경우에는 사용 비율을 명기 하도록 한다.

※ 치환율 = $\frac{\text{혼화재}}{\text{시멘트} + \text{혼화재}} \times 100(\%)$

치환율이란 콘크리트의 결합재, 즉 시멘트와 혼화재(플라이 애시, 고로 슬래그 미분말, 실리카 폼 등)의 총량 대비 혼화재 사용량을 말하며, 계산식은 위와 같다.

11.2

- a) 레디믹스트 콘크리트 배합 보고서 서식 표 7은 표준 서식을 나타낸 것으로서 용지의 크기에 대해서는 A4(210 mm × 297 mm) 양식을 사용한다. 11.1의 납품서의 경우와 같이 취급해도 좋다. 또 항목 및 배열에 대해서는 공장의 실정에 따라 적절히 서식을 정해도 좋다. 예를 들면, 한 공장에서 구입자에게 보고하는 배합이 여러 종류인 경우가 많은데, 이 경우에 공사 명칭, 소재지 등의 공통 사항에 대해서는 별도로 표지를 준비하여 여기에 일괄 기입하는 방법도 있다.
- b) 표 7 오른쪽 위의 “No”는 배합별로 정리하기 쉬운 번호를 정하여 기입한다.
- c) “납품 예정 시간”란은 해당하는 공사에 대하여 레디믹스트 콘크리트의 계약 시에 구입자와 약속한 납기를 기입한다.
- d) “본 배합의 적용 기간”란은 구입자와 약속한 적용 기간을 기입한다.
- e) “콘크리트의 타설 부위”란은 보기로서, 건축 공사에서 말뚝·기초·구체 등과 같이 기입한다.
- f) “배합 설계 조건”란의 “호칭 방법”란의 기입은 납품서와 같이 한다. “지정 사항”란의 기입은 지정된 사항이 “호칭 방법”란의 사항 이외에 있는 경우에 기입한다. 경량 콘크리트의 단위 용적 질량은 지정값을 기입한다. 또 지정값이 기건(공기 중 건조)의 단위 용적 질량인 경우에는 그 취지를 기입한다. “콘크리트의 온도”에 대하여는 지정된 경우에 그 한도를 기입한다.

KS F 4009:2022

“공기량”란에 대하여는 지정된 값을 기입한다.

“호칭 강도를 보증하는 재령”란은 지정된 재령을 기입하고, 28일을 지정한 경우에도 반드시 기입한다. “사용 혼화 재료의 종류”란은 지정된 혼화 재료의 종류를 반드시 기입한다.

g) “사용 재료”란은 다음 사항에 주의하여 기입한다.

1) 시멘트·골재의 “밀도” 및 골재의 “조립률”, “실적률”란에 대해서는 배합 설계 시에 사용한 값을 기입한다. 즉 골재의 절건 밀도, 표건 밀도의 난은 배합 설계에 사용한 어느 한쪽의 값을 기입한다. 실적률 및 조립률에 대해서는 예를 들면, 잔골재의 조립률을 2.70, 굵은 골재의 실적률을 60 %로 하여 배합 설계를 하였다면 그 값을 기입하면 된다. 다만, 실적률은 굵은 골재를 사용한 경우, 혼합 골재로서의 값을 기입한다.

2) “잔골재” 및 “굵은 골재”란의 기입 방법은 다음과 같다.

2.1) 동일 종류의 골재를 공장에서 혼합 사용하는 경우에는 하나의 난에 산지 또는 품명을 병기한다. 산지가 다른 경우에는 각각 ①, ②, ③ 또는 ④에 기입한다.

2.2) 다른 종류의 골재를 2종류 이상 별도로 구입하여 혼합 사용하는 경우에는 상하의 각 칸에 각각 기입한다. 예를 들면, 경량 콘크리트 2종으로 잔골재의 종류로서 인공 경량 잔골재와 모래의 2종류를 사용하는 경우, 또는 보통 콘크리트로 굵은 골재의 종류로서 자갈과 부순돌의 2종류를 사용하는 경우 등이 있다(“배합표”란의 잔골재 및 굵은 골재의 난이 2개씩 있는 것도 같은 목적이다). 이 경우의 혼합 비율(절대 용적비 또는 질량비)은 “배합표”란의 왼쪽 아래의 공란에 기입한다.

2.3) 다른 종류의 골재를 2종류 이상 혼합한 골재를 구입·사용하는 경우에는 2.1)과 같이 하나의 난에 기입하지만, “○과 ○의 7 : 3(질량비) 혼합품”과 같이 혼합된 각각의 종류의 산지, 또는 품명과 더불어 표준으로 하고 있는 혼합 비율(절대 용적비 또는 질량비)을 기입한다.

2.4) “잔골재의 염화물량”란은 사용하는 잔골재의 염화물량을 기입한다.

3) 혼화제는 사용한 혼화제를 품명 및 종류별, 사용량을 기재하고, 강열 감량, 분말도 등의 중요 품질 특성값을 기입한다. 특이 사항이 있을 경우에는 기타 사항란에 그 내용을 기입한다.

4) 혼화제는 사용한 혼화제를 품명, 종류별로 기재하고, 특이 사항이 있을 경우에는 기타 항에 기입한다.

5) “사용수”란은 레디믹스트 콘크리트를 제조할 때에 사용하는 물의 종류(예를 들면 수돗물, 지하수, 회수수 등)를 기입한다. 회수수란에는 그 사용 여부에 따라 해당란에 “○”로 표시하고, 전체 사용량에 대한 투입한 회수수 양의 백분율로 계산하여 기입한다.

h) “배합표”란의 잔골재 및 굵은 골재의 단위량의 기입은 보통 콘크리트의 경우에는 “사용 재료”란의 골재의 표건 밀도를 사용한 표면 건조 포화 상태의 질량으로 나타내며, 경량 콘크리트인 경우에는 인공 경량 골재 사용 시의 흡수율로 표면 건조 포화 상태의 질량이 다르기 때문에, 인공 경량 골재는 “사용 재료”란의 골재의 절건 밀도를 사용한 질량으로 나타낸다. 다만, 이 경우의 잔골재가 인공 경량 골재 이외의 종류이면, 잔골재의 단위량은 표면 건조 포화 상태의 질량으로 나타낸다.

i) 배합 보고서의 “배합의 설계 조건”, “사용 재료”, “배합표”란의 기입 보기를 다음과 같이 나타낸다.

기입 보기 2

해설 11.1의 기입 보기의 사항과 같음.

배합 설계 조건										
호칭 방법	콘크리트 종류에 의한 구분		굵은 골재의 최대 치수에 의한 구분(mm)		호칭 강도 (MPa)	슬럼프 또는 슬럼프 플로(mm)				
지정 사항 ^a	단위 용적 질량	(kg/m ³)		공기량	%					
	콘크리트의 온도	최고 · 최저		°C	호칭 강도를 보증하는 재령		일			
	물-시멘트비의 상한값			%	단위 시멘트량의 하한값 또는 상한값		kg/m ³			
	물-결합재비의 상한값			%	단위 결합재량의 하한값 또는 상한값		kg/m ³			
	유동화 베이스 콘크리트의 슬럼프 증대량				mm					
사용 재료 ^b										
재료	제품명	종류	산지 ^b		조립물 또는 실적률 ^c	밀도		잔골재의 염화물량	혼화제의 특성 ^d	기타 사항
			도시명	생산 공장명		절건	표건			
시멘트	①				—					
	②				—					
	③				—					
잔골재	①									
	②									
	③									
	④									
굵은 골재	①									
	②									
	③									
혼화재	①				—					
	②				—					
	③				—					
	④				—					
혼화제	①				—	—				
	②				—	—				
	③				—	—				
사용수	사용한 물의 종류	종류:	pH:	회수수 사용 여부 ^e 사용() 불사용()				회수수 사용 비율 ^e : %		

KS F 4009:2022

부속서 A

굳지 않은 콘크리트에서의 물의 염소 이온 농도 시험방법 해설

1 적용범위

이 부속서는 굳지 않은 콘크리트에 함유된 염화물량(염소 이온량)을 구하기 위한 콘크리트 중, 물(수용액)의 염소 이온 농도의 시험방법에 대하여 규정한 것이다. 이 시험방법은 시험실 등에서 굳지 않은 콘크리트 중의 염화물량을 정확하게 측정할 목적으로 한 표준으로서의 시험방법으로 정밀도와 신뢰도가 높고, 또 사용하기 쉬운 염화물 이온 농도 분석 방법을 정하고 있다. 이 표준 본체 9.6에 나타난 바와 같이, 공장에서의 굳지 않은 콘크리트 염화물의 관리·검사에는 9.6의 해설에 나타난 간편한 염화물 함유량 측정기를 사용할 수 있다.

2 시료액

시료액이란 시료 콘크리트 중의 수용액을 채취한 것으로, 그 채취 방법은 부속서 A의 A.2.3에 나타난 바와 같이 흡인 여과 또는 원심 분리에 따르든지, 또는 블리딩에 따라 콘크리트 표면에 떠오른 물의 채취에 의한다. 분석에 필요한 시료액의 양은 염화물 이온 농도에 따라서도 다르나, 1시험당 10 mL ~ 30 mL 정도이다. 굳지 않은 콘크리트의 대표 시료는 KS F 2401에 의해 20 L 이상 채취하며, 운반차에서 채취할 때에는 애지테이터 내의 콘크리트를 충분히 교반시킨 후 처음 50 L 정도의 콘크리트를 제거하고, 다음 부분의 콘크리트에서 채취해도 좋다. 된 반죽 콘크리트에서 시료액을 채취하기 어려운 때는 웨트스크리닝에 의해 분리한 모르타르를 사용해도 좋다.

3 분석 방법

시료액은 강한 알칼리성으로 칼슘, 소듐, 포타슘 등의 양이온, 수산화, 황산, 크롬산, 염소 등의 음이온, 산화규소, 기타 미량의 금속 화합물이 용해되어 있다. 또한, 사용하는 혼화재나 화학 혼화제에 의해 특유의 용해물도 존재한다. 이러한 수용액 중의 염소 이온 농도를 분석하는 방법은 여러 가지이지만, 이들 중에서 표준 방법으로서 정밀도, 신뢰성 및 실용성을 고려하여 본체에 나타난 세 가지의 방법을 선정하였다.

- a) 흡광 광도법은 KS M 0100의 33.1(흡광 광도법)에 규정된 방법에 따른다. 이 방법은 감도가 매우 높은 분석 방법으로, 시료액을 염소 이온 농도로 0.000 05 % ~ 0.001 %의 범위에서 물로 희석하여 사용한다. 이를 위하여 굳지 않은 콘크리트 중의 염소 이온량이 0.30 kg/m³인 때는 약 500배, 0.60 kg/m³인 때는 약 1 000배로 희석하면 좋다.

또한, 희석에 있어서는 예를 들면, 시료액 10 mL를 피펫으로 100 mL 용량의 플라스크에 넣고, 여기에 물을 부어 100 mL로 하고(10배), 여기에서 다시 10 mL를 취한 후 다시 물을 가하여 500 mL로 만든다(5배, 합하여 500배). 이와 같이 (2~3)단계로 희석한다. 결과는 희석한 시료에 대하여 mgCl⁻/mL로 표시되기 때문에, 희석 배율을 곱한 후 이것을 염소 이온 농도(%)로 하기 위해서는 1/10로 하면 된다.

- b) 질산은 적정법은 KS M 0100의 33.3(질산은 적정법)에 규정된 방법에 따른다. 이 방법에 의하면, 시료액을 10 mL 사용한 경우의 적정량은 굳지 않은 콘크리트 중의 염소 이온량이 0.30 kg/m³일 때 약 15 mL, 0.60 kg/m³일 때 약 30 mL가 된다. 결과는 mgCl⁻/L로 표시되는데, 이것을 염소 이온 농도(%)로 하기 위해서는 10⁻⁴를 곱하면 된다.

- c) 전위차 측정법은 KS M 0013에 준하여 염소 이온 선택 전극을 사용한 전위차 측정을 하는 것으로 하였다. 측정 방법은 질산은을 사용한 앞의 b)의 순서에 따르면 된다.

또한, 이상의 방법은 어느 것이나 브롬화물 이온(Br^-), 요오드화물 이온(I^-), 시안화물 이온(CN^-) 등의 이온이 존재하면 염소 이온으로써 측정된다.

또한, 아황산 이온, 티오황산 이온, 황화물 이온도 방해하지만, 이들은 미리 과산화수소를 산화시켜 두면 된다. 통상의 콘크리트 중에는 이들 이온은 거의 포함되어 있지 않기 때문에 문제가 없지만, 혼화제에 따라서는 방해 이온을 포함한 것도 있기 때문에 사용하는 혼화제의 메이커를 확인해 두는 것이 좋다. 그 밖에 아황산 이온, 티오황산 이온, 염화물 이온도 방해를 일으키지만, 이들의 영향은 미리 과산화수소로 산화시켜 두면 제거할 수 있다.

4 결과

시험은 동일 시료에 대하여 2회 실시하는 것으로 한다. 시험방법에 의한 생산자 등이 측정한 많은 데이터를 기초로 반복수를 3회에서 2회로 변경하는 경우의 영향 조사에 의하면, 그 결과 측정치의 변동이 적고 일정하며, 이 두 가지 경우의 평균값의 차이가 시험 결과로써 표시되는 단위인 0.01 %를 상회할 확률은 거의 0에 가까운 상태였다. 이상의 사실로부터 이 시험을 동일 시료에 대하여 3회 실시한 경우와 2회 실시한 경우의 결과에 유의차가 없는 것으로 판단하여 이번에 시험 횟수를 2회로 한다.



Public Procurement
Service

PPS100047 2023-05-04 09:28:14

KS F 4009:2022

부속서 B

레디믹스트 콘크리트의 혼합에 사용하는 물 해설

종래의 표준 본체에는 물의 품질로서의 규정은 “물은 산·염류·유기물, 기타 콘크리트 및 강재에 영향을 미치는 물질을 유해량 함유해서는 안 된다.”라고 되어 있었을 뿐, 구체적인 물의 품질 기준은 나타나 있지 않았는데, 주요 원재료의 하나인 물의 구체적인 품질 기준을 요구하는 소리가 높아 **부속서 B**에 규정한다.

1 적용범위

이 부속서는 레디믹스트 콘크리트에 사용되는 혼합수의 품질, 시험방법 등에 대하여 규정한 것으로서, 콘크리트 시방서 및 건축 공사 표준 시방서의 규정에 준하여 정하였다.

2 구분

물은 상수돗물, 상수돗물 이외의 물 및 회수수의 3종류로 구분하였다.

3 용어

상수돗물 이외의 물 및 회수수의 정의를 명확히 한 동시에, 회수수로서의 슬러지수, 상징수에 대하여도 명시하고, 슬러지에 관한 용어에 대해서도 구체적으로 정의하였다.

4 상수돗물

종래부터 음료로 적합한 물은 콘크리트 혼합에 적합하다고 판단되어 왔는데, 품질 기준을 보다 명확히 하기 위하여 이 부속서에서는 수도법에 의해 상수돗물로서 인정되고 있는 물에 대해서는 특별히 시험을 하지 않아도 콘크리트의 혼합수로서 사용해도 좋다고 하였다.

또한, 수도법(수질 기준) 중 혼합수로서, 필요로 하는 주된 품질 기준 6항목을 **부속서 B 표 B.1**에 참고로 나타냈다.

5 상수돗물 이외의 물

상수돗물 이외의 물에 대해서는 **부속서 B 표 B.2**에 나타낸 품질 기준에 적합하면 사용할 수 있는 것으로 하였다. 또한, 상수돗물에 준하여 사용하는 경우에는 정기적으로 수도법(수질 기준)에 적합하다는 것을 공공 기관의 시험에 의해 확인하는 것이 필요하다.

6 회수수

6.1 품질

회수수는 **부속서 B 표 B.3**에 나타낸 품질 기준에 적합하면 사용할 수 있도록 하였다. 다만, 회수수는 원래 독립된 물이 아니며, 그 기본이 되는 물, 즉 원수에는 상수돗물 또는 상수돗물 이외의 물이 사용되기 때문에, **부속서 B**의 **B.4** 또는 **B.5**의 규정에 적합해야 한다.

6.2 슬러지 고형분율의 한도

회수수 가운데서 슬러지수 중에는 슬러지 고형분이 포함되어 있는데, 사용 시에는 슬러지 고형분율이 3%를 넘어서는 안 되는 것으로 하였다. 이 슬러지 고형분율 3%는 콘크리트 및 강재에 영향을 미치지 않는 한도로서, 연구 결과로 나타난 값이다.

슬러지수의 이용에는 슬러지수가 품질 기준에 적합한 동시에, 한도 내로 되도록 슬러지수의 농도·사용량 등을 조정해야 한다. 또한, 슬러지수에 포함된 슬러지 고형분의 양은 물의 질량에 포함시키지 않는다.

7 물을 혼합하여 사용하는 경우

부속서 B에 표시된 종류의 물을 2종류 이상 사용하는 경우에는 각각 부속서 B의 B.4, B.5 또는 B.6의 규정에 적합해야 한다.

8 물의 시험방법

8.1 상수돗물 이외의 물인 경우

8.1.2 시험용 기구

8.1.3의 시료를 넣는 용기 8.1.4 현탁 물질량 및 8.1.5 용해성 증발 잔류물질량의 시험에 사용하는 기구를 나타냈다. 그 밖의 시험 항목에 필요한 기구는 관련 표준, 부속서 B의 별도 항목으로 나타낸 시험 기구에 의한다.

8.1.3 시료

시료로서 채취한 물이 신선할 때 시험을 실시할 필요가 있기 때문에, 채취 후 보관 기간의 한도, 1회의 시험에 필요한 양, 혼합수 저장조의 용량에 따른 물의 채취 방법을 규정하였다.

8.1.4 현탁 물질량의 시험

검출량이 매우 적기 때문에 건조 후의 냉각, 질량 계측까지의 여과지의 보관 등에 충분히 주의한다.

8.1.8 모르타르 압축 강도비의 시험

모르타르 압축 강도비의 시험방법은 KS L 5105의 9절(플로의 결정)의 방법에 따른 A방법 외에, 레디믹스트 콘크리트 공장에 보급되어 있는 지름 50 mm, 높이 100 mm의 원주 공시체에 의한 방법에 준하여 통상 사용하는 잔골재를 사용하는 B방법, 어느 방법에 따라도 좋다.

b) 시험 조건 항온실이 아니라도 레디믹스트 콘크리트 공장의 시험실에 갖추어진 양생실에서 시험이 가능하도록, 시험실 온도를 10℃ ~ 25℃로 하였다. 그러나 성형 시의 온도 변화가 크기 때문에, 성형 시의 온도차가 모르타르 초기 온도의 차로써 압축 강도에 영향을 미치지 않도록 성형 개시로부터 종료까지의 온도 변화는 4℃ 이내가 되도록 하였다.

d) 조작

1) 플로가 190±5를 가지는 모르타르에 사용하는 잔골재의 양은 보통 강모래의 경우에 2 000 g ~ 2 500 g 정도이다.

KS F 4009:2022

8.2 회수수인 경우

8.2.2 시료

회수수 가운데 슬러지수에는 고품분이 포함되어 있어 적당히 계속 교반하지 않으면 슬러지 고품분이 침전하는 성질을 가지고 있기 때문에, 슬러지수 저수조에서의 시료 채취는 슬러지 고품분이 균등하게 분산된 상태의 것을 대표적 시료로서 채취한다.

또한, 시험을 실시함에 있어 시료를 분취할 때는 슬러지 고품분이 분리되지 않도록 충분히 교반하여 균등한 상태로 된 시료에서 분취한다.

8.2.4 시멘트 응결 시간 차 시험

부속서 2의 6.2 슬러지 고품분율의 한도가 정해져 있기 때문에 응결 시험도 슬러지 고품분을 3 %로 실시하는 것을 생각할 수 있는데, 응결 시험의 물-시멘트비는 27 % 전후로 통상 콘크리트의 60 % 전후와 비교하여 1/2 이하의 낮은 물-시멘트비이며, 더구나 된 반죽의 페이스트이기 때문에 슬러지 고품분이 시멘트 응결에 미치는 영향이 실제 콘크리트 중의 슬러지의 거동과는 크게 다르므로, 이 시험에서는 8.2.5 모르타르의 압축 강도비의 시험에 있어서의 A방법에 사용되는 슬러지수와 같은 농도의 슬러지수를 사용하는 것으로 하였다.

8.2.5 모르타르 압축 강도비의 시험

시험은 8.1.8의 A방법 또는 B방법에 의하지만, 회수수 가운데에서도 슬러지수는 고품분을 포함하기 때문에 물의 양은 A방법, B방법 모두 슬러지 고품분율이 3 %가 되도록 정하였다.

8.2.6 슬러지수의 농도 시험

시료 건조 시 작은 면적의 건조용 배트 시료를 넣고 건조시키면 건조에 시간이 필요하고, 이것이 슬러지분으로서의 결과적으로 가열 양생한 것이 되어 슬러지의 수화가 진행되고 슬러지 중의 결정수가 증가한다. 이 때문에 슬러지수의 농도가 크게 나타나므로, 건조 시 가능한 한 넓은 면적의 건조용 배트에 시료를 넣어 건조에 요하는 시간을 단축시키며, 건조기의 환기가 충분히 이루어지도록 주의한다.

또한, 8.2.4 및 8.2.5에 사용하는 슬러지수의 농도 조정은 시험에 필요한 양을 충분히 상회하는 슬러지수를 채취하여 한동안 정지시킨 후 상징수를 다른 용기에 일부 옮기고, 남은 슬러지수의 농도를 측정한다. 그 후 계산에서 소정의 농도가 되도록 다른 용기에 옮긴 상징수의 첨가량을 구해 혼합하여 농도를 조정한다.



Public Procurement
Service

PPS100047 2023-05-04 09:28:14

KS F 4009:2022

KSKSKS
KSKSK
KSKS
KSK
KS
KSK
KSKS
KSKSK
KSKSKS

Ready-mixed concrete

ICS 91.100.30