

국내 콘크리트의 품질개선을 위한 각 방면에서의 제안

콘크리트 품질개선과 콘크리트표준시방서 개정



김 생 빈*



김은겸**

1. 서 언

우리나라 콘크리트표준시방서는 1962년에 처음으로 제정되었다. 그 후 6년~10년 정도의 빈도로 여러 차례의 개정이 이루어졌으며, 현재 사용되고 있는 시방서는 1996년 5월에 5차로 개정된 것으로 대개 콘

크리트 품질개선에 초점을 맞추어 소폭적인 개정이 이루어졌다. 소정의 성능을 갖는 콘크리트 구조물을 만드는 데는 구조물의 요구 성능을 만족하며, 적절한 시공이 가능한 콘크리트를 사용할 필요가 있다. 콘크리트에 요구되는 기본적인 품질로서는 균질성, 워커빌리티, 강도, 내구성, 수밀성, 균열제어성능 및 강재

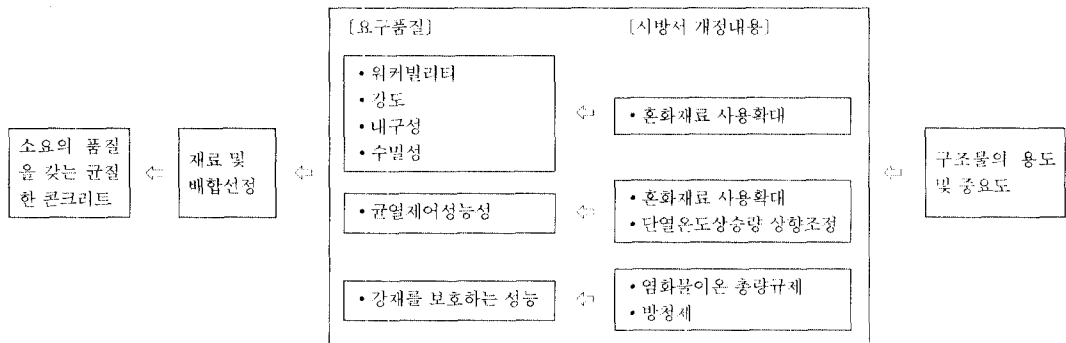


그림 1 콘크리트의 요구품질과 시방서 개정내용

* 동국대학교 교수
 ** 서울산업대학교 교수

를 보호하는 성능을 들 수 있다.

이와 관련하여 시방서의 주된 개정요지는 염화물 이온의 총량 규제, 3성분계 시멘트의 사용, 팽창재, 고로슬래그미분말 및 유동화제, 방청제 등에 대한 내용 수록, 단열온도상승량의 상향조정 등 주로 콘크리트의 품질 및 내구성 향상에 관한 것이다.

그림 1은 콘크리트의 요구품질과 그에 대한 시방서 개정내용과의 관계를 나타낸 것이다.

2. 시공편 주요 개정 내용

콘크리트 품질 개선과 관련된 시방서 시공편의 주요 개정 내용을 열거하면 다음과 같다.

(1) 콘크리트의 강도는 하중의 성질, 구조물의 부재치수, 양생방법 등을 고려하여 28일 보다 빠른 시기 즉, 7일 또는 14일에서의 공시체 강도를 기준으로 할 수 있도록 해설을 보완하였다.

(2) 염분량에 대한 표현을 중전의 NaCl에서 Cl^- (염화물이온)으로 통일하였다. 또, 염분의 허용량은 콘크리트 총량으로 전환함과 동시에 염분의 대부분이 해사로부터 유입된다는 사실로부터 바다모래에 대하여는 별도로 염화물이온에 대한 규제를 두고 있다.

(3) 알칼리골재반응에 관한 새로운 내용에 관련하여 해설 부분의 수정 및 가필이 이루어졌으며, 최근 콘크리트의 품질을 향상시키는 데 관심이 집중되고 있는 3성분(다성분)계시멘트에 대한 언급이 해설에 수록되어 있다.

(4) 팽창재, 고로슬래그미분말 등의 내용을 해설로부터 본문에 삽입함으로써 콘크리트의 품질 및 내구성을 향상시키는 데 유용한 재료로서의 중요성이 강조되고 있다.

(5) 유동화제에 대한 품질규정과 철근콘크리트용 방청제에 대한 규정을 새로 삽입하였다.

(6) 수중콘크리트 시공은 일반적으로 재래 방식에 의하기 때문에 품질확보가 특히 어려운 실정이다. 따라서, 수중콘크리트의 품질을 개선한다는 차원에서 수중분리성혼화제의 사용을 적극 권장하도록 내용을 대폭 보완하였다.

(7) 레디믹스트 콘크리트에 대한 공업규격의 개정 내용을 도입하고, 보다 현실적인 대응이 가능하도록

한다.

(8) 매스콘크리트에서 균열유발준위의 간격은 여러 가지 조건에 따라 다르지만, 대체로 4~5m정도인 것을 해설에 삽입하였다. 또 콘크리트의 단열온도 상승량 계산식 중 Q_0 와 r 의 값을 상향조정하여 4~6℃정도 높은 단위온도상승곡선을 제시하고 있다.

(9) 콘크리트의 인장강도, 휨강도, 균열에 대한 저항성, 인성, 전단강도 및 내충격성 등의 개선을 도모하고 그의 실용화를 위하여 섬유보강콘크리트 장을 신설하였다.

3. 콘크리트의 품질 개선

3.1 굳지 않은 콘크리트

균열이 적으며 내구성, 수밀성이 우수한 양질의 품질을 갖는 콘크리트 구조물을 만들기 위해서는 운반, 치기, 다지기 등의 작업에 적합한 범위내에서 될 수 있는대로 단위수량 및 재료분리가 적으면서 슬럼프가 작은 콘크리트를 사용하는 것이 기본이다.

작업에 적합한 슬럼프는 부재의 설계나 시공조건에 따라 다르지만 어느 경우라도 슬럼프가 지나치게 큰 콘크리트를 사용하면 블리딩이 많아지며, 굵은골재와 모르타가 분리되는 경향도 현저하다. 그러므로, 콘크리트를 칠 때 슬럼프의 상한값을 규정하는 것이다.

최근에는 질이 좋은 골재의 입수가 어렵고, 동일 슬럼프를 얻기 위한 단위수량이 점점 증가하고 있기 때문에 콘크리트의 품질을 확보한다는 관점에서는 슬럼프 뿐만 아니라, 단위수량의 상한도 규정할 필요가 있다. 시방서에서는 슬럼프의 표준값을 일반적인 경우 5~12cm로 규정하고 있으나, 단위수량에 대한 상한치의 규정은 정하고 있지 않다. 일반적인 콘크리트에서 배합시 슬럼프를 12cm까지 증가시켜도 작업이 어려운 경우에는 배합의 변경, 고성능AE감수제나 유동화제의 사용 등 적절한 조치를 강구하여 콘크리트 품질을 확보하는 것이 좋다.

최근 콘크리트의 새로운 기술개발에 따라 여러 가지 광물성미분말(고로슬래그미분말), 고성능AE감수제, 증점제, 기타 혼화재료를 병용하므로써 단위수량이나 단위시멘트량을 증가시키는 일 없이 콘크리트

의 워커빌리티를 현저하게 개선시키는 것이 가능하게 되었다.

그림 2 및 그림 3은 고로슬래그 및 고성능감수제의 감수효과 및 워커빌리티 개선 효과를 나타낸 것이다.

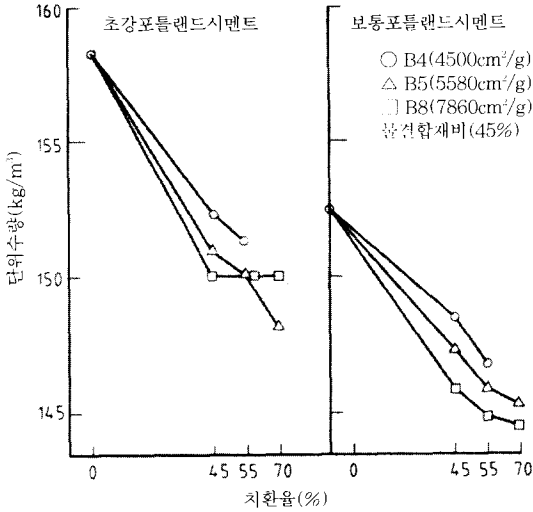


그림 2 고로슬래그 치환율과 단위수량

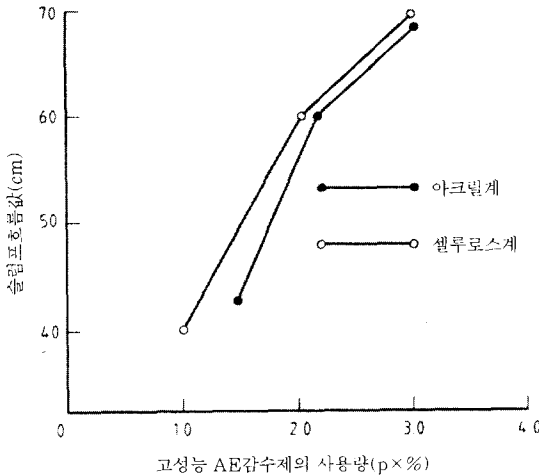


그림 3 고성능 AE감수제의 효과

3.2 강도 및 품질관리기준

콘크리트의 강도는 압축강도 외에 여러가지가 있지만, 콘크리트의 품질관리지표로서는 압축강도를

널리 사용한다. 그 이유로서는 콘크리트의 압축강도 시험법이 간편하며, 또 측정치가 크기 때문에 품질 변화를 명확하게 포착할 수 있기 때문이다.

콘크리트 구조물은 작용외력에 대하여 충분한 안전성을 가져야 한다. 사용하는 콘크리트는 사용기간 동안 설계에서 정하고 있는 기준강도를 만족하는 품질을 가져야 한다. 콘크리트도 다른 재료와 마찬가지로 품질에 변동이 있으며, 구조물 전 부위의 강도가 설계기준강도를 초과하는 강도를 확보하고 있다는 것을 보증하는 것은 이론적으로 불가능하다. 따라서, 시험치가 설계기준강도에 미달하는 확률에 대하여는 경제성 등을 고려하여 일반적으로 5%의 값을 사용하고 있다.

콘크리트가 습윤상태에서 적당하게 양생된 경우, 그 강도는 재령과 함께 증가하며 표준양생공시체의 재령 28일 이상이 될 것이다. 그러나, 구조물에서는 습윤양생을 장기간 실시하는 것은 실제적으로 곤란하며 그 콘크리트의 강도가 표준양생에 의한 공시체의 재령 28일 강도를 대폭 초과하는 것은 거의 기대할 수 없다. 그래서 통상의 일반적인 구조물에 사용되는 콘크리트의 강도는 표준양생을 실시한 공시체의 재령 28일에 대한 강도시험치로 나타낸다.

비교적 조기에 하중을 가하는 경우에는 작용하중의 성질, 구조물의 부재치수, 양생조건 등을 고려하여 28일 보다 빠른 재령에서의 시험체 강도를 기준강도로 해야 한다. 또, 장기강도 증진이 큰 콘크리트를 사용하거나 하중이 작용할 때까지의 양생기간이 긴 경우에는 28일 이후의 재령에 대한 공시체 강도를 기준으로 해도 좋다. 개정시방서에서는 비교적 일찍 사용하는 구조물에 대하여는 7일 또는 14일 강도를 사용하여 품질관리를 할 수 있도록 규정하고 있다.

<ul style="list-style-type: none"> · 일반적인 구조물 : 28일 · 조기 하중작용시 : 7일 또는 14일 · 장기강도 증진이 : 28일 이후 · 양생기간 긴 경우 : 28일 이후 	←	<p>품질평가시 강도기준재령</p>
---	---	---------------------

3.3 콘크리트의 내구성

콘크리트 구조물의 내구성은 설계, 재료, 시공 등 모든 조건의 영향을 받는다. 설계 및 시공을 적절히 실시하면 콘크리트 구조물의 내구성은 사용하는 콘

크리트의 품질에 따라 크게 좌우된다. 일반적으로 콘크리트의 품질은 콘크리트 自己劣化에 대한 저항성과 콘크리트 중의 강재부식억제성능으로 대별할 수 있다.

콘크리트의 내구성을 조기에 판정하는 데는 일반적으로 촉진시험을 실시하며, 이것은 콘크리트의 내구성을 상대적으로 평가하는 데 유효한 방법이다. 그러나 현재로서는 촉진시험환경과 사용환경과의 관련성, 시공영향의 평가법 등 애매한 점이 많으며, 사용환경에서의 내구성을 정량적으로 평가할 수 있는 단계에는 도달하지 못한 상태이다. 따라서 현재로서는 과거의 실적이나 경험 등에 비추어 충분한 내구성을 가지고 있다고 판단되는 콘크리트를 사용하도록 시방서에서는 규정하고 있다.

콘크리트의 내구성은 사용하는 재료 및 배합에 의해 지배된다. 사용하는 재료는 콘크리트의 내구성을 해치는 것이어서는 안되며, 또 배합도 적절히 선정할 필요가 있다. 재료에 대한 시방서 규정은「제3장 재료」에 수록하고 있다. 특히, 개정시방서에서는 콘크리트 자신의 내구성 향상을 도모하기 위하여 고로슬래그미분말, 팽창재 및 실리카흙의 사용에 대한 규준을 본문 및 해설에 도입하고 있다.

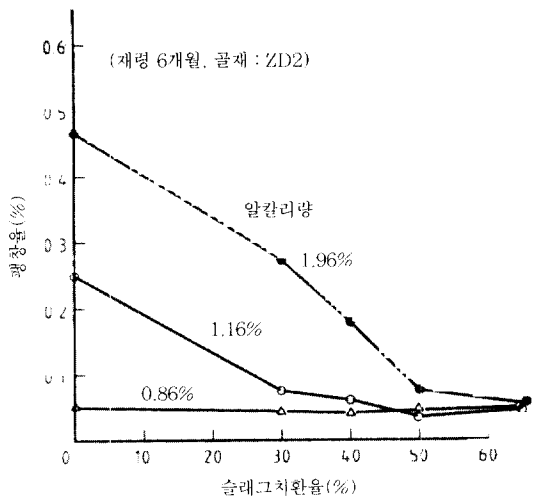
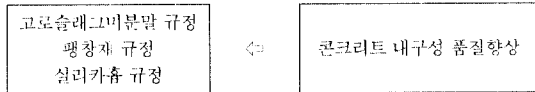


그림 4 고로슬래그 미분말을 사용한 콘크리트의 알칼리골재반응 억제효과

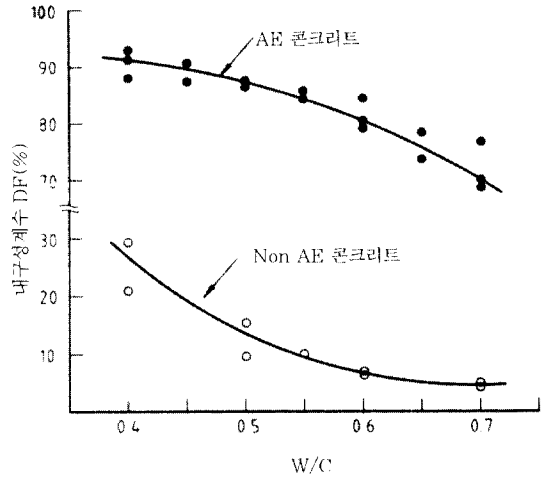


그림 5 AE콘크리트의 동결융해저항특성

그림 4는 고로슬래그미분말을 사용한 콘크리트의 알칼리골재반응에 의한 팽창률을 나타낸 것이다. 이 그림에서 시멘트 중의 전 알칼리가 1% 정도인 경우 고로슬래그를 40% 정도 치환하면 알칼리 골재반응 억제에 좋은 효과가 있음을 알 수 있다.

물-시멘트비는 콘크리트의 내구성에 미치는 배합의 영향 요인 가운데에서 가장 중요한 것이다. 물-시멘트비가 커지면 콘크리트의 내구성은 저하하므로 보통의 노출상태에 있는 콘크리트의 물-시멘트비 최대치를 개정시방서에서는 70%에서 65%로 5% 감소시켜 규정하고 있다. 또, 물-시멘트비가 지나치게 작으면 상대적으로 단위시멘트량이 커져 수화열이나 건조수축을 증대시킴으로서 오히려 내구성에 나쁜 영향을 미치는 경우도 있으므로 주의해야 한다.

AE콘크리트는 기상작용에 대한 내구성이 우수하며, 소요의 위키빌리티를 얻기 위해 필요한 단위수량을 줄일 수 있어 치밀한 콘크리트를 얻을 수 있다. 시방서에서는 기상작용이 심한 경우에는 AE콘크리트를 사용하도록 규정하고 있다. 기상작용이 심하지 않은 경우라도 동해에 대한 저항성을 높이기 위해서는 AE콘크리트를 사용하는 것이 좋다. 개정시방서에서는 AE공기량의 손실을 고려하여 그 적정 범위를 콘크리트 용적의 4~7%로 1% 상향 조정하였다. 그림 5는 콘크리트의 동결저항성에 대한 AE콘크리트의 효과 및 물-시멘트비의 영향을 나타낸 것이다.

물-시멘트비 최대치
70%→65%로 하향조정

내구성 개선 및
품질 향상

AE공기량
3~6% → 4~7%로 상향조정

동해 저항성 개선 및
품질 향상

3.4 균열제어

콘크리트 표면에 많이 발생하는 균열은 구조물의 미관을 해치며, 콘크리트의 내구성, 수밀성 및 강재를 보호하는 성능을 현저하게 저하시키므로 콘크리트의 품질을 빠른 시기에 열화시키는 원인이 된다. 콘크리트의 균열 원인은 표 1과 같이 재료, 시공, 환경 및 외력에 의한 것 등 3가지로 크게 구분할 수 있다.

표 1 콘크리트의 균열발생원인

균열 원인	균열 원인 세부
재료에 기인하는 것	① 시멘트의 이상 응결 및 팽창 ② 시멘트의 수화열 ③ 골재에 포함되어 있는 진흙 ④ 품질이 나쁜 골재 및 반응성 골재 ⑤ 콘크리트 내부의 염화물 ⑥ 콘크리트의 침하 및 불리닝 ⑦ 콘크리트의 건조수축
시공에 기인하는 것	① 콘크리트를 비칠 때 재료의 불균일한 분산 ② 장시간 비비기 ③ 펌프압송시 배합의 변경 ④ 부적당한 치기 순서, 급속한 치기 ⑤ 불충분한 다짐 ⑥ 경화전 진동 및 재하 ⑦ 초기양생중 급속한 건조 ⑧ 초기 동해 ⑨ 부적당한 이음부 처리 ⑩ 철근배근 간격 불량 및 덮개 부족 ⑪ 거푸집의 변형 및 누수 ⑫ 거푸집 조기 제거 ⑬ 동바리의 침하
환경에 기인하는 것	① 온도 및 습도의 변화 ② 부재 단면의 온도 및 습도차 ③ 동결융해의 반복 작용 ④ 화재 및 표면가열 ⑤ 산 및 염류의 화학작용 ⑥ 중성화에 의한 철근 팽창 ⑦ 침입염분에 의한 철근 팽창
외력에 기인하는 것	① 영구하중 및 장기간중 재하 ② 설계하중 초과 재하 ③ 동적하중재하 ④ 단면 및 철근량 부족 ⑤ 구조물의 부등 침하 ⑥ 동해

구분	수축저감제 사용량 (kg/cm ³)	60일간 건조수축량 (×10 ⁻⁴)
[I]	—	7.0
[II]	12	4.1
[III]	16	3.3

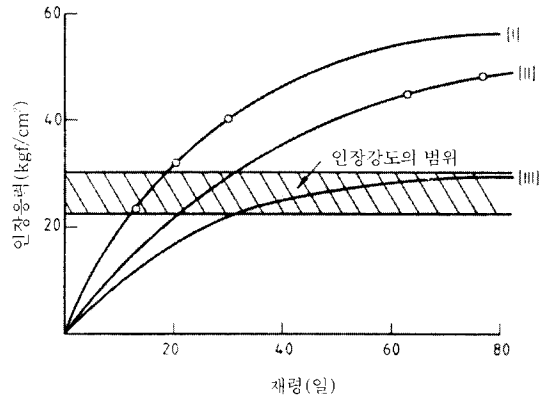


그림 6 수축저감제를 사용한 콘크리트의 건조수축 저감효과

표 1에서 외력에 기인하는 균열은 설계시 그 발생을 고려할 수 있으며, 또, 휨균열과 같이 균열발생을 어느 정도 허용하고 있는 경우도 있다. 설계시에 고려하기 곤란한 균열에 대하여는 이들의 발생이 최소가 되도록 적절한 재료 및 배합을 선정해야 한다. 침하균열 및 건조수축 균열을 방지하기 위하여는 감수효과를 갖는 혼화재료나 건조수축을 저감시키는 혼화재를 사용하고, 단위수량이 작은 배합을 선정하는 것이 필요하다. 그림 6은 수축저감제의 효과를 나타낸 것이다.

수축저감제를 적절히 사용하면 건조수축에 의한 콘크리트의 인장균열을 억제하거나 완화시킬 수가 있음을 알 수 있다. 또한, 수화열에 의해 온도균열의 방지 및 저감대책으로서는 콘크리트 치기온도를 낮추거나 파이프쿨링을 실시하는 등 여러 가지 방법이 사용되고 있으며, 최근에는 저발열형 시멘트의 사용이 증가되고 있다. 그림 7은 저발열형 시멘트를 사용한 콘크리트의 단열온도상승곡선을 나타낸 것이다. 고로시멘트 B종에 비하여 저발열형시멘트는 최종단열온도상승값이 현저하게 작아 온도균열을 방지하거나 줄일 수 있어 콘크리트 품질을 향상시키는 데 유효함을 알 수 있다. 또한 그림 8은 강섬유의 사용량 증가에 따른 콘크리트 인장강도 개선 효과를 나타낸 것이다.

수준	광물조성(%)			
	C:S	C:S	C:A	C:AF
I	43	45	2	10
II	30	58	2	10
III	21	67	2	10
IV	10	80	2	8
V	0	90	2	8

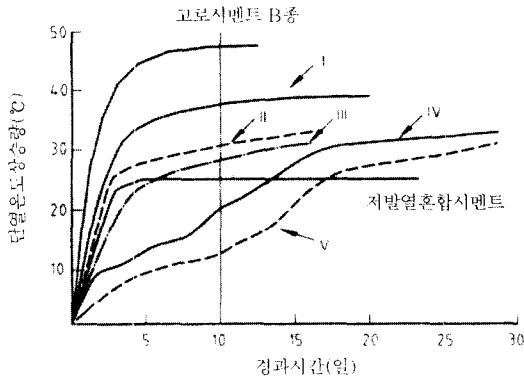


그림 7 저발열형시멘트의 단열온도상승특성

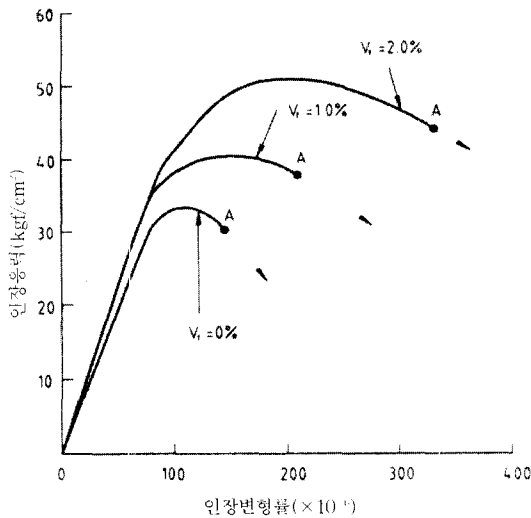


그림 8 감성유 사용량과 콘크리트 인장강도

3.5 강재부식방지과 콘크리트 품질

3.5.1 중성화와 염해

콘크리트 구조물은 대부분 그 내부에 철근 등의 보강용강재가 배치되어 있으며, 이것이 부식하면 구조물의 내구성은 현저하게 저하한다. 강재에 대한 콘크리트의 보호 작용이 저하하는 원인으로서는 주로 중성

화에 의한 콘크리트의 알칼리성 저하와 콘크리트 중의 염화물에 의한 부동태피막의 파괴이다. 따라서 콘크리트가 그 보호기능을 충분히 확보하기 위하여는 중성화가 사용기간 중에 강재부식 위치까지 진행되지 않아야 하며, 콘크리트 중의 염화물 이온량이 강재위치에서 부동태보호의 한계값을 넘지 않아야 한다.

콘크리트의 중성화속도, 염분침투속도 및 산소 혹은 수분의 침투성은 모두 물-시멘트비와 밀접한 관계가 있으며, 이 값이 50%를 초과하면 이들 현상이 급격히 증가하는 경향이 있다. 특히, 해양환경에 놓이는 콘크리트 구조물은 강재보호의 차원에서 콘크리트의 물-시멘트비를 50%이하로 하는 것이 좋다. 따라서, 서방서 시공된 해양콘크리트에서는 콘크리트 구조물의 품질을 향상시키기 위하여 물-시멘트비의 상한값을 50%로 규정하고 있다.

질이 좋은 AE제, 감수제, AE감수제 등을 사용하면 워커빌리티가 개선되며, 블리딩 등의 재료분리도 작아지므로 결함이 적은 콘크리트가 제조되어 강재 보호성능이 향상된다.

고로시멘트나 플라이애쉬시멘트를 사용한 경우나 질이 좋은 포조란을 혼화재로서 적당량 사용한 경우에도 콘크리트의 조적이 치밀해지며, 또 염분의 고정화성능(염분의 고정화가 많아지면 강재의 발청을 야기시키는 가용성염분량이 감소함)증가로 강재부식억제 효과를 기대할 수 있다. 그림 9 및 그림 10은 각각 콘크리트에 대한 산소확산 및 염분침투의 관계를 나

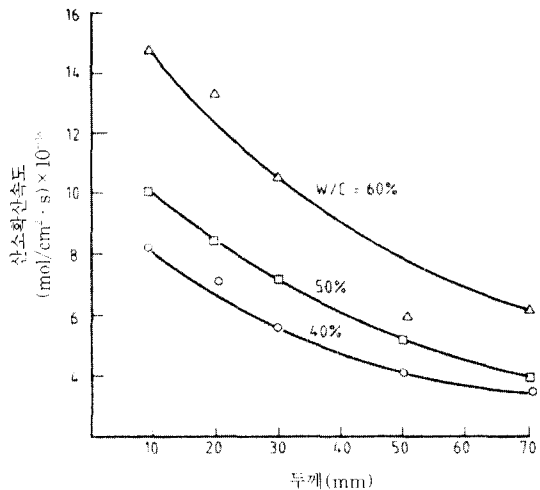


그림 9 산소확산과 콘크리트 품질

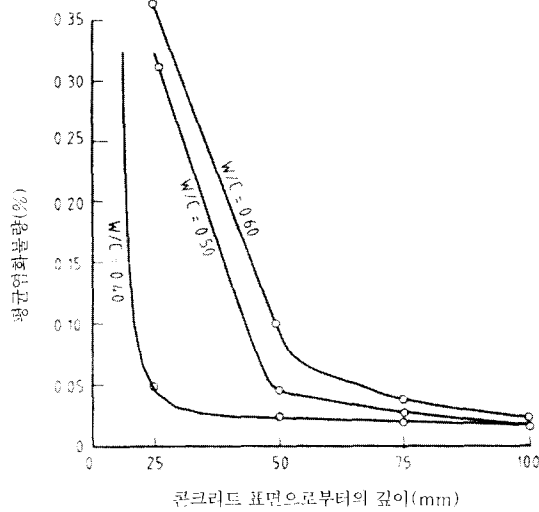


그림 10 염분침투와 콘크리트품질

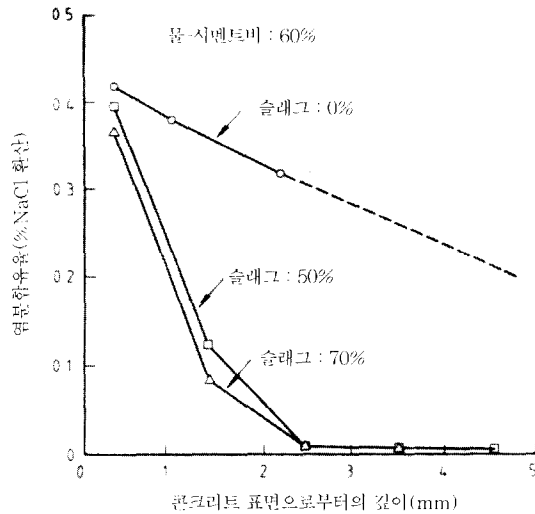
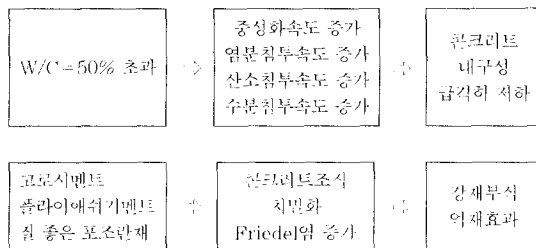


그림 11 고로슬래그의 염화물 침투억제효과

타낸 것이며, 그림 11은 고로슬래그를 혼화한 콘크리트의 염화물 침투억제효과를 나타낸 것이다.



3.5.2 염화물함유량의 규제

시공편 「2.3 콘크리트 중의 염화물함유량의 한도」는 주로 콘크리트 내부의 강재 부식 진행을 방지할 목적으로 새롭게 추가된 조항으로서, 콘크리트를 비빌 때 각 재료로부터 공급되는 염화물이온의 총량에 대하여 규정된 것이다.

염화물이 콘크리트 중에 어느 한도 이상 존재하면 콘크리트 내부의 강재가 부식이 촉진되어 구조물이 빠른 시기에 열화하게 된다. 강재의 부식에 직접 관여하는 것은 염화물 중의 염화물이온(Cl⁻)이며, 또 염화물에 함유되어 있는 염화물이온의 비율은 염화물의 종류에 따라 다르다. 그러므로 강재의 부식방지 관점에서는 염분량을 염화물이온량으로 환산하여, 콘크리트 중의 염화물이온총량으로 표시하는 것이 바람직하다.

일반적으로 염화물은 바다모래, 바다자갈은 물론 혼화제 및 시멘트에도 함유되어 있을 뿐만 아니라 배합수에도 함유되어 있다. 지방서에서는 강재의 발청을 방지하기 위하여 콘크리트 제조 시점에서 염화물 이온량을 원칙적으로 0.3kg/m³이하로 규제하고 있다. 이와 같은 염화물이온에 대한 규제를 만족시키기 위하여는 콘크리트를 비빌 때 미리 각 사용재료에 함유되어 있는 염화물이온량을 파악해 둘 필요가 있다. 혼화제에 대한 염화물량의 조사결과, 감수제 B형의 경우는 염소이온을 원료로 하여 제조하므로 이들로부터 콘크리트에 유입되는 염화물이온량이 90 ~ 466 kg/m³로 상당량 함유되어 있다는 사실이 확인되어 그 후 생산이 중지되었다.

염화물이온에 대한 규제치 0.3kg/m³는 강재 부식이 절대로 생기지 않는다는 것을 보증하는 것은 아니며, 지금까지의 연구나 조사결과를 바탕으로 강재의 부식에 의한 구조물의 열화를 용인할 수 있을 정도 이하로 억제하는 실현 가능한 값으로 보고 정한 것이다. 따라서, 부식용량이 생기기 쉬운 프리텐션방식의 프리스트레스트콘크리트, 염해나 전식(電蝕)의 염려가 있는 조건하에서 공급되고, 더욱이 내구성이 특히 요구되는 철근콘크리트나 포스트텐션방식의 프리스트레스트콘크리트 등의 경우에는 콘크리트중의 염화물의 양은 규제치 보다 될 수 있는 한 적게 하는 것이 콘크리트 품질을 향상시킬 수 있는 관점에서 바람직하다.

표 2 콘크리트 1m³에 유입될 수 있는 염화물이온(Cl⁻)량

배합수	시멘트	잔골재	합계
수도법의 규정에 의한 염화물이온농도 200ppm	시멘트염화물 함유량 허용치 0.02%	시방서 규정 잔골재 염화물이온량 허용치 0.022%	
40g	60g	154g	254g

콘크리트 제조시 각 재료로부터 혼입이 예상되는 염화물량을 개략적으로 계산해 보면 다음과 같다. 계산에는 콘크리트 1m³당 시멘트 C=300kg, 잔골재 700kg을 사용하였으며, 그 결과를 정리하면 표 2와 같다.

4. 시방서 미래상

4.1 시방서의 구성

시방서의 역할 가운데 하나는 소요의 성능을 만족하는 콘크리트 구조물을 만들기 위한 방법을 규정하는 데 있다. 이를 위하여는 소요의 성능을 만족시키지 않는 확률이 작아지도록 해야 하며 또, 기술의 진보에 따라 더욱 합리적이고 고성능을 가지는 구조물을 만들 수 있는 여유를 두면서 시방서를 만드는 것이 바람직하다.

그러므로 이들 사이의 균형은 기술의 진보에 따라 변하는 것이라고 생각할 수 있다.

콘크리트에 요구되는 품질은 제조 시점의 콘크리트가 여러 시공 과정을 거쳐 구조체의 일부로서 기능하는 콘크리트로 변화해 가는 과정을 고려하여 설정해야 한다. 제조시점에서 요구되는 품질은 설계조건을 통해 규정되는 구조체 콘크리트의 요구 기능, 시공 방법 및 시공 환경 등의 시공 조건, 경제적으로 입수·제조 가능한 재료 조건 등을 고려하여 설정된다.

그러므로, 구조체 콘크리트에 요구되는 품질은 재료 조건과 시공 조건을 고려하여 설계 단계에서 설정할 필요가 있다. 콘크리트 구조물의 설계·시공에 있어서 시방서는 설계 조건, 재료 조건, 시공 조건을 서로 조정하여 요구하는 품질을 갖는 구조물을 경제적으로 만들 수 있는 역할을 갖는 것이 중요하다. 따라서 미래의 시방서는 설계편과 시공편의 2편 체제를 그림 12에 예시한 바와 같이 5편 체제로 구성하는 것이 보다 합리적인 발상이라고 생각된다.

그림 12는 일본의 토목학회가 계획하고 있는 콘크리트표준시방서의 미래상으로 설계편, 재료편, 시공편 및 이들 3개편에 대한 관계를 조정하는 공통편, 특히 사용 재료에 대한 최저한의 품질과 시험방법을 규정하는 기준편 등 총 5개편으로 구성되어 있다. 특히, 우리나라의 경우 기준편이 콘크리트 시방서 안에 동일한 체제로 편성되어 있지 않아 시방서를 참고할 때 KS 등과 같은 기준의 적용에 많은 혼란과 불편을 초래하고 있다. 미래의 시방서에서는 기준편의 시방서예로의 편성이 요구된다.

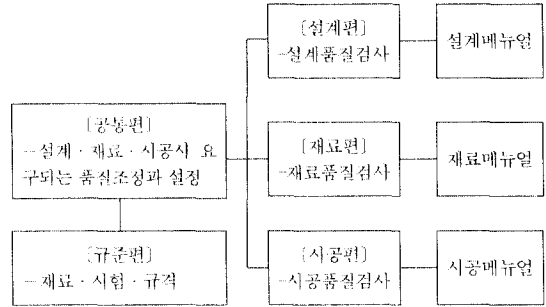


그림 12 콘크리트표준시방서 구성안 (일본의 콘크리트표준시방서 미래상)

4.2 시방서에서 고려해야 할 콘크리트의 품질

4.2.1 콘크리트에 요구되는 품질의 개념

콘크리트 구조물을 만들 때 콘크리트에 요구되는 품질은 콘크리트 제조시점의 콘크리트와 구조물이 완성된 상태의 콘크리트인 구조체 콘크리트로 분리하여 규정하는 것이 합리적이라고 생각된다. 제조시점의 콘크리트가 시공 과정의 이력을 거쳐 경화한 것이 구조체 콘크리트가 되므로 이들의 관계는 콘크리트 품질에 밀접한 영향을 주고 있다.

설계조건으로부터 규정되는 구조체 콘크리트의 품질은 사용재료의 조건과 시공조건 등을 고려하여 정하게 된다. 제조시점에서 콘크리트 품질은 시공 조건을 고려하여 구조체 콘크리트에 요구되는 품질을 만족하도록 정해야 한다. 이들의 설계 조건, 시공 조건 및 재료 조건 등에 대한 상호 관련성을 정하는 것이 공통편의 역할이 된다.

4.2.2 구조체 콘크리트에 요구되는 품질

구조체 콘크리트는 구조물이 보유해야 할 성능 및

기능을 만족시키기 위해 필요한 안전성, 내구성, 사용성을 가져야 한다. 구조체 콘크리트에 요구되는 품질은 콘크리트 구조물의 기능, 작용 하중의 특성, 구조적 특성, 사용시의 환경조건 등에 대한 설계조건을 고려해야 한다. 또 시공방법, 시공시의 환경조건, 시공 관리 수준, 사용 가능한 재료의 품질 등에 대한 시공 및 재료조건을 고려하여 정할 필요가 있다.

4.2.3 제조시점의 콘크리트에 요구되는 품질

제조시점의 콘크리트 품질은 구조체 콘크리트에 필요한 품질 설정과 동시에 이것을 만족시키기 위한 제조시점의 콘크리트가 갖추어야 할 품질기준에 대하여도 시공 조건을 고려하여 설정해야 한다. 구조체 콘크리트의 품질과 제조시점의 콘크리트가 구비해야 할 품질 관계는 시공 조건으로부터 정해지는 시공의 품질에 따라 변화하는 것이다.

제조시점의 콘크리트 품질을 설정할 때 검토해야 할 품질 항목은 아직 굳지 않은 콘크리트의 품질과 경화된 콘크리트의 품질로 나눌 수 있다. 이들에 대해 각각 검토해야 할 품질기준의 항목은 다음과 같다.

1) 아직 굳지 않은 콘크리트의 품질

- ① 시공성 : 펌프압송성, 치기의 용이성, 재료분리저항성, 마무리의 용이성, 응결성

2) 경화된 콘크리트의 품질

- ② 강도특성 : 압축강도, 인장강도, 휨강도, 피로강도, 탄성계수, 크리프
- ③ 발열성 : 최종단열온도상승량, 온도상승속도, 비비기 온도, 사용시멘트
- ④ 수축성 : 건조수축, 경화수축, 온도수축, 수축균열시험법
- ⑤ 강재에 대한 방식성 : 염화물이온량, 물-시멘트비, 사용시멘트
- ⑥ 중성화에 대한 저항성 : 촉진중성화시험, 물-시멘트비, 사용시멘트
- ⑦ 반응성골재에 대한 화학적 안정성 : 알칼리실리카 반응성시험, 알칼리 총량, 사용시멘트
- ⑧ 저온환경에 대한 저항성 : 동결융해시험, 물-시멘트비, 공기량, 비비기온도, 양생종료후 강도
- ⑨ 고온환경에 대한 저항성 : 비비기 온도, 응결시간, 슬럼프, 내화성 시험
- ⑩ 화학작용에 대한 저항성 : 촉진화학저항성시험, 물-시멘트비, 단위시멘트량, 사용시멘트,

혼화재의 종류 및 첨가량

- ⑪ 수밀성 : 투수시험, 물-시멘트비
- ⑫ 질량 : 단위용적질량시험
- ⑬ 내마모성 : 마모시험, 골재의 뒹임 감량, 물-시멘트비
- ⑭ 색 : 색채, 색채의 균일성

5 맺는말

최근, 콘크리트 구조물은 급변하는 사회여건과 재료 및 환경조건의 악화 등 커다란 변화속에 놓여져 있다. 대형 콘크리트 구조물 건설의 증가, 질이 좋은 골재 입수의 어려움, 빈번한 작용하중에 의한 구조물의 피로와 급격한 노후화, 현장에서의 인간 관계의 변화 등 콘크리트 구조물로서는 여러 면에서 위기를 맞이하고 있다고 하여도 과언이 아니다. 이와 같은 상황하에서 콘크리트 구조물이 본래의 기능을 유지하고 또, 그 사용 수명을 확보하기 위하여는 사용재료의 선택 및 시공시의 콘크리트 품질의 개선, 나아가서는 구조체 콘크리트의 품질확보를 위한 대비책이 강구되어야 한다. 이러한 관점에서 콘크리트시방서는 기술진보에 따라 개편이 불가피하며, 개편에 있어서는 시방서의 구성체제 및 각각의 내용이 콘크리트의 품질 개선이라는 대명제에 역점을 두어야 한다고 생각한다.

급변의 콘크리트시방서는 소폭적인 개편에 불과하지만, 근본적으로는 콘크리트품질의 개선이라는 차원에서 이루어진 것이다. 감히 미래의 시방서상에 대하여도 간단히 언급하였으나 이것은 필자의 개인적인 생각임을 전제로 한 것으로 참고가 되었으면 한다.

참 고 문 헌

1. 사단법인 대한토목학회 "콘크리트표준시방서", 1989년
2. 사단법인 대한토목학회 "콘크리트표준시방서", 1996년
3. 日本土木學會 "コンクリート標準示方書 施工編", 1992년
4. 日本土木學會 "コンクリート標準示方書(1992年版)改訂資料およびコンクリート技術の今後の動向", 1993년
5. 日本土木學會 "コンクリート標準示方書 施工編", 1986년
6. 笠井芳夫, 小林正, "セメント・コンクリート用混和材料, 技術書院," 1993년