

콘크리트용 화학혼화제, 최근의 기술개발 동향

Recent Development of New Chemical Admixtures



정재동*

1. 머리말

화학혼화제는 그 용어상 일본 건축학회(JASS 5, 철근콘크리트 공사)에서는 주로 그 계면활성작용에 의해 콘크리트의 제 성질을 개선하기 위해 사용되는 혼화제로, 또한 토목학회 콘크리트 표준시방서에서는 혼화재료중 사용량이 비교적 적고, 그 자체 용적이 콘크리트배합산정의 계산에 있어서 무시되는 것으로 취급되는 약제로 되어있다. 이와같이 작은 사용량이지만 그 기능으로부터 최근 특히 콘크리트의 고강도화, 고내구성화, 시공의 합리화를 가능하게 하는 등 화학혼화제는 점점 더 큰 역할을 하게 되었다.

즉, 혼합수량을 대폭 저감한 고강도, 초고강도콘크리트, 감수와 양질의 기포도입에 의한 고내구성 콘크리트, 높은 유동성을 갖는 자기충진콘크리트 등 고성능의 화학혼화제의 개발과 그 선택사용이 이러한 콘

크리트의 실현을 가능하게 하고 있다. 이러한 배경하에서 화학혼화제는 시멘트 콘크리트의 성능향상을 위해 없어서는 안될 재료의 하나로서 최근 그 인식이 높아져 가고 있다.

본고는 화학혼화제 개발의 경위와 각종 혼화제의 특성에 대해 개설하고 최근의 동향중에서 각광을 받고있는 고성능 AR감수제에 중점을 두고 그 종류, 특징, 메카니즘, 사용목적, 용도 및 시공에 등에 대해 해설한 것이며, 일본 시멘트 콘크리트지(Cement and Concrete) 1997년 10월호에서 발췌 후 요약되었다.

2. 화학혼화제 개발의 역사적 동향

일본에서 일반적으로 사용되고 있는 혼화제 및 이것에 관련된 품질규격, 기준의 변천을 그림 1에 정리

* 정희원, 대구대학교 건축공학과 교수

하였다. 일본의 화학혼화제 역사는 1948년에 AE제, 1950년에 감수제가 미국에 도입됨으로서 시작되었고, 1950년에 AE콘크리트가 레미콘 공장에서 처음으로 출하되어 화학혼화제 시장이 개막되었고, 그 후 레미콘의 보급과 함께 일반의 건설공사에 사용되게 되었다. 그리고, 1982년의 AE제, 감수제, AE감수제의 규격을 포함하는 JIS A 6204(콘크리트용 화학혼화제)의 제정에 의해 화학혼화제가 콘크리트용 재료의 시멘트, 물, 잔골재, 굵은골재에 뒤 이은 다섯 번째의 성분으로서 인식되게 되었다.

제1세대의 AE제, 제2세대의 감수제 및 AE감수제 등의 화학혼화제의 사용목적은 콘크리트 작업성의 개선, 동결융해에 대한 저항성의 부여, 감수효과에 의한 시멘트량의 저감, 강도증진 등을 목적으로 하였다. 한편, 1960년대 중반에는 고성능 감수제로 불리는 높은 감수효과를 가진 나프탈렌 설폰산 포르말린 축합물이 일본에서 개발되어 1970년대에 들어와서부터는 주로 콘크리트제품공장에서 증기양생, 혹은 오토클레이브양생에 의한 원심성형 PC파일, 폴, PC트러스 등의 고강도 콘크리트 2차제품 제조에 사용되어 왔다.

또한, 동 시기에 서독에서도 벨라민 설폰산 포르말린축합물을 주성분으로 하는 고성능 감수제가 개발되어 일본에 도입되어 콘크리트 2차제품을 대상으로 사용되어 왔다. 그러나, 이러한 종류의 제3세대 혼화제를 사용한 콘크리트는 유동성의 경시변화(슬럼프로스)가 심하여 건설현장까지 운반하여 사용하는 레미콘에서는 거의 사용되지 않았다.

1970년대에는 콘크리트펌프의 보급이나 단위수량이 적고, 시공성이 좋은 콘크리트가 요구되기 시작하였다. 1975년경부터는 뒤틀비 콘크리트의 시공성 개선을 목적으로 미리 혼합해 둔 콘크리트에 유동화제를 첨가하여 유동성을 증대시키는 유동화콘크리트가 개발되어 유동화제가 보급되게 되었다. 유동화제의 주성분은 후침가에 의한 공기량의 안정화를 기하기 위해 나프탈렌 설폰산 포르말린 축합물이나 벨라민 설폰산 포르말린 축합물 등에 이미 개발된 고성능 감수제를 베이스로

적당량의 AE제를 혼입하여 공기연행성을 갖게한 것이다. 그러나 유동화콘크리트는 1980년대 초에는 큰 신장을 보였지만, 그 보급은 크게 늘지않고 1987

년을 피크로 연차 감소경향을 나타내어 최근의 유동화제는 일부에서만 사용되고 있다. 이와같은 이유로부터 높은 감수성능과 양호한 슬럼프 유지성능을 갖는 화학혼화제의 개발이 요청되어 제4세대의 화학혼화제인 고성능AE감수제가 시장의 요구로부터 점차 개발되고 있다.

고성능AE감수제는 1980년대 중반에 개발되어 1987년에 처음으로 시장에 출하되었고 그 후, 1988년부터 5년간에 걸친 건설성의 종합기술 프로젝트 「철근콘크리트구조물의 초경량화, 초고층기술의 개발」를 통해, 콘크리트용 화학혼화제협회에서는 건설성 건축연구소와 공동연구중에서 이러한 종류의 화학혼화제의 개발을 적극적으로 추진하고 있다.

또한, 시대의 진전과 함께 콘크리트구조물의 대형화, 고층화가 진행되는 가운데 콘크리트의 고성능화 움직임이 이러한 화학혼화제의 개발을 재촉하였다. 이와 같은 개발의 흐름속에서 성능판정기준 작성을 위한 검토가 행해져 1992년에 일본건축학회, 1993년에 일본토목학회에서 각각 고성능AE감수제의 품질기준, 품질규격 및 이것을 이용한 콘크리트의 시공 지침이 정해졌다. 또한 1995년에는 AE제, 감수제, AE감수제와 함께 고성능AE감수제의 품질규정을 포함한 개정(JIS A 6204)이 공시되었다. 이로인해 1996년에 개정된 JIS A 5308(레디믹스트 콘크리트)의 개정과 함께 전국의 레미콘 JIS공장에서는 고성능AE감수제사용 콘크리트의 표준화가 최근 적극적으로 추진되고 있다.

3. 화학혼화제의 종류와 특성

현재 시판되고 있는 화학혼화제의 종류와 그 기능을 표 1에 나타낸다. 이 중에서 AE제, AE감수제, 고성능AE감수제, 특수혼화제에 대해 그 특징을 정리한다.

3.1 AE제

AE제는 콘크리트중에 다수의 미세한 공기포를 균등하게 분산시킴으로서 콘크리트의 동결융해에 대한 저항성을 높이고, 작업성을 높이기 위해 사용되는 화학혼화제이다. 그 성분으로서는 천연수지계에서는 아비에틴산 소다, 합성계에서는 지방산비누나 알킬

표 1 화학혼화제의 종류와 기능

화학혼화제의 종류	주요한 기능
AE제	위키밀리터 향상, 내용결음해성향상, 단위수량저감, 콤팩트성 개선
AE감수제	위키밀리터 향상, 단위수량저감, 단위시멘트 량저감, 내용결음해성향상
감수제	위키밀리터 향상, 단위수량저감, 단위시멘트 량저감
고성능감수제	단위수량저감, 단위시멘트량저감, 고강도, 조 고강도, 고내구성
유동화제	배합과 그외의 성능을 변화시키지 않고 유동 성을 개선
고성능AE감수제	위키밀리터향상(슬립프로스방지), 단위수량 저감, 단위시멘트량저감, 고강도, 조고강도, 고내구성, 고유동
축결제, 급결제 지연제, 초지연제	응결, 경화시간의 조절, 조기강도발현의 촉 진, 슛크리트
기포제, 발포제	중량의 조절, 경량화
억포제, 소포제	모르타르 및 콘크리트의 공기방어제
간소수축저감제	간소수축에 의한 균열방지
내결제, 방동제	초기동해에 방지, 빙집아래에서 강도증진
승집제	재료분리방지, 블리딩저감, 고유동콘크리트, 수중 콘크리트
망수제	소수성의 부여, 골극의 충전
분진방지제	분진의 확산방지
팽창제	금속분해, 팽창작용, 크라우트내의 균열방지
수화열억제제	수화열에 의한 온도상승속도 및 온도상승량 의 억제
박리제	콘크리트표면의 평활
방청제	염화물에 의한 철근부식의 억제

에테르형 황산에스테르 등의 아니온계 계면활성제 또는 알킬아릴 에테르형 노니온계 계면활성제도 사 용되고 있다. 현재에는 AE제는 AE감수제로 대체되 어 생산량은 매년 감소경향이며 토목분야 일부에서 사용되고 있을 뿐이다.

3.2 AE감수제

AE감수제는 시멘트입자의 분산과 미세한 독립공 기포의 연행에 의해 단위수량을 저감하고, 작업성을 향상과 동시에 내용해성을 향상시키는 것이 가능하 여 AE효과와 감수효과를 함께 가진 화학혼화제이 다. 시판품의 주성분으로는 ① 리그닌설폰산염 및 그 유도체, ② 옥시칼본산염 ③ 폴리칼본산염 ④ 폴리올 유도체 등이 열거되지만 그중에서도 ① 및 ②가 많이 사용되고 있다. 또한 경제면, 성능면으로부터 복합효 과를 기대하여 이러한 성분이 브랜드된 제품이 주류 가 되고 있다. 병용되는 보조 AE제로서는 전기한 야 니온계 계면활성제가 많이 사용되고 있다. AE감수 제는 보통콘크리트에 차지하는 재료비로서의 코스트 성능이 뛰어나 현재 레미콘공상에서는 가장 많이 사 되고 있는 화학혼화제이며 그 비율은 콘크리트용 화 학혼화제 구성비의 약 70%를 차지하고 있다고 한다.

3.3 고성능AE감수제

3.3.1 고성능AE감수제의 종류

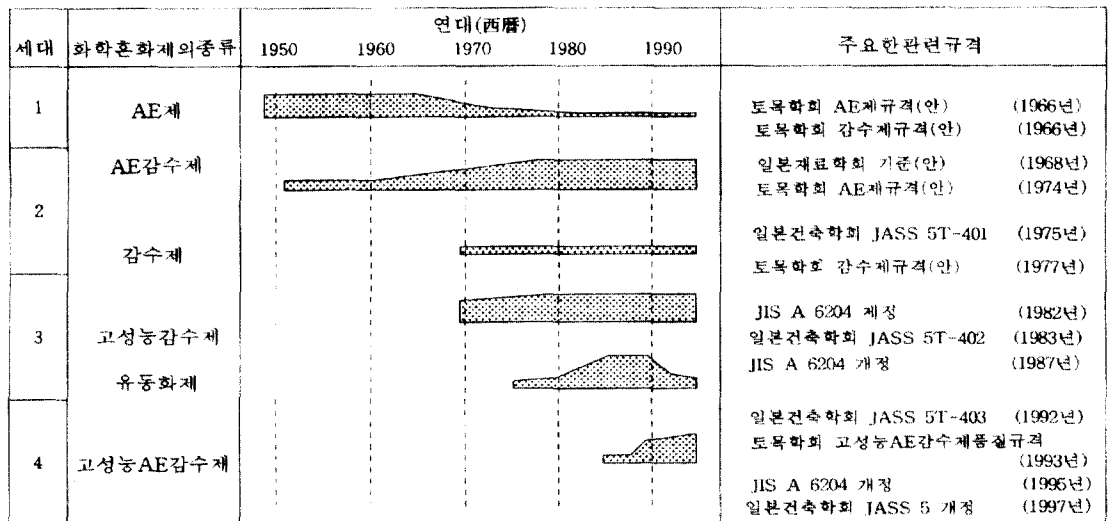
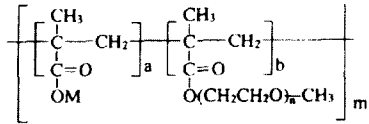


그림 1 콘크리트용 화학혼화제의 변천

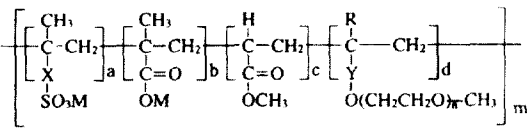
고성능AE감수제는 공기연행성능을 가지며, AE감수제보다 높은 감수성능 및 양호한 슬럼프유지성

표 2 고성능 AE감수제의 주성분의 종류와 변천

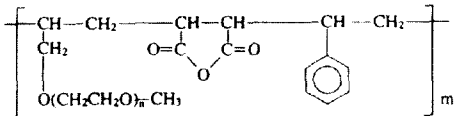
고성능AE감수제의 주요성분의 종류	1993년	1995년	1996년
폴리칼본산계	17	27	27
나프탈렌계	19	14	14
아미노설포산계	4	7	7
멜라민계	6	6	6



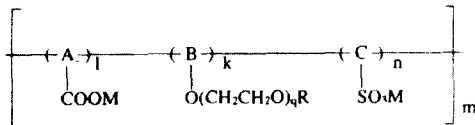
(a) 폴리칼본산 에테르계



(b) 말단설포기를 갖는 폴리칼본산기 함유 다원폴리머



(c) 말레인산유도체공중합물기함유폴리에테르계화합물



$$l + k + n = 10 \sim 20, q \geq 60$$

(d) 겔복합기함유폴리에테르계화합물

그림 2 폴리칼본산계 고성능AE감수제의 화학구조

분자량	0	천	1만	10만	100만	1000만	1억
기능	← 습윤성 →		← 분산성 →		← 보수성 →		← 응집성 →
용도 (토목학회)	시멘트분산제 공기량조절제		보수제 증점제		응집제(침강제) 고흡수제		

그림 3 수용성고분자의 분자량과 기능

능을 가진 화학혼화제이다. 현재 시판되고 있는 고성능AE감수제는 시멘트분산력을 발휘하는 주성분으로부터 대별하여 4종류로 분류되고 있다. 표 2에 콘크리트용 화학혼화제협회 가맹회사(15사)에서 시판되고 있는 주성분별 제품수를 나타낸다. 개발초기에는 나프탈렌계가 약 반수를 차지하였지만, 최근에는 나프탈렌계를 대신하여 폴리칼본산계의 것이 증가하고 있다. 이것은 고분자화학구조의 풍부한 바리에이션이 가능한 폴리칼본산계 고분자가 갖는 특성을 이용하여 초고강도콘크리트를 대상으로한 물시멘트비가 적은 영역에 적합한 혼화제나 높은 유동성을 유지하는 고유동콘크리트를 대상으로 한 혼화제의 개발이 진행되어 온 결과이다.

그림 2에 시판중인 폴리칼본산계 고성능AE감수제의 대표적인 화학구조를 나타낸다. 일반적으로 고분자는 수 많은 모노머의 종류, 배열의 방법, 분자량, 분자량분포 등으로부터 미묘하게 다른 다양한 성질을 만들어 내는 것이 가능하다. 수경성고분자에서는 특히 그 분자량과 기능발현에 밀접한 관련성이 밝혀지고 있다.

토목, 건축용도에 있어서 수용성고분자의 분자량과 기능에 대해 정리한 것을 그림 3에 나타낸다. 고성능AE감수제로서 사용되는 시멘트분산제는 분자량 분포를 가지며, 그 분자량에 의한 분산특성이 민감하고 일반적으로는 평균분자량이 2,000 ~ 50,000정도의 범위의 것이 이용되고 있다.

3.3.2 고성능AE감수제의 작용기구

고성능AE감수제의 감수효과는 시멘트분산작용에 의해 얻어진다. 나프탈렌계나 멜라민계에서는

DLVO이론에 의해 그것들이 시멘트입자표면에 흡착함으로써 시멘트입자의 표면부근이 (-) 전하를 띄어 입자상호간이 정전반발력에 의해 분산되는 것으로 설명되어 왔다.

한편, 폴리칼본산계는 그림 4, 5에 나타낸 것과 같이 정전반발력을

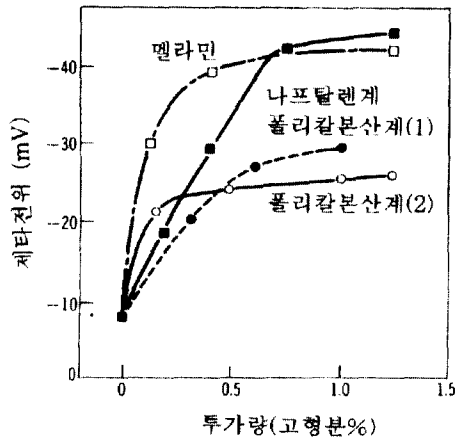


그림 4 고성능AE감수제의 종류와 제타전위의 비교

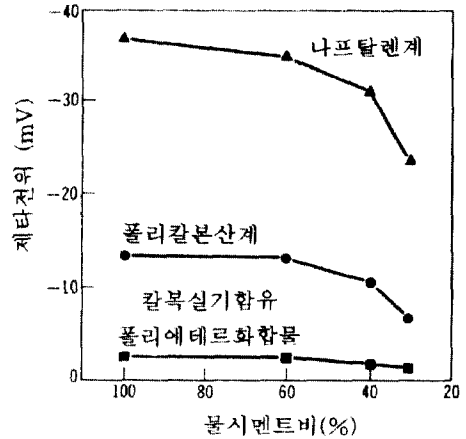


그림 5 고성능AE감수제의 종류와 제타전위의 비교

나타내는 제타전위가 나프탈렌계나 멜라민계에 비해 작음에도 불구하고 큰 시멘트분산력을 갖는 것이 특징이다. 폴리칼본산계는 정전반발력과 함께 고분자 흡착보호층의 형성에 의한 입체반발력(엔트로피 효과)의 상승효과에 의해 뛰어난 시멘트분산력이 얻어진다. 그림 6에 폴리칼본산계 고성능AE감수제에 의해 흡착보호층을 형성한 두 개의 시멘트입자가 접근하였을 때 발생하는 입체반발력의 개념도를 나타낸다. 어느 쪽의 반발력의 영향이 큰가는 폴리칼본산계 고분자의 화학구조에 기인하고, 옆으로 긴 길쭉구조의 폴리에테르계를 갖는 그라우트 고분자는 정전반발력보다도 입체반발력이 지배적인 것이 입자간 포텐셜 계산으로 밝혀지고 있다.

고성능AE감수제의 슬립프 유지기구는 ① 분산성능 1개의 분자골격에 분산력과 그 유지성능을 조합

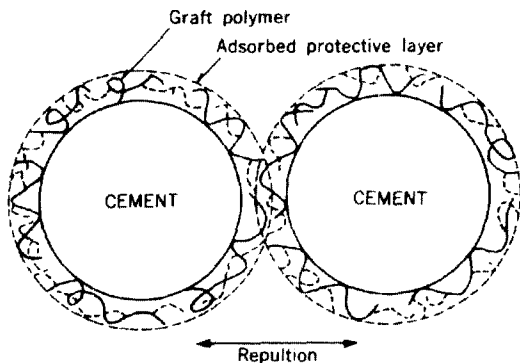


그림 6 고분자 흡착보호층으로 덮힌 입자의 입체반발력의 개념도

하는 방법 ② 분산성능에 슬립프유지성분을 혼합하는 방법의 두 종류의 방법이 있다. ②에서는 콘크리트 중에서의 알카리가수분해작용을 이용하여 서서히 분산성능으로 변화하는 반응성고분자나 가교폴리머, 혹은 혼합 후에 플로우가 늘어나는 성질의 성분이 유지성분으로서 사용되고 있다.

3.4 특수혼화제

3.4.1 수중불분리성혼화제

일반적으로, 굳지 않은 콘크리트를 수중으로 낙하시키면 썩겨져서 시멘트나 골재가 분리되어 양호한 콘크리트를 얻을 수 없다. 이러한 재료분리를 억제하고 콘크리트의 수중타설을 가능하게 한 것이 수중불분리성혼화제이다. 그 품질에 대해서는 「토목학회지(수중불분리성콘크리트 설계, 시공지침(안))」중에 품질규격이 포함되어 있다. 수중불분리성혼화제는 메틸셀룰로오스, 히드록시 에틸셀룰로오스, 히드록시 프로필셀룰로오스 등의 셀룰로오스계와 포아크릴아미드, 폴리아크릴아미드 유동체 등의 아크릴계의 두 종류로 분류되고, 모두 다 분말상의 것이며 물에 녹아서 점성이 높은 용액을 만드는 것이 사용되고 있다. 그 목적은 재료분리의 방지, 블리딩의 억제뿐만 아니라 셀프레벨링성의 부여를 위해 일반적으로는 고성능감수제 또는 고성능AE감수제와 함께 사용되고 있다. 수중불분리성혼화제는 이러한 감수제와의 조합에 따라 유동효과, 공기량, 응결시간 등에 대한 효과에 영향을 미치는 경우가 있으므로 주의가 필요하다.

3.4.2 분리저감제

고유동콘크리트의 요건으로서 고유동화를 위한 고성능AE감수제의 사용과 함께 분리저항성을 부여하기 위하여 분리저감제가 병용되고 있다. 표 3에 시판 중인 유기계 분리저감제의 종류와 특징을 나타낸다. 대표적인 것으로서 셀룰로오스계 수용성고분자, 폴리 아크릴 아미드계 고분자, 바이오 폴리머계 등이 있다. 분말상의 것이 많이 이용되고 혼합된 콘크리트중의 물에 그것들이 용해 또는 습윤되어 증점하는 성질을 이용하여 콘크리트의 분리저항을 억제하기 위해 사용된다. 이것들은 기본적으로는 이미 개발된 수중불 분리성 혼화제를 발전시킨 것이다. 또한, 시멘트 입자에의 흡착이 없고, 응결지연성이 적은 액상의 분리저감제도 보고되고 있다.

표 3 고유동콘크리트용 분리저감제의 시판품의 종류

분류	주성분	제품명	외관	함가량(kg/m ³)
셀룰로오스계 수용성 고분자	셀룰로오스에테르	SRCA 2000		0.2~0.6
	셀룰로오스-무기분말	SRCA 1000	분말	1.0~2.0
	메틸셀룰로오스	MHCA 1		0.02~0.3
바이오폴리머계	셀룰로오스에테르	엘리트 1E 1000	분말	0.5정도
	단당유폴리머(글루-3-갈락탄)	비오폴리	분말	0.5~1.5
아크릴계	중리사카라이드-에틸렌글리콜	비스톤100, 200	분말	0.35
	폴리아크릴아미드계	아세노HP	분말	3.0~6.0
그외	칼리코제합성고분자	CAI3200	분말	1.6~4.8(유리성분)
	흡수폴리머+무기분말+팽창제	리타믹	분말	2

3.4.3 수축저감제

콘크리트의 건조수축에 의한 균열을 방지하기 위하여 유기계의 수축저감제가 사용되고 있다. 시판 중인 건조수축저감제는 저분자 알킬렌 옥사이드 중합물계가 대부분이다. 일반적으로 시멘트중량의 2~4%의 사용량으로 사용량에 비례하여 수축저감효과가 얻어지며 수축량이 30~60%정도 저감된다. 그러나 사용량이 많고 원료단가도 높기 때문에 코스트가 높아져 일반적인 콘크리트에서의 사용은 곤란하고, 일부 사용에 그치고 있다.

3.4.4 경화촉진제

콘크리트의 응결과 경화시간을 화학혼화제로서 자유롭게 컨트롤하는 것은 중요한 문제이다. 콘크리트의 경화촉진은 주로 한중콘크리트의 시공이나, 콘크리트 공사 시, 시공의 간편화, 공기단축을 위해 중요

하며, 응결경화시간을 촉진시키기 위한 촉진제가 사용된다. 경화촉진제로서는 종래의 염화칼슘, 비염소계로서는 아초산염, 황산칼륨 그 밖에 무기염등이 알려지고 있다. 염화칼슘은 철근 부식성의 문제로부터 사용이 제한되어 비염소계의 것이 일부에서 사용되고 있다.

PC부재의 제조공정에 있어서 혼합, 탈형, 양중, 운반에 2일이 소요되는 공정을 경화촉진제와 고성능 AE감수제를 적절히 조합하여 사용함으로써 1일로 단축하여 공기단축의 효과를 거두고 있다.

프리캐스트화의 진행과 함께 경화촉진기술은 향후 더욱 많은 수요가 있을 것으로 생각되며 염가이며 보다 효과가 뛰어난 경화촉진제의 기술개발이 한층 요구되고 있다.

4. 고성능AE감수제의 사용목적과 용도

상술한 화학혼화제중에서 새로운 콘크리트기술의 중심이 되어온 것은 고성능AE감수제이다. 고성능 AE감수제의 주요한 용도는 ① 단위수량의 상한치 규제, ② 고내구성콘크리트 ③ 유동화의 대책 ④ 고강도·초고강도콘크리트 ⑤ 고유동콘크리트 ⑥ 기타 등이다. 이러한 가운데서 주요한 용도와 특성에 대해 이하에 언급한다.

(1) 단위수량의 규제 대책

단위수량의 상한치는 건조수축률과 콘크리트 구조물의 균열 발생률의 관계에 의해 정해지며, 「JASS 5」에서는 일반 콘크리트에 대해서는 상한치를 185kg

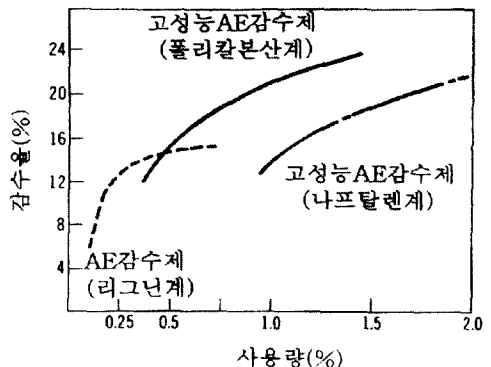
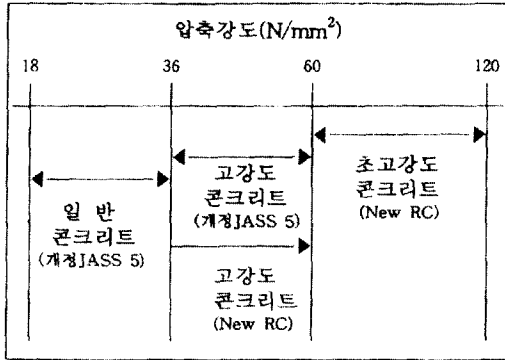


그림 7 고성능 AE감수제의 사용량과 감수율

/m³. 고내구성 콘크리트는 상한치를 175kg/m³로 정하고 있다. 또한, 「토목학회콘크리트 표준시방서」에서는 단위수량을 가능한 한 감소시키는 것으로 되어 있다. 그림 7에 나타낸 것과 같이 고성능AE감수제는 사용량에 비례한 감수능을 가지기 때문에 특히 골재 사정에 따라서 단위수량을 증가시킨 지역에서는 단위수량대책으로서 AE제를 대신하여 고성능AE감수제가 사용되고 있다.

표 4 고강도콘크리트의 적용범위



(2)고강도·초고강도콘크리트의 구조

「건설성 총 프로젝트 NEW RC」에서는 36~60N/mm²의 콘크리트를 고강도콘크리트, 60N/mm²이상을 초고강도콘크리트라 하고 있다. 또한, 개정전의 「JASS 5」에서는 설계기준강도가 27~36N/mm²의 범위의 것이 고강도콘크리트라고 정의되어 있다. 그러나, 1997년 1월에 개정된 「JASS 5」에서는 건축물에 이용되는 콘크리트의 내구성 향상을 위해 종래보다도 고강도의 콘크리트가 사용되도록 배려되어, 이번의 개정으로 이 범위의 설계기준강도는 기본 사양의 콘크리트에 포함되어 있다.

표 4에 고강도콘크리트의 강도범위를 나타내었다. 고강도 혹은 초고강도 콘크리트를 제조하기 위해서는 단위수량을 대폭 저감하여 시공성이 확보 가능한 범위에서 물시멘트비를 가능한 한 적게 할 필요가 있다. 이러한 목적으로 고성능AE감수제가 개발, 사용되고 있다.

한편, 최근의 고비리이트게시멘트의 개발이나 실리카푼시멘트의 개발에서 보여지듯이 시멘트의 제량 연구도 진행되어 이것이 고강도시멘트와 고성능AE

감수제와의 조합을 이용하는 기술이 고강도·초고강도 콘크리트의 신기술로서 착실히 그 실적을 증가시키고 있다.

(3)고유동콘크리트

「하이퍼포먼스콘크리트」의 제창으로부터 시작된 고유동콘크리트는 자기 충전성이 뛰어나고, 재료 분리 저항성이 높고, 다짐이 필요없는 고품질의 콘크리트이다. 그 목적은 콘크리트 구조물의 내구성의 향상, 시공의 성력화, 합리화를 목적으로 시공 측면에서 발생하는 콘크리트의 결함을 미연에 방지하기 위해서 개발된 새로운 콘크리트이다.

고유동콘크리트의 제조에는 고성능AE감수제가 사용되어 분리저감제가 병용되지만, 최근에는 감수성분에 분리저감성분을 배합한 일액 타입의 고유동 콘크리트용 혼화제의 개발도 진행되고 있다. 고유동 콘크리트의 개발에 대해서는 이미 많은 문헌, 배합·조합, 실용예가 보고되어 있다. 그 중에서도 고유동 콘크리트가 채용된 대표적인 시공예로서 1998년에 완성 예정의 아카시해협 대교의 앵커 레이저공사 및 LNG 지하 탱크 저판의 과민 배근부에 타설하여 성과를 올린 사례 등이 있다. 이 경우 철근이 과밀하게 배치된 부위에 대량의 콘크리트를 타설하여 높은 시공 속도를 달성하고 있다.

(4)기타

고강도, 고유동 콘크리트 이외에도 최근에는 석탄재를 다량 혼입한 콘크리트, 녹화콘크리트, 리사이클 콘크리트 등 새로운 콘크리트의 개발이 진행중이며, 이러한 콘크리트의 요구 성능에 적절한 고성능AE감수제의 개발도 더욱 진행될 것으로 생각된다.

5. 끝으로

최근, 콘크리트의 「고성능화」 「다양화」가 진행되는 가운데, 콘크리트의 성능향상을 위한 화학 혼화제의 효과가 시험되고 개량되어, 화학혼화제는 크게 진전되었다. 향후에도 시장요구의 확대로부터 콘크리트의 고성능화 다양화는 더욱 진행될 것으로 생각되어진다.

그 경우, 화학혼화제에 요구되어지는 기능으로서

예를 들어 고성능AB감수제는 감수성능이나 슬럼프로스 방지성능뿐만 아니라 콘크리트의 재료분리 억제기능, 점성조절기능, 경화촉진기능, 수축저감기능, 타설면미려화기능 등 하나의 제품에 폭 넓은 기능을 겸비한 제품으로서 역할이 강하게 요구될 것이다. 더

욱이 화학혼화제로서의 성능을 넘는 역할도 요구되어 다른 특성을 가진 혼화재료나 개량된 시멘트 등과의 복합화 기술개발이 점점 더 필요할 것으로 생각된다. [4]

콘크리트학회 전문서적보급안내

콘크리트 구조물의 진단, 보강 및 유지관리 - 제4회 기술강좌 교재 -

- 집필진 : 윤우현, Hasegawa Gaoru, 정광량, 오병환, 심종성, 서치호, 연규석, 방명석, 김상식, 이강희, 박승범
- B5 · 368면
- 보급가 : 회원/18,000원, 비회원/20,000원

콘크리트구조물의 비파괴검사 및 안전진단(신간) - 제2회 기술강좌 교재 보정판 -

■ 한국콘크리트학회 편

이 책은 건설현장 기술자들이 유용하게 활용할 수 있는 비파괴시험의 관련 원리 및 적용방법에 대한 최신 기술은 물론, 건축·토목공사용 콘크리트구조물의 안전진단 및 유지관리·보수방법과 콘크리트의 내구성 향상과 관련 시험 방법에 관한 내용을 이해하기 쉽게 상세히 기술하고 있다.

- B5 · 408면/定價 17,000원(회원 10% 할인), 우송시 송료 2,500원 별도부담

철근콘크리트 건물의 배근설계 - 제6회 기술강좌 교재 -

- 집필진 : 김상식, 최기봉, 김중구, 윤호기, 김광환, 이동우, 윤영호, 양지수, 류영섭
- A4 · 436면
- 보급가 : 회원/20,000원, 비회원/22,000원(우송시 송료 2,500원 별도부담)