레미콘의 생산관리 및 품질관리

Production or Quality Control of Ready-Mixed Concrete

박 기 청*

1. 서 론

콘크리트는 우리의 주거 공간을 이루고 있으며 일상 생활과 밀접한 관계를 갖고 있다. 콘크리트는 '인간 사회의 기반'이라 할 수 있으며 그래서 질적이나 양적인 면에서 콘크리트가 사회에 차지하는 비중은 매우 크리라 생각된다. 또한 레미콘품질은 제조, 운반, 시공, 양생과정에서 여러가지 변동이 많은데 이것은 원재료의 계량오차, 운반시간, 시공양생과정에서 수 많은 요인에 의하여 발생되고 있다. 최근에는 천연골재의 고갈로 해사 및 쇄석 골재를 많이 사용하고 있고 이에따른 전반적인 여러가지 문제점도 대두되고 있다.

근년에 와서 이와같이 현실적인 문제에 대하여 레미콘의 올바른 사용방법과 규격을 기준으로 원재료의 시험 검사 시공에 이르기까지 정확하게 이해하고 시행하는것이 우리 기술자들의 필수조건이라 생각되며 레미콘 제조업에 종사하는 사람들은 자부심과 책임감을 갖고 소비자의 욕구 및 서어비스 활동과 더불어 콘크리트의 기술적인 향상 발전에 더욱더 힘써야 할것이다. 본고에서는 콘크리트의 조건및 성질관계에서부터 KS규격 및 RMC사용시 주의사항까지 서술하고자 한다.

* 정회원, 동양시멘트(주)광양공장 공장장

2. 콘크리트의 조건 및 성질

2.1 양질의 콘크리트 조건

-. 소요의 워커빌리티(workability) 및 공기량을 가지며 또 소정의 온도, 단위용적중량을 가질 것.

-. 운반, 치기, 작업및 표면 마무리의 각 시공 단계에 있어서 작업이 용이할 것.

-. 시공시및 그 전후에 재료분리와 품질의 변화가 적을 것.

-. 거푸집에 다져 넣은후에 침하균열과 초기균열이 발생하지 않을 것.

위에 기술한바와 같이 성능을 구비시키기 위해서는 재료의 적절한 선정, 저장, 취급 정확한 계량, 배합의 적절한 선정, 충분한 비비기 등을 행하여 소정의 품질의 콘크리트를 제조하는 이외에 분리와 품질변화를 생기지 않도록 적절한 시공방법과 양생을 하는등 시공면에서도 배려가 필요하다.

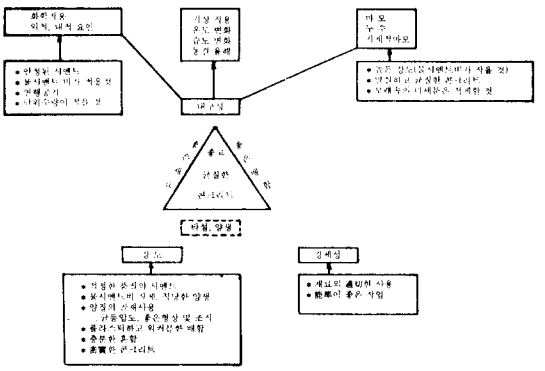


표 1 양질 콘크리트의 주요한 성질 및 관계

3. 레미콘 원재료 관리

3.1 시 멘 트

'시멘트'라는 말은 넓은 의미로 말하면 물질을 결합시키고 또는 접착시키는 성질을 갖고 있는 모든 재료를 말한다. 또한 시멘트는 석회질 원료와 점토질 원료를 조합분쇄하여 이 조합원료를 소성로(kiln)에서 소성하여 만든 크링카(clinker)에 석고를 첨가하여 다시 분쇄하여 만드는 제품이 시멘트이다.

3.1.1 시멘트의 품질조건

-. 입형은 구형에 가깝고
-. 입도분포는 정규분포 상태이어야 하고
-. 백화현상이 없어야 하며
-. 알칼리 골재반응을 일으키는 전알칼리量이 적어야 하고
-. 화학·물리적 성분조건을 만족하며
-. 품질편차가 적어야 한다.

3.1.2 시멘트의 종류와 용도를 살펴보면 다음과 같다.

-. 1종 : 보통 포틀랜드 시멘트
일반토목 공사및 건축공사에 기본적으로 가장 널리 사용하고 있다.

-. 2종 : 중용열 포틀랜드 시멘트
수화열이 타 시멘트에 비해 낮고 초기강도는 보통포틀랜드 시멘트에 비해 떨어지며 장기강도는 비슷하기때문에 댐, 포장용 콘크리트등 매스콘크리트에 이용하고 있다.

-. 3종 : 조강 포틀랜드 시멘트
초기에 고강도가 얻어지기 때문에 프리스트레스트, 한중콘크리트 및 공장 2차제품등에 이용하여 보통시멘트에 비하여 1일강도는 약3배 7일강도는 약1.5배 28일강도는 약1.1배이다. 이 시멘트의 단점은 수화열이 크기때문에 매스콘크리트에는 부적합하다.

-. 4종 : 저열 포틀랜드 시멘트(국내는 미생산)
매스 콘크리트용으로 댐 교량공사 도로 및 구조물 기초공사에 사용

-. 5종 : 내황산염 콘크리트
알루민산 3칼슘이 적기 때문에 해수 및 공장폐수등 황산염을 함유하는 물 흙등에 접한 부분에 사용한다.

3.1.3 포틀랜트 시멘트 품질을 살펴보면 다음과 같다.

포틀랜드 시멘트 품질은 편의상 화학성분과 물리성분의 두가지로 나누어 분류한다.

표 2 포틀랜드 시멘트의 화학성분

항목 \ 종류	1종	2종	3종	4종	5종
실리카(SiO_2) (%)		20.0이상			
산화알루미늄(Al_2O_3) (%)		6.0이하			
산화제이철(Fe_2O_3) (%)		6.0이하		6.5이하	
산화마그네슘(MgO) (%)	5.0이하	5.0이하	5.0이하	5.0이하	5.0이하
삼산화황(SO_3) (%)					
C_3A 8%이하일때 (%)	3.0이하	3.0이하	3.5이하	2.3이하	2.3이하
C_3A 8%이하일때 (%)	3.5이하		4.5이하		
강열감량 (%)	3.0이하	3.0이하	3.0이하	2.5이하	3.0이하
C_3S (%)				35 이하	
C_2S (%)				40 이하	
C_3A (%)		8 이하	15 이하	7 이하	5 이하
C_3S+C_3A (%)		58 이하			
$C_4AF+2(C_2A)$, 혹은 (C_4AF+C_2F)고용체(%)					25 이하

표 3 포틀랜드 시멘트의 물리성분

항목		종류	1종	2종	3종	4종	5종
분말도	비표면적(Blaine)(cm^2/g)		2800이상	2800이상	3300이상	2800이상	2800이상
안정도	오토클레이브 팽창도(%)		0.8이하	0.8이하	0.8이하	0.8이하	0.8이하
응결시간	길모아 시험	초결 (분)	60이상	60이상	60이상	60이상	60이상
		종결(시간)	10이하	10이하	10이하	10이하	10이하
	비이커 시험	초결 (분)	45이상 375이하	45이상 375이하	45이상 375이하	45이상 375이하	45이상 375이하
수화열 (cal/g)	7일			70이상 (80이하)	-	60이상	-
	28일					70이하	
압축강도 (kgf/cm^2)	1일		-	-	130이상	-	-
	3일		130이상	110이상	250이상	-	90이상
	7일		200이상	180이상	280이상	75이상	160이상
	28일		290이상	265이상	310이상	180이상	210이상

비고 1. 응결시간 시험 방법은 수요자의 요구에 따라 길모아 시험과 비이커 시험 중 택일하여 실시한다. 다만, 비이커 시험 방법을 택할 경우에는 초결로써만 규정한다.

2. 중용열 시멘트의 28일 수화열은 수요자의 요구가 있을 때에 적용한다.

3. 3일 강도는 1일 강도보다, 7일 강도는 3일 강도보다, 28일 강도는 7일 강도보다 커야한다.

4. 압축 강도 중 조강 시멘트의 28일 강도는 수요자가 요구하지 않을때는 생략할 수 있다.

3.2 골재

골재는 콘크리트 $1m^3$중 절대용적으로 60~70%를 차지하고 있다. 따라서 골재의 품질은 콘크리트의 품질에 크게 영향을 주므로 품질관리에 보다 철저히 하여야할 부분이다. 과거 수년간 건설붐으로 골재수요가 급격히 팽창하여 천연골재의 자원및 품질은 저하되고 골재공급의 어려움이 심각한 문제로 대두되고 있으므로 사용시 아래와 같은 여러 문제점을 살펴보도록 하자.

3.2.1 골재 입도및 최대치수

골재의 입도 시험은 골재의 입형 및 골재의 최대치수를 알고 합쳐서 콘크리트용 골재로서의 합부를 판단하기 위해 하는 것이다. 일반으로 콘크리트에 쓰이는 골재입자 형성의 여하에서 입도조정, 조립율을 사용한 배합수정등에 필요하며 또 골재의 입도는 콘크리트의 공기량, 골재의 내구성을 판단하는데는 그 골재를 사용한 콘크리트를 시험한 동시에 그 골재의 사용실적을 조사하여 참고로하는 것이 바람직하다. 굵은 골재및 잔골재의 내구성은 KSF2507(골재의 안정성 시험방법)에 적용 실시한다.

3.2.2 골재의 유해물질

골재의 유해물질이 기준치이상 함유하면, 콘크리트는 골재와 페이스트간의 부착저하, 단위량 증가, 이상응결, 강도저하, 철근의 방청, 착색, 내구성저하, 시공성 불량등 각종 재해의 원인이 된다. 이 시험 방법은 KSF2510및 KSF2511에 적용실시한다.

3.2.3 골재의 내구성

내구성이 우수한 콘크리트를 만들기 위해서는 내구적인 골재를 사용하는 것이 필요하며 RC시방에서는 '내구적이지 않으면 안된다'라고 되어있고, JASS5에서는 '소요의 내구성을 갖는 것'으로 규정되어 있다.

3.2.4 잔골재의 염화물 함유량

잔골재중의 염화물 함유량이 과다하면 수화반응이 빨라지고 수화반응량도 많아져서 응결이 촉진되기 때문에 콘크리트및 시멘트제품에 균열이 생길 염려가 있다. 이 시험방법에는 KSF2515에 적용실시하며 질산은 적정법 및 이온전극법에 따른다.

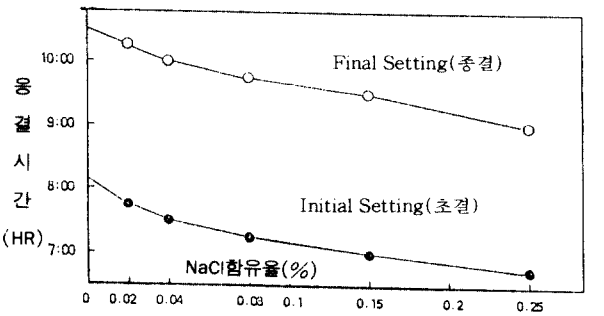


그림 1 잔골재 염화물 함유량에 따른 응결시간

3.2.5 골재의 품질기준 및 시험방법은 다음과 같다

표 4 골재의 품질관리 기준

구 분	관리항목		품질기준	시험방법
조,세골재	입도		기준입도	KSF2502
	비 중	세골재	2.5이상	KSF2504
		조골재	2.5이상	KSF2503
	실적율	세골재	55%이상	KSF2527
		조골재	55%이상	KSF2527
	흡수율	세골재	5%이하	KSF2504
		조골재	3%이하	KSF2503
	안정성 (황산나트륨)	세골재	10%이하	KSF2507
		조골재	12%이하	KSF2507
	마모율	조골재	40%이하	KSF2512
	점 토 함유량	세골재	3.0%이하	KSF2512
		조골재	5.0%이하	KSF2512
	#200체 통과량	세골재	3.0%이하	KSF2511
		조골재	1.0%이하	KSF2511
	단위용적 중량	세골재	1450-1850	KSF2505
		조골재	1550-2000	KSF2505
	염화물	세골재	0.04%이하	KSF2515
		CON'C염분	0.3kg/m³이하	KSF4009

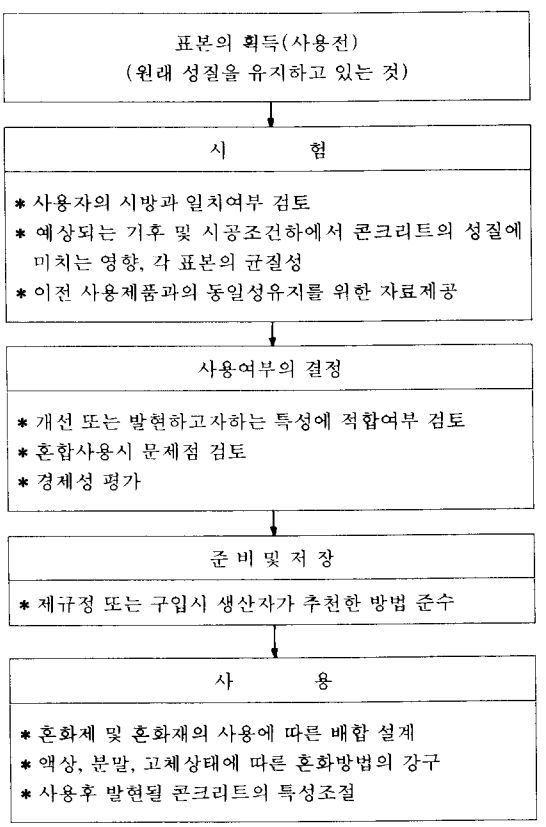
3.3 혼 화 제

혼화제란 콘크리트 배합시 첨가되는 물, 골재, 시멘트등의 주요성분 이외의 제4의 성분으로서 경화콘크리트나 굳지않는 콘크리트의 제성질을 개선하거나 콘크리트 품질을 향상시키기 위하여 사용되는 재료를 말한다.

3.3.1 개선되는 콘크리트 성질을 살펴보면 다음과 같다.

1) 굳지않는 콘크리트, 모르타르 및 그라우트의 성질개선
   (1) 水量의 증가없이 워커빌리티를 개선하거나 동일 워커빌리티에서 水量을 감소시킨다.
   (2) 초기응결(initial setting) 시간을 지연 또는 촉진시킨다.
   (3) 침하를 방지 또는 감소시키거나 체적을 팽창시킨다.
   (4) 블리딩의 속도 또는 양을 조절한다.
   (5) 골재분리를 감소시킨다.
   (6) 침투성 및 펌프압송성(pumpability)을 개선한다.
   (7) 슬럼프 손실율을 감소시킨다.
2) 경화중 콘크리트, 모르터 및 그라우트의 성질 개선
   (1) 초기동해를 받지않도록 빙점을 강화하여 방동작용을 한다.
   (2) 치기후 장시간동안 응결을 지연시켜서 시공 이음이 생기지 않게 한다.
3) 경화 콘크리트, 모르터 및 그라우트의 성질 개선
   (1) 초기경화(early hardening) 중의 수화열 발생을 지연 또는 감소시킨다.
   (2) 초기재령에서 강도 증가율을 촉진시킨다.
   (3) 강도(압축, 인장, 휨)를 증진시킨다.
   (4) 내구성 증진 및 특수한 노출 조건에 대한 저항성을 증대시킨다.

표 5 혼화재료의 사용 순서



(5) 모세관 작용에 의한 수분의 침투를 방지한다.
(6) 액체투과를 방지한다
(7) 알칼리골재 반응에의한 팽창을 조절한다.
(8) 汽泡 콘크리트를 만든다.
(9) 철근과 콘크리트간의 부착을 증진시킨다.
(10) 신구(新舊) 콘크리트간의 부착을 증진시킨다.
(11) 내충격성 또는 내 마모성을 증진시킨다.
(12) 방청성을 갖는다.
(13) 착색 콘크리트나 모르타르의 제조에 이용된다.
(14) 살균성, 살충성을 갖는다.

4) 혼화재료의 사용순서

혼화재료의 사용순서를 기술하면 표5와 같다.

3.3.3 콘크리트용 화학혼화제의 품질은 표6과 같다. (KSF2560에 의거)

표 6 콘크리트용 화학혼화제 품질관리 기준

종류		AE제	감수제			AE감수제		
품질항목			표준형	지연형	촉진형	표준형	지연형	촉진형
감수율(%)		6이상	4이상	4이상	4이상	10이상	10이상	8이상
블리딩량의 비(%)		75이하	100이하	100이하	100이하	70이하	70이하	70이하
응결시간의 차 (mine)	초결	-60	-60	-60	+30이하	-60	-60	+30이하
		+60	+90	+120		+90	+210	
	종결	-60	-60	+210이하	0이하	-60	+120이하	0이하
		+60	+90			-90		
압축강도의 비 (%)	재령3일	95이상	115이상	105이상	125이상	115이상	105이상	125이상
	재령7일	95이상	110이상	110이상	115이상	110이상	110이상	115이상
	재령28일	90이상	110이상	110이상	110이상	110이상	110이상	110이상
길이 변화비 (%)		120이하	120이하	120이하	120이하	120이하	120이하	120이하
상대 동탄성계수(%)		80이상	-	-	-	80이상	80이상	80이상

4. 레미콘의 품질관리

4.1 레미콘의 품질관리

레미콘 공장에서는 콘크리트가 항상 소비자가 요구하는 품질에 적합한가를 시험에 의해 확인하여야 하며 소비자는 주문한 콘크리트가 소정의 품질인가를 항상 검사하여야 한다. 레미콘 공장에서 제품 품질관리를 위한 출하콘크리트의 시험과 구입자가 현장 배출 시행하는 검사를 위한 시험이 있다.

4.2 품질관리를 위한 시험

레미콘 공장에서는 반드시 제품규정을 마련하여 출하 콘크리트의 품질관리를 다음과 같이 해야 한다.

-. 품질관리 규정은 KSF4009 규정에 따르며 아래 항목들을 관리하여야 한다.
-. 혼합상태, 이물질의 유무 골재의 크기, 워커빌리티를 육안 판단 등에 의해 관리한다.

1) 슬럼프

:아직 굳지않은 콘크리트의 반죽질기(consistency)를 알아 콘크리트의 워커빌리티를 판단하는 수단으로 이용한다.

-. 각 배치의 콘크리트는 육안 판단 또는 시험방법으로 슬럼프를 체크한다.
-. 현장 배출지점에서의 슬럼프는 150m³마다 측정한다.
-. 슬럼프는 KSF4009 규정에 따르며 규정범위내에 관리하여야 한다.

2) 공기량

:AE 콘크리트 있어서 공기량은 콘크리트의 워커빌리티에 큰 영향을 미치며 또한, 내구성, 강도 등에 영향을 주므로 공기량관리는 무엇보다 중요하다.

-. 콘크리트 제조시 콘크리트 종별마다 공기량 시험을 하고 지정의 공기량이 되도록 배합을 조정하여 공기량을 시험한다.
-. 현장 배출지점에서 공기량은 출하 콘크리트 150m³마다 측정한다.
-. 공기량은 구입자가 지정한 값에 대하여는 아래표 범위이내여야 한다.

콘크리트의 종류	공기량의 허용차(%)
보통 콘크리트	±1
포장용 콘크리트	
경량 콘크리트	±1.5

3) 용적검사

:적정량의 콘크리트 용적을 공급하여 소비자의 신뢰를 고취하고, 건축물에 정확한 용적을 납품하는데 목적이 있다.

-. 월1회 이상 확실한 방법으로 용적검사를 실시하여야 한다

-. 용적은 납품서에 기재된 수량 이하가 되지 않도록 배합설계가 될것.

4) 온도

:콘크리트의 온도 상승 및 저하는 콘크리트의 제반성질에 영향을 미치며 또한 균열 원인이 될수있으므로 온도관리를 철저히 하여야 한다.

-. 콘크리트 제조 개시시 콘크리트 온도를 측정하여 적당한 조치를 강구하여야 한다.

5) 염화물량

:콘크리트중에 염화물량이 많으면 철근의 부식 및 여러가지 구조적 결함이 초래되기 때문에 규정치 이내에서 염화물량을 관리해야 한다.

-. 콘크리트에 포함된 염화물량은 콘크리트 출하지점에서 염소이온이 0.3kg/m^3 이하여야 하며, 다만 수요자의 승인을 얻은 경우에는 0.6kg/m^3이하로 할 수 있다

-. 해사를 사용할 경우에는 1일 1회 이상 육사를 사용할 경우에는 월1회 이상 관리하여야 한다.

6) 콘크리트 강도

:실제의 구조물에 시공된 콘크리트의 품질을 파악하고 설계에서 가정된 압축강도 및 기타의 성질이 있는지를 조사하며 또한 거푸집(from)을 제거하는 시기를 결정하는데 중요한 역할을 한다.

-. 동일종별의 출하콘크리트는 150m^3마다 공시체를 제작하고 한 재령에 대하여 3개씩 공시체를 채취해야 한다.

-. 현장배출지점에서 콘크리트에 대하여 150m^3마다 시료를 채취하여 검사한다.

-. 시험은 압축강도 및 휨 강도로 한다.

-. 재령은 7일 28일로 한다.

-. 공시체는 20 ± 3℃로 유지하면서 수중 또는 습도 100%에 가까운 습윤상태에서 양생한다.

-. 압축강도는 1회의, 시험결과는 구입자가 지정한 호칭강도의 값 85% 이상이어야 한다.

-. 압축강도는 3회의 실험결과로하고 구입자가 지정한 호칭강도값 이상이어야 한다.

5. 회수수 및 페레미콘 처리

5.1 개요

-. 레미콘 혼합에 사용되는 물의 종류와 사용실태

물의 종류에는 상수도물, 하천수, 호수물, 저수지수, 지하수, 공업용수와 회수수 등이 있다. 여기서 회수수란 Batcher Plant Mixer 세척시 레미콘의 트럭 드럼세척수, 회수레미콘 처리수 및 회수빗물을 말한다.

5.1.1 회수수

레미콘이란 시간이 지나면 굳어버리는 성질을 갖고 있기 때문에 출하후의 B/P의 믹서 트럭 내외부에 부착되어 있는 잔존콘크리트를 필히 세척해야하며 회수되는 레미콘을 처리해야 한다. 이때에 폐수및 폐기물이 발생하는데 환경보전과 공해방지의 차원에서 반드시 처리해야 한다. 최근국가규격인 KS에서도 1991년 KSF4009개정에 의해 레디믹스콘크리트 혼합에 사용되는 물'의 규정을 삽입하여 슬러지수의 일정 농도이하에서는 재사용하도록 개정하였다.

1) 레미콘의 혼합에 사용되는 물의 용어 설명

-. 상수도 이외의 물 : 상수도물로서의 처리가 되어있지 않은 물 및 공업용수를 말하며 회수수제외한다.

-. 회수수 : 레미콘 공장에서 세척에의해 발생되는 물로서운반차 B/P의 믹서 호파등에 부착콘크리트 및 세척배수를 정화하여 얻어지는 슬러지수 및 상징수의 총칭을 말한다.

-. 슬러지수 : 콘크리트의 세척배수에서 굵은 골재, 잔골재를 분리회수하고 남은 현탁수.

-. 슬러지 : 슬러지수가 농축되어 유동성을 잃

어버린 상태의 것.

-. 슬러지 고형분 : 슬러지를 105°~110°C에서 건조시켜 얻어진 것.

-. 슬러지 고형분 : 콘크리트 배합에서 단위시멘트량에 대한 슬러지 고형분의 무게의 백분율.

2) 상수도물의 품질

항 목	허 용 량
색 도	5도 이하
탁 도	2도 이하
수소 이온 농도(PH)	5.8-8.5
증발 잔유물	500PPM 이하
염소 이온량	150PPM 이하
과망 간산 칼륨 소비량	10PPPM이하

3) 회수수의 품질

항 목	품 질
염소 이온량	150PPM이하
시멘트 응결차	초결 30분 이내, 종결 60분이내
모르타르 압축강도비	재령 7일, 28일에서 90%이상

4) 회수수 사용시 문제점

:슬러지 고형분이 시멘트 첨가량의 3%를 초과하면 시멘트의 단위수량이 증가하여 콘크리트의 건조수축을 증대시키고, 응결시간이 단축되며 공기량의 감소를 가져올 수도 있으므로 회수수 사용시에는 항상 주의를 기울여야 한다.

5) 슬러지 고형분 한도 : 슬러지 고형분율이 3%이상 초과하여서는 안된다.

6) 시험방법은 KSF4009 부속서2에 따른다.

5.1.2 폐레미콘의 처리방법

레미콘을 생산하여 시공업체에 납품하고 남아 돌아오는 레미콘 잔량을 폐레미콘이라 하는데 이 폐레미콘은 특정산업폐기물로서 환경보전과 공해 예방 차원에서 처리하지 않으면 안되게 되어있다. 최근에는 각 레미콘업체마다 처리하는데 많은 어려움이 따르고 있고 이에따라 정부에서는 폐레미콘 처리시설 설치시 일부혜택을 주고있다. 폐레미콘 처리시설을 장기적으로 볼때 여러가지 경제적으로 효과를 볼수 있어 폐수처리설비를 하는게 바람직하다.

1) 폐레미콘 처리 시스템은 Open System과 Closed System이 있고 Closed System에는 크게 4가지로 나누어진다.

-. 첫째 : 회수되는 슬러지를 침전시켜 상등수만을 사용하고 침전물은 공해물로 외부로 반출시키는것

-. 둘째 : 회수되는 슬러지수중 조, 세골재는 선별해서 원료에 재사용하고 미립분은 침전시켜 공해물은 외부로 반출하고 상등수를 재사용하는것.

-. 세째 : 회수되는 슬러지수중, 세골재는 선별해서 원료로 재사용하고 미립분은 물리적으로 분리시켜 케이크로 만든 후 공해물은 외부로 반출하고 상등수를 재사용하는 것.

-. 네째 : 회수되는 슬러지수중 조, 세골재를 선별해서 재사용함은 물론 미립분을 포함한 슬러지수를 일정 농도 이하로 조정하면서 콘크리트 혼합수로서 전량 재사용 하는 것.

2) 폐레미콘 처리시 각공정별 설비보유조건 및 설비현황 (표 7~8 참조)

표 7 각공정별 설비조건

공정별 / 설비	공정1	공정2	공정3	공정4	공정5	비고
침 전 조	0	0	0			
배출수 중화처리	0	0	0	0	0	
회수수 저장조		0	0	0	0	
골재 회수			0	0	0	
슬러지 탈수				0		
슬러지 농도조정					0	

3) 폐레미콘 처리시 각공정별로 요약하여 보면 다음과 같다.

① 공정 1은 비용발생이 두번째로 높고 잔토처리상의 어려움과 중화처리후에도 방류수중에 공해물질이 상존해 있어 바람직한 투자시설이라고 할 수 없다.

② 공정 2는 비용이 제일 저렴하나 잔토처리 중 공장주변 환경오염 및 공해유발 가능성이 있

표 8 각공정별 공해방지 설비현황

구 분		내 용	비 고
Open System	1. 상등수 중화처리	1,2,3차 침전조를 통하여 침전후(모래, 자갈, 미립분) 폐기, 상등수중화처리후 방류	공정 1
Closed System	2. 상등수 재활용	1,2,3차 침전조를 통하여 침전후 침전물(모래, 자갈, 미립분)폐기, 상등수 B/P 재활용	공정2
	3 골 재 분리도입	Trommel 및 Classifier Cyclone를 통하여 모래, 자갈을 분리한 다음 슬러지수를 침전시켜 서 -. 상등수 재활용 -. 슬러지수 건조후 폐기	공정3
	4. 탈수기 도입	슬러지수 다량 발생에 따른 보완으로 탈수기를 이용하여 Cake화 시켜 -. 상등수 재활용 -. 슬러지수 발생 부피 축소	공정4
	5. 슬러지수 재활용	슬러지수 재활용이 공식화됨에 따라 농도제도입 슬러지수 재활용을 위한 농도 조정 B/P송부 Line 신설	공정5

으므로 환경이 여의치 않은곳에서는 바람직한 투자방법이 아니다.

③ 공정 3은 비용이 두번째로 낮으나 잔토중 미립분 처리가 특히 어려우며 잘 건조 되지 않아 공장주변 환경오염 및 공해 유발 가능성이 있으므로 환경이 여의치 않는곳에서는 고려해야 한다.

④ 공정 4는 비용 발생이 제일 많으며, 잔토처리는 Cake화 해서 용이하다.

⑤ 공정 5는 비용이 두번째로 많이드나 일체의 공해물질이 발생하지 않는다.

따라서 상기조건을 감안해서 각공장 여건에 맞는것을 선택해서 투자하는것이 바람직하며 우선대 전제는 투자비용에 앞서 가능한한 공해물질이 발생하지 않는 조건하에서 어떤것이 적절한가를 고려해야 할것이다.

6. 레미콘의 KS 규격 및 준수사항

6.1 레미콘의 KS 규격

레미콘의 품질규격을 결정할때는 콘크리트로서 필요한 품질인가를 확인하고 타설부위별에 맞는 레미콘을 신청하여야 한다. 그러기 위해서는 타설부위에 맞는 KSF4009중에 따라 표준품 특주품의 어느쪽을 선택하여 발주하여야 하며 아래의 내용을 이해하고 있어야 할것이다.

6.1.1 표준품

표준품은 레미콘 공장에서 만들어지는 제품의 표준화의 관점으로부터 별첨과 같으며 공기량은 보통콘크리트의 경우 4±1%, 경량콘크리트의 경우 5±1%, 염화물의 상한치는 염소이온(Cl^-)으로서 0.3kg /m^3이하로 한정하고 있다.

표준품의 레미콘은 강도와 슬럼프이외에 시멘트의 종류, 골재의 종류, 굵은골재의 최대치수, 경량콘크리트의 경우에는 단위용적 중량을 지정합니다. 즉 표준품의 배합은 위에 저술한 지정사항을 배합조건으로서 레미콘 제조회사가 책임을 지고 구입자에게 납품을 하여야 한다.

6.1.2 특주품

특주품은 강도와 슬럼프의 모든것을 지정한것외에 공기량, 표준품과 다른 염화물의 상한치, 혼화재료의 종류, 강도보증하는 재령 물시멘트비의 상한치 단위 시멘트량의 상하한치 기타 필요사항을 지정할 수 있는 레미콘입니다.

6.1.3 KS에 해당하지 않는 레미콘

KS에 해당하지 않는 레미콘은 앞의 항목의 표준품, 특주품 이외의 종류는 물론 재료, 품질 제조등의 내용이 KS기준과 다른 내용의 레미콘을 말하고 일반적으로 강도와 슬럼프 이외에 레미콘은 규격외 제품으로 취급됩니다.

예를들면 공장 또는 배출지점에서 유동화제를 나중에 첨가한 유동화콘크리트, 낮은강도의 버림콘크리트, 몰탈등은 규격외 제품이 됩니다.

규격외 제품에 대해서도 중요한 콘크리트 구조물의 경우 사전에 KS와 다른 사항에 대해서는 레미콘 규격을 생산자와 협의한 끝에 결정하는 것이 중요합니다. 그러므로 KS를 획득한 레미콘업체는 KSF4009(레디믹스콘크리트)규정에 적합하게 관리를하여야 합니다.

6.1.4 표준품, 특주품의 종류구분은 표9, 10과 같다.

표 9 보통 콘크리트 · 굵은 골재의 최대 치수 19mm 또는 25mm인 경우

슬럼프(cm) \ 호칭 강도 kgf/cm²	150	160	180	195	210	225	240	255	270	300	350	400
5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○
8	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●
15, 18	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	●
21	-	-	-	-	○	○	○	○	●	●	●	●

비고:콘크리트 펌프를 이용하여 콘크리트를 타설할 때는 슬럼프 15cm이상의 콘크리트를 사용하는 것이 좋다.

표 10 보통 콘크리트 · 굵은 골재의 최대 치수 40mm 인 경우

슬럼프(cm) \ 호칭 강도 kgf/cm²	150	160	180	195	210	225	240	270	300
5, 8, 12	●	○	○	○	○	○	○	○	○
15, 18	○	○	○	○	○	○	○	●	●

표 11 경량 콘크리트 · 굵은 골재의 최대 치수 15mm 또는 19mm인 경우

슬럼프(cm) \ 호칭 강도 kgf/cm²	150	180	195	210	225	240	255	270	300
5, 8	●	○	●	●	●	○	●	○	○
12, 15	●	○	○	○	○	○	○	○	○
18, 21	○	○	○	○	○	○	○	●	●

표 12 포장용 콘크리트 · 굵은 골재의 최대치수 40mm인 경우

슬럼프(cm) \ 호칭 강도 kgf/cm²	휨 45
2.5, 5, 6.5	○

6.2 사후관리

콘크리트의 사후 관리에 있어서는 좁은 의미로는 콘크리트의 강도, 슬럼프, 등이 목표로 하는 값이 되도록하기 위한 시험관리도의 작성등을 의미하나 넓은 의미로는 큰크리트 구조물 전체의 질을 대상으로 하여 원재료, 콘크리트, 시공방법 등 공사전체를 관리의 대상으로 생각하여야 한다. 콘크리트가 소정의 강도만 되면 된다는 소극적인 생각이 아니고 구조물로서 결함이 없고 그 소비자로부터 장래 크레임이 걸리지 않도록 하는 품질의 보증을 목표로 생각해야 할 것이다.

6.2.1 품질의 변화관리

1) 슬럼프의 변화

:슬럼프의 관리는 콘크리트 품질관리의 제1단계로서 슬럼프변동을 적게하도록 기술자는 각별히 노력해야 한다. 슬럼프의 변화는 다른 조건이 같은 경우라도 관리의 우열에 의하여 변화하는 것이지만 일반적으로 기간이 길수록 커지는 경향이 있다. 슬럼프가 약 7-15cm정도의 콘크리트에서는 1개월간의 슬럼프 표준편차를 1.5-2.0cm 정도 내에 들도록 하는 것은 그리힘들지 않다. 이보다 더 작거나 큰 슬럼프에서는 슬럼프의 표준편차를 더 줄일수도 있다.

2) 공기량의 변화

:콘크리트 속의 공기량이 변화하면 큰크리트의 슬럼프 및 강도가 변화한다. 일반적으로 공기량이 1% 감소하면 슬럼프는 약 1.5cm 감소하고 압축강도는 4-6% 증가하는 경우가 많다. 그러므로 AE 콘크리트를 시공함에 있어서는 반드시 공기량의 관리를 철저히 해야한다. 공기량의 변동원인은 여러가지가 있으나 잔골재의 입도 특히 0.3−0.6mm의 입자의 양, 콘크리트의 온도, 반죽 질기, 비비기시간 등에 의한 변화에 주의하여 관리하여야 한다.

3) 압축강도의 변화

:콘크리트의 압축강도 변동은 사후관리의 정도, 콘크리트의 배합, 기간 등에 의하여 매우 달라지나 관리정도와 변화와의 관계는 표13와 같은 값이 발표된 바가 있다. 콘크리트 강도의 변동계수는 관리정도에 따라서 달라지지만 그 밖에 콘크리트 강도가 작을수록, 기간이 장기일수록 재령이 적을수록 일반적으로 크게 나

표 13 관리정도와 변화와의 관계

발 표 자		관리의 정도			
		우 수	양 호	보 통	불 량
ACI Committe214	변동계수 %	1 이하	10-15	15-20	20이상
Graham and Martin		9-12	12-16	16-18	
Stanton Walker	(%)	10-12	15	18-20	25
Stanton Walker	표준편차	35-42	52	63	88
F.N.Sparkes, F.R.Himsworth		28	42	56	70
I.C.E.Committee	(kg/cm²)	24	30	36	48

타나는 경향이 있다.

6.2.2 기타 사후관리

1) 재료의 관리

:재료의 관리 요점은 원재료의 품질규격에 따라서 재료 구입시 재료의 품질을 확인하고 원재료의 저장, 운반, 보관 규정에 맞도록 적절히 저장보관하여 제조공정에 맞도록 지정된 종류, 품질을 바르게 공급하기위하여 관리하여야 한다.

2) 설비관리

:원재료의 수납, 운반, 계량, 운반 등을 위한 설비, 기기 및 시험설비는 우선 그 용량, 성능이 콘크리트의 안정된 품질을 확보할 수 있는 것이어야 하며, 항상 점검, 정비가 이루어져야 한다. 그러기 위해서는 '설비관리규정' 및 '관리작업표준'을 설정하여 점검을 수시로 실시하여야 한다. 특히나 설비관리 중에서 중요한 것은 계량기의 정도(精度)의 관리다.

3) 공정관리

:제조공정의 관리에 있어서는 각공정별로 KS 또는 시방서 규정에 따라 공정관리시험을하여 시험결과를 관리도, 체크시이트, 히스토그램 등에 기록하여 품질이 안정상태를 유지하고 있는가를 판단하고 품질에 이상 치우침이 나타나면 즉시 원인을 찾아 적절한 조치를 취해야 한다.

4) 출하관리

:공사현장과 공장 사이의 정보전달, 공장내의 출하담당자, 시험실, 오퍼레이터 운반자 사이의 정확한 정보전달이 원활하고 바르게 전달되어야 한다. 레미콘 공장에서의 출하관리는 최근 전산화되어 있으나 착오출하를 막기위해서는 물량 수주에서 출하까지의 작업과정에 대하여 작업표준을 항상 확인하고 관리하여야 할것이다.

6.3 레미콘 사용시 준수사항

6.3.1 레미콘 사용전 주의사항

1) 현장 타설 능력과 레미콘 운반능력이 시간적으로 일치하여야 한다. 레미콘 운영상 야기되는 문제로서 이 양자의 불일치로 말미암아 발생되는 지장이나 손실이 크므로 현장과 생산자는 항상 긴밀한 연락을 취하여 타설속도와 납입시간이 일치하도록 노력하여야 한다.

2) 운반중에 레미콘은 품질이 저하되기 쉬운데 기온 상승등으로 콘크리트 품질이 저하되는 일이 있다. 따라서 현장과 공장간은 사전에 필요한 사항을 충분히 협의하여 품질이 저하되는 일이 없도록 노력해야한다.

3) 트럭믹서로 인해 양생중인 콘크리트에 진동을 주지 않도록 해야하며 운반차의 진입도로와 콘크리트 배출장소 및 설비등을 미리준비해두어야 하므로 트럭믹서는 중량이 무거워서 지반이 진동을 주기 쉬우므로 양생콘크리트가 진동에 의한 균열이 발생되지 않도록 주의해야 한다.

6.3.2 현장 기술자가 알아두어야 할 사항

레미콘 타설시 또는 타설후 발생되는 제반 문제점을 Fresh concrete, Hard concrete로 구분하여 기술하고 그요인을 요약하면 아래와 같다.

1) 프레시 콘크리트 경우 (fresh concrete)

(1) 워커빌리티 불량

- -. 잔골재 입도가 나쁠때
- -. 잔골재 미립분(0.3mm)이 부족할때
- -. 굵은골재 입형이 나쁘던가 쇄석을 다량사용하고 적당한 배합수정을 하지 않았을때
- -. S/A가 적당하지 않았을때
- -. 공기량이 목표치와 크게 다를때
- -. 혼합하고 타설까지의 시간이 장시간 경과될때

-. 지정 슬럼프 변경시 슬럼프 조절을 단순히 물로만 조절했을때

(2) 슬럼프의 변동

-. 골재(특히 잔골재)의 표면수 변동이 크고 적절한 보정을 행하지 않을때

-. 경량골재의 프리웨팅(prewetting) 즉 사전살수가 충분치 않을때

-. 골재의 입도변형이 클때

-. 조강시멘트 또한 혼화제를 사용할때

-. 계량오차가 대단히 클때

-. 레미콘트럭 드럼 세차후 잔존 물이 있을때

-. 교통사정에의하여 운반시간이 길게 될때

-. 현장대기시간이 길때

(3) 블리딩(bleeding)이 많다.

-. W/C가 클때

-. 단위수량이 클때

-. 슬럼프가 클때

-. 골재의 0.15mm이하 미립분이 적을때

-. 적당량 혼화제를 사용하지 않을때

-. 콘크리트 응결이 지연될때

-. 높이가 큰 콘크리트를 타설할때

(4) 콘크리트 표면의 레이탄스가 많다.

-. 블리딩 등 재료분리가 클때

-. 골재에 점토분이 많을때

(5) 레미콘 용량부족(설계수량과 납품수량이 다를때)

-. 골재의 비중변화가 있을때

-. 공기량이 배합계산시 공기용적보다 현저하게 적을때

-. 레미콘 펌프 압송시 공기량 저하가 있을때

-. 과도한 진동기 사용으로 공기량이 저하할때

-. 블리딩량이 클때

-. 드럼내의 콘크리트량이 완전히 배출되지 못하였을때

-. 타설후 콘크리트 거푸집이 부풀때

-. 레미콘 배출부터 타설까지 이동시 흘렸을때

2) 경화 콘크리트의 경우

(1) 경화 불량

-. 골재중에 유해한 물질이 혼입되어 있을때

-. 골재 자체의 결함이 있을때

-. 용수(사용수) 중에 유해한 물질(염류, 유기물)이 혼입되어 있을 때

-. 시멘트 자체의 결함(이상응결)이 있을때

-. 혼화제의 과다 투입시

-. 콘크리트 타설시 W/C비가 현저하게 변화되었을때(우중타설, 거푸집 내의 고인물, 시공불량등)

-. 타설시 유해한 이물질(당류, 유해물을 함유한 물)이 혼입되었을때

(2) 경화체에 골재만 보이고 벌집모양(honey comb)의 현상이 나타난다.

-. 콘크리트의 워커빌리티가 나쁠때

-. 거푸집에서 페이스트가 누출될때

-. 타설시 골재분리 현상이 있을때

-. 과도의 다짐이나 진동에 의할때

-. 철근 배열 및 철근피복 두께가 나쁠때

-. 거푸집 내의 유동성이 정지되었을때

(3) Cold joint 현상

-. 여름과 같이 콘크리트 응결이 빠를때

-. 타설 지연 시간이 길때

-. 타설방법이 나쁠때(타설순서)

(4) 표면불량(모래만 보임)

-. 블리딩이 많을때

(5) 표면 불량(기공)

-. 공기량이 대단히 많을 때

-. 거푸집에 요철이 많고 거푸집 내면의 다짐이 부족할때

(6) 거푸집 접촉면에서의 표면 경화불량

-. 거푸집용 목재의 유해 성분에 의할때

-. 장시간 태양 광선을 받은 목재 거푸집을 사용할때

-. 부패한 목재 거푸집을 사용할 때

(7) 백화현상

-. 표면에서의 수분 증발량이 많을 때

-. 벽체부분에 시공불안정으로 空洞(공동)이 생기고 이 부분에 백색 덩어리가 생김.

-. 외기온도가 낮고 급격한 건조, 특히 조기탈형후 많이 생김.

-. 공동된 부분에 블리딩 된 물과 유리수등이 고여 이것이 공기중의 CO_2와 반응 $CaCO_3$

로 됨.

ㅡ. 백화현상의 제거방법

백화중에는 물에 녹는 알칼리 금속염류나 석고등은 물로 씻어 제거할 수 있으나 시멘트 경화제 표면에 굳어 부착된 탄산칼슘은 제거하기가 쉽지않다. 이것은 Wire Brush나 종이로 만든 줄칼로 벗겨내든가 이것이 불가능할 경우 경화체를 충분히 물로 적신후 3%정도의 초산이나 염산으로 용해시켜 물로 깨끗이 씻어 제거한다. 이 경우 시멘트의 경화체의 모세관 조직중에 산이 깊이 침투하지 않도록 주의하지 않으면 안된다. 이와같은 세정제로서 염산에 인산에스텔 등의 계면 활성제를 첨가한 것도 있다.

(8) 균열발생

ㅡ. 시멘트가 이상 응결할때
ㅡ. 골재에 점토분이 많을때
ㅡ. 골재재질이 문제가 있을때
ㅡ. 혼화제 사용량이 적절치 못할때
ㅡ. 시멘트 페이스트가 많고 슬럼프가 클때
ㅡ. 콘크리트 강도가 부족할때
ㅡ. 골재가 침하할때
ㅡ. 경화전후의 진동 외부 압력을 받을때
ㅡ. 외기 상태가 건조할 때
ㅡ. 위의 사항 이외에도 현장여건 및 기타 여러가지 원인들로 인하여 균열이 발생될 수 있다.

결 론

레미콘 産業이 他産業分野의 技術발전에 뒤떨어져 있는것은 부인할 수 없는 현실이다. 레미콘 산업은 타산업분야보다 시민의식 수준이 많이 작용하는 것은 레미콘 종사자라면 잘알고 있는 사실이다.

지금 우리나라에서 일고있는 民主化 선진화에 걸맞는 시민의식 수준도 높아지고 있으며 특히 레미콘에 대한 인식도 보편화 되어있기 때문에 더욱더 이분야에 종사하는 사람들은 좀더 책임감있고 열심히 기술향상에 노력하여야 될것이다. 그러므로 더좋은 품질특성 品質向上을 필요로 하게되며 신기술 개발이나 신소재를 적절하게 사용하여 레미콘 발전에 부응하여야 될것이다.

따라서 레미콘 및 콘크리트 산업에 종사하는 종사자들은 사회적인 역할에대한 自角心과 責任感을 갖고 品質 向上및 新技術 開發에 힘써야 할것이다.

참 고 문 헌

1. 한국콘크리트학회, 최신콘크리트공학, 한국콘크리트학회, 1992
2. 변근주, 혼화재료, 레미콘공업협회, 1990
3. 포항종합제철(주), 광양제철건설레미콘종합현황, 일반건설부, 1992
4. 최재진, 콘크리트기술요점, 한국레미콘공업협회, 1990
5. 박기청, 레미콘지 3월호, 한국레미콘공업협회, 1992
6. 공진청, 레미콘 KSF4009, 한국공업표준협회, 1992
7. 池田尙治, 也メソト, コソク-ト, 일본 시멘트 협회, 1988
8. 양재균, 레미콘지 6월호, 한국레미콘공업협회, 1990