

콘크리트의 品質管理 및 品質檢査(II)

朴 承 範

(忠南大學校 土木工學科 教授)

5. 콘크리트의 製造管理

5. 1 概 要

콘크리트의 제조관리는 1. 4장에 나타난 품질목표를 반드시 만족시키도록 재료, 배합, 제조공정, 제조설비, 출하관리를 행하고 받아들이는 지점에서 품질검사를 실시함으로써 이루

어지고 있다.

현재 구조용 콘크리트의 제조는 대부분 레미콘 공장에서 이루어지고 있고, 그곳에서 품질관리의 기본은 “레디믹스트 콘크리트의 심사사항”에 나타나 있으며, 그 요점은 표 5. 1에 나타내었다. 이 심사사항에 나타나 있는 기준은 콘크리트 제조공장에서의 콘크리트의 제조 또는 공사현장에서 믹싱하는 경우에도 적용시킬 수 있다.

표 5. 1 레디믹스트 콘크리트의 심사사항(요점)

(1) 제품 규격

규 정 항 목	요 구 사 항
1. 재 료	· 표준품에 이용하는 재료(시멘트, 골재, 물, 혼화재료)등의 종류 및 품질에 대하여 규정하고 있을 것
2. 종류, 호칭방법	· 표준품에 대하여 표시허가를 받도록 하는 종류에 대하여 규정하고 있을 것
3. 품 질	· 받아들이는 지점에서 보증하는 품질에 대하여 규정하고 있을 것
4. 용 적	· 받아들이는 지점에서 보증하는 용적에 대하여 규정하고 있을 것
5. 배 합	· 배합설계의 목표로 하는 품질(강도, 슬럼프, 공기량)을 규정하고 있을 것 · 배합설계의 목표로 되는 재료에 의해 배합설계 기준을 규정하고 있을 것 · 표준품에 대하여 계획배합을 규정하고 있을 것. 또 그 변경, 수정의 조건을 규정하고 있을 것

(2) 자 재

재 료	규 격	요 구 사 항	
1. 시 멘 트	KS L 5110	<ul style="list-style-type: none"> • KS의 품질을 제조공장의 시험성적표에 의해서 확인하여 들 것 • 신선도를 입하할 때마다 확인하여 들 것 • 종류별로 구분시켜 풍화를 방지할 수 있는 저장설비에 보관할 것 	
2. 골 재	일 반 부 속 서	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트용 부순돌, 고로슬래그 굵은골재는 KS 마크의 확인 및 제조공장 성적표에 의해서 품질을 확인하고 있을 것 • 그 밖의 골재의 품질에 대하여 구입계약시 自社, 제조공장, 공립시험기관등의 시험성적표에 의해서 확인하고 있을 것. • KS의 규정에 적합한 저장설비로 다음과 같이 보관하여 들 것. <ul style="list-style-type: none"> a. 대소립이 분리하지 않도록 한다. b. 이물질이 혼입하지 않도록 한다. c. 배수처리가 적절하도록 한다. d. 경량골재는 함수관리를 한다. • ① 이하의 품질특성에 대하여 정기적으로 시험을 하고 확인할 것. 	
	① 인공경량골재	KS F 2534	<ul style="list-style-type: none"> • 비중, 흡수율, 입도, 조립률, 단위용적중량, 부립율-월 1회이상
	② 콘크리트용부순돌	KS F 2527	<ul style="list-style-type: none"> • 비중, 흡수율, 입도, 조립률, 단위용적중량, 입형판정실적률-월 1회이상
	③ 고로슬래그 굵은골재	KS F 2544	<ul style="list-style-type: none"> • 비중, 흡수율, 입도, 조립률, 단위용적중량-월 1회이상
	④ 상 기 이외의 건축용골재	부속서	<ul style="list-style-type: none"> • 입하할 때마다 외관(석질, 입형, 이물질)육안검사 • 절건비중, 흡수율, 입도, 조립률, 단위용적중량, 점토덩어리량, 유기불순물-월 1회이상 • 세척손실중량-월 1회 이상, 단, 잔골재로 산모래를 이용하는 경우-주 1회 이상 • 해사의 염분-주 1회 이상
3. 물	KASS 5T-3	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트나 강재에 영향을 미치는 물질을 유해량 함유하지 않을 것 • 정기적으로 1회이상(수도물을 제외하고 외부에 의뢰해도 좋다) 	
4. 플라이애쉬	KS L 5405	<ul style="list-style-type: none"> • 自社 또는 제조공장의 시험성적표에 의해 품질을 확인할 것 • 저장설비는 충분히 방습 처리강화 	
5. 혼화제(일반)	KS F 2560	<ul style="list-style-type: none"> • 콘크리트나 강재에 유해한 영향을 미치지 않을 것 • 공립 시험연구기관에 의해 성능을 확인하거나 5년간 이상의 실험에 의해 성능을 확인한 제조공장의 시험성적표에 의해, 월 1회 이상 품질을 확인할 것 • 입하할 때마다 종류, 품명을 확인할 것 	

(3) 제조 공정

공정	항목	요구사항
1. 배합	<ul style="list-style-type: none"> 잔골재의 조립률 굵은골재의 조립률 회수수의 농도 잔골재의 표면수율 	<ul style="list-style-type: none"> 원칙적으로는 매일 측정하여 배합을 수정할 것 上 同 그 농도에 의해 배합을 수정할 것 1일 2회이상(단, 인공경량골재에서는 함수율 측정)
2. 계량	계량정도	<ul style="list-style-type: none"> 시멘트, 골재, 혼화제의 계량은 중량으로 한다. 물, 혼화제의 계량은 중량 또는 용적으로 한다. 단, 혼화제는 용적 각 재료는 원칙적으로 별도의 계량기로 측정할 것. 혼화제의 계량을 시멘트의 계량기를 이용하는 경우는 각각의 계량정도를 확인할 수 있는 방법이 아니면 안된다. 구입자의 허가가 있으면 혼화제를 포대로 계량해도 좋지만 1포대 미만은 별도계량으로 한다. 월 1회 이상의 비율로 동하중검사를 행할 것
3. 비빔	시간, 양	<ul style="list-style-type: none"> 슬럼프별로 믹싱시간, 양을 정하여 실시할 것
	품질	<ul style="list-style-type: none"> 믹싱한 배치에 대하여 육안 검사를 행한다. 1일 2회이상 정기적으로 슬럼프, 공기량을 실측한다.
	용적	<ul style="list-style-type: none"> 월 1회이상 정기적으로 콘크리트 용적을 조사한다.
4. 운반	운반시간	<ul style="list-style-type: none"> 믹싱개시로부터의 운반시간은 원칙적으로 1.5시간내로 한다.
	품질(강도, 슬럼프, 공기량 등)	<ul style="list-style-type: none"> 출하지점에서 KS에 규정된 검사를 행하여 품질규정에 합격할 것. 단, 구입자가 지정한 사항은 당사자간에 협의하여 정한다.
	용적	<ul style="list-style-type: none"> 출하지점에서 기재용적을 밀들어서는 안된다.
	기록	<ul style="list-style-type: none"> 납입서, 시험성적서는 5년간 보관한다.

(4) 설비

설비	종류	요구사항
1. 저장설비	시멘트	<ul style="list-style-type: none"> 종류별로 구분하여 풍화를 방지하도록 한다.
	골재	<ul style="list-style-type: none"> 종류, 품질별로 대소립이 분리하지 않도록 한다. 바닥은 콘크리트 등으로 하여 배수처리를 갖추고 이물질이 혼입하지 않도록 한다. 콘크리트의 최대출하량의 1회분 이상을 저장한다. 경량골재에서는 散水설비를 갖춘다. 운반설비는 균등한 골재를 공급할 수 있도록 해야 한다.
	혼화재료	<ul style="list-style-type: none"> 종류, 품명별로 구분하여 품질의 변화를 일으키지 않도록 한다.
	저장조	<ul style="list-style-type: none"> 시멘트 저장조는 원칙적으로 2개 이상 갖추어야 한다. 단, 사일로에서 계량호퍼로 직송시키는 경우에는 없어도 좋다. 그 밖의 각 재료는 원칙적으로 별도의 저장조를 갖추어야 한다.

2. 배치플랜트	계량장치	<ul style="list-style-type: none"> · 계량기는 KS에 규정한 精度로 각 재료를 계량할 수 있는 것으로 한다. 또, 계량한 값은 위의 精度로 지시할 수 있는 지시계를 갖추어야 한다. · 모든 지시계는 조작원이 보이는 곳에 있고 쉽게 제어할 수 있을 것. · 계량기는 자동계량할 수 있을 것. · 특수한 형태 이외는 微計量장치가 부착되어 사용되고 있을 것. · 원칙적으로 계량설정값을 자유로 설정할 수 있는 장치를 갖추고 있을 것. 설정수는 20종 이상으로 한다. · 잔골재의 수분보정장치를 갖추고 있을 것. · 6개월에 1회이상, 정기적으로 각 계량기의 정하중검정을 행할 것. 계량 오차는 KS 규정값(표 5. 10)의 1/2이내 이어야 한다.
3. 믹서	——	<ul style="list-style-type: none"> · 믹서는 고정믹서로 하고, 용량은 0.5m³ 이상으로 한다. · 소요 슬럼프의 콘크리트를 소정량 비빌 때 각 재료를 충분히 믹싱하여 균일상태로 배출시킬 것. · 6개월에 1회 이상 정기적으로 믹싱성능시험을 행하고 다음 성능을 만족 할 것. <p>모르터의 단위용적중량차 : 0.5% 이하 단위 굵은골재량의 차 : 5% 이하</p>
4. 운반차	——	<ul style="list-style-type: none"> · KS의 규정에 의한 것일 것. · 6개월에 1회 이상 전 트럭아지테이터의 성능시험을 행하여 前部和 後部の 슬럼프차가 3cm이내 일 것.
5. 세차설비		<ul style="list-style-type: none"> · 운반차의 보유대수에 대하여 충분한 세차설비를 갖추고 있을 것.
6. 검사설비	골재시험기구	<ul style="list-style-type: none"> · 골재의 비중, 흡수율, 표면수율, 체가름, 세척손실중량, 유기불순물, 단위용적중량 등의 시험기구를 갖추어야 한다.
	콘크리트 시험용 기구·기계	<p>다음의 시험용 기구·기계를 갖추고 있을 것.</p> <ul style="list-style-type: none"> · 콘크리트의 시험배합에 필요한 기구 · 표준 공시체용 몰드의 필요갯수 · 충분한 수의 공시체를 충분히 양생시킬 수 있는 항온양생수조 · 콘크리트 압축강도 시험기(100 ton 이상) · 슬럼프, 공기량, 단위용적중량, 믹서의 믹싱성능시험을 행하는 기구

※ 검사방법은 임의의 연속한 10배치에 대하여 계량기별, 재료별로 지시된 1회 계량분량에 대한 오차를 눈금값으로 취하여 기록하고 각 재료의 허용오차범위인가 아닌가를 조사한다.

5. 2 材料管理

재료관리의 요점은 “원재료 품질규격”을 정하여 “원재료 받아들이기 검사규정”에 의해서 구입한 재료의 품질을 확인하고 재료의 종류

· 품질에 따라서 적절하게 저장·보관하여 제조공정에서 지정된 종류·품질의 재료를 바르게 공급하는 것으로 한다.

원재료 받아들이기 검사를 할 때는 품질검사를 실시하여 원재료의 불량품을 배제하여 원재

표 5. 2 재료의 받아들이기 검사 표준

	관리항목	품질특성	시험방법	시험 횟수	비 고
시멘트	신 선 도	상 황	육안, 촉감	입하때마다, 전차량	이물질 고형분의 유무, 시멘트 온도도 함께 조사한다.
	품 질	KS에 규정 한 품질	KS L 5201	1회/월	제조공장의 시험성적표에서 조사
골 재	외관·이물질	상 황	육 안	입하때마다, 전차량	석질, 입형, 목편, 옥석의 혼입등
	입 도	크기, 분포	육 안	입하때마다, 전차량	—
		조 립 률	KS F 2502	산지, 종류, 품명별 1회/월	
	입형판정	실 적 률	KS F 2505	—	부순돌의 경우
	비 중	비 중	KS F 2503 KS F 2504	1회/월, 생산지 및 품질이 변할 때마다	경량골재는 입하때마다
	흡 수 율	흡 수 율	KS F 2503 KS F 2504	1회/월, 채취지 변 경, 또는 품질변동이 확인되는 경우	—
	유 해 물	유기불순물	KS F 2510	1회/월 생산지 및 품질이 변 할 때마다	경량골재는 KS F 2534에 의한다. 세척시험에 의해 손실되는 중 량은 평상시에는 침강법에 의 한 간이시험 등을 실시하고 결과에 따라서 KS 시험을 행 하는 등의 방법을 취한다.
		세척손실량	KS F 2511		
		연 석 량	KS F 2516		
		점토덩어리	KS F 2512 KS F 2513		
	비중 2.0의 액체에 뜨 는 것				
	단위용적 증 량	단위용적 증 량	KS F 2505	1회/월	—
잔골재염분	NaCl 환산 함유량	KS F 2534	염화물이 들어갈 우려가 있 는 해사 등		
부순돌의 마모감량	마모감량	KS F 2508	1회/년, 채취지 또는 품질 변동이 인정된 경우	외부에 의뢰해도 좋다. 골재 생산자의 시험성적표에 의한다.	
안 정 성	안 정 성	KS F 2507			
물	수 질	수 질	상수도수질 시 험	1회/년	희수수는 별도
			토목학회 기 준		
혼화재료	플라이애쉬	KS의 항목	KS L 5405	1회/월	제조공장의 시험성적표에서 조사
	혼화제	비중 등	KS F 2560		

료의 품질을 소정의 수준이상으로 유지한다. 검사는 원재료의 생산지·종류 등에 변화가 없는 한 월 1회 정도가 좋으나, 변화가 있는 경우에는 그때마다 시험을 실시한다. 시험항목, 시험방법 및 시험횟수의 표준은 표 5. 2에 나타내었다.

(1) 시멘트

시멘트는 일반적으로 엄격한 품질관리하에 제조되고 있으므로 품질의 신뢰성이 높다. 따라서 받아들이기 검사에서는 육안검사, 시험성적표의 검토 등으로 목적을 달성할 수 있다. 시멘트가 갖추어야 할 품질조건으로는, ① 입형이 구형

에 가깝고, ② 입도분포가 정규분포상태에 있어야 하며, ③ 백화현상이 없어야 하고, ④ 알카리골재반응을 일으키는 전알카리량이 적어야 한다. ⑤ 화학적·물리적성분 조건을 만족하고, ⑥ 품질의 변동이 적어야 한다.

시멘트의 경우는 받아들이기 검사보다는 오히려 저장중에 품질변화를 많이 일으키므로 주의하고, 제조공정에서는 적절한 종류의 시멘트를 사용하는 것이 중요하다. 특히 장기간 저장한 것은 품질의 변화를 일으켰을 우려가 많기 때문에 충분한 시험을 실시한 후에 사용하는 것이 필요하다.

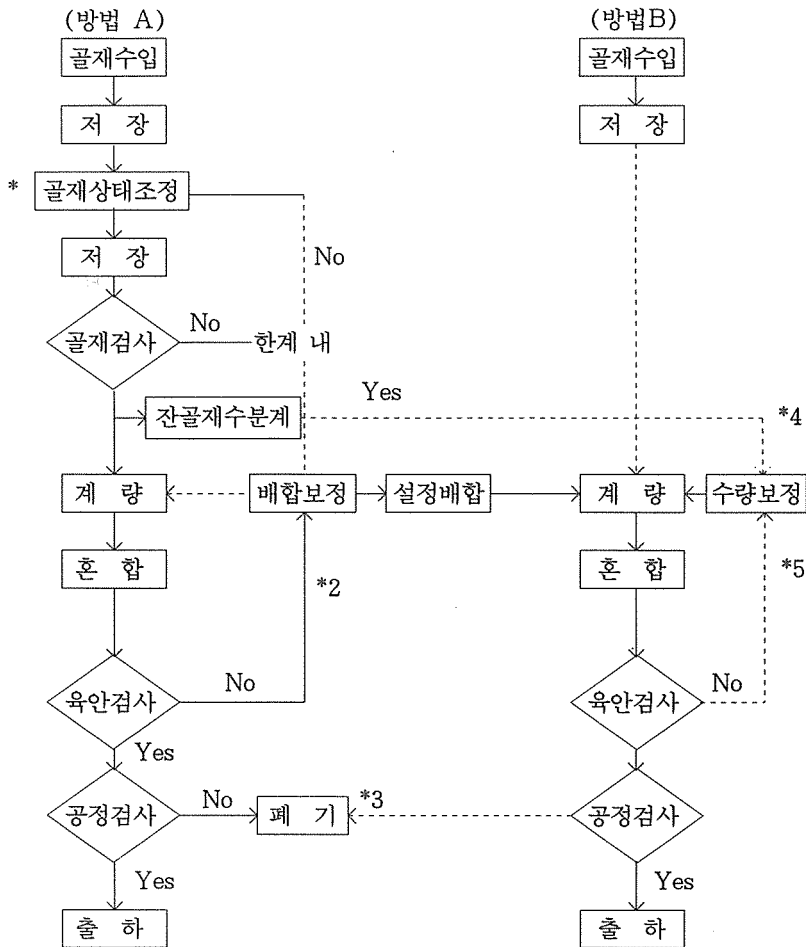


그림 5. 1 골재관리에 의한 레미콘 품질 관리 방식

(2) 骨 材

골재는 콘크리트의 재료중에서 가장 품질이 변동하기 쉬우며, 이러한 품질변동은 콘크리트의 품질에도 큰 영향을 미치기 때문에 충분한 관리가 필요하다. 받아들이기 검사도 표 5. 2에 나타낸 시험횟수를 지키는 것만이 좋은 것은 아니고, 골재의 산지가 변화하거나 같은 산지에서도 품질이 변화했다고 판단되는 경우에는 품질검사를 실시해야 한다. 다시 말해서 현재 어떤 골재가 납품되고 있고 사용되고 있는가를 항상 명확하게 파악하고 있어야만 한다.

받아들이기 검사(受入檢査), 그 밖의 품질검사 결과를 골재의 종류별, 납품시기별, 납품업자별, 산지별 등으로 정리·기록하여 도수분포도(histogram), 품질변동선도 등으로 표시해 두고, 제조공정에 있어서는 특히 최대치수, 입도, 입형, 표면수율의 변동을 결정해 세밀히

시험하여 배합설계의 수정에 반영시키는 것이 중요하다. 또 콘크리트의 품질에 크게 영향을 미치는 슬러지, 염분 등을 간단한 관리용 시험방법 등을 이용하여 받아들이기 때부터 검사하여 관리하는 것이 효과적이다. 그림 5. 1 및 표 5. 3은 골재관리에 의한 레미콘 품질관리방법에 대하여 나타낸 것이다.

(3) 물

혼합수의 품질은 KS F 4009(레디믹스트 콘크리트)에서는 “기름, 산(酸), 염류, 유기물 및 그 밖의 콘크리트 및 강재에 유해한 영향을 미치는 것을 포함하지 않은 것이어야 한다.”로 규정하고 있고, KASS 5 T-3에서는 “철근콘크리트용 혼합수의 수질시험방법”을 정해 그 품질을 표 5. 4와 같이 규정하고 있으나, 레미콘에 대해서는 KS F 4009에 의한 것으로 하고 있다.

표 5. 3 골재관리에 의한 레미콘 품질관리방식의 비교

방법	품질관리방법	조정할 사항	조정방법	문제점	특징
A	골재의 품질, 상태를 소정의 관리한계내로 관리하여 이용하는 방법	<ul style="list-style-type: none"> 골재의 입도, 실적률, 표면수율, 세척손실량 콘크리트는 수량, Slump, 공기량 	<ul style="list-style-type: none"> 골재의 입도, 실적률, 세척손실량은 체가름 등으로 조정 골재의 표면수율은 물제한, 또는 加水에 의해 조정(굵은골재포함) 	굵은골재의 표면수율 자동보정화가 이루어지고 있지 않으면 그 안정화가 Key Point임	<ul style="list-style-type: none"> 단위수량의 변동이 작으므로 그만큼 압축강도의 변동이 작다. 따라서 배합강도를 적게 설정할 수 있다. 골재상태가 안정해 있으면 Slump의 변동수량*을 보정하는 관리방법도 가능(*변동은 표면수율의 측정오차로 간주)
B	골재를 입하한 그대로(품질상태를 관리하지 않은 상태) 이용하여 만들어진 레미콘의 Slump, 공기량의 시험결과로부터 수량 및 공기량을 조정하는 방법	<ul style="list-style-type: none"> 골재는 입하 상태 그대로 사용함 콘크리트는 수량, Slump, 공기량 	<ul style="list-style-type: none"> 골재의 표면수율 측정 콘크리트의 Slump, 공기량을 확인해야하고 강도 시험도 A방법보다 자주 해야한다. 	자동수분계를 부착해도 표면수율이외의 요인으로 Slump가 변동하기 때문에 단위수량 변동을 관리할 수 없다.	방법 A에 비해서 골재의 상태 변동이 크기 때문에 단위수량의 평균값 및 변동폭도 크고, 그 결과 압축강도의 변동폭도 크게 되기 때문에 배합강도를 A방법보다 크게 설정해야 한다.

레미콘에서는 회수수(回收水)의 이용이 많기 때문에 회수수의 품질은 표 5. 5를 만족하고, 슬러지수의 경우 슬러지 固形分이 3% 이상을 초과해서는 안된다고 규정하고 있다. 여기서, 회수수란 레미콘 공장에서 세척에 의해 발생하는 물로써 배치플랜트(B/P, batch plant)의 믹서호퍼 등에 부착한 콘크리트 및 세척수를 정화하여 얻어지는 물을 말하며, 슬러지수란 콘크리트의 세척배수에서 굵은 골재, 잔골재를 분리회수하고 남은 현탁수를 말한다. 특히 주의해야 할 것은 연안공장 등에서의 우물물에 해수가 혼합되는 것이다. 콘크리트중에 염화물량이 많으면 철근부식 및 여러가지 구조적 결함이 초래되기 때문에 혼합수중의 염분에 대해서는 특히 그 규제값을 정하여 두고 있다.

또한 증발잔유물은 1g/ℓ 이하로 하고 있으며, 해사를 이용하는 경우에도 해사세정수(海砂洗淨水)의 회수수에의 혼합도 주의하지 않으면 안된다.

수질관리는 표준적으로 6개월에 1회의 정기검사에 실시하는 것으로 되어 있으나, 회수수를 사용하는 경우에는 슬러지 고형분의 농도가 항상 관리상태에 있어야만 한다.

표 5. 4 상수도의 품질

항 목	허 용 량
색 도	5도 이하
탁 도	2도 이하
수소이온농도(pH)	5.8~8.5
증발 잔유물	500ppm 이하
염소 이온량	150ppm 이하
과망간산칼륨 소비량	10ppm 이하

표 5. 5 회수수의 성질

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

(4) 혼화재료

AE제, 감수제, AE 감수제 등의 화학혼화제의 품질의 확인, 품명의 선정은 일반적으로 공립시험기관에서의 시험성적에 의해서 이루어지고 있다. 제조현장에서의 받아들이기 검사에서는 납입전표 등에 의해서 로트의 품질을 검사한다. 이 경우 용액의 비중 등을 관리항목으로 하면 좋다. 또한 저장관리도 중요하고, 받아들이기, 저장, 사용량, 남은량 등에 대하여 기록을 정리해 두는 것이 중요하다. 혼화재료의 사용순서는 표 5. 6에 나타난 바와 같고, 콘크리트용 혼화제의 품질은 표 5. 7과 같다. 또한 혼화재료로서 플라이애쉬를 사용하는 경우의 품질은 표 5. 8의 규정에 따라야 한다.

표 5. 6 혼화재료의 사용순서

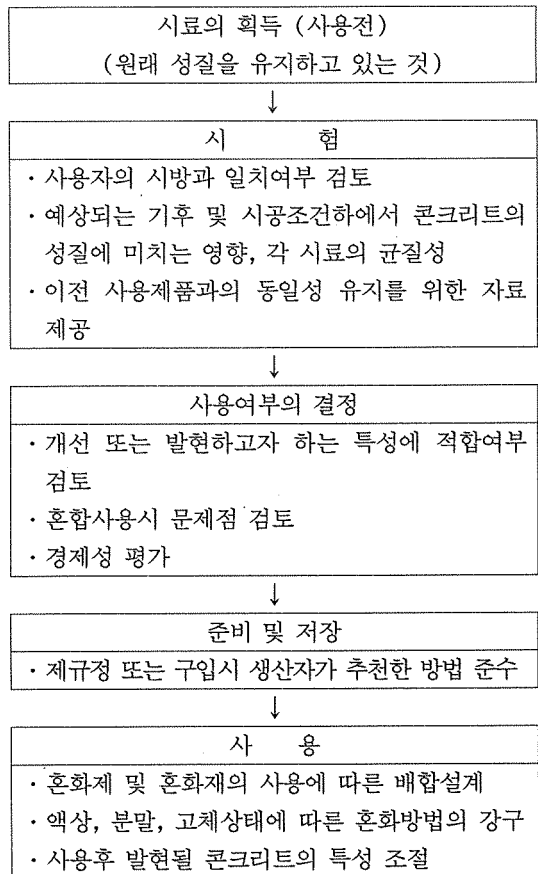


표 5. 7 콘크리트용 화학혼화제의 품질

(KS F 2560)

품질항목	종 류	AE제	감 수 제			AE 감수제		
			표준형	지연형	촉진형	표준형	지연형	촉진형
감 수 율 (%)		6이상	4이상	4이상	4이상	10이상	10이상	8이상
블리딩량의 비 (%)		75이하	100이하	100이하	100이하	70이하	70이하	70이하
응결시간차(min)	초 결	-60~+60	-60~+90	+60~+120	+30이하	-60~+90	+60~+120	+30이하
	중 결	-60~+60	-60~+90	+210이하	0이하	-60~+90	+210이하	0이하
압축강도 비 (%)	재령 3일	95이상	115이상	105이상	125이상	115이상	105이상	125이상
	재령 7일	95이상	110이상	110이상	115이상	110이상	110이상	115이상
	재령 28일	90이상	110이상	110이상	110이상	110이상	110이상	110이상
길이 변화비 (%)		120이하	120이하	120이하	120이상	120이하	120이하	120이하
상대동탄성계수 (%)		80이상				80이상	80이상	80이하

표 5. 8 플라이애쉬의 품질

(KS L 5405)

SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	습분 (%)	강열감량 (%)	알칼리 (Na ₂ O로서) (%)
70.0이상	5.0이하	5.0이하	1.0이하	5.0이하	1.5이하

분 말 도	평균입경 (μ)	9.0이하
압 축 강 도	7일(조절 백분율)	100이상
	28일(조절 백분율)	100이상
건 조 수 축 륜	28일 (%)	0.03이상
수 량	(조절 백분율)	105이상
콘크리트공기연행량	(조절 비율)	2.0이하
안 정 도	오토클래브 팽창도 (%)	0.50이하
포 줄 란 활 성 도	포틀랜드 시멘트 사용시 28일(조절 백분율)	56이상
	석회 사용시 7일(kg/cm ²)	56이상
시멘트 알칼리 반응	모르타 팽창 14일 (%)	0.020이하
균 등 성	비표면적은 개개의 시료에 대한 시험에 있어서 이전에 시험한 시료가 10개 이상인 경우는 10개의 평균, 10개 이하의 경우는 모든 사전시험에서 얻은 평균 값이 15% 이상의 변화가 있어서는 안되며, 비중에 있어서는 5% 이상의 변화가 있어서는 안된다. 또한, AE 콘크리트로 규정되었을 때는, 모르타의 용적에 대하여 18%, 공기함량을 생기게 하는 AE제의 양이 이전에 시험한 시료가 10개 이상인 경우는 10개의 평균, 10개 이하의 경우는 모든 사전시험에서 얻은 평균보다도 20% 이상 변동하여서는 안 된다.	

표 5. 9 제조설비의 관리시험

제 조 설 비	관리항목	시 험 방 법	시험횟수
계 량 기	계량정도	동하중검사 정하중검사	1회이상/2주 1회이상/년
믹 서	믹상상태	KS F 2455 (믹서에서 비빔한 콘크리트 중의 모르터 및 굵은 골재량의 변화율의 시험방법)	1회이상/6월
운 반 차	운반성능	에지데이터 트럭에서 배출한 콘크리트의 균등성 시험(KS F 4009)	1회이상/6월
棒형 및 거꾸집진동기	진동성능	진폭, 진동수 및 가속도의 측정	1회이상/6월
진동성형기(공장제품용)	진동성능	진폭, 진동수 및 가속도의 측정	1회이상/3월

5. 3 製造設備管理

원재료의 받아들이기·저장·운반·계량, 콘크리트 비빔·운반 등을 위한 설비·기기 및 시험용 설비는 우선 그 용량·성능이 콘크리트의 안정한 품질을 확보할 수 있도록 하는 것이 필요하고, 또 항상 점검·정비가 이루어져야만 한다. 이를 위하여 ‘설비·기기관리 규정’ 및 ‘관리 작업표준’을 설정하여, 일상점검, 개시점검, 정기점검 정비를 실시한다. 최근 공장에서는 기계화·자동화가 진행되고 있고, 제조관리는 기기·설비의 정상적인 작동으로 이루어지는 경우가 많으므로 이들 관리가 특히 중요하다. 주요설비 관리방법의 표준을 표 5. 9에 나타내었다.

표 5. 10 계량허용오차

재료의 종류	계 량 방 법	허용오차(%)
시 멘 트	중 량	1
물	중량 또는 용적	1
골 재	중 량	3
혼 화 재	중 량	2
혼화제(용액)	중량 또는 용적	3

설비관리중에서 특히 중요한 것은 계량기의 정도(精度)관리이다. 재료의 허용계량오차는 표 5. 10에 나타낸 것과 같이 규정되어 있고,

계량기의 靜荷重檢定(6개월에 1회)에서는 각 계량기의 오차가 이 허용오차의 1/2이하, 動荷重檢定(1개월에 1회)에서는 연속 10배치를 검정하여 1회 계량분량에 대한 오차가 허용오차의 범위내에 있어야만 한다.

5. 4 製造工程管理

제조공정관리는 그림 5. 2와 같이 이루어지며, 표 5. 11과 같은 공정관리시험을 실시하고, 시험결과를 자료표(data sheet), 관리도, 도수분포도(histogram)등에 기록한다. 특히 각 배치의 육안검사를 실시하고 제조된 콘크리트의 품질이 안정상태에 있는가 아닌가를 판단하는 경우에는 곧바로 원인을 조사하여 적절한 조치를 취한다. 표 5. 11에 나타낸 시험의 횟수는 품질이 안정상태에 있을 때의 정기적인 것이며, 골재의 품질에 변동이 크게 일어났을 때, 또는 콘크리트의 품질이 대단히 편중되게 나타났다고 판단되는 경우 등에는 시험빈도를 증가시키는 것이 필요하다.

관리도에서는 26라인(line)을 경계선(critical line)으로 하여 관리하여 조치를 빨리 취할 수 있다. 압축강도의 관리는 가장 중요한 것으로서, 7일 강도로 관리한다고 해도 시험결과를 공정에 피드백(feed-back)하기에는 다소 시간이 걸린다. 공정내에서 강도관리를 하는 데에는 고온축진양생에 의한 강도시험 및 물·시멘트비의 간이시험 등을 공정관리내에서 도

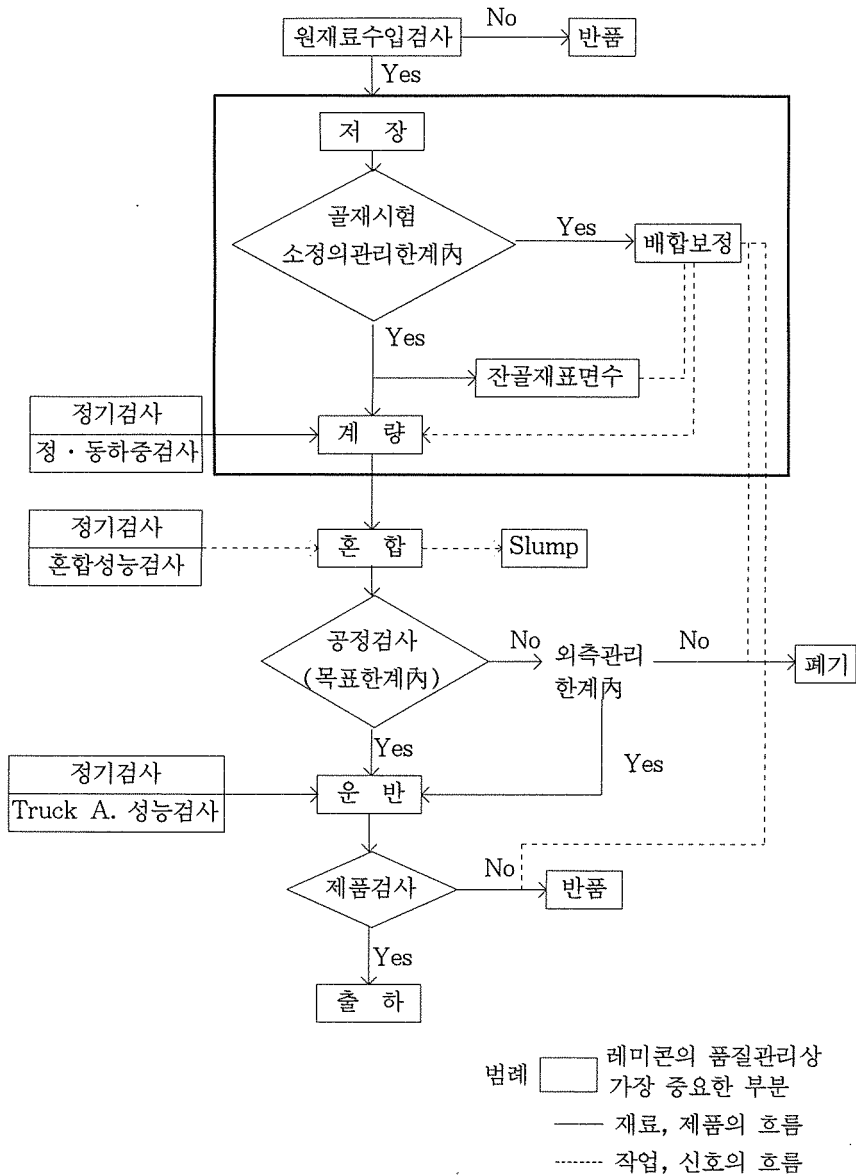


그림 5. 2 제조공정 및 품질관리 Flow Chart

입해도 좋다. 또한 계량오차, 골재입도, 표면수율의 변동을 각 배치마다 주의하여 관찰하고, 슬럼프에 즉각 영향을 받으므로 주의하여 관찰하고 슬럼프의 관리도를 작성하는 것은 배합의 관리에도 중요하다.

5. 5 出荷管理

레디믹스트 콘크리트 공장에서 출하관리의 요점은 수주한 배합 및 종류의 콘크리트를 적절한 시기에 출하하는 것이다. 이를 위해서는

표 5. 11 제조관리시험

장소	공 정	관리항목	품 질 특 성	시 험 방 법	시 험 횟 수	비 고	
공 장	현장배합	골재함수율	골재의 표면수율	KS F 2509, 2510	잔골재는 2회/일, 경량골재를 사용시마다	경량골재는 사용시의 함수상태의 것에 대하여 실시	
			경량골재의 흡수율	KS F 2503, 2504	1회/일, 경량골재사용시마다		
		입 도	조립틀, 5mm체의 통과량 및 잔유량	KS F 2502	1회/일, 경량골재는 사용할 때마다		
	재료계량	계량정도	계 량 오 차	육안 관찰	전 배치(batch)	0점, 설정침, 표 시침의 확인	
				동하중시험	1회/주	임의배합의 연속 10배치(batch)	
	비 비 기	외 관 위커빌리티	균 일 성 슬 럽 프	균 일 성	육안 관찰	전 배치(batch)	—
				슬 럽 프	육안 관찰	전 배치(batch)	
		공 기 량	공 기 량	KS F 2402	3회/일		
		강 도	압 축 강 도 휨 강 도	공 기 량	KS F 2409, 2421, 2449	3회/일	
				압 축 강 도	KS F 2405, 2403	150m ³ 에 1회	
휨 강 도		KS F 2408, 2403					
용 적		적 재 량	육안관찰	전 배치 또는 전 차량	실측은 적재량 또 는 계량값		
콘크리트 온 도	온 도	온도계	1회/일	온도가 지정된 콘 크리트			
단위용적 중 량	단위용적중량	KS F 2409	출하일 마다 1회	단위용적중량이 지정된 콘크리트			
출 하 지 점	운 반 콘크리트의 품 질	출 하 콘크리트의 품 질	슬 럽 프	KS F 2402	150m ³ 에 1회	—	
			공 기 량	KS F 2409, 2421, 2449			
			강 도	KS F 2405, 2408, KS F 2423			
			콘크리트온도	온도계			온도가 지정된 콘 크리트
			단위용적중량	KS F 2409			

공사현장과 공장사이의 정보전달, 공장내의 출하 담당자, 배합관리자, 조직원(operator), 레미콘 트럭 운전기사 사이의 정보전달이 원활하고 정확하게 이루어져야만 한다. 최근 레미콘 공장에서의 출하관리는 컴퓨터화 되고 있으나 잘못된 제품의 납품을 방지하기 위해서는 수주

에서 출하까지의 작업에 대해서 작업표준을 확립해 둘 필요가 있다.

5. 6 運搬管理 및 받아들이는 地點에서 의 製品管理

레디믹스트 콘크리트의 경우 제품의 최종품

질은 받아들이는 지점에서의 품질이지만, 공장에서 공사현장까지의 운반중에 품질의 변화가 생기기 때문에 운반관리는 공장내에서의 공정관리와 마찬가지로 대단히 중요하다. 운반관리의 요점은 운반차(트럭 에지테이터 또는 레미콘 트럭)의 성능 검사, 운반시간의 준수, 운반중의 품질변화를 파악하고 그 데이터를 공장에서의 믹싱시 콘크리트의 품질목표 설정에 피드백(feed-back)하는 것이다.

운반차의 성능, 운반시간 등에 관해서는 KS F 4009 및 콘크리트 표준시방서의 규정에 적합하도록 관리하고, 슬럼프, 공기량, 단위용적중량, 콘크리트의 온도, 용적 등의 평균적인 변화량을 파악하도록 한다.

또한, 운반에 의한 압축강도의 변화는 보통 거의 없다고 생각해도 좋지만, 에지테이터내에 세정수가 남거나 빗물이 들어가면 강도저하, 슬럼프의 증가가 대단히 크게 일어날 우려가 있다. 따라서 에지테이터내의 남은 물의 양을 검사하는 것은 대단히 중요하다. 슬럼프의 조정등을 위한 것으로서 콘크리트에 물을 가하는 것은 물론, 이를 엄격하게 금지되지 않으면 안 되고 관계자에게 엄중하게 교육해 놓을 필요가 있다.

6. 콘크리트의 品質檢査

6. 1 概 要

콘크리트의 검사특성으로서 공시체의 콘크리

트의 강도, 또는 아직 굳지 않은 콘크리트의 물·시멘트비의 측정값을 이용해도 좋다는 것을 1. 3장에 전술하였다. 구조물의 어느 부분의 콘크리트도 소요 품질의 것이라는 것을 확인하기 위해서는 콘크리트 전체를 로트(lot)로 하여 검사해야 할 뿐만 아니라, 시공상태, 구조물의 사용조건 등을 고려하여 그 부분을 로트로 해서 검사할 필요가 있다. 표준시방서에서는 “시험값을 토대로 콘크리트의 품질을 검사하는 경우 책임기술자의 지시에 따르고, 얻어진 전체 시험값 및 일부의 연속하는 시험값을 1조로 하여 검사하지 않으면 안된다.”고 규정되어 있으며, 일반적으로 콘크리트의 소집단을 1일에 타설하는 콘크리트량이나 구조물의 중요도 또는 공사 규모에 따라 20~150m³로 취하고 있으며, KS F 4009(레디믹스트 콘크리트)에서는 원칙적으로 150m³으로 규정하고 있다.

6. 2 壓縮強度로부터 물·시멘트比를 定한 경우의 檢査

(1) 檢査特性 및 品質基準

검사특성으로서 재령 28일 원주공시체의 압축강도를 이용하는 것이 원칙이다. 단, σ_{28} 은 사전에 구해 놓은 조기재령의 압축강도와 관계로부터 구해도 좋다. 이 경우 조기재령에서의 압축강도는 시험조건에 의한 변동이 큰 것에 유의하여 충분한 주의를 기울여 실시함은 물론, 수시로 σ_{28} 에 대한 시험을 병행하여 실시하는 것이 바람직하다. 그러나 포장콘크리트의 경우는 휨강도를 원칙으로 하고 있다.

표 6. 1 콘크리트강도의 하한규격값 및 불량률

종 류	하한규격값 S_L (kgf/cm ²)	불량률 P_0
무근및 철근콘크리트	σ_{ck}	1/20
포장콘크리트	$0.8\sigma_{bk}$	1/30
	σ_{bk}	1/5
댐콘크리트	$0.8\sigma_{ck}$	1/20
	σ_{ck}	1/4

품질기준은 배합강도를 정할 때의 조건과 마찬가지로 ① $0.8\sigma_{ck}$ 이하의 모집단 불량률 P_a (일반적으로 1/20)이하, ② σ_{ck} 이하의 모집단 불량률 P_b (일반적으로 1/4)이하로 하고, 이들 조건을 적당한 위험률로 추정할 수 있으면 그 콘크리트의 품질은 합격하는 것으로 판단해도 좋다. 이 경우 콘크리트의 강도는 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 의 수중에서 양생한 제령 28일의 압축강도로 한다. 시험은 전술한 1검사 로트에 월 1회 실시한다. 1회의 시험결과는 같은 시료에서 제조된 공시체 3개의 측정시험값의 평균값으로 한다. 콘크리트 강도의 허용한계(규격하한값 및 불량률)을 표 6. 1에 나타내었다.

(2) 合格判定方法

합격·불합격을 판정하는 데에는 계량규준형 1회 발취검사방법이 준용되고 있다. 다시 말해서, 압축강도의 시험값으로부터 평균값과 불변분산의 평방근 $S_c \left(= \sqrt{V} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \right)$ 를 구하여 다음의 관계가 성립하면 합격하는 것으로 해도 좋다. 여기서 k 및 k' 는 합격판정계수이다.

$$\left. \begin{array}{l} \text{표준편차를 모를 때 : } \bar{x} \geq 0.8\sigma_{ck} + kS_c \\ \text{표준편차를 알 때 : } \bar{x} \geq \sigma_{ck} + k' S_c \end{array} \right\} \dots\dots (6.1)$$

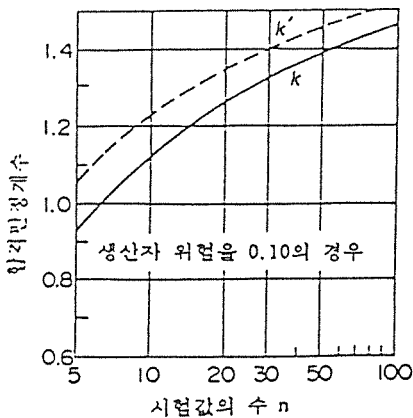


그림 6. 1 합격판정계수

합격판정계수를 구할때에는 양호한 로트(압축

강도의 불량률 P_0)가 불합격으로 판정되는 위험률 α (생산자 위험률) 및 위험률 β (소비자 위험률)을 사전에 정해 두어야만 한다. 위험률은 작게 취할수록 시험값의 수를 많게 할 필요가 있으므로 시험값의 수가 비교적 적은 경우가 많은 콘크리트의 품질검사에서는 위험률을 크게 취하는 것이 좋다. 이 경우 α 와 β 를 의도적으로 크게 취해서 數理적인 취급을 하는 것은 문제가 있다.

경험적 지식, 공사개시전의 시험결과(배합설계시의 시험 등), 공사중의 슬럼프 및 재료의 관리시험결과 및 계량기록 등에 의해 콘크리트의 품질은 어느 정도 판단할 수 있기 때문에 β 를 크게 해도 이것이 바로 문제로 되는 것은 아니다. 표준시방서에서는 $P_0 = P_a$ (또는 P_b)에 대하여 $\alpha = 1/10$ 로 하고, P 및 β 에 대해서는 구조물의 중요도, 공정의 관리자료 등에 따라서 책임기술자가 정하는 것으로 하고 있다. 포장 콘크리트 및 댐 콘크리트의 경우는 표 6. 1에 나타낸 값을 만족하도록 하한규격값 및 불량률이 2가지로 되기 때문에 합격판정식은 포장 콘크리트의 경우 다음 식으로 된다.

$$\left. \begin{array}{l} \text{표준편차를 모를 때 :} \\ \bar{x} \geq 0.8\sigma_{bk} + k_a\sigma_e \\ \bar{x} \geq \sigma_{bk} + k_b\sigma \end{array} \right\} \dots\dots (6. 2)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{표준편차를 알 때 :} \\ \bar{x} \geq 0.8\sigma_{bk} + k'_a\sigma \\ \bar{x} \geq \sigma_{bk} + k'_b\sigma \end{array} \right\} \dots\dots (6. 3)$$

댐 콘크리트의 경우는 식(6. 2) 및 (6. 3) 중의 σ_{bk} 대신에 σ_{ck} 로 취하면 된다. 합격판정계수 k_a, k_b 및 k'_a, k'_b 은 그림 6. 2 및 6. 3으로 한다. 그림 6. 4는 그림 6. 3을 이용하여 검사한 경우 시험값의 수와 확률 1/10($\beta = 1/10$)에서 합격으로 판정된 불량률과의 관계를 나타낸 것이다.

따라서 공사의 경험이 적고 품질관리 자료 등도 충분하지 않은 경우나 나쁜 품질의 콘크리트가 제조되고 있다는 우려가 있을 때 등에는 시험값의 수를 상당히 많게 하여 β 를 좁혀서 검사할 필요가 있다.

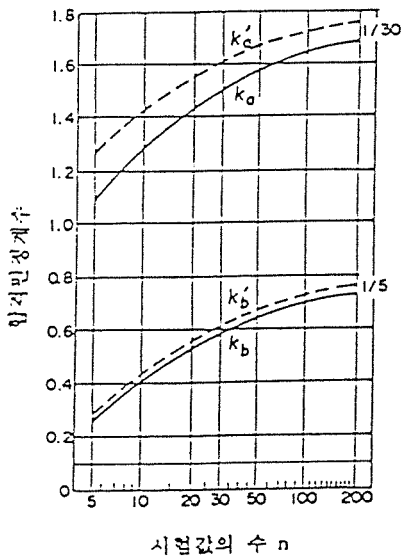


그림 6. 2 합격판정계수 (포장콘크리트)

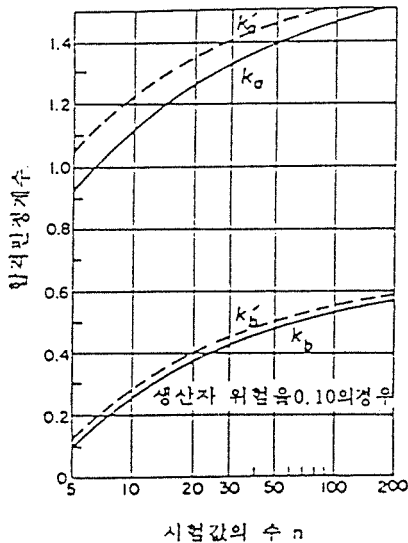


그림 6. 3 합격판정계수 (담콘크리트)

한편, 공사의 진행공정이 안정상태에 있다고 확인되는 경우에는 어떠한 검사로트의 표준편차도 거의 같은 값으로 보아도 좋기 때문에 S_c

대신에 표준편차를 사용해도 좋다. 이 경우에는 k_a, k_b 대신에 k'_a, k'_b 를 이용한다. 또한, 시험값의 수가 많은 경우에는 판정능력은 낮지만, 검사, 기록, 계산 등이 간단한 계수검사방법을 이용해도 좋다.

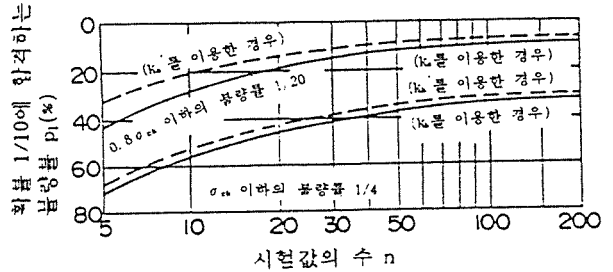


그림 6. 4 시험수와 불량률의 관계

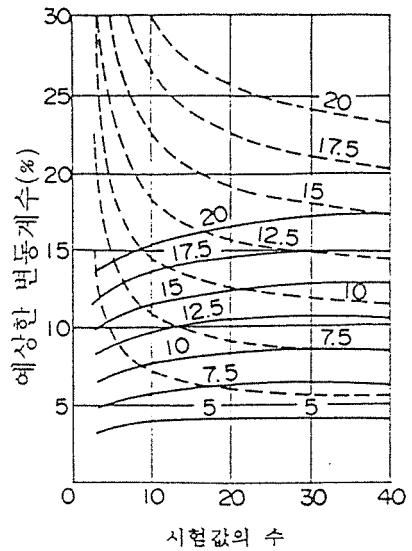


그림 6. 5 예상한 변동계수의 적합성 여부 판정도

(3) 豫想한 變動係數의 適合性 判定
현장에서 콘크리트의 실제의 변동계수를 확인하기 위해 시험값으로부터 변동계수를 계산

할 경우에는 적어도 30개 정도의 시험값이 필요하다. 압축강도의 시험값에서 계산한 변동계수를 이용해서 예상한 변동계수가 적당한가 아닌가를 판단하기 위해서는 그림 6. 5를 참고로 해도 좋다. 예를 들면, 10개의 시험값에서 얻어진 변동계수가 10%이었다고 한다. 예상한 변동계수의 값을 세로축으로 취했을 때 이 값이 그림의 실선내 10%선보다 아래에 있으면 위험률 10%로 예상한 변동계수가 10% 점선과 실선 사이에 있으면 10개의 시험값에서는 대체로 실용상 안전하다고 생각할 수 있으나, 사실은 안전한지 위험한지 알수 없다는 것을 의미하기 때문에 그대로 작업을 계속해서 자료가 많게 되었을 때 재검토를 한다. 시험값이 적은 경우는 시험값의 평균값과 콘크리트의 압축강도의 실제 평균값이 상당히 다른 경우가 많으므로 그림 1. 4는 엄밀하게는 성립하지 않

기 때문에 대략적인 판단을 하는 경우의 참고로서 이용하는 것이 좋다.

6. 3 耐久性 및 水密性を考慮하여 물·시멘트 比를 정한 경우의 檢査

이 경우의 검사특성으로서는 사전에 구한 시멘트·물비(C/W)와 압축강도와의 관계에 기초하여 압축강도의 시험값으로부터 추정된 물·시멘트비(W/C), 또는 아직 굳지않은 콘크리트를 분석하여 얻은 W/C가 이용된다. 구해진 W/C의 평균값이 소요의 W/C보다 작으면 그 콘크리트는 소요의 W/C를 갖고 있다고 해도 좋다.

또한 W/C의 변동은 일반적으로 표준편차로 0.02 정도이다. 이 변동이 클 때는 변동의 정도에 따라서 배합설계시 목표로 한 W/C를 작게 할 필요가 있다.

표 6. 2 KS F 4009에 의한 콘크리트의 검사방법

항 목	검 사 방 법
콘크리트의 강도	<p>(1) 검사로트의 크기는 당사자간의 협의에 의해 정한다.</p> <p>(2) 1검사로트는 450m³(150m³×3회)를 표준으로 한다.</p> <p>(3) 150m³에 대하여 1회의 시험을 행한다.</p> <p>(4) 1회의 시험은 임의의 1운반차에서 채취한 3개 공시체의 시험값의 평균값(\bar{x})로 나타낸다.</p> <p>(5) 1검사로트가 300m³이하의 소량인 경우 원칙적으로 3회의 시험이 필요하지만, 구입자가 승인하면 동일종류의 콘크리트(공장출하한)의 시험값 (3회)을 이용해도 좋다.</p> <p>(6) 건축의 경우</p> <ul style="list-style-type: none"> · 보통콘크리트 150m³×3=450m³를 표준 · 고급콘크리트 100m³×3=300m³를 표준 · 통상 1일타설량에 대하여 1회의 시험 · 레미콘의 품질검사 이외에 구조체의 강도추정, 거푸집제거시기, 한중콘크리트의 양생시기의 결정을 위한 시험을 행할 필요가 있는 경우에 이 검사로트와의 관계도 고려한다. · 재령7일의 시험이 규정되어있는 경우는 1회의 시험으로 동시에 6개의 공시체를 채취한다. <p>(7) 토목의 경우 : 구조체 또는 부위마다 검사로트를 구분한다.</p>

	<p>시험값이 다음의 (1)규정에 적합하면 합격</p> <p>① 1회의 시험결과(x)는 지정된 호칭강도의 값(S_L)의 85% 이상 $x \geq 0.85 S_L$(1)</p> <p>② 3회의 시험결과의 평균값(\bar{x})은 지정된 호칭강도(S_L) 이상 $\bar{x} \geq S_L$(2)</p> <p>시험시의 재령은 지정이 아닌 경우 28일, 지정이 있는 경우에는 구입자가 지정한 일수로 한다.</p>																						
슬럼프 · 공기량	<p>검사로트의 크기</p> <p>· 검사는 필요에 따라서 적절히 행한다. 통상 강도시험용 시료를 채취한 콘크리트에 대하여 실시</p>																						
	<p>합 · 불 판정</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">슬럼프의 허용차</th> <th colspan="3">공기량의 허용차</th> </tr> <tr> <th>슬럼프(cm)</th> <th>허용차(cm)</th> <th>콘크리트의 종류</th> <th>공기량(%)</th> <th>허용차(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.5</td> <td>±1</td> <td rowspan="2">보통콘크리트</td> <td rowspan="2">4.5</td> <td rowspan="4">±1.5</td> </tr> <tr> <td>5~6.5</td> <td>±1.5</td> </tr> <tr> <td>8이상 18이하</td> <td>±2.5</td> <td rowspan="2">경량콘크리트</td> <td rowspan="2">5.0</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>±3.0</td> </tr> </tbody> </table>	슬럼프의 허용차		공기량의 허용차			슬럼프(cm)	허용차(cm)	콘크리트의 종류	공기량(%)	허용차(%)	2.5	±1	보통콘크리트	4.5	±1.5	5~6.5	±1.5	8이상 18이하	±2.5	경량콘크리트	5.0	21
슬럼프의 허용차		공기량의 허용차																					
슬럼프(cm)	허용차(cm)	콘크리트의 종류	공기량(%)	허용차(%)																			
2.5	±1	보통콘크리트	4.5	±1.5																			
5~6.5	±1.5																						
8이상 18이하	±2.5	경량콘크리트	5.0																				
21	±3.0																						
경량 콘 크리트의 단위용적 중량	<p>검사로트의 크기</p> <p>강도시험의 경우에 준한다.</p>																						
	<p>합 · 불 판정</p> <p>건축의 경우</p> <p>· 단위용적중량의 규정값[설계에 이용한 기건비중의 값을 만족하도록 정한 계획배합의 레미콘 단위용적중량(W)의 값]</p> <p>· 공시체의 단위용적중량의 값이 ($W \pm 0.035W$)의 범위에 있으면 합격으로 한다.</p>																						
물 · 시멘 트비 (W /C)	<p>검사로트의 크기</p> <p>강도시험의 경우에 준한다.</p>																						
	<p>합 · 불 판정</p> <p>레미콘공장에서 이용하는 W/C와 콘크리트강도의 관계에서 지정된 W/C에 대응하는 호칭강도를 지정해 검사는 콘크리트강도의 규정을 이용하여 판정한다.</p> <p>· 토목의 경우(내구성, 수밀성을 고려하여 W/C를 지정하는 경우는 소요의 W/C보다 0.02~0.03을 뺀 값을 지정W/C로 한다.</p>																						
시멘트량	<p>—</p> <p>배합표와 실제의 계량기록에 의해 검사한다.(허용차는 당사자간의 협의에 의한다.정도가 좋은 시멘트량의 시험방법이 있으면 이용해도 좋다.)</p>																						

6. 4 레디믹스트 콘크리트의 檢査

레디믹스트 콘크리트의 출하지점에서의 품질 검사는 생산자가 행하는 제품품질의 최종확인으로서의 검사와 구입자가 행하는 받아들이기 검사의 두가지 목적이 있다. KS F 4009의 검사 규정은 이 두가지 목적에 적용시킬 수 있도록 정해져 있고, 콘크리트 표준시방서 등에도 레디

믹스트 콘크리트의 받아들이기 검사는 KS F 4009의 검사규정에 따르도록 규정되어 있다.

(1) KS F 4009에 의한 品質管理

KS F 4009에 의한 콘크리트의 품질검사방법을 표 6. 2에 나타내었다. 출하지점에 있어서의 이 검사는 로트단위로 이루어지고 있으며, KS F 4009에서는 표준으로서 450m³를

표 6. 3 配合強도의 결정방법과 品質檢査에 관한 比較

	항 목	콘크리트 표준시방서		KS F 4009	
		시험값 σ_{ck}	시험값 $0.8\sigma_{ck}$	3개의 시험값의 평균 S_L	시험값 $0.85S_L$
배합강도의 결정 방법	품질조건	1/4	1/20	1/25	1/740
	σ_{ck} 에 대한 불량률	25%	—	4%	—
	증가계수	그림 1. 4			
품질 검사	검사성격	제품검사 · 받아들이기검사		제품검사 · 받아들이기검사	
	검사로트의 크기	규정없음(주로 구조체 또는 시험값이 30개 정도 얻어지는 단위)		300~600m ³ 표준 : 450m ³	
	공시체의 채취횟수	20~150m ³		150m ³ 이 표준(100~200m ³)	
	공시체의 채취위치	규정없음		출하지점	
	시험값의 수	시험값의 전부 또는 연속하는 여러개		3개(단, 시험값 1개는 공시체 3개의 평균)	
	검사조건	$\sigma_n \geq \sigma_{ck} + k_b S_n$ $\sigma_n \geq 0.8\sigma_{ck} + k_b S_n$		$x \geq 0.85 S_L$ $\bar{x} \geq S_L$	

(주) σ_{ck} :설계기준강도

σ_n :압축강도시험값의 평균값

S_n :압축강도 시험값의 불편분산의 평방근

k_a, k_b :합격판정계수

x :압축강도 시험값(공시체 3개의 평균)

\bar{x} :압축강도 시험값(3개)의 평균값

S_L :호칭강도

1검사로트로 하고 약 150m³에 1회의 시험을 실시하도록 하고 있다. 생산자가 제조공정의 품질관리의 일환으로서 행하는 경우에 로트는 동일종류의 콘크리트 450m³을 취하면 좋지만, 구입자측의 받아들이기 검사에 있어서는 연속하여 구입하는 동일 종류의 콘크리트에서 표준 검사 로트의 450m³에 못미치는 경우도 많으며, 이 경우에는 생산자측에서의 품질관리 상황을 조사하여 생산자와 협의하여 검사로트의 크기를 정한다. 받아들이기 검사는 본래 구입자가 실시하는 것이지만, 생산자측의 품질관리가 잘 이루어져 제품품질의 신뢰성이 높을 때는 생산자가 실시한 제품품질 최종검사시험으로서 대신할 수도 있다. 이 경우에는 샘플링(시료로 하는 콘크리트를 실은 운반차의 선정)은 랜덤하게 행하고, 시험시에 구입자측이 입회하는 것이 필요하다.

품질검사에 있어서 압축강도의 검사방법은

일종의 발취검사이지만, 표 1. 3의 품질조건과 식(1. 4)~(1. 7)의 배합강도를 만족하는 잘 관리된 콘크리트(변동계수가 약 10%이하)에 대해서는 그림 6. 6에 나타난 것처럼 생산자 위험률이 대단히 작은 검사방식으로 되어 있다.

이것은 3회 시험결과와 평균값에 대한 합격 판정값이 호칭강도의 값으로 되어 있으므로, 예정한 배합강도보다도 낮은 강도의 콘크리트가 제조된 경우의 검출력(檢出力)은 작고, 구입자 위험률은 상당히 크게 된다. 따라서 구입자측에서는 단순히 이 검사를 믿어서는 안 되고, 콘크리트의 제조공정관리가 충분히 이루어지고 있는가 아닌가를 확인하는 것이 중요하다.

(2) 콘크리트 標準示方書에 의한 品質檢査
콘크리트 표준시방서에서는 레디믹스트 콘크리트를 이용할 때, 받아들이기 검사는 KS F 4009에 따르도록 규정하고 있다. 구조물에 타

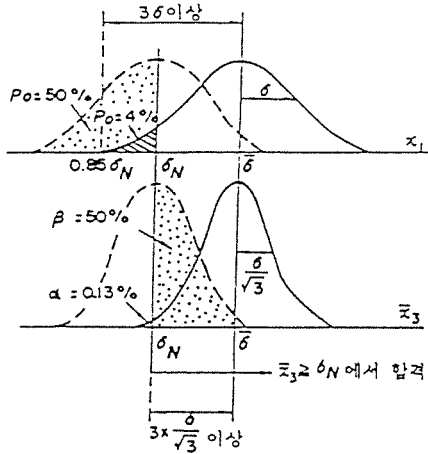


그림 6. 6 레미콘의 품질검사에 있어서의
생산자위험(α)와 소비자위험(β)

설되는 콘크리트 품질검사는 압축강도에 대하여 KS F 3103(계량규준형 1회 샘플링검사-표준편차가 기지인 경우) 및 KS F 3104(동일-표준편차가 미지인 경우)에 의한 샘플링 검사를 적용하여 구조물전체 및 그 부분의 콘크리트에 대하여 검사한다.

이 검사방식을 배합강도의 결정방법과 대비시켜 KS F 4009의 경우와 비교해 나타내면 표 6. 3과 같다. 표중에서 검사조건으로 나타낸 식을 만족시키면 합격이지만, 식중의 k_a , k_b 는 그림 6. 3에서 구한다.

또한 콘크리트의 압축강도의 표준편차가 기지인 경우, 또는 과거의 품질검사 결과로부터 표준편차를 추정할 수 있을 때는 검사조건식중의 S_c (불편분산의 평균근, \sqrt{V}) 대신에 표준편차를 이용해도 좋다.

6. 5 品質檢査의 結果에 對한 措置

콘크리트의 품질이 소요의 조건을 만족하고 있는가 아닌가를 검토하여 필요에 따라 다음과 같은 조치를 취한다.

- (1) 소요 품질의 콘크리트가 얻어지고 있다고 판단되는 경우에는 재료의 관리, 계량, 비빔, 운반 및 타설 등의 작업을 그대로 계속하고, 또한 그 콘크리트를 이용한 구조물이나 부재는 소요의 조건에서 병행해도 좋다.
- (2) 공사초기 등과 같이 충분한 자료가 없고 소요 품질의 콘크리트가 얻어지고 있는가 아닌가를 판정하기 어려운 경우에는 각 작업에 대하여 충분히 주의하면서 공사를 계속하고, 계량, 비빔, 타설 등의 각설비 및 작업 전반에 걸쳐 검토하여 필요한 경우에는 이들 방법을 개선해 소요 품질의 콘크리트가 얻어지도록 노력한다.
- (3) 소요 품질의 콘크리트가 얻어지고 있지 않다고 우려되는 경우에는 콘크리트의 배합강도를 높이고 재료, 계량설비, 믹서방법, 운반 등의 방법을 개선하고, 이후에 제조되는 콘크리트가 소요의 조건을 만족하도록 한다. 또한, 그 콘크리트를 사용한 구조물 등에 대해서는 코어(core)에 의한 시험, 비파괴시험, 재하시험 및 그밖의 시험을 실시하여 그것들에 사용한 콘크리트 품질을 확인하여 필요하면 콘크리트의 양생기간을 연장하는 등의 조치를 취한다.
- (4) 소요 품질의 콘크리트가 얻어지지 않고 있다고 판단되는 경우에는 시험결과를 잘 검토하여 그 원인을 조사하고 그에 따른 조치를 취한다. 이러한 원인은 일반적으로는 재료의 품질에 결함이 있는 경우, 배합설계가 적당하지 못한 경우, 제조과정의 상태가 예상 이상으로 나쁜 경우, 공시체의 제작방법이 나쁜 경우 또는 시험방법에 착오가 있는 경우 등이다. 따라서 시험결과를 확인하여 공시체의 제작 및 시험방법이 불량인 원인이 아닌 것이 확인되면, 원인에 따라서 배합강도를 높여서 배합설계를 수정하던가, 재료·계량설비·믹싱방법 등을 개선하여 콘크리트의 변동을 작게 하도록 조치할 필요가 있다.
- (5) 소요의 품질에 도달하지 않는 콘크리트를 이용한 구조물이나 부재는 그대로 사용하면 사용 목적을 달성할 수 없으므로 충분한 보강을 행하거나 필요하면 철거하고 다시 제조한다.