

콘크리트의 타설 전후의 검사

1. 타설전 검사

1.1 소요 콘크리트의 선정시 고려사항

구조체에 사용될 콘크리트의 품질은 레디믹스트 콘크리트의 품질과 시공기술에 좌우된다. 따라서, 시공자는 입의의 콘크리트 납품업체가 대상구조물에 적합한 품질의 콘크리트를 공급할 수 있는가를 사전에 충분히 조사(품질관리체제, 제조설비, 골재사정, 배합, 소요 자격 보유자 유무 등)하고, 발주·계약에 적합한지를 결정해야 한다.

이때 가장 기본적인 근간은 소정의 호칭강도, 슬럼프, 공기량을 갖는 콘크리트에 대하여 KS F 4009(레디믹스트콘크리트) 등과 같은 규준에 적합한 콘크리트인가 하는 것이다.

한편, 타설부위, 공법에 따라 레디믹스트 콘크리트에 요구되는 성능은 다양할 뿐만아니라 레디믹스트 콘크리트 그 자체는 반제품으로써 적절한 운반·타설·양생에 의해 구조체로서의 완제품이 된다. 따라서, 생산자는 스스로 제조한 콘크리트가 어떤 방식으로 취급되고 있는지 혹은 구조체가 장래 충분한 내구성을 확보할 수 있을 것인지 등을 시공자와 긴밀히 협조하여 대응하는 자세가 필요하다.

최근 레디믹스트 콘크리트에 있어서도 품질보증에 대하여 각 방면으로 논의되고 있지만 현실적으로 반복적으로 발생하는 콘크리트의 결함문제를 고려하여 어떤 것이 부족한가를 알아야한다.

콘크리트는 구성재료의 대부분이 천연의 것이기 때문에 어느정도의 필연적인 편차가 존재하게 되며, 현행의 규격과 규준은 이들을 고려하여 구성되어 있다. 즉, 레디믹스트 콘크리트은 제조·공정관리가 어느 규준의 범위에서 충실히 실시되고 있는가를 전제조건으로 하고 있다는 것이다.

표 1은 콘크리트의 타설부위, 공법에 따른 발주시 요점을 정리한 것으로써, 이들에 대해서는 현행 규격, 규준에 규정되어 있는 것도 상당히 차이가 있지만, 실무에

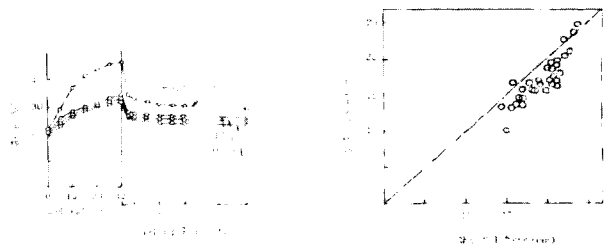
있어서는 최소한 이 정도의 대응은 필요할 것으로 판단되며, 특히, 이 중에서 가장 기본적이고 공통적인 항목이라할 수 있는 것은 슬럼프와 호칭강도라 할 수 있으며 다음에 서술하였다.

① 슬럼프

레디믹스트콘크리트 공장에서 운반되어 토출지점에 이른 콘크리트의 슬럼프는 타설개소나 현장내의 운반방법에 의해 슬럼프 변화를 고려하여 정하게 된다.

보통콘크리트의 경우에는 현장내의 운반에 의해 슬럼프 손실이 비교적 작기 때문에 토출지점에 있어서의 슬럼프와 타설지점에 있어서의 슬럼프가 동일한 것으로 보아도 좋다. 그러나, 경량콘크리트나 고성능 AE제 등 혼화제가 혼입된 콘크리트는 펌프압송에 따라 슬럼프 손실이 어떻게 되는가에 따라 이를 고려한 토출지점에서의 슬럼프를 정할 필요가 있다.

그림 1은 경량골재의 압송중 가압흡수현상과 그에 따른 경량콘크리트의 펌프압송 전·후의 슬럼프의 변화를 나타낸 것으로, 압송에 의해 다소 감소하고 있음을 알 수 있다. 이것은 사용되고 있는 인공경량골재가 펌프의 압송압력에 의해 콘크리트 중의 물을 흡수하기 때문이다.



(경량골재의 가압흡수) (압송전후의 슬럼프 변화)
그림 1. 경량골재와 경량골재콘크리트의 흡수특성

따라서, 경량콘크리트를 사용할 경우에는 현장내의 운반에 의한 슬럼프손실을 고려하여 토출지점에서의 슬럼프를 지정하고, 레디믹스트 콘크리트공장과 골재제조공장에서 골재 표면수의 관리상태를 같이 확인할 필요가 있다.

또한, 레디믹스트 콘크리트공장에서 현장까지의 운반에 있어서도 슬럼프의 손실이 발생하게 되는데, 일반적

표 1. 콘크리트의 타설부위 · 타설공법에 따른 발주시 요점

타설부위 및 공법	요구되는 기본적 성질	발주시 고려사항
매스콘크리트	<ul style="list-style-type: none"> ● 균열저항성 ● 저발열콘크리트 	<ul style="list-style-type: none"> ● 단위시멘트량의 감소(저슬럼프, 강도보정재령 연장) ● 저발열성시멘트의 채용 ● 지연형혼화제의 채용 ● 콘크리트온도의 저감 (수온, 골재온도, 시멘트온도, 운반시간 등 고려)
고층 RC 구조물	<ul style="list-style-type: none"> ● 고강도콘크리트 ● 시공성 	<ul style="list-style-type: none"> ● 점성저감(고벨라이트시멘트, 골재입도, 혼화재료 종류) ● 구조체콘크리트 강도확보 (고벨라이트시멘트, 고성능AE감수제)
초고층 RC 구조물 바닥	<ul style="list-style-type: none"> ● 경량콘크리트 ● 펌프압송성 ● 균열저항성 	<ul style="list-style-type: none"> ● 현장내 펌프압송에 의한 슬럼프손실을 고려한 출하지점의 슬럼프 지정 ● 골재제조공장 및 레디믹스트콘크리트 공장에 있어서의 프로세스 확인 ● 소요 기건단위용적중량을 갖는 콘크리트의 단위용적중량
벽체 구조물	<ul style="list-style-type: none"> ● 균열저항성 ● 충전성 ● 월드조인트 방지 	<ul style="list-style-type: none"> ● 건조수축저감(물-시멘트비, 단위수량, 혼화재료) ● 지연형혼화제 ● 운반시간
강관채움콘크리트	<ul style="list-style-type: none"> ● 고유동콘크리트 ● 충전성 	<ul style="list-style-type: none"> ● 최저미분말량 ● 블리딩 및 침하량 저감
공장 및 창고바닥	<ul style="list-style-type: none"> ● 뒤틀축절기 콘크리트 ● 균열저항성 ● 내마모성 	<ul style="list-style-type: none"> ● 슬럼프 15cm이하 ● 상부하중에 대응하는 강도 ● 휘강도 ● 건조수축
역타공법	<ul style="list-style-type: none"> ● 고유동콘크리트 ● 충전성 ● 기동의 시공성 	<ul style="list-style-type: none"> ● 역타에 적합한 콘크리트의 배합 (슬럼프 손실 저감형혼화제) ● 블리딩 및 침하량 저감
Slipform 공법	<ul style="list-style-type: none"> ● 뒤틀축절기 콘크리트 ● 초기강도발현성 	<ul style="list-style-type: none"> ● 거푸집내의 초기강도발현 제어(탈형강도 5 - 10MPa) ● 동결용해저항성 ● 슬럼프 15cm 이하

표 2. 운반시간의 한도

KS F 4009	콘크리트 표준 시방서		건축공사 표준 시방서	
	90분	기온 25℃ 초과	90분	기온 25℃ 이상
	기온 25℃ 이하	120분	기온 25℃ 미만	120분

으로는 운반에 의한 슬럼프 손실을 출하시 고려하게 되는데, 운반시간이 지나치게 소요될 경우, 슬럼프 손실이 상당히 크게 될 수 있으며, 그에 준하는 단위수량이 증가하여(2-4kg/1cm) 콘크리트의 품질에 악 영향을 주게 된다. 따라서, KS F 4009 등에서는 표 2와 같이 외기온도변화를 고려한 운반시간 등을 제한하고 있다. 한편, 표 3에서는 배치플랜트에서 타설현장까지 운반하는 과

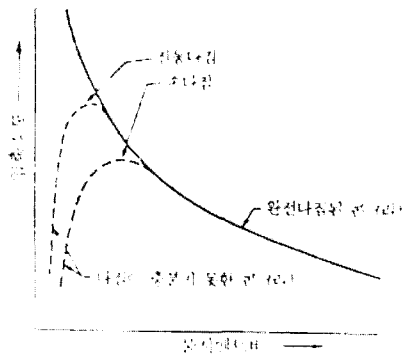
정에서 발생하는 슬럼프의 손실량을 운반시간에 따라 추정된 값을 나타낸 것이다.

② 호칭강도

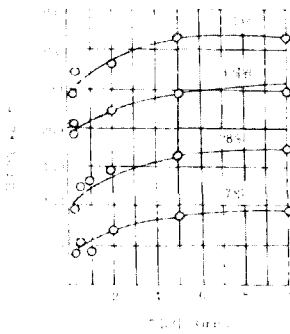
콘크리트의 호칭강도는 설계기준강도, 내구설계기준강도 등 설계조건과 예상 평균기온에 의한 강도의 보정값, 동해내력, 거푸집 및 지보공제거시 강도 등 시공조건에 따라 결정된다.

표 3. 슬럼프 손실량 추정값

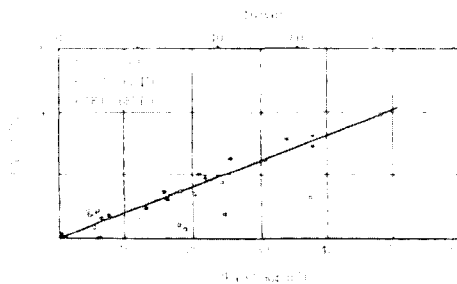
종 류 운반시간 콘크리트온도	보통콘크리트			혼화제 사용 콘크리트		
	30분	60분	90분	30분	60분	90분
10℃	0	1	2	0.5	2	3.5
20℃	0.5	1.5	3	1	2.5	4.5
30℃	0.5	2	3.5	1	3	5.5
35℃	0.5	2.5	4	1	3.5	6



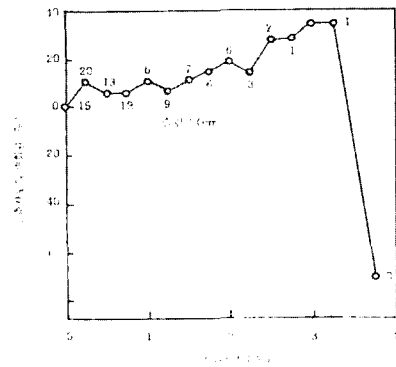
물-시멘트비의 영향



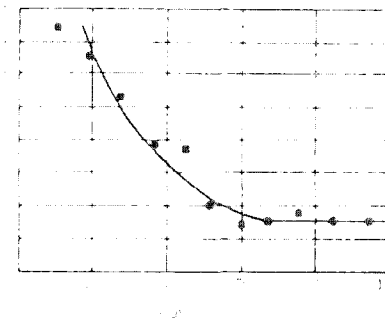
혼합시간의 영향



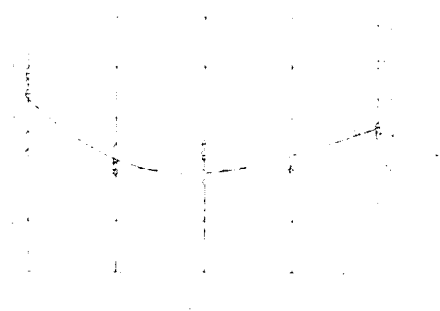
가수에 따른 영향



운반시간에 따른 영향



비비기 시간에 따른 영향



골재체적의 영향

그림 2. 콘크리트의 압축강도에 미치는 영향인자

이렇게 결정된 호칭강도를 만족하는 콘크리트의 실제 강도는 콘크리트의 구성재료, 배합비 및 시공방법등의 영향을 크게 받기때문에 레디믹스트 콘크리트공장의 실적값이 필요한 경우가 많다. 그러나, 실적값이 없는 경우에는 시험배합에 의해 정해야만 하며, 이러한 경우 그 결과를 얻기까지의 기간을 고려해야할 필요가 있다. 따라서, 소요강도를 충분히 만족하기위해서는 레디믹스트 콘크리트공장과의 상시 협의가 요구된다.

다음 그림 2는 강도에 미치는 여러 인자들과 강도와의 관계를 나타낸 것이다.

철근 피복두께는 거푸집 및 철근의 가공, 조립오차, 콘크리트의 타설시 거푸집의 변형, 철근의 이동 등이 원인이 되어 변화된다. 따라서, 거푸집 및 철근의 시공시 체계적인 관리외에 콘크리트의 타설 전에도 엄밀한 점검이 필요하다.

표 4는 콘크리트 타설 전 거푸집 및 배근상태에 대한 기본적인 점검사항을 정리한 것이다.

1.3 출하지점에서의 품질관리 및 조사

안전성과 사용성이 양호한 콘크리트 구조물을 구축

표 4. 콘크리트 압송전의 거푸집·배근 점검

점검사항	점검내용
작업분담 확인	<ul style="list-style-type: none"> ● 콘크리트 타설 전 및 타설 중 거푸집·철근 점검사항과 작업분담 ● 타설 예정공구의 거푸집 배근작업완료
거푸집의 청소 및 간격 막힘	<ul style="list-style-type: none"> ● 거푸집 하부에 청소구 설치 ● 청소후 청소구, 타설이음부의 간격을 완전히 폐쇄 ● 이물질, 우수 눈, 살수후 잔유수 등을 완전히 제거
바닥판 철근 교란방지	<ul style="list-style-type: none"> ● 콘크리트 타설용 발판설치 ● 콘크리트 펌프 배관지지대 설치
거푸집 정밀도 재확인	<ul style="list-style-type: none"> ● 거푸집 수직정도 ● 거푸집 지보재 이음부의 연결상태와 짐하방지 ● 거푸집 하부의 견고함
피복두께 확인	<ul style="list-style-type: none"> ● Formtie, 철근결속선의 노슨함과 파단 ● Spacer의 탈락 및 누락
개구부 주변 확인	<ul style="list-style-type: none"> ● 설비공사 관련 자재 노출 ● 삽입·매립자재 확인
타설순서 및 타설간격 표시	<ul style="list-style-type: none"> ● 타설구획내 적절한 위치에 타설순서 표시 ● 타설예정시간 표시
콘크리트 펌프 압송준비	<ul style="list-style-type: none"> ● 콘크리트 피스톤·펌프내의 세척수 제거 ● 펌프내 모르타르의 선 압송 및 처리

1.2 거푸집과 철근의 점검

철근콘크리트 구조물의 조기열화의 원인 중 철근 피복두께의 부족에 의한 것이 많은 부분을 차지하고 있다. 따라서, 콘크리트 타설 전에 이에 대한 점검은 필수적이라 할 수 있다.

철근 피복두께 부족에 의해 콘크리트의 침하균열이나 건조수축균열이 조기에 발생되고, 철근이 부식하여 그 팽창압에 의해 피복콘크리트가 박리 혹은 탈락되게 된다. 따라서, 설계시 계획된 피복두께를 콘크리트 타설 이후에도 유지하기위해서는 단순히 철근만으로는 안되고 결속철선, seperator 및 설비배관 등에서도 콘크리트 타설 전의 배근형상이 그대로 유지될 수 있도록 하는 것이 매우 중요하다.

하기위해서는 토출 및 타설지점에 있어서 아직굳지않은 콘크리트 품질의 균일성이 확보되어야한다. 이를 위해서는 KS F 4009 등 각종 지침에 나타나 있는 품질관리 및 검사 이외에 콘크리트 공사전반을 통한 체계적인 관리가 수행되는 것이 중요하다.

이와관련하여 본 절에서는 일반적으로 행해질 수 있는 사항을 다음과 같이 서술하였다.

(1) 육안검사

아직굳지않은 콘크리트의 성상은 믹서트럭의 슈트, 펌프 호퍼, 압송후 등의 일련의 과정에 있어서 그 변화를 관찰함으로써 어느정도의 판단이 가능하다. 즉, 실험에 참여하였거나 실제 콘크리트 공사에 경험이 있는 사

람이라면 콘크리트의 연도, 점성의 대소, 굽은골재치수의 적합성, 시멘트페이스트의 재료분리 및 공기량의 많고 적음 등과 같은 사항들에 대해 육안으로 판단이 가능할 것이다.

이러한 현장에서의 정보가 공사현장에서 리얼타임으로 전달된다면 레디믹스트 콘크리트공장은 대단한 도움을 얻게된다. 즉, KS 표시인정을 받은 레디믹스트 콘크리트공장이 완전 전자동 배치플레이트에 의해 콘크리트를 제조하지만, 제조되는 과정에서 굽은골재 입도의 변동이나 골재 표면수량의 변동 등으로 인한 현장에서의 품질성상 변화에 여전히 어려움을 겪기 때문이다.

이같은 레디믹스트콘크리트 공장과 공사현장 간의 유기적인 성상의 변화에 대한 상호협조는 양호한 콘크리트 구조물의 건설을 가능하게되는 기초가 될 것이다.

(2) 체계적인 관리시험 및 피드백

현재 생산되고 있는 레디믹스트 콘크리트 품질의 적부판정은 콘크리트가 어느 일정 기준에 따라 체계적인 품질관리시험에 의해 생산되고 있고 또한 그래야만 한다는 점에 기초한 것이다. 즉, 모든 생산라인에 대한 품질관리시험을 수행하기 어려울 뿐만아니라 구조체의 안전성과 사용성의 기본인 콘크리트강도가 타설 후 28일을 초과하지 않으면 정확한 합부의 판단이 어렵기 때문이다.

한편, 콘크리트는 본질적으로 발생할 수 있는 어느정도의 편차를 고려한 초기품질 판정을 위한 시험방법이 있다면 콘크리트 품질관리로의 피드백이 용이하게 되고, 콘크리트 품질의 확보이나 공사의 원활한 진행에 큰 도움이 될 것이다.

프레쉬콘크리트시험에 관해서는 슬럼프, 공기량, 염화물량 및 콘크리트 온도 등은 극히 단순한 시험방법으로 가능하고, 슬럼프 및 공기량시험을 수행한 결과를 레디믹스트 콘크리트공장으로 피드백하는 것 만으로도 강도의 변동을 어느정도 축소시킬 수 있을 것이다.

한편, 콘크리트 강도의 조기판정을 위한 많은 연구가 진행되고 있는데 반해 아직까지 확립된 사항은 없으나, 이와 관련된 시험방법으로써 온수양생법(JIS A 1805)이 있다. 이것은 공시체를 1~2일 前양생 (5~30 ℃)한 후 40℃의 온수중에서 양생하여 재령 7일에서 압축강도시험을 수행하는 것이다. 그 결과를 다음 식에 대입하여 표준양생 28일 압축강도를 추정할 수 있다.

$$f_{c28}' = 1.15 f_{ce} + 2.0 \text{ (MPa)}$$

f_{c28}' 은 온수양생에 의한 조기판정된 재령 28일에 있어서의 압축강도(MPa)

f_{ce} 는 40±1℃에서 온수양생된 재령 7일에 있어서의 압축강도(MPa)

위 식은 일본내 보통포틀랜드시멘트에 대한 것으로 계절에 관계없이 비교적 양호한 결과를 보이는 것으로 평가되고 있으며, 조강포틀랜드시멘트, 고로시멘트 및 플라이애쉬시멘트에의 적용도 가능한 것으로 되고 있다.

현재 대부분의 레디믹스트콘크리트를 생산하는 공장에서 사용되고 있는 소요 공칭강도를 갖는 콘크리트의 배합비의 기준은 재령 28일의 표준양생공시체에 대한 것이고, 또 현장에서 이루어지는 품질관리시험의 강도기준 또한 재령 28일에 대한 것으로써 그 합부의 판정에 상당한 시간이 필요로하고 있다. 따라서, 상기와 같은 추정식이 많은 연구에 의해 확립될 수 있다면, 재령 7일에 해당 콘크리트의 합부가 정확히 판정될 수 있어 콘크리트의 품질관리 및 검사의 용이성과 신속성이 보다 나아질 것이다.

2 타설후 검사

구조체 콘크리트에 요구되는 품질은 소요의 강도와 내구성이 확보되어야 할 뿐만아니라 유해한 타설결함이 없이 소요 부재위치·단면치수를 갖고, 소요의 표면마무리가 양호한 상태로 되는 것이다.

다음에서는 이들과 관련하여 기본적인 검사항목에 관하여 서술하였다.

2.1 콘크리트 압축강도

콘크리트의 압축강도를 다음과 같이 2종류로 나누어 설명될 수 있다.

- 1) 포텐셜 압축강도 : 사용하는 콘크리트가 장래 발휘하게 될 압축강도
- 2) 구조체콘크리트의 압축강도 : 구조체에 타설된 콘크리트의 압축강도

상기 1)은 레디믹스트 콘크리트를 발주할 때에 지정된 호칭강도를 확인하기위하여 행해지는 것이고, 2)에 대한 구조체의 압축강도 검사는 구조체에 타설된 콘크리트강도가 설계기준강도 또는 내구설계기준강도를 확보하고 있는지를 추정하기위해 행해지는 것이다.

구조체 콘크리트의 압축강도에 대해서는 시공자가 발주처나 공사감리자에게 품질보증을 하기 위한 중요한 사항이므로 시공자가 중심이 되어 행해져야만하는 것이다. 이 때문에 검사는 공인시험기관이나 시험·검사에 대한 전문면허를 갖는 제 3 기관 등에 의뢰하여 수행하

여야 하며, 이때 공사감리자가 임회중에 하는 것이 바람직하다.

(1) 공시체 제작용 시료채취방법

KS F 2403(콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작방법)에 의하면 KS F 2401(굳지않은콘크리트 시료채취방법)에 따라 동일조건에 시험에 대하여 공시체수는 3개이상으로 해야하며, 2배치이상의 콘크리트를 이용하여 제작한다. 압축강도용 공시체의 치수는 그 원칙이 지름의 2배높이를 갖는 원주형으로써 공시체의 지름은 굵은골재최대치수가 50mm이하인 경우는 원칙적으로 15cm로 해야한다.

만일 15cm미만의 것을 사용한 경우는 그 지름이 굵은골재최대치수의 3배이상 또는 10cm이상이어야하는 것으로 규정하고 있고, 굵은골재최대치수가 50mm를 초과하는 경우는 3배이상으로만 규정하고 있다.

검사로트에 대해서 콘크리트표준시방서와 콘크리트구조설계기준에서는 기본적으로 150m³ 당 1일 1회이상으로 정하고 있다.

한편, 일본의 JASS 5에 따르면, 구조체콘크리트의 압축강도를 검사하기위한 공시체는 굵은 골재최대치수 25mm이하의 경우에는 10cm x 20 cm 원주형공시체를 사용한다. 콘크리트의 채취는 공사현장에서 수행하는 것으로써 레디믹스트 콘크리트의 경우에는 출하시의 콘크리트에서 수행하는 것이 일반적이다. 그러나 펌프압송 등에 의해 압송전후에서 콘크리트의 품질이 변화하기 쉬우므로, 경량콘크리트 등에서는 펌프의 출구에서 채취하는 방법이 좋은 경우도 있다.

부적합	150	150	150	150	50
	(총 650m)				
적합	130	130	130	130	130

그림 3. 구조체콘크리트의 검사로트의 구분방법(JASS 5)

검사로트는 타설일, 공구별로 그 콘크리트 타설량이 150m³를 초과할때는 150m³마다를 구분선으로 하여 검사로트로 정한다. 단, 150m³를 초과하는 양이 조금인 경우에는 그림 3에 나타난 바와같이 150m³를 전후로 하여 검사로트의 양을 각각 등분하여 구분하는 것이 바람직하다.

또한 이 규정에서, 검사용 공시체는 1개 운반차로부터 총 3개를 채취해야만 한다. 적당한 간격을 두고 임의의 3대 운반차로부터 1개씩, 총 3개를 채취해야만 한다.

1회 시험에 있어서 공시체수는 합부판정의 정도를 높이기 위해 가능한 많은 것이 바람직하지만, 품질검사를 위한 시간 및 수고 등도 고려해야하므로 1회당 3개로 하는 것이 일반적이다.

(2) 구조체의 시험방법 및 판정기준

국내의 콘크리트구조설계기준에 따르면, 실험실에서 양생한 공시체에 대하여, 1) 3번의 연속강도 시험의 결과 그 평균값이 설계기준강도이상 일 때, 2) 개개의 강도시험값이 설계기준강도보다 35kgf/cm² 이상 낮지않을 때 등의 요건이 만족되는 경우 소요강도가 확보되는 것으로 간주하고 있다. 또한, 현장에서 양생한 공시체의 강도결과에 대해서는 시험실에서 양생되는 시험공시체와 동일한 시간에 같은 시료로부터 제작된 볼트에 대해 시험실 양생 공시체 강도의 85%보다 작을 때 콘크리트의 양생과 보호절차의 개선을 규정하고 있을 뿐이다.

한편, 일본의 경우, 구조체의 시험방법은 JASS 5T-603(구조체콘크리트의 압축강도 시험방법)에 의하는 것을 기본으로 하고 있다. 이 경우, 공시체의 양생방법은 특별히 정한 경우가 없을 때, 1) 재령 28일의 경우는 표준양생 또는 현상 수중양생, 2) 재령이 28일을 초과하는 경우는 현상봉합양생을 하는 것으로 하고 있다. 이때, 구조체콘크리트의 압축강도의 판정기준은 표 5에 나타난 바와같이 강도관리재령 및 공시체의 양생방법에 따라 다르게 규정하고 있다.

표 5. JASS 5에 있어서 구조체콘크리트의 압축강도 판정기준

강도관리재령	공시체 양생방법	판정기준
28일	표준수중양생	$X > F_q + T$
	현상수중양생	$X > F_q$
28일 초과, 91일이내 n 일	현상봉합양생	$X_n > F_q$

여기서 F_q : 콘크리트 품질기준강도 (MPa)

X : 재령 28일의 1회시험에 있어서 3개 공시체 압축강도의 평균값(MPa)

X_n : 재령 n 일의 1회시험에 있어서 3개 공시체 압축강도의 평균값(MPa)

T : 구조체콘크리트 강도관리재령을 28일로 한 경우, 콘크리트 타설에서 28일까지의 예상 평균기온에 의한 강도보정값(MPa)

위의 표 5에서 품질기준강도는 설계기준강도 또는 내구설계기준강도에 ΔF (구조체콘크리트강도와 공시체강도와의 차를 고려한 할증값, 통상 3 MPa)를 더한 값 중

에서 한 쪽의 값이다.

한편, 구조체 콘크리트의 압축강도 검사에서 불합격된 경우의 처리는 여러가지 경우가 고려되지만, 어느 것이든 발주처나 공사감리자와 충분한 논의를 할 필요가 있다. 즉, 시험실에서 양생된 공시체 개개의 압축강도시험 결과가 설계강도보다 35kgf/cm^2 이상으로 낮거나 현장에서 보호나 양생된 공시체의 시험결과에서 결점이 나타나는 경우를 들 수 있다.

이때, 그 처리방법에 있어서 일반적으로 다음에 나타낸 1) 3)의 방법이 거론될 수 있으며, 1)의 조사결과 원인이 추정될 수 없을 경우, 구조체콘크리트가 갖는 압축강도를 코어강도에 의해 조사하게 되는 경우가 많다. 코어채취에 대한 사항에 대해 콘크리트구조설계기준에서는 콘크리트강도가 현저히 부족하다고 판단될 경우, 문제된 부분에 대해 코어를 채취하고 채취된 코어의 시험을 KS F 2122(콘크리트에서 절취한 코어 및 모의 강도시험방법)에 따라 수행하도록하고 있다. 이때 3개의 코어를 채취하도록 규정하고 있다. 또한, 코어시험에서 만일 모든 코어 공시체 콘크리트의 3개 평균값이 설계기준강도의 85%에 달하고, 각각의 강도가 설계기준강도의 75%보다 작지않은 경우는 구조적으로 적합하다고 판단할 수 있음을 성하고 있다.

1) 원인추진을 위한 조사

- 공시체의 성장 및 시험시 상황
- 양생기간중의 평균온도 및 공시체의 평균양생온도
- 공시체 채취시 아직 굳지않은콘크리트의 성장
- 레디믹스트 콘크리트의 수입조사 결과
- 현재까지의 강도시험결과
- 제조공장의 관리자료

2) 구조체콘크리트가 보유한 압축강도를 추정하기 위한 조사

구조체콘크리트 비파괴시험

구조체콘크리트에서의 코어채취

3) 조사결과에 기초한 종합적 판단

- 조사결과의 검토
- 구조계산에 의한 검토
- 처리방법의 계획
- 기타

2.2 콘크리트의 마감 및 피복두께 검토

콘크리트 단면치수오차나 마감상태는 구조내력, 내구성, 미관, 설비배관 그리고 시공성 및 경제성 등을 고려하여 결정된다. 그러나, 부세 단면치수는 구조물의 종류, 형상 및 용도 등에 의해 다양하게 되며, 확보해야 할 정도는 설계에 따라 정한 원칙이 있고, 그에 대해서는 특별히 기술되어야 할 것도 있다. 특별한 기술사항이 없는 경우에는 관련 기준에 따라 검사하는 것이 바람직하다.

일반적으로 구조체 콘크리트의 마감상태에 관한 품질 특성으로서 부세위치, 단면치수, 표면마감상태와 평평성, 타설결함 및 피복두께 등이 거론될 수 있으며, 그들이 소정의 규준에 적합한 경우 구조체 콘크리트가 소요의 내구성을 확보하고 있고 유해한 타설결함부가 없는 것으로 판단하고 있다.

이들 각 품질특성에 대한 검사방법에는 특수한 장비에 의한 비파괴 검사 방법도 몇몇이 개발되고 있지만, 측정 정도나 취급의 용이 등으로 공히 표준화된 것이 적기 때문에 신빙성있는 자료를 얻지못하는 것이 현실이다. 따라서, 검사방법, 판정기준, 보수방법에 대해서는 미리 공사감리자와 협의하여 정해두는 것이 필요가 있다.

한편, 피복두께는 내구성상 및 내화성상 중요한 항목으로써, 특히 철근부착강도측면에서 매우 중요하다. 콘크리트 구조설계기준에서는 다음 표 6과 같은 최소 피복두께가 정해져있어 이 값 이하가 되는 것은 허용되지

표 6 철근의 피복두께(현장타설콘크리트의 경우)

환경조건과 부세의 종류	최소 피복두께(cm)	
보, 기둥	4	
외기나 흠에 접하지 않은 콘크리트 슬래브, 벽체, 장선구조	D35 이하의 철근	2
	D35 초과하는 철근	4
	D29 이상의 철근	6
흠에 접하거나 외기에 노출되는 콘크리트	D25 이하의 철근	5
	D16 이하의 철근	4
흠에 접하여 타설되고 영구적으로 흠에 접하거나 수중에 있는 콘크리트	8	

표 7 내화구조물의 피복두께

부재종류		지속시간	화열의 지속시간			
			4시간	3시간	2시간	1시간
기둥	골재(I)		4.0	4.0	4.0	2.5
	골재(II)		5.0	4.0	4.0	2.5
슬래브	골재(I)		2.0	2.0	2.0	2.0
	골재(II)		2.5	2.0	2.0	2.0

골재(I) : 슬래그, 석회암, 석회암질, 자갈
 25%이상의 가연성물질 및 5%이상의 휘발성물질을 포함하지 않은 석탄재
 골재(II) : 대리석암, 규암, 석영질, 자갈, 사암, 편마암
 25%~40%의 가연성물질 및 5%이상의 휘발성물질을 포함하지 않은 석탄재
 골재의 일반시방에 적합하고 석영을 30%이상 포함하는 것.

표 8 JASS 5에서 정하고 있는 최소피복두께

부 위			최소피복두께(cm)	
			마감이 있는 경우 ¹⁾	마감이 없는 경우
흠에 접하지 않은 부분	바닥슬래브, 비내력벽	옥내	20 이상	20 이상
		옥외	20 이상	30 이상
	기둥, 보, 내력벽	옥내	30 이상	30 이상
		옥외	30 이상	40 이상
옹벽		40 이상	40 이상	
흠에 접한 부분	기둥, 보, 바닥슬래브, 벽체, 기초상면부분		40 이상 ²⁾	
	기초, 옹벽		60 이상 ²⁾	

주 1): 내구성측면에서 유효한 마감이 있는 경우.
 2): 경량콘크리트의 경우는 10mm 증가한 값.

않고 있으며, 내화구조물의 최소두께에 대하여 화열의 지속시간 및 골재의 종류에 따라 표 7과 같은 최소값이 추천되고 있다. 또한, 일본의 JASS 5 기준에서는 최소피복두께를 표 8과 같이 정하고 있다.

한편, 피복두께의 검사는 거푸집공사나 철근공사 및 콘크리트타설 전의 검사에서 수행해야 한다. 그러나, 콘크리트 타설중에 spacer가 잘못 위치되어 철근위치가 어긋나거나 거푸집이 이동하거나 변형되어 소정의 피복두께가 확보되지 못한 개소가 생길 가능성이 있다. 이 때문에 타설작업 후의 피복두께 검사 및 부적합 부위에 대한 초기보수 등의 적절한 처리가 중요하다. 콘크리트가 타설되어 경화된 후에 피복두께의 측정은 정밀한 초음파진단기 등을 이용하지 않고서는 콘크리트 표면에서 육안으로 행하는 것은 거의 불가능하기 때문에 실제 타

설전에 주의깊은 검사결과가 도출되어야 한다.

일반적으로 콘크리트 타설 중 그리고 경화 후, 외관조사 및 비파괴 혹은 국부파괴방식으로 피복두께를 검사하는 방법으로서 다음과 같은 방법이 사용될 수 있다.

1) 외관조사에서는 거푸집을 떼어낼 때에 철근이 노출되거나 노출되지 않아도 피복이 극히 부족한 부위가 나타나는 경우가 있기 때문에 이 같은 현상이 발생하지 않는가를 검사한다. 더불어 기둥이나 벽 등의 수직부재에서는 콘크리트 타설 후 상부로 노출된 철근의 위치를 측정함으로써 수직부재에 있어서 피복두께가 부족한지 어떤지의 검사도 가능하다.

2) 외관검사결과에 대한 확인검사 및 옥상외면의 피복두께 검사방법은 비파괴검사 또는 국부파괴검사에 의하는 것이 바람직하다. 국부적인 파괴에 의한 피복두께

표 9. 불량개소와 그 보수사례

현상	보수범위	보수방법
Pin Hole	φ3mm 이상	표면 hole을 크게하여 와이어브리쉬로 청소하한다. 충진재는 수지에멀전이 혼입된 모르터를 주걱 등으로 문질러 넣는다.
Honeycomb 재료분리	진부	취약부는 절취하고 에폭시수지모르터를 충전한다. 보수개소가 심한경우는 충전재의 부착 등에 주의한다. 보수부분의 주변은 색의 조화를 행한다.
결합	진부	결합부의 파편이 잔류할 경우는 에폭시수지계접착제로 접착시킨다. 결합부의 길이가 길 경우, 적절한 에폭시수지모르터 등으로 충전한다.
이음부 단차	단차 2mm 이상	심하게 돌출된 부위는 절취하고, 합성수지에멀전이 혼입된 모르터를 도포한다.
물결부너부분	현저한 물결부너	거푸집 폐널부와 접하는 곳은 물결부너가 생길 수 있으므로 요철부 중앙을 절삭하고, 나무자국이 있는 곳은 채움 후 cement filler로 평활하게 한다.
철근발정	진부	철근·결속선 주변의 콘크리트는 절취하고 철근은 와이어브리쉬로 청소하여 녹을 제거한다. 채움은 합성수지에멀전이 혼입된 cement filler로 한다.
표층박리,경화불량	깊이3mm 이상	경화불량에 의한 취약부는 제거 후 와이어브리쉬로 청소하고, 보수는 합성수지에멀전이 혼입된 모르터를 도포한다.
박리재 잔류	진부	박리재가 잔류하거나 변색된 부분은 절취한다.
백화현상	진부	콘크리트면의 백화는 와이어브리쉬를 깨끗이 제거한다.
복재 결의 잔류	진부	복재 결이 콘크리트에 잔류해 있는 부분은 disk sander(전동연마기)로 절취한다.
균열	폭 0.5mm 이상	진행성균열에 대해서는 균열부분을 7-8mm 폭으로 U형으로 cutting하고, 탄성 섬유재를 충전하고, cement filler 등으로 보수한다. 비진행성균열로 판단되는 경우에는 에폭시를 주입한다.
Coldjoint	진부	균열과 동일하게 처리한다.
콘크리트 보	진부	보 부분의 겉표면을 제거하고 disk sander로 표면을 평탄하게한다.
RC바닥부 물방울	진부	표면돌출부의 레이턴스를 제거하고 연마기로 연마하고 청소후 비닐에멀전계 접착제를 도포한다. 조정이 필요할 경우는 규사모르터를 사용하여 연마한다. 청소 후 페이스트로 표면을 마감한다.

검사는 가장 확실한 방법이지만, 국부파괴에 의해 구체 콘크리트가 손상될 수 있기 때문에 검사 개소수에 한계가 있다.

반면, 비파괴검사에 의한 방법은 많은 부위·부재를 대상으로 행해질 수 있기 때문에 구조물 전체를 대상으로 평가하는데 유효하다 할 수 있으나, 이때는 비교적 고가의 비파괴검사장비가 사용되게되며, 비파괴검사방법으로서의 전자유도를 응용한 방법 및 전자파 레이더를 응용한 방법에 대한 실적이 많다.

어느 방법이든 철근직경·간격 및 철골 등과 같은 측정오차에 영향을 미치는 인자가 많기 때문에 기지의 피복두께로 확인하고, 재 조정하는 것이 필요하다.

한편, 피복두께가 부족한 것이 분명할 경우는 공사 관계자들과 충분한 협의 하에 보수 등의 사후대책을 강구

해야 할 필요가 있는데, 표 9에 불량개소와 보수의 범위, 보수방법의 일례를 나타내었다. 이들 방법은 참고사례로서 공사관계자및 보수를 행하는 시공업자와의 협의로 최적의 공법을 선정하는 것이 필요할 것이다.

참고문헌

다음의 ‘콘크리트의 양생’ 말미에 있는 참고문헌을 참조할 것.