

감리원이 알아야 할 건설현장에서의 품질관리 거푸집 존치기간



전 경 빈 |

(주)원 건축사사무소 감리본부 본부장



홍 상 희 |

(주)원 건축사사무소 감리본부 과장, 공학박사

1. 서 언

기온이 낮아지면서 동계공사가 다가올 시기가 되면 공사기간 조절에 따른 급속공사로 자칫 품질에 어려움이 따른다. 특히, 거푸집 존치기간의 결정에 따라 시공사와 감리원간 다소의 견해 차이로 공사기간에 지장을 주기도 한다.

그러면 거푸집의 존치기간을 얼마나 두어야 하는지, 혹은 확인하기 위한 품질관리 방법은 어떤 사항이 있는지 많은 감리원이 궁금해하고 있을 것으로 생각된다. 간혹 거푸집 존치기간을 슈미트 햄머에 의하여 결정한다고 하는데, 슈미트 햄머 N형을 이용할 경우 적절하지 않는 방법으로 품질관리에 어려움이 따르기도 한다. 그렇다고 규정대로 하자니 공정에 다소 무리가 따르고, 시공사의 요구대로 하자니 낮은 기온으로 인한 품질에 나쁜 영향을 미칠 것 같아 참 고민되는 사안이기도 하다.



(사진 1) 거푸집 탈형작업

거푸집 존치기간에 대해서는 건축공사 표준시방서의 경우 벽·기둥·보 옆 거푸집의 경우 구조체 콘크리트의 압축강도가 5MPa 이상 발휘된 것을 확인하고 탈형하도록 규정하고 있다. 이때 구조체 콘크리트의 압축강도를 확인하기 위하여 감리원은 시공사에게 품질관리 방안을 요구하기도 하며 또한, 슈미트 햄머를 이용하여 거푸집 탈형시기에 대하여 결정한다고 하는데 이는 적절하지 못한 품질관리 요령으로 본 고에서는 이 부분에 대하여 고찰해 보고자 한다.

2. 거푸집의 존치기간에 관한 규정

건축학회의 (건축공사 표준시방서)에는 다음과 같이 거푸집의 존치기간을 규정하고 있다.

- 1) 기초, 보 옆, 기둥 및 벽(이하 보 옆 등으로 칭함)의 거푸집널 존치기간은 콘크리트 압축강도 5MPa 이상에 도달한 것이 확인될 때까지로 한다. 다만, 거푸집널 존치기간 중의 평균기온이 10℃ 이상인 경우는 콘크리트의 재령이 <표 1>에 나타난 일 수 이상 경과하면 압축강도 시험을 하지 않고도 떼어낼 수 있다.
- 2) 바닥슬래브밀, 지붕슬래브밀 및 보밀(이하 바닥슬래브밀 등으로 칭함)의 거푸집널은 원칙적으로 반침기둥을 해체한 후에 떼어낸다.

<표 1> 기초, 보 옆, 기둥 및 벽의 거푸집널 존치기간을 정하기 위한 콘크리트의 재령(일)

시멘트의 종류	조강 포틀랜드 시멘트	보통포틀랜드시멘트 고로슬래그시멘트 특급 포틀랜드포졸란시멘트 A종 플라이애쉬시멘트 A종	고로슬래그시멘트 1종 포틀랜드포졸란시멘트 B종 플라이애쉬시멘트 B종
평균기온 20℃ 이상	2	4	5
20℃ 미만 10℃ 이상	3	6	8

- 3) 반침기둥의 존치기간은 슬래브밀, 보밀 모두 설계기준강도의 100% 이상 콘크리트의 압축강도가 얻어진 것이 확인될 때까지로 한다.
- 4) 반침기둥 해체 후 해당부재에 가해지는 하중이 구조계산서에 있는 그 부재의 설계하중을 상회하는 경우에는 전술한 존치기간에 관계없이 계산에 의하여 충분히 안전한 것을 확인한 후에 해체한다.
- 5) 위 3)항의 규정보다 먼저 반침기둥을 해체할 경우는 대상으로 하는 부재가 해체직후 그 부재에 가해지는 하중을 안전하게 지지할 수 있는 강도를 적절한 계산방법에 따라 구하고 그 압축강도를 실제의 콘크리트 압축강도가 상회하는지 확인하여야 한다. 다만, 해체 가능한 압축강도는 이 계산결과에 관계없이 최저 12.0MPa 이상이어야 한다.

6) 캔틸레버 보 또는 차양의 받침기둥 존치기간은 위의 3) 및 4)항에 따른다.

또한, 거푸집의 해체에 관하여는 건축공사 표준시방서에 다음과 같이 규정하고 있다.

- (1) 거푸집은 담당원의 승인을 받아 안전하게 해체한다.
- (2) 거푸집널은 해체후의 검사 및 결함의 보수는 5.11(콘크리트의 표면마무리)에 따른다.
- (3) 거푸집널 해체 후에는 곧 5.7(양생)에 따라 양생을 한다.
- (4) 받침기둥 해체 후 유해한 균열 및 처짐의 유무를 조사하고 이상을 발견할 경우는 즉시 담당원의 지시를 받는다.

3. 거푸집 탈형시기 결정방법

거푸집널의 해체는 콘크리트의 양생면에서는 늦으면 늦을수록 좋지만 거푸집의 전용(轉用)면에서는 빠르면 빠를수록 좋다. 거푸집널을 조기에 해체하면 직사일광이나 바람에 노출되어 표면이 과도하게 건조하고 강도의 발현이 저해되면 내구성능도 짧아진다. 압축강도가 5MPa 이상이 되면 한중에서도 초기동해 피해가 없으며, 거푸집을 해체하더라도 표면이 깨끗하게 떨어진다. 이런 이유로 거푸집널 해체 전에 반드시 콘크리트 압축강도가 5MPa 이상인지를 확인할 수 있도록 콘크리트의 공시체를 채취하여 둘 필요가 있다. 또한, 평균기온 10℃ 이상인 경우는 콘크리트의 압축강도 시험을 생략하고 한중콘크리트 기간에 나타나는 일수 이상 경과하면 거푸집널을 해체하도록 정하고 있다.

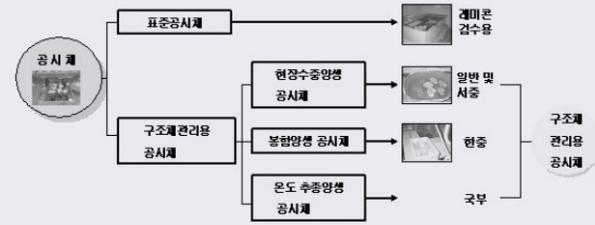
그러나 10℃ 이하의 경우는 압축강도 5MPa 이상이 발휘되는 것을 확인하여야 하는데 현장에서는 그 다음날 거푸집을 해체하여 다음 공정을 하려고 한다.

실례로 기온이 낮은 시기에 콘크리트를 치고 난 후 그 다음날 기동 거푸집을 제거하려는 순간 혼화제의 영향도 있겠지만, 경화되지 않은 콘크리트가 무너져 내리는 사례도 있어 현장에서의 품질관리는 대단히 중요한 사항이다.



(사진 2) 거푸집 존치기간 미준수에 따른 품질결함

따라서 바람직한 확인 요령은 구조체 관리용 공시체에 의한 것이다. 일반적으로 공시체의 분류는 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 공시체의 분류

1) 표준양생 공시체

표준양생 공시체는 공시체 제작후부터 강도시험시까지 20±3℃(종전에는 23±2℃이었으나 KS 및 시방서가 개정되었음에 유의)의 온도로 캡핑 전에는 습기실, 탈형 후에는 수중에서 28일간 양생하는 것을 말한다.

이 공시체는 말뚝 그대로 표준이 되는 양생방법으로 연구실의 연구용이나 레미콘 납품시의 콘크리트 품질검사용 등에 이용되는 양생온도의 영향을 고려하지 않을 때 활용되는 방법이다.

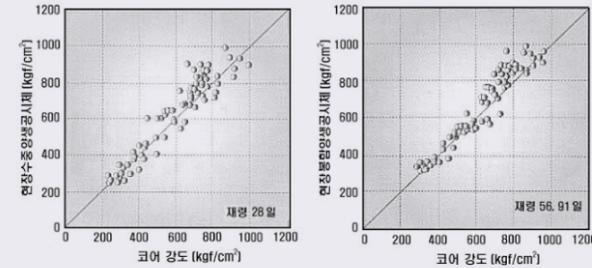
따라서, 레미콘 품질검사의 경우에는 아래와 같은 규정이 있는데, 이와 같은 레미콘 품질에 대한 평가는 표준양생 방법에 따라 호칭강도에 대하여 검사하는 것이다.

- (a) 1회의 시험결과는 구입자가 지정한 호칭강도 값의 85% 이상이어야 한다.
- (b) 3회의 시험결과 평균치는 구입자가 지정한 호칭강도의 값 이상이어야 한다.

2) 구조체 관리용 공시체

구조체 관리용 공시체는 실제 구조체에 부어넣은 콘크리트의 경우 표준양생 조건과 달리 외기온, 부재단면 크기 등에 따라 매우 다른 결과를 나타내게 된다. 따라서, 콘크리트 구조물이 설계기준강도에 도달하였는지 등의 평가는 표준공시체와 달리 구조체 관리용 공시체를 현장관리자가 책임을 지고 사용목적 및 필요량에 따라 많은 양의 공시체를 제작하여 품질관리에 이용한다.

(그림 2)는 현장관리용 공시체와 코어강도를 비교한 그래프로 그림에서 보는 바와 같이 현장관리용 공시체의 강도는 구조체 코어 시험체의 강도와 잘 상응하고 있음에 이 방법으로 구조체 콘크리트의 강도관리를 실시함은 매우 적절한 방법임을 알 수 있다.



(그림 2) 현장 수중 및 불함양생강도와 코어강도의 관계

구조체 관리용 공시체의 종류로는 현장수중양생 공시체, 현장불함양생 공시체 및 온도추종양생 공시체로 구분된다.

먼저, 일반 및 서중 환경에서 구조체 관리를 위한 공시체의 양생방법은 현장 수중양생방법에 따른다. 즉, 콘크리트를 부어넣을 때 관리하고자 하는 부위의 콘크리트와 동일 콘크리트를 시험체 형틀(Mould)에 목적한 개수만큼 제작한 다음, 윗면을 비닐 등 덮개로 수분증발을 막고 구조체 옆에서 초기강도가 발휘될 때까지(약 1일) 양생한 다음 캡핑을 실시하고, 탈형 한 뒤 구조체 옆 수조(고무재 욕조 등 물을 담은 용기)에서 계획한 재령동안 양생하며 일정한 주기 혹은 수시로 강도시험을 실시함으로써 구조체의 품질관리를 실시하는 방법을 말한다.



(사진 3) 현장수중양생 공시체

따라서, 현장 수중양생 공시체는 구조체와 비슷한 온도변화이력을 가지는데 관리목표의 대상으로는 구조체 콘크리트의 기동, 벽 등 측면 거푸집 제거시기, 보, 슬래브 밀 등 하부거푸집의 제거시기, 기온보정강도의 확인, 설계기준강도와 배합강도의 확인, 관리재령에서 판정한 콘크리트가 불합격 되었을시 양생기간을 연장하여 구조체 콘크리트의 사용여부 판정과 장기재령에서의 강도발현 확인 및 장기간 구조체 사용 후 증축을 고려할 경우 구조체 강도확인 등의 목적에까지 많은 것을 관리할 수 있다. 현장불함양생 공시체는 한중 환경조건 하에서의 현장 수중양생방법은 물이 동결할 때 큰 응고열에 의해 외기온 혹은 구조체에 대응하는 저온의 온도이력을 관리하기가 어렵게 된다.

따라서, 한중콘크리트 조건에서 구조체 관리용 공시체는 성형과 캡핑된 공시체의 내부 수분이 절대로 건조되지 않게 관리한 후 탈형하여 음식물 포장용 랩 혹은 밀착되게 하는 비닐 등으로 공시체를 감싸 구조체 옆에

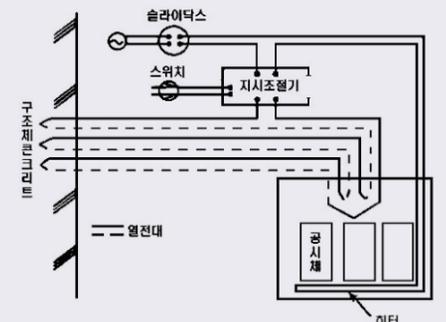
서 보관하면서 현장수중양생 공시체와 같은 요령으로 일정한 재령에서 강도시험 및 평가를 하여 구조체의 품질을 관리하는 것을 말한다.



(사진 4) 현장불함양생 공시체

(표 2) 공시체의 종류 및 활용

공시체의 종류	적용	활용방안
표준양생 공시체	레미콘 검수용	· 연구용 · 레미콘 납품시 콘크리트의 품질관리용
구조체 관리용 공시체	현장수중 양생 공시체	· 구조체 품질관리용 · 거푸집 제거시기 · 기온보정강도의 확인 · 설계기준강도와 배합강도 확인
	현장불함 양생 공시체	· 초기양생기간 및 계속양생기간 관리 · 구조체 적산온도 및 평균양생온도 관리
	온도추종 양생 공시체	· 수화열 · 기온보정의 경제적 고려시



(그림 3) 온도추종양생 시스템 개념도

온도추종양생 공시체란 우리나라 건축공사 표준시방서에는 구조체 관리용 공시체를 현장 수중양생 공시체 및 불함양생 공시체만 규정하고 있지만 고강도 콘크리트, 매스콘크리트 혹은 두 경우 조합과 같은 특수한 경우는 수화열의 영향이나 기온보정의 경제적인 고려 등에 구조체 내부의 온도이력과 동일한 거동을 갖는 온도추종양생의 공시체 관리가 활용되고 있다.

4. P형 슈미트햄머의 활용

초기동해 방지기간 및 측면 거푸집의 제거 가능 시기는 압축강도 5MPa

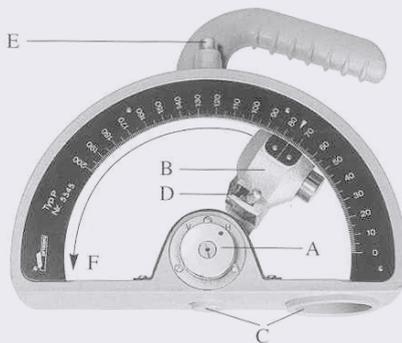
이상을 발휘하는 시점으로 이를 확인하기 위하여 대부분 현장에서는 N형 슈미트햄머의 반발도를 이용하여 압축강도를 추정하는 경우도 있는데 N형 슈미트햄머를 10MPa 범위 이상인 경우에 적용하는 방법으로써 5MPa를 확인하기에는 적절하지 못한 방법이다.

또한 구조체 관리용 공시체를 이용하는 방법이 가장 양호하나 현장에서 번거롭다는 이유로 잘 활용되지 않는다.



〈사진 5〉 N형 슈미트 햄머

따라서, 압축강도 5~15MPa에서 적용되는 것으로 알려진 저강도용 P형 슈미트햄머를 이용하여 콘크리트 초기강도 품질관리에 활용하여 거푸집 탈형시기 결정 및 초기동해 방지기간 설정에 활용될 수 있는 것으로 사료된다.



- A : Knurled knob (조정레버)
- B : Hammer(햄머)
- C : Contact surface (접촉면)
- D : Lever(레버)
- E : Pushbutton (누름단추)
- F : Top end Position (시작점)

〈사진 6〉 P형 슈미트 햄머

참고적으로 P형 슈미트햄머의 종류와 특징은 <표 3>과 같다. P형의 경우 일반 콘크리트나 경량콘크리트, 석고 비탕벽이나 바닥, 낮은 강도 또는 경도의 코팅재 및 콘크리트의 초기강도 측정 등에 쓰이며, 강도 측정범위는 5~30MPa이다. PT형의 경우는 경량콘크리트, 석고 또는 유사한 매우 부드러운 재료 등의 강도 측정에 사용되며, 강도 측정범위는 0.2~5MPa이다. 또한 PM형의 경우 모르타나 석조건축물의 강도 측정에 사용된다.

따라서, 구조체 관리용 공시체의 이용이 번거롭다면 P형 슈미트햄머를 이용하여 품질관리에 이용한다면 문제는 없으리라 사료된다.

〈표 3〉 P형 슈미트햄머의 특성

종류	적용	강도측정 범위 (MPa)	비고
Type P	보통 및 경량 콘크리트	5~30	· 초기강도 측정 · 압축강도 시험
Type PT	경량 콘크리트	0.2~5	석고와 유사한 극도로 작은 구조물 테스트용
Type PM	-	-	석조물, 석조 건물 모르타 강도시험

5. 결론

현장에서 본사로 업무보고한 내용을 보면 간혹 거푸집 존치 여부 결정을 아직도 N형 슈미트햄머를 이용하여 결정한다고 한다. 이러한 방법은 아마도 예전부터 실행해온 습관으로 당연하게 받아들이는 감리원이 많으리라 생각된다.

공정 및 노무관리에 따른 현장의 사정은 이해하지만 무리한 공사진행으로 품질에 어려움이 따르므로 감리원은 규정을 준수하여 품질관리에 임하여야 할 것이다.

따라서, 현장에서 구조체 관리용 공시체를 제작하여 현장의 압축강도 시험기를 이용, 강도를 확인한 후 거푸집의 제거가 이루어져야 할 것이며 이같은 방법이 번거롭다면 P형 슈미트햄머를 이용하여 관리하는 것 또한 한 방법이 될 것이다.

참고 문헌

1. 한천구 : 레미콘 · 아스콘 · 골재(월간지)
2. 한천구 : 레미콘 품질관리, 기문당