

기술자가 알아야 할 콘크리트 강도에 대한 오해

Article

04

홍상희

공학박사

(주)원건축사 사무소 감리본부

1. 서론

환율이 오르면서 원자재 가격의 상승으로 건설업계에는 많은 어려움이 따른다. 특히 콘크리트를 생산하는 레미콘의 경우 가격인상에 매우 민감한 사항이다. 작년에 비해 시멘트의 가격은 30%이상 올랐고, 골재 중 부순골재의 값도 26% 정도 상승했으므로 지금의 납품단가로 여전히 적자를 유지할 뿐 시간이 가면서 오히려 손해라고 한다.

최근 공동주택의 미분양이 증가되고, 분양가 상한제 등으로 공사가격은 그대로인 상황에서 레미콘 납품가격만 올려 줄수 없다는 건설업계의 입장에도 이해는 되지 않겠지만 철근값은 인상에 매우 민감하면서 레미콘 가격의 인상은 어렵다는 것이 이해되기 어려운 부분이다.

그런데 현장에서는 이상 야릇한 현상이 일어나고 있다. 무슨소리냐 하면 시공자가 주문한 강도값보다 그 이상 요구하고 있으며, 일부 기술자는 당연하듯이 레미콘사의 콘크리트 강도값으로 압박하는 사례를 경험한 적이 있다. 예를 들면 21N/mm²을 주문하면서 30N/mm²

이상의 품질을 요구하면서 요구한 강도값 보다 미치지 못할 경우 레미콘사의 물량을 조정하여 불이익까지 주고 있는 현 시점에 있어, 레미콘사의 입장은 어떠한가? 라는 생각을 해본다.

따라서 본고에서는 레미콘사에서 납품하는 콘크리트의 강도값에 대하여 고찰 하고자 한다.

2. 콘크리트의 강도란?

경화콘크리트의 성질 중 가장 중요한 압축강도의 경우 그 표현에는 여러 종류가 있다. 즉, 설계기준강도, 호칭강도, 배합강도 등과 아울러 허용강도(장기강도, 단기강도), 허용최소한계강도, 기온보정강도, 지정강도, 보증강도, 구조체 콘크리트 강도, 품질기준강도, 내구설계기준 강도 등이 있는데, 다양한 강도에는 고유의 의미를 갖고 있어 이를 명확하게 구분하지 못하면 상호간의 의미 전달이 어렵고 잘못 이해할 수 있는 소지가 많다.

건축공사 표준시방서에는 다음과 같이 정의되고 있다.

○ 설계기준강도 : 구조계산에서 기준으로 하는 콘크리트

의 압축강도

- 배합강도 : 콘크리트의 배합을 정할 때 목표로 하는 압축강도로 품질의 편차 및 양생온도 등을 고려하여 설계 기준강도에 할증한 것
- 호칭강도 : KS F 4009(레디믹스트 콘크리트)에 있어 콘크리트의 강도구분을 나타내는 호칭
- 구조체 보정강도 : 설계기준강도 및 내구설계기준강도 중 큰 쪽의 강도에(조합강도를 정하기 위한 기준으로 하는 재령의 표준양생 공시체 압축강도)와 (구조체 콘크리트 강도관리 재령의 구조체 콘크리트 압축강도)와의 차에의한 보정치를 더한 강도
- 구조체 콘크리트 강도 : 구조체 안에서 발달한 콘크리트의 압축강도
- 기온보정강도 : 설계기준강도에 콘크리트 타설로부터 구조체 콘크리트의 강도관리 재령까지 기간의 예상 평균기온에 따르는 콘크리트의 강도보정치를 더한 값
- 양생온도 보정강도 : 품질 기준강도에 콘크리트 타설부터 구조체 콘크리트 강도관리 재령까지 기간의 예상 평균 양생온도에 의한 콘크리트 강도 보정치를 더한 강

도, 매스콘크리트의 경우는 여기에 예상 최고온도에 의한 콘크리트 강도의 보정계수를 곱하여 산정된 강도

이처럼 다양한 용어로 콘크리트의 강도를 설명하고 있다.

설계도면에 표시되어 있는 f_c 의 경우는 설계기준강도를 나타낸 것이다. 즉, 구조계산에서 기준으로 하는 콘크리트의 압축강도이다.

일례로 한중콘크리트로 부어넣게 되는 현장에서는 그 기간 내에 콘크리트를 주문할 때 설계기준강도가 아닌 더 큰 강도 즉, 레디믹스트 콘크리트 종류의 표에 합당한 호칭강도로 정해지게 되는 이는 경제성과 맞물려 주문하는 경우는 없는 것으로 알고 있고, 담당 기술자의 잘못된 이해로 엄하게도 납품한 레미콘의 강도로 평가하고 있는 실정이다.

간단하게 설명하면, 설계기준강도가 24N/mm²인 콘크리트를 충북 ○○지역의 건축공사 현장에서 11월8일 타설하여 28일 재령으로 관리한다면 콘크리트를 부어넣은 날로부터 28일간 평균기온이 4.8℃로서 KASS의 표

[표 2-1] 최저가 낙찰제 대상공사

레미콘사	호칭강도(MPa)	W/C(%)	S/A(%)	C1	C2	W	S1	S2	G	AD1	AD2
A	24	48.7	48.2	304	76	185	249	581	905	2.66	-
	27	45.2	51.5	341	46	175	268	625	854	1.94	-
B	24	50.0	48.0	262	66	163	863	-	946	2.30	-
	27	45.6	48.0	330	58	177	826	-	905	1.94	-
C	24	49.7	48.9	286	72	178	-	866	905	1.79	-
D	24	45.1	49.7	284	71	160	887	-	908	0.89	2.49
	27	44.9	48.6	333	59	176	834	-	893	0.98	1.96
E	24	47.3	48.0	210	88/53	166	846	-	924	1.05	2.45
	27	47.2	47.4	320	57/-	178	819	-	916	1.13	1.89
F	24	47.2	49.0	320	44	172	431	431	918	1.82	-
	27	43.6	48.3	347	47	172	418	419	917	1.97	-

에서 찾아 $6N/mm^2$ 을 기온에 따른 보정치로 하여 설계 기준강도 $24N/mm^2$ 이지만, 레미콘 주문자가 호칭강도 $30N/mm^2$ 인 콘크리트를 레미콘 공장에서 주문하여 시 공함으로써 실제 구조체가 28일 재령에서 설계한 $24N/mm^2$ 의 강도가 발휘되게 하는 것이다. 따라서 이 경우 호칭강도는 설계기준강도와 매우 다른 결과임을 알 수 있다.

이렇게 콘크리트의 강도를 관리하면서 이를 반영하여 주문하는 시공회사가 있는지 궁금스럽기도 하다.

레미콘 업체는 양호한 품질의 콘크리트를 납품하기 위하여 배합강도를 정해 미리 실험실에서 많은 실험을 거쳐 결정한다. 즉, 배합강도란 '콘크리트의 배합을 정할 때 목표로 하는 압축강도로 품질의 표준편차 및 양생온도 등을 고려하여 설계기준강도에 할증 한 것'이라고 정의될 수 있다.

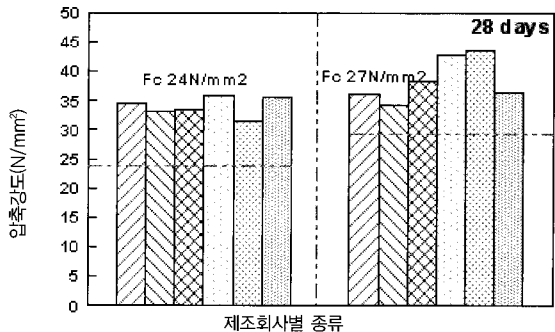
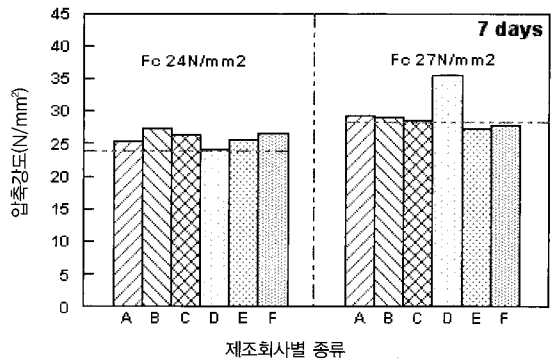
물론 지역마다 서로 다르겠지만 경제성을 고려하여 최상의 배합을 하려고 무던 노력을 하였을 것이다. 설계기준강도와 다르게 배합강도는 강도의 정의에서처럼 설계기준강도보다 더 큰 강도로 배합을 결정하게 된다.

다음 [표 1]은 서울 00현장의 경우 2008년 5월에서 9월까지 납품한 6개 레미콘사의 $24N/mm^2$ 및 $27N/mm^2$ 를 납품하기 위한 배합설계표이다.

먼저 6개 레미콘사의 골재의 종류, 혼화제 및 혼화제의 사용 여부에 따라 목표 강도를 발휘하기 위해서는 물시멘트비(W/C)를 결정하여야 하는데, 동일한 물시멘트비가 아니라 레미콘사의 여러 변수로 인하여 다소 차이가 있음을 알 수 있다. 설계기준강도 $24N/mm^2$ 의 경우 물시멘트비가 6개 회사가 서로 다른데 45.1~50.0%까지 차이가 있었다. 또한, 설계기준강도 $27N/mm^2$ 의 경우도

43.6~47.2%에서 강도를 결정하였다. 즉, 강도값이 클수록 물시멘트비가 적은 것을 알 수 있다.

[그림 1]은 제조회사별 7일 및 28일 재령에 따른 압축강도를 나타낸 그림이다. 현장에 납품한 6개 레미콘사 모두 $24N/mm^2$ 의 경우 재령 7일에서 설계기준강도를 모두 상회 하였으며, $27N/mm^2$ 의 경우도 7일에서 설계기준강도를 만족할 수 있는 결과치를 나타내 레미콘사 공히 모두 배합강도를 전반적으로 높게 설계한 것을 알 수 있었다.



[그림 1] 제조회사별 재령에 따른 압축강도

참고적으로 배합강도의 경우 설계기준강도 $24N/mm^2$, 표준편차 $2.5N/mm^2$ 인 레미콘 공장에서 배합강도의 결정은 다음과 같다.

〈KS F 4009〉의 규정

$$F \geq 0.85 \times 24 + 3 \times 2.5 = 27.9$$

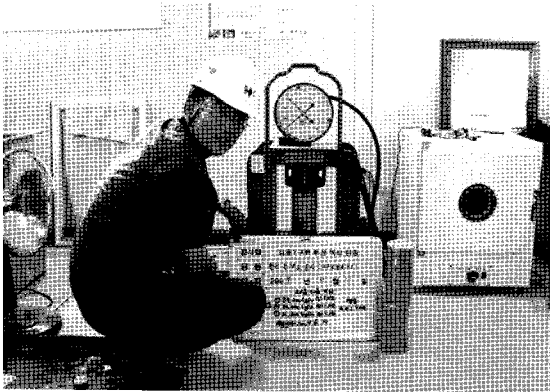
$$F \geq 24 + 1.73 \times 2.5 = 28.3$$

따라서 배합강도는 28.3N/mm²

그러나 24N/mm²의 경우 28일의 압축강도를 살펴보면 33N/mm²이상으로 나타난 것으로 보아 레미콘사의 배합강도는 그 이상인 것을 알 수 있다.

28일을 기준으로 D 레미콘사는 43.4N/mm²로 주문한 설계기준강도 값 보다 160%의 강도를 발휘하였는데, 이는 너무 과한 것이 아닌가 생각된다.

따라서 레미콘사는 무언의 압력으로 높게 설정할 수 밖에 없던지, 또는 서로 다른 레미콘사의 물량 경쟁으로 너무 높은 압축강도를 생산하고 있는 것이다.



[사진 1] 압축강도 시험

3. 결론

국회를 지나가다가 우연히 본 프랭카드가 눈에 들어온다. 「레미콘이 봉이나」란 문구를 보면서 정말 레미콘사가 이래저래 봉인 것 같다란 생각을 해본다. 콘크리트의 강도를 전혀 알지 못하면서 납품된 강도가 많이 나오면 좋은 줄 아는 시공사, 감리원에 한번 명이 들고, 낮은 가격에 울며 겨자 먹기 식으로 납품하면서 두 번 명이 들고, 무리한 품질을 요구하는 시공사의 담당자에게 3번 명이 드는 레미콘사의 이익은 누가 보상해 줄지? 제대로 받고 제대로 납품하는 시기는 언제 올까? 항상 약자인 레미콘이 정말 봉인가? 란 문구가 다시금 생각하게끔 한다.