

고객요구에 따른 한중레미콘 품질의 영향

Influence of Cold weather Ready Mixed Concrete Quality according to Needs of Customer

조 일 호* 양 재 성** 김 성 욱**
Cho, Il Ho Young, Jae Sung Kim, Sung Wook

ABSTRACT

The purpose of this study was the influence of cold weather ready mixed concrete quality according to needs of customer were investigated by measurements of slump, air content, temperature and compressive strength.

As a results, cold weather ready mixed concrete using high standard admixtures, high early strength admixtures and cold weather concrete plant were similarly to slump, air content, temperature and compressive strength.

1. 서론

최근 각 건설현장에서도 콘크리트 시공시설의 향상으로 0℃이하의 동절기에도 구조물의 소요강도 및 내구성을 만족시킬 수 있는 콘크리트를 시공하기에 이르러 4계절 시공이 가능하게 되었다. 일반적으로 0℃이하의 기온에서 콘크리트를 타설하면 콘크리트가 타설초기에 동결되어 동해를 입게되고 경화지연으로 강도발현이 느리며 내구성이 저하하게 된다. 그러나 적절한 혼화제를 사용하고 보온대책을 세우고 최소한의 초기양생을 행 함으로써 구조물이 요구하는 강도와 내구성을 보장할 수 있게 된다. 또한, 한중시공은 공사기간과 후속작업측면, 동절기 실업대책 측면 및 지역의 기후조건등에 의해 그 필요성이 점차 증대되고 있다. 동절기 12월부터 2월까지의 전국적으로 한중시설을 해야할 경우가 불가피하나 지금까지는 가급적 한중시설을 회피하여 왔다. 그러나 앞으로는 어떠한 기후조건에서도 콘크리트 시공이 상당히 요구될 것을 감안하여 한중레미콘을 위한 최대한의 한중설비를 갖추고 수요자의 요구에 부응하고자 한중 레미콘을 유지할 수 있는 범위내에서 블리딩을 감소시켜 콘크리트 온도유지 및 품질관리에 만전을 기하고자 한중레미콘 품질을 비교 분석하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 시멘트의 화학조성 및 물리적 성질은 표 1과 같다.

* 정희원, 동양메이저(주)양산공장 품질관리실장

** 정희원, 동양메이저(주)양산공장 품질관리실 주임

표 1. 시멘트의 품질

구성화합물(wt %)							안정도	Ig. Loss	비중	비표면적 (cm ² /g)
SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃					
20.83	3.08	5.45	62.10	3.91	2.10	0.25	1.95	3.15	3,483	

2.1.2 혼화제

화학혼화제는 고감수제와 공기량 확보를 위하여 공기연행제를 사용하였고, 동결기 콘크리트의 등해방지 및 양생기간 단축을 위하여 감수제 촉진형을 사용하였다. 그 물성은 표 2와 같다.

표 2. 화학혼화제의 물성

시료명	물성	주성분	비중	감수율(%)	pH	색상
고감수제(표준형)		리그닌계	1.190	11.5	7.1	암갈색
공기연행제		리그닌칼슘염	1.020	9.0	7.1	암갈색
감수제 촉진형		리그닌칼슘염	1.22	8.5	7.1	암갈색

2.1.3 골재

콘크리트용 부순굵은골재 및 잔골재는 표면건조포화상태로 하여 실험에 사용하였으며, 물리적 성질은 표 3와 같다.

표 3. 골재의 물리적 성질

시험항목	비중	조립율(F.M.)	0.08mm통과율(%)	점토덩어리(%)	흡수율(%)
쇄석 25mm	2.62	6.88	0.50	0.14	0.91
혼합사	2.59	2.77	1.60	0.20	1.37

2.1.4 혼화제

고로슬래그 미분말(KS F 2563) 및 플라이애시(KS L 5405)를 사용하였으며, 품질은 표 4, 5와 같다.

표 4. 플라이애시의 화학성분 및 물리적 성질

구성화합물(wt %)							비중	비표면적 (cm ² /g)
SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	압축강도비(%)	단위수량비(%)	습분	Ig. Loss		
54.40	5.62	23.63	101.0	98.0	0.058	2.75	2.20	3,565

표 5. 고로슬래그 미분말의 화학성분 및 물리성능

구성화합물(wt %)							비중	비표면적(cm ² /g)	
활성도지수 % (7,28,91일)	플로값비(%)	MgO	SO ₃	염기도	Ig. Loss				
86	121	141	114	4.94	2.66	1.72	0.14	2.91	4,736

2.2 한중콘크리트 생산설비

현장 타설시 콘크리트의 온도를 12℃ 이상을 유지시키기 위하여 온수온도를 48.8℃로 시간당 140m³ 이상의 레미콘 생산기준으로 3ton 용량의 증기보일러를 설치하였다.

2.3 한중 콘크리트 배합설계

콘크리트속의 물의 동결로 인한 해를 적게하고 불리딩을 감소시키기 위하여, 소요의 워커빌리티가 얻어지는 범위내에서 단위수량을 최소화 하였다.

구분	규격	W/B (%)	단위중량(kg/m ³)						혼화제(g)		
			W	결합재량			S	G	HD	AE	AA
				C	SP	FA					
한중 배합	25-300-15	42.0	174	298	95	21	796	923	2.07	0.083	2.07
	25-270-15	45.0	175	281	89	19	813	928	1.95	0.078	1.95
	25-240-15	48.8	176	248	79	17	884	926	1.72	0.069	1.72
	25-210-15	55.2	177	231	74	16	867	924	1.61	0.064	1.61
	25-180-15	59.4	178	216	69	15	887	919	1.50	0.060	1.50

표 6. 한중 콘크리트 배합

3. 실험결과 및 분석

3.1 고감수제 표준형을 사용한 레미콘의 품질

표 7에서 보듯이 고감수제 표준형을 사용한 레미콘의 경우, 현장도착 후 타설시점의 레미콘 온도는 약 8℃~13℃로 나타났으며, 7일 압축강도 발현율이 규격 180kg/cm² 에서는 72%, 210kg/cm² (75%), 240kg/cm² 은 71%, 270kg/cm² (73%), 300kg/cm² (71%) 으로 나타났고, 28일 압축강도 발현율에서는 규격180kg/cm² 에서 약 122%, 210kg/cm² 은 128%, 240kg/cm² (122%), 270kg/cm² (121%), 300kg/cm² (126%) 으로 나타났다.

3.2 감수제 축진형을 사용한 레미콘의 품질

감수제 축진형을 사용한 레미콘의 경우도, 현장도착 후 타설시점의 레미콘 온도는 약 7℃~13℃로 나타났으며, 7일 압축강도 발현율이 규격 180kg/cm² 에서는 69%, 210kg/cm² 에서 70%, 240kg/cm² 은 69%, 270kg/cm² (71%), 300kg/cm² (71%) 으로 나타났고, 28일 압축강도 발현율에서는 규격 180kg/cm² 에서 약 119%, 210kg/cm² 은 121%, 240kg/cm² (121%), 270kg/cm² (125%), 300kg/cm² (122%) 으로 나타났다.

3.3 한중설비를 이용한 레미콘의 품질

고감수제 표준형 및 감수제 축진형을 사용하여 한중설비 장치를 이용한 레미콘의 경우, 7일 압축강도 발현율이 규격 180kg/cm² 에서는 71%, 210kg/cm² 에서 72%, 240kg/cm² 은 70%, 270kg/cm² (68%), 300kg/cm² (72%) 으로 나타났고, 28일 압축강도 발현율에서는 규격180kg/cm² 에서 약 111%, 210kg/cm² 은 123%, 240kg/cm² (121%), 270kg/cm² (123%), 300kg/cm² (126%) 으로 나타났다. 타설

후 콘크리트 구조물에는 백화현상이 나타났는데 이것은 타설시온도와 타설후의 온도차이로 인한 것으로 사료된다.

구 분	고감수제 사용	감수제 촉진형 사용	한중설비 이용	비 고	
슬럼프(cm)	17	17	17	대표규격 25-240-15	
공기량(%)	4.2	4.6	4.5		
레미콘온도(℃)	8~13	7~13	10~16		
압축강도 (kgf/cm ²)	7일	170	170		168
	28일	294	293		292

표 7. 한중 레미콘 타설후 품질비교

이와같이 고감수제 표준형 및 감수제 촉진형을 사용한 한중 레미콘과 한중설비 장치를 이용한 레미콘의 경우, 규격별 압축강도 분포는 거푸집의 탈형강도인 50kgf/cm²를 만족하였으며, 규격별 압축강도 및 온도유지 상태는 거의 유사하게 나타나 부산·영남지방의 경우 겨울철(동절기:12월~2월)의 30년간 평균기온은 3.6℃이고 콘크리트 온도는 7℃이상 되므로 한중 콘크리트 생산설비를 갖추지 않아도 충분히 한중레미콘 출하가 가능함을 시사하고 있음을 알 수 있었다. 반면 한중설비 장치를 이용한 레미콘의 경우, 백화현상이 뚜렷하게 나타나 이에 대한 대책이 필요하리라 본다.

4. 결 론

한중 레미콘 타설후의 품질비교 실험 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 고감수제 표준형 및 감수제 촉진형을 사용한 레미콘의 경우, 현장도착 후 타설시점의 레미콘 온도는 약 7℃~13℃로 나타났으며, 7일 압축강도 발현율은 약 70%, 28일 압축강도 발현율은 약 122%선으로 나타났다.
2. 한중설비 장치를 이용한 레미콘의 경우, 현장도착 후 타설시점의 레미콘 온도는 약 10℃~16℃로 나타났으며, 7일 압축강도 발현율은 약 71%, 28일 압축강도 발현율은 약 121%선으로 나타났다.
3. 한중 레미콘 온도는 7℃이상 되므로 한중 콘크리트 생산설비를 갖추지 않아도 충분히 한중레미콘 출하가 가능함을 시사하고 있음을 알 수 있었으며, 한중설비 장치를 이용한 레미콘의 경우, 백화현상이 뚜렷하게 나타나 이에 대한 대책이 필요하리라 본다.

참 고 문 헌

1. 사단법인 한국콘크리트학회, 1999, 건설교통부제정 콘크리트표준시방서, pp. 133-140
2. 日本建築學會, 1989, 寒中コンクリート施工指針・同解説(第3版), pp. 17-36