

레미콘 회수수에 안정화 처리한 콘크리트의 공학적 특성

Ready Mixed Concrete Journal

한 천 구 청주대학교 건축공학부 교수, 공학박사

이 세 현 한국건설기술연구원 건축연구부 수석연구원 공학박사

우 중 환 청주대학교 대학원 공학박사

이 문 환 한국건설기술연구원 건축연구부 선임연구원 공학박사

I 서론

레미콘 생산과정에서 회수수의 발생은 필연적인 것으로 이전의 경우 자연방류하거나 폐기하여 환경오염 및 자원낭비의 원인이 되었기에 현재는 전면회수하여 재활용하는 실정이다.

그런데, 회수수를 배합수로 사용하면 굳지 않은 콘크리트 및 경화 콘크리트의 품질에 문제가 없는 경우가 대부분이지만 어느 부분에서는 악영향을 미치는 요인도 존재한다. 따라서 현재로는 선진국은 물론 우리나라에서도 점차적으로 고품질을 요구하는 고성능콘크리트에서의 사용을 금지하고 있는 추세이다. 한편 일부 선진국의 경우는 안정화제에 의한 회수수 처리방법 즉 회수수 중에 포함된 슬러지 고형분의 수화를 일정시간 정지시켰다가 차기 배합수로 사용시 수화반응을 유도함으로써 레미콘에 미치는 악영향의 해소는 물론 품질향상을 가져오게 하여 회수수의 효율적인

활용을 도모하는바 우리나라에서도 이에 대한 검토가 절실히 필요하다. 이에 따라 본 연구실에서는 선행연구로 회수수 안정화제 종류, 혼입률 및 회수수 고형분량, 방치시간 변화에 따른 시멘트 모르타의 공학적 특성에 대하여 검토한바 있다.

그러므로 본 연구는 회수수 안정화제로 처리된 회수수를 사용함으로써 궁극적으로 레미콘의 품질향상을 목표로 하는 일련의 실험으로써, 선행연구인 모르타 상태의 실험결과를 토대로 콘크리트에 적용의 경우 제반 특성에 대하여 검토함으로써 회수수의 효율적인 처리방안을 제시하고자 한다.

II 실험계획 및 방법

2-1 실험계획

본 연구의 실험계획은 [표 1]과 같고, 콘크리트의 배합은 [표 2]와 같다.

즉, 본 연구에서는 회수수 안정화제를 사용

한 시멘트 모르타의 실험결과를 토대로 회수수를 사용하지 않은 것을 플레인(P)으로 물시멘트비(W/C), 안정화제 혼입률, 종류, 회수수 고형분량 및 양생온도를 변수로 실험을 진행하였다.

즉, 시리즈 I에서는 일반강도에서 고강도에 이르는 W/C 30, 40, 50%로서 슬러지 고형분을 포함하지 않은 상수도를 사용한 플레인과 각 W/C별 안정화제를 리카버(이하 R)로 고정하고, 슬러지 고형분 3%인 경우에서 안정화제 혼입률을 0, 0.08, 0.15, 0.30%로 변화하는 15배치를 실험계획하였다. 시리즈 II에서는 W/C를 40%로, 안정화제 혼입률을 0.15%로 고정한 경우에서 안정화제 종류를 R과 슈퍼리에(이하 S)로 구분하고, 슬러지 고형분량을 1, 3, 5%로 변화시키며, 또한 온도를 20 및 30℃로 변화시키는 12배치로서 총 27배치를 실험계획하였다. 이때, W/C별 상수도를 사용한 플레인에 대하여 목표 슬럼프 150±25mm, 목표 공기량 4.5±1.5%를 만족하도록 배합설계한 후 기타 실험요인에 대하여는 동일한 배합을 적용하는 것으로 하였다.

실험사항으로 굳지않은 콘크리트에서는 슬

럼프, 슬럼프플로우, 공기량, 단위용적질량, 응결시간 및 블리딩을 측정하는 것으로 하였고, 경화 콘크리트에서는 계획된 재령에서 압축강도 및 건조수축 길이변화율을 측정하는 것으로 하였다.

2-2 사용재료

본 실험의 사용재료로서, 시멘트는 국내산 A사의 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였고, 골재로서 잔골재는 경기도 파주산 강모래, 굵은골재는 25mm 부순 굵은골재를 사용하였으며, 안정화제는 일본산 G사의 R과 국내산 H사의 S를 사용하였다. 혼화제로 고성능 감수제는 국내산 D사의 나프탈렌계, AE제는 빈출계를 사용하였는데, 각 재료의 물리적 성질은 [표 3~7]과 같다.

2-3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 회수수는 실무레미콘에서 배출되는 것을 사용하여야하나, 이 경우는 표준화가 어렵기 때문에 실험실에서

[표 1] 회수수 안정화제를 사용한 콘크리트의 실험계획

시리즈	배합요인							실험사항	
	W/C (%)	목표 슬럼프 (mm)	목표 공기량 (%)	안정화제 종류	혼입률 (%)	고형분량 (%)	온도 (°C)	굳지않은 콘크리트	경화 콘크리트
I	30	150±25	4.5±1.5	리카버 (R)	0.00	0	20	슬럼프 슬럼프플로우 공기량 단위용적질량 응결시간 블리딩	압축강도 (1, 3, 7, 28일) 길이변화율 (3, 7, 14, 28, 49, 56, 91, 180 일)
	0.08								
	0.15								
II	40	150±25	4.5±1.5	R 슈퍼리에 (S)	0.30	0 1 3 5	20 30	슬럼프 슬럼프플로우 공기량 단위용적질량 응결시간 블리딩	압축강도 (1, 3, 7, 28일) 길이변화율 (3, 7, 14, 28, 49, 56, 91, 180 일)
					0.15				
					0.15				

[표 2] 콘크리트의 배합

시리즈	W/C (%)	단위수량 (kg/m ³)	S/a (%)	SP/C (%)	안정화제		고형분량 (%)	온도 (°C)	절대용적배합 (ℓ / m ³)			중량배합(kg/m ³)			
					종류	혼입률(%)			C	S	G	C	S	G	SG*
I	30	170	42	1.2	-	0	0	20	180	254	351	567	645	913	0
					R	0	3	20	180	254	351	567	640	913	5.3
						0.08			180	254	351	567	640	913	5.3
						0.15			180	254	351	567	640	913	5.3
						0.30			180	254	351	567	640	913	5.3
	40		-	0	0	20	135	286	364	425	726	947	0		
			R	0	3	20	135	286	364	425	721	947	5.3		
				0.08			135	286	364	425	721	947	5.3		
				0.15			135	286	364	425	721	947	5.3		
				0.30			135	286	364	425	721	947	5.3		
	50		-	0	0	20	108	311	366	340	791	951	0		
			R	0	3	20	108	311	366	340	786	951	5.3		
				0.08			108	311	366	340	786	951	5.3		
				0.15			108	311	366	340	786	951	5.3		
				0.30			108	311	366	340	786	951	5.3		
II	40	170	44	0.8	R S	0.15	1	20	135	286	364	425	947	725	1.7
								30						725	1.7
							3	20						721	5.3
								30						721	5.3
							5	20						718	8.7
								30						718	8.7

* SG : 슬러지 고형분

제조하는 것으로 하였는데, 시멘트와 미립분 (0.15체 통과)을 4:1로 혼합하고, W/C 50% 인 일반 콘크리트로 가정하여 모르터를 만든 후 1시간동안 방치해 두었다가 물로 희석하여 소요 농도의 회수수를 만들었다. 여기에 안정화제를 투입하고, 실험계획에 따라 일정시간 방치하였다가 차기 실험의 배합수에 사용하는 것으로 하였다.

콘크리트의 혼합은 강제식 팬타입 믹서를

사용하여 실시하였다. 굳지않은 콘크리트의 실험으로 슬럼프는 KS F 2402, 슬럼프플로우 슬럼프 측정이 끝난 후 최대직경과 이에 직교하는 직경의 평균치로 하였고, 공기량 시험은 KS F 2421, 단위용적중량은 KS F 2409의 규정에 준하여 실시하였다. 또한, 응결시간은 KS F 2436에 규정한 프록터 관입 저항 시험방법으로 실시하였고, 블리딩 시험은 KS F 2414에 의거 측정하였다. 경화 콘크

[표 3] 시멘트의 물리적 성질

밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	안정도 (%)	응결시간 (분)		압축강도 (MPa)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,265	0.150	210	300	22.0	28.9	38.9

[표 4] 골재의 물리적 성질

구분	밀도 (g/cm ³)	조립률	흡수율 (%)	단위중적 중량 (kg/m ³)	0.08mm 체 통과량 (%)
잔골재	2.54	2.85	1.34	1,645	1.20
굵은골재	2.60	6.73	1.20	1,584	0.10

[표 5] 안정화제 R의 물리적 성질

주성분	밀도 (g/cm ³)	형태	PH	알칼리량 (%)	응고점 (°C)
옥시칼보산	1.16	담록색 액체	5.0~ 9.0	1.5~3.0	-10 이하

[표 6] 안정화제 S의 물리적 성질

구분	밀도 (g/cm ³)	색상	형태	비고
S	1.08	백색	투명액체	당분류계 초치연제

[표 7] 혼화제의 물리적 성질

구분	주성분	형태	밀도 (g/cm ³)
고성능감수제	나프탈렌	암갈색 액체	1.185
AE제	빈줄계	미황색 액체	1.185

리트의 실험으로 압축강도는 KS F 2405 규정, 건조수축 길이변화율은 KS F 2424에 의거 다이얼 게이지법으로 측정하였다.

III 실험결과 및 분석

3-1 굳지않은 콘크리트의 특성

3-1-1 유동성

먼저, 각 W/C별 플레인은 목표 슬럼프인 150±25mm를 만족하는 것으로 나타났다. 안정화제 혼입률 변화에 따른 슬럼프로 W/C 30%에서는 플레인과 비교할 때 안정화제 혼입률 0.15%까지는 혼입률이 증가할수록 유동성이 증가하였으나, 혼입률 0.30%에서는 저하하는 것으로 나타났고, W/C 40 및 50%에서는 안정화제 무첨가 즉 회수수만을 사용했을 경우, 미립분 증가에 기인하여 플레인에 비해 저하하는 것으로 나타났으나, 안정화제를 혼입했을 경우는 다시 증가하여 플레인 수준으로 회복하였다. 그러나 전반적으로는 혼입률 변화에 따라 어느정도 변동은 있었으나, 큰 차이는 없는 것으로 분석된다. 한편, 슬럼프 플로우는 슬럼프와 유사한 경향이였다.

안정화제 종류 R 및 S에 따른 유동성은 매우 유사하게 나타났고, 온도 변화에 따라서는 30°C의 경우 고형분량 변화에 따른 슬럼프의 변화는 매우 작은 것으로 나타났다. 단, 20°C의 경우는 고형분량 변화에 따라서 약간의 차이가 나타나고 있는데, 즉, 고형분량 1%에서는 약간 증가하였고, 그 이상에서는 대체로 감소하여 고형분량 5%에서는 플레인과 유사하게 나타났다. 이는 고형분량 1%까지는 미립분의 증가에 따른 재료분리의 감소에 따라 유동성이 증가하였으나, 그 이상에서는 점성 증가에 기인하여 유동성이 감소하였기 때문인 것으로 사료된다.

[표 8] 굳지않은 콘크리트의 실험결과

시리즈	W/C (%)	안정화제		고형분량(%)	온도(°C)	슬럼프 (mm)	슬럼프 플로우 (mm)	공기량 (%)	단위용 적질량 (kg/m³)
		종류	혼입률 (%)						
I	30	-	0	0	20	152	255	3.4	2,392
		R	0	3	20	164	278	3.6	2,381
			0.08			162	271	4.0	2,377
			0.15			182	305	5.1	2,360
			0.30			130	228	4.1	2,379
	40	-	0	0	20	158	258	4.9	2,337
		R	0	3	20	114	225	3.5	2,352
			0.08			156	263	4.8	2,338
			0.15			135	243	4.0	2,345
			0.30			136	238	4.2	2,340
	50	-	0	0	20	155	268	4.7	2,312
		R	0	3	20	135	245	4.3	2,328
			0.08			170	270	5.8	2,296
			0.15			145	256	5.7	2,298
			0.30			180	308	5.1	2,311
II	40	R	0.15	1	20	200	336	6.0	2,307
					30	204	326	6.0	2,311
				3	20	176	291	5.1	2,318
					30	185	286	4.3	2,328
				5	20	162	268	5.5	2,317
					30	204	315	5.4	2,320
		S		1	20	215	339	6.5	2,314
					30	210	332	5.8	2,305
				3	20	163	271	5.5	2,327
		30			195	299	5.2	2,332	
		5		20	150	258	5.9	2,323	
				30	206	282	5.7	2,319	

3-1-2 공기량 및 단위용적질량

먼저, 공기량은 모든 배치에서 목표치인 4.5 ± 1.5%를 만족하는 것으로 나타났다. 그러나, 세부적으로 W/C 30%에서는 플레인과 비교하여 안정화제 혼입률 0.15%까지는 공기량이 증가하는 경향이나, 0.30%에서는 다시 감소하여 플레인 수준으로 회복하는 것으로 나타났다.

한편, W/C 40 및 50%에서는 플레인과 비교하여 안정화제가 혼입되지 않은 회수수만을 사용한 경우는 플레인과 비교하여 다소 감소하였으나, 안정화제가 혼입될 경우 플레인과 비교하여 같거나 다소 증가하였는데, 종합적으로는 W/C가 작을수록 공기량은 증가하는 경향이있다. 그러나, 안정화제 혼입률에 따른 공기량의

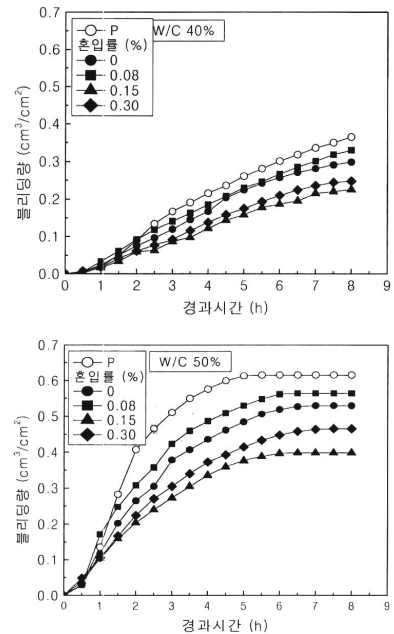
차이는 그다지 크지 않은 것으로 나타났다. 한편, 단위용적질량은 W/C가 작을수록 공기량이 감소할수록 크게 나타났다.

온도에 따른 공기량은 온도가 높을수록 콘크리트 중 물의 밀도가 저하하여 AE공기포가 쉽게 소실될 수 있음에 기인하여 감소하는 것으로 나타났다. 고품분량 변화에 따라서는 R을 혼입한 경우 플레인과 비교하여 고품분량 3%에서 약간 감소하였고, 고품분량 1% 및 5%에서는 비슷하게 나타났으나, 그 차이는 크지 않은 것으로 나타났고, S를 혼입한 경우는 고품분량 증가에 따라 다소의 증감은 있으나, 큰 영향은 없어 전체적으로 회수수 중 안정화제로 수화가 정지된 고품분량은 공기량에 거의 영향이 없는 것으로 판단된다. 단위용적질량은 공기량과 반대의 경향으로 나타났다.

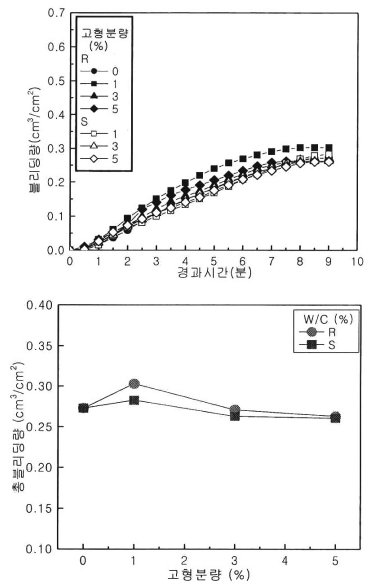
3-1-3 블리딩

[그림 1]은 W/C 및 안정화제 혼입률별 시간경과에 따른 블리딩량을 나타낸 것이고, [그림 2]는 안정화제 종류 및 고품분량별 블리딩량을 나타낸 것이다.

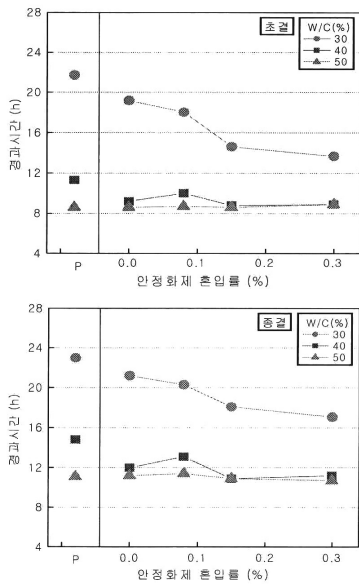
블리딩은 W/C 30%의 경우는 블리딩이 전혀 발생하지 않았고, W/C 40 및 50%는 W/C가 클수록 많이 발생하였으며, 초기에 급격히 발생하였다. 또한, 상수도를 사용한 플레인과 비교하여 회수수를 사용할 경우는 W/C 40 및 50% 공히 블리딩량이 저감되었는데, 이는 회수수의 고품분에 의해 재료분리가 감소되기 때문인 것으로 사료된다. 안정화제 혼입률 변화에 따라서는 W/C 40 및 50%에서 공히 혼입률 0.15%에서 가장 작게 발생하였다. 블리딩속도는 W/C 50%에서는 초기에 급격히 증가하고, 시간이 경과할수록 완만히 감소하는 경향이었으나, W/C 40%에서는 시간경과



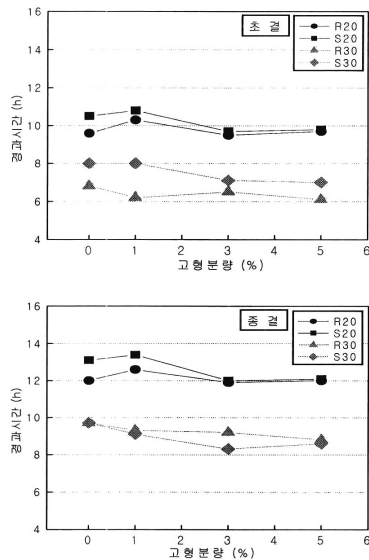
[그림 1] W/C 및 안정화제 혼입률별 시간경과에 따른 블리딩량



[그림 2] 안정화제 종류 및 고품분량별 블리딩량



[그림 3] W/C 및 안정화제 혼입률별 초결, 종결시간



[그림 4] 안정화제 종류 및 고형분량별 초결, 종결시간

에 상관없이 일정하게 나타나, 소성수축균열에 유리할 것으로 판단된다.

안정화제 종류에 따른 총블리딩량은 S를 사용한 경우 R을 사용한 경우와 비교하여 약간 감소하였는데, 이는 S에 포함된 증점제의 영향에 기인한 결과라 판단된다. 또한, 고형분량 변화에 따른 총블리딩량은 플레인과 비교하여 고형분량 1%에서는 크게 나타났는데, 이는 슬럼프의 증가에 의한 결과로 판단되고, 그 이상에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타나 고형분량에 의한 블리딩의 영향은 매우 미소한 것으로 판단된다.

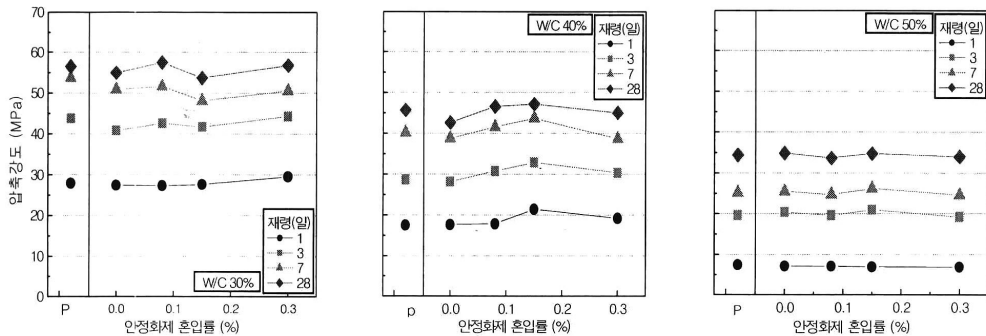
3-1-4 응결시간

[그림 3]은 W/C 및 안정화제 혼입률별 초결, 종결시간을 나타낸 것이고, [그림 4]는 안정화제 종류 및 고형분량별 초결, 종결시간을 나타낸 것이다.

응결시간은 W/C가 작을수록 유동성 확보를 위한 고성능 감수제 첨가량의 증가로 지연되었는데, W/C 30 및 40%에서는 응결시간이 안정화제 혼입으로 플레인에 비해 촉진되었으나, W/C 50%에서는 거의 유사한 것으로 나타나 W/C가 작은 고강도 콘크리트일수록 응결시간 단축효과가 큰 것으로 분석되었다. 안정화제 혼입률 변화에 따른 응결시간은 안정화제 혼입률이 증가할수록 단축되었는데, 응결시간이 가장 크게 단축되는 안정화제 혼입률은 W/C 30%에서는 0.30%, W/C 40%에서는 0.15%로, 각각 6시간 및 4시간 정도 단축되었다.

또한, 당연한 결과로 온도 30℃에서 20℃보다 촉진되는 것으로 나타났다. 온도 20℃ 조건에서 고형분량 변화에 따른 응결시간은 플레인과 비교하여 고형분량 1%에서 다소 지연

레미콘 회수수에 안정화 처리한 콘크리트의 공학적 특성



[그림 5] W/C 및 안정화제 혼입률별 압축강도

되었고, 그 이상에서는 R을 사용한 경우는 비슷하게, S를 사용한 경우는 약 1시간 정도 촉진되는 것으로 나타났는데, 이는 고형분 속의 미수화 미립분의 증가에 기인한 것으로 판단된다. 온도 30℃의 경우 고형분량 변화에 따른 응결시간은 R 및 S의 경우 공히 고형분량이 증가할수록 단축되는 것으로 나타났는데, 안정화제 종류에 따라서는 온도 20℃ 경우와 마찬가지로 R보다는 S를 사용한 경우가 플레인에 대한 응결시간 단축이 더 크게 나타나 응결시간 단축에 더 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 온도 30℃의 경우가 20℃보다 고형분량의 증가에 따른 응결시간 단축이 더 크게 나타났는데, 이는 고온일수록 안정화제에 의해 수화가 억제되었던 고형분의 작용이 활성화된 것에 기인한 것으로 판단된다.

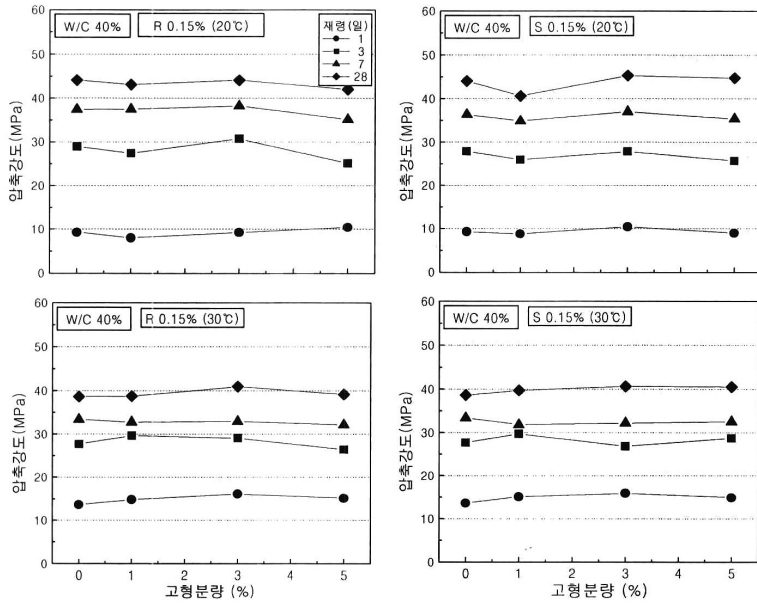
3-2 경화 콘크리트의 특성

3-2-1 압축강도

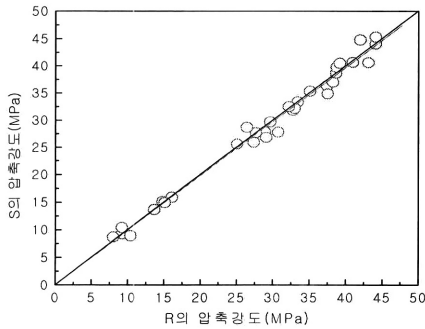
[그림 5]는 W/C 및 안정화제 혼입률별 압축강도를 나타낸 것이고, [그림 6]은 안정화제 종류 및 고형분량별 압축강도를 나타낸 것이

며, [그림 7]은 R과 S의 압축강도 비교를 나타낸 것이다. 먼저, 압축강도는 당연한 결과로 W/C가 작을수록 재령이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 안정화제 혼입률 변화에 따른 압축강도는 W/C 30%에서는 무첨가의 경우 플레인보다 저하하였고, 안정화제 혼입률 0.30%에서 가장 높게 나타났으며, 안정화제 혼입률 0.15%에서는 공기량의 증가에 기인하여 작게 나타났다. W/C 40%에서는 무첨가의 경우 압축강도는 전 재령에서 플레인보다 작게 나타났고, 안정화제 혼입으로 플레인보다 크게 증진되었는데, 안정화제 혼입률에 따라서는 0.15%에서 가장 크게 나타났다. W/C 50%에서는 W/C 40%에서와 같이 안정화제 혼입률 변화에 따른 압축강도는 혼입률 0.15%에서 다소 크게 증진되는 경향이나 그 차이는 매우 작게 나타나, 안정화제 혼입에 따른 영향이 매우 작은 것으로 분석되었다. 강도측면을 고려할 때 W/C 30%의 고강도 콘크리트에서 안정화제의 적정혼입률은 0.30%이었고, W/C 40 및 50%의 보통강도 콘크리트에서는 0.15%로 나타났다.

또한, 온도 20℃조건에서 안정화제 R을 사용한 경우 고형분량 변화에 따른 압축강도는



[그림 6] 안정화제 및 고형분량 변화에 따른 재령별 압축강도



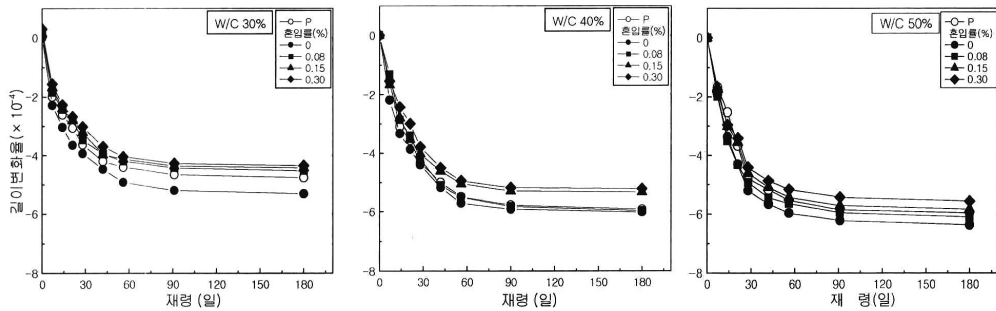
[그림 7] 안정화제 R과 S의 압축강도 비교

고형분량 3%의 경우 플레인에 비해 약간 증가하였고, 고형분량 1% 및 5%에서는 유사 혹은 감소하였다. S를 사용한 경우에는 고형분량 3% 및 5%에서 플레인보다 다소 증가하였고, R을 사용한 경우와 유사하게 고형분량

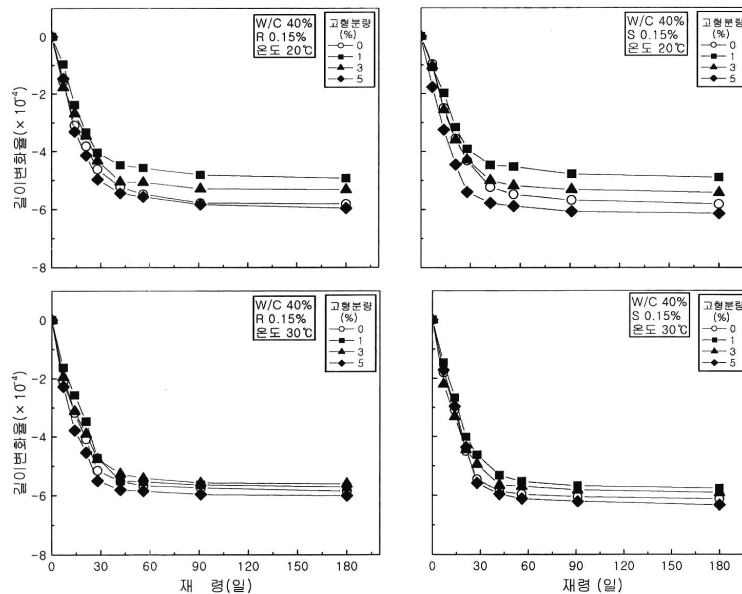
3%에서 가장 크게 나타났으며, 1%에서는 저하하였다. 온도 30°C에서는 높은 온도에 기인하여 초기 압축강도가 크게 증진되었으나, 그 이후 재령에서는 압축강도 증진이 둔화되어 28일 압축강도가 온도 20°C와 비교하여 다소 작게 나타났다.

전반적으로 고형분이 혼입되면 초기 압축강도는 고온에 의한 고형분의 활성화에 기인하여 플레인보다 크게 증진되었고, 7일에서 감소한 후 28일에서는 다시 더 크게 증진되는 경향이 있었다. 또한, 고형분량 변화에 따라서는 안정화제 종류에 관계없이 고형분량 3%에서 가장 크고, 5%, 1%의 순으로 압축강도가 크게 나타나 온도 20°C와 유사한 경향이 있었다. 따라서, 강도측면을 고려할 때 안정화제 종류에 상관없이 고형분량 3%에서 가장 큰 압축강도를 나타내 적정 고형분량임을 확인할 수

레미콘 회수수에 안정화 처리한 콘크리트의 공학적 특성



[그림 8] W/C 및 안정화제 혼입률별 재령경과에 따른 길이변화율



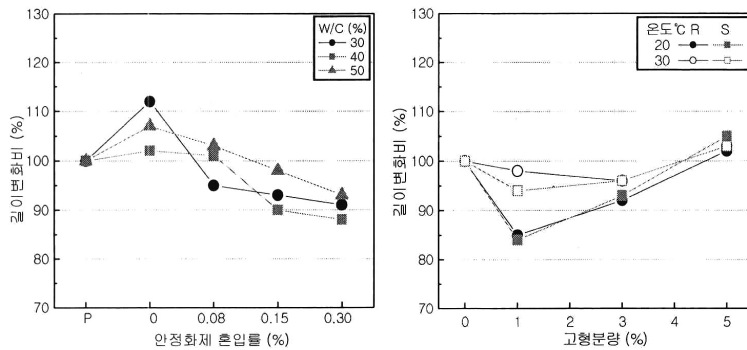
[그림 9] 안정화제 종류 및 고형분량별 재령경과에 따른 건조수축 길이변화율

있었고, 단, 안정화제를 처리한 경우는 고형분량 5%일지라도 플레인보다 강도는 저하하지 않고 있으므로 고형분량 5%라도 큰 문제는 없을 것으로 사료된다. 한편 그림 7과 같이 안정화제 R 및 S를 사용한 콘크리트의 압축강도를 비교할 경우 여러 가지 실험요인 변화

에 무관하게 유사한 것으로 나타났다.

3-2-2 건조수축 길이변화율

[그림 8]은 W/C 및 안정화제 혼입률별 재령경과에 따른 길이변화율을 나타낸 것이고,



[그림 10] 플레인을 기준으로 한 길이변화비

그림 9는 안정화제 종류 및 고형분량별 재령 경과에 따른 길이변화율을 나타낸 것이며, [그림 10]은 재령 180일에서 플레인을 기준으로 한 길이변화비를 나타낸 것이다.

W/C 변화에 따른 건조수축은 W/C가 커질수록 증가하는 것으로 나타났다. 또한 모든 W/C에서 안정화제를 혼입하지 않고 회수수만을 사용한 경우는 플레인과 비교하여 건조수축 길이변화율이 더 크게 나타나 건조수축 균열의 발생이 용이할 것으로 판단되었다. 그러나, 회수수에 안정화제를 혼입한 경우는 모두 플레인보다 작거나 같게 나타나 안정화제가 회수수 사용에 따른 건조수축을 보상해 줄 수 있을 것으로 분석되었다. 한편, 안정화제 혼입률에 따라서는 안정화제 혼입률이 증가할수록 건조수축 길이변화율이 감소되는 것으로 나타났는데, 180일 건조수축 길이변화는 안정화제 혼입률 0.30%의 경우 W/C 30, 40 및 50%에서 각각 9, 12 및 7%정도 저감되었다.

온도에 따른 건조수축 길이변화율은 온도가 높을수록 더 크게 나타났고, 안정화제 종류에 따라서는 R 및 S 공히 유사한 경향으로

나타났다. 또한, 고형분량 변화에 따른 건조수축 길이변화율은 대체로 고형분량 5%에서 플레인보다 다소 크게 나타났으나, 고형분량 1% 및 3%에서는 감소하였는데, 고형분량 1 및 3%에서 각각 16 및 8% 정도 감소하는 것으로 나타나 고형분량 1%에서 가장 좋은 효과를 나타내었다.

IV 결론

본 연구는 회수수 안정화제에 의한 레미콘 회수수의 효율적인 활용에 관한 연구로서 W/C, 안정화제 혼입률, 안정화제 종류, 고형분량 및 온도 변화에 따른 콘크리트의 제반 특성을 비교검토 하였는데, 그 실험결과를 종합하면 다음과 같다.

1) W/C별 안정화제 혼입률 변화에 따른 슬럼프 및 공기량은 W/C 30%에서는 플레인과 비교할 때 증가하였으나, W/C 40 및 50%에서는 약간 저하하거나 차이가 없는 것으로 나타났다. 안정화제 종류 및 고형분량 변화에

따른 슬럼프 및 공기량도 전반적으로는 큰 차이가 없는 것으로 나타났고, 온도의 영향은 기존의 이론과 같이 온도가 높을수록 모든 경우에서 슬럼프와 공기량은 저하하였다.

2) 블리딩 특성으로 안정화제 혼입률에 따른 블리딩량은 W/C 40 및 50%인 경우 혼입률 0.15%에서 가장 크게 감소하였고, 안정화제 종류는 R보다 S가 작게 발생하여 양호하였으며, 고품분량에 따른 영향은 미소한 차이일 뿐 영향이 없는 것으로 나타났다.

3) 응결특성으로 안정화제 혼입률 증가에 따라 플레인과 비교하여 W/C가 작을수록 크게 단축되었는데, W/C 30%에서는 안정화제 혼입률 0.30%에서, 일반콘크리트 범위에서는 0.15%에서 가장 크게 단축되었다. 고품분량 변화에 따른 응결시간은 온도 20℃에서는 R 및 S의 경우 공히 플레인과 비교하여 큰 차이가 없었으나, 온도 30℃의 경우 고품분량의 증가에 따라 촉진되었다.

4) 압축강도 특성으로 회수수만을 사용한 경우는 대체로 플레인보다 저하하였으나, 안정화제의 사용으로 플레인 이상으로 상승되었는데, W/C 30%의 경우는 안정화제 혼입률 0.30%의 경우가 가장 크게 나타났고, W/C 40 및 50%에서는 혼입률 0.15%에서 가장 크게 나타났다. 고품분량 변화에 따른 압축강도는 안정화제 종류에 상관없이 고품분량 1% 및 5%에서 플레인과 비슷하거나 저하하였고, 고품분량 3%에서 가장 큰 압축강도를 나타내었다.

5) 건조수축 길이변화는 모든 W/C에서 안정화제를 혼입하지 않고 회수수만을 사용한 경우는 플레인과 비교하여 크게 나타났으나, 안정화제를 혼입한 경우는 작거나 같게 나타나 안정화제가 회수수 사용에 따른 건조수축을 보상해 줄 수 있을 것으로 분석되었다. 안정화제 혼입률이 증가할수록 건조수축 길이변

화율이 감소되는 것으로 나타났는데, 안정화제 종류별 차이는 거의 없었다. 고품분량 변화에 따른 건조수축 길이변화율은 대체로 고품분량 5%에서 플레인보다 다소 크게 나타났으나, 고품분량 1% 및 3%에서는 감소하였다.

종합적으로, 레미콘 회수수에 안정화제로 처리하지 않았을 경우는 강도 및 건조수축 등의 품질에 저하가 발생하였지만, 안정화제로 처리함으로써 전반적인 품질이 향상될 수 있었는데, 안정화제 종류에는 영향이 없고, 안정화제 혼입률은 0.15%, 슬러지 고품분은 3%이하일 때 가장 효과적인 것으로 판단되었다.

또한 안정화제 R과 S의 사용효과를 감안하면 향후 우리나라 실정에 맞는 안정화제의 개발이 충분히 가능한 것으로 향후 이에 대한 더욱 심도있는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. KS F 4009(레디믹스트 콘크리트)규격 2003, 한국산업규격
2. 건설교통부 제정 건축공사표준시방서, 대한건축학회, 2003
3. 建築工事標準示様書, 日本建築學會, 2003
4. 정웅선, 윤기원, 한천구, 반호용 ; 레미콘 회수수의 콘크리트용 용수로서의 재활용에 관한 기초적 연구 - 설문조사를 중심으로 -, 대한건축학회 학술발표 논문집, Vol. 12, No.1, 1992.
5. 日本コンクリート學協會 ; 回收水研究委員會報告書 - 生コンクリート工場における回收水利用に關する研究, 1975.3
6. 福島和將, 岡澤智, 大川裕 ; 安定化劑を添加したスラッジを用いたコンクリートの基本性狀について(高性能AE減水劑を用した場合檢討), 日本建築學會學術講演梗概集 材料施工, 2000

7. 辻千宏 瀧田安浩, 井孝晏, 峯秀和 ; スラッジ水を用いたコンクリートに関する研究(その6 構造体 コンクリートへの適用), 日本建築學會 學術講演梗概集 材料施工, 2000
8. 한천구 ; 회수수의 정의 및 굳지않은 콘크리트의 품질에 미치는 영향, 레미콘·아스콘·골재, 2002,7
9. 한천구 ; 회수수가 경화 콘크리트의 품질에 미치는 영향 및 사용기준, 레미콘·아스콘·골재, 2002,8
10. 한천구 ; 레미콘 회수수 관련 설비관리, 레미콘·아스콘·골재, 2002,9
11. 한천구 ; 슬러지의 효율적인 활용, 레미콘·아스콘·골재, 2002,10
12. 정덕우, 김광화, 이문환, 이세현, 한천구 ; 회수수 안정화제 종류 및 혼입률 변화에 따른 시멘트 모르타의 특성, 대한건축학회학술발표논문집, Vol 23권 No. 2, 2003
13. 안정화제를 사용한 회수수의 고형분량 및 방치시간에 따른 시멘트 모르타의 특성, 한국콘크리트학회학술발표논문집, Vol 13권 No. 2, 2003