

再生骨材 콘크리트의 構造體 適用性에 관한 實驗的 研究

(제2보, 경화 콘크리트의 성상을 중심으로)

An Experimental Study on The Application of Construction of Recycled Aggregate Concrete

(Part2, in the hardened concrete)

○金振晚* 柳光禹* 南相顯* 金武漢**
Kim, Jin Man Ryu, Kwang Woo Nam, Sang Ill Kim, Moo Han

ABSTRACT

Critical shortage of natural aggregate for production of concrete is developing in many urban areas. At the same time increasing quantities of demolished concrete from deteriorated and obsolete structures are generated as a waste material in the same areas. The reuse of a waste concrete may settle the problems of environmental pollution and shortage of adequate aggregate. Therefore, this study is to reuse a waste concrete as aggregate for concrete. It is the purpose of this present study to investigate and analyze how the addition rates of superplasticizer and curing condition affect the properties of fresh and hardened recycled aggregate concrete comparing with those of ordinary concrete and crushed stone concrete.

1. 서론

본연구는 재생골재 콘크리트의 구조체 적응성을 실현적으로 알아보기 위한 것으로 본보는 실험계획 및 아직공지않은 콘크리트의 각종 시험결과를 고찰한 제 1 보에 이은 제 2 보로서 경화콘크리트의 각종 공학적 특성중 압축강도를 중심으로 고찰한 것이며 실험요인 및 수준은 제 1 보와 동일하다.

2. 실험결과 및 고찰

2.1 물시멘트비 및 양생조건별 고성능감수제 첨가율에 따른 압축강도 성상의 검토 및 분석

골재조건별 압축강도의 시험결과를 나타낸 표 1 및 압축강도의 변화를 골재조건 및 고성능감수제의 첨가율별로 도시한 그림 1에서 알수 있는 바와 같이 물시멘트비 40%에서는 보통콘크리트의 경우 고성능감수제의 첨가율 1.0%까지는 첨가율의 증가에 따라서 압축강도도 증가하는 경향을 보이거나 첨가율 1.5%에서는 더 이상의 강도 증진은 없고 오히려 첨가율 1.0%의 경우보다 약간 낮은 수준의 압축강도를 보이고 있으며, 베이스콘크리트에 대한 유동화콘크리트의 압축강도를 살펴보면 고성능감수제 첨가율 1.5% 폭로양생의 재령 180, 365일 압축강도를 제의

하면 유동화콘크리트가 전반적으로 높은 압축강도 성상을 보이고 있어 보통콘크리트에서는 고성능감수제의 사용이 시공성 개선과 압축강도의 증진에 유리한 것으로 나타났다. 그러나 골재의 입형이 거칠고 불순물이 많이 포함되어 있는 재생골재콘크리트 및 쇄석콘크리트는 고성능감수제의 사용으로 시공성 증진효과는 뛰어났으나 몇가지 예외적인 것도 있지만 압축강도는 전반적으로 저하하는 경향을 보이고 있고, 이러한 경향은 재령의 증가에 따라 좀더 현저해지고 있으므로 재생골재콘크리트의 경우 시공성 및 압축강도를 고려한 적정량의 고성능감수제 사용이 요망된다.

물시멘트비 60%에서는 재생골재 콘크리트의 경우 고성능감수제를 첨가하면 플레인콘크리트보다 낮은 강도를 보이거나 첨가율이 증가할수록 강도가 증가하여 고성능감수제 첨가율 1.5%에서는 베이스콘크리트와 동등한 수준의 압축강도를 보이고 있어 물시멘트비 60%의 경우에는 고성능감수제가 재생골재콘크리트의 강도증진에 유리한 것으로 나타났다. 보통콘크리트는 고성능감수제첨가율 0.5%, 1.0%에서는 베이스콘크리트와 동등하거나 약간 높은 압축강도를 보이거나 고성능감수제의 첨가율 1.5%의 경우에는 강도가 급격히 떨어지고 있는데 이는 고성능감수제의 과다첨가에 의한 영향으로 사료된다. 쇄석콘크리트는 물시멘트비 40%의 경우와 동일하게 고성능감수제의 첨가율이 증가하면 강도는 저하하고 있다.

* 正會員, 忠南大 大學院

** 正會員, 忠南大 教授, 工博

표 1. 콘크리트의 압축강도(단위 : kg/cm²)

w/c (%)	양생조건	콘크리트종류	보통콘크리트					쇄석콘크리트					재생골재 콘크리트				
			AGE														
			7일	28일	90일	180일	365일	7일	28일	90일	180일	365일	7일	28일	90일	180일	365일
40	수	0.0	230	300	338	392	396	339	438	469	495	519	236	297	369	365	376
		0.5	272	332	328	412	434	341	428	449	498	558	256	300	362	388	382
		1.0	305	385	391	474	480	349	463	476	484	527	249	283	333	312	302
		1.5	280	373	404	436	440	317	392	400	447	474	265	313	279	329	323
		중															
	폭로	0.0	233	300	315	380	394	340	462	460	556	560	236	341	353	402	394
		0.5	265	319	339	404	406	350	447	421	516	520	253	325	345	372	376
		1.0	310	372	411	432	484	371	439	468	533	537	244	293	333	354	363
		1.5	295	351	368	435	441	303	390	408	490	492	224	258	303	348	340
		로															
60	수	0.0	189	249	293	327	330	230	294	306	374	376	141	217	239	257	271
		0.5	165	270	268	328	335	306	326	322	355	378	93	149	167	203	201
		1.0	221	310	324	380	394	219	278	297	317	351	123	156	204	202	225
		1.5	125	160	194	229	241	159	230	253	230	285	153	237	257	266	259
		중															
	폭로	0.0	212	301	269	338	354	223	327	310	408	412	119	224	243	269	265
		0.5	207	289	283	333	340	200	314	302	388	407	94	151	174	206	210
		1.0	191	314	338	379	382	238	253	252	371	382	117	187	189	224	220
		1.5	159	169	219	210	259	205	224	200	372	374	160	197	244	243	258
		로															

콘크리트의 양생조건에 따라서는 물시멘트비에 관계없이 재령 1년까지도 특별한 경향을 보이지 않고 있는데 이는 폭로양생의 경우 눈, 비 등에 의하여 계속적으로 수분을 흡수함으로써 수중양생과 유사하게 지속적인 수화반응이 발생하고 동결융해에 의한 내부 응력의 증가에 따른 균열이 발생하기에는 폭로양생기간이 짧았기 때문에 수중양생한 콘크리트와 동일수준의 압축강도를 보인 것으로 사료된다.

2.2 골재조건에 따른 압축강도 발현 성장과 발현비율의 검토 및 분석

골재조건에 따른 압축강도의 크기는 고성능감수제의 첨가율에 따라 약간의 변화가 있으나 물시멘트비에 관계없이 쇄석콘크리트, 보통콘크리트, 재생골재 콘크리트의 순으로 재생골재콘크리트의 압축강도가 상대적으로 낮은 수준을 보이고 있지만, 물시멘트비 40% 수중양생의 경우 재생골재콘크리트의 28일 압축강도는 283-313kg/cm²범위로서 본 실험에 의하면 재생골재콘크리트에서도 설계기준강도 210kg/cm² 이상의 콘크리트제조가 가능함을 알 수 있어 재생골재 콘크리트의 시공성 저하라는 문제점을 고성능감수제의 사용으로 보완하고 또한, 골재관리, 수량관리 등

의 시공관리를 철저히 행하면 재생골재콘크리트에서도 우수한 구조체 적용성을 확보할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 재생골재콘크리트의 사용범위의 확대를 위해서는 보통골재와의 혼합사용 및 조합조건에 관한 심도있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

보통콘크리트에 대한 재생 및 쇄석콘크리트의 압축강도 발현비율을 나타낸 표 2 및 그림 2에 의하면 보통콘크리트의 압축강도에 대한 재생골재 콘크리트의 압축강도 발현율은 양생조건에 따라서는 영향이 작으나 물시멘트비 및 고성능감수제의 첨가율에 따라서는 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 보통콘크리트에 대한 재생골재 콘크리트의 강도발현율은 물시멘트비 40%의 경우 베이스콘크리트에서는 수중양생은 100%, 폭로양생은 107%이나 고성능감수제첨가율 1.0%, 1.5%에서는 평균 78%의 수준으로 작아지고 있으며, 물시멘트비 60%의 경우에는 베이스콘크리트 평균 78%의 수준이나 유동화콘크리트(고성능감수제첨가율 1.5% 제외)는 평균 58%의 수준에서 머물고 있다. 이와 같이 재생골재 콘크리트는 물시멘트비가 작을수록 보통콘크리트의 강도에 근접하게 되므로 재생골재 콘크리트의 구조체적용시에는 빈배합보다 부배합을 채택하는 것이 좀더 유리할 것

으로 사료된다. 또한 고성능감수제를 첨가한 경우 보통콘크리트에 대한 재생골재 콘크리트의 강도발현율이 저하하고 있는데 이것은 고성능감수제에 의한 재생골재 콘크리트의 강도가 저하한 것과 보통콘크리트의 강도가 증가한 것이 복합되어 나타난 것으로 생각되며, 물시멘트비 60%, 고성능감수제 첨가율 1.5%에서 보통콘크리트에 대한 재생골재 콘크리트의 압축강도비가 100-148%로 높아진 것은 동일한 조건의 보통콘크리트가 고성능감수제의 과다한 첨가에 의하여 낮은 강도를 보였기 때문으로 사료된다. 보통콘크리트에 대한 쇄석콘크리트의 강도발현율

은 재생골재 콘크리트의 경우와 유사하게 양생조건보다는 물시멘트비 및 고성능감수제 첨가율에 의하여 더 큰 영향을 받으며, 물시멘트비 40% 베이스콘크리트는 약 40% 정도의 압축강도를 더 발현하는 등 전반적으로 쇄석콘크리트가 보통콘크리트보다 높은 압축강도를 보이나 물시멘트비 60%, 고성능감수제 첨가율 1.0%에서는 오히려 보통콘크리트에 비하여 낮은 강도를 보이는 경우도 있으며 전반적으로 물시멘트비가 낮고 고성능감수제의 첨가율이 낮을수록 보통콘크리트에 대한 쇄석콘크리트의 강도발현비율은 높은 경향을 보이고 있다.

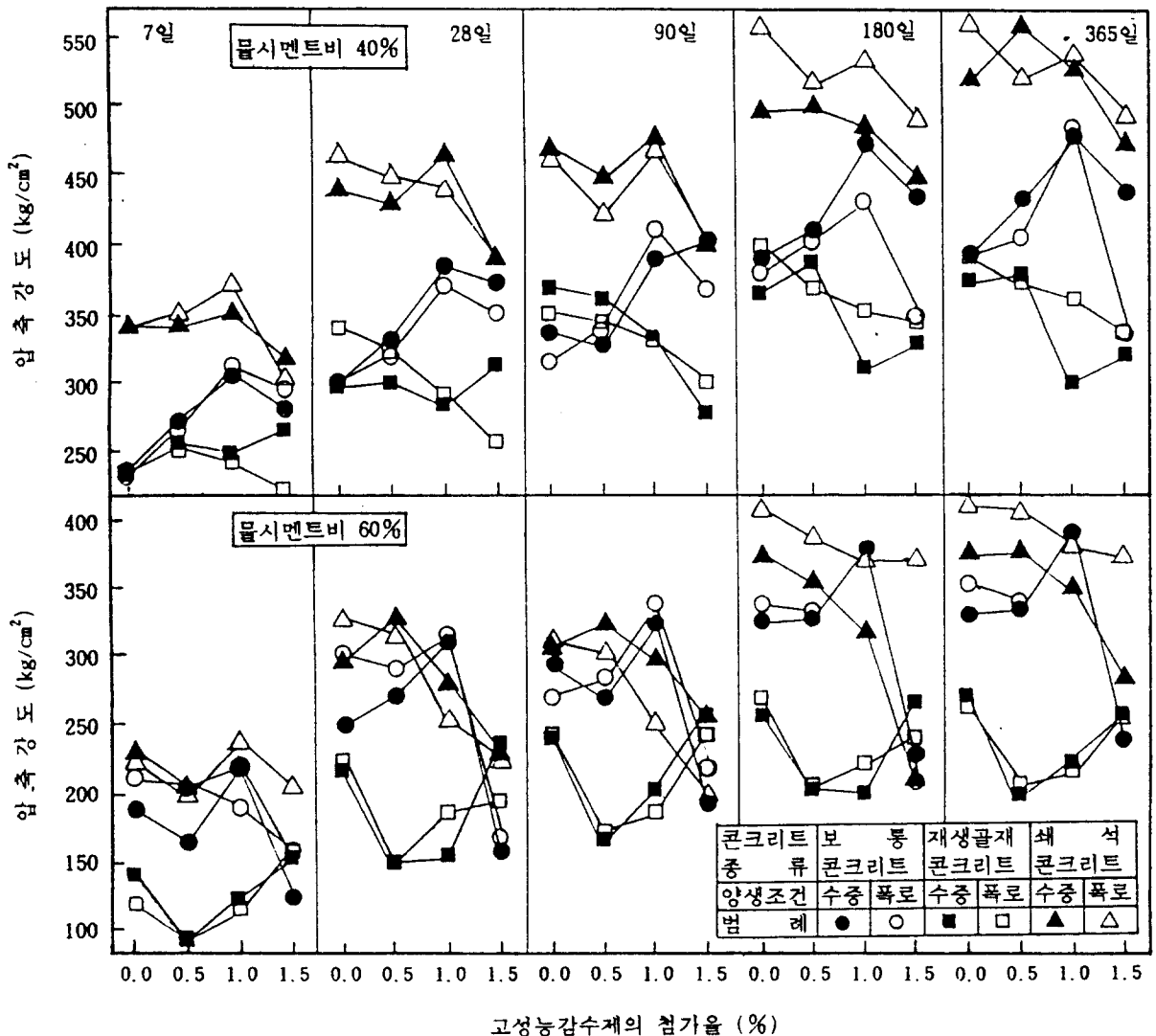


그림 1. 골재조건 및 고성능감수제의 첨가율별 재령에 따른 압축강도의 변화

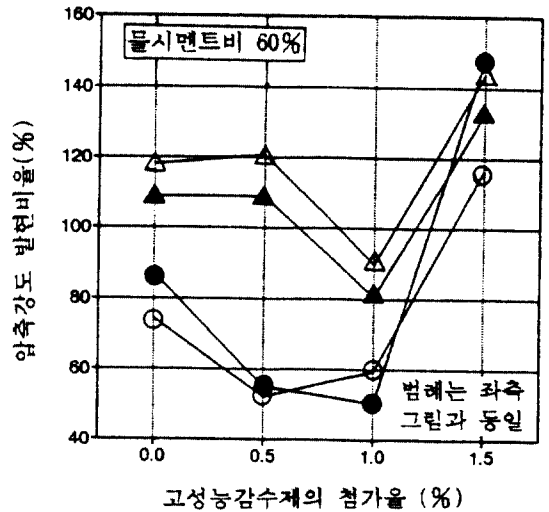
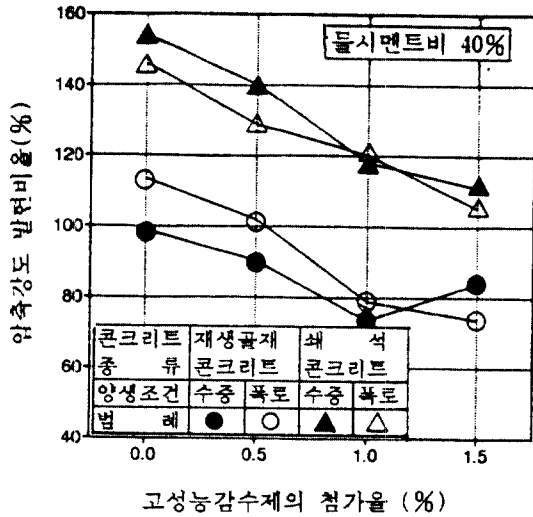


그림 2. 보통콘크리트의 압축강도에 대한 재생 및 쇄석 콘크리트의 압축강도 발현비율 (재령 28일 경우)

표 2. 보통콘크리트의 압축강도에 대한 재생 및 쇄석 콘크리트의 압축강도 백분율(단위는 %)

콘크리트 종류	양생조건	W/C (%)	40				60			
			SP		Age		SP		Age	
			0.0	0.5	1.0	1.5	0.0	0.5	1.0	1.5
재생 콘크리트	수중	7일	103	94	82	95	75	56	56	122
		28일	99	90	74	84	87	55	50	148
		90일	109	110	85	69	82	62	63	132
		180일	93	94	66	75	79	62	53	116
		365일	95	88	63	73	82	60	57	107
		평균	100	95	74	79	81	59	56	125
쇄석 콘크리트	복토	7일	101	95	79	76	56	45	61	101
		28일	114	102	79	74	74	52	60	117
		90일	112	102	81	82	90	61	56	111
		180일	106	92	82	80	80	62	59	116
		365일	100	93	75	77	75	62	58	100
		평균	107	97	79	78	75	56	59	109
재생 콘크리트	수중	7일	147	125	114	113	122	125	99	127
		28일	146	129	120	105	118	121	90	144
		90일	139	137	122	99	104	120	92	130
		180일	126	121	102	103	114	108	83	100
		365일	131	129	110	108	114	113	89	118
		평균	138	128	114	106	114	117	91	124
쇄석 콘크리트	복토	7일	146	132	120	103	105	97	125	129
		28일	154	140	118	111	109	109	81	133
		90일	146	124	114	111	115	107	75	91
		180일	146	128	123	113	121	117	98	177
		365일	142	128	111	112	116	120	100	144
		평균	147	130	117	110	113	110	96	135

3. 결론

재생골재콘크리트의 구조체 적용성에 관하여 경화 콘크리트의 압축강도를 중심으로 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 고성능감수제의 사용으로 보통콘크리트는 시공성증진 및 압축강도의 증진을 보였지만 재생골재콘크리트 및 쇄석콘크리트의 경우에는 고성능감수제의 사용량의 증가에 따라 시공성은 개선되었으나 압축

강도는 저하하는 경향을 보여 재생골재콘크리트의 경우 시공성 및 압축강도를 고려한 적정량의 고성능 감수제의 사용이 요망된다.

2) 재생골재콘크리트의 압축강도는 보통 및 쇄석 콘크리트에 비하면 낮은 수준을 보이지만 물시멘트 비 40%, 수중양생의 경우 283-313kg/cm²범위의 28일 압축강도를 보여 재생골재를 사용하므로 설계기준강도 210kg/cm² 이상의 콘크리트체조가 가능함을 알 수 있었으며 보통골재 또는 쇄석골재와 혼합 사용할 경우에는 좀더 높은 강도영역의 콘크리트를 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

3) 재생골재 콘크리트의 압축강도는 보통콘크리트의 압축강도에 대하여 물시멘트비 40%의 경우 평균 74~107%의 수준이고 물시멘트비 60%의 경우 56~81% (고성능감수제의 첨가율 1.5%제외)의 수준으로서 물시멘트비가 감소하면 보통콘크리트와의 강도 차이가 줄어드는 경향을 보이므로 재생골재 콘크리트의 구조체 적용시 배합은 낮은 물시멘트비를 유지하는 것이 바람직할 것이다.

4) 본 실험에 의하면 재생골재콘크리트는 시공성 및 압축강도에 있어서 보통콘크리트보다는 약간 불리한 것으로 나타났으나 적정량의 고성능감수제의 사용과 낮은 물시멘트비를 유지하고 엄정한 품질관리가 이루어지면 양호한 구조체 적용성을 보이는 것으로 나타났으며, 또한 재생골재콘크리트의 사용범위의 증진을 위한 보통골재와의 혼합사용 및 조합조건에 관한 연구가 필요할 것으로 사료된다.