

부순모래를 사용한 콘크리트의 특성에 관한 연구

Study on the Properties of Concrete Using Crushed Sand

(2006년 10월 7일 원고접수, 2006년 11월9일 심사완료 / Received October 7, 2006, Accepted November 9, 2006)

고경택^{1)*} · 류금성¹⁾ · 한천구²⁾ · 윤기원²⁾ · 이장화¹⁾

한국건설기술연구원¹⁾ · 청주대학교 건축공학과²⁾

Kyung-Taek, Koh¹⁾ · Gum-Sung, Ryu¹⁾ · Chon-Goo, Han²⁾ · Ki-Won, Yoon²⁾ · Jang-Hwa, Lee¹⁾

Structure Research Department, Korea Institute of Construction Technology¹⁾

Dept. of Architectural Engineering, Juseong Collage, Cheongwon, 363-794, Korea²⁾

Abstract

Recently, interest grew recently on the quality of aggregates following the diminution of primary resources from river and the growing construction demand which exhausted high-quality sand sources around large cities and incited the use of low grade aggregates like shore sand and sea sand that can be supplied in natural state. Especially, the environmental preservation concern and the augmentation of public grievance about the exploitation of sea sand as substitute to river sand are gradually impeding the supply. This situation aggravated by the recent interdiction to extract sea sand which resulted in sand crisis that even led once to the suspension of construction works. The lack of sea sand and river sand increased the exploitation of crushed sand which occupies now nearly 20% of the whole quantity of fine aggregates. And, the use of crushed sand may be expected to grow continuously in the future.

This paper described that the properties of crushed sand and the concrete using the crushed sand, the technologies to improve quality of crushed sand and the concrete in order to provide information for the production of high-quality concrete using crushed sand.

키워드 : 부순모래, 세척사, 콘크리트, 골재, 입경

Keywords : Crushed aggregate, Wash aggregate, Concrete, Aggregate, Sieve

1. 서론

최근 들어 잔골재 부족 현상은 이미 심각한 상황에 직면해 있으며, 향후의 수급전망도 불투명하다. 강모래의 경우, 1990년대 들면서 부존량의 감소와 건설수요의 증가로 양질의 모래가 고갈되어 품질도 점차 악화되고 있다. 또한 강모래의 대체골재로 사용해오던 바닷모래도 환경보호 의식의 강화 및 민원의 증대로 수급자체도 점차 어려워지고 있으며, 특히 최근에는 바닷모래의 채취금지로 인하여 모래의 파동으로 건설공사의 중단상태에 이르게 하는 일이 발생한 적도 있었다. 한편, 최근 암석을 깨어 제조한 부순모래의 사용량이 꾸준히 증가되어 전체 잔골재 사용량의 20%에 가깝게 사용되고 있고, 향후에도 부순모래의 사용량은 계속 증가할 것으로 판단된다. 그러나 부순모래의 생산 시 품질에 대한 인식부족 등으로 KS 기준을 만족하지

않은 부순모래가 사용되어 콘크리트의 품질이 저하되는 실정에 있다.

본 실험에서는 부순모래를 사용한 콘크리트의 품질특성을 분석하기 위하여 국내에서 사용되는 부순모래 및 이를 사용한 콘크리트의 특성을 비교 분석 하였다.

2. 부순모래 및 이를 사용한 콘크리트의 품질

2.1 시험개요

부순모래 특성이 콘크리트의 품질에 미치는 영향을 분석하기 위한 시험계획은 Table 1과 같다. 먼저 물-시멘트비(W/C) 30, 40, 50%의 3수준에 대하여, 미립분 함유율 변화는 3~10에서 4개의 수준으로 변화시켜 콘크리트의 품질에 미치는 영향을 분석하도록 하였고, 입형판정 실적률은 52, 53, 54%로 변화시켜 콘크리트의 품질에 미치는 영향을 분석하였다. 또한 각 인자의 실험은 각각 I과 II 시리즈로 구분하였는데, I시리즈는 콘크리트의 배합을 일정하

*Corresponding author

E-mail : ktgo@kict.re.kr

Table 1. Test plan

시리즈		배합 사항					시험 사항	
		W/C (%)	미립분 함유량 (%)	입형판정 실적률 (%)	목표 슬럼프 (cm)	목표 공기량 (%)	굳지않은 콘크리트	경화 콘크리트
미립분 함유량	I*	30	3, 5	53	-	-	슬럼프, 공기량	압축강도 인장강도 건조수축
	II**				18±1	5±1		
입형판정 실적률	I*	50	3	52, 53	-	-		
	II**				18±1	5±1		

* 콘크리트의 배합을 일정하게 하고, 미립분 함유율 및 입형판정 실적률을 변화시킨 것

** 목표 슬럼프 및 공기량을 발휘하도록 배합설계한 것

Table 2. Concrete mixing table by fine particle(Constant of mixing condition)

시리즈	W/C (%)	미립분 함유율 (%)	목표 슬럼프 (cm)	목표 공기량 (%)	단위 수량 (kg/m³)	S/A (%)	SP/C (%)	AE/C (%)	중량배합 (kg/m³)		
									C	S	G
I 배합 일정	30	3	-	-	179	39.0	1.25	0.035	597	581	956
	40	5			174	47.0	1.07	0.014	435	765	913
	50	10			178	52.0	1.05	0.012	356	878	853

게 하고 부순모래의 미립분 함유율과 입형판정 실적률이 콘크리트의 품질에 미치는 영향을 분석하였다. II시리즈는 목표 슬럼프 18±1cm, 공기량 5±1%를 발휘시키는 배합특성의 변화와 품질변화를 분석하였다. 시험사항으로는 슬럼프, 공기량, 압축강도, 건조수축 등에 대하여 검토하였다.

본 실험에 사용된 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트이고, 굵은골재는 부순돌이며, 고성능 감수제는 나프탈렌계, AE제는 빈줄계를 사용하였다. 부순모래의 미립분 함유율은 3, 5, 7, 10%로 변화시켜 사용하였으며, 입도분포 곡선은 Fig. 1과 같다.

부순모래의 입형판정 실적률은 동일한 업체에서 생산되는 부순모래 중 입형이 개선되지 않은 상태의 부순모래(조 크러셔로 분쇄된 직후)를 채취하여 입도분포의 영향을 제거기 위하여 체가름으로 입형이 개선된 양호한 부순모래의 입도분포와 동일하게 재혼합한 뒤 일정 비율로 재조정하여 입형의 변화를 입형판정 실적률 52, 53 및 54%로 변화시켜 사용하였다.

5.2 시험결과 및 고찰

(1) 미립분 함유율의 영향

(가) 배합이 일정한 조건

Table 3은 배합이 일정한 조건의 미립분 함유율에 따른 콘크리트의 배합표이다. Fig. 1은 W/C별 미립분 함유율에 따른 굳지않은 콘크리트의 성상 결과이다. 슬럼프는 미립분 함유율이 증가함에 따라 감소하는 것으로 나타났고, W/C별로는 W/C가 작을수록 감소하는 것으로 나타났는데, 미립분 함유율 1% 증가함에 따른 슬럼프 감소는 W/C 30, 40 및 50 % 각각 1.7, 1.2 및 0.7cm 정도가 저하하는 것으로 나타났다. 부순모래의 미립분 함유율이 증가할수록 공기량은 감소하는 것으로 나타났고, W/C가 클수록 그 감소가 큰 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합하여 보면 미립분 함유율 증가에 따른 굳지않은 상태의 대표적인 품질인 슬럼프 및 공기량은 감소하는 것으로 나타나는데, 특히 KS규격의 미립분 함유율 7% 이상의 규정과 관련하여 볼 때 이 부분 이상에서 특히 품질변화가 큼을 확인할 수 있었다.

Fig. 2는 부순모래의 미립분 함유율 변화에 따른 재령 28일에서의 압축강도이다. 미립분함유율 증가에 따른 강도는 약간 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 미립분의 공극 충전에 의해 강도가 증가한 것으로 분석된다. Fig. 3은 건조수축 변형률 측정 결과이다. 전반적인 경향으로 부순모래의 미립분 함유율이 증가할수록 약간 증가하는 것으로 나타났다.

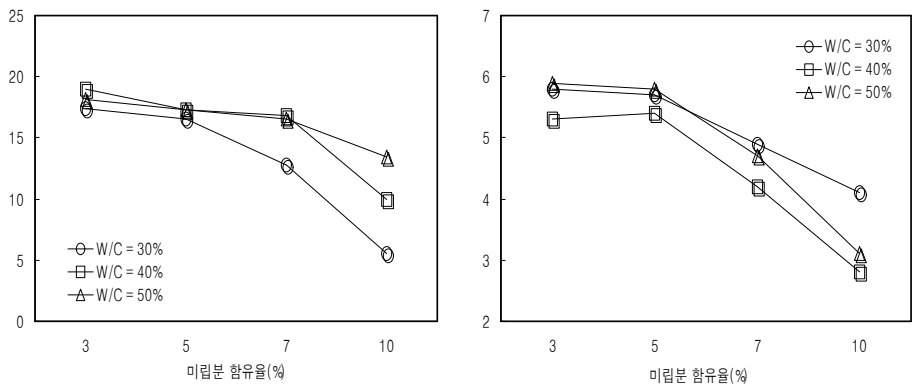


Fig. 1 Effect that fine particle inclusion rate of crushed sand gets in concrete properties that do not harden

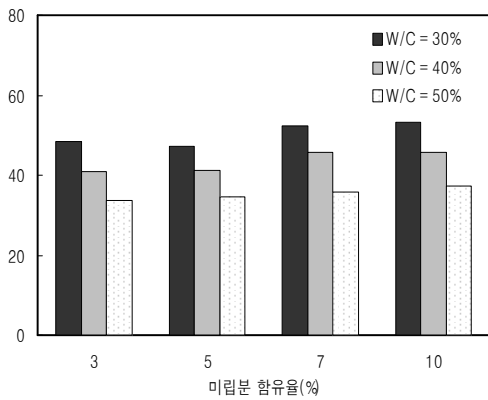


Fig. 2 Compressive strength by the fine particle inclusion rate

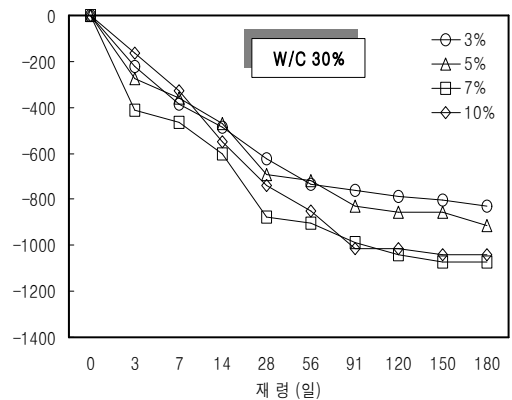


Fig. 3 Drying shrinkage by the fine particle inclusion rate

Table 3. Mixing table by fine particle content (slump, air content constant condition)

시리즈	W/C (%)	미립분 함유율 (%)	목표 슬럼프 (cm)	목표 공기량 (%)	단위 수량 (kg/m ³)	S/A (%)	SP/C (%)	AE/C (%)	중량배합 (kg/m ³)		
									C	S	G
II 품질 일정	30	3	18±1	5±1	179	39.0	1.25	0.035	597	581	956
		5			180	38.5	1.25	0.035	600	571	961
		7			182	37.5	1.25	0.035	607	553	969
		10			185	36.0	1.30	0.035	617	525	983
	40	3			174	47.0	1.07	0.014	435	765	913
		5			175	46.0	1.07	0.014	438	750	926
		7			176	45.5	1.07	0.014	440	737	934
		10			180	44.0	1.07	0.016	450	707	948
	50	3			178	52.0	1.05	0.012	356	878	835
		5			180	51.0	1.05	0.012	360	855	867
		7			180	50.0	1.05	0.012	360	840	883
		10			183	49.0	1.05	0.013	366	817	894

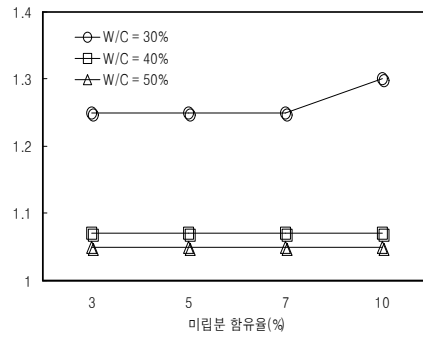
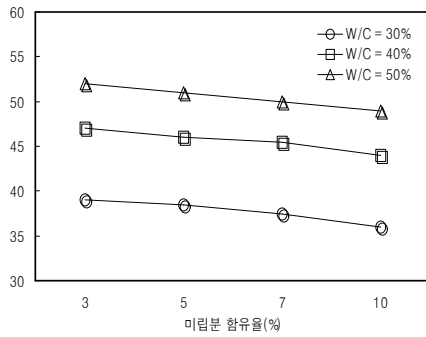


Fig. 4 Relation with the fine particle inclusion rate and sand percent of total aggregate by solid volume and superplasticizer amount used of crushed sand

(나) 슬럼프 및 공기량을 일정하게 한 조건

Fig. 4는 슬럼프 및 공기량이 일정한 경우, 부순모래의 미립분 함유율 변화에 따른 W/C별 잔골재율과 고성능 감수제 첨가율을 나타낸 것이다. 잔골재율은 W/C가 클수록 크게 조정해주어야 하는 것으로 나타났으며, 부순모래의 미립분 함유율이 증가함에 따라 점성이 증대되므로 낮추어야 하는 것으로 나타났다. 또한 목표 슬럼프 및 공기량을 발휘하기 위한 고성능 감수제 사용량은 부순모래의 미립분 함유량이 증가할수록 증가시켜야 하는 것으로 나타났고, 특히 고강도 콘크리트에서 그 경향이 현저하다.

Fig. 5는 부순모래의 미립분 함유량 변화에 따라 동일한 슬럼프 및 공기량을 발휘하는 품질일정 조건에서 콘크리트의 압축강도 결과이다. 미립분 함유율이 증가함에 따라 압축강도는 약간 증가하는 것으로 나타났으며, 이것은 미립분이 콘크리트 중의 내부 공극에 충전됨에 따라 강도가 증진된 것으로 분석된다.

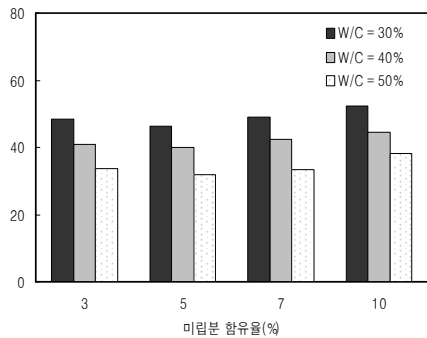


Fig. 5 Compressive strength by the fine particle inclusion rate

Fig. 6은 부순모래의 미립분 함유량 변화에 따라 동일한 슬럼프 및 공기량을 발휘하는 품질일정 조건에서 콘크리트의 건조수축 결과이다. 전반적인 경향으로 양상은 노출재형 28일까지는 급격히 감소하다가 그 이후에는 완만히 감소하는 것으로 나타났으며, 미립분 함유율이 증가할수록 건조수축이 약간 증가하였다.

리트의 건조수축 결과이다. 전반적인 경향으로 양상은 노출재형 28일까지는 급격히 감소하다가 그 이후에는 완만히 감소하는 것으로 나타났으며, 미립분 함유율이 증가할수록 건조수축이 약간 증가하였다.

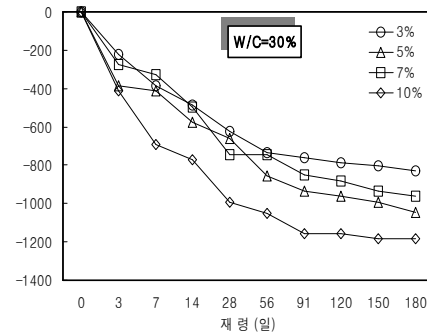


Fig. 6 Drying shrinkage by the fine particle inclusion rate

(2) 미립분 함유율의 영향

(가) 배합이 일정한 조건

부순모래의 입형판정 실적률 변화에 따른 콘크리트의 배합은 Table 4와 같다. Fig. 7은 W/C별 입형판정 실적률 변화에 따른 굳지않은 콘크리트의 성상 결과이다. 슬럼프는 입형판정 실적률이 증가함에 따라 커지는 것으로 나타났는데, W/C별로는 W/C가 작을수록 크게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 입형판정 실적률이 클수록 둥근 형상의 입자로 되어 콘크리트 내부의 마찰이 감소하여 슬럼프가 증가한 것으로 입형판정 실적률 1% 증가에 따른 슬럼프 증가는 W/C 30, 40 및 50%에서 각각 6cm, 3cm 및 2cm 정도로 나타났다. 또한 입형판정 실적률은 KS규격에 53% 이상으로 규정하여 콘크리트의 품질저하를 방지하도록 하

Table 4. Concrete mixing table (harmony schedule condition) by solid volume percentage for shape determination

시리즈	W/C (%)	미립분 함유율 (%)	목표 슬럼프 (cm)	목표 공기량 (%)	단위수량 (kg/m ³)	S/A (%)	SP/C (%)	AE/C (%)	중량배합 (kg/m ³)		
									C	S	G
I 배합 일정	30	52	-	-	179	39.0	1.25	0.035	597	581	956
	40	53			174	47.0	1.07	0.014	435	765	913
	50	54			178	52.0	1.05	0.012	356	878	853

고 있는데, 본 연구의 경우는 고강도에서 입형판정 실적을 53-54%의 범위에서 슬럼프 차이가 큰 것으로 나타났으므로 고강도 범위인 작은 W/C일수록 입형판정 실적률의 중요성이 매우 큼을 알 수 있었다. 입형판정 실적률 변화에 따른 공기량은 입형판정 실적률이 증가할수록 약간의 증가하는 것으로 분석되었다.

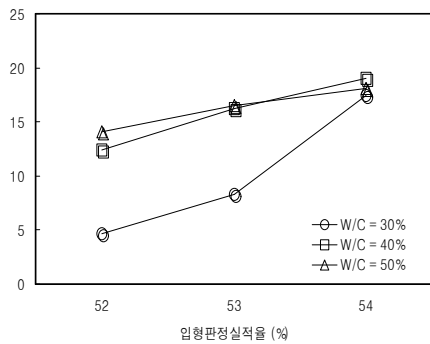


Fig. 7 Concrete shape that do not harden by solid volume percentage for shape determination of absolute volume of crushed sand

Fig. 8은 입형판정 실적률 변화에 따른 콘크리트의 압축강도 결과이다. 부순모래의 입형판정 실적률이 증가할수록 강도는 약간 증가하는 경향이 있으나, 그 차이는 크지 않다. 따라서 본 연구조건 범위에서는 부순모래의 입형

판정 실적률이 강도에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다. Fig. 9는 부순모래의 입형판정 실적률 변화에 따른 콘크리트의 건조수축 시험결과이다. 입형판정 실적률이 작을수록 건조수축이 증가하는 것으로 나타났다.

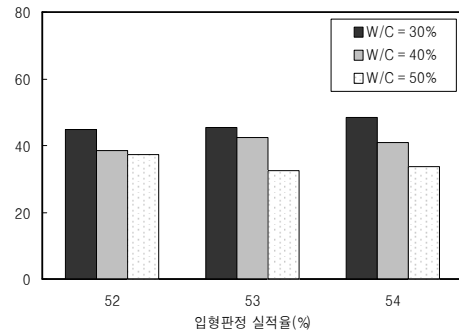


Fig. 8 Compressive strength by solid volume percentage for shape determination

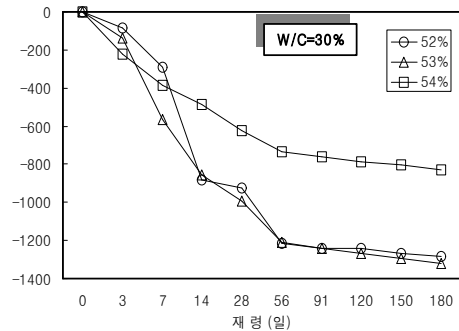


Fig. 9 Drying shrinkage by the fine particle inclusion rate

(나) 슬럼프 및 공기량을 일정하게 한 조건

Table 5는 입형판정 실적률이 변화할 경우 일정한 슬럼프 및 공기량을 발휘하기 위한 콘크리트의 배합표이다. Fig. 10은 슬럼프 및 공기량의 품질이 일정한 조건에서

Table 5. Mixing table by solid volume percentage for shape determination(slump, air content ic constant)

시리즈	W/C (%)	미립분 함유율 (%)	목표 슬럼프 (cm)	목표 공기량 (%)	단위 수량 (kg/m ³)	S/A (%)	SP/C (%)	AE/C (%)	중량배합 (kg/m ³)			
									C	S	G	
II 배합 일정	30	52	18±1	5±1	183	39.0	1.3	0.035	610	571	945	
					181	39.0	1.27	0.035	603	576	950	
					179	39.0	1.25	0.035	597	581	959	
	40				53	184	47.0	1.10	0.014	460	745	888
						178	47.0	1.07	0.014	445	758	902
						174	47.0	1.07	0.014	435	765	913
	50	54	184	52.0	1.05	0.012	368	863	842			
			179	52.0	1.05	0.012	358	876	851			
			178	52.0	1.05	0.012	356	878	835			

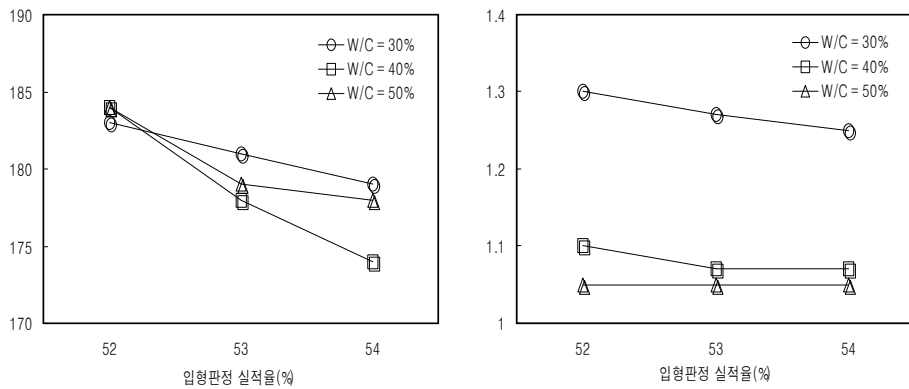


Fig. 10 Relation with solid volume percentage for shape determination of absolute volume and the unit amount and superplasticizer amount used

입형판정 실적률 변화에 따른 단위수량, 고성능 감수제 사용량을 나타낸 것이다. 동일한 반죽질기를 발휘하기 위한 단위수량은 부순모래의 입형판정 실적률이 작을수록 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 모나고 편편한 입형의 영향으로 콘크리트 중의 내부 마찰저항이 증대되어 유동성이 감소하므로 일정한 유동성을 발휘하기 위해서는 단위수량을 증가시켜야 하는 것으로 분석되었다. 또한, 목표 슬럼프 및 공기량을 발휘하기 위한 고성능 감수제 사용량은 입형판정 실적률이 작아짐에 따라 유동성이 감소하므로 약간 증가시켜 주어야 하는 것으로 나타났다.

Fig. 11은 부순모래의 입형판정 실적률에 따른 콘크리트의 압축강도 결과이다. 전반적인 입형판정 실적률이 증가할수록 콘크리트의 압축강도는 증가하는 경향을 하고 있으나, 그 차이는 크지 않은 것으로 분석되었다. Fig. 12는

부순모래의 입형판정 실적률에 따른 콘크리트의 건조수축

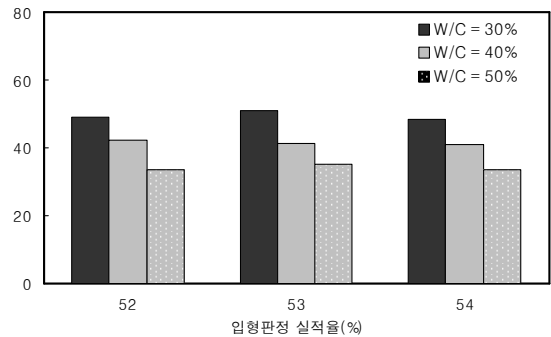


Fig. 11 Compressive strength by solid volume percentage for shape determination

측정 결과이다. 전반적으로 노출재령이 경과함에 따라 건조수축은 증가하는 것으로 나타났는데, 노출재령 28일까지 급격히 증가하다가 그 이후에는 완만히 증가하는 것으로 나타났다. 부순모래의 입형판정 실적률 변화에 따른 건조수축 변형률은 입형판정 실적률이 작을수록 약간 커지는 것으로 나타났는데, 이는 슬럼프 및 공기량을 일정하게 하기 위한 단위수량, 잔골재율 등 배합의 변화에 기인한 결과로 분석되었다.

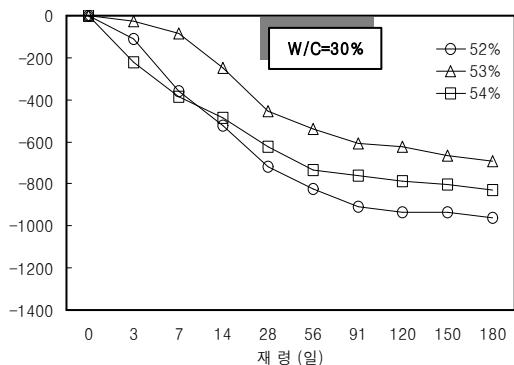


Fig. 12 Drying shrinkage by the fine particle inclusion rate

Table 6은 부순모래의 품질이 콘크리트의 특성에 미치는 영향을 종합적으로 분석한 결과이다. 현재 KS F 2527의 기준인 0.08mm 체 통과량 7%와 입형 판정 실적률 53%에서는 콘크리트의 시공성과 공기 연행성 및 내구성 등에서 문제가 있는 것으로 분석이 되었고, 콘크리트의 품질을 향상시키기 위해 부순모래의 0.08mm 체 통과량은 현행 7%에서 5%으로, 입형 판정 실적률은 53%에서 55%으로 조절해야 할 것으로 분석되었다.

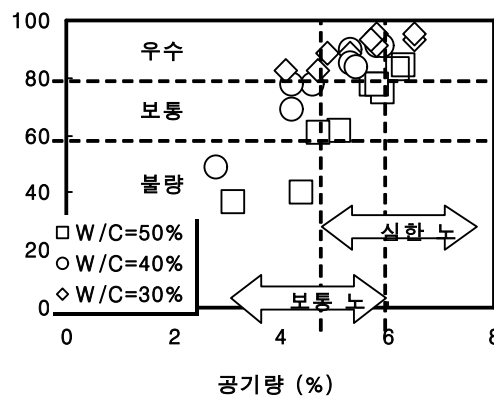


Fig. 13 Relation with air content and freezing and thawing resistivity

Table 6. Effect that crushed sand quality gets in concrete special quality

항목		시공성			공기연행성			강도			건조수축			내구성		
		50%	40%	30%	50%	40%	30%	50%	40%	30%	50%	40%	30%	50%	40%	30%
0.08mm체 통과량	10%	X	X	X	X	X	X	O	O	O	X	X	X	X	X	△
	7%	X	X	X	X	X	X	O	O	O	△	△	△	X	△	O
	5%	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	3%	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
입형 판정 실적률	52%	X	X	X	X	X	X	△	△	△	X	X	X	X	X	△
	53%	△	△	X	X	X	X	O	O	O	△	△	△	X	△	O
	54%	△	△	△	△	△	△	O	O	O	△	△	△	△	O	O
	55%	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	56%	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Table 7. Recommendation of air content in crushed sand concrete(Gmax=25mm)

현행 공기량		부순모래 콘크리트			
심한 노출 ¹⁾	보통 노출 ²⁾	심한 노출 ¹⁾		보통 노출 ²⁾	
		W/C40 이하	W/C50 이상	W/C40 이하	W/C50 이상
6.0±1.5%	4.5±1.5%	5.5±1.0% (4.5% 이상)	7%±1.0% (6.0% 이상)	4.5±1.0% (3.5% 이상)	5.5±1.0% (4.5% 이상)

1) 동절기에 수분과 지속적인 접촉이 이루어져 결빙이 되거나, 또는 제빙화학제가 사용되는 경우
2) 동절기에 가끔 수분과 접촉하여 결빙되지만, 제빙화학제를 사용하지 않은 경우

Fig. 13은 부순모래를 사용한 콘크리트의 공기량과 동결융해 저항성과의 관계를 W/C별로 정리한 결과이다. 콘크리트 표준시방서에 의하면 굵은골재 최대치수가 25mm에서 동결융해를 고려할 경우 공기량의 표준값은 심한 노출인 경우에 $6.0 \pm 1.5\%$, 보통 노출인 경우에 $4.5 \pm 1.5\%$ 를 제시하고 있다. 그러나 부순모래를 사용한 콘크리트에서는 W/C에 따라 이런 공기량의 표준값으로도 동결융해 저항성을 확보하지 못하는 경우가 발생하고 있다. Table 7은 부순모래를 사용한 콘크리트에서 동결융해 저항성을 확보할 수 있는 공기량을 W/C별로 정리한 결과이다. 부순모래를 사용한 콘크리트는 W/C에 따라 다르지만, 현행 콘크리트 표준 시방서에 제시된 공기량보다 0.5~1% 정도 더 연행하여야 충분한 동결융해 저항성을 확보할 수 있을 것으로 분석되었다.

6. 부순모래의 기준 재정립

현재 부순모래에 대한 기준은 KS F 2527[콘크리트용 부순골재]에 규정되어 있으나, 본고에서 지적한 바와 같이 현행 KS 기준으로 부순모래를 사용한 콘크리트는 만족할 만한 품질을 확보할 수 없음을 지적하였다. 그리고 현재 부순모래는 단독으로 사용하는 경우보다 강모래 또는 바닷모래 등의 천연모래와 혼합하여 사용한 경우가 많다고 설문조사에 의해 조사되었다. 이상과 상황을 고려하여 현행 KS F 2527의 부순모래에 대한 규정을 Table 8과 같이 용도에 따라 부순모래를 부순 잔골재를 100%로 사용할 수 있는 것(1급)과 천연 잔골재와 혼합한 혼합 잔골재로 사용할 수 있는 것(2급)으로 구분하여 정의하였다. 그리고 1급의 품질기준에서 0.08mm 체 통과량은 현행 7%에서 5%로, 입자 모양 판정 실적률은 현행 53%에서 55%로 조절하였

Table 8. KS F 2527 Main revision (inside)

주요 내용	현행 KS F 2527		개정(안)			비 고
용도에 따른 분류	규정 없음		표 2 용도에 따른 분류			용도별 부순 잔골재 등급기준 분류
			종류	비 고		
			1급	부순 잔골재를 100%로 사용할 수 있는 것		
			2급	천연 잔골재와 혼합한 혼합 잔골재로 사용할 수 있는 것		
물리적 성질	표 3 품질		표 4 품질			부순 잔골재의 0.08mm 체 통과량 규정값 변경
	시험항목	부순 잔골재	품질항목	부순 잔골재		
				1급	2급	
				절대 건조 밀도 g/cm^3	2.50 이상	
흡수율 %	3.0 이하	흡수율 %	3.0 이하	3.0 이하		
안정성(%)	10 이하	안정성(%)	10 이하	10 이하		
0.08mm 체 통과량 %	7.0 이하	0.08mm 체 통과량 %	5.0 이하	7.0 이하		
입형	5.5.2 부순 잔골재는 6.7에 따라 시험을 하여 그 값이 53% 이상이어야 한다.		5.5.2 부순 잔골재는 6.7에 따라 시험을 하여 그 값이 1급은 55% 이상, 2급은 53% 이상이어야 한다.			부순 잔골재의 입형판정실적률 기준을 등급별로 규정
입도	5.3.1 부순 잔골재의 6.6에 따라 시험을 시험하여야 하며, 표 4의 범위로 한다.		5.3.2 부순 잔골재 입도는 6.6에 따라 시험하여야 하며, 부순 잔골재 1급은 표 5의 범위로 하고, 부순 잔골재 2급은 특별히 규정하지 않으나, 천연 잔골재와 혼합한 된 경우에는 KS F 2526(콘크리트용 골재)의 잔골재 입도 규정을 따른다.			부순 잔골재의 입도 기준을 등급별로 규정하였음
조립률 변동 허용 범위	5.3.2 부순 잔골재의 조립률 변동 허용 범위는 생산자가 정한 조립률에 대하여 ± 0.15 로 한다.		5.3.2 부순 잔골재의 조립률 변동 허용 범위는 생산자가 정한 조립률에 대하여 ± 0.20 으로 한다.			콘크리트표준시방서의 골재 조립률 규정으로 통일
기타	인용규격 : 폐지된 KS 규격 삭제->대체된 KS 규격으로 변경 시험 성적서의 표준양식 : 부순 잔골재 용도 분류에 따른 시험 성적서 표준양식 분류					

으며, 2급의 품질기준은 현행 기준을 따르도록 하였다.

또한 현행 콘크리트용 골재 기준인 KS F 2526의 적용 범위인 “부순 골재, 고로 슬래그 골재, 경량 골재를 제외한 콘크리트용 굵은골재 및 잔골재에 대하여 규정한다.”를 “강, 바다, 육지 및 산에서 산출되는 콘크리트용 굵은 골재 및 잔골재에 대하여 규정한다.”로 변경하여 KS F 2527에서 부순골재와 천연 잔골재의 혼합한 혼합 잔골재를 규정할 필요가 있다.

7. 결 론

본고에서는 부순모래를 사용한 콘크리트의 품질향상에 정보를 제공할 목적으로 국내에서 사용되는 부순모래 및 이를 사용한 콘크리트의 특성, 부순모래 및 이를 사용한 콘크리트의 품질 향상 기술, 부순모래의 기준 재정의 필요성에 대해 기술하였다. 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 국내에서 레미콘업체의 55% 정도가 부순모래를 사용하고, 자연사와 30~40% 정도로 혼합하여 사용하는 경우가 많으며, 혼합모래의 품질관리 규격은 레미콘 업체마다 적용하는 기준이 상당히 다르게 나타나 이에 대한 품질기준 마련이 시급한 것으로 분석되었다.

(2) 국내에서 생산되는 부순모래는 골재로써의 고유성질인 밀도, 흡수율 등 물리적 성질은 대부분 만족하고, 생산방식에 따라 변할 수 있는 입자모양 판정 실적률, 입도 분포, 0.08mm 체 통과량 등은 일부가 불합격하는 것으로 나타나 생산방식 등을 개선시켜 부순모래의 품질을 고급화시킬 필요가 있는 것으로 분석되었다.

(3) 부순모래는 KS규격을 만족하더라도 강모래 및 바닷모래와 같은 자연사에 비해 시공성, 블리딩, 내구성 등이 저하되며, 특히 입도와 입형이 불량한 부순모래를 사용할 경우에는 콘크리트의 품질이 더욱 저하되는 것으로 나타났다. 따라서 부순모래의 사용량이 증가하는 현실을 고려한다면 부순모래를 사용한 콘크리트의 고품질화 기술 개발 및 이에 대한 기준 등을 재검토할 필요가 있는 것으로 판단된다.

(4) 현재 KS F 2527의 기준인 0.08mm 체 통과량 7%와 입형 판정 실적률 53%에서 시공성과 공기 연행성 및 내구성 등에서 문제가 있는 것으로 분석이 되었고, 부순모래를

사용한 콘크리트의 품질을 향상시키기 위해 부순모래의 0.08mm 체 통과량은 현행 7%에서 5%으로, 입형 판정 실적률은 53%에서 55%으로 상향 조절해야 할 것으로 분석되었다. 또한, 부순모래를 사용한 콘크리트는 현행 콘크리트 표준 시방서에 제시된 공기량으로 충분한 동결융해 저항성을 확보할 수 없는 경우도 발생하나, 현행 콘크리트 표준 시방서에 제시된 공기량보다 0.5~1% 정도 더 연행한다면 충분한 동결융해 저항성을 확보할 수 있을 것으로 분석되었다. 그리고 부순모래를 천연 잔골재와 50% 이하 범위에서 혼합하여 사용할 경우, 콘크리트의 고품질화를 도모할 수 있을 것으로 분석되었다.

(5) KS F 2527 기준으로 부순모래를 사용한 콘크리트는 만족할 만한 품질을 확보할 수 없고, 현재 부순모래는 단독으로 사용하는 경우보다 강모래 또는 바닷모래 등의 천연모래와 혼합하여 사용한 경우가 많은 상황을 고려하여 현행 KS F 2527의 부순모래에 대한 규정을 용도에 따라 부순모래를 부순 잔골재를 100%로 사용할 수 있는 것(1급)과 천연 잔골재와 혼합한 혼합 잔골재로 사용할 수 있는 것(2급)으로 구분하여 개정할 필요가 있는 것으로 분석되었다. 개정(안)에서 1급의 품질기준에서 0.08mm 체 통과량은 현행 7%에서 5%로, 입자 모양 판정 실적률은 현행 53%에서 55%로 조절하였으며, 2급의 품질기준은 현행 기준을 따르도록 하였다.

향후 골재를 안정적으로 공급하기 위해서는 부순모래뿐만 아니라 산업부산물 골재(고로슬래그골재, 동슬래그골재, 연슬래그골재), 석분 및 폐기물 골재(재생골재, 광산폐석골재) 등 단독 또는 이들의 혼합된 혼합골재에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, 한국콘크리트학회, “대체골재를 사용한 콘크리트의 고품질화 기술 개발”, 건설교통부, 한국건설교통기술평가원, 2003 건설기술기반구축사업 최종보고서, 2005. 8.
2. 건설교통부, “골재수급기본계획(2004~2008)”, 한국레미콘공업협회지 제77호, 2003. 10.
3. KS F 2526 콘크리트용 골재, 2002.
4. KS F 2527 콘크리트용 부순 골재, 2002.
5. KS F 4009 레디 믹스트 콘크리트, 2003.
6. 콘크리트 표준 시방서, 한국콘크리트학회, 2003.

7. 대한주택공사, “콘크리트용 부순모래의 실용화 방안 연구”, 1996.
8. 한국콘크리트학회, “부순모래 및 부순모래 콘크리트”, 기문당, 1998.
9. 한국건설산업연구원, “지역별 골재 소비 구조 분석 및 수급 안정 방안, 건설산업동향”, 2003. 7.
10. 최민수, “골재 자원의 수급안정을 위한 정책 방안 - 규제의 합리화 및 환경 친화적 개발 방안의 모색-”, 한국건설산업연구원, 2003, 4.
11. 銀木燈江, “콘크리트용骨材의國際規格動向, JISとIOS/ENの試驗方法の比較と現狀, 콘크리트工學, Vol. 37, No. 10, 1999.
12. 竹下治之, 市川榮徳, 松原三良, 吉田幸峯, “粒形粒度の優れた新しい콘크리트용碎石·碎砂の製造法の開發”, 콘크리트工學論文集, Vol. 14, No. 3, 2003. 9.
13. Le Quang Nhut, 取違剛, 三宅埜一, 松下博通, “細骨材の粒度が流動性·強度に及ぼす影響”, 콘크리트工學年次論文集, Vol. 27, No. 1, 2005.
14. Abdulrahman M. Alhozaimy, “Correlation Between Materials Finer Than No. 200 Sieve and Sand Equivalent Tests for Natural and Crushed Stone Sands”, Cement, Concrete, and Aggregates, Vol. 20, No. 2, 1998.
15. Ahmed, A. E. and El-kour, A. A., “Properties of concrete incorporating natural and crushed stone very fine sand”, ACI Materials Journal, Proceedings Vol. 86, No. 4, 1989.