

미립분의 혼입율 변화에 따른 인터로킹 블록의 특성

Properties of Inter-Locking Block with the Contents of the Fine Particles

이 상 태^{*} 김 기 철^{**} 신 병 철^{***} 이 동 남^{****} 한 천 구^{*****}
Lee, Sang Tae Kim, Gi Cheol Shin, Byung Chuel Lee, Dong Nam Han, Cheon Goo

ABSTRACT

The objective of this study is to investigate the properties of fine particles in the process of producing crushed fine aggregates under various fine particle contents. According to the test results, when fine particles are added as substitution of aggregates by about 10%, it shows that the qualities of interlocking block such as compressive strength, flexural strength and absorption ratio are improved. The application of fine particles provide various advantages in the sides of recycling of materials.

1. 서 론

부순잔골재 생산시에는 골재 파쇄시 부산물로서 다량의 미립분이 배출되고 있는데, 실무현장에서는 이러한 미립분의 일부를 매립용 등에 제한적으로 사용하고 있을 뿐, 대부분은 특별한 활용처가 없어 버려지고 있는 실정이다.

따라서 부순골재 제조시 발생하는 미립분의 활용방안으로 콘크리트 2차 제품 중, 보차도용 포장에 널리 사용되고 있는 인터로킹 블록 제조에 사용하는 것을 검토하고자 한다. 즉, 인터로킹 블록은 빈배합 된비빔 조건에서 진동 및 가압의 방법으로 제작되기 때문에 배합변화에 따른 골재의 입도분포는 제품의 품질에 대단히 중요한 사항으로서, 미립분을 골재에 대체하여 혼입할 경우는 최밀 충전조건이 변화게 되어, 기존 제품의 품질을 보다 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

그러므로 본 연구에서는 인터로킹 블록의 배합사항으로 골재 종류와 모르타르 배합비 및 미립분 혼입율 등을 변화시켜 제작한 공시체의 제반특성을 비교분석함으로써, 부순골재 미립분의 효율적인 활용 방안 및 인터로킹 블록의 품질향상에 한 참고자료로 제시하고자 한다.

* 정회원, 청주대 산업대학원 건설공학과, 석사과정 수료 **** 정회원, 광산기공(주), 고문
** 정회원, 청주대 산업과학연구소 연구원, 공학박사 ***** 정회원, 청주대 건축공학과 교수, 공학박사
*** 정회원, 중부대 환경조경학과 전임강사, 공학박사

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획 및 배합사항은 표 1과 같다. 먼저, 골재 종류는 부순모래 100% 및 부순모래와 강모래를 50:50으로 혼합한 2개 수준으로 하고, 모르타르 배합비(C:S)는 1:4와 1:6의 2개 수준으로 하며, 물시멘트비는 각 모르타르 배합의 반죽질기에 적당한 45% 및 55%로 계획한다. 또한, 미립분 혼입율은 모르타르 배합비 1:4의 경우는 0, 5, 10, 15, 20 및 30%로 계획하고, 모르타르 배합비 1:6의 경우는 0, 5, 10, 15%로 계획한다.

실험사항으로 단위용적중량은 굳지않은 콘크리트에서 측정하고, 휨강도와 압축강도는 7 및 28일 재령에서, 흡수율은 28일 재령에서 측정한다.

2.2 사용재료

본 연구의 사용재료로 시멘트는 국내산 1종 보통포틀랜드 시멘트를 사용하며, 물리적 성질은 표 2와 같다. 골재로써 부순모래는 경기도 화성군산울, 강모래는 충북 현도산으로써 KS에서 규정하고 있는 13mm 이하를 사용하며, 물리적 성질은 표 3과 같다. 또한, 미립분(비중:2.63, 분말도:2,200 cm^2/g)은 화강암 부순골재를 생산할 때 발생하는 것을 사용하는데, 그 화학적 성질은 표 4와 같다.

2.3 실험방법

모르타르의 혼합은 KS L 5109의 방법에 의하여 실시하고, 공시체(208×68×70mm)는 비빔 완료후 일정량의 모르타르를 주문 제작한 성형몰드에 넣고 7초 동안 진동기로 다진 후 100 kgf/cm^2 의 하중으로 가압하여 제작을 완료한다. 양생은 20±3℃인 수중양생 조건으로 한다.

실험사항으로 단위용적중량은 KS F 2409, 휨강도 및 압축강도 시험은 ASTM C 349, 흡수율은 KS F 4419의 시험방법으로 실시한다.

표 1. 실험계획 및 배합사항

골재 종류	배합비 (C:S)	W/C (%)	미립분 혼입율 (%)	단위 수량 (kg/m^3)	절대용적배합 (ℓ/m^3)			
					시멘트	부순 모래	강모래	미립분
부순모래 100%	1:4	45	0	174	123	604	0	0
			5	174	123	574	0	29
			10	174	123	544	0	59
			15	174	123	514	0	88
			20	174	123	485	0	118
	1:6	55	0	204	118	579	0	0
			5	204	118	550	0	28
			10	204	118	522	0	56
			15	204	118	493	0	85
			20	204	118	464	0	114
부순모래 (50%) : 강모래 (50%)	1:4	45	0	174	123	302	301	0
			5	174	123	287	286	29
			10	174	123	272	271	59
			15	174	123	257	256	88
			20	174	123	243	242	118
	1:6	55	0	204	118	290	289	0
			5	204	118	275	274	28
			10	204	118	261	260	56
			15	204	118	247	246	85
			20	204	118	233	232	114

※ 공기량은 기보고된 연구논문¹⁾을 참조하여 미립분을 혼입하지 않은 조건의 배합을 10%로 하여 전 배합에 적용하였음

표 2. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm^2/g)	안정도 (%)	용결시간(분)		압축 강도(kgf/cm^2)		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,564	0.06	241	460	226	303	396

표 3. 골재의 물리적 성질

골재 종류	비중	조립율 (F.M)	공극율 (%)	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m^3)	입형관정율 (%)	No.200체 통과량 (%)
부순모래	2.56	3.73	33.8	2.5	1694	56.5	3.1
강모래	2.57	2.67	36.5	1.6	1630	58.7	1.2

표 4. 미립분의 화학적 성질

성분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaC	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	S	Ig.loss
함량 (%)	65.12	16.61	3.59	2.59	1.30	3.70	3.12	0.10	0.03	3.66

3. 실험결과 및 분석

3.1 단위용적중량 특성

그림 1은 미립분 혼입을 변화에 따른 단위용적중량을 골재 종류와 모르타르 배합비별로 나타낸 것이다.

전반적으로 미립분 혼입율이 증가할수록 단위용적중량은 감소하는 것으로 나타났는데, 각 배합에서 미립분을 혼입하지 않은 경우에 비해 미립분을 10% 혼입한 경우에서의 단위용적중량은 100~300kg/m³ 정도 감소하는 것을 알 수 있었다.

골재 종류별 단위용적중량은 부순모래를 100% 사용한 경우가 부순모래와 강모래를 50:50으로 사용한 경우보다 약 200~300kg/m³ 크게 나타났고, 모르타르 배합비별로는 1:4의 경우가 1:6의 경우보다 약 100~300kg/m³ 크게 나타났다.

3.2 강도 특성

그림 2 및 3은 미립분 혼입을 변화에 따른 휨강도와 압축강도를 나타낸 것으로, 미립분 혼입율이 증가할수록 일정범위까지는 강도가 증가하다가 그 이후로는 감소하는 경향으로 나타났다. 즉, 미립분 혼

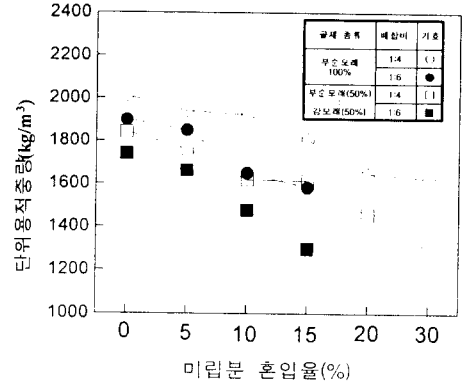


그림 1. 미립분 혼입율 변화에 따른 단위용적중량

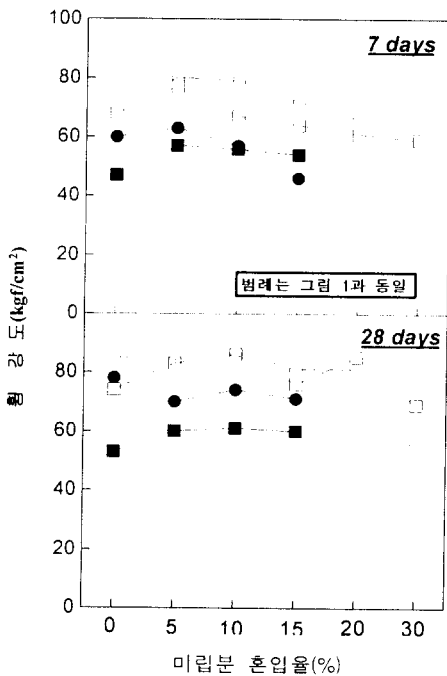


그림 2. 미립분 혼입율 변화에 따른 휨강도

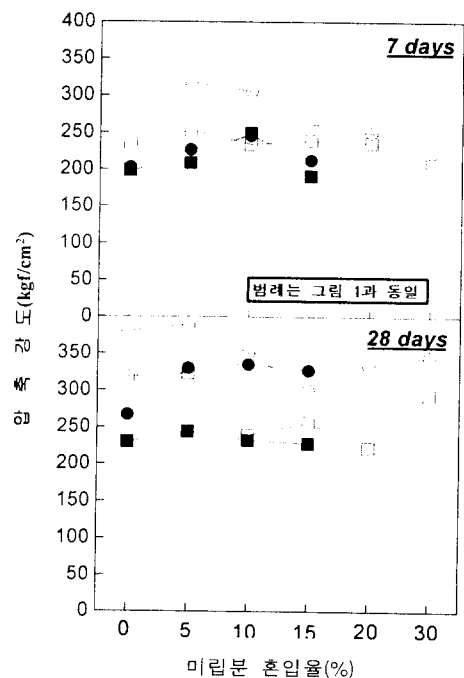


그림 3. 미립분 혼입율 변화에 따른 압축강도

입을 10%까지는 전반적으로 증가하다가 15%에서는 미립분을 혼입하지 않은 경우와 유사한 강도치를 나타내었는데, KS F 4419에서의 휨강도 규정치(보·차도용으로 구분하여 각각 50 및 60kgf/cm² 이상)와 비교할 때 미립분 혼입을 15%까지는 현행규정을 만족하는 것으로 나타났다.

골재 종류별 28일 재령에서의 휨강도 및 압축강도(미립분 혼입율 0~15% 범위)는 부순모래를 100% 사용한 경우가 부순모래와 강모래를 50:50으로 사용한 경우보다 각각 약 0~30kgf/cm² 및 50~100kgf/cm² 크게 나타났고, 모르타르 배합비별로는 1:4의 경우가 1:6의 경우보다 각각 약 5~30kgf/cm² 및 10~120kgf/cm² 크게 나타났다.

3.3 흡수 특성

그림 4는 미립분 혼입을 변화에 따른 흡수율을 나타낸 것인데, 미립분 혼입율이 증가할수록 흡수율은 커지는 것으로 나타났다. 한편 현행 KS F 4419의 흡수율 규정은 7% 이하로 명시되어 있어, 미립분 혼입율 15%까지는 현행 규정을 만족하고 있는 것을 알 수 있었다.

골재 종류별 흡수율은 부순모래를 100% 사용한 경우가 부순모래와 강모래를 50:50으로 사용한 경우보다 약 1~2% 작게 나타났고, 모르타르 배합비별로는 1:6의 경우가 1:4의 경우보다 약 0.5~1.5% 크게 나타났다.

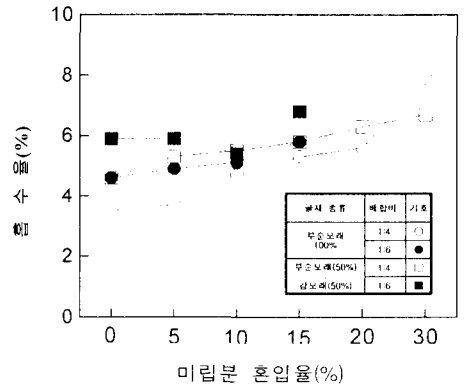


그림 4. 미립분 혼입율 변화에 따른 흡수율

4. 결 론

부순골재 생산시 발생하는 미립분을 인터로킹 블록 제조에 활용하고자, 골재 종류와 모르타르 배합비 및 미립분 혼입율을 변화시켜 제반특성을 비교분석한 결과는 다음과 같이 요약된다.

- 1) 미립분 혼입율이 증가할수록 단위용적중량은 감소하는 것으로 나타났는데, 미립분을 혼입하지 않은 경우에 비해 미립분을 10% 혼입한 경우의 단위용적중량은 100~300kg/m³ 정도 감소한 것을 알 수 있었다.
- 2) 휨강도와 압축강도는 전반적으로 미립분 혼입을 10%까지는 증가하다가 15%에서는 미립분을 혼입하지 않은 것과 유사한 강도치를 나타내었고, KS F 4419에서의 휨강도 규정치(보·차도용으로 구분하여 각각 50 및 60kgf/cm² 이상)와 비교할 때 미립분 혼입율 15%까지는 현행규정을 만족함을 알 수 있었다.
- 3) 흡수율은 미립분 혼입율이 증가할수록 커지는 것으로 나타났는데, 미립분 혼입율 15%까지는 현행 KS F 4419 규정(7% 이하)을 만족하는 것으로 나타났다.
- 4) 종합적으로 인터로킹 블록 제조에 있어 부순골재 생산시 발생하는 미립분을 골재에 대체하여 10% 정도 혼입할 경우는 기존의 것보다 향상된 품질의 제품이 생산될 것으로 사료되고, 폐자원의 활용면에서도 유용성이 클 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 이상태, 이대주, 신병철, 김진선, 권상준, 한천구 : 고로슬래그 시멘트를 사용한 인터로킹 블록의 특성에 관한 연구, 한국 콘크리트학회 학술발표논문집, 제 9권 2호, 1997, pp.203-206.