

# 인터로킹 블록의 품질에 미치는 물시멘트비와 화학혼화제의 영향

## Influences of Water to Cement Ratio and Chemical Admixtures on the Quality of Inter-Locking Block

이 상 태\*      김 기 철\*\*      신 병 철\*\*\*      김 진 선\*\*\*\*      한 천 구\*\*\*\*\*

Lee, Sang Tae    Kim, Gi Cheol    Shin, Byung Chuel    Kim, Jin Seon    Han, Cheon Goo

### ABSTRACT

KS F 4419, which is dealt with the Inter-Locking block, states that water to cement ratio for manufacturing inter-locking block should be less than 25% and in KS F 4419, the use of admixture is shown to be reluctant to recommend. In this paper, reinvestigation of some regulations in KS F 4419 are carried out. According to the experimental results, as W/C increases, flexural strength and compressive strength are tended to decrease, whereas they increase within certain range, Flexural strength and compressive strength have higher values in 1:2(W/C=35%), 1:4(W/C=45%) and 1:6(W/C=55%) of mix proportions. Moreover they have rather higher values with the containment of high range AE water-reducing agent. The absorption ratios decrease with the increase of W/C and the containment of high range AE water-reducing agent. Therefore, the regulations on the W/C and admixture in KS F 4419 require revision.

### 1. 서 론

인터로킹 블록은 제품특성상 반죽질기가 된비빔 상태이고, 진동 및 가압의 방법으로 제작하고 있어 재료의 반죽질기 및 물시멘트비 등은 제품의 품질에 큰 영향을 미칠 수 있다.

그러나 KS F 4419에는 「물시멘트비는 25% 이하이어야 한다」로 규정하고 있고, 혼화제에 관해서는 「혼화재료는 AE제, 기타의 혼화재료를 사용할 경우에는 제품에 해로운 영향을 미치지 않는 것이어야 한다」로 규정하여 사용을 권장하지 않는 듯한 문구로 명시되어 있는데, 이러한 배합조건에서 양질의 제품을 생산할 수 있을지는 의문시 되고 있다.

그러므로 본 연구에서는 실험용 인터로킹 블록 공시체의 물시멘트비와 모르타르 배합비 및 고성능 AE감수제 첨가율을 변화시켜 휨강도, 압축강도 및 흡수율 시험을 실시하여 그 결과를 비교·분석함으로써 인터로킹 블록의 물시멘트비에 대한 규정을 재검토하고 혼화제의 사용여부에 따른 품질의 차이를 구명하여 실무 인터로킹 블록 제품 제조 품질관리에 한 참고자료로 제시하고자 한다.

\* 정회원, 청주대 건설공학과, 석사과정

\*\* 정회원, 청주대 건축공학과, 박사과정

\*\*\* 정회원, 중부대 환경조경학과 전임강사, 공학박사

\*\*\*\* 청주대 조정학과 부교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 정회원, 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획 및 배합사항은 표 1과 같다. 먼저, 모르터 배합비(C:S)는 1:2, 1:4, 1:6의 3개 수준으로 하고, 물시멘트비는 각 모르터 배합비에 15~65%의 범위에서 10% 간격으로 6개 수준으로 변화시켜 계획한다. 또한, 고성능 AE감수제는 0 및 2%의 2개 수준으로 실험계획한다.

실험사항으로 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 잔골재는 강모래와 석분을 1:1(중량비)의 혼합비율로 사용하는데, 강모래는 충남 공주산을, 석분은 충북 환희산으로써 KS에서 규정하고 있는 13mm 이하를 사용하며, 물리적 성질은 표 3과 같다. 또한, 고성능 AE감수제는 폴리칼본산계로서 그 물리적 성질은 표 4와 같다.

### 2.3 실험방법

모르터의 혼합은 KS L 5109의 방법에 의하여 실시하고, 공시체 제작(4×4×16cm)은 비빔 완료후 일정량의 모르터를 주문 제작한 성형몰드에 넣고 7초동안 진동기로 다진 후 100 kg/cm<sup>2</sup>의 하중으로 가압하여 제작한다. 양생은 20±3℃인 수중양생 조건으로 한다.

경화상태의 실험으로 흡수율은 KS F 4419의 인터로킹 블록 흡수율 시험방법, 휨강도 및 압축강도 시험은 ASTM C 349의 방법으로 실시한다.

표 1. 실험계획 및 배합사항

배합비 (C:S)	W/C (%)	고성능 AE감수제 첨가량(%)	공기량 (%)	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	절대용적배합(ℓ/m <sup>3</sup> )		
					시멘트	강모래	석분
1:2	15	0	13	104	220	272	274
	25		9	168	213	264	265
	35		5	228	207	257	258
	45		3	280	198	245	247
	55		2	325	188	233	234
	65		1	366	179	222	223
1:4	15		15	62	132	327	329
	25		12	102	130	323	325
	35		7	145	131	326	328
	45		5	182	128	319	321
	55		3	218	126	312	314
	65		2	250	122	303	305
1:6	15		17	44	93	345	348
	25		15	72	92	342	344
	35		14	99	90	334	337
	45		12	126	89	331	334
	55		5	161	93	347	349
	65		4	187	91	340	342
1:2	15	2	12	105	222	275	278
	25		9	168	213	264	265
	35		5	228	207	257	258
	45		3	280	198	245	247
	55		2	325	188	233	234
	65		2	362	177	220	221
1:4	15		15	62	132	327	329
	25		12	102	130	323	325
	35		7	145	131	326	328
	45		6	180	127	315	318
	55		5	213	123	306	308
	65		3	247	121	300	302
1:6	15		15	45	95	354	356
	25		13	74	94	350	352
	35		9	105	95	354	356
	45		7	133	94	350	353
	55		5	161	93	347	349
	65		4	187	91	340	342

\* 공기량은 중량법으로 계산하였음

표 2. 시멘트의 물리적 성질

비중	분말도 (cm <sup>2</sup> /g)	안경도 (%)	용결시간(분)		압축 강도(kg/cm <sup>2</sup> )		
			초결	종결	3일	7일	28일
3.15	3,564	0.06	241	460	226	303	396

표 3. 골재의 물리적 성질

골재류	비중	조립율 (F.M)	공극율 (%)	흡수율 (%)	단위용적중량 (kg/m <sup>3</sup> )	입형관정실적율 (%)	No.200체 통과량 (%)
강모래	2.54	2.68	38.6	2.61	1,559	57.4	1.86
석분	2.52	3.30	29.0	3.25	1,787	54.1	15.4

표 4. 고성능 AE감수제의 물리적 성질

주 성분	형태	비중(20℃)	알카리량(%)	염화물 이온량(%)
폴리칼본산계	담갈색액체	1.06±0.02	0.5이하	0.01이하

### 3. 실험결과 및 분석

#### 3.1 강도특성

그림 1 및 2는 고성능 AE감수제 첨가율과 7 및 28일 재령에 있어 모르타 배합비별 휨강도와 압축강도를 몰시멘트비 변화에 따라서 나타낸 것이다.

전반적으로 휨강도와 압축강도는 모두 몰시멘트비가 커질수록 일정 범위까지 증가하다가 감소하는 포물선 경향으로 나타났는데, 이는 콘크리트의 W/C 이론과는 달리 인터로킹 블록의 경우는 각 모르타 배합비별로 몰시멘트비 변화에 따라서 반죽질기가 달라지고, 이러한 다양한 반죽질기 중 제품 제조시의 특징인 진동 및 가압에 의하여 강도가 달라지는 최적밀도가 존재하여 나타난 결과로 사료된다.

모르타 배합비별로는 모르타 배합비 1:2의 경우는 부배합에 비해 낮은 몰시멘트비인 45%(고성능 AE감수제를 첨가하지 않은 경우)와 35%(고성능 AE감수제를 첨가한 경우)에서 강도가 가장 크게 나타났고, 모르타 배합비 1:4인 경우는 첨가여부에 관계없이 몰시멘트비 45%, 1:6의 경우는 55%에서 강도가 가장 크게 나타나 부배합일수록 고성능 AE감수제의 효과가 탁월함을 알 수 있다.

또한, 고성능 AE감수제의 첨가여부에 따라 강도는 큰 차이를 나타내고 있는데, 반배합(C:S 1:4, 1:6)의 경우에는 고성능 AE감수제를 첨가한 경우가 첨가하지 않은 경우보다 동일한 몰시멘트비에서 모두 큰 강도를 나타낸 반면, 부배합(C:S 1:2)에서는 몰시멘트비가 45% 이상일 때 고성능 AE감수제를 첨가한 경우에서 강도가 오히려 작게 나타났다. 이는 고성능 AE감수제의 첨가에 의한 지나친 유동효과로 말미암아 재료분리가 발생한 것에 기인한 결과로 분석된다. 따라서 인터로킹 블록 제품의 원가절감 및 품질향상을 위하여 적정량의 고성능 AE감수제를 활용토록 하는 것이 매우 중요함을 알 수 있었다.

이상의 결과로부터 인터로킹 블록의 강도는 몰시멘트비 이론보다는 모르타 배합비별로 반죽질기에 따른 최적밀도일 때 최대강도가 발휘되는 것으로 밝혀졌고, KS F 4419의 몰시멘트비 25% 이하로 규정하는 것 및 혼화제의 사용을 권장하지 않는 듯한 문구의 규정은 본 연구 결과로 볼 때 재고 되어야 할 것으로 사료된다.

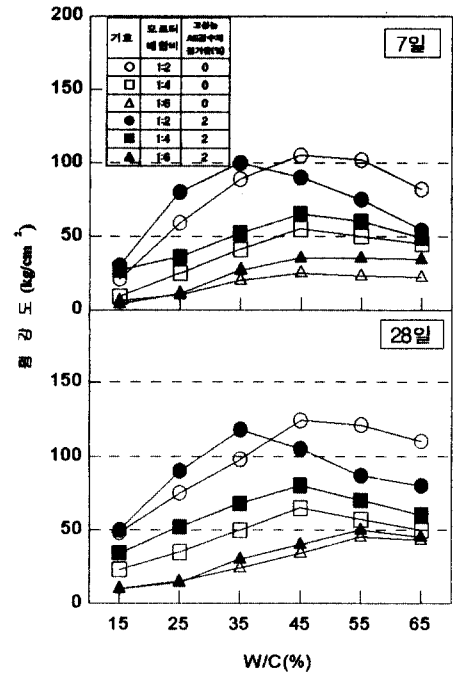


그림 1. 몰시멘트비 변화에 따른 휨강도

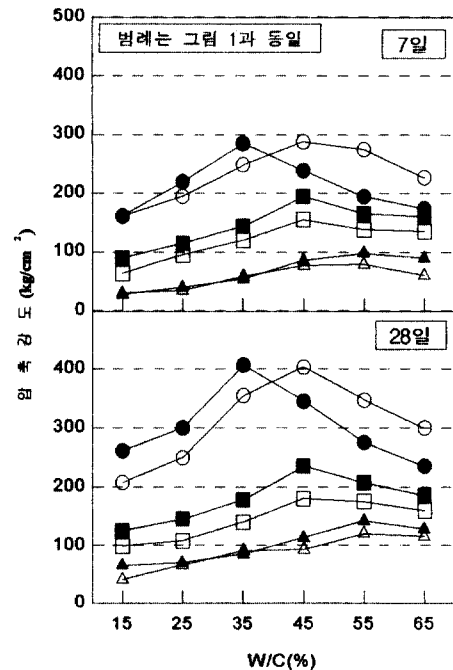


그림 2. 몰시멘트비 변화에 따른 압축강도

### 3.2 흡수특성

그림 3은 몰시멘트비 변화에 따른 흡수율을 모르터 배합비와 고성능 AE감수제 첨가율별로 나타낸 것이다.

전반적으로 몰시멘트비가 커질수록 흡수율은 다소 불규칙한 면도 있으나 감소하는 것으로 나타났는데, 본 연구의 경우에는 압축강도의 분석에서와 마찬가지로 반죽질기에 따른 최적밀도에 기인하여 흡수율이 감소한 결과로 분석된다. 또한, 모르터 배합비는 부배합일수록, 고성능 AE감수제는 첨가한 경우가 흡수율이 작게 나타났다.

한편, 현행 KS F 4419의 흡수율 규정은 7% 이하인데 이 규정을 준수하기 위해서는 부단한 노력이 요구되거나, 또는 규정의 상향조정이 요구된다.

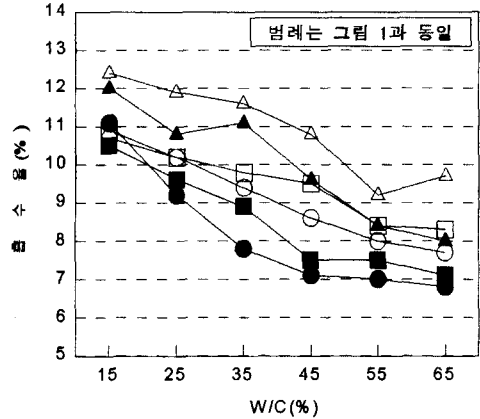


그림 3. 몰시멘트비 변화에 따른 흡수율

### 4. 결론

보차도용 콘크리트 인터로킹 블록의 몰시멘트비와 혼화제의 사용에 대한 규정을 재검토할 목적으로 모르터 배합비와 몰시멘트비 및 고성능 AE감수제 첨가량을 변화시켜 휨강도, 압축강도 및 흡수율을 비교·분석한 결과는 다음과 같이 요약된다.

- 1) 휨강도와 압축강도는 몰시멘트비가 커질수록 일정범위까지 증가하다가 감소하는 포물선 경향으로 나타났다. 모르터 배합비별로는 부배합(C:S 1:2)인 경우는 고성능 AE감수제의 첨가 여부에 따라 각각 몰시멘트비 45% 및 35%에서 가장 큰 강도가 나타났고, 모르터 배합비 1:4와 1:6에서는 고성능 AE감수제의 첨가여부에 관계없이 몰시멘트비 45%와 55%에서 가장 큰 강도를 나타냈다.
- 2) 흡수율은 몰시멘트비가 커질수록, 고성능 AE감수제를 첨가한 배합일수록 감소하는 것으로 나타났다.
- 3) 종합적으로 인터로킹 블록은 각 모르터 배합비별로 우수한 품질을 발휘하는 몰시멘트비가 각각 다른 값으로 존재하고, 고성능 AE감수제와 같은 혼화제를 적극 사용하면 보다 양질의 인터로킹 블록 제품을 생산할 수 있는 것이 확인되었다. 따라서 KS F 4419에 명시되어 있는 인터로킹 블록의 몰시멘트비 25% 이하의 규정과 혼화제의 사용을 권장하지 않는 듯한 문구는 재고할 필요성이 있는 것으로 판단된다.

### 참고 문헌

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.
2. 신병철, 이상태, 김기철, 김진선, 권상준, 한천구 : 플라이애시 치환율 변화에 따른 인터로킹 블록의 특성에 관한 연구, 한국 콘크리트학회 학술발표논문집, 제10권 1호, 1998, pp.99~104.
3. 이상태, 김기철, 신병철, 김진선, 권상준, 한천구 : 골재의 입도와 입형 변화에 따른 인터로킹 블록의 특성, 한국 콘크리트학회 학술발표논문집, 제10권 1호, 1998, pp.661~664.
4. 김홍열, 채창우, 이세현, 양관섭 : 재생골재를 사용한 보차도용 인터로킹 블록의 제조와 성능구명에 관한 연구, 대한 건축학회 논문집, 제 13권 3호, 1997, pp.335~341.
5. 문한영, 서정우, 최재진, 김기형 : 콘크리트 혼화재료, 1997, pp.159~184.