

고강도유동화 콘크리트의 공학적 특성에 미치는 단위결합재량의 영향에 관한 실험적 연구

(제 1 보 실험계획 및 아직굳지않은 콘크리트의 물성)

An Experimental Study on the Influence of Bonding Material Content Affecting
on the Engineering Properties of High Strength Flowing Concrete
(Part 1 experimental program and properties of fresh concrete)

오 김 진 만* 남 상 일* 최 진 성** 김 규 용** 김 무 한***
Kim Jin Man Nam Sang Ill Choi Jin Sung Kim Gyu Yong Kim Moo Han

ABSTRACT

Although bonding material content of the high strength flowing concrete is very important in engineering properties, in rich mix concrete increasing the bonding material content may not follow more good properties. This study is to investigate the influence of the bonding material content affecting on the engineering properties of high strength flowing concrete, and this paper is to analyze the properties of fresh concrete. The results reveal that concrete of less bonding material content has about the same good consistency as concrete of more bonding material content, and that the evaluation methods of workability have to change in high strength flowing concrete.

1. 서론

국내에서도 고강도유동화 콘크리트에 관한 연구가 점차 활성화 되고 시공성도 증가함에 따라 고강도콘크리트의 경제적 제조법의 개발에 관한 관심이 고조되고 있다. 설계기준강도(F_c) 400-600(kg/cm^2)의 고강도콘크리트를 제조하기 위해서는 물시멘트비를 35(%) 이하로 유지하여야만 하는데 이경우 단위시멘트의 양은 500-800 (kg/m^3)의 수준을 필요로 하게 된다. 이렇게 많은 양의 시멘트를 사용하는 것은 점성 증가로 인하여 시공성을 저하시키고 수화열의 증가로 인하여 균열발생의 가능성을 증가시킬 뿐만아니라 경제적으로도 부담이 될 것이다.

본연구는 물결합재비 25-35(%)의 고강도유동화 콘크리트의 시공성 및 공학적 특성에 미치는 단위시멘트량의 영향을 실험적으로 고찰하여 고강도 유동화 콘크리트 참고조합작성의 기초자료를 제시하고자 하는 것으로 본보는 실험계획 및 아직굳지않은 콘크리트의 물성을 분석한 제1보 이다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

국내의 건축공사표준시방서는 물시멘트비 45-70(%) 범위를 대상으로 구성재료의 배합비를 제시하고 있는데 이 참고배합표에서 결합재물비와 단위시멘트량의 관계를 이용하여 물시멘트비 40(%) 이하의 단위시멘트량을 추정하여 나타낸 것이 그림 1 이다¹⁾.

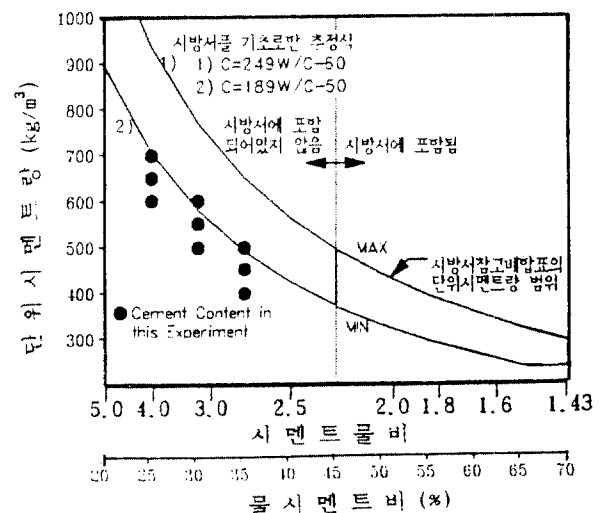


그림 1. 시멘트물비와 단위시멘트량의 관계

* 정희원, 충남대 대학원 건축공학과, 박사과정

** 충남대 대학원 건축공학과, 석사과정

*** 정희원, 충남대 건축공학과 교수, 공박

실 험 요 인						콘 크 리 트 의 시 험 항 목							
W/B	조골재 크기	단위결합재량	FA 대체율	목 표 슬럼프 (cm)		SP제 첨가율	아직굳지않은 콘크리트				경시변화		경화 콘크리트 압축강도, 동탄성계수, 인장강도, 초음파속도 반발도, 정탄성계수, 응력-변형도 곡선*
				1차	2차		공기량 (%)	비빔 온도 (°C)	단위용적중량 (kg/l)	다짐계수 (CF)	슬럼프 (cm)	슬럼프 (cm)	
25	25	700 650 600	0 10	8 ~ 12	18 ~ 22	○	○	○	○	○	○	0, 15, 30 45, 60, 90 120(분)	1, 4, 8 (주)
30		600 550 500											
35		500 450 400											

주1) W/B는 물결합재비 주2) SP제 첨가율은 목표슬럼프를 얻기 위한 소정의 양임

본실험의 실험계획은 표 1에서와 같이 단위결합재량의 범위는 물시멘트비 25, 30, 35(%)에서 각각 추정된 단위시멘트량의 하한치를 기준으로 50(kg/m³)씩 감소시킨 3수준으로 하였으며, 또한 단위시멘트량의 과다에 따른 악영향을 줄이기 위하여 각 조건별로 플라이애쉬를 10(%) 대체한 조합을 설정하여 플레인콘크리트와 비교하였다. 고성능감수제는 2차에 걸쳐 목표슬럼프를 얻기 위한 적정량을 첨가하였으며, 목표슬럼프는 1차의 경우 8-12(cm), 2차의 경우 18-22(cm)로 하였다.

각 조합조건별 아직굳지않은 콘크리트에서 1차슬럼프, 2차슬럼프(직후 슬럼프), 슬럼프-플로우, 플로우, 다짐계수, 공기량, 비빔온도 및 단위용적중량의 측정을 행하고, 경시에 따른 고강도유동화 콘크리트의 컨시스턴시 변화를 알아보기 위하여 슬럼프, 슬럼프-플로우 및 플로우치를 비빔직후 및 경시, 15, 30, 45, 60, 90, 120(분)에 측정하였다. 또한 경화콘크리트의 역학적 특성을 알아보기 위하여 압축강도 및 인장강도를 재령 1, 4, 8(주)에 측정하고 정탄성계수 및 응력과 변형과의 관계를 재령 4(주)에 측정하였다.

2.2 사용재료

본실험에서 사용된 시멘트, 골재, 고성능감수제 및 플라이애시의 물리적성질은 다음과 같다

- (1) 시멘트 : 비중 3.15, 분말도 3250 cm²/g
28일 압축강도 350 kg/cm²
- (2) 모래 : 입경 2.5 mm, 비중 2.61, FM 2.98
- (3) 자갈 : 입경 25 mm, 비중 3.44, FM 7.38
- (4) 고성능감수제(SP) : 주성분 synthetic polymers,
비중 1.10, 액상
- (5) 플라이애시(FA) : 비중 2.1, 분말도 4050(cm²/g)

2.3 콘크리트의 조합 및 시험방법

콘크리트의 조합은 물시멘트비, 단위결합재량 및 플라이애시의 대체율을 고정된 상태로 각각의 조건별로 세골재율을 변화시켜 수차례의 시험비빔을 행한 후 표 2와 같이 결정하였으며, 콘크리트의 각종시험방법은 각 규준에 준하여 실시하였다⁴⁾.

2.4 콘크리트의 비빔방법

단위결합재량이 많은 고강도콘크리트를 종래의 일팔투입법을 채용할 경우 점성이 크기 때문에 구성재료를 균일하게 분산시키기 어려울 뿐만 아니라 믹서의 부하량을 증가시키게 되어 콘크리트의 소요 품질 확보에 어려움이 있다. 그러므로 본실험에서는 그림 2에 타낸 바와같이 건비빔과 모르터 비빔을 행한 후 골재를 투입하는 비빔방법을 채용하여 비빔효율을 증진시키고자 하였다.

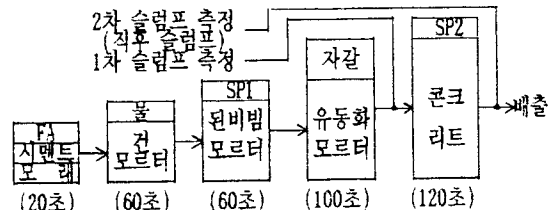


그림 2. 콘크리트의 비빔방법

3. 실험결과 및 고찰

3.1 비빔직후 시험치의 분석

표 3은 아직굳지않은 콘크리트의 비빔직후 시험결과를 나타낸 것이다. 비빔직후 콘크리트의 상태는 대체로 재료의 균일성이 양호하고 골재의 분리가 없는 것으로 판정되었으나 물결합재비 35(%), 단위시멘트량 400(kg/m³)의 경우 약간 거친형상을 보이고 있었다. 그러나 동일 조건의 조합에 플라이애시를 10(%) 대체한 경우의 콘크리트에서는 상대적으로 양호한 형상을 보이고 있다.

(1) 슬럼프

표 3 및 조합조건에 따른 1차, 2차 슬럼프의 측정결과와 고성능감수제의 첨가율을 나타낸 그림 3에서 알 수 있는 바와같이 1차 슬럼프는 목표 슬럼프 8-12(cm)를 벗어나는 경우가 많았는데 이는 모르터에 고성능감수제를 첨가하여 유동화 시킨 후 조골재를 투입한 다음 슬럼프를 측정함으로써 모르터의 상태로

표 2. 콘크리트의 조합

W/B	단위결합재량 (%)	FA의 대체율 (%)	조골재 크기 (mm)	목표 슬럼프 (cm)		잔골재율 (%)	단위 수량 (kg/m ³)	절대용적 (l/m ³)				단위중량 (kg/m ³)				
				1차	2차			C	FA	S	G	C	FA	S	G	
25	700	0	25	8	18	37.0	175	222	0	219	374	700	0	572	1287	
	650	10						200	33	230	391	630	70	600	1345	
		0						206	0	230	391	650	0	600	1345	
600	10	186						31	241	409	585	65	629	1407		
	0	190						0	241	409	600	0	629	1407		
30	600	0						8	18	37.5	180	175	190	0	233	387
	550	10		171	29	244	406						550	0	637	1397
		0		175	0	244	406						550	0	637	1397
500	10	157		26	255	426	495						55	666	1465	
	0	159		0	255	426	500						0	666	1465	
35	500	0		12	22	41.0	175						159	143	0	269
	450	10						143	24	282	407	450		0	736	1400
		0	143					24	282	407	450	0		736	1400	
400	10	127	0					296	427	400	0	773		1469		
	0	127	19					296	427	400	0	773		1469		

주) C:시멘트, FA:플라이애시, S:모래, G:자갈

표 3. 아직굳지않은 콘크리트의 시험결과

W/B	결합재량 (%)	FA대체율 (%)	비빔온도 (°C)	공기량 (%)	다짐량 (kg/l)	다짐계수 (C.F)	SP계첨가율		슬럼프 (cm)	
							1차	2차	1차	2차
25	700	0	26	1.2	2.70	0.98	0.7	0.5	8.5	21.7
			27	0.8	2.70	0.99	0.9	0.6	6.7	19.7
	650	10	27	0.8	2.75	0.84	0.9	0.2	18.5	9.8
			27	0.9	2.72	0.85	1.0	0.5	7.6	20.3
	600	0	27	1.0	2.80	0.97	0.9	0.6	6.0	20.2
			28	1.1	2.75	0.96	1.0	0.5	9.0	20.5
30	600	0	19	1.2	2.59	0.99	0.4	0.6	7.7	20.2
			20	1.6	2.62	0.99	0.6	0.5	9.0	20.2
	550	10	21	1.1	2.70	0.99	0.6	0.5	11.0	20.8
			20	1.7	2.72	0.98	0.8	0.5	10.3	20.1
	500	0	21	1.3	2.75	0.95	1.0	0.3	17.3	19.0
			21	1.5	2.75	0.97	0.9	0.6	9.0	19.1
35	500	0	20	2.1	2.71	0.96	0.2	0.3	12.8	17.9
			20	1.4	2.72	0.98	0.3	0.4	10.7	18.9
	450	10	20	2.0	2.74	0.98	0.3	0.5	8.0	19.8
			20	1.7	2.75	0.99	0.3	0.7	5.9	19.3
	400	0	21	2.5	2.72	0.97	0.5	0.9	5.0	19.5
			20	1.5	2.75	0.99	0.8	1.0	7.9	20.0

콘크리트의 컨시스턴스를 예측하는데 어려움이 있었기 때문이다. 반면 2차 슬럼프는 물결합재비 25%, 결합재량 650(kg/m³)의 플레인 콘크리트를 제외하면 목표 슬럼프치를 잘 만족하고 있다.

물결합재비 25%, 단위결합재량 650(kg/m³) 플레인 콘크리트의 경우 1차 슬럼프는 18.5(cm)임에도 불구하고 2차 슬럼프는 9.8(cm)로 저하하였는데 이는 1차 슬럼프가 목표치보다 매우 높게 나타나 고성능감수제의 2차 첨가율을 0.2(%)로 줄임으로서 경시에 의한 슬럼프 저하량이 고성능감수제의 재첨가에 의한 증진량보다 컸기 때문에 나타난 결과로 사료된다.

단위결합재량에 따른 고성능감수제의 첨가량의 변화를 살펴보면, 물결합재비 35(%)의 경우 단위결합재량이 저하할수록 소량의 컨시스턴스를 얻기 위한 고성능감수제의 첨가율은 급속히 증가하는 경향을 보여

단위결합재량 400(kg/m³)의 조합은 500(kg/m³)의 조합보다 약 3배 정도의 고성능감수제를 더 사용하게 되었다. 이러한 경향은 물결합재비가 감소하면 줄어들어 물결합재비 25(%)의 경우 단위결합재량의 차이에 따른 고성능감수제의 첨가율의 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 이와같이 물결합재비에 관계없이 추정된 단위결합재의 하한값보다 각각 50-100(kg/m³) 단위결합재량을 저하시킨 조합도 고성능감수제의 적절한 사용과 비빔방법의 개선으로 동일한 수준의 컨시스턴스를 갖는 콘크리트의 제조가 가능하였음을 알 수 있다.

또한 플라이애시를 대체한 경우 동일 조건의 플레인 콘크리트에 비하여 동일한 슬럼프를 얻기 위한 고성능감수제의 양은 평균 0.2(%) 증가에 그치고 있어 낮은 물결합재비의 콘크리트에서도 플라이애시의 사용은 콘크리트의 컨시스턴스를 크게 악화시키지 않는 것으로 나타났다.

(2) 플로우치 및 다짐계수치

그림 4는 단위결합재량에 따른 플로우치와 슬럼프-플로우치의 변화를 나타낸 것으로 플로우치는 단위결합재량의 저하에 따라 플로우치가 감소하는 경향을 보이는 것을 제외하면 동일 물결합재비에서 단위결합재량의 변화에 따른 특별한 경향을 보이지 않고 있다.

슬럼프 측정시 콘크리트의 퍼진 넓이를 나타낸 슬럼프플로우치는 플로우치와 거의 동일한 경향을 보이지만 슬럼프플로우치가 클수록 플로우치와 슬럼프플로우치의 차이가 줄어드는 경향을 보이고 있다.

플로우치 및 슬럼프플로우치는 슬럼프에 비하여 변화폭이 상당히 큰 것으로 나타나 고강도유동화 콘크리트의 아직굳지않은 상태의 물성을 알아보기 위한 지표로서는 슬럼프보다 슬럼프플로우치 또는 플로우

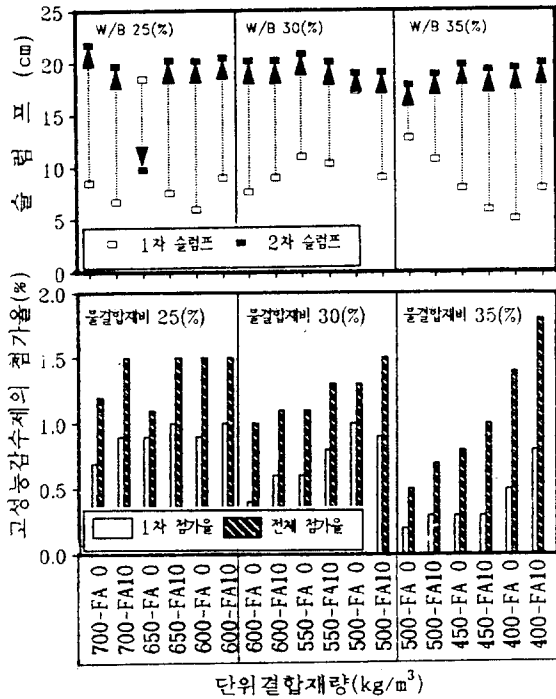


그림 3. 단위결합재량에 따른 슬럼프치 및 고성능감수체의 팽가율의 변화

치를 사용하는 것이 보다 편리한 것으로 나타났으며 이의 표준화가 필요할 것으로 사료된다.

단위결합재량에 따른 다짐계수치의 변화를 나타낸 그림 5에서 알 수 있는 바와같이 슬럼프치가 낮은 물결합재비 25(%) , 단위결합재량 600(kg/m³)의 조합이 다짐계수 0.84, 0.85로 상대적으로 낮은 수준을 유지한 것을 제외하면 모두 0.95이상의 매우 높은 다짐계수를 보이고 있다.

(3) 공기량 및 단위용적중량

단위결합재량에 따른 공기량의 변화를 나타낸 그림

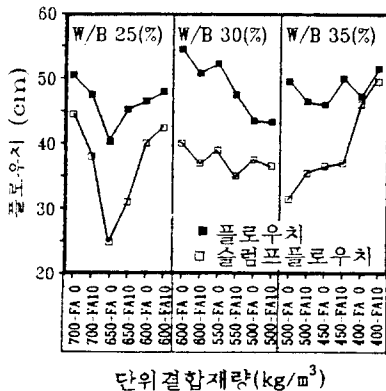


그림 4. 단위결합재량에 따른 플로우치의 변화

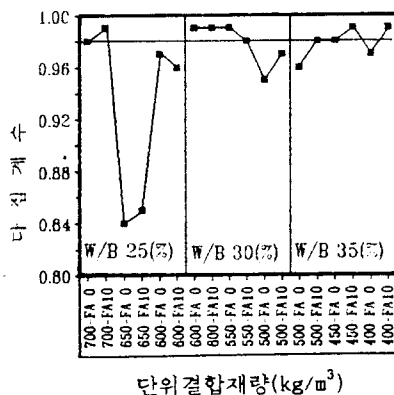


그림 5. 단위결합재량에 따른 다짐계수의 변화

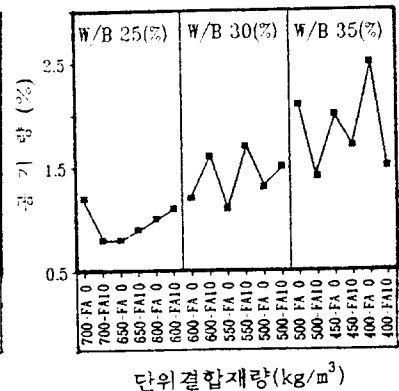


그림 6. 단위결합재량에 따른 공기량의 변화

6에서 알 수 있는 바와같이 공기량은 단위결합재량의 변화에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났으며 물결합재비에 따라서는 물결합재비가 5(%)증가함에 따라 공기량이 평균 0.4(%) 증가하는 것으로 나타났다.

단위용적중량은 2.6-2.8(kg/l)의 범위로서 보통콘크리트보다 0.3-0.5(kg/l)정도 높은 값을 보이고 있는데 이는 조골재의 비중이 3.44로 매우 높고, 또한 시멘트량이 보통콘크리트보다 많기 때문에 나타난 현상으로 사료된다.

3.2 슬럼프치 및 플로우치의 경시변화

표4는 아직굳지않은 콘크리트의 슬럼프와 플로우의 경시변화 시험결과를 나타낸 것이며, 그림 7은 비빔직 후 시험치와 경시 15분후의 슬럼프치의 차이를 나타낸 것이다. 물결합재비 30(%)의 경우 결합재량의 증가에 따라 경시 15분 슬럼프치의 손실량이 증가하는 경향을 보이나 물결합재비 25, 35(%)에서는 단위결합재량에 따른 일관된 경향은 없는 것으로 나타났다.

또한 물결합재비 25(%)의 경우 경시 15분 슬럼프프로서가 Jass 5의 유동화제 품질규준인 4cm를 크게 벗어 나고 있어 실구조물への 적용시 초기 유동성 손실을 줄일수 있는 대책을 강구하여야 할 것으로 사료된다. 물결합재비 30, 35(%)의 경우에는 물결합재비 25(%) 보다는 상대적으로 슬럼프프로서가 작은 것으로 나타났으나 Jass 5의 규준치를 초과하는 경우는 많은 것으로 나타났다.

물결합재비별 경시에 따른 슬럼프의 변화를 나타낸 그림 8에서 알 수 있는 바와같이 경시 15분 이후의 슬럼프의 손실량은 크지 않은 것으로 나타났으며, 단위결합재량에 따라서는 물결합재비 25(%)의 경우 일관된 경향은 보이지 않고 있으나 물결합재비 30(%)의 경우 단위결합재량의 저하에 따라서 경시에 따른 슬럼프프로서가 증가하였으며, 물결합재비 35(%)의 경우에는 단위결합재량의 감소에 따라 슬럼프프로서가 감소 하는등 물결합재비에 따라 다른 경향을 보이고 있는

표 4. 아식근지압은 콘크리트의 경시변화 시험결과

W/B (%)	결합재량 (kg/m ³)	FA대체율 (%)	슬럼프치의 경시변화						플로우치의 경시변화							
			직후	15분	30분	45분	60분	90분	120분	직후	15분	30분	45분	60분	90분	120분
25	700	0	21.7 (44.5)	6.9 (23.3)	6.7 (22.3)	3.0 (21.8)	2.9 (21.3)	2.3 (20.8)	1.9 (20.8)	50.5 (98.8)	41.3 (62.6)	37.8 (48.8)	35.8 (40.9)	34.0 (33.9)	32.5 (28.0)	29.5 (16.1)
		10	19.7 (38.0)	6.4 (21.8)	4.1 (21.3)	3.9 (21.0)	3.5 (20.8)	2.0 (20.8)	1.7 (20.5)	47.5 (87.0)	39.5 (55.5)	35.0 (37.8)	33.5 (31.9)	31.8 (25.2)	31.5 (24.0)	26.8 (5.5)
	650	0	9.8 (24.8)	3.3 (21.3)	2.1 (21.3)	1.5 (20.8)	1.0 (20.8)	0.9 (20.8)	0.8 (20.5)	40.3 (58.7)	34.5 (35.8)	31.3 (23.2)	29.8 (17.3)	28.5 (12.2)	25.5 (0.4)	25.4 (0.00)
		10	20.3 (31.0)	6.0 (21.8)	3.2 (21.5)	1.5 (20.8)	1.5 (20.8)	0.8 (20.8)	0.7 (20.3)	45.3 (78.3)	32.8 (29.1)	32.5 (28.0)	27.5 (8.3)	26.8 (5.5)	25.8 (1.6)	25.8 (1.6)
	600	0	20.2 (40.0)	6.0 (22.8)	3.7 (21.3)	1.8 (21.3)	1.4 (21.3)	1.4 (20.8)	0.8 (20.8)	46.5 (83.1)	32.5 (28.0)	28.5 (12.2)	27.8 (9.4)	27.8 (9.4)	26.8 (5.5)	26.3 (3.5)
		10	20.5 (42.5)	5.0 (21.5)	4.3 (21.3)	3.3 (21.3)	2.4 (20.8)	1.7 (20.5)	1.1 (20.5)	48.0 (89.0)	30.5 (20.1)	29.8 (17.3)	29.3 (15.4)	28.8 (13.4)	27.5 (8.3)	27.5 (8.3)
30	600	0	20.2 (40.0)	17.8 (38.3)	15.8 (33.0)	14.7 (30.5)	13.0 (24.5)	10.2 (23.5)	9.5 (20.5)	54.5 (114.6)	51.5 (102.8)	46.5 (83.1)	43.5 (71.3)	43.3 (70.5)	38.8 (52.8)	37.8 (48.1)
		10	20.2 (37.0)	17.8 (33.0)	17.0 (30.0)	15.0 (27.5)	11.9 (26.0)	8.8 (24.5)	7.9 (20.5)	50.8 (89.0)	48.0 (71.3)	43.5 (71.3)	43.5 (64.6)	41.8 (52.8)	38.8 (48.1)	37.8 (48.1)
	550	0	20.8 (39.0)	18.8 (32.8)	14.7 (23.5)	13.5 (22.5)	9.8 (22.0)	7.2 (20.5)	6.4 (20.5)	52.3 (105.9)	44.5 (75.2)	42.5 (67.3)	39.0 (53.5)	39.0 (53.5)	36.8 (44.9)	34.5 (35.9)
		10	20.1 (35.0)	16.1 (33.5)	11.2 (22.5)	9.8 (21.0)	8.7 (20.5)	8.2 (20.5)	7.0 (20.5)	47.5 (87.0)	39.5 (55.5)	37.5 (47.6)	37.5 (47.6)	35.5 (39.8)	35.5 (39.8)	35.5 (39.8)
	500	0	19.0 (37.5)	11.0 (20.5)	7.9 (20.5)	6.0 (20.5)	5.0 (20.5)	4.2 (20.5)	4.0 (20.5)	43.5 (71.3)	36.5 (43.7)	34.5 (35.8)	34.5 (35.8)	33.0 (29.9)	30.3 (19.3)	27.5 (8.3)
		10	19.1 (36.5)	7.0 (21.0)	6.8 (20.5)	4.0 (20.5)	2.7 (20.5)	2.5 (20.5)	2.0 (20.0)	43.3 (70.5)	34.0 (33.9)	33.5 (31.9)	30.5 (20.1)	29.5 (16.1)	29.5 (16.1)	29.5 (16.1)
35	500	0	17.9 (31.5)	12.9 (22.5)	11.0 (21.0)	6.5 (20.5)	6.0 (20.5)	4.0 (20.5)	3.7 (20.0)	49.5 (94.9)	40.3 (58.7)	37.3 (46.9)	37.0 (45.7)	36.0 (41.7)	33.5 (31.9)	31.5 (24.0)
		10	18.9 (35.5)	14.0 (22.0)	10.2 (21.0)	8.0 (20.5)	5.5 (20.5)	3.9 (20.5)	3.5 (20.5)	46.5 (83.1)	42.8 (68.5)	38.0 (49.6)	37.8 (48.8)	34.5 (35.8)	32.8 (29.1)	31.0 (22.0)
	450	0	19.8 (36.5)	12.0 (21.5)	11.2 (21.5)	11.0 (21.5)	9.0 (20.5)	6.0 (20.5)	5.6 (20.5)	46.0 (81.1)	40.5 (59.4)	39.0 (53.5)	38.5 (51.6)	36.5 (43.7)	36.0 (41.7)	34.5 (35.8)
		10	19.3 (37.0)	16.4 (27.8)	15.7 (27.5)	13.0 (23.5)	11.4 (21.5)	8.7 (21.0)	7.2 (20.5)	50.0 (96.9)	45.0 (77.2)	43.0 (69.3)	39.5 (55.5)	39.3 (54.7)	37.3 (46.9)	33.8 (33.1)
	400	0	19.5 (46.0)	16.8 (33.0)	16.0 (34.5)	9.5 (20.5)	8.4 (20.5)	5.6 (20.5)	5.0 (20.5)	47.3 (86.2)	41.3 (62.6)	39.8 (56.7)	32.5 (28.0)	32.0 (26.0)	31.5 (24.0)	30.0 (18.1)
		10	20.0 (49.5)	16.5 (37.5)	13.7 (29.8)	11.0 (20.5)	8.2 (20.5)	5.3 (20.0)	2.7 (20.0)	51.5 (102.8)	42.0 (65.4)	40.8 (60.6)	34.5 (35.8)	33.0 (29.9)	30.3 (19.3)	28.5 (12.2)
비고			()은 슬럼프-플로우치임.						()은 ASTM 플로우치임							

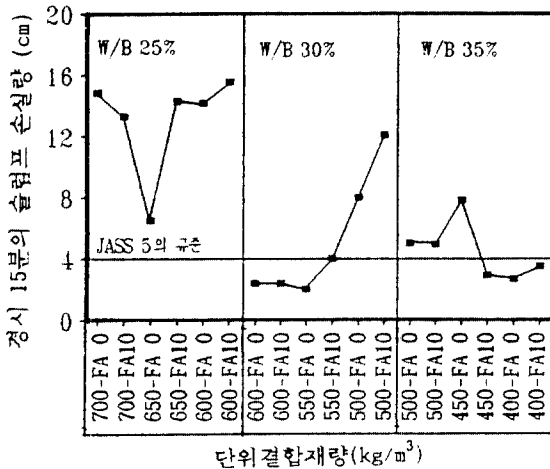


그림 7. 단위결합재량에 따른 경시 15분의 슬럼프 손실량

것으로 나타났다.

경시에 따른 플로우치의 변화는 대체적으로 물결합재비 저하에 따라 플로우치의 감소가 큰 경향을 보이

고 있으며 단위결합재량에 따른 유의할 만한 경향은 보이지 않고 있다.

3.3 컨시스턴스 측정치간의 상관관계 분석

슬럼프치와 슬럼프플로우치의 관계를 도시하면 그림 9과 같다. 슬럼프치와 슬럼프플로우치의 관계에 있어 물결합재비, 단위결합재량, 플라이애시의 대체에 따른 유의할 만한 경향은 보이지 않았으며, 전체적으로 슬럼프가 10cm 이상으로 되면, 슬럼프치의 변화보다 슬럼프플로우치의 변화가 큰것으로 나타났으며, 슬럼프 10cm 이하의 경우에는 슬럼프치의 변화가 슬럼프플로우치의 변화보다 큰것으로 나타났고 고강도 콘크리트의 경우 슬럼프 10cm 이상으로 되면 콘크리트의 Workability 판정시 슬럼프플로우 값을 이용하는 것이 편리할 것으로 생각된다.

그림10은 ASTM의 플로우치와 슬럼프치의 관계를 도시한 것인데 본 실험에 의하면 동일 슬럼프치에서 고강도의 경우 보통콘크리트에 비하여 낮은 ASTM플로우치를 보이고 있다. 이것은 시멘트계 재료의 양이 많아 콘크리트의 침성이 크기 때문에 나타난 현상으로 사료된다.

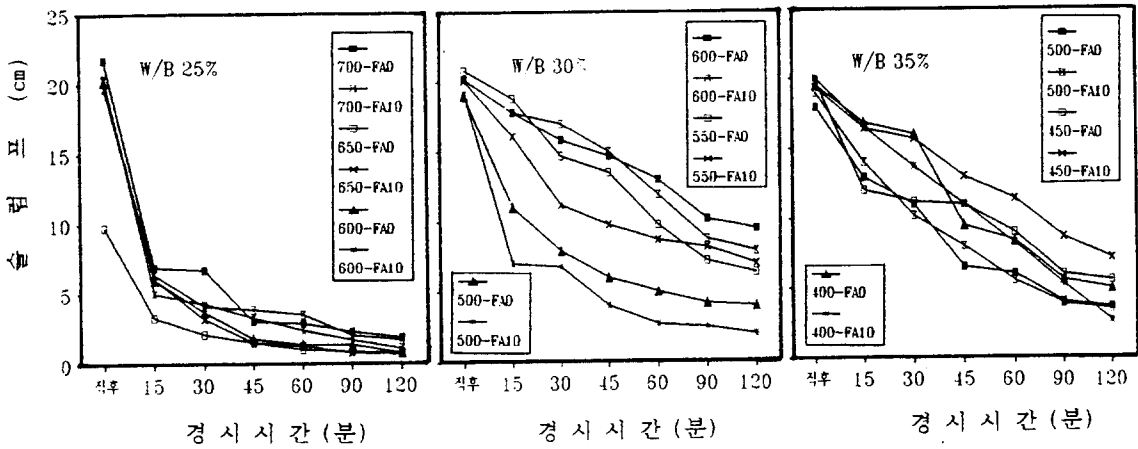


그림 8. 물결합재비별 슬럼프치의 경시변화

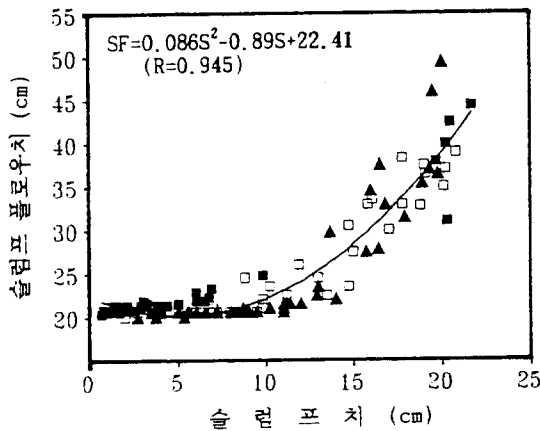


그림 9 슬럼프치와 슬럼프플로우치의 관계

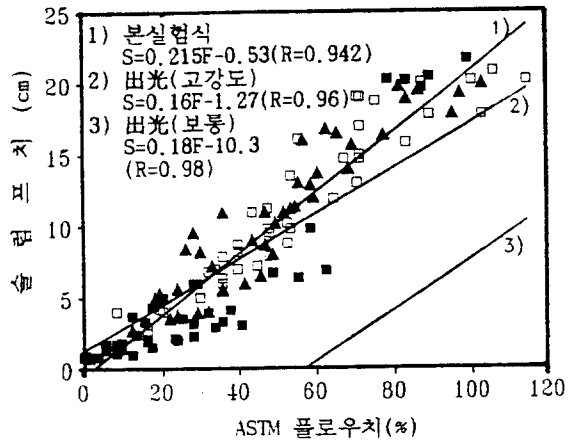


그림 10. ASTM플로우치와 슬럼프치의 관계

4. 결론

고강도유동화콘크리트의 공학적 특성에 미치는 단위결합재량의 영향에 관하여 실험적으로 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 물결합재비 25-35(%)의 범위내에서 추정된 단위결합재량보다 50-100 (kg/m³)의 단위결합재량을 저하시켰으나 고성능감수제의 사용과 비빔방법의 개선으로 소요의 컨시스턴시를 확보할 수 있었다.
2. 본실험에서는 물결합재비별 경제성과 워커빌리티를 고려한 적정수준의 단위결합재량은 물결합재비 25(%)의 경우 600(kg/m³), 물결합재비 30(%)의 경우 500(kg/m³), 물결합재비, 35(%)의 경우 450(kg/m³) 수준일 것으로 사료된다.
3. 경시에 따른 슬럼프의 손실량은 물결합재비의 저하에 따라 증가하고 있어 물결합재비 30(%) 이하로 할 경우 초기 유동성 손실을 줄이기 위한 대책이 필요할 것이다.

4. 본실험의 고강도유동화 콘크리트에서는 슬럼프가 동일한 수준을 유지하더라도 슬럼프플로우치 및 플로우치는 상당한 차이를 보이고 있어 고강도유동화콘크리트의 컨시스턴시 지표로서는 슬럼프보다는 슬럼프-플로우 또는 플로우치가 좀더 유용할 것으로 사료되며 이의 표준화가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) 건설부, 건축공사 표준시방서, 1992, pp.186-191.
- 2) 日本建築學會, 高強度コンクリートの技術の現状, 丸善, 1991, 1.
- 3) 日本建築學會, 流動化コンクリート施工指針案, 同解説, 1985, 3, pp.23~29
- 4) 金武漢, 構造材料實驗方法論, 學文社, 1982, pp.194 - 270
- 5) K.I.Johanson, J.Lindgard : Improving the workability of high strength concrete, ACI, Symposium in Lillehammer, Norway, 1993, pp.801-809