

액상형 조강제를 사용한 콘크리트의 초기강도 특성에 관한 연구

A Study on the Early-Age Strength Property of Concrete Using Liquid Admixture

송태협* 이세현** 류득현*** 박조범***
Song, Tae-Hyeob Lee, Sea-Hyun Ryu, Deug-Hyun Park, Cho-Bum

ABSTRACT

Amount used of admixture fare is increasing for concrete economic efficiency and ability security. Security of economic efficiency and ability can expect by use of this admixture fare but is displaying a lot of problems on early age strength hold by hydrate delay relatively. Specially, in the case of construction site, concrete strength can speak that interrelation is high with mold removal of forms time. Therefore, is economical and need examination of plan that can secure robber within 3 days using admixture fare such as fly ash and blast furnace slag differential speech to secure function. In this study, adding liquid admixture within 1% of a binding agent quantity to examine these problem with physical characteristic after hardening ago specially, strength change at standard and air dry curing of observed change in priority. Air dried and water curing total strength enhancement effects appeared by thing which is in case of add test result liquid admixture by below 1% and strength deputy by passage of age could know is not big

1. 연구의 범위 및 목적

최근 콘크리트의 장기강도 증진 등 품질과 경제성 개선을 위하여 다양한 분체형 시멘트 대체재료가 적극적으로 활용되고 있으며 대표적으로 고로슬래그 미분말 및 플라이애시를 꼽을 수 있다. 이러한 고로슬래그 미분말, 플라이애쉬 등은 수화열 저감, 장기강도 개선 등 많은 장점이 있지만 초기강도 저하 및 콘크리트 중성화 등에 취약한 단점이 있다.

콘크리트의 초기강도를 개선하기 위한 방안은 물리적인 방법과 화학적인 방법이 있으며, 물리적인 방법으로는 분체의 분말도를 증가시키는 방법으로 수화 활성도를 높임으로서 초기강도를 개선하는 것이며, 화학적인 방법으로는 K^+ , Na^+ 과 같은 자극제를 투입하여 강도를 개선하는 방안과, 강도개선 물질인 에트링자이트의 생성을 유도하는 방안이 있다. 그리고 콘크리트 강도의 증진과 조기발현을 위해서는 화학적으로 반응을 활성화시킬 수 있는 기능성 재료의 사용이 전제되어야 하며 사용량과 더불어

* 정회원, 한국건설기술연구원 선임연구원

** 정회원, 한국건설기술연구원 수석연구원

*** 정회원, 유진종합개발(주) 기술연구소장

**** 정회원, 유진종합개발(주) 연구원

콘크리트 제조에 사용되는 재료의 가격 등 종합적인 경제성 검토가 필요하다.

일반적으로 콘크리트의 강도 증진제는 분말 및 액상형 등 다양하게 구분할 수 있으며, 콘크리트의 적용성 면에서 각각 장단점을 가지고 있다. 분상형의 경우 시멘트 및 혼화재료와 사전에 혼합하여야 하며, 따라서 상대적으로 균질한 혼합이 이루어지기가 곤란하다. 반면 액상형 혼화제의 경우 혼합수 또는 믹서트럭의 공급 장치에서 사후에 공급할 수 있고 혼합이 균질하게 이루어 질 수 있다.

이에 본 연구에서는 최근에 일반적으로 사용되고 있는 혼화재료를 사용한 콘크리트의 초기강도 확보를 위하여 소량의 Modifeid alkali sulphate계 액상형 조강제를 첨가하여 경화 전후의 물리적 특성 변화를 비교하여 재령 3일에서의 사용성을 검토하고자 하였다.

2. 실험계획 방법

2.1 실험계획 및 사용재료

본 실험은 플라이애쉬 및 고로슬래그 미분말을 일정량 치환한 재료의 재령 3일 이내의 강도 확보를 목적으로 하고 있다. 강도 기준은 콘크리트표준시방서에서 규정하고 있는 5MPa를 목표로 하였으며, 혼화재료의 치환율은 최대 50%이다.

실험에 사용된 시멘트는 S사의 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 혼화재료는 표 3과 같다. 굵은 골재는 밀도 2.6g/cm³의 최대 25mm 쇄석을 사용하였고, 잔골재는 밀도 2.56g/cm³, 조립률 2.8의 인천산 해사를 사용하였다. 액상형혼화제의 밀도는 1.1g/cm³이며, pH 12의 강알칼리성을 가지는 재료이다.

실험배합은 압축강도 24MPa 및 27MPa를 고려하여 단위시멘트량을 300, 350kg/m³으로 하였다. 플라이애쉬는 일반적으로 시멘트 중량의 10% 내외를 치환한다. 본 실험에서는 최대 15%까지 치환하였으며, 고로 슬래그 미분말은 35%까지 치환하여 혼화재료의 최대 치환율을 59%까지로 하였다. 액상형 조강제는 무첨가 배합과 결합재 중량대비 0.7%, 1.0%를 첨가하였으며, 첨가에 따른 별도의 배합수 보정은 실시하지 않았다.

측정항목은 경화전 공기량 및 경시변화를 측정하였으며, 경화후에는 3일 압축강도를 측정하였다. 공기량 측정은 KS F 2409의 방법에 의하여 측정을 하였고, 경시변화는 비빔 직후부터 30분 간격으로 120분까지 측정하였다.

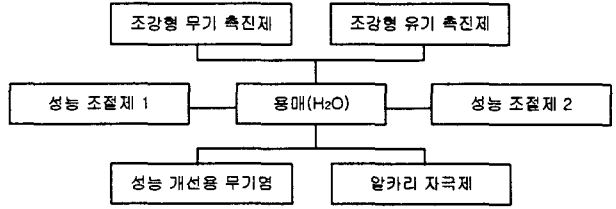


그림 1 액상형 조강제의 개념도

표 2. 실험배합비

번호	조강제 (%)	단위 시멘트량 (kg/m ³)	W/B (%)	혼합비율(%)		
				시멘트	FA	SP
1	0	350	52.5	100	0	0
2				70	10	20
3				60	10	30
4				50	15	35
5	0.7			100	0	0
6				70	10	20
7				60	10	30
8				50	15	35
9	1.0			100	0	0
10				70	10	20
11				60	10	30
12				50	15	35

표 3 사용재료의 물리화학적 특징

구분	비중	분말도 (cm ² /g)	강열감량 (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)
FA	2.2	3,150	0.3	61.0	19.4	6.3	5.2	2.4	2.3		
BS	2.9	4,450	0.9	31.8	16.2	1.3	39.2	0.3	0.5	6.6	1.7

3. 실험결과

3.1 경화전 콘크리트의 특성 결과

3.1.1 공기량

본 실험에서는 콘크리트의 소정 공기량 확보를 위하여 AE제를 사용하였다. 사용량은 결합재량의 0.1%를 첨가하였고 이에 따른 목표공기량은 4.5%로 하였다. 공기량 측정결과 플라이애쉬 및 슬래그 미분말을 사용하지 않은 배합의 경우 목표 공기량인 4.5%의 허용범위를 만족하고 있으나 혼화재료를 치환할 경우 1~2% 정도 공기량이 낮아지는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 공기량 저하는 혼화재료중의 미연탄소분의 영향으로 판단된다.

3.1.2 경시변화

비빔직후 슬럼프를 측정한 결과 슬럼프는 13~17cm 범위안에 포함되었으며, 시간경과에 따라 혼화재료를 사용한 배합의 슬럼프가 높게 나타난 것을 알 수 있었다. 이러한 이유는 플라이애쉬 및 슬래그 미분말 첨가에 따른 경화지연이 유동성에도 영향을 주었기 때문으로 판단되며, 액상형 조강제 첨가에 따른 슬럼프의 변동은 크지 않은 것으로 나타났다.

3.2 경화후 콘크리트 특성 측정 결과

본 실험의 계획은 수중양생과 기건양생 2가지 조건에서 각각의 재령별 압축강도 비교를 실시할 계획이었으나 혼화재료 첨가 공시체의 경화 지연에 따라 최초 3일 강도는 기건 양생을 중심으로 압축강도를 측정하였으며, 7일 강도는 기건과 수중양생 모두 측정을 실시하였다.

3.2.1 OPC 배합

혼화재료를 사용하지 않을 경우 재령 3일에서 14MPa, 7일 기건에서 21MPa를 발현하나 액상형 조강제를 0.7% 함유할 경우 3일 17.1MPa, 7일 24MPa를 발현하여 재령 3일에서는 24%, 재령 7일에서는 12%의 강도 증진 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 1.0% 배합의 경우 강도 증진의 효과가 있으나 0.7% 배합에 비하여 상승비율이 크지 않았다.

3.2.2 혼화재료 첨가배합

플라이애쉬 및 고로슬래그 미분말을 첨가할 경우 재령 3일에서의 압축강도는 OPC 배합에 비하여 현저하게 하락하는 것으로 나타났다. 일반적으로 많이 사용하는 플라이애쉬 10%, 슬래그 미분말 20% 배합의 경우 그림 5에서와 같이 재령 3일에서 8.9MPa, 재령 7일에서 15MPa를 발현하였다. 그러나 액상형 조강제를 0.7% 첨가할 경우에는 재령 3일에서 12.4MPa, 재령 7일에서는 19.5MPa로 나타나 각각 39%와 30%의 강도 증진 효과가 있는 것으로 나타났다. 정도의 낮은 강도를 발현하는 것으로 나타났

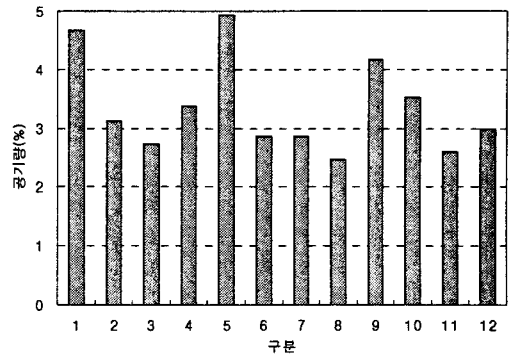


그림 2 공기량 측정결과

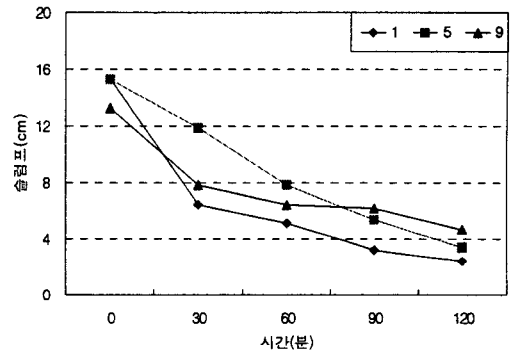


그림 3 OPC 배합의 슬럼프 측정결과

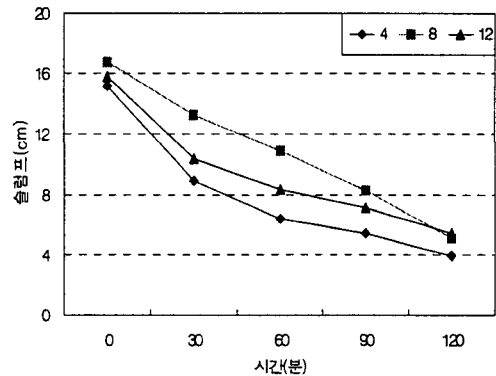


그림 4. 50% 치환배합의 슬럼프 측정결과

으며, 재령 7일에서는 22%정도 낮게 발현하였다.

그림 6은 플라이애쉬 15%, 슬래그 미분말 35%를 치환한 배합의 압축강도 측정결과로서, 재령 3일에서는 5.2MPa, 재령 7일에서는 13.9MPa를 발현하나 액상형 조강제를 첨가할 경우 6.3, 16.4MPa를 발현하였으며, 1.0를 첨가할 경우에는 9.5, 20.6MPa를 발현하여 무첨가 대비 82%, 42%의 높은 압축강도 증가가 있는 것으로 나타났다.

4. 결론

플라이애쉬 및 고로 슬래그 미분말을 사용한 콘크리트의 초기강도 확보를 위하여 액상형 조강제를 결합재 대비 0.7%, 1.0% 첨가한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 액상형 조강제에 따른 공기량의 변동은 발생하지 않았으나 다만 혼화재료의 증가에 따른 공기량 저하 현상은 나타났다.
- 2) 시간 경과에 따른 슬럼프 변동은 혼화재료의 첨가에 따라 다소 높게 나타났으며, 액상형 조강제에 따른 변동은 없는 것으로 나타났다.
- 3) 압축강도를 측정된 결과, 액상형 조강제를 첨가할 경우 최소 14%에서 최대 83%까지 압축강도가 증진하는 것을 알 수 있었으며, 재령 7일에서는 10%에서 48%까지 증진하는 것으로 나타났다.
- 4) 이에 따라 혼화재료 사용에 따른 초기강도 저하현상을 대비하여 Modifeid alkali sulphate계 액상형 조강제를 0.7% 이상 첨가할 경우 초기 압축강도가 효과적으로 개선되는 것을 알 수 있었으며, 거푸집 탈형등 후속 공정에 필요한 강도를 충분히 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 한국콘크리트학회, 콘크리트표준시방서, 2005
2. 백민수 외, 플라이애쉬를 다량 사용한 콘크리트의 강도 특성에 관한연구, 한국건축시공학회 논문집 제2권, 제4호(통권6호), 2002.12
3. 이희근, 플라이애쉬를 함유한 고성능 콘크리트의 초기 재령 성질, 성균관대학교 토목환경공학과 박사학위논문, 2002.10

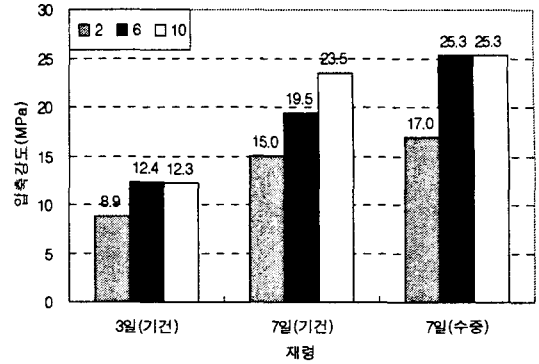


그림 5. 30% 치환배합의 압축강도 결과

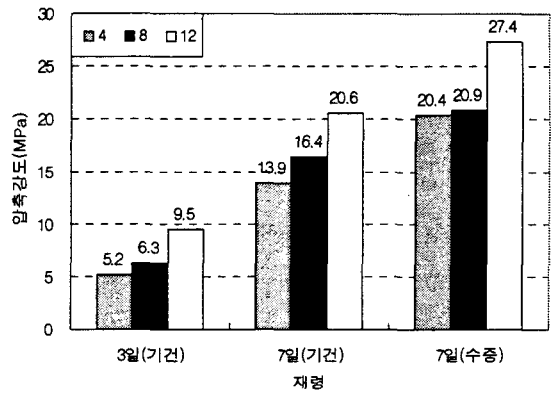


그림 6. 50% 치환배합의 압축강도 결과

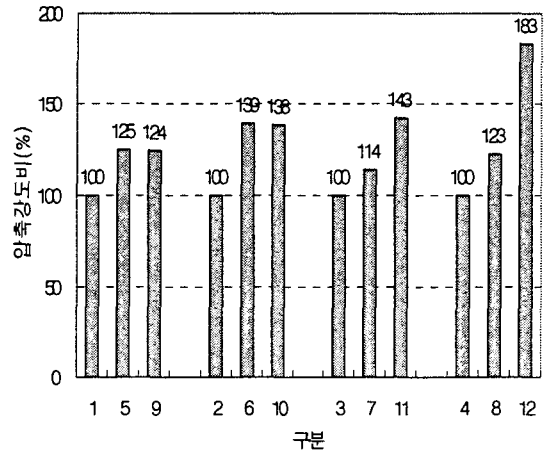


그림 7. 압축강도비