

규불화염계 복합 조성물을 사용한 콘크리트의 수밀특성에 관한 실험적 연구

Experimental Study on Watertightness Properties of Concrete Using Fluosilicates Based Composite

정 원 섭* 박 동 수** 권 기 주*** 김 정 우**** 김 도 수*****
Joung, Won Seoup Park, Dong Su Kwon, Ki Joo Kim, Joung Woo Kim, Do Soo

ABSTRACT

Large area members such as foundation concrete of underground structures in power plants have an effect on structural stability and durability of the structure due to danger of crack occurrence and shrinkage crack that occur owing to the difference of temperature by heat of hydration between inside and outside of the members at initial age. And a construction for waterproofness is performed additionally to protect marine structures from osmosis of seawater because the structures adjoin below the surface of sea. So, if a rise of the heat of hydration, crack, and corrosion of bars are controled effectively using a composite such as fluosilicate salt in concrete production process of a initial construction, expenses are cut down and construction hours are reduced by securing durability through improvement of watertightness. The property tests of adiabatic temperature by hydration are carried out at initial age about standard concrete and test concrete using a fluosilicate salt composite to evaluate an effect on improvement of watertightness for concrete structures in this study. And the experiments such as a permeability test of hardened concrete, a water absorption test, a compression strength test and a elongation test are carried out and the results from these are described.

1. 서 론

발전소 지하구조물 기초바닥 콘크리트와 같은 단면이 큰 부재는 초기 재령에서 수화열에 의한 부재의 내·외부 온도 차이에 따라 균열발생 위험과 건조수축 균열 등으로 인하여 구조물의 구조적 안정성과 내구성에 많은 영향을 미친다. 그리고 대상 구조물은 대부분 해수면에 아래에 인접한 관계로 해수침투 등으로부터 구조물을 보호하기 위하여 방수공사를 추가로 시공한다. 따라서 시공초기 콘크리트 생산과정에 구체 혼화제인 규불화염계 복합 조성물을 혼입하여 효과적인 수화열 상승억제와 균열제어 및 철근부식 등을 완화할 수 있다면 수밀성 향상에 의한 내구성 확보로 방수공사의 비용 절감은 물론 건설 공기를 단축할 수 있는 방법이 될 수 있다. 이에 본 연구에서는 구조물 콘크리트의 수밀성 향상 효과를 평가하기 위하여 기준 콘크리트와 규불화염계 복합 조성물을 사용한 시험 콘크리트에 대한 초기재령에서 수화 반응에 의한 단열온도 특성 시험을 수행하고, 경화 콘크리트의 투수비, 물 흡수계수비, 압축강도비 및 길이변화 시험을 수행하여 그 결과를 기술하였다.

* 정회원, 한국전력공사 전력연구원 선임보연구원
** 정회원, 한국전력공사 전력연구원 선임연구원
*** 정회원, 한국전력공사 전력연구원 수석연구원
**** 정회원, (주)한국동서발전 건설처 토건기술팀 차장
***** 정회원, (주)트라이포드 이사, 공학박사

2. 실험 개요

2.1 시험 종목 및 조건

규불화염계 복합 조성물을 사용한 시험배합 콘크리트와 규불화염계를 사용하지 않은 기준배합 콘크리트의 수밀성 향상 성능평가를 위하여 투수비, 물 흡수계수비, 압축강도비, 단열온도상승시험 및 길이변화율 시험을 수행하기 위한 관련 시험 종목과 조건은 아래 표 1과 같다.

표 1. 시험종목 및 방법

번호	시험항목	시험조건/품질기준	시험방법	관련특성
1	투수비	28일 양생 후 시험	KS F 4926	수밀성 향상 (방수효과)
2	물흡수계수비	28일 양생 후 시험	KS F 4926	
3	압축강도비	28일 양생후 재령 7일, 28일, 56일	KS F 4926	
4	단열온도상승시험	2type, 각 1회, 7일간 측정	-	균열저감 (수화온도)
5	길이변화율	7일 양생 후 28일간 연속 측정	KS F 4926	균열저감 (길이변화율)

2.2 콘크리트 배합설계표

가. 기준배합 : 발전소 기초 구조물 콘크리트 표준배합

나. 시험배합 : 기준배합에 규불화염계 복합 조성물(SWP-2)을 사용한 콘크리트 배합
다. 콘크리트의 시방배합 설계표는 아래 표 2와 같다.

표 2. 콘크리트 시방배합 설계표

배합구분	규격	단위재료량(kg/m ³)						
		결합재량		잔골재		굵은골재 (25mm)	AE제 (B×0.5%)	SWP-2 (B×0.75%)
		시멘트	플라이애시	자연사	가공사			
기준배합	25-21-12	270	30	375	489	1,010	1.5	-
시험배합	25-21-12	270	30	375	489	1,010	1.5	2.25

2.3 시험기사용 내역

수밀성 규불화염계 복합 조성물을 사용한 발전소 지하구조물 기초바닥 콘크리트의 온도균열 저감 및 수밀성 향상 공법에 대한 대상 콘크리트의 역학적 특성, 물성 및 온도특성 시험을 수행하는데 사용한 시험기의 내역은 표 3과 같다.

표 3. 시험기 사용 내역

기자재명	규격	내용	비고
○투수시험기	- 수압식(3kg/cm ²)	콘크리트 투수율 측정	
○압축강도시험기	- 인장, 압축 250ton	콘크리트 압축강도	
○단열온도상승시험기	- 온도범위 :+10℃~80℃	단열온도 및 반응속도 측정	
○공기량시험기	- 7ℓ	콘크리트 공기량 시험	
○데이터로거	- 20Channel	길이변위 계측	
○콘크리트믹서	- 50ℓ	콘크리트 혼합	
○콘크리트 습윤양생실	- 습도 95%이상	콘크리트 시편 양생	



사진 1. 투수시험 장면



사진 2. 압축강도시험 장면



사진 3. 단열온도상승 시험기

3. 시험결과

시험결과 투수비 및 물 흡수계수비가 0.43% 및 0.37%로서 평가 기준값 0.7이하임을 알 수 있었다. 그리고 압축강도 시험결과는 재령 7일, 28일, 56일차에 각각 1.06, 1.03, 1.06으로 나타나 시험재령 모두 평가 기준값 1.0을 상회하였다. 단열온도 상승 시험결과 기준배합의 최대단열온도 상승 값(K) 및 속도 (α)는 각각 48.5℃ 및 0.77로 나타났으며, 시험배합은 47.4℃ 및 0.60으로 나타났다. 따라서 최대 단열온도 상승온도 및 상승속도 모두 시험배합이 낮게 나타났다. 콘크리트 길이변화 시험은 시편 성형 후 시편 중앙에 변위게이지를 넣어 2일차에 초기 변위를 측정하고 14일, 28일차에 측정하여 비교한 결과, 유사한 경향을 나타내었다. 시험결과는 표 4, 5, 6, 7 및 그림 1, 2로 나타내었다.

표 4. 투수비 및 물 흡수계수비 시험 결과표 (단위 : kg/cm²)

재령 시편번호	투수비		물 흡수계수비		비고
	기준배합	시험배합	기준배합	시험배합	
1	25.36	10.36	0.6120	0.2152	
2	26.95	11.56	0.6425	0.2539	
3	22.16	10.52	0.6605	0.2325	
평균	24.82	10.81	0.6380	0.2339	
비율	0.43		0.37		

표 5. 압축강도비 시험 결과표 (단위 : kg/cm²)

재령 시편번호	7일		28일		56일		비고
	기본배합	시험배합	기본배합	시험배합	기본배합	시험배합	
1	226	250	338	347	372	396	
2	227	234	340	339	351	383	
3	226	236	314	337	377	389	
평균	226	240	331	341	367	389	
압축강도비	1.06		1.03		1.06		

표 6. 단열온도 상승시험 결과표

구 분	기준배합		시험배합		비 고
	최대단열온도(K)	최대속도(α)	최대단열온도(K)	최대속도(α)	
시험결과	48.5	0.77	47.4	0.60	

표 7. 길이변화 시험 결과표

(단위 : %)

시편번호	재령 14일		재령 28일		비 고
	기본배합	시험배합	기본배합	시험배합	
1	0.017	0.017	0.028	0.029	
2	0.016	0.018	0.029	0.029	
3	0.016	0.018	0.028	0.029	
평균	0.016	0.018	0.028	0.029	

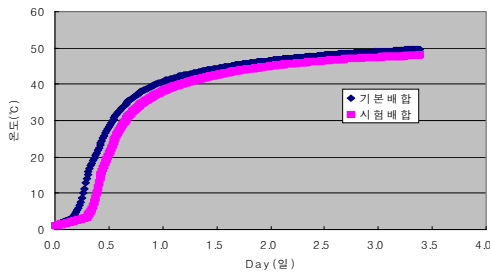


그림 1. 최대 단열온도

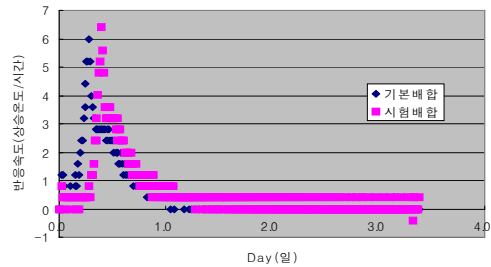


그림 2. 온도상승속도

4. 결 론

규불화염계 복합 조성물을 사용한 시험배합 콘크리트와 기준배합 콘크리트의 시험 결과를 비교 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 시험배합 콘크리트의 투수비, 물 흡수계수비 시험 결과 기준배합 대비 0.43% 및 0.37%로서 평가 기준값 0.7%이하임을 알 수 있었으며, 압축강도비는 재령별 큰 변화가 없이 1.06, 1.03 및 1.06으로서 평가 기준값 1.0이상임을 나타냈다.
- 2) 콘크리트 단열온도 상승시험 결과 기준배합 대비 시험배합의 온도 및 속도가 감소하는 것을 확인하였으며, 시험배합 콘크리트의 길이변화량은 재령 28일차에 0.029%로서 평가 기준값 0.1% 이내로 나타났다.

참고문헌

1. 강성웅, 양일승, 한병찬, 김도수, 길배수, 윤현도, '규불화염계 균열저감재를 이용한 콘크리트의 균열 제어 특성', 한국콘크리트학회 추계학술발표대회 논문집, 2004
2. 한국표준협회, '콘크리트 혼입용 방수제', KS F 4926, 2002
3. 한진전력연구원, '원전 콘크리트 구조물의 수화열 저감 방연 연구', 최종보고서, 1998
4. 최계식, '토목재료 시험법과 해설 및 응용', 형설출판사, 1990
5. 한국콘크리트학회, '최신 콘크리트 공학', 1994
6. 건설교통부, '콘크리트 표준시방서', 1996