

롤러다짐 콘크리트의 물리적 특성

The Properties of Roller-Compacted Concrete

장 봉 석· 임 정 열· 김 완 영** 정 우 성**

Jang, Bong Seok Lim, Jeong Yeul Kim, Wan Young Jung, Woo Sung

ABSTRACT

This study performed an experimental test to derive the characteristics of compressive strength, heat of hydration and creep of roller compacted concrete. The main variable of strength test are cement content and fly ash content. The heat of hydration test was performed using MARUTO CH-50-CA and creep test was carried out according to KS F 2453.

1. 서론

국내에서 시공 사례가 없고 최초로 한탄강 댐의 설계에 채택된 바 있으며, 또한 세계적으로 댐 콘크리트의 역사에서 있어서 상대적으로 최신킨술이라고 할 수 있는 롤러다짐 콘크리트(Roller compacted concrete)는 그 시공방법, 시공 속도 그리고 열용력 특성 등에서 기존의 댐 콘크리트와 비교하여 상대적으로 많은 장점을 가진 콘크리트로서 그 적용성과 미래 전망이 유망한 기술이라고 판단된다.

본 연구에서는 국내 최초로 댐의 시공에 적용될 예정에 있는 롤러다짐 콘크리트에 대하여 강도 발현 특성, 크리프 특성 그리고 발열특성에 대한 실험을 통하여 그 물리적 특성을 살펴보고자 한다.

2. 실험변수 및 실험방법

2.1 강도

강도시험은 재령 7일, 28일, 56일, 91일 압축강도시험을 실시하여 측정하였다. 강도시험은 $\phi 150 \times H300$ 의 공시체를 제작하여 KS F 2405에 준하여 강도시험을 실시하였다.

롤러다짐 콘크리트의 강도시험을 위한 공시체의 제작에 대한 KS 규격은 제정되어 있지 않은 상태이다. 일본 RCD 연구회의 경우, 별도로 강도시험용 공시체의 제작에 대한 언급은 없으나, 미국의 경우는 강도시험용 공시체의 제작은 ASTM C 1176 "Standard practice for making roller-compacted concrete in cylinder molds using a vibrating table" 또는 ASTM C 1435 "Standards practice for molding roller-compacted concrete in cylinder molds using a vibrating hammer"에서 규정하고 있다. 본 연구에서는 ASTM C 1176에 준하여 강도용 공시체를 제작하였다.

*정회원, 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원

**정회원, 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원

표 1 배합표

Series name	G _{max} (mm)	공기량 (%)	W/B	s/a (%)	단위량 (kg/m ³)					입도 조정	V _p /V _m
					W	Binder		F.A.	C.A.		
						C	flyash				
N1F0	80	1.1	0.82	34	93	114	-	731	1419	×	0.410
M1F0	80	1.1	0.82	34	93	79.8	34.2	726	1410	○	0.422
M1F3	80	1.1	0.82	34	93	114	-	731	1419	○	0.431
N2F3	80	1.1	0.77	30	100	91	39	662	1557	×	0.449

※설계강도_91일 = 120 kgf/cm², fly ash 30%

2.2 크리프

크리프 실험은 KS F 2453에 준하여 M1F3 배합에 대하여 실시하였다. 실험조건은 재하재령 300일, 재하하중 7.5 tonf, 상대습도 50±5 %, 온도 20±2 °C 의 항온항습실에서 6개월간 수행하였다. 크리프 시험 장면은 그림 1과 같고 측정은 변형을 1µm 까지 측정하였다.

2.3 단열온도상승시험

단열온도상승시험은 콘크리트수화열 시험기(MARUTO CH-50-CA)를 이용하여 N2F3 배합과 دم체 외부배합에 대하여 실시하였다.(그림 2)



그림 1 크리프 시험장면

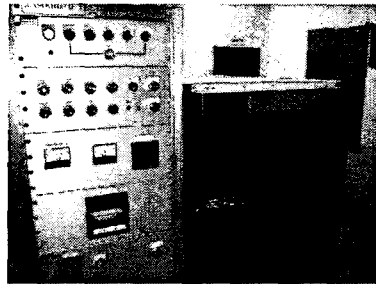


그림 2 수화열 시험장면

3. 실험결과

3.1 강도발현 특성

주요 실험변수인 M1F0, N1F0, M1F3의 압축강도 결과는 표 2 및 그림 1 에 나타내었다. M1F0의 경우 7일 강도는 117.3 kgf/cm², 28일 강도는 177.0 kgf/cm², N1F0의 경우 7일 강도는 91.8 kgf/cm², 28일 강도는 135.8 kgf/cm², M1F3의 경우 7일 강도는 87.2 kgf/cm² 이고 M2F3의 경우 28일 강도는 160.0 kgf/cm² 을 나타

내어 모든 경우에 대해서 재령28일에서 설계 강도인 91일 강도 120 kgf/cm² 을 상회하는 것으로 나타났다.

국내에 적용 예정에 있는 롤러다짐 콘크리트댐의 설계강도는 90일 강도 120 kgf/cm² 으로 플라이애쉬 30%를 사용하는 것으로 되어 있다. 따라서 M1F3와 M2F3의 두 배합을 비교해 볼 때 두 배합 모두 설계 강도를 상회하고 있으며, 배합설계에서 변동계수를 고려하더라도 설계강도 발현에는 문제가 없을 것으로 판단된다. 그러나 예상하지 못한 현장에서의 여러 가지 조건에 의한 강도발현에 문제 등을 고려하면, 시공 초기에 배척플랜트의 시험운영과 시험시공을 통하여 철저한 관리방안을 마련하여야 할 것이다.

표 3 압축강도(kgf/cm²)

변수명	재령(일)	압축강도			평균
M1F0	7	101.9	131.6	118.6	117.3
	28	178.8	180.5	174.3	177.9
	56	214.5	237.1	225.2	225.6
	91	-	206.6	196.9	201.8
N1F0	7	94.8	88.8	85.45	91.8
	28	134.1	117.1	153.2	135.8
	56	166.4	151.1	175.4	164.3
	91	152.2	140.3	140.7	144.4
M1F3	7	87.2	84.31	95.1	87.2
	28	151.7	135.8	152.8	117.1
	56	175.4	145.4	194.7	160.4
	91	185.0	164.1	153.9	167.7
M2F3	7	-	-	-	-
	28	158.0	162.0	-	160.0
	70	174.4	191.4	190.2	185.3
	91	185.7	190.8	166.5	181.0

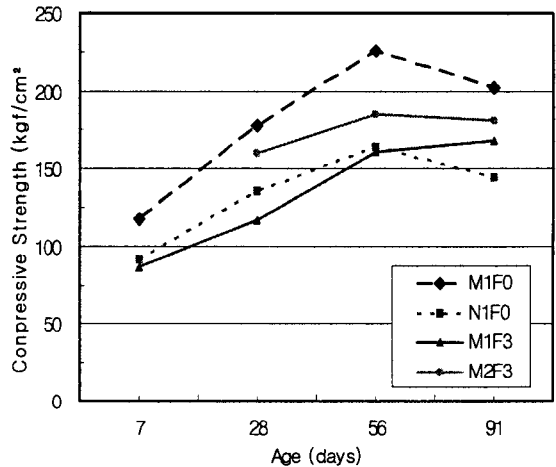


그림 3 재령별 압축강도

3.2 크리프 특성

그림 4 는 크리프 시험결과를 creep deformation(μm)으로 나타낸 것이다. 현재 수행한 실험결과와 기존의 크리프 예측식과 분석을 실시하고 있다.

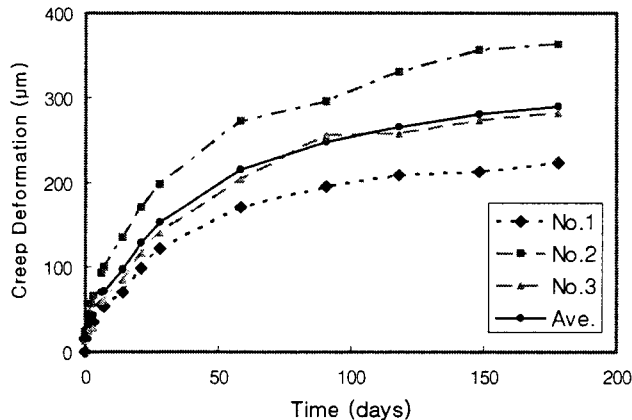
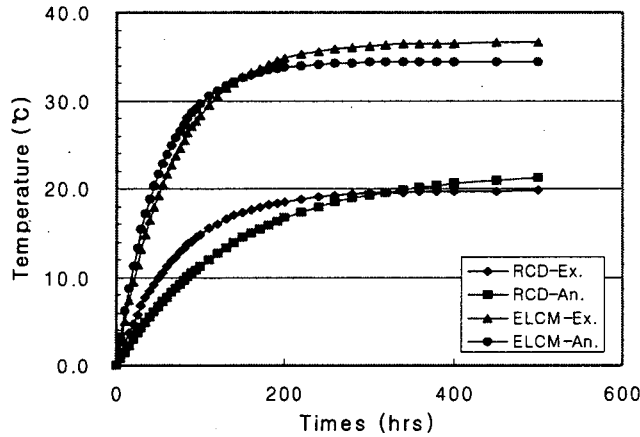


그림 4 크리프 시험 결과

3.3 단열온도상승 특성

단열온도상승 시험결과 몰러다짐콘크리트의 발열특성은 콘크리트표준시방서의 예측식과 비교적 일치하는 것으로 나타났으며, 댐 외부 콘크리트의 발열특성 또한 콘크리트표준시방서의 예측식과 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다.



4. 결론

본 연구에서는 몰러다짐 콘크리트의 물리적 특성을 실험적으로 파악하고자 하였다. 실험결과 강도는 설계기준강도 월등히 120을 상회하는 것으로 나타나 최적의 배합설계가 추가적으로 필요한 것으로 보이며, 단열온도상승시험결과 콘크리트표준시방서의 예측식과 비슷한 경향을 나타내었다. 크리프 실험 결과는 기존의 예측식과 비교하여 결론을 지을 예정이다.

참고문헌

1. 장봉석, 김완영, 정우성, "RCC의 강도발현특성에 미치는 잔골재의 입도분포", 2005 한국콘크리트학회 봄 학술발표 논문집, 2005.
2. 차수원, "철근비의 영향을 고려한 고강도콘크리트의 크리프 및 건조수축 특성", 서울대학교 석사학위논문, 1993.
3. 한국수자원공사, "몰러다짐 콘크리트의 품질향상 방안 연구", 2004.
4. 한국수자원공사, "몰러다짐 콘크리트의 품질향상 방안 연구", 2005.
5. Annual Book of ASTM Standards
6. 콘크리트 표준시방서, 건설교통부