

재생골재를 이용한 식재용 콘크리트의 동결융해저항성에 관한 연구

A Study on the Freeze-Thaw Resistance of Planting Concrete Using Recycled Aggregate

이 상 태^{*} 전 충 근^{**} 김 경 민^{***} 최 청 각^{****} 한 천 구^{*****}
Lee, Sang-Tae Jeon, Chung-Keun Kim, Kyoung-Min Choi, Chung-Gak Han, Cheon-Goo

ABSTRACT

This study is intended to investigate the resistance of frost damage of concrete for planting, which recycled aggregate is used, by freezing in air and thawing in water. According to the results, if AE agent of 0.005% is mixed in making concrete for planting, it is thought that the resistance of frost damage is guaranteed in winter because concrete for planting is not under severe freezing and thawing function, but under natural weather action.

1. 서 론

식재용 콘크리트를 건물옥상에서 식물생육층으로 사용할 경우는 연속공극 사이로 물의 유출입이 용이하고, 또한 자연강우나 강설 및 인공적인 관수에 의하여 물과 필연적으로 접할 수밖에 없어 내동해성은 중요한 문제가 된다. 따라서 본 연구팀에서는 식재용 콘크리트의 내동해성을 「수중동결 수중융해법」으로 검토한 바 있는데¹⁾, 연구결과 상당히 열악한 것으로 확인되었다.

그러나, 실제옥상환경에서 식재용 콘크리트의 동결융해작용은 가혹한 수중에서의 급속동결융해 작용이 아니라 자연기상작용에 의하여 이루어지므로 「기중동결 수중융해법」에 의한 내동해성 실험을 실시할 경우는 기존연구와는 다른 결과가 나타날 것으로 예상되어 이에 대한 검토의 필요성이 제기된다.

그러므로, 본 연구에서는 재생골재를 사용한 식재용 콘크리트의 내동해성을 AE제 첨가량을 변화시켜 「기중동결 수중융해법」으로 검토함으로써 건물옥상환경에서의 내동해성에 대한 참고자료로 제시하고자 한다.

* 정회원, (주)선엔지니어링 종합건축사사무소 선임연구원

** 정회원, 한국접지기술연구소 책임연구원

*** 정회원, 고려산업개발(주) 연구개발실 연구원

**** 정회원, 옥산기업 대표

***** 정회원, 청주대학교 교수

2. 실험계획 및 방법

2.1. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 콘크리트의 배합사항은 표 2와 같다. 즉, 실험요인으로 W/C는 25% 1수준에 페이스트 골재비(P/G)는 30%로 하였다. 골재종류로는 부순굵은골재는 AE제 첨가량 0.0025%만을 적용하였고, 재생굵은골재는 AE제 첨가량 0, 0.0025, 0.005, 0.0075, 0.01%의 5수준으로 하여 총 6수준으로 실험계획 하였다.

경화콘크리트의 실험사항은 공극률, 단위용적중량, 흡수율, 압축강도를 측정하는 것으로 계획하였고, 동결융해 저항성은 동결융해의 반복에 따라 상대동탄성계수와 중량변화율을 측정하는 것으로 실험계획 하였다.

2.2. 사용재료

본 실험의 사용재료로써, 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였고, 굵은골재는 최대치수 20mm로, 재생굵은골재는 충북 청원군의 페콘크리트 처리업체에서 재생산한 것을 사용하였다. 각, 골재의 물리적 성질은 표 3과 같다. 혼화제로서 AE제는 나트륨 로릴 황산염계를, 고성능 감수제는 폴리칼보산계를 사용하였다.

2.3. 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 사용하였고, 공시체 제작은 표준적인 몰드를 이용하여 테이블 진동기로 3초 동안 진동하여 제작하였다.

공극률은 공시체의 수중중량과 기중중량을 측정하여 용적법으로 구하였고, 단위용적중량은 공시체의 부피와 기중중량으로부터 환산하여 구하였으며, 흡수율은 공시체의 표건중량과 절건중량을 이용하여 구하였다. 또한, 압축강도 시험은 KS F 2405의 규정에 따라 실시하였고, 동결융해시험은 KS F 2456의 기중동결 수중융해 방법으로 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1. 식재용 콘크리트의 물리적 성질

표 4는 골재종류별 식재용 콘크리트의 물리적 성질을 나타낸 것이고, 그림 1은 이를 그래프로 나타낸 것이다. 먼저, 공극률은 약 30% 정도로 나타났다. 또한, 재생굵은골재를 사용한 경우가

표 1 실험계획

실험요인	실험수준		실험항목
W/C(%)	1	25	· 공극률* · 단위용적중량*
P/G(%)	1	30	
골재종류	2	부순굵은골재*, 재생굵은골재	· 흡수율* · 압축강도*
AE/C(%)	5	0, 0.0025, 0.005, 0.0075, 0.01	· 동결융해저항성

* AE제 첨가량 0.0025%만을 적용함

표 2 식재용 콘크리트의 배합표

골재종류	W/C (%)	P/G (%)	S.P/C (%)	단위수량 (kg/m ³)	절대용적 배합(ℓ/m ³)		중량배합 (kg/m ³)	
					C	G	C	G
부순굵은골재	25	30	0.5	73	93	554	293	1,468
재생굵은골재				71	90	539	285	1,131

표 3 골재의 물리적 성질

골재종류	비중	공극률(%)	흡수율(%)	단위용적중량(kg/m ³)
부순굵은골재	2.65	38.5	1.18	1,585
재생굵은골재	2.10	37.5	6.47	1,295

표 4 식재용 콘크리트의 물리적 성질

골재종류	공극률 (%)	단위용적 중량(kg/m ³)	흡수율 (%)	압축강도(kgf/cm ²)	
				7일	28일
부순굵은골재	28	1,790	3.2	62	95
재생굵은골재	30	1,625	7.7	38	50

부순굵은골재의 경우보다 단위용적중량은 약 150kg/m^3 정도 작게 나타났고, 흡수율은 7.7%로 2배 이상 크게 나타났으며, 압축강도는 2배 정도 작게 나타났다.

3.2. 식재용 콘크리트의 동결융해저항성

그림 2는 「기중동결 수중융해법」에 의한 동결융해 사이클 증가에 따른 상대 동탄성계수비를 시험체 종류별로 나타낸 것이다.

전반적으로 각 시험체별 상대 동탄성계수비는 큰 차이를 나타내었는데, 부순굵은골재를 사용한 경우와 재생굵은골재를 사용하고 AE제 첨가량 0.0025%, 0.005%, 0.0075%의 경우는 동결융해 300사이클에서도 상대 동탄성계수비가 60% 이상을 유지하였지만 재생굵은골재를 사용하고 AE제 첨가량 0.01%의 경우는 동결융해 275사이클 이상에서, AE제를 첨가하지 않은 경우는 동결융해 250사이클 이상에서 상대 동탄성계수비가 60%이하로 저하함이 확인되었다.

AE제 첨가량 변화에 따른 상대 동탄성계수비는 AE제 첨가량 0.005%, 0.0025%, 0.0075%, 0.01%, 무첨가의 순으로 크게 나타났는데, AE제 첨가량 0.005%의 경우는 동결융해 300사이클에서도 상대 동탄성계수비가 80% 정도로 나타났으나, AE제를 첨가하지 않은 경우는 동결융해 250사이클 이상에서 상대 동탄성계수비가 60%이하로 나타나 큰 차이를 보였다. 또한, 골재 종류별로는 재생굵은골재를 사용한 경우가 부순굵은골재보다 상대 동탄성계수비가 300사이클에서 약 10% 작게 나타났다.

한편, 식재용 콘크리트의 내동해성에 관한 연구자료¹⁾로서 「수중동결 수중융해법」에 의해서는 동결융해 60사이클에서 상대 동탄성계수비가 60% 이하로 확인된 바 있으나 본 연구에서는 건물 옥상환경에서 자연기상작용에 의하여 이루어지므로 본 연구결과를 통하여 알 수 있듯이 식재용 콘크리트 제조시 AE제를 적정량 첨가하면 겨울철 내동해성은 큰 문제가 없을 것으로 사료된다.

그림 3은 각 시험체 종류별 내구성 지수를 나타낸 것으로서 부순굵은골재를 사용한 경우와 재생굵은골재를 사용하고 AE제를 0.0025% 및 0.005%를 사용한 경우는 내구성 지수가 75% 이상으로 비교적 우수한 것으로 확인되었고, 재생굵은골재를 사용하고 AE제 첨가량이 0.0075%와 0.01%의 경우는 중간 정도이며, AE제를 첨가하지 않은 경우는 열악한 것으로 나타났다.

그림 4는 그림 2와 동일한 요령으로 중량변화율을 나타낸 것인데, 상대 동탄성계수비의 결과와 유사하게 부순굵은골재를 사용한 경우, 재생굵은골재를 사용하고 AE제 첨가량 0.005%, 0.0025%, 0.0075%, 0.01%, 무첨가의 순으로 동결융해 작용에 따른 중량 변화율이 작게 저하하는

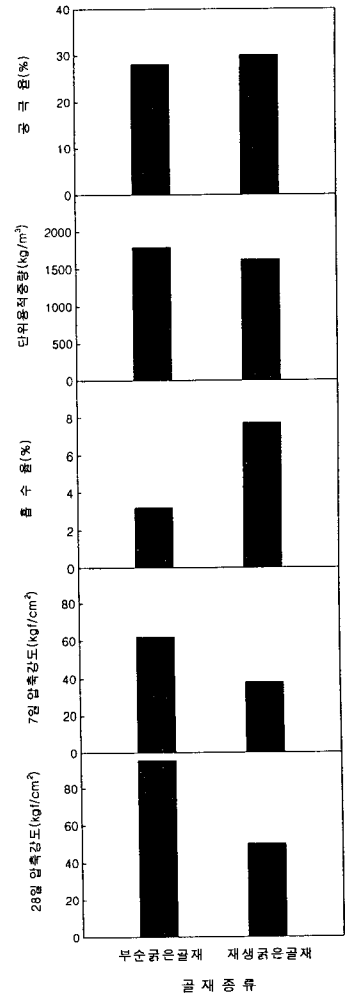


그림 1 골재 종류별 물리적 성질

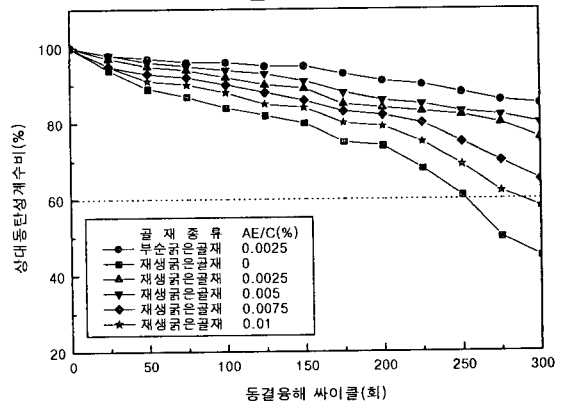


그림 2 동결융해 작용에 따른 상대 동탄성계수비

것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 재생골재를 이용한 식재용 콘크리트의 내동해성을 AE제 첨가량을 변화시켜 「기중동결 수중용해법」으로 검토하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 공극률은 약 30% 정도로 나타났고, 재생골재를 사용한 경우가 부순골재보다 단위용적중량은 약 150kg/m^3 정도 작게, 흡수율은 7.7%로 2배 이상 크게, 압축강도는 2배 정도 작게 나타났다.

2) 내동해성으로 상대 동탄성계수비는 부순골재를 사용한 경우와 재생골재를 사용하고 AE제 첨가량 0.0025, 0.005, 0.0075%의 경우는 동결융해 300사이클에서도 상대 동탄성계수비가 60% 이상을 유지하였지만 재생골재를 사용하고 AE제 첨가량 0.01%인 경우는 동결융해 275사이클 이상에서, AE제를 첨가하지 않은 경우는 250사이클 이상에서 상대 동탄성계수비가 60% 이하로 나타났다.

3) 종합적으로 본 연구에서의 식재용 콘크리트는 건물옥상환경에서 기중동결 수중용해와 같은 자연기상작용에 의하여 이루어지므로 식재용 콘크리트 제조시 AE제를 0.005% 정도 첨가하면 겨울철 내동해성에는 큰 문제가 없을 것으로 사료된다.

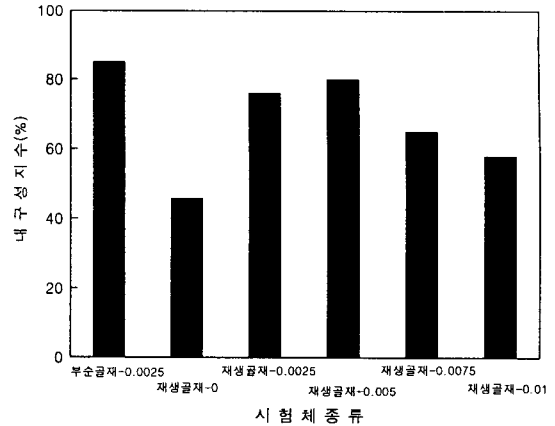


그림 3 시험체 종류별 내구성 지수

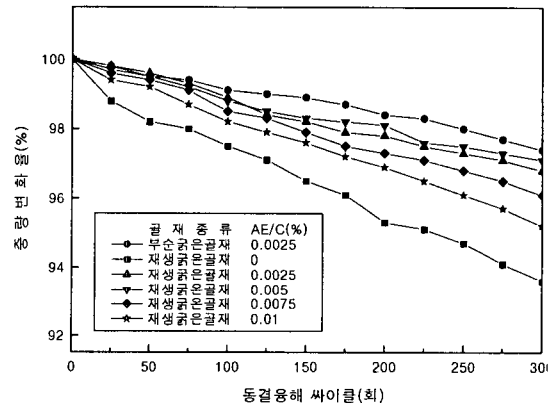


그림 4 동결융해 작용에 따른 중량변화율

참고문헌

1. 한천구, 오선교, 이상태, 김정진, "재생골재를 이용한 식재용 콘크리트의 물리적 특성", 한국콘크리트학회논문집, 제14권 1호, 2002, pp.16~23.
2. 김무한, "재생골재의 현황 및 재활용방안", 한국콘크리트학회지, 제9권 6호, 1997, pp.11~17.
3. 柳橋邦生, 池尾陽作, 佐久間護, 米澤敏男, "緑化コンクリートの研究-連続空隙硬化体の壓縮強度,空隙率およびアルカリ溶出量の評價", 日本建築學會大會 學術講演梗概集, 1993, pp.933~934.
4. 이상태, 김진선, 황정하, 한천구, "건물옥상 식재용 콘크리트 공법의 개발", 한국조경학회지, 제28권 제5호, 2000, pp.48~57.
5. 吉森和人, "植生ポラスコンクリートの製造と耐久性に関する實驗的研究", 自然環境との調和を考慮したエココンクリートの現象と將來展望に関するシンポジウム, 日本コンクリート工學協會, 1995, pp.39~46.
6. 日本コンクリート工學協會, "エココンクリート特輯, 콘크리트工學", 第 36卷, 第 3號, 1998, pp.6~62.
7. 신동인, "폐콘크리트의 품질이 재생콘크리트의 특성에 미치는 영향", 명지대학교 박사학위논문, 1998.
8. 한천구, 김진선, 황정하, 이상태, "골재의 종류에 따른 건물옥상 식재용 콘크리트의 기초적 특성", 대한건축학회 논문집, 제17권 1호, 2001, pp.91~98.