

골재 종류 변화에 따른 식재용(植栽用) 콘크리트의 특성에 관한 연구

A Study on the Properties of Planting Concrete with the Variation of Aggregate Kinds

이 상 태*
Lee, Sang Tae

윤 기 원**
Yoon, Gi Won

황 정 하***
Hwang, Jung Ha

한 천 구****
Han, Cheon Goo

ABSTRACT

This study is intended to present the properties of planting concrete using the light-weight aggregate and crushed aggregate. According to the result of experiment, the concrete using orchid stone shows a better performance in voids volume, unit weight, absorption, thermal conductivity and pH, which are helpful for planting and heat isolation. Therefore, if planting concrete used with orchid stone are utilized to be the planting base on the building's roof, it will be effective to reduce the cost of construction and cooling and heating due to the reduction of building's self weight and heat isolation effect.

1. 서 론

현대 건축물은 환경문제 개선 및 부하절감을 향상시키고자 계속 노력할 전망이다. 일례로 건물옥상의 경우는 정원화가 증가할 추세인데, 현재는 대부분 기존의 누름콘크리트 위에 식재기반을 적용시키는 시공법에 의하여 식물을 생육시키고 있는 실정으로 건물의 자중을 증가시키는 단점이 발생한다.

따라서 이에 대한 개선책이 요구되는데, 최근 주목시 되는 식재용 콘크리트를 경량골재로 사용하여 기존의 단열재 및 누름콘크리트에 대체하여 설계 및 시공을 실시한다면, 식물 생육으로 인한 본연의 환경개선 효과외에 식재용 콘크리트의 경량화로 인한 건물의 자중절감, 공사비 절약 및 단열성능의 향상에 따른 다양한 환경부하 절감효과 등 많은 이점을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

그러므로 본 연구는 경량골재를 사용한 식재용 콘크리트의 물리적 특성을 부순돌을 사용한 경우와 비교·분석하여 실용성 여부를 검토하는데 목적이 있고, 추후 잔디의 생육결과 및 단열성능에 대하여도 실험하여 보고하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획 및 배합사항은 표 1과 같다. 먼저, 골재 종류는 부순돌과 황토 및 난석의 3개

- * 정회원, 청주대 건설공학과, 석사과정
- ** 정회원, 주성대 건설재료공학과 전임강사, 공학박사
- *** 정회원, 상주대 건축공학과 전임강사, 공학박사
- **** 정회원, 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

수준으로 하고, 물시멘트비는 25%의 1개 수준으로 하며, 페이스트 골재비는 20 및 30%의 2개 수준으로 계획한다. AE제 첨가율은 시멘트 페이스트 상태에서 공기량 5%를 만족하도록 결정하고, 고성능 감수제는 각 배합에서 공시체 제작시 진동후 페이스트가 하부로 쳐지지 않도록 첨가량을 결정한다. 또한, 콘크리트의 강알칼리성을 해결하기 위한 중화처리 시간은 1시간으로 실험계획한다.

표 1. 실험계획 및 배합사항

골재 종류	W/C (%)	P/G (%)	AE/C (%)	S.P/C (%)	공극율 (%)	절대용적배합 (ℓ/m ³)			
						물	시멘트	골재	
채석	25	20	0.0028	0.50	33	48	64	558	
				0.45	26	74	97	569	
황토				0.35	25	54	71	625	
				0.30	15	85	112	653	
난석				20	-	28	52	68	600
				30	-	21	79	104	607

실험사항으로는 경화 콘크리트에서 공극율, 단위용적중량, 흡수율을 공시체 탈형 후 측정하고, 압축강도는 7 및 28일 재령에서 측정하며, 열전도율 및 알칼리용출량은 2주간 수중양생 후 측정한다.

2.2 사용재료

본 연구의 사용재료로 시멘트는 국내 S사의 고로슬래그 시멘트(비중:3.03, 분말도:4,091cm²/g)를 사용한다. 골재로 부순돌은 충북 옥산산, 황토는 경남 마산에서 소성과정으로 생산되는 하이드로볼(상품명)을 사용하며, 난석은 인도네시아에서 수입한 것을 사용하는데, 10~20mm와 5~10mm를 7:3(중량비)의 비율로 혼합하여 사용한다. 각 골재의 물리적 성질은 표 2와 같다.

표 2. 골재의 물리적 성질

골재 종류	표건 비중	흡수율 (%)	단위용적 중량(kg/m ³)	공극율 (%)
채석	2.69	1.2	1,647	40.8
황토	1.99	22.2	1018	48.8
난석	1.15	37.7	517	55.2

또한, 혼화제로서 AE제는 나트륨 로릴 황산염계를 사용하고, 고성능 감수제는 폴리칼본산계를 사용한다.

2.3 실험방법

콘크리트의 혼합은 강제식 팬믹서를 사용하고, 공시체는 $\phi 10 \times 20$ cm 몰드에 2층으로 콘크리트를 넣은후 테이블 진동기를 7초간 진동시켜 제작한다. 굳지않은 콘크리트에서 페이스트의 공기량은 모르타르 공기량 시험기를 사용하여 측정한다. 경화 콘크리트에서 공극율은 공시체의 수중중량과 기중중량을 측정하여 용적법으로 구하고, 단위용적중량은 공시체의 부피와 기중중량으로부터 환산하며, 흡수율은 절건중량과 표건중량간의 관계를 이용하여 구한다. 또한, 열전도율은 20±3℃ 온도조건에서 기건상태의 공시체를 열전도율 측정기(Thermal Conductivity Meter)로 측정하고, 압축강도는 KS F 2405의 방법으로 측정한다. 알칼리용출량은 인산2암모늄 15% 용액에 침지한 $\phi 5 \times 10$ cm 공시체를 2주간 수중양생한 후 상부에서 30ml의 증류수를 살포하여 하부에 흘러나온 증류수의 pH를 KS M 0011의 방법으로 측정한다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 공극율, 단위용적중량, 흡수율, 열전도율 및 압축강도

그림 1은 골재 종류별 식재용 콘크리트의 물리적 특성을 페이스트 골재비별로 나타낸 것이다.

골재 종류별로 살펴보면 먼저, 공극율은 부순돌, 황토, 난석을 사용한 순서로 각각 26~33%, 15~25%, 21~28%로 나타나 식물의 뿌리가 활착할 수 있을 정도의 연속공간이 확보될 수 있는 것으로 사료된다. 단위용적중량은 부순돌과 황토를 사용한 경우는 1530~1780kg/m³ 정도로 나타난 반면, 비중이 작은 난석을 사용한 경우는 상당히 감소하여 950~1050kg/m³ 정도로 건물의 자중을 상당량 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 흡수율은 부순돌을 사용한 경우는 3.5~3.7%로 나타났으나, 황토 및 난석을 사용한 경우는 각각 15.5~17.4%, 22.9~24.1%로 나타나 양호한 식물생육의 필수조건인 보수성 측면에서 식재용 콘크리트 제조시 난석을 사용하면 효과적인 것으로 사료된다. 열전도율은 부순돌을 사용한 경우보다 황토 및 난석을 사용한 경우에서 작게 나타났는데, 0.132~0.148 kcal/m·h·℃의 결과치로 건물옥상 식재기반으로 활용시 단열효과가 클 것으로 기대된다. 또한, 압축강도는 부순돌을 사용한 경우는 28일 재령에서 47~72kg/cm²로 나타났고, 황토 및 난석을 사용한 경우는 20~34kg/cm²로 낮은 수준을 나타냈다. 한편, 식재용 콘크리트의 압축강도는 7일 재령에서 28일 재령의 81~94% 정도가 발현되는 것으로 나타나 양생기간에 따른 영향은 작은 것을 알 수 있다.

페이스트 골재비별로는 공극율 및 28일 재령 압축강도는 각각 20~40%, 35~38% 정도의 차이를 보였으나 단위용적중량, 흡수율, 열전도율은 5~17% 정도의 근소한 차이를 나타냈다.

종합적으로 부순돌, 황토, 난석을 사용한 경우의 순서로 단위용적중량, 열전도율 및 압축강도는 감소하는 것으로 나타났고, 흡수율은 증가하는 것으로 나타났는데, 공극율은 부순돌, 난석, 황토를 사용한 경우의 순서로 감소하는 결과를 나타냈다.

3.2 알칼리용출량

그림 2는 재령경과에 따른 알칼리용출량을 골재 종류와 페이스트 골재비별로 나타낸 것이다. 중화처리를 하기전의 pH는 부순돌을 사용한 경우는 11이상으로 나타난 반면, 황토 및 난석을 사용한 경우는 9.5전후로 나타나 큰 차이를 보였으나 중화처리를 한 후 pH는 급격히 감소하여 골재 종류별로 8.5전후의 유사한 결과치를 나타냈다. 중화후 재령이 경과할수록 pH는 약간 증가하다가 재령 10일 이후로는 감소하여 재령 30일 까지 일정수준을 나타내고 있는데, 식물의 양호한 생육을 위한 적정 pH는 6~8정도로 알려져 있어 본 연구에서의 배합조건으로 제작한 식재용 콘크리트는 식물 생육에 적당한 정도의 pH가 확보됨을 알 수 있다. 페이스트 골재비별로는 20%보다 30%에서 pH가 크게 나타났다.

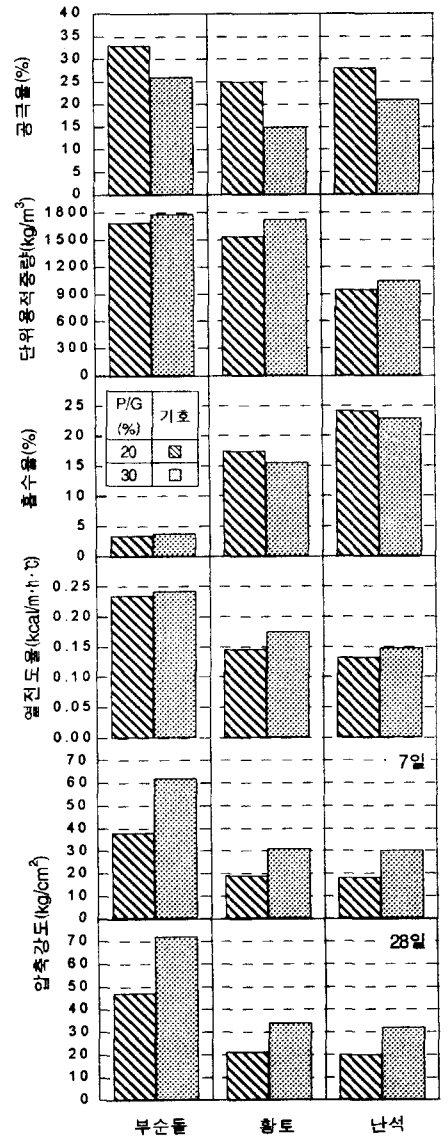


그림 1. 골재 종류별 물리적 특성

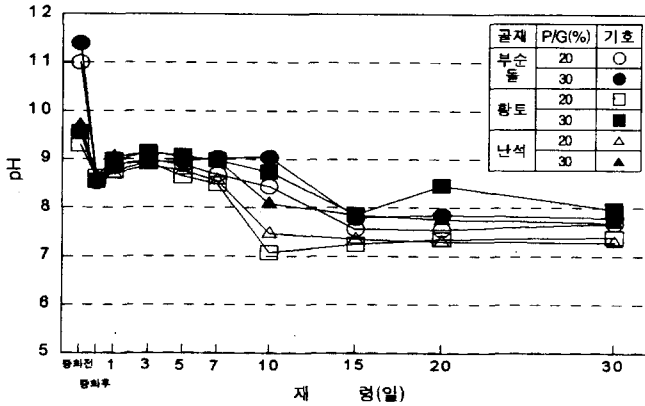


그림 2. 재령경과에 따른 알칼리용출량

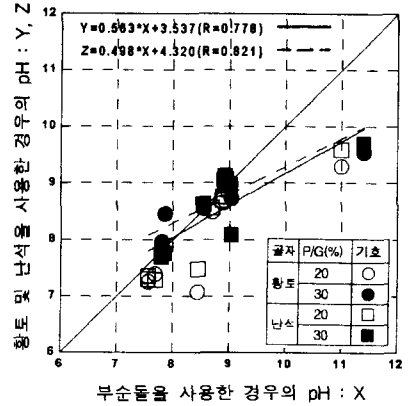


그림 3. 골재종류별 알칼리용출량

그림 3은 부순돌을 사용한 경우의 알칼리용출량을 황토 및 난석을 사용한 경우와 산점으로 비교한 것이다. 전반적으로 황토 및 난석을 사용한 경우가 부순돌을 사용한 경우보다 pH가 약 3% 작게 나타나 황토 및 난석을 사용한 식재용 콘크리트가 식물 생육면에서 유리한 pH가 확보됨을 알 수 있다.

4. 결론

경량골재를 사용한 식재용 콘크리트를 건물옥상의 식재기반으로 활용화하기 위하여 부순돌을 사용한 경우와 물리적 특성을 비교·분석한 결과는 다음과 같이 요약된다.

1) 부순돌, 황토, 난석의 순으로 단위용적중량, 열전도율 및 압축강도는 감소하는 것으로 나타났고, 흡수율은 증가하는 것으로 나타났는데, 공극율은 부순돌, 난석, 황토를 사용한 경우의 순서로 감소하는 결과를 나타냈다. 특히, 황토에 비해 난석을 사용한 경우에서 압축강도는 비슷한 반면, 공극율, 단위용적중량, 흡수율, 열전도율 등에서 본 연구목적에 효과적인 것을 확인할 수 있었다.

2) 알칼리용출량은 중화처리 전에는 식물의 생육에 악영향을 미칠 수 있는 결과치를 나타냈으나, 중화처리 후 pH는 큰 폭으로 감소하여 재령 10일 이후로는 식물의 생육에 적당한 pH가 확보되었다. 특히, 황토 및 난석을 사용한 경우가 부순돌을 사용한 경우보다 식물의 양호한 생육에 유리한 pH 결과를 나타내었다.

3) 종합적으로 부순돌 및 황토를 사용한 경우보다 난석을 사용한 식재용 콘크리트를 건물옥상 식재기반으로 활용하면 건물자중 감소 및 단열효과로 인한 건축물 냉·난방비 절약 등의 환경부하 감소에 효과적일 것으로 기대된다. 단, 압축강도 측면에서는 압축강도 향상을 위한 별도의 노력이 필요할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 윤기원, 이상태, 김기철, 황정하, 한천구 : 식재용 다공질 콘크리트의 개발에 관한 기초적 연구, 한국 콘크리트학회 학술발표논문집, 제 10권 2호, 1998, pp.912~915
- 日本コンクリート 工學協會 : 콘크리트工學, Vol. 36, No. 3, pp.6~62, 1998.
- 김진춘, 김지수, 최광일, 오희갑 : 다공성 콘크리트의 기초적 특성과 녹화실험, 한국 콘크리트학회 학술발표논문집, 제 8권 1호, 1996, pp.153~159