솔잎재 콘크리트의 강도 특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Strength Characteristics of Pine Needle Ash Concrete

남 기 성* · 성 찬 용 · 김 경 태
Nam, Ki Sung · Sung, Chan Yong · Kim, Kyung Tae

김 영 익 · 서 대 석 (충남대)
Kim, Young Ik · Seo, Dae Seuk

Abstract

This study was to estimate the strength of pine needle ash concrete using cement, natural aggregates and pine needle ash(PNA). The highest strength was achieved by 5% pine needle ash filled PNA concrete respectively. It was increased 6% by compressive strength, 15% by tensile strength and 13% by bending strength than that of the normal cement concrete, respectively.

Ⅰ.서론

건설기술의 향상과 더불어 혼화제[2] 및 혼화재[3]를 사용하여 콘크리트의 단점을 보완하고 내구성을 향상시키는 기술의 연구가 활발히 전개되고 있다. AE제, 감수제, 유동화제, 고성능감수제와 같은 혼화제와 fly ash, 폐타이어와 같은 혼화재 등이 고성능 콘크리트의 개발에 이용되고 있다.

따라서, 본 실험에서는 자연친화적인 재료인 솔잎재를 혼입한 콘크리트의 각 강도를 실험적으로 구명하여 솔잎재 콘크리트를 토목구조물에 활용하기 위한 기초자료를 마련하는데 그 목적이 있다.

1998년도 한국농공학회 학술발표회 논문집(1998년 10월 24일)

Ⅱ. 재료 및 방법

1.사용재료

가. 시멘트

KS F 5201에 의해 S회사 제품의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

나. 골재

본 실험에 사용된 골재는 금강유역에서 채취된 천연골재를 사용하였고, 입경이 잔골재는 4.75mm이하, 굵은골재는 4.75~10mm를 사용하였다.

다. 솔잎재

솔잎재는 솔잎을 태운 후 분쇄기로 분쇄하여 그 입경이 0.15mm이하이고, 단위중량이 241kgf/m^3인 솔잎재를 사용하였다.

2. 공시체 제작

가. 콘크리트의 배합

솔잎재 콘크리트의 배합은 강도를 고려하여 솔입재의 혼입량에 역점을 두고 배합비를 결정하였다. 즉, 예비실험을 통하여 실용화할 수 있는 강도를 나타내는 동시에 보통 시멘트 콘크리트보다 월등한 내구성을 발휘할 수 있는 배합비를 고려하여, 시멘트, 솔잎재, 잔골재 및 굵은골재의 배합비를 결정하였으며, 솔잎재를 넣지 않는 P1, 솔잎재를 시멘트 대용으로 2.5% 혼입한 P2, 솔잎재를 시멘트 대용으로 5% 혼입한 P3, 솔잎재를 시멘트 대용으로 7.5% 혼입한 P4, 솔잎재를 시멘트 대용으로 10% 혼입한 P5, 솔잎재를 시멘트 대용으로 12.5% 혼입한 P6, 솔잎재를 시멘트 대용으로 15% 혼입한 P7등 7가지 배합으로 하였고, 슬럼프는 8±1cm로 하였다.

나. 공시체 제작 및 양생

솔잎재 콘크리트의 제작은 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험방법)에 준하여 굵은골재와 잔골재를 잘 혼합한 다음 시멘트와 솔잎재를 투입하는 순서로 하였으며, 몰드에 타설된 콘크리트는 양생상자(21℃, 습도 96±2%)에서 24시간 정치 후 탈형하여 소정의 재령까지 수중양생(20±1℃)을 하였다.

3. 시험방법

압축강도시험(KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법)과 인장강도시험(KS F 2423 콘크리트의 인장강도 시험방법)은 Φ75×150mm의 시험체를 제작하여 측정하였고, 휨강도시험은 KS F 2407(콘크리트의 휨강도 시험방법)에 준하여 60×60×240mm의 시험체를 제작하여 각각 재령 28일에 측정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

가. 압축강도

압축강도는 배합설계의 기준이 될 뿐만 아니라, 콘크리트를 타설할 때 거푸집의 제거 시기를 결정할 수 있는 기준이 된다. Fig.1.에서 보는 바와 같이 솔잎재 콘크리트의 압축강도는 배합비별로 275kgf/cm^2~370kgf/cm^{2}정도로써, 강도는 배합설계에 매우 의존된다는 것을 알 수 있다. 특히, 솔잎재를 5%혼입한 P3에서 강도가 최대로 나타났으며, 솔잎재를 혼입하지 않은 P1보다 대략 6%정도 크게 나타났다. 이는 솔잎재가 콘크리트 내부의 공극을 채워 솔잎재를 혼입하지 않은 P1보다 더 큰 강도가 나타난 것으로 생각된다.[1)] 또한, 솔잎재를 7.5%이상 혼입한 콘크리트는 솔잎재를 혼입하지 않은 콘크리트 보다 강도가 작게 나타났는데, 이는 결합력이 있는 시멘트량은 줄고, 결합력이 없는 솔잎재량이 증가되었기 때문이라 하겠다.

나. 인장강도

인장강도는 Fig.2.에서 보는 바와 같이 배합비별로 28kgf/cm^2~34kgf/cm^{2}의 범위로 나타났다. 특히, 솔잎재를 5% 혼입한 P2에서 솔잎재를 12.5% 혼입한 P6 까지는 솔잎재를 혼입하지 않은 P1보다 인장강도가 크게 나타났으며, 이중 솔잎재를 5%혼입한 P3의 인장강도가 솔잎재를 혼입하지 않은 P1보다 15%가량 크게 나타났다. 또한, 솔잎재를 15%혼입한 P7은 솔잎재를 혼입하지 않은 P1보다 인장강도가 작게 나타났는데 이는 상대적으로 시멘트의 사용량이 적어 밀도와 결합력 감소로 인장강도가 저하되었다고 생각된다.

다. 휨강도

솔잎재 콘크리트의 휨강도 시험결과를 비교하면 Fig.3에서 보는 바와 같이 휨강도는 모든 배합설계에서 인장강도와 유사한 경향을 나타냈으며, 배합비별로 61kgf/cm^2~70kgf/cm^{2}의 범위로 나타났다. 특히, 솔잎재를 2.5% 혼입한 P2에서 솔잎재를 12.5% 혼입한 P6까지는 솔잎재를 혼입하지 않는 P1의 휨강도보다 크게 나타났고, 솔잎재를 15% 혼입한 P7은 작게 나타났다.

한편, 휨강도가 가장 크게 나타난 솔잎재를 5% 혼입한 P3은 솔잎재를 혼입하지 않은 P1의 강도보다 약 13%정도 크게 나타났다.

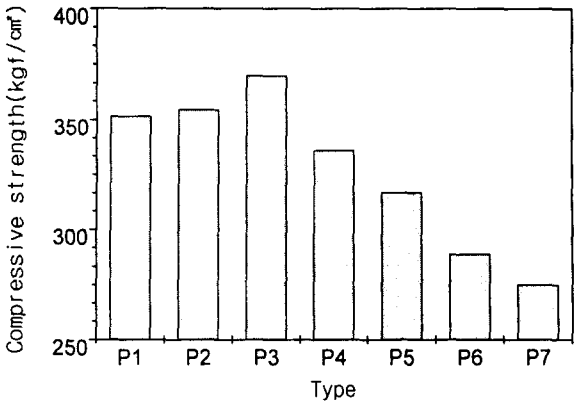

Fig.1. Comparison of Compressive strength by type of filler.

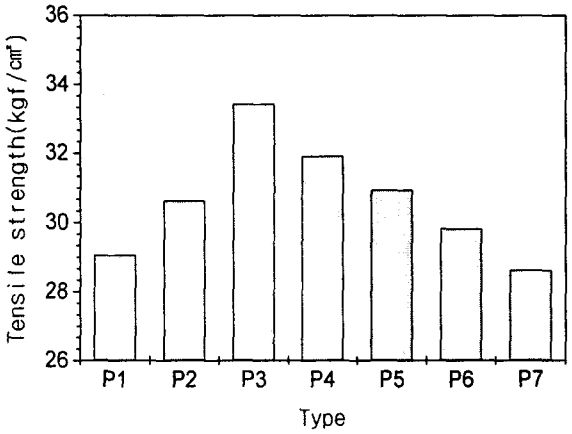

Fig.2. Comparison of tensile strength by type of filler

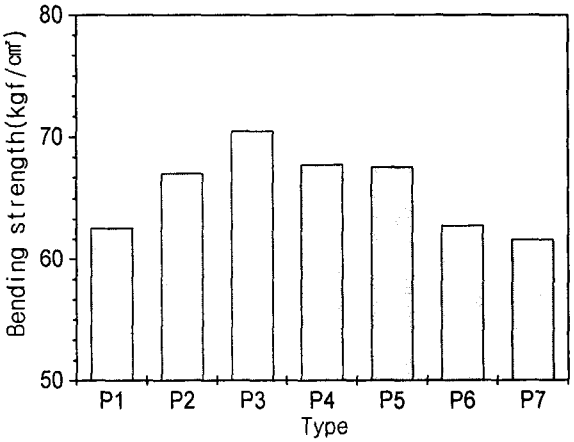

Fig.3. Compariosion of bending strength by type of filler

Ⅳ. 결 론

이 연구는 솔잎재와 시멘트 및 천연골재를 사용한 솔잎재 콘크리트를 개발하여 각 강도를 실험적으로 구명한 것으로써 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 압축강도는 솔잎재를 5% 혼입한 콘크리트에서 가장 크게 나타났고, 솔잎재를 15% 혼입한 콘크리트에서 가장 작게 나타났으며, 솔잎재를 혼입하지 않은 콘크리트보다 각각 6%크게, 22% 작게 나타났다.

2. 인장강도는 솔잎재 5%를 혼입한 콘크리트에서 가장 크게 나타났고, 솔잎재를 15% 혼입한 콘크리트에서 가장 작게 나타났으며, 솔잎재를 혼입하지 않은 콘크리트보다 각각 15%크게, 1% 작게 나타났다.

3. 휨강도는 솔잎재 5%를 혼입한 콘크리트에서 가장 크게 나타났고, 솔잎재를 15% 혼입한 콘크리트에서 가장 작게 나타났으며, 솔잎재를 혼입하지 않은 콘크리트보다 각각 13%크게, 2%작게 나타났다.

4. 적정량의 솔잎재를 혼입하여 콘크리트를 제조할 경우, 솔잎재 콘크리트의 강도특성이 보통 시멘트 콘크리트보다 우수할 뿐만 아니라, 임업 부산물의 재활용으로 인한 경제적 측면에서도 많은 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 성찬용, 1997, 왕겨재 콘크리트의 개발 및 그 공학적 성능에 관한 실험적 연구, 한국농공학회지 : 55 ~ 63.
2. 정재동, 1998, 콘크리트용 화학 혼화제, 최근의 기술 개발동향, 콘크리트학회지 : 65 ~ 72.
3. R. N. Swamy, 1986, Cement replacement materials, Surrey University Press : 171 ~ 194.