

# 톱밥 혼입 콘크리트의 단열특성

조병헌 · 홍승렬\* · 손기상

서울산업대학교 안전공학과 · \*대림산업(주)

## 1. 서 론

목재 산업은 인류의 역사와 함께 시작되어 현재에까지 이르고 있으며, 경제성장과 함께 우리나라의 목재산업은 제재목, 합판, 보드류, 칩 생산등 다양한 용도로 목재가공업이 이루어져 왔으나, 국내목의 자급율은 7%대의 저조한 실정으로 대부분의 목재를 수입에 의존하고 있다.

연간 폐목재 발생량은 1000만 $m^3$ 로 추정하고 있고 우리나라 1년 총 목재 사용량의 40%수준인 것으로 조사되고 있다. 이처럼 폐목재의 활용이 절실한 시기에 폐톱밥을 이용하여 콘크리트에 적용하므로써 그 특성을 알아보고자 한다.

그동안 톱밥을 콘크리트에 적용하는 것은 강도적 측면에서 현 구조물에 적용할 수 없을 것으로 판단되어지기 때문에 다른 폐자재를 사용한 연구는 많았으나 톱밥을 혼입한 콘크리트는 거의 없었다.

콘크리트강도는 가장 많이 사용하는 240kg/cm<sup>2</sup> 강도의 콘크리트 배합에 폐톱밥의 양에 따라 Normal, 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2%, 1.4%, 1.6%, 1.8%, 2.0%로 총 13가지 비율로 나누어 공시체를 제작하였다. 이 배합이 나온 배경은 폐톱밥을 이용한 기존에 실험을 해본 결과 강도적 측면을 기준으로, 0%~0.2%까지 압축강도값이 급격히 하락하였기에 그 부분을 좀 더 세분화 시켰으며, 2.0%이상의 혼합비율은 사실상 강도값으로서 의미가 없었으며 배합에 있어서도 어려움이 있기에 제외시켰다.

본 논문은 톱밥 비율별로 열전도율 측정 시험용 공시체인 30cm×30cm×1.5cm크기의 각형 공시체로 제작하였고 24시간이 지난후에 탈영하여 28일 동안 양생하여 240kg/cm<sup>2</sup> 강도의 각 톱밥 비율별로 열전도율과의 관계를 분석·검토하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 실험계획

본 실험은 폐톱밥의 양을 비율별로 혼입한 공시체를 제작하여 폐톱밥 혼입콘크리트의 성장변화를 규명하는데 그 목적을 두고 있으며 열전도율(KS L 9016)시험을 실시하여 그 측정값을 폐톱밥이 혼입되지 않은 일반 콘크리트의 측정값과 비교, 분석하는데 있다.

## 2.2 배합설계

폐톱밥이 혼입된 콘크리트의 최적의 배합을 위해서 배합설계는 D레미콘 회사의 배합표를 이용하여 아래와 같은 표로 배합하는 것으로 하였고, 잔골재와 굵은골재 및 혼화재 또한 실제 D레미콘 회사에서 사용하는 것을 사용하므로써 최소한의 오차도 줄이려고 노력하였다.

Table 1. 콘크리트의 배합비와 톱밥 배합율

강도-슬럼프	W/C	C	W	G	S	ad.	total
240-15	52.3	344	180	942	838	1.72	2302

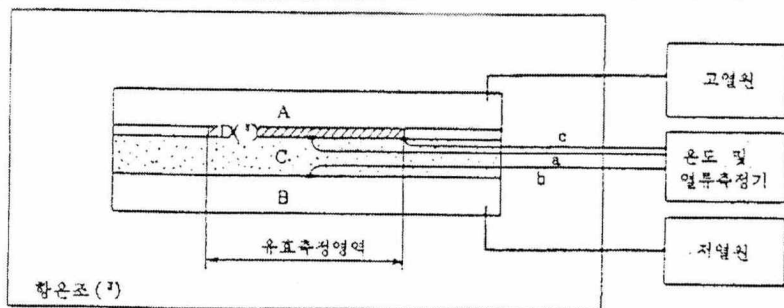
  

비율 강도	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
240	1.15	2.30	4.60	9.20	13.81	18.41	23.02	27.62	32.22	36.83	41.43	46.04

(단위 : kg)

## 2.3 몰드제작 및 시험방법

열전도율 시험은 KS L 9016의 규정내용을 바탕으로 시행하였으며, 시험 방법으로는 평판 직접법(보호 열판법), 평판비교법, 평판열류계법, 원통법등이 있으나 본 시험에서는 평판열류계법을 적용하여 시험하였다. 시험체는 30cm×30cm×1.5cm의 공시체를 만들었으며, 시험의 정밀도를 높이기 위하여 요철이 없도록 하였고, 측정시에는 시료판에 열이 균일하게 분포되도록 하기 위하여 실내의 온도를 일정하게 유지하였다.



A : 고열판, B : 저열판, C : 시험체, D : 열류계

Fig 1. 평판 열류계법 구성

Table 2. 측정방법의 종류

종류	개요
평판 직접법	시험체를 직접 통과하는 열류량을 전기적으로 측정하고, 그 때의 시험체 온도차를 측정하여, 열전도율을 구하는 방법. 주열판에서의 발열량이 1차원적으로 시험체에 통과하도록 보호열판을 갖추고 있다. 시험체 1매 방식과 2매 방식이 있다.
평판 비교법	시험체를 표준판에 겹쳐서 각각의 온도차를 측정하고 그 비를 구하여 열전도율을 측정하는 방법. 표준판을 필요로 한다.
평판 열류계법	시험체를 통과하는 열류량을 열류계를 사용하여 측정하고, 그 때의 시험체 온도차를 측정하여 열전도율을 구하는 방법. 시험체와 거의 동등한 치수, 열전도율의 고정판을 필요로 한다. 1매 열류계 방식과 2매 열류계 방식이 있다.
원통법	시험체를 통과하는 열류량을 그 때의 시험체 온도차를 측정하여, 열전도율을 구하는 방법. 이 방법은 외고가 보호판을 필요로 하는 외곽 보정법이라 부르는 원통법의 일종이다.

측정방법을 살펴보면 ① 시험체 양 표면의 유효측정 영역내에 열전대 온도측정 접점을 설치하고, 전체를 고정한다.

(항온조란 저온에서 측정할 경우는 저온조, 고온에서 측정하는 경우는 가열로등, 시험체의 분위기 온도를 조절하는 것)

② 시험체 주위를 충분히 단열하거나 측정장치 몸체를 항온조속에 수용하여, 시험체 외곽에서의 열손실이 적게 되도록 항온조의 온도를 조절한다.

③ 시험체의 양면에 10℃ 이상의 온도차를 부여한다.

④ 정상상태에 도달한 것을 확인하기 위해 10~30분 간격으로 열류계의 출력 및 시험체의 표면온도를 측정한다.

(정상상태란 시험체 표면 온도가 똑같은 방향에 변화가 없게된 후부터 시험체 온도차에 대하여 30분당 1%이상 변하지 않고 또한 열류계의 출력이 30분당 2%이상 변화하지 않는 상태를 말한다.)

⑤ 정상상태에서 30분 간격으로 측정한 3곳의 측정치에서 산출한 값의 최대치와 최소치가 3곳의 평균치에 대하여 1%이상 차이가 없는 것을 확인하고 측정을 종료한다.

※ 위의 실험은 “한국 건자재 시험연구원”에 의뢰하여 실험하였다.

### 3. 실험결과

Table 3. 열전도율 결과

배합률 \ 강도	240kg/cm <sup>2</sup>
Normal	0.215
0.05%	0.226
0.1%	0.221
0.2%	0.217
0.4%	0.205
0.6%	0.203
0.8%	0.193
1.0%	0.191
1.2%	0.187
1.4%	0.180
1.6%	0.179
1.8%	0.164
2.0%	0.164

(평균온도 20℃, W/m · K)

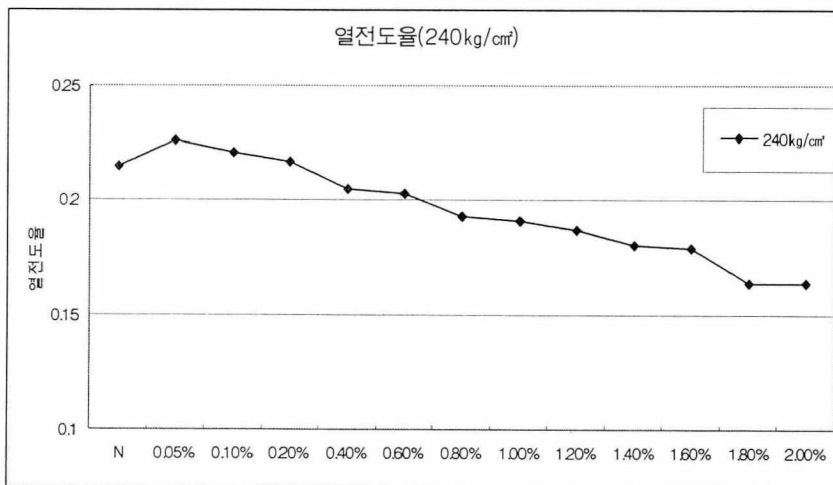


Fig 2. 열전도율 그래프

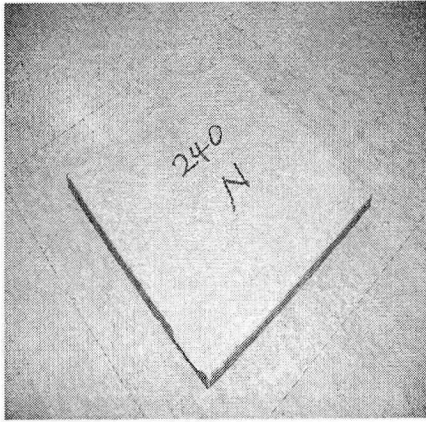


Fig 3. 열전도율 공시체

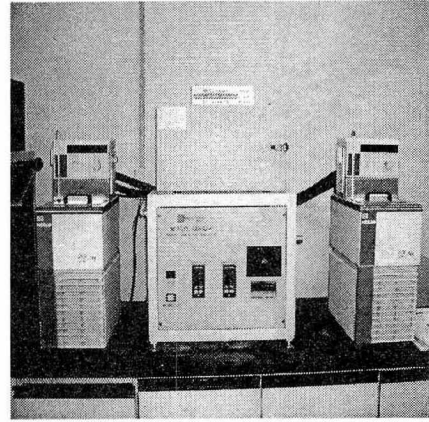


Fig 4. 열전도율 측정기

#### 4. 분석

폐톱밥 혼합비율이 높을수록 균일하게 열전도율도 하락됨을 보였으며, 단열재 수준의 열전도율 값은 나오지 않았지만 1.8% ~ 2.0%의 폐톱밥 혼입률 콘크리트는 보온재 ( $0.15W/m \cdot k$  이하)기준에 가까운 수치를 나타내었다. 이 처럼 폐톱밥 혼입률이 높아질수록 열전도율이 작아지는 것은 열전도율 값이 작은 나무재료의 특성이 반영된 것으로 보인다.

#### 5. 결론

위의 같은 실험과 분석을 통하여 다음과 같은 최종 결론에 도달하였다.

- (1) 일반 콘크리트보다는 열전도율이 우수하게 나타났다.
- (2) 톱밥 혼입 비율에 의해 측정값이 일정한 간격으로 하락됨을 보아 톱밥의 양에 따라 단열값이 달라짐을 알 수 있다.
- (3) 폐톱밥 콘크리트가 건축물의 단열재로서는 그 역할을 충분히 할 수 없지만 다른 단열재와 폐톱밥 콘크리트의 함께 사용한다면 우수한 성능을 나타낼 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

1. 정국환, "팽창점토골재를 사용한 경량골재콘크리트의 열전도율에 관한 실험적 연구", 建國大 대학원, 1993
2. 임진규, "경량단열기포콘크리트의 특성에 관한 실험적연구", 健國大 대학원, 1997
3. 문한영, "간이단열온도로서 콘크리트의 단열온도 추정을 위한 연구", 한국구조물진단

학회지,2001.10,pp121-129

4. 김옥배,“콘크리트의 단열온도상승에 따른 강도 특성에 관한 실험적 연구”,대전산업대 대학원,2000
5. 임진규,“경량단열기포콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구”,健國大 대학원, 1997
6. 강석화,“콘크리트의 단열온도 상승량의 정량화에 관한 실험적연구”,한국콘크리트학회지,95.12, pp186-196
7. 김유재,“인공경량골재를 사용한 단열콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구”,健國大 대학원,1994