

# 폐톱밥 혼입 콘크리트의 단열특성에 관한 실험적 연구

홍승렬\* · 조병헌 · 손기상†

\*대림산업 · 서울산업대학교 안전공학과  
(2005. 2. 5. 접수 / 2005. 6. 8. 채택)

## Insulation Characteristic of Waste Sawdust-mixing Concrete

Seung Ryul Hong\* · Byung Hun Cho · Ki Sang Son†

\*Daelim Industrial Co. Ltd.

Department of Safety Engineering, Seoul National University of Technology

(Received February 5, 2005 / Accepted June 8, 2005)

Abstract : Saw dust concrete for finding out insulation characteristic was tested using test plate 30cm×30cm×5cm. basically, molds for the test of compressive, tensile, normal without sawdust, 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2%, 1.4%, 1.6%, 1.8%, 2.0%, mixing proportion. heat conductivity of the saw dust concrete mixed with the above proportion was taken in this study.

Thermal conduction of normal concrete depends on mixing proportion, strength, aggregate character, water content. all these items are specified here in tables.

1.8%~2.0% saw-dust mixing concrete shows as the function as normal insulation material has its function. and the higher saw-dust mixing rate becomes, the thermal conduction becomes the less.

Then, the conclusions are that saw-dust using concrete has better insulation function than normal concrete.

**Key Words** : thermal conduction, insulation characteristic, mixing proportion, aggregate character, normal insulation material

## 1. 서 론

### 1.1. 연구 목적 및 필요성

국내의 경우 아직까지 재활용에 관한 연구는 활발히 전개되고 있으나 그 적용에 관해서는 아직까지 이렇다할 실적을 내지 못하고 있는 상황에서, 본 논문은 앞으로 폐자재인 폐톱밥을 이용하여 더욱 다양한 측면에서 활용 할 수 있는 기초를 제시하고자 한다.

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

구조물의 축열효과 연구는 이미 부분적으로 연구되어 왔으나 폐톱밥을 이용한 단열특성을 밝히는 것은 중요하면서도 거의 이루어 지지 않았다.

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.

이에 재활용을 이용한다는 측면과 아직까지 톱밥을 콘크리트에 적용한 연구가 없었다는 측면에서 본 논문이 의의가 클 것으로 사료된다.

본 연구에서는 5mm체에 거른 폐톱밥만을 콘크리트에 적용하여 콘크리트의 강도적특성, 고온을 받았을때의 강도적특성(KS F 2257), 구조체의 강도특성(KS F 2405, KS F 2423, KS F 2406), 열전도특성(KS L 9016)을 실험하여 톱밥과 콘크리트의 관계 또한 건축물에 적용가능성과 톱밥콘크리트의 특성에 대한 연구를 제시하여 앞으로 기본자료를 제공하는데 연구의 목적을 둔다.

† To whom correspondence should be addressed.  
ksson@snut.ac.kr

## 1.2. 연구방법 및 범위

본 연구에서는 폐틈밥을 콘크리트에 혼입하므로서 콘크리트적 특성과 실제 구조물이나 비구조물에 활용가능함과 앞으로 기본자료로 활용하기 위한 다음과 같은 단계별 실험 및 분석을 하였다.

콘크리트강도는 가장 많이 사용하는  $180\text{kg/cm}^2$ ,  $210\text{kg/cm}^2$ ,  $240\text{kg/cm}^2$ ,  $270\text{kg/cm}^2$ 의 각 강도별로 폐틈밥의 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 폐틈밥을 이용한 선행적인 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.

콘크리트의 열전도성의 비교분석은 중요한 특성 중의 하나이기 때문에 본 실험으로 확인코자 하였으며, 틈밥의 비율별로 열전도율 측정 시험용 공시체는  $30\text{cm} \times 30\text{cm} \times 1.5\text{cm}$ 크기의 각형 공시체로 제작하였고 24시간이 지난후에 탈영하여 28일 동안 양생하여 각 틈밥 비율별로 열전도율과의 관계를 분석·검토하였다. 이 실험체는 한국화학 시험연구원에 의뢰하여 시험결과의 신뢰성을 확보하고자 하였다.

본 연구에서는 콘크리트에 틈밥을 첨가하여 건축재료로써 요구되는 주요특성 및 사용재료에 대한 이론을 고찰하고, 최적배합의 범위의 제시 또한 향후 틈밥 콘크리트를 적극활용하기 위한 각 형태 실험별 우수한 틈밥콘크리트를 제조하여 앞으로의 활용방안으로 분석·검토하는 것으로 한다.

## 2. 본 론

열전도(Thermal Conduction)란 같은 재료에 온도차가 있을 경우, 높은 온도의 분자에서 인접한 다른 분자로 열을 전달시키는 과정을 의미한다. 일반적으로 보온재라 함은 열전도율이 약  $0.15(\text{W/m} \cdot \text{K})$ { $\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$ }이하의 특성을 가진 재료를 말한다.

### 2.1. 콘크리트의 열전도율 특성

콘크리트의 열전도율은 배합비, 강도, 골재의 성질, 함수상태 등에 따라 다르며 콘크리트의 비중이 작을수록, 밀도가 낮을수록, 단위시멘트량이 작을

수록, 가열온도가 높을수록 열전도율이 작아진다. 열전도율은 대체적으로 물질과 열의 이동에 의존되며, 콘크리트내부에서 물리, 화학적 반응이 중요한 역할을 한다. 상온하에서 습윤상태인 콘크리트의 열전도율은 매우 높다. 그 이유는 골재의 열전도율이 가장 높고, 공극의 사이가 수분으로 채워지기 때문이다.

#### (1) 열전도율과 배합

단위수량이 일정한 콘크리트에서 단위골재량이 클수록 열전도율이 낮아지고, 단위시멘트량이 크면 열전도율은 증가한다. 또한 물시멘트비가 큰 콘크리트 혼합에 있어서는 열전도율이 낮은 공기가 콘크리트에 포함되며, 콘크리트 함수량의 감소에 따른 온도증가와 함께 열전도율이 감소한다. 또한 완전탈수가 되었을때는 시멘트 페이스트의 분해가 발생되어 열전도율은 더욱 낮아지게 된다.

#### (2) 열전도율과 밀도

밀도와 열전도율의 관계는 일반적으로 밀도가 낮은 것일수록 열전도율도 작아진다. 즉 밀도가 낮은 경량콘크리트는 미세한 공기포를 무수히 내포하고 있다. 이와 같은 콘크리트에 대한 열전도는 공기포를 피해서 주로 콘크리트 실체로 전달하게 된다. 따라서 공기포를 많이 포함한 것일수록 비중이 낮아지고 열전도율도 작아진다.

#### (4) 열전도율과 온도

열전도율은 주위 온도에 영향을 받으며 온도증가에 따른 일반적인 영향은 보통콘크리트인 경우 열전도율이 약간 저하된다.<sup>4)</sup>

## 2.2. 건축재료의 열특성

콘크리트, 몰탈, 경량골재, 보통골재등 본 연구에서 사용되는 재료들의 열특성은 다음 Table 1과 같다.

## 3. 실험

### 3.1. 실험계획

#### (1) 실험개요

본 실험은 폐틈밥의 양을 비율별로 혼입한 공시체를 제작하여 폐틈밥 혼입콘크리트의 성상변화를 규명하는데 그 목적을 두고 있으며, 이에 따라 압

Table 1. Thermal properties of building material<sup>5)</sup>

재료명		밀도(g/cm <sup>3</sup> )	열전도율(kcal/mh°C)
콘크리트	보통콘크리트	2.3	1.4
	경량골재콘크리트 1종	1.9	0.7
	경량골재콘크리트 2종	1.6	0.5
	경량기포콘크리트 (ALC)	0.5	0.11~0.15
물탈	시멘트 모르타	2.0	1.1~1.3
	플라이애쉬 모르타	0.5~0.7	1.12
		0.8~1.0	0.19
		1.1~1.4	0.31
질석 모르타	0.50~0.55	0.12	
	0.56~0.75	0.17	
	0.76~0.95	0.22	
경량골재	팽창점토골재	1.6	0.628
	소성골재	1.6	0.473
	클링커	1.4	0.49
	질석	0.64	0.172
	질석	0.5	0.155
	퍼라이트	0.065	0.036
	발포폴리스티렌	0.016~0.03	0.03
보통골재	모래	1.27	0.74
물 공기			0.52
			0.022

축강도(KS F 2405)시험, 인장강도(KS F2423)시험, 휨강도(KS F2406)시험, 내화시험방법(KS F 2257) 및 열전도율(KS L 9016)시험을 실시하여 그 측정값을 폐쇄밥이 혼입되지 않은 일반 콘크리트의 측정값과 비교, 분석하는데 있다.

(2) 실험재료

1) 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 KS L 5201에 규정된 국내 H사에서 생산된 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 화학적 성분과 물리적 성질은 다음 Table 2와 같다.

2) 굵은 골재

굵은 골재는 경기도 가평군산으로 최대치수 25 mm이하이며, D레미콘사에서 직접 공급받아 배합하였다. 굵은 골재의 물리적 성질과 입도곡선은 다음 Table 3와 같다.

3) 잔골재

사용한 잔골재는 남양주시 광전리산으로 최대크기를 5mm입도로 조정하였고, D레미콘사에서 직접 공급받아 배합하였다. 잔골재의 물리적 성질과 입도는 아래 Table 4, 5와 같다.

Table 2. Chemical properties of cement

성분	ig-loss	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
비율(%)	1.0	21.1	2.9	62.5	3.3	2.2	6.5

Table 3. Physical properties of coarse aggregate

시험항목(물리시험)	규격값	시험값
절대건조비중 (KS F 2504)	2.50 이상	2.60
흡수율 (KS F 2504)	3.0% 이하	1.0%
안정성 (KS F 2507)	12.0% 이하	4.7%
마모율 (KS F 2508)	40.0% 이하	26%
0.08mm체통과량 (KS F 2511)	1.0 % 이하	0.7%
입자모양 판정실적율	55.0% 이상	57%

Table 4. Physical properties of fine aggregate

시험항목	규격값	시험값
조립율	2.3~3.2	3.15
절대건조비중 (KS F 2504)	3.0%이하	2.60%
흡수율 (KS F 2504)	1.0%이하	0.42%
단위용적중량 (KS F 2511)	1,450kg/m <sup>3</sup>	1,627kg/m <sup>3</sup>
0.08mm체통과량 (KS F 2511)	3.0%	0.43%
염화물 (NaCl 환산량)	0.04%이하	0.042%
유기불순물	표준색 이하	표준색보다 연하다

Table 5. Gradation of fine aggregate

체호칭 치수(mm) 무게백분율(%)	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
	잔골재	100	96.2	83.8	60.3	30.2	10.4

4) 배합수

본 실험에 사용한 배합수는 기름, 산, 염류등이 포함되지 않은 일반 상수도를 이용하였다.

5) 혼화제

혼화제는 독립된 공기를 콘크리트 중에 균일하게 분포시키기 위해 사용되는 재료로서 단위수량을 감소시키며 워커빌리티를 증진하기 위하여 국내 S사 제품의 표준형 AE감수제를 사용하였으며 그 성분은 다음 Table 6과 같다.

Table 6. Chemical properties of admixture

항목	규격값	시험값
비중	1.180±0.02	1.182
PH	6.5±1.0	6.7%
감수율(%)	10% 이상	12.3%
불리당양의 비(%)	70% 이하	58.0%
공기량(%)	기준 +(3±0.5)%	4.7%

6) 폐튬밥 입자

폐튬밥 입자는 제재소에서 목재를 가공하고 남은 폐튬밥을 사용했고 폐튬밥의 주요 목재 비율로는 라왕 50%, 미송 30%, 그 밖에 참나무, 느티나무 등이 20%정도가 혼합되었으며, 5mm의 체를 사용하여 5mm이하의 폐튬밥만을 사용하였다.

(3) 배합설계

콘크리트란 여러 재료의 혼합으로 만들어진 것으로 굳지 않은 콘크리트의 경우 워커빌리티, 공기량, 단위중량, 골재의 분리 등과 경화된 콘크리트의 경우 강도, 내구성, 수밀성 등은 시멘트, 모래, 자갈, 물의 배합비율이 달라짐에 따라 크게 변화한다. 그러므로 콘크리트 배합을 하기 전에는 반드시 배합설계를 하여야 한다.

폐튬밥이 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 제작상의 오차를 줄이려고 노력하였다. 배합은 다음 Table 7, 8과 같다.

(4) 공시체 제작 및 양생

공시체 제작은 KS F 2425 규정에 따라 제작하였으며, 공시체의 제작 및 양생 중의 온도는 특수한 규정이 없는 한 성형 후 20±3℃의 습윤상태에서 재령 28일까지 양생 후 강도시험을 행한다.

압축강도 인장강도 공시체는 “지름의 2배 높이로

한다”라는 규정에 따라 Ø10cm×20cm의 원주형으로 만들고 3개 이상의 공시체제작을 원칙으로 한다.

휨강도 시험의 공시체 단면은 사각형으로 하며 15cm×15cm×55cm 공시체로 만들고, 열전도율 공시체 또한 사각형으로 30cm×30cm×5cm로 만들어 시험을 행한다.

배합은 강제식 믹서기를 이용하며, 압축시험기는 KS B 5533의 시험기 등급에 규정하는 1등급 이상의 것으로 한다.

3.2. 튬밥혼입 콘크리트의 열전도율시험

열전도율 시험은 KS L 9016의 규정내용을 바탕으로 시행하였으며, 시험 방법으로는 평판 직접법(보호 열판법), 평판비교법, 평판열류계법, 원통법 등이 있으나 본 시험에서는 평판열류계법을 적용하여 시험하였다. 시험체는 30cm×30cm×5cm의 공시체를 만들었으며, 시험의 정밀도를 높이기 위하여 요철이 없도록 하였고, 측정시에는 시료판에 열이 균일하게 분포되도록 하기 위하여 실내의 온도를 일정하게 유지하였다. 측정방법은 Table 9와 같다.

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

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

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

Table 7. Concrete mixing proportion

강도-슬럼프	W/C	C	W	G	S	ad.	total
180-15	64.7	284	184	921	900	1.23	2291
210-15	57.2	318	182	938	861	1.59	2297
240-15	52.3	344	180	942	838	1.72	2302
270-15	48.2	371	179	947	811	1.86	2308

(unit : kg)

Table 8. Sawdust mixing proportion

	0.05	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
180	1.14	2.29	4.58	9.16	13.74	18.32	22.91	27.49	32.07	36.65	41.23	45.82
210	1.14	2.29	4.59	9.18	13.78	18.37	22.97	27.56	32.15	36.75	41.34	45.94
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
270	1.15	2.30	4.61	9.23	13.84	18.46	23.08	27.69	32.31	36.92	41.54	46.16

(unit : kg)

Table 9. Four kinds of measurement methods

종류	개요
평판 직접법	시험체를 직접 통과하는 열류량을 전기적으로 측정하고 그 때의 시험체 온도차를 측정하여, 열전도율을 구하는 방법. 주열판에서의 발열량이 1차 원적으로 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 교정판을 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.

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 방향으로 변화가 없게된 후부터 시험체 온도차에 대하여 30분당 1%이상 변하지 않고 또한 열류계의 출력이 30분당 2%이상 변화지 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.<sup>25)</sup>

열전도율의 산출식은 다음과 같다.<sup>ks)</sup>

$$\text{열전도율}(W/m \cdot K) \{kcal \cdot h \cdot ^\circ C\} = \frac{l}{Rc}$$

$$Rc = \frac{\theta_1 - \theta_2}{q}$$

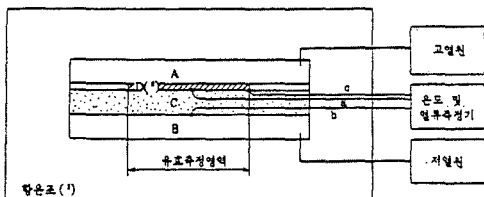
$$q = K \times e \dots\dots\dots(1\text{매 열류계 방식})$$

$$q = \frac{1}{2}(K_1 \times e_1 + K_2 \times e_2) \dots\dots\dots(2\text{매 열류계 방식})$$

- l : 시험체의 두께(m)
- Rc : 시험체의 열저항 (m<sup>2</sup> · K/W) {m<sup>2</sup> · h · °C/kcal}
- θ<sub>1</sub> : 시험체 고온면의 온도 (K)(°C)
- θ<sub>2</sub> : 시험체 저온면의 온도 (K)(°C)
- q : 단위 면적당 열류량(열류밀도)(W/m<sup>2</sup>){kcal/m<sup>2</sup> · h}
- K, K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> : 열류계의 감도계수(W/m<sup>2</sup> · V){kcal/m<sup>2</sup> · h · v}
- e, e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub> : 열류계의 출력(V)

3.3. 폐툼밥혼입 콘크리트의 열전도율결과

폐툼밥 혼입 콘크리트의 열전도율결과에서 180 kg/cm<sup>2</sup>~270kg/cm<sup>2</sup>까지의 설계기준 압축강도에 대



A : 고열판, B : 저열판, C : 시험체, D : 열류계

Fig. 1. diagram for plate-thermal flow system method

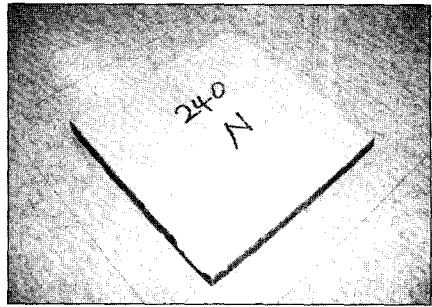


Fig. 2. Test mold for thermal conductivity

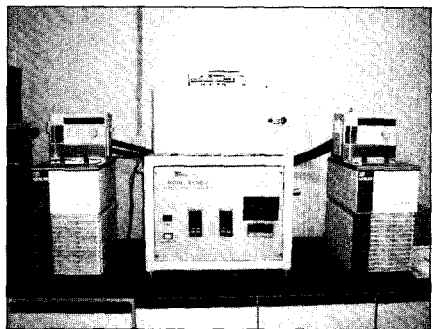


Fig. 3. Instrumentation for thermal conductivity

해 강도 증가에 따라 열전도율이 증가되었음을 보여주고 있다. 폐툼밥 포함 비율이 높아질수록 즉 0.05%에서 2.0%까지 높아질수록 미소한 차이지만 열전도율이 감소되고 있음을 보여주고 있다. 이것은 단열 성능이 높아지고 있는 것을 증명하고 있는 것이다. 결과는 다음 Table 10, 11과 같다.

Table 10. Compressive strength result

강도 배합률	180kg/cm <sup>2</sup>	210kg/cm <sup>2</sup>	240kg/cm <sup>2</sup>	270kg/cm <sup>2</sup>
Normal	270.2	286.7	305.6	347.9
0.05%	261.1	259.1	269.9	336.4
0.1%	204.1	206.1	217.3	331.1
0.2%	205.7	202.3	207.5	271.1
0.4%	136	168.2	181.5	275
0.6%	109	165	159.4	208.1
0.8%	102.2	135.4	142.9	209.3
1.0%	89.6	101.9	122.8	187.2
1.2%	98.3	92.7	110.9	184.7
1.4%	95.3	52.5	63.1	137.2
1.6%	105.1	169.7	117.4	76.3
1.8%	167.9	110.5	81.3	117.8
2.0%	131.8	108.1	98.9	112.3

(unit : kg/cm<sup>2</sup>)

Table 11. Thermal conductivity result

강도 배합률	180kg/cm <sup>2</sup>	210kg/cm <sup>2</sup>	240kg/cm <sup>2</sup>	270kg/cm <sup>2</sup>
Normal	0.172	0.1935	0.215	0.2365
0.05%	0.1808	0.2034	0.226	0.2480
0.1%	0.1768	0.2187	0.221	0.2431
0.2%	0.1736	0.2148	0.217	0.2387
0.4%	0.1640	0.2029	0.205	0.2255
0.6%	0.1624	0.2009	0.203	0.2233
0.8%	0.1544	0.1910	0.193	0.2123
1.0%	0.1258	0.1890	0.191	0.2101
1.2%	0.1496	0.2256	0.187	0.2507
1.4%	0.144	0.1782	0.180	0.198
1.6%	0.1432	0.1772	0.179	0.1969
1.8%	0.1312	0.1623	0.164	0.1804
2.0%	0.1312	0.1623	0.164	0.1804

(average ambient temp 20°C, W/m · K)

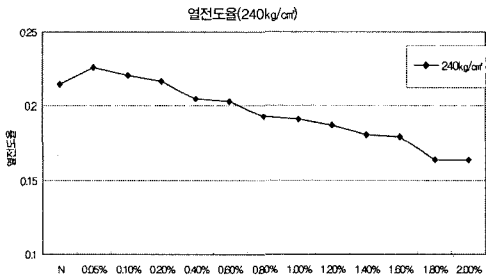


Fig. 4. Graph for thermal conductivity

#### 4. 분석

폐톱밥 혼합비율이 높을수록 균일하게 열전도율도 작아짐을 보였으며, 단열재 수준의 열전도율 값은 나오지 않았지만 1.8%~2.0%의 폐톱밥 혼입률 콘크리트는 보온재(0.15W/m · k 이하)기준에 가까운 수치를 나타내었다. 이처럼 폐톱밥 혼입률이 높아질수록 열전도율이 작아지는 것은 열전도율이 작은 목재라는 재료의 특성이 반영된 것으로 보인다.

폐톱밥 혼입 콘크리트의 압축강도는, 180kg/cm<sup>2</sup>, 210kg/cm<sup>2</sup>, 240kg/cm<sup>2</sup>, 270kg/cm<sup>2</sup>로 진행 되었지만 단열은 실험이 폭넓게 이루어지지는 못했다. 그러나 위의 240kg/cm<sup>2</sup> 강도값만을 측정한 결과 고강도일수록 밀도가 커지기 때문에 단열성능이 감소되는 것으로 확인 되었다. 0.2% 혼입비율까지는 혼입이 없는 normal에 비해 감소가 없는 것은 특기될 사항이라 하겠다. 설계기준 압축강도 180kg/cm<sup>2</sup>인

경우 0.8% 폐톱밥 배합시부터 보온재 기준에 근접하고 있다. 210kg/cm<sup>2</sup>인 경우는 2.0%에서 근접되고, 240kg/cm<sup>2</sup>에서는 또한 2.0%이상의 배합률이 되어야 함을 알 수 있고, 270kg/cm<sup>2</sup>에서는 2.0%배합률에서도 0.1804로서 180에서의 배합률 0.05% 즉 아주 미소한 경우에 해당되고 있다. 설계기준강도는 270부터는 보온재로서의 성능을 기대할 수 없을 것으로 사료된다.

#### 5. 결론

본 연구에서는 폐톱밥 콘크리트를 이용하여 일반 콘크리트 보다 더 나은 품질의 성능을 찾는 다기 보다는 재활용 차원으로서 더 중점을 두었고 더 붙어 일반 콘크리트보다 더 뛰어난 성질을 찾아내기 위한 여러 가지 실험을 하였으며, 더 나아가서는 앞으로의 목재와 콘크리트와의 관계에 있어 기초자료로 사용하는데 있어 기초를 마련하는 목적으로 본 연구에 임했으며, 위의 같은 여러 가지의 실험과 분석을 통하여 다음과 같은 최종 결론에 도달하였다.

- 1) 설계기준강도가 고강도일 때 저강도의 6배이상 단열성능 감소가 예측 될 수 있다.
- 2) 폐톱밥을 사용한 콘크리트가 일반 콘크리트 보다는 240kg/cm<sup>2</sup>까지는 단열성능이 우수하다.
- 3) 폐톱밥 콘크리트가 건축물의 단열재로서는 그 역할을 충분히 할 수 없지만 다른 단열재와 폐톱밥 콘크리트를 함께 사용한다면 우수한 성능을 나타낼 것으로 판단된다.
- 4) 단열 성능만을 추구할 폐톱밥 콘크리트는 설계기준강도 180kg/cm<sup>2</sup>을 유지해야 한다.

#### 참고문헌

- 1) 李昌倫, “전단보강된 고강도경량콘크리트 보의 휨거동에 관한 연구”, 금오공과대 대학원, 1998.
- 2) 李澤東, “유동화 경량골재콘크리트의 성상에 관한 연구”, 健國大 대학원, 1998.
- 3) 임진규, “경량단열기포콘크리트의 특성에 관한 실험적연구”, 健國大대학원, 1997.
- 4) 문한영, “간이단열온도로서 콘크리트의 단열온도 추정을 위한 연구”, 한국구조물진단학회지, pp. 121~129, 2001.10.

5. 김옥배, “콘크리트의 단열온도상승에 따른 강도 특성에 관한 실험적 연구”, 대전산업대 대학원, 2000.
6. 임진규, “경량단열기포콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구”, 健國大대학원, 1997.
7. 강석화, “콘크리트의 단열온도 상승량의 정량화에 관한 실험적연구”, 한국콘크리트학회지, pp. 186~196, 1995.12.
8. 김민철, “튕밥을 이용한 중금속 이온의 제거에 관한연구”, 연세대 대학원, 2002.
9. 전옥영, “잔골재량변화에 따른 콘크리트 건조수축 특성에 관한 실험적연구”, 원광대 산업대학원, 1999.
10. 김일생, “잔골재 종류에 따른 콘크리트재료 역학적 특성의 실험적 연구”, 원광대 산업대학원, 1999.
11. 곽형, “고강도 콘크리트의 온도변화에 관한 연구”, 광운대 대학원, 1996.
12. 최재남, “페타이어 분말을 혼입한 몰탈의 단열 특성”, 서울산업대 대학원, 2002.