

# 폐톱밥 혼입 콘크리트의 온도 이력에 관한 실험적 연구

손기상<sup>†</sup> · 홍승렬<sup>\*</sup>

서울산업대학교 안전공학과 · <sup>\*</sup>대림산업  
(2005. 2. 7. 접수 / 2005. 12. 12. 채택)

## Temperature Strength of Sawdust-Mixing Concrete

Ki Sang SON<sup>†</sup> · Seung Ryul HONG<sup>\*</sup>

Department of Safety Engineering, Seoul National University of Technology

<sup>\*</sup>Daelim Industry, Co.

(Received February 7, 2005 / Accepted December 12, 2005)

**Abstract** : Existing study for fire-resistant concrete has been done already. but it is not found out how the waste tyre mixing concrete will be acted against fire. This waste tyre concrete molds under the condition of 0℃, 200℃, 400℃, 600℃ were heated in gas oven. It was worried about that they might be fractured down at about 800℃ so that they can not be tested.

compressive strength for the test molds are made with commercially used 180kg/cm<sup>2</sup>, 210kg/cm<sup>2</sup>, 240kg/cm<sup>2</sup>, 270kg/cm<sup>2</sup> mixing saw dust with proportion such as 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2%, 1.4%, 1.6%, 1.8%, 2.0%. compressive strength at 200℃ was approximately 20% from the original, while approximately 30% decreased at 400℃. their results are not quite different from the normal concrete condition even though they contains saw dust in it. The higher strength the concrete has, the less strength was decreased. There are almost no difference in strength under the condition of less than 400℃, but damage of concrete structure could be considerable large with more than 400℃.

**Key Words** : fire resistant, fracture, gas oven, compressive strength, sawdust particle

### 1. 서 론

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 활용하고자 하는 마음으로 출발하려 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.

연간 폐목재 발생량은 1000만m<sup>3</sup>로 추정하고 있

고 우리나라 1년 총 목재 사용량의 40%수준인 것으로 조사되고 있다. 이처럼 폐목재의 활용이 절실한 시기에 폐톱밥을 이용하여 콘크리트에 적용함으로써 그 특성을 알아보고자 한다.

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 받았을 때의 강도적특성, 구조체의 강도 특성, 열전도 특성을 실험하여 톱밥과 콘크리트의 관계 또한 건축물에 적용가능성과 톱밥콘크리트의 특성에 대한 연구를 제시하여 앞으로 기본자료를 제공하는데 연구의 목적을 둔다.

콘크리트강도는 가장 많이 사용하는 180kg/cm<sup>2</sup>, 210kg/cm<sup>2</sup>, 240kg/cm<sup>2</sup>, 270kg/cm<sup>2</sup>의 각 강도별로 폐톱밥의 양에 따라 Normal, 0.05%, 0.1%, 0.2%, 0.4%, 0.6%,

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
ksson@snut.ac.kr

0.8%, 1.0%, 1.2%, 1.4%, 1.6%, 1.8%, 2.0%로 총 13 가지 비율로 나누어 공시체를 제작하였다. 이 배합이 나온 배경은 폐톱밥을 이용한 기존에 실험을 해 본 결과 강도적 측면을 기준으로, 0%~0.2%까지 압축강도 값이 급격히 하락하였기에 그 부분을 좀 더 세분화 시켰으며, 2.0%이상의 혼합비율은 사실상 강도값으로서 의미가 없었으며 배합에 있어서도 어려움이 있기에 제외시켰다.

고온을 받은 콘크리트 비교분석이다. 고온상태의 콘크리트 강도변화를 평가하기 위하여 고온을 받을 시 콘크리트 강도에 미치는 영향을 톱밥의 비율에 따른 노출온도를 고려하여 수행하기로 한다. 콘크리트 고온에 있어서는 내화시험방법(KS F 2257)에 의한 표준화재온도곡선을 참조하여 온도영역을 200℃, 400℃, 600℃의 범위로 하고 각 온도에서의 노출시간을 1시간동안 유지한 후 냉각시켜 콘크리트 압축강도를 조사 연구한다.

## 2. 이론적 배경

콘크리트를 가열시에 강도에 영향을 미치게 된다. 배합, 환경조건 등이 규명되지 않고 단순히 고온에서의 거동을 평균 곡선으로 나타낼 수는 없지만, 예를 들어, 150℃에서의 압축강도를 측정해 보면 원래의 강도의 30%~120%정도의 영역 내에 놓이게 되고, 350℃이상에서 급격한 강도저하를 보인다는 것이 중론이다<sup>13)</sup>.

다방면의 문헌조사를 통하여 볼 때 온도이력상의 요인과 재료상의 요인모두가 고온에서의 콘크리트의 강도에 영향을 미친다고 할 수 있다.

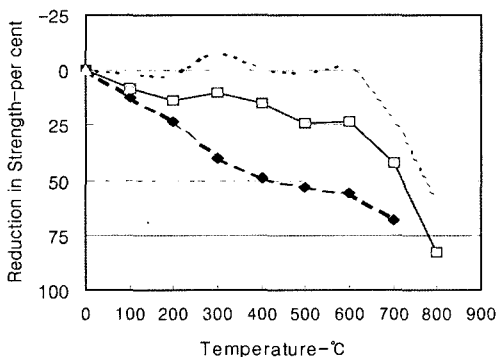


Fig. 1. Reduction in compressive strength of concrete heated without application of load and then tested hot: average initial strength of 28 MPa(4000psi)<sup>12)</sup>.

### (1) 노출온도의 영향<sup>14)</sup>

가) 100℃ - 이 단계에서는 수화반응도 거의 완료되었고, 100℃라는 온도에 의한 물리적, 화학적 변화가 거의 없으므로 강도에 있어서 경미한 감소를 보인다.

나) 150℃ - 대체로 강도감소효과가 커서 약 28%를 기록하였다.

이 온도범위(100℃-200℃)에서 나타난 강도감소는 가열시의 수분손실과 시멘트페이스트와 골재간의 열팽창성에 있어서의 부적합성에 기인한 것으로 보인다. 시멘트페이스트의 수축으로 인한 수분손실은 100℃에서 일어나며 150℃에서 페이스트의 수축은 그의 열팽창정도를 초과한다. 결국 시멘트페이스트와 석회암골재간의 열팽창계수 차이로부터 열적 부적합성이 나타나고 그것은 열응력을 유발한다. 그 응력은 골재와 그를 둘러싼 시멘트페이스트 사이의 부착의 파괴를 가져와 강도손실을 보게 한다.

다) 200℃ - 이 단계에서는 강도감소율이 현저히 감소하고 평균 잔류압축강도가 79%이다. 이것은 아마도 물의 손실의 계속적인 영향에 기인한 것이다. 또한 물리적으로 흡수된 물의 손실로 인한 시멘트겔의 밀화과정에 의한 것으로 보인다. 이 단계에서는 수축으로 인한 시멘트페이스트의 수축은 감소하기 시작하고 열팽창영향이 지배하기 시작한다.

라) 400℃ - 원래강도의 48-74%정도의 강도를 보유하며 강도감소가 계속 일어난다. 외관상으로는 철의 산화로 인하여 분홍색을 띠게 되며 미세균열이 시편 표면에 분명히 나타난다.

또한 200℃보다 0.76%의 중량손실률을 보이는데 이는 남아있는 결합수의 손실을 의미한다. 즉 점토 성분으로 부터의 수분증발과 Ca(OH)<sub>2</sub>(400℃에서 CaO를 분리하여 수분성을 잃기 시작한다)로 부터의 수분의 증발, MgCO<sub>3</sub>로 부터의 CO<sub>2</sub>의 증발을 의미한다. 남은 CaO가 냉각 후 젖게 되거나 습한 공기에 접하게 되면 그것은 Ca(OH)<sub>2</sub>로 재수화되어 부피 팽창이 일어나 콘크리트의 열화를 낳게 된다. 그 두 가지 반응이(골재의 팽창과 시멘트페이스트의 수축)결국 콘크리트를 약화시키고 균열을 생기게 한다.

마) 600℃ - 콘크리트 중량손실은 약 0.74%(400℃ 이후)로 이것은 CaCO<sub>3</sub>, MgCO<sub>3</sub>로부터의 CO<sub>2</sub>증발에 기인한 것으로 물은 이 단계에 이르기 전에 완전 소멸한다. Lea에 의하면 CaCO<sub>3</sub>는 가열하였을

때는 900℃에서 분해되나 다른 물질과 섞여 있을 때는 보다 낮은 온도에서 분해한다고 전한다. 또한 이 온도범위에서는 흐릿한 회색을 띄며 표면에는 보다 넓은 균열이 나타난다.

흥미로운 것은 배합1, 노출시간 90분의 경우에 600℃에서 폭발한다는 사실이다. 이는 골재의 주성분인 CaCO<sub>3</sub>의 많은 양이 CaO와 CO<sub>2</sub>로 분해되었기 때문인 것으로 사료된다.

**(2) 가열속도의 영향<sup>14)</sup>**

G. T. G. Mohamedbhai의 연구에 의하면 200℃까지는 가열속도가 지대한 영향을 미치나 400℃에서는 그 영향이 감소하며, 600-800℃ 온도 범위에서는 거의 영향을 미치지 않는다고 보고하고 있다.

그러나 그 효과가 가역적으로 나타나므로 전체적인 뚜렷한 경향은 보이지 않는다. 이 사실에는 가열속도가 가지는 상반되는 두 가지 효과를 함축하고 있다. 즉 상대적으로 가열속도가 빠를수록 고온노출시간이 짧아지므로 수분손실량이 상대적으로 적어 그 만큼 강도손실은 작게 되지만 콘크리트 시편 내에 큰 열구배가 생겨 미세 균열이 생겨서 강도에 있어서의 감소를 가져오게 된다. 그러나 비교적 높은 온도인 600℃ 이상에서는 대부분의 수분이 소멸하고 대부분의 미세균열이 발생하여 더 이상 가열속도의 영향이 지배적이지 못하다.

**(3) 최고온도 노출시간의 영향**

노출시간을 30, 60, 90분으로 하여 시험한 결과 노출시간의 영향은 거의 없는 것으로 나타났다. 대부분의 강도손실은 2시간 이내에 발생하고, 2시간 이후엔 그 영향이 거의 없으며 온도레벨이 증가함에 따라 그 효과는 감소한다는 의견이 있는 반면에 고온에서(400-600℃) 그 효과가 더욱 현저히 나타난다는 상반되는 의견이 있다. 그러나 미약하지만 노출지속시간이 길수록 강도손실률이 클 것으로 사료된다.

**(4) 냉각방식의 영향**

일반적으로 냉각방법은 잔류강도에 그다지 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. (특히 200℃ 이하에서) 그러나 200℃이상에서 수중냉각의 경우가 미미하나마 높은 잔류 압축강도를 보였다. 하지만 그 결과는 냉각방식을 공기중냉각방식과 수중냉각방식 두 가지 만으로 분류하여 시험한 것이므로 냉각속도의 영향을 단적으로 말하기는 곤란하다.

**3. 실험**

**3.1. 실험계획**

**(1) 실험개요**

본 실험은 폐톱밥의 양을 비율별로 혼입한 공시체를 제작하여 폐톱밥 혼입콘크리트의 성상변화를 규명하는데 그 목적을 두고 있으며, 이에 따라 압축강도(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 폐톱밥이 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 표와 같다.

**Table 1. Chemical property of cement**

components	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>
ratio(%)	1.0	21.1	2.9	62.5	3.3	2.2	6.5

**Table 2. Physical property of cement**

gravity	finess (cm <sup>2</sup> /g)	soundness (%)	setting time		compressive strength (kg/cm <sup>2</sup> )		
			initial time	finishing time	three days	seven days	28 days
3.15	3,410	0.08	4h	6h	201	290	400

2) 굵은 골재

굵은 골재는 경기도 가평군산으로 최대치수 25mm 이하이며, D레미콘사에서 직접 공급받아 배합하였다. 굵은 골재의 물리적 성질과 입도곡선은 다음 표와 같다.

**Table 3. Physical property of coarse aggregate**

test items(physical test)	k.s value	test value
absolute dry gravity (KS F 2504)	2.50 이상	2.60
water-absorbing rate (KS F 2504)	3.0% 이하	1.0%
soundness (KS F 2507)	12.0% 이하	4.7%
worn rate (KS F 2508)	40.0% 이하	26%
0.08mm seive-passed amount (KS F 2511)	1.0 % 이하	0.7%
gradation-determining rate	55.0% 이상	57%

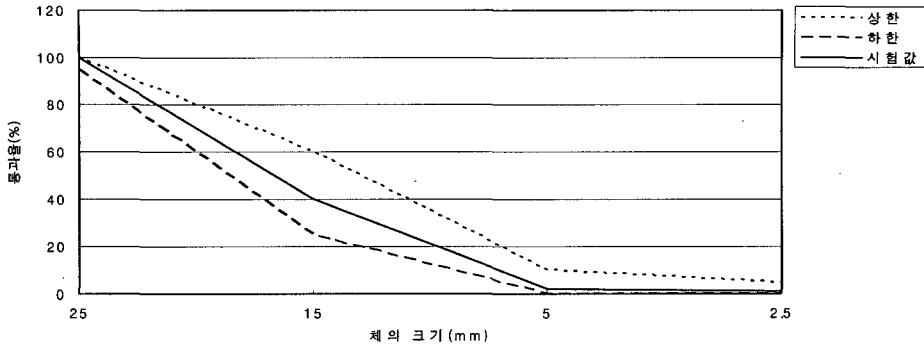


Fig. 2. Sieve analysis of coarse aggregate

4) 잔골재

사용한 잔골재는 남양주시 광전리산으로 최대크기를 5mm입도로 조정하였고, D레미콘사에서 직접 공급받아 배합하였다. 잔골재의 물리적 성질과 입도는 아래 표에 나타내었다.

Table 4. Physical property of fine aggregate

test items	k.s value	test value
fineness modulus	2.3~3.2	3.15
absolute dry gravity (KS F 2504)	3.0%이하	2.60%
water-absorbing rate (KS F 2504)	1.0%이하	0.42%
unit volume weight (KS F 2511)	1,450kg/m <sup>3</sup>	1,627kg/m <sup>3</sup>
0.08mm seive-passed amount (KS F 2511)	3.0%	0.43%
chride content(NaCl conversion amount)	0.04%이하	0.042%
organic impurites	표준색 이하	표준색보다 연하다

Table 5. Gradation of fine aggregate

nominal size of sieve (mm)	weight percent(%)						
	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
fine aggregate	100	96.2	83.8	60.3	30.2	10.4	1.1

5) 배합수

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

6) 혼화제

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

Table 6. Chemical property of admixture

items	k.s value	test value
graverty	1.180±0.02	1.182
PH	6.5±1.0	6.7%
water-decreasing rate(%)	10% 이상	12.3%
bleeding rate(%)	70% 이하	58.0%
air content(%)	기준 +(3±0.5)%	4.7%

7) 폐톱밥 입자

폐톱밥 입자는 제재소에서 목재를 가공하고 남은 폐톱밥을 사용했고 폐톱밥의 주요 목재 비율로는 나왕 50%, 미송 30%, 그 밖에 참나무, 느티나무 등이 20%정도가 혼합되었으며, 5mm의 체를 사용하여 5mm이하의 폐톱밥만을 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.

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

(4) 공시체 제작 및 양생

공시체 제작은 KS F 2425 규정에 따라 제작하였으며, 공시체의 제작 및 양생 중의 온도는 특수한 규

Table 7. Concrete mixing proportion

strength-slump	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

(단위 kg)

Table 8. Saw-dust 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

(단위 : kg)

정이 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 공시체를 만들을 원칙으로 한다.

휨강도 시험의 공시체 단면은 사각형으로 하며 15cm×15cm×55cm 공시체로 만들고, 열전도를 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. 톱밥혼입 콘크리트의 화재시 콘크리트압축강도시험

“내화구조”라 함은 화재에 견딜 수 있는 성능을 가진 구조로서 표준화재 조건에 노출시킨 건축구조 부재의 내화성을 측정하기 위한 시험방법으로 KS F 2257에 의한 표준화재 온도곡선을 참조하여 나타낸 표를 이용한다.

본 연구의 시험은 위의 양생방법으로 제작된 Ø10×20cm의 공시체를 이용하여 각 비율별로 폐토파입이 혼입된 콘크리트와 폐토파입이 혼입되지 않은 공시체를 가스 가마에 넣고 내화 시험방법(KS F 2257)의 규정에 따라 200℃~600℃의 온도 내에서 200℃, 400℃, 600℃ 3간격으로 구분하여 강도값에 따른 폐토파입 혼입비율별로 나누어 구분하고 각 온도에 대한 노출지속시간을 1시간 이하로 노출하였다. 노출지속시간을 1시간이하로 한 후 200℃온도에서 1시간유지, 400℃ 1시간유지, 600℃ 1시간유지한 후 3

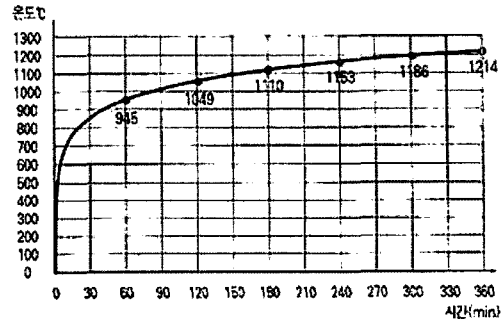


Fig. 3. Standards heating curve of fine resistance structure.

시간 경과로 식혀서 아직 온열이 있는 상태에서 압축강도 시험을 하는 것으로 하였다. 이 때, 가열로 내부 및 공시체 중심부 온도는 K타입 열전대(NiCr-Ni, 온도측정 범위 -200~1370℃)를 사용하여 측정한다.

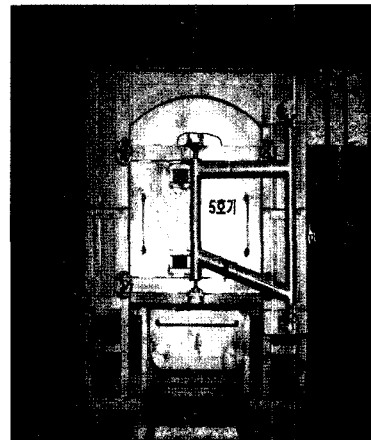


Fig. 4. Gas oven.

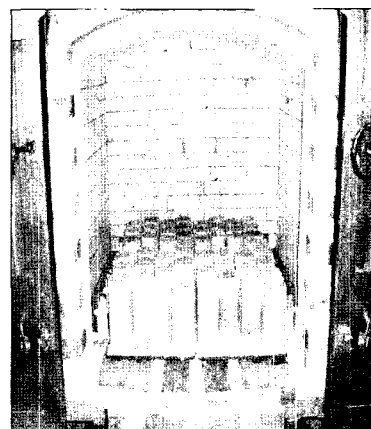


Fig. 5. Inside of gas oven.

### 3.2. 토타입 혼입 콘크리트의 화재시 콘크리트압축강도결과

Table 9. Compressive strength at 200°C

strength mixing proportion	180kg/cm <sup>2</sup>	210kg/cm <sup>2</sup>	240kg/cm <sup>2</sup>	270kg/cm <sup>2</sup>
Normal	223.5	238.6	251.3	279.6
0.05%	231.9	206.9	242.6	263.2
0.1%	186.1	181.6	193.8	253.3
0.2%	170.5	177.4	185.6	234
0.4%	122.4	155.8	169.1	231.5
0.6%	98.1	144.7	141.3	172.9
0.8%	92.1	110.8	132.4	189.1
1.0%	74.7	80.4	111.4	153.9
1.2%	88.4	81.7	95.3	149.4
1.4%	82.5	46.4	55	114.1
1.6%	92.2	151.8	113.8	67.3
1.8%	99.2	98.9	86.2	96.8
2.0%	118.2	85.4	56.7	91.9

(단위 : kg/cm<sup>2</sup>)

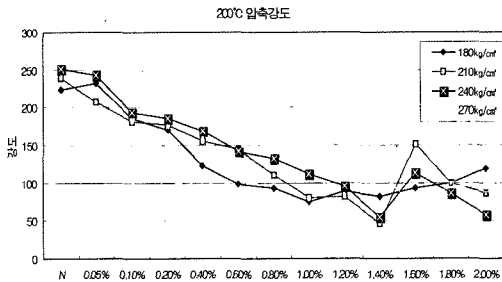


Fig. 6. Compressive strength curve of 200°C.

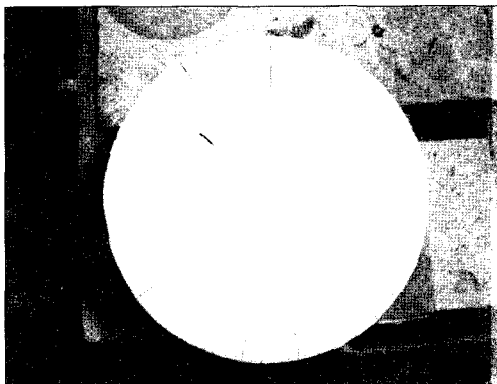


Fig. 7. Test molds at 200°C.

Table 10. Compressive strength at 400°C

strength mixing proportion	180kg/cm <sup>2</sup>	210kg/cm <sup>2</sup>	240kg/cm <sup>2</sup>	270kg/cm <sup>2</sup>
Normal	200.4	220.3	229.4	241.6
0.05%	193.4	193.8	224.4	234.3
0.1%	151.4	155.7	172.1	224.8
0.2%	118.3	135.4	151.7	187.2
0.4%	110.9	143.3	151	183.6
0.6%	85.2	113.8	118.8	127.7
0.8%	77.6	85.8	114.6	129.8
1.0%	67.1	57.1	105.3	124.1
1.2%	50.4	62.5	76.4	97
1.4%	48.2	43.5	33.1	72.2
1.6%	72.9	139.7	85.9	35
1.8%	84.5	90.9	71.1	63.8
2.0%	96.3	79.5	40.1	40.1

(단위 : kg/cm<sup>2</sup>)

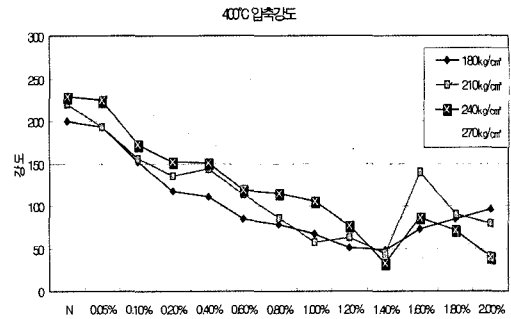


Fig. 8. Compressive strength curve of 400°C.

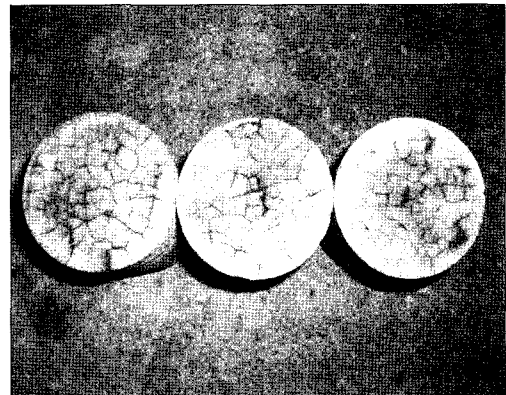


Fig. 9. Test molds at 400°C.

Table 11. Compressive strength at 600°C

strength mixing proportion	180kg/cm <sup>2</sup>	210kg/cm <sup>2</sup>	240kg/cm <sup>2</sup>	270kg/cm <sup>2</sup>
Normal	183.3	180.4	214.5	225.7
0.05%	163.2	177.7	181	216.8
0.1%	138.4	144.2	131.4	204.1
0.2%	110.2	128.6	124.1	170.4
0.4%	102.4	118.4	132.6	153
0.6%	55.9	107.2	107.3	113.9
0.8%	50.7	69	69.5	114.4
1.0%	47.3	44.4	62.7	117.8
1.2%	46.8	46.8	56.3	82.8
1.4%	49.9	23.7	30	54.8
1.6%	44.1	86.7	49.3	31.3
1.8%	73.6	54.3	43	47.7
2.0%	82.6	53.9	29.2	45.9

(단위 : kg/cm<sup>2</sup>)

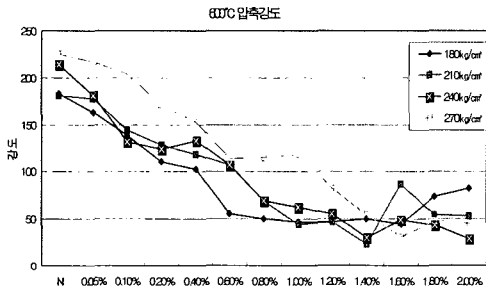


Fig. 10. Compressive strength curve of 600°C.

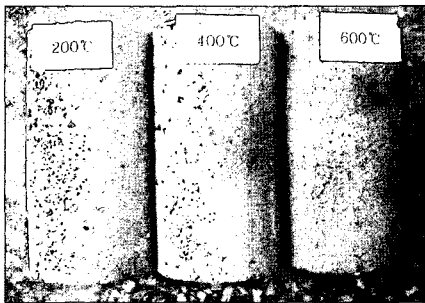


Fig. 11. Test molds varying with temp.

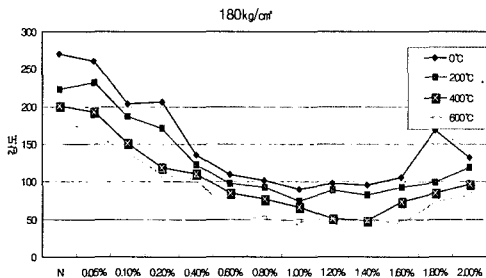


Fig. 12. Change varying due to temperature of 180kg/cm<sup>2</sup>.

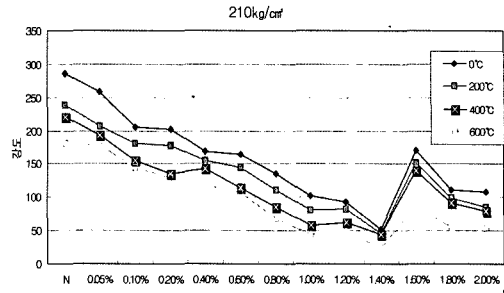


Fig. 13. Change varying due to temperature of 210kg/cm<sup>2</sup>.

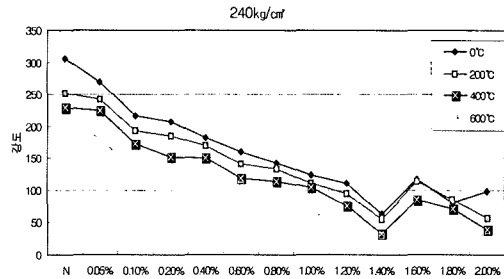


Fig. 14. Change varying due to temperature of 240kg/cm<sup>2</sup>.

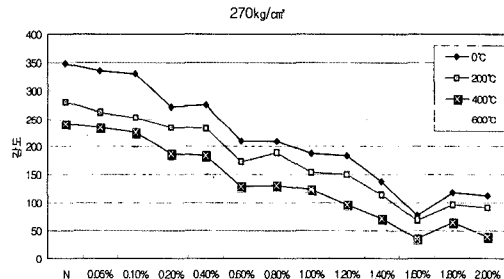


Fig. 15. Change varying due to temperature of 270kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4. 분석

폐톱밥이 혼입된 콘크리트 1.6%, 1.8%, 2.0%은 목재라는 재료의 특성으로 인해 물을 많이 흡수하여 비빔에 문제가 있었으면 그 결과로 인해 강도값이 불규칙하게 나타났다.

화재시험은 급격한 온도 상승으로 인해 콘크리트 내부수분으로 인한 공시체 파괴 현상을 막기 위하여 200°C, 400°C, 600°C의 각 온도까지 시간을 충분히 하여서 600°C까지 자체 손상이 발생된 공시체는 없었다.

200°C에서는 공시체 형태의 특별한 변화는 없었으며 0°C에서의 폐톱밥 혼입량보다 전체적으로 강도값이 약 20%가량 저하되었으며, 0°C 일반 압축강도에서는 강도만 저하되었을뿐 폐톱밥 혼입량에 따른 하락률은 비슷한 경향을 보였다.

일반콘크리트의 200℃ 가열시 강도감소율과 톱밥 혼입시의 감소율이 20%정도로 거의 같은 것으로 나타났다.

400℃에서는 공시체의 색깔이 약간 누런색을 띠었으며 캡핑부분도 약간 금이 생긴 상태였다. 0℃에서의 폐톱밥 혼입량보다 전체적으로 강도값이 약 30%가량 저하되었으며, 역시 0℃ 일반 압축강도에서 강도만 저하되었을뿐 폐톱밥 혼입량에 따른 하락률은 비슷한 경향을 보였다.

일반콘크리트 400℃가열시 강도 감소율 48~74%와 비교해서 톱밥이기 때문에 더 큰 손실을 받는 것은 없는 것으로 나타났다.

600℃에서는 공시체는 검정빛 색을 띠었으며 캡핑부분이 금이 많이 생겼으며 손상부분도 많았다. 0℃에서의 폐톱밥 혼입량보다 전체적으로 강도값이 약 35%가량 저하되었으며, 역시 0℃ 일반 압축강도에서 강도만 저하되었을뿐 폐톱밥 혼입량에 따른 하락률은 비슷한 경향을 보였다.

200℃, 400℃, 600℃ 모두 0℃ 압축강도에 비해 일률적으로 강도만 저하했을 뿐 비슷한 경향을 보였으며, 고강도일수록 강도값의 하락은 크지 않았으며 혼합비율이 높을수록 강도하락폭이 작아짐을 보였다.

## 5. 결론

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

- 1) 400℃이하에서는 톱밥 혼입여부의 영향이 거의 없는 것으로 나타났다.
- 2) 400℃이상의 고온에 노출되었을시는 구조적 강도값이 손상이 크기 때문에 이에 대한 보강이 필요하다.

3) 온도가 높아질수록 콘크리트의 내부수분의 탈수와 시멘트 페이스트수축과 골재의 변화 등으로 내부균열과 미세 공극현상으로 인해 강도가 하락됨으로 판단된다.

## 참고문헌

- 1) 최동호, “고열을 받은 인공경량골재콘크리트의 성상에 관한 실험적 연구”, 健國大 대학원, 1994.
- 2) 정국환, “팽창점토골재를 사용한 경량골재콘크리트의 열전도율에 관한 실험적 연구”, 建國大 대학원, 1993.
- 3) 李澤東, “유동화 경량골재콘크리트의 성상에 관한 연구”, 健國大 대학원, 1998.
- 4) 임진규, “경량단열기포콘크리트의 특성에 관한 실험적연구”, 健國大 대학원, 1997.
- 5) 구해식, “고온을 받는 콘크리트 압축강도 특성에 관한 실험적연구”, 慶南大 대학원, 2002.
- 6) 박석균, “화재로 손상된 콘크리트 구조물의 내구적 성질 및 역학적 특성에 관한 조사연구”, 대전대 논문집, pp. 73~86, 1998.6.
- 7) 장재명, “우리나라 건설현장의 폐자재 활용방안에 관한연구”, 고려대 산업정보대학원, 2001.
- 8) 변종현, “시멘트 온도변화에 따른 콘크리트의 특성에 관한 연구”, 청주대 산업대학원, 1999.
- 9) 김일생, “잔골재 종류에 따른 콘크리트재료 역학적 특성의 실험적 연구”, 원광대 산업대학원, 1999.
- 10) 광형, “고강도 콘크리트의 온도변화에 관한 연구”, 광운대 대학원, 1996.
- 11) 이소진, “화재 피해를 입은 일반 강도 철근 콘크리트 휨부재의 구조성능에 관한 연구”, 이화여대 과학기술대학원, 2003.
- 12) A.M. Neville, “resistance of concrete to fire and influence of temperature on strength”, properties of concrete, pp. 498~506, 1982.
- 13) 손기상, “화재에 의한 페타이어 혼합 콘크리트강도 변화에 관한 실험적 연구” 서울산업대, 2001.
- 14) 최재남, “페타이어 분말을 혼입한 몰탈의 단열 특성”, 서울산업대학교 대학원, 2002.