

종이 혼합 콘크리트의 내화특성 실험연구

조 병 현* · 손 기 상*

*서울산업대학교 안전공학과

Experimental Study on the Fire Resistant Capacity of Waste Paper-Mixed Concrete

Byung Heon CHO* · Ki Sang SON*

*Department of Safety Engineering, Seoul National University of Technology

Abstract

This study is to find out if it can be recycled for making better concrete. Therefore, waste paper as of newspaper and newspaper are added into concrete to see if waste paper-mixing concrete can have any particular characteristic.

The test result of paper concrete was compared and analyzed through four kinds of tests such as compressive strength as of a fundamental one of concrete resistant capacity against heat.

200°C, 400°C and 600°C heated concrete were compressively tested in order to find out concrete strength resistant to high temperature. heat capacity was also tested, based on the expectancy of its low conductivity.

finally flexural strength test using four reinforced concrete beams with size of 20cm×30cm×160cm was made.

And concrete property exposed to the temperature showed that there are almost not effect for the strength up to 400°C, but it was decreased down to 50% of the original condition. volume of paper mixed with concrete without relation to paper kinds of new and waste one.

Keywords : Waste Paper, Heat Transfer, Concrete Resistance Capacity

1. 서 론

현대산업의 발달로 경제적 성장과 함께 건축물의 대형화, 고층화, 고밀도화 되어 건축물의 재료인 콘크리트의 사용범위가 다양해지고 있는 가운데 콘크리트의 고품질 시공에 대한 중요성이 더욱 더 커지고 있다.

이처럼 건축물에 있어 가장 중요한 재료인 콘크리트는 각 형태의 건축물과 환경에 따라 요구되어지는 특성이 다르기에 많은 연구자들에 의해 각 형태에 부합된 콘크리트를 만들기 위해 다양하게 연구되어져 왔는데 AE계 콘크리트, 한중 콘크리트, 서중 콘크리트, 수중 콘크리트등 이 그 예 이다.

하지만 콘크리트는 압축에 유리하고 인장에 취약한

역학적 성질로 인하여 철근과 함께 사용되어져 왔는데 이런 단점을 보완하기 위해 최근에는 철근대신 PC강재, 철골, 강섬유등의 보강재료가 그 용도에 따라 사용되어 지고 있으며, 또한 구조물 일부 부위에 이들 강재 보강재료의 대체 재료로서 각 중 합성섬유로 보강하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있고 시멘트에도 여러 가지 섬유를 첨가시켜 우수한 성질을 찾아내기 위한 노력이 계속되고 있다.

순수목질섬유는 폴리에틸렌, 유리등 기타 다른 섬유와 비교하여 섬유자체의 강도와 강성이 높고, 시멘트 복합체의 보강섬유로 널리 사용되고 있는 석면섬유와 비교하여 유사한 강도와 인성을 가진다.

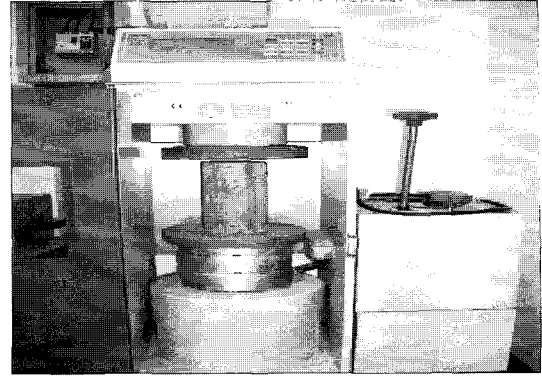
특히 폐지섬유는 순수 목질섬유와 비교하여 길이가 짧고 부수러기가 많으며 연약하기 때문에 파괴되기 쉬운 단점을 가지고 있고, 순수 목질섬유 복합체에 비해 역학적 성능이 감소하게 되지만 많은 작은 입자로 인하여 강도측면 보다는 시멘트 모체와 골재 사이의 계면을 밀실하게 해주어 인성을 증가시키는 장점을 가지고 있다.1)

그동안 각종섬유를 보강한 연구는 많았으나 천연 식물성으로 이루어져 있는 목질섬유인 종이를 콘크리트에 혼입해 연구한 자료는 많지 않았기에 종이를 콘크리트에 혼입한 본 논문은 그 의의가 클 것으로 사료된다.

종이의 재료인 목재 또한 대부분 수입목에 의존하고 있는 실태이고, 폐지는 전체 도시고형물 중 48%를 차지하며 이중 매일 쏟아져 나오는 신문지는 전체의 14%를 차지하고 있고, 2004년 현재 폐신문지 회수율 70%에 이르고 있다. 이렇듯 폐지의 재활용은 환경보전 및 자원절약 측면에서 많은 분야로 재활용되고 있다.1)

이렇듯 자원고갈 환경오염의 심각화로 인해 자원의 재활용에 관심이 집중되고 있는 이시기에 건설자재로 폐지 적용을 검토하여 재활용 연구까지 포함함으로써 재활용 범위를 넓힐 수 있다는 가능성을 함께 고려할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 문서 파쇄기로 갈아진 종이조각을 콘크리트에 혼입하여 콘크리트의 강도적 특성, 고온의 특성을 실험하여 종이가 혼입된 콘크리트의 특성과 인쇄지와 신문지를 나누어 비교한 실험까지... 재활용 측면까지 고려된 특성을 바탕으로 앞으로의 활용방안과 기본자료로 제공하는데 연구의 목적을 둔다.



2. 실험계획 및 이론검토

2.1 종이의 특성

종이란 식물성 섬유를 분해시켜 섬유소(Cellulose)로 만든 뒤, 물에 풀어서, 어떤 종류의 매개체(Screen)을 통해 건져낸, 필터(filter)상태의 얇은 섬유조직이다. 식물성 섬유는 대부분이 셀룰로오스(cellulose), 헤미셀룰로오스(hemicellulose), 리그닌(lignin) 및 추출물(extractives)의 화학 성분을 지니고 있다.

신문용지의 주 원료로 사용되는 기계펄프(mechanical pulp)의 경우에는 기계적인 처리만을 하기 때문에 일부 수용성 추출물을 제외한 거의 모든 성분들이 그대로 남아있어 일반종이와 비슷한 구조 및 성질을 가지고 있다. 식물성 섬유의 대부분을 차지하는 셀룰로오스의 화학구조는 D-글루코오스가 β -1, 4 결합으로 다수 중합되어 있으며 사슬형태로 연결되어 있다.

화학식은 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 으로 구성되어 있고, 셀룰로오스 분자는 다수가 모여서 섬유를 이루는데 그 최소단위는 미셀이라 하여 지름 0.05nm, 길이 0.6nm 이고, 수분을 제거하면 비결정영역이 결정성을 띠게 되어 탄성과 강도가 증가되며, 이를 물이나 알칼리에 담그면 액체가 비결정 영역에 스며들어 팽윤한다.

폐지를 재활용 할 경우 천연펄프에 비해 재생 펄프가 질적으로 나쁜 이유는 섬유자체의 강도는 재생됨에 따라 거의 변화를 일으키지 않으나 각질화에 의한 섬유 결합력의 감소로 종이의 강도적 성질이 천연 펄프에 비해 약화된다는 점이다.

2.2 실험계획

본 연구에서는 종이를 콘크리트에 혼입하므로써 콘크리트적 특성과, 재활용의 측면까지 고려하여 앞으로 기본 자료로 활용방안을 제공하기 위한 단계별 시험

및 분석을 하였다.

콘크리트강도는 현재 가장 많이 사용하는 24N/mm², 27N/mm²의 각 강도별로 배합 무게 비율에 따라 종이의 양을 Normal, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%로 총 6 가지 비율로 나누어 공시체를 제작하였다. 이 배합이 나온 배정은 기존 논문인 “홍승렬 서울산업대학교 “폐 톱밥이 혼입된 콘크리트의 특성에 관한 연구” 2004.”을 바탕으로 예비 실험결과 최적의 배합을 찾았으며, 1.0% 이상의 종이 비율은 사실 배합하는 과정에서 불가능하였기에 제외시켰다.

또한 종이를 첨가함에 따라 슬럼프 값의 변화가 심하게 발생되었기에 종이의 첨가 비율이 높아짐에 따라 규칙적으로 물의 양을 증가 시켜 슬럼프 7의 값을 유지하도록 노력하였다.

<Table 1> concrete and paper mixing graph

강도-슬럼프	W/C	C	W	G	S	ad.	total
240-15	52.3	344	180	942	838	1.72	2302
270-15	48.2	371	179	947	811	1.86	2308

강도 \ 비율	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
240	4.604	9.208	13.812	18.416	23.02
270	4.616	9.232	13.848	18.464	22.88

우선 첫 번째 콘크리트의 압축강도 시험은 지름 10cm에 높이 20cm인 공시체를 만들어 압축강도(KS F2405)와 활열인장강도(KS F2423), 휨강도(KS F 2408) 시험을 하였고, 각 강도별, 비율별로 나누어 시험하였고 공시체의 중량도 체크하였다. 현장에서 실제 사용되고 있는 배합표에 종이(3×100mm)를 무게비율별로 첨가하여 건비빔으로 골고루 충분히 섞은 후 공시체를 제작하였다.

두 번째 고온을 받은 콘크리트 시험은 콘크리트가 고온에 노출되었을 시 콘크리트 강도에 미치는 영향을 알아보고자 수행하기로 한다. 본 시험은 콘크리트 내화 시험방법(KS F 2257)에 의한 표준화재온도 곡선을 참조하여 온도영역을 200℃, 400℃, 600℃로 나누어 노출시킨 후 콘크리트의 압축강도를 분석하였다. 표준 공시체를 제작한 후 가스 가마에 넣고 종이 혼입별로 나누어 구분하고 노출지속시간을 1시간으로 유지하고 총 3 시간 경과 후 식혀서 아직 온열이 있는 상태에서 압축강도 시험을 하는 것으로 하였다.

세 번째 휨강도는 15cm×15cm×55cm의 공시체를 제작 후 KS F 2408의 규정에 의해 “3등법 재하법”에 따

라 시험하였으며 재하 장치의 접촉면과 공시체 면과의 사이 어디에도 틈새가 없도록 하였다.

본 연구에서는 종이를 혼입한 콘크리트의 각 특성별로 시험하여 종이와 콘크리트의 관계, 인쇄지와 신문지와와의 관계 등을 분석하여 실제 적용성과 함께 향후 이 분야의 기본자료를 제공하기 위한 기본적인 시험 위주로 범위를 진행시킨다.

2.3 고온 노출시 콘크리트 강도특성4) 5) 6)

콘크리트는 고온 노출시에 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.

2.3.1 노출온도의 영향

1) 100℃ - 이 단계에서는 수화반응도 거의 완료되었고, 100℃라는 온도에 의한 물리적, 화학적 변화가 거의 없으므로 강도에 있어서 경미한 감소를 보인다.

2) 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.

3) 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.

4) 400℃ - 원래강도의 48%~74%정도의 강도를 보유했으며 강도감소가 계속 일어난다. 외관상으로는 철의

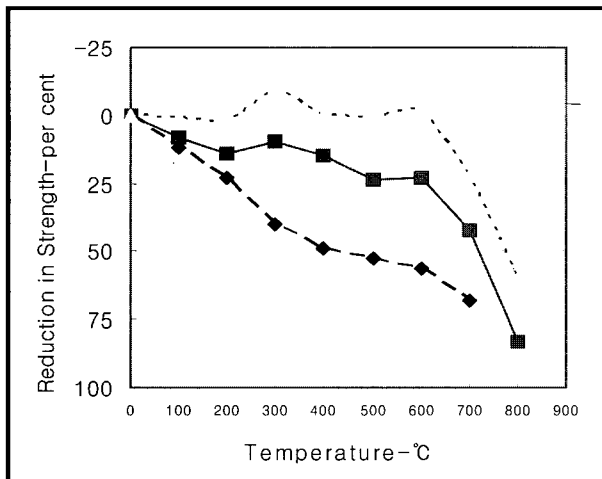
산화로 인하여 분홍색을 띠게되며 미세균열이 시편 표면에 분명히 나타난다.

또한 200°C보다 0.76%의 중량손실률을 보이는데 이는 남아있는 결합수의 손실을 의미한다. 즉 점토성분으로 부터의 수분증발과 Ca(OH)₂ (400°C에서 CaO를 분리하여 수분성을 잃기 시작한다.)로 부터의 수분의 증발, MgCO₃로 부터의 CO₂의 증발을 의미한다. 남은 CaO가 냉각 후 젖게 되거나 습한 공기에 접하게 되면 그것은 Ca(OH)₂로 재수화되어 부피팽창이 일어나 콘크리트의 열화를 낳게 된다. 그 두 가지 반응이(골재의 팽창과 시멘트페이스트의 수축)결국 콘크리트를 약화시키고 균열을 생기게 한다.

5) 600°C - 콘크리트 중량손실은 약 0.74%(400°C 이후)로 이것은 CaCO₃, MgCO₃로 부터의 CO₃증발에 기인한 것으로 물은 이 단계에 이르기 전에 완전 소멸한다. Lea에 의하면 CaCO₃는 가열하였을 때는 900°C에서 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°C에서 폭발한다는 사실이다. 이는 골재의 주성분인 CaCO₃의 많은 양이 CaO와 CO₂로 분해되었기 때문인 것으로 사료된다.



Reduction in compressive strength of concrete made with limestone aggregate: A heated without application of load and then tested hot, B heated under an initial stress-strength ratio of 0.4 and then tested hot, C heated without application of load and tested after 7 days of storage at 20°C

<Figure 1> strength effect of heat

2.3.2 가열속도의 영향

G. T. G. Mohamedbhai의 연구에 의하면 200°C까지는 가열속도가 지대한 영향을 미치나 400°C에서는 그 영향이 감소하며, 600°C~800°C 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 수분 손실량이 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°C 이상에서는 대부분의 수분이 소멸하고 대부분의 미세균열이 발생하여 더 이상 가열속도의 영향이 지배적이지 못하다.

2.3.3 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°C~600°C) 그 효과가 더욱 현저히 나타난다는 상반되는 의견이 있다. 그러나 미약하지만 노출지속시간이 길수록 강도손실률이 클 것으로 사료된다.

2.3.4 냉각방식의 영향

일반적으로 냉각방법은 잔류강도에 그다지 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. (특히 200°C 이하에서) 그러나 200°C이상에서 수중냉각의 경우가 미미하나 높은 잔류 압축강도를 보였다. 하지만 그 결과는 냉각방식을 공기 중 냉각방식과 수중냉각방식 두 가지 만으로 분류하여 시험한 것이므로 냉각속도의 영향을 단적으로 말하기는 곤란하다.

G. A. Khuory의 연구결과에 의하면 “냉각기 동안에는 천이크리프가 없기 때문에 온도구배로 인한 열응력이 첫 가열시보다 냉각시의 균열의 원인이 된다.”라고 보고하고 있다. 이는 냉각기의 균열을 유발하는 열응력에 대한 대처능력이 콘크리트의 잔류강도가 냉각전의 압축강도보다 낮은 이유를 설명한다.

자갈콘크리트(대체로 높은 열팽창계수를 가졌다.)로 만들어진 지름 6mm의 실린더를 속도 1°C/min으로 냉각시켰을 때 표면에 생기는 인장응력은 대략 3N/mm²이었다. 현무암질 콘크리트는 현무암질 골재의 낮은 열

팽창계수로 인하여 보다 낮은 인장응력을 갖게 될 것이다. 그러므로 균열은 1~2°C/min보다 높은 속도로 냉각하는 동안에 나타난다. 이것은 Campbell-Allen과 Desai의 실험으로부터 얻은 2°C/min도는 그보다 낮은 속도로 냉각시킨 시편의 잔류강도는 냉각속도의 영향을 거의 받지 않는다는 결과와 일치한다.

2.3.5 배합비의 영향

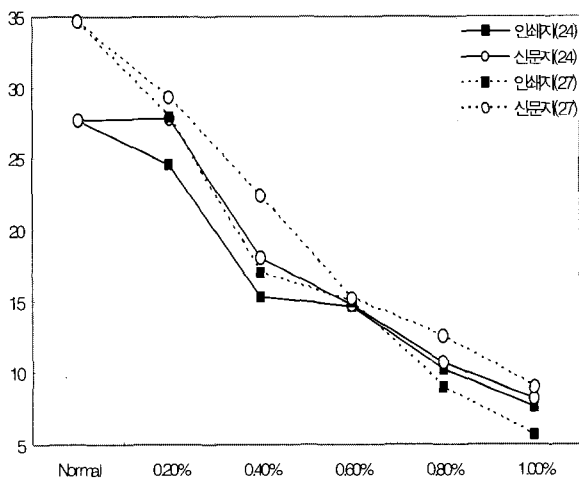
수분의 양과 시멘트의 양이 많은 경우가 잔류강도가 높게 나왔으며 600°C에서는 두 배합비의 경우가 거의 일치했다. 결국 일반적으로 시멘트함유량이 많을수록 고온에 노출시 거동이 양호하다고 할 수 있다.

3. 실험결과

<Table 2> 200°C compressive strength

강도 및 종류 배합률	24N/mm ²		27N/mm ²	
	인쇄지	신문지	인쇄지	신문지
Normal	27.62	27.62	34.65	34.65
0.2%	24.63	27.74	27.89	29.32
0.4%	15.31	18.03	17.05	22.35
0.6%	14.67	14.75	14.94	15.20
0.8%	10.22	10.76	9.00	12.56
1.0%	7.60	8.19	5.70	8.98

(단위 : N/mm²)



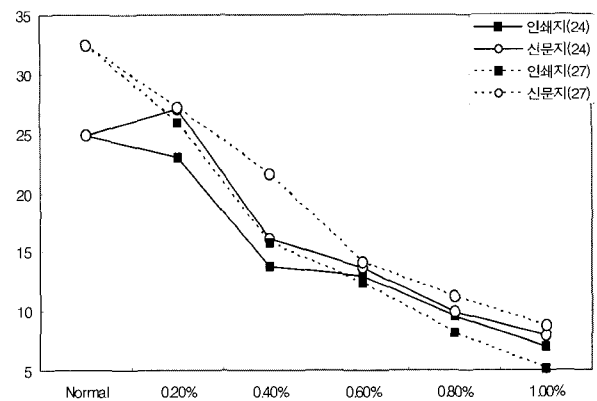
<Figure 2> 200°C compressive strength graph

신문지 혼입과 인쇄지 혼입에서의 강도감소율에 큰 차이가 없다. 다만 0.4%에서 다소의 차이가 나타났는데 이것은 압축강도에서의 차이와 일관성을 갖는다.

<Table 3> 400°C compressive strength

강도 및 종류 배합률	24N/mm ²		27N/mm ²	
	인쇄지	신문지	인쇄지	신문지
Normal	24.84	24.84	32.46	32.46
0.2%	23.00	27.01	25.88	27.21
0.4%	13.77	16.08	16.77	21.62
0.6%	12.93	13.64	12.36	14.15
0.8%	9.51	9.85	8.14	11.22
1.0%	7.03	7.94	5.15	8.73

(단위 : N/mm²)



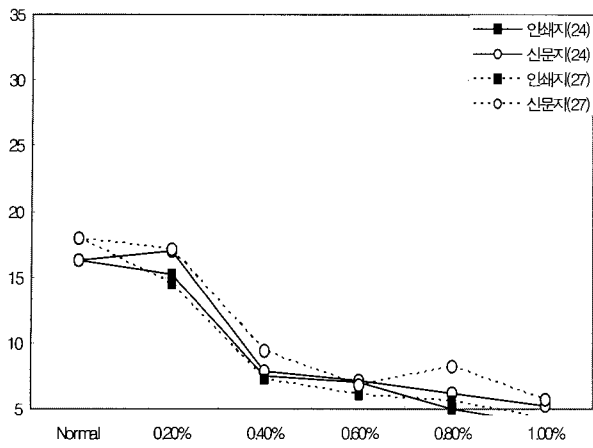
<Figure 3> 400°C compressive strength graph

200°C에서의 압축강도와 비슷한 감소 변화율을 보이고 있고, 전체적으로 200°C보다 약 10%의 강도하락이 나타났다.

<Table 4> 600°C compressive strength

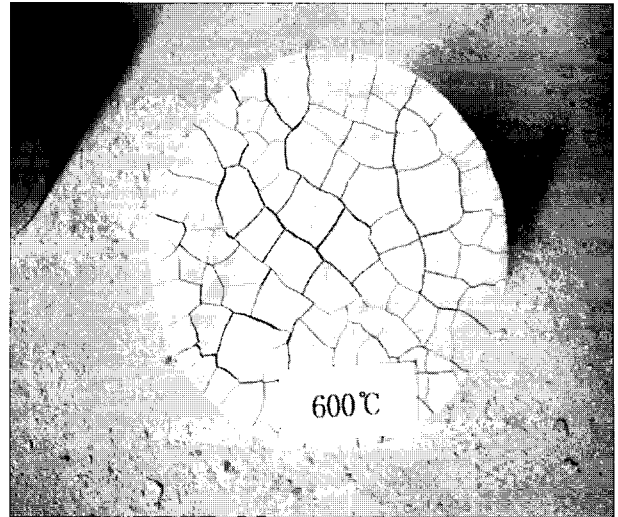
강도 및 종류 배합률	24N/mm ²		27N/mm ²	
	인쇄지	신문지	인쇄지	신문지
Normal	16.31	16.31	17.87	17.87
0.2%	15.16	16.92	14.44	17.10
0.4%	7.45	7.79	7.25	9.41
0.6%	6.97	7.08	6.10	6.73
0.8%	5.05	6.23	5.58	8.15
1.0%	3.84	5.25	4.28	5.70

(단위 : N/mm²)



<Figure 4> 600°C compressive strength graph

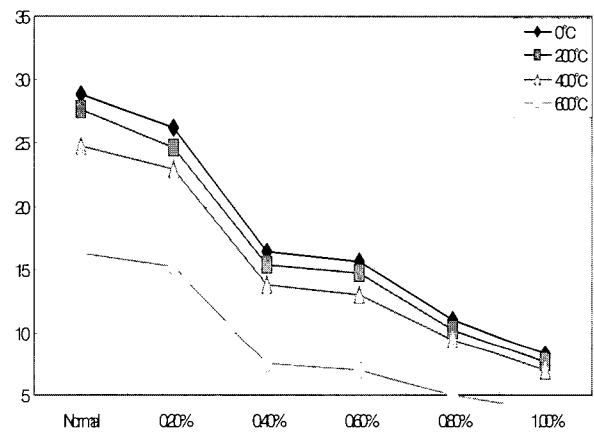
600°C에서는 인쇄지, 신문지, 24N/mm², 27N/mm²과 관계 없이 비율별로 유사한 강도값과 강도감소율을 보이고 있다.



<Figure 5> 200°C, 400°C, 600°C features of test mold



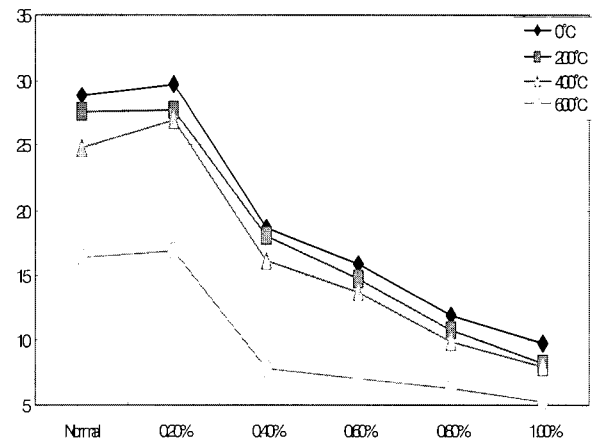
인쇄지(24)



<Figure 6> 24N/mm² strength change of print paper mixed

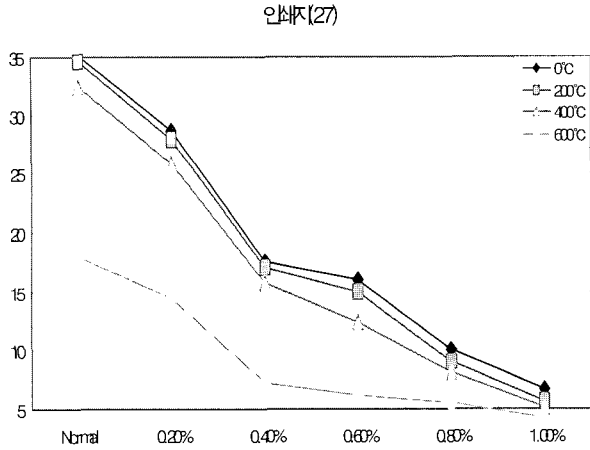


신문지(24)

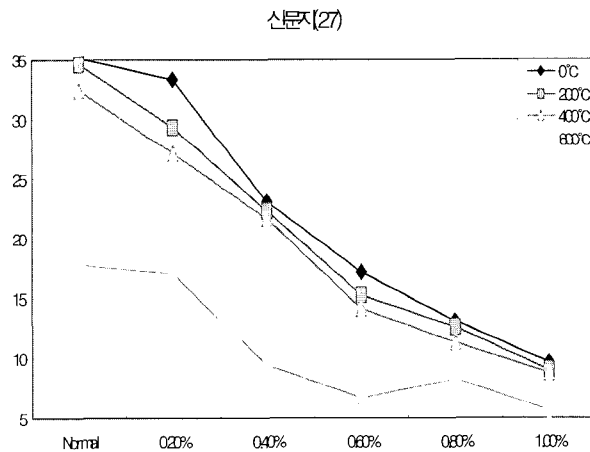


<Figure 7> 24N/mm² strength change of newspaper mixed

24N/mm²의 인쇄지와 신문지 유사한 감소비율을 나타냈고, 400℃~600℃사이에 강도하락 값이 약 50%의 차이를 나타냈다.



<Figure 8> 27N/mm² strength change of print paper mixed



<Figure 9> 27N/mm² strength change of newspaper mixed

400℃~600℃사이에 강도하락 값이 약 60%의 차이가 나타났고, 종이 혼입률 0.2%~0.4%에서 강도차이가 큰 것은 종이 배합의 밀도차이에 기인한 것으로 볼 수 있다.

4. 분석 및 고찰

종이를 혼입한 콘크리트의 실험결과 다음과 같은 분석을 도출해 낼 수 있었으며, 종이가 첨가 될수록 워커빌리티가 좋지 않았기에 워커빌리티를 향상시키기 위해 배합수를 점점 많이 첨가하여 모든 종이의 비율 콘크리트를 슬럼프 값 15에 맞추려고 노력하였다. 종이의 특성상 신문지가 인쇄지보다 더 많은 배합수가 필요하였다.

4.1 종이혼입 콘크리트의 압축·인장·휨강도분석

압축강도는 24N/mm², 27N/mm²모두 인쇄지 보다 신문지 혼입 콘크리트가 전체적으로 약간 큰 강도값을 얻을 수 있었으며, 24N/mm²의 경우 10%~15%, 27N/mm²의 경우 15%~25%증가 되어 나타났다.

인장강도 역시 24N/mm², 27N/mm²모두 인쇄지 보다 신문지 혼입 콘크리트가 전체적으로 약간 큰 강도값을 얻을 수 있었으며, 24N/mm²의 경우 5%~10%경우, 27N/mm²의 경우 10%~20%증가 되어 나타났다.

휨강도 역시 신문지가 인쇄지 혼입보다 전체적으로 강도값이 약간 높게 나타났으나 그 차이는 미비하였고, 0.2%~1%까지는 인쇄지, 신문지, 24N/mm², 27N/mm²에 상관없이 종이 비율별로 비슷한 강도값이 나타났다.

압축, 인장, 휨강도 모두 종이 비율 0.2%까지는 강도적으로 Normal과 큰 차이가 없었으나 0.2%이후로는 큰 강도 하락값을 보였다. 또한 종이 혼입비율이 증가할수록 24N/mm²과 27N/mm²의 강도값이 비슷해지는 경향이 나타났다. 종이 혼입비율이 높아질수록 종이의 특성 때문에 순간 쪼개짐이 심해졌고, 특히 휨강도의 시험은 더욱 그러했다.

4.2 종이혼입 콘크리트의 고온 노출시 콘크리트압축강도분석

고온노출시험은 급격한 온도상승으로 콘크리트 내부 수분의 팽창으로 인해 공시체에 심한 손상을 가할 우려가 있기에 각 온도까지 올리는데 충분한 시간을 주었다.

200℃에서는 공시체의 변화는 없었으며, 0℃의 종이 혼입 비율 콘크리트에 비해 약 5%정도 강도값이 저하되었다.

400℃에서는 공시체의 약간의 황색 빛과 함께 시멘트 페이스트 캐핑(Capping)의 급격한 건조로 인해 수축균열 현상이 약간 나타났으며, 0℃의 종이 혼입 비율 콘크리트에 비해 약 10%정도 강도값이 저하되었다.

600℃에서는 공시체 전체적으로 탄 흔적과 함께 시멘트 페이스트 캐핑(Capping)의 급격한 건조로 인해 수축균열 현상이 심하게 나타났으며, 0℃의 종이 혼입 비율 콘크리트에 비해 약 50%~60%정도 강도값이 저하되었다.

종이 혼입 콘크리트는 고온에 노출시 기존의 압축강도와 같이 비율별 비슷한 강도 하락값을 보였으며, 단지 온도의 크기에 따라 강도값이 저하되었다. 강도값 측정시 종이 비율이 높을수록 순간적으로 으스러지는 현상이 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 종이를 혼입한 콘크리트를 이용하여 일반 콘크리트보다 더 뛰어난 성질을 찾아내기 위한 여러 가지 시험을 하였으며, 더 나아가서는 기존의 이런 자료가 혼하지 않은 결과, 앞으로 종이와 콘크리트와의 관계에 있어 기초자료로 사용되길 바라는 마음으로 본 연구에 임했으며, 위의 같은 여러 가지의 실험과 분석을 통하여 다음과 같은 최종 결론에 도달하였다.

1) 파괴 단면의 현미경 확대결과 인쇄지나 신문지의 특별한 차이점은 나타나지 않았으나, 신문지의 섬유질이 더 미세해 콘크리트의 공극부분을 채워 같은 조건에서 신문지가 인쇄지 혼입 보다 강도적 측면에서 우수하며, 0.2%종이혼입비율까지는 구조적 강도값으로 실무적용성이 있다.

2) 종이의 특성상 고온에 약할 것으로 기대했으나 400℃까지 압축강도 값에 큰 영향을 주지 못했다. 반면에 400℃~600℃까지는 강도값의 하락폭이 상대적으로 커 고온에서의 종이 특성이 반영된다.

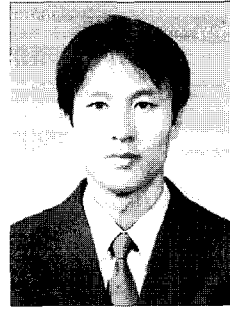
3) 실험결과를 통해 고온 노출시 인쇄지와 신문지 혼입에 상관없이 강도값이 비슷한 것으로 보아 고온에는 종이의 성질 종류보다는 단지 목재라는 특성이 더 크게 작용한다.

6. 참 고 문 헌

- [1] 문남구, "다양한 전처리 방법에 따른 폐신문지의 호소 가수분해 특성", 경상대학교 석사, pp 1~6(2001)
- [2] 손기상, "페타이어 콘크리트 화재 특성에 관한 실험적 연구", 한국 화재소방학회지 제16권 제1호, pp 22~26(2002)
- [3] 최재남, "페타이어 분말을 혼입한 몰탈의 단열특성", 서울산업대 대학원, pp 10~21(2002)
- [4] 구해식, "고온을 받는 콘크리트 압축강도 특성에 관한 실험적연구", 慶南大 대학원, pp 8~39(2002)
- [5] 변중현, "시멘트 온도변화에 따른 콘크리트의 특성에 관한 연구", 청주대 산업대학원, pp 17~21(1999)
- [6] 곽 형, "고강도 콘크리트의 온도변화에 관한 연구", 광운대 대학원, pp 8~36(1996)

저 자 소 개

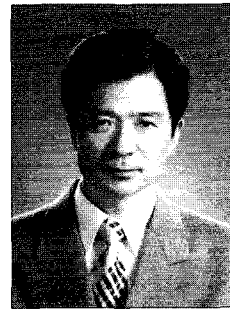
조 병 현



서울산업대학교에서 석사학위 취득하였으며, 관심분야는 건설안전분야이다.

주소: 서울시 노원구 공릉2동 172번지 서울산업대학교 미래관 안전공학과

손 기 상



연세대학교에서 석사, 박사학위를 취득하였으며, 중동 The State of QATAR 국립제철소 시공(日本大成建設) 및 U. S Army Corps of Engineers F.E.D.C.OE Inspector 와 한국산업안전공단 산업안전교육원 교수이며, 현재 서울산업대학교 안전공학과 부교수로 재직 중이다.

주소: 서울시 노원구 공릉2동 172번지 서울산업대학교 미래관 안전공학과