

톱밥 콘크리트의 구조적 강도

손기상 · 조병헌 · 홍승렬*

서울산업대학교 안전공학과 · *대림산업(주)

1. 서 론

연간 폐목재 발생량은 1000만m³로 추정하고 있고 우리나라 1년 총 목재 사용량의 40%수준인 것으로 조사되고 있다. 이처럼 폐목재의 활용이 절실한 시기에 폐톱밥을 이용하여 콘크리트에 적용함으로써 그 특성을 알아보하고자 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.

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

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

콘크리트강도는 가장 많이 사용하는 180kg/cm², 210kg/cm², 240kg/cm², 270kg/cm²의 각 강도별로 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.

2. 본론

2.1 실험계획

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)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
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

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
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)

2.3 몰드제작 및 시험방법

공시체는 성형후 36시간 경과후 몰드를 제거하였고, 실험 전까지 21±2℃의 온도에서 습윤상태로 양생하였다. 콘크리트의 압축강도 시험을 시험규격에 따라 재령 28일 강도 테스트를 변수별로 3개씩 실험을 하였다. 압축강도와 인장강도 시험은 Ø10×20cm의 공시체를, 휨강도 시험은 15cm×15cm×55cm의 공시체를 각각 만들어 시험을 하였다.

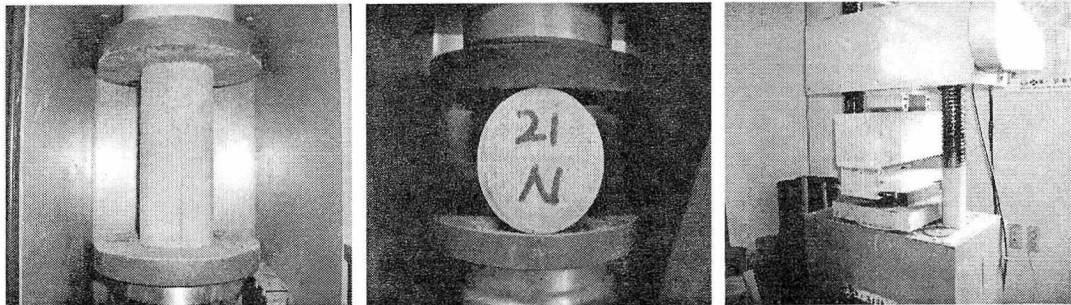


Fig 1. 실험사진

3. 실험결과

Table 2. 압축강도 결과

배합률 \ 강도	180kg/cm ²	210kg/cm ²	240kg/cm ²	270kg/cm ²
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

(단위 : kg/cm²)

Table 3. 활열인장강도 결과

배합률 \ 강도	180kg/cm ²	210kg/cm ²	240kg/cm ²	270kg/cm ²
Normal	23.9	26.5	26.1	27.4
0.05%	22.7	26.9	25	26.7
0.1%	21.7	20.6	20.9	26.4
0.2%	15.9	20.6	18.7	25.1
0.4%	15.1	17	20.9	25.8
0.6%	12.5	18.7	17.5	19.9
0.8%	13.4	16.1	16.4	21.4
1.0%	10.1	10.4	15.6	19.7
1.2%	11.7	10	12.6	18.6
1.4%	9.5	5.9	8.8	14.6
1.6%	7.5	17.3	14.5	9.9
1.8%	15.2	12.7	11	13.8
2.0%	14.3	13.2	8.1	15.9

(단위 : kg/cm²)

Table 4. 휨강도 결과

배합률 \ 강도	180kg/cm ²	210kg/cm ²	240kg/cm ²	270kg/cm ²
Normal	21.9	22.4	23.1	23.6
0.05%	21.1	19.5	20.3	24.4
0.1%	21.1	18.7	20.3	25.7
0.2%	17.1	15.4	17.9	22.8
0.4%	17.1	15.4	18.2	23.6
0.6%	14.6	16.2	17.1	16.7
0.8%	14.6	13	13	18.7
1.0%	12.2	10.2	13	17.9
1.2%	14.6	8.1	13	13.8
1.4%	11.7	10.5	8.1	16.2
1.6%	10.5	18.7	11.4	8.1
1.8%	18.7	9.7	8.1	11.4
2.0%	11.4	9.7	8.9	9.7

(단위 : kg/cm²)

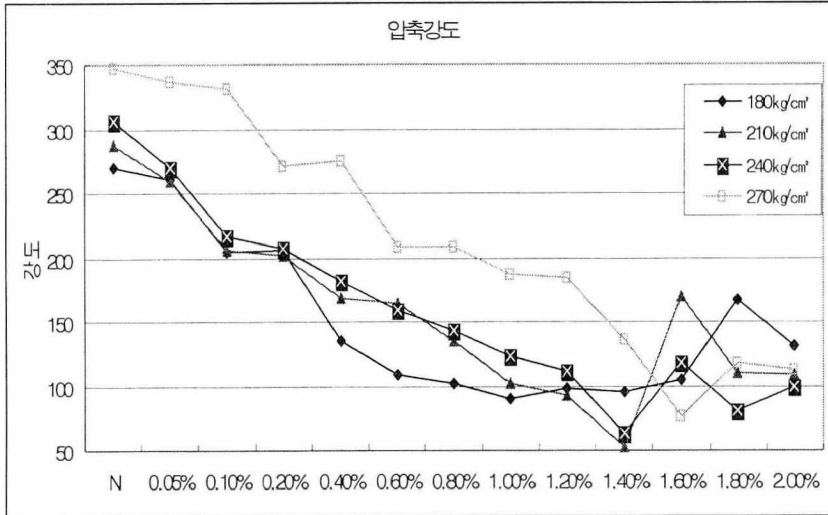


Fig 2. 압축강도 그래프

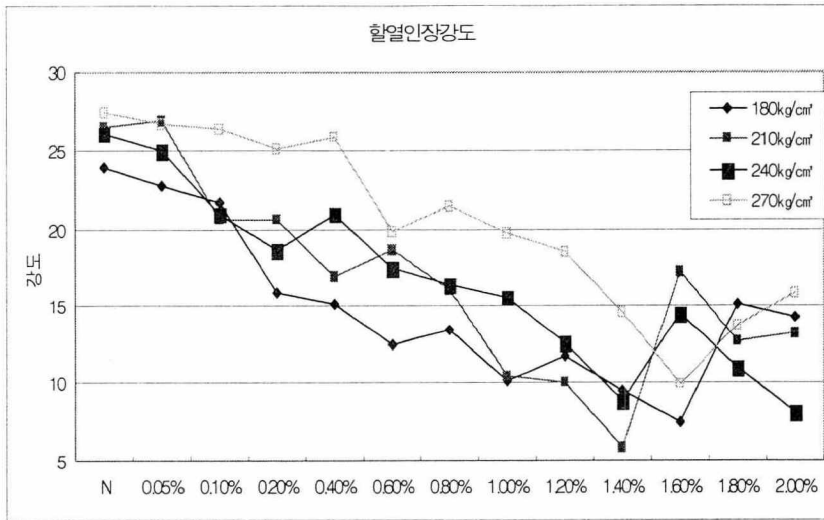


Fig 3. 할열인장강도 그래프

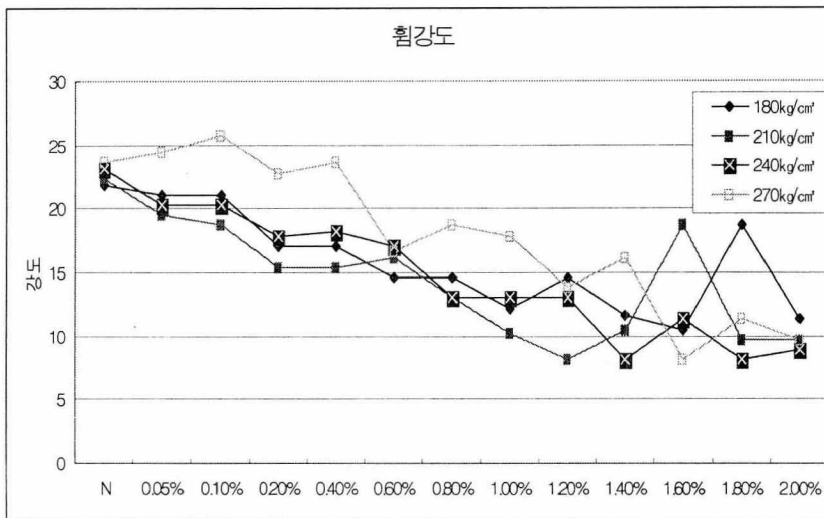


Fig 4. 휨강도 그래프

4. 분석

압축강도에서 Normal ~ 0.1% 까지 강도값이 급격히 떨어짐을 보였으며 0.4% ~ 1.4%까지는 강도값이 완만히 떨어짐을 볼 수 있다. Normal ~ 0.2%까지는 구조물에 적용함에 있어 문제가 없음을 보여주고 0.4% ~ 1.4%까지는 비구조물에 적용이 가능할 것으로 사료된다.

180kg/cm², 210kg/cm², 240kg/cm² 강도값은 폐톱밥 혼입량에 따라 비슷한 하락곡선

을 그렸으며 $270\text{kg}/\text{cm}^2$ 강도값은 $180\text{kg}/\text{cm}^2$, $210\text{kg}/\text{cm}^2$, $240\text{kg}/\text{cm}^2$ 강도곡선 보다는 대체적으로 강도값이 크게 나타났다.

인장강도값은 대체적으로 압축강도와 비슷한 경향을 보였으나, 단지 폐토평압의 혼입량에 따른 급격한 강도하락은 없었으며 $270\text{kg}/\text{cm}^2$ 은 압축 강도와 마찬가지로 높은 인장 강도 값을 나타내었다.

휨강도값 역시 압축강도 와 비슷한 경향을 보였으며 $270\text{kg}/\text{cm}^2$ 은 다른 강도값보다 월등히 큰 강도값을 보였으며, 강도 시험시 일반 콘크리트보다 폐토평압 혼입률이 높아질 수록 국부 할열이 많이 나타났다.

5. 결 론

지금까지의 실험과 분석을 통하여 다음과 같은 최종 결론에 도달하였다.

- (1) 폐토평압의 혼입비율에 따라 강도값이 규칙적으로 나타난다.
- (2) 저강도의 콘크리트보다는 고강도의 콘크리트가 폐토평압의 영향으로 인한 강도값의 영향을 덜 받는다.
- (3) 폐토평압 혼입에 따른 인장강도값이 압축강도값보다 더 우수하게 나타났다.

참고문헌

1. 李成宰, “高熱을 받은 鐵筋콘크리트 短柱의 耐力에 特性에 관한 研究”, 東亞大 대학원, 1987
2. 金滄峰, “철근콘크리트 기둥의 예비설계에 관한 연구”, 蔚山大 대학원, 1987
3. 李昌倫, “전단보강된 고강도경량콘크리트 보의 휨거동에 관한 연구”, 금오공과대 대학원, 1998
4. 李澤東, “유동화 경량골재콘크리트의 성상에 관한 연구”, 健國大 대학원, 1998
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 조사 연구”, 대전대 논문집, 1998.6, pp73-86
7. 장재명, “우리나라 건설현장의 폐자재 활용방안에 관한연구”, 고려대 산업정보대학원, 2001