

MDF로 제조된 우드세라믹의 표면온도 변화(II)*¹

- 수지 함침율과 소성온도의 영향 -

오 승 원*^{2†} · 변 희 섭*³

Change of Surface Temperature in Woodceramics Made from MDF(II)*¹

- Effect of Impregnation Rate and Burning Temperature -

Seung Won Oh*² · Hee Seop Byeon*³

요 약

MDF를 재료로 600, 800, 1,000, 1,200℃에서 소성 하여 우드세라믹을 제조한 후 소성 전 수지 함침율과 소성 온도에 따른 우드세라믹의 표면온도를 조사하였다. 함침율, 소성온도 및 시간의 경과에 따라 표면온도가 증가하였으며, 1,200℃ 시료의 온도가 가장 높게 나타났다. 시간의 경과에 따른 표면온도의 하강은 800℃ 시료의 온도가 가장 빨리 감소하였다.

ABSTRACT

In this study, woodceramics were made from MDF with various resin impregnation rate. To investigate the change of surface temperature of woodceramics, the impregnated MDF was burned at the temp. 600, 800, 1,000, 1,200℃.

Surface temperature of woodceramics was increased as impregnation rate and burning temperature was increased. The specimen burned at 800℃ was lower than others. Change of temperature under given

*¹ 접수 2002년 6월 20일, 채택 2002년 7월 10일

*² 전북대학교 농과대학, College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

*³ 경상대학교 농과대학, 농업생명과학연구원, College of Agriculture and the Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Chinju 660-7014, Korea

† 주저자(corresponding author) : 오승원(e-mail: ohsw@moak.chonbuk.ac.kr)

temperature increased as time passed and it showed more increased in temperature at burning temperature of 1,200°C. Change of surface temperature increased when floor temperature increased and the temperature was 49.2°C at 70°C in floor temperature of 1,200°C specimen. The decent in surface temperature of woodceramics was the fastest decrease at the burning temperature of 800°C specimen.

Keywords: woodceramics, surface temperature, MDF, burning temperature

1. 서 론

페놀수지를 함침한 목재나 목질재료를 소성하여 만든 우드세라믹은 가볍고 단단하며, 내부식성, 전자파 차폐 효과 및 원적외선 방사 등 다양한 특성을 지닌 다공질 탄소재료이다. 1995년 Okabe 와 Saito가 개발하여 명명한 이래 이를 공업적으로 이용하기 위한 많은 연구가 진행되어 왔다(Hokkirigawa *et al.*, 1995, 1996a, 1996b; Kano *et al.*, 1996; Kasai *et al.*, 1996; Okabe & Saito 1995b; Okabe *et al.*, 1995a, 1995b; Shibata *et al.*, 1997). 우드세라믹의 성질은 재료의 밀도에 따라 영향을 받을 뿐만 아니라, 소성 전 함침재의 수지 함침율과 소성온도에 따라 성질의 변화가 큰 것으로 알려져 있다. 또한 우드세라믹의 재료 및 승온 온도, 유지시간, 함침율 등 제조방법에 따라 그 성질이 매우 다양하여 이에 대한 연구와 확실한 용도개발이 필요하리라 생각된다. 따라서 본 연구에서는 MDF를 재료로 수지 함침율을 달리하여 제조된 함침재로 600, 800, 1,000, 1,200°C에서 소성하여 우드세라믹을 제조한 후 수지 함침율과 소성온도에 따른 우드세라믹 표면온도의 변화를 측정하여, 앞으로 온돌마루판의 하부 소재로서의 이용 가능성을 살펴보고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

본 연구에서는 라디에타 소나무(*Pinus radiata* D. Don)로 제조된 MDF(Medium Density Fiberboard, 0.66 g/cm³, moisture content 8.5%)를 우드세라믹 제조용 재료로 사용하였다.

2.2. 함침 및 우드세라믹 제조

준비된 MDF를 7.8×7.8×1.2 cm의 크기로 절단한 다음, 액상 페놀수지(KPD-L777, 코오롱 유화(주))가 들어있는 감압 함침장치에 넣고 1기압에서 함침량을 조절하여 함침하였다. 함침에 사용한 페놀수지의 특성은 고형분 51~53%, 비중 1.06, 점도 45~65 cps, 경화시간 80~95 sec이다. 함침 후 시료를 꺼내어 건조기에 넣고 60°C에서 10시간, 100°C와 135°C에서 각각 8시간씩 건조한 다음, 우드세라믹을 제조하기 위하여 진공소결로(KOVAC KSF-100, 고려진공(주))를 이용하여 함침을 별로 600, 800, 1,000, 1,200°C에서 소성 하였다. 이 때 소성장치의 승온 온도는 5°C/min.이었으며, 목표 온도에서 2시간 유지한 다음 5°C/min.의 속도로 냉각시켰다.

2.3. 표면온도 측정

우드세라믹의 표면온도 변화를 측정하기 위하여 전기전압 조절장치에 실리콘 러버 히터를 연결한 다음, 20 V 상태에서 목표온도를 설정한 후 온도 센서를 이용하여 러버히터의 바닥온도를 고정하였다. 목표온도로 가열된 실리콘 러버히터 위에 함침율과 소성온도가 서로 다른 우드세라믹을 올려놓고, 우드세라믹의 표면에 다른 온도 센서를 부착하여 시간의 경과, 히터의 바닥온도에 변화에 따른 우드세라믹의 표면온도 변화를 측정하였다. 이 때 우드세라믹 표면온도의 측정은 실내(20°C)에서 Thermo Recorder(T and D. Co., Ltd. TR-71S)를 이용하였으며, 측정 후 저장한 다음 컴퓨터에 연결하여 온도변화를 확인하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 소성온도 및 함침율에 따른 표면온도 변화

각 온도별로 소성하여 제조한 우드세라믹의 소성전 MDF 함침율에 따른 표면온도의 변화는 Fig. 1과 같다. 실리콘 리버 히터의 표면온도를 60℃로 설정하고 그 위에 함침율 및 소성온도 별로 제조된 우드세라믹을 올려놓은 다음 15분 후 표면온도를 측정된 결과, 600℃ 시료의 경우 함침율 50%일 때 38.1℃, 80%일 때 40.7℃, 1,000℃ 시료는 함침율 52%일 때 39.4℃, 82%일 때 41.1℃이었으며, 1,200℃ 시료의 경우 함침율 51%일 때 40℃, 82%일 때 42.3℃로 함침율이 높은 시료일수록 표면온도가 증가하는 경향을 보였다. 이는 함침율이 높을수록 많은 양의 페놀수지가 글래스 카본으로 변하여 열전도 성질이 우수하기 때문으로 사료된다.

Nonaka 등(1999)은 MDF로 제조된 우드세라믹의 밀도에 따른 열전도율을 조사한 결과, 800℃ 시료의 경우 밀도가 0.4 g/cm³에서 0.84 g/cm³로 증가함에 따라 열전도율이 0.113 W/mk에서 0.386 W/mk로 증가하였다고 보고한 바 있다.

한편 소성온도별 표면온도의 변화는 비슷한 함침율인 80%일 때 800℃ 시료를 제외하고 소성온도가 높을수록 표면온도가 높게 나타남을 알 수 있었다. Okabe 등(1996) 라디에타 소나무로 제조된 MDF로 소성온도 별로 우드세라믹을 제조하고 치수변화와 조직을 관찰한 결과, 800℃ 시료의 두께 감소율은 26%이고, 2,000℃ 시료의 두께 감소율은 36%라고 하였으며, 가도관의 직경 또한 2,000℃ 시료의 경우가 현저히 감소하였다고 보고한 바 있어, 소성온도의 증가가 소성 후 치수변화를 크게하여 시료의 밀도를 증가시키는 요인으로 작용한 것으로 생각된다.

3.2. 시간의 경과에 따른 표면온도

함침율 60%의 시편으로 각 온도별로 제조된 우드

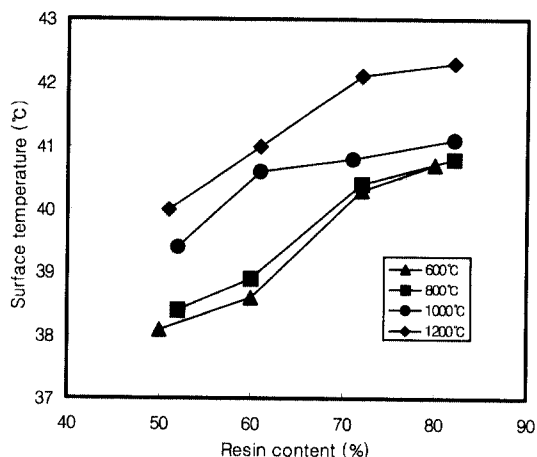


Fig. 1. Relationship between resin content and surface temperature of woodceramics.

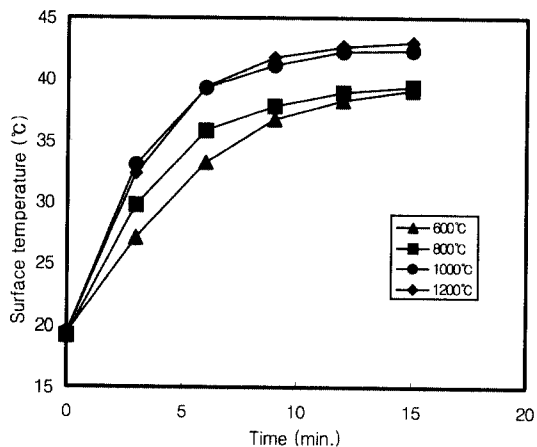


Fig. 2. Relationship between heating time and surface temperature of woodceramics.

세라믹의 시간의 경과에 따른 소성온도별 표면온도 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 실리콘 리버 히터 표면온도를 60℃로 설정하고 그 위에 조건별로 제조된 우드세라믹을 올려놓은 다음 3분 간격으로 15분 동안 시간의 흐름에 따라 우드세라믹의 표면온도 변화를 측정하였다. 600℃ 시료의 경우 시작온도 19.3℃에서 15분 후 39.1℃로, 800℃ 시료의 경우 19.1℃에서 39.4℃로, 1,000℃ 시료의 경우 19.3℃에서 42.3℃로, 1,200℃ 시료의 경우 19.3℃에서 43.0℃로 시간이 경과함에 따라 표면온도가 증가하는 경향을

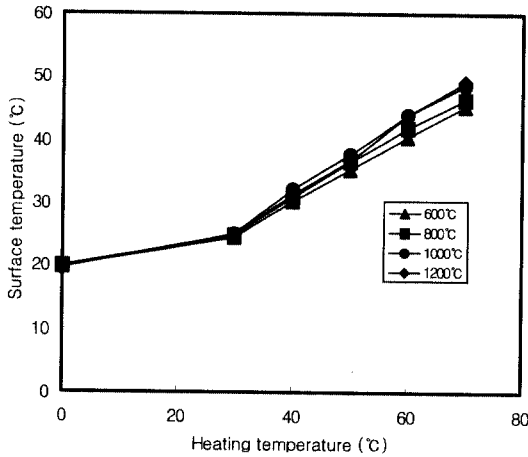


Fig. 3. Relationship between heating temperature and surface temperature of wood-ceramics.

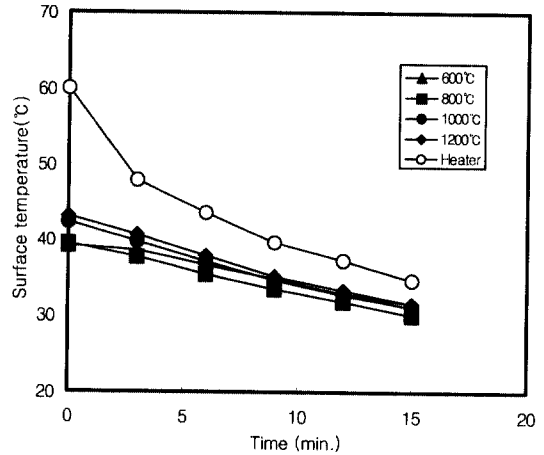


Fig. 4. Relationship between time and descent of surface temperature of wood-ceramics.

보였다. 소성온도에 따른 15분 후의 표면온도는 소성온도가 높은 시료일수록 온도가 약간 높게 나타났다. 한편 岡部(1996)는 함침율 68.9%인 MDF로 소성온도에 따른 밀도 변화를 측정된 결과, 소성온도 800°C까지는 밀도가 증가한 후 1,500°C 부근까지 감소하였다가 다시 증가하는 경향이 있다고 밝힌 바 있어, 본 연구에서 소성온도 1,200°C 시료의 표면온도가 높은 것은 단지 밀도의 증가가 열 전도율에 영향을 미친 것으로 설명할 수 없을 것으로 판단되어, 앞으로 이에 대한 확실한 규명이 필요하리라 생각된다.

3.3. 바닥온도 변화에 따른 표면온도

함침율 60%의 MDF로 각 소성온도별로 제조된 우드세라믹을 실리콘 러버히터 위에 올려놓고 히터의 표면온도를 30°C에서 70°C로 변화시키면서 15분 후의 우드세라믹 표면온도 변화를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

실리콘 러버 히터의 온도가 증가함에 따라 600°C 시료의 경우 바닥온도 30°C일 때 24.3°C에서 바닥온도 70°C일 때 45.4°C로, 1,000°C 시료의 경우 바닥온도 30°C일 때 25.0°C에서 바닥온도 70°C일 때 48.7°C로, 1,200°C 시료의 경우 바닥온도 30°C일 때 24.9°C

에서 바닥온도 70°C일 때 49.2°C로 히터의 바닥 표면온도가 높을수록 우드세라믹의 열 전도율이 빠름을 알 수 있었다. 또한 소성온도별 우드세라믹의 표면온도도 1,200°C 시료가 가장 높아 소성온도와 열 전도율과는 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다.

Nonaka 등(1999)은 밀도 0.66 g/cm³인 MDF로 800°C에서 소성 하여 제조된 우드세라믹의 일정한 측정온도에 열 전도율과 밀도와의 관계는 측정온도가 높을수록, 높은 온도에서 소성 하여 만든 시료일수록 열 전도는 직선적으로 증가한다고 보고한 바 있다.

3.4. 시간의 경과에 따른 우드세라믹 표면온도의 하강

함침율 60%의 MDF로 소성온도 별로 제조된 우드세라믹 표면온도 하강 변화를 시간의 흐름에 따라 알아보기 위하여, 바닥온도 60°C로 설정된 실리콘 러버히터 위에 우드세라믹을 올려놓았다. 30분 후 소성온도별로 우드세라믹 표면온도를 측정된 다음 20 V의 전기, 전압 조절장치에 연결되어 있는 히터의 전원을 끄고 3분 간격으로 15분 동안 온도를 측정하여 표면온도의 하강 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다.

실리콘 러버 히터가 15분 동안 60°C에서 34.7°C로

감소함에 따라 600℃ 시료의 경우 처음 39.1℃에서 15분 후 31.6℃로, 1,000℃ 시료의 경우 42.3℃에서 31.1℃로, 1,200℃ 시료의 경우 43.0℃에서 31.6℃로 시간의 흐름에 따라 우드세라믹 표면의 온도는 완만히 하강하였다. 한편 800℃ 시료는 실리콘 러버헤터와 우드세라믹 표면과의 온도 편차가 경과시간 3, 6, 9, 12, 15분일 때 각각 10.2℃, 8.1℃, 6.1℃, 5.4℃, 4.6℃로 다른 시료에 비해 편차가 커서 가장 빨리 온도가 감소하는 것으로 나타났다.

4. 결 론

MDF로 600, 800, 1,000, 1,200℃에서 소성 하여 우드세라믹을 제조한 후 수지 함침율과 소성온도에 따른 우드세라믹의 표면온도 변화를 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 함침율 및 소성온도가 증가함에 따라 표면온도도 증가하였으나, 800℃ 시료의 경우 다른 시료에 비해 온도가 약간 낮게 나타났다.
- 2) 일정한 온도에서 시간의 경과에 따라 표면온도는 증가하였으며, 1,200℃ 시료의 표면온도가 가장 높게 나타났다.
- 3) 바닥온도 변화에 따른 표면온도의 변화는 바닥온도가 증가함에 따라 표면온도도 증가하였으며, 1,200℃ 시료가 바닥온도 70℃일 때 49.2℃로 가장 높게 나타났다.
- 4) 시간의 경과에 따른 표면온도의 하강은 800℃ 시료의 온도가 가장 빨리 감소하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Hokkirigawa, K., T. Okabe, and K. Saito. 1995. Development of porous carbon material "woodceramics" - Fundamental wear properties under unlubricated condition on air, under base-oil impregnated condition and in water -. *Journal of The Society of Materials Science Japan* 44(501): 800~804.
2. Hokkirigawa, K., T. Okabe, and K. Saito. 1996a.

Wear properties of new porous carbon materials: woodceramics. *Journal of Porous Materials* 2: 229~235.

3. Hokkirigawa, K., T. Okabe, and K. Saito. 1996b. Friction properties of new porous carbon materials : woodceramics. *Journal of Porous Materials* 2: 237~243.
4. Kano, M., M. Momota, T. Okabe, K. Saito, and R. Yamamoto. 1996. Thermogravimetric and differential thermal analysis of woodceramics. *Transactions of The Materials Research Society of Japan* 20: 40~43.
5. Kasai, K., K. Shibata, K. Saito, and T. Okabe. 1996. Humidity Sensor characteristics of woodceramics. *Transactions of The Materials Research Society of Japan* 20: 92~95.
6. Nonaka, K., M. Fushitani, T. Hirose, and T. Okabe. 1999. Thermal conductivity of woodceramics. Proceeding of 11th MRS-J annual meeting. session 1. New plant materials. pp. 98~101.
7. Okabe, T. and K. Saito. 1995a. Development of woodceramics. *Transactions of The Material Research Society of Japan* 18: 681~684.
8. Okabe, T. and K. Saito. 1995b. The examination of the manufacturing method of woodceramics(I) - Structural changes affected by burning temperature -. International Ecomaterial Conference, Xian, China pp. 1~4.
9. Okabe, T., K. Saito, H. Togawa, and Y. Kumagai. 1995a. Electromagnetic shielding characteristic of porous carbon material "woodceramics". International Ecomaterial Conference, Xian, China pp. 9~12.
10. Okabe, T., K. Saito, H. Togawa, and Y. Kumagai. 1995b. Development of porous carbon material "woodceramics" - Electromagnetic shielding characteristics -. *Journal of The Society of Materials Science Japan* 44(498): 288~291.
11. Okabe, T., K. Saito, and K. Hokkirigawa. 1996. The effect of burning temperature on the structural changes of woodceramics. *Journal of Porous Materials* 2: 215~221.
12. 岡部敏弘. 1996. 木質系多孔質炭素材料 ウッドセラミックス. 内田老鶴圃. pp. 112~115.