

MDF로 제조된 우드세라믹의 표면온도변화(I)¹

- 밀도 및 燒成온도의 영향 -

오승원²

Change of Surface Temperature in Woodceramics

Made from MDF(I)¹

- Effect of Density and Burning Temperature -

Seung-Won Oh²

요 약

본 연구는 MDF로 제조된 우드세라믹을 이용하여 온돌마루판 시공 시 하부소재로서의 사용 가능성을 검토하고자 실시하였다. 650℃와 800℃로 소성하여 제조된 우드세라믹을 발열판 위에 올려놓고 발열판의 온도 및 시간의 경과에 따른 우드세라믹의 표면온도의 변화를 측정하였다. 우드세라믹의 표면온도는 밀도가 증가함에 따라 표면온도가 증가하였으며, 바닥온도의 변화에 따른 표면온도는 바닥온도가 증가함에 따라 표면온도가 증가하여, 측정온도가 높을수록 열전도가 빠름을 알 수 있었다. 그러나 우드세라믹 제조 시 소성온도에 따른 표면온도의 변화는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다.

ABSTRACT

The following conclusions were obtained with measuring the surface temperature change of woodceramics which were made of MDF to identify usability of using them as a sub-material for heating system when installing Ondol heating floor. For this purpose, woodceramics were burned at the temperature of 650℃ and 800℃

1. Surface temperature of woodceramics increased with the increase of density of woodceramics, but no significant difference was detected at the surface temperature when burning temperature was changed.
2. Surface temperature change under given temperature increased as time passed and it showed more increase in temperature at the burning temperature of 800℃.

1. 접수 2002년 5월 22일 Received on May 22, 2002

2. 전북대학교 농과대학, College of Agriculture, Chonbuk National University

3. Surface temperature change with the change in floor temperature increased when floor temperature increased and heating mechanism was fast with increase of measuring temperature.

Keywords : Woodceramics, heating floor, MDF, surface temperature

서 론

우드세라믹은 목재나 목질재료에 페놀수지를 함침하여 건조한 후 고온의 진공상태에서 燒成하여 만든 새로운 다공질 탄소재료이다 (Okabe *et al.*, 1996). 이는 목탄 고유의 성질을 유지하면서 가볍고 단단하며, 내부식성, 내구성, 전자파 차폐효과 및 원격외선 방사 등 공업적으로 우수한 특성을 지니고 있어 앞으로 다양한 용도로 사용될 것으로 기대된다 (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). 그러나 1994년 Okabe 와 Saito(1995a)가 처음으로 개발하여 명명한 후 주로 일본을 중심으로 이의 제조방법 및 기초 성질에 대한 연구가 진행되고 있으나, 용도 개발에 대한 구체적인 제시는 아직도 미흡하기 때문에 이에 대한 연구가 필요하리라 생각된다. 최근 온돌용 목질마루판시장이 활성화되어 국내에서도 많은 양이 생산되고 있으며, 이에 따른 난방 구조에 대한 관심이 높아짐에 따라 새로운 소재의 개발이 요구되고 있다. 여기에 우드세라믹의 장점들을 활용한다면 온돌마루판 시공 시 하부 소재로서의 이용이 가능 할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 MDF를 재료로 650℃와 800℃로 소성하여 우드세라믹을 제조한 후, 우드세라믹의 밀도, 바닥의 온도 및 일정한 시간의 경과에 따른 우드세라믹의 표면온도 변화를 측정하여, 금후 온돌마루판 시공 시 하부소재로서의 이용 가능성을 검토하고자 한다.

재료 및 방법

2.1 공시재료

본 연구에서는 라디에타 소나무로 제조된 MDF(Medium Density Fiberboard, 0.66g/cm³ moisture content 8.5%)를 우드세라믹 제조를 위하여 사용하였다.

2.2 함침 및 우드세라믹 제조

준비된 MDF를 13cm×13cm×1.2cm의 크기로 절단한 다음 우드세라믹을 제조하기 위하여 초음파 수지 함침장치(Okabe *et al.*, 1995a, 1996a, 1996b)를 이용하여 액상 페놀수지(Honen Corporation, PX-1600)에 1기압에서 2시간동안 함침 시켰다. 함침에 사용한 페놀수지의 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristics of phenol resin.

Non-volatile(% 1hr/135°C)	44.0
Specific gravity	1.20
Viscosity(Poise/25°C)	0.16
Gelation time(Min./135°C)	11.0
pH(25°C)	8.5
Water tolerance	2.8

함침 후 MDF를 꺼내어 송풍 건조기에 넣고 60℃에서 10시간, 80℃에서 10시간, 130℃에서 12시간 건조한 다음 우드세라믹 제조를 위하여 간접가열식 소성장치(Okabe & Satio, 1995a; Okabe *et al.*, 1995a, 1996a, 1996b)를 이용하여 650℃와 800℃에서 소성 하였다. 이

때 소성장치의 온도는 5°C/min. 속도로 승온 하였으며, 650°C 소성제품은 최고온도 730°C에서 2시간, 800°C 소성제품은 최고온도 920°C에서 2시간 유지한 다음 0.5°C/min. 속도로 냉각시켰다(Shibata *et al.*, 1997).

2.3 표면온도 측정

제조한 우드세라믹의 표면온도변화를 측정하기 위하여 전기전압 조절장치에 실리콘 러버히터를 연결한 다음 전압 10V 상태에서 목표한 온도를 설정한 후 센서를 이용하여 온도를 고정시켰다. 가열된 실리콘 러버히터 위에 소성온도와 밀도가 서로 다른 우드세라믹을 올려놓고 우드세라믹의 표면에 온도센서를 부착하여 시간의 경과에 따라 온도변화를 측정하였다. 이때 표면온도의 측정은 Thermo Recorder(T and D. Co., Ltd. TR-71S)를 이용하였으며, 측정 후 저장한 다음 컴퓨터에 연결하여 온도의 변화를 확인하였다.

결과 및 고찰

3.1 밀도에 따른 표면온도의 변화

650°C와 800°C로 소성하여 제조된 우드세라믹의 밀도에 따른 표면 온도의 변화는 Fig. 1과 Fig. 2와 같다. 실리콘 러버히터의 온도를 60°C로 설정하고 그 위에 우드세라믹을 올려놓은 다음 20분 후 우드세라믹의 밀도별 표면온도를 측정된 결과, 650°C 소성제품의 경우 밀도 0.65g/cm³일 때 40.9°C, 밀도 0.87g/cm³일 때 45.8°C 이었으며, 800°C 소성제품의 경우 밀도 0.81g/cm³일 때 41.0°C, 밀도 0.87g/cm³일 때 46.7°C, 밀도 0.94g/cm³일 때 47.8°C로서, 650°C와 800°C로 소성한 제품 모두 밀도가 증가함에 따라 표면온도가 증가하는 경향을 보였다. 이는 밀도가 높을수록 조직이 치밀하여 열전도도가 우수하기 때문으로 사료된다.

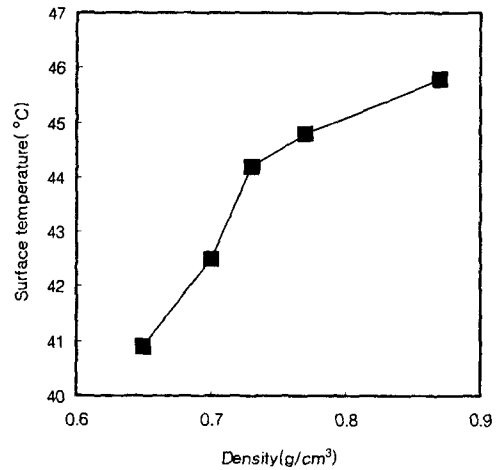


Fig. 1. Relationship between surface temperature and density of woodceramics(650°C).

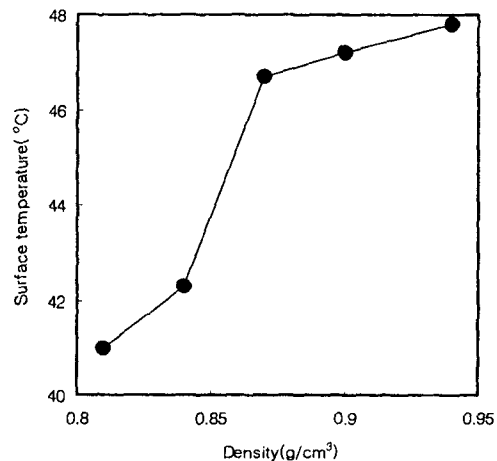


Fig. 2. Relationship between surface temperature and density of woodceramics (800°C).

Nanoka등(1999)은 활엽수 MDF로 제조된 우드세라믹의 밀도에 따른 열전도율을 측정된 결과, 20°C에서 측정하였을 때 650°C 소성제품은 밀도가 0.32g/cm³에서 0.82g/cm³로 증가함에 따라 열전도율은 0.085W/mk에서

0.259W/mk로, 800℃ 소성제품은 밀도가 0.40g/cm³에서 0.84g/cm³로 증가함에 따라 열전도율은 0.113W/mk에서 0.386W/mk로 증가하였다고 보고한 바 있어 우드세라믹의 열전도율은 밀도와 깊은 관계가 있음을 밝힌 바 있다. 한편 같은 밀도인 0.87g/cm³에서 650℃ 제품의 표면온도는 45.8℃, 800℃ 제품의 표면온도는 46.7℃로 800℃ 소성제품의 표면온도가 약간 큰 것으로 나타났으나, 밀도가 같을 경우 소성온도에 따른 표면온도의 뚜렷한 차이는 발견할 수 없었다.

3.2 시간의 경과에 따른 표면온도의 변화

실리콘 러버히터의 온도를 60℃로 설정한 후 650℃와 800℃로 소성하여 제조된 밀도 0.87g/cm³의 우드세라믹을 그 위에 올려놓은 다음 5분 간격으로 30분 동안 시간의 흐름에 따른 우드세라믹의 표면온도를 측정하여 결과를 나타내었다.

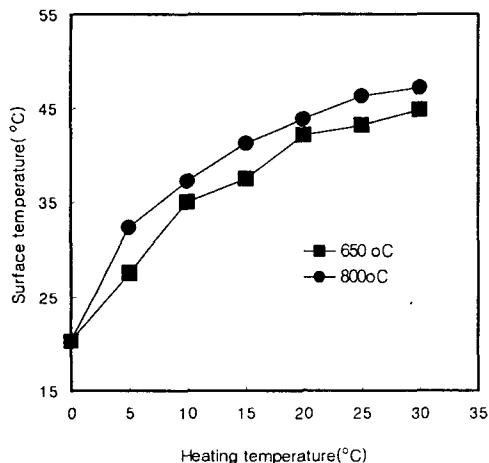


Fig. 3. Relationship between surface temperature and heating time in woodceramics.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 650℃ 소성제품

의 경우 10분 후 35.7℃, 20분 후 42.1℃이었으며, 800℃ 소성제품의 경우 10분 후 37.2℃, 20분 후 43.8℃로 650℃와 800℃로 소성한 제품 모두 시간이 경과함에 따라 표면온도가 증가하는 경향을 보였다. 또한 30분 후의 800℃ 소성제품의 표면온도는 47.2℃로 650℃ 소성제품의 표면온도인 44.8℃보다 높게 나타났다. 岡部(1996)는 밀도 0.66g/cm³인 MDF로 우드세라믹을 제조한 후 소성온도에 따른 밀도변화를 측정하여, 소성온도 800℃까지는 소성온도가 증가함에 따라 밀도가 증가한다고 보고한 바 있다. 그러나 본 연구에서는 소성온도는 다르지만 같은 밀도이기 때문에 표면온도의 변화에는 차이가 없어야 하지만 800℃ 소성제품의 표면온도가 높은 이유는, 길이방향 및 두께방향의 수축률의 변동 및 탄화율의 차이에 기인하여 열전도가 다르기 때문으로 사료되어 앞으로 이에 대한 확실한 규명이 필요 하리라 생각된다.

3.3 바닥온도에 따른 표면온도의 변화

650℃와 800℃로 소성된 제품 중 밀도 0.87g/cm³의 우드세라믹을 실리콘 러버히터 위에 올려놓고 온도를 30℃에서 70℃로 변화시키면서 각 온도별로 20분 후의 우드세라믹의 표면온도를 측정하여 결과를 Fig. 4와 같다. 실리콘 러버히터의 온도가 30℃에서 70℃로 증가함에 따라 650℃ 소성제품의 경우 실리콘 러버히터의 온도가 30℃, 50℃, 70℃일 때 우드세라믹의 표면온도는 각각 24℃, 34℃, 44℃이었으며, 800℃ 소성제품의 경우 실리콘 러버히터의 온도가 30℃, 50℃, 70℃일 때 우드세라믹의 표면온도는 각각 26.2℃, 37.2℃, 47.3℃로 증가하는 경향을 보였으며, 800℃ 소성제품의 표면온도가 약간 높아 측정온도가 높을수록 열전도가 빠름을 알 수 있었다. Nanoka(1999) 등은 밀도 0.66g/cm³인 MDF로 800℃에서 제조된 우드세라믹의 일정한 측정 온도에서 열전도율과 밀도와의 관계에서 측정

온도가 높을수록, 높은 온도에서 소성하여 만든 제품일수록 열전도의 증가는 직선적으로 증가한다고 보고한 바 있어, 본 연구결과도 이와 비슷한 결과이었다.

3) 바닥온도의 변화에 따른 표면온도의 변화는 바닥온도가 증가함에 따라 표면온도도 증가하여 측정온도가 높을수록 열전도가 빨랐다.

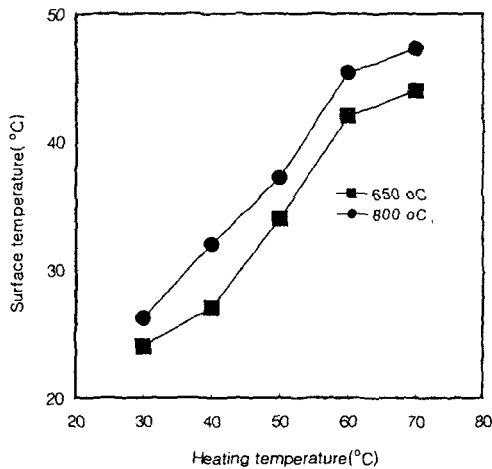


Fig. 4. Relationship between surface temperature and heating temperature in woodceramics.

결론

MDF로 제조된 우드세라믹을 이용하여 온돌마루판 시공 시 하부소재로서의 이용가능성을 검토하고자 650°C와 800°C로 소성하여 제조된 우드세라믹의 표면온도의 변화를 측정 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 우드세라믹의 밀도에 따른 표면온도는 밀도가 증가함에 따라 표면온도도 증가하는 경향을 보였으나, 소성온도에 따른 표면온도의 변화는 뚜렷한 차이를 발견할 수 없었다.
- 2) 일정한 온도에서 시간의 경과에 따른 표면온도의 변화는 시간이 경과함에 따라 표면온도도 증가 하였으며 800°C소성제품의 표면온도가 약간 높게 나타났다.

참고문헌

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 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. p. 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. p.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. p. 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. 1996a. New porous carbon materials woodceramics : Development and fundamental properties. Journal of Porous Materials 2: 207-213.
12. Okabe, T., K. Saito and K. Hokkirigawa. 1996b. The effect of burning temperature on the structural changes of woodceramics. Journal of Porous Materials 2 : 215-221.
13. Okabe, T., K. Saito, M. Fushitani and M. Otsuka. 1996. Mechanical properties of porous carbon material ; Woodceramics. Journal of Porous Materials. 2: 223-228.
14. Shibata, K., T. Okabe, K. Saito, T. kayama, M. Shimada, A. Yamamura and R. Yamamoto. 1997. Electromagnetic shielding properties of woodceramics made from wastepaper. Journal of Porous Materials 4: 269-275.
15. 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. p.112-115.