

비닐술폰형 반응성 염료를 이용한 오크 무늬목의 염색성 및 견뢰도 특성

Dyeing and Fastness Properties of Oak Veneer Dyed with Vinyl Sulfone Type Reactive Dyes

*Corresponding author

Euijin Shim

(pelice35@kitech.re.kr)

조항성, 심의진*

한국생산기술연구원 섬유연구부

Hang Sung Cho and Euijin Shim*

Advanced Textile R&D Department, Korea Institute of Technology, Ansan, Korea

Received December 05, 2022

Revised December 21, 2022

Accepted December 21, 2022

Textile Coloration and Finishing

TCF 34-4/2022-12/234-240

© 2022 The Korean Society of

Dyers and Finishers

Abstract Use of processed timber can help reduce environmental damage and the economic burden of resources (important problems with use of raw timber) and can meet the needs of various fields where the sensibility of raw timber is required. Veneer wood is positioned as a high-value-added product due to its luxury and beauty, and it is used in various fields as a building-related material, such as interior decoration, furniture, flooring, building interior materials, and lumber. Dyeing is necessary to enhance the aesthetic appearance of this pattern and to expand its use. Therefore, in this study, we compared and analyzed the dye ability of oak-patterned materials with reactive dyes, and evaluated their performance as interior materials. As a result, the oak pattern was dyed with 9 kinds of reactive dyes and a comparative analysis was performed. The most suitable conditions are 50°C, 2 hours, and 0.5% o.w.f. In addition, evaluating resilience to daylight, resilience to rubbing, fire resistance, and flame retardance, yielded results suitable for use as an interior material. In this study, the dyeability of veneer dyed under various conditions using reactive dyes was compared and analyzed the performance as an interior material was evaluated.

Keywords wood, oak, reactive dye, dyeing property, dyeability

1. 서 론

무늬목은 천연으로부터 얻어지는 다양한 수종(오크, 애쉬, 에레레 등)의 원목을 이용하여 천연 나무모양을 살려, 표면을 장식하는 얇은 단판을 의미한다. 무늬목은 나무의 고급스러움과 아름다움으로 인해 고부가가치 상품으로 자리를 잡고 있으며, 주로 실내인테리어 장식, 가구, 마루바닥, 건축 내장재, 제재목 등의 건축 관련자재로 다양한 분야에서 사용되고 있다^{1,2)}.

현재 일부 사용되고 있는 무늬목은 원목을 다양한 두께(10 ~ 20mm)로 가공하여 용도전개를 하고 있는데, 자원보전 측면에서

너무 많은 양의 자재가 투입되어 환경 파괴를 야기하여 친환경적인 자원 사용에 한계가 있다. 또한, 경제적인 측면에서 고가의 원목을 사용하기 있기 때문에 원목이 요구되는 많은 분야에 적용하기 어려운 것이 현실이다. 자원의 경제적인 부담을 덜어 주고 원목을 요구하는 다양한 분야의 요구에 충족시키기 위해서는 무늬목의 활용이 필요하다. 하지만 그 제조 범위가 매우 제한적이고 소량에 국한된다. 따라서 무늬목의 미적 아름다움을 향상시키기 위하여 무늬목에 염색을 하는 염색 무늬목을 제조하는 공정이 각광받고 있다.

무늬목을 합성염료로 염색한다면 색상과 재료의 제한이 없으며 재현성이 높고, 다양한 색상을 선명하게 구현할 수 있다^{3,4)}.

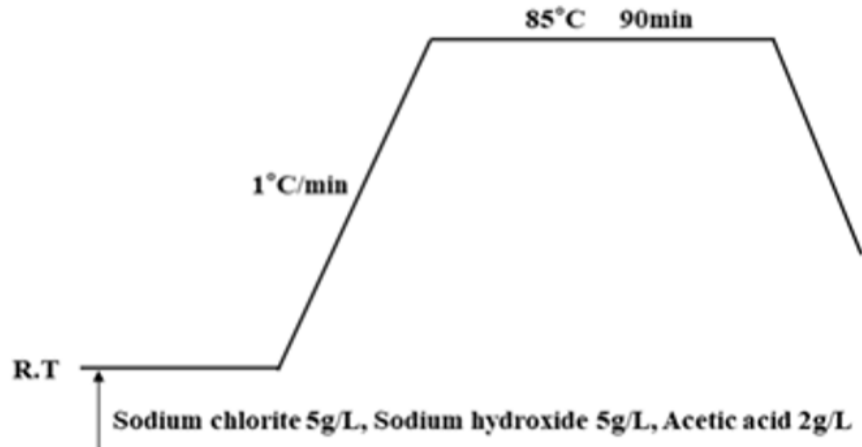


Figure 1. Pretreatment profile of oak veneer.

특히 반응성 염료는 반응기를 이용하기 때문에, 염착성과 견뢰도가 좋다는 장점이 있다^{5,6)}.

따라서 본 연구에서는 반응성 염료를 사용하여 다양한 조건으로 염색된 무늬목의 염색성을 비교·분석하고, 인테리어 소재로서의 성능에 대한 평가를 진행하였다.

레드오크를 사용하였다. 원목을 무늬목화하기 위해 원목 재제, 무늬목 표면 가공 및 무늬목 재단 공정을 거쳐 만들어진 길이 2.5m, 넓이 15cm, 두께 0.5mm 스케일의 샘플을 사용하였다. 반응성 염료는 비닐술폰(Vinyl sulfone) 타입의 염료 삼원색(C.I. Reactive Yellow 25, C.I. Reactive Red 26, C.I. Reactive Blue 27)을 구매하여 사용하였다. 반응성 염료의 염색에 조제로 사용한 망초와 탄산나트륨은 1급 시약을 사용하였다.

2. 실험

2.1 시료 및 시약

실험에 사용한 목재는 시장에서 널리 사용되고 있는 미국의

2.2 전처리

오크 무늬목의 전처리는 무늬목에 손상이 가지 않도록 별도의 중화처리 없이 작업시간 단축과 침투성을 용이하게 할 수 있는 방법을 선정하여 Figure 1의 조건으로 수행하였다.

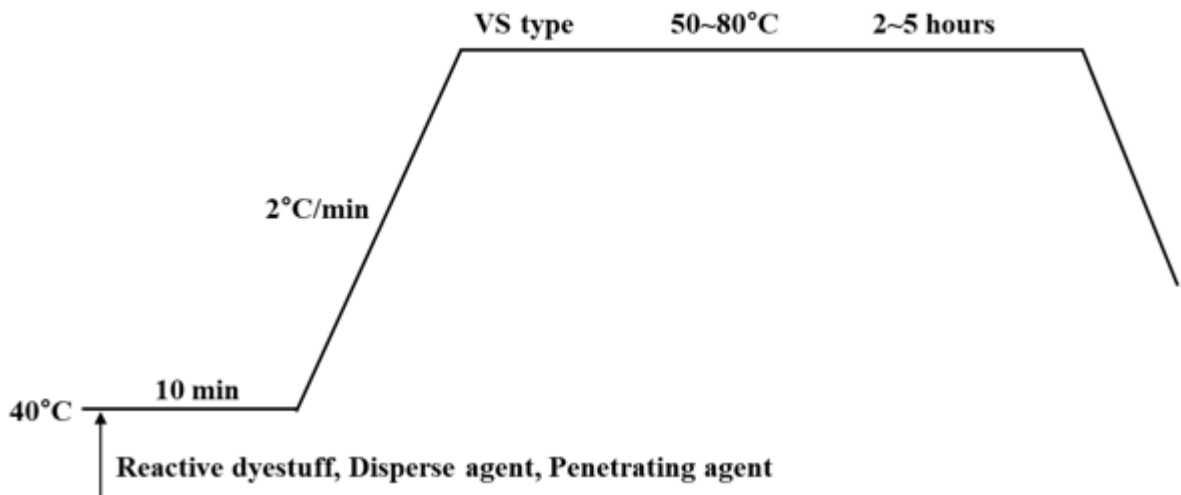


Figure 2. Reactive dyeing profile of oak veneer.

2.3 염색

반응성염료 Yellow, Red, Blue에 대하여 각각 0.2, 0.5, 1.0% o.w.f.의 염료 농도로 액비 1:20에 메틸알코올과 물의 비율을 15:85로 하여 망초 30g/l, 탄산나트륨 15g/l, 온도 범위를 50, 60, 70, 80°C로 2, 3, 4, 5시간 동안 염색하였다. 염색 공정은 Figure 2와 같다.

2.4 K/S 및 CIE L*a*b* 측정

염색 및 고착 처리한 시료는 겉보기 농도와 염색성을 평가하기 위하여 분광측색장비(Coloreye-3100, Macbeth, USA)를 사용하여 각 파장대의 분광반사율과 CIE L*a*b*를 측정하였다. 최대 흡수파장에서의 표면 반사율(R)로부터 겉보기 색 농도인 K/S 값을 다음의 Kubelka-Munk 식(1)에 의해 구하였다.

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R)^2}{2R} \quad (1)$$

where,

K: Absorption coefficient

S: Scattering coefficient

R: Reflectance

2.5 염색건뢰도 및 성능 평가

마찰건뢰도(건.습)는 ISO 105-X12, 일광건뢰도는 ISO 105-B02(Xenon arc법) 규격에 따라 평가하였다.

Tritex-AFP(20% o.w.s.)로 상온(25 ~ 30°C)에서 30분 동안 방염처리 한 후, KS K 0585 직물의 연소성 시험방법(수직법)으로 방화도를 평가하였다. 또한, 소방시설설치 유지 및 안전관리에 관한 법령(뱃켄버어너법)에 따라 잔염시간(10초 이내), 잔진시간(30초 이내), 탄화면적(50cm² 이내), 탄화길이(20 cm 이내) 기준으로 방염성을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 최적 염색 조건

3.1.1 염색온도에 따른 염색성

3가지 색상의 반응성 염료를 사용하여 오크를 각각 50, 60,

Table 1. Color properties of oak vaneer dyed with reactive dyes at different dyeing temperatures (dyeing time 3 hour)

Dyes	Temperature (°C)	Color evaluation			
		K/S	L*	a*	b*
C.I. Reactive Yellow 25	50	3.4544	69.72	17.06	48.37
	60	1.8738	74.43	11.83	39.83
	70	1.8529	73.05	12.52	36.82
	80	2.2573	67.04	14.20	32.21
C.I. Reactive Red 26	50	3.2370	53.35	38.77	0.00
	60	1.7226	59.29	28.13	1.32
	70	1.2392	62.53	22.77	2.98
	80	1.0428	64.27	20.40	3.09
C.I. Reactive Blue 27	50	4.5460	45.23	-4.46	-25.46
	60	2.6540	52.74	-8.03	-19.04
	70	2.6743	52.20	-8.20	-17.21
	80	3.0911	48.88	-8.46	-12.51

Table 2. Color properties of oak vaneer dyed with reactive dyes at different dyeing time (dyeing temperature 50 °C)

Dyes	Dyeing time (hr.)	Color evaluation			
		K/S	L*	a*	b*
C.I. Reactive Yellow 25	2	8.10	67.42	21.43	63.57
	3	7.80	68.50	21.97	64.43
	4	8.15	68.68	22.01	65.56
	5	8.73	66.39	21.66	63.39
C.I. Reactive Red 26	2	11.55	40.63	50.68	1.75
	3	9.33	43.22	50.57	1.06
	4	9.86	42.32	50.48	1.20
	5	10.10	41.19	47.98	1.23
C.I. Reactive Blue 27	2	9.37	32.84	-6.03	-12.87
	3	8.46	34.35	-6.61	-12.46
	4	9.52	32.70	-5.53	-13.69
	5	9.79	32.24	-5.52	-13.56

Table 3. Oak dyeability according to the concentration of the reactive dye yellow color properties of oak vaneer dyed with reactive dyes at different dyeing concentration (dyeing temperature = 50 °C, dyeing time = 2 hrs)

Dyes	Concentration (% o.w.f.)	Color evaluation			
		K/S	L*	a*	b*
C.I. Reactive Yellow 25	0.2	1.5291	77.60	4.59	27.22
	0.5	2.1075	74.35	8.42	36.15
	1.0	2.5680	73.07	12.72	43.31
C.I. Reactive Red 26	0.2	1.5507	71.24	12.51	11.68
	0.5	1.5904	64.90	20.80	4.43
	1.0	1.3498	63.66	23.46	1.53
C.I. Reactive Blue 27	0.2	0.8377	65.87	-8.81	-0.98
	0.5	1.5657	58.51	-9.64	-7.79
	1.0	2.4368	53.44	-8.33	-16.43

Table 4. Color fastness to light and color fastness to rubbing of oak vaneers dyed with reactive dyes at optimum dyeing condition

Light fastness (Grade)	Rubbing fastness (Grade)	
	Dry	Wet
3	3-4	4

70, 80°C 온도 조건에서 염색한 결과는 Table 1과 같다. 반응성염료 비닐술폰 타입은 세가지 색상 모두 50°C에서 염색하는 경우 가장 높은 K/S 값을 얻을 수 있었다.

따라서 비닐술폰 타입의 염료로 오크를 염색하는 경우 60 ~ 80°C에서 염색되는 면과 셀룰로오스 소재와 비교하면 낮은 온도에서 염색이 가능하므로, 경제적으로 염색할 수 있을 것으로 판단된다⁷⁾.

3.1.2 염색시간에 따른 염색성

Table 2는 각각 2, 3, 4, 5시간의 염색 시간에서 염색된 오크에 대한 염색 결과이다.

Yellow 염료로 염색된 오크의 경우 염색시간이 증가할수록 겉보기색상이 증가하는 경향을 나타내었으나 2시간 염색할 때

와 5시간 염색 시 염색시간 차이에 비해 겉보기 색상의 차이는 적었다. Red 색상의 경우 2시간 염색 시 K/S값이 11.55로 가장 진한 겉보기 색상을 나타내었다. Blue 색상의 경우 Yellow와 유사한 경향을 나타내었으며, Blue 색상도 Yellow와 마찬가지로 염색시간 2시간과 5시간의 겉보기 색상 차이가 크지 않았다.

따라서 염색성을 고려한 오크 무늬목의 반응성 염료 염색 시 가장 적합한 염색시간은 2시간이다⁸⁾.

3.1.3 염료농도에 따른 염색성

3가지 색상의 반응성 염료를 각각 0.2, 0.5, 1.0% o.w.f.의 농도로 염색된 오크의 측색 결과를 Table 3에 나타내었다.

염색농도가 증가될수록 Yellow, Blue 색상은 K/S값이 증가하였다. 그러나 Red 색상의 경우에는 1.0%에서 오히려 K/S 겉보기 색상 값이 가장 낮게 측정되었다. 이는 오크 무늬목에 최대 염착량을 넘어서는 염료량이기 때문으로 판단된다⁹⁻¹¹⁾.

따라서 세가지 색상의 결과를 바탕으로 시장성과 경제성을 고려하여 0.5% o.w.f.로 염색하는 것이 적합할 것으로 생각된다. 오크 무늬목에 반응성염료로 염색하여 비교·분석한 결과 오크에 적합한 반응성 염료의 최적 염색 조건은 염색온도 50°C, 염색 시간 2시간, 염색 농도 0.5% o.w.f.이다.

3.1.4 최적 조건에서의 시제품 염색성

Table 4는 최적조건에서 반응성염료로 염색한 오크 무늬목 시제품의 견뢰도 측정 결과이다.

Table 5. Fire protection assessment

	Char length (cm)	After flame time (sec)	After glow time (sec)
Untreated	30.0	11	129
Flame retardant	19.5	0	0

Table 6. Flame retardant evaluation (Mackell burner test method)

	Char area (cm ²)	Char length (cm)	After flame time (sec)	After glow time (sec)
Untreated	375.0	25.0	53.5	127.4
Flame retardant	28.8	7.6	0	0

최적 조건으로 염색한 시제품의 일광견뢰도는 3급, 마찰견뢰도는 건조조건에서 3-4급, 습윤조건에서 4급으로 나타났고, 이는 무늬목 염색이라는 측면에서 우수한 견뢰도 성능을 보인다고 판단된다^{12,13}.

3.2 난연성 평가

3.2.1 방화도 및 방염성 측정

방화도 및 방염성을 측정한 결과는 Table 5 및 Table 6과 같다.

방화도의 경우 방염처리 전과 방염처리 후를 비교한 결과, 시제품의 경우 타들어간 거리인 탄화거리가 65.0% 감소하여 방화도에서 우수한 결과를 나타내었다. 12초 후 불꽃이 남아서 타는 잔존시간인 잔염 시간도 방염 처리 후, 0초를 나타내었고, 빨간 불꽃이 남아 있는 시간의 지표인 잔진 시간도 0초를 나타내어 방염성에서 우수한 결과를 얻을 수 있었다^{14,15}.

소방법에 근거한 방염성 평가 결과도 방염성 소방법 기준인 '잔염시간 10초 이내, 잔진시간 30초 이내, 탄화면적 50cm² 이내, 탄화길이 20cm 이내'의 적합한 결과를 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서는 오크 무늬목에 반응성 염료 색상에 따른 염색성과 염색견뢰도 및 내구성성을 비교·분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 고부가가치 상품으로 생산하기 위한 나무 무늬목 오크를 염색하기 위한 비닐술폰형 반응성 염료의 최적 염색 조건은 염색 온도 50°C, 염색 시간 2시간, 염색 농도 0.5% o.w.f. 이다.
2. 최적 조건으로 염색한 시제품의 일광견뢰도는 3급, 마찰견뢰도는 건조조건에서 3-4급, 습윤조건에서 4급으로 무늬목 염색이라는 측면에서 우수한 견뢰도 성능을 나타냈다.
3. 탄화거리는 65.0% 감소하여 방화도에서 좋은 결과를 나타내었으며, 12초 후 불꽃이 남아서 타는 잔존시간인 잔염 시간도 방염 처리 후, 0초를 나타내었다. 빨간 불꽃이 남아 있는 시간의 지표인 잔진 시간도 0초를 나타내어 방염성에서 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 소방법에 근거한 방염성 평가 결과도 방염성 소방법 기준치에 적합한 결과를 나타내었다.

따라서 본 연구의 결과를 바탕으로 무늬목을 비닐술폰형 반응성염료 삼원색으로 염색하여 사용할 수 있는 것을 확인하였다. 삼원색 모두 염색성이 고르게 나타났기 때문에 이 연구결과를 바탕으로 삼원색의 조색을 통해 다양한 색상의 무늬목을 염색할 수 있는 기초자료로 활용되기를 바란다.

감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부의 연구비 지원에 의한 연구입니다 (과제번호: S1033024, 과제명: 고부가가치 실내 인테리어 무늬목의 전처리, 염색, 가공기술 및 제품개발).

References

1. T. Alapieti, R. Mikkola, P. Pasanen, and H. Salonen, The Influence of Wooden Interior Materials on Indoor Environment: A Review, *European Journal of Wood and Wood Products*, **78**(4), 617(2020).
2. J. Shen, X. Zhang, and Z. Lian, Impact of Wooden Versus Nonwooden Interior Designs on Office Workers' Cognitive Performance, *Perceptual and Motor Skills*, **127**(1), 36(2020).
3. X. Wang, R. Tang, Y. Zhang, Z. Yu, and C. Qi, Preparation of a Novel Chitosan Based Biopolymer Dye and Application in Wood Dyeing, *Polymers*, **8**(9), 338(2016).
4. R. Javaid and U. Y. Qazi, Catalytic Oxidation Process for the Degradation of Synthetic Dyes: An Overview, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **16**(11), 2066(2019).
5. N. S. Ahmed, The Use of Sodium Ediate in the Dyeing of Cotton with Reactive Dyes, *Dyes and Pigments*, **65**(3), 221(2005).
6. A. Khatri, M. H. Peerzada, M. Mohsin, and M. White, A Review on Developments in Dyeing Cotton Fabrics with Reactive Dyes for Reducing Effluent Pollution, *Journal of Cleaner Production*, **87**, 50(2015).
7. X. Guan, W. Li, and J. Huang, Study on the Dyeing Process of Fast-growing Fir Veneer with Reactive Dyes, *Pigment and Resin Technology*, 2022. <https://doi.org/10.1108/PRT-09-2021-0114>
8. A. K. Samanta, P. Agarwal, D. Singhee, and S. Datta, Application of Single and Mixtures of Red Sandalwood and Other Natural Dyes for Dyeing of Jute Fabric: Studies on Colour Parameters/colour Fastness and Compatibility, *The Journal of the Textile Institute*, **100**(7), 565(2009).
9. S. Yu, D. Xu, X. Zhang, Y. Yu, Y. Liu, X. Wang, and N. Li, Development of Dyeing Mechanism of Wood with Reactive Dyes, Proceedings of the International Symposium on Energy Science and Chemical Engineering, December, Guangzhou, Atlantis Press, pp.141-144, 2015.
10. M. H. Guo, X. J. Liu, and Z. Y. Li, "Studies on the Dye-uptake of Fraxinus Mandshurica Veneer with Reactive Dyes, In Applied Mechanics and Materials", Trans Tech

- Publications Ltd, Vol. 44, pp.2288-2292, 2011.
11. Y. Y. Zhu and J. J. Long, The Uptake Behavior of Acid Dye on Silk Fabric Under Laminar Flow in a Coloration Circular Pipe, *Journal of Cleaner Production*, **365**, 132705 (2022).
 12. L. Fang, X. Zhang, and D. Sun, Chemical Modification of Cotton Fabrics for Improving Utilization of Reactive Dyes, *Carbohydrate Polymers*, **91**(1), 363(2013).
 13. E. M. Hinsch and S. C. Robinson, Comparing Colorfastness to Light of Wood-staining Fungal Pigments and Commercial Dyes: an Alternative Light Test Method for Color Fastness, *Coatings*, **8**(5), 189(2018).
 14. H. J. Park, M. W. Mingyu-Wen, S. H. Cheon, J. W. Hwang, and S. W. Oh, Flame Retardant Performance of Wood Treated with Flame Retardant Chemicals, *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, **40**(5), 311(2012).
 15. W. Wang, M. Zammarano, J. R. Shields, E. D. Knowlton, I. Kim, J. A. Gales, M. S. Hoehler, and J. Li, Novel Application of Silicone-based Flame-retardant Adhesive in Plywood, *Construction and Building Materials*, **189**, 448 (2018).

Authors

-
- 조항성** 한국생산기술연구원 섬유연구부문 연구원
심의진 한국생산기술연구원 박사후 연구원