

環境と人に優しい木製品の開発

山野幸夫^{*1)}

Development of Wood Products Friendly to Environment and Human Being

YAMANO Yukio^{*1)}

For the purpose of effective use of the material from a prefecture, the improvement in the design power of a within-the-prefecture company, and development of a local design, wooden bench which is easy to use and safe for anyone from a universal viewpoint was considered.

As a result, the drum form seat type bench with the high central part of the seat (about five angles of inclination of a seat) was designed based on the data about the human body measurement applied to the thigh from a buttock, the height of the seat and an angle of inclination. And the trial production model was created. In the subjectivity evaluation by the subject of a trial production model, the fixed evaluation to the comfortableness by which motion of sitting and standing burden was mitigated and stabilized was obtained. The persimmon juice and the charcoal paint which were used as a finish agent can be enough used as a paint for the outdoors although they left the subject to the abrasion resistance of a wetness state.

1. はじめに

奈良県は奈良公園をはじめ、国宝・重要文化財の多くを保有する神社仏閣、古い町家が立ち並ぶ「ならまち」、多数のお店で賑わう三条通等々、永い歴史に培われた数多くの伝統を保全し、緑に囲まれた美しい国際文化観光都市として世界に開かれたまちづくりを進めています。こうした中で本研究は、地域デザインの向上と県産材の有効利用の一環として、より多くの人々が安全で、使いやすいユニバーサルな観点から設計、分析した木製ベンチのデザイン提案と評価用モデルの試作により座り心地について評価した。また、屋外用表面加工仕上げ法について、天然系塗料の塗装作業性および塗膜物性、耐久性に関する試験を行い、県産杉材への適合性について検討した。

2. デザイン開発

2.1 基本設計

木製ベンチの基本設計は、観光や公園散策、買い物に疲れた時、また待ち合わせなど、ちょこっと休憩するのに快適な、背もたれのない両面掛けベンチとし、安定して座れる座りやすい座面の高さに関する調査並びに昇降、傾斜可能な定盤を用いた予備実験などから、座面に対し 6° 前後の傾斜をつけることとした。

次に、8名の被験者(身長154~177cm、体重51~77kg)による石膏を用いた着座姿勢における臀部から左右大腿部にかけての形態測定を行い、縦切断体型を採取(Fig. 1 prototype 図)、さらに prototype から約 5° 傾けた基本座型(Fig. 1 type1 図)を割り出した。

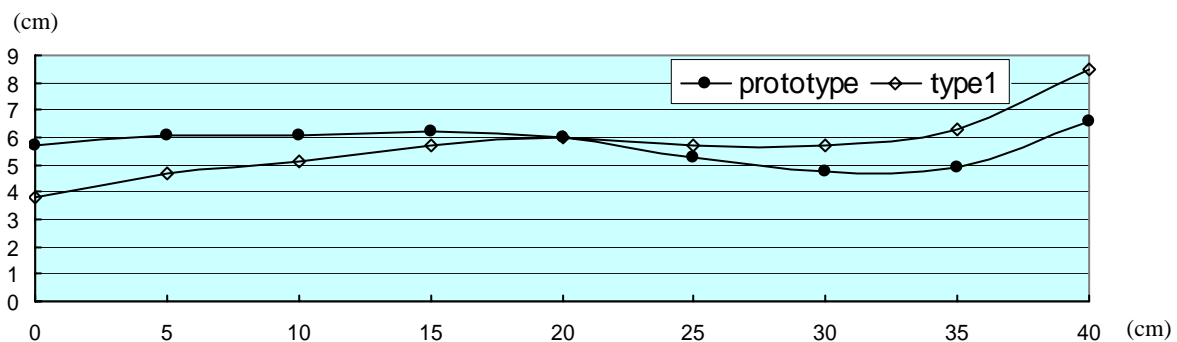


Fig.1 The vertical cutting form figure covered over the thigh from the buttock in the posture which sat down

*1) 電子・情報・デザイン技術チーム

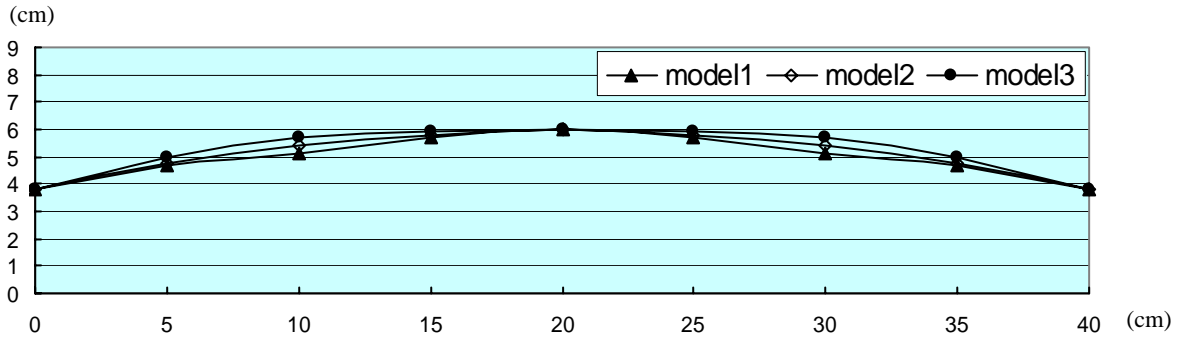


Fig.2 The sectional view of a drum form seat type

2.2 試作および評価

基本座型をもとに Fig. 2 に示すような座面中央部が高い 3 種類(model 1・2・3)の太鼓形座型のデザイン提案を行い、さらに評価用モデル〔太鼓形座型 (Fig. 3 model 3) および平面座型〕を試作し、10名の被験者による座り心地について検討を行った。

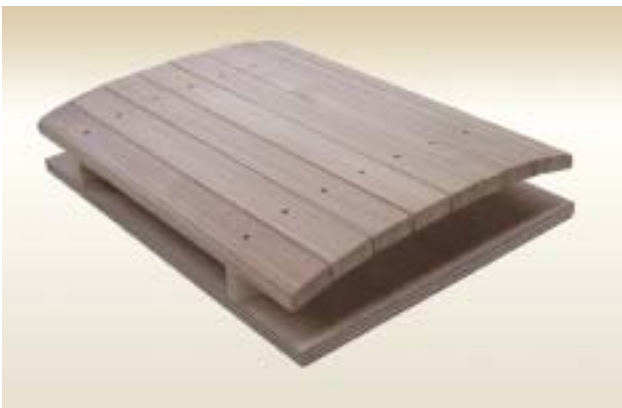


Fig.3 The trial product for evaluation(model 3)

平面座型における起立・着座動作に伴う負担感および座り心地と座面傾斜角(2°、4°、6°、8°の4段階)との関係に関する調査結果を、Fig. 4 および Fig. 5 に示す。

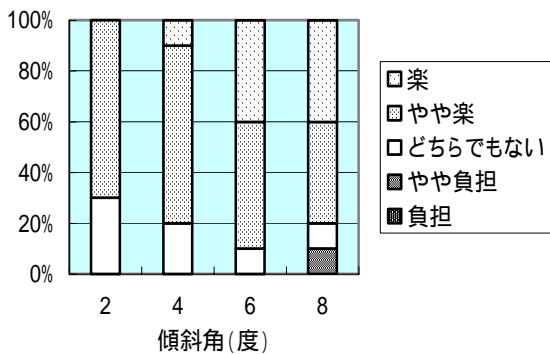


Fig.4 Relation between motion of sitting and standing and a seat angle

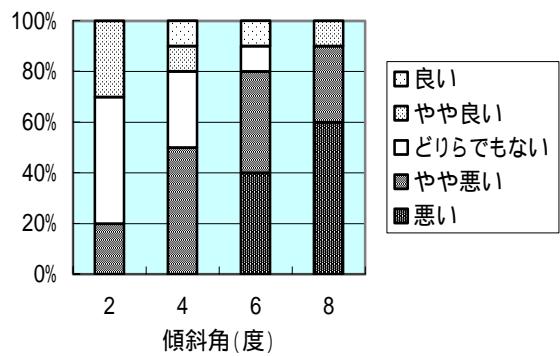


Fig.5 Relation between comfortableness and a seat angle

平面座型では、座面が高いほど、また座面の傾斜は角度を付けるほど立ったり座ったりの動作負担が軽減されることが分かった。しかしながら、座り心地は、傾斜角がきつくなるほど(特に4°以上では)逆に悪くなる傾向(前にずり落ちそうであり、臀部が強く当たる)にあった。

Fig. 6 および Fig. 7 に、太鼓形座型モデルの起立・着座動作および座り心地に対する評価結果を示す。起立・着座動作および座り心地ともに評価は良好であったが、特に、model 3 が最も高い評価を得た。これは、座面傾斜角的には平面座型における5°にほぼ相当するものの、座面がゆる

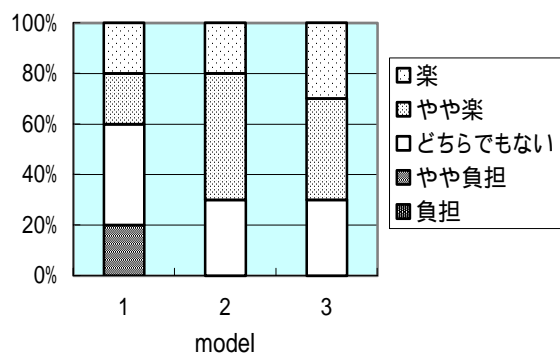


Fig.6 Evaluation about motion of sitting and standing on a drum form seat type

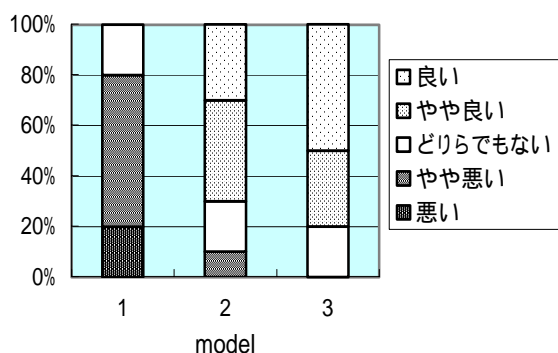


Fig.7 Evaluation about comfortableness of a drum form seat type

やかな曲線状のため臀部から大腿部にかけて体圧が平均的にかかるためと考えられる。また、座面高も平面座型に比べ、安定して座れると感じる高さの許容範囲にかなり幅がある結果が得られた。さらに、こうした傾向は座面高が高いほど、より効果的であることも分かった。

3. 塗装試験

屋外で使用されるベンチは、長期にわたり日光風雨の影響を受けて酸化し、腐食することから、木材の保護に加え、木理を活かした仕上げ加工法とベンチへの適合性についての検討を行った。

木材塗装は、ここ数年体に害がなく、環境にもやさしい自然塗料が目目を浴びている。そこで古くから様々な生活環境で活用されてきた柿渋、また炭に着目し、県産杉材への塗装作業性および塗膜物性、耐久性試験を行った。塗料には、柿渋(原液)、炭塗料(水性アクリルエマルジョンタイプ)を用い、供試体として杉板およびシナ合板に、

- A : 柿渋のみ
- B : 炭塗料のみ
- C : 柿渋 + 炭塗料
- D : 炭塗料 + 柿渋

をそれぞれ塗布した、4種類の試験片を作成した。試験項目および供試体の形状を Table 1 に示す。

Table 1 Examination item & test-board

試験項目	試験板	板の大きさ(mm)	塗布面
屋外暴露耐候性	杉板	140x90x60	表・裏・端面
耐光性	杉・シナ合板	100x66x60	表面
耐摩耗性	杉・シナ合板	175x40x60	表面
塩水噴霧性	杉板	140x90x60	表・裏・端面

[塗装作業性] 塗布量ははけ塗り 2 回塗りで、炭塗料は

120g/m²、柿渋は 60g/m²とした。

A、B、Cについては、はけ塗りの1回目および2回目ともに引っ張り感はなく塗りやすく、塗膜の状態も良好であった。Dは炭塗料を塗布し、乾燥後柿渋を塗り重ねたが、塗布表面(特に木口面)に艶がでたものの、はじきやつぶ(気泡)が生じ、仕上がりにむらが見られた。

[屋外暴露耐候性] 当センター屋上に設置された暴露架台(JIS K-5600に準拠、暴露面：傾斜角45°、南向き)を用いて塗膜の耐久性、劣化試験(H14年10月開始)を行った。

屋外暴露試験体および室内放置試験体の光沢保持率の変化を Fig. 8、Fig. 9 にそれぞれ示す(光沢の測定は、東京電色社製 MODELGP-60A デジタル光沢計を使用した)。

屋外暴露試験体の光沢保持率は試験片Dでは、1ヶ月後、表面：3%、裏面：14%にまで低下し、5ヶ月には表面：0%になった。A、B、Cの試験体では、表裏ともむしろ増加傾向であった。これらは、室内放置試験片にも同様の傾向がみられたが、光沢度については、初回の測定値が試験片A、B、C、Dそれぞれ1.6、0.5、0.5、15.8で、D以外は目視では明確な光沢は認められない程度のものであった。

塗膜の外観観察(目視による)では、柿渋(試験片A)の表面色は、暴露期間の経過とともに退色が増し、全体に淡い黄みを帯びるなど著しい変化が認められたが、炭塗料ではほとんど退色は認められなかった。

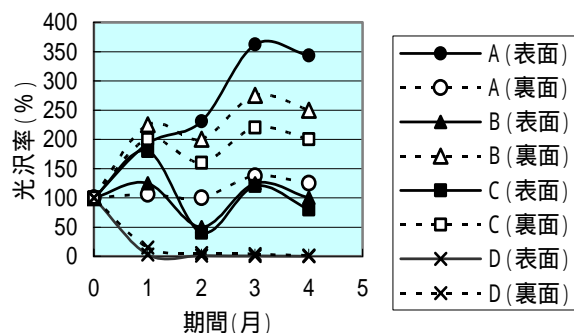


Fig.8 The rate of gloss maintenance of an indoor neglect examination object

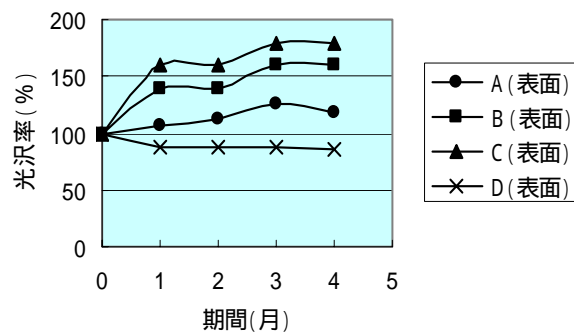


Fig.9 The rate of gloss maintenance of an indoor neglect examination object

[耐光性] 紫外線カーボンアーク灯式耐光試験装置 (JIS K-5600 に準拠) を用い、変退色グレースケールにより試験片の耐光堅ろう性の程度を評価した。毎回の照射は 20 時間とし、累計 100 時間の照射を行った。

耐光堅ろう性の判定結果を Table 2 に示す。20 時間照射で、試験片 A は、渋が濃くなり (杉板 : 4 級、シナ合板 : 1-2 級)、D は僅かに黒く輝いた感じであった (4-5 級)。さらに 60 時間照射では、試験片 D は 2-3 級にまで退色した。いずれも柿渋の変退色によるものである。100 時間の照射では、試験片 A は杉板 : 1-2 級、シナ合板 : 1 級、試験片 D は杉・シナ合板とも 2 級で、B、C 試験片については 5 級と、全く変化は見られなかった。

Table 2 Light fastness of various examination objects

照射 時間 〔hr〕	カーボンアーク灯による耐光堅ろう性〔級〕								
	無塗装		A		B		C		D
	杉板	杉板	シナ合板	杉板	シナ合板	杉板	シナ合板	杉板	シナ合板
20	3	3	1-2	5	5	5	5	4	4-5
40	2	2	1	5	5	5	5	4	4-5
60	1-2	2	1	5	5	5	5	2-3	3
80	1-2	2	1	5	5	5	5	2-3	2-3
100	1-2	1-2	1	5	5	5	5	2	2

JIS L 0804 変退色グレースケールによる判定。

[耐磨耗性] 製品 (屋外用ベンチ) の使用状況を考慮し、塗料の磨耗および摩擦に対する堅ろう性試験を行った。摩擦堅牢度試験機 (平面形試験台、曲面形摩擦子、往復速度 : 30 回/分、1 回につき 100 往復摩擦) を用いて試験片と摩擦用白綿布 [JIS L-0803 に規定する 3 号 (綿)] を使用、乾燥状態 (試験用) のものと、水でぬらし約 100% 湿潤状態 (試験用) にしたものを使用] とを互いに摩擦し、摩擦用白綿布の着色の程度を JIS L 0805 汚染用グレースケールと比較して、その堅ろう度を判定した。1 供試体につきそれぞれ 10 回の連続試験を行ったが、摩擦用白綿布は 1 回毎に取り替えた。

乾燥・湿潤試験摩擦堅ろう度の判定結果を Table 3、Table 4 に示す。

乾燥試験では、試験片 A、B、C、D いずれも 3~4-5 級とまずまずの結果であったが、B、C、D では、1 回目の試験 (B・D : 60 往復、C : 40 往復) から 3 回目位まで白綿布が磨り減って穴があくのが見られた。

一方、湿潤試験では、いずれの試験体も 1 回目 1-2 級、さらに 10 回目においても B 以外は 2~2-3 級の汚染度判定で、乾燥試験に比べ総合的にも良くない結果であった。また、試験片 B は 6 回目、D は 4 回目の試験で、それぞれ試験片に塗膜の磨り減りによる木地の露出が見られた。一般的に摩擦子形状が曲面形の場合、試験台も湾曲台を用いる

ところであるが、今回試験片の関係上、平面形試験台を用いた。従って、無塗装の試験結果 (材色そのものの汚染がみられた) などからも判断すると、これが通常よりも過酷な試験条件になったと考えられる。

Table 3 Colour fastness to rubbing of various examination objects (dryness test)

処理数 〔回〕	摩擦堅ろう度・乾燥試験〔級〕				
	無塗装	A	B	C	D
1	4	2-3	3	3	3
2	4-5	3	3	3	3
3	4-5	3-4	3-4	3-4	3-4
4	4-5	3-4	4	4	4
5	4-5	4	4	4	3-4
6	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5
7	4-5	4	4-5	4-5	4-5
8	4-5	3-4	4-5	4-5	3-4
9	4-5	4	4-5	4-5	3-4
10	4-5	3-4	4-5	4-5	4-5

注 試験板 : 杉赤身板。
JIS L 0805 汚染用グレースケールによる判定。

Table 4 Colour fastness to rubbing of various examination objects (wetness test)

処理数 〔回〕	摩擦堅ろう度・湿潤試験〔級〕				
	無塗装	A	B	C	D
1	2	1-2	1-2	1-2	1-2
2	2	1-2	1-2	1-2	1-2
3	2-3	1-2	2	1-2	1-2
4	2-3	1-2	2-3	2	1-2
5	2-3	1-2	3	2-3	2
6	2-3	2	3	2	2
7	2-3	2	2-3	3	1-2
8	2-3	2	2-3	3	1-2
9	2-3	2	3	3-4	2
10	2-3	2	3-4	2-3	2

注 試験板 : 杉赤身板。
JIS L 0805 汚染用グレースケールによる判定。

[塩水噴霧(耐食)性] 塩水による金属材料と試験片 [直径 8mm の穴を 2ヶ所あけ (断面は無塗装)、クロムめっきされた六角ボルトナットを装着] との耐食、変色性の試験 (試験装置および方法は、JIS Z-2371 に準拠、5% 塩水、噴霧室温度 : 35 ± 1、試験時間 : 24 時間 × 2 回) を行った。結果は、試験片 A、B、C、D いずれもボルトナットを装着した穴の断面を中心に、同じ様な状態のにじみ出たような黒い変色が見られた (Fig.10 参照)。柿渋は、成熱が

進むにつれて柿タンニンが主体となり、酸化によって赤・茶色に変化する。またタンニンは鉄分と塩分（アルカリ）にも反応し、青黒く変色するが、試験にみられる変色はこの柿渋塗料によるものというより、杉材中の抽出成分に起因したものと考えられる。

柿渋は、塗ったすぐでは耐水性はなく、屋外暴露耐候性や塩水噴霧性試験からもわかるように、少なくとも2ヶ月以上の乾燥期間が必要である。

standing.

<http://unit.aist.go.jp/pubrel/indusstan/ljis/study/tr/z0008/trz0008.htm>



Fig.10 The examination objects sprayed neutral salt water

4. まとめ

形態測定をもとに、ユニバーサルデザインを考慮したストリートファニチャーとして太鼓形座型ベンチをデザインしたが、試作モデルの被験者による主観評価では、ベンチの身体的特性（身長、体型など）への配慮や、特に高齢者が立ったり座ったりの動作が楽な座面高、形状のデザイン提案に対する一定の成果が認められ、一つのデザイン指針になるものとする。今後は、身体機能特性の計測と主観評価との対応関係を検討する必要があると考える。

塗膜物性、耐久性では、湿潤状態での耐磨耗性が柿渋、炭塗料いずれも判定は良くなかった。塗装試験は、試験方法や条件により結果は大きく異なることがあり、塗膜という単体についてのみの結果ではなく、木材と塗料が一体になったものについての判定であると考えなければならない。この点では、今回は若干厳しい条件下であったと思われる。しかし、柿渋には、重合し接着性、防水性さらに防虫性、防腐性、抗菌性があり、また炭（塗料）は、消臭性や調湿機能、防蟻性などに対する有効性など、環境にやさしい屋外用塗料として期待できるところは大きいであった。長期耐久性試験の継続、塗膜強化のためのコーティング処理など、さらに検討を行っていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 林業試験場監修, 木材工業ハンドブック, (1982)
- 2) 高齢者身体機能データベース. <http://www.hql.or.jp/>
- 3) Musculo-skeletal stress in activity of living – Methods of measurement for electromyogram – Motion of sitting and