

B-23

40年経過した屋外設置木製遊具の古材の強度特性
Strength characteristics of old wooden play equipment installed outdoors after 40 years

○巻嶋莉沙², 廣石秀造¹
*Risa Makishima², Shuzo Hiroishi¹

Abstract : Wooden playground equipment installed outdoors is often removed. The reasons are deterioration of materials and accidents. As a result, the overall number of wooden playground equipment is decreasing. In this report, we investigate the strength characteristics of deteriorated wooden playground equipment. This is intended for the future maintenance and utilization of wooden playground equipment. Based on the above background, we conducted bending tests on wooden playground equipment boards that were installed in 1983 and used for 40 years. The results were compared with those of new wood, and the strength properties of the old wood were examined.

1. はじめに

屋外に設置されている木製遊具は、部材劣化や事故を理由に撤去されることが多く、木製遊具の全体数は減少傾向^[1]にある。一方で、木製遊具に関する既存の論文では、事故が起きた遊具の支柱の劣化状態調査^[2]や木製遊具の劣化防止に向けた提案^[3]などは行われているものの、点検により撤去となった材の強度特性についての調査事例は少ない。今後の木製遊具の維持管理および利活用に向けて、木製遊具の劣化部材の強度特性を明らかにする必要がある。

以上の背景を踏まえ、本報では、昭和58年に設置され、40年間使用された、木製遊具（ロープウェイ、Pic. 1）の床板材を対象に曲げ試験を行った。その結果を新材と比較し、古材の強度特性の検討を行った。

2. 実験概要

実験概要をFig.1に、試験体概要をFig.2, Tab.1に示す。試料は屋外で40年間使用された木製遊具の構成部材（床板, 以下「古材」）である。補修状況は記録が無く、不明だが、定期点検により劣化と判断され、撤去された。材種は杉材で、無欠点試験体ではない。

曲げ試験は、単純梁形式の3等分点2点集中載荷^[4]で行った。また、加力は油圧ジャッキを使用し、支点間距離を1050mmとした。試験体は使用時と上下面の向きを同一に設置し、破断まで載荷を行った。測定された最大荷重から曲げ弾性係数 E_m を次式^[4]で求めた。

$$E_m = \frac{a(3L^2 - 4a^2)(F_2 - F_1)}{48I(w_2 - w_1)} \quad (1)$$

ここで、 E_m : ヤング係数 (kN/mm²), I : 断面二次モーメント (mm⁴), $F_2 - F_1$: 荷重変形曲線の直線部分の荷重の増分。 F_1 は最大荷重 (F_{max}) の約10%、 F_2 は約40%、 $w_2 - w_1$: $F_2 - F_1$ に対応する変形部分である。



a) Entire playground equipment b) Floor surface used as a test piece
Picture 1. Removed Wooden Ropeway

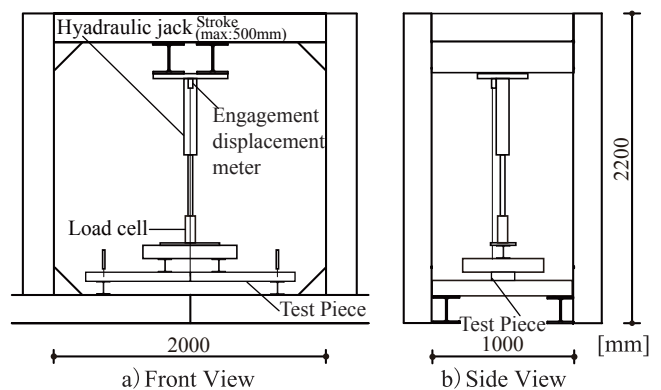


Figure 1. Outline of Bending Test

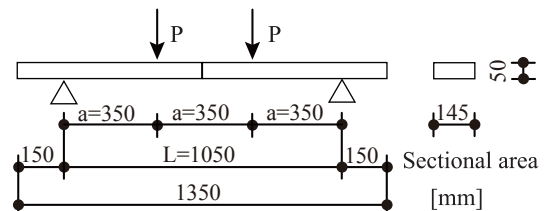


Figure 2. Outline of Test Piece

Table 1. Detail of Test Piece

Old timber Board	Span mm	Sectional area cm ²	Weight kg	Volume cm ³
NO.1	1350	71.91	3.45	9707.2
NO.2		72.27	3.80	9756.2
NO.3		71.51	3.81	9654.4
NO.4		71.75	3.16	9685.7
NO.5		71.75	3.43	8935.7
NO.6		71.86	3.60	9611.4
NO.7		71.64	3.58	9297.0

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大理工・院(前)・建築

Table 2. Experimental Results of Old timber

Old timber Board	Old timber measured value										New timber standard value		
	Water content %	Air-dry density g/cm ³	Maximum Load					Flexural propotional limit		Flexural young's modulus MOE _t kN/mm ²	Air-dry density g/cm ³	Stress σ _u N/mm ²	Flexural young's modulus MOE _t kN/mm ²
			Total Load P _u kN	Stress σ _u N/mm ²	Shear Stress τ _u N/mm ²	Displacement δ _u mm	Joint transration angle R ₀ = δ _u /L	Load P _t kN	Stress σ _t N/mm ²				
NO.1	0.16	0.36	17.13	49.63	1.18	26.90	1/39	6.85	39.70	10.92	0.38	65	7.5
NO.2	0.17	0.34	16.63	48.18	1.15	27.75	1/38	6.65	38.54	9.43			
NO.3	0.12	0.34	18.53	53.68	1.28	31.95	1/33	7.41	42.94	10.08			
NO.4	0.13	0.33	12.44	36.03	0.86	20.25	1/52	4.98	28.82	8.53			
NO.5	0.14	0.38	19.58	56.72	1.35	36.90	1/28	7.83	45.37	12.48			
NO.6	0.23	0.41	18.23	52.81	1.26	33.40	1/31	7.29	42.25	9.85			
NO.7	0.16	0.39	16.63	48.18	1.15	24.20	1/43	6.65	38.54	12.12			
AVERAGE	0.16	0.36	17.03	49.32	1.17	28.76	1/36	7.62	39.45	10.49			

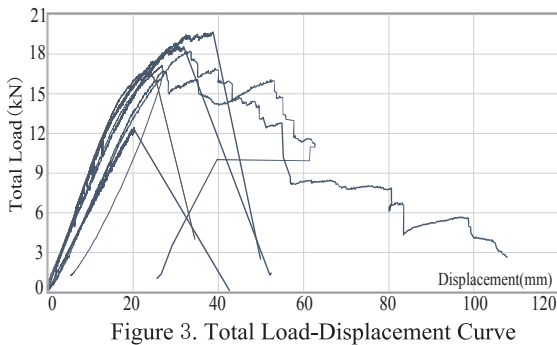


Figure 3. Total Load-Displacement Curve

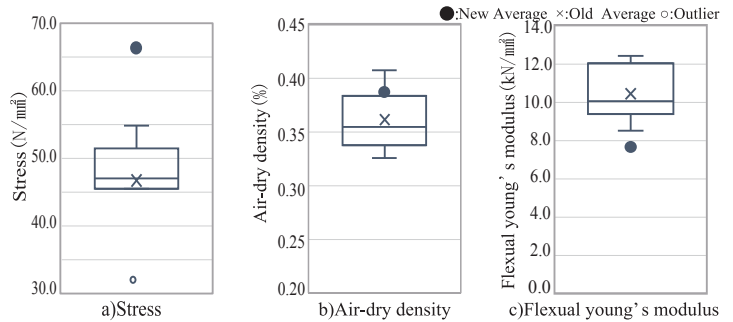


Figure 4. Experimental Results of Old Timber

3. 実験結果および考察

古材7体の曲げ試験結果をTab. 2、荷重-変位曲線をFig. 3に示す。また、実験結果より求めた特性値をFig. 4、破壊状況をPic2, 3にそれぞれ示す。

Fig. 3より、ほとんどの試験体は荷重の増加に伴い変形が線形的に増加し、その後に引張側が破断した(Pic2)。しかし、No. 4は、たわみが少なく、材中央部全体で破断した(Pic3)。No. 4は、床の昇降部側で使用され、ローブウェイの着地部として衝撃荷重が繰り返し加わっていたと推察される。この結果、他の試験体に比べて、密度が小さく、特性値がいずれも最小となった。

古材と新材(文献値^{[5])と)と比較すると、気乾密度は両者で有意な差はみられなかった。一方で、曲げ応力度は古材(平均)が39.45N/mm²となり、新材(65N/mm²)の約61%の値を示した。一方、曲げ弾性係数は古材(平均)が10.5kN/mm²、新材が7.5kN/mm²となり、古材の方が高い値を示した。}

No. 5は、欠損部が大きく体積が最小だが、応力度や弾性係数は他材と比較しても有意な差は見られなかった。また、古材の破壊面内部は劣化があまり見られず、表面部のみの劣化であると考えられる。これは、今回使用した古材の損傷は、古材同士が接している長辺部分から側面や表面にかけて広がっており、裏面、つまり引張側の劣化は少なく、劣化の影響が小さかったと考えられる。

以上より、表面と側面は、歩行に伴う摩耗や材同



Picture 2. Most of Destruction situation(No.5)



Picture 3. Destruction situation of No.4

士の接触により、隙間に雨水が溜まりやすいことから劣化が進行しやすいが、裏面は比較的健全な状態が維持される。しかし、衝撃的な荷重が繰り返し加わることや経年劣化により、耐力は低下する可能性が示唆された。

4. まとめ

本報では40年間に渡って屋外で使用された木製遊具の古材の強度特性を曲げ試験によって検討した。今後、同遊具で使用され、蟻害をうけた丸太材の曲げ試験を行い、強度特性を検討していく予定である。

5. 参考文献

- [1] 国土交通省：都市公園等における遊具等の設置状況・安全点検実施状況(令和元年度末時点)
- [2] 酒井温子, 小原光博, 村上茂之, 和田朋子, 鮫島正浩:「屋外遊具の木製支柱の腐朽と折損」, 日本木材保存協会, Vol. 41-1, pp18-25, 2015
- [3] 小林裕昇:「木製遊具の耐久性向上のための技術開発」, 木材保存, Vol. 41-1, pp105-114, 2014
- [4] (公財)日本住宅・木材技術センター:「構造用木材の強度試験マニュアル」, 2011
- [5] 濱崎賢, 中摩裕加, 井田秀行:「豪雪地に建つ伝統的木造民家の古材の強度特性」, 日本建築学会技術報告書, Vol. 22, No. 50, pp. 341-344, 2016. 2