

**NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG CHỊU LỰC VẬT LIỆU TRE HỖN HỢP  
(COMPOSITE) ỨNG DỤNG TRONG XÂY DỰNG**  
AN INVESTIGATION INTO THE INTENSITY OF THE BAMBOO COMPOSITE  
APPLIED IN CONSTRUCTION

***Trương Hoài Chính***

*Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng*

**TÓM TẮT**

Trong bài báo này, tác giả đã nghiên cứu những đặc tính kỹ thuật của một loại vật liệu tự nhiên (cây tre), loại cây có khả năng sinh trưởng rất nhanh trong điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa, với những cấu trúc tự nhiên của loại cây này, kèm theo những điều kiện phát triển của kỹ thuật, công nghệ chế tạo, tác giả đã xây dựng mô hình các tấm thí nghiệm, dựa vào các số liệu đo đạc được trên các mô hình thí nghiệm kết hợp với lời giải cụ thể chính xác bằng phương pháp phân tích phần tử hữu hạn, bài báo đã phân tích, so sánh và có kết luận đánh giá khả năng chịu lực của tấm tre, từ đó đề xuất sản phẩm ứng dụng dùng làm tấm cốt pha trong công trình xây dựng.

**ABSTRACT**

In this article, the author has studied the technical characteristics of a natural material -- the bamboo plant -- which can grow rapidly in the tropical monsoon climate. With the natural structure of the plant and the conditions of technological development and manufacturing, the author has designed models of experiment plates based on the measurements of experimental models with exact specific solutions based on a finite element analysis method. This article deals with the analysis, comparison and evaluation of the intensity force of bamboo sheets and some recommendations for their application to the manufacture of framing panels in construction.

**1. Đặt vấn đề**

Những loại cây có cấu trúc sợi tự nhiên có nhiều triển vọng ứng dụng vào việc thiết kế để làm hạ giá thành cho công trình. Đây là loại cây mọc phổ biến trong vùng khí hậu nhiệt đới và cận nhiệt đới, có thể sử dụng làm vật liệu xây dựng. Trong số các loại cây tự nhiên đó, cây tre đã được sử dụng rộng rãi trong xây dựng nhà trên thế giới.

Tương tự gỗ, cây tre là một nhóm của sinh vật tự nhiên, bền, nhẹ, có thể tái sử dụng được, và có tính thích nghi mạnh mẽ với môi trường. Cây này phát triển rộng, tốc độ tăng trưởng vượt xa hơn đa số các loại cây trồng khác, cụ thể lớn nhanh hơn cây thân gỗ.

Với những yếu tố trên, việc tính toán áp dụng vật liệu tre rất cần được các kỹ sư thiết kế quan tâm đầu tư nghiên cứu để mang lại hiệu quả kinh tế cho công trình xây dựng.

## 2. Nghiên cứu tổng quan về khả năng chịu lực của vật liệu tre

### 2.1. Đặc tính cơ học

Vật liệu được dùng trong xây dựng cần phải có đủ cường độ về cơ học, để có khả năng chịu ứng suất do trọng lượng bản thân, tải trọng kết cấu, gió, bão gây ra. Tấm sàn tre có thể chịu tải lớn hơn và có giá trị cao hơn so với gỗ và bê tông thông thường. Tấm sàn tre, với đặc trưng tỷ lệ cường độ/ trọng lượng cao, có thể sử dụng thích hợp trong nhà nhiều tầng, và nó có thể tăng độ bền dưới tác dụng của tải trọng ngang.

### 2.2. Tỷ trọng

Trong quá trình chế tạo, trọng lượng bản thân của nguyên liệu cần phải càng nhỏ càng tốt để thi công lắp ráp được dễ dàng và nhanh chóng. Tấm sàn tre, tương tự như tấm sàn gỗ, là loại vật liệu xây dựng tương đối nhẹ. Dung trọng trung bình của tấm sàn tre là khoảng 7,5 kg/m<sup>3</sup>, tương đương với 1/4 của bê tông, hoặc 1/3 của gạch đất sét. Nó có thể làm giảm đi trọng lượng của công trình khoảng 30%. Nếu được sử dụng làm ván khuôn trong hệ kết cấu sàn không dầm ULT thì khả năng lắp dựng càng có hiệu quả.

### 2.3. Hệ số dẫn nhiệt

So sánh với gạch đất sét và bê tông, tấm sàn tre có hệ số dẫn nhiệt thấp hơn. Giá trị bình quân là 0.640 kJ/m, h, °C. Thuộc tính này làm cho tấm sàn tre là một vật liệu cách nhiệt lý tưởng. Nó có thể giảm bớt nhu cầu năng lượng khi sử dụng điều hòa nhiệt độ.

### 2.4. Kích thước ổn định

Vận dụng những đặc tính bên ngoài của vật liệu, các loại vật liệu xây dựng cần phải có khả năng chịu ứng suất do co ngót hay giãn nở do sự thay đổi của nhiệt độ và độ ẩm. Trong chế tạo sản phẩm, nếu hoàn thiện công nghệ máy ép nóng đặc biệt, sử dụng chất dính không thấm nước và xử lý tốt nhất những tính chất vật lý của cây tre, thì tấm sàn tre sẽ có một hình dạng và kích thước ổn định tốt hơn so với vật liệu bê tông và gạch đất sét nung.

*Bảng 1. Hệ số dẫn nhiệt của các loại vật liệu*

Dạng vật liệu	Hệ số dẫn nhiệt (1/ °C)
Bê tông	$1.08 \times 10^{-5}$
Thép	$1.17 \times 10^{-5}$
Gỗ	$0.65 \times 10^{-5}$
Polyme	$7.0 \times 10^{-5}$

### 2.5. Tính cách âm

Nếu có yêu cầu về cách âm thì tấm sàn tre có thể đáp ứng được, tre là nguyên liệu hút sóng âm và các tác động rất tốt. Chẳng hạn, nếu yêu cầu đặc biệt về chức năng, tường

sẽ được thiết kế là một cấu trúc tấm composite hai lớp, ở giữa có lớp đệm không khí. Cấu trúc này có thể cải thiện một cách đáng kể hiệu ứng cách âm, sử dụng tốt hơn so với cấu trúc tường gạch đất sét.

## 2.6. Chống cháy

So sánh với thép hay gạch đất sét, bản tre có khả năng chống cháy kém hơn, nhưng tốt hơn so với đa số vật chất tổng hợp khác như Polystyrene và Polyurethane. Và khi cháy, tre sẽ không giải phóng hóa chất độc hại như nguyên liệu tổng hợp đó. Nếu sử dụng nguyên liệu vô cơ (như xi măng) làm chất kết dính, thì bản tre sẽ phát huy tốt hơn khả năng chống cháy.

**Bảng 2.** Các đặc trưng vật liệu [1]

STT	Đặc trưng	Giá trị	Đơn vị
1	Độ ẩm	8%	
2	Tỷ trọng/mật độ	0,79	Gm/CC
3	Cường độ nội liên kết		N/Sq.m
	- Trạng thái khô	1,97	-
	- Trạng thái ẩm ướt	1,73	-
4	Cường độ bề mặt		N/Sq.m
	- Trạng thái khô	9,47	-
	- Trạng thái ẩm ướt	9,10	-
5	Cường độ chịu kéo	29,54	-
6	Cường độ chịu nén	35,30	-
7	Modun phá hoại	59,26	-
8	Modun đàn hồi	3174	-
9	Modun cứng	6066	-
10	Độ dẫn nhiệt	0,22	Watt/mt

## 3. Nghiên cứu thực nghiệm – khảo sát khả năng chịu lực của tấm tre

### 3.1. Mô hình thí nghiệm

Để tiến hành thí nghiệm khả năng chịu lực của tre. Cần phải chế tạo nhiều mẫu thí nghiệm có cấu trúc khác nhau.

Mô hình thí nghiệm có cấu tạo phù hợp với kích thước và các liên kết bảo đảm điều kiện thí nghiệm của mẫu.

### 3.2. Cấu tạo bộ khung gá mẫu thí nghiệm

Gồm:

- + Chân đế: là khung thép có kích thước 300x300x350mm.
- + Nắp (Vành trên): được liên kết với chân đế bằng 4 bulông  $\Phi 12$ .
- + Đồng hồ đo độ võng, sử dụng đồng hồ đo chuyển vị (Indicator) chuẩn đo nhỏ.
- + Bộ gia tải: là các tấm thép có trọng lượng mỗi tấm là 01 Kg.

(Xem hình 1)

#### **Các dạng tấm thí nghiệm:**

+ **Tấm không có lưới thép:** cấu tạo gồm 04 lớp tre đan, dán chồng lên nhau bằng chất keo dính, tấm được ép và gia nhiệt khi liên kết từng lớp một, tấm có bề dày 10mm, khi tấm đủ độ cứng (sau 4 ngày để chất keo liên kết đóng rắn).

+ **Tấm có lưới thép bố trí xen kẽ:** cấu tạo gồm 04 lớp tre đan và 3 lớp lưới thép đường kính 1mm, dán từng lớp xen kẽ chồng lên nhau bằng chất keo dính, tấm được ép và gia nhiệt khi liên kết từng lớp một, tấm có bề dày 10mm, khi tấm đủ độ cứng (sau 4 ngày để chất keo liên kết đóng rắn).

+ **Kích thước tấm thí nghiệm:** 200x 150x 10mm

### 3.3. Trình tự thí nghiệm:

a. Bước 1: Mẫu thí nghiệm được liên kết chặt 2 cạnh vào bộ gá thí nghiệm. Đồng hồ đo độ võng được lắp đặt vào giữa mẫu thí nghiệm. Xem trên hình 2.

b. Bước 2: Gia tải dưới dạng tải trọng tập trung đặt ở giữa mẫu thí nghiệm. Cấp gia tải là 1 Kg.

c. Bước 3: Sau mỗi cấp gia tải, trong khoảng thời gian 15 phút (khi độ võng không có sự thay đổi), tiến hành đọc số đo của đồng hồ để xác định chuyển vị của mẫu thí nghiệm.



**Hình 1.** Cấu tạo mô hình thí nghiệm.



**Hình 2.** Mô hình thí nghiệm ở cấp gia tải 1

### 3.4. Các số liệu thí nghiệm thu được

+ Tấm không có lưới thép:

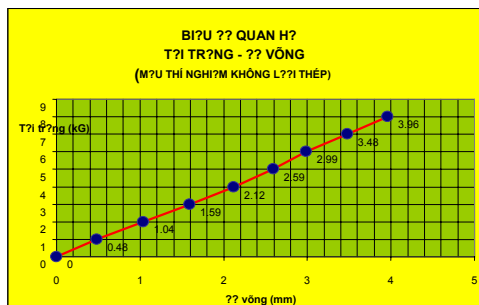
Tải trọng (kg)	Độ võng (mm)
0	0
1	0.48
2	1.04
3	1.59
4	2.12
5	2.59
6	2.99
7	3.48
8	3.96

+ Tấm có lưới thép:

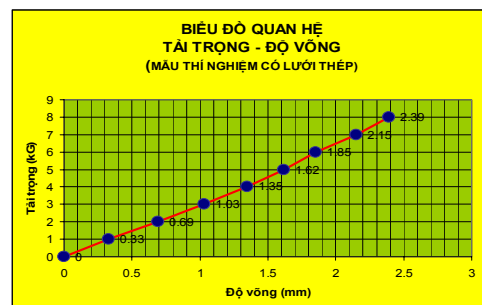
Tải trọng (kg)	Độ võng (mm)
0	0.00
1	0.33
2	0.69
3	1.03
4	1.35
5	1.62
6	1.85
7	2.15
8	2.39
9	2.60

### 3.5. Kết quả thí nghiệm

Dựa vào kết quả đo đạc thu nhận được trên thiết bị đo được gắn vào các mẫu thí nghiệm, tiến hành xây dựng các biểu đồ mô tả mối quan hệ giữa tải trọng và độ võng. (Xem trên hình 3 và 4)



Hình 3: Biểu đồ quan hệ Tải trọng – Độ võng.  
(Tấm không có cấu tạo lưới thép)

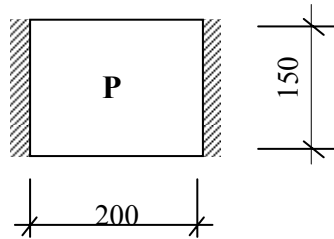


Hình 4: Biểu đồ quan hệ Tải trọng – Độ võng.  
(Tấm không có cấu tạo lưới thép)

### 3.6. Tính toán- Phân tích đánh giá kết quả thí nghiệm

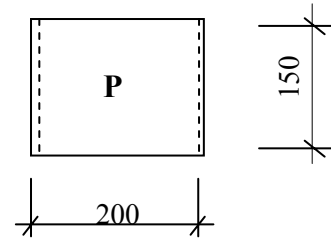
#### 3.6.1. Sơ đồ tính toán:

a. Trường hợp 1: Từ mô hình thí nghiệm, xem mẫu thí nghiệm như một ô bản bị ngàm ở hai cạnh và hai cạnh còn lại tự do, chịu tác dụng của lực tập trung P ở giữa ô bản. Sơ đồ tính toán như sau (xem hình 5).



**Hình 5.** Sơ đồ tính toán khi xem tấm bị ngàm cứng 2 cạnh

b. Trường hợp 2: Từ mô hình thí nghiệm, xem mẫu thí nghiệm như một ô bản liên kết khớp ở hai cạnh và hai cạnh còn lại tự do, chịu tác dụng của lực tập trung P ở giữa ô bản. Sơ đồ tính toán như sau (xem hình 6).



**Hình 6.** Sơ đồ tính toán khi xem tấm liên kết khớp 2 cạnh

#### 3.6.2. Kết quả tính toán:

Xem mẫu thí nghiệm là vật liệu đồng nhất và đẳng hướng có mô đun đàn hồi  $E=1,92.10^{10}$  N/m<sup>2</sup> [Mechanical Properties in a Bamboo Fiber/PBS Biodegradable Composite – Shinji OGIHARA, Akihisa OKADA, and Satoshi KOBAYASHI], hệ số nở ngang (hệ số Poát-xông)  $\mu = 0.3$ . Tính toán dựa vào phương pháp phần tử hữu hạn ta xác lập được quan hệ giữa lực P và độ võng f như sau:

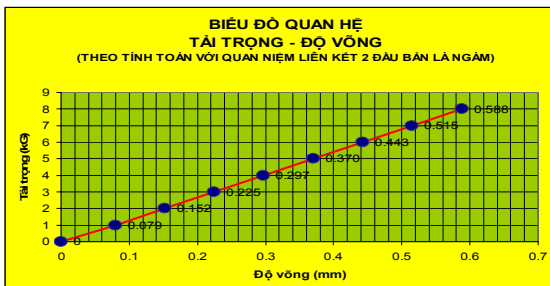
+ Kết quả tính toán với trường hợp 1

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
15	TH1 (1 kg)	LinStatic	0.00	0.00	-0.079	0.00	0.00	0.00
15	TH2 (2 kg)	LinStatic	0.00	0.00	-0.152	0.00	0.00	0.00
15	TH3 (3 kg)	LinStatic	0.00	0.00	-0.225	0.00	0.00	0.00
15	TH4 (4 kg)	LinStatic	0.00	0.00	-0.297	0.00	0.00	0.00
15	TH5 (5 kg)	LinStatic	0.00	0.00	-0.370	0.00	0.00	0.00
15	TH6 (6 kg)	LinStatic	0.00	0.00	-0.443	0.00	0.00	0.00
15	TH7 (7 kg)	LinStatic	0.00	0.00	-0.515	0.00	0.00	0.00
15	TH8 (8 kg)	LinStatic	0.00	0.00	-0.588	0.00	0.00	0.00
15	TH9 (9 kg)	LinStatic	0.00	0.00	-0.661	0.00	0.00	0.00

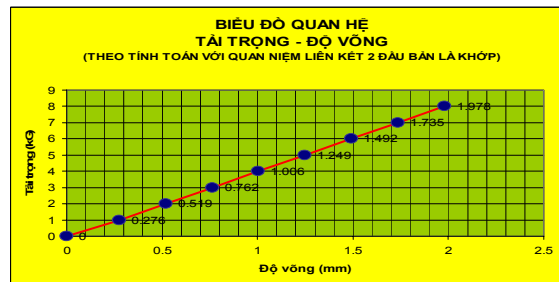
+ Kết quả tính toán với trường hợp 2

TABLE: Joint Displacements								
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Text	mm	mm	mm	Radians	Radians	Radians
15	TH1 (1 kg)	LinStatic	0.000	0.000	0.276	0.000	0.000	0.000
15	TH2 (2 kg)	LinStatic	0.000	0.000	0.519	0.000	0.000	0.000
15	TH3 (3 kg)	LinStatic	0.000	0.000	0.762	0.000	0.000	0.000
15	TH4 (4 kg)	LinStatic	0.000	0.000	1.006	0.000	0.000	0.000
15	TH5 (5 kg)	LinStatic	0.000	0.000	1.249	0.000	0.000	0.000
15	TH6 (6 kg)	LinStatic	0.000	0.000	1.492	0.000	0.000	0.000
15	TH7 (7 kg)	LinStatic	0.000	0.000	1.735	0.000	0.000	0.000
15	TH8 (8 kg)	LinStatic	0.000	0.000	1.978	0.000	0.000	0.000
15	TH9 (9 kg)	LinStatic	0.000	0.000	2.222	0.000	0.000	0.000

Biểu đồ quan hệ Tải trọng và Độ võng của 2 trường hợp xem trên hình 7 và 8



Hình 7. Sơ đồ tính toán khi xem tấm bị ngàm cứng 2 cạnh



Hình 8. Sơ đồ tính toán khi xem tấm liên kết khớp 2 cạnh

### 3.7. Nhận xét kết quả tính toán

Qua kết quả tính toán và kết quả thí nghiệm ta có một số các nhận xét sau:

+ Mẫu thí nghiệm thực chất không phải là vật liệu đồng nhất và đẳng hướng như trong giả thiết tính toán.

+ Giữa các lớp tre đan làm việc không đồng thời với nhau (do liên kết dính không hoàn toàn chặt giữa các lớp trong quá trình dán).

+ Chất kết dính (keo với thành phần chính là PVA) chưa tạo ra sự liên kết đạt yêu cầu.

Từ các lý do nêu trên nên các kết quả tính toán có sự sai lệch so với kết quả thí nghiệm thu được.

Theo lý thuyết tính toán ta có thể quy đổi tải trọng tập trung tại tâm của mẫu thí nghiệm về tải trọng phân bố đều theo công thức sau:

$$q = k \frac{P}{S}$$

trong đó:

$k = 2,56$  là hệ số chuyển đổi giữa tải trọng tập trung và tải trọng phân bố đều để có kết quả độ võng là như nhau.

Theo mô hình thí nghiệm trên, độ võng cho phép theo phương thẳng đứng là:

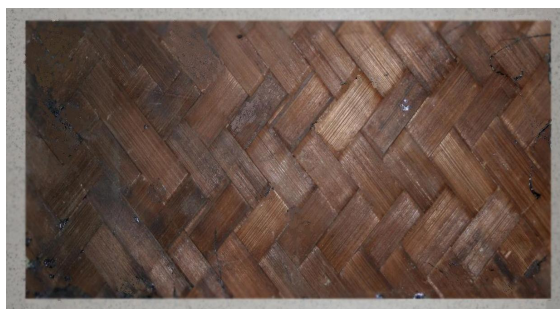
$$[f] = \frac{1}{120} l = 1.6667\text{mm}$$

Dựa vào kết quả thí nghiệm ta nhận thấy để đảm bảo được độ võng cho phép thì mẫu thí nghiệm chỉ chịu được tải trọng tập trung tối đa là  $P=3$  Kg tương ứng với tải trọng phân bố đều là:

$$2.56x \frac{3}{20*15} = 0.0256 \text{ Kg/cm}^2 = 256 \text{ Kg/m}^2.$$

#### 4. Đề xuất sản phẩm

Qua các kết quả thí nghiệm và số liệu tính toán thu nhận được, tác giả xin đề xuất mẫu sản phẩm có quy cách theo mô đun chuẩn như sau: 1300x700x20mm dùng để làm cốt pha cho sàn không dầm bê tông ứng lực trước căng sau.



#### 5. Kết luận – Kiến nghị

##### Kết luận :

Tấm tre có những thuộc tính tương tự tấm gỗ, nên tấm tre có thể được dùng tốt trong công nghiệp xây dựng, nó sẽ đóng góp nhiều cho sự phát triển có thể chấp nhận được đối với công nghiệp tiên chế.

Tấm tre có thể được phục hồi như những nguyên liệu của ván ép, gỗ.



Cây tre là sinh khối, có thể bị vi khuẩn làm thối rữa trong điều kiện tự nhiên. Nó có thể cũng cháy như nhiên liệu nhưng không có phát sinh khí SO<sub>x</sub> và NO<sub>x</sub>, đây là vật liệu sạch.

**Kiến nghị :**

- a. Mở rộng việc cung cấp nguyên liệu bằng cách quy hoạch lâu dài vùng trồng nguyên liệu.
- b. Nghiên cứu phát triển chất dính đặc biệt dùng cho tấm tre.
- c. Đầu tư đúng mức cho công nghệ sản xuất tấm tre.
- d. Chiến lược và sự thiết lập tiêu chuẩn với ngành công nghiệp sản xuất tấm tre.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] Arce-Villalobos, O.A. (1993) “*Fundamentals of the design of bamboo structures*”, Dissertation, Department of Architecture, Building, and Planning, Eindhoven University of Technology, Eindhoven.
- [2] Dransfield, S. and E.A. Widjaja (eds.) (1995) “*Plant Resources of South-East Asia*” No 7 Bamboos, Backhuys Publishers, Leiden, 189 pp.
- [3] Fitri Mardjono (2002), “*A Bamboo Building Design Decision Support Tool*”- Cover: A traditional bamboo house in Java, Indonesia. Printed by University Press Facilities, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands.
- [4] Mardjono, F. (2000a) “*Development of a decision support system for bamboo building design*”, in Proc. of the 5<sup>th</sup> International Conference: Design and Decision Support Systems in Architecture, Nijkerk, The Netherlands, August 22 - 25, 2000, pp. 267-277.
- [5] Mardjono, F. (2000b) “*Using bamboo as an alternative material for environment friendly building*”, in Proc. of International Symposium: Beyond Sustainability "Balancing between Best Practice and Utopia", Eindhoven, The Netherlands, September 28 – 29, 2000, CD ROM.
- [6] Mardjono, F., H.M.G.J. Trum, and J.J.A. Janssen (2001) “*A Design Tool for Bamboo Buildings*”, in Proc. of the International Bamboo Housing Workshop, Aizawl, Mizoram, India, October 29 – November 11, 2001.
- [7] Mardjono, F., H.M.G.J. Trum, and J.J.A. Janssen (2002) “*Development of a decision support tool for bamboo building design*”, in Proc. of the 6<sup>th</sup> International Conference: Design and Decision Support Systems in Architecture, Ellecom, The Netherlands, July 7 – 10, 2002, pp. 317-330.