



Title	曲げ歪のポアソン比効果について
Author(s)	生田, 晴家; IKUTA, Haruie
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 40(4), 773-781
Issue Date	1983-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/21104
Type	departmental bulletin paper
File Information	40(4)_P773-781.pdf



曲げ歪のポアソン比効果について*

生 田 晴 家**

Effect of Poisson's Ratio due to the Bending Strains*

By

Haruie IKUTA**

目 次

1. はじめに	773
2. 材料および試験方法	774
3. 結果および考察	775
4. おわりに	780
文 献	780
Summary	780

1. はじめに

わん曲集成材等の半径応力 (Radial Stress) による歪分布のように、曲げを受ける試験体の材せい方向に発生する繊維に直角方向の歪分布を測定するような場合には、求めようとする直角方向の歪分布に対して、繊維方向の曲げ歪の影響が大きく現れてくる。これは、材料固有の弾性定数の一種であるポアソン比に起因するものであるが、木材の場合、繊維方向の応力によって生じた同方向の歪に対する半径方向の歪および接線方向の歪のポアソン比 μ_{LR} , μ_{LT} は、針葉樹と広葉樹でほとんど差はなく、平均的にみて $\mu_{LR} \doteq 0.40$, $\mu_{LT} \doteq 0.55$ であることから¹⁾、この影響は非常に大きいものとなる。その結果、求めようとする材せい方向での繊維に直角方向の歪分布は、曲げ歪に各点でのポアソン比を乗じて得られる逆符号の直角方向歪分布に、重ね合わされた形で実測されるはずである。この繊維方向の曲げ歪によって、同直角方向にそのポアソン比に見合った大きさの歪が発生するというポアソン比効果については、曲げ試験によるポアソン比測定法として知られていることではあるが、その場合には、ほとんどすべてが最大歪発生面すなわち材幅方向である上下面上にクロスゲージ等を貼付して行なうものである。これに対して、前述の材せい方向で直線的に変化する曲げ歪分布に対応したポアソン比効果につ

* 1983年2月28日受理 Received February 28, 1983.

** 北海道大学農学部木材加工学教室

Laboratory of Wood Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

いては、これまで測定例が報告されていないようである。本報告は、この、材せい方向の曲げ歪による繊維に直角方向歪へのポアソン比効果について実験的検討を加えるとともに、曲げ試験によるポアソン比測定法についても検討を加えたものである*。

2. 材料および試験方法

使用材料はすべて、ミズナラ材の板目挽板から成る2層積層材であり、断面3.5×6.2 cm、材長53~105 cmの試験体を22体作製した。これら試験体の性質を平均値と範囲により、表-1に示す。

表-1 試験体の性質
Table 1. Properties of test specimens

	E (10^3 kg/cm^2)	G (10^3 kg/cm^2)	r	R_W (mm)
Av.	112.6	9.1	0.70	1.5
Max.	143.8	12.3	0.84	3.5
Min.	74.8	7.6	0.59	0.8

(Remarks) E : Modulus of elasticity, G : Modulus of rigidity, r : Specific gravity, R_W : Average width of annual rings, Moisture content: about 13%.

次に、図-1に示すように各試験体の長さ中央の広い面上の対称位置5点において、共和電業製ゲージ長3 mmのペーパーベースストレーンゲージを、各点につき繊維方向および同直角方向に各1枚貼付した。これをま

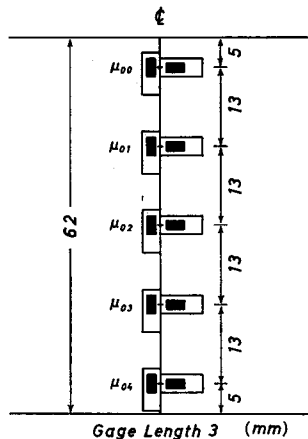


図-1 ストレインゲージ貼付位置

Fig. 1. Locations instrumented with strain gages.

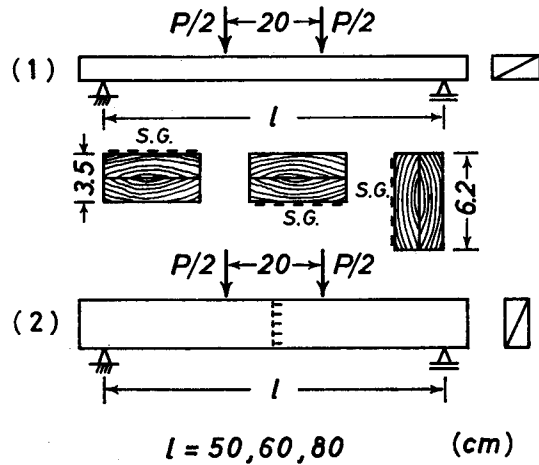


図-2 試験体の形状および試験方法

(1) フラットワイズ荷重 (2) エッジワイズ荷重, S.G.: ストレインゲージ

Fig. 2. Diagram of beam specimen and testing method.

(1) Flatwise loading (2) Edgewise loading, S.G.: Strain gages.

* 一部を「木材梁のポアソン比効果²⁾」として発表した。

ず、図-2(1)に示すようなフラットワイズ荷重条件により、ゲージ貼付面を圧縮側および引張側としてそれぞれ各点のポアソン比を測定した。次に、同図(2)に示すように試験体を90°回転させてゲージ貼付面が材せい方向となるようにし、エッジワイズ荷重条件で、材せい方向の曲げ歪とそれのポアソン比効果によって生じる繊維に直角方向の歪とを測定した。この時、スパンは材長に応じて50, 60, 80 cmとしたが、いずれも荷重点間距離20 cmの対称2点荷重条件とし、応力レベルもすべてミズナラの長期許容曲げ応力度 $f_b = 100 \text{ kg/cm}^2$ までとした。また、当然のことながら、ストレインゲージ貼付位置は荷重点間中央であり、剪断応力の影響は皆無である。

3. 結果および考察

まず、フラットワイズ荷重条件により測定されたポアソン比については、試験体数22体に対し各々5点でポアソン比を測定したため、測定数は合計110点となる。これら110点すべての平均を求めてみると、ゲージ貼付面を引張側としたもので0.466、圧縮側としたもので0.465、またその変動係数もそれぞれ22.2%, 21.8%であり、平均値、バラツキともに非常に良い一致を示した。また、同一測定点に対する両者の比をとってみても、110点の全平均で1.001、変動係数もわずか3.9%であることから、両者に何ら差異はなく、ポアソン比を曲げ試験により求める場合には、ゲージ貼付面を引張側としても圧縮側としても、結果は同じであるといえる。次に、各試験体における5測定点間のポアソン比についてみると、6 cm程度の測定区間

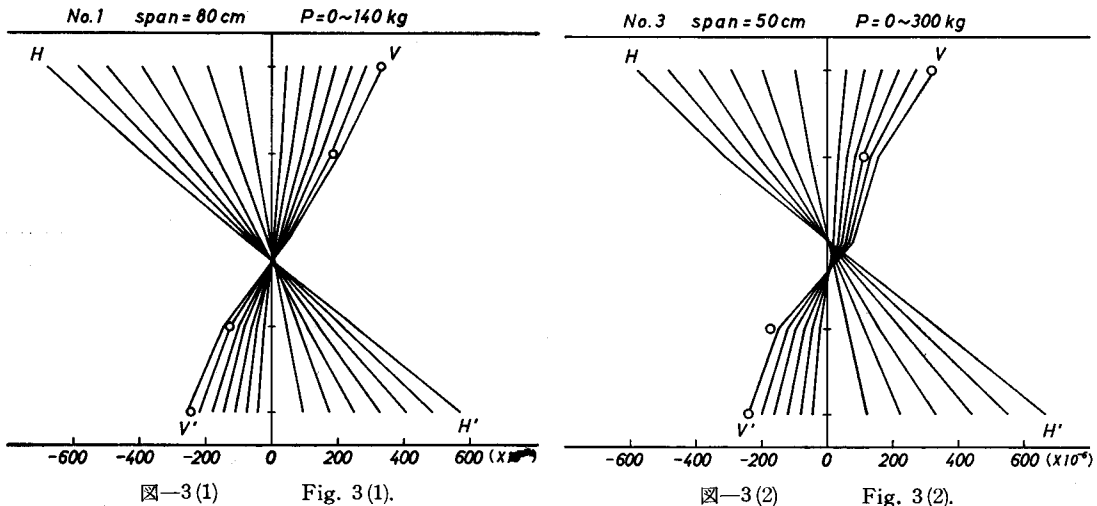


図-3 実測歪分布

$H-H'$: 繊維方向の曲げ歪, $V-V'$: 曲げ歪によって発生した繊維直角方向歪,
 ○: 予測歪値

Fig. 3. Experimental strain distributions.

$H-H'$: Bending strains parallel to the grain, $V-V'$: Strains perpendicular to the grain occurred due to the bending strains, ○: Predicted strain values.

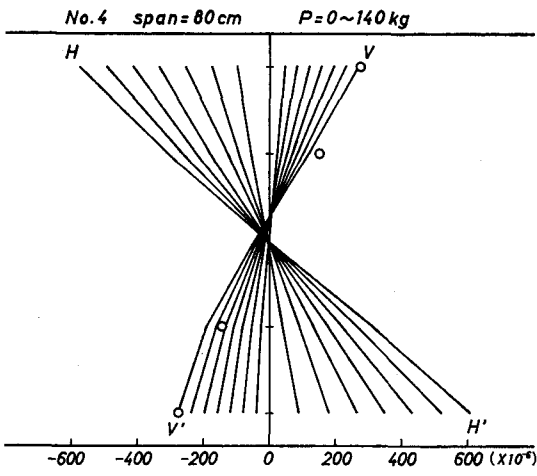


図-3(3) Fig. 3(3).

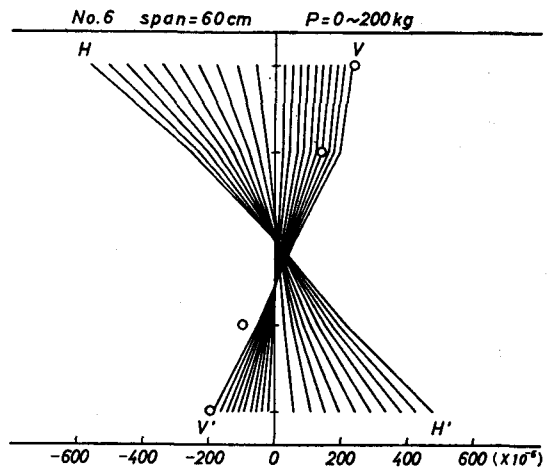


図-3(4) Fig. 3(4).

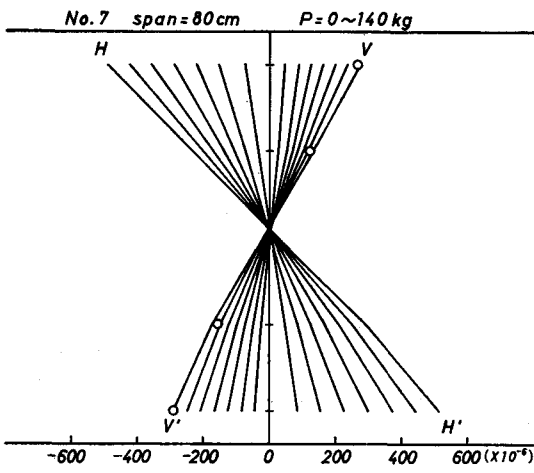


図-3(5) Fig. 3(5).

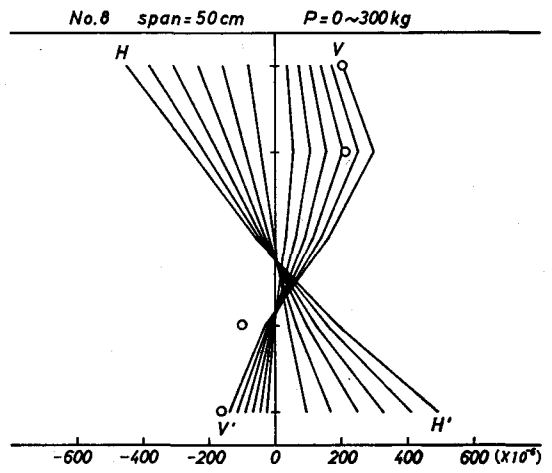


図-3(6) Fig. 3(6).

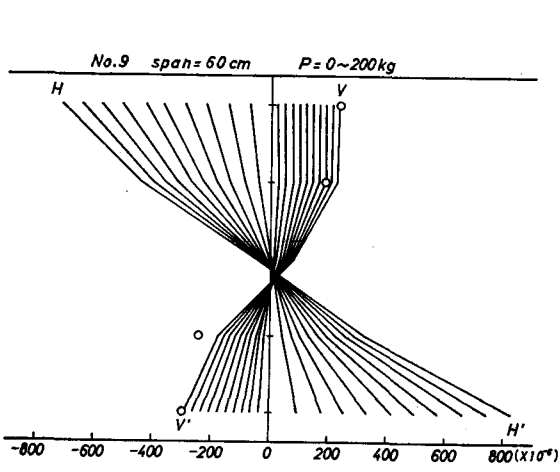


図-3(7) Fig. 3(7).

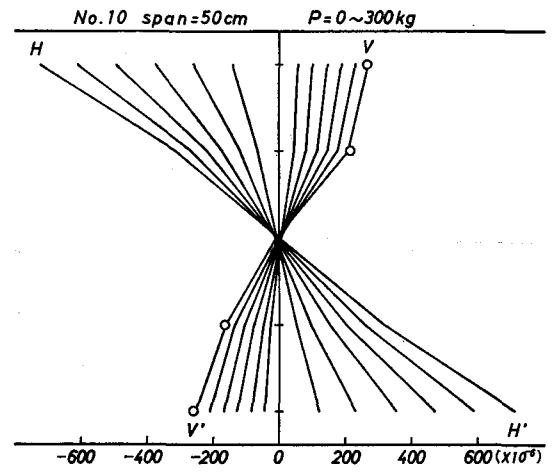
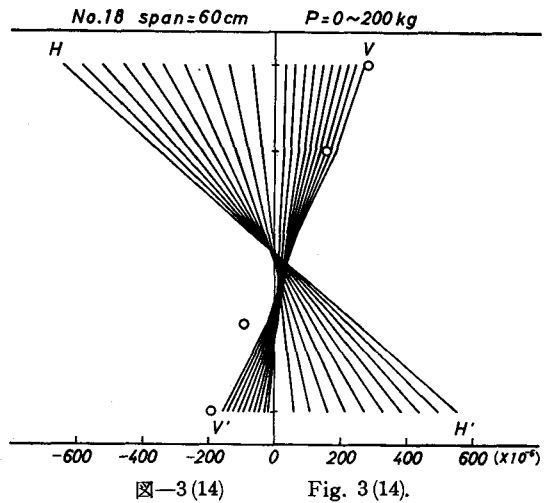
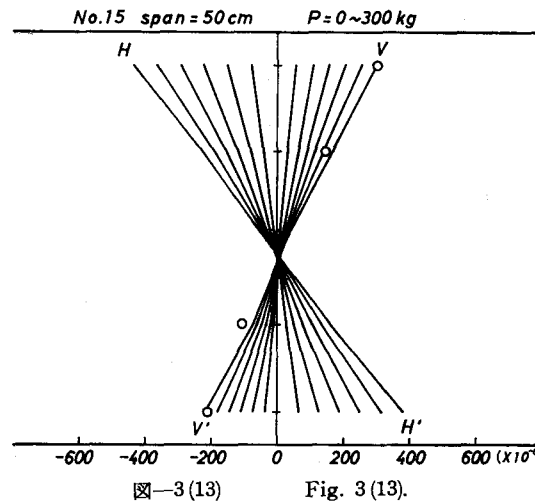
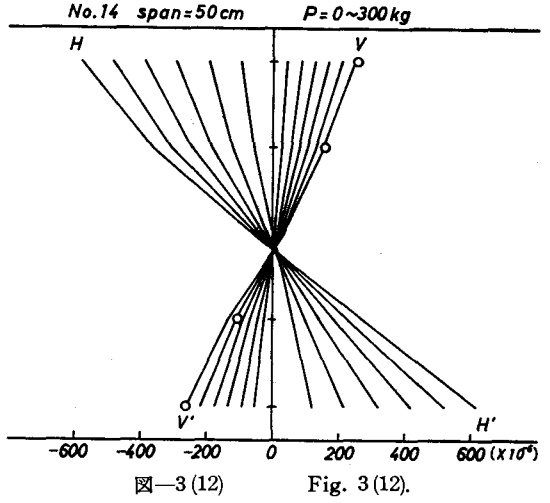
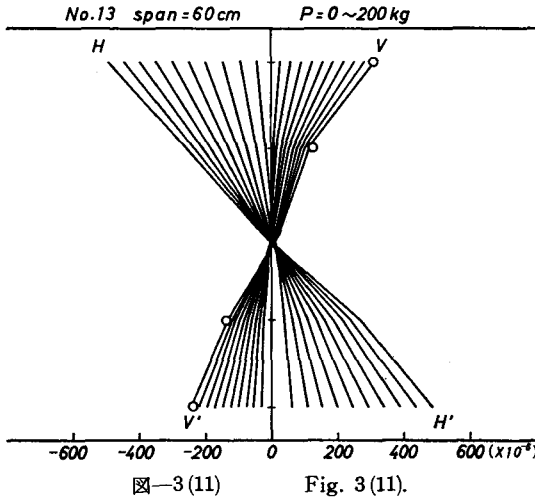
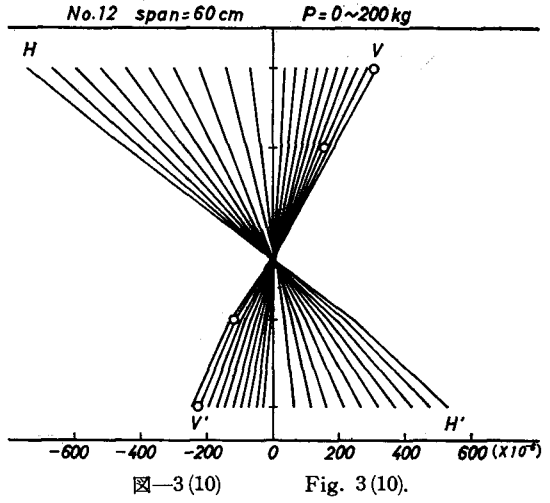
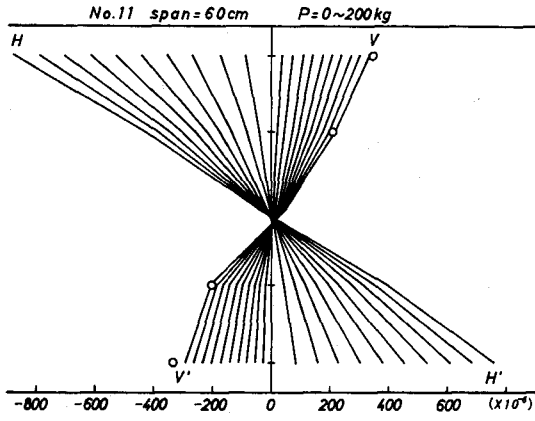


図-3(8) Fig. 3(8).



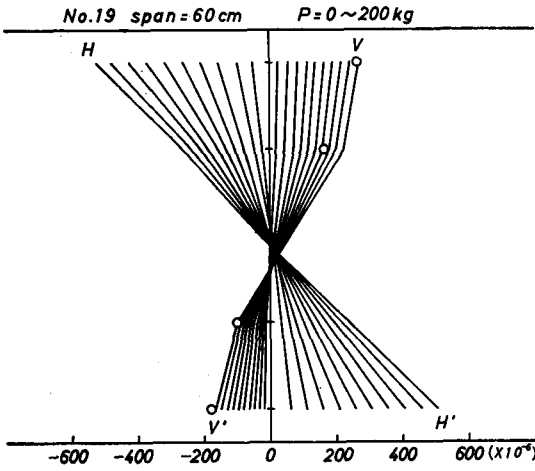


図-3(15) Fig. 3(15).

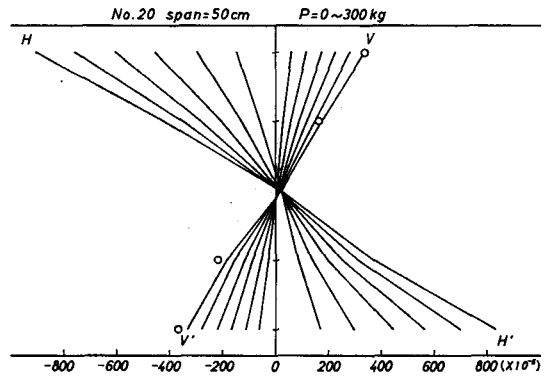


図-3(16) Fig. 3(16).

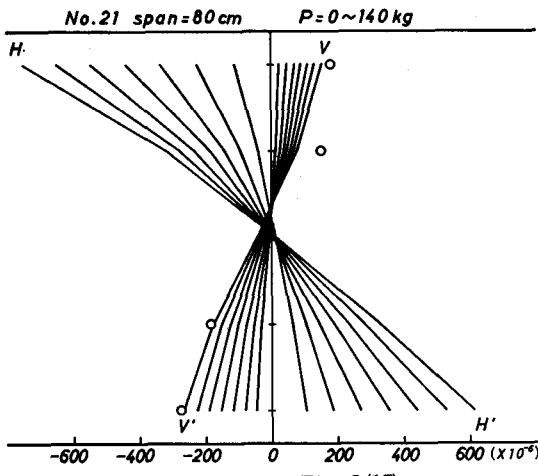


図-3(17) Fig. 3(17).

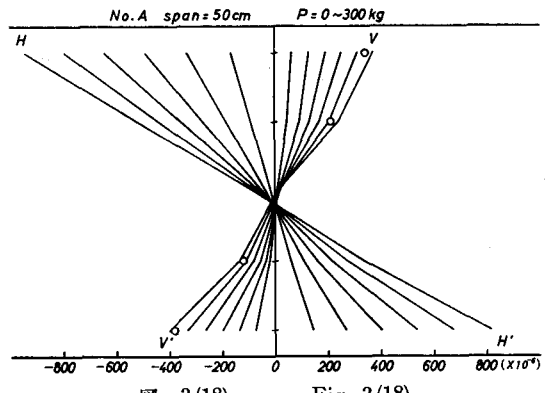


図-3(18) Fig. 3(18).

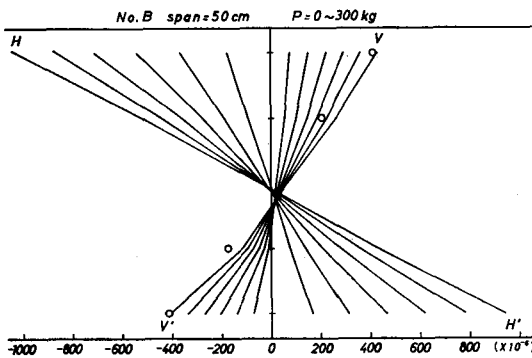


図-3(19) Fig. 3(19).

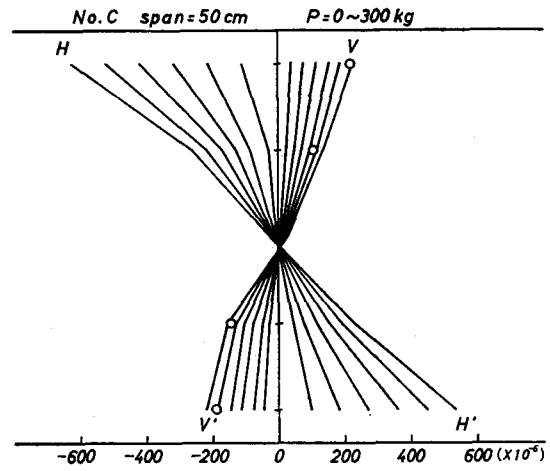


図-3(20) Fig. 3(20).

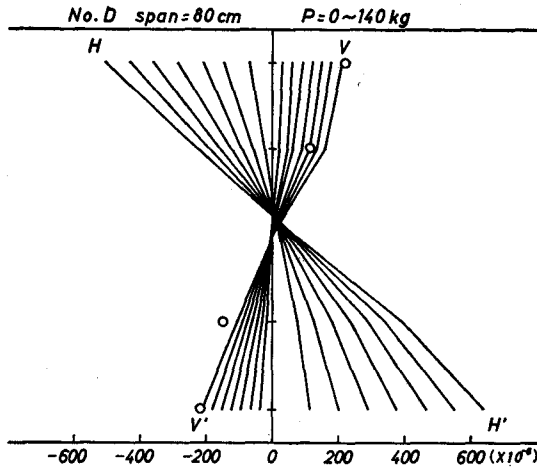


図-3(21) Fig. 3(21).

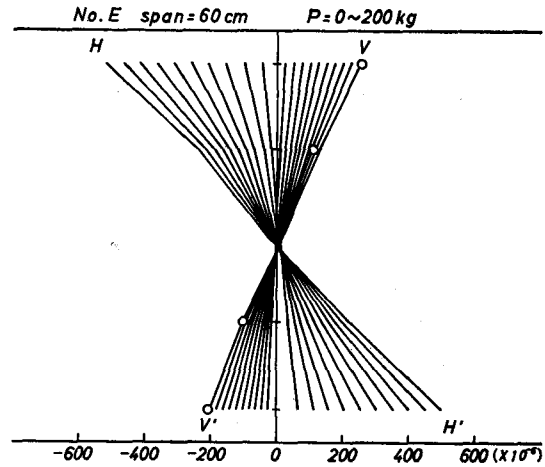


図-3(22) Fig. 3(22).

内にありながら、それらには非常にバラツキがあった。これについては、各試験体ともに、5測定点の繊維方向の曲げ歪はほぼ一定であったのに対し、ポアソン比効果によって生じた同直角方向の歪に差異があったための結果である。これを各試験体におけるポアソン比の(最大値)/(最小値)としてみた場合、22体の平均で1.54、またその範囲も1.07から2.63におよび、木材の局所的な材質の不均一性を物語っている。また、これら5測定点間の位置によるポアソン比の大小については、一定の傾向はなく全くランダムであった。これらの結果から、曲げ試験によりゲージ貼付面を試験体の上下面としてポアソン比を求める場合には、そのゲージ貼付面を引張側としても圧縮側としても何ら差異はないが、木材の局所的な材質の不均一性を考慮して、測定点を複数とする必要がある。

次に、試験体を90°回転させてゲージ貼付面を材せい方向とし、エッジワイズ荷重条件により測定した曲げ歪($H-H'$)と、そのポアソン比効果によって生じた繊維に直角方向の歪分布($V-V'$)を、図-3(1)~(22)に示す。また、図中の○印はいずれも、最終荷重時の曲げ歪の4測定点(材せい中央の測定点は歪が小さいために除外)における実測値に、前述のフラットワイズ荷重条件で求めたポアソン比を乗じて得られる繊維直角方向の予測歪である。各図にみられるとおり、いずれの試験体においても、曲げ歪のポアソン比効果によって生じた繊維に直角方向の実測歪と予測歪とは全体的に良い一致を示し、曲げ歪分布に対応したそのポアソン比効果による繊維に直角方向の歪分布が確認された。しかしながら、外側の2測定点においては非常に良い一致を示しているものの、内側の2点においては、実測値と予測値との適合性がやや劣っている。この予測歪に対する実測歪の比は、フラットワイズ荷重条件で求めたポアソン比に対するエッジワイズ荷重条件でのその比に等しいことから、この両者の比についてみると、外側である圧縮、引張両外縁部から5 mmの位置では、それぞれ平均で0.985, 0.976, 変動係数も5.3%, 7.4%と小さく、非常に良い一致を示す。ところが、同外縁部から18 mmの

位置にある内側の2点については、平均でそれぞれ1.100, 0.988となるものの、その範囲はそれぞれ0.47~1.38, 0.59~1.34であり、非常にバラツキがある。これについては明言は出来ないが、ポアソン比を算出する際の歪量が小さいことに、最大原因があるのではないかと考えられる。外縁部付近の2点においては、ポアソン比が安定していることから、エッジワイズ荷重条件でポアソン比を測定するような場合には、測定点が少なくとも長期許容曲げ応力度の応力レベルまで達している必要があるものと思われる。

4. おわりに

断面3.5×6.2 cmのミズナラ通直材を用い、その純曲げ区間の広い材面の対称位置5点において、繊維方向および同直角方向にストレインゲージを貼付し、まず、フラットワイズ荷重で、ゲージ貼付面を圧縮、引張各応力条件下において、ポアソン比を測定した。次に、試験体を90°回転させてエッジワイズ荷重条件とし、曲げ歪分布の繊維に直角方向歪へのポアソン比効果について、実験的検討を加えたが、結果は以下のように要約される。

1) 材せい方向の曲げ歪に対応して、そのポアソン比に見合った量の繊維に直角方向歪の発生が確認された。

2) ゲージ貼付面を上下面とする曲げ試験によってポアソン比を測定する場合には、ゲージ面を圧縮側としても引張側としても、何ら差異はない。しかしながら、局所的な材質の不均一性を考慮して、測定点は複数とする必要があろう。

3) ゲージ貼付面を材せい方向として、ポアソン比を測定するような場合には、歪を安定させるために、測定点を少なくとも長期許容曲げ応力度の応力レベル下におく必要があるものと思われる。

文 献

- 1) 澤田 稔: 直交異方性材料としての木材の弾性および強度. 材料, 12, 121, 1963.
- 2) 生田晴家: 木材梁のポアソン比効果. 木材学会北海道支部講演集, 13号, 1981.

Summary

In this paper, the effect of Poisson's ratio on the strains perpendicular to the grain in a normal bending was investigated.

Twenty-two 3.5×6.2×53~105 cm test specimens were made of flat-grained Mizu-nara wood. A pair of wire strain gages with 3 mm length were mounted on the symmetrical five points on the center line of a wide face of each test specimen. First, under the condition of flatwise loading the Poisson's ratios were measured on the five points of each specimen keeping all points under both conditions of compression and tension. Next, the wide face with the strain gages was orientated in the depth direction and also the Poisson's ratios were measured on the same five points under the condition of edgewise loading. The results were summarized

as follows :

1) It was confirmed that the strains perpendicular to the grain occurred in the depth direction due to the bending strains and the magnitudes of the former strains agreed on the whole with the products of Poisson's ratios and the bending strains.

2) When measured Poisson's ratio in the bending test, the observed values were almost the same whether the face with the strain gages was under the compressive or tensile stress condition. Considering the partial differences in the wood quality, however, the measurement should be done on the plural points.

3) When measured Poisson's ratio keeping the face with the strain gages in the depth direction, the measuring points should be kept under the long term allowable bending stress.