

京都大学工学部 正員 工博 後藤尚男
岐阜高専 正員 ○渡部卓郎

1. はしがき

さきにわれわれは、まくら木の耐用寿命判定の一助とするために犬くぎの支持機構に注目し、現地軌道における調査測定と室内における実物試験を行ない、特にまくら木の経年と犬くぎの支持機構の関連について報告した(昨年度本講演会 N-28)。今回はこれら室内の実物試験で得られた犬くぎ頭部の水平力(横圧力)と犬くぎの長さ方向に接着したストレインゲージよりのひずみ量とから、犬くぎおよびまくら木内部に作用する水平反力の分布形状を推定しようとした。

2. 実験概要

犬くぎ(使用鋼: JIS G-3101)の前・背面に、長さ: 80 mm × 幅: 10 mm × 深さ: 3 mm の切削部を加工し、ここにポリエステルゲージ(PL-4, 8 mm × 4 mm)を長さ方向に7枚ずつ接着し、再び加工切削部を接着剤(P-2 使用)を埋め戻し材として、原形に復せしめた。この場合問題となるのは、加工犬くぎの被覆された切削部分であるが、硬度試験の結果それほど大きな差異はなかった。かくして加工犬くぎを供試まくら木、すなわちブナ材新品、ブナ材5年、ブナ材10年のそれぞれ3種に打設し、50 kg レールを緊締して金式横圧力測定器を用いて、犬くぎ頭部に横圧力を加えて測定した。なお犬くぎの打設位置は、まくら木の自然的・機械的破壊や腐朽・割裂などによる影響をできるだけ避けるようにした。またこれら3種のまくら木の比重は、それぞれ 0.72, 0.77, 0.66 であった。横圧試験による犬くぎの経年別におけるひずみ分布を示したのが、図-1 ~ 3 である。

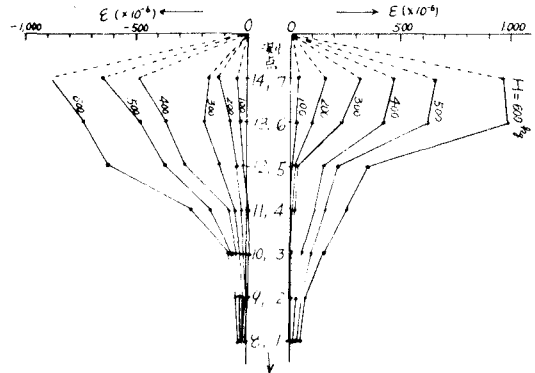


図-1 横圧試験による犬くぎのひずみ分布, フナ 釘頭

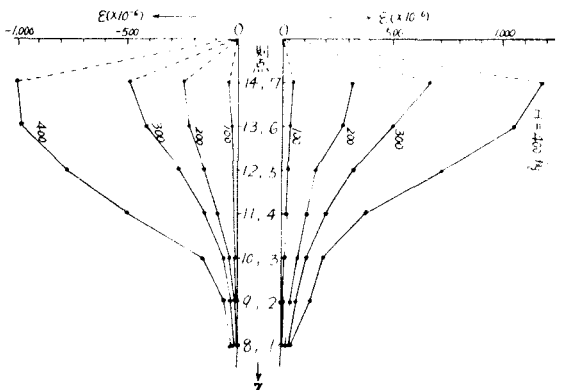


図-2 横圧試験による犬くぎのひずみ分布, ブナ 5年

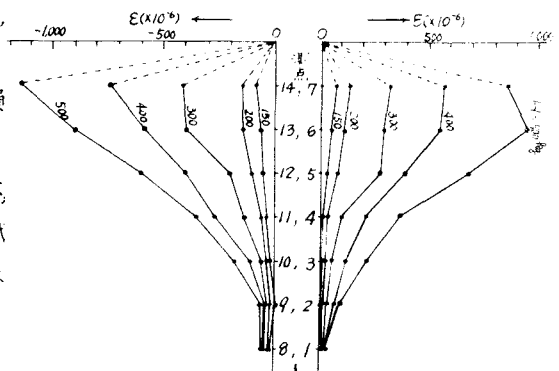


図-3 横圧試験による犬くぎのひずみ分布, ブナ 10年
107-1

3. 水平反力分布形状算定の一方法

犬くぎ頭部にかかる横圧力は、主として犬くぎ自身の曲げ剛性とまくら木内部の水平反力（木材繊維平行方向）によって、抵抗されるとみてよい。

いま横圧試験より得られたひずみ量とこれらの各ひずみ量を超過しない、いわゆる非超過の確率との間の関係を統計理論にもとづいて推定してみる。ここで測定ひずみ量を犬くぎ長さ方向 Z の関数として表わし、図-1~3のようなひずみ分布図について左右ひずみ量をそれぞれ平均して、なめらかな曲線で近似的に表示する。しからば図-1~3などの Z - E 関係は犬くぎ長さ方向の変量 Z を縦軸に、ひずみ変量が生じた度数百分率を横軸にとった、いわゆる頻度曲線と考えることができよう。しかしこれらのひずみ分布曲線は図からも明らかなように、Gauss の正規曲線のように対称形とはならず、ピークがこれらの図で上部に偏し、深さ Z 方向にゆるやかに減少する非対称形を示している。しかして分布曲線が非対称分布形である場合、対数正規分布をあてはめると比較的よい適合度を有することがすでに岩井博士によって発表されているので、変数 Z の自然対数 $\ln Z$ をとり、半対数紙上に度数分布図を描くと、これはほぼ図-1~3で上下方向に対称な分布形に近づき、さらに対数正規確率紙上にプロットすると、図-4のごとくほぼ直線に近く、このことから与えられた分布は対数正規に近いと考えてよからうことがわかる。ここで対数正規分布は Gauss の正規分布 $Y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\{-\frac{(Z-m)^2}{2\sigma^2}\}$ の確率変量を対数変換して導かれるものであって、次式で与えられている。

$$Y(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(\ln Z - m)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (1)$$

ここで $m(Z) = \sum(f_i \ln Z_i) / \sum f_i$, $\sigma^2 = \{\sum(f_i \ln^2 Z_i) - (\sum f_i m^2(Z))\} / \sum f_i$

しかるに犬くぎ長さ方向のひずみ分布を表わす関数は、周知のとおりは理論より $g(Z) = -d^2M/dZ^2$, $M = \sigma W = E(Z)EW$ なることより、上式の $E(Z)$ に式(1)を代入することにより $g(Z)$ は次式のごとく表わすことができる。

$$g(Z) = EW \sqrt{\frac{2}{\pi}} \sigma^3 \left(\frac{1}{Z^3} \right) \left[1 - \frac{(\ln Z - m(Z))}{\sigma^2} \right] \exp\left[-\frac{(\ln Z - m(Z))^2}{2\sigma^2}\right] \quad (2)$$

いまブナ材の新品、同経年5年、10年について上式などの $m(Z)$ と σ について計算した結果を表-1に示した。さらにこれらの各値を式(2)に代入して数値計算した結果より、各供試まくら木における水平反力分布形状を表わす $g(Z)/EW = C$ を算出した結果を図-5に示した。なお詳細は講演時にゆずる。

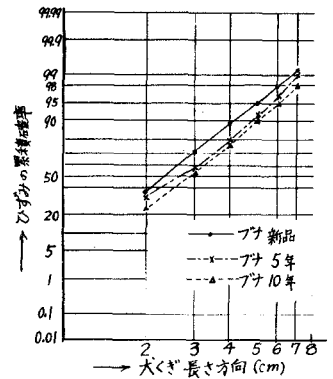


図-4 ひずみの正規性検定図

表-1 各まくら木における σ , σ^2 , $m(Z)$

樹種経年	σ	σ^2	$m(Z)$
ブナ新品	0.357	0.127	1.07
ブナ5年	0.370	0.137	1.16
ブナ10年	0.404	0.163	1.18

ただし横圧力 $H = 400 \text{ kg}$ についてのもの

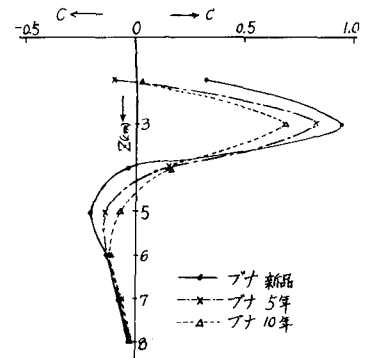


図-5 水平反力形状数値の C
(ただし $H = 400 \text{ kg}$ についてのもの)

1) 岩井重久：水文学における非対称分布に就て，土木学会論文集，1・2号合併号，昭28.

2) 岩井重久：Slade型分布の非対称性の吟味及びそのZの新解法，土木学会論文集，4号，昭28.