

秋田大学 学生員 ○唐沢 洋司

秋田大学 正 員 稼農 知徳

秋田大学 正 員 薄木 征三

1. まえがき 著者らは、せん断変形を考慮した薄肉部材の梁理論¹⁾を動の場合に展開し、その適合性を検討することを目的として、二三の研究発表をしてきた。従来、せん断変形の影響については、数多くの人により研究報告がなされている。Timoshenko梁により曲げ弾性波の高周波領域での欠点が改良され、さらに曲げねじり波動については、Aggarwal-cranch³⁾により修正されている。しかしながら、これらの理論は、本理論と同様に断面形不変のまま振動するものである。位相速度分散曲線において、断面変形を考慮した理論⁴⁾⁵⁾と比較すると多少異なった分散を示す。本報告では、二三の断面についてこれらの比較検討を行なう。

2. 位相速度分散曲線 波動の性質を良く示す位相速度分散曲線は、次のように求められる。式(1)に示される本理論の変位場より微小変形に対するひずみエネルギー・運動エネルギーを求める。次に無限長さの一樣な梁の自由振動方程式を求め、梁の軸方向への進行波式(2)を代入すると自由振動弾性波の位相速度分散曲線が求められる。

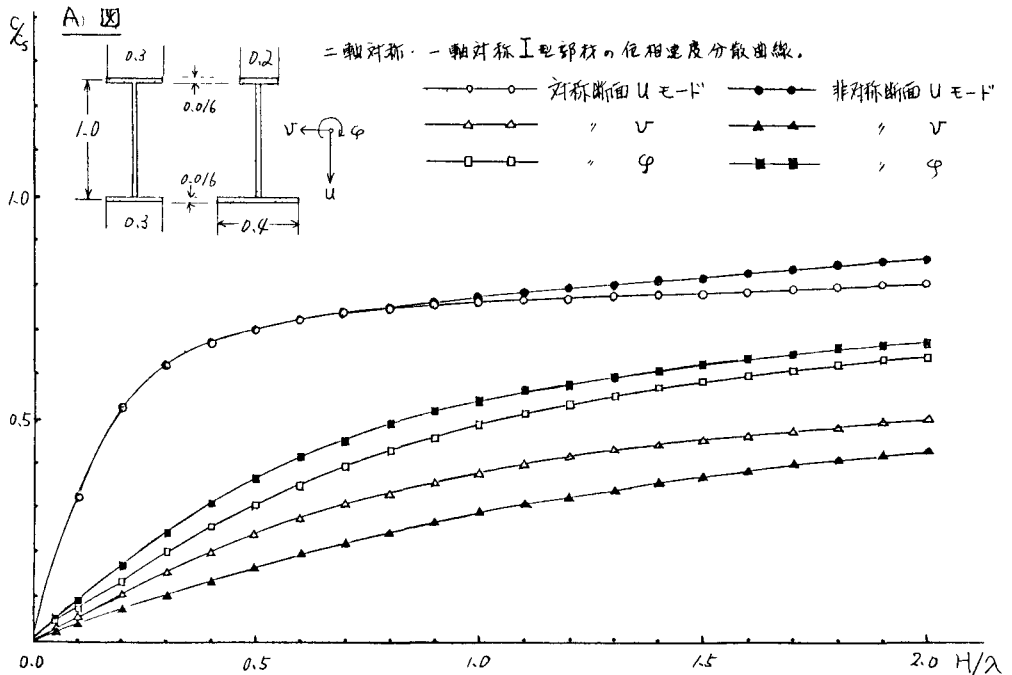
$$\bar{U} = U - y \cdot \varphi, \bar{V} = V + z \cdot \varphi, \bar{W} = w - x \cdot u' - y \cdot v' - \omega \cdot \varphi + \frac{E}{G} (B_x U + B_y V + B_z \varphi) \quad (1)$$

波長 λ ・位相速度 C ・ x 方向への進行波: $\alpha = \frac{2\pi}{\lambda}$ として、

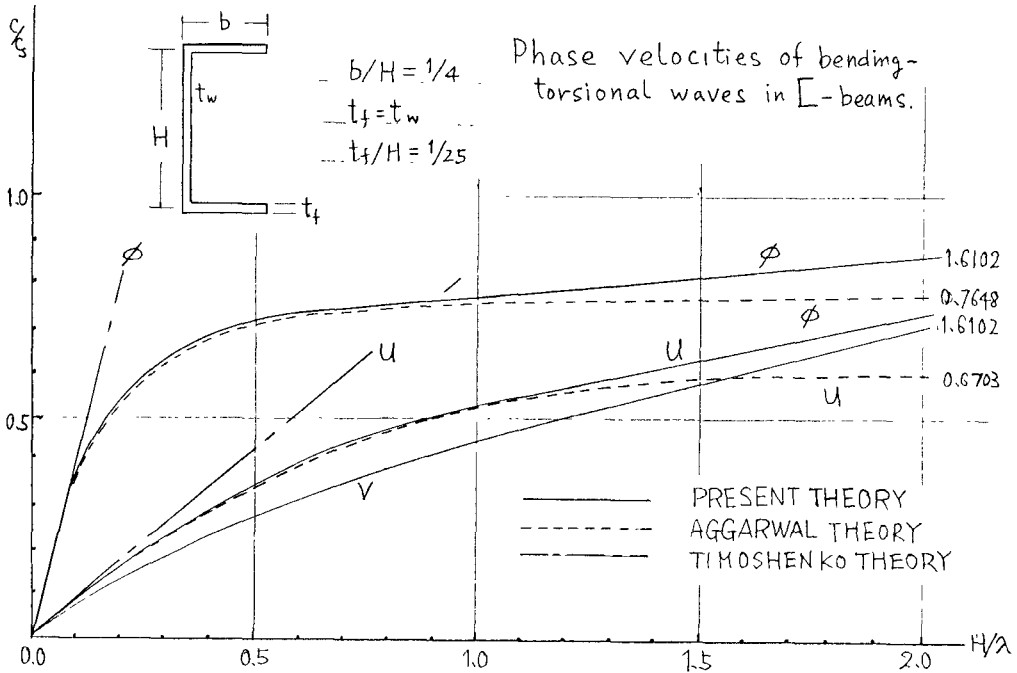
$$\begin{aligned} U &= \tilde{U} \cdot \sin \alpha (z - c \cdot t) & V &= \tilde{V} \cdot \sin \alpha (z - c \cdot t) & W &= \tilde{W} \cdot \cos \alpha (z - c \cdot t) \\ \varphi &= \tilde{\varphi} \cdot \sin \alpha (z - c \cdot t) & U &= \tilde{U} \cdot \cos \alpha (z - c \cdot t) & V &= \tilde{V} \cdot \cos \alpha (z - c \cdot t) \\ \varphi &= \tilde{\varphi} \cdot \cos \alpha (z - c \cdot t) & & & & \end{aligned} \quad (2)$$

ここに $\sim$ は振幅を示す。

3. 数値計算例



B図 薄肉チャンネル部材の位相速度分散曲線。



A・B 図中、縦軸は位相速度 c とせん断波速度 $c_s = \sqrt{G/P}$ の比、横軸は断面寸法 H と波長 λ の比である。

A 図は、等断面積での二軸対称、一軸対称 I 型部材の位相速度分散曲線であり、ねじりと連成する曲げモードは、位相速度の低下を示している。又、高周波領域では、縦波の位相速度 $c_0 = \sqrt{E/P}$ に全てのモードが収束している。

B 図は、一軸対称 Γ 断面部材の位相速度分散曲線を示しており、断面寸法と同程度の波長までは各モードそれぞれほぼ一致している。(差は約4%) 破線で示した Aggarwal-Cranch の理論の ϕ モードの収束は早く $\alpha = 1.5$ 付近で収束値の約99%に達している。実線は、本理論による分散曲線であり、 $\alpha = 1.0$ で収束値の約90%に達する。ねじりと連成する曲げモード U は、Aggarwal Cranch の理論では $\alpha = 1.5$ 、本理論では $\alpha = 5.0$ で90%に達する。Timoshenko 梁の場合と同様に Aggarwal - Cranch の理論では、3次元弾性論との比較により求めた平均せん断係数 K を用いている。(図Bでは、 $K' = \pi^2/12$ を用いた。) 本理論では、理論内にせん断変形の効果を含んでいる。この点が本理論の主な特徴の一つである。しかしながら、棒理論となっているため、各モードは縦波の位相速度に収束する。両理論ともに、断面変形を考慮した理論と比較すると異なった性状を示すが、梁のたわみ振動程度では、かなり良い近似を与えていると考えられる。当日は、さらに2・3の数値計算結果を示す。

参考文献 1) 篠農・薄木・堀江：薄肉直線材のせん断変形解析：第26回応用力学連合講演会概要集。

2) 篠農・薄木・唐沢：薄肉断面部材における弾性波の波動特性：土木学会年次講演会概要集・1979年

3) Aggarwal Cranch: A Theory of Torsional and Coupled Bending Torsional Waves in Thin walled Open Section Beams: Jour. of Applied Mech:

4) 能町・角田・岸：薄肉H型断面梁の弾性波の位相速度について、土木学会論文報告集第244号

5) 奥村・坂井：薄肉平板より成る立体的構造物の静力学的解析に関する一方法とその応用：土木学会論文報告集 第176号 等。