

I-28 衝撃をうける単純梁の応力状態について

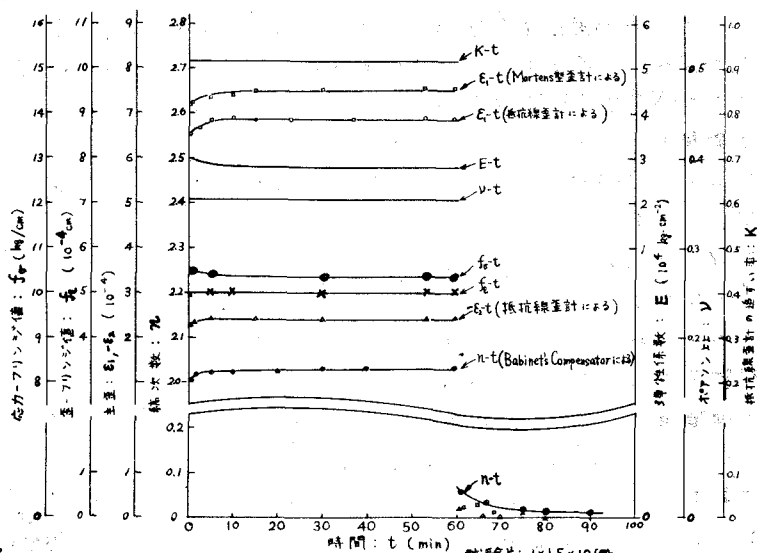
京都大学工学部 正 員 丹羽義次
鹿島建設株式会社 正 員 植田章嗣
京都大学大学院 学生員 岡崎悌次

§1. まえがき 既報(第8回年次講演会, 昭和38年度関西支部年次講演会)に続き, 動光弾性実験により単純梁の衝撃現象を研究した結果の概要を述べる。

光弾性材料はAraldite Bを用いた。この材料の動的性質を調べそれを単純梁の解析に用いた。単純梁の支間中央に鋼落錘による横方向集中荷重を加え, その際に生じる縞模様の変化を光弾性装置(6300Å Filter等)を通して高速カメラで撮影した。縁応力の位置的, 時間的分布は波動伝播とたわみ振動とが複雑に現われ, これを定量的に解析することは困難であったので, ここでは瞬間的外力による振動の理論との近似的な比較を試みた。

§2. Araldite Bの機械的, 光学的性質 Araldite Bはつぎのような基本的性質をもつと仮定して実験を行なった。すなわち, 1) Araldite BはVoigt 固体である。2) Araldite Bの複屈折はVoigt 模型のバネの伸びに比例する。

i) 静的実験 図-1はクリープ試験の結果を示す。この程度の载荷条件においては, 実用的には弾性体とみなしうるようである。他の実験結果も考慮してつぎのような静的定数が得られた。ただし, フリンジ値は6300Åに対するものである。



歪フリンジ値: $f_{\epsilon,0} = (470 \pm 30) \times 10^{-6} \text{ cm}$

図-1 アラルダイトB棒の引張クリープ試験結果

応カフリンジ値: $f_{\epsilon,0} = 10.5 \pm 0.5 \text{ kg/cm}^2$, 弾性係数: $E_0 = 29,500 \pm 1,500 \text{ kg/cm}^2$, ポアソン比: $\nu = 0.36 \pm 0.01$, 単位体積質量: $\rho = 1.25 \text{ g/cm}^3$, 抵抗線歪計歪み率: $K = 0.90 \pm 0.03$

(対象とする応カレベル $< 150 \text{ kg/cm}^2$)

ii) 動的実験 図-2は両端自由のAraldite B細長棒の縦振動実験の結果を示す。歪速度に対する弾性係数などについては研究中である。動的歪フリンジ値は, 一端固定棒(図-3,4), 一点固定円板(図-5), 一辺固定矩形板および純曲りをうける単純梁について求めた。これらの模型に衝撃を加えた際の測定点における主歪差の変化は抵抗線歪計によるデータの

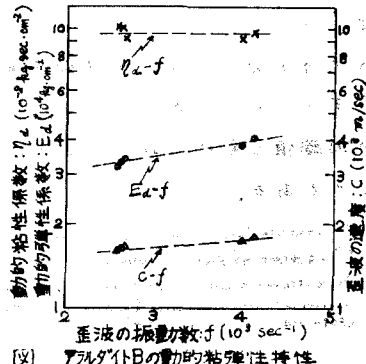


図-2 アラルダイトBの動的粘弾性特性

ら求め、繰り数の変化はフィルムから読み、つぎの式から動的歪-フリッジ値を算出した。

$$f_{e,d} = \frac{[E_1(t) - E_2(t)]b}{n(t)} \cdot \frac{1}{K_d} \quad (2\text{軸応力状態})$$

$$= \frac{(1+\nu_d)E_1(t)b}{n(t)} \cdot \frac{1}{K_d} \quad (1\text{軸応力状態})$$

ここに、 $E_1(t), E_2(t)$ = 主歪の時間的変化、

$n(t)$ = 繰り数の時間的変化、 ν_d (動的) ポア

ソン比、 b = 試験片の厚さ、 K_d = 抵抗線歪計の

(動的) 追随率である。 $[E_1(t) - E_2(t)]/n(t)$

あるいは $E_1(t)/n(t)$ は両曲線の時間

軸と囲む面積の比として計算し

た。行なった程度の衝撃に対し

ては、いずれの模型の場合にも動的歪-フリッジ値は

実験誤差内で静的歪-フリッジ値に一致するとみなし

うようである。

§3 単純梁の衝撃実験

図-6 は、厚さ 1 cm、高

さ $h = 2$ cm、支間 $l = 20$ cm の比較的細長い梁に、質量

比 = (梁の質量 m_1) / (落錐の質量 m_2) = $M = 1$ 、衝突速度 $U_{20} = 1$ m/sec

の衝撃を加えたときの中央下縁繰り数の時間的変化

を示す。曲線(2)は St. Venant の応力式の級数の第 1 項

だけを計算したごく近似的な曲線である。

曲線(3)は Rayleigh Beam Equation を外力が正

弦曲線で表わされるとしてフーリエ級数

を用いて解いたものである。この図から

判断する限り最大応力値は実験値と 2 つ

の理論値とでかなり一致するようである。

しかし、St. Venant の式をさらにくわしく

計算すれば応力値が時間的にかなり変動

するようであり断定はできない。くわし

い計算結果との比較は当日行なう予

定である。図-7 から、最大応力は

いずれの梁においても衝撃速度に比

例することがわかる。図-8 は St. Venant

の理論値に剪断抵抗の補正^{*2}を試みた

ものである。

*1 W. Goldsmith, 'Impact', Edward Arnold LTD, 1960, p. 55~65

*2 A. A. Betser, M. M. Frocht, 'A Photoelastic Study of Maximum Tensile Stresses in Simply Supported Short Beams under Central Transverse Impact', Journal of Applied Mechanics, Dec. 1957 p. 509~514

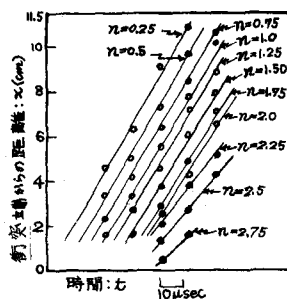


図-3 端の一軸応力

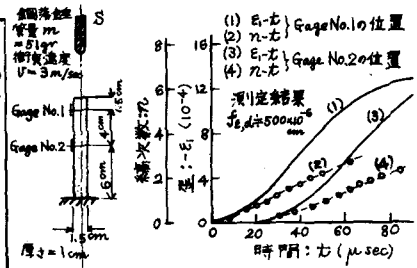


図-4 一端固定端の衝撃実験

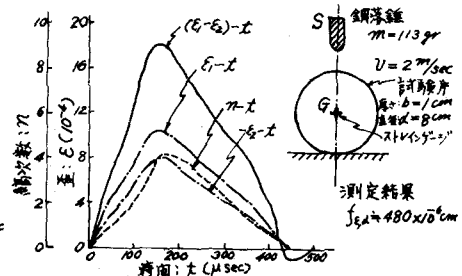


図-5 円板の衝撃実験

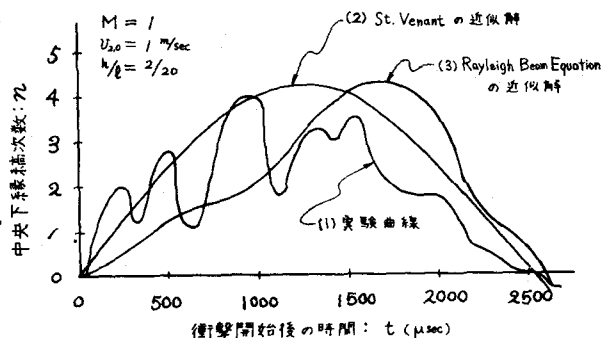


図-6 中央下縁繰り数の時間的变化

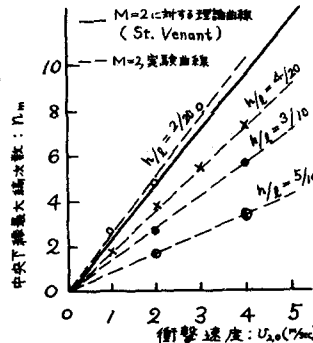


図-7 中央下縁最大繰り数と衝撃速度との関係

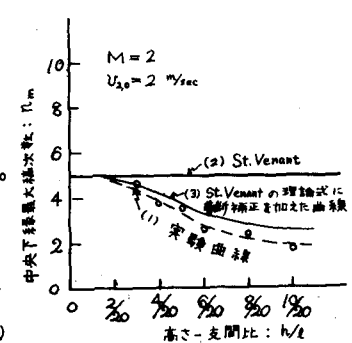


図-8 中央下縁最大繰り数と高さ支間比との関係