

山口大学工学部 正員 最上 幸夫
 " " 〇田村 洋一
 " " 小島 一広

1. まえがき

前年度においてわれわれは等分布衝撃が2, 3の鋼材ばりの対称位置に作用した場合の塑性変形について、理論的ならびに実験的研究を行ない、理論値と実験値とを比較検討したところほぼ妥当な結果が得られたので今回はさらに等分布衝撃が鋼材ばりの任意点に作用した場合の塑性変形について理論的ならびに実験的研究を行ない、若干の考察を行なったので、ここに報告する。

2. 実験の概要

実験の要領は前回と全く同様であり、その概略は次の通りである。まず片持ちばりの実験とは任意の作用点として実験の便宜上は先端よりスパン長の1/4点に等分布衝撃を作用させた。等分布衝撃としては前回同様に落錘を使用し、その重量はそれぞれ3.09, 5.12, 7.07および10.01Kgの4種を用い、片持ちばりのスパンは30~70cm(10cmごとに変化)の5種、またおもりの落高は20~60cm(10cmごとに変化)の5種とし、鋼材ばりとしては入手の便宜上従来と同様0.95cm角の正方形断面のものを用いた。

次に単純ばりおよび両端固定ばりについては、任意点として便宜上支点からスパンの1/4点に作用させ、等分布衝撃としてのおもりは7.07, 10.01, 12.22 および15.03 Kg(いずれも分布長15cm)の4種、スパン長は60~100cm(10cmごとに変化)の5種、おもりの落高は30~70cm(10cmごとに変化)の5種として実験を行ない、いずれの場合も同一状態の実験は5回繰り返す、特に異常と思われる値がでた場合はこれを除外してもう一度実験をやり直し、5回の平均値をもって所要の実験値とみなして実験結果を整理した。

3. 理論的考察

これまで行なってきた解析では塑性変形の移動速度は一般に直線的変化をなすものと仮定して取り扱い、それでほぼ妥当な結果が得られたのであるが、今回の任意点作用の場合については必ずしもこのような仮定では良好な結果が得られなかったため、このたびは上述の仮定を改め、最も一般的な仮定として次式を採用した。

$$v = v_0 \{1 - (t/t_f)^n\} \tag{1}$$

ここに、 v : 衝撃点の鉛直方向の移動速度、 v_0 : 同上移動初速度、 t : 時間、 t_f : 衝撃瞬間から衝撃点が停止するまでの時間、 n : 実験結果から決まる定数。

かくすると実験値に合致するような n の値を決めることによって速度変化の状態が求まる。もっとも実験装置の関係から実際にはこのような速度変化の状態を実測することができないので、速度変化の妥当性についての判定はできず、これについては今後の検討に俟たなければならぬ。一応今回は式(1)のような仮定のもとに理論式を展開することとした。紙数の関係で詳細は省略するが、誘導された算式の結果を示せば、次の通りである。

1) 片持ちばりの場合 (Fig. 1 参照)

$$\delta/l = \left(\frac{n}{n+1}\right) \alpha \cdot \sigma \cdot L^{-1} \cdot N_1^{-1} \tag{2}$$

ここに、 δ : 衝撃点の鉛直塑性たわみ、 l : 片持ちばりのスパン、 n : 式(1)と同じ、その他の記号は以下の通りである。

$$\begin{cases} \alpha = I^2 / (M_0 m a), & \sigma = b/l, \\ L = 1 + (1 - \delta/2) / \beta, & N_1 = 1 + (v_0 / 2 D b) \int_0^1 (1 - s^n)^{1/p} ds \\ \beta = m a / (c m / l) \end{cases} \tag{3}$$

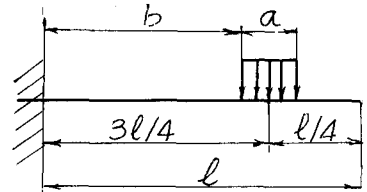


Fig. 1

ここに、 I ：分布衝撃量（ $= ma\sqrt{2gh}$ ）， m ：おもりの単位長と当りの質量， a ：衝撃おもりの分布長， g ：重力の加速度， h ：おもりの落高， M_0 ：ばりの全塑性モーメント， m' ：ばりの単位長と当りの質量， D, P ：材料により決まる定数（鋼材では $D=40.4 \text{ sec}^{-1}$ ， $P=5$ とする）。

2) 単純ばりの場合 (Fig. 2 参照)

この場合塑性変形は Fig. 2 に示すごとくなり，
与えられた衝撃量 I (分布長 a) を図のごとく， x
と $(a-x)$ の区間に分け，それぞれ I_x ，
 I_{a-x} と表わせば，区間 b に対しては，次式が成立する。

$$\delta/l = \left(\frac{\pi}{2\pi+1}\right) \alpha_1 \frac{2bx}{al} L_1^{-1} \cdot N_1^{-1} \quad (4)$$

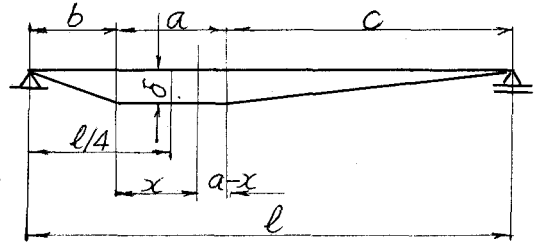


Fig. 2

ここに，

$$\left. \begin{aligned} \alpha_1 &= I^2 / (2M_0 ma), \quad L_1 = 1 + (a/bl)(1+b/x) \\ N_1 &= 1 + (v_0'/2Db)^{1/P} \int_0^1 (1-s^2)^{1/P} ds, \quad v_0' = \sqrt{2gh}/L_1 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

同様に区間 c に対しては次式が成立する。

$$\delta/l = \left(\frac{\pi}{2\pi+1}\right) \alpha_1 \frac{2c(a-x)}{al} L_2^{-1} \cdot N_2^{-1} \quad (6)$$

ただし， $L_2 = 1 + (a/bl)\{1+c/2(a-x)\}$

$$N_2 = 1 + (v_0''/2Dc)^{1/P} \int_0^1 (1-s^2)^{1/P} ds, \quad v_0'' = \sqrt{2gh}/L_2 \quad (7)$$

3) 両端固定ばりの場合：

この場合は単純ばりと全く同様の式が成立し，式(4)および(6)における α_1 の代わりに， $\alpha_2 = \alpha_1/2$ を用いればよいことになるので，紙面の都合上式は省略する。いずれの場合も計算要領は同様であるから，単純ばりの場合について述べると，まず適当な n, x の値を仮定し，式(4)と(6)による値が一致するように，試算的に x の値を求めると，それによって δ の値が決まる。この δ の値と実験値を比較することによって，さらに n の値を適当に移動させ，実験値に近い値を与える n の値を探せばよい。なお $x = ac/(b+c)$ として概略値を求める。

4. 解析と実験結果との検討

上述の解析法による結果と実験値との比較の代表例を示すと，Fig. 3～Fig. 5 のようである。

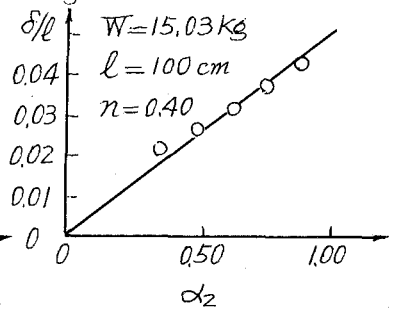
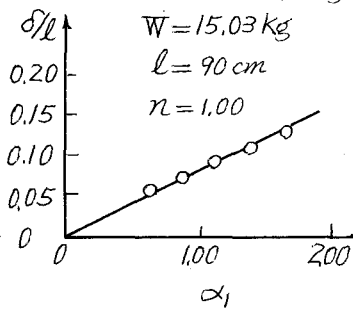
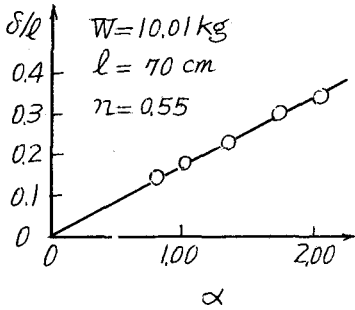


Fig. 3 Cantilever beam

Fig. 4 Simple beam

Fig. 5 Fixed beam

5. 結言

- (1) 片持ちばりの場合：従来の $n=1$ としては計算値は実験値よりも過大な値となるので，試算の結果 $n=0.55$ と仮定すれば，衝撃量，スパン長に無関係にほぼ実験値と良い一致を示した。
- (2) 単純ばりの場合：この場合は $n=1$ と仮定してほぼ実験値と一致すると考えて差支えないようである。
- (3) 両端固定ばりの場合：この場合は $n=0.40$ と仮定すれば，大略実験値に近い値を示すが，両端固定の場合には実験値は直線よりも曲線的傾向を示し，軸力の影響を考慮する必要があるものと考えられ，今後の検討に俟たなければならぬ。