

I-84 衝撃を受けた2,3のはりの塑性変形について

山口大学 正員 最上 幸夫

学生員 ○ 呉 誠雄

1. 結 言

著者らはかなり大きい衝撃が2,3のはり構造に作用した場合の塑性変形について若干の実験的ならびに理論的考察を行ない、2,3の簡単な仮定を設けることによって得られた算式が実験結果とかなり良い一致を示すことを報告したが、前回の報告は衝撃がスパン中点(対称点)に作用する場合を取扱ったが、今回はさらにこれを一般化して衝撃がはり構造の任意点に作用する場合を取扱った。地震、台風、津波など1種の衝撃現象を伴う場合の各種構造物の塑性変形や破壊に関する研究は今後ますます重要な度を増すものと思われるが、まずその手始めとして、簡単なはり構造の衝撃に対する塑性変形や破壊の問題をとり上げた。本文においては、上述のように鋼材はり任意点に衝撃を受けたときの塑性変形について理論的ならびに実験的検討を行なった。以下これについて報告する。

2. 実験の概要

実験はほぼ前回と同様の要領で行なった。すなわち、実験に使用した鋼材はりは 0.95×0.95 cmの正方形断面で、はり構造としては、片持ちはり、単純はり、両端固定はり、3および5スパン連続はりなどについて実験を行なったのであるが、これらの一部については目下なお実験を継続中であるので、今回は一応の結果を得た単純はりおよび両端固定はりの場合のみについて述べる。今回の実験では一連の構造形式について実験を行なう関係上、スパン長はすべて一定とし、 $l = 50$ cmを用いた。したがって衝撃量 I の大きさのみを種々変化させて実験した。すなわち鋼製おもりとしては、4.6, 9.5 および 14.5 Kg の3種、落高は $10 \sim 60$ cm (10 cmごとに変化)の範囲で鋼製ガイドに沿うておもりを自由落下させて衝撃を加えた。衝撃の作用する任意点としては、実験の便宜上、スパンの $1/4$ 点のみに限定した。同一状態の実験は経費や労力の点から、3回行ない、はなはだしい相異がない場合は一応これらの平均値を採って実験結果を整理した。

3. 解析ならびに実験結果との比較

衝撃がはりの任意点に作用する場合の解析は対称点に作用する場合とほぼ同様の考え方によって取扱えばよい。また単純はり両端固定はりの場合も全く同様に扱える。単純はりの場合は支点の動的降伏モーメントが0となる点と異なるだけであるから、ここでは両端固定はりの場合について述べる。解析を進めるに当た

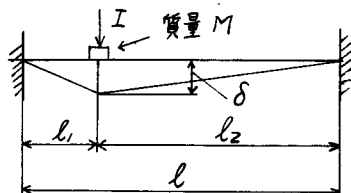


図-1

って設けた仮定は前回¹⁾と全く同様である。そこで図-1を参照すれば、任意点に作用する衝撃量 I および衝撃質量 M を2つの部分に分け、図-1の l_1 および l_2 区間に作用するものをそれぞれ I_1 および I_2 , M_1 および M_2 とすれば、これらの間には、つぎの関係が成立しなればならない。

$$\left. \begin{aligned} I_1 + I_2 &= I, & M_1 + M_2 &= M, & v_0 &= I_1/G_1 = I_2/G_2 = I/G \\ G &= M + \frac{1}{3}ml, & G_1 &= M_1 + \frac{1}{3}ml_1, & G_2 &= M_2 + \frac{1}{3}ml_2 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここに、 $I = \text{集中衝撃量} = MV = M\sqrt{2gh}$ (M : 落体質量, V : 衝撃直前の落体の速度, h : 落高, g : 重力の加速度)
 v_0 : 衝撃直後の衝撃点の鉛直方向の初速度, $G = \text{おもりおよびはりを含めた換算質量}$ 。

つぎに動的降伏モーメント M_d と静的降伏モーメント M_0 との関係は次式を仮定する。

$$M_d = M_0 \left[1 + (v_0/2Dl)^{1/p} \right] \quad (2)$$

ここに、 D, p は材料によってきまる定数。(鋼材では、 $D = 40.4 \text{ sec}^{-1}$, $p = 5$)
 前報文と同様に取扱えば、次式を得る。

$$t_f = \frac{I_1 l}{2M_0 \left\{ 1 + \frac{p}{p+1} \left(\frac{v_0}{2Dl} \right)^{1/p} \right\}} = \frac{I_2 l}{2M_0 \left\{ 1 + \frac{p}{p+1} \left(\frac{v_0}{2Dl} \right)^{1/p} \right\}} \quad (3)$$

ここに、 t_f = 衝撃直後から衝撃点が鉛直下方に運動して停止するまでの時間。

したがって、衝撃点の鉛直塑性たわみ δ は、 $\delta = \frac{1}{2} v_0 t_f$ (4)

式(1)および(3)より、 $I_1 = \frac{I}{\left[1 + \frac{p}{2} \left\{ \frac{1 + \frac{p}{p+1} \left(\frac{v_0}{2Dl} \right)^{1/p}}{1 + \frac{p}{p+1} \left(\frac{v_0}{2Dl} \right)^{1/p}} \right\} \right]}$ (5)

したがって、式(5)より I_1 が求まれば、式(3)より t_f が決まり、式(4)より δ が求まる。単純ばりの場合は式(3)の $2M_0$ の代わりに M_0 とおけばよい。以上の関係を用いて求めた計算値と実験値とを比較すると、図-2, 3のごとくなる。計算に用いた数値は、 $l = 50 \text{ cm}$, $D = 40.4 \text{ sec}^{-1}$, $p = 5$, $M_0 = 589.45 \text{ kg cm}$ 。

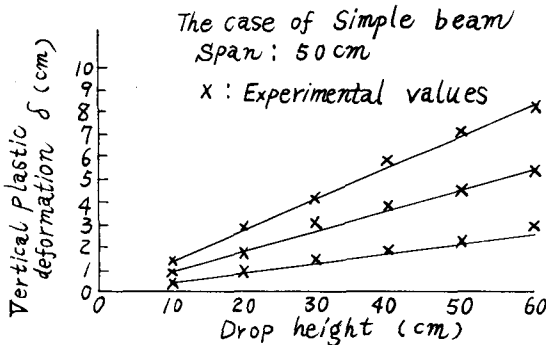


図-2

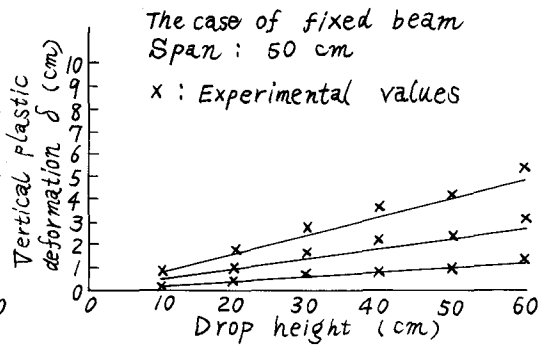


図-3

4. 結言

著者らは前回の報告においては、主として衝撃が片持ちばりにおいてはその先端に、単純ばりおよび両端固定ばりにおいては、そのスパン中点(対称点)に作用する場合について、実験的ならびに理論的考察を行ない、衝撃量がかかなり大きい場合の鋼材ばりの塑性変形について比較的単純な仮定のもとに導いた算式が実験値とかなり良い精度で一致することを示したが、本文においては、これをさらに一般化して、衝撃がはりの任意点に作用した場合にも適用し得るかどうかについて検討を行なったのであるが、その結果は図-2, 3に見られるように、理論値と実験値はかなり良い精度で一致し、おおむね満足し得るものと考えられる。したがって今後はより複雑な構造への適用性についてさらに検討を進めていくつもりである。

参考文献

- 1) 最上幸夫・阪本紀博：衝撃を受けた2,3のはりの塑性変形に関する一考察(第1報)

山口大学工学部研究報告 第20巻第2号(1969)