

移動荷重によるはりの弾塑性振動実験について

金沢大学工学部 正員 吉田 博
 金沢大学工学部 正員 梶川 康男
 金沢大学大学院 ○長谷川 宏

1. まえがき

弾性限度を越える荷重が繰返し構造物に作用するとき、構造物のたわみが荷重の繰返し回数とともに安定化していく現象は、変形硬化(Shakedown), または、たわみ安定性(Deflection Stability)として知られている。静荷重に対する変形硬化の理論, および, 実験は古くから数多く研究されており, この中で, 繰返し静的移動荷重によるはりの変形硬化の理論, および, 実験については, 福本・小堀・吉田によって報告されている¹⁾。一方, 動的変形硬化(Dynamic Shakedown)に関しては, G.Ceradini の理論的研究を除いては, ほとんど見当たらないようである。本研究では, 動的変形硬化を検証することを目的に, 一端固定他端単純支持ばりにおいて, 繰返し動的移動荷重による弾塑性振動実験を行った。

2. 実験方法

移動荷重実験装置の概要は写真-1のとおりである。荷重載荷装置を, 静的試験の場合には手動により, また, 動的試験の場合には駆動装置で移動させ, 図-1の走行装置を介して, 2.5~5.0:1.0の比を持つカンチレバーで載荷した。試験桁は, 材質SS41の鋼材から切削し, 図-2に示す形状に加工した。試験桁の横断面形状は長方形断面であり, 試験桁の構造諸元を表-1にまとめて示す。なお, 試験桁製作時に引張試験片の切削加工も行った。

実験は, (1)引張試験, (2)静的曲げ試験, (3)繰返し固定点載荷試験, (4)繰返し静的移動荷重による変形硬化試験, (5)自由振動試験, (6)繰返し動的移動荷重による変形硬化試験の順序で行った。(2),(3), および, (4)の実験は, 福本・小堀・吉田の研究に準じた。移動荷重の実験では, 単純支持端から固定端方向へ荷重を移動させた。

荷重, たわみ, および, ひずみを各実験で測定したが, 動的試験では, 動ひずみ測定器の値をパソコンPS85により, 試験桁の直前20cmから1.5秒間, 1kHzでサンプリングしA/D変換して記録した。また, 移動速度は試験桁の平均通過速度を測定した。

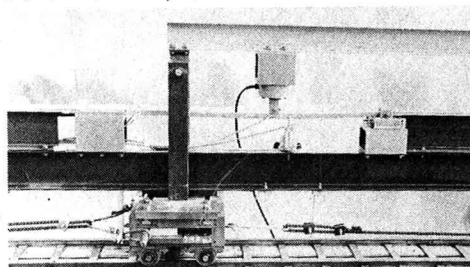


写真-1 移動荷重実験装置

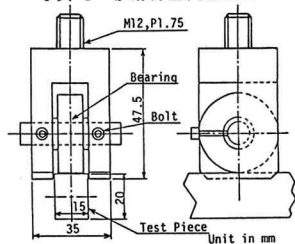


図-1 走行装置

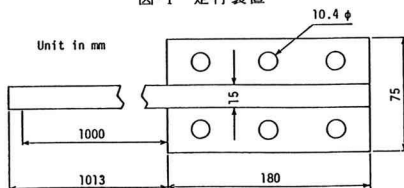


図-2 試験桁形状

スパン長	100.0 cm	降伏応力	2440 kg/cm ²
幅	1.500 cm	全塑性モーメント	3660 kg-cm
高さ	2.000 cm	崩壊荷重	213.3 kg
断面積	3.000 cm ²	弾性係数	2100000kg/cm ²
断面2次モーメント	1.000 cm ⁴	固有振動数(1次)	76.9Hz 実験値
形状係数	1.5		72.5Hz 理論値

表-1 構造諸元

3. 実験結果, および, 考察

図-3に, 繰返し回数とたわみの関係を示す。たわみは, 単純支持端より37.2cmの点での値である。繰返し固定点载荷, 繰返し静的移動荷重, 繰返し動的移動荷重の順にたわみが大きくなっているが, 固定点载荷では降伏域の広がり小さく, 静的移動荷重, 動的移動荷重になるにつれて, その広がりが大きくなるためであると思われる。また, 降伏域が広がるとともに, たわみが安定化するまでの繰返し回数も増えている。

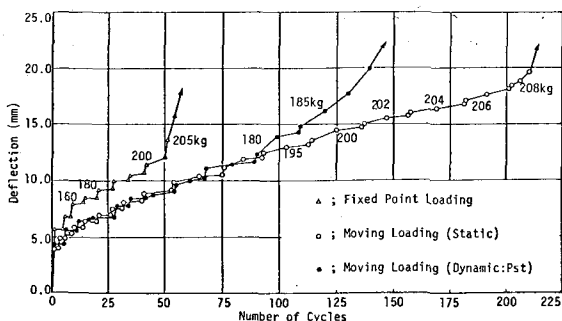


図-3 繰返し回数とたわみの関係

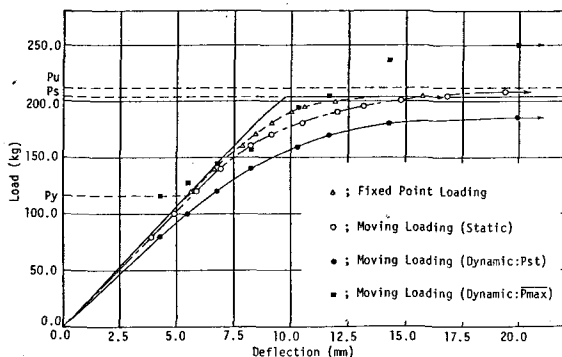


図-4 荷重-たわみ曲線

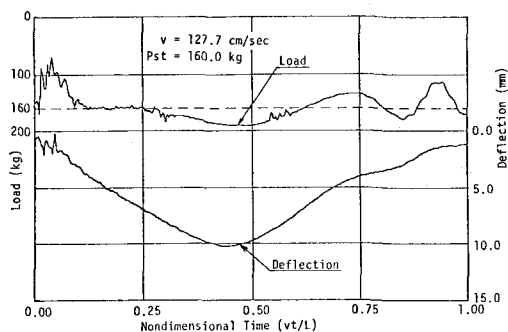


図-5 荷重の時刻歴応答
たわみの時刻歴応答

荷重, たわみの時刻歴応答の一例を図-5に示す。静荷重は160kgであり, 移動速度は127.7cm/secである。荷重の時刻歴応答では, 助走路から試験桁に入って, すぐに, 静荷重よりかなり小さな値を生じている。

これは, はりの残留変形による単純支持端付近の傾斜(down-slope)を通過する際の重錘の慣性が影響しているためであると思われる。荷重の最大値は, 荷重がスパン中央に近づいた点で生じている。固定端近くになって, 荷重が再び大きくなっているが, up-slopeによる重錘の慣性の影響と見られる。たわみの時刻歴応答は, 荷重の時刻歴応答に対応しており, 始点のずれは残留たわみである。たわみの最大値も荷重の最大値と同様に, 荷重がスパン中央付近を通過するときに生じている。

なお, 現在, 移動速度を変えて, 実験を行っている。

《参考文献》

- 1) 福本・小堀・吉田; くり返し移動荷重による不静定はりのたわみ安定性に関する理論と実験, 土木学会論文集, 第144号, 昭和42年8月
- 2) G.Ceradini; Dynamic Shakedown in Elastic-Plastic Bodies, Proc. of ASCE, Vol.106, No.EM3, pp.481-499, June 1980