

繰返し荷重をうける連続桁の変形におよぼす形状係数の影響

信州大学工学部 正員 草間 孝志  
 信州大学工学部 学生員 〇中村 卓史

1. まえがき

構造物が弾性限度を超えた変動繰返し荷重をうけるとき、構造物の挙動が安定化する最大の荷重を変形硬化荷重といい、繰返し荷重が固定負荷重か、あるいは移動荷重かによって、この変形硬化荷重の値は変わらないが、発生する塑性領域の大きさが異なるため、載荷状態と断面形状によつて、収そくたわみが異なつてくることが指摘されている<sup>1)</sup>。筆者らも繰返し固定負荷重をうける2スパン連続桁について、厳密な曲率関数を用いて逐次解析した場合と、塑性ヒンジ法による解を比較した結果、変形硬化荷重に対しては両者はほとんど一致したが、変形に対しては断面形状によりかなりの相異を認めた<sup>2)</sup>。これは荷重の繰返しにともない残留応力が一定値に収そくするまで、わずかづつ発生する塑性変形が累積されることによるものと考えられる。

このように構造物に変形硬化荷重が繰返し作用するときの収そくたわみに影響を与える要因として、1)荷重状態(固定荷重か移動荷重か) 2)桁の形状係数 が考えられる。

収そくたわみを求めるにあたり、構造物がもっとも危険な載荷状態で繰返し固定負荷重をうけるとして、塑性ヒンジ法を用いて収そくたわみを求めるのがもっとも簡単であるが、その値は移動荷重の場合、または厳密な曲率関数を用いた場合と比較すると過少の値を与える。この収そくたわみの過少評価はたわみに対して検討した場合は危険側を意味する。本研究は、桁構造を対象として数値計算を行ない、塑性ヒンジ法による収そくたわみから、厳密解を推定するための補正係数を見出すことを目的としたもので、現在計算を続行中であり、本報告はその中間報告である。

2. 計算方法

図-1に示す一端固定他端単支持桁に例をとる。この桁は文献(1)で研究され、特に繰返し移動荷重が作用したときの実験を行なつてゐる故、計算結果の検討が容易であると考え、図-1の例から計算を着手した。用いた計算方法は次の通りである。1)種々な断面形状に適用できるように、断面は鉛直率曲に対し一軸対称断面とし、図-1(b)のように $2N+1$ 等分する。2)部材の長さを $n$ 分割して材軸上に $n+1$ の点を設定する。この際、 $|M|$ の大きいB、C点の近傍とか、 $|M|$ が大きくなる荷重点(D点)の近傍は分割を細かくする。3)変形の連続性を保つため材料のびすみ硬化は考慮する。4)移動荷重の場合荷重は左端Aより順次分割点上を移動し、分割点間( $i$ と $i+1$ の間)に荷重が載ることはない。5)ある点に荷重が載つたときの断面力と変形を計算するため、 $R_A$ と $\theta_A$ を仮定する。そして、弾塑性履歴を考慮した $M$ - $\theta$ 関係をもとにA点よりBまで変形計算を行なう。6)もしB点の端条件 $\theta_B=0$ 、 $\theta_0=0$ が満足されないときは、 $R_A$ 、 $\theta_A$ の微少増分を考へて計算を行ない、多変数に拡張したNewton法により $R_A$ 、 $\theta_A$ を仮定しなおす(この例の場合にはB点からA点に向つて変形計算すれば $R_A$ の未知量のみでよいが、今後連続はりへ直ちに適用できるように、このようにした)。7)このようにして得られた断面力と変形が与えられた状態に対する解である。そして、荷

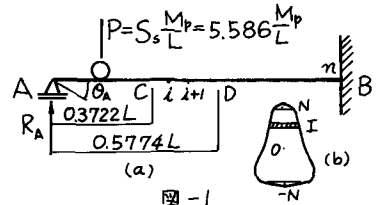


図-1

重がB端にきたとき、各サイクルでの残留モーメントと残留変形が求められる。

### 3. 計算結果

前述の方法による計算に先立ち、この桁の各点の最大最小曲げモーメントを図示して図-2を得た。この図より図-3を得る。図-3より形状係数によって塑性域の長さがかなり異なってくるのがわかる。図-4は2で述べた計算法により求めたC点のたわみ変化である。図中 $\delta_{cc}$ は荷重がC点に乗ったときの $\delta_c$ を、 $\delta_{cb}$ はC点の残留変形である。なお $\sigma \sim \epsilon$ 関係は弾ひずみ硬化とした。 $\delta_c = EI y_c / M_p L^2$ 、 $y_c$ はC点のたわみ。

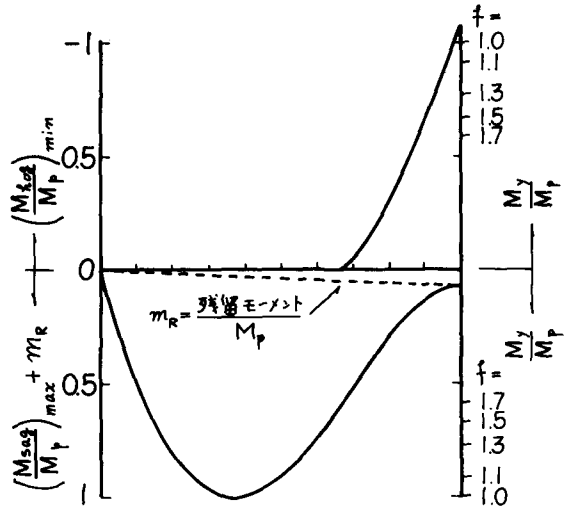


図-2

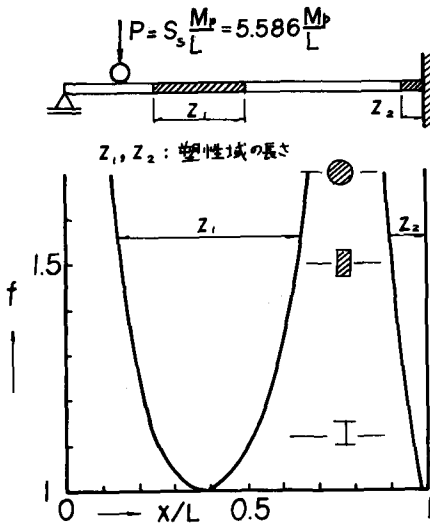


図-3 塑性域の長さ形状係数

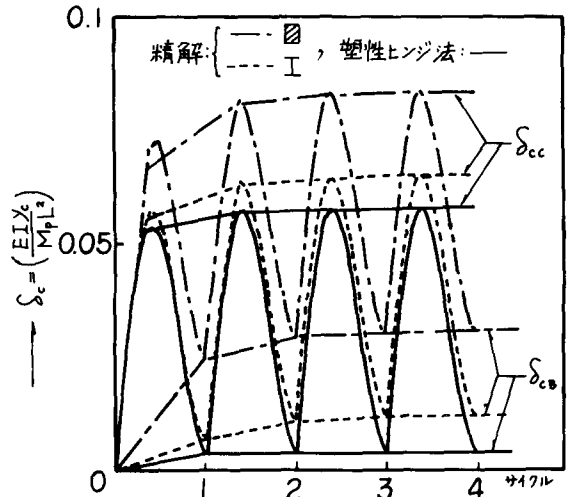


図-4 繰返し移動荷重による $\delta_c$ の変化

断面形と 形状係数	1 サイクル		2 サイクル		3 サイクル		4 サイクル	
	$\delta_{cc}$	$\delta_{cb}$	$\delta_{cc}$	$\delta_{cb}$	$\delta_{cc}$	$\delta_{cb}$	$\delta_{cc}$	$\delta_{cb}$
塑性ヒンジ法 $f=1.0$	0.0538 (1.00)	0.0040 (1.00)	0.0578 (1.00)	0.0040 (1.00)	0.0578 (1.00)	0.0040 (1.00)	0.0578 (1.00)	0.0040 (1.00)
I $f=1.123$	0.0554 (1.03)	0.0073 (1.83)	0.0624 (1.08)	0.0115 (2.87)	0.0645 (1.11)	0.0122 (3.05)	0.0650 (1.12)	0.0123 (3.10)
□ $f=1.5$	0.0666 (1.24)	0.0250 (6.25)	0.0804 (1.39)	0.0296 (7.40)	0.0827 (1.43)	0.0304 (7.60)	0.0833 (1.44)	0.0306 (7.65)

### 参考文献

- (1) 福本, 小坂, 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 144号, (2) 草間, 松沢: 繰返し荷重をうける構造物の荷重・変形関係について, 土木学会 27回年次講演会