

断続合成げたの弾塑性曲げ性状について

大阪大学工学部 正会員 前田 幸雄
 大阪大学工学部 正会員 梶川 靖治
 大阪大学大学院 学生員 ○中谷 行博

1. まえがき 合成げたの弾塑性解析は、Yam,¹⁾ Dai,²⁾ Wu,³⁾ Johnson,⁴⁾ 佐藤⁵⁾らによって行なわれてきた。しかし、連続合成げたの中間支点上において、コンクリート床版内に生じる軸方向引張力の低減に対しきわめて有効な手段と考えられているいわゆる断続合成げたの弾塑性解析は、いままで行なわれていない。そこで本研究では、連続げたに断続合成を採用した場合の弾塑性曲げ性状および曲げ耐荷力などを、数値解析により調べることにした。

2. 解析方法 鋼、コンクリートの応力-ひずみ、ずれ止め荷重-ずれの関係は、図1のように仮定する。解析モデルとしては、けたを橋軸方向に n 等分し、各分割内では、中心点でのひずみ分布を用い、分割内で一定とする。ずれ止めは、分割の節点に集中しているものとする。図2より各区間のずれとひずみの関係は次式のように表わせる。

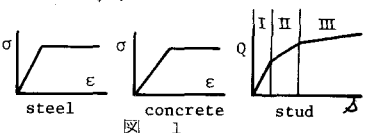


図 1

$$\delta_i - \delta_{i-1} = \int_s (\epsilon_{su} - \epsilon_a) dx \quad (1)$$

$$\text{ここでずれは、} \delta_i = \frac{N_{i+1} - N_i}{K_j} \quad (2)$$

(δ_i : i 番目のずれ, K_j : ずれ常数 $j=1,2,3$, N : 軸力)

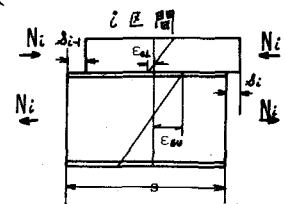


図 2 解析モデル

(2) 式を (1) 式に代入すると、軸力を未知数とする連立方程式が得られる。部材がすべて弾性範囲内にある場合には、Newmarkらによって導かれた微分方程式を差分表示した場合と同じになる。しかし、荷重増分により部材の一部が弾性範囲を越えた場合、各断面について、軸力を仮定することにより、(2) 式の K_j の値が定まり、外力モーメントとの釣り合いを満たすひずみ分布を決定することができ、(1) 式の右辺が計算できる。したがって連立方程式を解くことにより、軸力が計算できる。この値が仮定した軸力と等しくなるまで、仮定軸力を修正して収束計算を行なう。なお連続げたの場合には、塑性域の広がりとともにモーメント分布が変化するため、中間支点反力を逐次修正する必要がある。

3. Dai²⁾の計算値との比較 本解析の妥当性を調べるため、文献²⁾で取りあげている例(支間中央1点集中荷重、不完全単続合成げた)との比較を行なう。たわみ、およびずれ分布を図3, 4に示す。たわみについてはほとんど差異はない。ずれ分布において、収束方法の違いのため、荷重の大きい場合は、Daiの計算値と若干異なるが、よく合っていることがわかる。

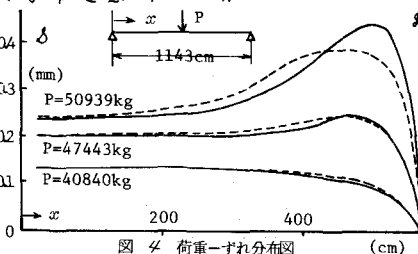


図 4 荷重-ずれ分布図

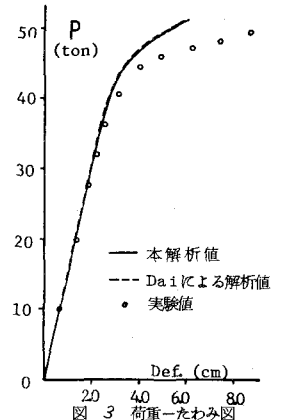


図 3 荷重-たわみ図

4. 計算結果 連続げたについての計算は、支点反力の修正に対し、相当な反復計算を必要とするため、簡単のため、単純げたに負モーメントが作用した場合の計算を行ない、ずれ止め省略による影響を調べることにした。断面は図5に示す通りであり、ずれ止めは道路橋示方書に従って配置する。ずれ止めを全長に配置した場合(ずれ止め省略区間長 $\Sigma=0$)と、スパン中央部のずれ止めを $\Sigma=0.4L, 0.6L$ 省略した場合の荷重点におけるモーメント-曲率関係、モーメント-軸力関係および荷重51tonにおける水平せん断力と、ずれの分布を、図6, 7, 8に示す。本解析では、曲率がある値以上になると解が収束しなくなる。このため、解析限界に近い曲率 0.0002 rad/cm での応力分布を図9に示す。

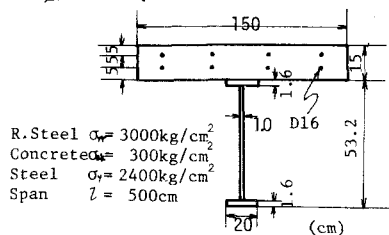


図5 計算断面

弾性範囲内における断続合成げたにおいては、ずれ止め省略区間内で軸力が一定となるため、荷重点では Σ の増加とともに軸力が低下することがわがっている。図7に示すようにこの低下の割合は、塑性域に入った場合にもほとんど変化がないことがわかる。このように Σ が増加した場合、軸力の低下にともなう鋼げた分担曲げモーメントの増加により図6のように同一モーメントにおける曲率が大きくなる。したがって断面内における塑性域の広がりも大きくなっている。曲率 0.0002 rad/cm におけるけたの抵抗モーメントを比較すると $\Sigma=0$ に対して $\Sigma=0.4L, 0.6L$ ではそれぞれ5%および7%低下していることがわかる。

図8より Σ の増加とともにずれ、水平せん断力が大きくなっていることがわかる。ずれ止めの省略による境界点における水平せん断力の集中現象は、ずれ止めの荷重-ずれ関係を線形とした場合(図中に破線で示す)に比べ、若干小さくなっている。これは、水平せん断力の再分配によるものと考えられる。

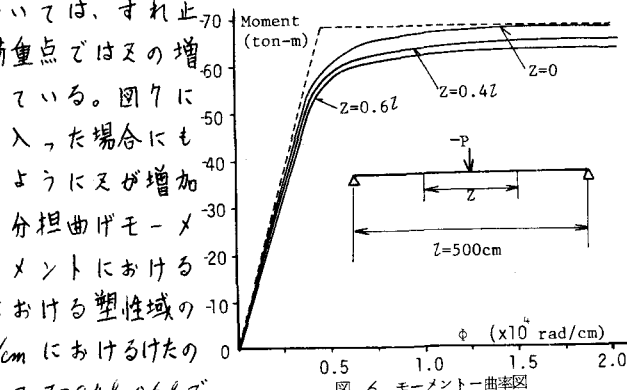


図6 モーメント-曲率図

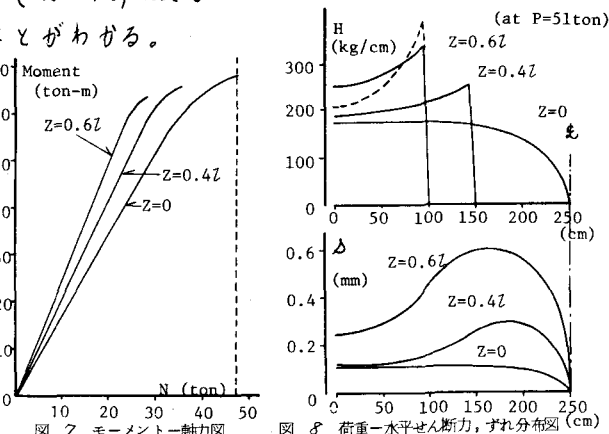


図7 モーメント-軸力図

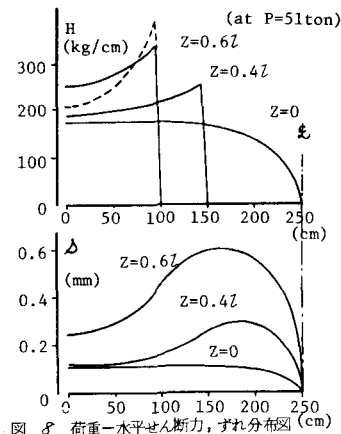
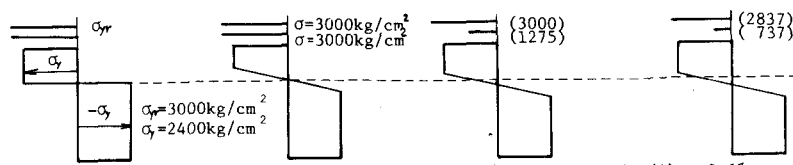


図8 荷重-水平せん断力、ずれ分布図

図9において、ずれ止め省略により、

鉄筋が、十分塑性化せず、また、塑性中立軸も下方に位置していることがわかる。



(1) 全塑性状態 (2) $\Sigma=0$ ($M=68.29 \text{ ton-m}$) (3) $\Sigma=0.4L$ ($M=65.09 \text{ ton-m}$) (4) $\Sigma=0.6L$ ($M=63.59 \text{ ton-m}$)

図9 荷重点での応力分布図 ($\phi=0.0002 \text{ rad/cm}$)

連続げたについては、当日発表する。文献

1) Yam 他1名 Proc. Instit. Civ. Engrs. 1972, 53, Dec. 2) Dai 他1名 Civ. Engrs. Studies, Structural Research Series No 267, Univ. of Illinois 3) Wu 他2名 Fritz Engrs. Lab. Report No 357.5 Lehigh Univ. 1971, Dec 4) Johnson 他1名 Proc. Instit. Civ. Engrs. 1976, 61, Mar. 5) 佐藤 他2名 第29回年次講演会 I-152