

宇都宮大学工学部 学生員 ○坂本秀行

宇都宮大学工学部 正 員 阿部英彦、中島章典

1. まえがき

合成桁を長支間の橋梁として設計する場合、コンクリート床版の厚さが増し、死荷重が増大するために、合成桁が必ずしも有利とはならない。そこで、コンクリート床版に目地を設けたり、ずれ止めの弾性変形を積極的に利用して、コンクリート床版の軸力を低減することが考えられる¹⁾。

本研究は、コンクリート床版に目地を設けた合成桁の床版の軸力、各部の応力等を、不完全合成桁の基礎式を解くことによって明らかにしようとしたものである。

2. 解析方法²⁾

実際の合成桁では、スタッドなどのずれ止めによって集中的にせん断力を伝達するが、ここでは鋼桁と床版の間において、連続的にせん断力を伝達すると仮定する。

この場合の弾性合成の単位長さ当りのずれ止めのばね定数を C 、水平せん断力 T によるばねの弾性変形量を δ とすれば、

$$\delta = \frac{T}{C} \quad \frac{d\delta}{dx} = \frac{dT}{dx} \cdot \frac{1}{C} \quad \text{-----}(1)$$

となる。図1に示すように長さ dx の合成桁要素を考え、この桁が任意の外力を受けて変形した場合のつり合いおよび変形の適合条件を考えることにより、次のような基礎微分方程式が求まる。

$$\frac{d^2 N}{dx^2} - \omega^2 N = -\gamma M_0 \quad \text{-----}(2)$$

ここに、 N は軸力、 M_0 は作用曲げモーメントであり、 ω 、 γ は次式で与えられる。

$$\omega^2 = \left(\frac{1}{E_c \cdot A_c} + \frac{1}{E_s \cdot A_s} + \frac{D^2}{E_c \cdot I_c + E_s \cdot I_s} \right) C \quad \gamma = \left(\frac{D}{E_c \cdot I_c + E_s \cdot I_s} \right) C \quad (3)$$

式(2)の微分方程式において目地部では、コンクリート床版の軸力がゼロという境界条件を用いることによって解き、分割された区間ごとに連続条件を適用すれば、床版を任意に分割した場合にもコンクリート床版の軸力や各部の応力等を求めることができる。

3. 解析結果

ここでは、図2に示す断面を有するスパン20mの単純桁が等分布荷重 (50kg/cm) を受け、目地を設けない場合 (目地なし) と、目地を1~4箇所、等間隔に設けた場合 (床版を2~5等分) について数値計算を行った。

(1) スパン方向の軸力分布

式(2)を解くことにより求まる軸力 N のスパン方向の分布を示したのが図3である。破線は完全合成の分布曲線であり、実線はずれ止めのばね定数 C が 5×10^4 (kg/cm/cm) としての、それぞれ目地なし、2等分、3等分の場合の分布を示す。どの曲線も左右対称であるので、スパンの半分だけを示した。この図から目地の数が増えるほど軸力の最大値は徐々に低下してることがわかる。また、ばね定数 C を大きくするほど破線、つまり、完全合成の値に次第に近づく。この断面では C が約 4×10^5 (kg/cm/cm) で、軸力の最大値は完全合成のそれにほとんど一致する。

(2) ずれ止めのばね定数と軸力の関係

図4は軸力の最大値とばね定数の関係を示している。コンクリート床

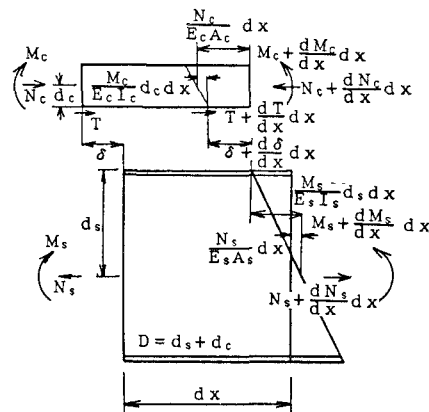


図1 不完全合成桁の変形とつり合い

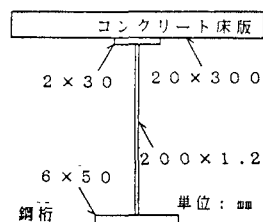


図2 合成桁断面

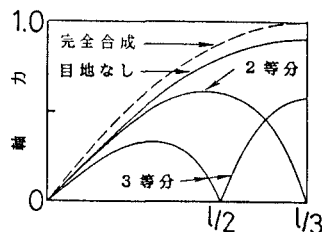


図3 スパン方向の軸力分布

版の分割数にかかわらず、ばね定数を大きくするほど軸力は完全合成の値に近づくことがわかる。曲線が交差しているのは、スパン中央部に目地がある場合とない場合の違いによるものであり、これは、スパン中央部に目地を設けた場合の方が、中央部に目地がない場合に比べて、比較的ばね定数の大きい領域において、ばね定数の低下による軸力の減少量が大きいためである。このことから、ばね定数が大きい領域では、スラブ目地をスパン中央に設けた方が床版の軸力低下に有効であると思われる。

(3) スパン方向の応力分布

図5は、ずれ止めのばね定数 C を 5×10^4 (kg/cm/cm) とした場合のスパン方向の応力分布を示す。太い実線は非合成、破線は完全合成、点線は目地なし、一点鎖線は2等分、細い実線は3等分の場合のそれぞれコンクリート床版の上縁、下縁(図の左半分)、鋼桁の上縁、下縁(図の右半分)の応力分布である。縦軸は応力であるが、コンクリート床版の値は、鋼桁の7倍にして示している。目地のある所では、結果的に非合成として作用モーメントに抵抗するため、目地の付近で、特に床版の下縁応力と鋼桁の上縁応力が、急激に変化し、その値は非合成の値に一致している。また、床版の下縁応力はばね定数が小さくなるにつれて圧縮応力から引張応力に変わる。

(4) ずれ止めのばね定数と応力の関係

図6は鋼桁の上縁(実線)および下縁(破線)の最大応力とずれ止めのばね定数との関係を示す。実線は上縁、破線は下縁応力の、それぞれ目地なし、2等分、3等分の場合について示す。また、図7はコンクリート床版の上縁および下縁応力の最大値とずれ止めのばね定数との関係を示す。図7の縦軸は、図6の縦軸の5倍になっている。実線は下縁の引張応力、破線は下縁の圧縮応力、点線は上縁応力の最大値であり、それぞれ目地なし、2等分、3等分の場合の曲線である。両図とも1点鎖線は完全合成の場合の値であり、横軸はばね定数を示し、縦軸は左側に上縁応力、右側に下縁応力をそれぞれ非合成の値を1.0として示している。鋼桁では、目地なしに比較して、目地を設けた場合の応力は、ずれ止めのばね定数の増加につれてあまり低下しない。これは、目地部で応力が最大値になるためである。これに対して、コンクリート床版の上縁応力に及ぼす目地の有無の影響は比較的小さい。また、目地なしの場合には、下縁応力はずれ止めのばね定数の増加につれて引張応力から圧縮応力に移行するが、目地を有する場合、ばね定数の大きい領域においては引張応力と圧縮応力の両方が存在する。

《参考文献》 1) 谷口・星川・高木：非合成桁のスラブ止め設計，構造物設計資料No.82, p.19~24(1985, 6)
2) Hawranek, A. and Steinhardt, O. (橋・小松訳)：鋼桁の理論と設計，山海堂

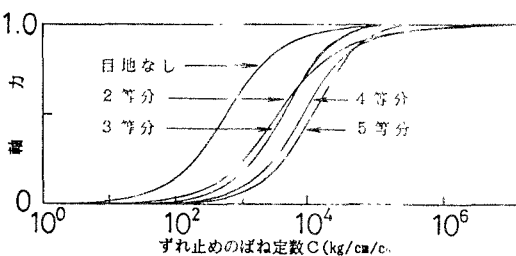


図4 ばね定数と軸力の関係

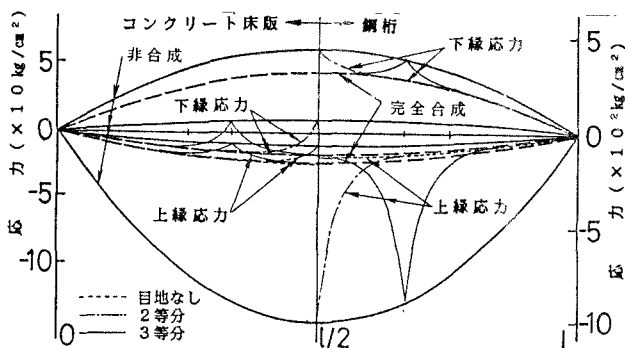


図5 スパン方向の応力分布

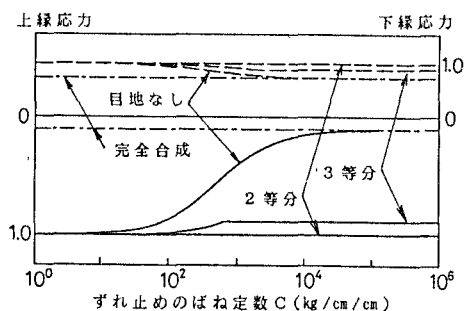


図6 ばね定数と応力の関係 (鋼桁)

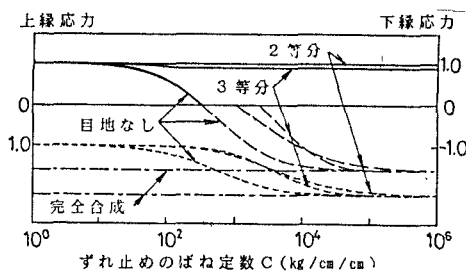


図7 ばね定数と応力の関係
(コンクリート床版)