

福井高専 正員 佐々木 孝

大阪大学 正員 小松 定夫

1. まえがき 現在、建設されている合成桁橋の多くは、ずれ止め用スタッドジベルを使用した活荷重合成桁橋である。この場合、活荷重の作用により、ずれ止めの弾性変形を起し、床版と鋼桁の間にずれが生じる。このずれによって、合成桁橋の弾性挙動は大きく影響される。そこで、このようなずれの生じる合成桁を用いる場合を不完全合成桁橋として、いろいろな研究が行なわれている。これを不完全合成桁として設計を行なう場合、完全合成桁の公式を準用する設計計算法（以下、慣用計算法と呼ぶ）を用いて、その有効幅をずれ止めのバネ定数の変化に対応させて、減少させる方法が考えられている。しかし、床版と鋼桁の間にずれが生じるために、慣用計算法に用いられている、合成断面における応力分布が直線変化するという仮定では、十分にカバーしきれないと考える。そこで、著者は実物大の構造モデルについて、ずれ止めのバネ定数に関する無次元量 S をパラメータにして、数値計算を行なう。そして、その結果を利用し、慣用計算法と同様の簡便な精度の良い実用計算法を提案する。

2. パラメータ解析と実用計算法 図-1に示す構造モデルについて、有限要素法を用いて、パラメータ解析を行なった。パラメータにはずれ止めのバネ定数に関する無次元量 S を用いた。すなわち、 $S = \sqrt{k_0/k}$ 、 k_0 は基準バネ定数で 20 tf/cm/cm とし、 k はずれ止めの単位長さ当りのバネ定数である。この S をフレキシビリティ定数と呼ぶ事にする。ここに使用した解析法は文献1) において示したように、その計算値と実験値と比較した結果、良い一致が見られている。図-2は縦軸に合成効果係数 f を、横軸にフレキシビリティ定数 S を取ったものである。 $f = N/N_0$ 、 N は鋼桁の軸力、 N_0 は $S = 0$ の場合の N の値を示す。 $S = 0$ の場合は $k = \infty$ となるので、完全合成の場合に相当する。この図より、 f と S の関係を見ると、 $S = 7$ で f は 0 に完全に収束している。 $f = 0$ の場合、 $N = 0$ となるので、 $S \geq 7$ の場合は非合成とみなすことができる。図-3は荷重分配係数 r と S の関係を示したもので、 $r = \delta_n / \delta_e$ 、 δ_e は荷重点のたわみ、 δ_n は非荷重桁の荷重断面におけるたわみを表す。

図中の CASE A は内桁荷重の場合である。一方、外桁荷重で、 δ_n が内桁の場合、 δ_n が荷重点の反対の外桁の場合を、それぞれ、CASE B₁、CASE B₂ で示した。 r は S の増加につれて増加し、 $S = 0$ (完全合成) の場合と $S = 7$ (非合成) の場合を比較すると、CASE A で 14%、CASE B₁ で 27%、CASE B₂ で 57% の増加となる。

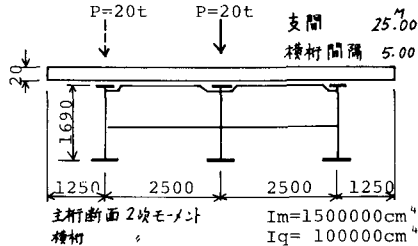
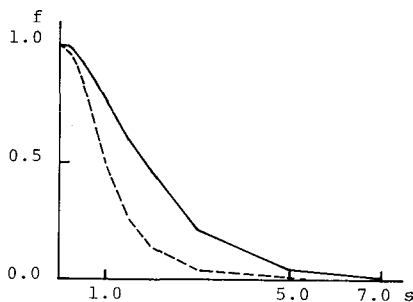
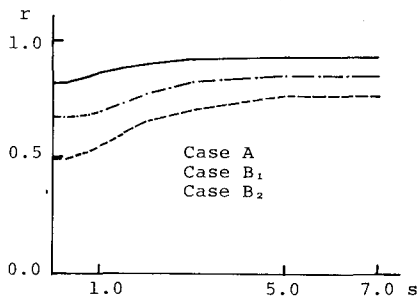
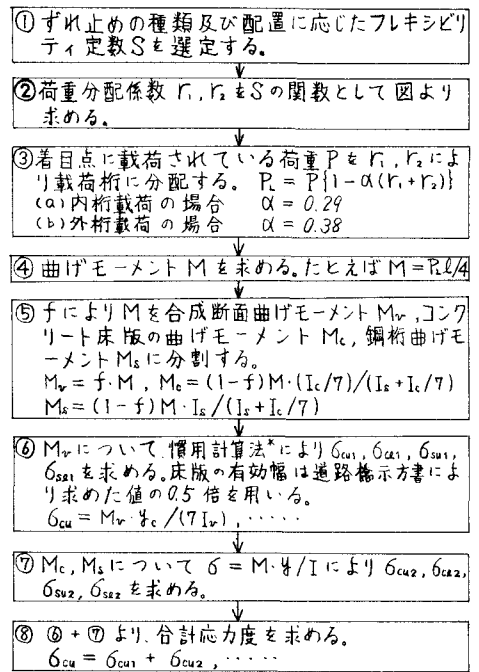


図-1 構造モデル

図-2 f と S の関係図-3 r と S の関係

次に、フレキシビリティ定数 S 、荷重分配係数 r 、合成効果低減係数 f により、不完全合成桁の応力度を簡単に計算する方法の手順を図-4に示す。そして、この方法を荷重分配法と呼ぶ。数値計算により求められた各部緑応力度、すなわち、床版緑応力度 σ_u (上縁)、 σ_d (下縁)、鋼桁緑応力度 σ_{su} (上縁)、 σ_{sd} (下縁)について、慣用計算法による結果と、荷重分配法による結果とを表-1に示す。表中、 S_0 、 $S_{0.75}$ の欄はそれぞれ、 $S=0$ 、 $S=0.75$ の場合の理論値を示す。 λ_1 、 $\lambda_{0.9}$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_{0.5}$ の欄はレオンハルトの荷重分配係数を用いて、慣用計算法により求めた結果を示す。 1 、 0.9 、 $\dots$ などの添字はそれぞれ、示方書に規定されている有効幅 λ の1倍、 0.9 倍、 $\dots$ を用いた場合を示す。これを見ると、各部応力度は慣用計算法の λ に対応する値が完全合成としての本理論値より、内桁において小さく、外桁において大きくなっている。但し、 σ_{su} は内桁、外桁共に慣用計算法の結果が本理論値より小さくなっている。不完全合成の場合の本理論値と慣用計算法の λ に対応する値とを比較すると、上述の傾向とはほぼ一致するが、 σ_u については、両者の差が大きくなっている。そこで、有効幅を規定の値より小さく取った $\lambda_{0.9}$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_{0.5}$ に対応する値と $S_{0.75}$ の欄の対応する値とを比較すると、内桁、外桁共に満足できる結果は得られていない。最後に、荷重分配法と本理論値($S_{0.75}$)とを比較すると、各部応力度は良く一致している。図-1と同一の寸法諸元を用い、但し、主桁間隔を3.00に、張出し部を1.50にした場合について、表-1と同様の結果を表-2に示す。荷重分配法により求めた σ_u 、 σ_d の値が $S_{0.75}$ に対応する値に対して、少し大きくなっているが、同様に、全体に良く一致している。



* 例えば、鋼橋設計編 P289 に示された公式を用いる計算法を言う。

図-4 荷重分配法計算手順

参考文献

- 1) 佐々木孝：不完全合成桁橋の弾性挙動，福井工業高等専門学校 研究紀要，14巻。
- 2) 小西一郎編：鋼橋設計編Ⅰ，丸善，1975。

表-1 本理論値と各計算法との比較

内 桁	本理論値		慣 用 計 算 法							荷重 分配法
	完全合成	不完全合成								
	S ₀	S _{0.75}	λ ₁	λ _{0.9}	λ _{0.8}	λ _{0.7}	λ _{0.6}	λ _{0.5}		
σ _{cu}	- 11	- 13	- 7	- 7	- 9	- 9	- 10	- 11	- 14	
σ _{cl}	- 3	- 4	- 4	- 4	- 4	- 5	- 6	- 7	- 7	
σ _{su}	- 66	-133	- 24	- 26	- 30	- 35	- 42	- 51	-126	
σ _{sl}	190	207	143	138	139	140	141	144	208	

外桁	本理論値		慣 用 計 算 法							荷重 分配法
	完全合成	不完全合成								
	S ₀	S _{0.75}	λ ₁	λ _{0.9}	λ _{0.8}	λ _{0.7}	λ _{0.6}	λ _{0.5}		
σ _{cu}	- 11	- 14	- 15	- 16	- 17	- 21	- 22	- 25	- 13	
σ _{cl}	- 5	- 7	- 8	- 8	- 10	- 11	- 14	- 16	- 5	
σ _{su}	- 73	-198	- 50	- 58	- 68	- 79	- 95	-115	-217	
σ _{sl}	221	233	313	316	317	319	322	328	237	

表-2 本理論値と各計算法との比較

外桁	本理論値		慣用計算法	荷重分配法
	完全合成	不完全合成		
	S_0	$S_{0.75}$		
σ_{cu}	-10	-14	-13	-13
σ_{cl}	-4	-6	-7	-4
σ_{su}	-54	-177	-40	-229
σ_{sl}	214	224	313	257