

北海道大学 正員 芳村 仁
北海道大学 正員 ○ 菲澤 憲吉

1. まえがき

桁構造の有効幅の研究として過去に Chwalla¹⁾, Dischinger²⁾, Fukuda³⁾ などの著名な研究があるが、これらはいずれも直線桁構造を対象としたものである。それに対して曲線桁構造の有効幅を扱った研究には最近において薄木ら⁴⁾、小松らの研究があるのみで、さらに研究の必要性があると言える。本報告においては、桁の断面形状を薄肉丁形断面に限定し、曲線桁の有効幅を、直線桁のそれと比較して差異があるか否かに重点をおいて論じる。曲線桁構造である場合、腹板のねじれによって、床版は面内のみならず面外にもかなりの変形を生じることから、解析手段として、面内変形と面外変形をもとに考慮した折板理論を用いた。すなわち、床版と腹板の接合部に沿って、4種の断面力の釣合および変位の適合を条件として解析した。板内の応力、変形を委ねる基本方程式としては、床版においては面内変形に対して応力関数に関する Scheibe の方程式および面外変形に対して弾性曲面に関する Platte の方程式を用い、腹板においては Donnell⁵⁾ によって導かれた円筒 Schale の方程式を用いた。

2. 曲線桁有効幅に与える断面諸次元の影響

sine分布荷重が作用する直線桁では、その有効幅に影響を与えるのは、断面諸次元のうちでは床版幅のみであるが、曲線桁においては、さらに腹板高の高低、床版および腹板の板厚の厚薄も有効幅に影響を与える。従ってこれらの断面諸次元の有効幅に与える影響を検討するため、荷重状態を sine分布載荷、支持状態を単純支持、ポアソン比を 0.3 と定めて、断面次元のみを変化させる。すなわち、腹板高を床版幅の 0.5, 1.0, 2.0 倍、床版厚および腹板厚を桁長の 0.1, 0.2% とそれぞれ独立に変化させて 12種類の丁形断面 (Fig. 2) を考え、床版幅が桁長の 0.1 倍の場合と 0.2 倍の場合について、有効幅と曲率半径

の関係とそれぞれの断面に対して得た結果が Fig. 3 である。ここで、有効幅は、

$$\lambda = \int_0^b \delta_x dy / \delta_{max}$$

の定義に従い、かつ、内側床版と外側床版の両方について計算した。

Fig. 3 において ∞ と記号した値は Scheibe 理論より得られる直線桁の有効幅の値であり、

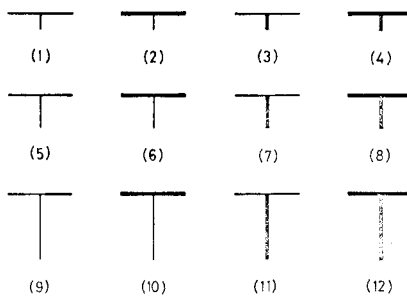
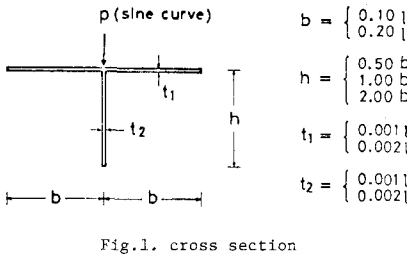


Fig. 2. various cross sections

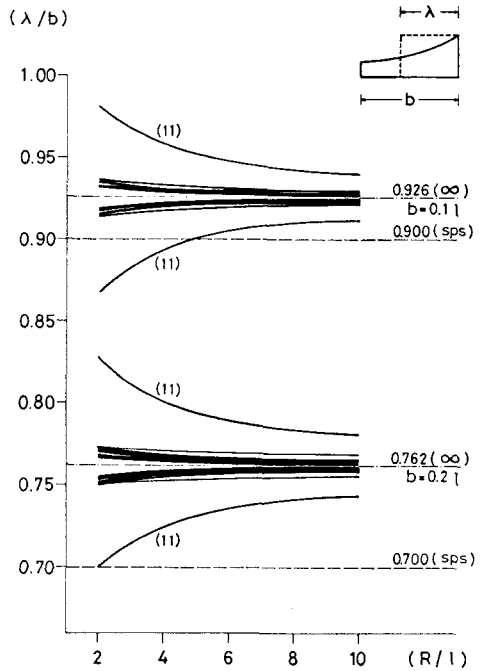


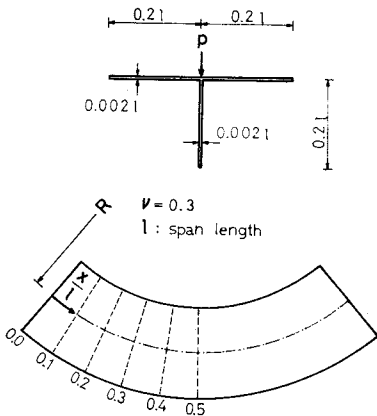
Fig. 3. variation of effective width due to ratio R/L

spsと記号した値は道路橋示方書に定められた有効幅の値である。この図から曲線桁の有効幅について次のことがわかる。(1) どのような断面をもつ桁でも、その有効幅は曲率が大きくなるに従って、直線桁の有効幅から次第に増加または減少する傾向を示す。(2) その直線桁の有効幅の値からの増加量または減少量は桁の断面によって異なる。特に(腹板高/床版幅)と(腹板厚/床版厚)がともに大である断面(II)の場合には、 $R/l = 2$ の時に±0.07近くの増加減少量となっており、直線桁の値との差が著しい。しかし、他の断面については最大±0.012程度のわずかの差しかない。(3) 曲率が極端に大きい場合を除けば、有効幅は示方書に定められた値より大きくなる。

以上から、床版幅、床版厚、腹板高、腹板厚の断面諸次元のうち、曲線桁有効幅に著しい影響を与えるのは直線桁と同様に床版幅であり、それに比べれば他の影響はわずかであって実際上無視できるものと考えられる。

3. 等分布荷重および集中荷重の場合の曲線桁有効幅

荷重がsine分布の場合では、桁の全長にわたって有効幅は一定であるが、他の荷重が作用した場合には、有効幅は桁長方向に変化する値となる。曲線桁の場合ではその有効幅の変化の割合が直線桁とどう異なるかを検討するために、桁の断面をFig.4とし、ポアソン比0.3、支持状態を単純支持と定めて、sine分布荷重、等分布荷重、集中荷重の場合の有効幅の桁長方向の変化を解析した結果をTable 1.に示す。このときも、直線桁の場合と曲線桁の場合の有効幅の差は、曲率が大きくなるにつれて増加する傾向が認められるが、極端な曲率の場合を除いて、その差はわずかであって考慮するほどではないことがわかる。



載荷重	$\frac{x}{l}$	直線桁	曲線桁					
			R = 6 l		R = 4 l		R = 2 l	
			内側	外側	内側	外側	内側	外側
	0.0	0.762	0.760	0.763	0.759	0.764	0.755	0.767
	0.1	0.762	0.760	0.763	0.759	0.764	0.755	0.767
	0.2	0.762	0.760	0.763	0.759	0.764	0.755	0.767
	0.3	0.762	0.760	0.763	0.759	0.764	0.755	0.767
	0.4	0.762	0.760	0.763	0.759	0.764	0.755	0.767
	0.5	0.762	0.760	0.763	0.759	0.764	0.755	0.767
	0.0	0.133	0.156	0.155	0.174	0.172	0.213	0.209
	0.1	0.667	0.680	0.681	0.686	0.688	0.690	0.696
	0.2	0.729	0.732	0.734	0.732	0.736	0.728	0.737
	0.3	0.761	0.759	0.762	0.758	0.762	0.753	0.764
	0.4	0.779	0.775	0.778	0.773	0.778	0.768	0.780
	0.5	0.785	0.780	0.783	0.778	0.783	0.773	0.786
	0.0	0.916	0.918	0.924	0.936	0.948	0.913	0.937
	0.1	0.927	0.909	0.917	0.902	0.914	0.895	0.919
	0.2	0.916	0.879	0.886	0.871	0.881	0.869	0.891
	0.3	0.845	0.831	0.836	0.822	0.829	0.806	0.822
	0.4	0.813	0.790	0.793	0.779	0.784	0.761	0.773
	0.5	0.175	0.206	0.204	0.227	0.224	0.275	0.271

Fig. 4. cross section and plan view

Table 1. variation of effective width due to various load conditions

4. あとがき

T形断面曲線桁の有効幅について直線桁と比較して検討し、床版幅を除く断面諸次元が及ぼす影響は微小であること、等分布荷重および集中荷重が作用した時の有効幅は直線桁と大差ないことを示した。従って直線桁の有効幅に関する規定は、曲線桁に対しても適用できる可能性をもっていると言えよう。しかし、その場合、さらに多主桁構造や橋桁構造の場合、また床版の曲線直交異方性の問題などについての詳細な検討が必要となるものと思われる。なお、計算には北海道大学大型計算機センターのFACOM 230-60を使用した。

(参考文献)

- 1) Chwalla, E.: Der Stahlbau 9 (1936)
- 2) Dischinger, F.: Taschenbuch für Bauingenieure (1955)
- 3) Fukuda, T.: Report of Institute of Industrial Science, the University of Tokyo, vol. 12, No. 5 (1963)
- 4) 藤木 啓彦: 土木学会年次学術講演会講演概要集 I-81 (昭43)
- 5) 小松 中井 北田: 土木学会論文報告集 171 (昭46)
- 6) Donnell, L.H.: NACA Technical Report, No. 479 (1933)
- 7) 芳村 菲澤: 土木学会年次学術講演会講演概要集 I-242 (昭47)