

波型形状の変化による波型鋼腹板桁の動的特性

金沢工業大学 学生員 ○田中 浩
金沢工業大学 正会員 本田 秀行

1. まえがき 波型鋼腹板桁に関する研究¹⁾により、腹板の波型形状と静的・動的特性との間に密接な関係があることが明らかになってきた。特に腹板が台形形状の場合については、腹板に曲げ応力が発生しない箇所があり、また静的・動的にもはり理論による簡易計算法の適用が可能であることが確認されている。しかし、一般的な腹板の波型形状と静的・動的特性の関連性は未だ明確になっていない。そこで本研究では、ケーススタディとして、従来の研究で得た知見と製作過程での省力化を考慮し、腹板を台形形状から三角形形状へ変更した波型形状の変化による波型鋼腹板桁の動的特性について解析的に検討を加えた。

2. 固有値解析 図-1に従来の解析¹⁾で用いている台形形状の波型鋼腹板桁を示す。また、図-2に腹板を三角形形状にした波型鋼腹板桁を示す。表-1に解析ケースを示す。表中の記号として、図-3に示すように $2f$ は波型高、 S は半波長を表している。本研究では、有効な波型腹板の形状を把握するために、波型高とフランジ幅の比 $A = 2f/b_f$ 、および半波長と支間長の比 $B = S/\ell$ を様々に変化させた波型鋼腹板桁の固有振動数を解析的に検討した。なお、 A はフランジ幅 $b_f = 80\text{mm}$ の一定とし、波型高 $2f$ を $0.25 \sim 0.875(20\text{mm} \sim 70\text{mm})$ に変化させた6つの解析ケース(CASE-1~CASE-6)について検討した。さらに、その6つの解析ケースの A に対して、 B を支間長 $\ell = 6\text{m}$ の一定として半波長 S を $0.05 \sim 0.017(300\text{mm} \sim 100\text{mm})$ に変化させた3つのケースについて検討した。なお、解析方法は従来の方法¹⁾と同じ要素分割モデルに基づく3次元解析システムによって行っている。

3. 動的特性 まず、腹板が台形形状の場合の固有値解析結果として、表-2に台形形状の波型鋼腹板桁とこの波型鋼腹板桁と同寸法・同材質のプレートガーダーの解析値を示す。表中のP-girderはプレートガーダー、C-girderは波型鋼腹板桁である。両桁とも1次と2次振動が面外1次とねじれ1次モード、5次振動が面内1次モードになっている。次に、腹板を三角形形状にした波型鋼腹板桁の3次元固有値解析を実施した。その解析結果の一例として $B = 0.025$ の1次振動から7次振動までの動的特性を図-4に示す。 A の値によって各次の固有振動数には、ほとんど変化がない傾向にある。図-5は、表-1に示した全解析ケースの解析結果より、面外1次、ねじれ1次、面内1次モードの固有振動数と波型高とフランジ幅の比 A 、および半波長と支間長の比 B の関係を示している。図中実線の面外1次の値を見ると、 B の変化に対して変動しておらず、また A の変化に対してもほぼ一定値になることが認められる。さらに、この面外1次の固有振動数を詳細に表したものを図-6に示す。 A の値が大きくなるにしたがって、 $B = 0.05$ は若干大きくなる傾向が認められ、 $B = 0.025$ はほとんど変化が認められない。また、 $B = 0.017$ は若干小さくなる傾向が認められる。■印は、台形形状の波型鋼腹板桁の面外1次の固有振動数である。ここで、台形形状の固有振動数と三角形形状の固有振動数にはほとんど差異はなく、またプレートガーダーの固有振動数ともほとんど差異のないことから、波型鋼腹板桁は腹板の形状により若干の変化はあるものの、面外方向の固有振動数はプレートガーダーと工学的に同程度であると考えた方が妥当であると思われる。次に、図-5の図中波線のねじれ1次の固有振動数を見ると、 B の値によって変化率は違うものの、 A が大きくなるにしたがって固有振動数が若干大きくなる傾向が認められる。ここで、プレートガーダーのねじれ1次の固有振動数と比較してみると、すべての形状において波型鋼腹板桁の方が大きい値を示している。これは、腹板の波型効果によってねじれ剛性が大きくなった結果であると思われる。次に図中1点鎖線の面内1次の固有振動数を見ると、 B が小さくなるにしたがって固有振動数が小さくなる傾向が認められ、また A が大きくなるにしたがって固有振動数が減少する傾向が認められる。また、この面内1次の固有振動数を詳細に表したものを図-7に示す。図中■印は、台形形状の波型鋼腹板桁の面内1次の固有振動数である。一般に、波型鋼腹板桁はプレートガーダーに比べて鉛直方向の曲げ剛性が小さい傾向にある。これは腹板の幾何的な波型形状による影響であり、波型個数が増えるほど、また波型高が大きくなるほどその傾向は大き

くなると考えられる。その傾向はこの図でも顕著に認められる。しかし、台形形状の固有振動数(23.82Hz)と比較してみると、三角形形状の固有振動数の方が大きな値となっていることから、台形形状よりも三角形形状の方が鉛直方向の曲げ剛性が大きいものと推測される。＜参考文献＞1)本田・田中:波型鋼腹板桁の静的および動的挙動特性に関する基礎的研究,鋼構造年次論文報告集,第2巻,pp.171~178,1994-11.

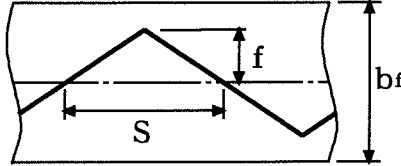


図-3 波型高 $2f$ および半波長 S

表-1 三角形形状の波型鋼腹板桁の固有値解析ケース

		$2f(\text{mm})$	$A=2f/b_f$	$S(\text{mm})$	$B=S/l$	波型個数	A_{rc}/A_{rp}
CASE-1	CASE-1.1	20	0.250	300	0.050	10	1.002
	CASE-1.2			150	0.025	20	1.009
	CASE-1.3			100	0.017	30	1.020
CASE-2	CASE-2.1	30	0.375	300	0.050	10	1.005
	CASE-2.2			150	0.025	20	1.020
	CASE-2.3			100	0.017	30	1.044
CASE-3	CASE-3.1	40	0.500	300	0.050	10	1.009
	CASE-3.2			150	0.025	20	1.035
	CASE-3.3			100	0.017	30	1.077
CASE-4	CASE-4.1	50	0.625	300	0.050	10	1.014
	CASE-4.2			150	0.025	20	1.054
	CASE-4.3			100	0.017	30	1.118
CASE-5	CASE-5.1	60	0.750	300	0.050	10	1.020
	CASE-5.2			150	0.025	20	1.077
	CASE-5.3			100	0.017	30	1.166
CASE-6	CASE-6.1	70	0.875	300	0.050	10	1.027
	CASE-6.2			150	0.025	20	1.104
	CASE-6.3			100	0.017	30	1.221

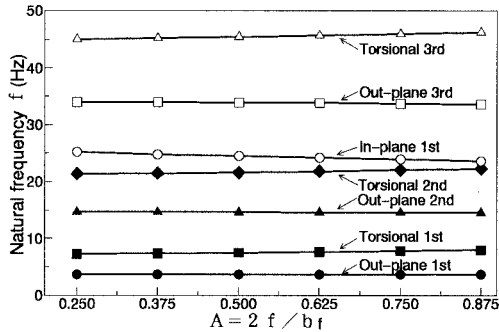


図-4 三角形形状の波型鋼腹板桁の動的特性($B=0.025$)

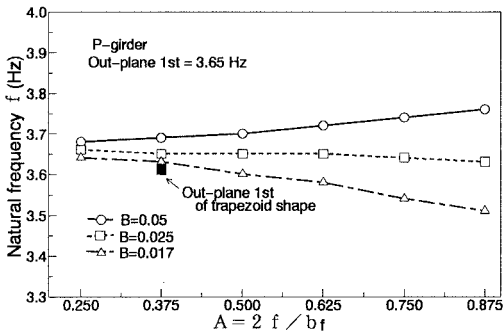


図-6 三角形形状の波型鋼腹板桁の面外1次

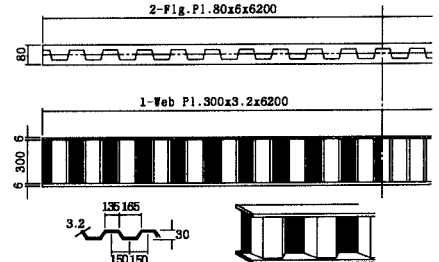


図-1 台形形状の波型鋼腹板桁

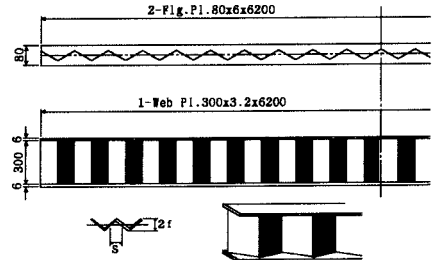


図-2 三角形形状の波型鋼腹板桁

表-2 両桁の固有振動数

振動次数	振動モード	C-girder	P-girder
1	面外1次	3.61	3.65
2	ねじれ1次	8.08	7.13
3	面外2次	14.50	14.66
4	ねじれ2次	22.48	21.06
5	面内1次	23.82	27.03
6	面外3次	33.47	33.60
7	ねじれ3次	46.38	44.54

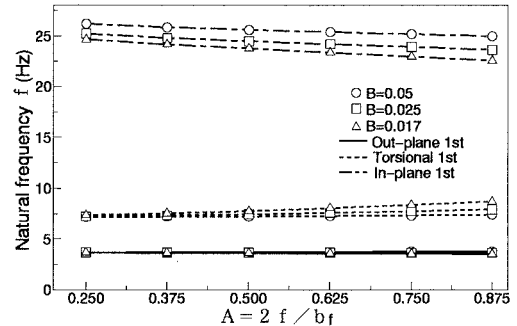


図-5 三角形形状の波型鋼腹板桁の解析結果

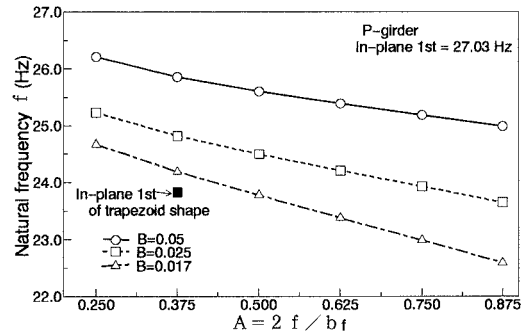


図-7 三角形形状の波型鋼腹板桁の面内1次