

I-439

波型腹板桁（コルゲートウェブガーダー）の動的特性に関する実験

金沢工業大学 正会員 本田秀行

1. まえがき プレートガーダーの断面設計では、横倒れ座屈やせん断座屈に対して中間対傾構と垂直補剛材の最適配置が重要となる。この原則に代わるものとして、腹板のせん断剛性を高め座屈変形を防止するため、腹板を波型に加工した波型腹板桁（コルゲートウェブガーダー）が古くから考案されている。しかし、その波型の加工技術、溶接作業、製作費などが制約となり、わが国では島田¹⁾による波型腹板桁のせん断強度の評価を目的とした実験的研究と某会社のクレーン用桁として実用化されている以外、波型腹板桁を対象とした検討例は少ない。最近、その制約の一部も解放されつつあることから、欧米では波型腹板桁に対する研究^{2)～4)}が行われるようになってきた。しかし、従来の研究では、波型の形状によるせん断強度や座屈現象の静的挙動の解明が検討課題となっており、波型腹板桁の動的特性に関する検討例は未だない現状である。波型腹板桁が通常のプレートガーダーに比べてせん断、ねじれ、曲げ剛性の増加や減衰性に期待がもて得る場合、その桁を橋梁の主桁として採用することによって主桁自体で交通荷重に対する応答振動の一部を軽減するような効果が期待できよう。そこで、本研究では、橋梁の制振能に対する基礎的な検討を主目的に、波型腹板桁の基本的な動的特性を把握するための振動実験を実施した。また、プレートガーダー対しても同様な実験を行い、両桁の動的特性の相違にも検討を加えた。

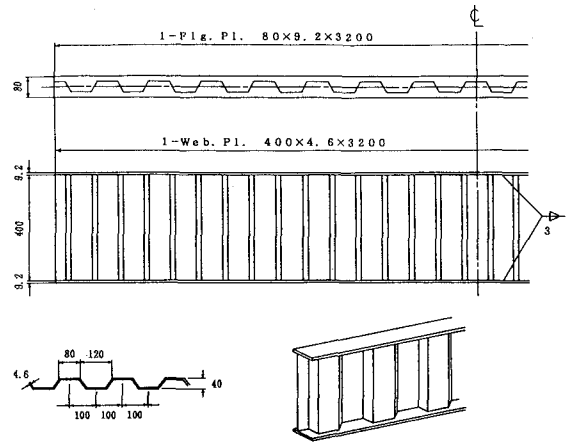


図-1 波型腹板桁の供試体桁

表-1 実験ケース

コルゲート ガーダー	筋 直	ピアノ線切 断	CGV1	プレート ガーダー	筋 直	ピアノ線切 断	PGV1
			CGVK				PGVK
			ハンマー加振			ハンマー加振	PGVH
			CGVH				
	水 平	ハンマー加振	CGHH		水 平	ハンマー加振	PGHH

2. 実験方法とデータ解析 波型の形状は各種考えられるが、実験に用いた供試体を図-1に示す。この供試体2体と同寸法のプレートガーダー1体を製作した。実験ケースを示したのが表-1である。桁の面内と面外の動的特性を把握するため、両桁を鉛直と水平に設置し、ピアノ線切断（引張力が280kgfに達した時ピアノ線切断）あるいはハンマー加振法による実験を行った。実験ケースCGVKは引張力を各種換えた場合である。それらの実験装置を示したのが図-2, 3である。

データ解析は、TEAC製PS-900-300を用い、応答加速度のAD変換後、各種の波形解析を実施

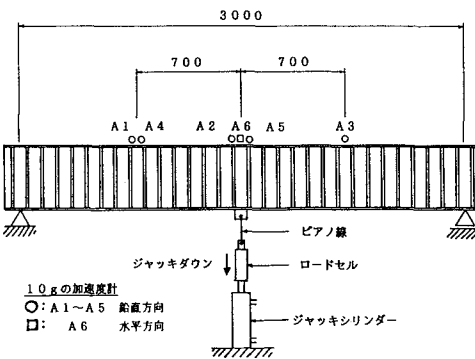


図-2 実験装置（CGV1とCGVKケース）

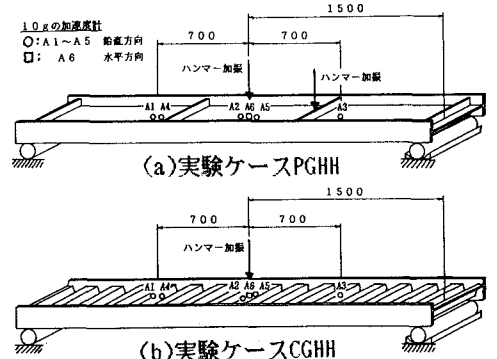


図-3 実験装置（PGHHとCGHHケース）

した。両桁中央点での応答加速度の生波形例を図-4に示す。(a)が波桁で、(b)がプレートガーダーである。

3. 動的特性 実験ケースCGVKとCGHHに対してFFTでのスペクトル解析の一例を示したのが図-5である。

約100Hzは面内（鉛直）曲げ1次を、約13.5Hzは面外（水平）曲げ1次振動数と予想される。スペクトル解析の結果として、表-2に波型腹板桁を、表-3にプレートガーダーの場合を示す。両桁の振動数が非常に大きい値となったことは、両桁とも支間長に対して桁剛性が高いためである。両桁を鉛直に設置したCGVとPGVケースを比較すると、各加振法によって変動しているが、一般的に振動数は若干CGVの方がPGVより小さい傾向を示す。これは、波型腹板桁の面内

曲げ方向が弱軸まわりとなることからプレートガーダーと比べて面内曲げ剛性が小さくなることによるものと思われる。また、両桁を水平に設置したCGHとPGHとの比較では、波型腹板桁の振動数がプレートガーダーに比べて顕著に小さい値を示している。これは、図-4での生波形でも分かる通り、プレートガーダーのまゝと添設されている垂直補剛材の剛性による影響と思われる。

次いで、減衰定数を検討した結果を表-4に示す。スペクトル解析ではHalf-Power Methodで計算した。一般的な傾向として、波型腹板桁は面内、面外ともプレートガーダーより減衰定数が大きく、減衰性に優れているように思われる。今回の実験では、供試体の製作と波型形状や実験法などに改良点があり、波型腹板桁の3次元固有値解析も必要である。今後の課題としたい。

最後に、本実験は当大学の土木工学科学部卒業生任田喜一郎君（現・大日本コンサルタント（株））らのご協力を得た。ここに、感謝の意を表する次第である。

参考文献 1)島田静雄：Ripple web girderによる鋼板のせん断試験，土木学会論文集，No.124，1965年12月。2)Herzog, M.:Leichtträger mit Faltensteg, Stahlbau, Nr.57, H.8, Aug., 1988. 3)Kähönen, A.:Zur Einleitung von Einzellasten in I-Träger mit trapezförmig profilierten Stegen, Stahlbau, Nr.57, H.8, Aug., 1988. 4)Lindner, J. und Aschinger, R.:Grenzscherbtragfähigkeit von I-Trägern mit trapezförmig, Stahlbau, Nr.57, H.12, Dez., 1988.

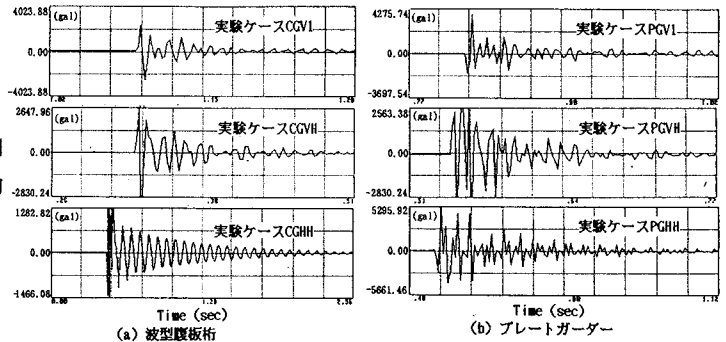


図-4 加速度計A2（中央点）での応答波形例

表-2 CGVケースの固有振動数

実験ケース	固有振動数 (Hz)			備考 (Hz)
	FFT	解析	平均	
CGV1-4	116.845	—	116.845	CGV 101.774
CGV1-5	117.041	116.380	116.701	
CGVK-1	100.586	—	100.586	
CGVK-2	100.098	—	100.098	
CGVK-3	98.926	—	98.926	
CGVK-4	98.731	—	98.731	CGH 13.401
CGVK-5	97.754	97.600	97.677	
CGVH-1	95.557	—	95.557	
CGVH-3	95.947	94.260	95.104	
CGVH-4	97.510	—	97.510	
CGHH-1	13.438	—	13.438	CGH 13.401
CGHH-2	13.477	13.250	13.364	

表-4 減衰定数

実験ケース	固有振動数		減衰率	平均
	FFT	解析		
CGV	0.0198	0.0236	0.0458	0.0297
PGV	0.0181	0.0214	0.0194	0.0196
CGH	0.0153	0.0115	0.0175	0.0148
PGH	0.0047	0.0069	0.0186	0.0101

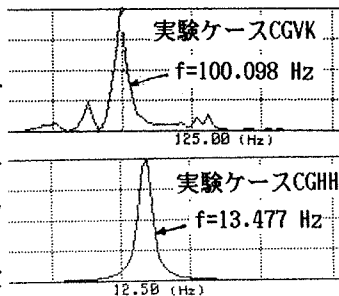


図-5 FFT解析例

表-3 PGVケースの固有振動数

実験ケース	固有振動数 (Hz)			備考 (Hz)
	FFT	解析	平均	
PGV1-2	112.695	111.900	112.298	PGV 103.175
PGV1-3	112.499	—	112.499	
PGVK-1	104.004	—	104.004	
PGVK-2	103.906	—	103.906	
PGVK-3	103.125	—	103.125	
PGVK-4	103.125	—	103.125	PGH 84.398
PGVK-5	102.246	100.500	101.373	
PGVH-1	97.850	96.900	97.375	
PGVH-4	95.800	—	95.800	
PGVH-10	98.240	—	98.240	
PGHH-1	86.165	80.786	83.476	PGH 84.398
PGHH-2	86.067	—	86.067	
PGHH-4	86.566	74.357	80.462	
PGHH-5	87.588	—	87.588	