

兵庫県 正員 ○古高利彦
住友重機械 正員 宮崎正男
東京大学 正員 伊藤 学

1. まえがき 箱桁断面のうちでも、一箱桁断面の空力特性については、数多くの報告がなされているが、二箱桁断面については研究例も少なく、空力特性の不明な点が多い。そこで、本研究では、二箱桁断面の上下方向の空力不安定振動（渦励振・ギャロッピング）を対象とし、応答特性ならびに非定常圧力分布特性から、特に床版張出しの効果に着目して考察を加えた。

2. 実験条件 対象断面としては、図1に示す通り、1:4断面（ $B_U/H = 4$ ）及び1:8断面（ $B_U/H = 8$ ）を選び、床版張出し幅 B_S 、箱桁純間隔 B_C 、一箱桁幅 B_L を適宜変化させた。

応答測定では、たわみ一自由度系の弾性支持実験を行ない、風はすべて一様流とし、何れの断面に対してもScruton数（ $2m\delta/\rho(2B_L)H$ ）は15とした。一方、非定常圧力測定では、断面まわりに加えて、一部のケースについては、断面を取り巻く空間においても測定を行なった。尚、ある瞬間の圧力係数 C_{pt} を

$$C_{pt} = C_p + |C_p| \cos(\omega t + \beta)$$

C_p ：平均圧力係数， $|C_p|$ ：加振振動数成分の圧力変動振幅

ω ：加振振動数， β ：圧力の変位との位相差（ $-\pi \leq \beta \leq \pi$ ）

と定義すると、加振力は上面（床版上面）では $\beta > 0$ 、下面（床版下面および箱桁下面）では $\beta < 0$ の場合に形成される。

3. 実験結果と考察 1:4断面では、比較的低風速（ $7 < U_r (=U/f_7H) < 10$ ）で渦励振が発生し、床版張出しのある断面については、さらに高風速でギャロッピングを生ずる。一方、1:8断面では、比較的低風速（ $10 < U_r < 17$ ）で渦励振は発生するものの、さらに高風速でもギャロッピングは発生しない。

3-1 渦励振領域について、床版張出し幅 B_S/H と渦励振最大応答振幅 a_{max}/H の関係を1:4断面を例にとり、図2に示す。床版張出し幅の増加は、一般に渦励振最大応答振幅を低減させる効果をもっている。

図3、図4は、それぞれ1:4、1:8断面について、箱桁純間隔 B_C/H と渦励振最大応答振幅 a_{max}/H の関係を床版張出しの有無により、分けて示したものである。1:4断面では、箱桁純間隔の絶対値が小さいこともあり、あまり顕著ではないが、1:8断面では、明らかに次の傾向がある。

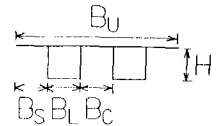


図1 断面形状

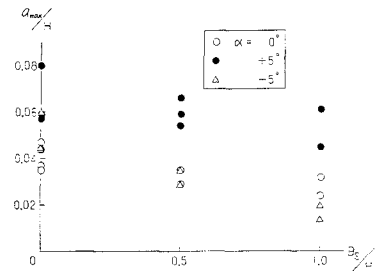


図2 床版張出し幅と渦励振最大応答振幅の関係（1:4断面）

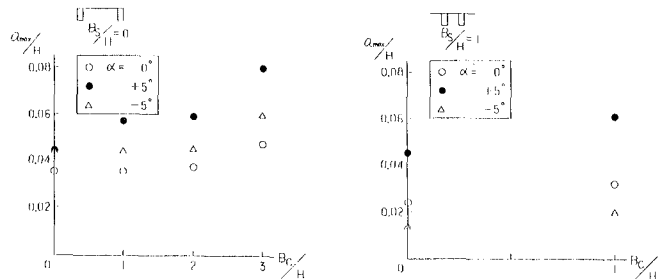


図3 箱桁純間隔と渦励振最大応答振幅の関係（1:4断面）

床版張出しのない場合は、箱桁純間隔の減少は渦励振最大応答振幅を低減させるが、床版張出しのある場合は、箱桁純間隔によらず、渦励振最大応答振幅はほぼ一定値を示す。

このことから、床版張出しのある場合は、断面形状によらず、ほぼ同じような周辺流れが実現されていると考えられる。すなわち、箱桁中間部空間へ

の流れの巻き込みが殆どないことが予想される。図5は、床版張出しのある、1：4断面を例にとり、断面を取り巻く空間でのCp r.m.s.(平均圧力のr.m.s.)分布を示したものである。静止時の流れの可視化と空間圧力分布との対応により、渦を伴う流れの巻き込みが強い場合は、Cp r.m.s.が大きくなることを予め確認しており、この結果からこの種の断面では中間部空間への流れの巻き込みは相対的に非常に小さいと言える。

次に、|Cp|分布、β分布を1：4断面を例にとり、図6に示す。加振力は上下面ともに後縁側で形成されているが、|Cp|の大きさから考えると、上面後縁側が支配的であり、この傾向は床版張出しの有無によらない。

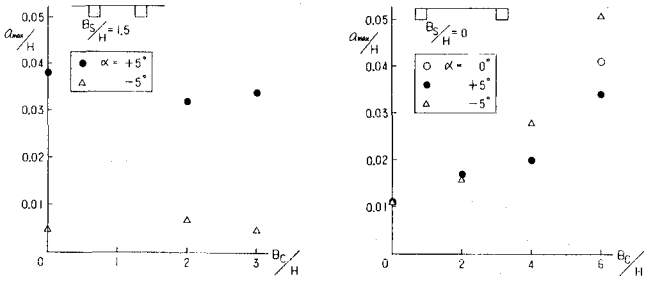


図4 箱桁純間隔と渦励振最大応答振幅の関係(1：8断面)

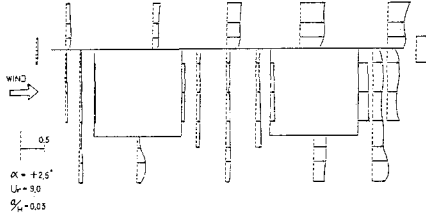
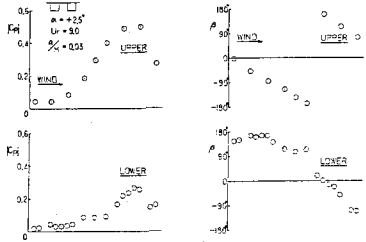


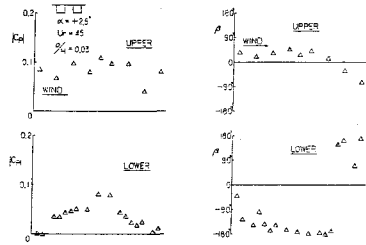
図5 渦励振領域におけるCp r.m.s.分布
(床版張出し有)



(a) 圧力変動振幅|Cp|分布 (b) 位相差β分布
図6 渦励振領域における非定常圧力分布

3-2 ギャロッピング領域について、床版の張出しは、1：4断面についてはギャロッピングの発生を促し、場合によってはUcr = 1.5と、発振風速は大きく低下する。図7に、床版張出しのある断面の|Cp|分布、β分布を示す。加振力は上下面ともに前縁側で形成されているが、|Cp|の大きさから考えると、上面前縁側が支配的である。ところが、床版張出しのない断面では、加振力の分布は全く異なり、下面後縁側のごく一部で形成されるに過ぎず、実際、ギャロッピングは発生していない。つまり、加振力分布は断面形状の影響を大きく受け、渦励振領域の場合とは全く異なる。

4. まとめ 二箱桁断面における床版張出しは、一般に渦励振最大応答振幅を低減させる効果をもつが、ギャロッピングが発現する断面では発振風速を低下させ、逆効果となる。また、床版張出しの有無により箱桁純間隔の渦励振最大応答振幅に及ぼす効果が異なり、張出しが無い場合には、箱桁純間隔を拡大することは、最大応答振幅の増大をもたらすと言えよう。



(a) 圧力変動振幅|Cp|分布 (b) 位相差β分布
図7 ギャロッピング領域における
非定常圧力分布 (床版張出し有)