

I-232 タンデム配列角状構造断面の断面比・間隔比と応答特性との関連について

住友重機械工業 正 員 ○武内隆文
 京都大学工学部 正 員 松本 勝
 京都大学工学部 正 員 白石成人

1. まえがき

橋梁主塔などの塔状構造物には、いわゆるbluffな角状断面が使用されることが多い。これらbluffな断面が流れの主流方向にタンデムに配置される場合、2体が空力干渉し合い、単独柱とは異なる挙動を示す¹⁾ことが知られている。タンデム配列された2本角柱の空力特性に、大きな影響を及ぼす代表的なパラメータとして、図1に示す断面比 B/D と角柱間隔比 W/D とが考えられるので、この2つのパラメータに着目して考察を加える。

2. 実験内容及び実験結果

2.1 実験内容・・・対象とした断面は、単独柱の場合に発現する空力振動現象が異なる、 $B/D=2, 1, 0.5$ の3種類の断面であり、これらをタンデム配列した場合の空力応答特性を調べることを目的とする。タンデム配列した2体の断面を独立に、それぞれ曲げ・振れの2自由度支持し、 B/D と W/D による応答変化に着目して、タンデム構造特有の特徴的現象に関する考察を行う。風路内に配置する2体の断面模型は、質量、振動数、初期構造減衰が同じになるように調整しており、偏角 0° の一様流中で実験を実施した。

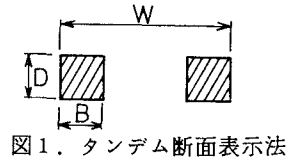
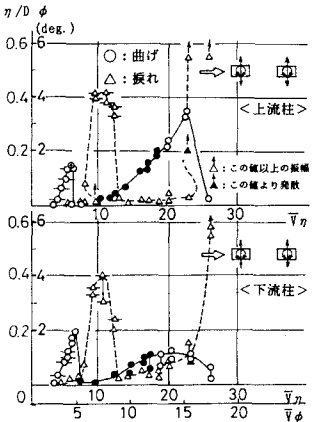


図1. タンデム断面表示法

図2. $W/D=6$ における応答($B/D=2$)

2.2 実験結果と考察・・・

(1) B/D が応答に及ぼす影響・・・

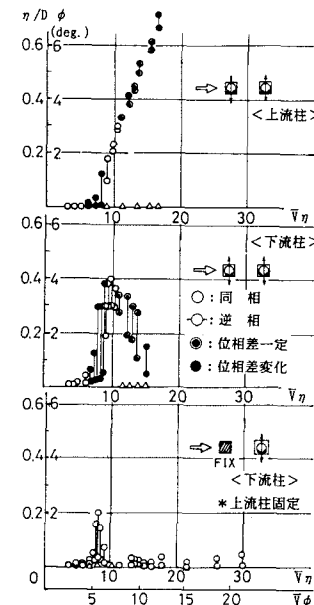
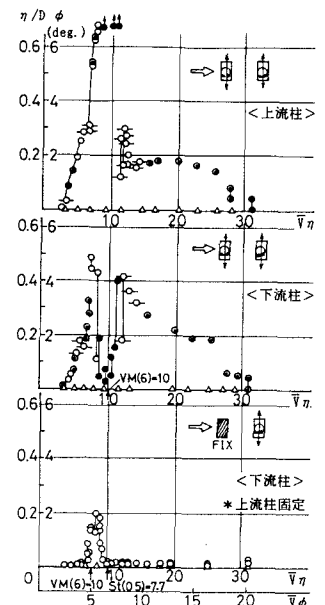
図2～4にそれぞれ $B/D=2, 1, 0.5$ の $W/D=6$ における曲げ応答を示す。

① 図2～4より、同じ角柱間隔比 $W/D=6$ でも、 B/D が変わると、つまり

間隙(開口部)が変化すると、応答が大きく変化することが分かる。応答には、単独柱としての B/D の断面比に起因したもの、2本柱が見かけ一体化した形での W/D の断面寸法比に起因したもの、並びに、それ以外のタンデム特有の空力挙動と考えられる空力干渉による振動とが含まれていると考えられた。

② 図2の $B/D=2$ 断面において発現する応答は、ほとんど単独柱においても見られた現象と考えられる。

一方、図4は $B/D=0.5$ 断面の応答である。図中の中段に示す、上下流柱ともバネ支持状態における下流柱では、2つの限定振動モードが存在している。1つ目の低風速側のモードは、 $B/D=0.5$ 単独柱断面のストローク数の逆

図3. $W/D=6$ における応答($B/D=1$)図4. $W/D=6$ における応答($B/D=0.5$)

数で表されるカルマン渦型渦励振(KVと略す)と考えられ、2つ目の $\bar{V}\eta$ の応答は上下流柱逆相で現れており、2本柱を見かけ一体としてみた $W/D=6$ の自励型渦励振(MIVと略す) $\langle \text{on set vel. } V\eta=1.67(W/D)=10.0 \rangle$ ではないかと考えられた。また、この状態において上流柱を固定した場合の下流柱応答を図4下段に示すが、2つ目の $V\eta=10$ 付近からの応答は消滅しており、上流柱が振動しないと応答が発現しないことから、 $W/D=6$ のMIVと理解された。図3の $B/D=1$ 断面の下流柱の応答について、中段に示す両柱バネ支持状態では、 $B/D=1$ のKV($V_{cr}=1/St_{(1)}=8$)が、まず現れ、次に $W/D=6$ のMIV($V_{(6)}=10$)、そして $W/D=6$ のKV($V_{cr}=St_{(6)}=11$)が発現していると考えられ、下段に示す上流柱固定の場合には、 $W/D=6$ のMIVが消滅し、 B/D と W/D に起因する2つのKVが現われていると考えられる。これらは、タンデム配列柱の応答推定を考える際の重要な情報の一つであると考えられた。

(2) W/D が応答に及ぼす影響・・・図5は、 $B/D=0.5$ 断面の上下流柱共、曲げ・振れ2自由度支持状態において、 W/D を1.5, 2.5, 4, 6と変化させた場合の上下流柱と単独柱の曲げ応答を示す。

① $W/D=6$, 4において2つ目の $\bar{V}\eta$ として現れている逆相の振動は、2本柱を一体化した形で現われた、MIVであろうと考えられた。

② また、 $V=15\sim 30$ 付近に現われる応答は、 $W/D=6$ から1.5へ向かって、2体が近づく程応答は大きくなり、 $W/D=6$ では上流柱に対し、下流柱は位相が約 90° 、 $W/D=4$ では同約 60° 、 $W/D=2.5$ では同約 30° 遅れているが、 $W/D=1.5$ では上下流柱が、ほぼ同相で現われている。2体の空間距離が応答に大きな影響を及ぼしており、空間距離は上下流柱2体の位相差として現われるものと考えられた。尚、この振動は2体の空力干渉によるもので、 $W/D=1.5$ においては、 W/D によるギョロツピング的振動かとも考えられるが、この発生メカニズムについては今後更に研究を進めていく必要があるものとする。

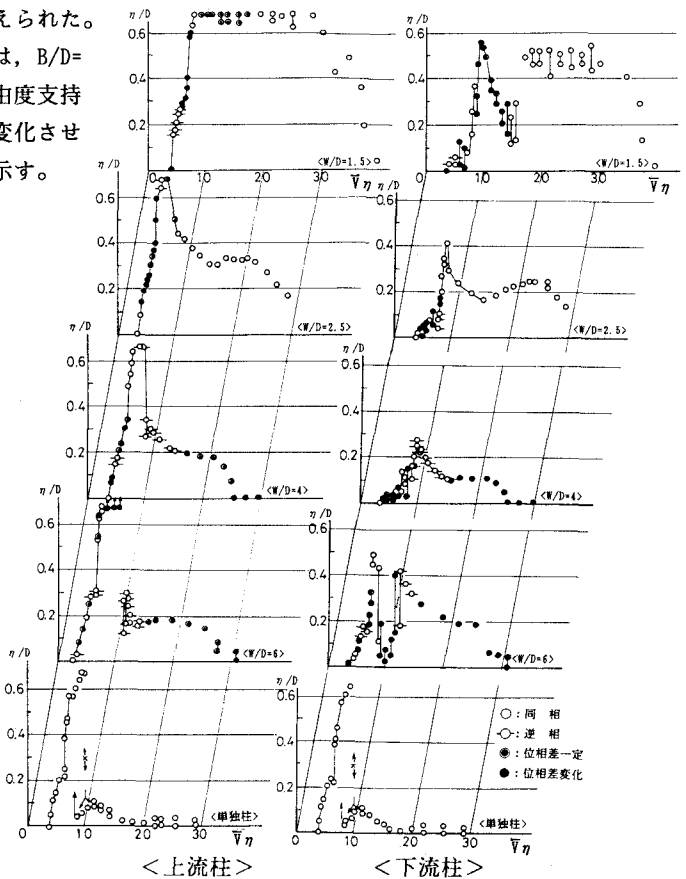


図5. タンデム配列柱の W/D による応答変化 ($B/D = 0.5$)

3. 得られた成果及び今後の課題

- (1) W/D (外郭寸法) が同じでも、 B/D (開口部とも見なせる) が異なると、応答は大きな変化を示す。
- (2) $B/D=2$ の断面においては、 W/D (タンデム配列2本柱を一体化した形状) に起因すると考えられる応答は発現していない。一方、 $B/D=0.5$, 1の完全剝離型の断面²⁾においては、 W/D に起因する応答と考えられる振動が発現する可能性が認められた。
- (3) タンデム配列の場合、下流柱において極めて大きな応答変化が認められるが、 W/D の影響は、完全剝離型の $B/D=0.5$ 断面では特に顕著な形で、上下流柱の位相差変化として現われた。
- (4) 応答発現のメカニズムについては、圧力計測、流体パターンの考察等、今後実施していく計画である。

<文献> 1) T. Takeuchi, Journal of Wind Eng. & Industrial Aerodynamics, 33 (1990) 359-368

2) 白石・松本, 土木学会論文報告集 第322号, 1982年 6月