

斜離せん断層の不安定性と構造物の渦励振

有明工業高等専門学校建築学科 三宅昭春
九州産業大学工学部 正会員 吉村 健
九州産業大学大学院○屋嘉克則 比嘉 智

1. まえがき 扁平構造断面柱、吊屋根（一方向型）および凹みの底に張られた弾性膜などでは、低風速域で限定的な1自由度フラッタを生じる。この種のフラッタは、本質的には、Separation Bubbleを伴う単一せん断層の不安定現象（渦）に起因する渦励振であることを、著者らは文献(1)～(3)で示唆した。その後も継続して、このせん断層の特性を実験的に調べ、渦と励振とのかかわり合いについて検討している。その結果の一部を以下に報告したい。

2. フラッタ特性 図-1～3は、それぞれ、矩形柱、H型柱（いずれもねじれモード）および吊屋根に対するフラッタ発生風速域を示したものであり、断面比を横軸に取り図示している。図-1、2に△印で示すスプリット板付模型の応答の中で、 $\bar{V}=0.5$ 付近と $\bar{V}=1$ 付近から生じるフラッタ、ならびに、図-3の $\bar{V}=1$ 付近と $\bar{V}=2$ 付近から生じるフラッタが、ここでいう渦励振である。図に見るように、これらのフラッタの発生風速域は、断面比に依らずほぼ一定である。そこで、 $d/h=8$ の矩形柱とH型柱、および $d/h=5$ と10の吊屋根を代表例にとり、以下の実験を行った。

3. 静止模型上面のせん断層の特性 流れの可視化実験の結果によれば、せん断層には、波長（周波数）の異なる複数の渦が存在し、その様子は空間的・時間的に変化する。そこで、静止模型上面の比較的広い範囲にわたって、主流方向の流速を熱線流速計で測定し、その変動成分のパワースペクトルを求めた。

図-4は、矩形柱で得られた結果の一例である。鋭いピークは見られないものの、図中矢印の付近で、かなり強いパワー、すなわち卓越周波数を持つ広域帯のスペクトルを図-4は示している。これらの卓越周波数からストローハル数（ St ）を求め、得られた結果を図-5～7に示す。おおざっぱに言えば、矩形柱（図-5）の場合 $St \approx 1$ 、H型柱（図-6）の場合 $St \approx 1$ と2である。したがって、 $1/St$ で定義される共振風速はおおむね1と0.5 となり、これらの風速の付近から励振が始まることは、図-1、2に見たとおりである。吊屋根（図-7）の場合、 St 数が風速（レイノルズ数）に依存するものの、図に見る $St \approx 0.5$ と1の逆数の風速付近から励振が始まること（図-3）は、上記の場合と変わらない。

4. 加振模型上面のせん断層の特性 この項目については、現在実験中のものが大半であり、 $d/h=10$ の吊屋根の結果のみ以下に記す。図-8はパワースペクトルの一例であるが、加振振動数と同一の振動数で線スペクトルが認められる。このパワーを読み取り、それらを取りまとめて図-9を得た。共振風速1と2の付近でピークを示す場所のあること、換言すれば、その場所の流れは、共振風速付近で一種の共振状態となることが図よりわかる。

5. まとめ 以上の検討により、次のことがいえる。共振風速付近では、せん断層に存在する固有の渦が弾性体と共振し、一方、弾性体はこの渦に励振されると考えられる。つまり、図-1～3に見た渦励振は、カルマン渦励振と同様に、fluid-elastic feedback による自励振動であるといえよう。ただし、励振発現の原因となる渦が、カルマン渦と比べると微弱であり、このために、励振力も、カルマン渦励振より微弱であることが特徴としてあげられる。

本研究を行うにあたり、九州大学の中村泰治先生に貴重な助言をいただいた。また、九産大の亀井氏ならびに構造工学研究室の大学院・卒研生諸君に多大の援助を受けた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 三宅・吉村・森下・園田：建築学会論文報告集，第367号，昭和61年9月 2) 三宅・吉村・森下・園田：建築学会論文報告集，第375号，昭和62年5月（討論） 3) 吉村・三宅・平山・赤松：第9回風工学シンポジウム論文集，1986年

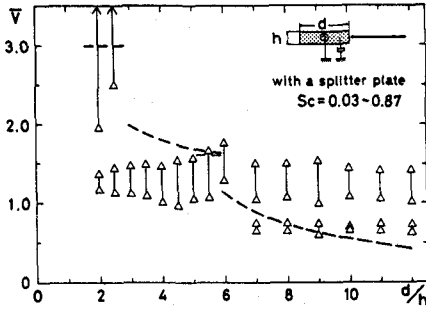


図1 矩形柱の渦励振発生風速域

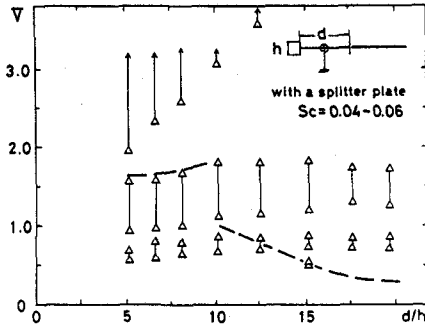


図2 H型柱の渦励振発生風速域

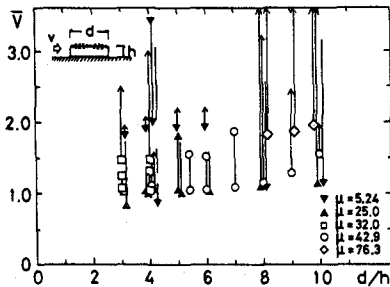


図3 吊屋根の渦励振発生風速域

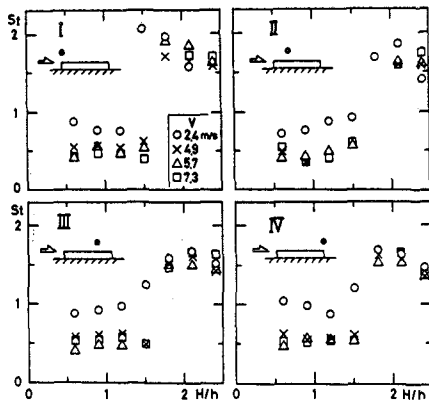


図7 吊屋根上面($d/h=10$)の高さとストローハル数の関係

$d/h=8$ $H/h=15$

III V_{Δ} s.p.

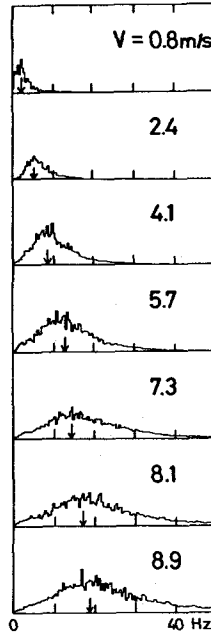
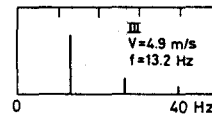


図4 速度変動スペクトル



H/h	I	II	III	IV
2.4	+	+ 0.98	+ 0.82	+ 0.94
2.1	+	+	+ 0.84	+ 1.02
1.8	+	+ 0.87	+ 0.86	+ 1.05
1.5	+	+ 1.07	+ 1.17	+ 1.18
1.2	+	+	+ 1.15	+ 1.28
0.9	+	+	+ 0.94	+
0.6	+	+	+ 0.97	+ 0.93

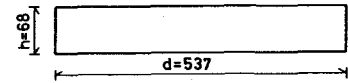


図5 矩形柱($d/h=8$)のストローハル数一覧

H/h	I	II	III	IV
2.4	+	+	+ 0.99	+ 0.83
2.1	+	+ 1.46	+ 1.23	+ 0.94
1.8	+	+ 1.77	+ 1.39	+ 1.00
1.5	+	+ 2.03	+	+ 0.99
1.2	+	+ 2.20	+ 1.21	+
0.9	+	+	+	+
0.6	+	+	+	+

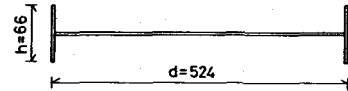


図6 H型柱($d/h=8$)のストローハル数一覧

図8 吊屋根模型加振時の速度変動スペクトル

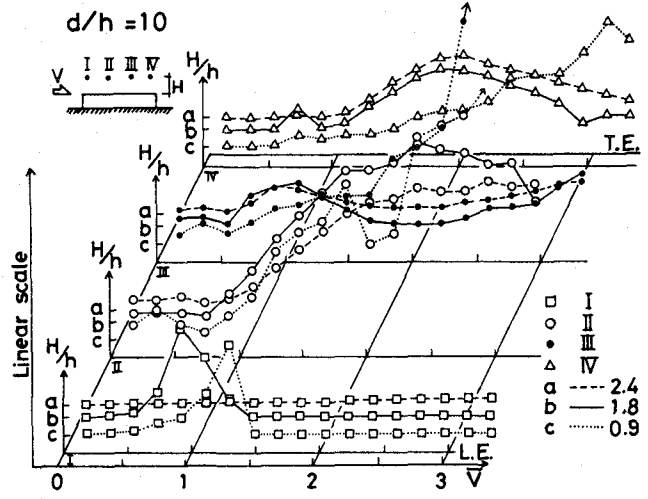


図9 吊屋根上面のパワースペクトルのピークパワー分布