

中央大学 理工学部 正員 岡内 功  
東京都 正員 大坪 高広

### 1. まえがき

トラス橋に風によって生ずる自励振動には、橋床部に作用する風圧が主として関係すると考えられ、その点に関する実験結果を昨年度報告した。その後、この実験結果についてなお検討を重ねるとともに、新たなトラス橋断面について風圧測定を含む風洞実験を行なってきたが、それらの結果を報告する。

### 2. 対象断面

この研究で考察の対象とされた断面の形状と記号を図1に示す。図示するように、対象断面は、閉床もしくは開床をもつ通常のトラス橋(UTW,UTO)にみられる断面と、60度の尖端角を与えて流線形化した橋床をもち、さらに円柱を部材とするトラス橋の断面(BPT)である。なお、トラス部材の影響をみるために、橋床部のみ(W,BX)の断面についても検討を加えた。風洞実験では、それぞれの断面をもつ模型について風による振動状況を観察し、さらに、橋床部に作用する定常および非定常風圧力を測定している。

### 3. 振動実験の結果

迎角 $\alpha$ を変化して、風による振動状況を測定しているが、ほとんどの断面で、自励振動の発生が認められた。ただし、通常のトラス橋の断面、すなわち、UTWやUTO断面では、ねじれ振動の卓越する自励振動が発生し、流線形橋床をもつ断面、すなわち、BPTでは、曲げとねじれの連成した自励振動が発生している。図2に、換算風速 $V/NB$ (V:風速、N:ねじれ振動数、B:橋床幅)と対数減衰率の関係を、各断面について比較して示す。

### 4. 定常風圧の測定結果

図3は、橋床の上面および下面に作用する定常風圧の分布状況を示す

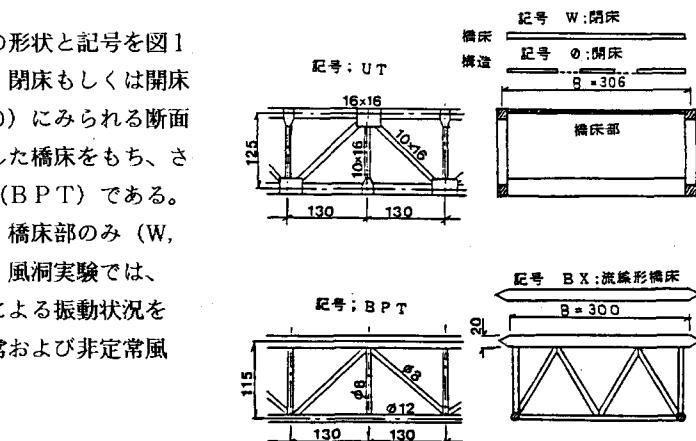


図1 橋型概略図と記号

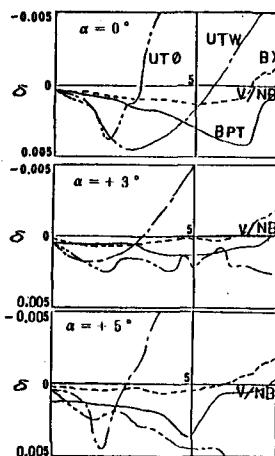


図2  $V/NB - \delta$  図

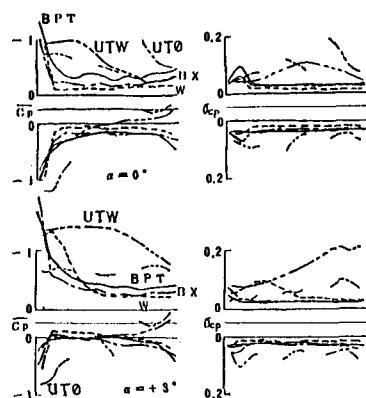


図3 定常風圧分布図

ものであって、これより次のような特徴が見出され、それに関連して各断面周りの流れの様子が推察される。

(1) Wすなわち、平板に近い断面に作用する風圧は、全体的に小さいのに対して、UTWやUTOでは上面にかなり大きい負圧が働く。また、風圧係数の標準偏差 $\sigma_{Cp}$ もトラス部材が存在すると大きくなる。これらは、トラス面で大きく流れが剥離することを示すと考えられる。

(2) BPTやBXの断面における風圧分布状況は、Wのそれと類似している。ただし、BPTの上面における負圧値は、BXの場合よりやや大きく、円柱トラス部材の影響がわずかながら認められる。このよう

なことから、流線形橋床の場合には、UTWなどでみられる流れの大きな剥離がほとんど存在しないことが知られる。

### 5. 非定常風圧の測定結果

模型を倍振幅4度の回転振動状態に保ち非定常風圧を測定したが、その結果、得られた振動変位の各位相におけるいわゆる瞬間的風圧分布状況を示したのが、図4である。この図より、流れの剥離がごく小さいBXやBPTでは、風速が上昇しても風圧分布形がほとんど変化しないのに対して、大きく剥離するUTW(+3°)の場合顕著な変化がみられ、従って、発生した自励振動の特徴とそれぞれ強い関連性を有することがわかる。この関連性について考察した結果、次のような事項が知られた。

(1) 平出、白石らが示した方法にならい、風圧力によるモーメントと振動変位とのリサージュ図を書いて、この図より橋床各点に作用する風圧力の仕事を求めたところ、風圧力の加振もしくは減衰効果の分布図が図5のように得られた。その結果、UTW(+3°)などでは、後縁側における風圧力のなす仕事が振動の発生をもたらしたものと考えられる。これに対して、BPTやBXではこうした傾向が全く認められない。

(2) 橋床面に作用する風圧力の合力によって、模型全体に働く回転モーメントを検討したが、その時間的変化状況を示す一例が図6である。モーメントの方も振動変位と同様に正弦的に変化するが、両者の間に位相差 $\phi$ が認められ、そこで、 $\sin\phi$ の大きさにより回転モーメントの仕事量すなわち、加振、減衰効果が推定できるので、 $\sin\phi$ とV/NBの関係を $\delta-V/NB$ 図と対比してみた例を図7に示す。図7より、UTWにおける $\sin\phi$ と $\delta$ の変化が定性的には同様な傾向であるのに

対して、BXなどでは特に高風速において異なる傾向がみられる。

以上のような考察によって、非定常風圧の測定結果に基づき、UTWなどに発生する機構はほぼ説明できるが、BPTなどに生ずる自励振動の機構は説明できない。これは、今回の非定常風圧の測定をねじれ1自由度の振動状態で行なっているためであるが、このことは、一面において、BPTなどでみられた自励振動がねじれフラッタと異なる機構をもつ事を意味するものであり、従って、曲げねじれフラッタであることを間接的に示したものと考えられる。

### 6. むすび

以上に述べた本研究によって、通常のトラス橋で多くみられるねじれフラッタが橋床部の流線形化によって曲げねじれフラッタに移行し、その結果、一般的には発振風速が増加することが知られた。なお、この場合、橋床部の下方に設けられるならばトラス部材の影響は比較的小さいことも認められた。

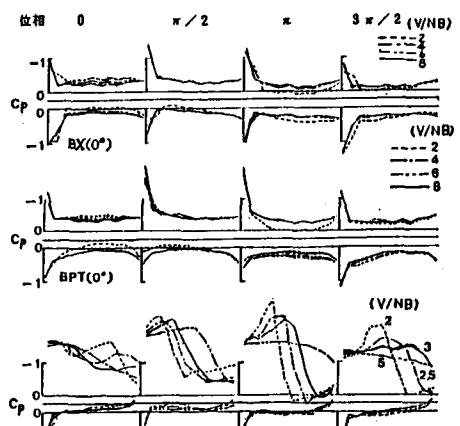


図4 振動各位相の風圧分布図

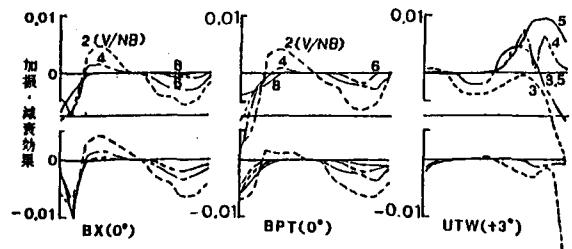


図5 風圧力によるモーメントの加振・減衰効果の分布図

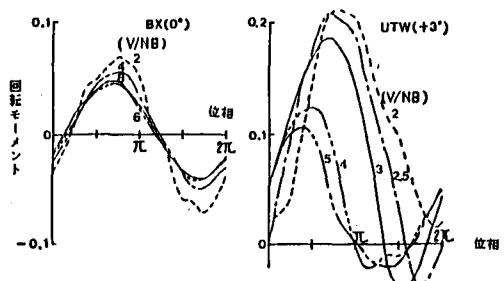


図6 回転モーメントの時間的変化

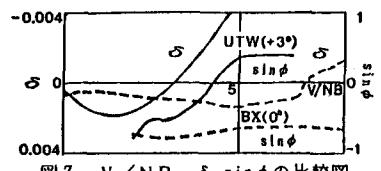


図7  $V/NB - \delta, \sin\phi$  の比較図