

三井造船(株) 正員 大森龍一郎, 正員 井上浩男, 内藤誠, 山崎英之

1. まえがき 橋梁等のシャープエッジを持つ断面の風洞試験相似則では、一般にレイノルズ数(Re)は無視しても影響が少ないとされている。しかし、最近では断面によってはその応答特性が、Reに大きく依存することがあるという研究報告もなされ始めている。¹⁾ そこで本研究では、同一形状で縮尺の異なる偏平六角形断面箱桁模型を用いて、まず三分力試験を実施し、Re依存性等について検討・考察を行った。さらに、ばね支持試験・タウトストリップ試験も実施し、モデル化に関しても検討を加えた。

2. 模型 模型は、縮尺1/60と1/300の偏平六角形断面箱型模型を使用した(図1)。一般に縮尺1/300では高欄等の模型化の精度に限界があることから、1/300模型を先に設計し、1/60模型はそのままスケールアップした模型とし、同一形状で縮尺の異なる模型を用意した。

3. 試験方法 風洞試験には、三井造船係留島研究所の構造物用低速風洞及び煙風洞を使用した。三分力試験では1/60模型は7風速、1/300模型は2風速での計測を行った。Re範囲は、4000~80000である。ばね支持試験は1/60模型について実施し、1/300模型はタウトストリップ試験を実施して、比較・検討に用いた。

4. 試験結果および考察 静的空気力係数のRe依存性について、1/60模型の結果(図2, 3)では風速14m/s以上で、ほぼ安定した傾向が得られている。しかし、風速4m/s~14m/sでは、係数の値はReに依存して連続的に変化している。また、風速1m/sでは迎角全域で傾向が違うものとなっており、特に正側の揚力係数(C_L)特性の違いが大きくなっている。これは、係数化の際に小さな値(0° で約 $3 \times 10^{-3} \text{ kg}$)を用いたことが影響したものではないかと考えられる。なお、風速2m/sでは迎角の変化する方向により流れのパターンが変化するというヒステリシスが $+8^\circ$ 以降で観測されている。²⁾ C_L は、 $-10^\circ \sim +4^\circ$ の迎角においてReに対する変化が大きく、特に低Re域での連続的な変化が目立っている。迎角 $\alpha=0^\circ \sim +3^\circ$ 付近では、特に強い風速(或はRe)依存性が見られている。 C_L に風速依存性が出る可能性のあることは、既に報告している³⁾が、今回のような断面では、空気力係数の風速依存性は無視し得ないようである。次に同Reとして、1/60模型の1m/sと1/300模型の5m/s、1/60模型の2m/sと1/300模型の10m/sの結果を比較する(図4, 5)。1/300模型の三分力試験に使用した煙風洞では、L/Bが小さい等の問題があることから、その結果は定性的な傾向を見るためのみに用いることとした。 C_M と C_L については、ゼロクロスのシフトとゲインの補正をすることによって類似した特性になると予測できる。これらの結果より C_L に着目して、 $\alpha=0^\circ, \pm 3^\circ$ でRe影響の比較を行った(図6)。Re=30000以下ではどの迎角でも、ばらつきが大きく安定していないが、Re=30000以上になると、 $\alpha=0^\circ, -3^\circ$ では漸増の傾向を示しているものの $\alpha=+3^\circ$ の結果は安定傾向を示している。1/300模型の結果では、Reに対し各迎角とも連続的に変化し、傾向としては1/60模型に似た結果が得られている。

次にモデル化の精度に関してであるが、実橋から縮尺1/60で忠実に模型化を行った断面では、渦励振の発生は確認できなかったが、高欄の充実率のみを合わせて簡略化した1/300模型のタウトストリップ試験では、渦励振が発生したことがある。本研究では、模型化の影響を検討するために、1/300模型からスケールアップしたものを、1/60模型としてばね支持試験を行ったところ、1/300模型と同様な渦励振の発生を確認することができた。このことは、模型化(簡略化)の精度によってその応答が、変化することを示すものであり、小縮尺での模型試験を行う際には、動特性・静特性の両方に細心の注意を払った模型化が必要であると言える。

5. まとめ 1)偏平六角形断面の静的空気力係数はReに依存し、特に低Re域でその傾向が強い。

2)模型化には細心の注意が必要であり、模型化によっては、その特性が変わることを考慮する必要がある。

6. 謝辞 本研究は、土木学会風洞実験相似則検討小委員会(委員長:京都大学 松本勝助教授)の研究活動が、きっかけとなったもので、委員の方々からも有意義な助言を頂いた。ここに深く感謝の意を表す。

参考文献:1)相似則検討作業班報告書:本州四国連絡橋公団、1991年

2)井上,他:充幅桁断面の空力特性に関する実験的考察、風工学シンポジウム論文集、1982年

3)井上,他:長大吊橋偏平断面補剛桁の耐風安定性に関する実験的研究、三井造船技報、1988年

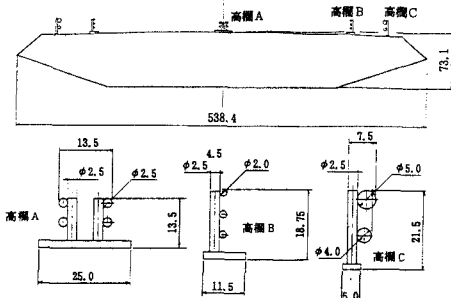


図1 偏平六角形断面模型(単位:mm)

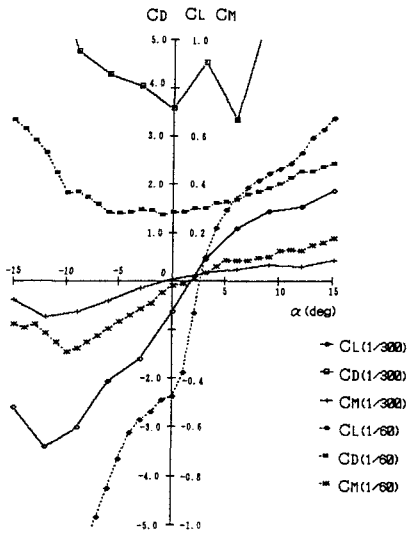


図4 三分力特性(1/300模型:5m/s,1/60模型:1m/s)

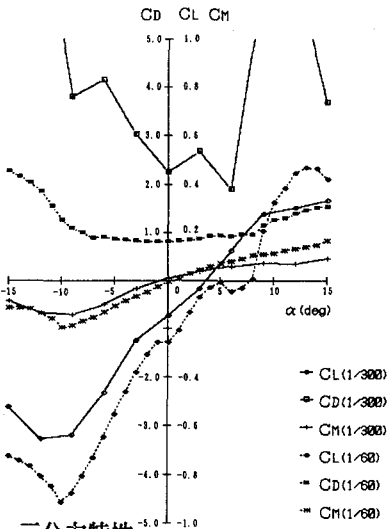


図5 三分力特性
(1/300模型:10m/s,1/60模型:2m/s)

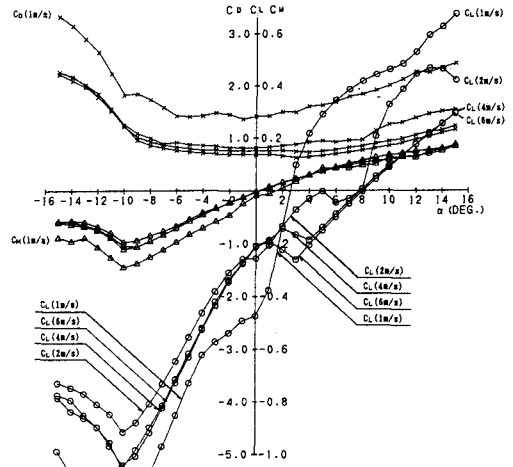


図2 三分力特性
(1/60模型、1~6m/s)

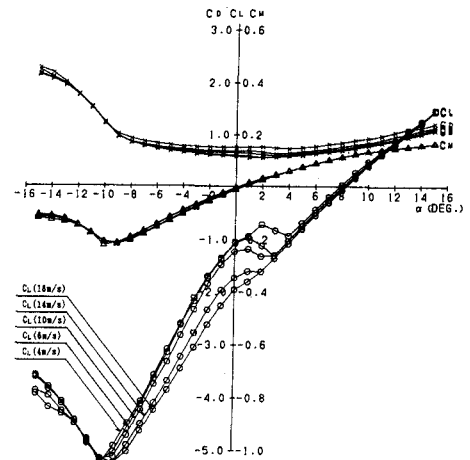


図3 三分力特性(1/60模型、4~18m/s)

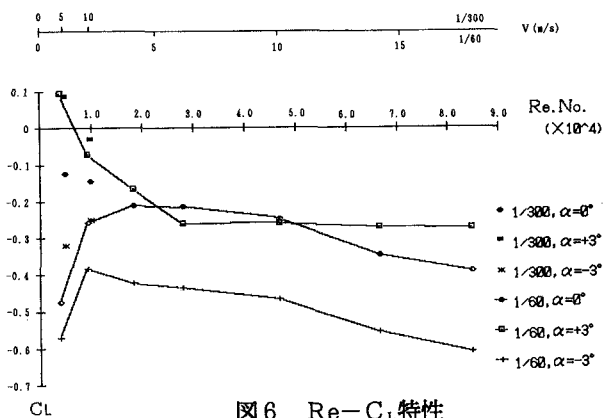


図6 Re- C_L 特性