

I-251

隅切り断面柱のレイノルズ数に対する空力特性変化について

三菱重工業(株)	長崎研究所	正員	○斎藤 通
三菱重工業(株)	長崎研究所		渡部 公介
三菱重工業(株)	長崎研究所		竹山 孝行

1. まえがき・・・明石海峡大橋や東神戸大橋を初め多くの橋梁の主塔シャフトに用いられている隅切り断面は、角部の隅切りの形状や大きさを工夫し、角部からの剥離流れをコントロールすることにより、耐風性を向上させている。そのため、隅切り断面については粘性(レイノルズ数)の影響を受け、あるレイノルズ数で空力特性がジャンプする事が報告されている(文献1)。そのため、風洞試験結果(低レイノルズ数)と実橋(高レイノルズ数)とでは空力特性が事なる可能性があり、これらレイノルズ数の違いにおける空力特性変化を調べ、実橋の耐風安定性の信頼性向上をはかることが重要になって来た。本研究では、ある隅切り断面及びそれと同じ断面比で隅切りのない矩形柱を対象に部分模型を用いた風洞試験を実施し、レイノルズ数が $10^4 \sim 10^6$ における隅切りを施すことによる静的並びに動的な空力特性変化を調べた。

2. 風洞試験方法・・・風洞は三菱重工業(株)長崎研究所の大型風洞(幅3m×高さ10m)及び小型ゲッチンゲン風洞(幅1m×高さ1.7m)を使用した。模型は大型及び小型の隅切り断面柱及び矩形断面柱(剛体部分模型)を使用し、バネ支持試験及び静的抗力測定試験を実施した。なお模型の断面寸法を表1に示す。

3. 試験結果・・・表2に渦励振の発生した風速における無次元振動数をまとめて示す。表2より分かるように、隅切り断面の低レイノルズ数を除いてほとんどレイノルズ数の変化によって共振風速は変わらない。これは、レイノルズ数の違いにより渦の発生振動数に変化のないことを示しており、流れのはがれ方がこの領域ではあまりレイノルズ数の影響を受けていないことを意味しているものと思われる。図1にスクルーション数と渦励振振幅の関係をまとめて示す。図1より分かるように、いずれのレイノルズ数でも渦励振振幅はスクルーション数にほぼ反比例する傾向にあるが、絶対値はそれぞれの断面の内で、レイノルズ数により若干変化している事が分かる。なお、矩形断面柱と隅切り断面柱とでは、明かに隅切り断面柱の方が耐風性が良く、今回の場合隅切りを施すことにより、振幅で約1/10に制振する効果があるものと考えられる。図2には、レイノルズ数と渦励振振幅、静的抗力係数との関係をまとめて示す。図2中、渦励振振幅は図1を用いて同じスクルーション数での渦励振振幅(隅切り断面柱の場合 $S_c \approx 10$ 、矩形断面柱の場合 $S_c \approx 80$)での渦励振振幅の変化特性を示している。図2より分かるように今回実施したレイノルズ数の範囲($10^4 \sim 10^6$)ではいずれの断面でも静的抗力係数の差はほとんどレイノルズ数の影響を受け無い。一方、渦励振振幅は、静的抗力係数に比べると若干レイノルズ数の影響を受けるが、文献1に示すようなレイノルズ数が 10^3 付近にみられたような空力特性変化(ジャンプレイノルズ数)は認められなかった。また、静的抗力係数よりは渦励振振幅の方が、また矩形断面より隅切り断面の方がレイノルズ数の影響を受けやすい傾向にある。このようにレイノルズ数の影響は、対象とする断面、空力現象によって、程度が異なることが予測され、今回の結果が他のすべての断面、現象についても適用できるとは考えにくく、注意を要する。

4. あとがき・・・今回実施した試験レイノルズ数は高々 10^6 で、実橋の様な $10^7 \sim 10^8$ の空力特性の究明については今後の研究が待たれる。しかしながら以上に示すように、少なくとも今回対象とした隅切り断面については、 $10^4 \sim 10^6$ のレイノルズ数の範囲で、 10^3 で見られたような極端な空力特性変化(ジャンプレイノルズ数)は認められなかった。したがって、風洞試験では、レイノルズ数が 10^4 以上になるような十分大きな模型で実験しておけば、実橋(10^6 以上)の耐風性を大きく誤って推定する可能性は少ないものと思われる。今後は上記ジャンプレイノルズ数が 10^3 で起こってなぜ 10^4 以上で起こらないかのメカニズムを究明し、上記試験結果の信頼性向上をはかるとともに、その他の断面、現象についても同様の試験を実施し、断面及び空力現象の違いにおけるレイノルズ数の影響を明かにし、耐風設計及び風洞試験基準のガイドライン作

成のための資料を得る必要がある。なお、本研究は、本四公団耐風委員会風洞試験相似則検討作業班並びに土木学会風洞試験相似則検討作業班の指導のもとに行われ、主査であられる京都大学松本助教授を初め委員の先生方に多くの有益な助言をちょうだいした。ここに深く感謝の意を表します。

[文献] 1) 本州四国連絡橋公団、相似則検討作業班報告書、平成3年3月

表1. 模型断面寸法(単位: mm)

模型形状	大型模型	小型模型
B	274.1	41.3
D	485.0	73.0
b	75.6	11.4
d	50.9	7.7
L	2700.0	1000.0

L: 模型長

表2. 共振時無次元振動数(fD/V)

レイノルズ数	隅切り断面	矩形断面
1×10^4	0.20	0.12
2×10^4	0.22	---
1×10^5	0.23	---
2×10^5		---
3×10^5		0.12
5×10^5		---
7×10^5	---	---

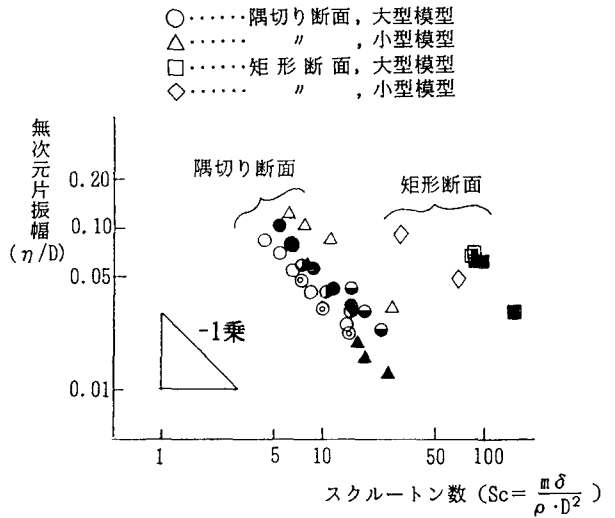


図1. スクルートン数と渦励振振幅の関係

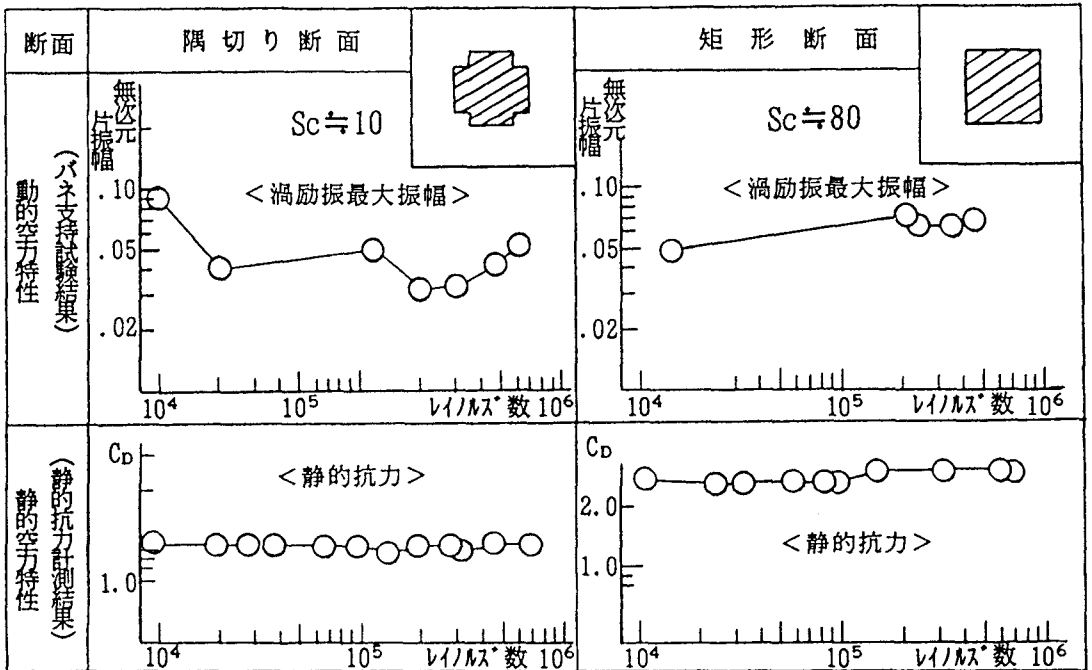


図2. 隅切り断面柱及び矩形断面柱のレイノルズ数にたいする空力特性変化