

I-252

超長大橋梁の全橋模型風洞試験 — ケーブルの設計検討 —

NKK	正員	藤澤 伸光
横浜国立大学	正員	宮田 利雄
建設省土木研究所	正員	横山 功一
本州四国連絡橋公団	正員	鈴木 周一

1. まえがき 明石海峡大橋の大型風洞試験では、可能な限り、空力的・構造的に実橋と相似な模型の製作を目指した。本稿では、ケーブルの模型化に関して行なった検討とその結果の概略を報告する。

2. 基本検討 模型化に当たっては、ケーブルの引張り剛性、単位長さ当り重量および抗力を相似するものとした。模型の縮尺は1/100、相似則から導かれる模型ケーブルの所要値は表1の通りである。これを軸方向に一樣な円形断面で模型化すると、鋼の約2倍の単位重量と1/70の弾性係数の材料が必要となり、複合材を用いたとしても実現はほとんど不可能と言えよう。そこで、ここでは、剛性を相似する線材に重量および抗力を相似するための重錘を離散的に取り付け、平均値として要求される3条件を満たすことを考えた。重錘の形状として、方向性のない球および円筒の2種類を検討したが、最終的には円筒型の重錘(図1)を採用した。重錘の重量密度を仮定し、抗力に関してストリップ理論を適用すれば、抗力および重量の相似条件から重錘の直径 D と取付率 ϕ が計算される。図2にこれらの関係を示す。重錘直径、取付率および使用材料を勘案して、密度 ρ は6 grf/cm³、材料は鋼とし、中空円筒とすることによってみかけの密度を調整することにした。

3. 線材の選定 線材に関しても幾つかの材料を検討したが、結局、既往の全橋風洞試験などで実績のあるステンレス縫り線を用いることにした。実ケーブルと同じ鋼を材料とした場合、応力の縮尺は1/1であり、線材は実橋と同程度の応力状態で使用されることになるので、模型の安全性の点から弾性係数だけでなく、破断強度、定着構造、疲労特性なども検討した結果、直径1.2mm、素線構成1×19の縫り線が適当と判断した。この材料で実現される引張り剛性は所要値のおよそ88%、破断強度は使用張力の約3倍である。

4. 抗力係数 分離重錘型模型の抗力には、重錘端部の気流の回り込みや、重錘相互の干渉などが影響することが予想されるため、線材と重錘の1ユニットだけを模型化した2次元剛体模型による3分力試験を行なった。模型の縮尺は1/100 模型の5倍である。重錘部分の長さを変化させた場合の抗力の測定結果を図3に示す。ここに測定値は、抗力が所要値となる円柱の投影面積を用いて無次元化した。実験の結果、抗力が所要値となる取付率 ϕ は44%であった。図2から求めた取付率は32%であり、分離重錘模型では、重錘相互の空力干渉による抗力増加より、3次元効果による抗力低下の方が大きいものといえる。この結果に基づいて、長さ約4m強の1/100ケーブル模型を試作し、3次元的な風洞試験を実施した。結果の詳細は省略するが、2次元試験の結果とよく整合していることが確認された。

5. 構造減衰 上記の試作ケーブル模型を水平に張って振動試験を行ない、構造減衰を調べた。構造減衰には重錘を線材へ固定する方法の影響が大きいと考えられるので、固定方法を変えた2種類の重錘(図4)を製作して特性を比較した。主な結果を表2に示す。ケース1は線材単体で試験したもので、ここで得られた $\delta=0.003$ が実現可能な最小値と考えられる。ケース2～4では、円筒型重錘に、さらに補剛桁相当の重量を付加して試験した。張力が比較的小さいケース2では、最低次のモードは逆対称であり、減衰率は線材単体の場合とほとんど変わらない。比較的小さい張力の大きいケース3では、最低次モードが対称となり、減衰率は0.009と大幅に増加する。このケースでは、振動に伴ってケーブル張力が変動し、線材と重錘間に軸方向の相対変位が生じるためと推定される。ケース3と同一条件で、重錘を1点固定型とすると(ケース4)、明らかに減衰特性が向上する。しかしながら、実際の全橋試験では、ケース3、4の

