

I-254

耐風設計からみた橋梁の初期形態選定に関する基礎的研究

N	K	K	正 員	村上琢哉
京都大学工学部	正 員	松本 勝		
京都大学工学部	正 員	白石成人		
京都大学工学部	正 員	白土博通		
京都大学大学院	学生員	Stoyan Stoyanoff		
京都大学大学院	学生員	八木知己		

1. まえがき

今日に至るまで、各種研究機関において、種々の橋梁断面に対する風洞実験が行なわれてきたが、橋梁は単品生産であることから、必ずしも過去の研究が新たな橋梁設計に生かされていない現状にある。設計当初提案された断面形状が、その後の風洞実験による照査で変更されたり、ダンパー等の設置を余儀なくされた場合も少なくない。従って初期設計段階で、極端に耐風安定性の悪い構造形式、及び断面形状を避け、より有利な物を選定できるシステムの構築が望まれる。そこで本研究では、全国各気象官署における自然風観測記録、各種構造断面の構造特性及び空力特性、更に種々の空力現象の発生機構の諸研究成果を考慮して、橋梁構造物の初期設計段階に役立つ、耐風設計システムを構築することを試みる。

2. データベース構築

橋梁設計の初期段階で、種々の構造形式、断面形状を比較し、最適形態を選定するためには、耐風安全性評価を行なう必要がある。そのためには自然風特性、構造特性、空力特性を何らかの形で表現する必要があり、本研究ではこれらに関する既存データを収集することにより、各特性の把握を試みた。但し今回は、システム構築の第一段階として、検討対象を桁断面のフラッターに限定した。以下に、各特性の評価方法について述べる。

①自然風特性：近隣の気象官署の自然風特性を与える。一例として現地の風速特性を推定するのに有用な風向別風速図を図1に示す。

②構造特性：橋梁形式・断面形状別に分類し、各構造諸元のデータを収集した。更に各々の関係において、平均的な値（回帰分析推定式）、考えられる上限値、下限値を推定した。その一例として、箱桁吊橋の支間長と鉛直たわみ1次振動数の関係を図2に示す。

③空力特性：種々の橋梁断面の空力特性は、各橋梁断面の幾何学形状や空力現象の発生機構等を考慮し、矩形断面、H型断面等の構造基本断面の空力特性を適用することで評価を試みた。すなわち、トラス断面、偏平六角形の連成フラッター特性は平板に、トラス断面、I型2主桁断面のねじれフラッター特性はH型断面に、逆梯形断面、矩形断面（ブラケット付）の空力特性は、矩形断面にそれぞれ適用可能であるとし、それぞれの空力基本特性を当てはめた。空力評価としては、連成フラッター特性には、平板翼理論の提案式である Selberg式を用い、さらに Selberg¹⁾、

Klöppel²⁾らが提案している非流線型断面に対する Selberg 式の補正係数を導入して、各断面について算定を

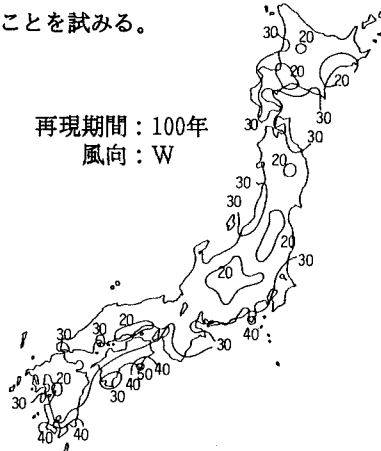


図1 全国風向別風速図

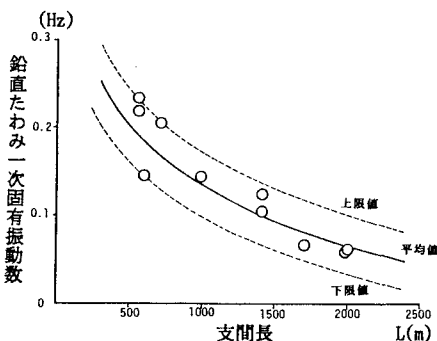


図2 箱桁吊橋における構造特性

試みた。ねじれフラッターについても同様に評価するものとする。補正係数の算定については、過去の風洞実験から算定した。ギャロッピングについては、HDL³⁾の評価式を用いることにした。但し、減衰の項が考慮されていないことに注意して用いるものとする。

乱流効果については、乱流中で安定化するものは安全側の風速値を与えるものとして、一様流中の風速値で評価する。更に、乱流中で不安定化するもので、発散形状が穏やかな断面については、慎重に取り扱う必要があるが、一様流中で値を用いるものとする。一方、発散形状が激しい断面（例えば、鈍いH型断面）については、振動数が高い場合には乱流中でも限界風速が設計風速を超える場合が存在すると思われるが、その桁断面形状を用いるのは好ましくないという情報を与えるものとする。

3. 各種橋梁形態の耐風性比較検討

適用支間長が競合するような場合、候補断面選定においては、数多くの橋梁案が考えられる。本研究では、適用支間長が競合する各橋梁形式を比較することにより、ある程度耐風安全性を判断できる指標を作成することを試みた。つまり、本研究で推定した構造特性データを用い、その橋梁形態が持つ構造特性から考えられる発散振動限界風速の上限値、下限値を算定した。一例として、吊橋（幅員30m）における比較図を図3に示す。これよりトラス補剛桁、偏平六角形断面においては、下限値が高く、耐風性が優れていると思われる。一方、H型断面は耐風性が悪く、支間長600mにおいて、下限値が20(m/s)弱、上限値でも60(m/s)しか確保されていないことがわかる。

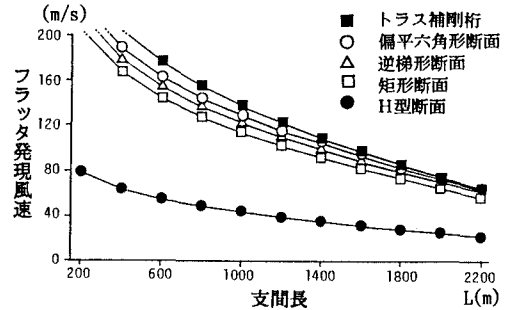
4. 結び

以上のように、本研究では既存のデータを用いて、合理的な耐風設計システムの構築を試み、更に各種橋梁形態を比較することで、ある程度の耐風安全性を概略判断できる指標の作成を試みた。その結果、推定した発散振動発現風速より評価した耐風安全性が、目標安全性を満足するかどうかといった評価が可能となり、この評価方法を設計初期段階で用いることで、極端に耐風安定性の悪い形式・構造断面の選択を防止し、耐風性のより優れた構造物の設計に貢献できるものと思われる。更に、実際のより詳細な耐風設計を行なう際には、HDL, Bridge Aerodynamics⁴⁾等の空力特性評価法にも留意する必要があると思われる。

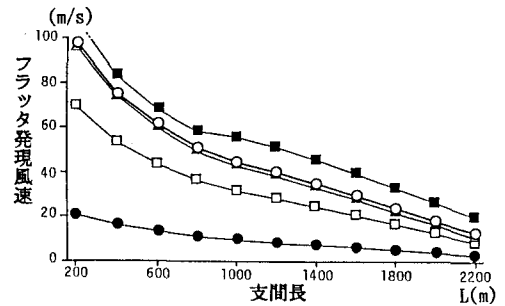
最後に、本研究の遂行に際し、京都大学工学部永元直樹氏にデータ収集・解析及び図面作成などで多大な協力を得たことを記し、感謝の意を表します。

（参考文献）

- 1) Selberg, A : Oscillation and Aerodynamic Stability of Suspension Bridges; ACTA Polytechnica Scandinavica, Ci 13, 1961
- 2) Klöppel, K. et al. : Modellversuche im Windkanal zur Bemessung von Brücken gegen die Gefahr winderregter Schwingungen; Der Stahlbau, Heft 12, 1967
- 3) 阪神高速道路公団設計荷重委員会報告書；第3編 風荷重分科会報告（別冊 - 2）阪神高速道路の耐風設計に関する検討
- 4) Bridge Aerodynamics; Thomas Telford Ltd., 1981



(a) 上限値



(b) 下限値

図3 桁断面形状によるフラッター発現風速
上限値・下限値の比較（吊橋）