

【240】

氏 名 宇 都 宮 英 彦
う つ の み や ひ で ひ こ
 学位の種類 工 学 博 士
 学位記番号 論 工 博 第 737 号
 学位授与の日付 昭 和 49 年 11 月 25 日
 学位授与の要件 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
 学位論文題目 **Fundamental Investigations on the Aerodynamic Behaviors of Plate-like Structures and a Real Bridge**
 (平板状構造物および実橋の空気力学的挙動に関する基礎的考察)

論文調査委員 (主 査)
 教 授 小 西 一 郎 教 授 丹 羽 義 次 教 授 山 田 善 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は平板状構造物，たとえばつり橋の補剛トラスの空力安定性を一様な流れや変動する流れの中における挙動から，理論的ならびに実験的に研究するとともに，実橋の自然風による応答を観測し，地表面付近に建設された構造物に作用する局地的な風の乱れの影響とその評価について若干の考察を行なったもので，2部，9章よりなっている。

第1部第1章においては，定常流中の平板状構造物の空力応答について考察した。すなわち，構造物に作用する定常空気力を実験的，理論的に求め，動的効果を，たわみ，およびねじりの速度に対応する相対的迎角として導入し，運動方程式を求めた。このようにして求められた準定常空気力による応答をアナログシミュレーションによって解析し，風洞実験の結果と比較，考察を行なっている。さらに解析的に非線型応答を求めるために，多自由度系に対する漸近法を適用し，フラッター状態における構造特性の影響について，1つの情報を得た。

第2章では，変動風成分として，正弦波およびホワイトノイズを用いて，これらが構造物の空力応答に及ぼす影響について定性的に考察した。

第3章では，充実率が比較的小さいトラス補剛げたをもったつり橋について，その構造特性が耐風安定性に与える影響を F. Bleich の方法によって検討し，あわせて橋軸方向の風速分布が一様でない場合の応答を調べた。これによって，基本振動に高次のモードが連成するようなつり橋では，全スパンに一様な風が作用するよりも，部分的に作用する場合の方が危険性が高い場合の存在することを指摘している。

第4章では上記第1部の成果を要約して述べている。

第2部では徳島県小鳴門橋における自然風と橋梁の応答に関する実測結果が述べられている。

第1章においては，観測経過の概要を述べ，あわせて地形的特徴のいくつかを示している。

第2章では，従来の自然風観測において求められている種々の統計量を同様な解析手法によって求め，つり橋小鳴門橋架設地点における自然風の特異性を示した。

第3章においては、応答に関する種々の統計量を求め、変動風中でのつり橋の応答は、本橋のような地形条件下にある場合、第2章において求められたような統計量を入力として考察することは困難であることを示した。さらに Davenport の方法によって、応答を統計的に推定し、その結果、定性的には満足すべき推定値を得た。しかし、空気力、風速の空間分布については、かなり問題を含んでいることを指摘している。

第4章では、前章までの結果に基づき、変動風による構造物の不規則応答を推定するために適したデーター長に関する考察を行なっている。変動風の局所的な乱れが大きいと考えられるような地形条件下では、通常用いられている10分間というデーター長では、変動風速と応答の間に有意な相関を見出すことは困難であり、より短時間のデーター長によって、はじめて可能であることを示した。

第5章は以上に得た第2部の結果を要約している。

論文審査の結果の要旨

つり橋の風による動的安定性は、長大つり橋の設計上最も重要な問題であり、理論ならびに実験的に多くの研究がなされているが、未開の分野も多い。本論文は平板状の補剛げたを有するつり橋の空力安定性を、一様な流れおよび変動する流れの中における挙動から理論ならびに実験的に追求し、さらに自然環境にある実在つり橋小鳴門橋について、自然風ならびにつり橋の応答を観測し、地形に影響される自然風をどのようにつり橋の空力安定性上に評価するかについての一考察を述べ、つり橋の耐風設計上の資料を提供するものである。その得られた主な成果は次のとおりである。

(1) 平板状構造物の空力安定性については、従来1自由度系に限られるか、あるいは2自由度系では、フラッター限界風速の算定のみであったが、本研究はアナログシミュレーション、あるいは漸近法を応用して、非線型応答特性を総合的にとらえることに成功し、その手法も比較的容易であり、しかもよい精度で得られている。

(2) アナログシミュレーションの手法が、変動風成分の影響を考察する場合、非常に有効な手段であることを示し、正弦波状、あるいはホワイトノイズ型の変動風成分による応答を解析している。この結果、風洞実験で指摘されたフラッター開始風速の上昇現象を解析的に再現することに成功し、また定常状態の応答については選択共振現象の存在を示し、工学的には変動風成分のパワーのうち、系の固有周期近傍のもののみが重要であること、高周波成分は不安定振動の発振に対して抑制効果を有することを見出している。

(3) 長大つり橋の耐風安定性について、橋断面の幾何学的形状、動力学的特性との関連において評価を行ない、耐風性の良好な断面を示し、さらに風荷重が橋軸方向に一様に作用するよりも、部分的に作用する場合の方が、より危険となることがあることを示している。これを主として自由振動モードとの関連で説明し、風速の空間分布の選定の際の基礎的な情報を与えている。

(4) 従来の観測データーは自然風の観測が中心であり、構造物の応答との関連で実測が行なわれた例は少なく、その意味では、観測値自体が1つの有効な情報を与えている。

(5) 自然風の観測結果、測定地点の周辺の地形条件が複雑であるにもかかわらず、平滑地における自然

風の統計量と変らない傾向にあることを得たが、これは従来行なわれている風速を10分間のデータから求めることが不適當であると推論し、さらに自然風と応答との統計量の有意な相関が存在しないことから、データ長に関する特別な考慮が必要であることを見出している。

(6) 以上のことから著者は、より短時間のデータを選ぶことによって、自然風と構造物の応答の相関を求める試みを提案している。本観測の場合60秒というデータ長を提案しているが、この短時間データを用いることにより、平均風速、乱れの強さと応答量の2乗平均値との間に強い相関の存在することを示している。

これを要するに、本論文は、つり橋補剛トラスのような平板状構造物が、一様な流れ、変動する流れの中に置かれたときの空力安定性を理論的に追求し、アナログシミュレーションが、つり橋の非線型応答解析に有効に利用されること、また実在つり橋について自然風と応答とを同時観測し、自然環境を反映した自然風の観測についての1つの考え方の提案を行なったものである。これらはいずれも長大つり橋の耐風設計上有益な資料を提供したものであって、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。