

氏 名	梶 川 康 男 かじ かわ やす お
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1240 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 1 月 23 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	道 路 橋 の 振 動 と そ の 橋 梁 の 使 用 性 に 与 え る 影 響 に 関 す る 研 究

(主 査)  
論文調査委員 教 授 山 田 善 一 教 授 白 石 成 人 教 授 小 林 昭 一

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、動的な外力によって道路橋、歩道橋に生ずる振動を、理論的、実験的に考察し、これらの振動が主として人体感覚に与える影響を求め、振動感覚の面から見た忍限度とともに、橋梁の使用性について論じたものである。論文は8章からなっており、各章の内容の概要はつぎのとおりである。

第1章は緒論であって、本研究に着手するに至った動機、本研究の重要性、本研究の経過などを述べ、本論文の内容の概要を説明している。

第2章では、本研究の基礎となる実在橋梁での振動の実態調査の結果と、それらを整理した成果について述べている。関西、中部地方の実在橋梁61橋について、できるだけ同一の条件で橋梁振動の計測を行ない、橋梁振動の実態を把握した。計測結果から、スペクトル解析によって、振動数、変位振幅、減衰定数などを求め、スペクトル解析による実効振幅の精度、実効振幅と最大振幅、支間長と振動数、振動数と変位振幅、減衰と変位振幅などの関係を求めている。

第3章では、振動の人体への影響について、種々の立場から行なわれた過去の研究成果を説明し、振動の人的、心理的影響について述べている。さらに ISO のばく露基準や、振動公害規制基準について述べ、これらを整理して、等感度と刺激、振動の大ききの尺度、振動忍限度などについての考え方を検討している。

第4章では、とくに橋梁振動の歩行者への影響について、著者が行った実験を中心として検討を加えている。すなわち、振動数、振幅、人間の姿勢など、橋梁の振動の特性をとり入れた振動感覚実験を行ない、評価尺度を求めた。実験は実際に台上を歩くことのできる大型の振動台を用いて行ない、種々の形の外力に対して比率尺度を求めた後、順序尺度と振動忍限度を求めた。さきの実態調査と比較することにより、とくに60~80m支間長のランガー橋の逆対称モードの振動が大きいことを明らかにした。

第5章では、特に振動が大きいことが明らかにされたランガー桁橋を対象として、道路橋の動的応答解析を行なっている。ここでは、2自由度系にモデル化した大型車が、定常不規則な凹凸をもつ路面を走行した場合の応答を不規則振動解析により求めている。ランガー桁橋の支間長、ライズ、補剛桁高さをパラ

メーターとして、多くの計算を行なった結果、実態調査の結果と同様に、60~80mの支間のランガー桁橋の振動が大きいことが指摘できた。つぎに耐震設計で用いられる応答スペクトルに類似した、応答速度の2乗平均スペクトルを、新しく提案し、振動感覚と関連の深い応答速度の2乗平均値が、このスペクトル図を用いることにより簡単に求められることを示した。さらに解析を連続形式の橋梁にまで発展させた。

第6章では、歩道橋における使用性の確率論的な解析として、不規則振動論によって、歩行者の荷重特性から動的応答を求め、ある刺激によって心理的反応を生ずる確率分布と比較することにより、心理的面からの限界状態の発生する確率（非使用性確率）を求めた。この非使用性確率と、現行示方書で使用性の限界として与えられているたわみ制限値との関係を明らかにした。この手法を、等二径間連続桁橋に適用し、とくに減衰の小さい40~50m支間長の歩道橋に対して、現行の制限値では使用性の面から問題のあることを指摘している。非使用性確率の計算が繁雑であることから、近似計算として、平均値と分散のみで表わされる使用性指標を、2次モーメント法の安全性指標に相当するものとして提案し、これを用いて具体的な設計と結びつけることを、図式解法などをとり入れて可能にしている。

第7章では、大型車による道路橋の振動に対して、歩行者のうける振動刺激の大きさと、その発生の確率を、第6章で歩道橋に対して求めたと同様の手法で計算し、非使用性確率を求めた。さらに荷重重量、振動刺激の基準値、平均載荷台数などと、非使用性確率の関係を求め、許容確率5%として使用性を論じている。

第8章は結論であって、本論文の研究経過をまとめて示すとともに、論文で得られた成果をまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

橋梁の設計に考慮される限界状態には、安全性に関するものと、使用性に関するものがある。安全性に関しては多くの研究が行なわれているが、使用性に関する研究は少なく、実際の設計では、たわみ制限の形で考慮されているにすぎない。橋梁の使用性限界の最も重要なもの一つとして動的に作用する外力による振動があげられているが、その限界値については明確ではない。本論文は、道路橋、歩道橋の振動が歩行者に与える影響の面から、橋梁の使用性について検討を加えたものであって、得られた成果の主なものはつぎのとおりである。

(1) 種々の形式の鋼道路橋61橋について、ほぼ同一の条件で、動的な荷重による応答振動の測定を行ない、振動の実態を把握するとともに、橋梁形式、支間長などと、スペクトル解析により得られた振動数、変位振幅、減衰定数との関係を求め、実用的な関係式にまとめ上げた。

(2) 橋梁の振動の歩行者に対する影響をしらべるため、歩行可能な大型振動台を試作し、多くの被験者に対し振動感覚実験を実施した。この結果橋梁の振動による心理的影響を表わすには、振動速度の実効値が適当であることを見出し、橋梁では、その限度はほぼ1.7 cm/sec程度であることを示した。

(3) 道路橋の動的応答を不規則振動解析によって求め、とくにランガー桁橋の振動について検討した結果、固有振動数と橋梁重量の関係から、支間長60~80mの橋梁が振動の面から問題のあることが明らかにされた。これはさきに行った橋梁の振動の実測結果とも一致する。また各種の橋梁形式について、その動

的応答を求めるための、応答速度の2乗平均スペクトル図を、新たに提案し、橋梁の構造上の諸特性と、振動感覚との関係を簡単に求める方法を示した。

(4) 使用性を検討する場合の規準尺度として、橋梁上の歩行者に望ましくない反応をおこさせる確率（非使用性確率）を提案し、歩道橋についてその計算法を誘導した。またこの計算があまり簡単ではないことから、実用的な尺度として、新しく使用性指標を導入することを提案し、比較的簡単に使用性解析が行なえることを明らかにした。また実用的な面から、使用性指標と、非使用性確率の関係を求める図式解法も示した。

(5) 道路橋についても非使用性確率を求め、単一走行荷重による応答振動が問題となる範囲や、使用性の検討がとくに必要な範囲、使用性についてあまり考慮する必要のない範囲などを明らかにした。

以上要するに本論文は、橋梁の使用性の重要な限界の一つである振動について、主として歩行者に与える心理的影響の面から検討し、振動の怨限度、設計上考慮すべき諸量などについて系統的に研究を行ない、設計上の新しい提案と、計算法を示したものであり、学術上、実用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。