VIBRATION FREQUENCY CALCULATIONS OF NON-UNIFORM BARS

(การคำนวณหาความถี่ของการสั่นสะเทือนของคานที่ขนาดไม่สม่ำเสมอ)

by

Captain Smoothara Suthiboon

B.Sc. (KMAF) 1961 Dip.in Ed.

007013

Thesis

Submitted in partial fulfilment of the requirements for the

Degree of Master of Science

in

The Chulalongkorn University Graduate School

Department of Mathematics

June, 1970

(B.E. 2513)

I 18361093

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfilment of the requirements for the Degree of Master of Science.

T. Nitanidhi .

.....

Dean of the Graduate School

Thesis committee..... Chairman

.....

.....

.....

Thesis Supervisor.....

Date..7th..July.....1970.....

ABSTRACT

This thesis was written in order to describe a method for calculating the vibration frequencies calculation of non-uniform metal bars by the use of numerical analysis and an electronic computer. It is divided into three chapters. Chapter I is an introduction, containing definitions of vibrations, in a solid body, frequency and the Euler equation of motion of a non-uniform bar. Chapter II discusses the method to solve the equation of the bar in chap.I with a simple rectangular cross section assuming some trial values for the frequency. Then the system can be solved by means of the electronic computer (IBM 1620).

The last chapter indicates the calculation of the mode shape and frequencies by the following method. Fix the frequency and determine the value of the slope at one end point that makes the solution satisfy one of the boundary conditions; inverse interpolation is used. By repeating the calculation for different frequencies obtain the slope corresponding to this boundary condition as a function of frequency. Then determine the frequency for which the corresponding solution satisfies a second boundary condition by using inverse interpolation. This is the actual vibration frequency. The mode shape for this frequency is then determined.

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เขียนขึ้นเพื่อที่จะอธิบายวิธีการคำนวณหาความถี่ของการสั่นสะเทือนของคานโลหะที่ขนาดไม่สม่ำเสมอ โดยใช้นิวเมอริคัลแอนนาไลซิส และเครื่องคำนวณอิเล็คโทรนิค วิทยานิพนธ์นี้ได้แบ่งไว้เป็น ๓ บท บทที่ ๑ เป็นบทนำประกอบด้วยนิยามต่าง ๆ คือ การสั่นสะเทือนในวัตถุทรงตัน ความถี่ของการสั่นสะเทือน และสมการออยเลอร์ สำหรับการเคลื่อนไหวของคานขนาดไม่สม่ำเสมอ บทที่ ๒ ศึกษาถึงวิธีการแก้สมการการเคลื่อนไหวของคานในบทที่ ๑ ประกอบกับสิ้นที่หน้าตัดของคานที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าง่าย ๆ โดยสมมุติค่าความถี่ของการสั่นค่าใดค่าหนึ่งขึ้นมา แล้วแก้สมการดังกล่าวนี้ได้ด้วยการใช้เครื่องคำนวณอิเล็คโทรนิค (ไอ.บี.เอ็ม. ๑๖๒๐)

บทสุดท้ายแสดงถึงวิธีการคำนวณหาความถี่ของการสั่นสะเทือน และรูปร่างลักษณะของการสั่นนั้นดังต่อไปนี้ กำหนดค่าความถี่ลงที่ค่าหนึ่งให้ แล้วคำนวณหาสโลพ ณ จุดปลายจุดหนึ่งที่ทำให้ผลลัพธ์นั้นสมจริงตามพฤติภาพเบื้องต้นอีกอันหนึ่ง โดยการใช้อินเวิสอินเทอร์โพเลชัน และทำซ้ำ ๆกันโดยกำหนดค่าความถี่ต่าง ๆ จะได้ผลลัพธ์เป็นพังชั่นของความถี่ แล้วก็หาสโลพที่สมจริงตามพฤติภาพอันที่สอง โดยใช้อินเวิสอินเทอร์โพเลชัน ความถี่ที่ได้นี้เป็นความถี่ที่แท้จริงและโมดเชพของความถี่นี้ก็สามารถหาได้.

ACKNOWLEDGEMENTS

I should like to express my deep appreciation to Dr. R.H.B. Exell, my thesis supervisor. His guidance, advice and assistance in mathematical concepts and applications, English usage and computer programming made this thesis possible.

I wish also to express my sincere gratitude to my former teachers in the R.T.A.F. Academy for their early encouragement. Especially, I am much indebted to Group Captain Bhisuddhi Riddhagani who encouraged me and made available to me his personal library.

I have pleasure in recording my grateful appreciation and indebtedness to all my lecturers of the Department of Mathematics, Chulalongkorn University Graduate School.

Captain Smoothara Suthiboon

CONTENT

page

Abstract iii

Acknowledgements iv

List of Tables vi

Chapter

I. Introduction 1

II. A Method to Solve the Equation of a Vibrating Non-uniform Var 5

III. Calculation of the Mode Shape and Frequencies 16

Bibliography 39

Appendix 40

LIST OF TABLES

Tables		page
1.	Elastic Constants of Materials	3
2.	Properties of a simpler cross-section....	4
3-6.	Solutions of the system obtained by using an electronic computer (IBM 1620).....	9-11
7-14.	Solution of the system for a uniform bar.	12-15
15-22.	Calculation y_1 for fixing F = 1000,1100, 1200 ..... 1700	17-24
23-30.	Calculation the values of y'''_{10} corresponds to y_1	25-32
31.	Calculation the value of F that makes y'''_{10} is zero	33
32.	Calculation y_1 corresponds to the actual frequency, F = 1289	35
33.	Values of y_0, y_1, y_2 ..... y_{10}.....	36
	Figure 1. Mode shape of the actual frequency..	37

****