ทฤษฎีกระแสน้ำที่เกิดจากลมและคลื่นในน้ำที่มีความลึกจำกัด

นายศุภพร ภู่เกษมวรางกูร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-219-4

011937

i17493407

THEORETICAL INVESTIGATION OF CURRENT INDUCED BY WIND SHEAR AND WAVES IN FLUID OF FINITE DEPTH

Mr. SOOPPHAPORN PUKASEMVARANGKOOL

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Marine Science

Graduate school

1985

Thesis Title	Theoretical Investigation of Current Induced by Wind Shear and Waves in Fluid of Finite Depth
By	Mr.Soopphaporn Pukasemvarangkool
Department	Marine Science
Thesis Advisor	Mr.Jesada Jiraporn
Co-advisor	Assistant Professor Anawad Wadcharapitaggoon

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Master's degree..

.....S. Bhisalbutra.....

Associate Professor Sorachai Bhisalbutra,Ph.D

Acting Associate Dean for Academic Affairs

for

Acting Dean of the Graduate School

Thesis Committe

.....Suraphol Sudara..... Chairman

(Assistant Professor Suraphol Sudara,Ph.D.)

.....Anawad Wadcharapitaggoon..... Member

(Assistant Professor Anawad Wadcharapitaggoon)

.....Supichai Tangjaitrong..... Member

(Mr.Supichai Tangjaitrong)

.....Jesada Jiraporn..... Member

(Mr. Jesada Jiraporn)

Copyright of the Graduate School, Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ทฤษฎีกระแสน้ำที่เกิดจากลมและคลื่นในน้ำที่มีความลึกจำกัด
ชื่อนิสิต	นายศุพภร ภู่เกษมวรางกูร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ เจษฎา จิราภรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อนวัช วัชรพิทักษ์กุล
ภาควิชา	วิทยาศาสตร์ทางทะเล
ปีการศึกษา	2528

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยที่เป็นการพัฒนาทฤษฎีกระแสน้ำอันเกิดเนื่องมาจากลมและคลื่น สำหรับทะเลที่มีความลึกจำกัด แต่มีความกว้างยาวไม่จำกัด ในการวิเคราะห์ถือว่าความหนืดของน้ำคงที่และมีแรงเฉือนเนื่องจากลมกระทำบนผิวน้ำ พร้อมกับมีคลื่นพีเรียดเดียว เคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกัน ความเร็วของกระแสน้ำที่ได้เป็นผลรวมของกระแสน้ำที่เกิดจากแรงเฉือนของลมและกระแสน้ำที่เกิดการเคลื่อนย้ายมวลน้ำเนื่องจากคลื่น สำหรับความเร็วของกระแสน้ำที่เกิดจากคลื่นพบว่า ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนความลึกของน้ำ (h) ต่อความยาวคลื่น (L) ในกรณีที่น้ำลึกมาก ($\frac{h}{L}\to\infty$) ทิศทางของกระแสน้ำที่ผิวเนื่องจากคลื่นจะมีค่ามุมเบี่ยงเบนอยู่ระหว่าง 36 ถึง 45 องศา ในกรณีน้ำตื้น ($\frac{h}{L}$ มีค่าน้อย) มุมของกระแสน้ำที่เบี่ยงเบนขึ้นอยู่กับขนาดของ Ekman depth (δ) หรืออัตราส่วนของ $\frac{\delta}{L}$ สำหรับค่า $\frac{\delta}{L}$ น้อย ๆ มุมเบี่ยงเบนของทิศทางกระแสน้ำที่ผิวจะมีค่าขึ้น ๆ ลง ๆ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 45 องศา ทฤษฎีกระแสน้ำที่พัฒนาขึ้นมานี้เมื่อพิจารณาในกรณีน้ำลึกมาก ปรากฏว่ามีความสอดคล้องกับทฤษฎีของ Madsen ซึ่งเป็นทฤษฎีสำหรับกรณีน้ำมีความลึกเป็นค่าอนันต์

Thesis Title	Theoretical Investigatin of Current Induced by wind Shear and waves in Fluid of Finite Depth
Name	Mr.Sopphaporn Pukasemvarangkool
Thesis Advisor	Mr.Jesada Jiraporn
Co-advisor	Assistant Professor Anawad Wadcharapitaggoon
Department	Marine Science
Academic year	1985

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABSTRACT

The current induced by wind and monochromatic waves in a rotating, viscous fluid of finite depth and infinite lateral extent is examined based upon Lagrangian description of motion. The fluid viscosity is assumed constant and the effect of surface shear stress are incorporated in the analysis. The combined wind-and wave-induced drift velocity is found to be composed of a surface wind shear current and a wave-associated mass transport current. The wave-induced surface drift velocity strongly depends on the ratio between water depth, h and wavelength, L. For the case of deep water ($\frac{h}{L} \sim \infty$) the direction of the wave-induced surface drift was found to be in the range of 36 to 45 degrees with respected to the direction of the wind. For small $\frac{h}{L}$ ratio the deflection angle was found to be depend on the magnitude of Ekman depth, δ,or specifically the ratio $\frac{\delta}{L}$, For small $\frac{\delta}{L}$, the deflection angle oscillate around 45, angle. The velocity and deflection angle found in this study, in the case of infinite depth, were in confirmity with the solution of Madsen.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is especially greateful to Mr. Jesada Jiraporn, thesis advisor, for his suggestion and correction of this thesis.

He is also in great debt to Assistant Professor Anawad-Wadcharapitaggoon and Mr. Supichai Tangjaitrong for reading the manuscribt and giving numerous suggustions for amendments and improvements on his thesis work.

He would like to acknowledge Professor Dr. Kiyoshi Yamasato, Department of Oceanography, Ryukyu University, Okinawa, Japan, for granting him the scholarship Okinawa Prefecture, Okinawa, Japan.

He would like to acknowledge Professor Dr, Ujiie Hiroshi and Associate Professor Dr. Satoshi Yamamoto, Department of Oceanography, Ryukyu University, Okinawa, Japan, for translating technics of Physical Oceanography to him.

He also would like to acknowledge Associate Professor Dr. Keisuke Taira and Associate Professor Ryuji Kimura, Ocean Research Institute, Unversity of Tokyo, Japan, for highly value information leading to raising several topics of this thesis.

Finally, he would like to acknowledge Okinawa Prefecture staff, Okinawa, Japan, for giving advices and comments during his research at Okinawa Prefecture.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE OF CONTENTS

page

ABSTRACT IV

ACKNOWLEDGEMENTS VI

LIST OF FIGURES X

LIST OF NOTATIONS XI

CHAPTER I INTRODUCTION 1

CHAPTER II MATHEMATICAL FORMULATION 5

2.1 Derivation of Governing Equation 5

2.2 Boundary Conditions 6

CHAPTER III SOLUTION 8

3.1 Complementary Solution 8

3.2 Particular Solution 9

3.3 Complete Solution 10

CHAPTER IV DISCUSSION AND CONCLUSION : 14

4.1 Numerical Calulation of the Solution 14

4.2 Comparision with Madsen Solution 14

4.3 Effect of Water Depth on the Speed and Direction of Wave-Induced Surface Drift 15

4.4 Conclusions 16

REFERENCES 29

APPEND IX PROGRAM COMPUTER for CALCULATING MAGNITUDE AND DEFLECTION ANGLE OF WAVE-INDUCED SURFACE DRIFT AND VERTICAL VELOCITY PROFILE 31

VITA 34

LIST OF FIGURES

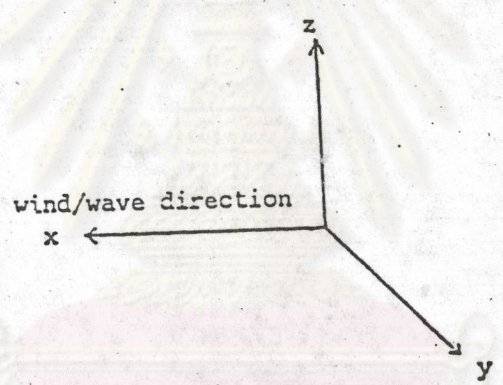
		page
Figure 1	Magnitude of the wave-induced surface drift as a function of $k\delta$.....	17
Figure 2	Deflection angle of wave-induced surface drift relation to the wave and wind direction as a function of $k\delta$	18
Figure 3a	Vertical distribution of the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in x-direction for $\frac{h}{L}$ = 1.5.....	19
Figure 3b	Vertical distribution of the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in y-direction for $\frac{h}{L}$ = 1.5.....	20
Figure 4a	Vertical distribution of the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in x-direction for $\frac{h}{L}$ = 1.....	21
Figure 4b	Vertical distribution of the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in y-direction for $\frac{h}{L}$ = 1.....	22
Figure 5a	Vertical distribution of the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in x-direction for $\frac{h}{L}$ = 0.5.....	23
Figure 5b	Vertical distribution of the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in y-direction for $\frac{h}{L}$ = 0.5.....	24
Figure 6a	Vertical distribution of the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in x-direction for $\frac{h}{L}$ = 0.25.....	25
Figure 6b	Vertical distribution of the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in y-direction for $\frac{h}{L}$ = 0.25.....	26
Figure 7a	Vertical distribution of the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in x-direction for $\frac{h}{L}$ = 0.125....	27
Figure 7b	Vertical distribution to the velocity component relation to $\frac{z}{L}$ in y-direction for $\frac{h}{L}$ = 0.125....	28

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF NOTATION

$\bar{p}$	pressure gradient in the direction of wave propagate
w	total current velocity
a	wave amplitude
h	water depth
k	wave number
u	second order steady Lagrangian velocity in x - direction
v	second order steady Lagrangian velocity in y - direction
z	vertical coordinate measured from water surface
ρ	water density
ω	angular wave frequncy
$\sqrt{}$	kinematic eddy viscosity
ϕ	latitude
δ	Ekman's depth
τ	surface wind shear stress
Ω	angular velocity of earth rotation
θ	deflection angle of the current respected to the direction of the wind

The coordinate system used in this paper is as shown below. The origin is at the mean water surface.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย