UNCLASSIFIED

AD. 491697

DEFENSE DOCUMENTATION CENTER

FOR

SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION

CAMERON STATION ALEXANDRIA. VIRGINIA



UNCLASSIFIED

NOTICE: When government or other drawings, specifications or other data are used for any purpose other than in connection with a definitely related government procurement operation, the U. S. Government thereby incurs no responsibility, nor any obligation whatsoever; and the fact that the Government may have formulated, furnished, or in any way supplied the said drawings, specifications, or other data is not to be regarded by implication or otherwise as in any manner licensing the holder or any other person or corporation, or conveying any rights or permission to manufacture, use or sell any patented invention that may in any way be related thereto.

.



PRINCETON UNIVERSITY DEPARTMENT OF PHYSICS Project URO61 - 020 Technical Report II - 8 The Effect of Reynolds Number on The Effect of Reynolds Number on The Diffraction of a Shock Wave by NC Griffith, DK Weimer, DE Brickl and Walker Bleakney

4

This informed a is himished upon the condition that it will not be televised to another nation without specula cull crity of the Department of the Yoky of the United States: that it will not he up of to other than military purposes, that include or corporate rights originating in the information, whether patented or not, will be respected, and that the information be provided substantially the same degree of security chiorded it by the Department of Defense of the United States.

Reproduced and distributed by the Armed Forces Special Meapons Project, PO Box 2610, Wash., D.C.

,

ميؤ

Technical Report II - 8

The Effect of Reynolds Number on the Diffraction of a Shock Wave

On the general subject of diffraction of shock waves over obstacles, the shock strength, Reynolds number, time and shape of obstacle are some of the important parameters. This report throws some light on the effect of Reynolds number and time on the pressure distribution as a shock front turns a 90° corner. This research is in partial fulfillment of a contract between Princeton University and the Office of Naval Research, the latter furnishing the major financial support.

February, 1951

۱

Submitted by Walker Bleakney

THE EFFECT OF REYNOLDS NUMBER ON THE DIFFRACTION OF A SHOCK MAVE

When experiments are made on models of reduced size the question concerning the extrapolation of the results to a different scale always arises. This is a familiar problem in the use of wind tunnels in the field of aerodynamics, but experience here cannot be applied with confidence to the diffraction of a shock wave around a body because of the very transient nature of this problem. Extensive studies of diffraction patterns (1, 2, 3) have not included any large variation of the Reynolds number. In view of the importance of relating these results to shock wave pressures on large structures it was decided to extend the experiments on the simple step-down corner to include as large a variation in Reynolds number as possible.

The experiments were carried out in the shock tube previously described (4). Two models were used of the shape sketched in Fig. 1. One was of length D = 2 inches and the other D = 14 inches. The experiments were carried out using a shock pressure ratio $\frac{3}{5} = p_0/p_1 = 0.61$ across the incident shock front and two values of p_0 , 50 and 475 mm Hg. The dimension D was used as the characteristic length in computing the Reynolds number. Between the smaller model at the lower pressure and the larger one at the higher pressure a change in Reynolds number from 1.5×10^5 to 1×10^7 or a factor of 67 was obtained. With each model observations were made at both pressures and at from 5 to 10 different times ranging from 50 to 500 microseconds. The table summarizes the variation in parameters.

A typical interferogram is shown in Fig. 2. No appreciable disturbance of the flow field near the corner was detectable from the leading edge of the horizontal surface. Altogether about 25 such pictures were taken and the density contours plotted from the fringe shifts using methods described in Ref. (1, 3). The pressures on the walls were calculated from these densities and curves of pressure on the surface versus distance from the corner were plotted. Representing the pressure and distance by dimensionless variables p/p_0 and x/L defined as in Fig. 1 the pressures for different times could all be plotted in the same coordinates. Indeed within the accuracy of the experiments the pressures for different times all fell on the same curve. The accuracy was least, $\frac{1}{2}$ 8%, at the lower pressure and smaller model, especially near the eddy at the corner, while for the larger model and higher pressure the scatter was reduced to less than 2%. Deviations of points from the mean curve bore no correlation with the time at which the picture was taken and it was therefore concluded in this first phase that the pressure pattern on the walls grew radially from the corner always remaining similar to itself until disturbances entered the field from a distance. In fact it was observed, although no careful measurements were made concerning this point, that the pictures themselves as well as the whole density field obeyed this rule.

Having shown that pressure patterns at different times could be reduced to the same form it remained to compare the effects at different Reynolds numbers. This is done in Fig. 3 where each point is an average for a given x/L of the values taken from all the curves representing different times for this particular model and p_0 . The upper branch of each curve represents the pressure along the horizontal surface and the lower branch that along the vertical wall. There seems to be no marked correlation here with Reynolds . number the deviations being ascribable to uncontrolled experimental variations.

Within the range of variables studied, then, the conclusion is reached that no appreciable scale effect exists for the diffraction of a shock wave around a 90° corner. This result may not be surprising since the separation of the flow from the surface undoubtedly takes place at the same point in all cases, namely the corner itself. If the diffraction were to take place around a smooth surface the conclusions reached here may be invalidated.

REFERENCES

- Walker Bleakney, "The Diffraction of Shock Waves around Obstacles and the Transient Loading of Structures", Technical Report II - 3, Princeton University, March 16, 1950. Distributed by AFSWP, Box 2610, Washington, D.C.
- D.R.White, D.K.Weimer and Walker Bleakney, "The Diffraction of Shock Waves around Obstacles and the Resulting Transient Loading of Structures", Technical Report II - 6, Princeton University, August 1, 1950. Distributed by AFSWP, Box 2610, Washington, D.C.
- W.Bleakney, D.R.White and W.C.Griffith, Jour. App. Mechanics 17, 439 (1950)

à

4. W.Bleakney, D.K.Weimer and C.H.Fletcher, Rev. Sci. Instr. 20, 807 (1949)

-3-

FIGURES

- 1. Schematic illustration of obstacle, shock wave and notation.
- 2. Typical interferogram of shock turning a 90° corner.
- 3. Pressure distribution on the two walls forming the corner. Upper branch gives pressure on horizontal surface; lower branch on the vertical.



പ്

FIG. 1



ł

(

÷.

,

「「「「「「」」」		and a superior is and the contraction and	and the second se		
		- かんの「小麦がお煎った」と思っていた。 しんかい 小山 かんかい 身体の 法の保険 一般の主要な しょうかい しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう	「「「」、「こうな」、「あるか」、「「ある」」	s similar si	
	A Provide A Pr				
المعالم المعالم المعالم المعالم	ことに、これにはないです。 そうしょう しんしょう かんしゅう しゅうかい しゅうかい かんかい かんかん かいかい かんかい マイ・マイト・マイト しょう かんかい かんかか かんしょうかい しゅうかい しょうかい シント 雪波 なまま 男子 ひょうせい アイト・マイト・マイト	たい こう こう いんがん あいまん いってんがく			
		, the state of the			
こうしょう しんしょう しょうしん ないない かんしょう 人名美国 かんしょう	ないがく かい ひとういう シーン 大学ないがらない います しんかんしゅかいのかがなからがなかいがないがない				
	「「「「」」「「」」」「「「」」」」「「「」」」」「「」」」」」」」」」」	the state of the			
	こうが、それになったが、「「「「「「「」」」」」「「「」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」	- 小学校のないでは、「「「「「「」」」」」、「「」」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「」、「			
	- こうに、「「「「「「「」」」」」「「」」」」」」」」、「「」」」」」、「「」」」」、「「」」」、「」」、「」」、「」」、「」」、「」」、「」」、「」、「				
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	್ರಾಗ್ ಪ್ರಾರೇಶ್ ನಿರ್ದೇಶ್ ನಿರ್ದೇಶ್ ನಿರ್ದೇಶ್ ನಿರ್ದೇಶ್ ನಿರ್ದೇಶ್ ನಿ			
	,如此,如此,如此,如此,如此,如此,如此,如此,如此,如此,如此,如此,如此,	AND			
	ない、それでは、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では 1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、1999年では、	Sector particular states in the sector of			
	ে সেই ইয়া আন কান্দ্রার হাঁহে । সে সায়ের উজি উঠায়ের্টার প্রায়ের মার্ক্রার মার্ক্রা হাঁহের হার্ক্রার হার্ক্রা হার্ক্রা ব্যার্ক্রা হার্ক্রা হ	そうなながたが、たちましたが、そうないが、またい、こので、「「「「「」」」であるという。 うかんしょう しょうせい ステレー・ステレー しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう しょうしょう	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
n generalise i sana kana na sana galada se 740 ga sana hara sana na sana na sana na sana sana sa					
		and the set of the set			
		AND STRATES IN THE STRATES AND			
		A STREAM ST			
		and the second	An an and a second a second		
		and the second se			ş
		المعلوم من المحمد المعلم المحمد المعلم المحمد ال معلوم المحمد ا			
		Acres and a second s			1. m
		and the second	المعادية المحالية المحالية المحالية . موارقة المحالية المحالية المحالية .	ころではないないがったい シームション・シート ストリー・ストリート	-د- بېشو د ا
			المراجعة والمعالمة والمحالية المراجع المراجع المراجع	a de la companya de l	
			ى يەن ئۆلۈكۈلۈلۈكى ئىلغۇمۇر ئېچىلەر ئېچىلەر بارىكى يېڭى يېڭى يېڭى يېڭى يېڭى يېڭى يېڭى يېڭ	<mark>(สีขั้นสู่มีสีสร้างที่สีสร้าง</mark> สีสร้างสีสร้างสีสร้างสีสร้างสีสร้างสีสร้างสีสร้างสีสร้างสีสร้างสีสร้างสีสร้างสีสร้า	Surface of the local
			and and additional the second of the second	and the second	1971 - 1984 1987 - 1986 1987 - 1988
			きょうしょう うちかき ほうかき ちょうきょう しんがん	した時間の日本では、「「「「「」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」」	
			9. 1999年,一步到了10日,他们的10日,1999年,1991年,1991年,1991年,1991年,1991年,1991年,1991年,1991年,1991年,1991年,1991年,1991年		
			A start provide the start and an and a start provide a start of the start provide	a to the second states and the second states and second states and the second states and second states and seco	2008-0408
			andro - stando - andro	n fallender som en som en som en som en som	and the second
				a 1941 <mark>- Andre Andrey, Maria and A</mark> ngelandor - Andre Andrew State and an an <mark>andre</mark> and an and	
				an da gar an Anna An Anna an Anna an Anna Anna	Served Annual
			an a		marker of
	and the second s				Same and
	and the second se				della - statelja - state
	A Strand B BERNARD CALL AND A STRAND CALL AND A	and the state of the second			ar matte
	A CANADA AND A CANADA	an publich i ringen shang shang sa			the in Sublig
		and the second			
			يىلىغىنى مەرىپىيە مەرىپىلىغىنىغان بىلىغان بىلىغان يىلىغان بىلىغان مەرىپىلىغان بىلىغان بىلىغان يەرىپىيە بىلىغان مەرىپىلىغان مەرىپىيە مەرىپىلىغان بىلىغان بىلىغان يىلىغان بىلىغان بىلىغان بىلىغان بىلىغان بىلىغان بىلىغان بىلىغان	and a second	1. N. 1.
		n de se en se	ϕ_{ij} and ϕ_{ij} is a standard strain state of the		
		and a second	こうちょう ちょうちょう あいたいがくろう あかいまたからの あままんい あいゆうち		an an an an an an
	and the second	and the second	そうまた かいしょう かんしょう しょうない しょうそう しょうそう しょうかん かいしょう かんしょう かんしょう かいしょう	- 1997年間の1997年間には1997年間、1997年1997年1997年1997年1997年の1997年の1997年で、1997年1997年1997年1997年1997年1997年1997年19	bet Appen
	1 . The second	2017年,1月1日,1月10日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月11日,1月1日,1月1日,1月1日,1月1日	のからのまたがいたませんを書きる時代でしたが、1月10日の、1月11日、1月11日、1月1日、1月1日、1月1日、1月1日、1月1日、	を始める。それでは、「「「」」、「」、「」、「」、」、、」、、」、、」、、」、、」、、」、、」、、	
			ಸ್ಮಾರ ಭಟಿಸಲಾಗ್ಟೆಂತಿ ಈ ಕಟ್ಟಿಕೊಟ್ಟಳು ಬ		
	and and a set of the s	a da a compañía a mara a de a	المراجع والمتعاومة ويقمون المراجع ويقوعه		
	- 1999年1月1日 - 1999年1月1日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日日		and a second second second		
		and the second	And a start of the		
	この うままでである 一般的な かんしょう かんしょう かんしょう しんしょう しんしょ しんしょ	1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.			

