

展開板에 대한 數値解析*

— 1. 展開板 주위에서의 유체흐름의 패턴 —

高冠瑞 · 權炳國 · 盧基德**

釜山水產大學校 · **統營水產專門大學

(1990년 11월 20일 접수)

Computational Fluid Analysis for the Otter Boards*

— 1. Pattern of Fluid Flow besides Otter Board —

Kwan-Soh KO, Byeong-Guk KWON and Ki-Deok RO**

National Fisheries University of Pusan, **National Tongyeong Fisheries Junior College

(Received November 20, 1990)

The authors carried out a visualizational model test by the hydrogen bubble method to examine the pattern of the fluid flow besides the simple camber type and plane type otter board in circulation water channel.

The experimental conditions are velocity of flow 0.05 and 0.1 *m/sec*, angle of attack 0°~45°(5° step).

The results obtained are as follows:

1. In the case of the simple camber type otter board located angle of attack 25°, vortex at the leading edge was generated at 1/2 of chord length.
2. Size of the vortex generated in the trailing edge was about 2~3 times larger than that of the leading edge.
3. In the case of the simple camber type otter board located angle of attack 30°, separation of stream-line at leading edge was generated at 1/3 of chord length.
4. In the case of the plane type otter board, separation of stream-line at leading edge was generated from angle of attack 20°.
5. Nearest stream-line in the back side of the simple camber type otter board was bent in the direction of otter board when the angle of attack was 25° and 30°, and in the case of plane type otter board was expanded outside of the flow direction.
6. Area separated of the simple camber type otter board at the angle of attack 30° was smaller than that of plane type otter board.
7. Flow speed in the back side of the simple camber type otter board was about 1.4 times faster than that in the front side, and in the case of the plane otter board about 1.2 times faster.

* 이 논문은 1990년도 한국과학재단의 기초연구비에 의하여 연구되었음.

緒 論

展開板은 형상에 따라 종류가 다양하며, 성능상 각기 장단점을 가지고 있는 것으로 알려져 있다^{1)~5)}. 또한, 날개이론에 의한 것 같으면^{6)~9)}, 展開板의 뒷쪽에 생기는 渦와 剝離는 流體力學上 에너지손실을 가져오게 되어^{10),11)} 展開板의 抗力을 증가시키고, 展開力을 감소시키는 요소로서 작용하며, 展開板의 安定性에도 나쁜 영향을 미치게 된다.

새로운 展開板을 개발하려면, 기존의 展開板에 대한 性能을 조사하여 그에 대한 流體特性을 규명하고, 展開板으로서의 非合理的인 性能을 개선하므로써 보다 性能이 우수한 展開板의 理想型을 제시할 수 있을 것이다.

本 研究에서는 流體特性의 규명을 위하여 흐름의 可視化裝置를 이용하여 展開板 주위에서의 유체흐름을 해석하고^{12),13)}, 나아가 數値시뮬레이션에 의해서 흐름의 패턴을 모델化하는^{13)~15)} 과정을 통하여 합리적인 展開板의 設計指針을 얻고자 하였다.

따라서, 本 報에서는 流體解析 시뮬레이션의 基礎資料를 제공하기 위해서 回流水槽에서 水素氣泡法을 이용한 可視化實驗을 통하여 展開板 주위에서의 유체

흐름을 재현하고, 흐름의 패턴을 조사하였다.

資料 및 方法

1. 實驗水槽

實驗水槽로서는 Fig.1에서 나타낸 것과 같이 可視部의 規格이 L2800×W500×D500인 垂直循環型 回流水槽를 사용하였다. 觀測部인 水路의 兩側板은 흐름을 可視化할 때 광의 투과가 좋도록 투명 아크릴판으로 제작하였으며, 實驗時에 光源을 설치하게 되는 반대쪽 側板은 광의 반사가 좋도록 外側部分에 거울을 부착하였다. 또한, 흐름의 攝影이 용이하도록 水路의 下板에는 흑색도료를 칠하였다.

Fig.2는 실험에 사용한 垂直循環型 回流水槽의 斷面流速分布를 나타낸 것으로, 觀測部에서의 流速分布는 平均値에 대한 誤差가 ±2%이내로 나타났다.

2. 可視化裝置

흐름의 可視化를 위하여 본실험에 사용한 장치는 水素氣泡發生裝置로 Fig.3과 같이 설치하였으며, 실험중에는 관측과 사진촬영을 위하여 수조주위를 暗室

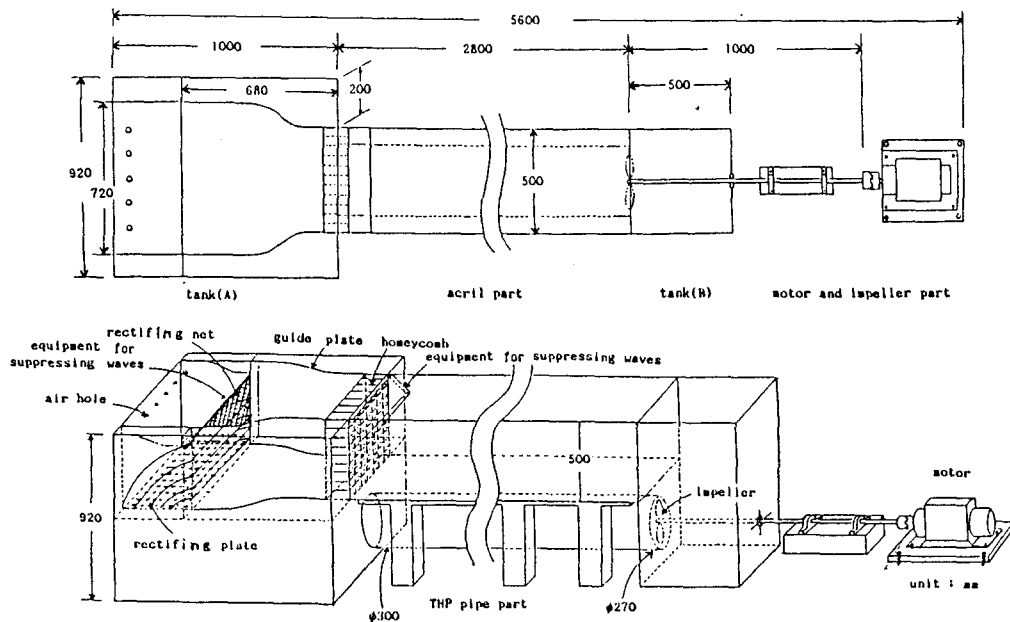


Fig.1. Schematic sketch of the vertical circulation water channel.

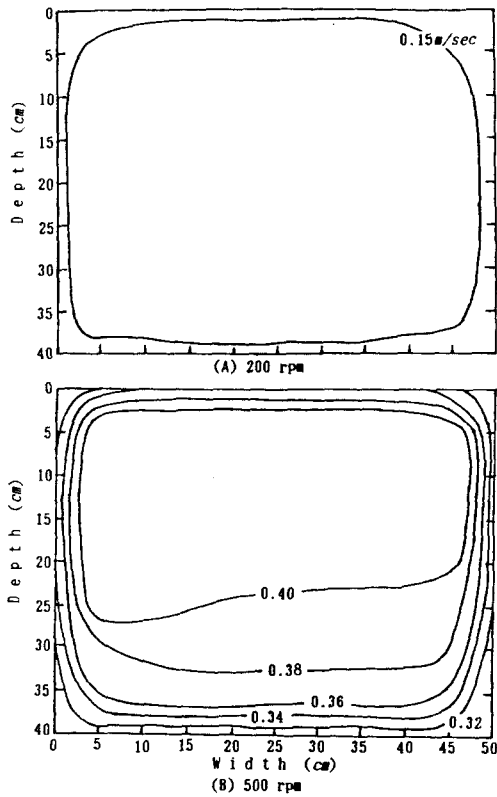


Fig.2. General flow speed distribution at the observation section in the case of 200 and 500 rpm.

로 하였다.

水素氣泡發生裝置의 전원은 단상교류 100V (40~60Hz), 펄스 출력은 전압 75~400V, 전류 1.5A peak, 직류출력은 전압 75~400V, 전류 1A max, 출력펄스의 주기와 폭은 각각 0.1~999.9 msec (0.1 msec step)이었다.

水素氣泡發生裝置의 陽極板은 스테레스판(480×300mm)으로 하고, 陰極線은 펄스적으로 발생하는 氣泡의 분리가 전극에서 용이하게 이루어지도록 직경이 0.12mm인 가는 에나멜 피복동선으로 하였는데, 實驗中에 발생하는 氣泡가 流線과 함께 이동하는 상태를 可視的으로 관측되게 하였다. 이때 流線測定用은 15mm간격으로 5mm씩 피막을 벌겨 흐름 속에 氣泡의 流線을 형성시키게 하였고, 時間의 경과를 동시에 관측할 수 있도록 타임라인 觀側用은 피막을 완전히 벌긴 동선을 사용하였다.

實驗은 편광을 얻기 위하여 할로겐램프(1KW 1개, 500W 2개)를 사용하였고, Fig.3에서 칸막이는 두께 5mm인 합판의 높이 760mm에 폭 10mm, 길이 500mm의 홈을 내어 300mm 간격으로 이중으로 설치하였으며, 촬영은 模型展開板의 상부에 설치한 카메라로 하였다.

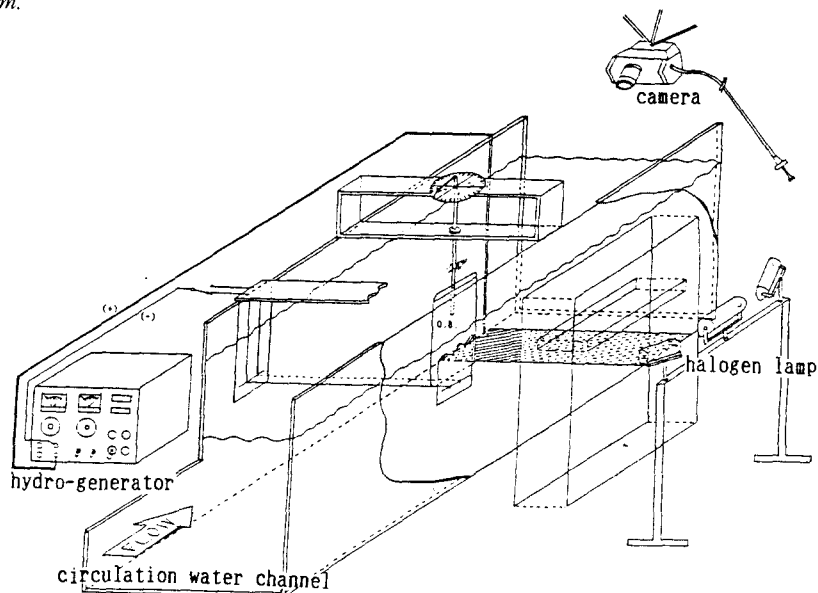


Fig.3. The arrangement of the experimental equipment.

3. 模型展開板

模型展開板은 Fig. 4와 같이 單板彎曲型和 平板型 展開板을 길이상사비 1/13로 축소하여¹⁶⁾ 규격 150×250mm로, 아크릴로 제작하여 실험에 사용하였다.

4. 實驗方法

可視化方法은 水素氣泡法으로 하였는데, 平板型和 彎曲型の 模型展開板에 대하여 流速을 0.05 및 0.1 m/sec로, 迎角을 0°부터 45°까지 5° 간격으로 하여 流線 및 타임라인을 촬영하였다. 撮影結果에서 可視化된 流線으로는 展開板 주위에서의 흐름의 패턴을, 타임라인으로는 展開板 주위에서의 流速의 變化를 규명하고자 하였다. 이때 陰極線은 模型展開板의 前緣에서 10cm 떨어진 上流側에 설치하였으며, 流線觀測에서는 기포를 연속적으로, 타임라인觀測에서는 시간간격 600msec, 기포발생시간 100msec로 하여 기포를 발생시켰다.

그리고, 이들 流線과 타임라인의 寫眞은 回流水槽의 주위를 暗室로 만들고, 암실밖에서 흐름과 垂直方

向으로 할로겐램프(1KW×1대, 500W×2대)에 의해 스티트狀의 照明光을 비추고, 展開板의 上部에 설치한 사진기로서 촬영하였다. 이때 撮影條件은 사진기 Canon FT, 필름 ASA 1600, 조리개 1.2, 노출시간 1/30sec로 하여 릴리즈로서 촬영하였다.

結果 및 考察

1. 流線

Fig. 5는 平板型展開板 주위에서의 유체흐름의 패턴을 규명하기 위하여 유속 0.05m/sec, 영각 5°부터 45°까지 5° 간격으로 실시한 流線觀測에서 얻은 流線의 分布를 나타낸 사진이고, Fig. 6은 彎曲型展開板 주위에서의 流線分布를 나타낸 사진이다.

Fig. 6의 사진에서 보면 彎曲型展開板에서의 流線은 영각 20°까지는 균일한 분포를 이루다가 영각 25°에서 展開板 後面의 流線이 翼弦長의 1/3 지점에서 剝離가 시작되며 인접한 流線은 展開板의 후면쪽으로 휘어들

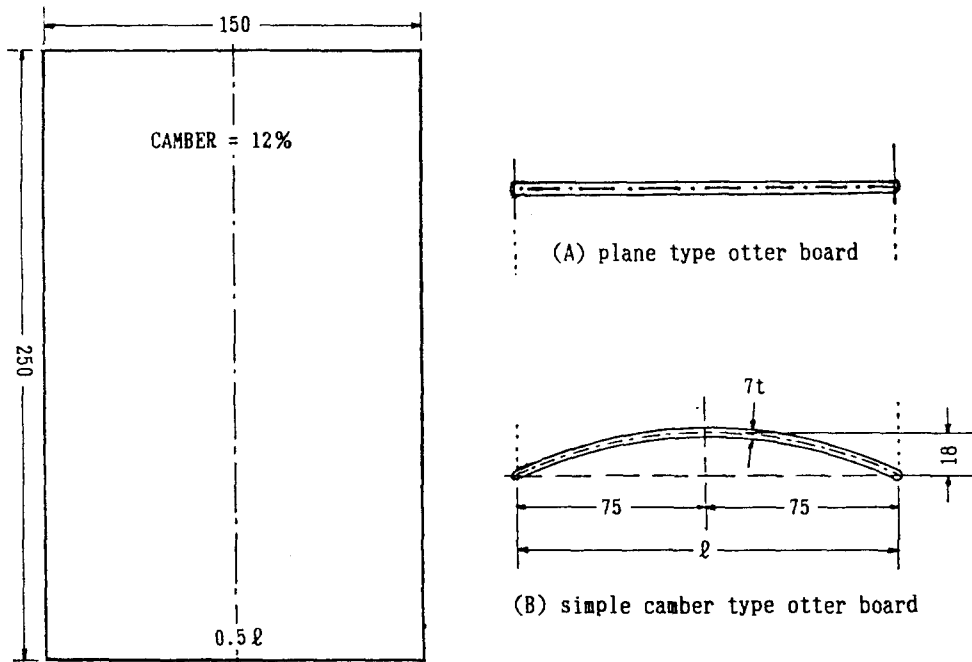


Fig.4. Model of the plane type and simple camber type otter board.

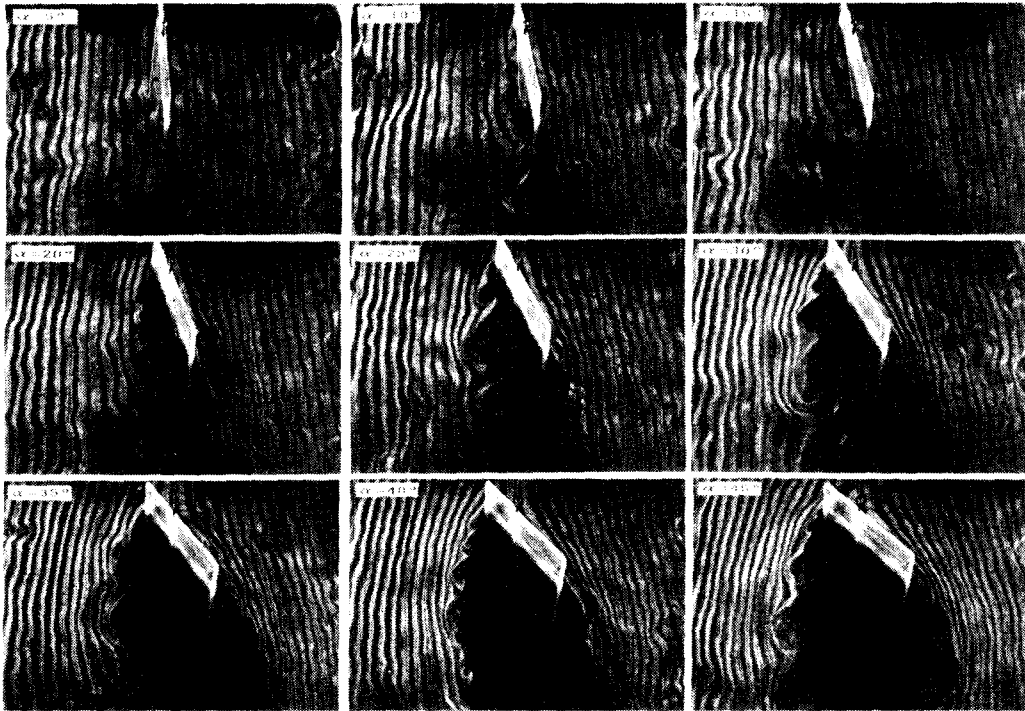


Fig.5. Photograph of the stream-line for the plane type otter board in the case of velocity $0.05m/sec$.

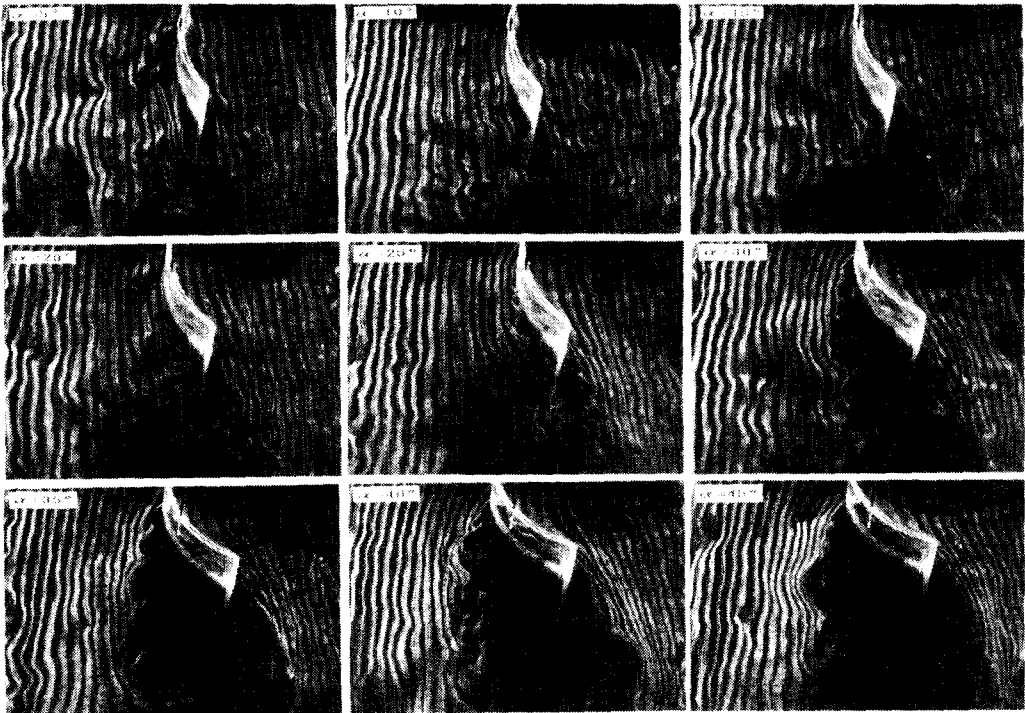


Fig.6. Photograph of the stream-line for the simple camber type otter board in the case of velocity $0.05m/sec$.

어가는 현상을 나타낸다. 한편 영각 35°이상에서는 前緣에서부터 剝離가 시작되며 迎角이 증가할수록 剝離層이 증가하는 것으로 나타났다.

平板型展開板에서는 영각 20°부터 前緣에서 渦와 剝離가 발생되며, 剝離層은 彎曲型和 마찬가지로 영각에 비례하는 것으로 나타났다.

展開板의 後緣에서 流線은 양 전개판 모두 展開板의 방향과 같은 방향으로 흐르다가 점차 유체흐름과 같은 방향이 되는 것으로 나타났다.

渦는 展開板의 前緣과 後緣 모두에서 발생하는데, 後緣에서 발생한 渦의 크기가 前緣에서의 것에 비하여 약 2~3배 큰 것으로 나타났다.

그런데, 영각 30°일 때 彎曲型的 경우 前緣에서의 流線이 展開板의 후면쪽으로 휘어들어가기 때문에 剝離가 상당히 축소하는 것에 반하여, 平板型은 前緣에서의 流線이 유체흐름과 같은 방향으로 분포하므로 彎曲型에 비하여 剝離層이 상대적으로 크게 나타났다.

2. 타임라인

Fig. 7은 平板型展開板 주위에서의 流速分布의 패턴을 규명하기 위하여 유속 0.1m/sec, 영각 5°부터 45°까지 5°간격으로 실시한 타임라인 實驗에서 얻은 타임라인의 분포를, Fig. 8은 彎曲型展開板 주위에서의 타임라인의 분포를 나타낸 사진이다.

사진에서 나타난 것과 같이 展開板 前後面에서의 流速差는 영각 0°~30°에서 점차 증가하다가 영각 35° 이상에서는 그 차가 비슷하게 나타났다. 영각 20°~30°에서 前後面의 流速差는 만곡형의 경우 後面의 流速이 全面보다 약 1.4~1.5배 빠르게 나타났으며, 平板型은 약 1.2배 빠르게 나타났는데, 양 전개판에서 前後面 간의 流速差를 비교해 보면 彎曲型的 流速差가 平板型보다 약 2배 정도 큰 것으로 나타났다.

일반적으로 展開板의 最大展開力係數는 평균형이 0.9, 만곡형이 1.2 정도이고, 영각 45°이상에서는 양 展開板의 展開力係數의 값이 같아지는 것으로 보고되고 있는데¹¹⁾, 본실험의 流線分布와 비교해 볼 때 이

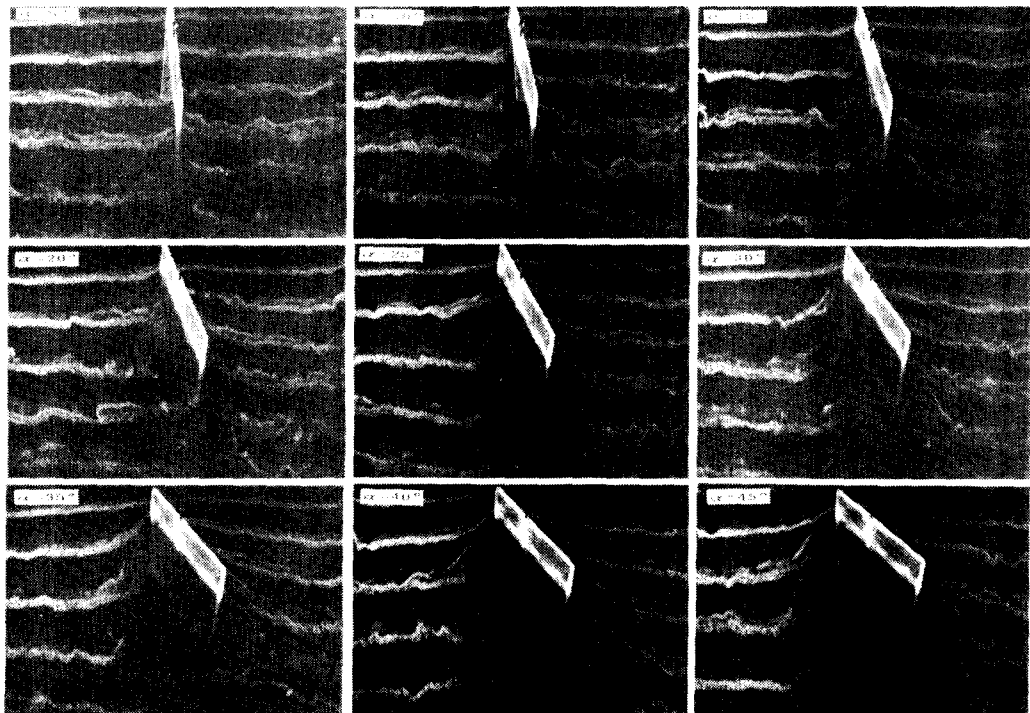


Fig. 7. Photograph of the time-line for the plane type otter board in the case of velocity 0.1 m/sec.

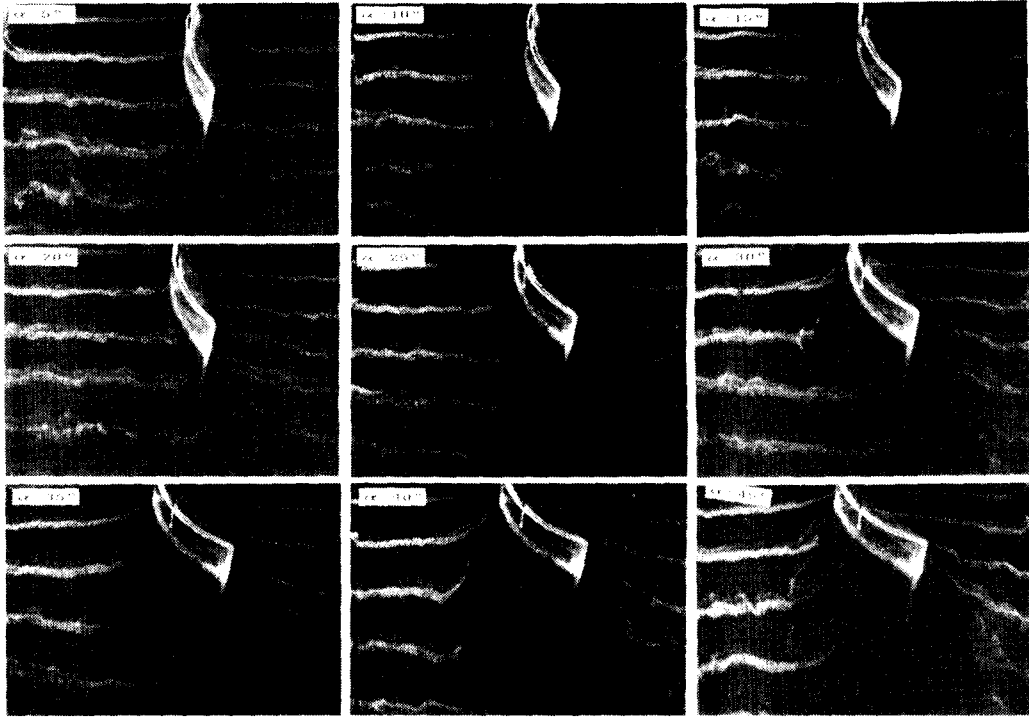


Fig.8. Photograph of the time line for the simple camber type otter board in the case of velocity $0.1m/sec$.

러한 현상이 流線의 變化로서 쉽게 예측이 되며, 특히 剝離가 발생되기 시작하는 迎角에서 最大揚抗比를 나타내는 것으로 확인되었다.

要 約

平板型和 彎曲型展開板 주위에서의 流體特性을 파악하기 위하여 回流水槽에서 水素氣泡法에 의한 可視化實驗을 流速 0.05 및 $0.1m/sec$, 迎角 $0^\circ \sim 45^\circ$ 까지 5° 간격으로 流線과 타임라인에 대해서 실시하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 彎曲型展開板에서의 流線은 영각 20° 까지는 균일한 분포를 이루다가 영각 25° 에서 後面에 인접한 流線이 翼弦長의 $1/2$ 지점에서부터 작은 渦가 발생되기 시작하고, 영각 30° 에서는 翼弦長의 $1/3$ 지점에서 剝離가 시작되며 인접한 流線은 展開板의 후면쪽으로 휘어들어가고, 그리고 영각 35° 이상에서는 前緣에서부터 剝離가 시작되며 迎角이 증가할수록 剝離層이 증가하는 것으로 나타났다.

2. 平板型展開板에서는 영각 20° 부터 前緣에서 渦와 剝離가 발생되며, 剝離層은 彎曲型和 마찬가지로 영각에 비례하는 것으로 나타났다.

3. 後緣에서 발생한 渦의 크기가 前緣의 것보다 약 2~3배 큰 것으로 나타났다.

4. 展開板의 後緣에서 流線은 양 展開板 모두 展開板의 방향과 같은 방향으로 흐르다가 점차 유체흐름과 같은 방향이 되는 것으로 나타났다.

5. 展開板 前後面에서의 流速差는 영각 $0^\circ \sim 30^\circ$ 에서 점차 증가하다가 영각 35° 이상에서는 그 차가 비슷하게 나타났다.

6. 영각 $20^\circ \sim 30^\circ$ 에서 前後面의 流速差는 彎曲型의 경우 後面의 流速이 前面보다 약 1.4~1.5배 빠르게 나타났으며, 平板型은 약 1.2배 빠르게 나타났다.

參考文獻

- 1) FAO(1974): Otter Board Design and Performance. FAO Fishing Manuals, FAO, Rome.

- 2) 李秉錡(1977): 現代트로울漁法, 太和出版社.
- 3) 高冠瑞(1975): 漁具漁法學, 高麗出版社.
- 4) 金大安・高冠瑞(1985): 漁具學, 教文出版社.
- 5) 李秉錡・高冠瑞・金龍海・朴環鉉(1987): 單純彎曲型과 슈퍼-V型 展開板의 流體力學的 性能에 관한 模型實驗, 韓水誌 20(2), 114~118.
- 6) Robert T. Jones(1990): Wing theory, Princeton University Press, Oxford.
- 7) Hoerner, S.F.(1965): Fluid-dynamic drag, Hoerner Fluid Dynamics, Brick Town, N. J.08723.
- 8) Hoerner, S.F. and Borst, H.V.(1975): Fluid-dynamic lift, Hoerner Fluid Dynamics Brick Town, N.J.08723.
- 9) 牧野光雄(1989): 航空工學の基礎, 産業圖書.
- 10) 異友情(1982): 流體力學, 培風館.
- 11) 佐藤浩(1982): 亂流, 共立出版.
- 12) 流れの可視化學會(1987): 流れの可視化ハンドブック, 236~255, 486~489.
- 13) 盧基德(1989): Weis-Fogh 메카니즘의 推進裝置에 關する 研究, 神戶大學 大學院(自然科學研究科) 博士學位論文.
- 14) Chuen-Yen Chow(1979): An Introduction to computational fluid mechanics.
- 15) 林健次 外(1986): パソコンによる流れ解析, 朝倉書店.
- 16) Fridman, A.L.(1986): Calculations for fishing gear designs, FAO.