

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

李秉錡 · 高冠瑞 · 金龍海* · 朴璟鉉**
釜山水產大學 · *統營水產專門大學 · **白鯨工業社
(1987년 1월 13일 수리)

A Model Experiment on the Hydrodynamic Characteristics of the Simple Camber and the Super-V Otter Board

Byoung-Gee LEE, Kwan-Soh KO, Yong-Hae KIM*, and Kyoung-Hyun PARK**

National Fisheries University of Pusan, *Tongyung Fisheries Junior College,
** BaekKyung Industrial Co.
(Received January 13, 1987)

The authors carried out a model experiment to examine the hydrodynamic characteristics of the simple camber and the super-V otter board.

The model otter boards are made of 1 mm thick iron plate. The simple camber otter board is made to have 12% camber ratio and 432 cm² plane projected area, and the super-V otter board to have the same camber ratio as the former in every latitudinal section and almost the same plane projected area.

The experiment had been done in a circular flow tank in the speed range of 0.1~1.2 m/sec.

As a result, it is examined that in the simple camber otter board the most effective angle of attack is about 25°, the shearing coefficient 1.47 and the drag coefficient 0.42, while in the super-V otter board they are about 20°, 1.40 and 0.40 respectively, so that the simple camber otter board performs a little better efficiency than the super-V otter board.

緒 論

트로울漁法에 있어서는 그물의 性能에 못지않게 展開板의 性能도 중요한데, 그에 관하여는 1959년 Süberkrüb가 彎曲型의 가로형 展開板을 소개한 이후, 획기적인 發展을 가져왔으며 漁業技術의 現代化에 공헌한 바가 매우 크다. 그러나 아직도 세부적으로는 연구의 여지가 많고, 또 여러가지 型이 제의되고 있다.

특히 최근 韓國에서도 近海나 北洋에서 中層트로울漁法이 쓰이기 시작하면서 이 문제에 관한 관심이 높아지고 있는데, 그것은 中層트로울에서는 底層트로울에서 보다 한층 더 展開板의 性能이 우수해야 하기 때문이다.

그런 의미에서 현재 韓國의 近海트로울船에서 보편적으로 쓰고 있는 單純彎曲型 展開板의 性能을 다시 검토해 볼 필요가 있고, 또 보다 나은 型이 있다면 그것의 性能도 검토해 볼 필요가 있다.

따라서, 著者들은 韓國의 近海트로울船에서 쓰고 있는 單純彎曲型과 日本에서 최근 개발되었다고 하여 業界에서 관심을 갖고 있는 Super-V型의 性能을 비교하기 위한 模型實驗을 실시하였으므로 그 結果를 보고한다.

方 法

實驗에 쓰인 單純彎曲型은 가로가 긴 平板을 橫斷面에 있어서의 각부분의 彎曲度가 균일하도록 彎曲

시킨 건이나, Super-V型은 橫斷面은 각 부분이 彎曲형이지마는 彎曲의 梁의 長이가 일률적으로 같지 않고 曳行板이 있는 中央弦이 가장 길고, 上端의 梁이나 下端의 梁은 그보다 짧아 앞끝이 뒤로 쏠렸으며, 또한 縱斷面도 中央弦 부분이 가장 앞으로 나오고, 거기에서 上端梁으로나 下端梁으로 가면서 각각 22°정도 뒤로 쏠리게 한 것이다.

實驗에 사용한 模型展開板들(Fig.1)은 모두 두께 1mm 鐵板으로써 製作하였으며, 彎曲度는 어느 斷面에 있어서나 12%되고 平面投影面積이 같도록 하고자 한 것이다. 그러나, 구조상 그것이 완전히는 같지 않고 單純彎曲型은 가로 144mm, 세로 300mm 로서 면적 432cm² 이며, Super-V型은 上弦 145mm, 中央弦 177mm, 下弦 141mm 이고, 세로는 上弦部 125mm, 下弦 135mm 이며, 펼친 長이는 280mm 이나 投影跡의 長이는 270mm 이고, 平面投影面積은 436cm² 이다.

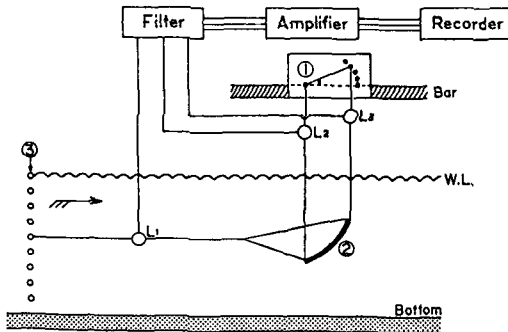


Fig. 1. Experimental set-up to test the shearing force and the drag of model otter boards.
 ① control plate for angle of attack
 ② model otter board
 ③ flow strainer
 L₁, L₂, L₃: load cell

가로세로비는 세로/가로로써 계산하면, 單純彎曲型은 2.07이나, Super-V型은 가로가 균일하지 않기 때문에 各梁의 長이의 平均을 가로라 보면 1.75이고, 또 (높이)²/면적으로써 계산하면 單純彎曲型은 2.08이나 Super V型은 1.67 이다.

展開板의 性能試驗은 水産振興院의 回流水槽에서 실시했는데, 이 때 展開板은 긴 축이 물의 흐름에 直角이 되고 水面에 나란하도록 놓고, 展開力과 抗力은 load cell 을 써서 측정했다. load cell 은 직경 40mm 되는 둥근 고리에 strain gauge(Kyowa, KFC-2-C₁)를 접촉시켜 防水가 되도록 한 것이다.

展開力의 測定은 展開板의 梁의 앞·뒤끝으로부터

水面에 수직되게 水面上으로 支持線을 내고, 그 支持線 끝에 load cell 을 장치하여 물의 흐름에 따라 展開板이 밀려고 가라앉는 힘으로써 측정했다. 물론 이 때 展開板의 水中重量이 加算되지 않도록, 靜水狀態에서 水中重量을 빼고 load cell 의 零點調整을 하였다.

抗力은 먼저 水槽의 앞쪽에 있는 整流裝置用 파이프의 하나에 3φ철사를 걸어 그 끝에 防水된 load cell 을 달고, 展開板의 앞·뒤끝에서 나온 支持線의 결합부가 展開板의 正面投影跡의 중앙에 오도록 결합한 후, 거기서 나온 한가닥의 支持線이 load cell 에 걸리도록 하였다.

支持線은 어느 경우나 張力이 가해졌을 때 늘어나지 않도록 피아노선 0.4φ를 썼다.

각각의 load cell 이 받는 힘은 그 힘의 크기에 대응하는 電氣的인 信號가 low pass filter (Kyowa, LF-6C)와 增幅器(Kyowa, PCA-50-ET)를 거쳐 X-Y recorder(Kyowa, XYR-2A)에 기록되도록 하였다.

進行角度的 調整을 하기 위하여는 먼저 展開板이 놓인 水面 위, 水路의 中央에 水路와 나란하도록 막대기를 지르고, 거기에 나무 판자를 水面에 수직되고 水路에 평행하게 세웠다. 이 판자의 아래쪽에 水平線을 긋고 展開板의 梁의 앞·뒤끝에서 水面에 수직으로 나온 支持線의 延長線과 판자의 水平線과의 交點에 못을 박았다. 그 다음, 앞쪽 梁의 支持線과의 交點을 中心, 두 交點間의 距離를 半徑으로 하는 圓호를 그리고, 그 위에 0°에서 35°까지 5° 간격으로 못을 박아, 展開板에서 위쪽으로 나온 支持線 중 뒤쪽 梁에서 나오는 줄의 끝을 5° 간격으로 박아 놓은 못에 걸면 進行角度가 조정되도록 하였으며, 그에 따라 展開板에서 앞쪽으로 나가는 支持線도 조정하였다.

進行角度的 基準은 單純彎曲型의 경우는 문제가 없으나 Super-V型의 경우는 中央弦을 기준으로 삼아, 그것이 흐름과 이루는 각도를 進行角度로 보았다.

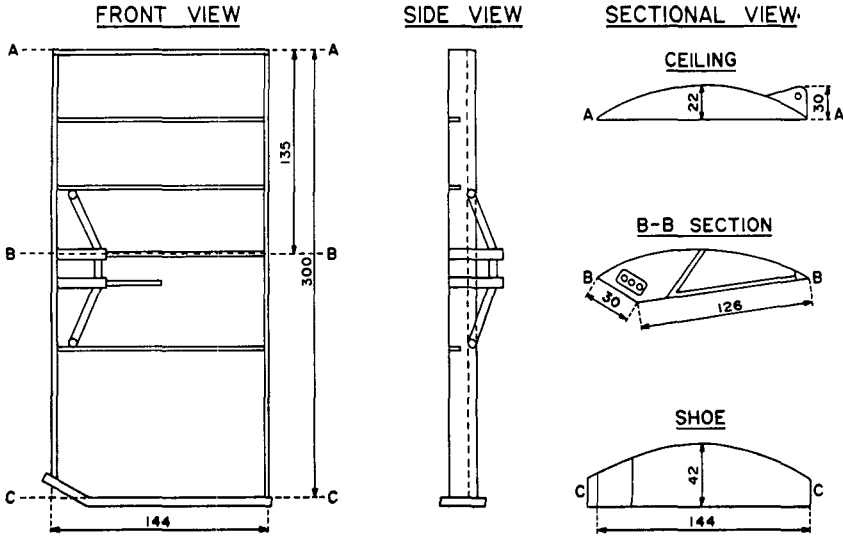
流速은 CM-IB 형 直讀式 電氣流速計를 水槽의 중앙부에 展開板에 영향을 미치지 않도록 매달아서 측정했으며, 실험한 流速의 범위는 0.6~1.2 m/sec 이다.

展開性能의 計測은 進行角度를 6단계로 변화시키고, 각 단계마다 流速을 0.1m/sec 간격으로 변화시켜 10회 이상 반복 시험하였다. 측정된 展開力과 抗力은 각각

$$\text{展開力 } F_L = \frac{1}{2} C_L \rho S v^2$$

$$\text{抗力 } F_D = \frac{1}{2} C_D \rho S v^2$$

SIMPLE CAMBER TYPE



SUPER-V TYPE

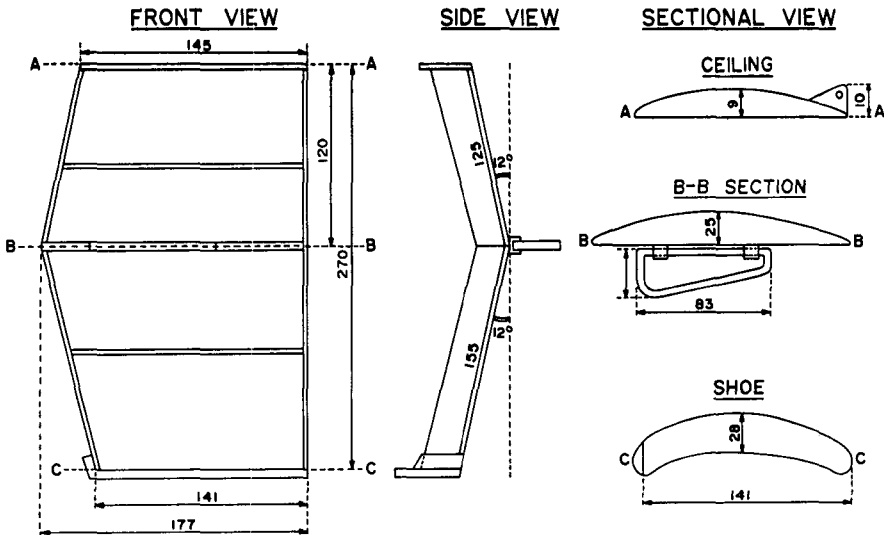


Fig.2. Structure of the experimented model otter boards.

라고 표현할 수 있는데, 여기서 F_L , F_D , ρ , S , v 는 알고 있는 값들이므로 이것들을 대입하여 最小自乘法으로 C_L , C_D 및 n 을 구하였다.

結果 및 考察

單純彎曲型과 Super-V型 模型展開板으로써 進行角度와 流速에 따른 展開力과 抗力을 측정하고, 그

것으로부터 流速 v 의 指數 n 의 값, 展開力係數, 抗力係數, 流體效率 등을 계산한 結果는 Table 1 및 Fig.3 과 같다.

이것에서 먼저 n 의 값은 2.04 ± 0.05 여서 展開力이나 抗力이 거의 Newton의 抵抗法則과 같이 v^2 에 比例한다는 것을 알 수 있다.

다음 進行角度에 따른 展開力係數 C_L 을 보면, 單純彎曲型의 경우 進行角度 θ 가 25° 이하에서는 θ 가 커짐에 따라 C_L 도 커지나, 25° 를 지나면 θ 가 커짐

Table 1. Calculated value of the exponent of current velocity n , shearing coefficient C_L , drag coefficient C_D , hydrodynamic efficiency C_L/C_D of the experimented model otter boards

Type	Element	Angle of attack						
		5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
Simple camber	n	—	2.11	2.08	2.03	2.05	2.03	1.99
	C_L	—	1.08	1.25	1.38	1.47	1.31	1.07
	n	—	2.03	2.01	2.11	1.96	2.04	2.15
	C_D	—	0.25	0.31	0.39	0.42	0.50	0.55
	C_L/C_D	—	4.32	4.03	3.54	3.50	2.62	1.95
Super-V	n	1.99	1.98	2.07	2.01	2.10	2.08	—
	C_L	1.05	1.15	1.38	1.40	1.32	1.05	—
	n	2.04	2.13	2.01	2.04	2.00	2.03	—
	C_D	0.24	0.30	0.35	0.40	0.47	0.58	—
	C_L/C_D	4.38	3.83	3.94	3.50	2.81	1.81	—

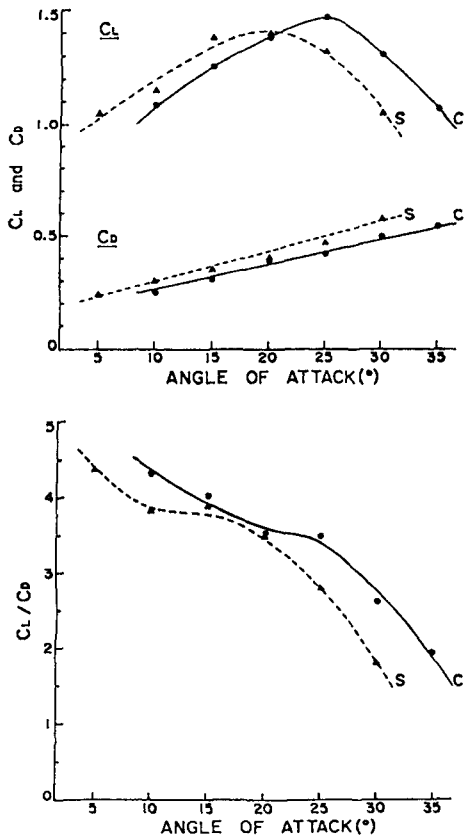


Fig.3. Shearing coefficient, drag coefficient and hydrodynamic efficiency of the experimented model otter boards.

에 따라 C_L 이 다시 작아지고 있어서 最大有效進行角度가 25° 정도임을 알 수 있고, 그 때의 C_L 의 값은 대략 1.47이다.

이 값은 Crewe(1964)가 彎曲度 12%, 가로세로 비 1/2되는 單純彎曲型 展開板으로써 實驗한 結果와는 약간의 차이가 있다. 즉, Crewe의 경우는 最大有效進行角度는 30° 전후이고 그 때의 C_L 의 값은 1.40 정도인데, 本 實驗의 結果는 Crewe의 경우보다 最大有效進行角度가 5° 정도 작고 C_L 은 5% 정도 크다. 이것은 Crewe의 경우는 가로세로비가 1/2인데 비하여 本 實驗의 경우는 2.07 인데서 오는 차이, 測定方法이 다른 데서 오는 차이 등이 있을 것이나, 兩者의 測定方法이 모두 정확하다고 보면 가로세로비가 클수록 展開性能이 좋아진다는 流體力學의 일반적인 원리에 맞는 것이다. 따라서 다른 조건이 허용한다면 역시 가로세로비가 큰 展開板을 쓰는 쪽이 유리하다고 볼 수 있다.

한편, Super-V型的 경우는 最大有效進行角度가 20° 전후이고 그 때의 C_L 의 값은 1.40 정도이다. 따라서 C_L 만으로서 비교한다면 單純彎曲型이 Super V型보다 5% 정도 커서 單純彎曲型이 우수함을 알 수 있다.

抗力係數 C_D 는 어느 경우나 進行角度가 커짐에 따라 直線的으로 커지고 있는데, 같은 進行角度에 대하여는 Super V型이 彎曲型보다 10% 정도 크나 각각의 最大有效進行角度에 대한 값을 보면 兩者가 다 같이 0.4 정도로서 같으므로 C_D 의 값으로서는 兩者의 우열을 가릴수가 없다.

또, 抗力係數에 관하여도 Crewe가 실험한 것과 本 實驗과를 비교하면, Crewe의 경우는 30° 전후에서 0.7 정도인데, 本 實驗의 경우는 25° 전후에서 0.4, 30° 전후에서 0.5 정도여서 차이가 상당히 크다. 이런 차이가 왜 생기는지는 정확히는 알 수 없으나, 만약 이것이 가로세로비와 관계가 있다고 본다

면 역시 가로세로비가 큰 쪽이 유리함을 의미한다.

또, 流體效率를 보면, 같은 進行角度에 대하여는 單純彎曲型이 10~35%나 크나, 각각의 最大有效進行角度에 대한 것은 單純彎曲型이 Super-V型 보다 5%정도 큰 것에 지나지 않아서 이것으로서 單純彎曲型이 더 우수하다고 판단하기는 어려우나, 그렇다고 Super-V型이 單純彎曲型보다 좋다고 볼 수도 없다.

이상의 여러 가지 係數들을 비교해 보면 流體力學的인 性能面에서는 Super-V型이 單純彎曲型보다 우수하다는 근거를 발견하기가 곤란하며, 전반적으로는 오히려 單純彎曲型이 조금이라도 우수하다고 볼 수 있다.

한편, 展開板에 요구되는 條件은 展開性能 외에도 ① 底層·中層 檢용으로 쓸 때를 생각한다면 接地抵抗이 적고, 海底의 장애물에 걸리더라도 쉽게 넘어 갈 수 있는 것이 바람직하며, ② 取扱하기가 쉬워야 하고, ③ 製作이 간편하여 製作費가 적게 든다는 등의 조건도 고려할 필요가 있다.

그런 면에서 본다면, ①의 接地抵抗은 측정하지 않아서 알 수 없으나 크게 차이가 있을 것 같지 않으며, 장애물에 걸렸을 때 쉽게 넘어간다는 의미에서는 Super-V型은 上弦部와 下弦部 사이가 直立이 아니고 뒤쪽으로 휘어져 있으므로 單純彎曲型보다 유리할 것 같다. 그러나 單純彎曲型도 밀판(shoe)을 앞쪽으로 붙이지 않고 뒤쪽으로 붙이면 장애물을 넘기에 큰 어려움이 없을 것이며, 한편 海底의 상황 자체가 韓國의 近海 트로울의 操業區域内에는 암반이 그렇게 많이 있는 것이 아니므로, Super-V型이 다소간 유리하기는 하나 그렇게 긴요하게 요구되는 조건은 아닌 것 같다.

②의 取扱의 편의성에서 본다면 겔로우스에 걸었을 때 Super-V型은 뒤쪽으로 나오는 부분이 많아 海上에서 操業할 때는 문제가 아니나 入港했을 때 역시 다소간 불편할 것 같다.

③의 製作의 간편성에서 본다면 Super-V型은 形狀이나 構造가 單純彎曲型보다는 상당히 복잡하여 자연히 製作費도 비쌀 것 같다.

이런 여러 가지 면을 종합적으로 검토해 보면 韓國의 近海 트로울船用으로는 구태어 Super-V型을 쓸 필요는 없을 것 같다.

要 約

單純彎曲型과 Super-V型 展開板의 性能을 비교하기 위하여 模型實驗을 실시하였다. 模型展開板은 두께 1mm 되는 鐵板으로써 제작하였으며, 單純彎曲型은 彎曲度 12%, 平面投影面積 432 cm² 되게, Super-V型은 橫斷面의 彎曲도가 어디서나 12%되고 平面投影面積은 436 cm² 되게 하였다.

實驗은 回流水槽에서 流速 0.6~1.2 m/sec의 범위에서 실시하였으며 測定의 結果, 單純彎曲型은 最大有效進行角度가 25°이고, 그 때의 展開力係數는 1.47, 抗力係數는 0.42이며, Super-V型은 그것이 각각 20°, 1.40, 0.40으로서 流體力學的인 性能은 單純彎曲型이 다소 우수하다고 판단된다.

文 獻

- Süberküß, F. 1959. Otter boards for pelagic trawling. M. F. G. -1. 359—360.
- Schärfe, J. 1959. Experiments to decrease the the towing resistance of a trawl gear. M. F. G. - I. 245—247.
- Crewe, P. R. 1964. Some of the general engineering principles of trawl gear design. M. F. G. - II. 165—220.
- 李秉鎬. 1985. 現代트로울漁法. 太和出版社.
- 金大安·高冠瑞. 1985. 漁具學. 教文出版社.