

Fig. 2 Body-fixed coordinate of underwater vehicle

$$I_{zz}\dot{r} + (I_{yy} - I_{xx})pq + m[x_G(\dot{v} + ru - pw) + z_G v_G(rq - p)] = N \quad (6)$$

### 3. 운동방정식의 계수추정방법

#### 3.1 계수추정을 위한 선형모형 시험-사항시험

다음 그림3은 수중운동체를 대상으로 운동방정식의 계수를 추정하기 위하여 사항시험을 수행하는 장치를 나타낸 것이다. 스트레인게이지 타입의 6분력계를 사용하여 동체에 작용하는 3축방향의 힘과 모멘트를 측정할 수 있는 메커니즘으로 구성되어 있다. 그림4는 MANTA형 수중운동체의 모형을 대상으로 롤 및 피치에 대한 경사메커니즘을 나타낸 그림이다.

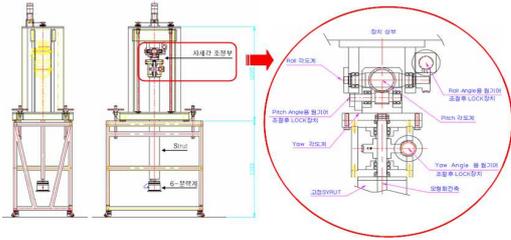


Fig. 3 An experimental apparatus for oblique towing test

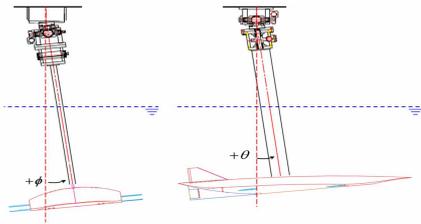
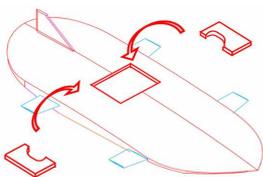


Fig. 4 Roll and pitch oblique mechanism for MANTA model

### 3.2 사항시험을 통한 계수추정 결과

#### 3.2.1 사항시험에 사용된 MANTA형 모델

다음은 실험에 사용된 MANTA형 수중운동체 모형과 실험에 사용된 주요 제원을 나타낸 것이다.



주요 제원(Hull only)	
축적비	1/6
길이	2.00 m
폭	0.73 m
높이	0.20 m
배수용적	0.1476 m <sup>3</sup>

#### 3.2.2 사항시험 조건

표1은 사항시험을 수행하기 위한 조건을 나타낸 것이다.

Table 1. Condition for oblique towing tests

Test parameters	Towing speed ( $U_0$ ) = 1.0 m/sec
	Reynolds number = $1.75 \times 10^6$
Emerging depth	모형중심 : 수면하 0.77m에 위치
Angle variation	$\phi = 0^\circ \sim \pm 10^\circ$ ( $\Delta\phi = 5^\circ$ )
	$\theta = 0^\circ \sim \pm 10^\circ$ ( $\Delta\theta = 5^\circ$ )
	$\psi = 0^\circ \sim \pm 10^\circ$ ( $\Delta\psi = 5^\circ$ )

#### 3.2.3 사항시험 결과

다음 수식은 무차원화 시킨 6자유도 모델에 대한 힘과 모멘트를 나타낸 것이며, 사항시험 결과를 바탕으로 추정된 유체력 계수들을 나타낸 것이다.

$$X' = X'_{vw}v'w' + X'_{uw}u'w' + X'_{uu}u'^2 + X'_{vv}v'^2 + X'_{ww}w'^2 \quad (7)$$

$$Y' = Y'_v v' + Y'_w w' + Y'_{uu} u'^2 + Y'_{uv} u'v' + Y'_{uuw} u'^2 w' + Y'_{vw} v' w' \quad (8)$$

$$Z' = Z'_u u' + Z'_v v' + Z'_w w' + Z'_{uv} u'v' + Z'_{vw} v'w' \quad (9)$$

$$K' = K'_v v' + K'_w w' + K'_{uv} u'v' + K'_{uw} u'w' + K'_{vw} v'w' \quad (10)$$

$$M' = M'_u u' + M'_v v' + M'_w w' \quad (11)$$

$$N' = N'_v v' + N'_w w' + N'_{uv} u'v' + N'_{vw} v'w' + N'_{uw} u'w' \quad (12)$$

Surge Force (X)	Sway Force(Y)	Heave Force(Z)			
$X'_{vw}$	-0.01558745	$Y'_v$	-0.25569756	$Z'_u$	0.05195799
$X'_{uw}$	0.10622219	$Y'_w$	-0.00854580	$Z'_v$	0.18706832
$X'_{uu}$	-0.00923463	$Y'_{uu}$	0.00152828	$Z'_w$	-0.55938459
$X'_{vv}$	-0.00751184	$Y'_{uv}$	0.21156224	$Z'_{uv}$	-0.20435160
$X'_{ww}$	0.11039679	$Y'_{uw}$	0.01953400	$Z'_{vw}$	0.12962159
		$Y'_{vv}$	-0.01962974		
		$Y'_{vw}$	0.30671499		

Roll Moment (K)	Pitch Moment (M)	Yaw Moment (N)			
$K'_v$	-0.05857004	$M'_u$	-0.00288206	$N'_v$	-0.08300116
$K'_w$	0.02861499	$M'_w$	-0.00080282	$N'_w$	-0.00634453
$K'_{uv}$	0.07278611	$M'_w$	0.11066101	$N'_{uv}$	0.08895570
$K'_{uw}$	-0.10868190			$N'_{uw}$	0.00378606
$K'_{vw}$	-0.02013904			$N'_{vw}$	0.01668234

### 4. 결론 및 후기

본 논문에서는 수중운동체의 통합제어를 위한 네트워크기반의 통합제어방법을 제시하고 유도된 비선형 6자유도 운동방정식을 나타내었으며, MANTA 모델을 대상으로 사항시험을 이용한 유체력 계수 추정실험 및 그 결과를 나타내었다. 본 논문은 수중운동체 특화연구센터의 지원으로 수행된 연구결과의 일부이며 지원에 감사드린다.

#### 참고문헌

- [1] 수중운동체특화연구센터, 1단계 중간평가 자료, 2005.
- [2] 이병걸, "선박의 자동항행을 위한 최적항로 결정과 LOS 가이드인스 시스템," 한국해양대 박사논문, 2005.
- [3] 이병걸, 김중화, 임재권, 프로펠러와 부가추력장치를 갖는 특수선의 모델링 및 통합제어기 개발," 한국박용기관학회지, 제29권 제2호, pp. 96-102, 2005.
- [4] T.I. Fossen, Marine Control Systems, Marine Cybernetics, Trondheim, Norway, 2002.