

본 사이트에서 수업 자료로 이용되는 저작물은 **저작권법 제25조 수업목적저작물 이용 보상금제도에** 의거, **한국복제전송저작권협회와 약정을 체결하고** 적법하게 이용하고 있습니다. 약정범위를 초과하는 사용은 저작권법에 저촉될 수 있으므로 **수업자료의 대중 공개·공유 및 수업 목적 외의 사용을 금지합니다.**

2014. 03. 24.

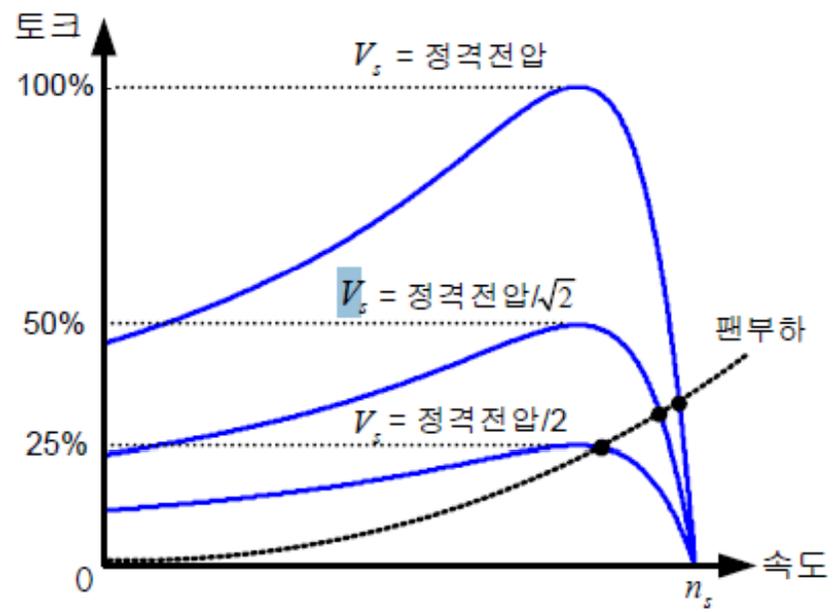
동아대학교·한국복제전송저작권협회

## 5. 유도기의 속도제어

### (1) 슬립제어 (고정자 주파수 일정)

#### 1) 고정자 전압제어

$$T_{mech} = \frac{1}{\omega_s} \frac{V_s^2}{\left(R_s + \frac{R_r}{s}\right)^2 + (X_{\ell s} + X_{\ell r})^2} \frac{R_r}{s}$$
$$\propto V_s^2$$



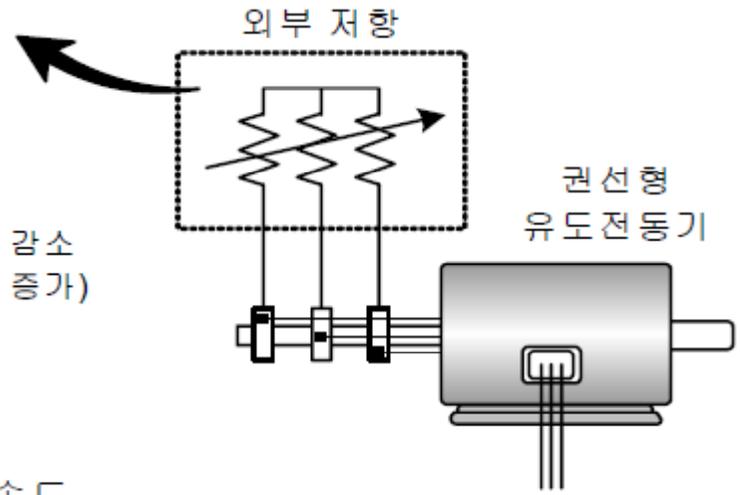
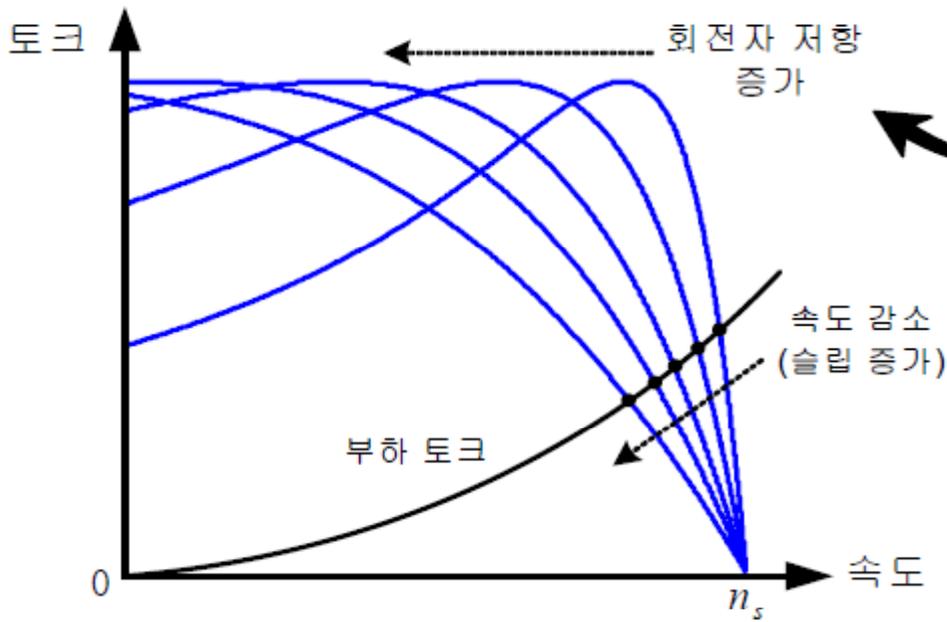
## 2) 회전자 저항제어

- 최대 토크 발생 슬립  $s_{\max}$

From (10)

$$\frac{dT_{mech}}{ds} = 0$$

$$s_{\max} = \frac{R_r}{\sqrt{R_s^2 + (X_{ls} + X_{lr})^2}} \quad (11)$$
$$\propto R_r$$



## (2) 동기속도제어 (고정자 주파수 조절)

### 1) 주파수 제어법 (약자속 제어법)

: 슬립이 작은 통상적인 운전영역에서 고정자 임피던스의 전압강하량을 무시

$$T_{mech} \cong \frac{V_s^2}{\left(\frac{R_r}{s}\right)^2 + (\omega_s L_{lr})^2} \frac{R_r}{\omega_s \cdot s}$$

$$= \left(\frac{V_s}{\omega_s}\right)^2 \frac{R_r \omega_{sl}}{R_r^2 + (L_{lr} \cdot \omega_{sl})^2} \quad (12)$$

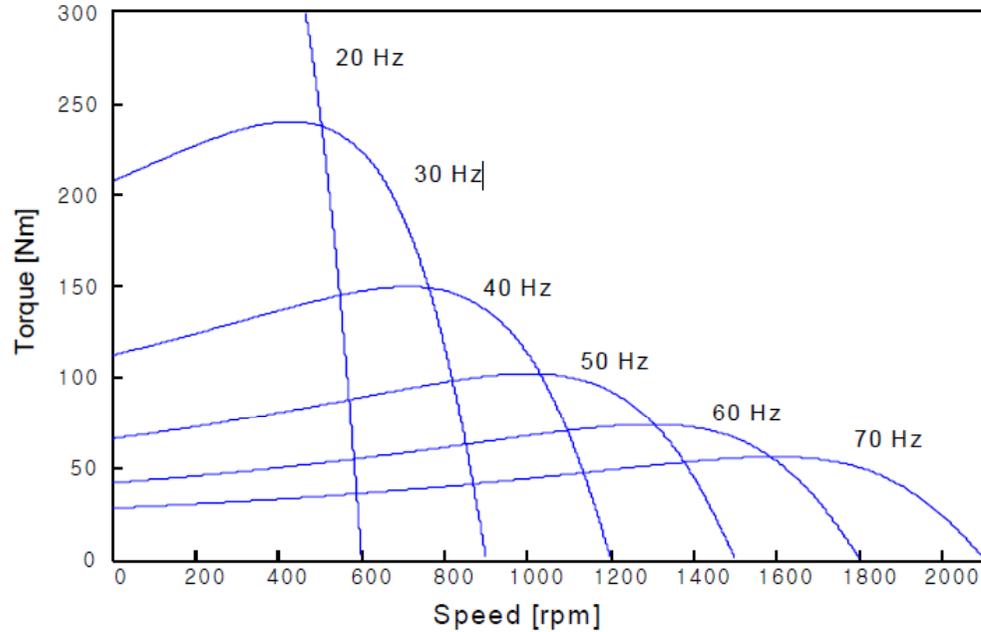
$$I_r \cong \frac{V_s}{\sqrt{\left(\frac{R_r}{s}\right)^2 + X_{lr}^2}}$$

$$= \left(\frac{V_s}{\omega_s}\right) \frac{\omega_{sl}}{\sqrt{R_r^2 + (\omega_{sl} \cdot L_{lr})^2}} \quad (13)$$

$(\omega_{sl} = s \cdot \omega_s)$ : 슬립각속도

전압이 일정한 경우 :  $T_{mech} \propto \frac{1}{\omega_s^2}$

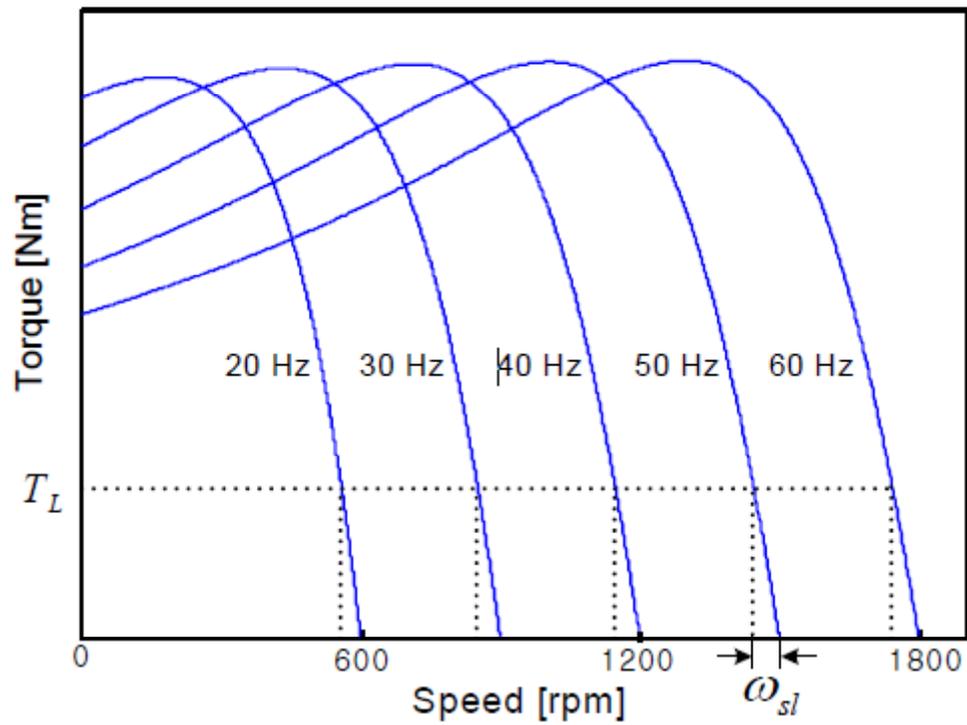
$I_r \propto \frac{1}{\omega_s}$



- 주파수 감소  $\Rightarrow$  여자전류 상승  $\Rightarrow$  자속증가  $\Rightarrow$  철심에서의 포화로 자속이 거의 상승하지 못함  $\Rightarrow$  누설자속 증가  $\Rightarrow$  효율, 역률 나빠짐  $\Rightarrow$  정격속도이하의 속도제어법으로 잘 사용하지 않음

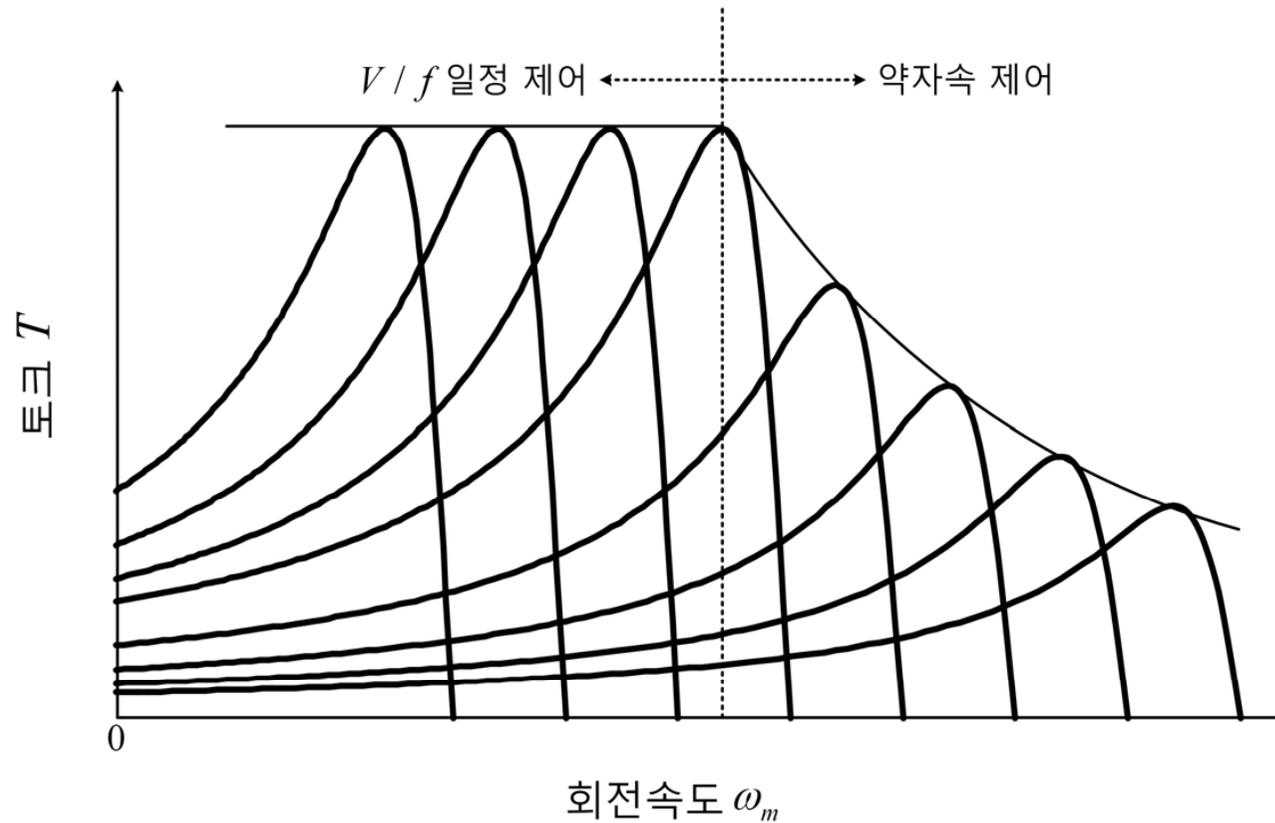
## 2) V/f 일정제어

$$\phi \propto \frac{E_s}{f_s} \approx \frac{V_s}{f_s} = \text{const}$$



- $V/f$  일정 { 자속  $\phi$  일정  $\Rightarrow$  회전자 유도기전력 및 토크 일정  
여자전류 일정

### (3) V/f 일정제어 + 주파수제어법 (약자속 제어법)



- 전압제한 범위 이내 :
- 전압제한 범위 이상 :

#### (4) 비례추이 (Proportional shifting)

$$T_{mech} \cong \frac{V_s^2}{\left(\frac{R_r}{s}\right)^2 + (\omega_s L_{lr})^2} \frac{R_r}{\omega_s \cdot s}$$

- $R_r \Rightarrow nR_r$  로 변화시키면 같은 토크를 내는 슬립  $s$ 는  $ns$ 가 됨  
회전자 저항을 2배하면 2배인 슬립에서 같은 크기 토크 발생

※ V/f와 슬립주파수 조절을 이용한 유도기 속도제어

From (12)

$$T_{mech} = \left( \frac{V_s}{\omega_s} \right)^2 \frac{2\pi f_r R_r}{R_r^2 + (2\pi f_r L_{lr})^2} \quad (14)$$

$$R_r \gg 2\pi f_r L_{lr}$$

$$T_{mech} \approx \left( \frac{V_s}{\omega_s} \right)^2 \frac{2\pi}{R_r} f_r$$

일정자속  $\left( \frac{V_s}{\omega_s} = const \right)$  하에서  $T_{mech} \propto f_r$  (15)

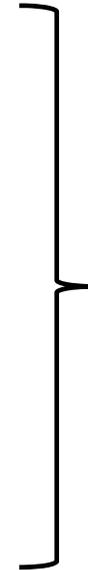
$$f_s = f_m + f_r \quad (16)$$

① 회전자 속도  $f_m$  결정

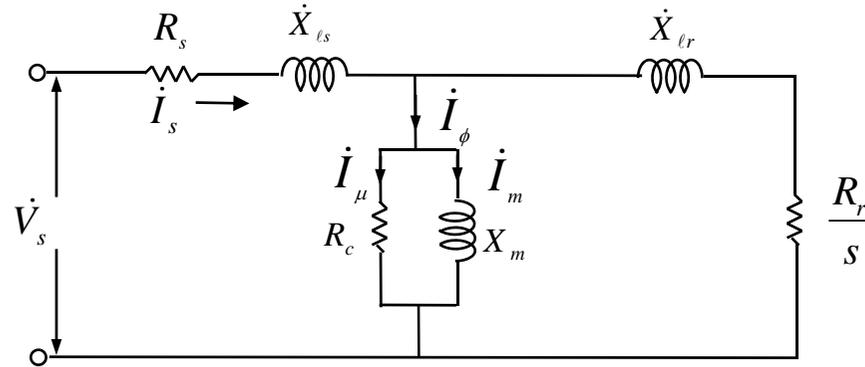
② 일정자속하에서 필요토크를 내기 위한  $f_r$  결정

③ 식 (16)에 의해  $f_s$  결정

④ V/f 일정제어를 위한 전압크기 결정



## 6. 유도기의 회로정수 측정



### (1) 고정자 저항 $R_s$ 측정

두권선사이의 저항 :  $R$

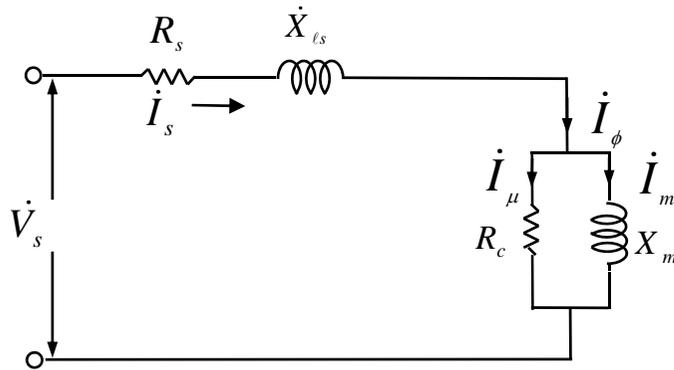
$\Delta$  결선인 경우 :  $R_s = 1.5R$

$Y$  결선인 경우 :  $R_s = 0.5R$

## (2) 무부하시험 (No-load test)

$$L_{\ell s} + L_m, R_c$$

- ① 무부하상태에서 정격주파수의 정격전압 인가
- ② 전동기의 선간전압  $V_{NL}$  상전류  $I_{NL}$  3상입력전력  $P_{NL}$  측정
- ③  $\frac{R_r}{s} \approx \infty, I_r \approx 0$



1)  $R_c$

$$\frac{P_{NL}}{3} = I_{NL}^2 R_s + I_{NL}^2 R_c$$

$$\therefore R_c = \frac{\frac{P_{NL}}{3} - I_{NL}^2 R_s}{I_{NL}^2} \quad (17)$$

2)  $X_{\ell s} + X_m = X_{NL}$

$$\bullet P_{NL} = 3I_{NL}^2 (R_s + R_c) = 3I_{NL}^2 R_{NL}$$

$$R_{NL} = \frac{P_{NL}}{3I_{NL}^2}$$

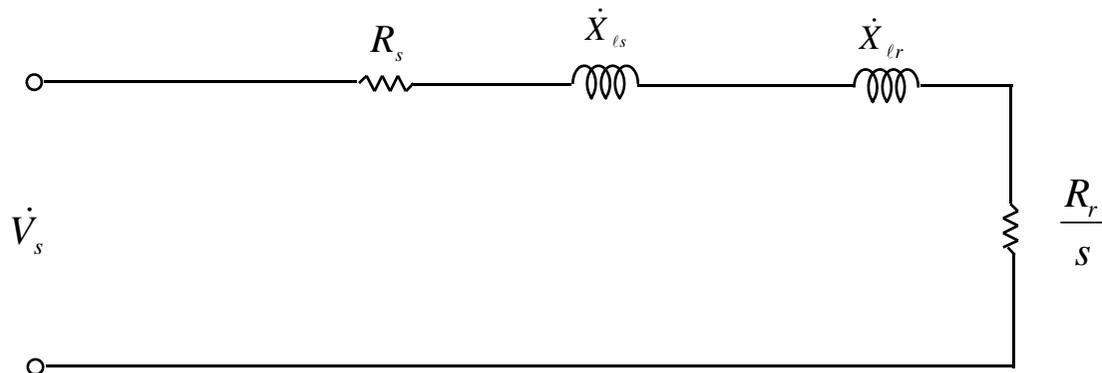
$$\bullet \dot{Z}_{NL} = \frac{\dot{V}_{NL} / \sqrt{3}}{\dot{I}_{NL}}$$

$$\therefore X_{NL} = \sqrt{Z_{NL}^2 - R_{NL}^2} = X_{\ell s} + X_m \quad (18)$$

### (3) 구속시험 (blocked rotor test)

$$L_{\ell s} \quad L_{\ell r} \quad R_r$$

- ① 회전자 구속 ( $s=1$ )
- ② 정격전류를 흐르게하는 전류 인가
- ③ 전동기의 선간전압  $V_{BL}$  상전류  $I_{BL}$  3상입력전력  $P_{BL}$  측정
- ④  $X_m \gg R_r + jX_{\ell r}$



1)  $R_r$

$$P_{BL} = 3I_{BL}^2 (R_s + R_r)$$

$$\therefore R_r = \frac{P_{BL}}{3I_{BL}^2} - R_s \quad (19)$$

2)  $X_{\ell_s}, X_{\ell_r}$

$$\dot{Z}_{BL} = \frac{\dot{V}_{BL} / \sqrt{3}}{\dot{I}_{BL}}$$

$$\therefore X_{BL} = \sqrt{Z_{BL}^2 - R_{BL}^2} = X_{\ell_s} + X_{\ell_r} \approx 2X_{\ell_s} = 2X_{\ell_r}$$

From (18)

$$X_m = X_{NL} - X_{\ell_s}$$