

여자시스템의 파라미터가 터빈-발전기의 비틀림 스트레스에 미치는 영향 분석

論文

52B-8-9

A Study on Effect of Exciter Parameters for the Torsional Stress of Turbine-Generator

金 燦 起*
(Chan-Ki Kim)

Abstract - This paper deals with the effect of exciter parameters on the torsional stress of turbine-generator. The excitation system effects on the AC network stability and the turbine-generator stress. However, it, until now, have not reported that any parameter among exciter parameters is related to the stability and the stress. In order to verify those, CIGRE HVDC model was used. Since the AC network with HVDC has the voltage stability problem due to big capacitor, the worst condition to analyze the stress can considered. The EMTDC program is used for the simulation studies.

Key Words : HVDC, Turbine-Generator Stress, EMTDC

1. 서 론

터빈-발전기 시스템은 기계적인 운동에너지를 전기적인 에너지로 변환시켜주는 장치로써 기계로써 가지고 있는 회전운동과 운전진동 그리고 전기장치로써, 발전기가 계통에 연결되어 있기 때문에 계통사고에 의해서 유발되는 비틀림 진동을 가지고 있다.

이러한 진동은 스트레스를 유발하기 때문에 기계적인 요인에 의해서 발생하는 스트레스는 터빈의 안정적인 운전 범위나 조속기의 계인을 고려하여 설계되어지고 있다. 또한 전기적인 원인에 의해서 유발되는 스트레스는 SS 조건(Steady-State 조건)과 SC 조건(Short Circuit 조건) 그리고 SOP 조건(Synchronize Out of Phase)을 고려하여 설계되어진다. 열역학적인 원인에 의한 스트레스를 포함하여 기계적인 요인에 의한 스트레스와 전기적인 원인에 의한 스트레스는 고장부위와 형태가 다르고 서로 상관관계가 없기 때문에 서로 다른 조건과 다른 모델을 가지고 분석한다.

지금까지 분석된 바에 따르면, 비틀림 스트레스는 교류계통의 강도와 특성에 의해 결정된다고 보고 되고 있다.[1]~[7] 비틀림 스트레스는 기계적인 스트레스와 비교하여 동작 시간이 매우 빠르고, 고주파 펄스형태를 가지고 있기 때문에 정확한 해석이 어렵고, 발전기의 여자 시스템에 많은 영향을 받고 있다. 실제로 GE나 ALSTOM과 같이 터빈-발전기 시스템을 설계하는 회사에서는 비틀림 스트레스의 영향을 분석하는 경우에 계통사고의 조건을 발전기의 동기탈조와 같은 치명적인 고장에 초점을 맞추어서 설계를 하는데, 이때 발전기의 여자 시스템은 개-루프(Open Loop)형태로

모델링을 하고, 교류계통의 강도와 특성을 변화시키면서 비틀림 스트레스의 영향을 분석한다. 그런데, 실제로 발전기의 여자 시스템은 폐-루프(Closed Loop)형태로 발전기의 과도 안정도와 미소신호 안정도에 많은 영향을 미치고 있기 때문에 비틀림 진동 관점에서 터빈-발전기 시스템의 비틀림 스트레스에 여자 시스템의 어떤 파라미터가 어떻게 영향을 미치는지를 분석한 것이 본 논문의 핵심이다.

한편, HVDC를 가진 AC계통에서 터빈-발전기에 인가되는 스트레스 원인은 순수한 AC계통에서 터빈-발전기에 인가되는 스트레스 원인과 크게 다른 점이 없으나 HVDC가 있는 교류계통에서 발전기의 스트레스는 HVDC의 점호각에 대한 함수라는 사실과 력타파어단에서는 고장위치가 중요하지 않지만, 인버터 단에서는 고장위치가 정류실패 때문에 중요해질 수 있다는 새로운 사실이 추가되었다.[8]

그림 1에서 ③번 위치에서 AC계통 고장은 HVDC가 정류실패를 일으키지 않으나 과도한 전압강하를 유발하는 ①번 위치에서 AC계통 고장은 HVDC시스템이 정류실패를 유발하여 HVDC인근의 터빈-발전기에 강한 스트레스를 유발시키고 있다.[9]

HVDC를 가지고 있는 AC계통에서 터빈-발전기에 인가되는 스트레스가 높게 나타나고 있는 원인을 유추해 보면, HVDC는 이상적인 발전기이며, HVDC의 용도가 계통의 안정화나 대용량의 전력전송이기 때문에 계통에서 차지하는 비율이 상당히 높고, HVDC의 점호각은 무효전력에 관계하고, 고장에 따른 정류실패나 전력 Interrupt는 유효전력에 영향을 미치고, HVDC는 자체적인 전압제어기능을 가지지 못하기 때문에 순수한 AC계통에서 터빈-발전기 시스템이 받는 스트레스보다 HVDC를 가진 AC 계통에서 터빈-발전기에 인가되는 스트레스가 더 크게 나타난다. 따라서, HVDC(인버터 단)를 가지고 있는 AC계통에 연결된 터빈-발전기는 아주 고강도의 스트레스에 노출될 수 있다.

* 正 會 員 : 電力研究院 選任研究員
接受日字 : 2002年 10月 9日
最終完了 : 2003年 5月 20日

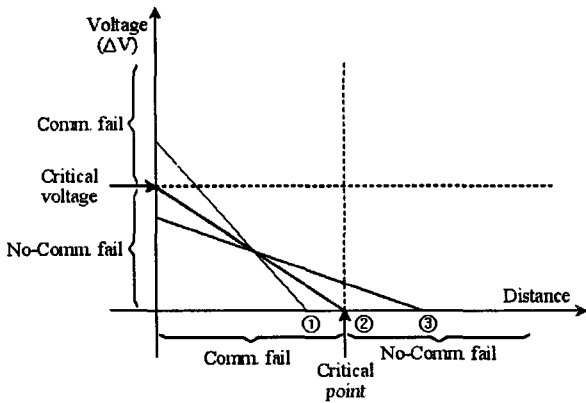


그림 1 임계 정류 전압과 고장 위치의 관계
 Fig. 1 Relation between critical commutation voltage and fault location

본 논문은 여자 시스템이 터빈-발전기 스트레스에 어떤 영향을 미치는지를 분석한 것으로, CIGRE 모델을 이용하여 인버터 단에 발전기를 설치하고 발전기에 가해지는 스트레스를 분석하여 터빈의 스트레스와 여자 제어 시스템과의 상관 관계에 대하여 검토하였다.

2. 터빈-발전기 모델링

2.1. 터빈의 모델링

터빈은 증기의 열팽창 원리를 이용해서 터빈의 블레이드를 회전시키는 것으로서 일반적인 화력 발전을 기본으로 생각하면 그림 2와 같이 구성된다. 터빈의 속도를 제어하는 밸브는 CV(Control Valve)로 증기는 CV를 통하여 HP터빈으로 들어가고 HP터빈을 거친 증기는 떨어진 온도를 다시 상승시키는 재열기(Reheater)를 거쳐 IP로 들어가고 IP터빈을 회전시킨 증기는 Crossover를 통하여 LP터빈으로 들어간다. 터빈-발전기의 토크를 제어하는 밸브는 CV밸브와 ICV밸브로써 CV밸브와 ICV밸브의 Sequence나 위치를 변동함으로써 증기량을 제어한다. 따라서, 터빈에서 발생시키는 토크 모델링은 그림 2 b)에서 보는 바와 증기 Chester의 시정수와 HP터빈과 IP터빈 그리고 LP터빈에 인가되는 "Torque Share Rate"로 표현된다. 그림 2 b)의 T_{CH} 는 증기 Chester의 시정수를 표현하고, T_{RH} 는 재열기의 시정수 그리고 T_{CO} 는 Crossover 파이프의 시정수를 표현한다. 이러한 "Torque Share Rate"와 시정수 그리고 각 터빈의 관성 상수는 발전기단에서 계통사고가 발생하여 터빈에서 공급하는 기계적인 토크와 발전기단에서 소비하는 전기적인 토크의 불균형이 발생하는 경우에 HP터빈과 IP터빈 그리고 LP터빈 사이에 각기 다른 주파수와 크기의 터빈 스트레스를 유발한다. 그림 3 b)에서 보는 바와 같이, LP 터빈은 HP 터빈과 IP터빈에서 생성된 토크가 합성되는 곳이기 때문에 터빈과 발전기 사이의 토크 불균형에 가장 큰 해를 입는 곳이라는 것을 알 수 있다.

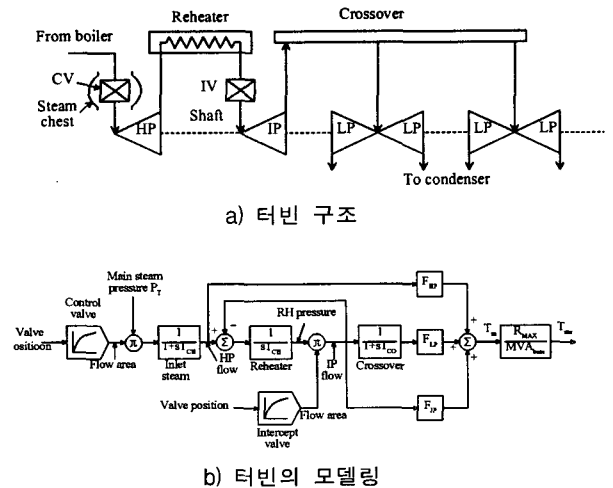


그림 2 터빈의 구조
 Fig. 2 Turbine Structure.

2.2 정지형 여자 시스템

그림 3은 정지형 여자 시스템을 보여 주고 있으며, 이 여자 시스템은 동기 발전기, 제어기 및 컨버터로 구성되어 있다. 이 시스템에서 여자 전원은 발전기 단자로부터 변압기를 통하여 공급된다. 이 시스템은 내재된 시정수가 매우 작고 경제적이며 유지보수가 쉽기 때문에 현재 전체 AC계통의 60~70%정도에 채용되고 있다. 그러나 이 시스템은 여자 시스템의 전원을 발전기 출력 단에서 공급받기 때문에 계통 전압의 영향에 민감하다는 단점을 가지고 있다. 또한 그림 3에서 V_2 는 PSS(Power System Stabilizer)위한 신호로써 AVR 단에 설치할 수도 있고, MVR모드에서 사용할 수도 있다.

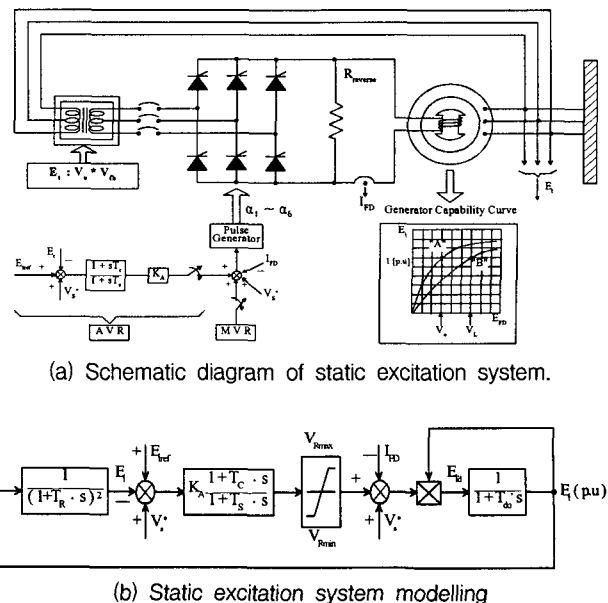


그림 3 일반적인 정지형 여자 시스템.
 Fig. 3 Conventional static excitation system.

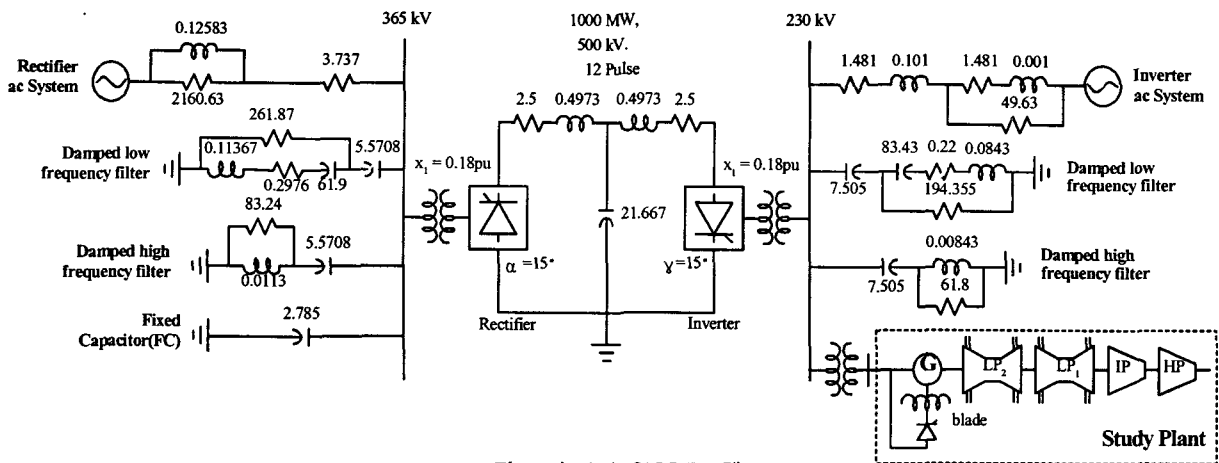


그림 4 수정된 CIGRE 모델
Fig. 4 Modified CIGRE Model

그림 3에서 보는 바와 같이 정지형 여자기는 여자전원을 자기가 제어하는 발전기의 출력으로부터 공급받는다. 이때, 발전기 출력과 여자시스템 전원사이의 변압기 2차 측 전압, V_2 는 “정상전압(Ceiling Voltage)”로 불리기도 하며 식(1)과 같이 표현된다.

$$V_2 = \frac{\pi(V_o \times V_{fb} + V_D)}{3\sqrt{2}(\cos \alpha - 0.5 \times I_2)} \quad (1)$$

여기서, V_2 = 정상 전압(변압기 2차 전압),

V_o = 무부하 여자기전압,

V_{fb} = 속응성을 고려한 정상전압 배수,

V_D = 컨버터의 전압강하,

$\frac{\pi}{3\sqrt{2} \cos \alpha}$ = 교류를 직류로 변환하는 변환 상수,

$0.5 \times I_2$ = 누설인덕턴스에 의한 전압강하.

그림 3에서 보여주는 여자 시스템의 제한기 V_{Ax} 는 식(1)에서 보여주는 V_{fb} 와 같은 값이며, V_e 는 Full Bridge 렉티파이어에서는 $-V_{fb}$ 와 같은 값이나, 여자시스템에서 사용되는 사이리스터 컨버터는 렉티파이어의 안정성을 위하여 제어 각을 150도에서 제한기 때문에 V_e 는 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$V_e = V_{fb} \times \cos 150^\circ \quad (2)$$

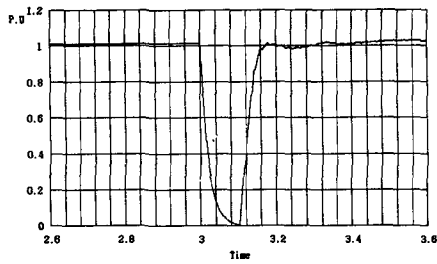
3. 시뮬레이션 및 결과 검토

본 논문에서는 위에서 논한 내용을 확인하기 위해서 CIGRE모델을 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 4는 인버터단에 발전기가 추가된 수정된 CIGRE모델로써 “Study Plant”라고 명명된 부분이 분석하고자 하는 터빈-발전기이다. 터빈-발전기 모델은 HP터빈과 IP터빈, LP1과 LP2 터빈 그리고 발전기로 모델링 되어 있으며 터빈-발전기 시스템의 파라미터는 부록에 첨부하였다. 본 장에서 확인하고자 하는 내용은 다음과 같다.

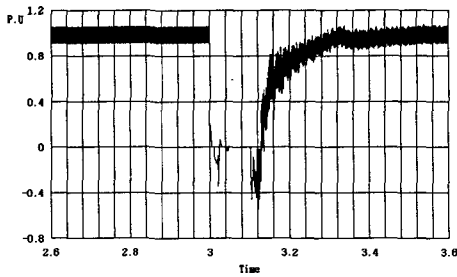
- 1) HVDC를 포함하고 있는 AC계통에서 터빈에 가해지는 가장 치명적인 고장
- 2) 각각의 AC계통 고장별로 발전기의 여자 시스템의 파라미터를 변화시킴에 따라 터빈에 가해지는 스트레스 분석

그림 5는 CIGRE모델에서 발전기의 여자 시스템을 AC회전형 여자 시스템을 적용시키고 근거리 3상 지락 사고를 발생시킨 후의 터빈-발전기 시스템의 응답 특성을 보여주고 있다. 그림 5의 a)는 AC전압, b)는 HVDC의 DC전압, c)는 HVDC의 DC전류 그리고 d)는 발전기 여자 시스템의 여자 전압, e)는 발전기 여자 전류를 보여주고 있다. 또한 터빈에 걸리는 토크로는 f)는 HP와 IP터빈 사이의 토크, g)는 IP터빈과 LP1터빈사이의 토크, h)는 LP1과 LP2터빈 사이의 토크 그리고 i)는 LP2와 발전기사이의 토크를 보여주고 있다. 그림 5 f)~i)로부터 우리가 알 수 있는 것은 Torque Share Rate 때문에 HP터빈 단에서 0.33[p.u]의 토크가, 그리고 IP단에서는 HP터빈 토크 0.33[p.u]와 IP터빈 단의 토크 0.26[p.u]가 합쳐져서 0.59[p.u]의 토크가 IP터빈 단에 인가된다. 그리고 최종적으로 발전기에 직접적으로 연결된 LP2단에는 최종적으로 1[p.u]의 토크가 인가되기 때문에 LP2단과 발전기 사이의 축의 베어링이나 축이 가장 크게 손상을 받는다는 것을 알 수 있다. 그림 5에서 그림 5 c)는 AC계통이 3상사고가 발생함에 따라 HVDC밸브가 완전 정류실패를 유발하고 있음을 보여주고 있으며, 그림 5 e)는 고장이 발생함에 따라 발전기 여자전류가 기본과 공진을 하고 있으며, 이러한 여자전류의 공진은 발전기의 무효전력과 유효전력을 기본파에서 공진하게 만드는 원인이 된다.

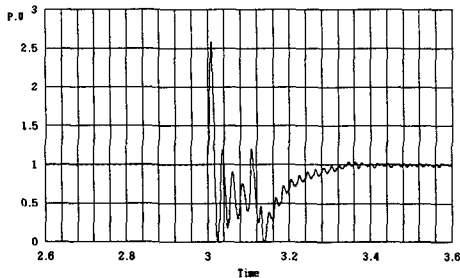
표 1는 그림 5에서 보여주고 있는 파형과 계통 조건을 기본으로 하여 3상고장이 발생한 후에 터빈에 인가되는 토크의 최대치와 최소치를 분석한 것으로 발전기 여자 시스템의 파라미터 K_A , V_{fb} 그리고 여자 시스템의 방식(AC회전형 또는 정지형)에 따라 터빈 축의 토크가 변하는 것을 보여주고 있다. 표 1로부터 터빈에 인가되는 토크는 제어게인 K_A 보다는 여자 시스템 정상전압 V_{fb} 에 의해서 더 크게 영향을 받는다는 것을 보여주고 있으며, 정지형(Bus-fed)방식 보다



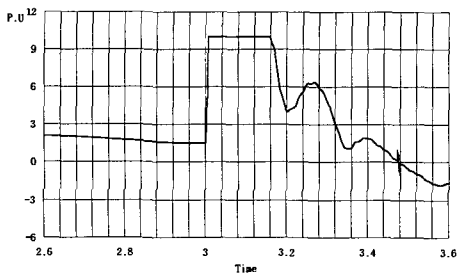
a) AC 전압



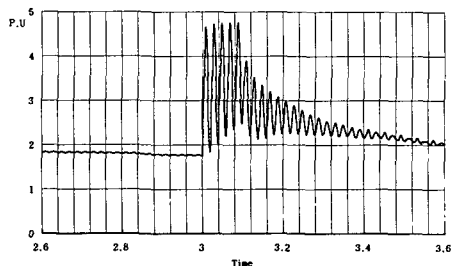
b) HVDC의 DC전압



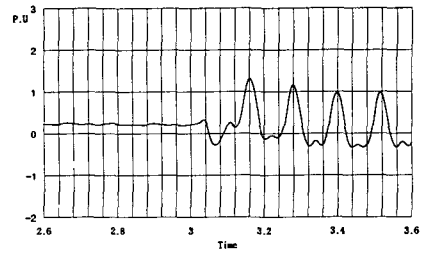
c) HVDC의 DC전류



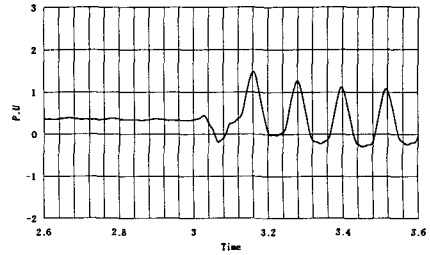
d) 발전기 여자 전압



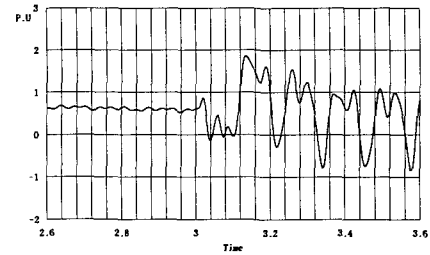
e) 발전기 여자 전류



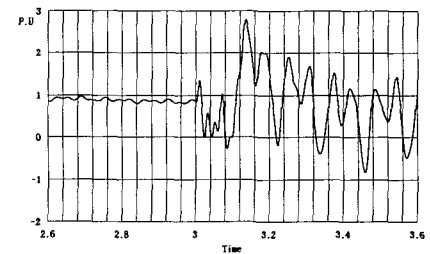
f) HP와 IP 터빈사이의 토크



g) IP와 LP1 터빈사이의 토크



h) LP1과 LP2사이의 토크



i) LP2터빈과 발전기사이의 토크

그림 5 AC계통에서 근거리 3상 고장이 발생한 경우의 HVDC를 포함한 터빈-발전기 응답 파형

Fig. 5 Turbine-generator response waveforms and HVDC waveforms when three-phase AC fault was generated near the inverter terminal.

는 회전형(AC rotating) 여자 시스템이 더 큰 토크를 발생시킬 수 있다. 표 2는 표 1과 같은 조건에서 AC계통의 고장을 2상 지락인 경우를 분석한 것이고, 표 3은 표 1과 같은 조건에서 AC계통의 고장이 단상지락사고인 경우를 보여주고 있다

표 1 3상 지락 고장에 발전기 여자 시스템의 변화에 따른 터빈 토크

Table 1 Turbine stress according to the parameter variation of the excitation system at 3 phase fault.

3 ϕ Fault (Torque, P.U, Max/Min)				
	T_{HP-IP}	T_{IP-LP1}	$T_{LP1-LP2}$	T_{LP2-G}
$K_A : 200$	1.29	1.47	1.856	2.79
$V_{fb} : 10/-8$				
AC Rotating	-0.34	-0.296	-0.85	-0.84
$K_A : 500$	1.305	1.556	1.963	2.98
$V_{fb} : 10/-8$				
AC Rotating	-0.383	-0.372	-0.95	-1.058
$K_A : 50$	1.18	1.337	1.679	2.56
$V_{fb} : 10/-8$				
AC Rotating	-0.326	-0.27	-0.8	-0.758
$K_A : 200$	1.436	1.638	2.03	3.059
$V_{fb} : 20/-16$				
AC Rotating	-0.4	-0.375	-1.02	1.036
$K_A : 200$	1.2	1.35	1.757	2.618
$V_{fb} : 5/-4$				
AC Rotating	-0.348	-0.268	-0.876	-0.81
$K_A : 200$	1.149	1.308	1.69	2.54
$V_{fb} : 10/-8$				
Bus-fed	-0.317	-0.216	-0.82	-0.69

표 2 2상 지락 고장에 발전기 여자 시스템의 변화에 따른 터빈 토크

Table 2 Turbine stress according to the parameter variation of the excitation system at 2 phase fault.

2 ϕ Fault (Torque, P.U, Max/Min)				
	T_{HP-IP}	T_{IP-LP1}	$T_{LP1-LP2}$	T_{LP2-G}
$K_A : 200$	1.1136	1.3	1.67	2.308
$V_{fb} : 10/-8$				
AC Rotating	-0.3535	-0.333	-0.569	-0.365
$K_A : 500$	1.17	1.37	1.777	2.5
$V_{fb} : 10/-8$				
AC Rotating	-0.39	-0.4	-0.68	-0.49
$K_A : 50$	1.021	1.19	1.53	2.21
$V_{fb} : 10/-8$				
AC Rotating	-0.32	-0.32	-0.54	-0.355
$K_A : 200$	1.22	1.43	1.863	2.53
$V_{fb} : 20/-16$				
AC Rotating	-0.46	-0.454	-0.794	-0.61
$K_A : 200$	1.01	1.2	1.53	2.13
$V_{fb} : 5/-4$				
AC Rotating	-0.34	-0.29	-0.533	-0.15
$K_A : 200$	0.997	1.17	1.5	2.1
$V_{fb} : 10/-8$				
Bus-fed	-0.310	-0.277	-0.47	-0.224

표 3 단상 지락 고장에 발전기 여자 시스템의 변화에 따른 터빈 토크

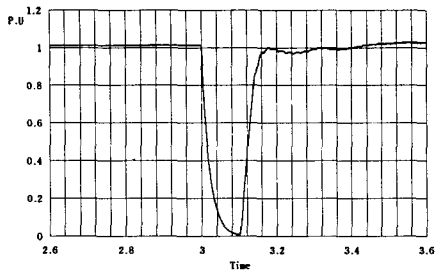
Table 3 Turbine stress according to the parameter variation of the excitation system at one phase fault.

1 ϕ Fault (Torque, P.U, Max/Min)				
	T_{HP-IP}	T_{IP-LP1}	$T_{LP1-LP2}$	T_{LP2-G}
$K_A : 200$	0.9468	1.05	1.428	1.77
$V_{fb} : 10/-8$				
AC Rotating	-0.4509	-0.34	-0.49	-0.3
$K_A : 500$	1.018	1.158	1.47	1.957
$V_{fb} : 10/-8$				
AC Rotating	-0.47	-0.39	-0.5369	-0.30
$K_A : 50$	0.89	1.02	1.344	1.729
$V_{fb} : 10/-8$				
AC Rotating	-0.42	-0.347	-0.464	-0.259
$K_A : 200$	1.555	1.18	1.532	2.05
$V_{fb} : 20/-16$				
AC Rotating	-0.5	-0.423	-0.64	-0.425
$K_A : 200$	0.945	1.049	1.407	1.738
$V_{fb} : 5/-4$				
AC Rotating	-0.453	-0.3529	-0.514	-0.338
$K_A : 200$	0.957	1.083	1.399	1.865
$V_{fb} : 10/-8$				
Bus-fed	-0.427	-0.344	-0.48	0.2455

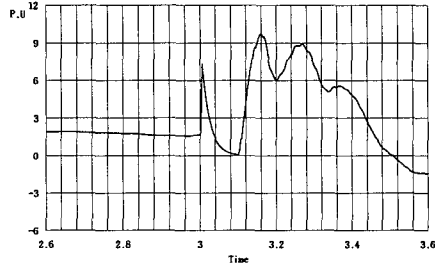
표 1~표 3으로부터 우리가 알 수 있는 것은 HVDC가 연계되어 있는 AC계통에서, 터빈의 스트레스는 모든 것이 같은 조건일 경우에는 3상 지락사고가 가장 치명적인 사고이고 다음이 2상 지락 그리고 단상지락 사고 인 것을 확인 할 수 있다. 이러한 사실은 기존의 순수한 AC계통에서 시뮬레이션 한 경우에도 동일한 결과이나, 발전기의 여자 시스템 파라미터의 조건에 따라 이러한 결과는 달라질 수 있음을 알 수 있다.

또한 그림 6은 여자 시스템의 전원을 자기가 제어하는 발전기로부터 공급받는 정지형 여자 시스템의 응답파형을 보여주고 있는 것으로 3상 지락이 발생한 경우에 발전기 여자 시스템의 전압이 고장기간동안 무압이 되는 것을 볼 수 있다.

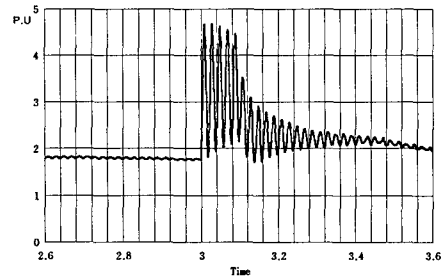
그림 7은 단상지락사고가 발생한 경우의 응답파형을 보여주고 있는 것으로 그림 7 a)는 HVDC시스템의 DC전압을 보여주고 있으며 그림 7 c)는 LP2터빈과 발전기 사이의 토크를 보여주고 있다. 그림 7 f)는 그림 7 f)파형 중에서 고장부분을 확대한 것으로 고장기간 이후에 LP2터빈과 발전기 사이에 2 \otimes f 토크가 인가되는 것을 보여주고 있다. 이러한 현상은 그림 5에서는 나타나지 않은 현상으로 발전기 출력단에 단상지락사고 그리고 2상 지락이나 단락사고가 발생하면 Negative Sequence 토크가 발전기에 인가되기 때문에 발생하는 현상이다. 따라서, 그림 5와 같이 3상 지락이 발생한 경우에는 Negative Sequence 토크가 발생하지 않기 때문에 나타나지 않는 것이다.



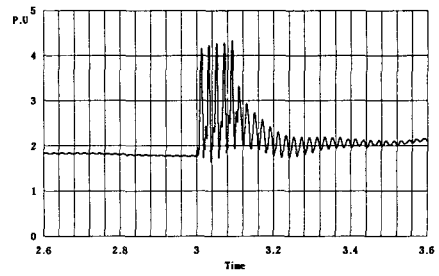
a) AC전압(RMS)



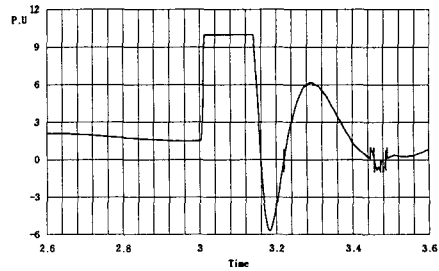
b) 발전기 여자전압



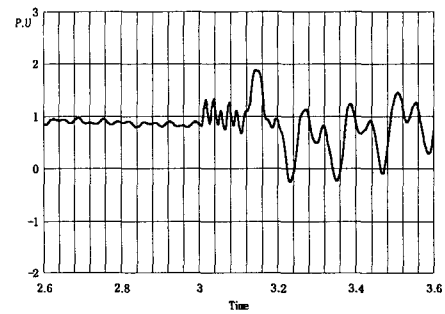
c) 발전기 여자 전류



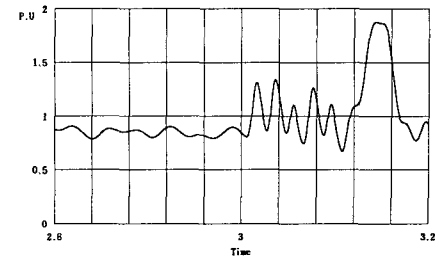
c) 발전기의 여자 전류



d) 발전기의 여자전압



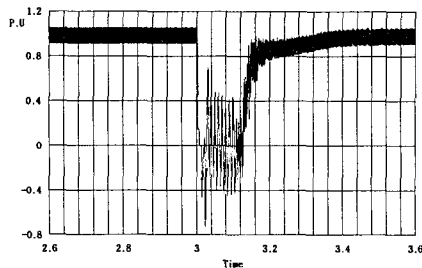
e) LP2터빈과 발전기사이의 토크



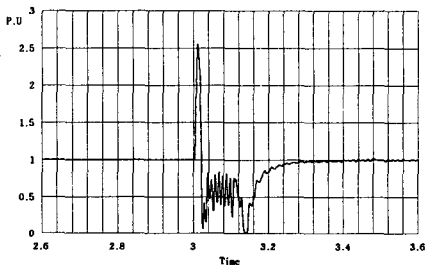
f) LP2터빈과 발전기 사이의 토크(확대)

그림 6 AC계통에서 근거리 3상 고장이 발생한 경우에 발전기 여자 시스템의 응답 파형

Fig. 6 Excitation system waveforms when three-phase AC fault was generated near the inverter terminal.



(a) HVDC DC전압



b) HVDC DC전류

그림 7 AC계통에서 근거리 단상 고장이 발생한 경우의 HVDC를 포함한 발전기 토크 파형

Fig. 7 Turbine-generator torque waveforms and HVDC waveforms when single-phase AC fault was generated near the inverter terminal.

4. 결 론

본 논문에서는 HVDC 인버터 단에 연결된 터빈-발전기의 스트레스분석을 수행하였으며 연구내용을 요약하면 다음과 같다.

- 1) HVDC를 포함하고 있는 AC계통에서 터빈 축에 가장 심한 영향을 미치는 것은 3상 지락 사고이며, 이것은 기존의 순수한 교류계통과 같다. 그러나 발전기 여자 제어 시스템의 파라미터에 따라 터빈 축에 가해지는 스트레스는 달라 질수 있다.
- 2) 터빈에 인가되는 토크는 제어계인 K_A 보다는 여자 시스템 정상전압 V_{ϕ} 에 의해서 더 크게 영향을 받는다.
- 3) AC회전형 여자 시스템이 정지형 여자 시스템보다 더 큰 터빈-발전기 스트레스를 유발할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] S.O. Faried, etc., "Effect of HVDC Converter Station Faults on Turbine-Generator Shaft Torsional Torque", IEEE Tran. on Power System, Vol. 12, No. 2, pp. 875~881, May 1997.
- [2] M. R. Iravani etc., "Impact of Inverter Station on Torsional Dynamics of Parallel HVDC-AC Power System", IEEE Tran. on Power System, Vol. 8, No. 3, pp. 997~1003, Aug. 1993.
- [3] M.R.Iravani, "A Method for Reducing Transient Torsional Stress of Turbine-Generator Shaft Segments", IEEE Tran. Power System, Vol. 7, No. 1, Feb., 1992.
- [4] C. Chyn, "Torsional Fatigue of Turbine-Generator Shafts Owing to Network Fault", IEE Proc. Vol.143. No. 5. Sept. 1996.
- [5] W. Shi etc., "Effect of HVDC Line Faults on Transient Torsional Torques of Turbine-Generator Shafts", IEEE Tran. on Power System, Vol. 9, No. 3, pp. 1457~1463, Aug. 1994.
- [6] D.G. Ramey, "Important Parameters in Considering Transient Torques on Turbine-Generator Shaft System", IEEE Tran. on PAS, Vol. PAS-99, No. 1 1980, pp 311~317, 1980.
- [7] T.J. Hammons, etc, "Stressing Turbine-Generator-Exciter Shafts by Variable Frequency Currents Superimposed on DC Currents in Asynchronous HVDC Links and Following Disturbances at Converter Stations", IEEE Trans. on Energy Conversion, Vol. 9, No. 3, pp. 503~pp.512, Sept. 1994
- [8] 김찬기, "HVDC단에 연결된 터빈-발전기의 비틀림 스트레스 해석", 대한전기학회, 제 50B권, 8호, pp.416~426, 2001, 8.
- [9] C.V Thio, "Commutation Failures in HVDC Transmission Systems", IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 11, No. 2, pp 946~957, April, 1996.

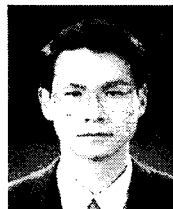
부록 1. Study Plant의 터빈 상수

- HP Turbine Inertia Constant : 0.8
- IP Turbine Inertia Constant : 0.155
- LP1 Turbine Inertia Constant : 0.85
- LP2 Turbine Inertia Constant : 0.88
- Generator Inertia Constant : 3.117
- HP Torque Share Rate : 0.3
- IP Torque Share Rate : 0.26
- LP1 Torque Share Rate : 0.22
- LP2 Torque Share Rate : 0.22
- * 모든 Shaft Spring Constant 충분히 큼
- * 모든 Damping 상수는 무시

부록 2. Study Plant의 발전기 상수

- 용량 : 120[MVA], ○ RMS(L-G)전압 : 7.962[kV]
- RMS 상전류 : 5.02[kA]
- $T_{do}' : 6.55$, ○ $T_{do}'' : 0.039$, ○ $T_{qo}'' : 0.071$
- $X_d' : 0.314$, ○ $X_d'' : 0.28$, ○ $X_q' : 0.376$

저 자 소 개



김 찬 기(金 燦 起)

1968년 12월 17일 생, 충북 충주. 1991년 서울 산업 대학교 전기공학과 졸업(학사), 1993년 중앙대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사), 1996년 중앙대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사), 1996년 전력 연구원 입사, 현재 전력 연구원 선임 연구원.

Tel:(042) 865-5892, Fax:(042) 865-5844
E-mail : cckim@kepri.re.kr