

국제설계기준 5 MW급 풍력발전기 증속기 다물체동역학 해석기법

Multi-Body Dynamic Analysis Method for the Gear Box of a 5 MW Class Wind Turbine

정대하* · 김동현† · 김명환* · 곽영섭*

Dae-Ha Jeong, Dong-Hyun Kim, Myung-Hwan Kim and Young-Seob Kwak

1. 서 론

풍력발전기의 설계 과정에서 전체 시스템 모델을 구성하여 하중해석을 수행하는 것은 필수적인 부분이다. 하중해석을 위한 시스템 모델의 모델링을 위해서는 등가 된 블레이드(blade), 나셀(nacelle), 타워(tower) 등의 구성요소가 필요하다. 특히 드라이브 트레인(drive train) 시스템의 증속기(Gear Box)의 경우, 동역학 모델이 복잡하고 설계/제작/시험평가와 관련된 기술개발이 중요한 부품 중 하나이다.

따라서 본 연구에서는 기존에 주로 사용되어 왔던 국제설계기준 중 하나인 GL2010 guideline에 근거하여 5 MW 급 대형 풍력발전기의 증속기 모델을 구축하여 효율적인 드라이브 트레인의 다물체동역학 등가모델링 해석기법과 검증결과를 제시하였다.

2. 다물체동역학 해석

2.1 GL2010 기준 증속기 모델링

GL 설계인증 기준에 따른 모델링 기법을 구축하기 위해서는 모델링을 수행할 참조 모델이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 대표적인 5 MW 급 대형 풍력발전기 모델인 NREL 5 MW Baseline model 참조 모델로 선정하였다. 해당 모델은 Upwind, 3 blades 방식으로 5 MW 발전용량을 가지고 있으며, 정격 RPM은 12.1 rpm 이다. 모델링 대상에 포함된

증속기의 증속비는 1:97 이다. 따라서 블레이드가 12.1 rpm 으로 회전할 때 발전기는 1173.7 rpm으로 회전하게 된다.

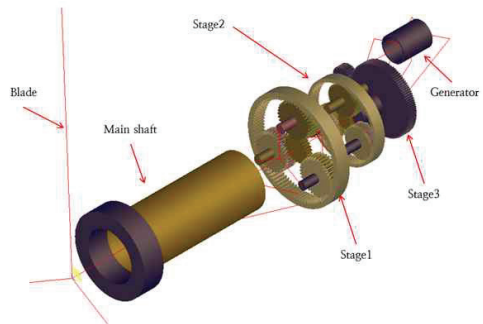


Fig.1 MBD computational model for the present drivetrain system.

Fig.1은 전산 다물체동역학(MBD) 해석을 위해 구축된 블레이드 부분을 제외한 구조 부품에 대한 유한요소 모델을 보여주고 있다. 본 연구에서는 제안한 등가 다물체동역학 해석기법의 실행을 위해 SAMCEF 프로그램을 적용하였다.

2.2 고유진동해석

GL2010 설계인증 기준에 따라 모델링을 수행한 모델의 고유진동 해석 결과를 기존 NREL 전체 시스템 해석 결과와 Table 1에 정리하였다. Table 2는 드라이브트레인의 가진 요소를 나타낸다. 고유진동 해석의 결과를 바탕으로 공진을 조사하기 위해서 GL2010 설계인증 기준에 따른 모델의 Campbell diagram은 Fig. 2에 표시하였다.

† 김동현 ; 정회원, 경상대학교 항공우주시스템공학과
E-mail : dhk@gnu.ac.kr

Tel : +82-055-755-2083, Fax : +82-055-755-2081

* 경상대학교 항공우주시스템공학과

Table 1 Calculated natural frequencies of drive train System (GL2010)

Mode Number	Description	SDCAE (Hz)	FAST (Hz)	ADAMS (Hz)
1	1 st Drive Train Torsion	0.606	0.621	0.609
2	1 st Blade Flapwise	0.670	0.666	0.630
3	1 st Blade Flapwise	0.671	0.668	0.669
4	1 st Blade Collective Flap	0.688	0.699	0.702
5	1 st Blade Edgewise	1.099	1.079	1.074

Table 2 Types of excitation frequencies for drive train system (GL 2010)

Frequency identification	Symbol	Description
Eigen frequencies	f_N1	Torsional Eigen frequency
Excitation frequencies (shafts)	f_ERS1, f_ERS2, f_ERS3, f_ERS6, f_ERS9	Rotor shaft Excitation frequencies
	f_E1CS1, f_E1CS2	Stage1 carrier excitation frequencies
	f_E2CS1, f_E2CS2	Stage2 carrier excitation frequencies
Excitation frequencies (gear meshes)	f_E23S1, f_E23S2	Stage2 to Stage3 shaft excitation frequencies
	f_ZLSS1, f_ZLSS2	LSS excitation frequencies
	f_ZHSS1, f_ZHSS2	HSS excitation frequencies
	f_E1S1, f_E1S2	Stage1 sun gear excitation frequencies
	f_E1P1, f_E1P2	Stage1 planetary gear excitation frequencies
	f_E2S1, f_E2S2	Stage2 sun gear excitation frequencies
	f_E2P1, f_E2P2	Stage2 planetary gear excitation frequencies
	f_E3W1, f_E3W2	Stage3 wheel gear excitation frequencies
	f_E3P1, f_E3P2	Stage2 pinion gear excitation frequencies

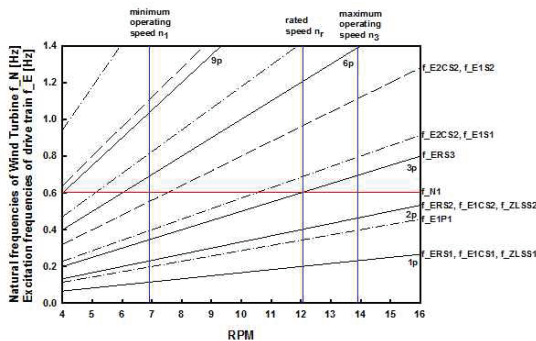


Fig.2 Campbell diagram for the present drive train system model

2.3 Run-up 해석

GL2010 설계인증 기준 드라이브 트레인 다물체 동역학 모델링의 run-up 해석은 잠재적인 공진을 확인하기 위해 드라이브 트레인을 시간영역에서 구동하는 해석이며, 기존의 탄성체 요소가 많이 부여된 모델을 해석할 경우 많은 시간이 요소 된다. 따라서 run-up 조건 해석을 위한 GL2010 설계인증 기준의 최소 기준을 만족하는 모델을 추가로 만들어 해석을 수행하였다.

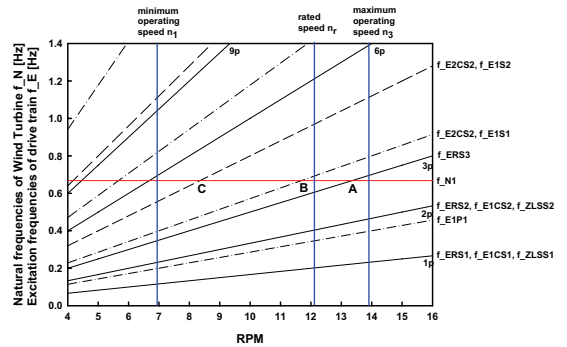


Fig.3 5 MW wind turbine drive train Campbell diagram (for run-up)

3. 결론

본 논문에서는 국제설계기준 GL 2010에 근거하여 대형 풍력발전기 증속기에 대한 전산 다물체 동역학 모델링 및 해석 기법과 잠재적 공진 예측 절차를 구축하였다. 본 연구의 해석기법은 GL 2010에서 요구하는 해석 모델의 정확도를 잘 충족함을 보였다. 본 연구 결과는 앞으로 해상용 대형 풍력발전기 드라이브 트레인의 설계 및 인증 시 매우 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국 에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 에너지미래선도인력양성사업(GET-Future)의 일부이며, 지원에 감사를 표하는 바입니다.