

UNECE R79 만족 위한 EPS System의 Braking Torque에 대한 고찰

김태식*¹⁾·신준호²⁾·선태형³⁾·정성준⁴⁾

(주) 만도 Steering R&D Center^{1)~4)}

A Study on Braking Torque of EPS System to Satisfy UNECE R79

Taesik Kim^{*1)} · Junho Shin²⁾ · Taehyung Sun³⁾ · Sungjoon Jung⁴⁾

Mando Corporation Steering R&D Center^{1)~4)}

Key words : UNECE R79, EPS(Electric Power Steering, 전동식 파워 스티어링), Redundancy(리던던시), Braking Torque(브레이킹 토크), Motor Short Failure (모터 단락 고장)

* 김태식, dodohae123@naver.com

EPS(Electric Power Steering) System은 운전자 편의성 제공, 연료효율 향상, 유지보수에서 장점을 가지며 높은 출력, 정숙성, 기능 향상, Safety 강화를 위해 지속적으로 연구개발 되고있다. 최근 자율주행차의 등장과 함께 Parking Assist, Lane Keeping, Lane Centering, Lane Change등과 같은 ACSF(Automatically Commanded Steering Function, 자동조향명령기능) 구현이 필요하여 EPS는 ADAS(Advanced Driver Assistance System)와 함께 협조제어가 되고 자율주행에 따라 운전자의 역할이 감소하는 대신 전자제어식 System의 기능이 증가하고 이에 따라 Functional Safety를 강화하기 위해 Redundancy System으로 발전하게 되었다.

Global 시장에서 차량 형식승인 및 판매를 위해서는 UNECE WP.29(자동차기준 국제조화 회의)의 여러 규정들을 만족해야 하는데 Steering System은 이 중 No.79의 Regulation에 해당하며, 본 Regulation내 여러 항목 중 6항의 내용 상 ‘정상적인 또는 단일의 Failure를 가진 차량이 10 KPH의 속도로 직선에서 나선으로 주행할 때, 정해진 Steering Effort를 만족해야한다’. EPS의 경우 Motor의 단락(Short) 시, Assist Torque를 발생하지 않을 뿐 아니라 Motor내 생성되는 Circulating Current로 인해 Braking Torque가 발생하여 위의 Steering Effort를 크게 증가 시킬 수 있다.

Motor의 Short를 다양한 조건에서 분석하기 위해 여러가지 설계 사양과 Failure 조건에 대해 분석을 진행하였다. 먼저 Motor Short는 Hardware적으로 Figure 1과 같이 a) Phase to Neutral(Single Failure), b) Phase to Phase(Single Failure), c) Three Phase(Double Failure)간 발생할 수 있으며 여러 접촉조건별(하중, 침수상태)로 그리고 Base Architecture의 Motor와 앞서 언급된 Safety 강화를 위한 Redundant Architecture Motor System의 경우에 대해 System Braking Torque를 분석하였다.

본 연구는 이론적 근거를 위해 Figure 1의 a)~c)에 따라 상이하게 나타나는 L_d , L_q 계산에서부터 I_a , I_b , I_c , I_d , I_q 그리고 정상적인 Assist Torque와 상반되게 적용되는 Back Drive Torque와 효율식 등을 도출하는 과정을 통해 Braking Torque를 수학적으로 Modeling하고 향후 활용상의 편리를 위해 Simulation Program을 개발하고 시험, 검증을 통해 결과물의 타당성을 입증하였다. (Figure 2)

위의 결과물을 통해 Single Failure가 발생하는 경우에 Single Wound Motor가 적용된 Base Architecture에서의 Braking Torque 수준과 Dual Wound Motor가 적용된 Redundant Architecture에서의 50% Assist Torque에 Braking Torque를 중첩하여 최종 Torque 수준을 비교하였다.

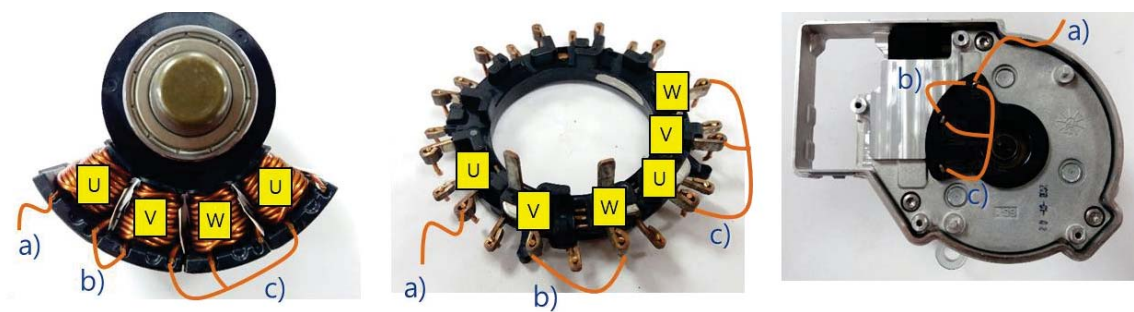
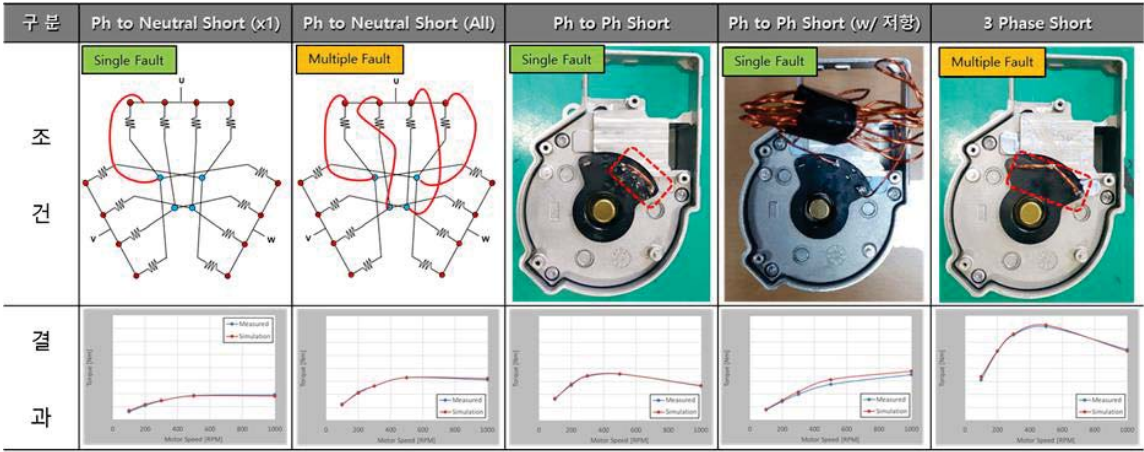


Figure 1. Motor Short Failure Case



a) Result for Base Architecture Motor (Red line : Simulation, Blue line : Test)



b) Result for Redundant Architecture Motor (Red line : Simulation, Blue line : Test)

Figure 2. Comparison between Simulation results and Test results