

논문 2022-17-31

차량 롤 주행안정성 향상을 위한 RSC (Roll Stability Control) 성능 해석에 관한 연구 (A Study on the Performance Analysis of RSC (Roll Stability Control) for Driving Stability of Vehicles)

권성진*
(Seong-Jin Kwon)

Abstract : Active stabilizers use signals such as steering angle, yaw rate, and lateral acceleration to vary the roll stiffness of the front and rear suspension depending on the vehicle's driving conditions, and are attracting attention as RSC (Roll Stability Control) system that suppresses roll when turning and improves ride comfort when going straight. Various studies have been conducted in relation to active stabilizer bars and RSC systems. However, accurate modeling of passive stabilizer model and active stabilizer model and vehicle dynamics analysis result verification are insufficient, and performance result analysis related to vehicle roll angle estimation and electric motor control is insufficient. Therefore, in this study, an accurate vehicle dynamics model was constructed by measuring the passive/active stabilizer bar model and component parameters. Based on this, the analysis result with high reliability was derived by comparing the roll angle estimation algorithm based on the lateral acceleration and suspension of the vehicle with the actual vehicle driving test result. In addition, it was intended to accurately analyze the motor torque characteristics and roll reduction effects of the electric motor-driven RSC system.

Keywords : Active Stabilizer Bar, Roll Stability Control, Roll Angle, Roll Estimation, Motor Operating Point

1. 서론

차량의 롤 (roll) 현상을 저감시키고자 장착되는 부품인 스테빌라이저 바 (stabilizer bar)는 토션바 (torsion bar)의 양끝이 현가계 (suspension)와 연결되어 좌/우 차륜이 동일한 방향으로 움직일 때는 힘이 걸리지 않지만, 좌/우 차륜이 상이하게 움직일 때 토션바가 비틀리면서 그 움직임을 억제하는 역할을 수행하는 부품이다.

그러나 대부분의 차량에 장착되는 토션바 타입의 수동형 스테빌라이저 (passive stabilizer)는 토션바의 굽기에 따라 강성 (stiffness)이 결정되는 단점으로 인해 차량의 다양한 주행 상황에 대응하기 어려운 문제점이 있다. 또한 좌/우 차륜이 스테빌라이저로 인해 상시 연결되는 구조를 가짐으로 인해 차량의 롤이 발생하지 않는 일반 주행 상황에서는 승차감 (ride comfort)을 해치는 문제점을 가지고 있다 [1].

능동형 스테빌라이저 (active stabilizer)는 조향각 (steering angle), 요속도 (yaw rate), 횡가속도 (lateral acceleration) 등의 신호를 이용하여, 스테빌라이저 가운데 장착된 구동시스템 (액츄에이터)을 이용하여 차량의 주행

상황에 따라 전후륜 현가계의 롤 강성을 가변시켜 선회 시의 롤 억제는 물론 직진 시 승차감을 개선시켜 주는 RSC (Roll Stability Control) 시스템으로 주목받고 있다 [2-3].

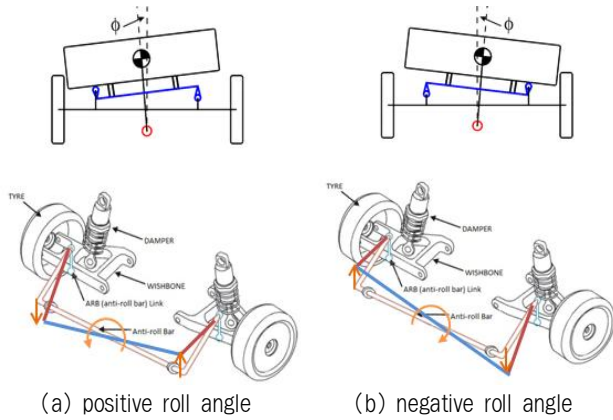
최근 능동형 스테빌라이저 바 및 RSC 시스템과 관련하여 다양한 연구 [2-7]가 진행되고 있다. 특히 유압식 능동형 스테빌라이저 [2]는 에너지 소모가 적으며 효율이 높은 전동식 능동형 스테빌라이저 [3]로 변경되어 집중적으로 연구되고 있다. Fuji 등의 연구 [1]에서는 능동형 스테빌라이저를 활용하여 차량의 롤 각 제어는 물론 노면 입력으로 인한 진동을 줄여 승차감을 향상하기 위한 Skyhook 제어를 제안하였다. Zhang 등의 연구 [3]에서는 능동형 스테빌라이저를 위한 스위치드 릴렉턴스 모터와 고조파 기어 감속기로 구성된 모터 액츄에이터를 제안하였다. 그리고 능동형 스테빌라이저 RSC 시스템의 차량동역학 (vehicle dynamics) 모델 구성 등에 대한 연구 [4-5]도 다수 제시된 바 있으며, 차량의 롤 각을 추정하기 위한 다양한 연구 [6-7]도 수행된 바 있다.

하지만 수동형/능동형 스테빌라이저 모델의 효율적 모델링 방법과 차량동역학 해석/제어 결과 검증에 관한 연구는 미진한 실정이며, 실차 주행시험을 통한 차량 롤 각 추정 및 전기모터 제어와 연계한 성능 분석에 관한 연구도 추가적으로 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 수동형/능동형 스테빌라이저 바 모델과 부품 파라미터를 측정하여 정확한 차량동역학 모델을 구성하였다. 이를 바탕으로 차량의 횡가속도와 현가계 변위 기반 롤 각 추정 알고리즘을 실차 주행

*Corresponding Author (sjkwon@katech.re.kr)

Received: Aug. 3, 2022, Revised: Aug. 9, 2022, Accepted: Aug. 13, 2022.
S. J. Kwon: Korea Automotive Technology Institute (Director, Executive Principal Researcher)

* 본 논문은 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원이 지원하는 미래차 디지털 융합산업 실증 플랫폼 구축 과제 (P0018399)의 지원을 받아 수행하였음.



(a) positive roll angle (b) negative roll angle

그림 1. 수동형 스테빌라이저 바 모델
Fig. 1. A passive stabilizer bar model

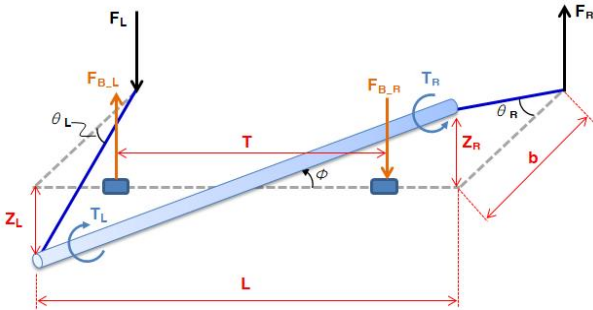


그림 2. 수동형 스테빌라이저 바의 자유물체도 [8]
Fig. 2. Free body diagram of a passive stabilizer bar [8]

시험 결과와 비교하여 신뢰도가 높은 해석 결과를 도출하고자 하였다. 또한 전기모터 구동 방식의 RSC 시스템의 모터 토크 특성 및 롤 저감 효과를 정확히 분석하고자 하였다.

II. 수동형 스테빌라이저 바 모델

차량의 롤 각 (Φ)에 따른 스테빌라이저 바의 거동은 그림 1과 같이 정의할 수 있다. 본 연구에서는 차량 현가계의 수동형 토션바 형태 스테빌라이저 바와 관련한 선행연구 [8-9]에서 개발한 그림 2와 같은 수학적 모델을 이용하였다. 차량 롤 각에 따른 스테빌라이저 토션바의 비틀림 각은 식 (1)과 식 (2)와 같다 [8].

$$\theta_L = -\frac{L}{2b} \times \Phi, \quad (1)$$

$$\theta_R = \frac{L}{2b} \times \Phi. \quad (2)$$

여기서, θ_L 는 토션바의 좌측 비틀림 각, θ_R 는 토션바의 우측 비틀림 각, L 은 스테빌라이저 토션바의 길이, b 는 스테빌라이저 토션바 압 길이를 나타낸다. 그림 2에서 Z_L 는 좌측 스테빌라이저의 수직방향 변위, Z_R 는 우측 스테빌라이저의 수직방향 변위를 의미한다. 또한 스테빌라이저 토션바의

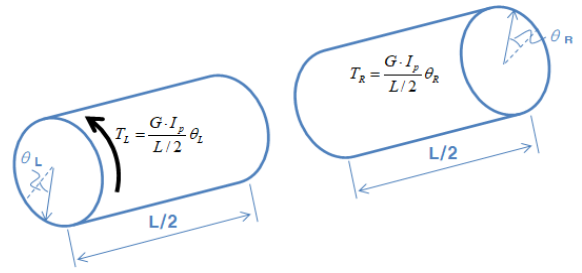


그림 3. 수동형 스테빌라이저 바의 비틀림 토크
Fig. 3. Twisting torque of a passive stabilizer bar

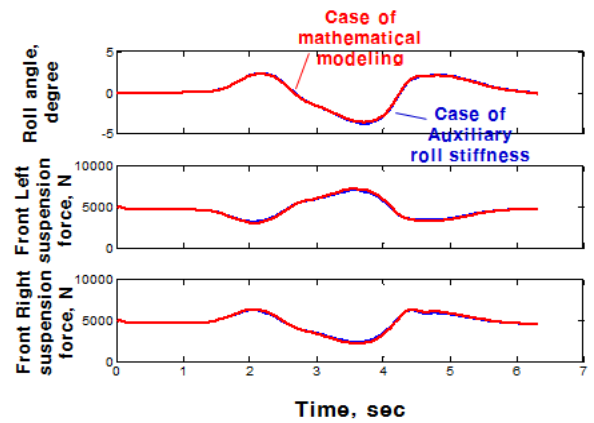


그림 4. 수동형 스테빌라이저 바 모델의 검증
Fig. 4. Verification of a passive stabilizer bar model

끝단에 작용하는 비틀림 토크는 그림 3과 같이 표현할 수 있으며, 식 (3)과 식 (4)와 같이 계산할 수 있다.

$$T_L = \frac{G \cdot I_p}{L/2} \theta_L, \quad (3)$$

$$T_R = \frac{G \cdot I_p}{L/2} \theta_R. \quad (4)$$

여기서, T_L 은 좌측 토션바에 작용하는 토크, T_R 은 우측 토션바에 작용하는 토크, G 는 토션바의 전단탄성계수, I_p 는 토션바의 면적관성모멘트이다. 이를 바탕으로 스테빌라이저 바 링크에 작용하는 힘은 식 (5)와 식(6)과 같이 표현할 수 있으며, 스테빌라이저 바 부위에 작용하는 힘은 식 (7)와 식 (8)과 같이 표현할 수 있다 [10].

$$F_L = \frac{T_L}{b}, \quad (5)$$

$$F_R = \frac{T_R}{b}, \quad (6)$$

$$F_{B-L} = \frac{F_L (L/2 + T/2) + F_R (L/2 - T/2)}{T}, \quad (7)$$

$$F_{B-R} = \frac{F_L (L/2 - T/2) + F_R (L/2 + T/2)}{T}. \quad (8)$$

여기서, F_L 은 좌측 스테빌라이저 바 링크에 작용하는 힘, F_R 은 우측 스테빌라이저 바 링크에 작용하는 힘, F_{B-L} 은

좌측 스테빌라이저 부위에 작용하는 힘, $F_{B,R}$ 은 우측 스테빌라이저 부위에 작용하는 힘, T 는 좌측 및 우측 스테빌라이저 부위 사이의 거리이다. 본 연구에서 사용한 스테빌라이저 바 모델 [8]을 검증하기 위하여 그림 4와 같이 이중차선변경 (double lane change, 차량속도 120km/h) 해석을 수행하였다. 기존의 차량동역학 모델에 스테빌라이저를 간단한 강성으로 표현하는 보조 롤 강성 (auxiliary roll stiffness) 방법과 본 연구에서 사용한 스테빌라이저의 수학적 모델 기반 해석 결과의 차이가 거의 없음을 확인할 수 있었다.

III. 능동형 스테빌라이저 바 모델

앞서의 수동형 토션바 형태 스테빌라이저 바를 바탕으로 본 연구에서는 능동형 스테빌라이저 바 모델을 제안하였다. 이는 그림 5와 같이 수동형 스테빌라이저 토션바를 2개로 나누고, 전기모터, 인버터, 감속기, 제어기를 장착하여 차량의 주행상태 정보에 따라 실시간으로 롤 모멘트를 발생시키는 RSC 시스템이다.

능동형 스테빌라이저 바의 전기모터에 의한 모터 토크 (T_m)가 작용할 때, 스테빌라이저 바의 비틀림 토크는 식 (9)와 식 (10)과 같다.

$$T_L = -N_g \times T_m, \tag{9}$$

$$T_R = N_g \times T_m. \tag{10}$$

여기서, N_g 는 능동형 스테빌라이저 바 구동 모터의 토크를 증배시키는 감속기의 기어비이다. 이를 바탕으로 능동형 스테빌라이저 바 링크에 작용하는 힘과 능동형 스테빌라이저 바 부위에 작용하는 힘은 앞서의 식 (5)부터 식 (8)까지를 활용하여 산출할 수 있으며, 능동형 스테빌라이저 바의 롤 모멘트 ($M_{Stabilizer}$)는 식 (11)과 같이 표현할 수 있다.

$$M_{Stabilizer} = (F_{B,L} + F_{B,R}) \frac{T}{2}. \tag{11}$$

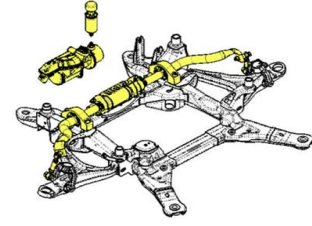
IV. 롤 각 추정 알고리즘

본 연구에서는 능동형 스테빌라이저 장착 차량의 주행 안정성 해석을 위하여 그림 6과 같이 차량동역학 해석 프로세스를 구축하였다. 이를 위하여 능동형 스테빌라이저 바의 롤 모멘트 생성과 전기모터 토크 산출을 위한 차량 롤 각 추정 알고리즘이 필요하다.

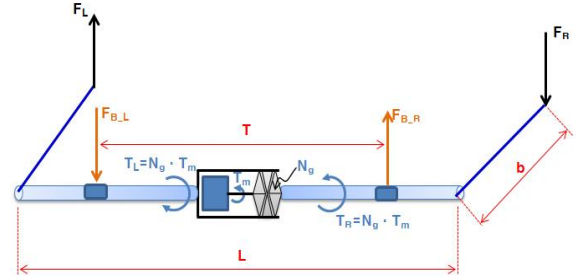
그림 7은 본 연구에서 제안한 롤 각 추정방법을 나타내었다. 우선 차량의 횡가속도와 현가계 변위에 따른 롤 각은 식 (13)과 식 (14)를 통하여 계산할 수 있다.

$$\Phi_1 = K_1 \times a_y, \tag{13}$$

$$\Phi_2 = K_2 \times \Delta z. \tag{14}$$



(a) concept of an active stabilizer bar



(b) free body diagram of an active stabilizer bar

그림 5. 능동형 스테빌라이저 바 모델
Fig. 5. An active stabilizer bar model

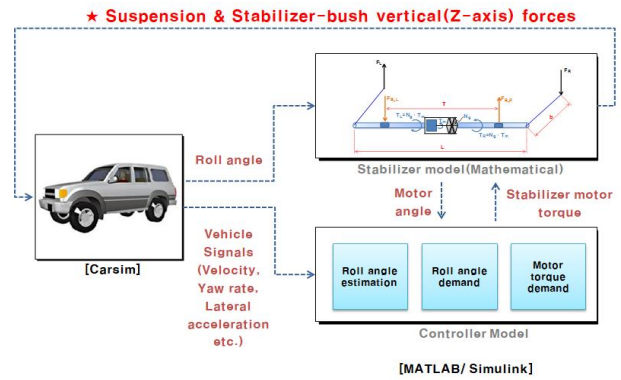


그림 6. 능동형 스테빌라이저 바의 차량동역학 해석 프로세스
Fig. 6. Vehicle dynamic analysis for an active stabilizer bar

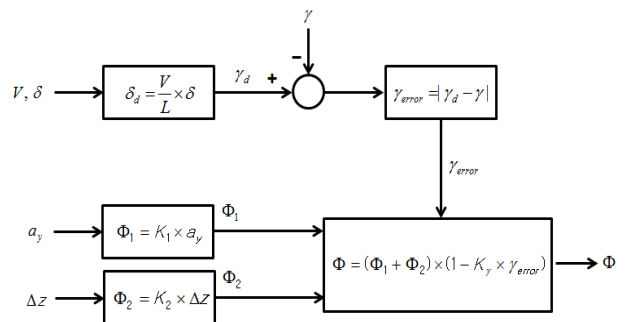


그림 7. 롤 각 추정을 블록 다이어그램
Fig. 7. Block diagram of roll angle estimation

여기서, Φ_1 는 횡가속도에 의하여 계산된 롤 각, a_y 는 횡가속도, Φ_2 는 현가계 변위를 이용한 롤 각, Δz 는 좌우 현가계 변위 차이, K_1 과 K_2 는 차량 제원 등을 통하여 계산된 변환 상수이다. 이러한 방법으로 구한 롤 각은 타이어가 노면

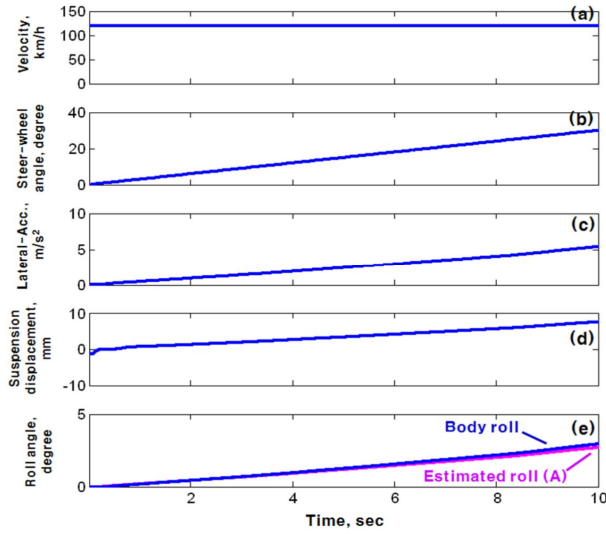


그림 8. 롤 각 추정 알고리즘 결과 (램프 조향입력 모드)
Fig. 8. Roll angle estimation result (ramp steer mode)

과 거의 슬립없이 구동되고 있는 상황이다. 이에 차량 바퀴에 슬립이 발생하는 여부를 판단해야 하며, 차량 조향각과 휠 속도를 바탕으로 식 (15)와 같이 요구 요속도를 계산할 수 있다.

$$\gamma_d = \frac{V}{L} \times \delta. \quad (15)$$

여기서, γ_d 는 요구 요속도 (desired yaw rate), V 는 차량 속도, L 윤거, δ 는 조향각이다. 다음으로 식 (16)과 같이 차량 장착 센서를 통하여 확보한 요속도 (γ)와 요구 요속도 (γ_d)의 차이 (γ_{error})를 계산할 수 있다.

$$\gamma_{error} = |\gamma_d - \gamma|. \quad (16)$$

산출된 γ_{error} 가 커지면, 차량이 슬립한다고 볼 수 있으며, 횡가속도에 의하여 계산된 롤 각 ($\phi_1 + \phi_2$)의 크기는 작아져야 한다. 이에 요속도 차이 (γ_{error})에 의하여 제한된 최종 추정 롤 각 ($\phi_{estimate}$)을 아래와 같이 계산할 수 있다.

$$\phi_{estimate} = (\phi_1 + \phi_2) \times (1 - K_\gamma \times \gamma_{error}). \quad (17)$$

여기서, K_γ 는 계산 상수이다.

그림 8은 본 연구에서 제안한 롤 각 추정 알고리즘의 검증 을 위하여 램프 조향입력 모드 (차량속도 120km/h, 조향 각은 0deg에서 10sec 동안 30deg 까지 증가)에서 실차 주행 시험 결과와 비교를 나타내었다. 조향각이 커짐에 따라 롤 각의 오차가 증가하는 경향을 보이나, 그 차이는 4.8% 이내로 분석되었다. 그림 9는 이중차선변경 모드 (차량속도 120km/h)에서 롤 각 추정 알고리즘의 결과를 나타낸다. 실제

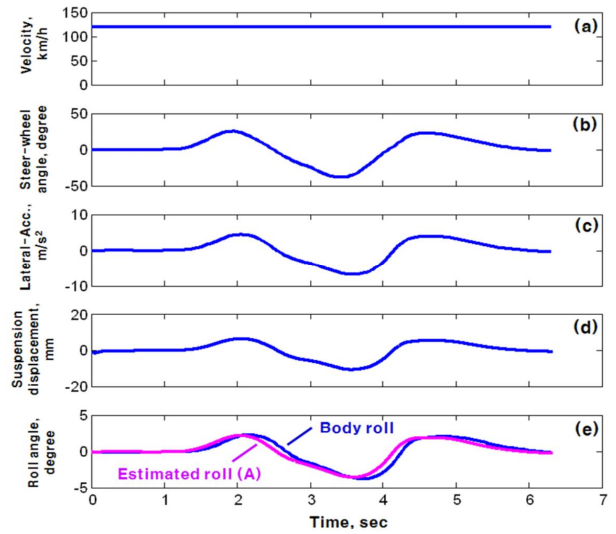


그림 9. 롤 각 추정 알고리즘 결과 (이중차선변경 모드)
Fig. 9. Roll angle estimation result (double lane change mode)

차량의 롤 각과 추정된 롤 각이 거의 유사한 것을 볼 수 있다. 다만 추정된 신호는 차량 내부 시간 지연 요소 (현가계 등)에 따라 실제 롤 각 대비 시간 지연을 보인다. 이 시간 지연 요소를 배제할 경우 오차율은 1.8% 이내로 분석되었다.

V. RSC 성능 해석

본 연구에서는 능동형 스테빌라이저 바가 장착된 RSC 시스템의 차량 주행 안정성 해석 및 제어 시뮬레이션 성능 분석을 수행하고자 하였다. 본 연구에서 제안한 롤 각 제어 알고리즘은 그림 10과 같다. 먼저 차량의 주행 상황에 따른 요구 롤 각을 결정하고, 식 (17)과 같이 실제 차량의 롤 각을 추정한다. 추정된 롤 각과 요구 롤 각의 차이를 이용하여 피드백 기반의 능동형 스테빌라이저 바의 전기모터 토크 제어를 수행하였다.

본 RSC 성능 해석에서는 스테빌라이저를 장착하지 않은 경우 (no stabilizer), 수동형 스테빌라이저를 장착한 경우 (passive stabilizer), 능동형 스테빌라이저를 장착한 경우 (active stabilizer)에 대하여 각각 차량동역학 해석 및 제어 시뮬레이션을 수행하였다.

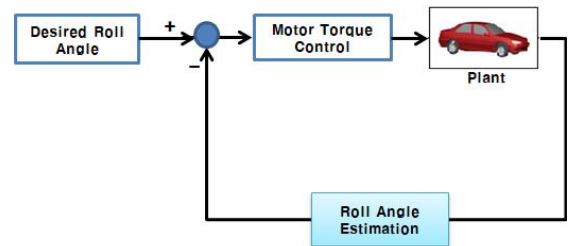


그림 10. 요구 롤 각 및 롤 각 추정 기반 모터토크 제어
Fig. 10. Motor torque control based on a desired roll angle and estimated roll angle

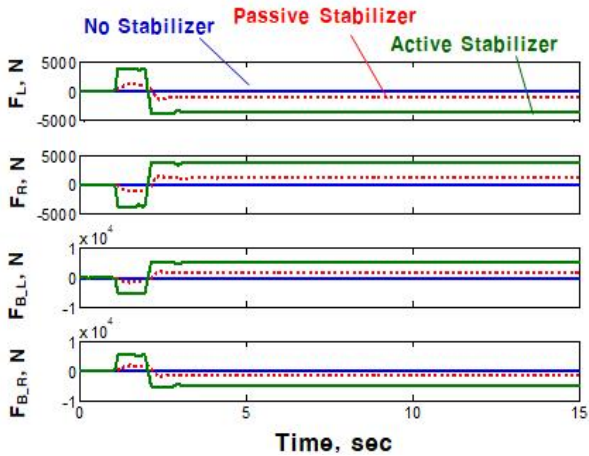


그림 11. 롤 안정성 해석 결과 (피쉬훅 모드, 스테빌라이저 바 힘)
Fig. 11. Roll stability analysis result (fishhook mode, stabilizer bar force)

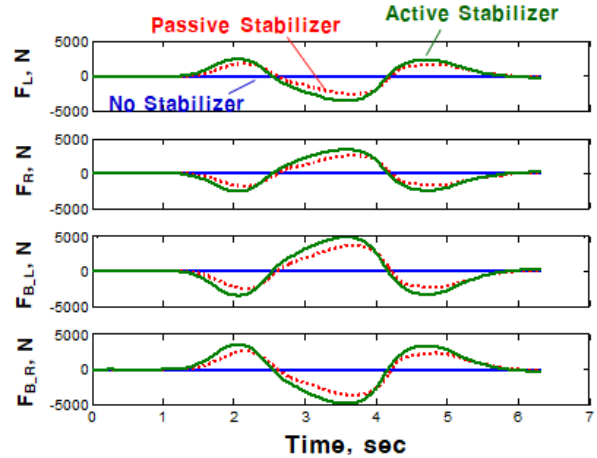


그림 14. 롤 안정성 해석 결과 (이중차선변경 모드, 스테빌라이저 바 힘)
Fig. 14. Roll angle estimation result (double lane change mode, stabilizer bar force)

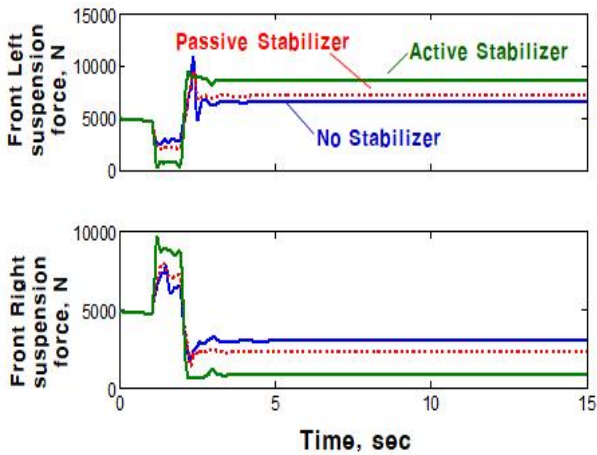


그림 12. 롤 안정성 해석 결과 (피쉬훅 모드, 현가계 수직 힘)
Fig. 12. Roll angle estimation result (fishhook mode, suspension force)

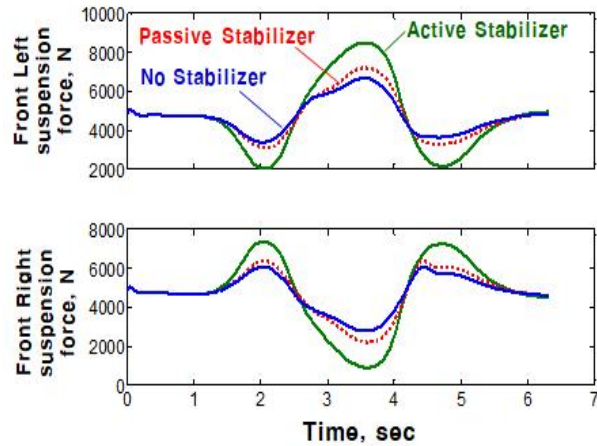


그림 15. 롤 안정성 해석 결과 (이중차선변경 모드, 현가계 수직 힘)
Fig. 15. Roll angle estimation result (double lane change mode, suspension force)

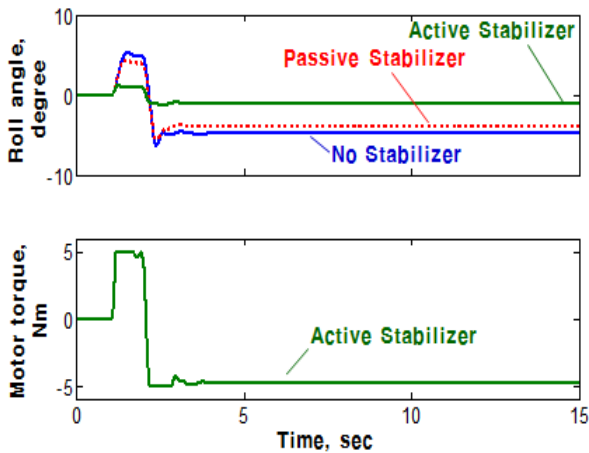


그림 13. 롤 안정성 해석 결과 (피쉬훅 모드, 롤 각/모터토크)
Fig. 13. Roll angle estimation result (fishhook mode, roll angle/motor torque)

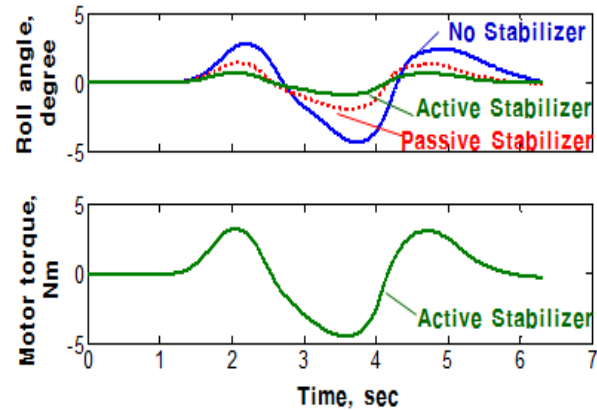


그림 16. 롤 안정성 해석 결과 (이중차선변경 모드, 롤 각/모터토크)
Fig. 16. Roll angle estimation result (double lane change mode, roll angle/motor torque)

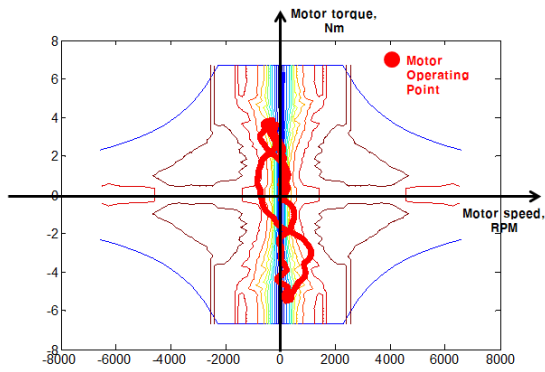


그림 17. 롤 안정성 해석 결과 (이중차선변경 모드, 모터 작동점)

Fig. 17. Roll stability analysis result (double lane change model, motor operating point)

차량의 피쉬훅 모드 (fishhook mode, 차량속도 80km/h)에서 롤 안정성 해석 결과는 그림 11부터 그림 13까지와 같다. 스테빌라이저 바에 작용하는 힘 (외력)과 현가계 수직방향 힘 (내력)은 능동형 스테빌라이저를 장착한 RSC 시스템에서 가장 크게 나타났다. 수동형 스테빌라이저를 장착한 경우, 스테빌라이저를 장착하지 않은 경우보다 롤 각이 1deg 줄어드는 것을 알 수 있다. 하지만 능동형 스테빌라이저를 장착한 경우, ± 5 Nm의 전기모터 토크가 발생하여 스테빌라이저를 장착하지 않은 경우보다 롤 각이 4deg 줄어들어, 롤 각이 0에 가깝게 제한되는 것을 분석할 수 있었다.

차량의 이중차선변경 모드 (차량속도 120km/h)에서 롤 안정성 해석 결과는 그림 14부터 그림 16까지와 같다. 수동형 스테빌라이저를 장착한 경우, 스테빌라이저를 장착하지 않은 경우에 비하여 롤 각이 50% 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 능동형 스테빌라이저를 장착한 RSC 시스템의 경우에는 ± 4 Nm 전기모터 토크가 발생하였으며, 스테빌라이저를 장착하지 않은 경우에 비하여 롤 각이 10% 줄어드는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과를 통하여 능동형 스테빌라이저의 전기모터 토크를 최대 ± 5 Nm 으로 설계할 경우, 선회시 능동형 스테빌라이저를 통한 롤 각 제어가 충분할 수 있을 것으로 판단된다.

이중차선변경 모드 (차량속도 120km/h)에서 RSC 전기모터는 차량의 롤 각 저감을 위하여 피드백 제어를 수행하였으며, 차량 롤 각이 $-1\text{deg} \sim +1\text{deg}$ 까지 제한적으로 제어되었음을 확인할 수 있다. 이때 전기모터의 회전속도는 $-1,000\text{RPM} \sim +1,000\text{RPM}$ 의 범위에서 작동하였으며, 전기모터 토크는 $-7\text{Nm} \sim +5\text{Nm}$ 영역에서 구동되었다. 그림 17은 전기모터의 회전속도와 토크 선도의 동력 효율 (efficiency)에 따른 모터 작동점을 도시한 것이다. 차량에서 발생하는 롤 각을 억제하기 위하여 전기모터는 대부분 에너지를 흡수할 수 있는 발전 구간 (2사분면 및 4사분면)에서 작동한 것을 확인할 수 있었다. 또한 전기모터의 회전 속도가 대부분 1,000 RPM 이하로 회전하여 정토크 구간에서 작동한 것을 확인할 수 있었다.

VI. 결론

본 연구에서는 능동형 스테빌라이저 바 모델을 구성하여 정확한 차량동역학 해석 모델을 구성하였다. 능동형 스테빌라이저 바 모델은 수동형 스테빌라이저 토션바를 2개로 나누고, 전기모터, 인버터, 감속기, 제어기를 장착하여 차량의 주행상태 정보에 따라 실시간으로 롤 모멘트를 발생시키는 RSC 시스템으로 구성하였다.

또한 능동형 스테빌라이저 장착 차량의 주행 안정성 해석을 위하여, 롤 모멘트 생성과 모터 토크 산출을 위한 차량 횡가속도와 현가계 변위 기반 차량 롤 각 추정 알고리즘을 구성하였다. 이는 실차 주행시험 결과와 비교하여 5% 이내의 오차로 검증하였다.

본 연구에서는 능동형 스테빌라이저 바가 장착된 RSC 시스템의 차량 주행 안정성 해석 및 제어 성능 분석을 수행하여, 피쉬훅 주행모드에서는 능동형 스테빌라이저를 장착한 경우, ± 5 Nm의 전기모터 토크가 발생하여 스테빌라이저를 장착하지 않은 경우보다 롤 각이 4deg 줄어들음을 확인할 수 있었다. 이중차선변경 모드에서는 능동형 스테빌라이저를 장착한 RSC 시스템의 경우 ± 4 Nm 전기모터 토크가 발생하였으며, 스테빌라이저를 장착하지 않은 경우에 비하여 롤 각이 10% 줄어들음을 확인할 수 있었다. 또한 능동형 스테빌라이저 전기모터의 동력효율에 따른 전기모터의 작동점 특성도 분석이 가능하였다.

References

- [1] D. Fuji, H. Yabumoto, S. Koumura, "Ride Comfort Enhancement Using Active Stabilizer", SAE Paper No. 2018-01-0563, 2018.
- [2] L. Xiao, M. Wang, B. Zhang, Z. Zhong, "Vehicle Roll Stability Control with Active Roll-resistant Electro-hydraulic Suspension", Frontiers of Mechanical Engineering, Vol. 15, pp. 43-54, 2020.
- [3] Y. Zhang, L. Wang, R. Xia, "Sliding Mode Control of Electrical Active Roll Stabilizer Using Switched Reluctance Motor", SAE Paper No. 2018-01-0832, 2018.
- [4] K. Lee, Y. Kim, J. Lee, S. Oh, J. Roh, H. Kim, I. Kim, J. Jang, "A Study on the Vehicle Dynamics Properties Using Active Roll Control Stabilizer bar System", Proceedings of 2010 KSAE Spring Conference, pp. 690-695, 2010. (in Korean)
- [5] K. Jeon, S. Choi, W. Ko, J. Park, "A Study on Active Roll Control Algorithm for Sports Utility Vehicle", Proceedings of 2009 KSAE Spring Conference, pp. 601-606, 2009. (in Korean)
- [6] C. Jeon, H. Na, S. H. You, "Development of Vehicle Roll Model for Active Suspension Control System", Transactions of KSAE, Vol. 28, No. 2, pp. 109-115, 2020. (in Korean)

- [7] J. Lee, Y. Kwon, H. Lee, "Using Lateral Acceleration and yaw rate, Sliding Observer Design for Roll Angle", Transactions of KSAE, Vol. 19, No. 4, pp. 38-46, 2011. (in Korean)
- [8] J. M. Kim, S. J. Kwon, B. H. Lee, "A Study on the Mathematical Modeling for a Stabilizer of Passenger Vehicles", Proceedings of 2014 KSAE Spring Conference, pp. 1036-1037, 2014. (in Korean)
- [9] S. H. Jeong, J. M. Kim, D. W. Lee, S. J. Kwon, B. H. Lee, "A Study on the Development of Roll Angle Estimation Algorithm for Active Roll Mitigation System", Proceedings of 2014 KSAE Spring Conference, pp. 596-597, 2014. (in Korean)
- [10] R. V. Dukkipati, J. Pang, M. S. Qatu, G. Sheng, Z. Shuguang, "Road Vehicle Dynamics", SAE International, pp. 315-327, 2008,

Seong-Jin Kwon (권성진)



2000 Mechanical Engineering from Sungkyunkwan University (B.S.)

2002 Mechanical Engineering from Sungkyunkwan University (M.S.)

2005 Mechanical Design from Sungkyunkwan University (Ph.D.)

2006~Korea Automotive Technology Institute (Director, Executive Principal Researcher)

Career:

2002~2003 Visiting Researcher, The University of the Tokyo, Japan

2004~2004 Visiting Researcher, University of New South Wales, Australia

Field of Interests: Vehicle Dynamics & Control, Autonomous Driving Vehicle

Email: sjkwon@katech.re.kr