차량하중에 의한 대차의 안전성 평가에 관한 연구

윤성철*(한국철도기술연구원), 이강원(한국철도기술연구원),
김원경(한국철도기술연구원), 홍용기(한국철도기술연구원)

주제어 : Bogie frame (대차틀), Finite Element Method (유한요소법), Stress analysis (응력해석), Load test(하중시험)

철도차량용 주행장치인 대차는 차체의 하중을 지지하고, 승객 및 차량의 안전, 주행성능 및 승차감에 지대한 영향을 미치는 핵심 구조부품이다. 주행장치는 크게 대차틀, 차륜 및 차축, 1차 2차 현가장치, 제동장치, 전동기 및 동력전달장치 등으로 구성되며, 대차틀은 형상이 복잡하고 하중을 직접 지지할 뿐만 아니라 하중조건도 정적 및 동적하중이 복합적으로 작용하고 있다. 대차틀은 차체 자중 및 승객 하중에 의한 정하중과 곡선주행, 제동시 발생하는 하중 및 불규칙한 선로와 차체, 주행장치, 윤축의 운동모드에 의한 동하중을 받고 있다. 본 연구에서는 주행장치의 주요구성품인 대차틀에 대하여 먼저 구조해석을 실시한 후 이를 바탕으로 하중시험을 통해 강도를 확인하여 대차의 구조 안정성을 평가하고자 한다. 대차의 구조해석 결과 수직하중시 최대응력은 brake hanger bracket에서 13.8 kgf/㎟으로 이 부분의 재질인 SWS490A(33.0 kgf/㎟)의 허용응력 이내에 있으며, 비틀림하중시 최대응력은 brake hanger bracket에서 10.95 kgf/㎟으로 이 부분의 재질인 SWS490A(33.0 kgf/㎟)의 허용응력 이내에 있으며, 전후하중시 최대응력은 Mono link bracket에서 10.90 kgf/㎟으로 이 부분의 재질인 SWS490A(33.0 kgf/㎟)의 허용응력 이내에 있으며, 좌우하중시 최대응력은 transom support bracket에서 6.0 kgf/㎟으로 이 부분의 재질인 SWS490A(33.0 kgf/㎟)의 허용응력 이내에 있었다. 하중시험 결과는 구조해석 결과를 참고하여 각 하중조건에서 높은응력이 예상되는 부위와 형상변화 등에 의한 응력집중이 예상되는 부위에 스트레인 게이지를 부착하여 수직하중, 비틀림하중, 전후하중, 좌우하중을 측정하였다. 수직하중시 최대응력은 brake hanger bracket(스트레인 게이지 No. 7)에서 발생하였으며, 그 값은 14.07 kgf/㎟로서 사용재질(SWS490A)의 허용응력 33 kgf/㎟이내에 있다. 비틀림하중시 최대응력은 1,4위시험 시 side frame의 primary spring 하부부위인(스트레인게이지 No. 5)에서 나타나고 있으며, 그 값은 -11.43 kgf/㎟ 로서 사용재질(SWS490A)의 허용응력 33 kgf/㎟ 이내에 있다. 전후하중시 최대응력은 전진시험 시 Mono link bracket(스트레인 게이지 No. 24)에서 나타나고 있으며, 그 값은 9.77 kgf/㎟ 로서 사용재질(SWS490A)의 허용응력 33 kgf/㎟ 이내에 있다. 좌우하중시 최대응력은 좌하중시험시 transom support bracket(스트레인 게이지 No. 39)에서 나타나고 있으며, 그 값은 -5.79 kgf/㎟ 로서 사용재질(SWS490A)의 허용응력 33 kgf/㎟ 이내에 있다. 구조해석결과 대차의 최대응력은 수직하중 작용시 brake hanger bracket에서 발생하였고, 하중시험결과 최대응력은 수직하중 작용시 brake hanger bracket에서 발생됨을 알 수 있었으나 모두 허용응력 범위이내에 있어 강도적으로 안전하다고 할 수 있다.

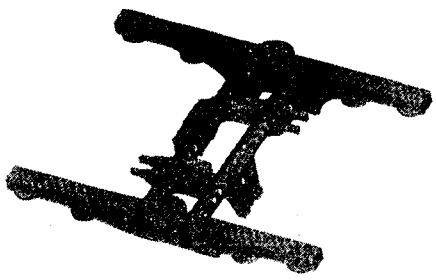

Fig. 1 Analysis model of bogie frame

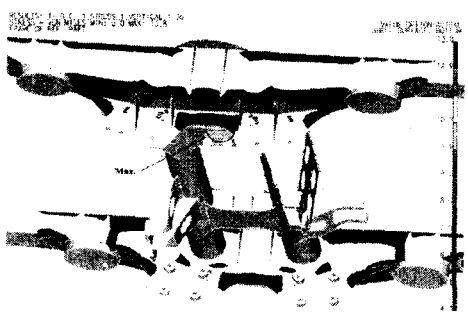

Fig. 2 Stress diagram of vertical load