ZMP를 이용한 유압 굴삭기용 전도율 연산 알고리즘

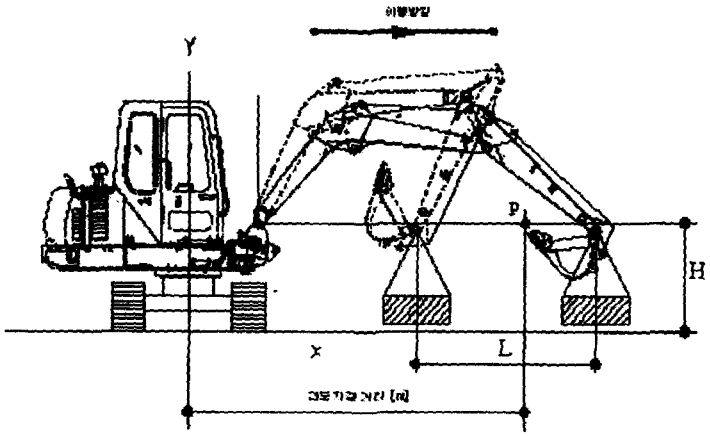
임태형*(울산대 대학원 기계·자동차공학과), 김용석(울산대 대학원 기계·자동차공학과)
최종환(부산대 대학원 지능기계공학과), 이홍선(현대중공업 건설기계사업본부)
양순용(울산대 기계·자동차공학부)

주제어 : English Key Word: Hydraulic Excavator (유압 굴삭기), Tipping-over rate (전도율), Zero Moment Point (ZMP)

현재 건설 현장에서는 유압 굴삭기를 이용하여 굴삭 작업뿐 아니라 비교적 가벼운 물체의 크레인 작업도 병행하고 있다. 그러나 국내의 경우 유압 굴삭기를 사용한 크레인 작업은 법으로 못하게 하도록 규제되어 있다. 그럼에도 불구하고 작업 현장에서는 필요에 의해 불법으로 작업을 하고 있으며 이로 인한 사고가 증가하고 있고, 그 비율이 전체 굴삭기 작업 재해의 약 38%에 이르고 있다.

선진의 경우 작업 현장에서 크레인 기능의 필요성이 높아짐에 따라 국가차원에서 주도를 하고 있으며, 특히 일본의 경우 1980 년 초반부터 이동식 크레인 부착형 유압굴삭기가 개발되었고, 1992 년 10 월 일본 노동안전위생법규 제 164 호에 의해 크레인 작업의 필요성에 대한 인식이 높아졌으며 일본 크레인 협회에서는 JCA 규격을 1998 년 6 월에 정식으로 제정하여 현재 굴삭기에 보다 안전하게 크레인 기능을 추가하여 사용하고 있다.

이상과 같이 선진국에서는 제품화되어 많이 활용되고 있으나 현재 국내에서는 안전장치를 부착하지 않고 위험을 감수한 채 건설현장에서 크레인 작업을 하고 있는 실정이므로 국내에서는 작업현장의 재해를 줄이기 위해서 크레인 작업시 일어날 수 있는 전도율을 법적으로 결정하고 제품화해야 하는 실정이다.

유압 굴삭기의 크레인 작업시 전도 안정도 판별을 위하여 Zero Moment Point(ZMP) 이론을 제안하였다. 일반적으로 전도 안정도 판별은 정적인 상태의 모멘트 평형방정식을 적용한다. 이 경우 실제 작업 중에 발생되는 유압 굴삭기의 동적인 특성은 배제되어 있어 동특성에 대한 전도 안정도 판별이 불가능하다. 그러나 ZMP 이론을 적용하면 정적인 특성뿐 아니라 작업 중에 발생되는 동적인 특성도 포함할 수가 있어 유압 굴삭기의 전도 안정성 판별 알고리즘으로 적용 가능할 것으로 예상된다.

ZMP 이론을 적용하여 동특성을 포함한 전도 안정도 판별 알고리즘을 설계하고, 시뮬레이션 및 실차실험을 통하여 제안된 알고리즘의 유용성을 모멘트 평형방정식과 비교□검토하였다.