

른 모델들과 비교적 잘 일치하는 것을 알수가 있다.

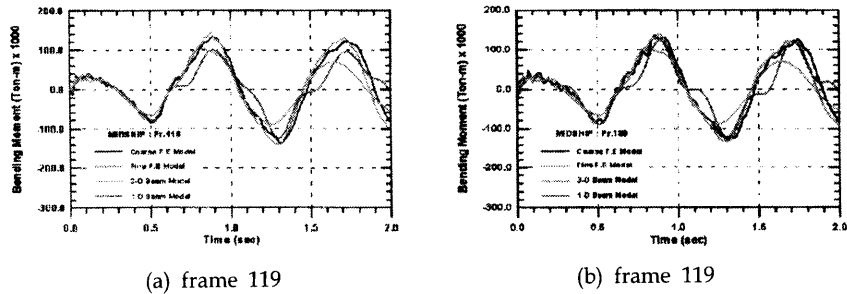


Fig. 4 Comparison of time history of whipping-induced bending moment

1차원 보유추 해석과 3차원 보유추 해석만으로 수중폭발 휘핑에 대한 대상함 선체거더의 종강도 안전성 검토를 위해서 충분히 유용한 결과를 얻을 수 있고, 유한요소프로그램을 이용한 3차원 보유추 해석의 경우에는 탄성뿐만 아니라, 과도한 휘핑모멘트에 인한 탄소성 해석에도 적용된다고 판단된다. 본 논문에서 확인되었듯이 비록 많은 계산시간이 소요되지만 전선 충격응답 해석모델을 사용하여 휘핑응답 해석도 병행하는 것이 최종적으로 해석자의 노력과 시간을 줄여줄 수 있으리라 판단한다.

## 18. 수중폭발 충격하중으로부터 승조원을 보호하기 위한 충격절연 장치의 최적설계 연구

해양시스템공학과 박 묘 정  
지도교수 박 한 일

함정의 생존성(survivability) 확보를 위해서 반드시 고려해야 할 사항의 하나인 수중폭발 충격하중에 대한 함정의 내충격 강화(shock hardening)와 관련하여 대부분의 국내의 기술개발은 선체구조 및 탑재장비의 내충격 안전성 확보 관점에서 이루어져 왔다. 그러나 함정 생존성 확보의 궁극적 목적은 함정의 승조원들이 전투임무를 성공적으로 마치고 무사히 귀환할 수 있도록 하는 것이기 때문에, 수중폭발 충격하중에 대한 승조원의 보호 대책도 함정의 설계 및 건조 시 반드시 고려해야 할 중요한 문제라 판단된다. 하지만 수중폭발 충격하중에 대한 승조원 보호관점에서 명시된 해군 규정 및 기준은 독일해군의 함정의 내충격 강화 사

양을 제외하고는 아직까지 없는 것으로 판단되며, 90년대말 국외에서 수행된 수중폭발에 의한 승조원의 충격응답 특성 및 손상평가에 대한 일부 연구사례를 제외하고는 관련 연구실적도 찾아보기가 어렵다.

위의 연구사례 결과들을 보면 함정 선체구조 및 탑재장비에는 전혀 손상을 일으키지 않는 크기의 수중폭발 충격하중에 대해서도 승조원은 심각한 손상을 입을 수 있다는 사실을 알 수 있다. 이러한 충격손상으로부터 승조원을 보호하기 위해서는 충격 절연장치를 사용하여 승조원에 전달되는 충격하중을 승조원의 안전한 범위 이내로 저감하는 방법이되는 현실적인 대안이 없기 때문에, 승조원의 안전 확보를 위해서는 최적의 특성을 갖는 충격절연장치의 설계 및 제작 기술이 절대적으로 요구된다.

수상함에 있어 수중폭발 충격에 의한 응답은 충격파에 의한 인장파(incident wave)와 반사파(reflected wave)에 의해 자유수면 접수 구조표면에서 각각 광역 캐비테이션(bulk cavitation)과 선각 캐비테이션(hull cavitation)이 발생한다. 이중 선각 캐비테이션은 유연성이 있는 선체의외판에 큰동적 거동을 유발 시켜 탑재장비 및 승조원등에 심각한 손상을 줄 수 있다. 본 논문은 수중폭발 충격하중에 대해 승조원 보호를 위한 최적의 충격 절연장치의 최적화 기법 확립을 위한 연구수행으로 선각 캐비테이션으로 인해 발생하는 응답을 충격하중 조건으로 고려하였으며, 수중폭발 충격파에 의한 유체-구조 상호작용 해석이론으로서 가장 간단하면서 해석적 해가 존재하는 Taylor의 평판이론 즉, 한쪽면만 접수된 무한평판에 평면 충격파(plane shock wave)가 작용하는 경우에 대한 해석이론 방법을 적용하였다.

한편, 충격 절연장치의 최적설계 문제는 크게 2가지로 분류할 수 있으며 즉, 충격 절연장치의 형태를 규정하지 않고 주어진 최적설계 문제 내에서 충격 절연장치의 최적 성능을 구하는 한계성능 최적화 문제(time-optimal synthesis)와 사전에 충격 절연장치의 형태를 규정하고 충격절연 장치의 최적특성 파라미터를 구하는 설계파라미터최적화 문제(design-parameter synthesis)로 분류 할 수 있다.

본 논문에서는 수중폭발에 의한 충격손상으로부터 승조원을 보호할 수 있는 충격 절연장치의 최적설계 기술정립을 위한 연구결과를 소개하였고, 수중폭발 충격하중을 받는 '선체구조-충격절연 장치-승조원'으로 이루어진 연성계(coupled system)를 1자유도계의 수학적 모델로 이상화하여 승조원을 강체질량(rigid mass) 인체모델로 설정하였다. 이렇게 이상화된 계에 대해 충격 절연장치의 한계성능 최적화 문제와 충격 절연장치를 선형 스프링과 감쇠기로 구성된 계로 가정한 설계파라미터 최적화 문제를 정식화하고, 일련의 수치계산을 통하여 2가지의 최적화 문제의 결과를 비교 및 검토하였다. 또한 국제표준기구(International Standard Organization, ISO)에서 제시한 수직방향의 조화 가진력에 대한 인체 응답 해석모델(mechanical driving point impedance of human body)을 승조원이 서있는 자세(standing posture)와 앉은 자세로 나누어 최적파라미터를 도출하였으며, 그 결과를 강체질량 인체모델과 비교하였다.

따라서 본 연구의 수행결과 수중폭발 충격하중으로부터 승조원을 보호하기 위한 충격절연

장치의 한계성능 및 설계파라미터 최적화 기법을 제시하였고, 일련의 수치계산을 통해 2가지 최적설계 방법에 따른 한계성능 특성을 비교·검토하여 한계성능 특성을 파악하였다. 또한 인체모형을 강체 질량과 국제표준기구의 인체모형을 비교하여 봄으로서 인체 모델에 따라 아주 상이한 결과를 얻을 수 있다 는 것도 확인하였다.

본 논문에서 제시한 방법은 설계 요구조건을 만족하는 최적성능을 갖는 충격절연 장치의 개념설계에 유용하게 활용될 수 있으리라 판단된다.

## 19. 유전자 알고리즘을 이용한 조선 소조립 로봇용접공정 최적화 및 3D 시뮬레이션을 통한 검증

해양시스템공학과 강 현 진  
지도교수 박 주 용

선체는 수많은 외판 및 내부재들을 서로 용접하는 과정을 통해 형성된다. 조선에 있어 용접은 큰 비중을 차지하며 용접 공정에서 로봇을 이용하기도 한다. 조선 산업의 자동화의 진행은 다른 산업의 자동화보다 더디며 이는 그 대상 작업이 어렵기 때문이다. 즉, 제품의 규모가 크며, 확실성 및 규칙성이 떨어지기 때문이다.

자동화는 세부 준비 작업을 상당히 많이 필요로 한다. 실제 작업을 하는 것은 자동화시스템에서 전체의 40%밖에 차지하지 못한다. 따라서 작업량을 기준으로 한 생산성이 자동화 시스템이 아닌 경우에 비해 크게 높은 편은 아니다. 하지만 자동화로 인한 부수적인 효과 등으로 인해 자동화는 계속 늘어날 것이다. 소조립 공정에서의 자동화도 마찬가지이다. 그러나 소조립 공정 역시 자동화를 위해서는 앞서 말한 요인들로 인해 해결해야 할 몇 가지 문제가 있다. 조선업에서 소조립 공정의 자동화는 대부분의 조선소에서 해결과제로 남아 있는 상태이다.

조립공정은 크게 소조립과 조립으로 나뉘며, 소조립과 조립공정의 특성상 로봇이 공정에 이용되는 방식이 다르다. 그 중 소조립 공정에서 로봇의 이용은 그 적용에 있어 제약이 있는데, 그것은 매 공정에서 들어오는 부재들의 위치가 고정되지 않는다는 점과 여러 로봇이 상호적으로 움직여야 한다는 것이다. 반면 조립공정은 부재의 위치가 정해지므로 설계정보만으로 충분히 세부 부재 위치(seam)의 파악이 가능하며 로봇이 움직이는 구역 및 용접부가 다소 고정적이다.

소조립 공정은 대부분의 조선소에서 공정의 일부를 로봇으로 대체하고 있으며, 이를 위해