④ 유류 유출 사고의 예방

항해 안전성 높이는 'e-내비게이션' 개발한다

글 | 김선영 _ 한국해양연구원 해양자원연구본부장 wskim@kordi.re.kr

선박의 충돌이나 좌초 등의 사고는 대형 유류 유출 사고로 이어져 해양 오염을 일으킴으로써 주변의 연안국들에 막대한 피해를 준다. 외국의 대형 사고로는 1978년 프랑스 연안에서 발생한 아마코 카디즈호의 좌초, 1989년 알래스카에서 발생한 엑슨 발데즈호의 좌초, 1993년 인도네시아 수마트라섬 머스크 내비게이터호 충돌사고 등을 들 수 있다. 우리 나라에서도 1995년 여수 수리도에서 발생한 씨프린스호 좌초, 2007년 태안 앞바다에서 발생한 유조선 허베이 시피리트호와 삼성 중공업 바지선단과의 충돌사고로 막대한 피해를 본 바 있다.

IMO, '선박조종 정보 지침서' 비치 의무화

해난 사고의 원인을 분석한 결과들을 보면 전체 사고 중 인적 요인이 약 70%로 대부분을 차지한다. 그러나 835건의 충돌 · 좌초 사고만 분리하여 분석한 밀러의 결과는 인적요인에 의한 사고가 30~35%, 불가항력적인 것이 30%, 그 나머지가 선박의 조종성능 불량에 의한 것이라고 한다. 분석 방법에 따라 차이가 있을 수 있으나 대형 유류 유출 사고로 이어질 수 있는 선박의 충돌 · 좌초 사고는 항해자의 부주의나 판단 착오로 인한 사고, 선박의 조종성능 부족으로 인한 사고, 불가항력적인 경우 등 크게 3가지로 분류할 수 있다. 이 중 불가항력적인 경우를 제외한 두 가지 유형의 사고는 제도 개선이나 시스템 개발 등 여러 가지 방법을 통하여 충분히 줄일 수 있고, 또 줄여야 할만 하다.

선박의 조종성능 불량에 의한 사고를 줄이려는 노력은 국제해양안전을 관장하고 있는 국제해사기구(IMO)가 주도하고 있고, 두 가지 방법이 제시되고 있다. 첫 번째 방법은 항해자(선장, 항해사, 도선사 등)에게 운항하고 있는 선박의 조종성능에 대하여 정확히 파악할 수 있는 정보를 제공하는 것이다. 이는 선박의 조종성능이 나쁘다 하더라도 이에 대해 항해자가 사전에 숙지하고 있다면 위험상황에 충분히 대처할 수 있다는 사실을 근거로 한 것이다. 이 방법은 여러 가지 검토 및 논의 끝에 모든 선박의 선교에 선박의 조종정보 지침서를 의무적으로 비치하는 것으로 1987년 IMO 총회에서 결정했다. 이 지침서에는 선박의 주요 제원, 선속, 선회성능, 정지성능 등 기본적인 조종성능뿐만 아니라, 천수 중에서의 조종성능, 바람 영향 하에서의 조종성능 등에 대한 정보가 실려 있어 처음 승선하는 도선사도 짧은 시간에 도선할 선박의 조종성능을 쉽게 파악할 수 있도록 되어 있다.

두 번째 방법은 선박이 갖추어야 할 최소한의 조종성능을 규정하고 이를 만족시키지 못하는 조종성이 불량한 선박, 즉 사고 위험성이 높은 선박을 건조할 수 없도록 하겠다는 것으로 첫 번째 방법에 비하여 좀 더 적극적인 방법이라 할 수 있다. 그러나 이 방법에서의 기준에서 어떤 지수를 사용하고, 그 수준을 어느 정도로 할 것인가에 대해서는 국가간 의견이 엇갈려 기준이 확정되기까지는 약 20년이 걸렸다. IMO에서는 2002년 마침내 선박조종성기준을 정하고 2004년부터 새로 건조되는 100m 이상의 선박, 위험물 운반선, 여객선 등에 대해서는 시운전에서 기준을 만족시킨다는 사실을 증명하도록 권장하였다. 선박조종성기준은 선회성능, 침로유지 및

변침성능, 정지성능에 대하여 각기 규정하고 있으며 그 기준은 과거 건조된 선박의 시운전 자료를 근거로 정해졌다. 선박조종성기준이 확정됨에 따라 조종성이 극도로 나쁜 선박은 일단 설계 및 건조 단계에서 배제된다. 이 기준은 강제사항이 아니기 때문에 선주가 무시할 수 있지만 미국 등 선진국 주요 항만에서는 기준을 만족시키지 못하는 선박에 대해서는 입항을 금지함으로써 자국 해역에서의 안전을 확보하고 있다. 우리 나라도 우리 해역에서의 사고를 줄이기 위해서 유사한 조치를 취할 필요가 있다.

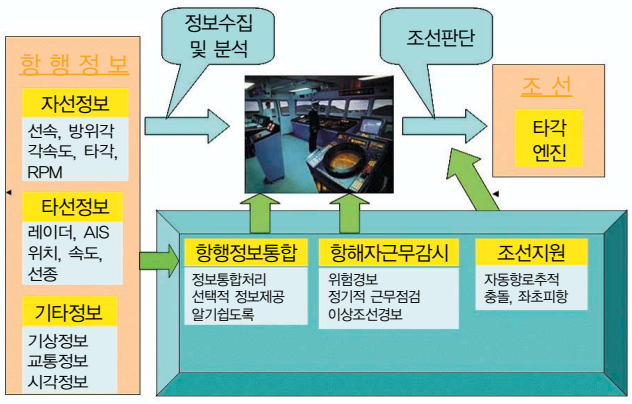
선원 자질 높여야 판단착오로 인한 사고 감소

항해자의 부주의나 판단 착오로 인한 사고를 줄이기 위해서는 무엇보다 우선적으로 선원들의 교육훈련을 통해 선원들의 자질을 향상시키는 것이 중요하다. 특히, 점차 어렵고 힘든 직업에 대한 젊은이들의 기피 성향으로 우수한 선원 확보가 더욱 어려워질 것으로 예상되므로 교육훈련의 중요성은 더욱 강조되어야 한다. 그러나 아무리 교육훈련을 잘 받는다 하더라도 실수할 수 있는 가능성은 여전히 남기 때문에 이를 시스템적으로 보완할 필요가 있다.

항해자의 부주의에 의한 실수는 집중력이 저하됨에 따라 나타나는데, 이는 신체의 피로도가 높거나, 항해업무가 과다한 경우에 주로 나타난다. 반면에 판단 착오에 의한 실수는 정확한 항행 정보를 취득하지 못 하였거나 경험 부족에 의한 조선 판단 착오에 의한 것이 대부분이다. 이러한 항해자의 실수를 최소한으로 줄이기 위한 시스템으로서 소위 안전운항지원시스템에 대한 연구 및 개발이 활발하게 이루어지고 있다.

선박의 충돌이나 좌초 사고의 위험이 있는 긴급한 상황에서 항해자는 우선 육안에 의한 관측과 각종 항해장비로부터 자선과 주위 항행 선박의 거동, 기상 정보 등에 대한 항행정보를 수집하고 이를 토대로 안전 피항을 위한 조선 판단을 내린다. 이러한 작업은 매우 복잡하지만 매우 신속하고 정확하게 이루어져야 하므로 고도의 숙련과 경험을 필요로 한다. 반면에, 근래 운항 경제성을 높이기 위해 해상근무 인원이 감소되면서 선교에 1~2인이 근무하는 경우가 많다. 따라서, 위험한 상황에서 항해자의 항해 경험 및 숙련도는 물론 당시 항해자의 정신적, 육체적 조건에 따라 항행정보 해석이나 조선에 대한 판단에 있어서 실수할 가능성은 적지 않게 존재한다.

안전운항지원시스템의 기본 개념은 항해자가 수행하는 업무 중 반복적인 일들을 시스템이 대신하게 함으로써 운항안전을 향상시키는 것이며, 그 주요 기능은 근무자의 태만, 다른 작업에 집중, 불



안전운항시스템의 개념

상사 등으로 정상적으로 선교 근무하지 못함에 따라 발생하는 사고 방지를 위한 근무자의 정상 근무 확인 및 경보 기능이다. 자선 주위의 타선을 자동적으로 포착하고 포착된 타선에 대한 위험도를 상시 평가하여 충돌 주의 및 위험 경보를 알려 주기도 한다. '자동 항로추적 시스템' 은 항해자가 알기 쉽게 가공된 항해정보의 제공, 항해기록의 자동화 등의 기능 도입으로 항해의 업무를 경감시킴으로써 근무자가 경계와 중요한 상황판단 및 최종 조선결정에 전념할 수 있도록 한다. 위험 상황 시 경험부족이나 착오로 인한 조선 판단 실수로 발생하는 사고 방지를 위하여 전문가 시스템에 의한 피항 방법을 제시한다. 음성 출력에 의한 경보 및 안내 기능할 수 있는 도입으로 근무자의 부주의를 줄이고 음성 입력에 의한 지령으로 긴급 상황 시 대처 여유를 확보할 수 있게 한다.

300톤 이상 외항선, '선박자동식별장치' 탑재해야

이러한 기능을 갖는 안전운항시스템은 이미 오래 전부터 개발되어 실선에도 탑재되어 운용되고 있다. 그러나 이러한 기능 중 충돌 · 좌초 위험 경보나 전문가 시스템에 의한 피항 방법 제시 등의 기능은 신뢰성이 떨어져 크게 활용지 못하고 있다. 이에 대한 가장 큰 이유로는 자선 주위의 타선이나 장애물에 대한 자동 인식을 정확히 하기 어렵기 때문이다. 주위 물체 인식 항해장비로는 레이더가 있지만 기상이나 주변 상황에 따라 물체 인식률이 달라지기 때문에 현재 기술로는 인간의 개입 없이 레이더만으로 주위 물체를 자동적으로 정확히 식별해 내기는 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 선박자동식별장치(AIS)가 개발되었다. AIS는 선박의 위치, 침로, 속력 등의 항해 정보를 발신하고 수신할 수 있는 장비로

이를 이용하면 주변 선박의 정보를 정확히 알아낼 수 있다. IMO에서는 2000년에 국제여객선과 300톤 이상의 외항선에는 AIS를 의무적으로 탑재하도록 결정하였다. 그러나 소형 어선과 같이 대상 선박이 아닌 선박이 많다는 문제점이 여전히 남아있다. 해양수산부에서는 2007년 9월에 일정 규모 이상의 소형선박에도 AIS를 설치하기로 하는 선박안전법을 개정 공포한 바 있어 이 법이 실질적으로 운용된다면 향후 안전운항지원시스템의 효용성은 크게 향상될 것으로 보여 진다.

한편, 해상교통의 안전과 효율성을 높이기 위하여 특정 해역 내에서 선박들의 움직임을 관찰하면서 선박들에 항행안전에 필요한 정보를 제공하는 해상교통관제시스템(VTS)이 유럽에서 1940년대에 설치 운영된 이래 세계적으로 확산 운영되고 있다. 우리 나라도 1993년 포항항에 설치한 이래 전국 주요 항만 15개소에 설치하여 운영하고 있으며 이에 의한 해양사고 방지 효과도 높은 것으로 보고되고 있다. 그러나 아직 VTS의 기능은 안전 운항 감시 위주로 제한되어 있다. 일부 선진국에서는 VTS에서 해상교통의 흐름을 관리하고 위험 상황 시 적극적으로 개입하여 안전 피항을 돕는 소위 적극적 관제를 실시하고 있다. VTS에서는 대상해역의 선박 및 기상 정보 등에 대해서 선박에 비하여 훨씬 정확하고 다양한 정보를 수집하고 있기 때문에 보다 위험한 상황에서 대상 선박들에 안전한 피항 정보 및 합의된 피항 방법을 제시할 수 있다는 점에서 매우 효과적인 방법으로 예상된다. 그러나 이를 위하여는 VTS 관제 요원들이 선박운항에 대한 풍부한 지식과 경험을 갖추고 있고, VTS에도 이를 지원할 수 있는 소프트웨어 및 하드웨어가 구비되어 있어야 한다.

IMO에서는 해상안전과 환경보호를 위하여 선박의 항해를 감시하는 VTS 및 항행하는 선박에 더 많은 유용하고 정확한 정보가 필요함을 인식하고 IT 및 첨단 통신기술을 이용하여 항공분야와 같이 선박의 항법 분야도 항해와 관련된 모든 시설 및 작업을 전자적 수단으로 대체하는 개념인 E-내비게이션으로 전환하기 위한 전략을 2006년부터 개발하고 있다. E-내비게이션 하에서는 육상-선박-선박 간의 모든 정보가 전자적 정보로 공유되어 항해의 안전성과 효율성을 높이게 된다. EU에서는 이미 이러한 개념을 실현시키기 위한 연구가 수년전부터 수행되어 왔으며, 2007년에는 파일럿 시스템이 실제 항만에 설치되어 일부 기능을 데모한 바 있다. E-내비게이션이 실현되면 현재 자율적으로 운항하고 있는 선박들의 항해는 VTS로 관리되면서 좀 더 통제되지만 좀 더 안전하게 운항할 것으로 보인다. 우리 나라도 안전 및 보안을 위한 연안해역과 항만의 관리 및 효율적 해상교통을 위해서는 물론, 새로운 패러다임으로 인하여 창출될 항해 관련 산업에 낙오자가 되지 않기 위해 늦었지만 이에 대한 연구를 적극적으로 해야 할 것이라고 생각된다.

2010년까지 단일선체 유조선 강제 퇴출

한편, IMO는 충돌 · 좌초 사고 이후에도 기름이 유출될 가능성을 줄이기 위한 방안으로 1993년에 5천톤 이상의 모든 유조선의 선체 이중화를 의무화하는 협약을 발효시켰다. 이중 선체는 벽면과 바닥이 1~3m의 간격을 두고 이중으로 있으므로 외부선체가 파손되더라도 내부선체까지 파손되지 않으면 유류 유출을 방지할 수 있다. 현재 신 건조 유조선들은 모두 이중선체이나 규정이 적용되기 전에 건조된 단일 선체 유조선들이 상당수 운항되고 있다. 그러나 이들 선박들도 강제 퇴출 조항에 따라 2010년 이후는 사라질 것으로 보인다.

선박의 충돌 · 좌초 사고 예방은 어떤 한 부분만 단편적으로 보아서 해결될 수 없다. 선박의 항해는 인간(항해자, 관제사), 선박, 환경(수로, 항만, 기상조건)이 복합적으로 연결되어 이루어진다. 즉, 이 모든 요소들에 있어서 사고 위험성이 있는 부분들을 종합적으로 검토하고 제거해야 할 것이다. 선박의 충돌 · 좌초는 흔한 사고는 아니다. 특히, 유류 유출까지 이어질 대형 유조선의 사고는 더욱 그러하다. 따라서 평상시 이에 대한 관심은 크지 않을 수 있다. 그러나 사고가 발생했을 때의 피해를 생각하면 소홀히 할 수 없다. 안전에 대한 투자는 성과가 바로 나타나지 않기 때문에 항상 투자 순위에서 처져 왔다. 그러나 이번 태안 사고를 계기로 우리의 안전망을 다시 한 번 점검하고 장기적인 보완 대책을 철저하게 세워야 할 것이다. ST

글쓴이는 서울대 조선공학과를 졸업하고, Hiroshima대학교에서 선박해양공학 박사학위를 받았다.