

항만·어항 설계기준 개정내용과 내진설계 적용



안익성 항도엔지니어링 대표이사

머리말

해양수산부는 해양외력(파력, 풍력, 조력, 이상파랑 등)환경변화에 대응하며 친환경·신재생에너지 등을 반영한 미래지향적 항만·어항 설계기준을 정립하고, 국제 설계기준과 연계방안 도출을 통한 해외진출 활성화 도모 및 경제적이고 안전한 항만·어항공사를 시행할 수 있는 「항만 및 어항 설계기준·해설」을 2014년 6월 25일 개정 고시하였다.



이번에 개정된 어항시설 분야는 그간의 수산 및 어항개발 정책, 어선 선형 및 이용실태 등 여건변화에 따라 어항 관련 시설에 대한 개정이 주로 이루어졌다. 특히 전국 어선의 제원을 통계 분석하여 선형이 상이한 일반어선과 양식어선을 구분하여 표준선형을 제시하였으며, 어항 이용자의 편의성, 어항이용의 효율성 등을 고려하여 어항 수역시설, 계류시설 및 어항 기능시설 소요규모 산정기준을 마련하였다.

우리나라는 환태평양 지진대에 속하지 않아 대규모 지진 발생 가능성이 상대적으로 낮은 국가에 속하나, 국내 항만·어항 구조물의 내진 안전성을 확보하기 위해 내진등급을 I, II 등급으로 구분하고 1999년에 내진 설계표준서를 마련하여 2000년부터 내진설계를 반영하여 왔다.

한편, 최근 10년간 규모 5.0 이상의 지진이 2회(백령도 규모 5.0('03) / 울진 규모 5.2('04)) 발생하였으며, 2012년에는 약 56회, 2013년에는 약 70회 이상의 크고 작은 지진이 발생함에 따라 국내 항만·어항구조물에 대한 내진설계 기준의 강화 필요성이 대두되었다.

특히, 최근 국내·외적으로 내진설계기준이 강화되는 추세를 반영하여 항만·어항시설물에 대한 내진설계 정비가 필요한 실정이었다. 이에 해양수산부에서는 향후 새로 축조되는 항만·어항시설물에 대한 '내진설계

기준을 개정 반영하였으며, 내진설계 도입(2000년) 이전에 축조된 항만·어항시설물에 대해서는 별도의 ‘성능평가기준’을 마련하여 항만·어항시설물의 내진안전성을 단계적으로 평가하고 있는 상황이다.

주요 개정내용

① 파랑

파랑부문은 기존 설계기준의 파랑부문과 파력부문을 통합하여 구성하였으며, 처오름 높이 산정시 이전에는 도표와 조도 조정계수 등을 활용하였으나, 해석의 정확성을 높이기 위해 금번에는 산정식을 통한 방법으로 변경하였다.

- | | | |
|---|--|--|
| - 일정한 사면경사에서의 불규칙파 처오름 높이 | - 1/3 처오름 높이 | - 피복석 사면의 처오름 높이 |
| $R_x/H_0 = a\zeta^b, 1/30 \leq \tan\beta < 1/5,$
$0.007 < H_0/L_0$ | $R_{1/3}/H_s = 0.25 + 1.1\zeta \quad (0 < \zeta \leq 2.2)$
$R_{1/3}/H_s = 3.0 - 0.15\zeta \quad (2.2 < \zeta \leq 9.0)$
$R_{1/3}/H_s = 1.65 \quad (9.0 < \zeta)$ | $R_x/H_s = a\zeta_m \quad (\zeta_m \leq 1.5)$
$R_x/H_s = b\zeta_m^c \quad (\zeta_m \geq 1.5)$ |
| | | - 투과성을 갖는 피복석 사면의 처오름 높이
$R_x/H_s = d$ |

또한, 허용월파랑 기준을 기후변화 등을 고려하여 일부 강화하였고, 항주파의 형상, 천수효과, 파고 및 전파 등 항주파에 대한 내용과 상부사면 케이슨체에 작용하는 파력 부문, 부체에 작용하는 힘과 동요 부문을 추가하였다.

② 조석

관측 고극조위와 저극조위는 2012년까지의 관측자료를 이용하여 재정리 하였으며, 설계조위는 천문조에 의한 고조위와 기상조에 의한 해일고가 독립적으로 분석되어 더해져야 하는데, 삭망평균만조위는 매월 대조기의 관측조위를 평균한 조위로서 이미 기상조 성분이 포함되어 설계조위가 과대 산정될 소지가 매우 크기 때문에 설계조위 결정을 위한 조위기준면으로 약최고고조위를 적용하는 것으로 통일하였다.

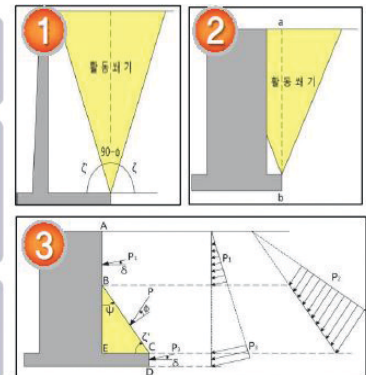
③ 토질 및 기초

지반, 지진 및 지진력, 기초 등으로 구성되어 있으며, 방파제 편심경사 하중에 대한 지지력 안전율 중 평상

1 연직경계면에는 전단응력이 발생하지 않아 Rankine 토압 사용

2 활동쇄기의 움직임이 벽면마찰력에 의해 저항을 받으므로 연직경계면(ab)에는 전단응력이 발생하므로 Rankine 토압이 작용하지 않음

3 케이슨안벽의 경우에는 그림과 같이 벽체에 Coulomb 토압이 작용하는 것으로 함



시 안전율을 1.2 이상 적용토록 하였으며, 사면의 안정성 검토시 해석방법을 수정 Fellenius법에서 간이 Bishop법으로 변경하였다.

또한, 기초처리 및 연약지반개량공법 중 고압분사공법 및 진공압밀공법에 대한 기준을 추가하였고, 중력식 안벽의 토압계산시 Rankine 토압을 표준으로 하였으나, 뒷굽판이 있는 케이슨의 경우 뒷굽판이 매우 짧아 Rankine 토압을 적용할 경우 토압이 지나치게 크게 산정되는 경향을 나타내어 Coulomb 토압을 적용하는 방법으로 수정하였다.

④ 콘크리트

콘크리트 구조물의 설계법으로 한계상태설계법을 표준으로 하고 허용응력설계법을 사용할 수 있도록 하였던 것을 개정하여, 강도설계법으로 통일해서 사용하도록 개정하였다.

콘크리트의 설계기준압축강도를 이전 설계기준에서 18MPa 이상으로 규정하였던 것을 무근콘크리트 구조물은 30MPa 이상, 철근콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트 구조물은 35MPa 이상으로 상향 조정 개정하였으며, 도서지역과 같이 공사 현장의 여건상 콘크리트의 품질이 관리되기 어려운 경우에는 그보다 낮은 강도의 콘크리트를 사용할 수 있도록 명시하였다.

콘크리트의 설계기준압축강도를 이와 같이 상향 조정한 것은 해수에 접하는 콘크리트의 내구성을 확보하기 위해서는 기존의 최소강도 규정을 높여야 한다는 해양콘크리트 전문가들의 의견을 반영한 것이다.

⑤ 수역시설

수역시설은 항로와 박지, 선회장, 선유장, 어선용 슬립 및 기타수역 등으로 구성되어 있으며, 금번에 항로의 이중 굴곡부 설계와 항로를 횡단하는 해상교량에 관한 내용을 추가하였고, 기존에 혼용되어 사용되던 박지와 정박지 용어를 정리하였다.

어선용 박지는 양육용·보급용·휴식용·특정목적용·묘박용·대피용 박지로 구분하고 있으며, 이중 휴식용 및 대피용 박지 소요규모는 어선의 조선수역 확보, 어선 입출항의 용이성 등을 고려하여 접안방법을 1중 종접안을 표준으로 하되 8톤 미만 연안어선은 2중 종접안, 8톤 이상 근해어선은 4중 횡접안도 할 수 있도록 하였다.

⑥ 외곽시설

외곽시설은 방파제와 호안, 매몰대책시설 및 침식대책시설 등으로 구성되어 있으며, 외곽시설 안정검토시 적용해왔던 설계조위를 당초 식망평균만조위 기준에서 약최고고조위 기준으로 변경하였다.

혼성식 방파제의 항내측 사석마운드폭 계산식을 추가로 제시하여 항내측 사석마운드폭을 정량적으로 계산할 수 있도록 하였다. 또한, 직립부 안정계산시 부력에 대한 항목을 고려할 수 있도록 하였으며, 방파제 직립부 안정계산 항목에 기초지지력, 지반 활동 및 침하에 대한 안정성 부분을 명기하였다.

또한, 다기능어항개발 추세에 맞추어 친수기능방파제에 대한 설계기준이 새롭게 추가되었으며, 흥벽(Parapet)에 대한 기준도 추가되었다.

⑦ 계류시설

계류시설은 안벽, 물양장, 부잔교, 돌핀, 선양장 등으로 구성되어 있으며, 금번 개정은 국내 실정과 실제 실무기술자들의 설계경향을 고려하여 표준설계법을 합리적으로 제시하는 방향으로 이루어졌다.

최근 선박 및 어선의 대형화를 반영하여 대형선박의 소요 선석길이, 선석수심 및 계선주의 소요간격 등을 추가하여 계류시설의 기준을 제시하였으며, 잔류수위 및 부력의 적용 기준을 당초 일원화된 설계기준에서 설계자가 시설여건을 고려하여 결정할 수 있도록 명시하였다.

케이슨식 안벽의 안정계산에 필요한 토압적용식을 당초 Rankine 토압에서 Coulomb 토압으로 변경하고 제체자중

에 포함되는 뒷채움토사의 범위를 명확하게 제시하였으며, 부잔교 연결도교의 경사 및 폭, 폰툰 계류방식, 성양장 시설구조 및 사로경사, 방충재 충격흡수판 등 최근 경향 및 사례를 추가하였다.

또한, 오늘날의 어항이용 실태는 이용자의 안전성과 편의성이 중요시 되고 어업의 종류도 다양화되어 이를 고려한 계류시설 소요규모를 산정할 수 있도록, 현지실사 자료를 토대로 중요요소인 계류방법 및 계류중첩수를 재조정 하였으며, 항차일수, 접이안시간, 유류 소요량 등의 소요규모 산정기준을 해역별·업종별·톤급별로 제시하였다.

⑧ 어항 기능시설 및 기타시설

어항기능시설은 수송시설, 어선어구 보전시설, 수산기능 지원시설, 이용자 편의시설, 어항환경 정비시설, 친수관광시설 등 6가지로 대분류하고, 시설별로 세분화하여 어항기능시설 계획수립시 어항환경변화 및 어항이용 고도화사업에 정량적으로 대처할 수 있도록 소요면적 산정기준 및 지침을 세부적으로 마련하였다.



⑨ 내진설계

국내 내진설계는 일부 주요시설(원자력관련시설물, 건축물, 고속철도, 도로교, 댐)에만 개별적으로 수행해 오다, 1997년 「자연재해대책법」 제정과 함께 내진설계기준을 정하고 이행에 필요한 조치를 취하도록 법제화 되었다.

이후 2009년 「자연재해대책법」을 「지진재해대책법」으로 확대·개정하여 내진설계 의무화 시설을 추가하였으며, 2014년 8월 「지진재해대책법」 개정시 지진이 발생할 경우 재해를 입을 우려가 있는 시설에 대하여는 관계법령 등에 의거하여 내진설계기준을 설정하도록 하고 있어, 「어촌·어항법」에 따른 어항시설은 내진Ⅱ등급에 준한 내진설계를 수행하도록 하고 있다.

지난 2013년 12월 소방방재청에서 공표한 ‘국가지진위험도지도 및 지진구역·지진구역계수’를 반영하여 지진위험지도 지진구역과 지진구역계수를 변경하였다.

지진구역은 현행과 같이 2개 구역(I 및 Ⅱ구역)으로 구분하되, 지진위험도 평가결과에 따라 지진Ⅱ구역이던 전남 남서부지역을 지진Ⅰ구역으로 상향 조정했다. 반면 지진구역계수 값(I 구역 0.11g, Ⅱ구역 0.07g)은 현행을 유지기로 하였다.

또한, 지반의 액상화 예측 판정시 대상 구조물의 내진등급에 따라 적용 방법을 달리하였던 기존 액상화 예측판정을 구조물의 내진등급에 관계없이 일괄 적용하는 것으로 변경하였다.

대상 구조물의 지반에 대해 간편 예측법을 실시한 결과 안전율이 1.0 미만인 지반에 대해서는 액상화가 발생하는 것으로 판단하여 액상화 대책 공법을 적용하도록 하고, 간편 예측법 적용 결과 안전율이 1.0이상 1.5 미만인 지반에 대해서는 상세평가를 실시하여 안전율을 재산정하도록 개정하였다.

맺음말

그간 국내 항만·어항 설계기준은 국내·외 최근 연구 성과를 반영하고, 일본의 ‘항만시설의 기술상의 기준·동해설’의 내용을 일부 준용하여 개정되어 왔으나, 향후에는 BS, CEM, SPM, CIRIA, EAU, API 등의 해외설계기준의 분석과 새로운 연구를 통해 설계기준을 지속적으로 개선하려는 노력이 반드시 필요하다.

해외 설계기준의 설계 공식들은 수십 년간의 연구성과를 집대성하여 산출된 것이며, 해외에서는 신형식 구조물 등의 개발이나 새로운 설계법 개발을 위해 많은 시간과 예산이 투입되고 있는 상황이다.

해양수산부에서도 ‘항만·어항 설계기준 개선을 위한 연구’ 등을 일부 추진하고는 있으나, 해외에 비해서는 그 규모가 너무 작다고 할 수 있다.

따라서, 향후 우리 설계기준이 세계적 수준으로 도약하기 위해서는 다양하고 대폭적인 국책 연구가 전담 및 주관기관을 중심으로 적극적으로 확대 시행되어야 할 것이다.

또한, 다양한 연구시설과 관련 전문가로 구성된 설계기준 전담 연구기관이 조직되어 상시적인 설계기준의 연구개발이 이루어질 수 있도록 하는 정책적, 제도적 장치가 절실한 시점이며, 이를 위해서는 정부차원의 법적·제도적인 기반구축과 소요예산확보가 시급하다고 하겠다. 