

해양심층수의 취수시스템에 관하여

김현주·정동호·문덕수

한국해양연구원 해양심층수연구센터

서론

해양심층수는 수심 200m 이상에 존재하는 저온의 해수 자원으로써, 식수, 화장품, 수산, 그리고 각종 식품 등 다양한 분야에서 인간생활에 많은 혜택을 제공해 줄 수 있을 것으로 기대된다. 해양심층수를 이용하기 위해서는 파이프라인을 이용하여 해양심층수를 육상으로 운송해야 하는데, 해양심층수가 존재하는 영역이 육상으로부터 얼마나 멀리 위치하느냐에 따라서 육상형과 해상형으로 나눌 수 있다. 경제성을 고려할 때 육상형과 해상형의 한계는 육지로부터 약 5km 거리가 되는데, 해양심층수가 육지에서 5km 이내에 위치할 경우에는 육상형 개발시스템이 이용되며, 5km 밖에 위치할 때에는 해상형 개발시스템이 이용된다. 본 연구에서는 한국해양연구원에서 개발 예정인 육상형과 해상형 개발시스템에 대하여 안정적으로 양질의 해양심층수를 취수할 수 있도록 구조해석을 수행하였다.

본론

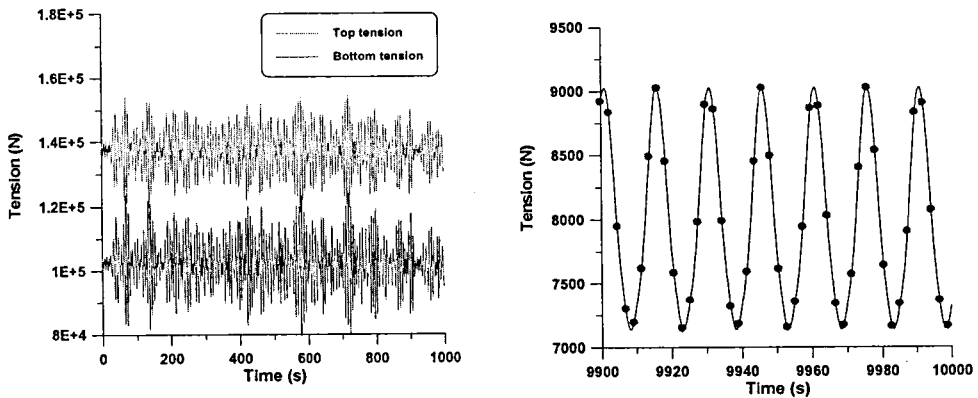
육상형 개발시스템은 파이프라인을 부설할 때 발생할 수 있는 다양한 현상들에 대한 구조해석이 필요하다. 반면에 해상형 개발시스템은 해양라이저라고 불리는 연직파이프라인을 설치 후 운용 중에 발생하는 해양환경하중에 대한 구조물의 안정성이 고려되어야 한다. 본 연구에서는 파이프요소에 대한 구조해석을 수행하였는데, 먼저 지배방정식을 유도한 후 수치해석적 방법을 적용하여 그 해를 구하였다. 수치해석법은 유한차분법(중앙차분법)을 적용하였다.

1. 육상형 개발시스템

앞서 언급한 바와 같이 육상형 개발시스템은 파이프라인을 해저면 위에 부설할 때 발생하는 현상들에 대한 안정성을 고려해야 한다. 파이프라인을 부설할 때 파이프의 일부분은 해저면 위에 놓여 있고, 파이프의 상부 끝단은 부설선에 의해서 매달려 있게 된다. 따라서 이 상태에서 파랑, 조류, 해류 등이 작용한다면 해양환경하중에 의한 직접하중 외에, 부설선박이 파랑에 의해 거동을 하게 되며 부설선의 거동은 파이프 끝단에 강제 진동력으로 작용하게 된다. 그림. 1 (a) 에서는 0.5m/s, 유의주기가 6초이며, 유의파고가 1m인 경우에 대한 해석 예를 보여주고 있는데, 파이프 윗단에서의 장력 변동치를 보여주고 있다. 해석 결과에서 알 수 있듯이, 수심 300m 지점에 대한 파이프를 부설할 때 발생할 수 있는 최대장력은 약 16 t 이라는 것을 알 수 있다. 따라서 파이프를 제작할 때 최대허용장력이 최소 16 t 이상이 되도록 해야 할 것이다.

2. 해상형 개발시스템

해상형 개발시스템은 연직으로 설치된 라이저에 대한 구조해석을 수행해야 한다. 구조해석 이외에 조류 및 해류에 의해 라이저가 전체적으로 들러 올라가게 되는데, 이 경우에는 라이저 끝단의 위치가 위로 올라가서 원하는 양질의 해양심층수를 취수할 수 없게 된다. 따라서, 조류 및 해류에 의한 라이저의 형상을 추정하여 원하는 수심에서 양질의 해양심층수를 취수할 수 있어야 한다. 또한 라이저가 들러 올라가는 것을 방지하기 위해서 라이저의 맨 아랫단에 중량체를 설치하게 되는데, 라이저의 중량과 끝단에 설치되는 중량체의 무게를 경제적으로 설계하여야 할 것이다. 조류 및 해류에 의한 정적해석 이외에 파랑에 의한 동적해석도 수행되어야 한다. 그림 1 (b) 에서는 조류 및 해류 1.8m/s, 파고 13m, 주기 15 sec 파랑이 작용할 때 라이저 맨 윗단에서의 장력변동을 보여주고 있다. 장력의 최대치는 1 ton 이하로 나타났지만, 변동장력값이 정상장력값의 약 1/4에 해당하여 파랑이 작용할 때 피로해석에 의한 라이저의 수명을 예측하는 연구가 향후 수행되어야 할 것이다.



(a) 육상형 (불규칙파)

(b) 해상형 (규칙파)

그림. 1 취수파이프의 장력에 대한 시간이력

결론

본 연구에서는 해양심층수를 취수하기 위한 육상형 개발시스템과 해상형 개발시스템에 대한 구조해석을 각각 수행하였다. 해석을 통하여 파이프 제작 시에 요구되는 강도를 알 수 있었으며, 양질의 해양심층수를 취수하기 위한 중량체 및 라이저의 무게를 얻을 수 있었다.

후기) 본 연구는 해양수산부 “해양심층수 다목적 이용 개발(4)”의 일원으로 수행되었음.

참고문헌

김현주 외. 2003. 해양심층수의 다목적개발(III). 해양수산부 연차계획서