

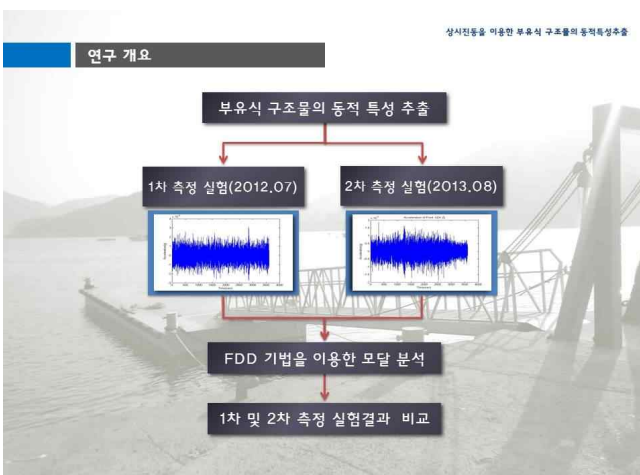
상시 진동을 이용한 부유식 구조물의 동적 특성 추출

김 한샘* · † 박 수용

*한국해양대학교 해양건축공학과 석사과정, † 한국해양대학교 해양공간건축학과 교수

요 약 : 수요가 늘어가고 있는 부유식 해양플랜트 구조물의 열악한 해양환경에서의 구조물의 노후화, 사고발생 가능성에 대비해 지속적인 평가가 필요하다. 기존의 구조물에 사용되는 안전성 평가 기법으로는 한계가 있어, 상시적인 구조물의 건전성 평가기법이 필요하다. 그래서 본 연구에서는 상시적인 구조물의 건전성 평가기법을 위해 부유식 구조물의 상시적인 응답 가속도를 추출하여 해당 구조물의 동적특성을 추출 하였다.

핵심용어 : 건전성 평가, 고유진동수, 모달 변위, FDD



* 학생회원 ssaigeines@gmail.com
† 교신저자 (중심회원) sypark@kmou.ac.kr

1차 측정 실험 분석

데이터 수집조건

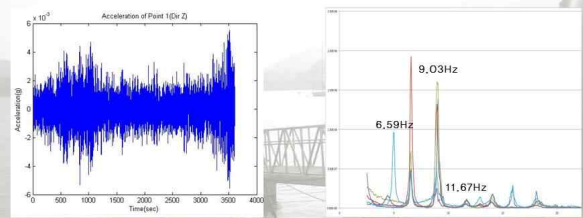
- Sampling Data 100Hz
- Spectral Lines 2048
- 약 1시간 측정 (데이터 개수 : 360,654 개)
- 데이터 수집장치 채널 수 8개 → 7개 1 set로 총 5 set 측정 실시

측정 장비



1차 측정 실험 분석

실험 및 분석 결과 - 가속도 값 및 SVD 값



가속도 응답 값(Point 1지점)

1차 측정실험 데이터 SVD 값 중점 (1~5 Set)

1차 측정 실험 분석

데이터 수집조건

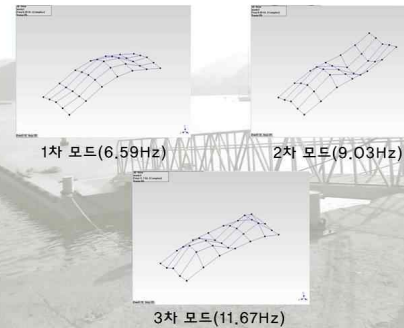
- Sampling Data 100Hz
- Spectral Lines 2048
- 약 1시간 측정 (데이터 개수 : 360,654 개)
- 데이터 수집장치 채널 수 8개 → 7개 1 set로 총 5 set 측정 실시

측정 장비



1차 측정 실험 분석

실험 및 분석 결과 - 모드 형상



1차 측정 실험 분석

Frequency Domain Decomposition - FDD 기법

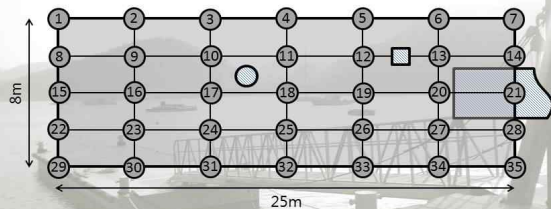
- 구조물 응답의 PSD(Power Spectral Density)행렬을 특이치 분해 (singular Value Decomposition, SVD)하여 모달 파라미터 추출 (Michel et al., 2008)

$$S_{yy}(w) = U(w)^T \Sigma(w) V(w)$$

- Σ : 특이치로 구성된 대각행렬, $\Sigma = \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_N)$
- 기존의 PP기법은 계측자의 경험에 영향이 큼
-> 기준점(Reference node)의 설정 위치에 따라 모드분석결과가 다름
- FDD 법의 경우, 기준점의 설정이 필요 없고, PP기법에 비해 오차의 영향이 상대적으로 적어 결과가 안정적

2차 측정 실험 분석

2013년 8월, 2차 측정 실시



2차 측정 실험 분석

데이터 수집조건

- Sampling Data 50Hz
- Spectral Lines 1024 (1차 측정과 동일)
- 약 1시간 측정 (데이터 개수 : 180,430 개)
- 데이터 수집장치 채널 수 8개 → 7개 1 set로 총 5 set 측정 실시

측정 장비



1차 및 2차 측정 실험 결과

고유진동수

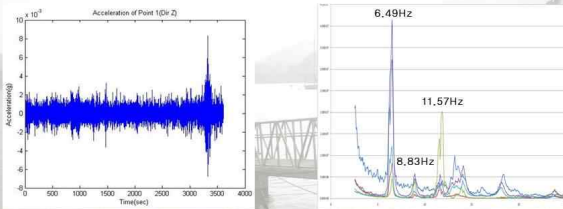
Mode	1차 측정(Hz)	2차 측정(Hz)	변화율(%)
Mode 1	6.59	6.49	-1.517
Mode 2	9.03	8.83	-2.215
Mode 3	11.67	11.57	-0.857

MAC

Mode	2차 Mode 1	2차 Mode 2	2차 Mode 3
1차 Mode 1	0.7390	0.0073	0.1598
1차 Mode 2	0.0014	0.8018	0.00001
1차 Mode 3	0.3227	0.00006	0.9278

2차 측정 실험 분석

실험 및 분석 결과 - 가속도 값 및 SVD 값



가속도 응답 값(Point 1지점)

2차 측정실험 데이터 SVD 값 중첩 (1~5 Set)

Modal Assurance Criteria

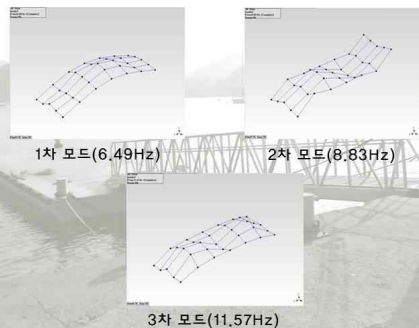
Modal Assurance Criteria - Mac

$$MAC(E, F) = \frac{\left| \sum_{k=1}^N (\Phi_{E,k})(\Phi_{F,k}) \right|^2}{\left(\sum_{k=1}^N (\Phi_{E,k})(\Phi_{E,k}) \right) \left(\sum_{k=1}^N (\Phi_{F,k})(\Phi_{F,k}) \right)}$$

- 서로 다른 두개의 모드값의 상관관계를 비교
- 0 ~ 1 사이의 값을 가지며, 일반적으로 0.8 이상의 값을 지니면 같은 모드로 간주(Allemang, Brown, 1982)
- Φ_E : 손상 전 모드형상
- Φ_F : 손상 후 모드형상
- N : 자유도의 수

1차 측정 실험 분석

실험 및 분석 결과 - 모드 형상



1차 모드(6.49Hz)

2차 모드(8.83Hz)

3차 모드(11.57Hz)

소결 / 추후 일정

- 2012년 7월, 2013년 8월 두 번에 걸친 측정의 결과를 통해 해당 부유식 구조물의 고유진동수 및 모드형상을 추출하였음
- FDD 기법을 이용하여 해당 구조물의 동적 특성을 추출하는데 유효함을 알 수 있었음
- 2012년 태풍으로 인해 연결교량 파손에 의한 구조물의 피해여부 조사 (여수 시정) 예정
- 수치해석 모델 작성을 통해 구조계 추정기법을 적용하여 유요 물성치 산정 및 건전성 평가 실시 예정

후 기:

본 연구는 국토교통부 건설교통기술지역특성화사업 연구개발사업의 연구비지원(10 RTIP B01)에 의해 수행되었습니다.