

# 광양만 제풍부두 1, 2, 3, 4 선석 및 고철부두의구조 안정성 해석

류진호\*, 표경아\*\*,국승기\*\*\*, † 정태권

\*세광종합기술단 부사장(구조기술사),\*\*세광종합기술단 부장, \*\*\* † 한국해양대학교 교수

요 약 : 설계시와 다른 규모가 큰 선박이 접안을 할 경우라도 접안속도 및 적재화물 중량을 조절한다면 현재의 접안구조물 안전 및 전면수심에 문제는 없는 것으로 검토됨.

핵심용어 : 선박제원, 견인력, 접안력, 응력검토, 최대견인력, 흡수

### 1. 구조 안전성 해석 방법

#### 가. 검토개요

- 검토목적 : 당초 설계시보다 규모가 큰 선박의 접안시 안벽 구조물의 안전성 검토
- 안전성 해석 방법 : 당초 설계시의 재료특성 모두 발휘하는 것으로 가정
  - 가장 최근 정밀 안전진단 보고서에 따르면 강관파일의 경우 부식두께가 허용부식두께 이내로 내하력 저하없음. ( 0.1mm/년 ~ 20년 2.0mm)
  - 상부 슬래브도 정기적 보수 · 보강이 이루어져 초기의 성능을 유지한다 판단.
- 검토 대상 구조물
  - 제1기 제풍부두 - 2, 3, 4 선석부두
  - 제4기 제풍부두 - 1 선석부두
  - 제1기 원료부두 - 고철부두

### 1. 구조 안전성 해석 방법

#### 나. 검토 구조물 현황

부 두	선 석	편강입	대상선박		안벽연장	안벽 수심
			당초설계	금위검토		
제풍 1기	2, 3, 4 선석	86. 12. 30	30,000 DWT	50,000 DWT (적재 30,000톤)	전체연장 : 720.0m 130.5m(1,2,4Block) + 82.45m(3 Block) + 115.75m(6Block)	DL(-) 12.0m
제풍 4기	1 선석	92. 7. 22	50,000 DWT	70,000 DWT (적재 50,000톤)	전체연장 : 280.0m 4@70m(1~4Block)	DL(-) 13.0m
원료(고철)	1 선석	96. 9. 30	50,000 DWT	70,000 DWT (적재 50,000톤)	전체연장 : 270.0m 4@60m(1~4Block) + 30m (5Block)	DL(-) 14.0m

### 2. 구조 안전성 해석 조건

#### 가. 검토 기준 및 제원 결정

안전검토 결정시 참고 문헌

구 분	구조물 치수 및 PILE 배치, 규격	구조물 안전검토 조건 (약중, 재고 등)
제1기 제풍부두	안전진단 보고서	관 사 지
제4기 제풍부두	실시설계 도면	실시설계 구조계산서 및 보고서
원료(고철)부두	실시설계 도면	· 일반조건 : 제4기 제풍부두와 동일 · 크레인양 : 포스코 제강양중 적용

※ 그 외 기재되어 있지 않은 조건은 항만 및 어항 설계기준서를 기준 적용  
※ 지진시 검토(실시설계시 미시행):항만 및 어항 설계기준서 및 내진설계 표준서 기준으로 검토

### 2. 구조 안전성 해석 조건

#### 나. 대상선박의 제원

대상선박 제원 결정

제1기 제풍부두 (50,000DWT)	제4기 제풍부두 (70,000DWT)	원료(고철)부두 (70,000DWT)
제4기제풍부두 실시설계보고서	항만 및 어항 설계기준	항만 및 어항 설계기준

대상선박 제원

- 제1기 제풍부두 (2~4선석)
- 제4기 제풍부두(1선석) 및 원료(고철)부두

구 분	선박규모 (DWT)	선 장 (m)	선 폭 (m)	형 심 (m)	만재중량 (m)	접안속도 (m/s)	구 분	선박규모 (DWT)	선 장 (m)	선 폭 (m)	형 심 (m)	만재중량 (m)	접안속도 (m/s)
기준 설계	30,000	205	14.8	11.9	10.7	0.15	기준 설계	50,000	236	32.0	16.5	11.9	0.15
검토 대상	50,000	235	32.0	16.9	11.9	0.10	검토 대상	70,000	233	32.3	-	13.7	0.10

\* 대표저자 [prenyu@empal.com](mailto:prenyu@empal.com), \*\*pka6065@sekwangeng.co.kr  
\*\*\*정희원) [cooksg@hhu.ac.kr](mailto:cooksg@hhu.ac.kr), †교신저자 [tgjeong@hhu.ac.kr](mailto:tgjeong@hhu.ac.kr)

## 2. 구조 안전성 해석 조건

### 다. 구조 안전성 검토 항목

항 목	내 용
구조물 안전성 검토	작업시, 선박 접안시, 계류시, 지진시에 대한 구조물의 안전성 검토시행
건인력 검토	현재 구조물이 견딜 수 있는 최대의 건인력 산정
방충재 검토	현재 설치되어있는 방충재의 안전성을 확보하는 선박 접안속도 산정
선석치수 검토	항만 및 어항 설계기준서에 따른 선석의 길이 및 수심에 대한 검토

5

## 2. 구조 안전성 해석 조건

### 라. 하중조건

• 자연조건

• 설계조위

구 분		조 위(m)
석양평균 고조위	H. W. L	DL.(+) 3.790
평균 해면	M. S. L	DL.(+) 1.890
약 최저 저조위	App. L.L.W	DL.(±) 0.000

• 설계파랑

구 분	파고 H1/3 (m)	주기 (sec)	파장 (m)	비고
S	1.07	3.99	24	

• 지질조건 : 실시설계도서 및 공사지의 심도별 N지 적용

6

## 2. 구조 안전성 해석 조건

### 라. 하중조건

• 상부 수직하중 조건

구 분	고정하중	상재하중	크레인 하중
수직 하중	구조물 자중	8.0 ton/m <sup>2</sup>	부두별 Crane WheelLoad

• 점안력

구 분	제1기 제품부두	제4기 제품부두	원료(고철) 부두
방충재 반력	113 ton	170 ton	170 ton

• 건인력

구 분	제1기 제품부두	제4기 제품부두	원료(고철) 부두
계선주(Bollard)	70 ton	100 ton	100 ton

7

## 2. 구조 안전성 해석 조건

### 마. 하중조합

구 분	고정하중	상재하중	크레인하중	점안력	건인력	지진력
상 시	운영시	1.0	1.0	1.0		
	접안시	1.0	1.0		1.0	
	계류시	1.0	1.0			1.0
지진시(CLE)	1.0	0.5	1.0			1.0

• 지진시(CLE)의 상재하중은 평상시의 50% 재하  
 • 지진시(CLE)의 지진력은 "항만 및 어항시설의 내진설계 표준서" 에 의거하여 지진에 의한 탄성부재력(강관 말쪽의 휨모멘트)을 연성계수(3.0)로 나눈 값을 적용  
 • 하중조합은 항만 및 어항 설계기준 잔교식 구조물 하중조합 적용

8

## 3. 구조 안전성 해석

### 가. 구조물 안전성 해석

• 전산해석

- 프로그램 Midas Civil을 이용하여 Shell 요소와 Frame 요소의 3차원 탄성해석 시행
- 구조 해석모형: 슬래브를 링, 전단, 축방향 강성을 갖는 Shell 요소로 모델링 하고, Girder 및 강관 Piles은 Frame 요소로 모델링
- 해저지반 모델링: 가상 고정점법 사용(항만 및 어항 설계기준서의 Chang의 방법)

• 모델링



9

## 3. 구조 안전성 해석

### 나. 안전성 검토 결과

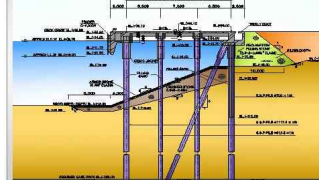
• 제1기 제품부두 (2~4선석)

• 용역 검토결과 (1.2.4.5 Block)

규 격	상시 (1.0)	지진시 (1.5)	위 치
φ1117.6×131	0.79	0.39	A
φ812.8×131	0.91	0.55	B
φ1117.6×131	0.92	0.67	벽강판

• 지지력 검토결과 (상시)

규 격	최대인용력 (kN)	허용지지력 (kN)	위 치
φ1117.6×131	3055.1	5078.1	A
φ812.8×131	2698.7	2758.8	B
φ1117.6×131	1226.9	5078.1	벽강판

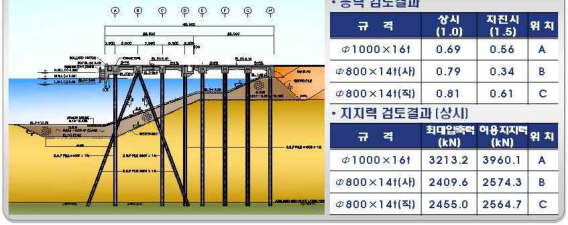


10

### 3. 구조 안전성 해석

#### 나. 안전성 검토 결과

##### 제4기 제품부두 (1선식)

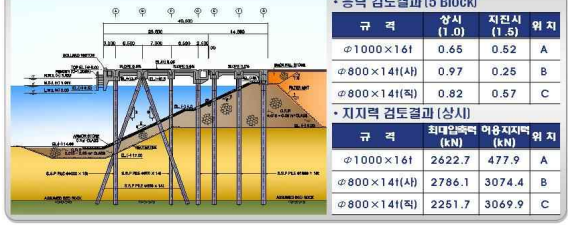


11

### 3. 구조 안전성 해석

#### 나. 안전성 검토 결과

##### 원료(고철)부두



12

### 3. 구조 안전성 해석

#### 다. 최대 견인력 산정

##### 구조물 안전성이 확보되는 최대 견인력 산정

##### 견인력 작용각도는 90° 와 25° 의 두가지 방향에 대하여 검토

구분		당초 설계 견인력 (kN)	최대 견인력 (kN)	당초 설계 견인력에 대한 최대 견인력비
제1기 부두 (30,000DWT)	1, 2, 4, 5, 6 Block	700	3,920	5.6배
	3 Block	700	2,380	3.4배
제4기 부두 (50,000DWT)		1,000	2,200	2.2배
원료(고철) 부두 (50,000DWT)	1~4 Block	1,000	2,200	2.2배
	5 Block	1,000	1,000	- (단위 견인력용량 상회 가능 없음)

13

### 3. 구조 안전성 해석

#### 라. 방충재 검토

##### 선박의 접안에너지 산정은 항만 및 어항 설계 기준서를 적용

##### 제1기 제품부두 : CELL-Type 방충재 (CELL-100H × 2)

구분	접안속도 (m/sec)	접안에너지 (tonf·m)	방충재 특성		검토결과
			흡수 에너지 (tonf·m)	반력 (ton)	
설계시	0.15	91.21	51.2	113.0	N.G
검토시	0.10	36.86	51.2	113.0	O.K

##### 제4기 제품부두 및 원료(고철)부두 - CELL TYPE 방충재 (CELL-1200H<sub>PI</sub> × 2)

구분	접안속도 (m/sec)	접안에너지 (tonf·m)	방충재 특성		검토결과
			흡수 에너지 (tonf·m)	반력 (ton)	
설계시	0.15	138.16	74.0	170.0	N.G
검토시	0.10	61.40	74.0	170.0	O.K

14

### 3. 구조 안전성 해석

#### 마. 선석지수 검토

구분	대상선박규모	현재 선석수심	음수	검토결과	비고
제1기 제품부두	50,000DWT	-12.0m	-6.5m	OK	5만DWT (선석: 3만DWT)
제4기 제품부두	70,000DWT	-13.0m	-8.6m	OK	7만DWT (선석: 5만DWT)
원료(고철) 부두	70,000DWT	-14.0m	-8.6m	OK	7만DWT (선석: 5만DWT)

15

### 4. 구조 안전성 해석 검토 결론

#### 검토 결론

1. 선박의 접안 속도를 10.0 cm/sec 이하로 하여 접안한다면 잔교 구조물의 구조적 문제는 없을 것으로 판단.
2. 현재 설치 되어진 계선주(Bollard)의 허용견인력 이하로 견인력이 발생되므로 구조물의 안전성은 문제 없을 것으로 판단.
3. 금회 검토대상 선박의 접안시 현재의 전면수심으로도 여유가 있으므로 준설 등의 증상은 필요치 않는 것으로 판단.

16