

2018년

한강낙시전용공간 시범조성사업

부선의 계선.계류 적정성 검토



SH ENG
Marine Service

에스에이취(SH) 이엔지(ENG)
대표 : 김 지 중



부선의 계선.계류 적정성 검토

■ **개 요** : 한강낙시 전용공간 시범조성사업으로 제작 설치된 부체의 계선.계류 상태에 대한 적정성 검토를 통하여 안전여부를 판단하기 위함에 있다.

■ **제원 및 재질**

- 제원 : 1. 길이 : 19.17 M
2. 폭 : 12.04 M
3. 깊이 : 1.26 M (선저에서 목갑판)
4. 흘수 : 0.30 M

재질 : 복합구조 (폴리에틸렌(PE) + STEEL)

■ **설치 장소** : 망원공원

▣ 당초 계선.계류 설치계획(도면기준)

- 항만 및 어항 설계기준(2005) 및 도로교 설계기준 해설(2008)으로 검토 설계 됨.

○ 계선.계류설비 목록

1. 콘크리트블럭 (가로2.0 x 세로2.0 x 높이2.0)

공기중 중량 : 19.20톤

수 중 중 량 : 12.78톤

설 치 수 량 : 12개

합 계 중 량 : **153.36톤**

2. 보조콘크리트블럭 (가로0.45 x 세로0.45 x 높이0.45)

공기중 중량 : 0.21톤

수 중 중 량 : 0.14톤

설 치 수 량 : 6개

합 계 중 량 : **0.84톤**

3. ANCHOR CHAIN (G2) 26mm (27.5m)

공기중 중량 : 0.42톤

수 중 중 량 : 0.39톤

설 치 수 량 : 12개

합 계 중 량 : **4.68톤**

MOORING FORCE 1 + 2 + 3 = 158.88톤

▣ 변경 후 계선.계류 설치(도면기준)

○ 계선.계류설비 목록

1. 콘크리트블럭 (가로2.0 x 세로2.0 x 높이2.0)

공기중 중량 : 19.20톤

수 중 중량 : 12.78톤

설 치 수 량 : 4개

합 계 중 량 : 51.12톤

2. ANCHOR CHAIN (G2) 26mm (27.5m)

공기중 중량 : 0.42톤

수 중 중량 : 0.39톤

설 치 수 량 : 4개

합 계 중 량 : 1.56톤

MOORING FORCE 1 + 2 = 52.68톤

■ 선박안전법에 의한 검토

- 부유식 해상구조물의구조 및 설비 등에 관한 기준 제2편 2장 계선 양묘설비등으로 설계 검토하였으며, 특히 한강에서 시행중인 안전도 검사기준을 적용하여 계산 및 검토되었음.

○ 계선.계류설비 목록

1. 콘크리트블럭 (가로2.0 x 세로2.0 x 높이2.0)

공기중 중량 : 19.200톤

수 중 중 량 : 12.672톤

설 치 수 량 : 4개

합 계 중 량 : 50.688톤

2. ANCHOR CHAIN (G2) 17.5mm (27.5m)

공기중 중량 : 0.1844톤

수 중 중 량 : 0.1603톤

설 치 수 량 : 12개

합 계 중 량 : 1.923톤

MOORING FORCE 1 + 2 = 52.611톤

■ 결과

최대홍수시 4.283톤의 힘(앵커력)이 필요 함.

변경 설치 된 52.68톤은 요구하는 힘 이상으로 설치되었기에 안전함으로 판단.

■ 부선의 설계수량 및 위치 이동과 변이현상

- 항만 및 어항 설계기준(2005) 및 도로교 설계기준 해설(2008)
- 선박안전법 부유식 해상구조물의 구조 및 설비 등에 관한기준

○ 설계수량

상기와 같이 서로 다른 적용법규 및 설계기준을 적용하여 정상적 설계검토를 시행하였다.

검토 결과에 의한 수량 산정이므로 적용하는 법규 및 설계기준에 따라 다르게 나올 수 있다. 따라서 당초 설계자는 항만 및 어항 설계기준을 적용 검토하였고, 지금의 적정성 검토는 선박안전법 및 안전도검사기준으로 검토되었기에 수량의 차이가 나타날 수 있다.

○ 부체의 위치이동과 변이

부선의 위치이동과 변이 현상은 콘크리트 블록과 체인으로 결박된 계선.계류의 정상적인 현상으로 물위에 떠있는 부체는 흐르는 물, 바람의 방향에 따라 12위 방위로 움직인다.

한강은 서해의 조수 간만의 영향으로 평시 약 1미터 이상의 상하 변위가 일어나고 있음을 알 수 있다.

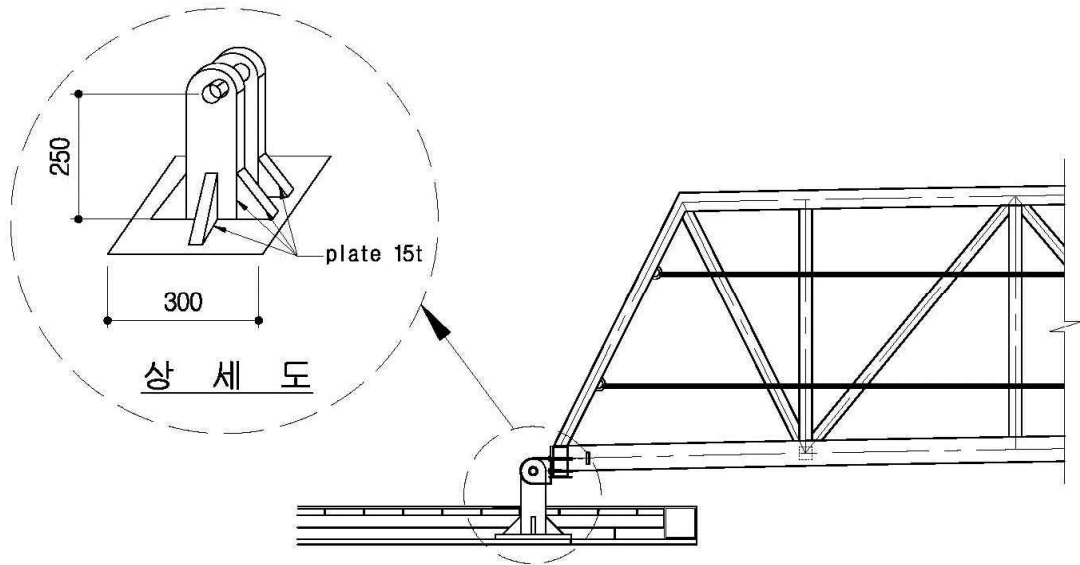
현재 설치된 계선.계류장치는 검토상 문제는 없으나 금번과 같이 혹한기에 결빙과 유빙 등이 부선의 내측 및 외측에 발생 및 부착되었으며, 결빙과 유빙 등으로 부선 중량의 상승과 유빙의 두께가 증가하며 부력이 발생한 상태에 불상의 선박이 항해 후 밀려오는 너울파도에 유빙과 함께 육지로 밀리는 현상으로 볼 수 있다.

특이사항으로는 부선의 형상이 원형 PE부력통을 사용하여 부력을 생성하고 있다는 특이점이 있으며, 내측이 빈공간을 형성하여

혹한기 유빙발생시 유빙이 모일 수 있고, 하절기에는 쓰레기가 모일 수 있는 조건으로 이러한 환경은 부선에 중량을 가중시킬 수 있으며, 계선,계류력에 영향을 줄 수 있다.

○ 보완방법

아래와 같이 도교 힌지부를 기존 10T에서 15T이상의 PLATE로 시공 후 보강 용접



첨부 : 한강წყ시전용 공간 시범조성사업
계선.계류 계산서(부잔교) 1부.

BIBLIOGRAPHY

REV NO.	DATE	DESCRIPTION	REMARKS
0	2018.04.02	1. 계선,계류 설비 적정성 검토로 작성됨.	

* 07 Sheets with a Cover

YARD :	HULL NO.
--------	----------

OWNER : 서울특별시 한강사업본부	PROJECT NO.
----------------------	-------------

APPROVED	SUBJECT : 한강낙시전용공간 시범조성사업 <h3 style="margin: 0;">계선,계류 계산서(부잔교)</h3>
APPROVED	
CHECKED D.Y. KIM	
DRAWN.	

DATE 2018. 04.	SCALE NONE	DWG. NO.	REV.
-------------------	---------------	----------	------



SH ENG
Marine Service

RE : 한강 뉘시전용공간 시범조성사업 부잔교 계선.계류	2018.04.
------------------------------------	----------

1. 적용기준

부유식 해상구조물 기준 (국토 해양부)

1) 바지선 PRINCIPAL DIMENSIONS

* 전 장(L)	19.00 M	(측면투영)
* 전 폭(B)	12.00 M	(정면투영)
* 깊 이(D)	1.25 M	
* 흘 수(d)	0.30 M	
* 갑판실 높이(H)	0.00 M	해당사항없음.

2. 설계 환경조건

2.1 평상시 :

최대풍속	:	16.00	m/s (17년간 (1991 ~ 2007년) 자료분석, 기상청)
유 속	:	1.60	m/s (팔당댐 방류량 : 3,000 ton/s 일때, 한강사업본부)
최저수위	:	0.87	m (한강 영동대교 기준, 국토 해양부)

2.2 홍수시 :

최대풍속	:	44.00	m/s (선박안전법 부유식 해상구조물 기준) 적용
유 속	:	3.32	m/s (팔당댐 방류량 : 37,000 ton/s 일때, 한강사업본부)
최저수위	:	7.36	m (한강 영동대교 기준, 국토 해양부)

2.3 수심 :

2~3m

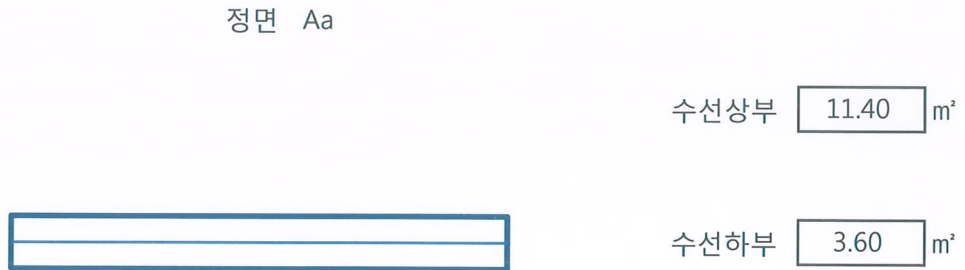
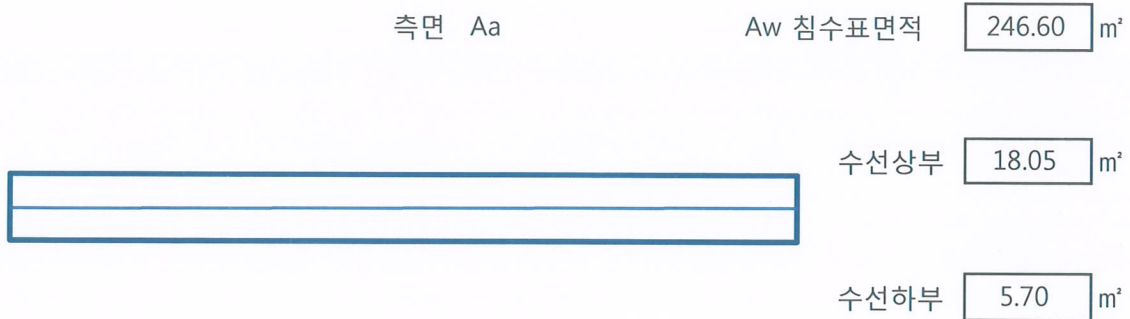
2.4 위치 :

서울특별시 한강내

3. 저항력

3.1 구조물 투영면적 :

1) 바지선



3.2 풍향력 (kg) :

$$Ra(\text{횡방향 풍속}) = 0.0735 \times A \times V^2$$

V : 풍속 (m/s)

A : 흡수선 상부 바람방향의 투영면적 (m²)

풍압투영면적	정면	11.40 m ²	
	측면	18.05 m ²	
구 분	평상시	홍수시	
풍 속	16.00 m/s	44.00 m/s	
Ra(정면)	215 kg	1,622 kg	
Ra(측면)	340 kg	2,568 kg	

3.3 형상 저항 (kg) :

R_v (종방향 유속) : $0.5 \times \rho \times C_{bd} \times A_s (V_w + V_s)^2$

ρ (담수의 밀도) : $102.00 \text{ kg sec}^2/\text{m}^4$

A : 구조물의 수선하 유속방향의 투영면적(m^2)

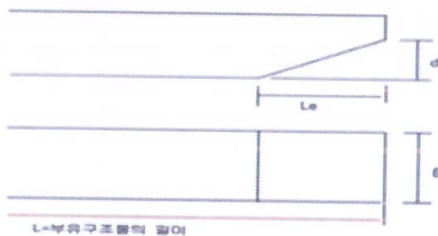
V_s : 0.00 m/s (구조물 이동속도) (계산중이므로=0)

C_{bd} (구조물의 선수형상에 의한 저항계수) : 0.710 (평상시). 0.710 (홍수시)

조류 투영면적	정면	3.60 m^2	
	측면(A_s)	5.70 m^2	
구분	평상시	홍수시	
유속	1.60 m/s	V_w	3.32 m/s
R_v	528 kg	2,275 kg	

L_e/d V_w/\sqrt{Lg}	0	1	2	3	4	5	6	7
0.08	0.710	0.245	0.150	0.117	0.106	0.100	0.098	0.096
0.10	0.755	0.260	0.160	0.128	0.111	0.107	0.103	0.102
0.12	0.805	0.280	0.180	0.138	0.121	0.113	0.108	0.105
0.14	0.850	0.305	0.200	0.152	0.131	0.122	0.115	0.111
0.16	0.905	0.325	0.225	0.165	0.144	0.131	0.122	0.117
0.18	0.960	0.380	0.249	0.181	0.156	0.142	0.130	0.120
0.20	1.025	0.455	0.285	0.201	0.170	0.154	0.140	0.132
0.22	1.120	0.550	0.335	0.222	0.187	0.168	0.153	0.141
0.24	1.230	0.670	0.400	0.258	0.208	0.187	0.170	0.156

비고 : V_w : 조류속도
 L : 부유식구조물의 길이
 g : 중력가속도($9.8\text{m}/\text{sec}^2$)



3.4 조류 저항 (kg) :

$$0.1212 \times A_w(V^2 + 0.33(V))$$

Aw : 침수표면적(m²)

V : 조류속도 (m/s)

구 분	평상시	홍수시
유 속(V)	1.60 m/s	3.32 m/s
침수표면적(Aw)	246.60 m ²	
마찰력 (Rw)	92.29 kg	362.18 kg

3.5 전저항력 :

바람의 방향이 물흐름 방향에 수직일 경우

$$R = \sqrt{Ra^2 + (Rw+Rv)^2} \quad [Kg]$$

따라서 계선설비의 선정시 기준으로 적용할 바람,조류및형상저항의 합력 **3,681 kg** 으로 한다.

구분	외력	비고
평상시	2,429 kg (2.4)ton	
홍수시	3,681 kg (3.68)ton	

체인인장력

총외력		체인 인장력		연직력
		수평각 고려	수심 고려	
홍수시 (연최고 수위 기준) 수심 EL+9110mm	3.7	4.3 톤 3.7 톤 /cos30°	4.3 톤 4.3 톤 /cos7°	0.5 톤 4.3 톤 x sin7°
평상시 (연최고 수위 기준) 수심 EL+3000mm	2.4	2.8 톤 2.4 톤 /cos30°		

4. 계선설비

ANCHOR및CHAIN은 제6조의 규정에 따라 산정한 전저항 이상의 강도를 갖는 것으로 한다.

4.1 선수앵커력(P) = 4.3 톤 x 2 (안전율) = **8.6 톤**

P : 앵커 체인 인장력에 안전율을 곱한 값으로 하며, 앵커를 2개 이상 비치하는 경우에는 앵커의 수량으로 나눈 값으로 한다..

4.2 CHAIN

STUD LINK 17.5~~6~~(G2) CHAIN 내력시험 하중은 13,000 KG
8,565 KG < T = 13,000 OK

4.3 선수 ANCHOR의 수중 중량

$$W_a = (P - K_c \times L_c \times W_c) / K_a \text{ [Kg]}$$

* P : 8,565 Kg {CHAIN의인장력(Tc)}

* Kc : 0.75 (CHAIN 파지력계수-돌 모래)

* Lc : 82.50 M (파지력에 기여하는 Anchor Chain의 길이)

* Wc : 5.83 Kg(CHAIN 1m의수중 중량)

$$6.707 \text{ kg} \times 0.869 = 5.83 \text{ Kg}$$

* Ka : 4 (ANCHOR 파지력계수-돌 모래)

(단. SINKER 사용시 적용되는 파지력계수는 SINKER의 깊이 2배 만큼 파고 묻는 것으로 파지력계수 3~4로 적용.)

$$W_a = (8,565 - 0.75 \times 82.5 \times 5.8) / 4 = 2,051 \text{ Kg}$$

$$W \text{ (앵커의 공기중 중량)} = 2,051 / 0.869 = 2,360 \text{ Kg}$$

4.5 선미앵커력(P) = 1.9 톤 x 2 (안전율) = 3.7 톤 (cos30° 적용)

4.6 선미 CHAIN

STUD LINK 17.5φ(G2) CHAIN 내력시험 하중은 13,000 KG
3,746 KG < T = 13,000 OK

4.7 선미 ANCHOR의 수중 중량

$$W_a = (P - K_c \times L_c \times W_c) / K_a \text{ [Kg]}$$

* P : 3,746 Kg {CHAIN의인장력(Tc)}

* Kc : 0.75 (CHAIN 파지력계수-돌 모래)

* Lc : 82.50 M (파지력에 기여하는 Anchor Chain의 길이)

* Wc : 5.83 Kg(CHAIN 1m의수중 중량)

$$6.707 \text{ kg} \times 0.869 = 5.83 \text{ Kg}$$

* Ka : 4 (ANCHOR 파지력계수-돌 모래)

(단. SINKER 사용시 적용되는 파지력계수는 SINKER의 깊이 2배 만큼 파고 묻는 것으로 파지력계수 3~4로 적용.)

$$W_a = (3,746 - 0.75 \times 82.5 \times 5.8) / 4 = 846 \text{ Kg}$$

$$W \text{ (앵커의 공기중 중량)} = 846 / 0.869 = 974 \text{ Kg}$$

4.7 계류로프

최대수평장력	로프장력	사용안전하중	적용로프	로프 절단 하중
2.4	2.8	11 ton	28φ	13.47
	2.4 /cos30°	안전율 3.8	나이론	

* 계선설비

1) 부잔교

- 상류 좌현1 1. SINKER : 19,200 kg x 1 개 설치 (Concrete block type)
2. CHAIN(STUD) : 17.5 φ(G2) CHAIN x 82.50 M (main line)
- 상류 좌현2 1. SINKER : 19,200 kg x 1 개 설치 (Concrete block type)
2. CHAIN(STUD) : 17.5 φ(G2) CHAIN x 82.50 M (main line)
- 하류 좌현 1. SINKER : 19,200 kg x 1 개 설치 (Concrete block type)
2. CHAIN(STUD) : 17.5 φ(G2) CHAIN x 82.50 M (main line)
- 하류 좌현 1. SINKER : 19,200 kg x 1 개 설치 (Concrete block type)
2. CHAIN(STUD) : 17.5 φ(G2) CHAIN x 82.50 M (main line)

수중중량

- 상류 좌현1 1. SINKER : 12,672 kg
2. 17.5 φ(G2) 481 kg
- 상류 좌현2 1. SINKER : 12,672 kg
2. 17.5 φ(G2) 481 kg

하류 좌현 1. SINKER : 12,672 kg
2. 17.5 ϕ(G2) 481 kg

하류 좌현 1. SINKER : 12,672 kg
2. 17.5 ϕ(G2) 481 kg
합 13,153 X 4 52,611 kg

ANCHOR 및 CHAIN의 파지력의 합 = 52,611 kg

최대홍수시 MOORING FORCE 4,283 kg < 계선 계류힘 52,611 kg **OK**