

Option

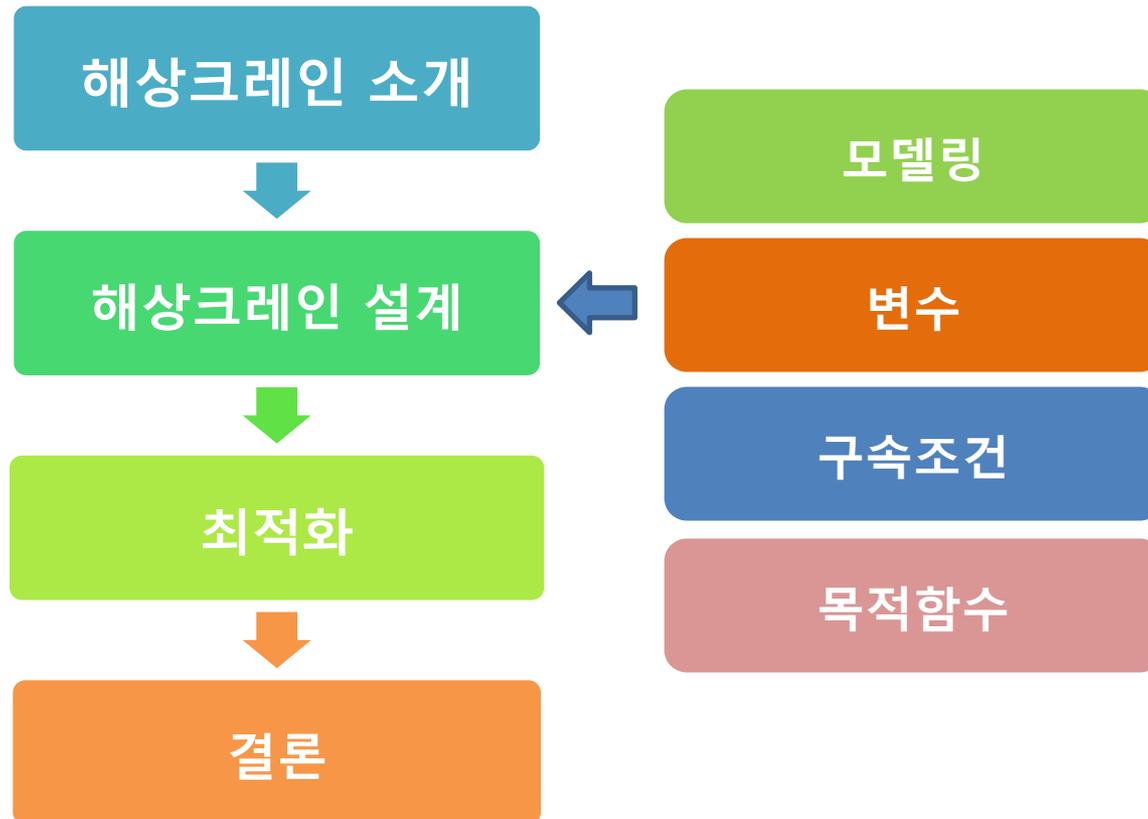
천안함의 비밀?

(안전성을 고려한 **해상크레인** 구조의 최적설계)

염종휘 05

윤경수 06

목 차



해상크레인 소개

1. 해상크레인이란

해상크레인은 크레인을 탑재한 선박으로서, 물 위에서 대형 블록이나 구조물의 탑재 및 해상 운송 작업에 사용된다.



크레인을 탑재한 선박

탑재

해상 운송

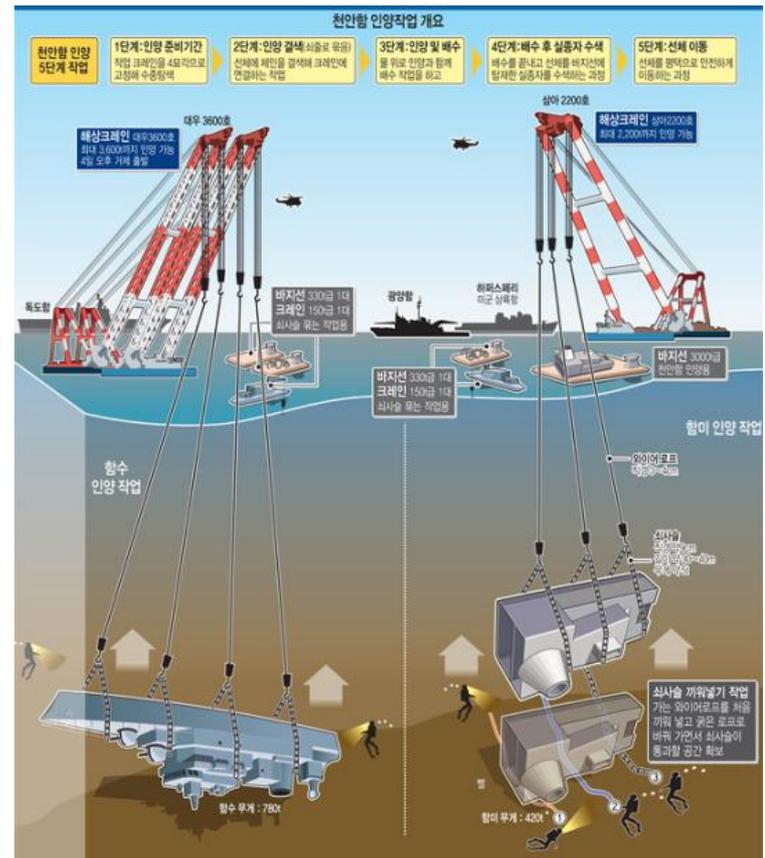
인양

?

해상크레인 소개

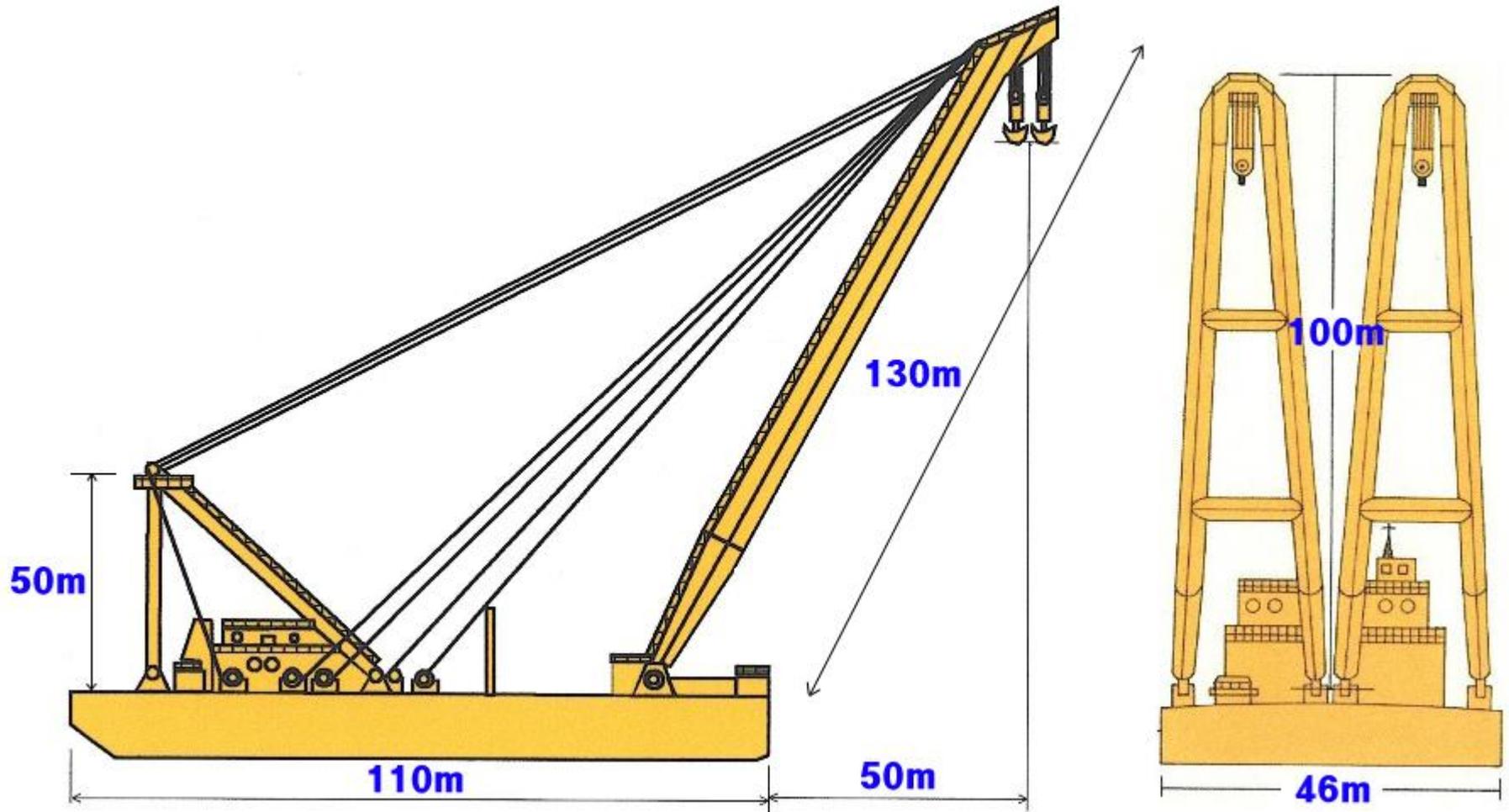
2. 사회적이슈

<'천안함 인양'의 주인공을 맡은 해상크레인>



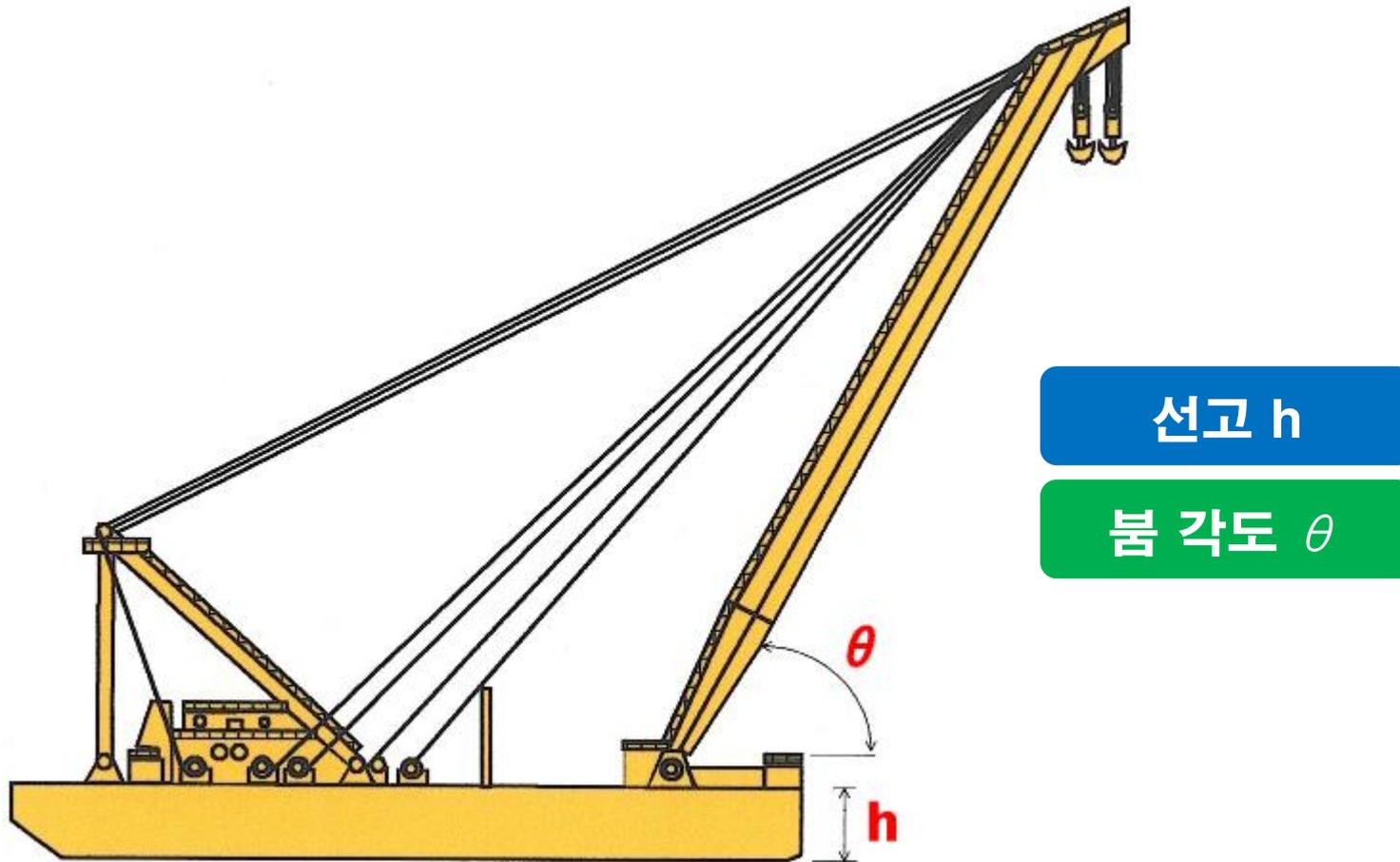
해상크레인 소개

3. 설계 개략도



해상크레인 소개

4. 설계 변수 설정



해상크레인 소개

5. 구속조건

구분	선정사양	비고
수면 위 선고높이	3 m	-
적재물 거리	50 m	-
적재물 높이	100 m	-

해상크레인 소개

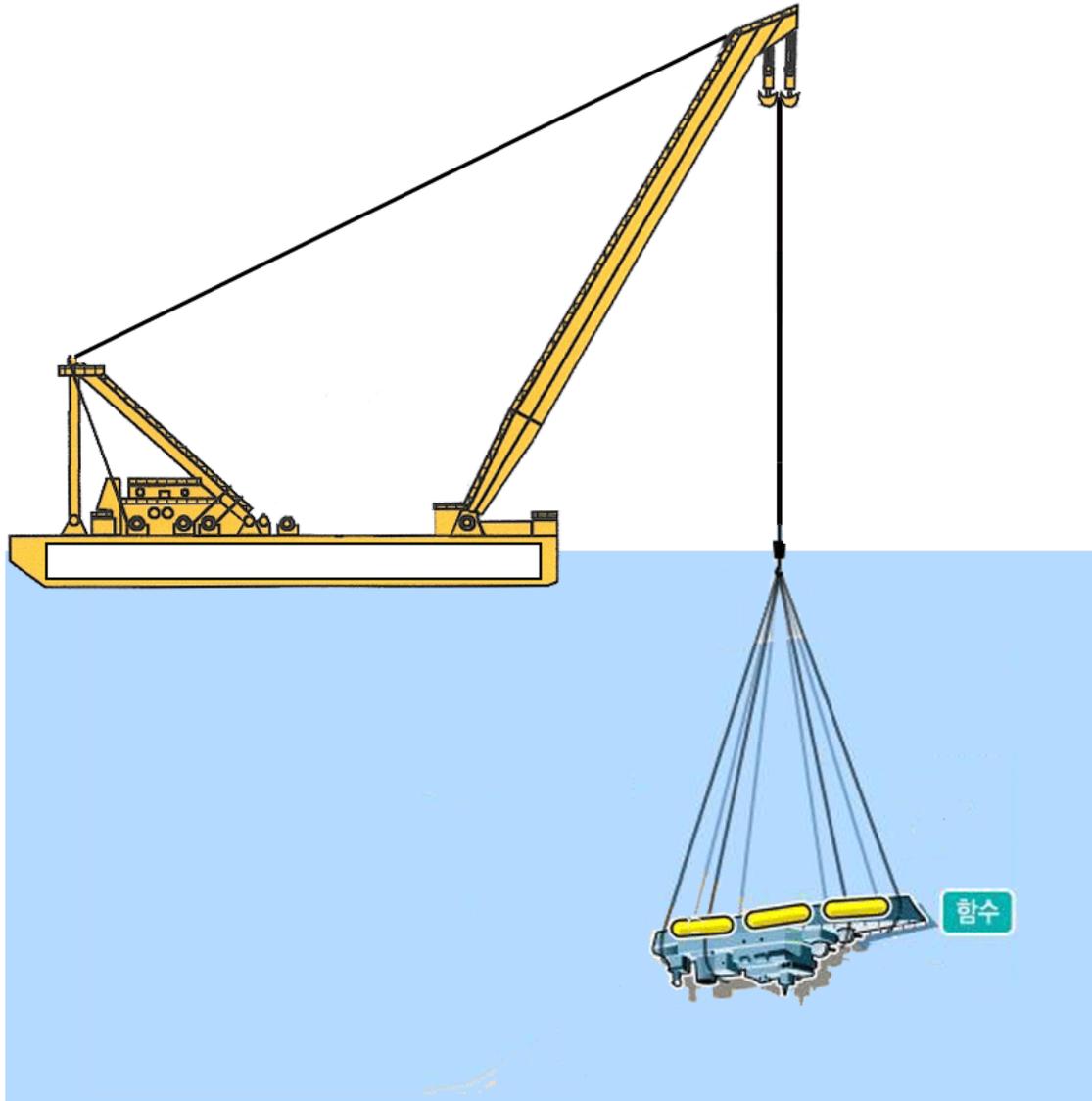
6. 목적함수

사장님 : “변수에 관한 구속조건을 만족시키면서 경량의 해상크레인을 설계한다.”

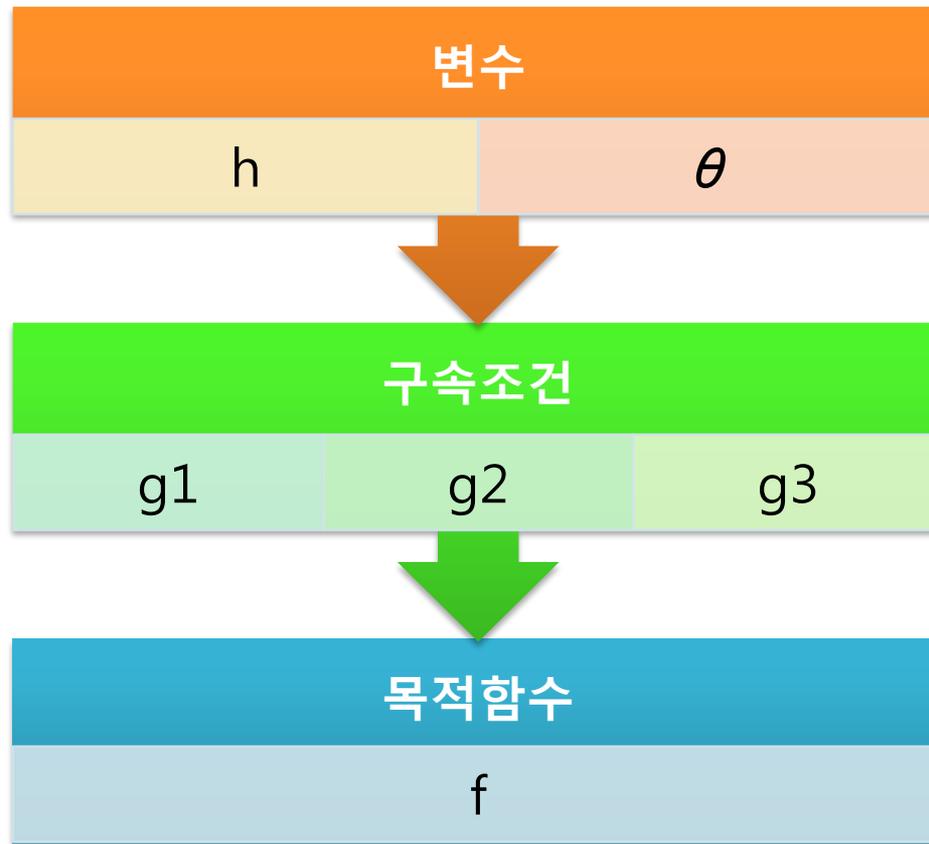


해상크레인 소개

7. 동작

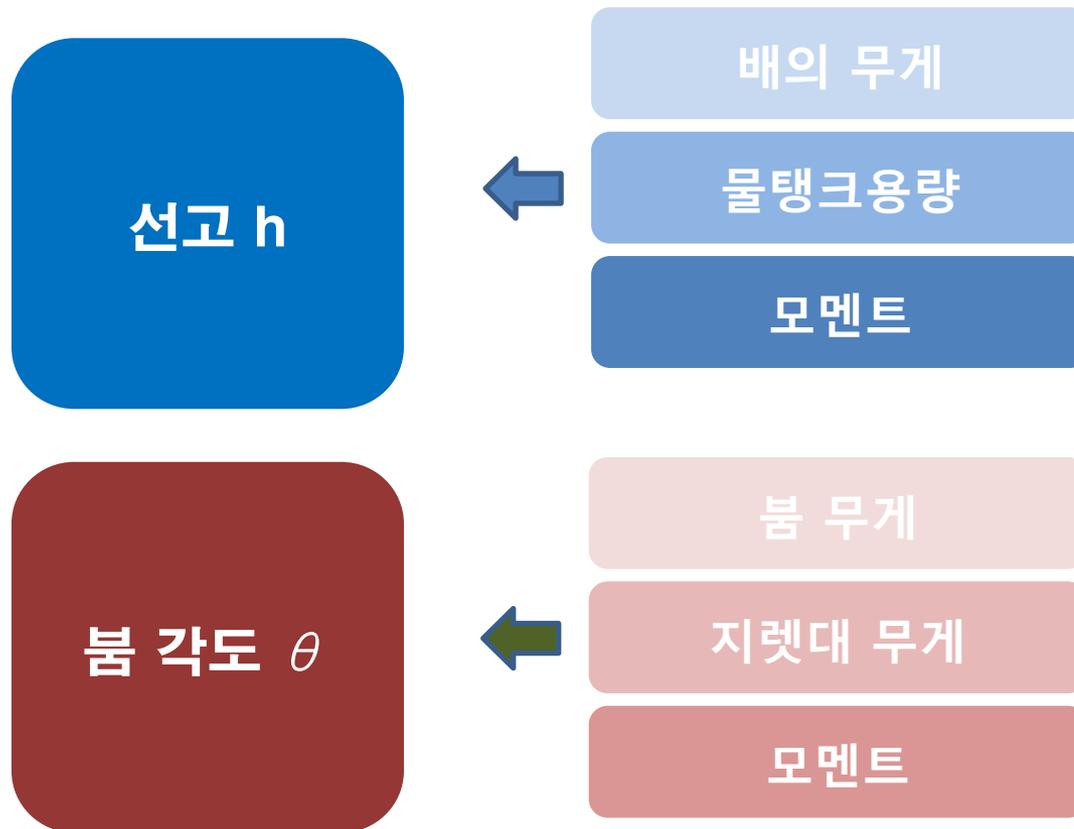


해상크레인 설계



해상크레인 설계

1. 변수설정

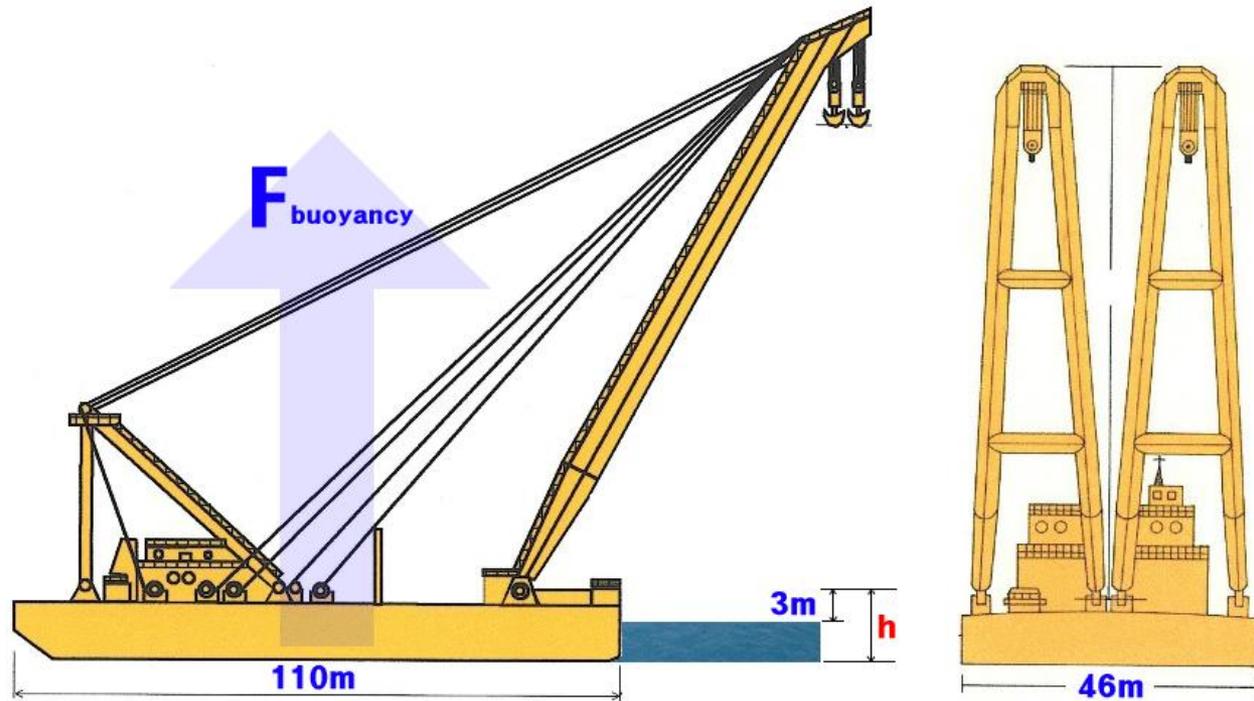


해상크레인 설계

2. 구속조건

수면위의 선고높이

$$g1:3 + \frac{F_{buoyancy}}{110 \times 46} - h \leq 0$$



해상크레인 설계

2. 구속조건

수면위의 선고높이

$$\sum M = 0$$

$$\sum M_{steel} = Mg \times (45 + 130 \cos(\theta)) + \frac{M(1 + \sin(\alpha)) \cos(90 - \theta) + T \cos(\alpha) \cos(\alpha)}{\sigma_{all}} \times 130 \rho g \times \left(45 + \frac{130}{2} \cos \theta\right)$$

$$-M \frac{\frac{\cos(\alpha)}{\cos \frac{\pi}{4}}}{\sigma_{all}} \times 50 \sqrt{2} \rho g \times \frac{50}{2} - T \frac{\left(\frac{\cos(\alpha)}{\cos \frac{\pi}{4}} \sin \frac{\pi}{4} + \sin(\alpha)\right)}{\sigma_{all}} \times 50 \rho g \times 50$$

$$\sum M = M_{steel} - 46L_w h \times \left(55 - \frac{L_w}{2}\right) g = 0$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{130 \sin \theta - 50}{95 + 130 \cos \theta}$$

$$L_w = \frac{hg \times 46 \times 55 - \sqrt{(hg \times 55 \times 46)^2 - 2 \times hg \times 46 \times M_{steel}}}{hg \times 46}$$

$$\sum F = 0$$

$$F1 = Mg$$

$$F2 = M \frac{(1 + \sin(\alpha)) \cos(90 - \theta) + T \cos(\alpha) \cos(\alpha)}{\sigma_{all}} \times 130 \rho g$$

$$F3 = M \frac{\frac{\cos(\alpha)}{\cos \frac{\pi}{4}}}{\sigma_{all}} \times 50 \sqrt{2} \rho$$

$$F4 = M \frac{\left(\frac{\cos(\alpha)}{\cos \frac{\pi}{4}} \sin \frac{\pi}{4} + \sin(\alpha)\right)}{\sigma_{all}} \times 50 \rho$$

$$F5 = (110 \times 46 \times h - (110 - 2t)(46 - 2t)(h - 2t)) \times \rho$$

$$F6 = 46L_w h$$

$$F_{buoyancy} = \left| \sum_{i=1}^6 F_i \right|$$

$$F_{buoyancy} = \left| \sum_{i=1}^6 F_i \right|$$

$$h - \frac{F_{buoyancy}}{110 \times 46} \geq 3$$

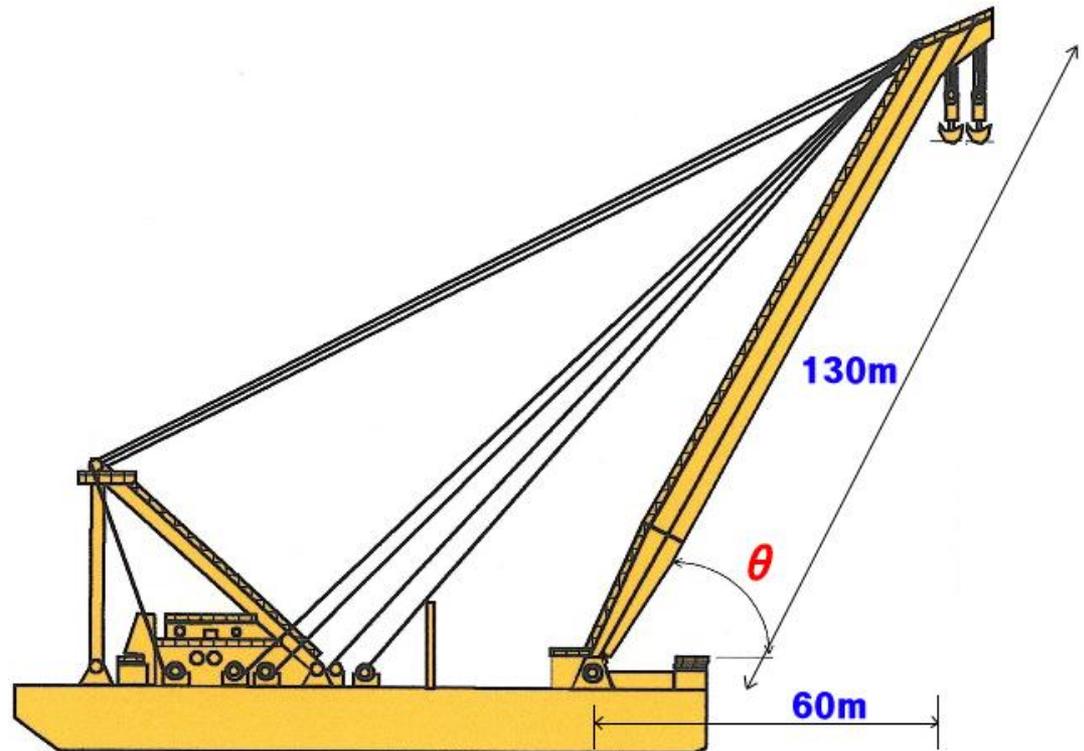
$$g1: 3 + \frac{F_{buoyancy}}{110 \times 46} - h \leq 0$$

해상크레인 설계

2. 구속조건

적재물과 바지선과의 거리

$$g_2 : \cos^{-1} \left(\frac{60}{130} \right) - \theta \leq 0$$

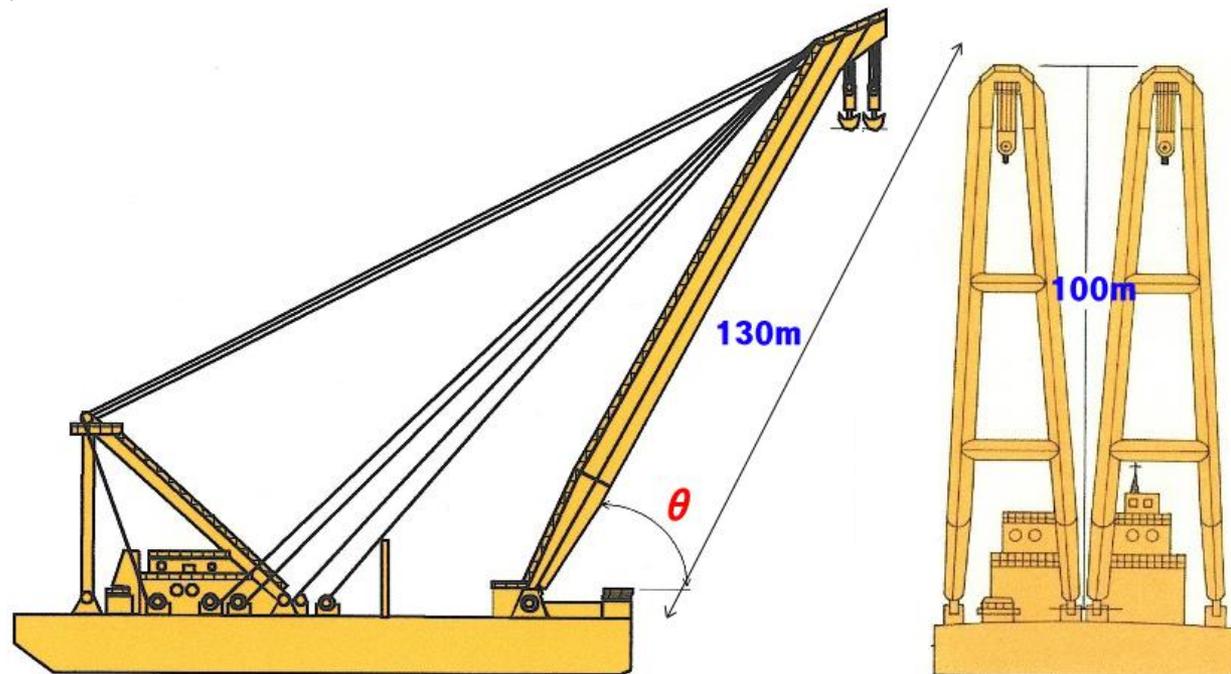


해상크레인 설계

2. 구속조건

적재물을 들어올리는 높이

$$g3: \sin^{-1}\left(\frac{100}{130}\right) - \theta \leq 0$$



해상크레인 설계

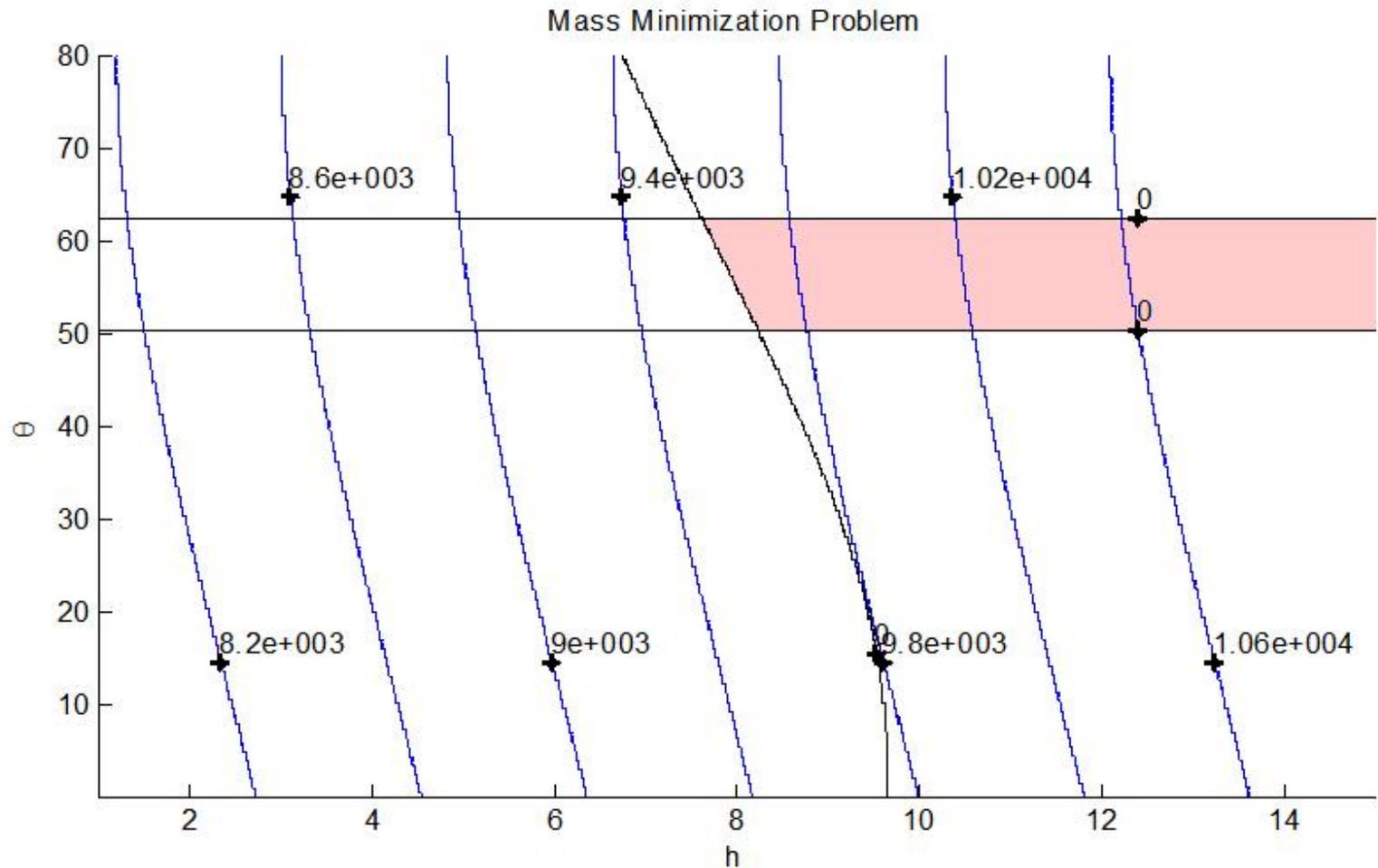
3. 목적함수

크레인과 바지선의 무게

$$f = \frac{T(1 + \sin(\alpha))\cos(90 - \theta) + T\cos(\alpha)\cos(\alpha)}{\sigma_{all}} \times 130\rho$$
$$+ T \frac{\cos(\alpha)}{\cos(\pi/4)} \times 50\sqrt{2}\rho + T \frac{\left(\frac{\cos(\alpha)}{\cos(\pi/4)} \sin \frac{\pi}{4} + \sin(\alpha) \right)}{\sigma_{all}} \times 50\rho$$
$$+ (110 \times 46 \times h - (110 - 2t)(46 - 2t)(h - 2t)) \times \rho$$

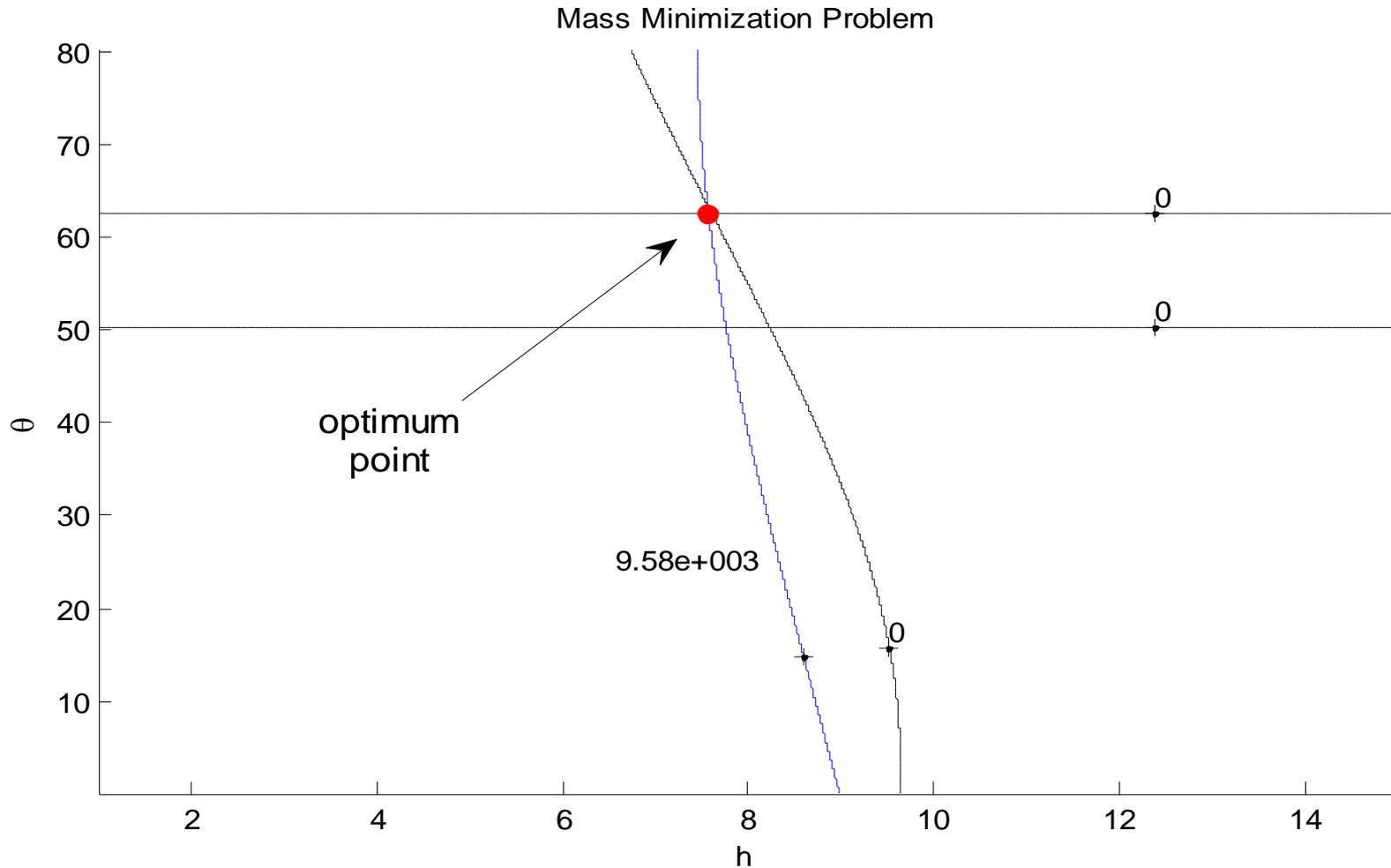
해상크레인 최적화

그래프



해상크레인 최적화

그래프



결론

기성품과 비교

설계안	값
붐 각도	62.5°
선고	7.57 m
무게	9,580 t

기성품	값
붐 각도	62° (SALKO300) 60° (BULIM500) 61° (설악호)
선고	7.5 m
무게	12,500 t



타당하다!

Reference

대형 해상크레인의 구조 기본 설계

'05 삼성중공업 조선해양연구소
박찬후, 김병우, 하문근, 전민성

탄성체의 동적거동을 고려한 해상크레인의 리프팅해석

'10 한국소음진동공학회
박광필, 차주환, 이규열

거대하고 육중한 해상 크레인의 균형을 어떻게 유지하나?

'10 조선일보 산업부(chosun.com)
안준호 기자

Q & A