

중형엔진 실린더 프레임 턴오버용 지그의 구조 최적화

이종환⁺, 손정호⁺⁺

Structural Optimization of Turnover Jig of Cylinder Frame for Medium-speed Diesel Engine

Jong-Hwan Lee⁺, Jung-Ho Son⁺⁺

Abstract : 본 논문은 중형엔진 조립과정에서 실린더 프레임 회전 작업에 사용하는 지그의 구조해석을 수행한 후, 그의 안전성을 검토하고 지그의 경량화를 통하여 실용적인 지그 설계안을 제안하였다. 현장 작업자가 들 수 있는 최대 무게를 넘는 지그를 구조해석 모델로 선정한 후, 해석모델은 지그, 실린더 프레임, 볼트, 너트, 샤를 펀을 3차원 입체요소로 구성하고 ABAQUS/Standard를 사용하여 재료 비선형 및 접촉을 고려한 구조해석을 수행하였다. 구조최적화를 위하여 응력이 상대적으로 낮은 부위와 작업성을 고려하여 설계변수를 선정하고, 실험계획법의 직교배열표를 활용하여 설계변수에 대한 각 부위의 민감도와 경량화 모델을 도출하였다.

Key words : 턴오버(turn-over)-용 지그, 크레인 작업 하중, 구조 최적화, 실험계획법, 경량화

중형엔진 실린더 프레임 턴오버용 지그의 구조 최적화

이종환, 손정호

현대중공업 선박해양연구소

 HYUNDAI Heavy Industries Co., Ltd.

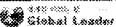
연구배경 및 목적

연구배경

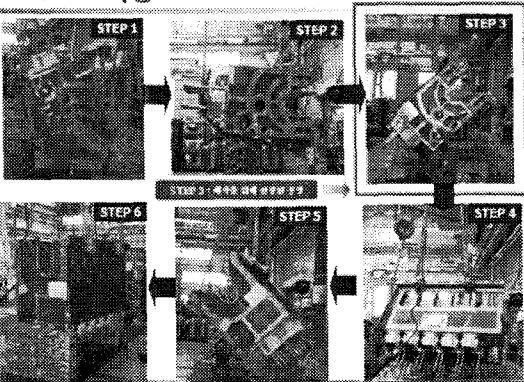
- 실린더 프레임 턴오버용 지그는 구조 안전성이 중요.
- 지그의 중량이 무거우면 작업 효율 및 생산성이 크게 저하될 수 있다.

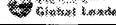
연구목적

- 지그의 안전성 검토 및 경량화를 통한 현장성을 갖춘 실용적인 지그 제작이 필요.
- 현장 작업자가 들 수 있는 최대 중량(20kg)을 넘는 지그를 적극 대상으로 선정.
- 구조해석과 구조최적화 방법을 사용하여 최적의 지그 설계안을 도출.

 HYUNDAI Heavy Industries Co., Ltd.

Turnover 과정



 HYUNDAI Heavy Industries Co., Ltd.

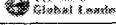
크레인 하중의 조합(KS 규격)

중력계수(β)

작업 사항	0	1	2	3	4
작업자 무게	작업자 무게를 고려한 작업자 무게 사용	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게
작업자 무게	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

작업 계수(M)

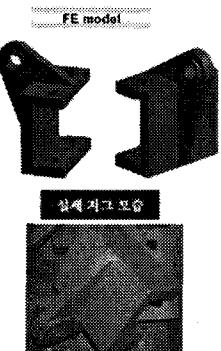
작업의 범위	0	1	2	3	4	5	6	7	8	M
작업자 무게	작업자 무게를 고려한 작업자 무게 사용	작업자 무게 작업자 무게								
환경 조건	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게	작업자 무게 작업자 무게

 HYUNDAI Heavy Industries Co., Ltd.

+ 이종환(현대중공업 기계설계연구실), E-mail: hw73@hh.i.co.kr, Tel: 052)230-4579

++ 손정호, 현대중공업 기계설계연구실

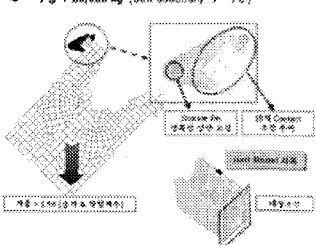
구조해석 모델 및 하중조건



설계 지그 모형

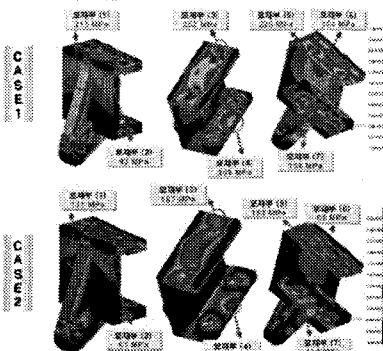
- 핵심조건 : 새로 설치해석
 - CASE 1
 - 사용 1.5kg/m² 중력계수(0.4) & 적설계수(1.0)
 - 중력 & 저온 계수(1.0) 관리에서 고려한 대기온에 따른
 - CASE 2 : 차운 반 고려

● 차운 : 35,322 kg (Sub assembly 주 차운)



HYUNDAI Global Leader

지그의 등가응력 분포



HYUNDAI Global Leader

HYUNDAI Global Leader

지그의 구조강도 평가

Case	최대 허용응력 분포						
	1	2	3	4	5	6	7
Case 1	215	92	232	205	228	174	158
Case 2	215	200	232	137	137	238	158

- 안전율 : 1.5kg/m² 관리 중력에 경우에 평가해요.
- 설계 기준 : 풍자 기준(Design Wind Stress)
- 차운 : 35,322 kg
- 최소 양복응력(min. yield stress, Sy) : 245 MPa
- 차운 영향 강도(Steel, Concrete Strength, So) : 400 MPa
- 풍자 계수 : 1.0은 관리 중력에 적용되는 풍자 계수

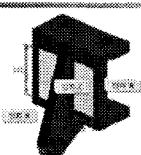


* 참고 : 풍자 평균 2.0kg/m² 관리 중력에 적용되는 풍자 계수는 Case 3의 경우 적용하여 차운 영향이 적용되었고 차운의 영향은 평균 적용

HYUNDAI Global Leader

HYUNDAI Global Leader

직교베일표를 이용한 구조 최적화



Case	최대 허용응력 분포						
	1	2	3	4	5	6	7
CASE 1	215	92	232	205	228	174	158
CASE 2	215	200	232	137	137	238	158

설계변수

- 기준대 판 두께 : 인자 A
- 차운 접촉 판 두께 : 인자 B
- 홀의 유후 : 인자 C

설계변수	수준	
	0	1
인자 A	20 mm	30 mm
인자 B	20 mm	30 mm
인자 C	有	無

HYUNDAI Global Leader

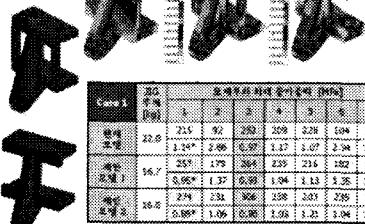
HYUNDAI Global Leader

제안된 경량화 모델

현재 모델
● 가운데 판 두께 : 30 mm
● 차운 접촉 판 두께 : 30 mm
● 구멍의 유후 : 有
● Weight : 22 kg



제안 모델 1
● 가운데 판 두께 : 20 mm
● 차운 접촉 판 두께 : 30 mm
● 구멍의 유후 : 有
● Weight : 16.7 kg



제안 모델 2
● 가운데 판 두께 : 20 mm
● 차운 접촉 판 두께 : 30 mm
● 구멍의 유후 : 有
● Weight : 16.0 kg



* 안전율 : 최소 허용응력(1.5kg/m²)에 증가율에요.

HYUNDAI Global Leader

결론

- 지그 2개로 설린더 프레임을 턴 오버할 때를 가장 가혹한 하중조건으로 판단 → 해석 조건으로 2개의 하중조건 적용

▶ 설린더 프레임의 차운 × 1.5kg(총력 및 적설 계수(KS 참조)) : Case 1

▶ 설린더 프레임의 차운 반 고려 : Case 2

- 상대적으로 응력이 낮은 부분의 두께를 설계변수로 선정

▶ 3개 설계변수 : 지그의 중간 판 두께(A), 차운 접촉하는 판 두께(B), 중간 판의 구멍 유후(C)

- 실험계획법으로 각 설계변수의 민감도 조사

▶ 지그 두께는 A와 C의 변화가 가장 효과적이나, 지그의 줄드의 접촉부의 응력에 큰 영향을 미침.

- 경량화 모델 2개 제시

▶ 지그의 중간 판 두께(A) 감소와 중간 판의 구멍 가공(C)

▪ 세안 모델 1(16.7 kg), 세안 모델 2(16 kg)

HYUNDAI Global Leader

HYUNDAI Global Leader