

2014년도

자동차공학 설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 자동 철근 결속기

(Automatic Iron-rod Binder)

팀명: C.M.R

2014. 06.

대 구 대 학 교 기계·자동차공학부

2014년도

자동차공학 설계프로젝트 최종 보고서

과제명 : 자동 철근 결속기

(Automatic Iron-rod Binder)

2013년 09월 01일 ~ 2014년 06월 30일

팀명: C.M.R

자동차공학 설계프로젝트 최종보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

2014. 06.

대 구 대 학 교 기계·자동차공학부

제 출 문

대구대학교 기계·자동차공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계·자동차공학부 설계프로젝트 과제
‘자동 철근 결속기’의 결과보고서로 제출합니다.

과제기간 : 13. 09. 01 ~ 14. 06. 30.

2014. 06.

지도교수 :	임 학규 (인)
	김 세호 (인)
대표학생 :	황 덕우 (인)
참여학생 :	이 정훈 (인)
	이 종석 (인)
	이 종원 (인)

최종보고 요약문

과제명	자동철근 결속기
팀명	C.M.R
팀원	황덕우, 이정훈, 이종석, 이종원
과제기간	2013년 09월 01일 ~ 2014년 06월 30일

1. 연구개발 목표

건설현장에서는 여러 가지의 건설 도구와 자재가 필요하다. 사람이 할 수 없거나 보다 쉬운 작업을 위해서 건설 현장에서 건설 도구는 필수적이다. 이번 저희 조가 진행하고 한 부분은 건설현장에서의 한 도구인 철근 자동 결속기이다.

하지만 현재 철근 결속은 건설 현장에서는 주로 수작업으로 철근을 결속하고 있다. 적은 양도 아니다. 철근을 정교하게 결속 할 수 있는 작업자가 장시간 수작업으로 철근을 묶을 시 손과 손목에 무리가 많이 가며 작업 능률이 떨어져 공사 기간이 길어지게 된다. 수작업으로 철근을 결속할 시 숙련자의 경우 하루 1500~2500개의 철근이 결속이 가능하지만 비숙련 자는 결속하는 자체에서도 애로사항이 있을 것이며 결속에도 작업속도는 차이가 날 수 밖에 없다.

하지만, 자동 철근 결속기 같은 경우 하루 3000~4000개까지의 철근을 결속 작업이 가능하다. 비숙련자도 결속 작업에 관계없이 자동 철근 결속기를 사용하여 쉽게 철근을 결속할 수 있다. 현재 시중에서 사용되는 철근 결속기는 수요가 작고 작동 시 비결속 및 잦은 오작동이 발생하기도 한다. 오작동이 발생 시 수작업 보다 공사기간이 느려진다. 따라서 현재는 시판 된 자동 철근 결속기 외에는 판매 및 특허가 소멸 된 상태이다. 저희 조는 자동 철근 결속기의 오작동의 원인을 찾고 해당 원인을 바탕으로 분석 및 성능시험을 통해 자동 철근 결속기를 개선시키고 기회가 된다면 특허 및 자문을 받은 회사 사장님에게 전달하고자 한다.

2. 연구개발 내용 및 범위

자동 철근결속기 부품 변경을 통한 오작동 최소화 하고 CATIA를 이용한 자동 철근결속기 부품(트위스터,미드가이드)설계를 한다.

트위스터 내경부에 헬리코일을 삽입하여 마모를 방지 하여 hyperworks 해석 프로그램을 바탕으로 부품의 경향 분석을 한다. 마지막으로 자동 철근 결속기 성능시험을 한다.

3.연구결과

트위스터, 미드가이드의 부품 변경 후 오작동 최소화 하고 설계도면을 가지고 와이어 이탈 현상 최소화 한다.

트위스터 내경에 헬리코일을 삽입하여 마모방지와 변경부품으로 인한 문제가 없음을 해석결과로 확인을 하였다 또한, 성능시험을 통하여 오작동이 없음을 확인을 한다.

4.기대효과

수작업보다 훨씬 더 빠른 시간절약이 가능하다.(기계 오작동이 적어져 작업속도 향상)

그리고 기존제품에 비해 더 장시간 작업이 가능하고, 건설현장에서 기존에 쓰이는 철근보다 더 굵은 철근을 사용하여 철근결속이 가능하다. 또한 손목관절에 무리가 덜 가므로 작업자의 피로도가 적을 것으로 예상된다.

목 차

제1장 과제 내용 및 목표	1
제1절 목적 및 필요성.....	1
제2절 과제의 목표.....	2
제3절 기대효과 및 활용방안.....	2
제4절 시장조사.....	3
제5절 특허조사.....	4
제2장 개념설계 및 부품설계	6
제1절 개념설계.....	6
1.1 기존 부품의 문제점.....	6
제2절 부품설계.....	6
2.1 트wis터.....	6
2.2 미드가이드.....	8
2.3 헬리코일.....	9
제3절 구동원리.....	9
제3장 업체선정 및 부품제작	10
제1절 업체조사.....	10
제2절 제작결과물.....	11
제4장 분석 및 시험	12
제1절 부품해석.....	12
1.1 트wis터.....	12
제2절 해석결과.....	14
2.1 경향분석.....	14
제3절 성능시험.....	19
3.1 시험조건 및 결과.....	19
제5장 결론	22
제1절 총평.....	22
제2절 제언.....	23
[참고문헌]	24
[부 록]	25

제1장 과제 내용 및 목표

제 1절 목적 및 필요성

건설현장에서는 여러 가지의 건설 도구와 자재가 필요하다. 사람이 할 수 없거나 보다 쉬운 작업을 위해서 건설 현장에서 건설 도구는 필수적이다. 이번 저희 조가 진행하고 한 부분은 건설현장에서의 한 도구인 철근 자동 결속기이다.

하지만 현재 철근 결속은 건설 현장에서는 주로 수작업으로 철근을 결속하고 있다. 적은 양도 아니다. 철근을 정교하게 결속 할 수 있는 작업자가 장시간 수작업으로 철근을 묶을 시 손과 손목에 무리가 많이 가며 작업 능률이 떨어져 공사 기간이 길어지게 된다. 수작업으로 철근을 결속할 시 숙련자의 경우 하루 1500~2500개의 철근이 결속이 가능하지만 비숙련자는 결속하는 자체에서도 애로사항이 있을 것이며 결속에도 작업속도는 차이가 날 수 밖에 없다. <그림1.1.1>은 수작업 결속고리이다.

하지만, 자동 철근 결속기 같은 경우 하루 3000~4000개 까지의 철근을 결속 작업이 가능하다. 비숙련자도 결속 작업에 관계없이 자동 철근 결속기를 사용하여 쉽게 철근을 결속할 수 있다. 현재 시중에서 사용되는 철근 결속기는 수요가 작고 작동시 비결속 및 잦은 오작동이 발생하기도 한다. 오작동이 발생시 수작업 보다 공사기간이 느려진다.

<그림 1.1.2>는 외국에서의 자동 철근 결속기를 이용하여서 결속을 하고 있는 모습이다. 따라서 현재는 시판 된 자동 철근 결속기 외에는 판매 및 특허가 소멸 된 상태이다. 저희조는 자동 철근 결속기의 오작동의 원인을 찾고 해당 원인을 바탕으로 분석 및 성능시험을 통해 자동 철근 결속기를 개선시키고 기회가 된다면 특허 및 자문을 받은 회사 사장님에게 전달하고자 한다.



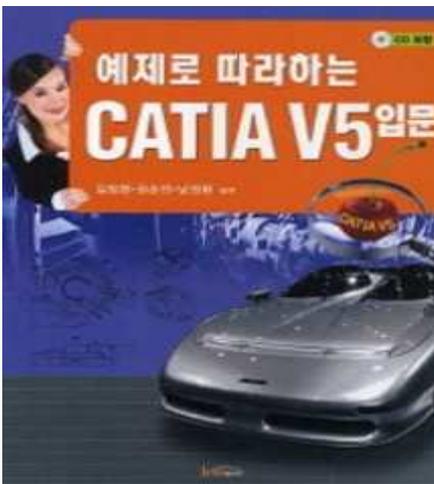
< 그림1.1.1 수작업용 결속고리 >



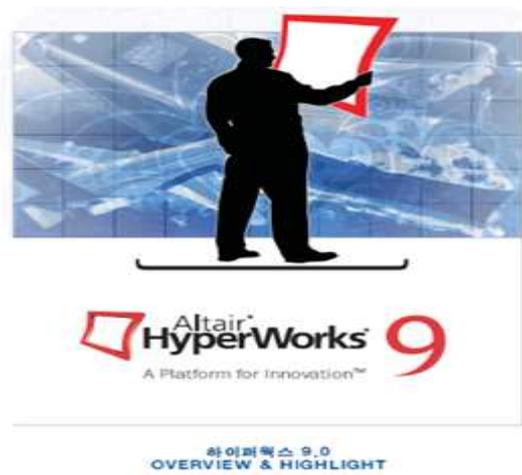
< 그림1.1.2 외국의 철근 결속 사진 >

제 2절 과제의 목표

- 건설현장에서의 사용되는 건설 장비인 자동 철근 결속기 제작 하므로써 수작업으로 간편한 작업 실시
- 자동 철근 결속기의 오작동 최소화
- 건설현장에서 사용되는 철근(Ø50)의 적합한 크기의 결속력
- CATIA를 이용한 자동 철근결속기 부품설계 및 분석<그림1.2.1>
- Hyper Mesh를 이용한 부품 해석을 통한 분석<그림1.2.2>
- 자동 철근 결속기 내부 부품 마모 방지 대책방안



< 그림1.2.1 CATIA >



< 그림1.2.2 Hyperworks >

제 3절 기대효과 및 활용방안

산업 및 건설기계현장에서 철근을 결속하는 결속기가 필요하다. 많은 장비를 사람이 수작업으로 작업하는 경우가 많다. 하지만 결속량은 많은데 반면에 제한된 인부와 시간으로 인해 작업시간의 애로 사항이 많다. 현재 철근을 결속하는 작업은 주로 결속공이 하는데 이 때, 손과 손목에 무리가 올 수 있으며, 작업의 공사기간 증가 및 효율성 측면에서 효과를 기대하기가 어렵다. 건설현장에서는 이외의 많은 장비들이 있지만 자동 철근 결속기의 보급이 되어 있지 않다. 자동 철근 결속기의 개선으로 인해 보급함으로써 자동으로 작업을 하게 되면, 할 경우 소수 인원으로 작업 공사 시간 절약 및 비용적인 측면에서 큰 기대를 할 수가 있다. 사전에는 자동 철근 결속기가 유통되어 공사현장에 사용이 되었지만 현재는 특히 소멸 및 보급이 중단되었다. 이유로는 수입품이나 국내에 제품들이 오작동을 일으킬 염려가 있고, 오작동 되는 부품의 개량이 현재 개발되어지지 않고 있다. 이번 저희 조가 부품을 개선함으로써 부품의 오차와 오작동을 개선 후 정확한 결속을 하는 자동 철근 결속기를 제작하여 높은 효과를 기대해보도록 한다.

제 4절 시장조사

현재 시중에 판매 되었던 철근 자동 철근 결속기와 성능 찾아보고 철근 자동 결속기의 성능의 비교를 해보았다. 표1.3.1은 A회사 제품 사양표, 표1.3.2는 B회사 제품 사양표이다. 우리는 이 두 표를 가지고 두 회사를 비교해보았다.

Item	Model	RBR-520H (0.9~1.1mm)	RBL0911 (0.9~1.1mm)	RBS-0911 (0.9~1.1mm)	RBL-1214 (1.2~1.4mm)	RBS-1214 (1.2~1.4mm)		
Binder 바인더	Weight	1,30kg	1,38Kg	1,36Kg	1,4Kg	1,36Kg		
	Size(L x W x H)	30X18X5cm	32X23X5cm	29,5X21X5cm	32X23X5cm	29,5X21X5cm		
	Scope of binding	10~56mm	10~56mm	10~32mm	10~56mm	10~32mm		
Battery 배터리	Capacity	16,8V, 2000mAh	16,8V, 2000mAh	16,8V, 2000mAh	16,8V, 3200mAh	16,8V, 3200mAh		
	Weight	310g	310g	310g	450g	450g		
	Quantity of binding	about 900 sites	900 sites	1000 sites	600 sites	700 sites		
	Time of recharge	about 2hours	about 2 hours					
Binding wire (1roll) 결속선	Thickness of line	0,9mm	0,9mm	1,0mm	1,1mm	1,2mm	1,3mm	1,4mm
	Length	64M	64M	56M	46M	39M	34M	29M
	Weight	320g	320g	340g	340g	340g	340g	340g
	Average number of binding (19m/m x 19m/m)	380 sites	320~350 sites	280~310 sites	230~260 sites	200~220 sites	170~190 sites	150~160 sites
	Covering	zinc-plate	zinc-plate					

< 표1.3.1 A회사 제품 사양 >

제품사양	RB-397 (KP-400) 1 PCS 무게 2.1kg, 결속선(코일) TW-897 RB-655 (KP-600) 1 PCS 무게 3.0kg, .결속선(코일) TW-1525 공통적용
결속선 지름	RB-395 0.8 mm, RB-655 1.5 mm
결속속도	약 1초 코일당 결속수 약 150~170 개당 15원 내외 1회 충전시 사용코일 수 2~3코일
결속가능 최소 철근두께	15 mm 결속가능 최대 철근두께 : RB-395 15~43 mm까지 결속 /// RB-655 20~65 mm까지 결속
사용 배터리 JP 409 ,배터리 규격	(중량:550 g) DC 9.6V 2.0Ah ,충전 소요시간 약 30분
단가	2,800,000원

< 표1.3.2 B회사 제품 사양 >

비교 분석

가격, 배터리의 무게, 제품사양 및 결속선의 지름에서 A회사의 철근 결속기가 확연하게 뛰어난걸 알 수 있었다.

제 5절 특허조사

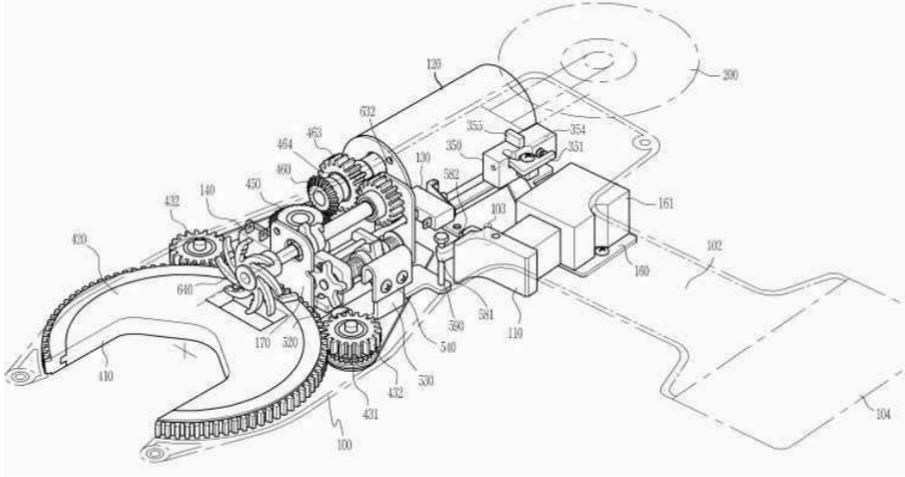
특허조사 결과 자동 철근결속기의 특허는 현재 소멸된 상태다. 저희는 소멸된 특허를 확인하고 표로 정리하였으며, 그 특허는 다음과 같다.

< 표 1.5.1 관련특허 >

개발기술명	자동 철근 결속기	
Int CI 코드	E04G 21/ 12(2000. 01)	
검색키워드	자동 철근 결속기, 결속기	
검색건수	55건	
유효특허건수	20건	
핵심특허 및 관련성	특허명	철근 자동결속기 (Automatic binding apparatus for reinforcement bars)
	특허상태	소멸 (등록료불납)
	보유국	대한민국
	출원번호 (일자)	2020030025320 (2003.08.06)
	대표도면	

⇒표 1.5.1의 특허는 현재 소멸(등록료 불납)된 상태이며, 철근결속기의 내부 부품에 대하여 자세히 나와 있으며 시중에 나와 있는 드릴과 유사하게 앞 부분의 톨 부분과 손잡이 부분으로 되어있고, 내부에 센서가 동작하여 회전을 정회전, 역회전으로 변경 시켜주며 와이어가 철 부분을 절단 시켜주는 방식이다.

< 표 1.5.2 관련특허 >

개발기술명		자동 철근 결속기
Int CI 코드		E04G 21/ 12(2006. 01)
검색키워드		자동 철근 결속기, 결속기
검색건수		55건
유효특허건수		20건
핵심특허 및 관련성	특허명	철근 자동 결속기 (An auto-binding apparatus for reinforcing)
	특허상태	소멸 (등록료불납)
	보유국	대한민국
	출원번호 (일자)	1020030060444 (2003.08.29)
	대표도면	

⇒표 1.5.2는 현재 소멸(등록료 불납)된 상태이며, 와이어가 밖에 나와 있어서 안으로 공급되는 형식으로 배터리 및 많은 기어들이 내부에 장착되어 있다. 중간에 트위스터 부분의 와이어를 절단하여주며, 모터와 센서 형식으로 되어있다.

제2장 개념설계 및 부품설계

제 1절 개념설계

- 전원 ON을 하게 되면 내부 방아쇠를 당겨진다. 이후 Key판(제 1sensor)에 스위치를 ON에 오게끔 할 수 있다.
- 동시에 결속선이 2.4cm ~ 3cm정도 Lead 하게 된다. Lead 된 결속선은 Career에 있는 holder에 장착 된다.
- 다음으로 moter가 자회전 하게 되고, career가 결속선을 물고 1바퀴 회전한 후 제자리에 온다.
- 이와 동시에 Stop바를 치고 제 2sensor을 막아준다.
- 제 2sensor 작동하면 moter가 우회전을 하게 되며 cutter 부분에서 전단된다.
- 트위스터가 감겨 1회 동작 후 마무리 되어 결속된다.

1. 기존부품의 문제점

철근을 결속할 경우에 100번 중 2 ~ 3번에 오작동이나 결속실패가 일어나는 문제점을 발견 하였으며, 이 문제를 해결하기 위한 개선사항으로 트위스터와 미드가이드로 총 2가지로 축약 되었다. 트위스터 부는 철근을 엮는 마지막 단계인 감는 역할을 수행하는 장치로 모터의 구동에 의해 정회전시 캐리어가 와이어를 인도 한 후 역 회전하여 트위스터에 동력을 전달 및 와이어를 엮어 주게 된다. 트위스터는 마찰량에 의해 결속력이 정해지게 되며, 현재 트위스터는 외경이 $\varnothing 36$ 이고 이 경우 트위스터 덮개와 트위스터 사이에 틈이 발생된다. 미드 가이드 부는 와이어가 이탈하지 않게 방지해주는 부품인데 현재 미드 가이드부는 각도와 크기가 최적화 되어있지 않다.

제 2절 부품설계

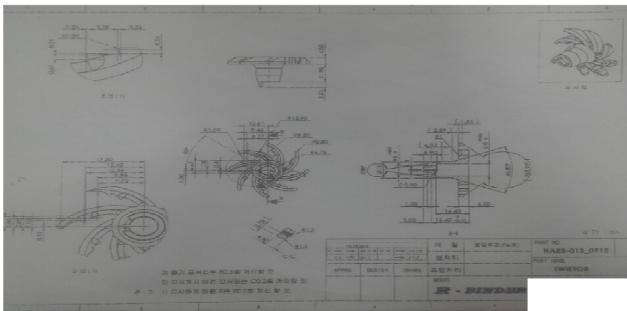
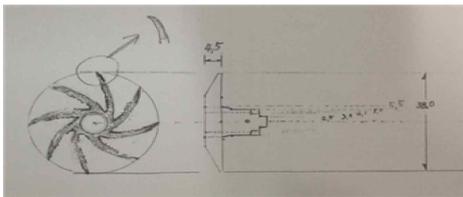
1. 트위스터

현재 트위스터부의 외경은 $\varnothing 36$ 이다. 이 경우 트위스터 덮개와 트위스터 사이에 틈이 발생되고 있다. 이 틈으로 와이어가 이탈하는 현상이 생기기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위하여 A회사를 직접 찾아가서 자문을 받고 부품에 대하여 많은 이야기를 나눴다. <그림 2.2.1>은 A회사에 직접 회사를 찾아가 대표이사의 조언을 받는 그림이다.

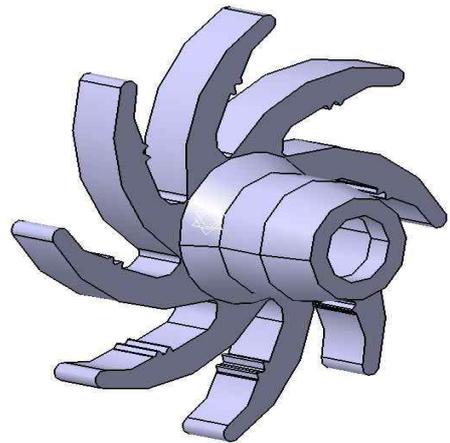


< 그림 2.2.1 A회사 자문 >

사장님과 상의결과 덮개와 트위스터 사이 틈을 없애기 위하여 외경을 $\varnothing 38$ 로 변경하여서 재설계 한 후 트위스터를 장착해보기로 하였다. <그림 2.2.2>은 A회사에서 받은 트위스터 도면이다. 도면을 참고하여 CATIA를 이용하여 3D 모델링을 하여 트위스터를 재설계 하였다. <그림2.2.3>는 CATIA 트위스터 3D 모델링이다.



< 그림 2.2.2 트위스터 도면 >

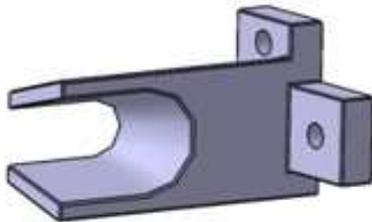
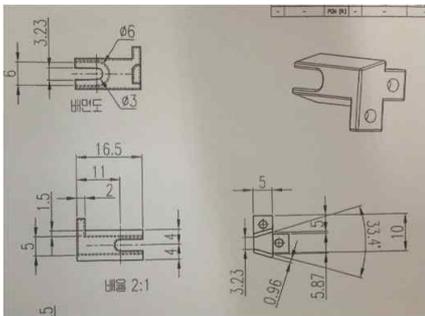


< 그림 2.2.3 트위스터 3D 모델링 >

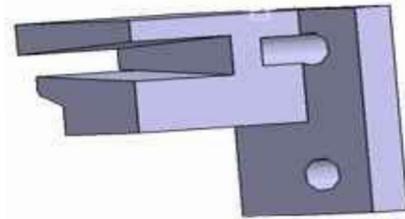
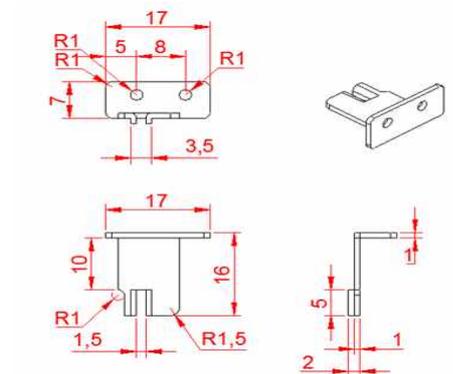
2. 미드가이드

현재 미드가이드부는 와이어의 이송 역할을 수행해준다. 하지만 와이어의 굵기에 맞게 각도와 크기가 최적화 되어 있지 않아서 와이어가 어긋나는 경우가 많이 발생하고 있다. 이에 직접 기존 미드가이드 부품을 자동 철근결속기에 맞게 재설계 하였다. 기존보다 크기를 더 크게 주고 내부 경사각을 더 크게하여 와이어가 어긋나지 않고 이송이 잘 되도록 하였다.

<그림 2.2.4>는 기존의 미드가이드 도면과 CATIA 모델링 그림이다. <그림 2.2.5>는 미드가이드의 재설계와 CATIA 3D 모델링 그림이다.



< 그림 2.2.4 도면 및 기존 미드가이드 >



< 그림 2.2.5 미드가이드 재설계 >

3. 헬리코일

헬리코일<그림2.2.6>은 주로 나사와 볼트 사이의 마모 또는 손상을 방지해주는 나사 인서트 제품이다. 현재 저희 조가 트위스터 내부에 헬리코일을 장착함으로써 철근 결속시 철근을 트위스터 현상으로 인한 부품 마모현상을 줄이고 손상방지에 목표를 갖고 있다.



< 그림 2.2.6 헬리코일 >

제 3절 구동원리

- 전원 ON을 하게 되면 내부 방아쇠를 당겨진다. 이후 Key판(제 1sensor)에 스위치를 ON에 오게끔 할 수 있다.
- 동시에 결속선이 2.4cm ~ 3cm정도 Lead 하게 된다. Lead 된 결속선은 Careear에 있는 holder에 장착 된다.
- 다음으로 moter가 자회전 하게 되고, career가 결속선을 물고 1바퀴 회전한 후 제자리에 온다.
- 이와 동시에 Stop바를 치고 제 2sensor을 막아준다.
- 제 2sensor 작동하면 moter가 우회전을 하게 되며 cutter 부분에서 전단된다.
- 트위스터가 감겨 1회 동작 후 마무리 되어 결속된다.

제3장 업체선정 및 부품제작

제 1절 업체조사

관련업체 조사 및 문의로 해보고자 A회사와 B회사의 제품을 검토 해보았다.

	(주) A 회사	(주) B 회사	
제품 사양	RBR-520H 무게 1.3kg	RB-395 (KP-400) 무게 2.1kg	RB-655 (KP-600) 무게 3.0kg
결속선 지름	RBR-520H 0.9mm	RB-395 0.8 mm	RB-655 1.5 mm
배터리 중량	800g	1050g	
가 격	88 만원	132 만원	

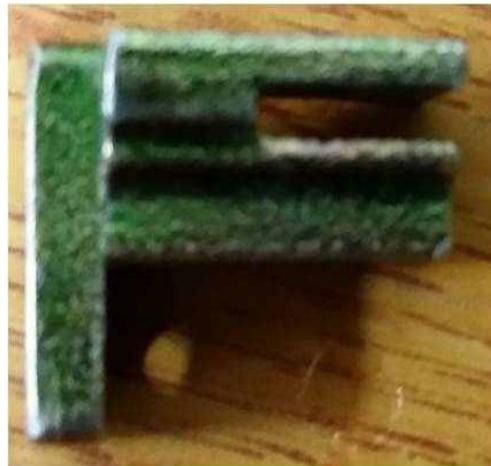
검토 결과 (주) B 회사 보다 (주) A 회사의 제품의 사양, 결속선의 지름 및 배터리의 중량부분에서 나아 보였으며 그 결과 (주) A 회사 제품을 선정하였다. <그림 3.1.1>은 A 회사 결속기이다.



< 그림 3.1.1 A회사 자동 철근 결속기 >

제 2절 제작 결과물

재설계한 도면을 가지고 A회사에 사장님께 부탁을 하여서 기존 부품으로 결합된 자동 철근 결속기를 받았다. 그리고 추후 사장님께 재설계한 도면을 참고하여 새로운 부품을 받았다. <그림 3.2.1>은 기존 트위스터와 미드가이드다. <그림 3.2.2>는 재설계한 변경부품이다.



< 그림 3.2.1 기존 부품 >

< 그림 3.2.2 변경 부품 >

제4장 분석 및 시험

제1절 부품해석

1.트위스터

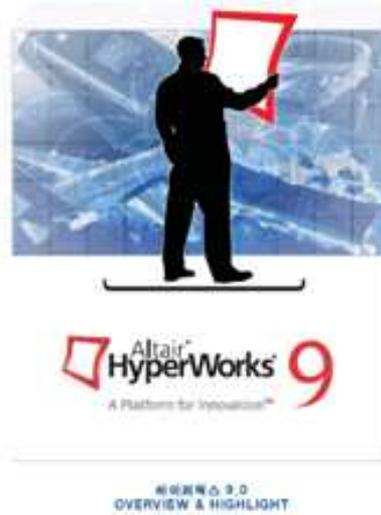
기존에 있던 트위스트와 재설계한 트위스터를 가지고 HyperWorks의 프로그램을 이용하여 해석을 하였다. 해석 조건은 중심부를 구속하였으며 자동 철근결속기 내부의 모터가 토크값을 잡아주므로 모터의 구동에 의한 와이어가 트위스터에 걸리는 장력값을 적용하여서 해석을 진행하였다. 모터의 데이터를 참고하여 모터의 최대토크값 50kgf/cm를 기준으로 장력을 계산하였다.

먼저 토크는 $T=FS$ 이며, 따라서 장력값 F 는 $F=T/S$ 로 나타낼수가 있다. 여기서 F 는 힘 T 는 토크 S 는 거리를 말한다. 그래서 모터의 데이터를 참고하여 50kgf/cm를 mm로 단위변환을 시행하였다. 즉, 장력 $F = \frac{50kgf/cm}{10mm} = 5kgf/mm$ 로 5kgf/mm로 나타낼수가 있다. 마지막으로 단위변환한 값을 이용하여 모터와 트위스터의 거리를 이용하여 장력값을 구하였다. 그 결과 장력 $F = \frac{5kgf/mm}{0.160mm} = 31.20319521\dots N/mm$ 로 결과가 나타났다. 따라서 우리는 장력값을 31.2N/mm로 가정하여 해석을 진행하였다. <그림 4.1.1>은 모터와 트위스터의 거리를 직접 재어 본 그림이다.



< 그림 4.1.1 모터와 트위스터까지의 거리 >

우리는 구한 장력값을 이용하여 CAE S/W인 Hyperworks를 이용하여 해석을 진행하였다. <그림4.1.2>는 S/W Hyperworks의 그림이다.



< 그림 4.1.2 Hyperworks >

Hyperworks를 이용하여 기존에 설계했던 Ø36트위스터와 Ø38트위스터를 해석을 진행하였다. 먼저 트위스터의 중심부를 구속하였으며, 트위스터의 날 부분에 31.2N의 장력힘을 주었다. 그리고 경향성을 분석하기 위하여 물성치를 4개를 이용하여 해석을 진행하였으며, 날 부분을 중심으로 앞뒤로 ±1.3mm씩 거리를 주어서 해석을 진행하였다. <표4.1.1>과 <그림 4.1.3>은 트위스터의 S/W 해석과 조건을 나타낸것이다.

해석조건	
구속조건	중심부 구속 (주황)
힘	31.2 N (청록색)
물성치	- FE - Steel(High Carbon) - Iron(Alloy Cast) - Aluminum(T6061)
❖거리에 물성치를 바꿔가며 진행 ❖거리는 날부분을 중심으로 ±1.3mm ❖각 물성치 해석 수행 후 물성치 변경 ❖Mesh Size는 0.3mm	

< 표 4.1.1 트위스터 해석조건 >



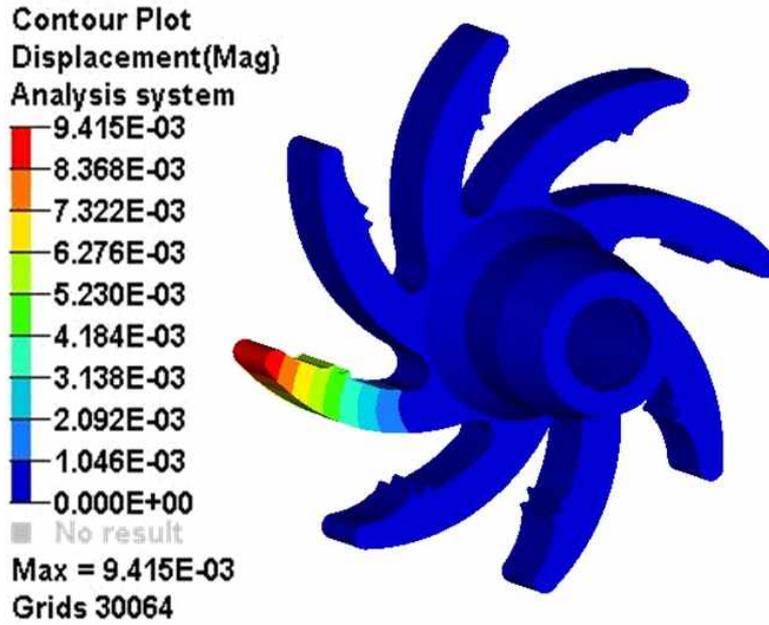
< 그림 4.1.3 트위스터 해석부 >

각 물성치와 날 부분 거리값을 따로 분석하여서 진행하였다. 그리고 그 결과는 표로 정리하여 마무리 하였다. 변위량 기준은 0.05mm로 정하였고, 응력값은 각 재료의 항복응력을 넘지 않게 설정하였다.

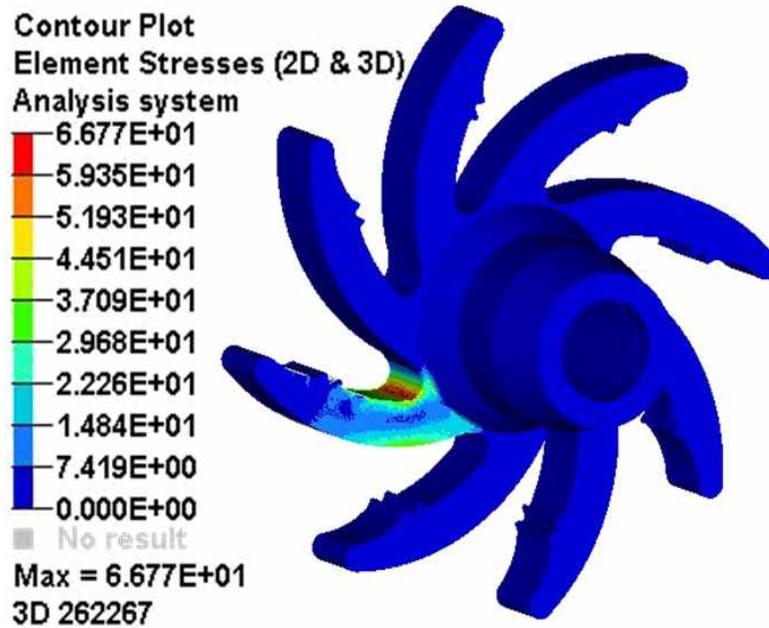
제 2절 해석결과

1. 경향분석

해석결과를 바탕으로 결과를 정리하였다. <그림 4.2.1>은 트위스터 부에 미치는 변위 결과이며 <그림 4.2.2>는 트위스터 부에 미치는 응력 결과 값이다. 각 부분의 그림은 값이 거의 미미하게 변하면서 변위부와 응력 부는 똑같이 나타나는 경향성을 보이고 있다.

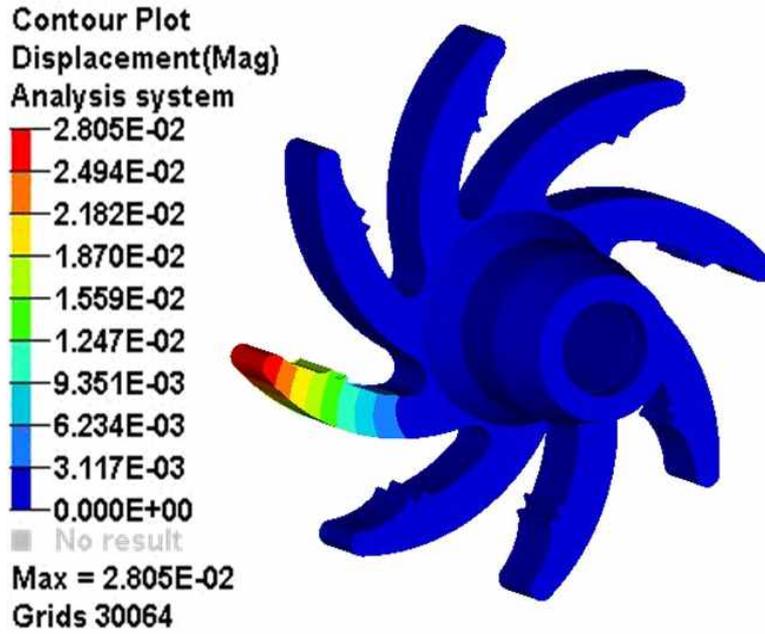


< 그림 4.2.1 Ø36 트윈스터 Displacement >

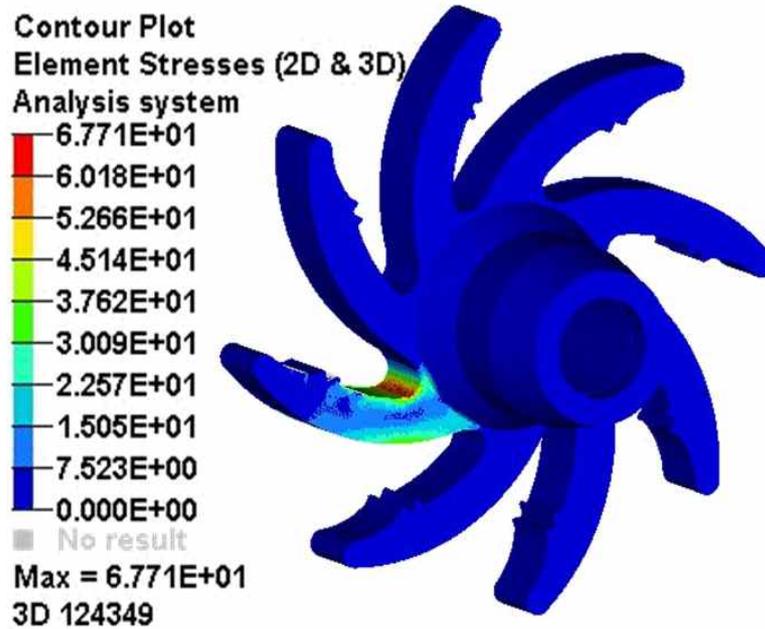


< 그림 4.2.2 Ø36 트윈스터 Stress >

<그림 4.2.3>과 <그림4.2.4>는 Ø38 트윈스터에 대한 변위 및 응력 결과 그림이다.



< 그림 4.2.3 Ø38트위스터 Displacement >



< 그림 4.2.4 Ø38 트위스터 Stress >

Ø38 트위스터도 마찬가지로 값이 거의 미미하게 변하면서 변위부와 응력부는 똑같은 경향을 나타내고 있다. 우리는 모든 날이 똑같이 평행하기 때문에 한쪽 날을 중심으로 결과값을 정리하였다. <표 4.2.1>는 Ø36의 트위스터를 결과 정리한 것이다.

	Fe	Steel (HighCarbon)	Iron (Alloy Cast)	AL6061
변위(앞)	0.0094 mm	0.0099 mm	0.012 mm	0.028 mm
변위(중)	0.0062 mm	0.0065 mm	0.0082 mm	0.018 mm
변위(뒤)	0.0036 mm	0.0038 mm	0.0048 mm	0.011 mm
응력(앞)	66.84 MPa	66.87 MPa	66.9 MPa	66.77 MPa
응력(중)	49.39 MPa	49.41 MPa	49.43 MPa	49.33 MPa
응력(뒤)	33.71 MPa	33.77 MPa	33.81 MPa	33.51 MPa

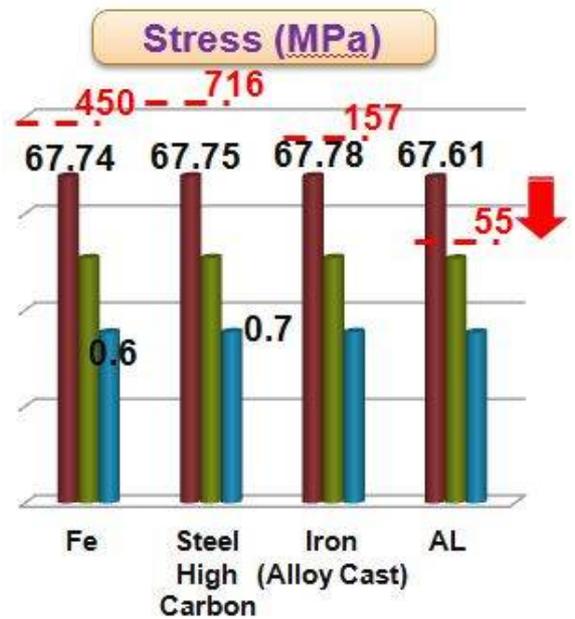
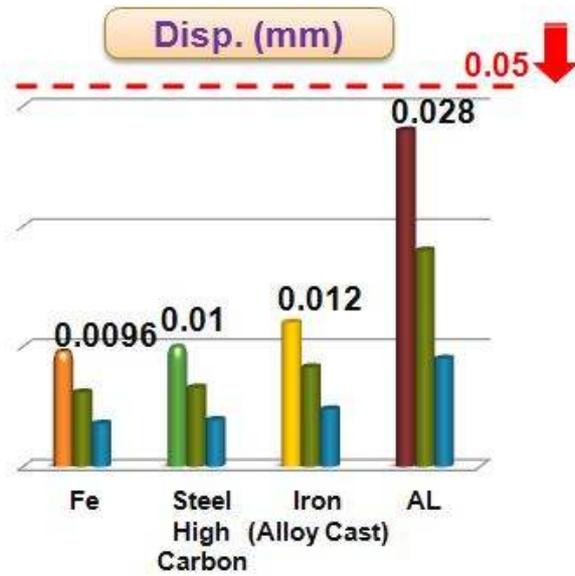
< 표 4.2.1 Ø36 해석 결과 >

재료와 거리에 따라서 비슷한 결과를 얻을 수 있었으며, Fe계는 비슷한 응력과 변위량이 나타남을 알 수가 있었다. 단 알루미늄 같은 경우는 Fe계에 비해 변위량은 더 높음을 알 수가 있었으나 우리가 기준인 변위량은 넘지 않았다. 다음 <표 4.2.2>는 Ø38트위스터의 결과를 정리한 것이다.

	Fe	Steel (HighCarbon)	Iron (Alloy Cast)	AL6061
변위(앞)	0.0096 mm	0.012 mm	0.012 mm	0.028 mm
변위(중)	0.0062 mm	0.0066 mm	0.0083 mm	0.018 mm
변위(뒤)	0.0036 mm	0.0039 mm	0.0048 mm	0.011 mm
응력(앞)	67.74 MPa	67.78 MPa	67.78 MPa	67.61 MPa
응력(중)	50.81 MPa	50.83 MPa	50.86 MPa	50.72 MPa
응력(뒤)	35.4 MPa	35.46 MPa	35.48 MPa	35.38 MPa

< 표 4.2.2 Ø38 해석 결과 >

해석결과 그림과 마찬가지로 Ø38의 트위스터 결과도 <표4.2.1>의 Ø36 그래프와 비슷한 경향을 보이고 있다. Fe계는 비슷한 경향을 보이고 있으며 알루미늄의 경우 변위량이 높지만 마찬가지로 기준인 변위량은 넘지 않음을 알 수가 있었다. 각 변위량 기준치와 재료의 항복 응력을 토대로 경향분석을 시행하였다. 그 결과는 <그림 4.2.5>와 같이 나타났다.



< 그림 4.2.5 경향 분석 >

각 해석 결과 값의 최대 변위와 최대 응력값을 기준으로 설정 기준치인 변위 0.05mm와 각 재료의 항복응력 값을 넘는지 확인해 보았다. 그 결과 Fe계의 재료는 항복응력점이 기준치보다 낮게 경향이 나타났으며, 알루미늄은 항복응력보다 높게 나오는 걸로 나타났다. 해석 결과를 토대로 경향을 분석한 결과 Fe계의 재료는 사용해도 별 문제가 없을걸로 판단되며 Al재료는 사용이 불가능할것으로 판단되어지며 변위량도 미미한 것으로 판단되어 진다.

제 3절 성능시험

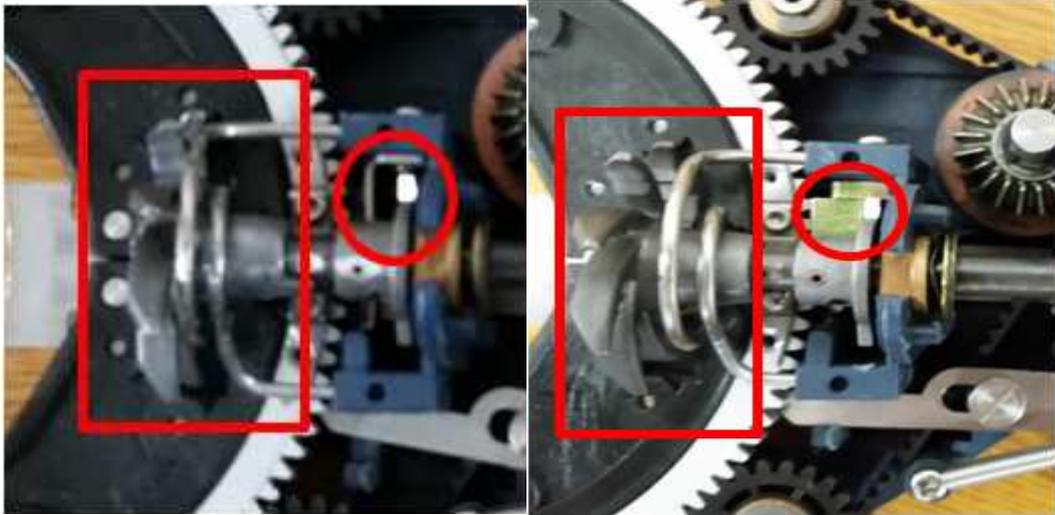
1. 시험조건 및 결과

Ø36의 트위스터와 Ø38 트위스터의 성능차이를 해보기 위하여 시험을 진행하였다. 먼저 각 기준을 100번 철근 결속으로 정한 뒤에 100번 중 각 부분의 오작동과 미 결속여부를 확인해 보기로 하였다. 미드가이드 부는 우리가 최적화한 설계품을 장착하여 진행하였다. <그림 4.3.1>은 철근 결속 시험 그림이다.



< 그림 4.3.1 철근 결속 시험 >

<그림 4.3.2>는 변경 전 모습과 변경 후 모습의 그림을 나타낸 것이다.



< 그림 4.3.2 부품변경 전과 변경 후 >

먼저 Ø36의 트위스터를 가지고 100번 시험을 해보았다. 결속 시험을 위해서 철근을 십자 모양으로 해서 진행하였다. 총 100번의 시험중 3번 결속실패와 와이어 이송의 실패가 일어났다. 그리고 Ø50이상의 철근을 결속하는데 미결속이나 실패가 일어났다. <그림 4.3.3>은 Ø36 트위스터의 시험 그림이다.



< 그림 4.3.3 Ø36 트위스터 결속시험 >

다음으로는 Ø38의 트위스터를 가지고 시험을 해보았다. 똑같은 방법으로 철근을 십자 모양으로 해서 진행하였으며 총 100번의 시험중 결속실패와 와이어 이송 실패를 분석하였다. 그 결과 결속은 모두 성공 하였으며, Ø50~55의 철근도 결속이 가능했다.



< 그림 4.3.4 Ø38 트위스터 결속시험 >

<표 4.3.1>은 결과를 표로 정리한 것이다.

	트위스터 Ø36	트위스터 Ø38
시험 기준	결속횟수 100회	
시험 결과	100번 중 3번 결속 실패 캐리어의 와이어이송 실패	결속 모두 성공
	50이상의 철근 결속 제한 (결속 실패나 꼬임 현상 발생)	Ø50~Ø55 철근도 결속 가능

< 표 4.3.1 결과값 정리 >



< 그림4.3.5 철근 Ø50 >

시험결과 기존에 있던 트위스터 Ø36 비하여 트위스터 Ø38이 결속 실패나 캐리어의 와이어 이송이 일어나지 않았으며 기존 부품보다 더 굵은 철근도 결속이 가능한 것으로 결과가 나타났다. 현재 시중에 건설현장에서 철근 결속기의 부품을 변경 후 사용하면 더 빠른 공사작업 속도 및 어디서든 무난하게 철근의 결속이 가능할 것으로 기대된다.

제5장 결론

제1절 총평

트위스터는 자동 철근 결속기의 개선사항의 하나로써 철근의 결속력과 결속 성공률높이기와 철근의 폭 $\varnothing 50 \sim \varnothing 55$ 정도 결속하기 위해 분석 및 해석을 바탕으로 트위스터를 개선하기로 결정하였다. 그 결과 기존의 트위스터를 $\varnothing 36$ 에서 $\varnothing 38$ 을 제작하여 바꿈으로써 더 빠른 공사 작업 속도 및 공사장에서 사용되는 모든 철근을 결속이 가능하게 되었다.

미드 가이드는 자동 철근 결속기의 개선사항의 하나로써 철근이 결삭과정에서 캐리어 부분으로 이속되지 않고 이탈하는 경우가 많이 발생하였다. 그리하여 철근의 결속 성공률을 높이기 위하여 철근이 미드가이드 내경으로 삽입되는 폭과 길이를 연장하여 경사를 더 급하게 하여 이속이 더 잘 되도록 설계한 결과 원하였던 대로 이속이 잘 되었다

자동 철근 결속기는 건설기계의 한 부분으로써 비숙련자도 쉽게 작동이 가능하며 공사기간을 절감 할 수 있는 기계이다. 철근 결속기의 작동원리 숙지하고 숙달하였으며, 이 기간 중에 이송 및 결속의 문제점을 해결할 수 있었다. 그 해결법으로는 미드가이드의 내경 치수와 폭너비를 최적화 개선하였으며, 헬리코일을 트위스터 내경부에 삽입하여 개선하였으며, 트위스터의 치수변경을 통하여 경향분석 및 결속기 성능시험을 해보았다.

그 결과 국내에 있는 건설기계인 자동 철근 결속기의 부품의 변경을 통하여 충분히 더 좋은 성능과 미 결속과 오작동을 줄여 공사기간을 줄일 수 있음을 알 수가 있었다. 국내 공사 현장에는 많은 곳에서 수작업으로 철근을 결속하고 있다. 비용적, 공기의 효율적인 면에서도 자동 철근 결속기의 변경 점을 적용해서 사용하면 더 빠르고 효과적인 작업이 기대된다.

제2절 제언

자동차공학부에 입학 후 많은 역학과 설계과정을 많이 들어 왔었지만 실제로 우리가 하고 싶었던 창작물을 만들어 보고는 싶었지만 계기가 없었다. 이번 1년 동안의 설계 프로젝트 과정을 통해 우리가 직접 구상하여 만들어보고 건설트랙과정을 진행하면서 이러한 경험을 할 수 있었다는 것이 가장 인상 깊고 좋았던 것 같다. 진행 중에 많은 어려움이 있었고 과연 저희 조가 할 수 있을지 의문이였다. 또한 4년 동안 배워온 역학을 응용하여 자동 철근 결속기를 분석하고 해석 할 수 있을지 의문이였다. 그 중에서 자동 철근 결속기의 응용을 하기 위하여 고체역학을 응용하기로 하였고 이를 바탕으로 해석한 결과 우리가 처음에 설계로 개선사항인 트위스터의 장력량을 얻을 수가 있었다. 또한 Hyperworks를 이용하여 해석을 진행하면서 CAE에 관하여 지식은 서로 얇고 부족하였지만 서로 협력하고 도와서 하나의 프로젝트를 경향분석이 잘 마무리가 된 거 같아서 좋았다. 시험을 하기 위해 자동 철근 결속기를 분해하고 다시 조립하는 과정에서 많은 어려움이 있었고 다음으로는 주제 선정에 많은 어려움이 있었다. 하지만 이러한 어려움이 있다고 하더라도 조별과정의 특성을 살려 부족한 부분을 함께 해결 할 수 있는 방안으로 서로의 이점과 특성을 살려 고민 및 해결을 하였고 결국은 결과물을 만들어 낼 수 있었다. 이러한 결과물로 의도하지도 기도하지도 않았던 학회에서 수상을 할 수 있게 되어 영광이였다. 하나의 결과물을 만들기 위하여 필요한 시간과 지식, 자문과 끈기가 절실히 필요 하다는걸 절실히 몸소 느끼게 되었고 지금까지 자동 철근 결속기라는 프로젝트를 구상하여 설계, 실험하기 까지 많은 자문을 주시고 또한 두 학기 동안 자동차 설계 프로젝트 과제를 지도해주신, 임학규 교수님, 김세호 교수님께 깊이 감사드립니다. 부족한 부분이 많던 저희에게 교수님의 실무 경력을 토대로 프로젝트를 잘 수행 할 수 있도록 지도해 주셔서 조원들 모두 깊은 감사의 말씀 드립니다.

[참고문헌]

자동철근결속기 조사

http://shopping.naver.com/search/all_search.nhn?query=%EC%9E%90%EB%8F%99%EC%B2%A0%EA%B7%BC%EA%B2%B0%EC%86%8D%EA%B8%B0&frm=NVSCPRO

특허조사 : Kipris.or.kr (한국특허정보원)

-자동 철근결속기 : 출원번호2020030025320 (2003.08.06.)

-자동 철근결속기 : 출원번호1020030060444 (2003.08.29.)

모터조사 : motorbank.kr

물성치조사 : matweb.com

[부록] 물성치

Iron, Fe

Categories: [Metal, Pure Element](#)

Material Notes: Cast irons and a very extensive listing of steels are also in MatWeb.

Vendors: [Click here](#) to view all available suppliers for this material.

Please [click here](#) if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.

 [Printer friendly version](#)
 [Download as PDF](#)
 [Download to Excel \(requires Excel and Windows\)](#)
 [Export data to your CAD/FEA program](#)

Physical Properties	Metric	English
Density	7.87 g/cc	0.284 lb/in ³

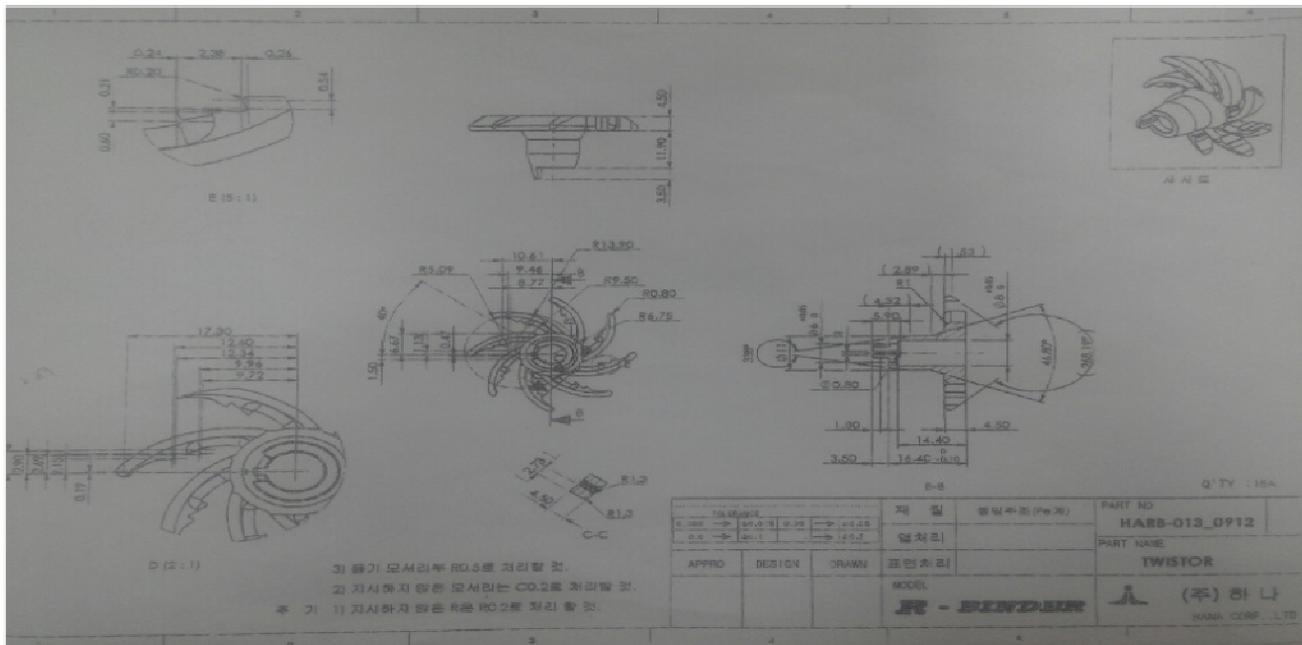
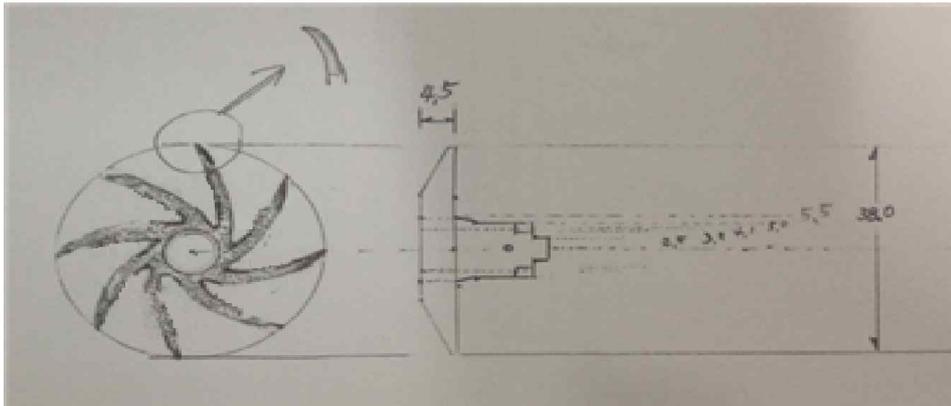
Chemical Properties	Metric	English
Atomic Number	26	26
Thermal Neutron Cross Section	2.53 barns/atom	2.53 barns/atom
X-ray Absorption Edge	1.743 Å	1.743 Å
	14.601 Å	14.601 Å
	17.169 Å	17.169 Å
	17.4838 Å	17.4838 Å
Electrode Potential	-0.0400 V	-0.0400 V
Electronegativity	1.83	1.83
Ionic Radius	0.640 Å	0.640 Å
	0.740 Å	0.740 Å
Electrochemical Equivalent	0.695 g/A/h	0.695 g/A/h
	1.042 g/A/h	1.042 g/A/h

Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Brinell	146	146
Hardness, Rockwell A	49	49
Hardness, Rockwell B	79	79
Hardness, Vickers	150	150
Tensile Strength at Break	540 MPa	78300 psi
Tensile Strength, Yield	50.0 MPa @Strain 0.500 %	7250 psi @Strain 0.500 %

Altair : Solidthinking Inspire (Materials)

Parts and Materials					
Parts	Material Library	My Materials			
Material ▼	E	Nu	Density	Yield Stress	
Aluminum (2024-T3)	73,100E+09 Pa	0,330	3,064E-03 Kg/cm3	345,000E+06 Pa	
Aluminum (6061-T0)	68,900E+09 Pa	0,330	2,976E-03 Kg/cm3	55,200E+06 Pa	
Aluminum (7075-T0)	71,700E+09 Pa	0,330	3,097E-03 Kg/cm3	103,000E+06 Pa	
Iron (Alloy Cast)	157,000E+09 Pa	0,283	7,190E-03 Kg/cm3	157,000E+06 Pa	
Magnesium Alloy	44,000E+09 Pa	0,350	1,918E-03 Kg/cm3	21,000E+06 Pa	
Plastic (ABS)	2,330E+09 Pa	0,350	1,060E-03 Kg/cm3	43,300E+06 Pa	
Plastic (Nylon)	2,510E+09 Pa	0,410	1,230E-03 Kg/cm3	74,500E+06 Pa	
Plastic (PBT)	2,580E+09 Pa	0,450	1,320E-03 Kg/cm3	56,100E+06 Pa	
Steel (AISI 1015)	205,000E+09 Pa	0,290	8,675E-03 Kg/cm3	325,000E+06 Pa	
Steel (AISI 1040)	200,000E+09 Pa	0,290	8,647E-03 Kg/cm3	415,000E+06 Pa	
Steel (AISI 1080)	205,000E+09 Pa	0,290	8,653E-03 Kg/cm3	585,000E+06 Pa	
Steel (AISI 304)	200,000E+09 Pa	0,290	8,818E-03 Kg/cm3	215,000E+06 Pa	
Steel (AISI 316)	193,000E+09 Pa	0,290	8,818E-03 Kg/cm3	250,000E+06 Pa	
Steel (AISI 4130)	205,000E+09 Pa	0,290	8,653E-03 Kg/cm3	435,000E+06 Pa	
Steel (AISI 4142)	205,000E+09 Pa	0,290	8,653E-03 Kg/cm3	585,000E+06 Pa	
Steel (High Carbon)	197,000E+09 Pa	0,290	7,470E-03 Kg/cm3	716,000E+06 Pa	
Steel (Low Carbon)	203,000E+09 Pa	0,290	7,860E-03 Kg/cm3	594,000E+06 Pa	
Steel (Medium Carbon)	203,000E+09 Pa	0,290	7,850E-03 Kg/cm3	689,000E+06 Pa	
Titanium (Ti-17)	115,000E+09 Pa	0,330	5,125E-03 Kg/cm3	1,050E+09 Pa	
Titanium (Ti-6211)	113,800E+09 Pa	0,310	4,938E-06 Kg/cm3	730,000E+06 Pa	

2. 트위스터



3. 결속 될 철근의 규격

KS D 3504, JIS G 3112								
호칭명	단위 무게	호칭치수			마디 및 리브의 치수			
		직경	단면적	둘레	마디의 평균간격 최대치	마디높이 의 평균 최소치	마디 높이의 최대치	마디틈의 함계의 최대치
	Kg/m	mm	Cm ²	cm	mm	mm	mm	mm
D10	0560	9.53	0.7133	3.0	6.7	0.4	0.8	7.5
D13	0.995	12.7	1.267	4.0	8.9	0.5	1.0	10.0
D16	1.56	15.9	1.986	5.0	11.1	0.7	1.4	12.5
D19	2.25	19.1	2.865	6.0	13.4	1.0	2.0	15.0
D22	3.04	22.2	3.871	7.0	15.5	1.1	2.47	20
D25	3.98	25.4	5.067	8.0	17.8	1.3	2.2	20.5
D29	5.04	28.6	6.424	9.0	20.0	1.4	2.6	20.0
D32	6.23	31.8	7.942	10.0	22.3	1.6	2.8	22.5
D35	7.51	34.9	9.566	11.0	24.4	1.7	3.2	25.0
D38	8.95	38.1	11.40	12.0	26.7	1.9	3.4	27.5
D41	10.5	41.3	13.40	13.0	28.9	2.1	3.8	30.0
D51	15.9	50.8	20.27	16.0	35.6	2.5	4.2	32.5
D57	-	-	-	-	-	-	15.40	50